

فصل اول

کلیات

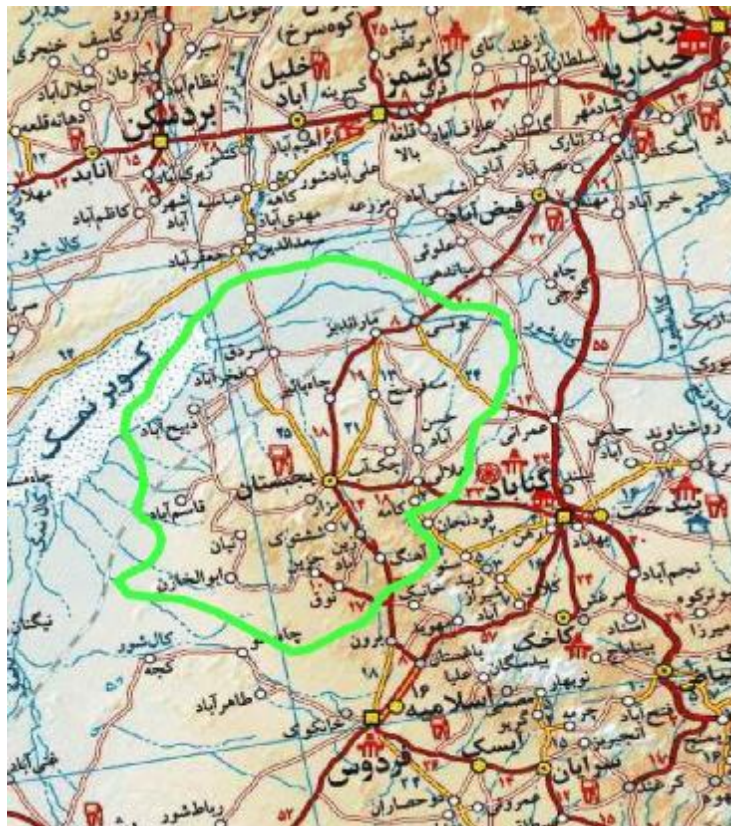


1-1- مقدمه

شهرستان بجستان یکی از شهرستان‌های استان خراسان رضوی است. این شهرستان تا مرداد 1387، یکی از بخش‌های شهرستان گناباد بوده که در این سال به شهرستان ارتقا پیدا نمود. این شهرستان بیش از 4300 کیلومتر مربع وسعت داشته و از نظر درجه تراکم جزو مناطق کم تراکم و کویری طبقه بندی می گردد. شهر بجستان که مرکز این شهرستان است بر اساس آمار سال 1385، 11960 نفر جمعیت دارد. ارتفاع این شهر از سطح دریا 1250 متر (بلندترین نقطه 1320 متر - پست ترین 700 متر) می باشد.

1-2- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی

از نظر موقعیت جغرافیایی شهرستان بجستان در بین عرض های شمالی 34 درجه و 13 دقیقه تا 34 درجه و 56 دقیقه و طول های خاوری از 57 درجه و 45 دقیقه تا 58 درجه و 37 دقیقه قرار گرفته است. این شهرستان از شمال به شهرستان های خلیل آباد و مه ولات و از مباحتر به شهرستان بشرویه ، از خاور به شهرستان گناباد و از جنوب به شهرستان فردوس محدود می شود. شکل (1-1)



شکل (1-1) محدوده شهرستان بجستان و راه های دسترسی

3-1- جمعیت

بنابر سرشماری مرکز آمار ایران، جمعیت این شهرستان در سال 1385 برابر با 30342 نفر بوده است.

جدول 1-1 آمار جمعیتی شهرها و دهستان های شهرستان بجنستان

نام	جمع		کل شهرستان				جمعیت شهری	
	جمع	مرد	زن	خانوار	مرد	زن	خانوار	
جمع کل شهرستان بجنستان	30,342	15,054	15,288	8,106	7,681	7,628	4,045	
شهر بجنستان	11,960	6,109	5,851	3,098	6,109	5,851	3,098	
شهر یونسی	3,349	1,572	1,777	947	1,572	1,777	947	
دهستان بجنستان	3,382	1,655	1,727	943				
دهستان جزین	5,294	2,578	2,716	1,533				
دهستان یونسی	2,791	1,354	1,437	710				
دهستان سردق	3,566	1,786	1,780	875				

