

۱۵

بسمه تعالی

وزارت نیرو

آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و اردبیل

### گزارش بررسی‌های دورسنجی در حوزه آبریز آجی‌جای

مشاور: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور - گروه دورسنجی

تهیه‌کنندگان:

مهرداد مدنی‌گیوی

فلوریز خیری

کتابخانه سازمان زمین‌شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور  
تاریخ: ۸۰/۱۰/۱۰  
شماره ثبت: ۸۰۲۲

سال ۱۳۸۰

سازمان زمین‌شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	موقعیت جغرافیایی
۵	آب و هوا، شغل و راههای دسترسی
۷	ریخت شناسی
۸	زمین ساخت منطقه مورد مطالعه
۱۰	شرحی مختصر بر زمین شناسی ناحیه مورد بررسی
۱۶	بررسی های دورسنجی
۱۶	- تهیه داده های ماهواره ای
۱۸	- موازنیک داده ها
۱۸	- تصحیحات هندسی داده ها
۱۹	- تصحیحات جوی و رادیومتری
۳۳	- پردازش داده ها
۴۳	- عملیات ریاضی بین باندها جهت بارز نمودن واحدهای سنگی
۴۸	بررسی رودخانه های موجود در حوزه آبریز آجی چای
۴۸	- رودخانه آجی چای (تلخه رود)
۵۳	- رودخانه واتق چای
۵۷	- رودخانه تاجیار، رازلیق، پیلیر، آغمیون چای
۶۰	- رودخانه مهربان - زارنیق
۶۳	- رودخانه روروچای - آری چای
۶۶	- رودخانه عبدالجبار

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶۶.....	- رودخانه پاژچای.....
۷۱.....	- رودخانه نهند.....
۷۵.....	- رودخانه گماناب.....
۷۸.....	- رودخانه او جان چای.....
۸۱.....	- رودخانه باسماج چای و سعیدآبادچای.....
۸۴.....	تشخیص گنبد‌های نمکی نهان و آشکار.....
۸۴.....	الگوی زمین ساختی حوزه آبریز آجی چای.....
۹۳.....	تفسیر داده‌های ماهواره‌ای به منظور مشخص کردن گنبد‌های نمکی.....
۱۰۱.....	زون بندی بخش‌های تبخیری بر اساس میزان املاح.....
۱۰۵.....	نمونه‌گیری.....
۱۱۳.....	تعیین محدوده‌های حوزه‌های رسوبات تبخیری.....
۱۱۹.....	نتیجه‌گیری.....

## مقدمه :

بررسی‌های دورسنجی در حوزه آبریز آجی‌چای بر اساس قراردادی به شماره ۴۶۴۷۵/۳۱۰ و تاریخ ۷۹/۱۰/۲۴ بین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور از یک سو و شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و اردبیل به نمایندگی آقای مهندس سیداحمد براری و اسماعیل عظیمی از سوی دیگر آغاز شد.

بررسی‌های دورسنجی در محدوده حوزه آبریز آجی‌چای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ بر روی داده‌های رقومی سنجنده تی‌ام ماهواره لندست در محدوده‌ای به وسعت تقریبی ۸۰۰۰ کیلومتر مربع در طی مراحل زیر انجام شد.

۱- تهیه داده‌های ماهواره لندست

۲- موازنه‌یک و تصحیح هندسی و پردازش داده‌ها

۳- تفسیر داده‌ها بصورت مقدماتی شامل

- ترسیم حوزه آبریز رودخانه آجی‌چای بر اساس داده‌های ماهواره‌ای

- تشخیص گنبد‌های نمکی نهان و آشکار

- تهیه نقشه واحدهای سنگی

- تهیه نقشه گسترش املاح تبخیری

- کنترل زمین و نمونه‌گیری از بخش‌های تبخیری و آنالیز شیمیائی

- تهیه گزارش کاغذی و رقومی.

در این بخش از تعداد ۶ صحنه (Scene) اطلاعاتی سنجنده تی‌ام ماهواره لندست استفاده شده است.

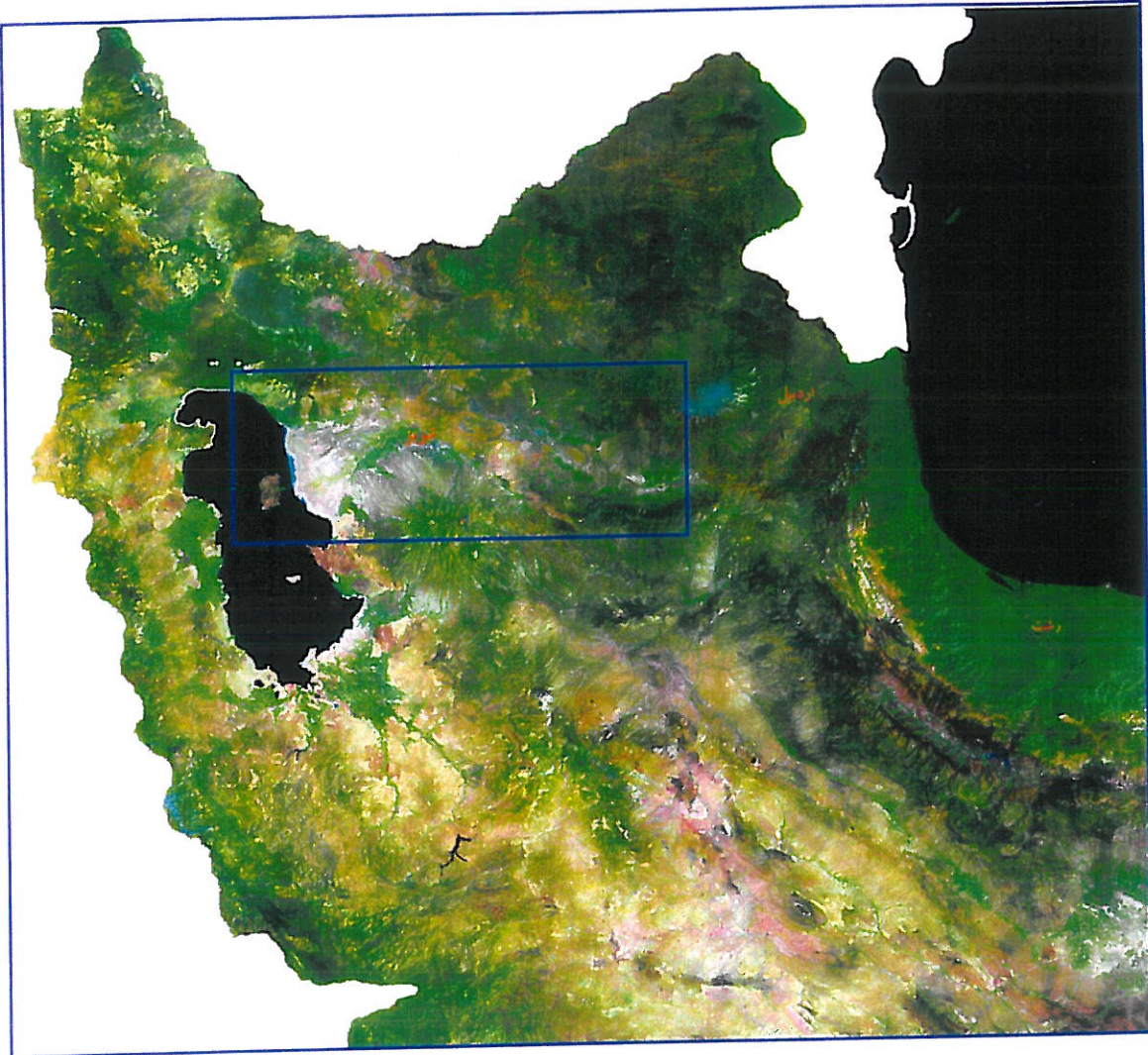
این داده‌ها با روش‌های ویژه‌ای به یکدیگر موازنه‌یک شده و سپس بر اساس روش‌های شناخته

جغرافیایی و متریک با دقت مطالعاتی در حد یک دانه پیکسل تصویری (۳۰ متر) است. که در مراحل بعدی برای شناخت پدیده‌های مورد نظر مورد پردازش و تفسیر قرار گرفته است. همچنین با برداشت از واحدهای سنگی و مارنهای ژیبس‌دار منطقه در مدت یکماه عملیات صحرائی، و آنالیز نمونه‌های بدست آمده کمک شایان توجهی در تهیه نقشه واحدهای سنگی و نقشه گسترش املاح تبخیری نموده است.

### موقعیت جغرافیایی :

ناحیه مورد مطالعه در شمال باختری ایران واقع است. از شمال به کوهستانهای اهر، در جنوب به کوههای سهند، از شمال خاوری و خاور به کوههای سبلان و از باختر به دریاچه ارومیه منتهی می‌شود. این حوزه آبریز که کلیه رودخانه‌های واقع در آن به سمت دریاچه ارومیه جریان دارد حدوداً بین مختصات جغرافیایی  $45^{\circ} 49'$  تا  $48^{\circ} 01'$  طول خاوری و  $37^{\circ} 36'$  تا  $38^{\circ} 30'$  عرض شمالی واقع شده است. مساحت این حوزه تقریباً  $13700$  کیلومتر مربع می‌باشد که شامل مناطق کوهستانی و دشتهای و کوهپایه‌ها می‌باشد. از نظر تقسیم‌بندی کلی هیدرولوژی ایران، این محدوده بخشی از حوزه آبریز مرکزی می‌باشد.

تصویر شماره ۱ موقعیت ناحیه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



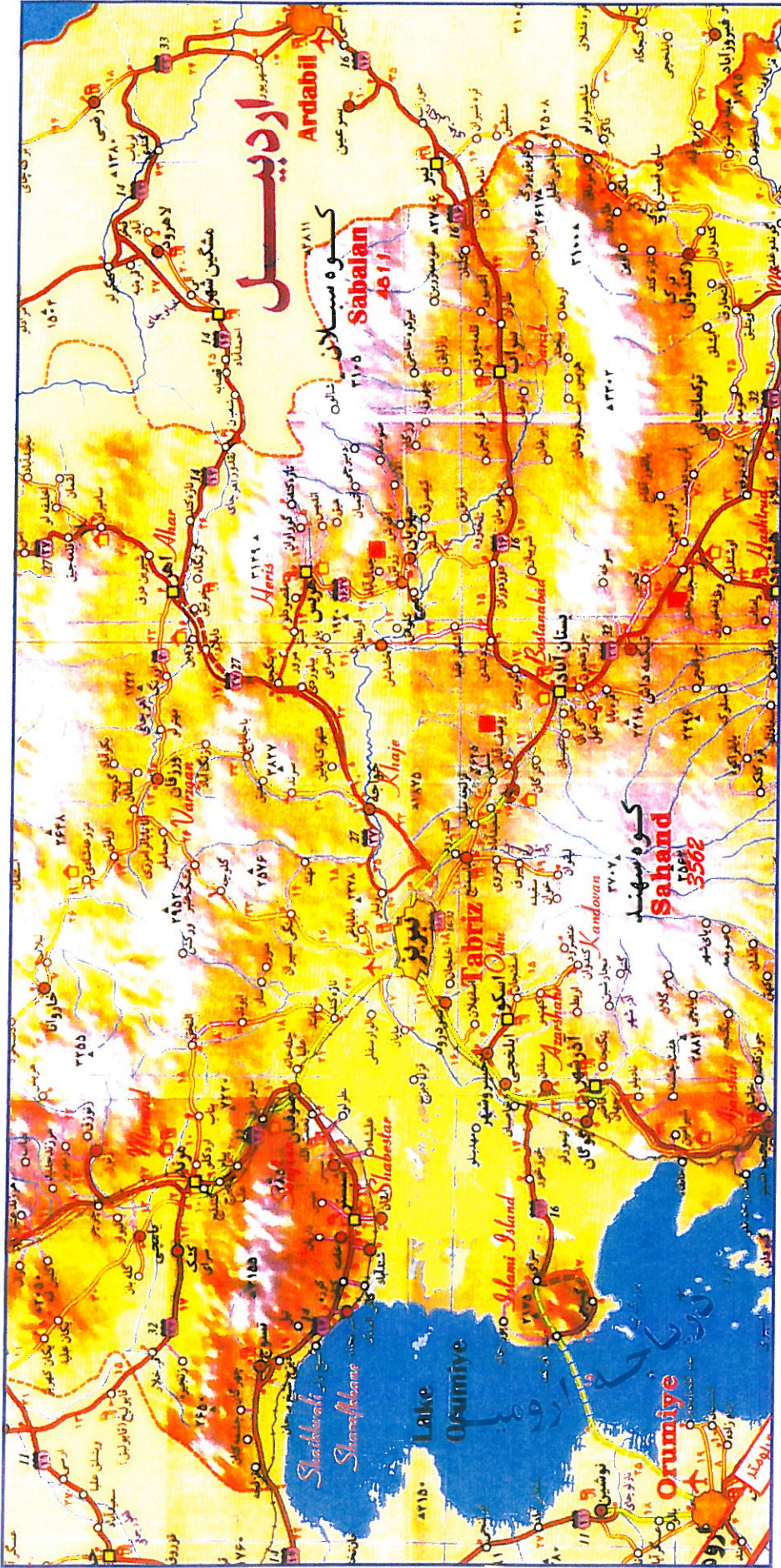
تصویر ۱- موقعیت ناحیه مورد مطالعه

## آب و هوا، شغل و راههای دسترسی

محدوده مورد مطالعه در شمال پاختری کشور و در منطقه سردسیر واقع شده است. بطوریکه زمستانها سرد و طولانی و تابستانها معتدل است. شهر تبریز به دلیل داشتن موقعیت ویژه جغرافیایی و قرار گرفتن در راه آسیا به اروپا از اهمیت ویژه تجاری و صنعتی برخوردار است. شغل مردم عمدتاً دامداری و کشاورزی است ولی صنایع دستی چون گلیم بافی و قالی بافی نیز در مناطق خاص جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص می‌دهد.

مهمترین راههای دسترسی به منطقه عبارتند از: جاده ترانزیتی و همچنین راه آهن شهر تبریز را از طریق ترکیه به اروپا و از مسیر جلفا به جمهوری نخجوان و کشورهای تازه استقلال یافته دیگر متصل می‌کند دو جاده آسفalte نیز به سمت خاور، تبریز را به تهران و اهر مرتبط می‌سازد و نیز راه بستان آباد - مهربان - اهر از دیگر راههای منطقه است. نقشه شماره ۱ راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

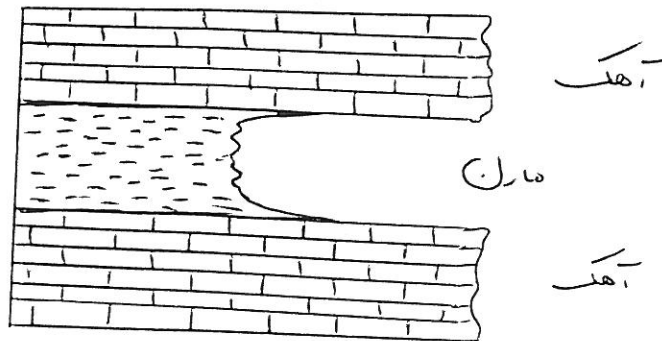




نقشه راه های قابل دسترسی به منطقه مطالعاتی

## ریخت‌شناسی:

ناحیه مورد مطالعه از نظر ریخت‌شناسی دارای مورفولوژی ناهمگن است و ساختارهای زمین‌شناسی بصورت تاقدیس و ناودیسهای آشکار در رسوبهای منطقه دیده می‌شود. در جنوب مهربان ناودیس بسیار بزرگی از نهشته‌های نئوژن با محور شمال باختری - جنوب خاوری مشاهده می‌شود. در نهشته‌های مارنی ساختمان مشخص دیده نمی‌شود. بلندترین نقطه در محدوده مورد مطالعه کوه کسبه یا قصبه به بلندی ۲۹۶۰ متر و پست‌ترین نقطه در بستر رود تلخه‌رود (آجی چای) در حدود ۳۵۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. مهمترین شهرهای ناحیه عبارتند از: تبریز، سراب، خواجه، بستان‌آباد و صوفیان و بخشهای هریس، مهربان و دوزدوزان نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.



تشکیلات میوسن در منطقه مورد مطالعه عمدتاً تناوبی از مارن و ماسه سنگ و یا آهک ماسه‌ای می‌باشد. فرسایش سنگهای سست مانند مارنها بیشتر و سنگهای سخت کمتر می‌باشد بنابراین طبقات سخت بصورت برجستگی و طبقات سست بصورت فرورفته در منطقه ظاهر می‌گردد. این نوع فرسایش را که با وجود تاثیر یکنواخت عوامل فرسایش بر همه سنگها، بدلیل تفاوت مقاومت سنگهای مختلف در هر سنگی به نوعی اثر می‌گذارد بنام فرسایش تفریقی یا دیفرانسیلی Differential Erosion می‌نامند.

## ۱- زمین ساخت منطقه مورد مطالعه :

### - گسل‌ها

منطقه مورد مطالعه بدلیل داشتن گسل‌های فعال بخصوص گسل فعال تبریز و همچنین برونزدهایی از پرکامبرین تا عهد حاضر، تحت تاثیر عملکرد گسل‌های منطقه دارای ویژگی‌های ساختاری است.

امتداد گسل تبریز شمال باختری - جنوب خاوری می‌باشد که حرکات آن در گذشته باعث پایین افتادگی بخش جنوبی و بالا آمدگی بخش شمالی آن شده است. بیشتر گسل‌های اصلی و بزرگ منطقه راستای شمال باختری - جنوب خاوری دارند و از راستای گسل تبریز پیروی می‌نمایند. گسل تبریز علاوه بر سازوکار فشارشی که بعنوان گسل تراستی معرفی می‌شود، دارای سازوکار راستالغز راست بر نیز است. بنابراین می‌توان در امتداد گسل تبریز گسل‌های دیگری از آن منشعب شده به حالت پرماتند (Splay fault) مشاهده نمود. گسل‌های فرعی منشعب از گسل تبریز حتی در رسوبات جوان کواترنری آشکارا دیده می‌شود، جابجاشدگی این گسل، در رسوبات جوان کواترنری از ۱/۵ تا ۹ متر دیده شده است. بیشتر گسل‌ها و چین خوردگی‌های منطقه با تعیین سازوکار آن بر روی تصاویر ماهواره‌ای مشخص می‌باشد.

### - دیاپیریسم

گنبد نمکی ساختار زمین‌شناسی گنبدی شکل است که هسته مرکزی آن از نمک تشکیل شده است. حرکت به سمت بالای این گنبدها سبب ایجاد چین‌های دیاپیری (Diapiric folds) می‌گردد و به همین جهت از نظر زمین‌ساختی منطقه قابل بررسی می‌باشد.

گنبدهای نمکی ایران بالاخص در این منطقه مطالعاتی، کم عمق می‌باشد که معمولاً فاصله سطح فوقانی آنها از سطح زمین کمتر از یک کیلومتر است. این گنبدهای نمکی در منطقه مورد بررسی بیشتر مربوط به تشکیلات تبخیری اولیگومیوسن تا میوسن می‌باشد که در زمان

رسوبگذاری در ابتدا میان لایه‌هایی از رسوبات تبخیری بالاخص ژپس و انیدریت و نمک در بین تشکیلات آهکی - آهک ماسه‌ای و ماسه سنگی قرار گرفته‌اند. در اثر عملکرد فاز فشارشی بعد از میوسن (کوهزایی و الاشین) این لایه‌های تبخیری بعلت داشتن حالت پلاستیکی و وزن مخصوص کمتر نسبت به رسوبات فوقانی خود به سمت بالا حرکت می‌کند و حالتی گنبدی شکل ایجاد می‌کند.

چین خوردگی رسوبات میوسن در منطقه هم در اثر عملکرد تنش‌های فشارش موجود با در نظر گرفتن جهت محور  $N20E, 61$  می‌باشد و همچنین این گونه چین خوردگیها در بیشتر مواقع در اثر عملکرد فشارشی از پایین به بالای گنبدهای نمکی حادث می‌گردند که این مسئله در منطقه خواجه با تغییر شیب این ناودیسها کاملاً مشخص است به این ترتیب که در حاشیه گنبد نمکی دارای شیبی تند و در فاصله‌ای دورتر از آن شیبی ملایم‌تر دارد.

شرحی مختصر بر واحدهای زمین‌شناسی ناحیه مورد بررسی

### پرکامبرین - سازند کهر

سازند کهر: قدیمترین سنگ محدوده مورد مطالعه را بصورت سازند کهر با گسترشی محدود در کوههای مورو می‌توان مشاهده کرد که شامل تناوبی از شیل‌های تیره خاکستری و ماسه سنگ توفی می‌باشد. در قسمت زیرین آن گدازه‌های ریولیتی وجود دارد.

سازند بایندر: سازند بایندر، شامل تناوبی از ماسه سنگهای تیره ارغوانی و شیل‌های سیلتی میکادار می‌باشد. این سنگها نیز بصورت محدود در کوههای مورو دیده می‌شود.

### پالئوزوئیک

سازند سلطانیه: رسوبهای سازند سلطانیه تناوبی از دولومیت و آهک دولومیتی با آثاری از استروماتولیت است. در بخشهای بالائی این سازند در کوههای مورو رسوبهای تبخیری از نوع گچ‌دار وجود دارد. ستبرای سازند سلطانیه در این منطقه به ۸۰ متر می‌رسد.

باروت: رسوبهای این سازند بیشتر شامل رسوبهای ماسه سنگی ریزدانه و شیل برنگ قرمز ارغوانی و میان لایه‌های سنگ آهکی و دولومیتی با نوارهای چرت می‌باشد. ضخامت آن به ۱۳۰ متر می‌رسد.

سازند زاگون و لالون: دو سازند زاگون و لالون در محدوده مورد مطالعه فاقد مرز مشخص هستند و بطور کلی شامل تناوبی از شیل‌های ماسه‌ای و ماسه سنگهای آرکوزی است. بعلت تکتونیک شدید ضخامت واقعی این سازندها بخوبی مشخص نیست. رسوبات این دو سازند محدوده نسبتاً وسیعی را در کوههای مورو تشکیل می‌دهد. در بخش جنوبی کوههای مورو با یک گسل راندگی باروند تقریباً خاوری - باختری بر روی سازندهای جوانتر قرار گرفته است. در بخش انتهایی به ماسه سنگ سفید با عیار بالایی از  $\text{SiO}_2$  ختم می‌شود (Top-qiartzit).

سازند میلا: این سازند شامل دولومیت و سنگ آهک خاکستری فاقد فسیل است که به سمت

بالا به آهک مارنی فسیل‌دار تبدیل شده و در انتها به شیل‌های خاکستری مایل به سبز می‌رسد. این واحد نیز در کوه‌های مورو رخنمون دارد.

### پرمین

سنگ‌های رسوبی پرمین با پی ماسه سنگ قرمز و سفید رنگ دیده می‌شود. این رسوبات به سمت بالا به سنگ‌های کربناته شامل دولومیت‌های ماسیو ختم می‌شود که ستبرای آن در کوه‌های مورو حدود ۱۷۰ متر است.

### مزوزوئیک

تریاس: تریاس را به صورت سازند الیکا که بیشتر از سنگ‌های کربناته دولومیتی تشکیل شده می‌توان مشاهده کرد. این سنگها در بخش زیرین عمدتاً آهک‌های مارنی، شیل زرد کم‌رنگ حاوی آثار فراوانی از کرم است.

ژوراسیک: رسوبات ژوراسیک در این محدوده به لحاظ لیتولوژیکی به سازند شمشک شبیه بوده و شامل ماسه سنگ و کنگلومراست که در بخشی با گدازه‌های بازیک آغاز می‌شوند. این سازند به سمت بالا بصورت تناوبی از شیل‌های تیره با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ و سنگ آهک تبدیل می‌شود.

### کرتاسه

در محدوده مورد مطالعه کرتاسه را بصورت یک سری رسوبی شامل ماسه سنگ و کنگلومرا می‌توان مشاهده کرد که به سمت بالا بتدریج دانه ریز شده و به سنگ‌های آهکی تبدیل می‌شود. همچنین در شمال شهر تبریز در بخش‌های خاوری و شمال و شمال باختری گلزار و گمانج پائین در محدوده بسیار وسیعی کرتاسه را بصورت تناوبی از ماسه سنگ، شیل و مارن تا حتی با

میان لایه‌هایی از آهک می‌توان دید. این رسوبها رخساره فلیش گونه‌ای دارند. به طور محلی در شمال و شمال باختری روستای آغاچ اوغلو بصورت تناوبی از کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل با میان لایه‌هایی از سنگ آهک ریفی دیده می‌شود. در حاشیه رودخانه آجی چای (تلخه رود) در شمال شهر صوفیان یک سری سنگهای آتشفشانی با ترکیب آندزیتی متعلق به کرتاسه دیده می‌شود که نوار کوچکی را تشکیل می‌دهد این سنگها بشدت دگرسان شده هستند و به دلیل قرار گرفتن در کنار گسل بشدت خرد شده می‌باشند. این واحد در منطقه قزلجه میدان و کوههای تک آلتی گسترش بیشتری دارند.

### سنوزوئیک

رسوبات دوران سنوزوئیک در منطقه مورد بررسی از پالئوسن آغاز شده و تا کواترنر ادامه می‌یابد.

### پالئوسن

پالئوسن را بصورت سنگهای آتشفشانی و آذرآواری و نیز آتشفشانهای زیردریایی که در بخش زیرین آن بصورت مارن و سنگ آهک رخنمون دارد در شمال مهربان (واقع در برگه ۱:۲۵۰,۰۰۰ اهر) با گسترشی نسبتاً وسیع می‌توان مشاهده کرد.

### ائوسن

ائوسن را بصورت توف برشی و ایگنمبریت همراه با آندزیت و تراکی آندزیت می‌توان مشاهده کرد گسترش آن نسبتاً وسیع بوده و در شمال آتیمان سفلی رخنمون دارد. سنگهای آتشفشانی با ترکیب داسیت تا آندزیت در دو فاز ولکانیکی مجزا در شمال و شمال خاوری و جنوب و جنوب باختری آتیمان سفلی در سطح وسیعی گسترده شده‌اند. گدازه‌های بازیک با

ترکیب بازالت الیوین دار و آندزیت - بازالت در شمال تلخه رود (محدوده ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ اهر) رخنمون دارد.

اوسن را بصورت توفهای جوش خورده با ترکیب داسیتی تا ریوداسیتی در شمال خاوری نیروگاه برق با گسترش محدود (محدوده ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ اهر) می توان دید.

### الیگوسن

الیگوسن عمدتاً بصورت مونزونیت در باختر چهرق (محدوده ۱:۱۰۰,۰۰۰ اهر) رخنمون دارد الیگوسن را همچنین بصورت آندزیت، تراکی آندزیت و نقلین سینیت که در قسمت های زیرین شامل کنگلومرا و ماسه سنگ است در بخش خاوری بستان آباد (برگه ۱:۲۵۰,۰۰۰ میانه) می توان دید. رگه هایی از گرانیت و آپلیت نیز مربوط به الیگوسن مشاهده شده است.

### میوسن

نهشته های میوسن ضخامت نسبتاً زیادی را در منطقه مورد مطالعه تشکیل می دهند. که به صورت زیر تقسیم بندی شده است.

- تناوبی از کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن که رنگ عمومی آنها قرمز می باشد. ستبرای آن متفاوت بوده و در بخش باختری کوه های مورو با ستبرای حدود ۷۵۰ متر دیده می شود. در شمال روستای نهند سنگ های آتشفشانی توفی با ترکیب آندزیت و تراکی آندزیت در میان کنگلومرا دیده می شود.

- آهک ریفی برنگ زرد است و بیشترین برونزد آن در شمال صوفیان و باختر روستای گروس مشاهده شده است.

- رسوبات شیلی مارنی به رنگ خاکستری با میان لایه های ماسه سنگی بر روی واحدهای کنگلومرائی و سنگ آهک. این واحد حاوی مقادیر قابل ملاحظه ای از رسوبات تبخیری بصورت



گچ و نمک می باشد. گنبد‌های نمکی وابسته به میوسن در حوضه تبریز همگی به این واحد وابسته اند. این واحد به دلیل داشتن رسوبهای نرم و همچنین رسوبات تبخیری گچ و نمک در حین چین خوردگی افزون بر چینهای بزرگ و مشخص چین خوردگیهای کوچکی را در میان خود نشان می دهد. این واحد در خاور و شمال خاوری تبریز گسترش نسبتاً وسیعی دارد.

- تناوبی از شیل‌های سبز خاکستری، مارن و ماسه سنگ: این واحد در قسمت شمال باختری تبریز گسترش دارد. مارنها حاوی گچ و نمک است ولی مقدار گچ و نمک آن از واحد قبلی کمتر است در باختر نهند در میان مارنها لایه‌هایی از آهک ماسه‌ای وجود دارد که حاوی ماکروفسیل‌های فراوان است در مواردی سنگهایی بصورت سیل و توف و گدازه‌هایی از نوع تراکی آندزیت در میان رسوبات دیده می شود (ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ تبریز).

رسوبات بالایی میوسن: این رسوبات که بخش بالایی میوسن را تشکیل می دهند تناوبی از مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا هستند در شمال فرودگاه تبریز و پیرامون باباباغی مقدار مارن زیاد است.

سنگهای پیروکلاستیک: سنگهای پیروکلاستیک با گسترش نسبتاً وسیعی در جنوب و باختر بوستان آباد (۱:۲۵۰,۰۰۰) دیده می شود. همچنین این سنگها بصورت داسیت و آندزیت و توف اسیدی در باختر بوستان آباد مشاهده شده است.

### پلیوسن

سنگهای پلیوسن شامل یک سری سنگهای آذرآواری و توف می باشد. این سنگها کاملاً دگرسان شده هستند و گسترشی بسیار محدود در شمال خاوری شهر تبریز و در دامنه شمالی کوههای میشو (مرند ۱:۱۰۰,۰۰۰) دارد. این واحد را بصورت مارن و آهک در شمال خاوری تبریز و در جنوب روستای داش اسپیران می توان دید که حاوی مارن گچدار و میان لایه‌های آهک است. نهشته‌های دانه ریز آواری دیاتومه‌دار همراه با فسیل ماهی نیز متعلق به این واحد

زمانی در جنوب خاوری تبریز ملاحظه شده است. گاهی در میان این واحدهای لایه‌هایی از کریستوبالیت به چشم می‌خورد. گسترش این رسوبات پیرامون کوه سهند است. در جنوب شهر تبریز سنگهایی متشکل از مواد آتشفشانی ماسه، توف و پومیس دیده می‌شود که میزان هوازدگی در آن زیاد است. سنگهای وابسته به پلیوسن را بصورت گدازه با ترکیب آندزیت و تراکی آندزیت در جنوب مرند می‌توان مشاهده کرد.

### کواترنر

کواترنر شامل سنگهای آتشفشانی خروجی گنبدی شکل با ترکیب تراکی آندزیتی است و اثر هوازدگی بر روی آنها ناچیز است.

واحدهای آبرفتی: نهشته‌های کواترنر را می‌توان به شکل پادگانه‌های افقی دید و بیشتر سنگریزه و رس هستند.

رسوبات واریزه‌ای با مخروطهای افکنه عمدتاً دامنه کوهها را شامل می‌شود که بیشتر در شمال باختری روستای نهند و پیرامون کوههای مورو دیده می‌شود. رسوبهای بستر رودخانه‌های بزرگ جاری در منطقه بیشتر از رسوبات ماسه‌ای شنی و قلوه سنگ تشکیل شده‌اند. رسوبهای ماسه بادی در باختر تبریز و جنوب کارخانه سیمان صوفیان وجود دارد. این ماسه بادیها بصورت تپه‌های هلالی شکل دیده می‌شود.

## بررسیهای دورسنجی

بررسیهای دورسنجی در محدوده حوزه آبریز آجی چای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ در محدوده‌ای به وسعت ۸۰۰۰ کیلومترمربع با استفاده از مجموعه کامل سخت‌افزاری و نرم‌افزارهای ویژه و بکارگیری شیوه‌های مناسب پردازش تصویر انجام گرفت. در این بررسی از داده‌های ماهواره لندست ۵ استفاده شد که منتج به دستیابی بیشتر اهداف مورد نظر گردید. این بررسی‌ها در طی مراحل زیر انجام گرفت:

- تهیه داده‌های ماهواره لندست

- موزائیک داده‌ها

- تصحیح هندسی داده‌ها

- تصحیح جوی داده‌ها

- پردازش تصویر

- تفسیر داده‌ها که طی مراحل زیر انجام شد

- ترسیم حوزه آبریز

- تشخیص گنبد‌های نمکی

- تهیه نقشه واحدهای سنگی

- تهیه نقشه‌های موضوعی

## تهیه داده‌های ماهواره‌ای

برای بررسیهای دورسنجی در محدوده پروژه آجی چای با استفاده از مجموعه کامل سخت‌افزاری و نرم‌افزارهای ویژه پردازش تصویر اقدام به تهیه داده‌های ماهواره‌ای که شرح آن خواهد آمد نمودیم. برای این منظور از شش صحنه اطلاعاتی TM به شرح زیر بهره گرفتیم که عبارتند از:

۱- صفحه اطلاعاتی 167/33: با توجه به جدول ۱ اطلاعات داده‌های TM ماهواره‌ای لندست ۴ این صفحه اطلاعاتی به شماره گذر ۱۶۷ و ردیف ۳۳ که در تاریخ ۱۹۹۱ در هفت باند طول موجی و قابلیت تفکیک زمینی ۲۸/۵ متر (به جز باند ۶ ماهواره لندست که قابلیت تفکیک زمینی ۱۲۰ متر دارد) ثبت شده است. تصویر شماره ۲ تصویر ماهواره‌ای نشان دهنده کل صفحه می‌باشد.

۲- صفحه اطلاعاتی 167/34: در جدول ۲ اطلاعات داده‌های TM ماهواره‌ای لندست ۴ دیده می‌شود. این صفحه اطلاعاتی به شماره گذر ۱۶۷ و ردیف ۳۴ که در تاریخ ۱۹۹۱ در هفت باند طول موجی و قابلیت تفکیک زمینی ۲۸/۵ متر (به جز باند ۶ قابلیت تفکیک ۱۲۰ متر) دیده می‌شود.

تصویر شماره ۳ تصویر ماهواره‌ای نشان دهنده کل صفحه می‌باشد.

۳- صفحه اطلاعاتی 168/33: با توجه به جدول ۳ اطلاعات داده‌های TM ماهواره‌ای لندست ۵، این صفحه اطلاعاتی به شماره گذر ۱۶۸ و ردیف ۳۳ که در تاریخ ۱۹۹۱ در هفت باند طول موجی و قابلیت تفکیک زمینی ۲۸/۵ متر (TM6 قابلیت تفکیک ۱۲۰ متر) ثبت شده است. تصویر شماره ۴ تصویر ماهواره‌ای نشان دهنده کل صفحه می‌باشد.

۴- صفحه اطلاعاتی 168/34: جدول ۴ اطلاعات داده‌های TM ماهواره‌ای لندست ۴، را نشان می‌دهد این صفحه اطلاعاتی به شماره گذر ۱۶۸ و ردیف ۳۴ در تاریخ ۱۹۸۹ در هفت باند طول موجی و قابلیت تفکیک زمینی ۲۸/۵ متر (TM6 قابلیت تفکیک ۱۲۰ متر) تهیه شده است. تصویر شماره ۵ تصویر ماهواره‌ای نشان دهنده کل صفحه می‌باشد.

۵- صفحه اطلاعاتی 169/33: این صفحه اطلاعاتی مربوط به شماره گذر ۱۶۹ و ردیف ۳۳ می‌باشد که در تاریخ ۱۹۸۷ در هفت باند طول موجی و قابلیت تفکیک زمینی ۲۸/۵ متر (TM6 قابلیت تفکیک ۱۲۰ متر) تهیه شده است. جدول شماره ۵ اطلاعات داده‌های TM ماهواره لندست ۵ را نشان می‌دهد. تصویر شماره ۶ تصویر ماهواره‌ای نشان دهنده کل صفحه می‌باشد.

۶- صفحه اطلاعاتی 169/34: این صفحه اطلاعاتی به شماره گذر ۱۶۹ و ردیف ۳۴ در هفت باند طول موجی و قابلیت تفکیک زمینی ۲۸/۵ متر (TM6 قابلیت تفکیک ۱۳۰ متر) تهیه شده است. تصویر شماره ۷ تصویر ماهواره‌ای نشان دهنده کل صفحه می‌باشد.

## موزائیک داده‌ها

چون منطقه مورد مطالعه در ۶ صحنه اطلاعاتی (Scine) قرار می‌گرفت بنابراین برای بدست آوردن دید یکپارچه از منطقه مورد مطالعه لازم بود اطلاعات ماهواره‌ای با یکدیگر موزائیک گردد. برای این منظور ابتدا بخشهای مورد نظر در هر صحنه اطلاعاتی بعنوان یک زیر صحنه بریده شد و سپس با توجه به پوشش ۱۰ درصدی بین هر یک از صحنه‌های اطلاعاتی، نقاط مشترکی بین هر دو صحنه اطلاعاتی انتخاب و سپس خط موزائیک با توجه به توپوگرافی منطقه به گونه‌ای که اثر آن مشخص نباشد، ترسیم شد و بدین ترتیب در طی ۵ مرحله توانستیم اطلاعات را بصورت یک تصویر واحد موزائیک کنیم. تصویر شماره ۸ بیانگر کل تصویر موزائیک شده منطقه مورد مطالعه است.

## تصحیحات هندسی داده‌ها

برای اینکه تصویر ماهواره‌ای مختصات یک نقشه زمین‌شناسی را به خود بگیرد. یعنی مختصات تصویر از پیکسل و خط اسکن به مختصات جغرافیایی نقشه (UTM، طول و عرض جغرافیایی) تبدیل شود لازم است که روی تصویر ماهواره‌ای تصحیحات هندسی اعمال شود. با توجه به اینکه بررسیهای دورسنجی در این پروژه در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ می‌باشد، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ مبنای تصحیحات قرار گرفتند.

با توجه به اینکه زمان تهیه تصویر با زمان تهیه جدیدترین نقشه تفاوت زمانی قابل توجهی دارد، پس بایستی در انتخاب نقطه کنترل زمینی دقت بسیار نمود تا مناطق متغیر و نامناسب بعنوان نقاط کنترل زمینی از قبیل پیچ و خم رودخانه‌ها، حاشیه جنگلها و مزارع و مناطق ساحلی و... انتخاب نشود بلکه بهترین نقاط کنترل زمینی می‌تواند تقاطع جاده‌ها، باند فرودگاه، حاشیه سدها، سازه‌های متفرد و یا سایر پدیده‌های دائمی باشد و نیز از همه مهمتر تشخیص آنها هم در نقشه و هم در تصویر براحتی میسر باشد. بنابراین در مجموع ۱۲۰ نقطه کنترل زمینی انتخاب

شد و برای یافتن ارزش عددی هر پیکسل در تصویر اصلاح شده باید از روش واسطه یابی Inter Polation استفاده شود که یکی از انواع روش واسطه یابی روش نزدیکترین همسایه nearest neighbour می باشد. در این روش مقدار پیکسل خاصی که نزدیکترین فاصله را با مختصات پیکسل تصحیح شده دارد، انتخاب می شود.

این روش دو مزیت دارد. اولاً این روش سریع بوده و دوم اینکه ارزشهای عددی اختصاصی داده شده به هر پیکسل در تصویر تصحیح شده مستقیماً از تصویر خام کپی شده اند و در نتیجه ارزش واقعی پیکسلها حفظ شده است.

### تصحیحات جوی و رادیومتری :

سنجنده های لندست، امواج الکترومغناطیسی حاصل از انعکاس نور خورشید از سطح زمین را ثبت می کنند ولیکن با توجه به اینکه این امواج در هنگام عبور از جو زمین با مواد معلق و مولکولهای گاز سازنده آن برخورد می کند و منجر به پراکنش و جذب جوی این امواج می گردند. استفاده از بخشهایی از طیف الکترومغناطیسی بشدت تحت تاثیر جذب و پراکنش هستند امکانپذیر نیست، زیرا این فرآیندهای پراکنش و جذب باعث تیره و تار شدن تصاویر ماهواره ای می گردند.

لازم به ذکر است بدلیل اینکه پراکنش جوی با طول موج طیف نسبت عکس دارد، برای تصحیحات جوی از روش رگرسیون که یکی از روشهای بکار رفته در تصحیحات جوی می باشد استفاده می شود. با توجه به اینکه پیکسلهای مناطقی در تصویر با انعکاس پایین (آب صاف، سایه و بازالت تیره) در باندهای با طول موج کوتاه مادون قرمز (SWIR) باند 7 TM ارزش عددی نزدیک به صفر دارند پس کلیه باندها را نسبت به باند 7 که مقدار پراکنش حداقل را دارد، در نظر می گیریم.

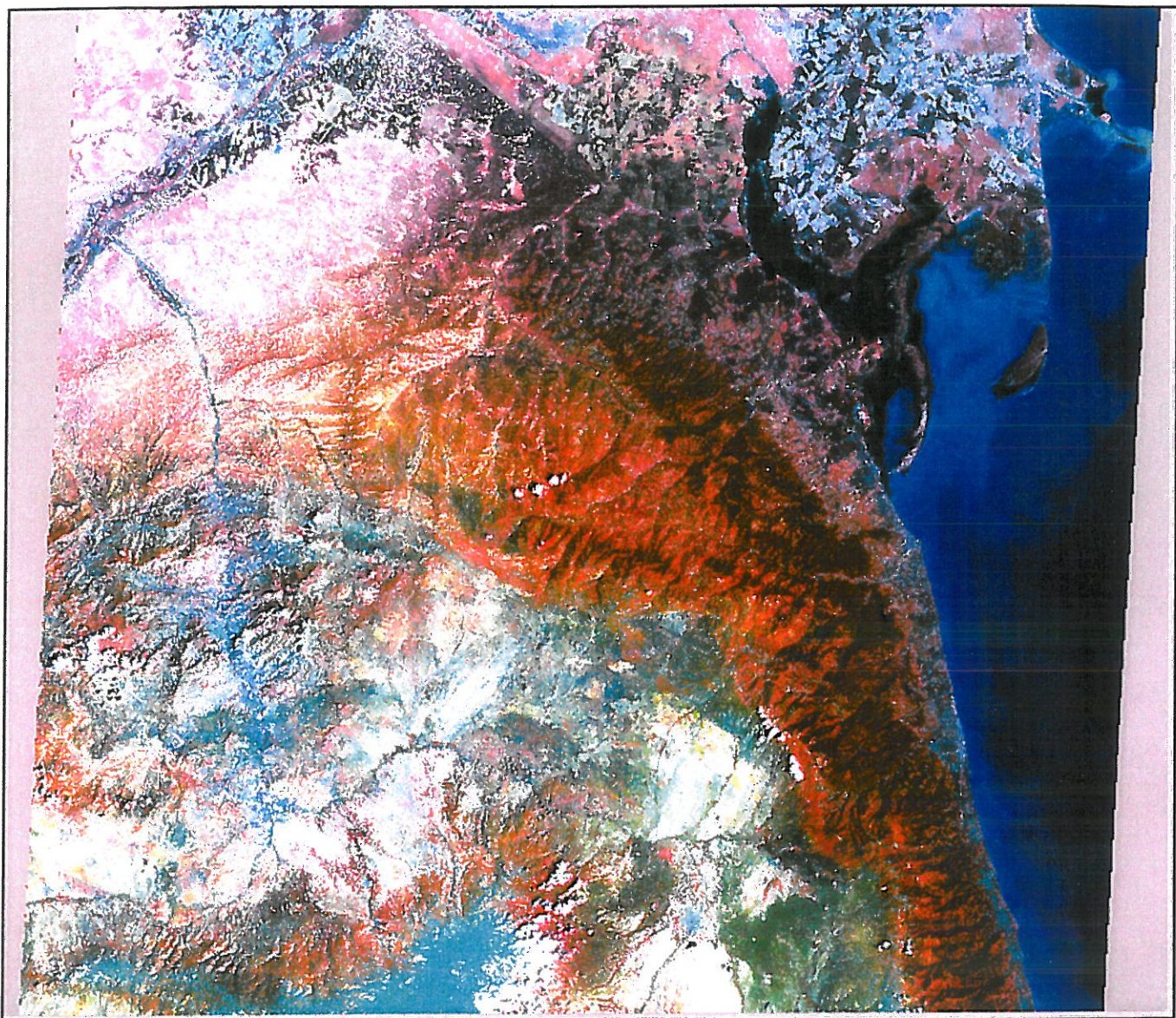
با استفاده از روش رگرسیون استاندارد بهترین خط مستقیمی که بتواند از داخل هر یک از Scatter Plot ها عبور کند، را ترسیم می‌کنیم که فاصله جابجائی این خط در محور X در هر یک از باندها بیانگر مقدار پراکنش جوی می‌باشد که با کم کردن این مقادیر از هر یک از باندهای مربوطه می‌توان اثرات جوی را کاهش داد.

EOSAT Fast format (Band Sequential) tape header

Scene ID : 2233077-01 WRS =167/03300  
 Date (YYYYMMDD) : 1991/05/28  
 Satellite : L4  
 Instrument : TM10  
 Product Type : ORBIT ORIENTE  
 Projection : SOM  
 USGS Projection # > 21  
 USGS Map Zone > 167  
 Pixel size (meters) > 28.50  
 List of bands on tape : 1234567  
 Pixels per scanline > 6967  
 Scanlines per image > 5965  
 Record length (bytes) > 27868  
 Blocking factor > 4  
 Longitude Latitude Easting Northing  
 DDDMMSS.SSSSH DDMMSS.SSSSH (meters) (meters)  
 Upper-left : 0464612.3414E 382425.3646N 434116.221 15823369.079  
 Upper-right : 0490003.0624E 380506.3377N 632350.484 15834219.646  
 Lower-right : 0483813.0765E 363453.7278N 623060.679 16003939.593  
 Lower-left : 0462656.9374E 365350.1853N 424826.416 15993089.025

جدول ۱-۱: اطلاعات داده های TM ماهواره لندست صحنه ۱۶۷/۳۳





تصویر ۲- تصویر ماهواره ای لندست TM صفحه ۳۳ / ۱۶۷

MSH Dat Tape Source Header Listing

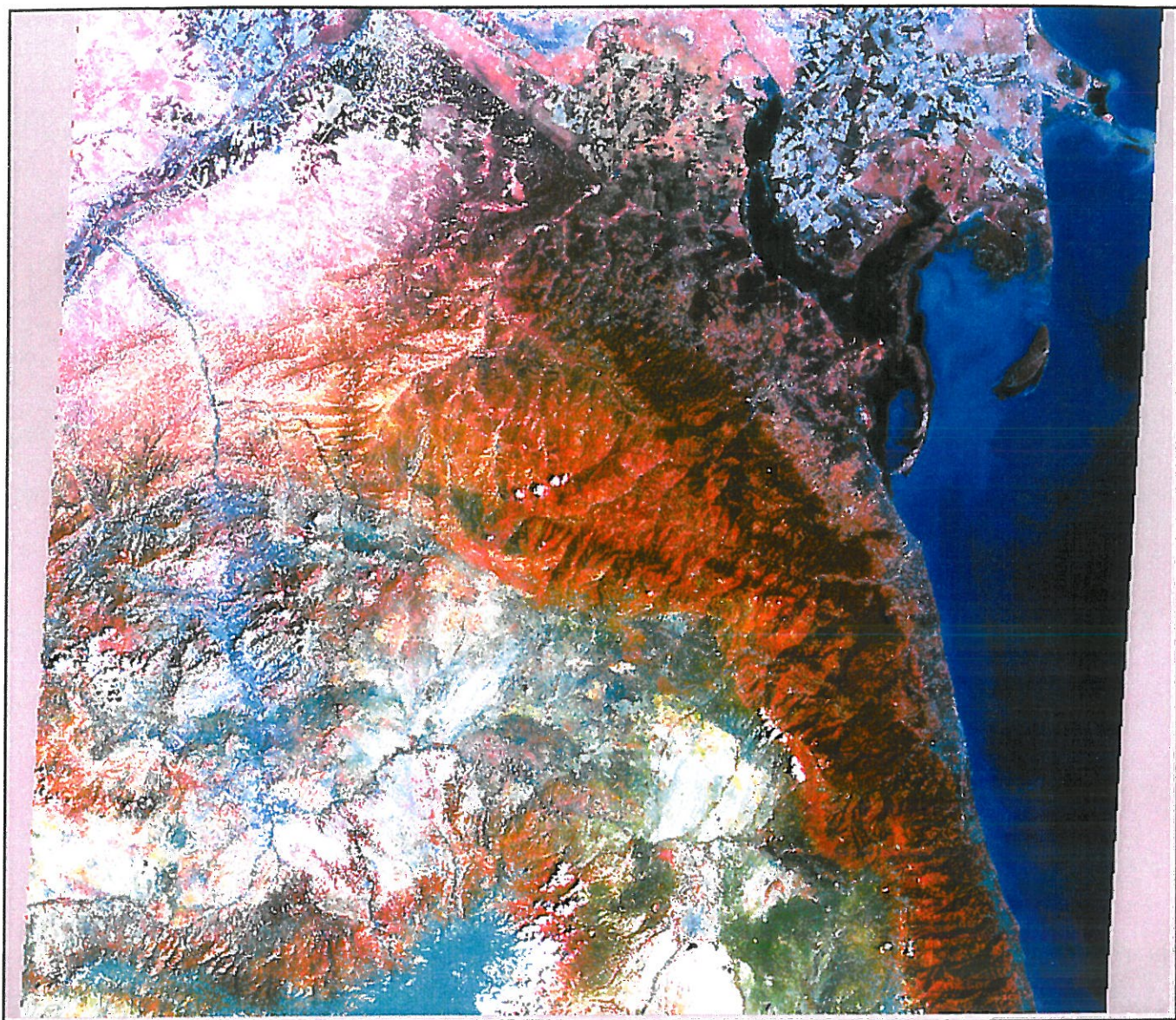
EASI/PACE V4.2 08:30 21-OCT-96

EOSAT Fast format (Band Sequential) tape header

Scene ID : 2233077-01 WRS =167/03400  
Date (YYYYMMDD) : 1991/05/28  
Satellite : L4  
Instrument : TM10  
Product Type : ORBIT ORIENTE  
Projection : SOM  
USGS Projection # > 21  
USGS Map Zone > 167  
Pixel size (meters) > 28.50  
List of bands on tape : 1234567  
Pixels per scanline > 6967  
Scanlines per image > 5965  
Record length (bytes) > 27868  
Blocking factor > 4

	Longitude	Latitude	Easting	Northing
	DDMMSS.SSSSH	DDMMSS.SSSSH	(meters)	(meters)
Upper-left :	0464612.3414E	382425.3646N	434116.221	15823369.079
Upper-right :	0490003.0624E	380506.3377N	632350.484	15834219.646
Lower-right :	0483813.0765E	363453.7278N	623060.679	16003939.593
Lower-left :	0462656.9374E	365350.1853N	424826.416	15993089.025

جدول ۲- اطلاعات داده های TM ماهواره لندست صفحه ۱۶۷/۳۴



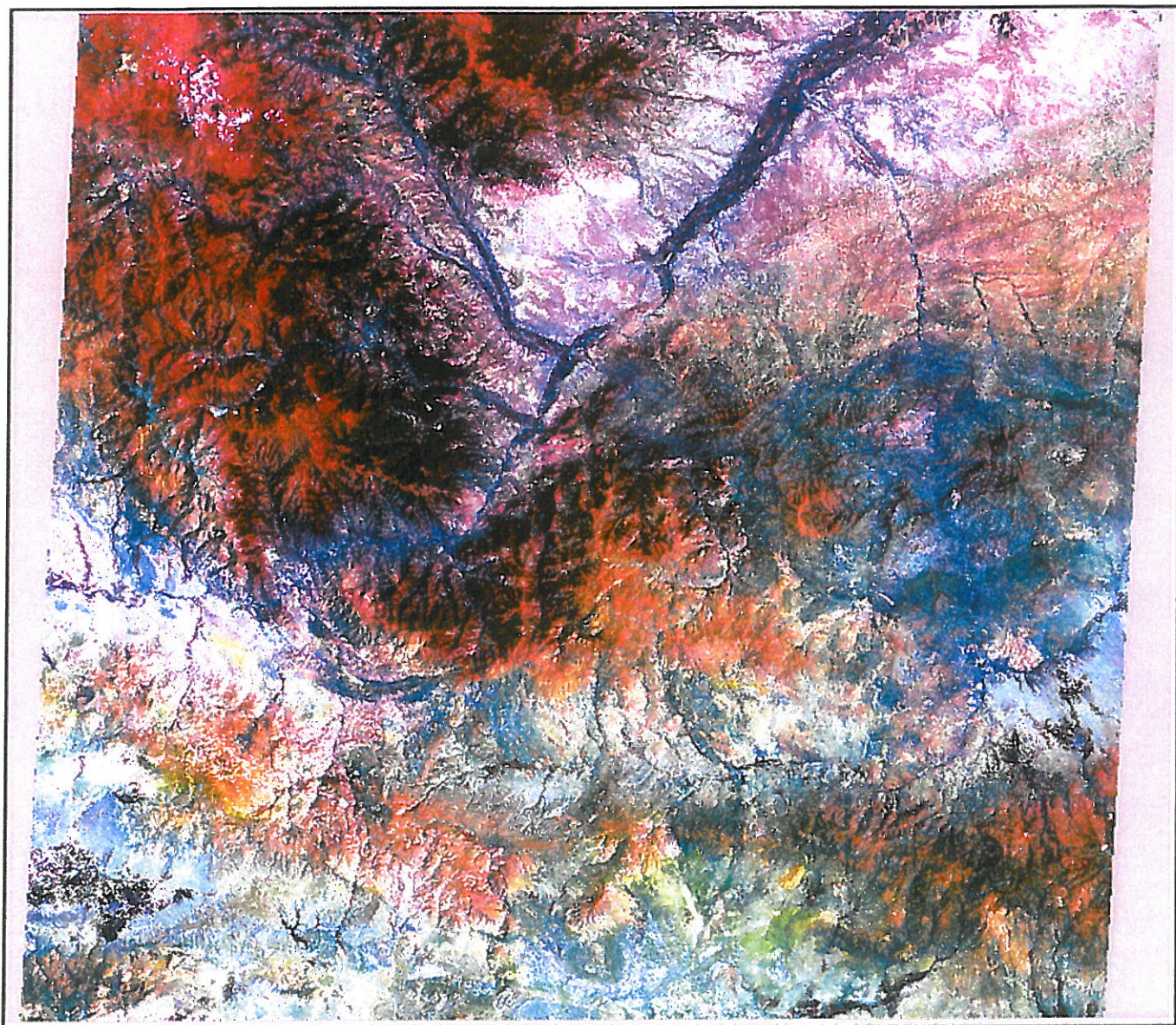
تصویر ۲- تصویر ماهواره ای لندست TM صفحه ۳۳ / ۱۶۷

EOSAT Fast format (Band Sequential) tape header

Scene ID : 2233081-01 WRS =168/03300  
 Date (YYYYMMDD) : 1987/07/19  
 Satellite : L5  
 Instrument : TM10  
 Product Type : ORBIT ORIENTE  
 Projection : SOM  
 USGS Projection # > 21  
 USGS Map Zone > 168  
 Pixel size (meters) > 28.50  
 List of bands on tape : 1234567  
 Record length (bytes) > 27868  
 Blocking factor > 4  
 Pixels per scanline > 6967  
 Scanlines per image > 5965

	Longitude	Latitude	Easting	Northing
	DDMMSS.SSSSH	DDMMSS.SSSSH	(meters)	(meters)
Upper-left :	0455153.8963E	394743.3097N	471021.946	15663788.596
Upper-right :	0480812.7845E	392745.6386N	669267.764	15674425.962
Lower-right :	0474512.8962E	375741.5356N	660160.494	15844155.801
Lower-left :	0453138.7192E	381714.1843N	461914.676	15833518.435

جدول ۳- اطلاعات داده های TM ماهواره لندست صحنه ۱۶۸/۳۳



تصویر ۴- تصویر ما هواره ای لندست TM صفحه ۳۳ / ۱۶۸

MSH Dat Tape Source Header Listing

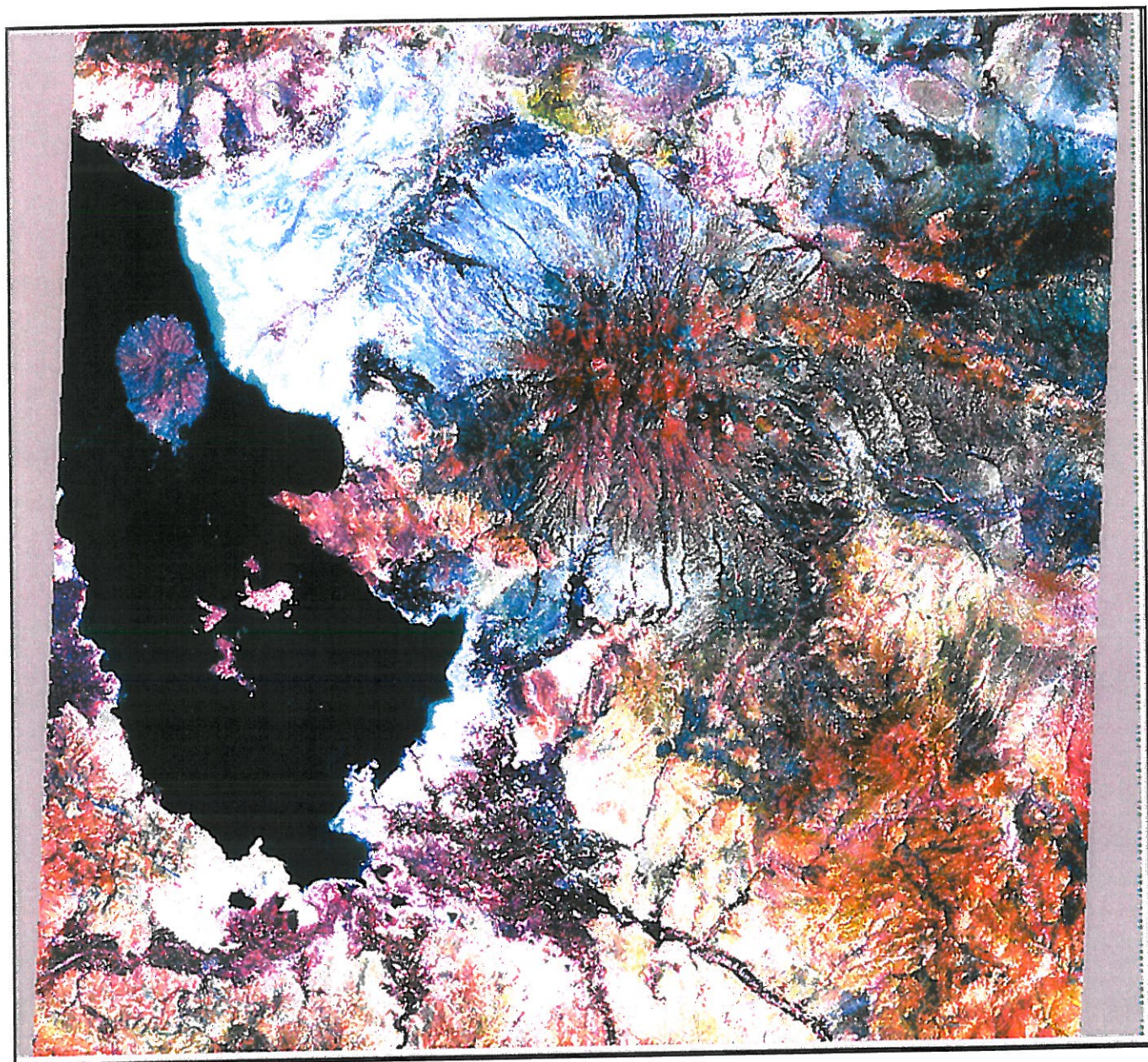
EASI/PACE V4.2 15:21 16-NOV-96

EOSAT Fast format (Band Sequential) tape header

Scene ID	:	2233082-01 WRS =168/03400
Date (YYYYMMDD)	:	1989/06/30
Satellite	:	L4
Instrument	:	TM10
Product Type	:	ORBIT ORIENTE
Projection	:	SOM
USGS Projection #	>	21
USGS Map Zone	>	168
Pixel size (meters)	>	28.50
List of bands on tape	:	1234567
Record length (bytes)	>	27868
Blocking factor	>	4
Pixels per scanline	>	6967
Scanlines per image	>	5965

	Longitude	Latitude	Easting	Northing
	DDMMSS.SSSSH	DDMMSS.SSSSH	(meters)	(meters)
Upper-left :	0451849.1781E	382340.0017N	441968.927	15823872.047
Upper-right :	0473236.9496E	380414.6293N	640202.624	15834732.965
Lower-right :	0471040.6410E	363403.1270N	630903.957	16004452.426
Lower-left :	0445927.2026E	365305.6118N	432670.260	15993591.508

جدول ۴- اطلاعات داده های TM ماهواره لندست صفحه ۱۶۸/۳۴



تصویر ۵- تصویر ماهواره ای لندست TM صفحه ۳۴ / ۱۶۸

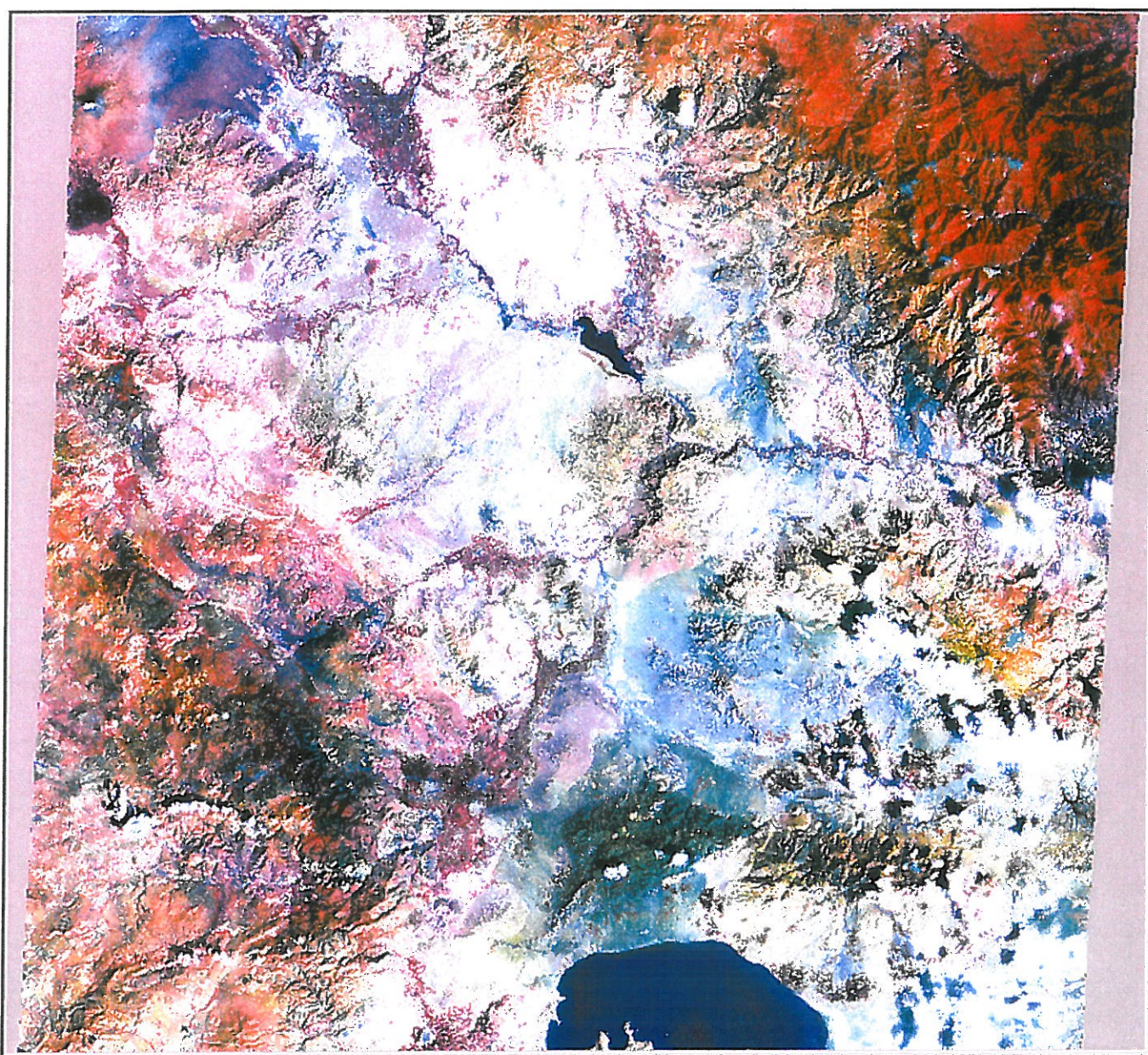
EOSAT Fast format (Band Sequential) tape header

Scene ID	:	2233085-01 WRS =169/03300
Date (YYYYMMDD)	:	1987/09/28
Satellite	:	L5
Instrument	:	TM10
Product Type	:	ORBIT ORIENTE
Projection	:	SOM
USGS Projection #	>	21
USGS Map Zone	>	169
Pixel size (meters)	>	28.50
List of bands on tape	:	1234567
Record length (bytes)	>	27868
Blocking factor	>	4
Pixels per scanline	>	6967
Scanlines per image	>	5965

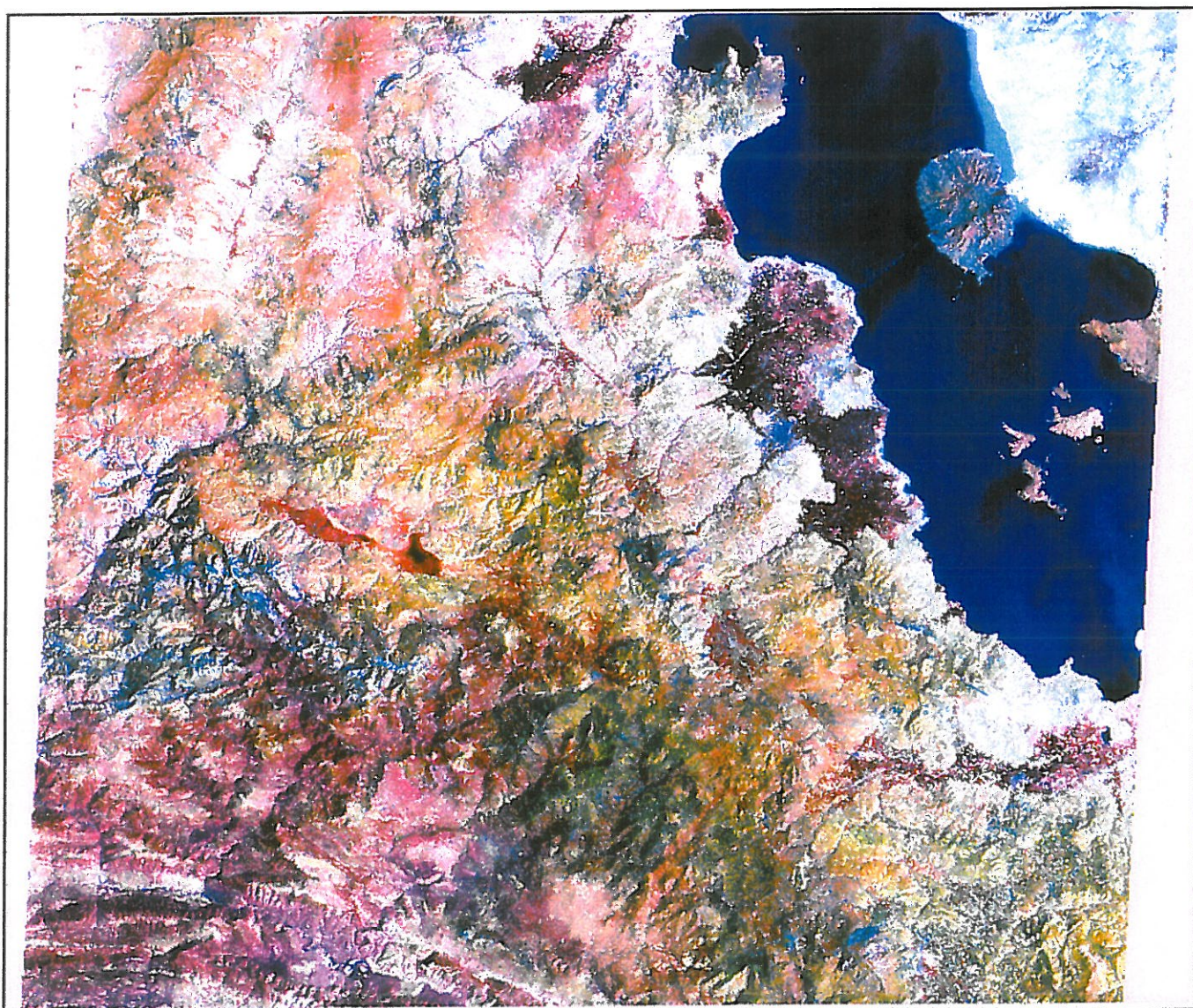
	Longitude	Latitude	Easting	Northing
	DDMMSS.SSSSH	DDMMSS.SSSSH	(meters)	(meters)
Upper-left :	0441627.6191E	394803.1763N	467073.309	15663650.119
Upper-right :	0463247.9054E	392808.3473N	665318.554	15674298.167
Lower-right :	0460950.8885E	375803.7219N	656202.137	15844027.515
Lower-left :	0435615.4358E	381733.6846N	457956.893	15833379.467

جدول ۵- اطلاعات داده های TM ماهواره لندست صحنه ۱۶۹/۳۳



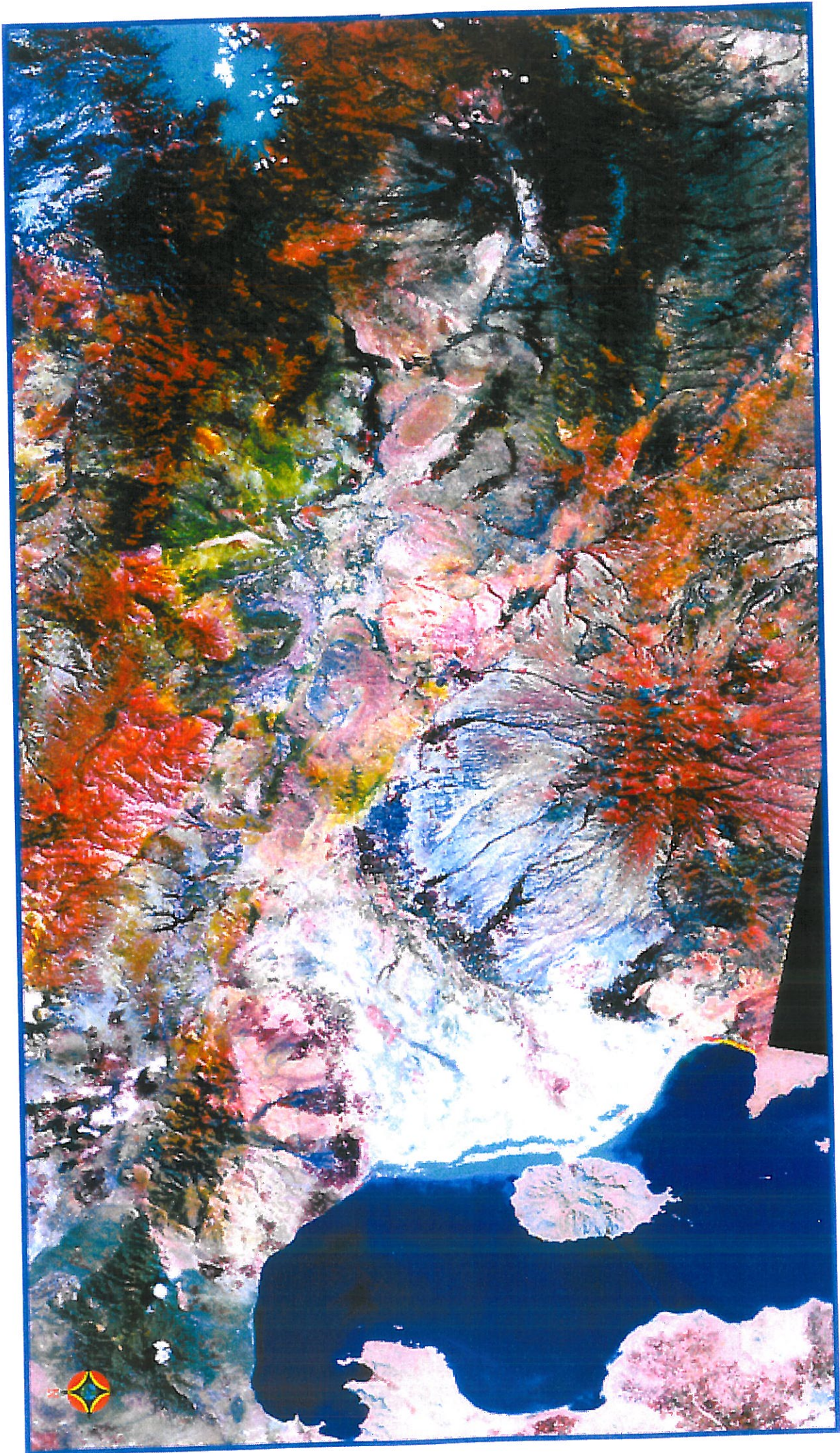


تصویر ۶- تصویر ماهواره ای لندست TM صفحه ۳۳ / ۱۶۹



تصویر ۷- ... تصویر ماهواره ای لندست TM صفحه ۳۴ / ۱۶۹

تصویر شماره ۸: تصویر حاصل از موزائیک ۶ صفحه اطلاعاتی



## پردازش داده‌ها

از آنجا که پدیده‌های سطح زمین متنوع بوده و اطلاعات بدست آمده از ماهواره‌ها با توجه به تاریخ، نوع تصویربرداری، زاویه تابش خورشید و توپوگرافی منطقه مختلف است، با توجه به هدف مطالعه روشهای آشکارسازی ویژه‌ای به کار گرفته می‌شود. در واقع بارزسازی یا آشکارسازی تصویر را می‌توان به مجموعه عملیاتی برای بالابردن کیفیت تصویر قابل درک‌ترکردن آن و در نهایت به دست آوردن تصویر جدید اطلاق کرد. روشهای مختلف مورد استفاده در زیر به طور اجمال توضیح داده شده است.

### - روش افزایش کنتراست خطی

انرژی بازتاب یافته از پدیده‌های مختلف زمینی یا عددی به نام درجه روشنایی به صورت یک تن خاکستری نمایش داده می‌شود که در این روش ابتدا درجات روشنایی به صورت خطی و یکسان با ارزش مادی در محدوده صفر تا ۲۵۵ برای باندهای مختلف کشش پیدا می‌کند در مرحله بعدی محدوده‌ای که فراوانی کمتری داشته حذف شده و بقیه بصورت خطی افزایش کنتراست می‌یابد.

تصویر شماره ۹ تصویری است که با استفاده از باند ۵ و بدون اعمال آشکارسازی تهیه شده است.

تصویر شماره ۱۰ تصویر سیاه و سفید از محدوده مورد مطالعه می‌باشد. این تصویر با استفاده از باند ۵ و اعمال آشکارسازی با استفاده از روش افزایش کنتراست خطی است. در این تصویر قسمتهایی که احتمالاً حاوی نمک‌های گوناگون ژیبس و یا مارنهای نمکدار هستند به رنگ روشن و سنگهای ولکانیکی و ماسه سنگها برنگ تیره‌تر نشان داده شده‌اند.

تصویر شماره ۱۱ تصویری است که با استفاده از باندهای ۵، ۳ و ۱ و بدون اعمال آشکارسازی تهیه شده است.

تصویر شماره ۱۲ تصویر رنگی مجازی از محدوده مورد مطالعه است. این تصویر با استفاده از باندهای ۵، ۳ و ۱ و قراردادن آنها در کانالهای قرمز، سبز و آبی و اعمال آشکارسازی با استفاده از روش افزایش کنتراست خطی بدست آمده است. در این تصویر کنگلومرا و ماسه سنگ به رنگ قهوه‌ای لایه‌های با ژیبس نسبتاً فراوانتر به رنگ سفید دیده می‌شوند.

تصویر شماره ۱۳ این تصویر با استفاده از باندهای ۷، ۴ و ۲ و بدون اعمال آشکارسازی تهیه شده است.

تصویر شماره ۱۴ تصویر رنگی مجازی است که با استفاده از باندهای ۷، ۴، ۲ و قراردادن آنها به ترتیب در کانالهای قرمز، سبز و آبی و اعمال آشکارسازی با استفاده از روش افزایش کنتراست خطی به دست آمده است. در این تصویر پوشش گیاهی به رنگ سبز مشاهده می‌شود.

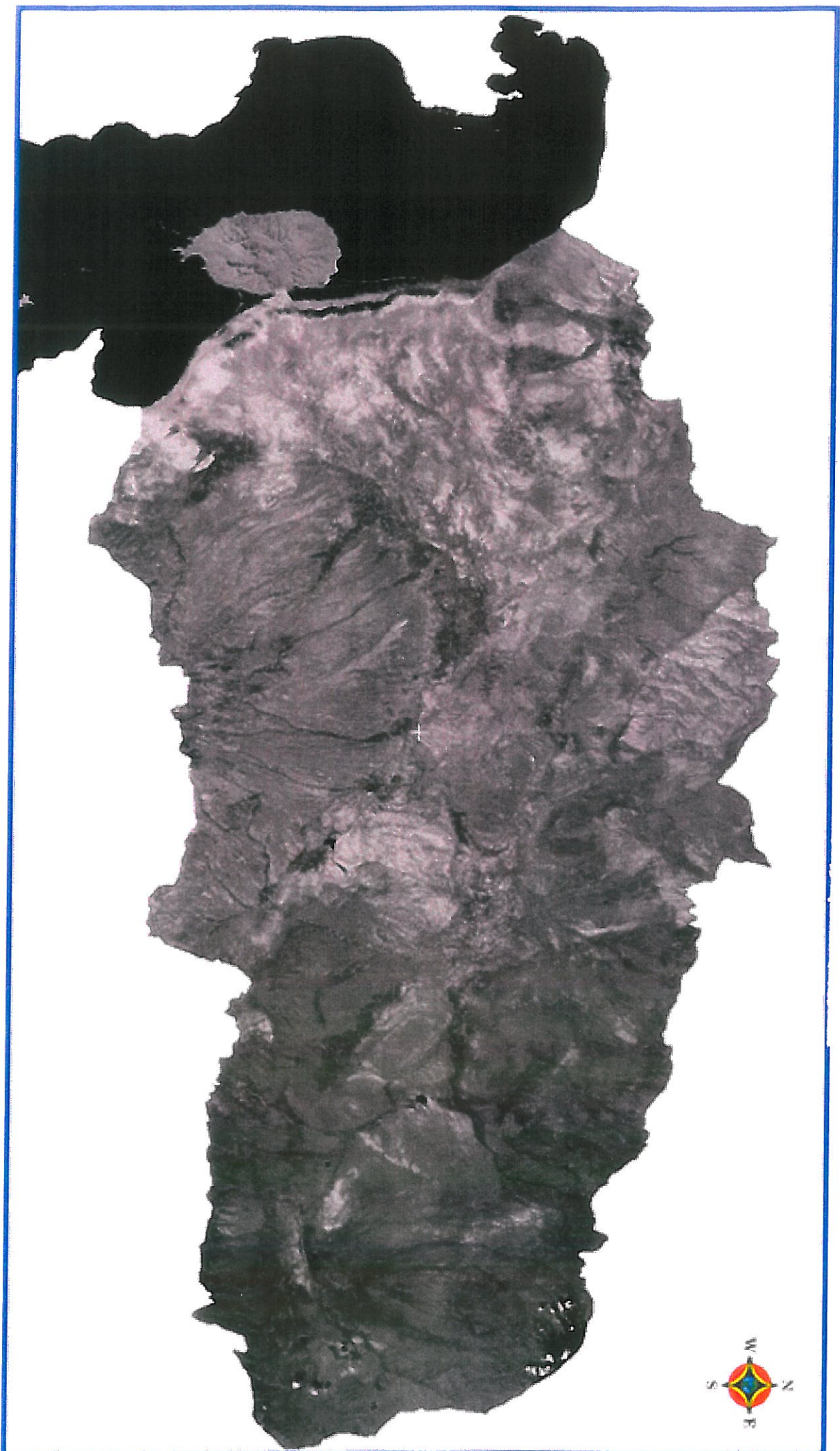
#### روش افزایش کنتراست معادل سازی

در این روش درجات روشنایی به صورت غیر یکنواخت و نامساوی در محدوده صفر تا ۲۵۵ کاهش پیدا می‌کند در نتیجه قسمت‌های دارای فراوانی بیشتر آشکارسازی شده و از قسمت‌های دارای فراوانی کمتر چشم پوشی می‌شود.

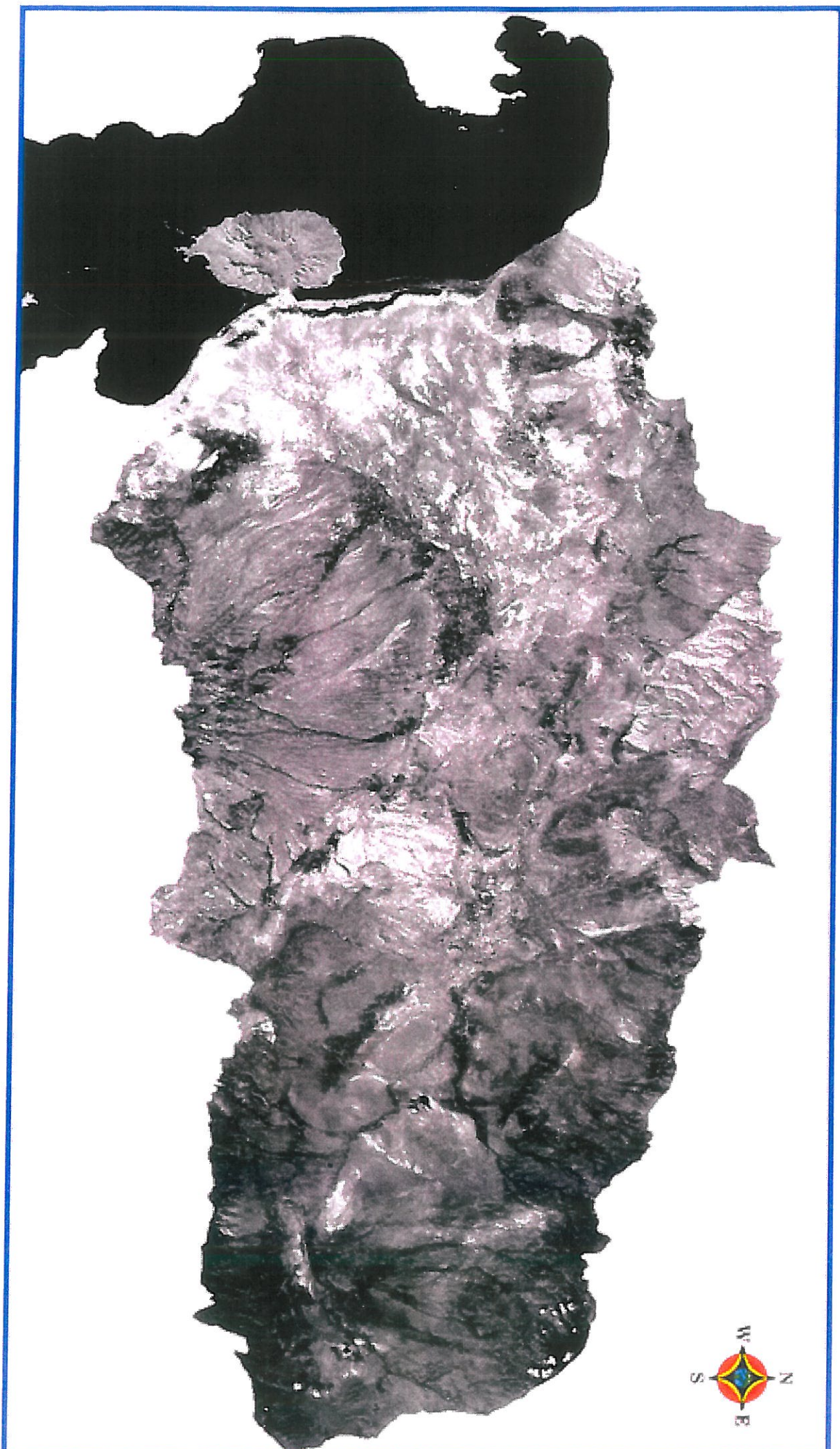
تصویر شماره ۱۵ تصویری است که با استفاده از باندهای ۵، ۳ و ۱ و قراردادن آنها به ترتیب در کانالهای قرمز، سبز و آبی و اعمال آشکارسازی به روش افزایش کنتراست معادل سازی تهیه شده است. در این تصویر دریاچه ارومیه به رنگ آبی تیره و نمک‌های آبدار اطراف آن به رنگ آبی روشن، مارن‌های نمک‌دار به رنگ سفید، پوشش گیاهی به رنگ قرمز نشان داده شده است. در واقع این تصویر بهترین اطلاعات را راجع به محدوده مورد مطالعه ارائه می‌کند.

تصویر شماره ۱۶ منحنی‌های هیستوگرام این تصویر را نشان می‌دهد. /ب/ ۱۷۲

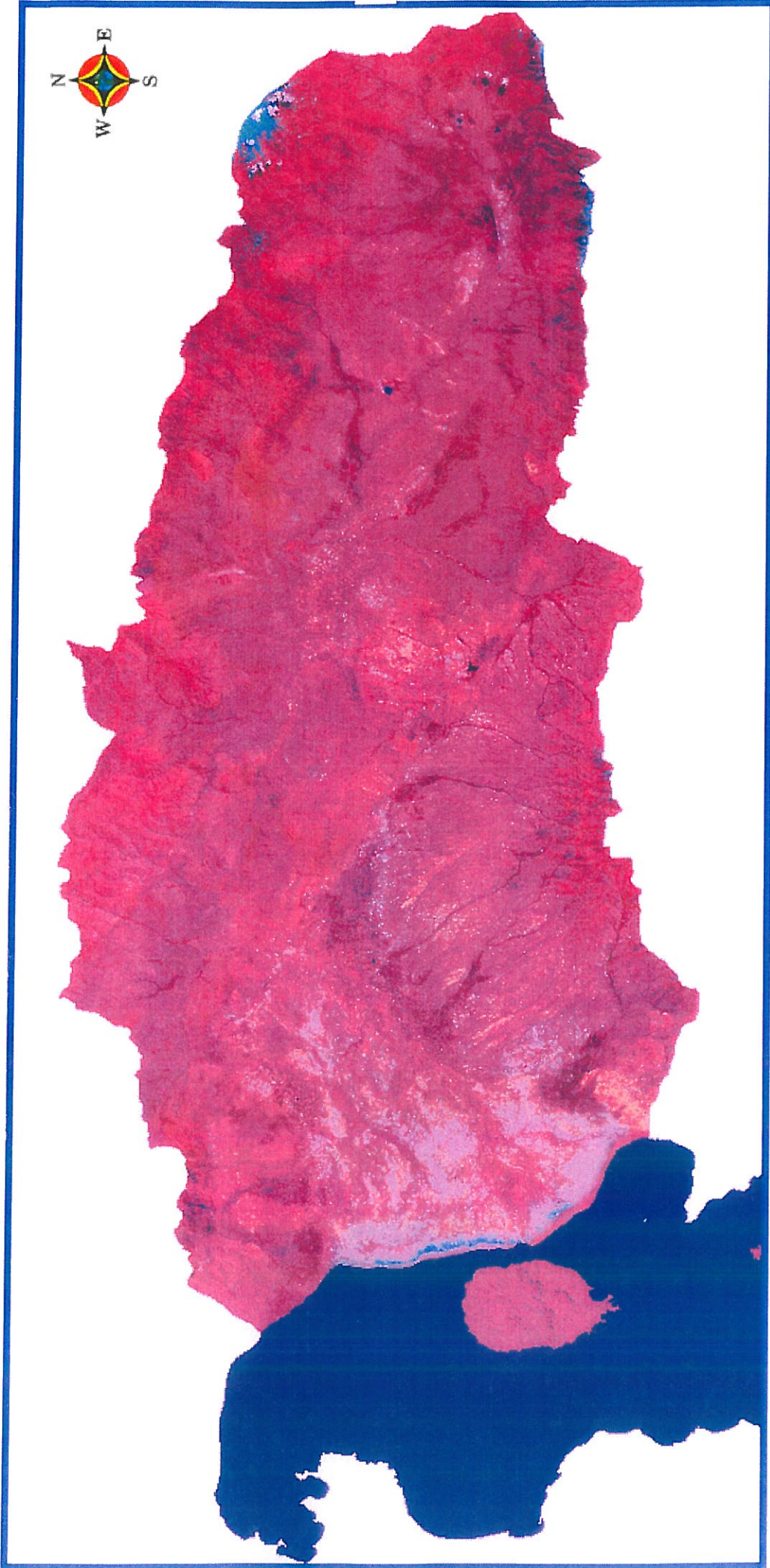
تصویر شماره ۹: تصویر سیاه و سفید با استفاده از باند ۵ بدون آشکار سازی



تصویر شماره ۱۰: تصویر سیاه و سفید آشکار سازی شده با استفاده از باند ۵



تصویر شماره ۱۱: تصویر رنگی مجازی آشکارسازی شده با استفاده از باندهای ۳ و ۵ و ۱

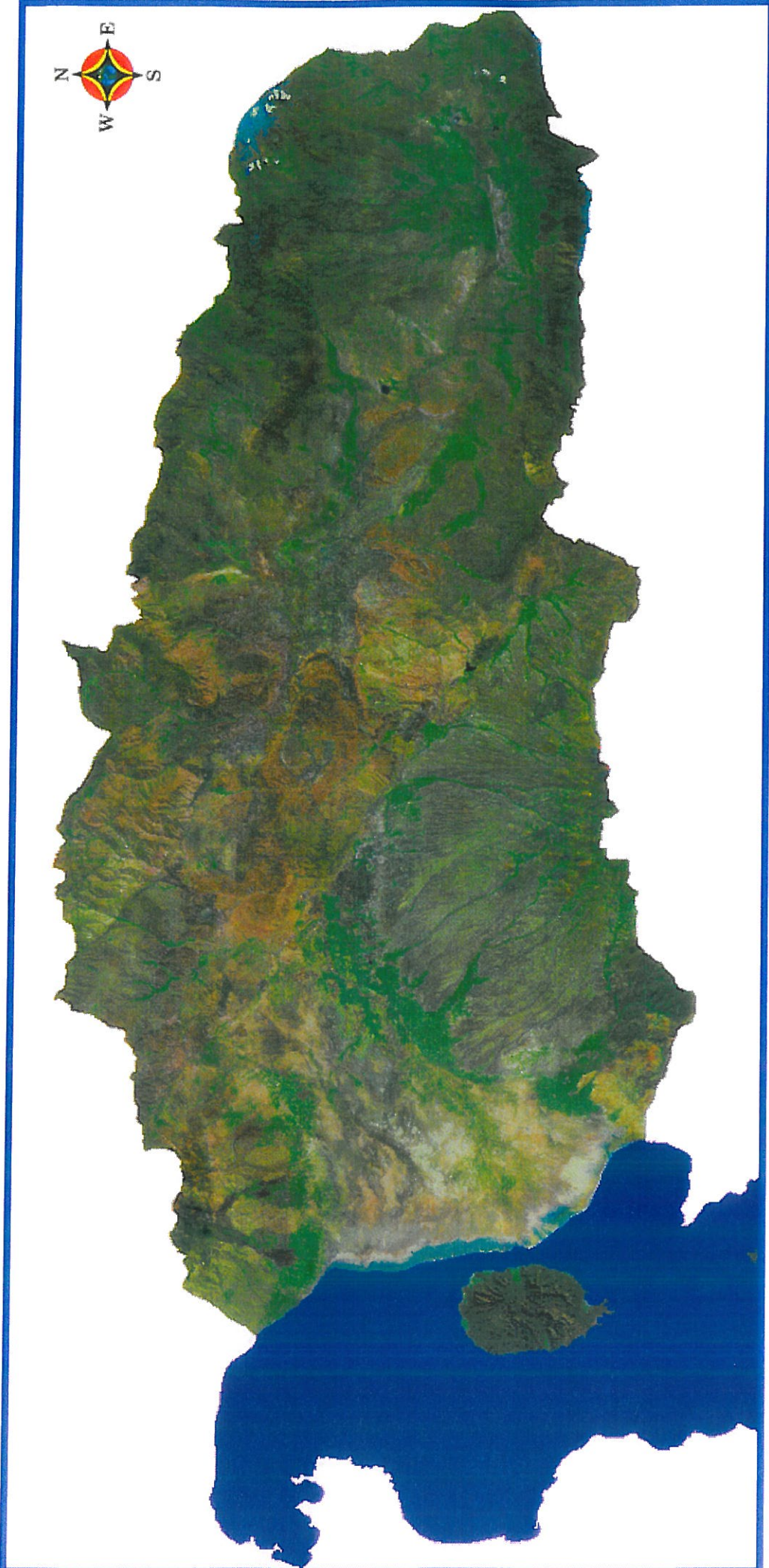


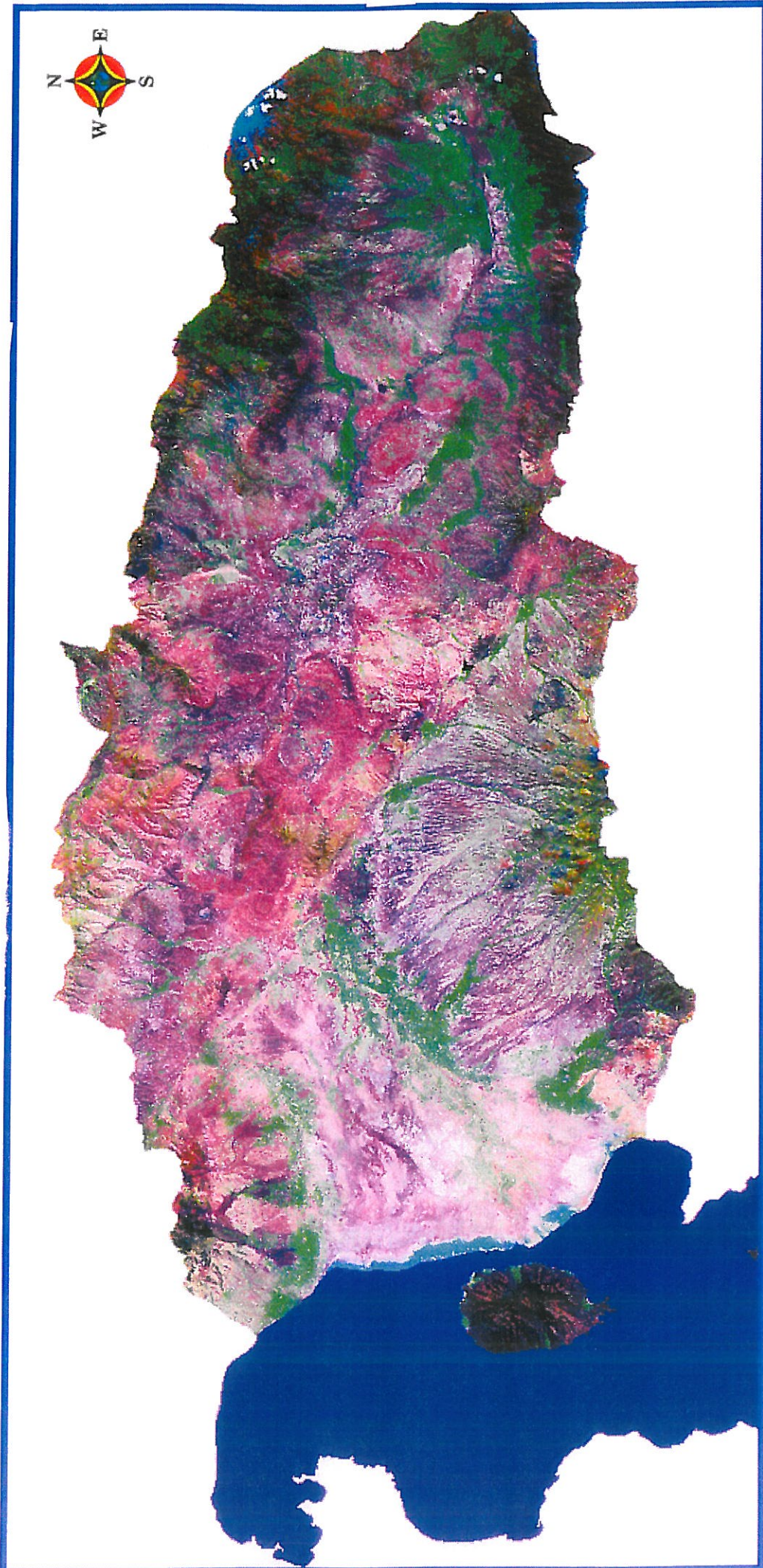


تصویر شماره ۱۲: تصویر رنگی مجازی یا استفاده از باندهای ۳، ۵ و ۱  
(اعمال روش آشکارسازی خطی)

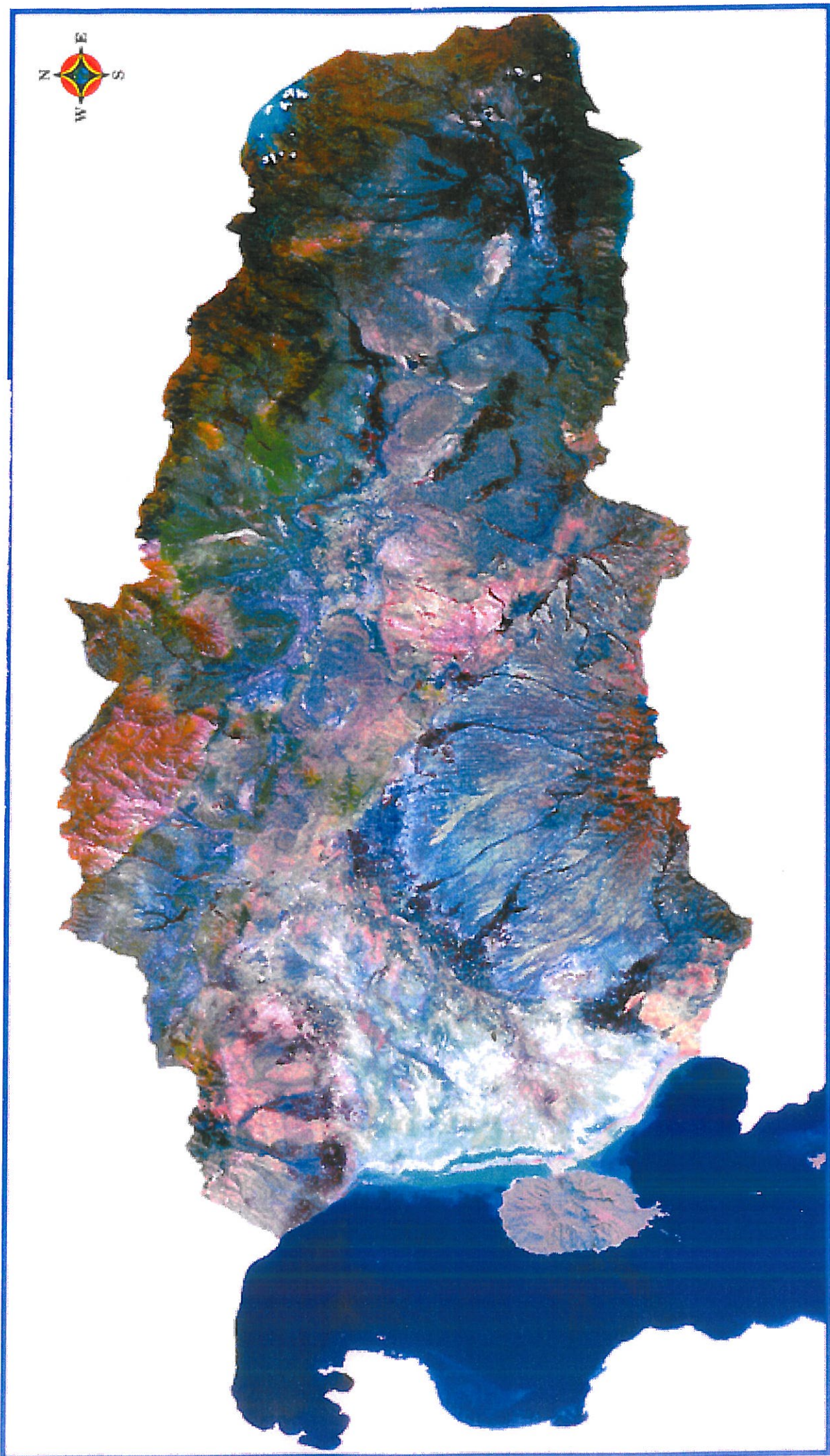


تصویر شماره ۱۳: تصویر حاصل از باندهای ۴، ۷ و ۲ بدون آشکارسازی

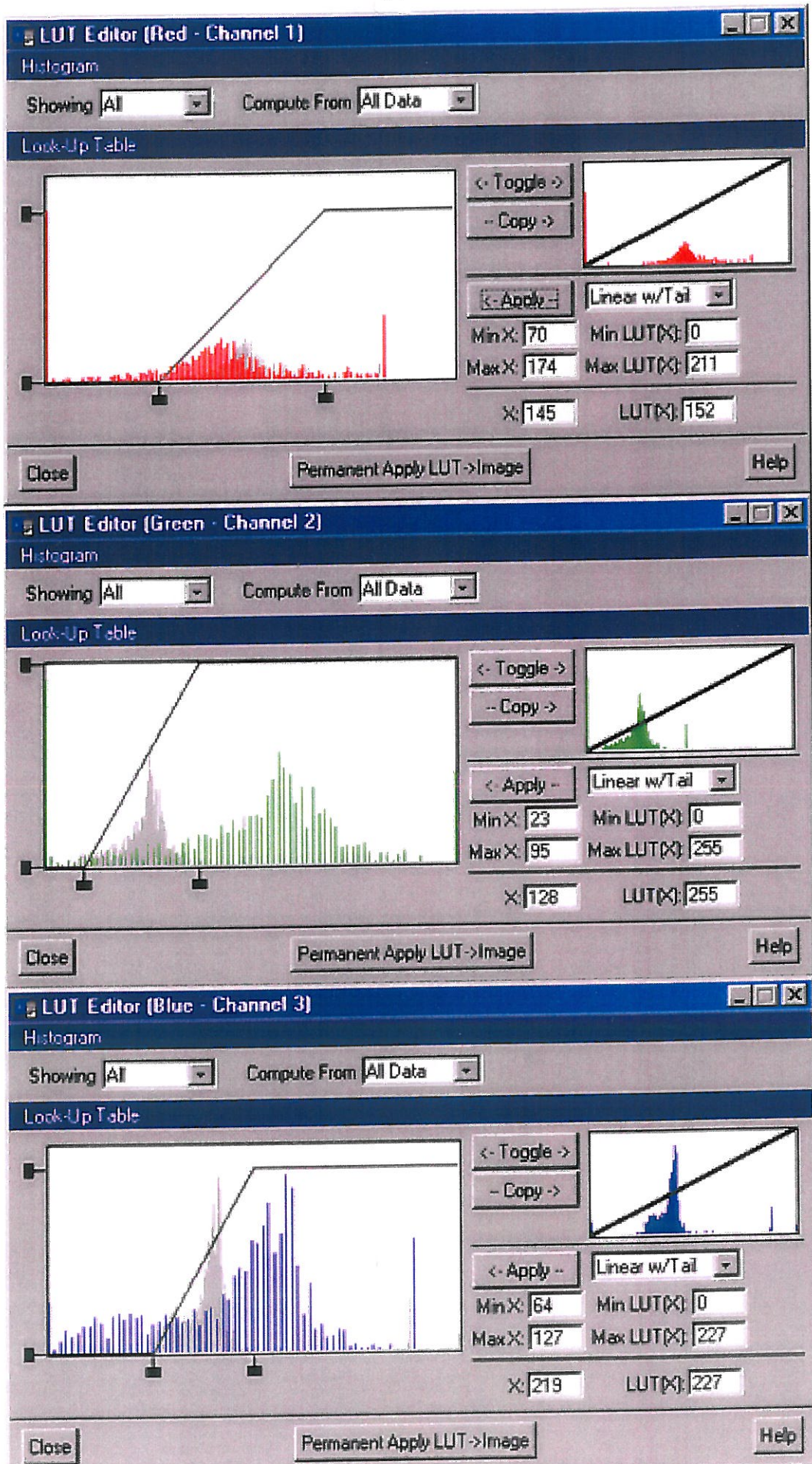




تصویر شماره ۱۴: تصویر رنگی مجازی آشکارسازی شده با استفاده از باندهای ۷، ۴ و ۲



تصویر شماره ۱۵: تصویر رنگی مجازی با استفاده از باند ۳، ۵ و ۱  
(اعمال روش آشکارسازی معادل سازی)



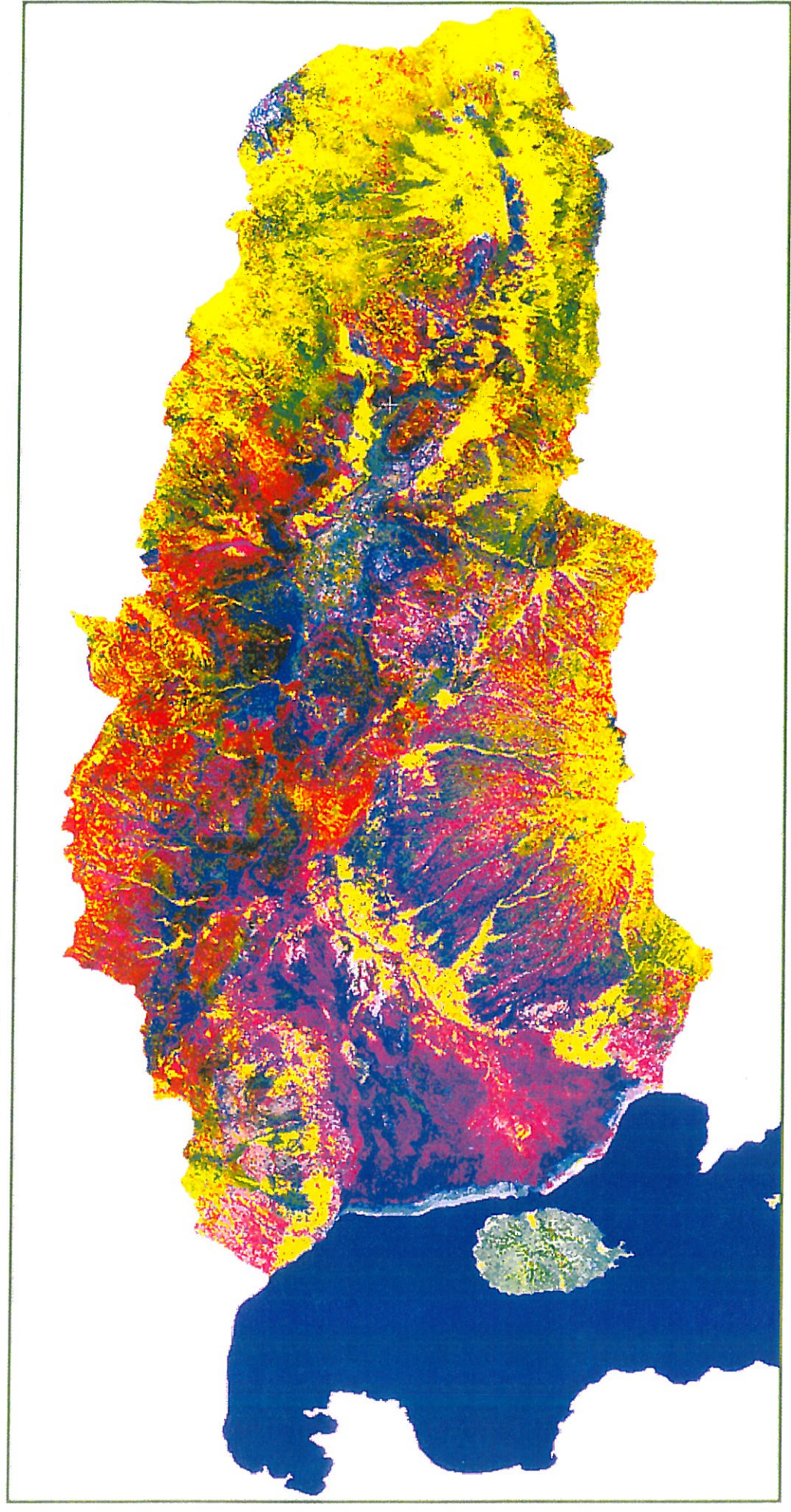
تصویر شماره ۱۶: منحنی های هیستوگرام پس از آشکارسازی با استفاده از باندهای ۵، ۳ و ۱

## عملیات ریاضی بین باندها جهت بارز نمودن رسوبات تبخیری

عملیات ریاضی از قبیل جمع، تفریق، ضرب و تقسیم در داده های چند باندهی بر روی یک باند و یا چند باند اعمال می شود که حاصل آن تصویری است دارای ویژگی های باندهای بکارگرفته شده، بنابراین تصاویر بدست آمده دارای ویژگی هایی است که برای بعضی از اهداف خاص یک پدیده در محدوده طول موجهای مختلف و بکارگیری روشهای نسبتی (Ratio) و تفاضلی (Difference) بین دو باند، می توان بازتاب طیفی پدیده مورد نظر را افزایش داد و بارز نمود.

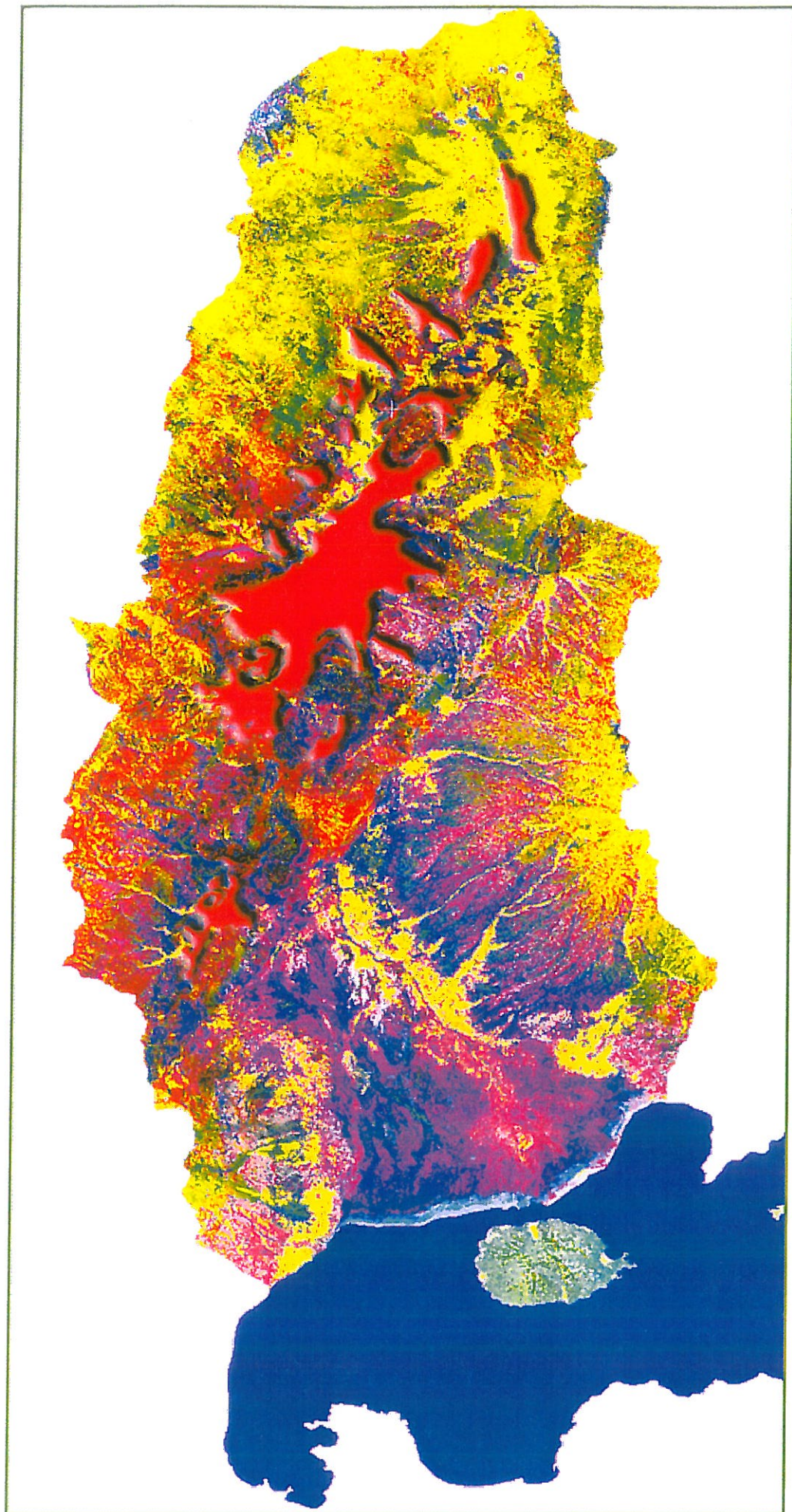
در این پروژه با بدست آوردن ماکزیمم و مینیمم میزان روشنائی رسوبات تبخیری در هر یک از باندها، بهترین نسبت جهت بارز نمودن اینگونه رسوبات، مشخص گردید. بیشترین بازتاب در باند TM5 (52) و کمترین آن در باند TM1 (14) می باشد. تصویر شماره ۱۷ ترکیب باند نسبتی  $B = TM4$  و  $G = TM5/TM7$  و  $R = TM5/TM1$  می باشد و رسوبات تبخیری (مارنهای ژپیس دار) در این تصویر برنگ فیلی تا کرم - سبز دیده می شود. تصویر شماره ۱۸ همان تصویر با مشخص کردن واحدهای تبخیری با گرافیک قرمز نشان می دهد.

با توجه به تغییر بازتاب های طیفی واحدهای سنگی در باندهای مختلف می توان واحدهای سنگی مختلف را نسبت به یکدیگر و گسترش این واحدها را تفکیک نمود. تصویر شماره ۱۹ تمامی واحدهای سنگی منطقه با توجه به لیتولوژی منطقه، نوع سیستم آبراهه ها و بازتاب طیفی تفکیک گردید.



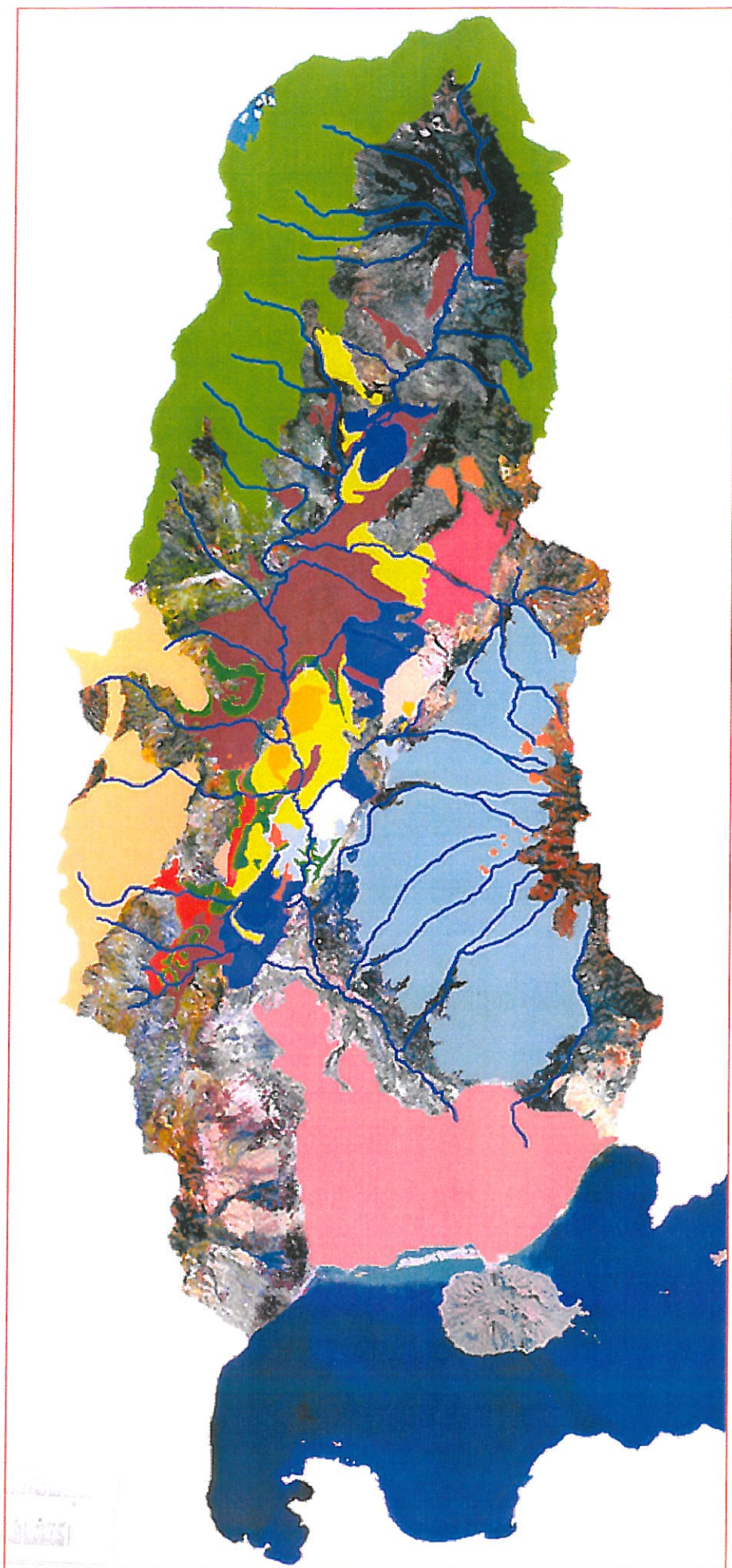
تصویر شماره ۱۷ : تصویر ماهواره ای ترکیب مجازی نسبتی B = Tm4 و R = Tm5 / Tm1 و G = Tm5 / Tm7

تصویر شماره ۱۸ : واحدهای رسوبی تبخیری با گرافیک قرمز مشخص گردیده اند .





تصویر شماره ۱۹ : تفکیک واحدهای سنگی موجود در حوزه آبریز تلخه رود .



# Legend

	<i>Salt flat</i>
	<i>Gypsiferous Marl &amp; limestone</i>
	<i>Gypsiferous Marl</i>
	<i>Alteration of green Marl &amp; Limestone</i>
	<i>Red Marl With Sandstone</i>
	<i>Alteration of Green gray &amp; red marl With Intercalation Limestone</i>
	<i>sandstone</i>
	<i>sandstone With Marl</i>
	<i>Sandstone With Intercalation of Limestone</i>
	<i>Red Sandstone With Intercalation of Marl</i>
	<i>Red Conglomerate &amp; Sandstone With Marl</i>
	<i>Coglomerate &amp; Sandstone With Shale</i>
	<i>Conglomerate</i>
	<i>Conglomerate With Intercalation Of Sandstone</i>
	<i>Conglomerate ,Calcareous Shale &amp; ditritic Limestone</i>
	<i>Conglomerate &amp; Sandstone</i>
	<i>Red Conglomerate With Alteration of Sandstone</i>
	<i>Dasitic Volcanic Dome</i>
	<i>Basic &amp; Ultrabasic Rocks</i>
	<i>Volcanic Rocks In General</i>

## بررسی رودخانه های موجود در حوزه آبریز آجی چای

تلخه رود یا آجی چای یکی از زیر حوزه های زرينه رود است. این رود به طول تقریبی ۱۶۰ کیلومتر از کوه سبلان، بزرگوش و اهر سرچشمه می گیرد. این رودخانه در جهت خاوری-باختری جریان دارد. پس از دریافت شعباتی چند، در نزدیکی فرودگاه تبریز از تنگه و نیار خارج شده و وارد دشت می شود و در نهایت در محلی به نام گاوغان در خاور دریاچه ارومیه به آن می ریزد. آب آن به علت عبور از زمینهای شورزار و نمکی، شور و بد طعم است. معمولاً در فروردین ماه پر آب تر از ماههای دیگر سال است. در صفحات بعد در مورد هر یک از رودخانه ها و مهمترین آبراهه هایی که به رودخانه آجی چای می ریزند و نوع ترکیب تقریبی واحدهایی که از آن عبور می کنند صحبت خواهد شد.

تصویر شماره ۲۰ شمائی کلی از حوزه آبریز آجی چای و رودخانه ها، و آبراهه های منتهی به آن را نشان می دهد.

### رودخانه آجی چای ( تلخه رود ) :

تصویر شماره ۲۱ مسیر رودخانه آجی چای و محل نمونه های برداشت شده از واحدهای سنگی مجاور این رودخانه را نشان می دهد. در این مسیر، ۱۰ نمونه به ترتیب از باختر به سمت خاور محدوده رودخانه آجی چای برداشت شده است. مشخصات هر یک از نمونه ها به شرح زیر می باشد :

نمونه شماره ۱، از ماسه سنگها با بین لایه های مارنی برداشت شده. این نمونه حاوی کانیهای چون کوارتز، دولومیت، کلسیت، فلدسپار و کانی رسی است و فاقد ژپس و هالیت می باشد.

نمونه شماره ۲، محل برداشت این نمونه در باختر محل نمونه شماره ۱ می باشد و از ماسه سنگها با بین لایه های مارنی برداشت شده و از نظر کانی شناسی شبیه نمونه شماره ۱ می باشد.

نمونه شماره ۷، این نمونه از مارتهای ژپس دار، برداشت شده است. نتایج دیفراکتومتری اشعه X نشان می دهد که این نمونه حاوی کانیهای چون کوارتز، ژپس، کلسیت، هالیت، فلدسپار و کانیهای رسی می باشد. با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی فراوانی ژپس و هالیت در این نمونه به ترتیب برابر با ۲ و ۴ درصد است.

نمونه شماره ۸، از واحدهای ماسه سنگی که به صورت محدود در کنار آجی چای رخنمون دارند، برداشت شده است. این نمونه حاوی کانی‌هایی چون کوارتز، کلسیت، فلدسپار، دولومیت و کانی‌های رسی است.

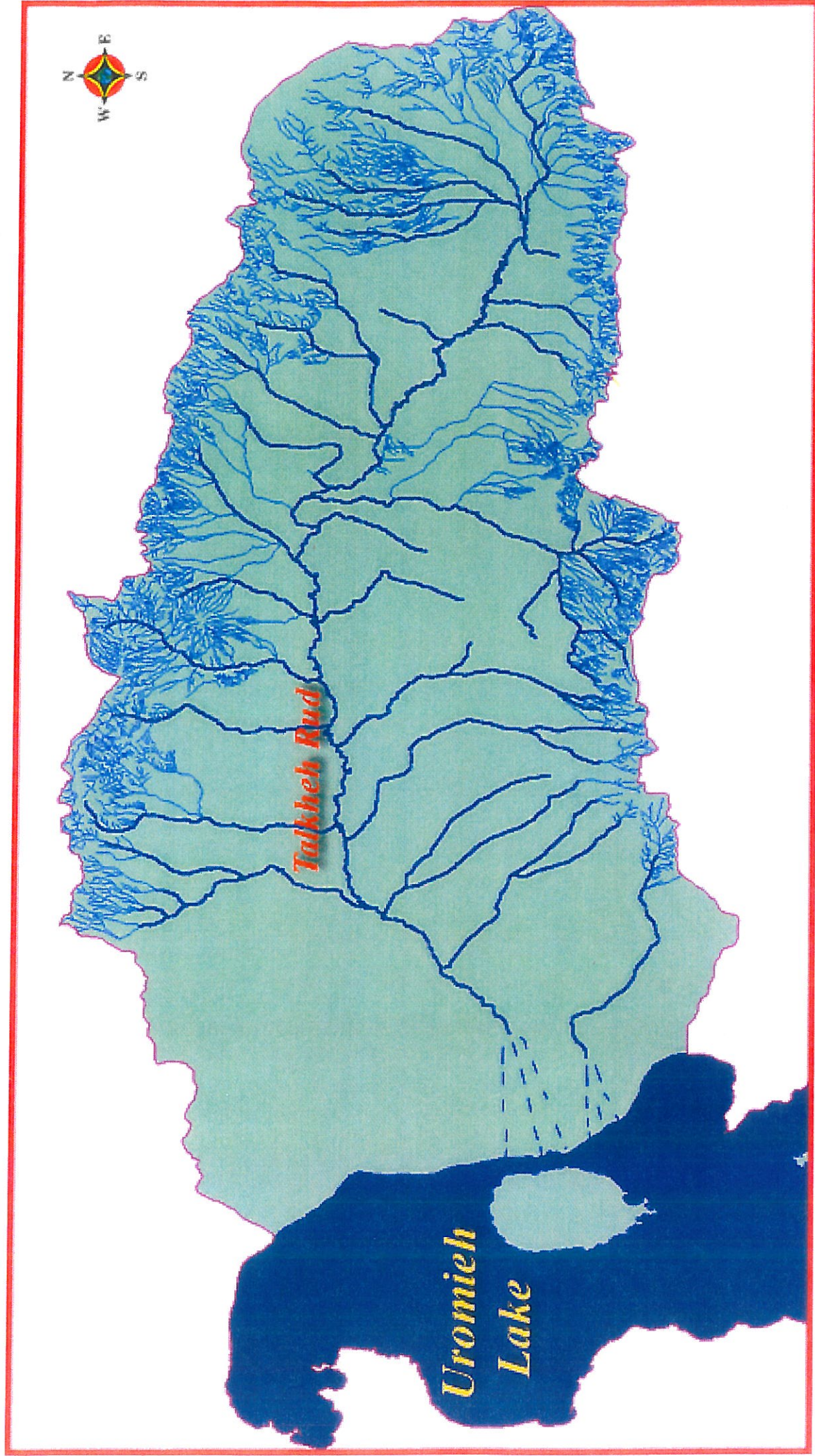
نمونه شماره ۲۲، از مارن‌های ژپس دار، در مجاورت ماسه سنگها برداشت شده است. نتایج دیفراکتومتری اشعه X، حضور کانی‌هایی چون کوارتز، فلدسپار، کلسیت، دولومیت و هالیت را تأیید می‌کند. فراوانی هالیت در این نمونه ۴ درصد بوده و حضور ژپس تأیید نمی‌شود.

نمونه های شماره ۱۶ و ۱۲، از مارن‌های ژپس دار برداشت شده، هر دو نمونه از نظر کانی شناسی شبیه بوده و حاوی کانی‌هایی چون ژپس، کوارتز، کلسیت، فلدسپار و کانی رسی است. فراوانی ژپس در نمونه شماره ۱۶، ۳۳ درصد و در نمونه شماره ۱۲، ۲۹ درصد می‌باشد.

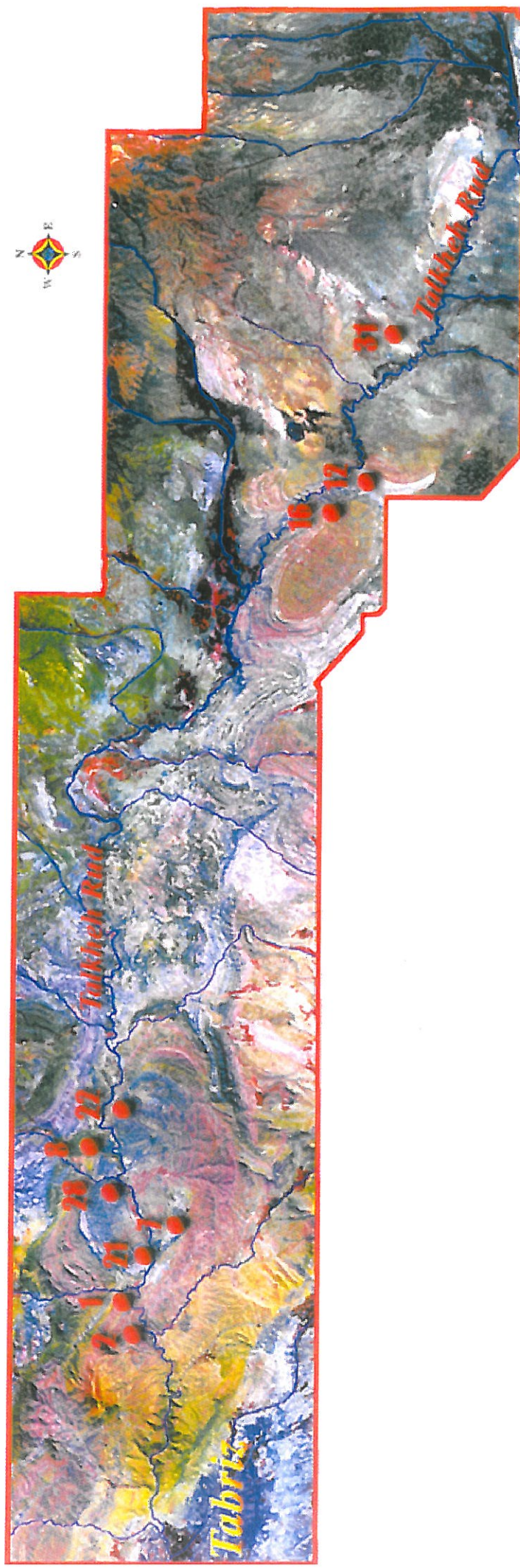
نمونه شماره ۲۸، این نمونه از واحد ماسه سنگی همراه با بین لایه هایی از مارن برداشت شده. این نمونه تقریباً در محل اتصال رودخانه پاژچای و آجی چای قرار دارد. نتایج دیفراکتومتری اشعه X حضور کانی‌هایی چون کوارتز، کلسیت، فلدسپار و کانی رسی را در این نمونه تأیید می‌کند.

نمونه شماره ۳۱، این نمونه در بخش خاوری محدوده مورد مطالعه از مارن‌های ژپس دار برداشت شده است و حاوی دولومیت، ژپس، کوارتز، فلدسپار و کانی رسی است. فراوانی ژپس در این نمونه ۳۲ درصد است.

تصویر شماره ۲۰: نمایی کلی از حوزه آبریز آبی چای و آبراهه های منتهی به آن



تصویر شماره ۲۱ : مسیر رودخانه آچی و محل نمونه های برداشت شده از واحدهای سنگی مجاور آن



مهمترین رودخانه های شمالی محدوده مورد مطالعه به ترتیب از بخش خاوری به سمت باختر عبارتند از :

### رودخانه وانق چای Vanagh chai

این رودخانه از ارتفاعات سبلان سرچشمه می گیرد و در مسیر خود از سنگهای ولکانیکی عبور کرده و پس از گذشت از دشت و عبور از مارنهای ژئوپس دار به رودخانه آجی چای می پیوندد. بر روی همین واحد سنگی حوضچه های استحصال نمک احداث شده است. عکسهای شماره ۲۲ و ۲۳ این حوضچه ها استحصال نمک را نشان می دهد.

از مارنهای ژئوپس دار نمونه های شماره ۱۴ و ۱۵ برداشت شد که با توجه به نتایج تجزیه دیفراکتومتری اشعه X حاوی ژئوپس ، کوارتز ، فلدسپار ، کلسیت و کانی رسی است و در مقایسه با نتایج تجزیه شیمیایی بیانگر حضور ۴۱٪ ژئوپس در نمونه شماره ۱۴ و ۲۹٪ ژئوپس در نمونه شماره ۱۵ می باشد .

نتایج دیفراکتومتری اشعه X بر روی نمونه شماره ۱۳ بیانگر حضور کانیهایی چون کوارتز ، فلدسپار ، کلسیت و دولومیت است . بنابر این رودخانه تا محل گذار از نمونه شماره ۱۳ بدون نمک بوده و شیرین است. محل برداشت نمونه ها بر روی تصویر شماره ۲۴ مشخص شده است . تصویر شماره ۲۵ محل گذر رودخانه را با توجه به جنس واحدهای سنگی نشان می دهد .

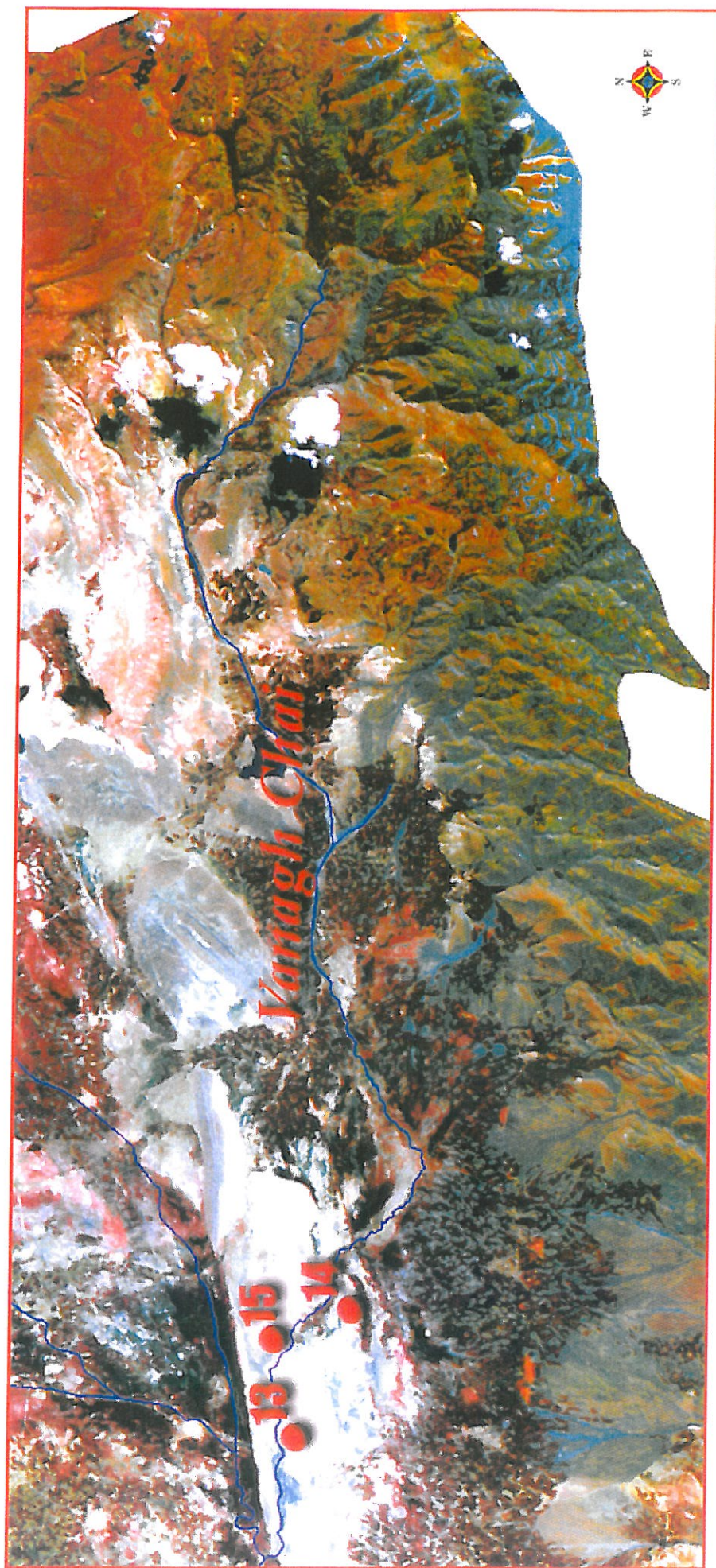


عکس شماره ۲۲: حوضچه های استحصال نمک در منطقه دوز دوزان



عکس شماره ۲۳: حوضچه های استحصال نمک در منطقه وانق چای





تصویر شماره ۲۴ : محل نمونه های برداشت شده از رودخانه وانق چای

تصویر شماره ۲۵ : واحدهای سنگی تفکیک شده در طول مسیر رود خانه وانق چای



## رودخانه های تاجیار، رازلیق، پیسلر و آغمیون چای

Tajyar, Razeligh, Pislir, AghMion

این رودخانه ها از رودخانه های شمالی تلخه رود می باشند و از ارتفاعات ارسباران سرچشمه می گیرند و به رودخانه آجی چای می پیوندند و در مسیر خود از سنگهای آتشفشانی عبور می کنند. این محدوده در تصویر شماره ۲۶ نشان داده شده است. رودخانه های فصلی و کوچکتری نیز در این محدوده حضور دارند .

از این محدوده نمونه شماره ۲۹ از واحد ماسه سنگ با بین لایه هایی از مارن ژئوپس دار از افق مارنی برداشت شده است. نتایج تجزیه دیفراکتومتری اشعه X بیانگر حضور کانیهای ژئوپس، کوارتز، کلسیت و فلدسپار و کانی رسی است. توجه به نتایج تجزیه شیمیایی حضور ۲۰ درصد کانی ژئوپس دار را در داخل این مارنها تائید می کند . (محل این نمونه بر روی تصویر مشخص است)

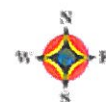
نمونه شماره ۳۰ از بخشهای زیرین سنگهای ولکانیکی برداشت شده است. این نمونه حاوی کلسیت، کوارتز، فلدسپار و کانیهای رسی است. تصویر شماره ۲۷ محل گذر رودخانه های ذکر شده را با توجه به جنس واحدهای سنگی که از آن عبور می کند، نشان میدهد.



تصویر شماره ۲۶: محل نمونه های برداشت شده در رودخانه آغمیون چای



- Volcanic Rocks In General
- Gypsiferous Marl



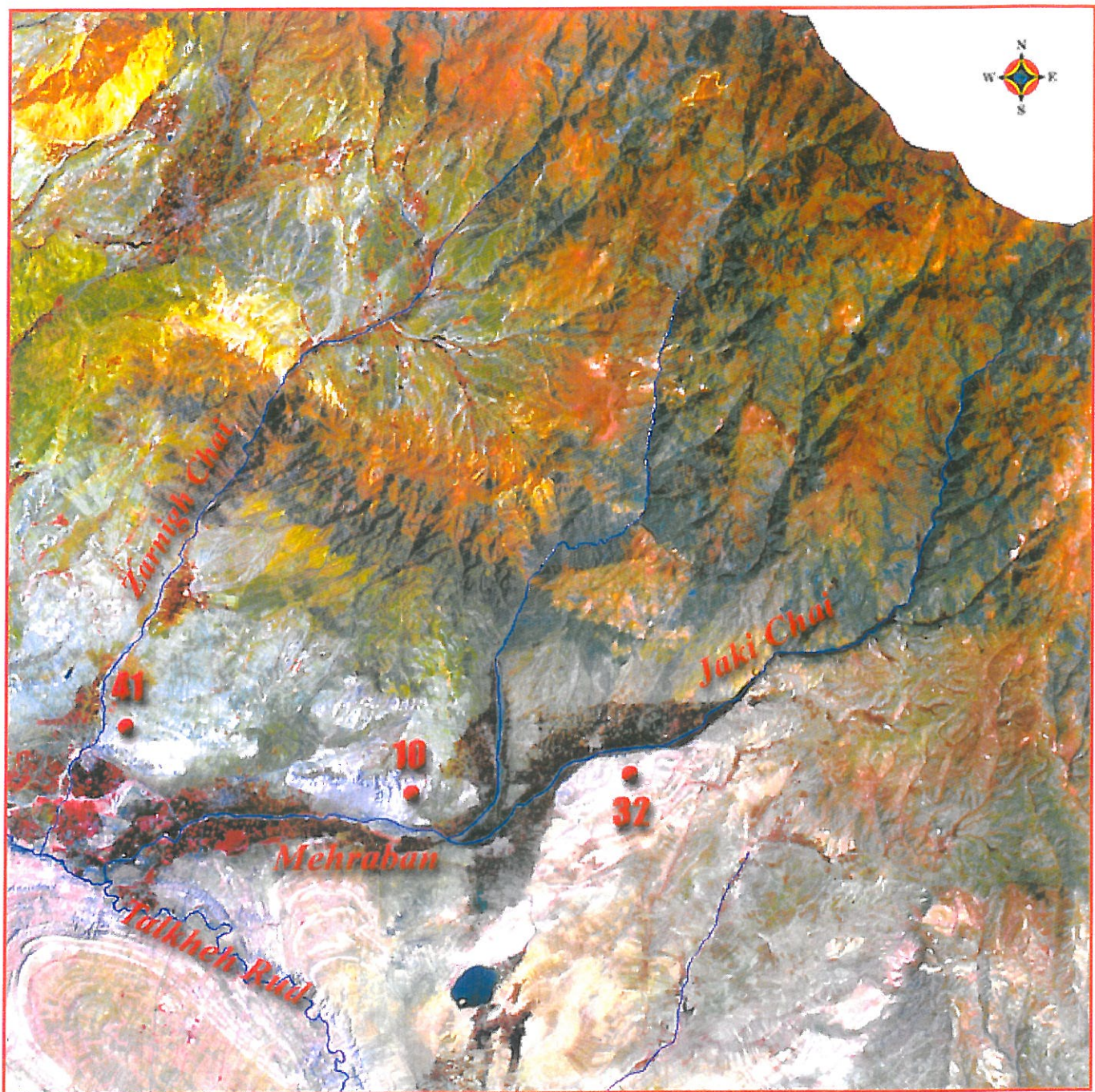
تصویر شماره ۲۷: واحدهای سنگی تفکیک شده در صول مسیر رودخانه های آغمیون چای - تاجیار

## رودخانه مهربان، زارنیک Zarnigh, Mehraban

این رودخانه ها از ارتفاعات ارسباران سرچشمه می گیرند. رودخانه زارنیک ابتدا از سنگهای آذرین عبور کرده و پس از گذر از سنگهای آهکی با بین لایه هایی از مارنهای ژپس دار و نیز مارنهای ژپس دار و ماسه سنگها با بین لایه های مارنی به تلخه رود می پیوندد.

نمونه شماره ۴۱ از واحد مارن ژپس دار در مجاورت این رودخانه برداشت شده. با توجه به نتایج دیفراکتومتری اشعه X، این نمونه حاوی ژپس، کوارتز، کلسیت، فلدسپار و کانی رسی است و نتایج تجزیه شیمیایی حضور ۲۰ درصد ژپس را در این نمونه تأیید می کند.

رودخانه جکی چای از شعبات رودخانه مهربان پس از گذر از سنگهای آذرین و ماسه سنگهای قرمز حاوی بین لایه هایی از مارن ژپس دار تحت عنوان رودخانه مهربان پس از عبور از کنار مارن ژپس دار به رودخانه آجی چای می پیوندد. از این مسیر دو نمونه به شماره های ۳۲ (از ماسه سنگهای حاوی بین لایه هایی از مارن ژپس دار) و ۱۰ (مارن ژپس دار) برداشت شده است. نمونه شماره ۳۲ حاوی ۱۳ درصد ژپس و نمونه شماره ۱۰، حاوی ۲۷ درصد ژپس می باشد. مسیر این رودخانه ها و محل نمونه های برداشت شده در تصویر شماره ۲۸ به نمایش گذاشته شده است. تصویر شماره ۲۹ واحدهای سنگی قابل توجه در این محدوده را نشان میدهد.



تصویر شماره ۲۸: محل نمونه های برداشت شده در رودخانه های مهربان - زارنیق



- Volcanic Rocks In General
- Red Conglomerate & Sandstone With Marl
- Red Sandstone With Intercalation of Marl
- Gypsiferous Marl
- Gypsiferous Marl And Limestone

تصویر شماره ۲۹: واحدهای سنگی تفکیک شده در طول مسیر رودخانه های مهربان - زارنیق



## روروچای و آری چای Arichai, Rorochai

این رودخانه ها از ارتفاعات ارسباران سرچشمه می گیرند. ابتدا از سنگهایی با ترکیب آذرین و توف های ماسه ای و آهکی عبور می کنند. سپس هر دو رود پس از گذر از کنار واحدهای مارن ژپیس دار به تلخه رود می پیوندند. بنابراین آب این رودها تا رسیدن به واحد مارن ژپیس دار شیرین بوده و پس از آن می تواند ژپیس را به مقدار زیاد در خود حل کند. از این محدوده سه نمونه به شماره های ۳۳، ۳۴ و ۳۵ برداشت شده است.

آزمایشات دیفراکتومتری اشعه X نشان میدهد که نمونه شماره ۳۳ حاوی ژپیس، کلسیت، فلدسپار، کوارتز و کانیهای رسی می باشد. همچنین با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی، فراوانی کانی ژپیس در آن حدود ۴۷ درصد می باشد. که می تواند به مقدار زیاد در ترکیب رودخانه روروچای تأثیر گذارد.

نمونه شماره ۹ نیز حاوی، ژپیس، کوارتز، کلسیت و کانی رسی بوده و مقدار فراوانی ژپیس در این نمونه تقریباً ۲۴ درصد است. نمونه شماره ۲۵ نیز حاوی ژپیس، کوارتز، کلسیت و کانی رسی می باشد. فراوانی ژپیس در این نمونه ۳۶ درصد است.

محدوده فوق الذکر و محل برداشت نمونه ها در روی تصویر شماره ۳۰ نشان داده شده است. همچنین تصویر شماره ۳۱ واحدهای سنگی تفکیک شده را بر اساس جنس آنها نشان می دهد.



تصویر شماره ۳۰: محل نمونه های برداشت شده در حوالی رودخانه های روروچای - آری چای



- Volcanic Rocks In General
- Red Conglomerate & Sandstone With Marl
- Red Sandstone With Intercalation of Marl
- Gypsiferous Marl
- Gypsiferous Marl And Limestone

تصویر شماره ۳۱: واحدهای تفکیک شده سنگی در طول مسیر رودخانه های روروچای - آری چای

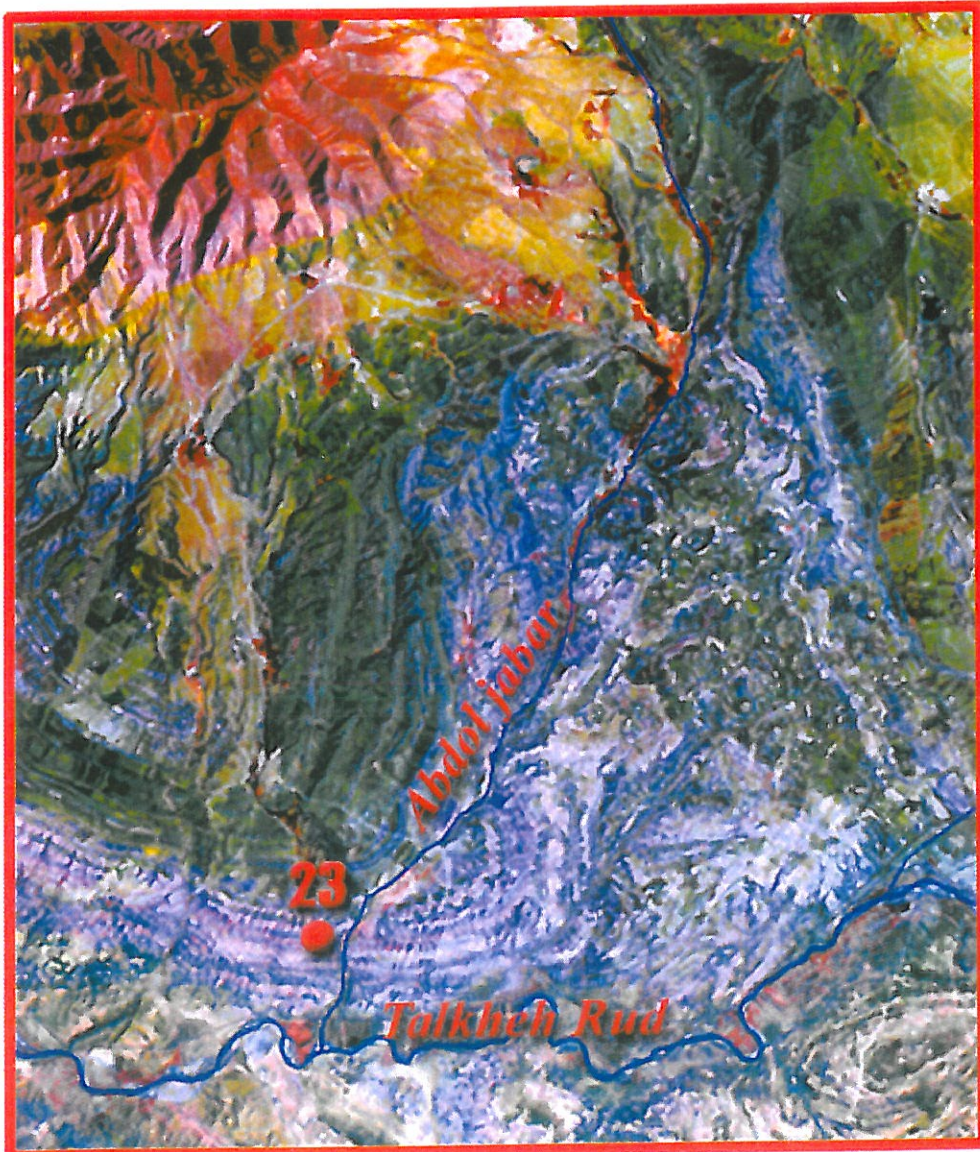
## رودخانه عبدالجبار Abdol Jabar

این رودخانه از ارتفاعات ارسباران سرچشمه گرفته و در مجاورت کوه‌های ایاتخته و با گذر از مارنهای ژپیس دار به رودخانه آجی چای می پیوندد. تصویر شماره ۳۲ محل گذر این رودخانه را نشان میدهد. از این محدوده یک نمونه برداشت شده (محل نمونه بر روی تصویر مشخص است) آزمایشات XRD حضور کانیهای کوارتز، کلسیت، دولومیت، هالیت، فلدسپار، ژپیس و کانی رسی را تأیید می کند. همچنین با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی مقدار هالیت و ژپیس موجود در این نمونه به ترتیب تقریباً ۱۰ و ۱۰ درصد تخمین زده شده است. تصویر شماره ۳۳ حدود واحدهای سنگی محل گذر این رودخانه را با توجه به جنس این واحدها نشان میدهد.

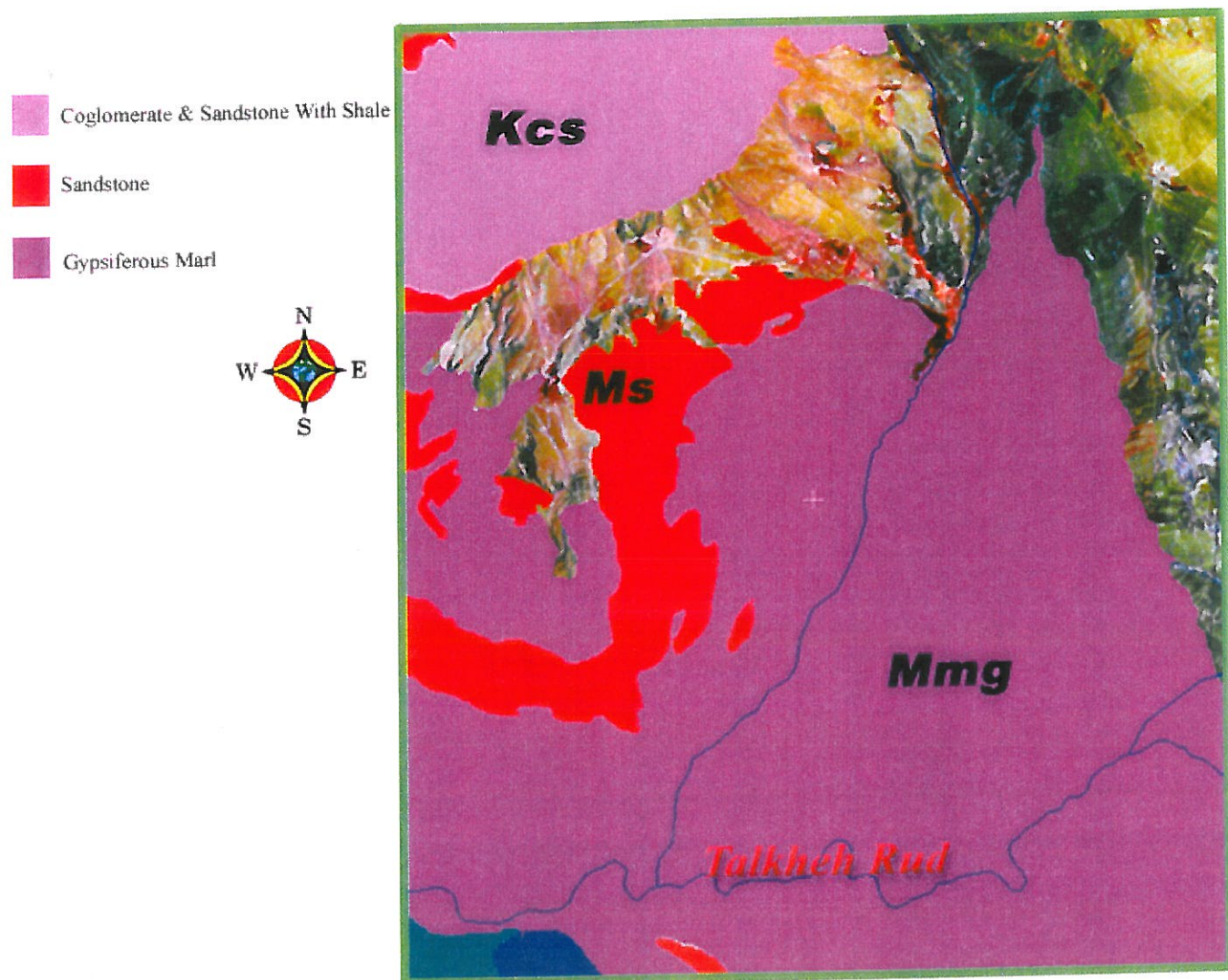
## رودخانه پاژچای Pazh chai

این رودخانه از ارتفاعات ارسباران سرچشمه می گیرد و پس از گذر از سنگهایی با ترکیب کنگلومرا ماسه سنگ و شیل در بخش باختری کوه آیا تخته از مارنهای ژپیس دار می گذرد و به رودخانه آجی چای متصل می شود. تصویر شماره ۳۴ محل گذر رود را بدون مشخص کردن واحدهای سنگی و تصویر شماره ۳۵ واحدهای سنگی را که رودخانه از آن عبور می کند با ذکر جنس آن نشان می دهد. از این محدوده سه نمونه با مشخصات زیر برداشت شده است.

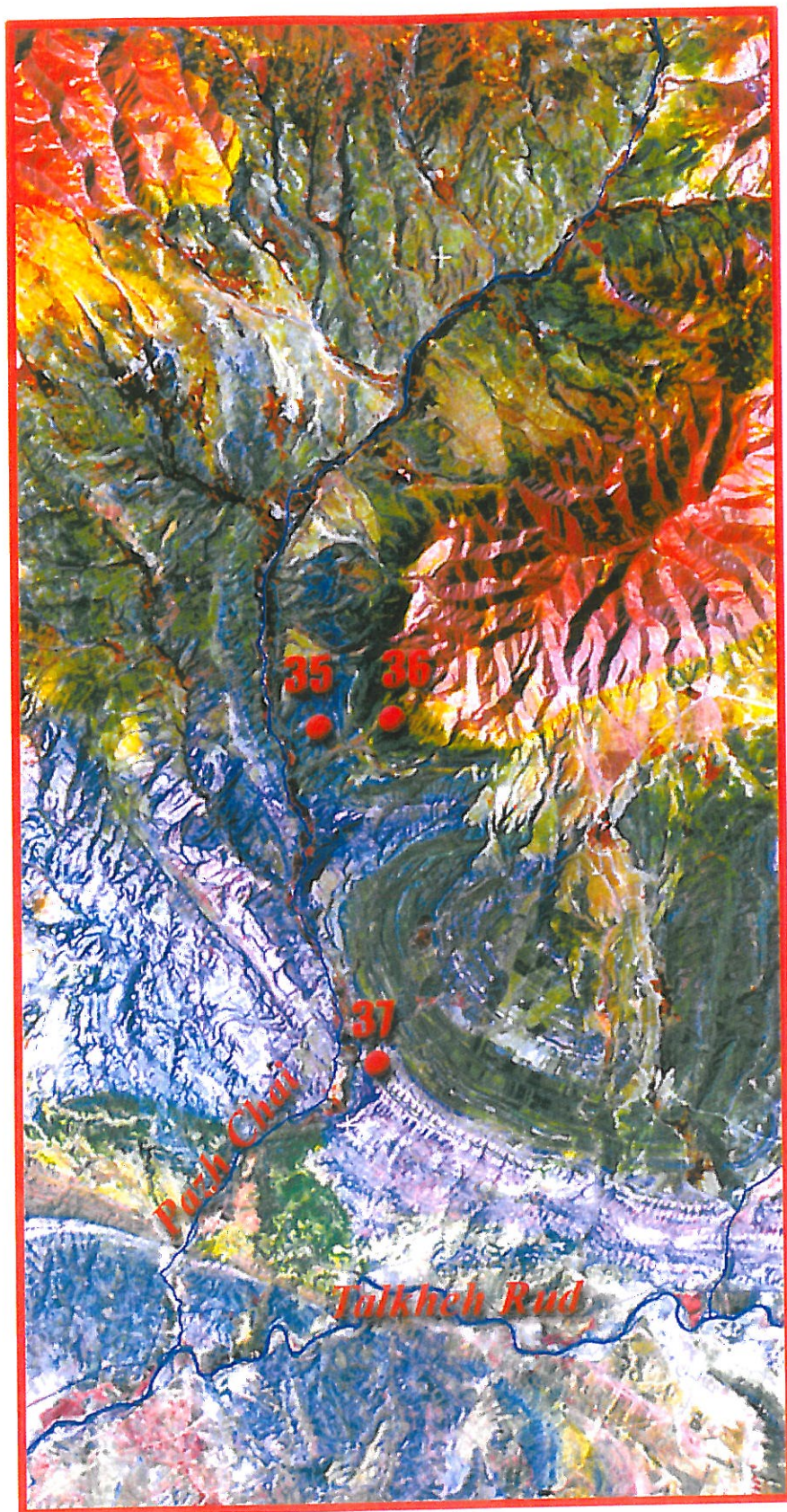
نمونه شماره ۳۶ از ماسه سنگ با ترکیب کانی شناسی، کوارتز، فلدسپار، کلسیت و کانی رسی و نیز دو نمونه به شماره های ۳۵ و ۳۷ از واحد مارن ژپیس دار برداشت شد. آزمایشات XRD حضور کانیهای کوارتز، ژپیس، کلسیت و کانی رسی را در آنها تأیید می کند. نمونه شماره ۳۷ علاوه بر ژپیس حاوی هالیت با فراوانی تقریبی ۵٪ می باشد، فراوانی ژپیس در هر یک از نمونه های ۳۷ و ۳۵ در حدود ۷٪ محاسبه شده است. موقعیت نمونه ها در تصویر شماره ۳۴ مشخص شده است.



تصویر شماره ۳۲: محل نمونه های برداشت شده در رودخانه عبدالجبار



تصویر شماره ۳۳: واحدهای سنگی تفکیک شده در طول مسیر رودخانه عبدالجبار



تصویر شماره ۳۴: محل نمونه های برداشت شده در رودخانه پاژچای

- Conglomerate & sandstone With Shale*
- sandstone*
- Gypsiferous Marl*
- Sandstone With Intercalation of Limestone*
- Red Sandstone With Intercalation of Marl*



تصویر شماره ۳۵: واحدهای سنگی تفکیک شده در طول مسیر رودخانه پاژچای



## رودخانه نهند Nahand

رودخانه نهند از بلندیهای شمال منطقه سر چشمه می گیرد و به رودخانه آجی چای می پیوندد. رودخانه نهند تا محل دو راهی دوزلاق، بعلت گذر از سنگهای فاقد ژپیس و نمک دارای آب شیرین بوده و در این محل سد نهند احداث شده است. عکس شماره ۳۶ دریاچه آب شیرین پشت سد نهند را نشان می دهد. پایین تر از محل سد، جویباری که آب آن کم بوده ولی بسیار بدطعم و شور است به آن می پیوندد. و در ادامه به علت گذر از رسوبهای تبخیری میوسن مقادیری از نمکهای محلول را با خود حمل و به دریاچه ارومیه منتقل می سازد.

از مسیر گذر این رودخانه ۴ نمونه برداشت شده است. محل برداشت نمونه ها و محدوده عبور این رودخانه در تصویر شماره ۳۷ نشان داده شده است. به ترتیب از بخش شمالی، نمونه های زیر با مشخصات کانی شناسی که در ذیل خواهد آمد برداشت شده است.

نمونه شماره ۴۰، این نمونه از مرز رسوبات کنگلومرا و ماسه سنگی و تبخیری برداشت شده است. دیفراکتومتری اشعه X حضور کانیهای چون کوارتز، کلسیت، دولومیت، ژپیس، هالیت فلدسپار و کانی رسی را نشان می دهد. با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی فراوانی ژپیس و هالیت به ترتیب در این نمونه ۹ و ۲ درصد می باشد.

نمونه شماره ۳: نمونه شماره ۳ حاوی کانیهای چون ژپیس، کوارتز، کلسیت، فلدسپار و کانی رسی است. فراوانی ژپیس در این نمونه ۱۳ درصد است.

نمونه شماره ۴، این نمونه از مارنهای سبز و خاکستری ژپیس دار برداشت شده است و در آن کانیهای چون ژپیس، کوارتز، کلسیت، هالیت، انیدریت و کانی رسی دیده می شود. فراوانی ژپیس و هالیت به ترتیب در این نمونه، ۳۵ و ۴ درصد می باشد.

نمونه شماره ۲۶، این نمونه از مرز ماسه سنگها و مارن ژپیس دار برداشت شده است. در این نمونه کانیهای چون کوارتز، کلسیت، فلدسپار، ژپیس و کانی رسی مشاهده شده است. فراوانی ژپیس در این نمونه کم و در حدود ۴ درصد می باشد.

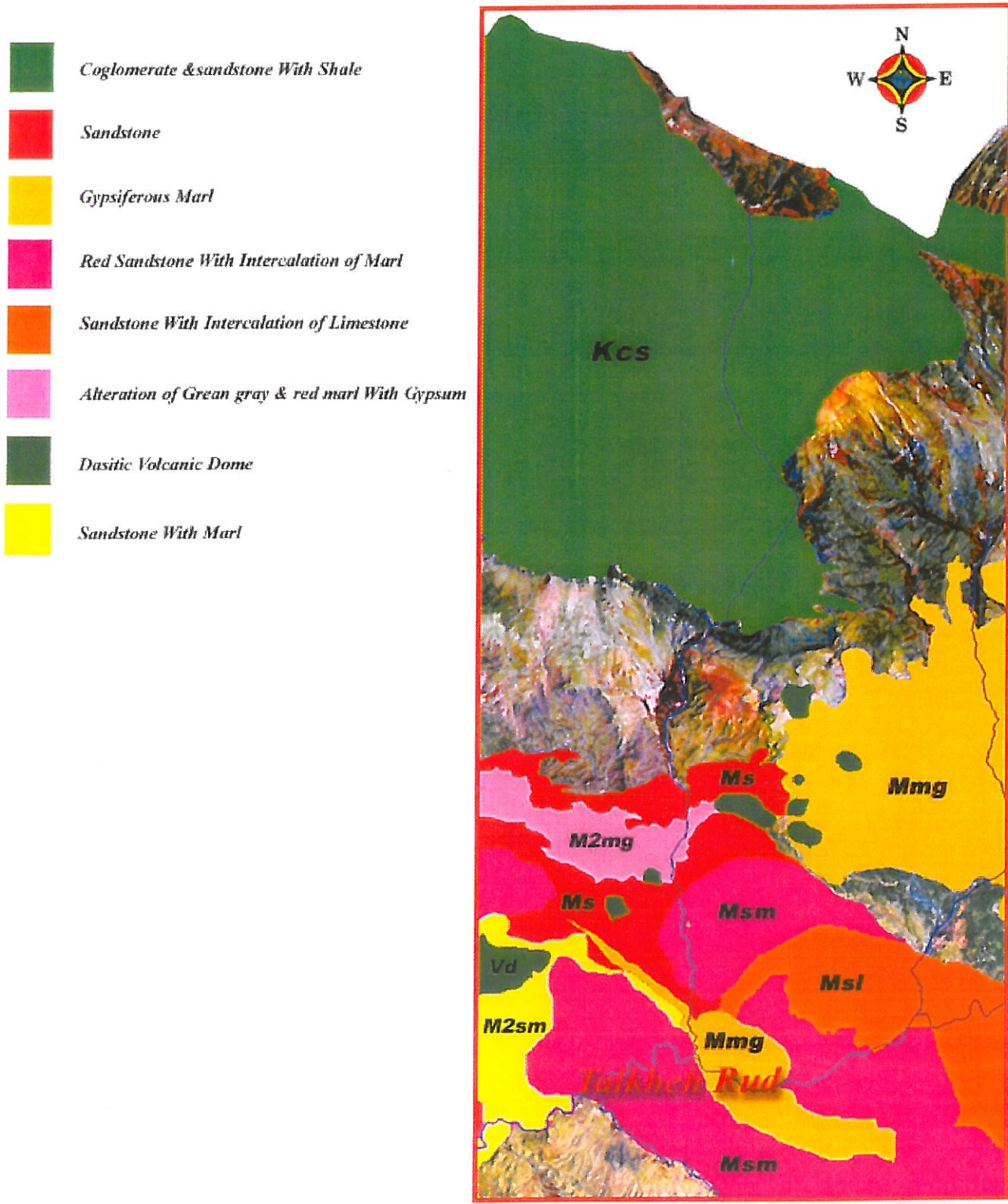
تصویر شماره ۳۸ حدود واحدهای سنگی مختلف را در مسیر رودخانه نهند تا اتصال آن به آجی چای نشان می دهد.



عکس شماره ۳۶: سد نهند و دریاچه نخیره شده پشت آن



تصویر شماره ۳۷: محل نمونه های برداشت شده از رودخانه نهند



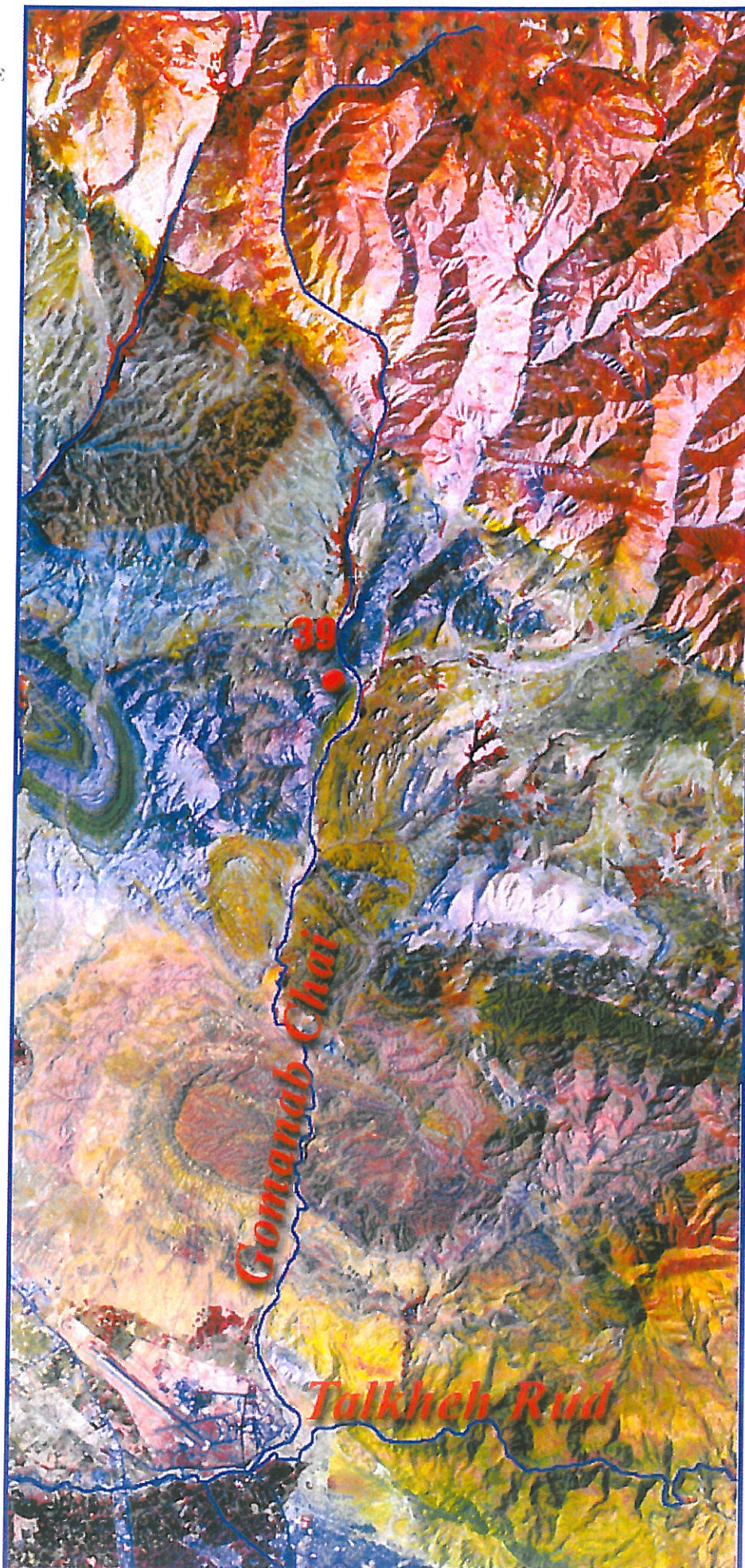
تصویر شماره ۳۸: واحدهای سنگی تفکیک شده در طول مسیر رودخانه نهند

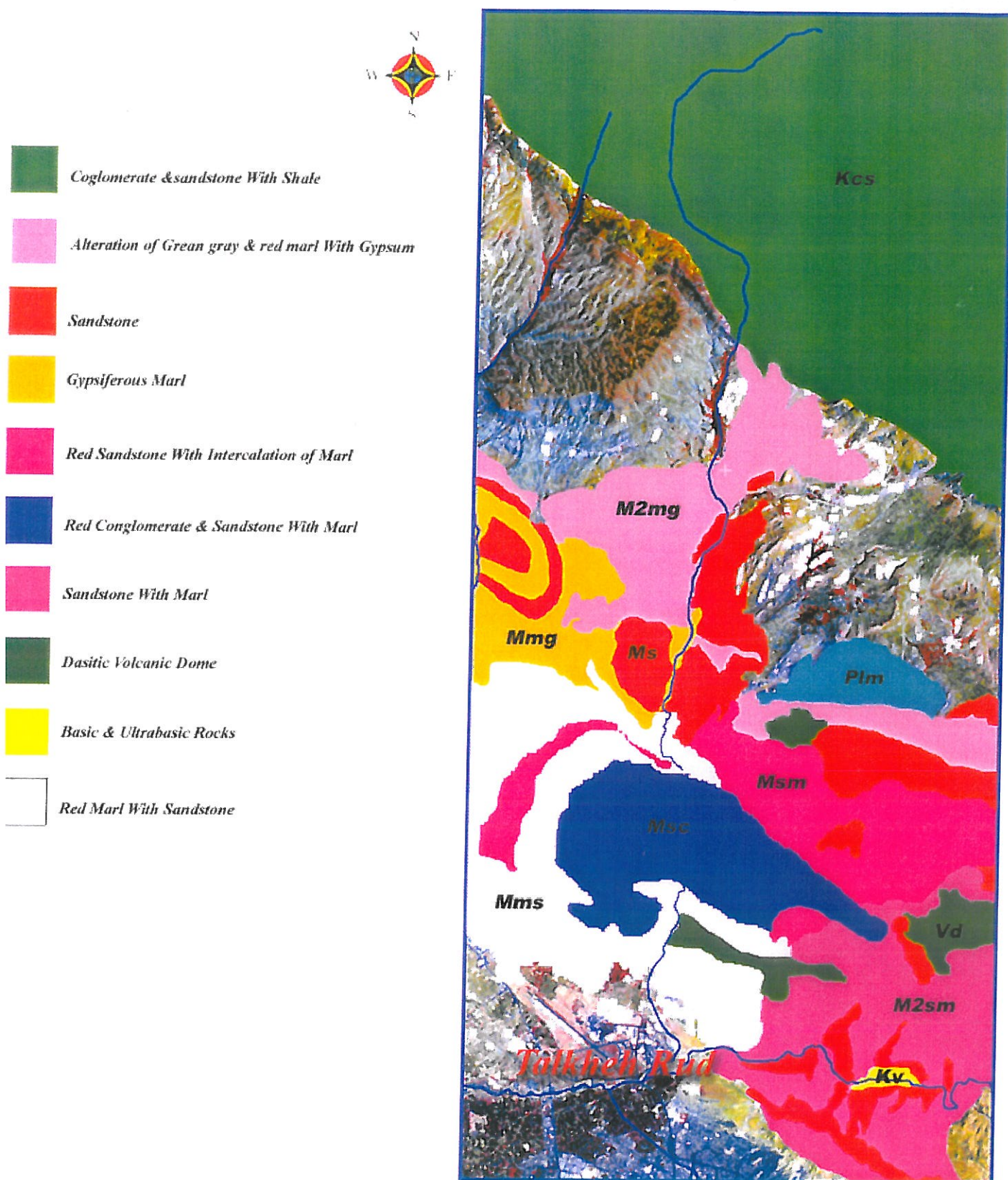
## رودخانه گماناب Gomanab

گماناب چای از ارتفاعات ارسباران سرچشمه می گیرد. این رودخانه نسبتاً طویل بوده و در مسیر خود به ترتیب از واحدهای سنگی کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل کرتاسه، مارنهای قرمز و خاکستری حاوی بین لایه هایی از ژئیس و سپس ماسه سنگ و نیز ماسه سنگ و مارن قرمز رنگ، مجموعه ای از کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن و بالاخره از مجاورت سنگهای آتشفشانی با ترکیب داسیتی عبور می کند و در شمال شهرستان تبریز به تلخه رود متصل می شود.

در این محدوده از واحد سنگی حاوی ژئیس نمونه برداری شده که بر اساس آزمایشات دیفراکتومتری اشعه X به ترتیب فراوانی، حاوی کانیهای کلسیت، دولومیت، کوارتز، ژئیس، فلدسپار و کانیهای رسی می باشد. با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی این نمونه حدوداً حاوی ۱۲ درصد ژئیس می باشد. تصویر شماره ۳۹، محل گذر رودخانه گماناب و محل برداشت نمونه را نشان می دهد و نیز تصویر شماره ۴۰ واحدهای سنگی محل گذر رودخانه را با توجه به جنس واحدها نشان میدهد.

تصویر شماره ۳۹: محل نمونه های برداشت شده از رودخانه گماناب





تصویر شماره ۴۰: واحدهای سنگی تفکیک شده در طول مسیر رودخانه گماناب

مهمترین رودخانه های جنوبی محدوده مورد مطالعه به ترتیب از خاور به سمت باختر عبارتند از :

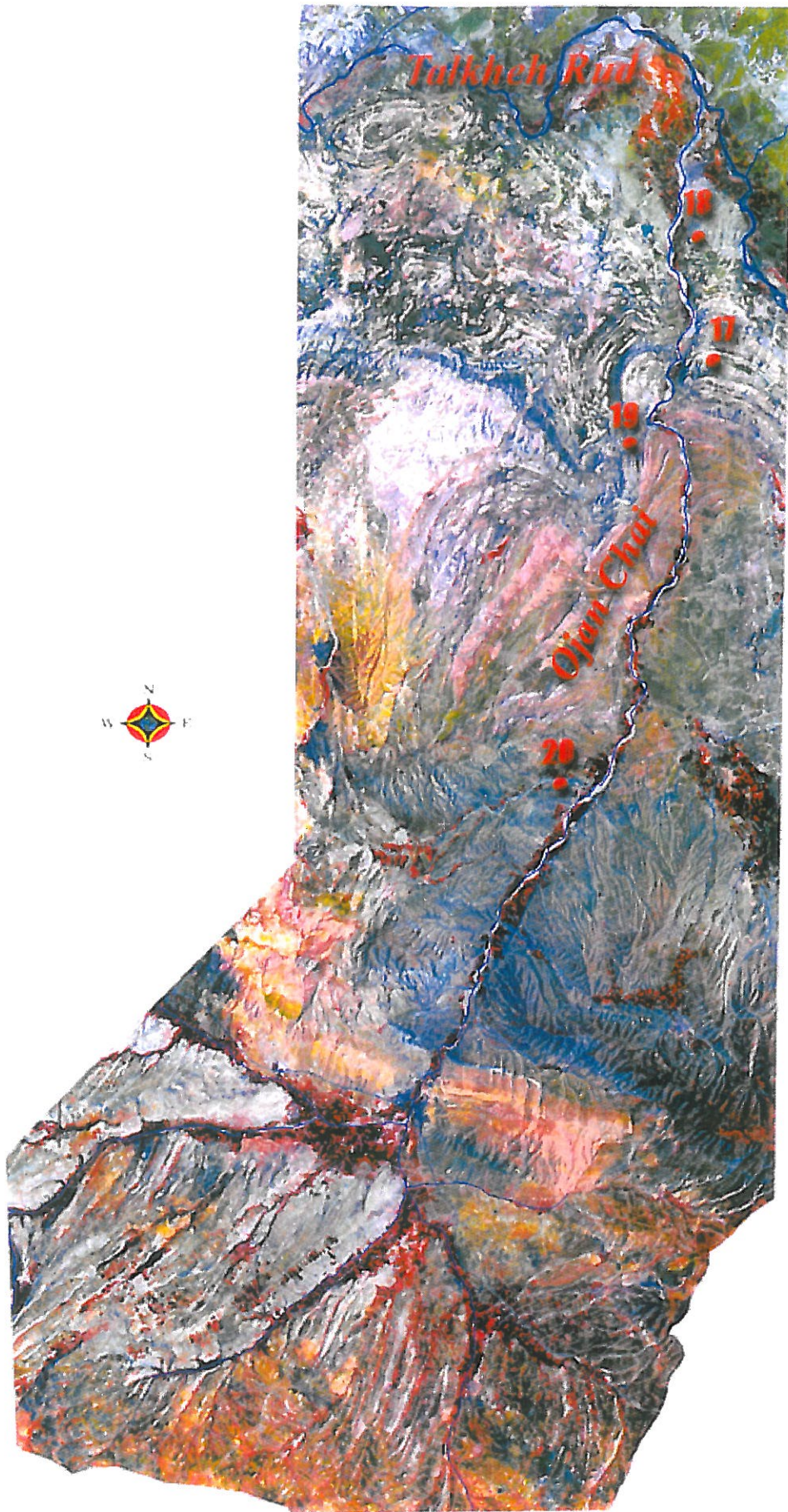
## رودخانه اوجان چای Ojan

این رودخانه از رودخانه های جنوبی آجی چای می باشد که معمولاً پیش از رسیدن به آجی چای به وسیله کشاورزان مصرف می شود و از ارتفاعات سهند سرچشمه می گیرد و در مجاورت شهرستان بستان آباد ، پس از عبور از دشت به آجی چای می پیوندد. در این محدوده که در تصویر شماره ۴۱ نشان داده شده است ، رودخانه های فصلی و کوچکتری نیز به نام های جنقور و خیره مسجد دیده می شود که هر دو از مارنهای ژیبس دار عبور می کنند.

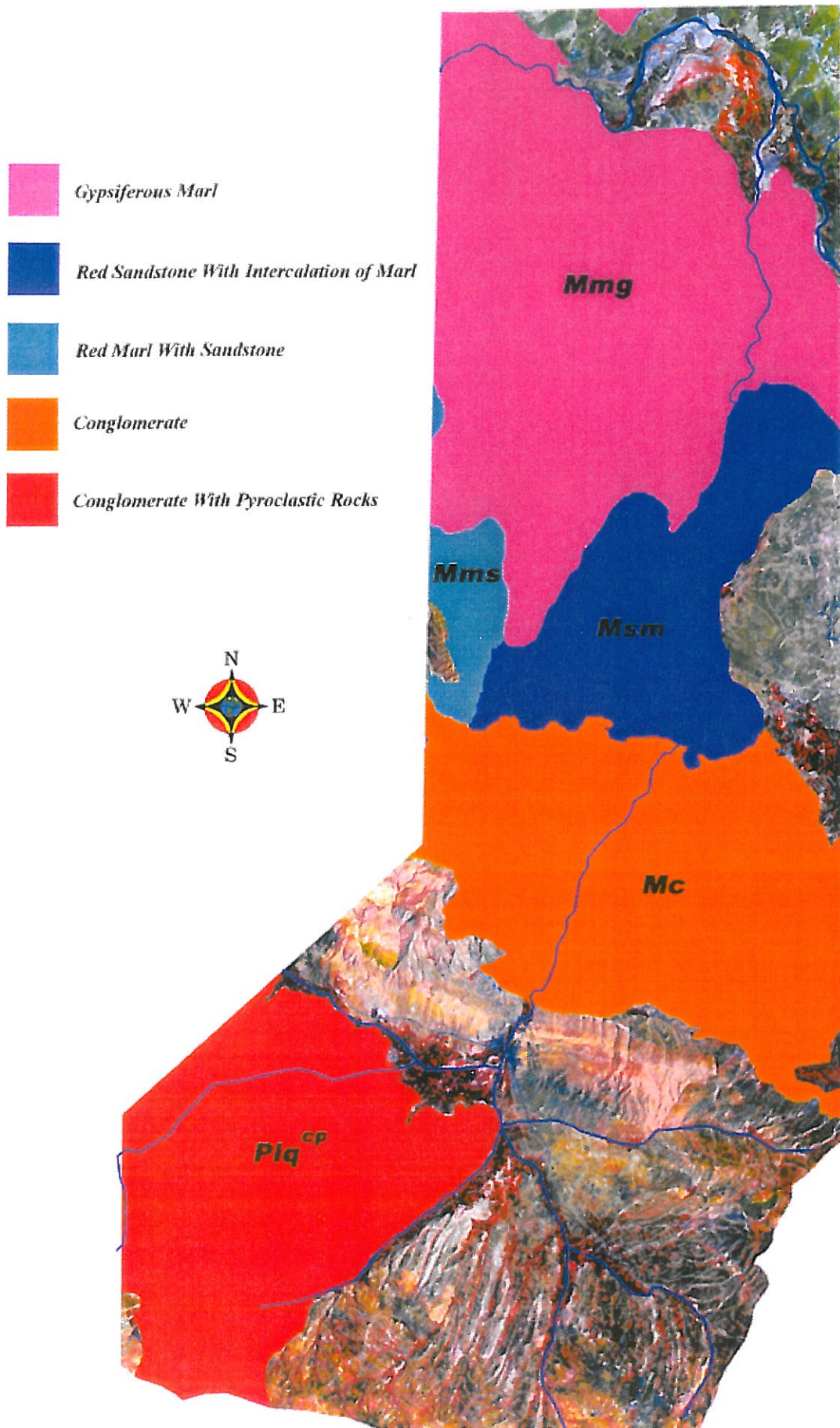
رودخانه اوجان چای بترتیب از قسمتهای جنوبی، از واحدهای سنگی چون پیروکلاستیک، ماسه سنگ و نهایتاً مارنهای ژیبس دار عبور کرده و به آجی چای می پیوندد. از این محدوده چهار نمونه به شماره های ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰ برداشت شده است، که محل آن بر روی تصویر مشخص است . به منظور پی بردن به ترکیب دقیقتر ، از مارنهای ژیبس دار سه نمونه ۱۷، ۱۸، ۱۹ برداشت شده است .

نمونه ها حاوی کانیهای چون ژیبس، کوارتز، کلسیت، فلدسپار ،کانیهای رسی و در مواردی هالیت می باشد. نمونه شماره ۲۰ فاقد ژیبس و هالیت است و از مارن و ماسه سنگ میوسن برداشت شده است. توجه به نتایج تجزیه شیمیایی نشان می دهد که نمونه های شماره ۱۷، ۱۸، ۱۹ به ترتیب حاوی ۱۶، ۲۳ و ۵ درصد ژیبس می باشد. نمونه شماره ۱۹ علاوه بر ژیبس حاوی ۱۲ درصد هالیت است. تصویر شماره ۴۲ محل گذر رودخانه اوجان چای را با توجه به جنس واحدهای سنگی که از آن عبور می کند نشان می دهد.





تصویر شماره ۴۱ : محل نمونه های برداشت شده از رودخانه اوجان چای



تصویر شماره ۴۲: واحدهای سنگی تفکیک شده در طول مسیر رودخانه اوچان چای

## رودخانه باسمج چای وسعید آباد چای Basmej, Saiid abad

این رودخانه ها از رودخانه های جنوبی حوزه آبریز آجی چای می باشد که از ارتفاعات سهند سرچشمه می گیرند. باسمج چای از جنوب ، وارد شهر تبریز شده و پس از عبور از این شهر به رودخانه آجی چای می پیوندد. سنگهایی که در مسیر گذر این رودخانه قرار گرفته اند به ترتیب از جنوب عبارتند از پیروکلاستیکها و ماسه سنگ و بهمین دلیل آب این رودخانه شیرین است.

رودخانه سعید آباد واقع در خاور رودخانه باسمج چای از دامنه های شمالی سهند سرچشمه گرفته و پس از گذشت از دشت به آجی چای می ریزد. سعید آباد ابتدا از واحدهای پیروکلاستیکی عبور کرده و پس از عبور از ماسه سنگ و مارن ، از ماسه سنگهای قرمز با میان لایه هایی از مارن ژئوپس دار می گذرد و به آجی چای می پیوندد.

این محدوده در تصویر شماره ۴۳ نشان داده شده است. از این محدوده سه نمونه به شماره های ۱۱،۶،۵ برداشت شده است که محل آنها بر روی تصویر مشخص است. نتایج دیفراکتومتری اشعه X نشان میدهد، نمونه شماره ۵ حاوی کانیهای چون کوارتز، کلسیت، فلدسپار، دولومیت، هماتیت و کانیهای رسی هستند و با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی، فاقد هالیت و ژئوپس است .

نمونه شماره ۶ ، از مارنهای ژئوپس دار و در مجاورت رودخانه سعید آباد برداشت شده. این نمونه حاوی ژئوپس ، کوارتز ، کلسیت ، دولومیت ، فلدسپار، کانی رسی است. فراوانی ژئوپس در این نمونه تقریباً ۲۶ درصد است . نمونه شماره ۱۱ نیز از همین رخنمون واقع در قسمت شمالی محدوده فوق الذکر برداشت شده و علاوه بر کانیهای موجود در نمونه شماره ۶ حاوی مقدار کمی هالیت است . فراوانی ژئوپس و هالیت در این نمونه به ترتیب ۳۲ و ۵ درصد است .

محل گذر رودخانه های فوق با توجه به جنس واحدهای سنگی که از آن عبور می کند در تصویر شماره ۴۴ نشان داده شده است.



تصویر شماره ۴۳ : محل نمونه های برداشت شده از رودخانه باسمج چای و سعید آباد چای

- Dasitic Volcanic Dome
- Sandstone Pyroclastic
- Gypsiferous Marl
- Red Sandstone With Intercalation of Marl
- Sandstone With Intercalation of Limestone
- Sandstone With Marl
- Sandstone
- Red Marl With Sandstone
- Conglomerate , Calcareous Shale & ditritic Limestone
- Basic & Ultrabasic Rocks



تصویر شماره ۴۴: واحدهای سنگی تفکیک شده در طول مسیر رودخانه اوجان چای

## تشخیص گنبد‌های نمکی نهان و آشکار

به منظور تشخیص گنبد‌های نمکی ، نگاهی به الگوهای زمین ساختی محدوده مورد مطالعه ضروری به نظر می رسد . بررسی این ساختارها ما را در شناخت عوامل این گنبد ها هدایت می کند . برای نیل به این مهم از پردازش داده های ماهواره ای یاری گرفته و سعی شد با ایجاد تصاویر مناسب ساختارهای مهم را با توجه به نمک همراه آنها تشخیص دهیم . بیشتر گنبد‌های نمکی به صورت ساختار حلقوی Ring Structure هستند . در صفحات بعد در مورد الگوی زمین ساختی حوزه آبریز آجی چای به تفصیل صحبت خواهد شد .

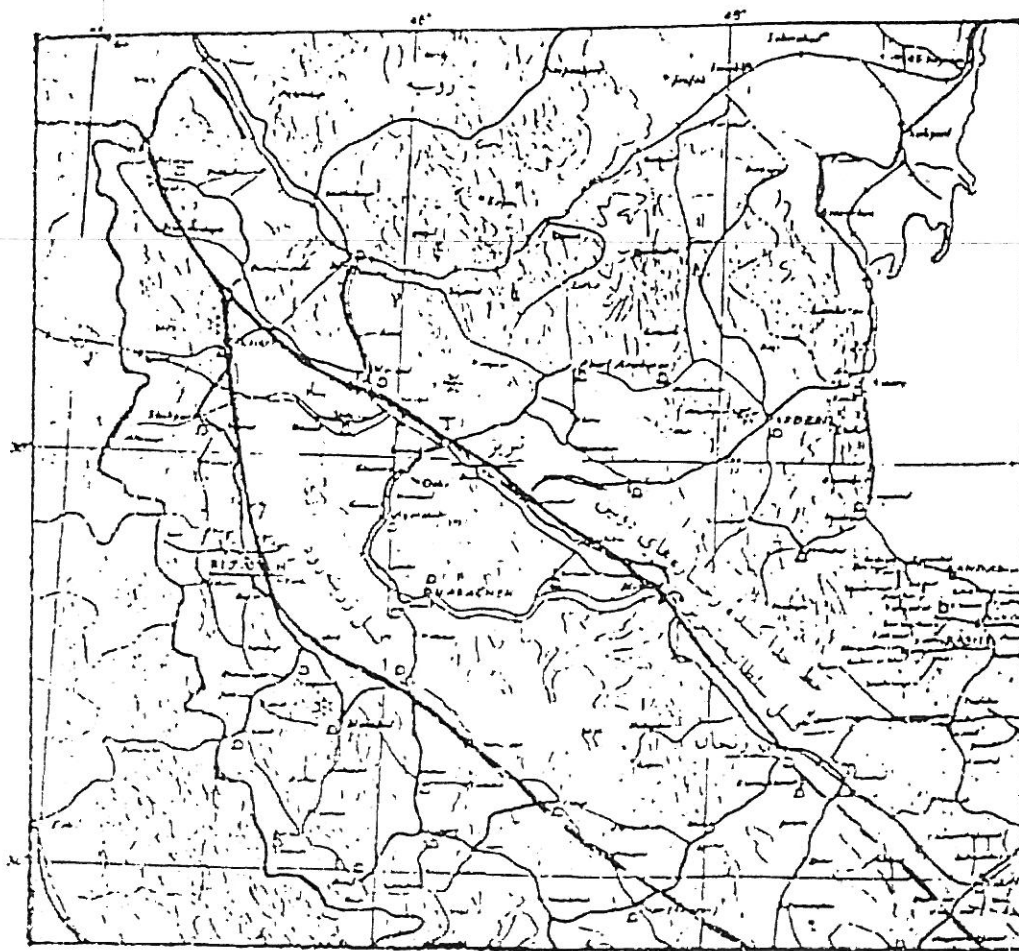
### الگوی زمین ساختی حوزه آبریز آجی چای

از لحاظ ساختار ، حوزه آبریز تلخه رود در زون آذربایجان واقع شده است . بر اساس مطالعات افتخارنژاد ، در طی حرکات پرکامبرین پایانی ، برپایی های مهمی در آذربایجان رخ داده است و بطور محلی سبب دگر شیئی های زاویه دار در چند نقطه شده است .

شواهد عمده برای اثبات این نظر نبود رسوبی واضح بین مجموعه های پرکامبرین و اینفراکامبرین است و فعالیت آتشفشانی گسترده طی بالاترین بخش پرکامبرین است که تصور می شود به توده های نیمه آتشفشانی و گرانیب وابسته می باشد .

رخداد حرکت های عمودی در کامبرین سبب ایجاد تغییر ناگهانی در سنگ شناسی یا یک نبود در رسوبگذاری ( سازند سیلا و لالون ) شده است . در سنگهای پالئوزوئیک میانی نشانه هایی حاکی از فرسایش در سرتاسر آذربایجان دیده می شود که نمایانگر بالا آمدگی حاصل از حرکات خشکی زایی به سن کالدونین است .

به عقیده افتخارنژاد ( ۱۹۷۵ ) هیچ فازکو هزایی طی پالئوزوئیک زیرین تا دونین ، سرزمین آذربایجان را تحت تأثیر قرار نداده است . در اوایل دونین شکستگی باعث تقسیم بسیار مشخص رخساره ها در آذربایجان شده است . ( گسل تبریز ) همانطور که در شکل ۴۵ دیده می شود ، این شکستگی از گودال زنجان- ابهر شروع و با امتداد شمال باختری تا رشته کوه های شمال تبریز ( میشو ، مورو ) و از آنجا تا شمال غربی آذربایجان و قفقاز ادامه می یابد . این پدیده زمین ساختی مهم ، آذربایجان را به دو بلوک



تصویر شماره ۴۵: الگوی زمین ساختی زون آذربایجان به نقل از افتخارنژاد ( ۱۹۷۵ )

تقسیم می کند. بلوک واقع در شمال خاوری در دونین آغازی در حال فرونشست بوده ولی بلوک جنوب باختری تا کربونیفر پایانی به صورت بالا آمده باقی مانده است. نتیجه بسیار مهم حرکات تریاس بالائی، شکافته شدن پلاتفرم پالئوزوئیک به دو بخش جداگانه بود که هر کدام گسترش ساختاری کاملاً متفاوتی را دنبال کردند. این خط جداگانه یعنی گسل زرینه رود نسبت به خط جداکننده پیش از دونین کاملاً متفاوت بوده است.

در خاور گسل زرینه رود پس از حرکات تریاس فوقانی یک محیط قاره ای و گاهی دریائی حاکم شده است. این بخش تحت حرکات کوهزایی آلپی چین خوردگی و گسل خوردگی را در کرتاسه پایانی متحمل می شود.

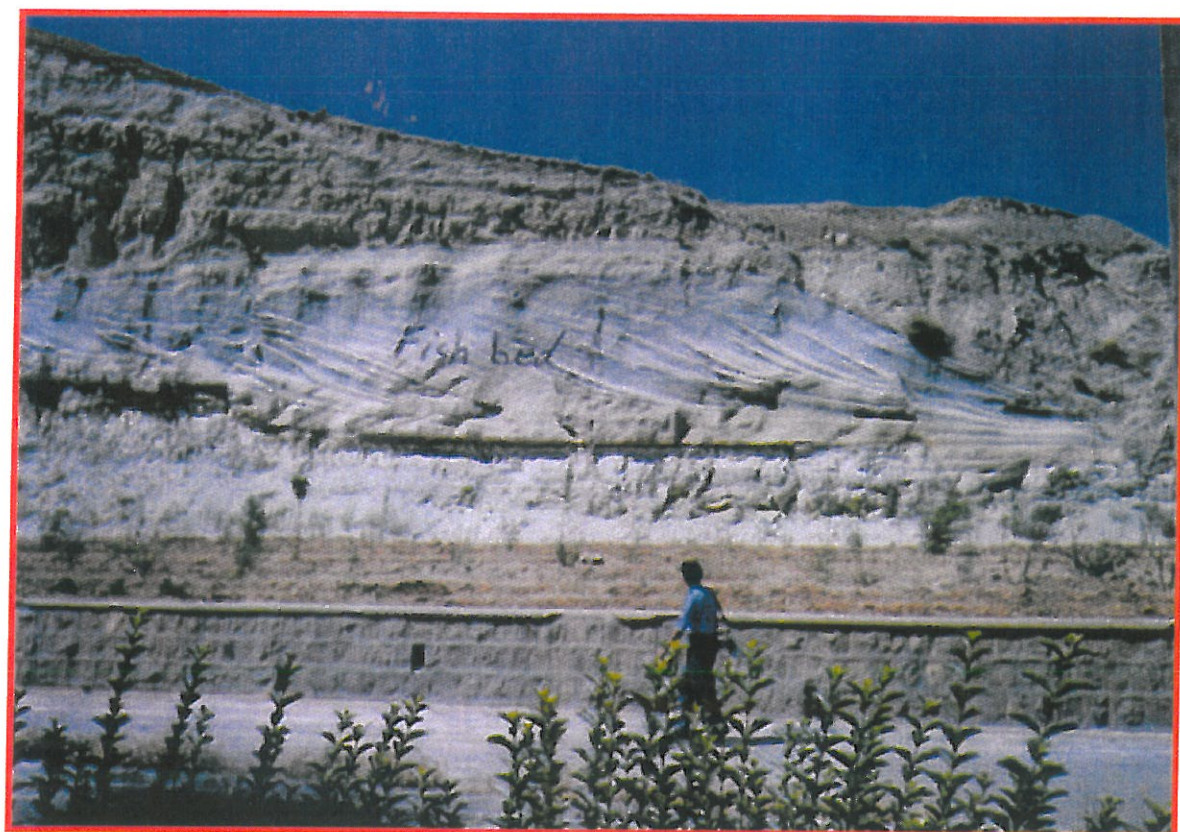
در پلیوسن میانی با حرکت رو به شمال صفحه عربستان و حرکت کشویی در طول گسل های امتداد لغز کوههای قفقاز تشکیل و حوضه اقیانوسی خزر جنوبی از دریای سیاه مجزا شد و به این ترتیب دو حوضه عمیق اقیانوسی، در طرفین دماغه پیش آمده مزبور برجا ماند. نتایج این حرکات، فرونشینی شدید کف حوضه خزر، فعالیت آتش فشانی سهند، آراارات، تجدید فعالیت سبلان و انحناى رشته کوه های البرز غربی می باشد.

از لحاظ زمین شناسی، منطقه سبلان روی هورست بزرگ اولیگوسن بنا شده است.

فعالیت قدیمی سبلان از ائوسن شروع شده و همانطور که بیان شد در پلیوسن شروع به فعالیت کرده و کوه سبلان را بوجود آورده است. در آغاز الیگوسن بر اثر حرکات کوهزایی پیرنه، توده های نفوذی متعددی به داخل سنگهای ائوسن نفوذ کرده و موجب چین خوردگی رسوبات باختر و جنوب باختری آذربایجان گردید و مواد آتش فشانی بر روی رسوبات مختلف (از پالئوزوئیک تا میوسن) را پوشانده است. به احتمال زیاد پیدایش آتش فشانیهای سهند به تجدید فعالیت گسل سلطانیه- تبریز که از منطقه سهند عبور می کند، مربوط بوده است. بر اساس مطالعات سن سنجی قدیم ترین گدازه های سهند از نوع آندزیتی (۱۲ میلیون سال قبل)، سپس فورانها از نوع ایگنمبریت داسیتی و مجدداً از نوع آندزیت (۱۰ میلیون سال) بوده که رخنمون آن در بخش مرکزی و جنوب باختری دیده می شود. آخرین مراحل فعالیت نیز از نوع داسیت و ریوداسیت است که منجر به تشکیل مخروط آتش فشانی و قله مرتفع سهند شده است.

به اعتقاد معین وزیری (۱۳۵۶) نحوه رسوب گذاری مواد تخریبی آتش فشانی در اطراف سهند و مشاهده آثار انواع ماهیها در طبقات Fish beds جنوب تبریز (عکس شماره





عکس شماره ۴۶ : طبقات Fish bed واقع در جنوب تبریز

۴۶) نشانه اینست که در گذشته دریایی کم عمق مناطق آتش فشانی سهند را احاطه می کرده است .

رسوبات سرخ رنگ قاره ای بنام سازند سرخ زیرین در میوسن زیرین تشکیل گردیده است که با پیشروی دریا موجب تشکیل رسوبات آهکی- مارنی گردیده است که با توجه به بسته بودن حوزه آبریز تلخه رود یک شرایط تبخیری در آن زمان بر محیط حاکم بود و رسوبات تبخیری و نمکی بر جای گذاشته است .

عکسهای شماره ۴۷ و ۴۸ مارنهای نئوژن حاوی ژپیس و نهشته های نمکی را نشان می دهد .

در ادامه حرکات آپروژنی رسوبات قاره ای بنام سازند سرخ فوقانی برجای گذاشته می شود . حرکات زمین ساختی دیگری در پلیوسن ، سبب فعالیت های آتش فشانی عظیمی در پلیو کوا ترنری ، فعال شدن بسیاری از گسل ها و لرزه خیزی منطقه شده است و نهایت امر اینکه فلات آذربایجان بواسطه تأثیر نیروهای فشارشی دماغه عربستان در حال حاضر در جهت شمال- شمال خاوری به حرکت خود ادامه می دهد و زمین لرزه های منطقه و حرکات رو به بالای نمک ( گنبد های نمکی ) و نهشته های نمکی معلول جابجائی مذکور می باشند .

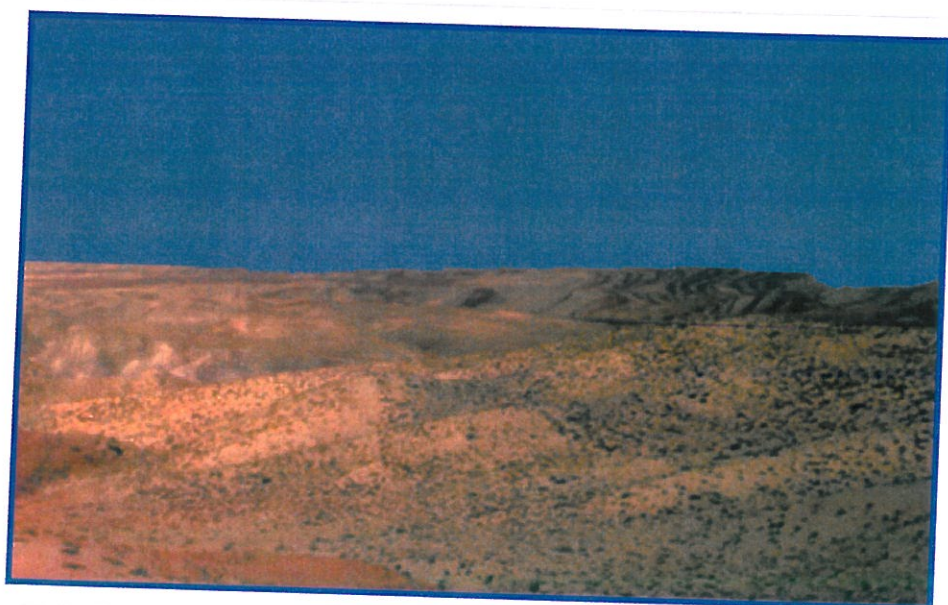
با توجه به غالب بودن فاز فشارشی در منطقه که روند تنش ایجاد شده ، شمال- شمال خاوری و جنوب- جنوب باختری می باشد ، در پوسته بریتل ایجاد یکسری گسلهایی با سازوکار تراست تا معکوس را نموده است . که مهمترین گسل تراستی منطقه، گسل شمال تبریز می باشد که یک گسل جنبی و لرزه زا می باشد . عکس شماره ۴۹ در امتداد گسل شمال تبریز در جاده جدید الاحداث جلفا گرفته شده است و چین خوردگی ناشی از حرکت تراستی فرا دیواره کاملاً مشهود می باشد . در عکس شماره ۵۰ گسلهای نرمال ثقلی که معمولاً در پشت گسلهای تراستی تشکیل می شوند را در امتداد جاده تبریز- جلفا نشان می دهد . گسلهای فشارشی فرعی که سازندهای نئوژن را جابجا نموده است در ارتباط با گسل اصلی شمال تبریز می باشند . عکسهای شماره ۵۱ و ۵۲ مربوط به گسلهای تراستی در کناره جاده اهر به خواجه است .

بعلت وجود تنش فشارشی موجود در منطقه گنبد های نمکی در نتیجه تزریق نمک به داخل سنگهای اطراف ایجاد شده است .

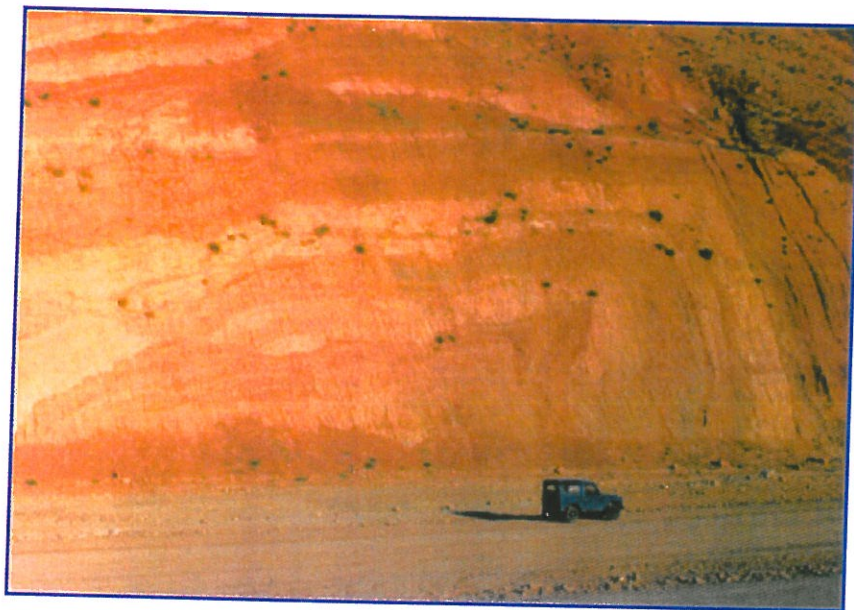
یکی از پدیده هائی که معمولاً همراه با گنبد های نمکی دیده می شود ، ناویس حاشیه ای آنهاست . بطوریکه حرکت نمک به یک نقطه و تشکیل گنبدنمکی ، سبب نازک شدن لایه نمک در اطراف توده و در مرحله بعد باعث فرونشینی طبقات فوقانی در این



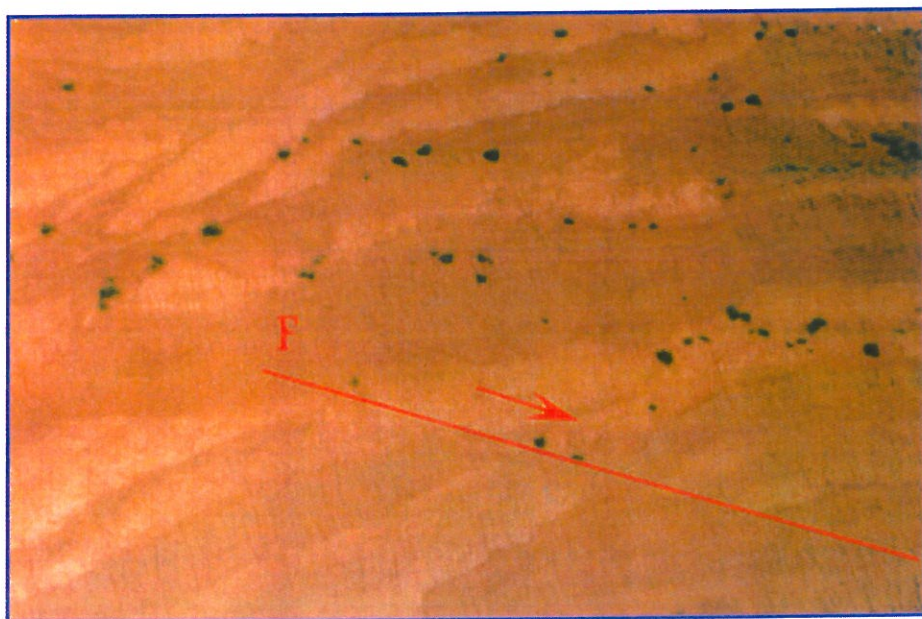
عکس شماره ۴۷ : مارنهای ملون حاوی ژئیس در مسیر تبریز - اهر



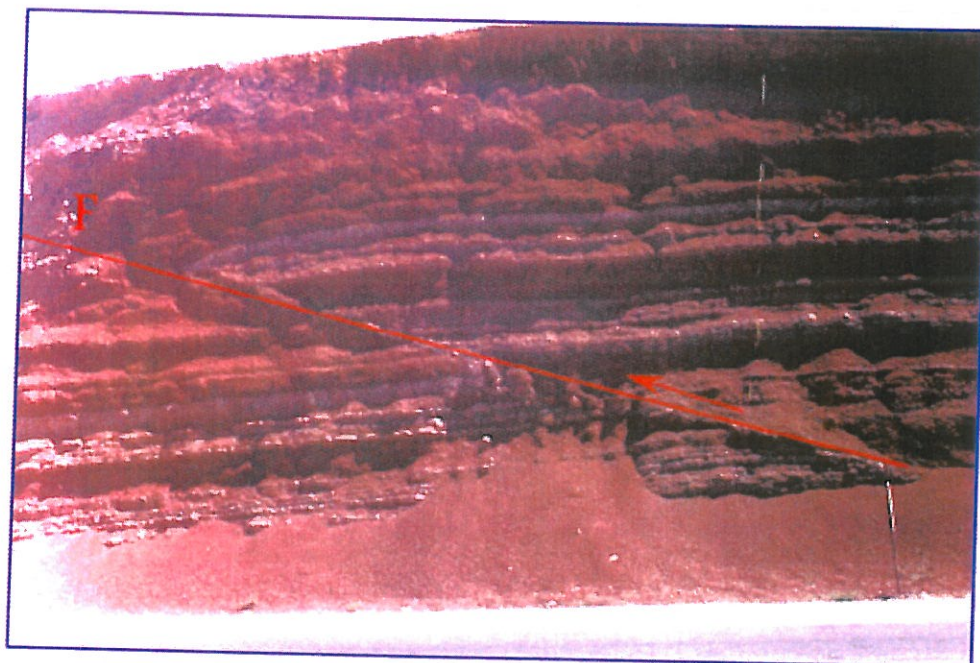
عکس شماره ۴۸ : مارنهای ژئیس دار در مسیر هریس - مهربان



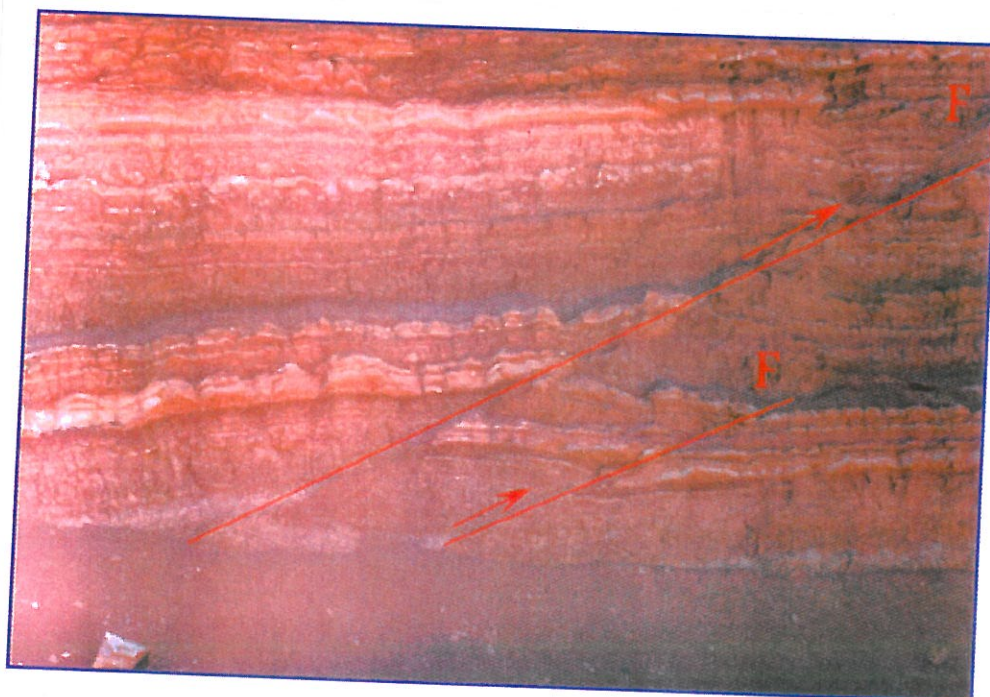
عکس شماره ۴۹: چین خوردگی حاصل از عملکرد گسل فشارشی شمال تبریز در مسیر جدید الاحداث جلفا



عکس شماره ۵۰: گسلهای نرمال که در پشت گسلهای فشارشی شمال تبریز رخ می دهد.



عکس شماره ۵۱ : گسلهای فشارشی شاخه های فرعی گسل شمال تبریز واقع در جاده اهر



عکس شماره ۵۲ : گسل فشارشی شاخه فرعی گسل شمال تبریز واقع در جاده خواجه

قسمت و ایجاد ناودیس حاشیه ای می شود . به این ترتیب در حاشیه گنبد های نمکی شیب لایه بندی واحدهای سنگ فوقانی ، تند ( بیشتر از ۷۰ درجه ) و در دورتر از آن به کمتر از ۲۰ درجه نیز می رسد . بنابراین بیشتر ناودیس هایی که در نقشه زمین شناسی منطقه حوزه آبریز آجی چای دیده می شود در اثر عملکرد حرکت گنبد های نمکی می باشد .

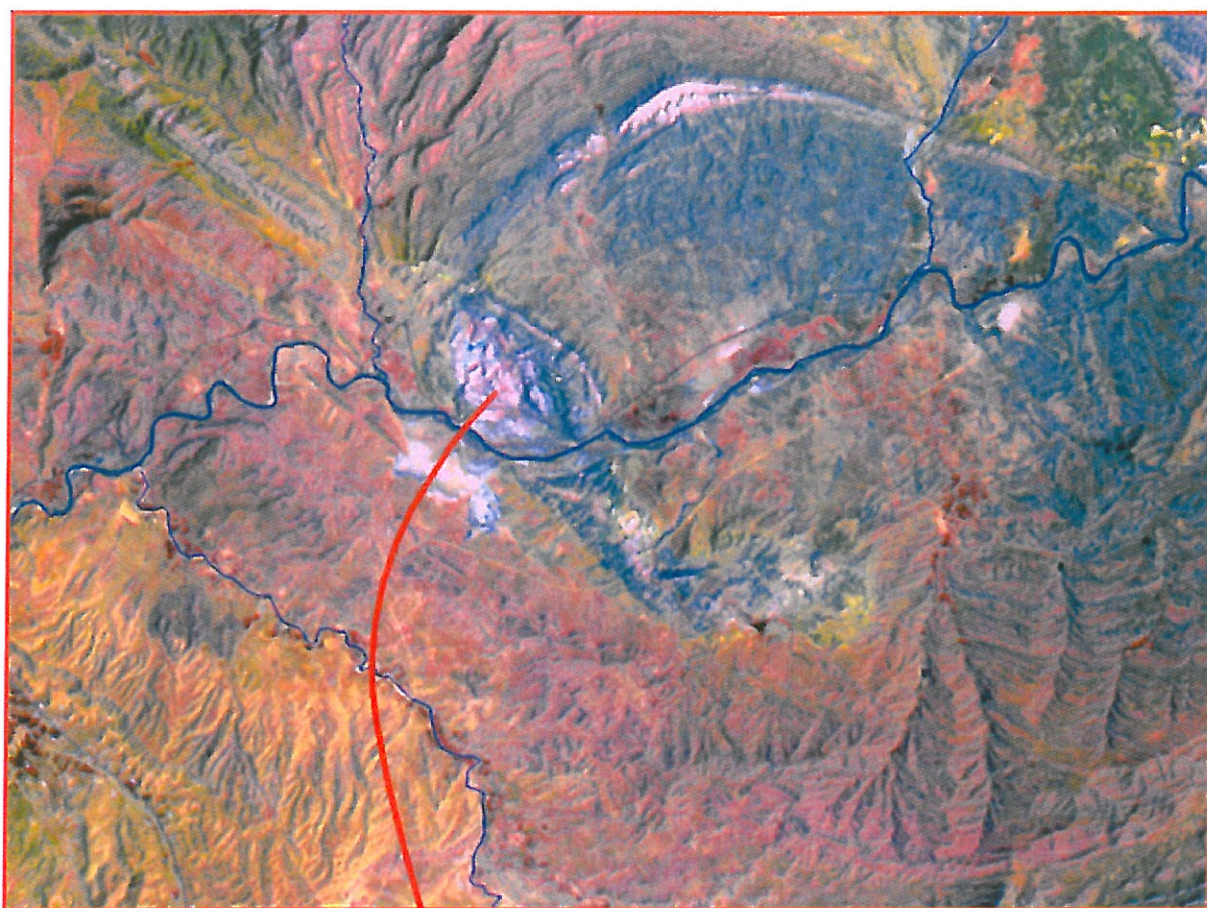
## تفسیر داده های ماهواره ای به منظور مشخص کردن گنبد های نمکی

برای تشخیص گنبد های نمکی در محدوده مورد مطالعه از داده های ماهواره لندست ۵ استفاده شد. به همین منظور از ترکیب باندهای مختلف و قرار دادن آنها در کانالهای قرمز، سبز و آبی و بکارگیری روشهای مناسب آشکار سازی و استفاده از فیلترهای مناسب تصاویر متعددی ساخته شد. بهترین تصویر از ترکیب باندهای ۵، ۳ و ۱ و قرار دادن آنها به ترتیب در کانالهای قرمز، سبز و آبی و بکارگیری روش آشکار سازی معادل سازی به دست آمد.

در این تصویر، گنبد های نمکی و مارنهای ژپیس دار به رنگ آبی متمایل به سفید دیده می شوند. تصویر شماره ۵۳ تصویر ماهواره ای با ترکیب رنگی مجازی TM 5.3.1 مربوط به معدن نمک خواجه است. همانطور که در تصویر دیده می شود، رودخانه تلخه رود از مجاورت این گنبد نمکی می گذرد و حتی ادامه این گنبد نمکی در حاشیه جنوبی رودخانه نیز گسترش دارد. عکس شماره ۵۴ نمایی نزدیک از گنبد نمکی خواجه را نشان می دهد. عکسهای شماره ۵۵ و ۵۶ چشمه هایی هستند که از اطراف این گنبد نمکی خارج شده اند و بعلت کمبود آب و پایین رفتن سطح ایستابی آب، جریان آب این چشمه ها خشک شده است و نهشته های نمکی کاملاً مشهود می باشد.

تصویر شماره ۵۷ تصویر ماهواره ای گنبد نمکی شیخ رجب می باشد. این تصویر نیز با استفاده از ترکیب باندهای ۵، ۳ و ۱ و قرار دادن آنها در کانالهای قرمز، سبز و آبی و به کارگیری روش آشکار سازی معادل سازی به دست آمده است. در این تصویر گنبد های نمکی به رنگ آبی مشاهده می شوند. چنین خوردگی ظریف آهکهای نمکی در این تصویر مشخص است. عکس شماره ۵۸ گنبد نمکی شیخ رجب را که به صورت گنبدی مجزا در دشت سطحی قرار دارد نشان می دهد. در اطراف آن چشمه های آب اشباع از نمک ملاحظه می شود. عکس شماره ۵۹ چشمه های خارج شده از این گنبد نمکی را نشان می دهد که حاوی محلولهای نمکی و اکسید های آهن می باشند.

تصویر شماره ۶۰ تصویر ماهواره ای دیگری را از گنبد های نمکی در مجاورت رودخانه آجی چای به نمایش می گذارد. با توجه به بازتاب مشخص نمکها در داده های پردازش شده حاصل از ترکیب باندها توانستیم بخشهای حاوی نمک را در محدوده مورد مطالعه تشخیص داده و جدا کنیم. مطالعات زمینی و نتایج آزمایشات دیفراکتومتری اشعه X و تجزیه شیمیایی بر روی نمونه های برداشت شده از این مناطق تأییدی بر حضور نمکها



عکس شماره ۵۳: نمایی از تصویر ماهواره ای گنبد نمکی خواجه  
عکس شماره ۵۴: نمایی نزدیک از گنبد نمکی بارز معدن نمک خواج

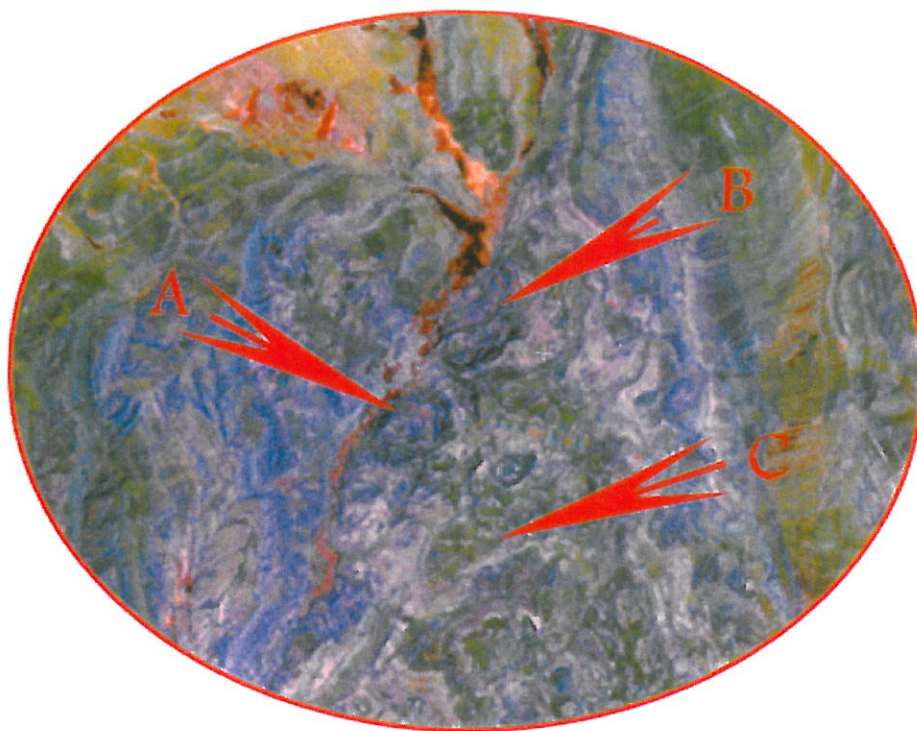




عکس شماره ۵۵ : نمایی از چشمه های نمکی که در اطراف گنبد نمکی خواجه دیده می شود .



عکس شماره ۵۶ : نمایی از چشمه های نمکی در اطراف معدن نمک خواجه



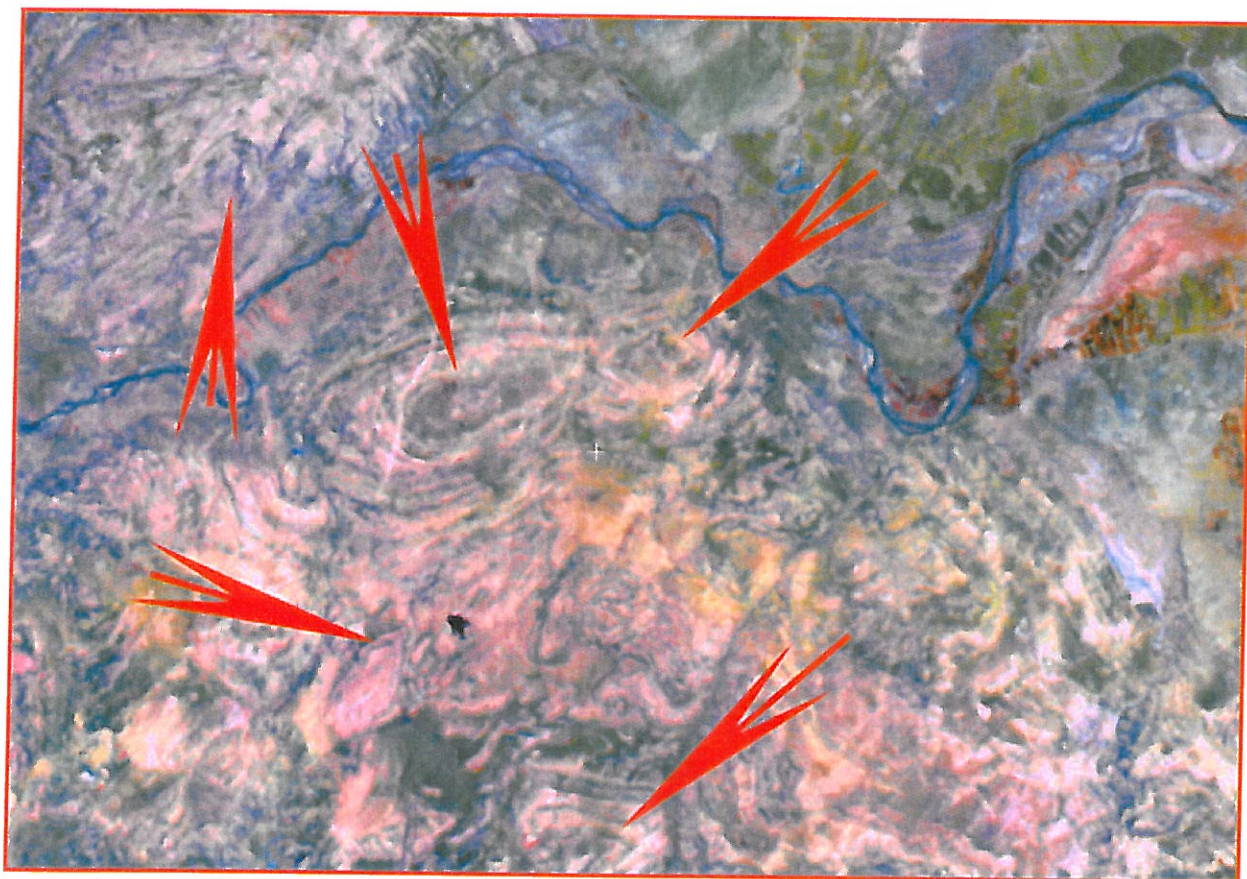
تصویر شماره ۵۷ : تصویر ماهواره ای از گنبد های نمکی در ناحیه شیخ رجب



عکس شماره ۵۸ : گنبد نمکی شیخ رجب همراه با چشمه های اطراف آن

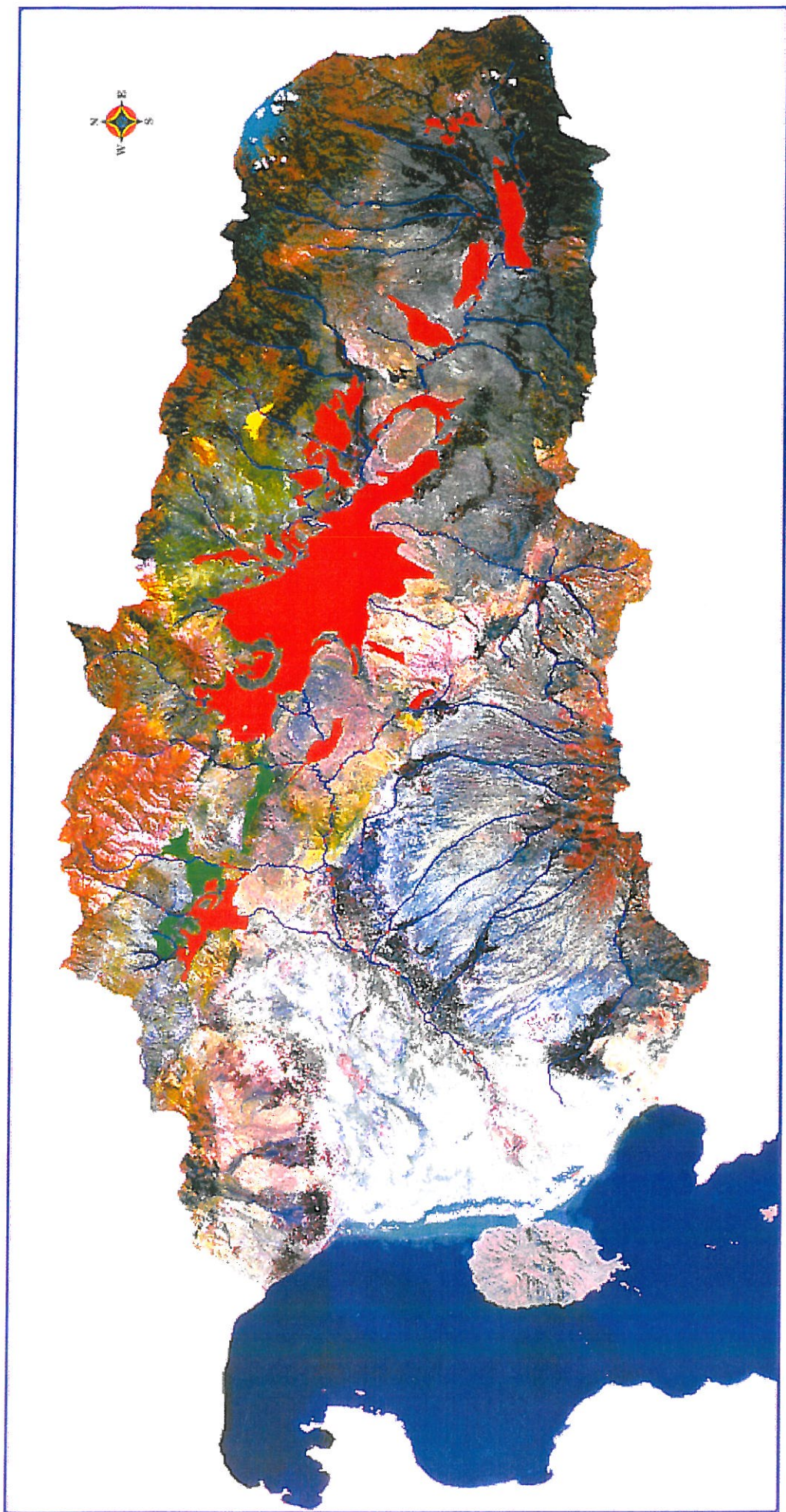


عکس شماره ۵۹: محلولهای مختلف خارج شده از چشمه های اطراف گنبد نمکی شیخ رجب



تصویر شماره ۶۰: گنبد‌های نمکی مشخص شده در اطراف رودخانه آجی چای به کمک تصاویر ماهواره ای

در بخشهای جدا شده می باشد . تصویر ۶۱ چگونگی گسترش رسوبات حاوی نمک را در محدوده مورد مطالعه نشان می دهد .



Gypsiferous Marl And Limestone

Gypsiferous Marl

Alternation of Greenish gray & red marl With Intercalation Gypsum

## زون بندی بخشهای تبخیری بر اساس میزان املاح

رسوبات نمکدار بر اثر ته نشست نمکها از محلولهای تغلیظ شده یا تبخیر آبهای نمکدار تشکیل می شوند. در بخشهای وسیعی از محدوده مورد مطالعه رسوبات نمکدار بیشتر همراه با مارنها مشاهده می شوند گذر رودخانه ها و آبراهه ها از این مسیر و انحلال نمکها و انتقال آن به آجی چای شوری و بد طعمی این رودخانه راسبب می شوند. ژپیس مهمترین سولفات موجود در محدوده مورد مطالعه می باشد. انیدریت به مقدار کمتر همراه با ژپیس در برخی مناطق گزارش شده است. هالیت نیز مهمترین کلرید موجود در رسوبات تبخیری است. کلسیت و دولومیت نیز از دیگر رسوبات مهم در سنگهای رسوبی محدوده مورد مطالعه هستند. کانیهای فوق الذکر دارای قابلیت انحلال فراوان می باشد و به دلیل اینکه در محدوده مورد مطالعه نزولات جوی نسبتاً خوب بوده براحتی در آب حل شده به رودخانه آجی چای حمل می شوند. سولفاتهایی نظیر ژپیس و انیدریت با ضخامت و گسترش قابل ملاحظه ای تقریباً خالص و به صورت یک افق نمکدار در مطالعات صحرائی مشاهده شده است.

انیدریت بر اثر عمل آب گیری به ژپیس تبدیل می شود. بنابر این سولفاتهایی که در رخنمونها مشاهده می شوند بیشتر از نوع ژپیس هستند. عکسهای شماره ۶۲ و ۶۳ و ۶۴ نمونه ای از آن را نشان می دهد. همان طور که ملاحظه می شود کانی ژپیس افق نمکی به ضخامت ۱۰ تا ۳۰ سانتیمتر را تشکیل می دهد.

همانطور که قبلاً نیز بیان شد کانی ژپیس در محدوده نسبتاً وسیعی از حوزه آجی چای بصورت رگه در مارن ها یافت می شود. به نظر می رسد این کانی که در اثر آب گیری انیدریت حاصل شده موجب افزایش حجمی معادل ۳۰ تا ۵۰ درصد است.

گاهی تورم حاصله سبب چین خوردگی اینترولیتیکی لایه های نازک انیدریت در داخل سنگها می شود. نمونه ای از آن را در سنگ نمک خواجه می توان مشاهده کرد. چین خوردگی شدید لایه ای هیدراته ممکن است تأثیر زیادی بر روی لایه ای محاط شده نداشته باشد. ( عکس شماره ۶۵ )

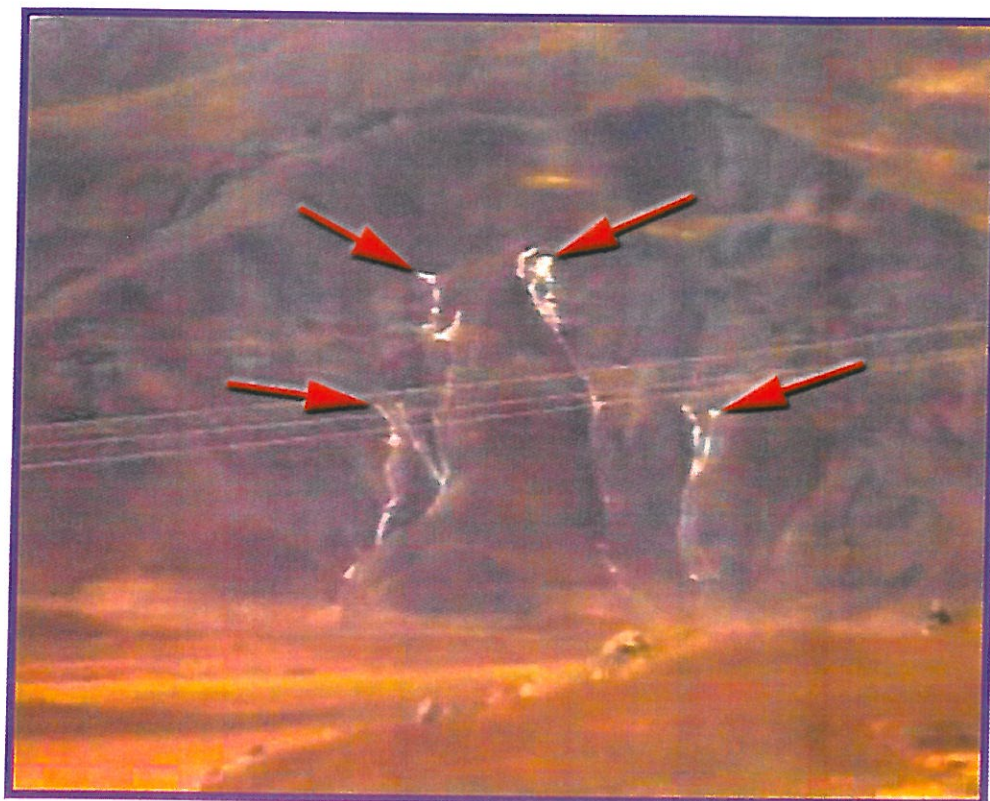


عکس شماره ۶۲: لایه های ژئیس در مارنهای میوسن در حوالی روستای شالی



عکس شماره ۶۳: قطعات ژئیس در مارنهای نیوسن در حوالی روستای هریس





عکس شماره ۶۴ : چشمه های نمکی خارج شده از دامنه های باختری در مجاورت رودخانه نهند



عکس شماره ۶۵: چین خوردگی شدید انیترولیتیکی لایه های نازک ایندریت در معدن نمک خواجه

## نمونه گیری

در زمان نمونه گیری بسیاری از رودخانه های منتهی به تلخه رود خشک بودند و برداشت از آب این رودخانه ها امکان پذیر نبود. بنابراین سعی شد از واحدهایی که امکان آلوده کردن حوزه آبریز را به املاح تبخیری (سولفاتها و کلریدها) فراهم می کند، نمونه گیری شود.

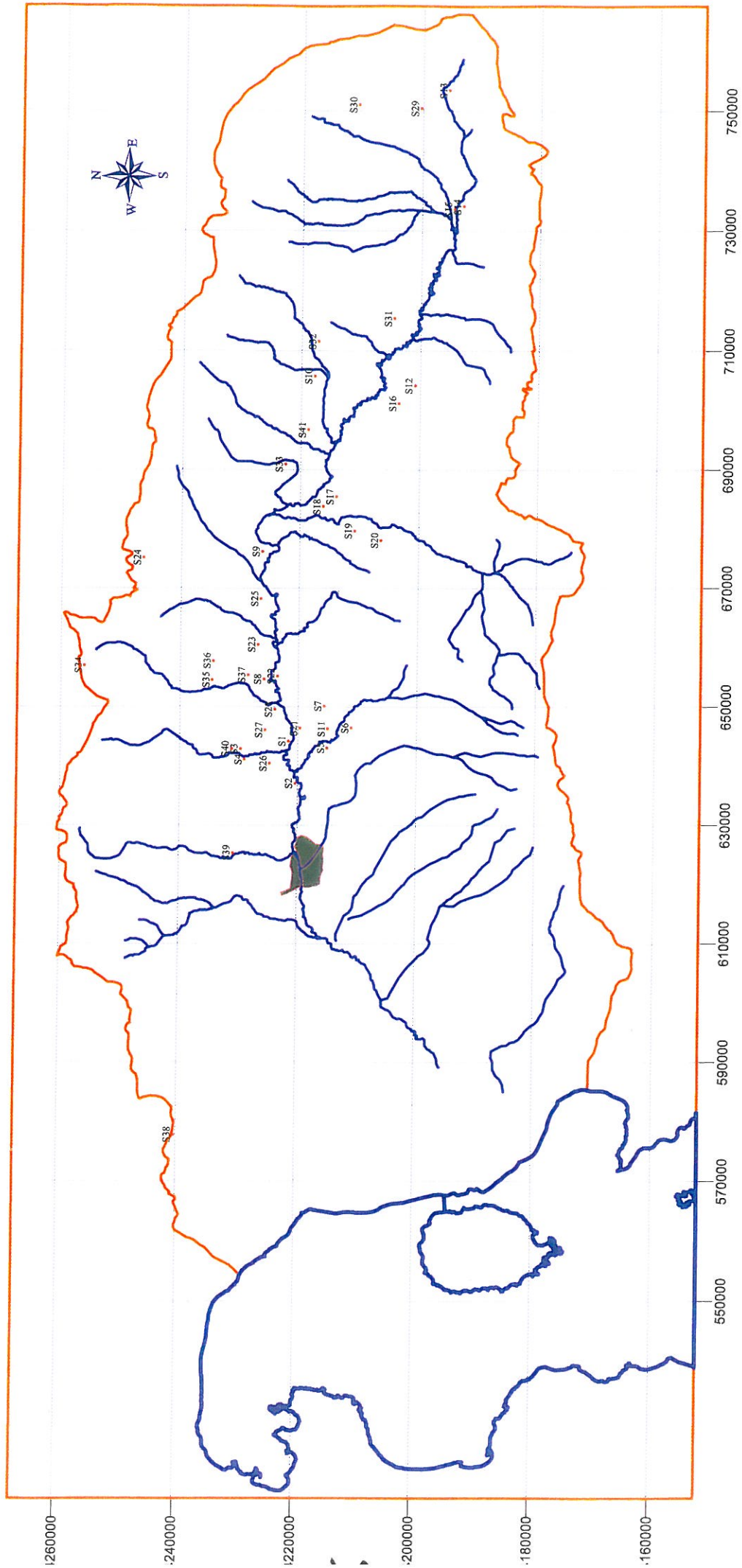
با توجه به اینکه تمامی رودخانه های این حوزه از واحدهای آتشفشانی و کنگلومرا منشأ می گیرند و بدلیل اینکه نمونه گیری از این واحدها کمک زیادی بر حضور املاح تبخیری در آب نمی کند. بنابراین از این سنگها نمونه گیری نشد. بیشتر نمونه های برداشت شده متعلق به بخشهای مارنی - آهکی و مارنی - ماسه ای میوسن با توجه به وجود شرایط تبخیری و تشکیل نهشته های نمکی در این واحدها می باشد. تمامی نمونه های برداشت شده به منظور اطلاع از نوع و فراوانی کانیها بخصوص کانیهای سولفات و کلریدها تحت آزمایشات دیفراکتومتری اشعه X و تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. تصویر شماره ۶۶ محل نمونه های برداشت شده از حوزه آبریز آجی چای را نشان می دهد.

یکی از اساسی ترین شرایط لازم جهت هر گونه تخمین صحیح مقادیر متغیرها در جوامع ژئوشیمیایی، همگن بودن آنهاست و هرگونه انحراف در صحت چنین شرایطی می تواند کم و بیش منجر به اخذ نتایج نادرست گردد. نظر به اینکه مقادیر زمینه عناصر مورد بررسی، با توجه به نوع سنگ بستر بالادست آبراهه تغییرات نسبتاً خاصی دارند. بنابر این فاکتور لیتولوژی می تواند یکی از مهمترین عوامل ایجاد ناهمگن در جوامع حاصل از بررسی رسوبات آبراهه ای باشد.

با توجه به اینکه نوع سنگ بستر بالادست آبراهه های منطقه که منجر به ورود املاح تبخیری می شوند تنها مارن - آهکی و یا مارن - ماسه ای در ناحیه می باشد و سنگها ولکانیک و کنگلومرانی بی تأثیر می باشد بنابراین تنها رخنمونهای مارنی، آهکی مدنظر می باشد.

با توجه به تأثیر فاکتور لیتولوژی در منطقه، اقدام به ارائه مقادیر کلارک عناصر مورد بررسی در واحدهای رسوبی و ولکانیک نموده ایم (جدول ۶۷). همانگونه که مشاهده می شود غلظت هر یک از عناصر با میزان شدت و ضعف متفاوت نسبت به تغییرات سنگ بستر حساس می باشد و بنابر این لازم است در تعیین مقدار زمینه هر عنصر نوع محیط سنگی مورد توجه قرار گرفته و در حد امکان اثرات آن خنثی گردد تا

تصویر شماره ۶۶: محل نمونه های برداشت شده از حوزه آبریز آبی چای



	سنگ آذرین	گرینات ها	ماسه سنگ	شیل و مارن
Na	۲۸۳۰۰	۴۴۰۰	۳۳۰۰	۹۶۰۰
K	۲۵۹۰۰	۲۷۰۰	۱۰۷۰۰	۲۶۶۰۰
Cl	۱۳۰	۱۵۰	۱۰	۱۸۰
Ca	۳۶۳۰۰	۳۰۲۳۰۰	۳۹۱۰۰	۲۲۱۰۰
Mg	۲۰۹۰۰	۴۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱۵۰۰۰
Al	۸۱۳۰۰	۴۲۰۰	۲۵۰۰۰	۸۰۰۰۰
Si	۲۷۷۲۰۰	۲۴۰۰۰	۳۶۸۰۰۰	۲۷۳۰۰۰

جدول شماره ۶۷: حدکларک عناصر موجود (برحسب بخش در میلیون) در

واحدهای رسوبی و ولکانیک (اقتباس از کتاب اصول ژئوشیمی تألیف میسون)

بتوان با تعیین یک حد آستانه ای برای هر متغیر ، اقدام به تعیین محدوده زونهای ناهنجاری نمود .

تشخیص ناهنجاری مواد تبخیری اغلب بدلیل بالا بودن مقدار نسبی غلظت عناصر مربوطه نسبت به مقدار زمینه میسر می گردد . لذا بروز هر گونه خطایی در تخمین مقدار زمینه اثر مستقیم بر روی نتایج حاصله دارد .

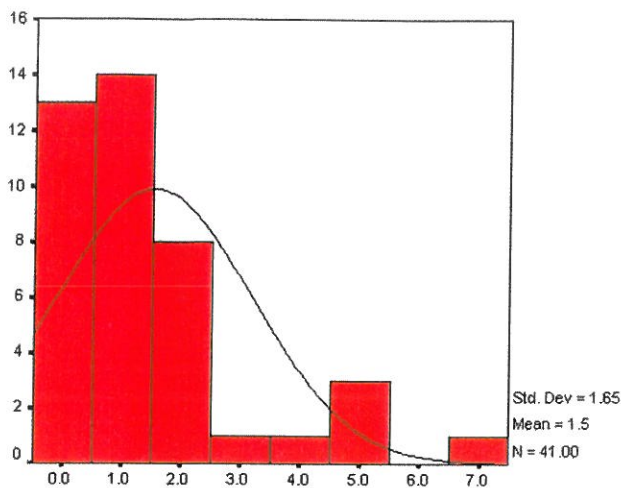
در این پروژه مقادیر مربوط به هر متغیر نسبت به مقدار میانگین و انحراف معیار آن متغیر نرمالایز گشته و در نهایت بصورت یک جامعه نرمال استاندارد ( با میانگین صفر و انحراف معیار یک ) در می آید . ( نمودار ۶۸ ) بدین ترتیب توزیع هر متغیر دارای پارامترهای پراکندگی و تمایل به مرکزیت مشابه می باشد . جهت بررسی میزان همبستگی بین متغیرهای مختلف مورد بررسی ماتریس ضرایب همبستگی بین آنها ارائه گردیده است. (جدول ۶۹)

همانگونه که مشاهده می شود در جدول فوق بیشترین میزان همبستگی مثبت به ترتیب بین  $Na_2O - Cl$  (0.675)  $Mgo - Fe_2O_3$  (0.77) دیده می شود و از طرف دیگر بیشترین ضریب همبستگی منفی (ناهمبستگی) بترتیب بین  $CaO - SiO_2$  (-0.50) مشاهده می شود .

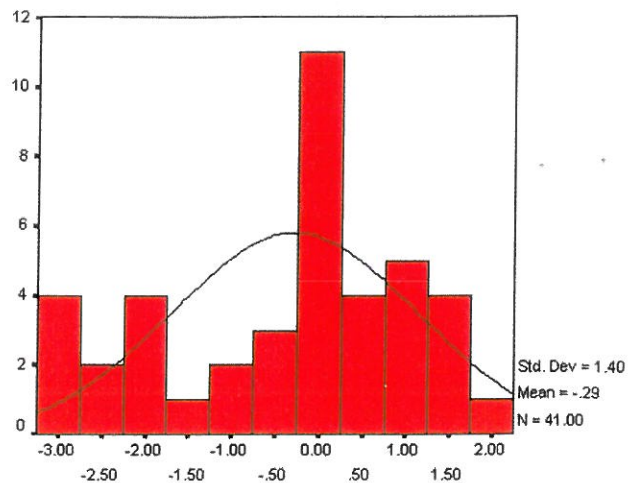
حال جهت تعیین محدوده ناهنجاری هر یک از این متغیرها و بررسی روندهای پریپتانسیل موجود در منطقه اقدام به تعیین حد آستانه ای این متغیرها نموده و نمونه های آنومال آنها را مشخص می نمایم . حد آستانه ای در ژئوشیمی اکتشافی ، بصورت حد بالایی تغییرات نرمال مقدار زمینه تعریف می شود . مقادیر بیش از حد آستانه ای بعنوان ناهنجاری تلقی می گردند .

معمول ترین روش جهت تعیین حد آستانه ای ، برابر قرار دادن آن با مقدار میانگین به اضافه دو برابر انحراف معیار است . همانطور که در نمودار شکل ۷۰ دیده می شود می توان سه جامعه همبسته بین عناصر تشخیص داد :

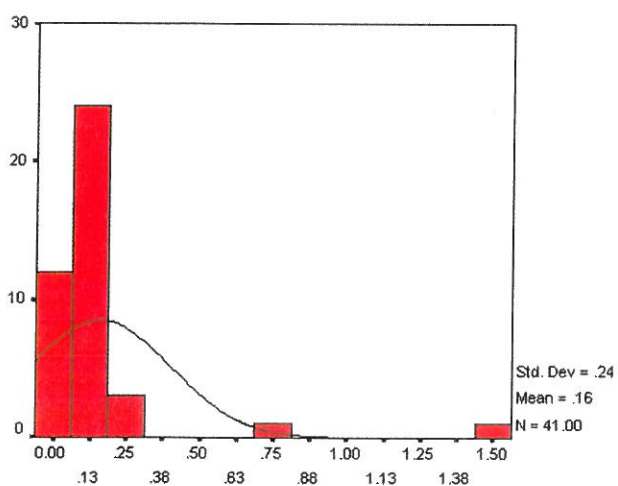
۱- جامعه همبسته بین مقادیر لگاریتمی  $CaO$  ،  $L.O.I$  که نشاندهنده ارتباط بین مواد گازی فرار با  $CaO$  می باشد که کربناته بودن منطقه را نشان می دهد .



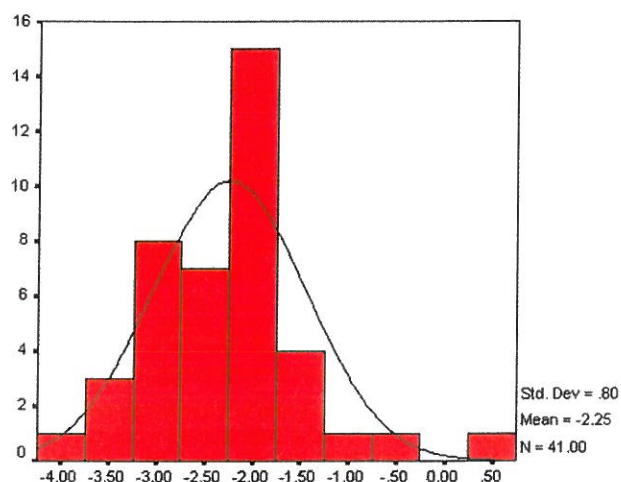
CL<sup>-</sup>



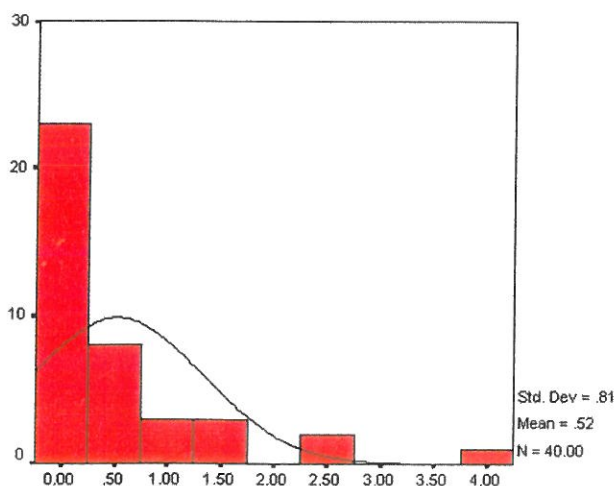
LN\_CL<sup>-</sup>



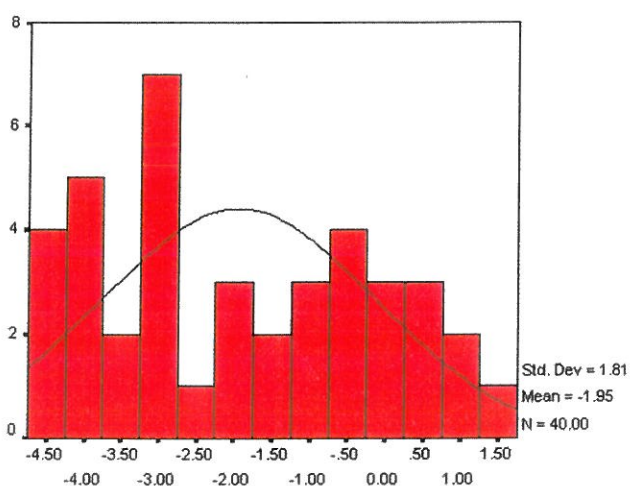
K2O



LN\_K2O



NA2O



LN\_NA2O

شکل شماره ۶۸: مقایسه هیستوگرامهای عناصر  $Na_2O, CaO, Cl$  بعد از نرمالایز کردن مقادیر آن

جدول شماره ٦٩: ماتریس ضرایب همبستگی بین عناصر مورد مطالعه

Correlations

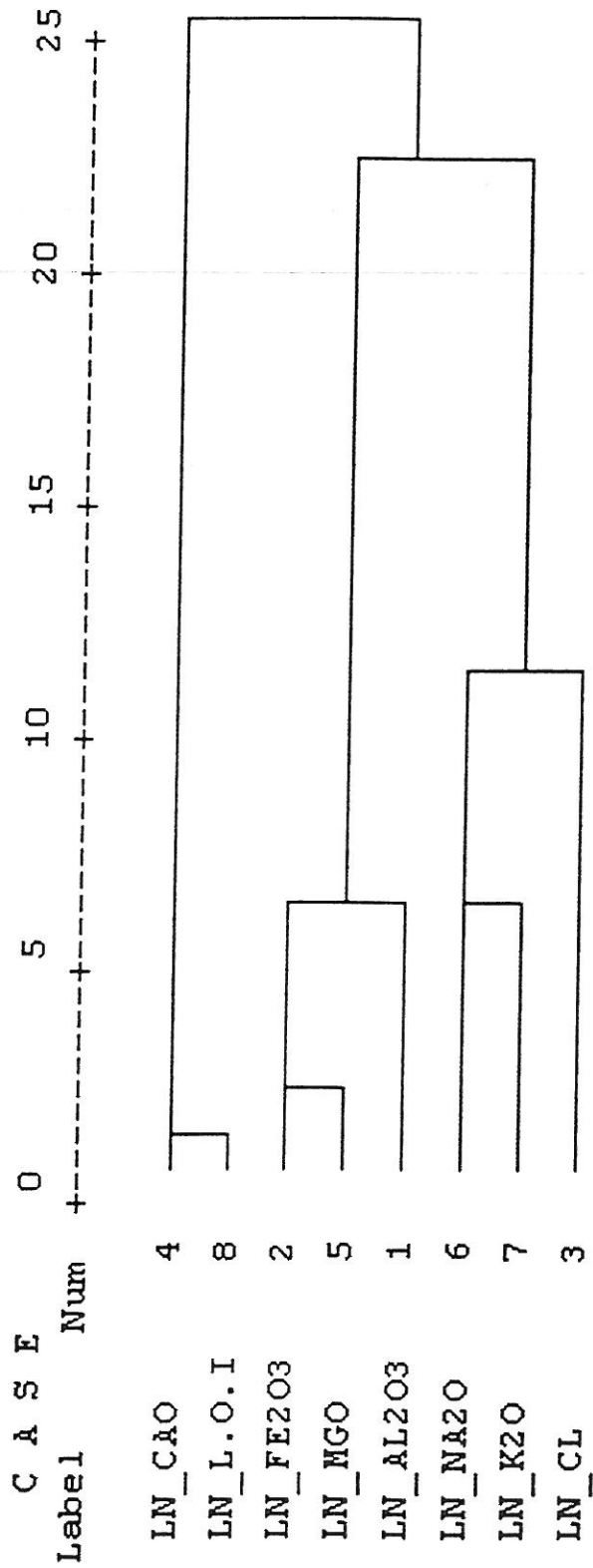
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CL	CAO	MGO	So3 in Acid	So3 in Water	NA2O	K2O
SiO2	1.000	.018	.068	.000	-.502	.113	-.645	-.570	.055	-.080
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)		.461	.354	.499	.001	.266	.000	.000	.381	.330
Al2O3	.018	1.000	.635	-.257	-.131	.509	-.265	-.210	-.066	.071
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)	.461		.000	.074	.233	.001	.068	.120	.358	.347
Fe2O3	.068	.635	1.000	-.147	-.134	.726	-.202	-.187	.041	.073
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)	.354	.000		.207	.228	.000	.129	.149	.411	.343
CL	.000	-.257	-.147	1.000	-.119	.095	.085	.190	.675	.494
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)	.499	.074	.207		.255	.299	.319	.145	.000	.002
CAO	-.502	-.131	-.134	-.119	1.000	-.069	.027	-.039	-.146	-.070
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)	.001	.233	.228	.255		.351	.441	.414	.209	.348
MGO	.113	.509	.726	.095	-.069	1.000	-.176	-.061	.064	.207
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)	.266	.001	.000	.299	.351		.164	.367	.363	.124
So3 in Acid	-.645	-.265	-.202	.085	.027	-.176	1.000	.886	-.252	.106
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)	.000	.068	.129	.319	.441	.164		.000	.078	.278
So3 in Water	-.570	-.210	-.187	.190	-.039	-.061	.886	1.000	-.166	.222
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)	.000	.120	.149	.145	.414	.367	.000		.178	.108
NA2O	.055	-.066	.041	.675	-.146	.064	-.252	-.166	1.000	.440
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)	.381	.358	.411	.000	.209	.363	.078	.178		.005
K2O	-.080	.071	.073	.494	-.070	.207	.106	.222	.440	1.000
Pearson Correlation										
Sig. (1-tailed)	.330	.347	.343	.002	.348	.124	.278	.108	.005	



\* \* \* \* \* H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S \* \* \* \* \*

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

Rescaled Distance Cluster Combine



۲- همبستگی بین عناصر  $Fe_2O_3$  و  $MgO$  و  $Al_2O_3$  نشاندهنده وجود کانیهای رسی در نمونه های برداشت شده می باشد ولیکن با توجه به اینکه میزان همبستگی بین  $CaO$  و  $L.O.I$  خیلی بیشتر از میزان همبستگی عناصر ذکر شده می باشد بنابراین فاز قلیائی - کربناته بر محیط حاکم بوده است .

۳- دسته سوم از عناصر همبسته ، بین مقادیر لگاریتمی  $Na_2O$  و  $K_2O$  و  $Cl^-$  می باشد که بیانگر وجود رسوبات تبخیری در محیط می باشد .

### تعیین محدوده های حوزه های رسوبات تبخیری

پس از تعیین مقدار لگاریتمی عناصر آنالیز شده در محدوده مورد مطالعه ( جدول آنالیز عناصر در پیوست آورده شده است ) و کم کردن حد کلارک از این عناصر ، مقادیر باقی مانده ، ناهنجاری عناصر را در محدوده حوزه آبریز آجی چای بیان می کند . که پراکندگی این عناصر در برنامه مشخص Surfer گردید .

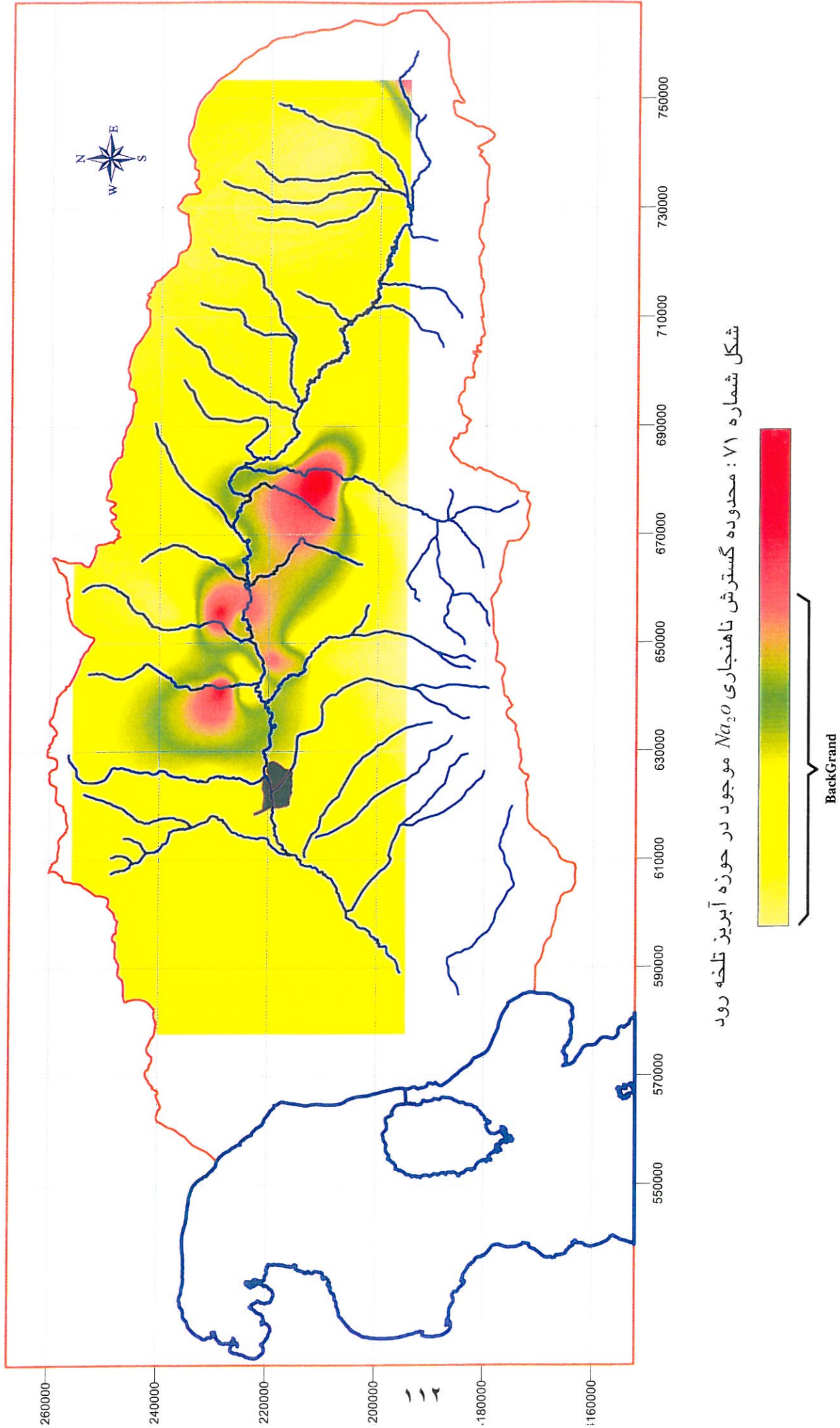
با توجه به همبستگی بین مقادیر عناصر  $Na_2O$  و  $K_2O$  و  $Cl^-$  میزان گسترش و پراکندگی این سه عنصر با یکدیگر انطباق داشته و همچنین پراکندگی آنها با گسترش رسوبات تبخیری مشخص شده در تصاویر ماهواره ای ( تصویر ۶۱ ) کاملاً مطابقت می کند . اشکال شماره ۷۱ ، ۷۲ ، ۷۳ پراکندگی عناصر  $Na_2O$  و  $K_2O$  و  $Cl^-$  را بترتیب نشان می دهد . این محدوده های ناهنجاری با گنبد نمکی منطقه منطبق است .

همانطور که ملاحظه می شود ، بیش از ۵۰٪ از حوزه آبریز در مسیر رودخانه آجی چای حاوی رسوبات تبخیری می باشد ، که این مسئله بایستی در تعیین بندها و مسیرهای انحرافی کاملاً در نظر گرفته شود . از مهمترین این موارد با توجه به اشکال گسترش ناهنجاری می توان محدوده گنبد نمکی خواجه را که تا رودخانه نهند گسترش دارد و نیز در مسیر رودخانه های وانق چای و اوجان چای که گسترش وسیعی را شامل می شود ، نام برد .

محدوده گسترده  $SO_3$  محلول در آب بیانگر وجود ژیبس در منطقه می باشد که در شکل شماره ۷۴ این گسترش ناهنجاری نشان داده شده است . شکل شماره ۷۵ نیز گسترش  $SO_3$  محلول در اسید را نشان می دهد ولیکن با توجه به اینکه محیط حوزه آبریز آجی چای ، یک محیط قلیائی می باشد تنها نقشه پراکندگی  $SO_3$  محلول در آب را در نظر می گیریم .

# Anomaly Map of $Na_2O$

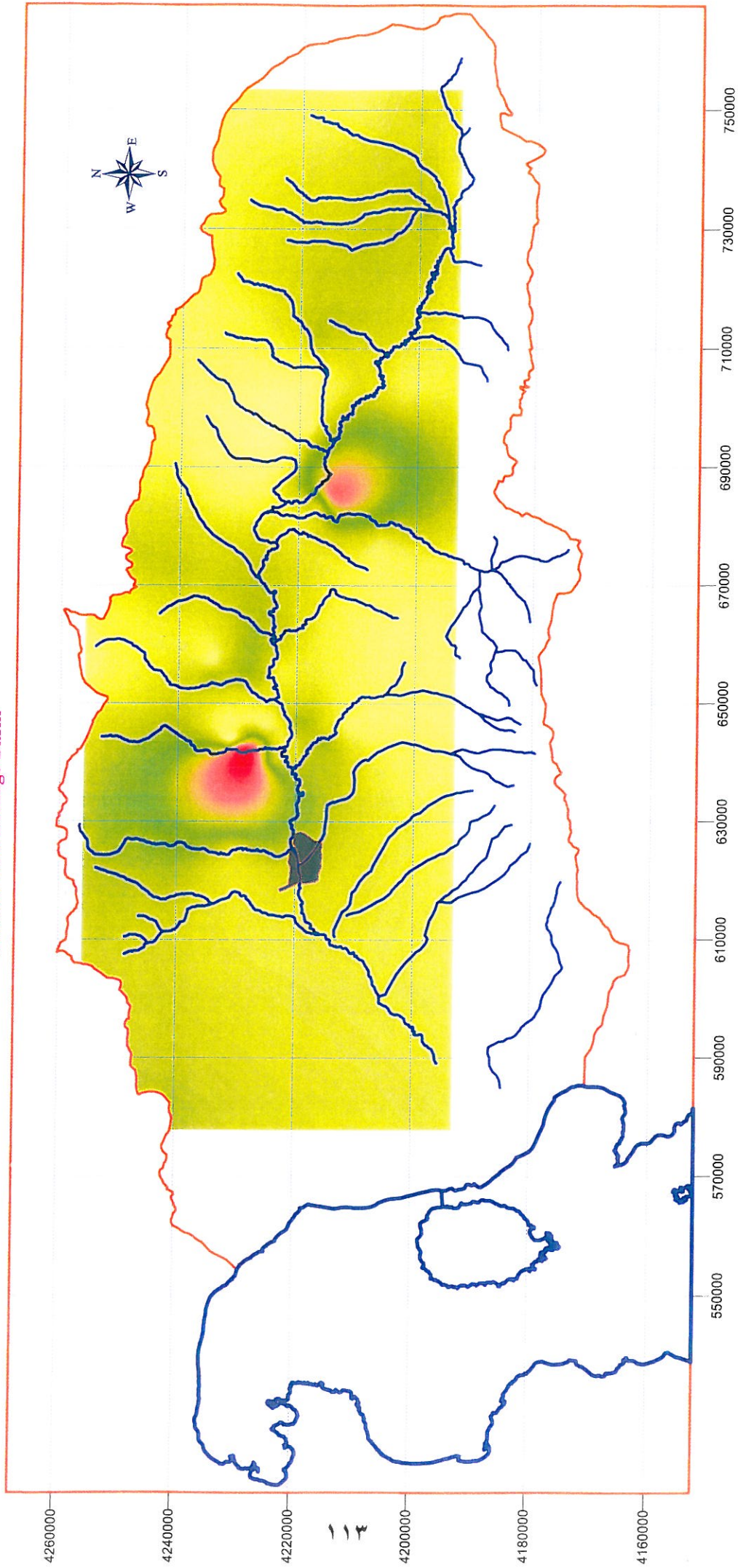
## Talkheh Rud Drainage Basin



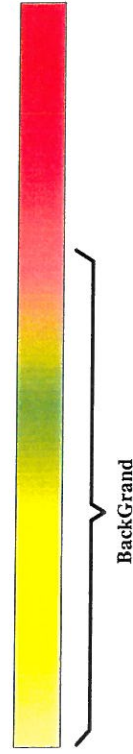
شکل شماره ۷۱: محدوده گسترش ناهنجاری  $Na_2O$  موجود در حوزه آبریز تلخه رود

*Anomaly Map of  $K_2O$*

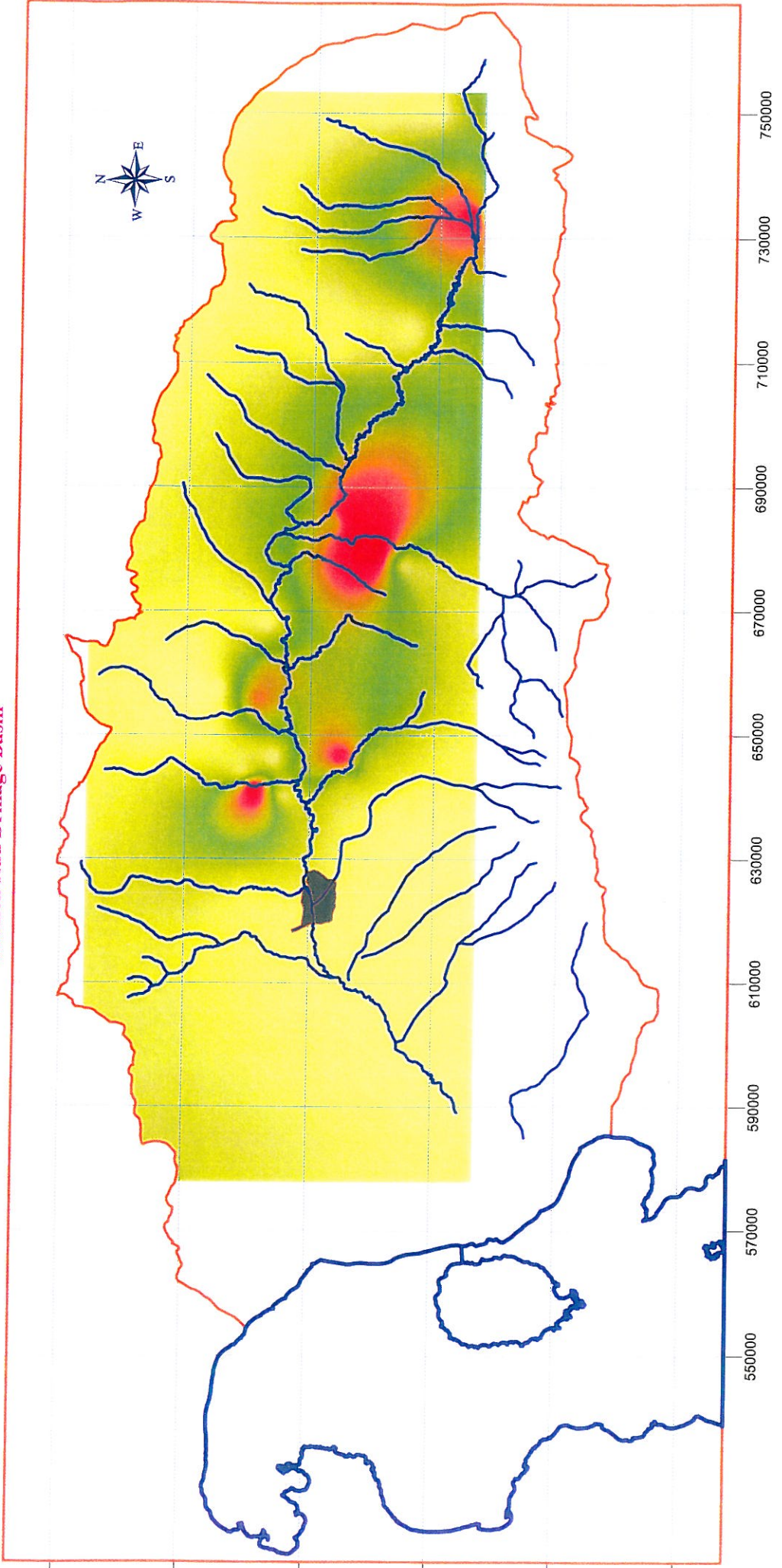
**Talkheh Rud Drainage Basin**



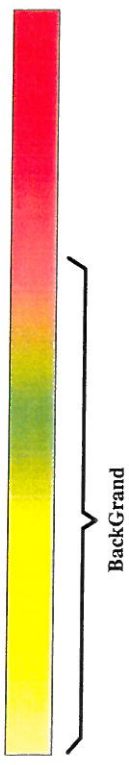
شکل شماره ۷۲ : محدوده گسترش ناهنجاری  $K_2O$  موجود در حوزه آب



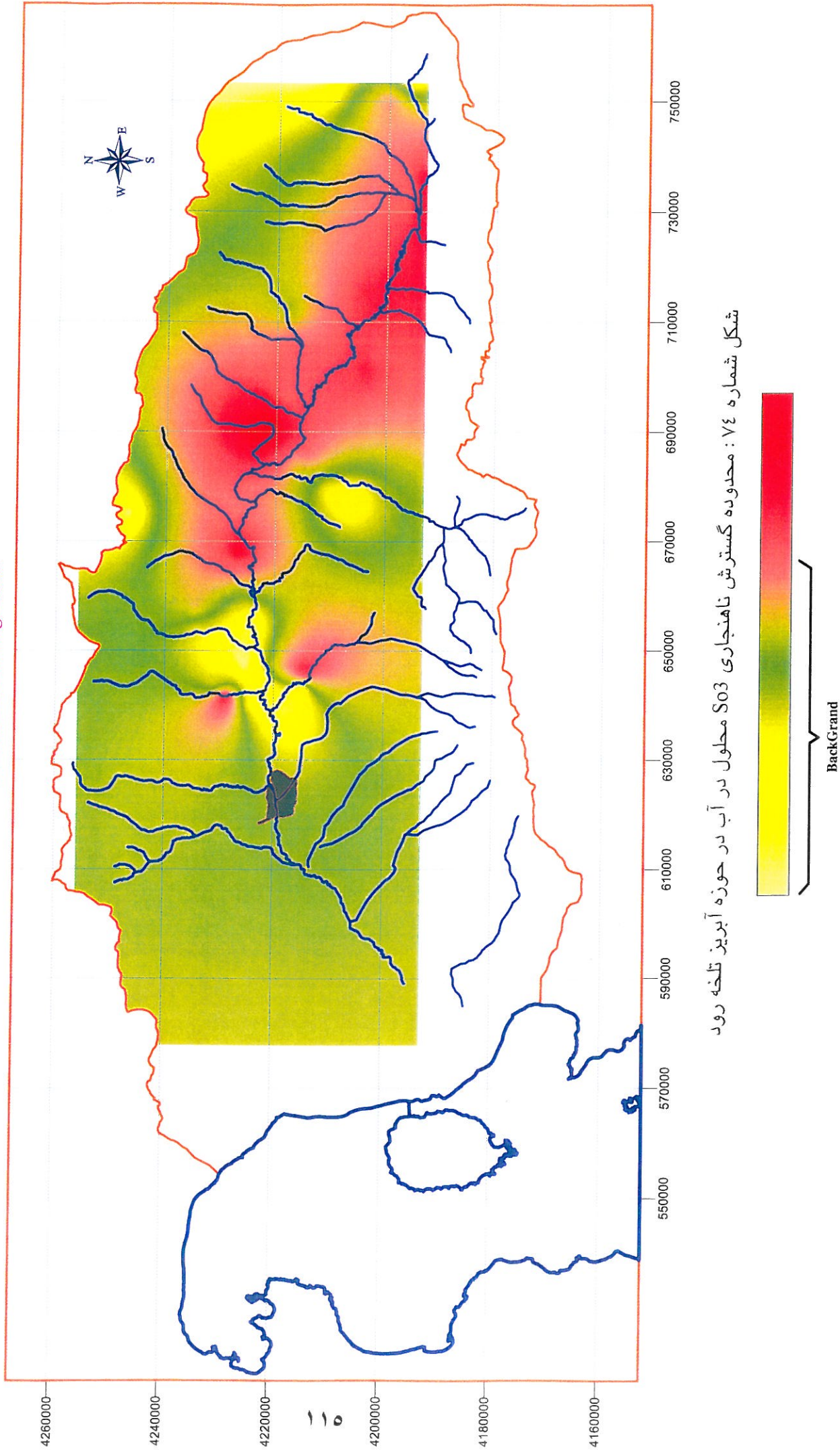
**Talkheh Rud Drainage Basin**



شکل شماره ۷۳: محدوده گسترش ناهنجاری Cl موجود در حوزه آبریز تلخه رود



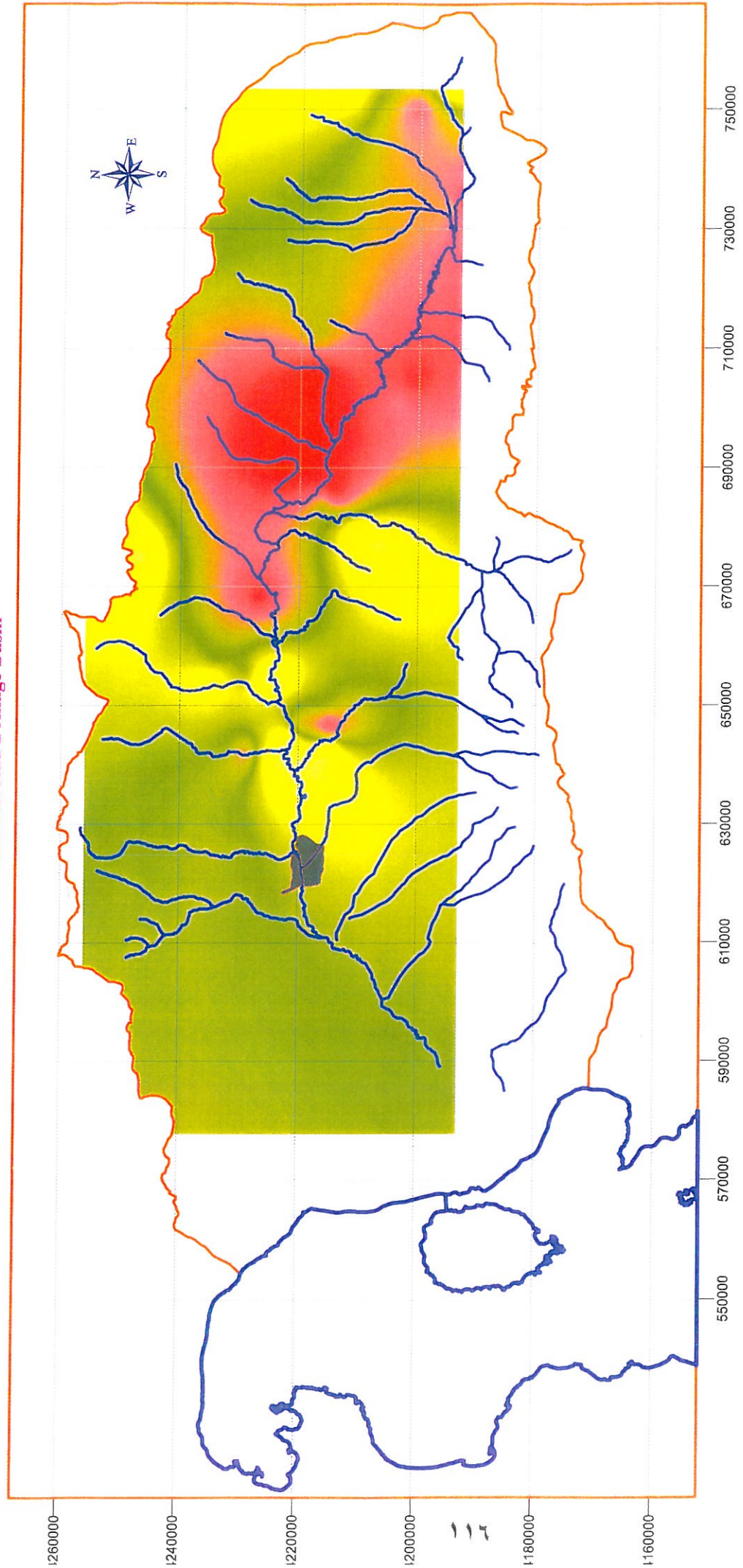
**Talkheh Rud Drainage Basin**



شکل شماره ۷۴ : محدوده گسترش ناهنجاری  $SO_3$  محلول در آب در حوزه آبریز تلخه رود

*Anomaly Map of  $SO_3$  Solution in Acid*

**Talkheh Rud Drainage Basin**



شکل شماره ۷۵ : محدوده گسترش ناهنجاری  $SO_3$  محلول در اسید در حوزه آبریز تلخه رود

## نتیجه گیری :

بررسی های دور سنجی در محدوده حوزه آبریز آجی چای در چارچوب قرارداد منعقد ، نتایج زیر را بهمراه داشت :

- ترسیم دقیق محدوده حوزه آبریز رودخانه آجی چای بر اساس داده های ماهواره ای .
- ترسیم گستره رسوبات تبخیری بر اساس بازتاب طیفی این رسوبات در باندهای اطلاعاتی مختلف ، تصویر شماره ۱۸ ، بیانگر گسترش این رسوبات می باشد .
- ترسیم محدوده واحدهای سنگی مختلف بر اساس بازتاب طیفی آنها و تفکیک آنها بصورت واحدهای گرافیکی .
- ترسیم گنبد های نمکی نهان و آشکار در مسیر رودخانه آجی چای .
- زون بندی بخش های تبخیری بر اساس نتایج آزمایشگاهی بدست آمده از نمونه های برداشت شده و مقایسه آن با نقشه زون بندی حاصل از بررسی های دور سنجی .
- مطالعه بر روی مسیر عبور رودهای مهم از واحدهای سنگی شناسایی شده و تأثیر ترکیب آنها بر آب این رودها و پیشنهادات لازم برای چگونگی استفاده از آب آنها به صورت زیر :

- رودخانه اوجان چای تا قبل از رسیدن به واحد مارن ژپیس دار ، حاوی آب نسبتاً شیرین بوده و برای کشاورزی مناسب است . بنابراین قبل از گذر از واحد فوق الذکر قابل استفاده است .
- باسج چای ، به دلیل عدم گذر از واحدهای تبخیری ، احتمالاً دارای آب شیرین بوده و قابل استفاده برای کشاورزی می باشد .
- ترکیب آب رودخانه سعید آباد چای تا قبل از عبور از مارنهای ژپیس دار احتمالاً شیرین است .
- ترکیب رودخانه رورچای تا قبل از رسیدن به واحد مارن ژپیس دار ، شیرین بوده و شاید بررسی احتمال انحراف مسیر این رودخانه ، استفاده بیشتر از آن را میسر سازد .

---

\* به دلیل اینکه ، هنگام برداشت های صحرایی ، رودخانه خشک بوده و امکان برداشت نمونه از آب میسر نبود ، بنابراین از ترکیب دقیق آب بی اطلاع هستیم و صرفاً با توجه به ترکیب واحدهای سنگی که رودخانه ها از آن عبور می کنند ، به ترکیب آنها اشاره می شود .



- آب رودخانه جکی چای تا قبل از پیوستن به رودخانه مهربان ، حاوی نمک در حد قابل پذیرش و قابل استفاده است .
- رودخانه هایی نظیر رازلیق ، پیسلر ، تاجیار و آغمیون با توجه به مسیر گذر آنها از واحدهای سنگی غیر تبخیری احتمالاً نسبتاً شیرین بوده و قابل بررسی برای استفاده در مصارف کشاورزی می باشد . با توجه به سایر مسائل فنی زدن بند در مسیر آنها قابل تأمل است . ک/۱۲

پیوست

S	E	N	SiO2	Al2O3	Fe2O3	Cl	CaO	MgO	So3 in Acid	So3 in Water	Na2O	K2O	L.O.I
S1	644215	4221638	20.70	7.20	5.70	1.84	20.10	8.80	1.12	0.76	0.26	0.06	23.10
S2	637070	4220399	22.00	7.80	5.50	0.70	19.00	11.00	1.20	0.70	0.60	0.20	22.00
S3	642011	4229723	14.00	11.00	4.80	1.20	23.00	9.00	18.00	6.00	1.10	0.30	20.00
S4	641342	4229051	13.70	5.94	3.43	5.20	20.50	5.00	19.25	15.87	2.50	1.49	18.67
S5	643046	4215061	21.40	5.10	5.30	0.84	17.80	8.40	1.40	0.80	0.43	0.17	22.40
S6	646419	4219264	12.40	6.20	2.70	0.97	23.40	0.16	17.55	11.65	0.02	0.05	19.12
S7	646918	4219572	14.20	5.90	2.54	2.45	21.80	0.40	12.06	10.06	0.12	0.10	19.67
S8	654651	4225064	21.60	4.80	3.10	2.25	22.30	0.27	0.59	0.56	0.45	0.14	24.10
S9	676181	4226333	12.90	6.30	3.27	0.96	21.40	n.d	22.30	10.63	0.69	0.12	18.67
S10	705685	4217736	11.40	5.92	3.35	1.20	20.10	0.17	37.24	12.29	0.01	0.03	16.96
S11	644282	4214971	19.00	2.40	2.50	4.02	19.60	0.17	27.14	14.73	0.91	0.10	17.80
S12	704120	4200834	17.30	2.10	2.70	1.20	21.50	n.d	30.77	13.39	0.01	0.06	18.60
S13	753407	4195549	20.60	4.60	3.30	1.17	23.10	0.17	1.23	0.74	1.33	0.09	23.80
S14	734087	4192955	12.40	6.80	3.40	1.20	22.20	n.d	28.67	19.15	n.d	0.05	18.78
S15	733632	4194502	19.00	3.40	2.58	4.60	22.54	7.00	19.79	13.30	0.04	0.13	19.00
S16	701111	4203547	19.50	4.20	2.64	1.80	23.40	7.40	21.76	15.35	0.02	0.09	19.60
S17	685430	4213899	20.00	1.80	1.78	5.16	21.00	0.48	30.50	10.80	0.24	0.72	20.35
S18	683745	4216093	21.40	2.20	1.68	2.44	22.30	0.11	15.20	7.44	0.15	0.12	17.90
S19	679634	4210772	17.40	2.10	2.50	7.20	19.20	0.33	2.44	2.04	3.75	0.16	18.40
S20	678065	4206320	24.50	4.80	3.20	0.47	20.20	0.27	0.51	0.30	0.04	0.08	21.20
S21	646400	4219666	18.10	2.00	2.70	2.10	18.80	0.20	16.90	6.60	1.30	0.19	19.90

S	E	N	SiO2	Al2O3	Fe2O3	Cl	CaO	MgO	So3 in Acid	So3 in Water	Na2O	K2O	L.O.I
S22	655167	4224773	25.10	5.30	1.90	1.80	19.50	0.20	0.58	0.17	1.30	0.06	17.80
S23	660510	4226915	20.08	1.70	1.60	2.32	21.20	0.18	11.52	4.93	1.05	0.18	20.40
S24	675109	4246271	21.36	6.70	1.45	0.40	16.10	0.10	0.42	0.10	0.06	0.13	17.30
S25	668214	4226489	16.20	1.90	2.60	0.06	18.90	0.10	31.22	16.64	0.04	0.14	15.50
S26	640425	4224795	19.50	1.80	2.30	0.16	22.10	n.d	1.58	1.40	0.03	0.14	20.10
S27	646077	4225601	8.70	3.20	1.80	0.13	38.60	0.20	8.19	0.37	0.06	0.06	30.00
S28	650060	4223083	19.70	1.70	2.40	1.10	23.40	0.30	8.25	0.25	0.70	0.09	20.90
S29	750398	4200290	17.30	2.10	2.85	0.06	20.40	0.13	25.30	9.64	0.02	0.11	15.80
S30	750999	4217722	18.90	3.20	1.82	0.10	27.40	0.20	5.86	0.87	0.05	0.06	22.30
S31	715397	4204419	11.90	5.74	3.70	0.13	28.90	0.70	23.93	15.03	0.04	0.12	29.70
S32	711529	4217158	18.40	3.90	3.65	0.06	23.20	0.30	15.03	5.88	0.02	0.14	28.20
S33	690894	4222602	9.35	1.09	1.47	1.27	21.00	0.25	39.71	21.95	0.01	0.03	19.45
S34	656930	4257502	23.50	7.30	2.00	0.06	14.30	n.d	7.39	4.09	0.03	0.02	13.20
S35	654527	4234598	24.20	6.54	3.10	0.09	17.90	0.39	3.40	3.00	0.02	0.16	19.80
S36	657700	4234426	22.50	6.30	2.80	0.13	13.20	0.54	10.75	7.66	0.17	0.04	15.30
S37	655362	4228548	21.80	2.80	1.10	3.00	14.60	n.d	10.28	n.d	2.35	0.18	17.10
S38	577739	4240340	19.80	3.90	2.10	0.67	16.80	0.40	14.71	6.78	0.29	0.15	17.90
S39	625303	4230867	19.90	4.30	1.60	0.22	14.80	n.d	13.59	5.73	0.10	0.10	19.08
S40	641588	4229714	23.20	5.90	1.70	0.67	11.20	n.d	12.17	4.12	0.60	0.12	18.67
S41	696685	4218736	11.40	5.92	3.35	1.20	20.10	0.17	37.24	12.29	0.01	0.03	16.96