نحوه توزیع جمعیت و پراکندگی مراکز جمعیتی در محدوده شهرستان بجنستان حاکی از آنست که عامل مکانی و شرایط جغرافیایی و بهره گیری از توان های محیطی نقش اساسی دارد. بخشی از روستاها در مناطق کوهستانی و کوهپایه های بخش جنوبی منطقه (دهستان جزین 35%) و بخش دیگر در مناطق پست تر و دامنه های مرکزی و خاوری بویژه اطراف شهر بجنستان (30%) و گروه سوم در بخش شمالی و شمال خاوری دشت مجاور کویر که به صورت پراکنده در دهستانهای سردق و یونسی و بخشی در باختر بجنستان قرار دارند (35%)

4-1- تقسیمات کشوری

از نظر تقسیمات کشوری این شهرستان دارای دو بخش مرکزی و بخش یونسی می باشد.

بخش مرکزی

دهستان بجنستان با مرکزیت روستای مزار

دهستان جزین به مرکزیت روستای زین آباد

بخش یونسی

دهستان یونسی با مرکزیت یونسی

دهستان سردق با مرکزیت سردق

5-1- ژئومورفولوژی

مطالعه نقشه های توپوگرافی 1:250000 و 1:50000 سازمان نقشه برداری و نقشه 1:250000 زمین شناسی منطقه و نیز بررسیهای محلی نشان دهنده این است که شهرستان بجستان از دو قسمت کوهستانی و دشت تشکیل شده است. بلندترین نقطه آن کوه گرگو با 2254 متر ارتفاع در جنوب منطقه و پست ترین نقطه آن در حاشیه کویر در شمال باختری 796 ارتفاع دارد .

1-5-1 قسمت کوهستانی :

در جنوب خاوری این منطقه کوههای آهن بصورت دو رشته موازی با جهت شمال باختری - جنوب خاوری کشیده شده اند که رشته باختری با کوههای گرگو و جزین و رشته خاوری با کوههای کلات ، کمر زرد و میر ماهی منطقه بجستان را از فردوس و گناباد جدا و به صورت یک منطقه مجزا در آورده است . بلندی این رشته کوهها بطرف شمال کاهش پیدا کرده است و در مرکز منطقه بجستان بصورت کوههای نه چندان مرتفع چون زهیلی با 1107 متراسی با 1222 متر کمر بزرگ با 1429 متر ارتفاع از سطح دریا رخنمون دارند که اثر چندانی بر اقلیم محیط ندارند .

1-5-2- دشتهای و پستی ها

شهرستان بجستان از جهت وضع طبیعی و ساختمان زمین متشکل از یک دشت مهم بجستان - یونسی است که مهمترین و وسیعترین دشت می باشد . کاهش ارتفاع کوهها از جنوب خاور به طرف شمال باختری به دشتهای پهناور منطقه و در نهایت به کویر نمک منتهی می گردد. از شمال به کال شور و دشت فیض آباد از خاور به شکسته میاندهی از جنوب به کوههای کبوتر، مهمنی و ریگی و از باختر به نمکزار های کویر نمک ختم می شود . وسعت کل این دشت 1545 کیلو متر مربع است و چون نعل اسبی دشت بجستان و کوههای اطراف آن را در بر گرفته و به خاطر وجود این ارتفاعات پراکنده شیب عمومی آن در نقاط مختلف متغییر است شیب عمومی از جنوب به شمال و قسمتی از جنوب خاوری به شمال باختری امتداد دارد . از دیگر دشتهای منطقه بجستان می توان به دشت بجستان با 950 کیلو متر مربع وسعت ، دشت قاسم آباد در باختر و دشتهای مرندیز و سردق در شمال و شمال باختری اشاره نمود که تمام آنها به کویر منتهی می گردند.

1-6- شاخص های اقلیمی

1-6-1- آب و هوا

از نظر آب وهوایی شهرستان بجستان در ناحیه گرم و خشک ایران قرار دارد. از ویژگی های این منطقه ، خشکی نسبتا بالای هوا، کمبود رطوبت وریزش نزولات جوی ، تبخیر زیاد وعدم پوشش گیاهی را می توان نام برد بجستان از قدیم الایام دچار مشکل کم آبی بوده ومردم مقاوم وسخت کوش این خطه با نیروی بازو ، نبوغ

فکر و خلاقیت، استفاده ی مطلوب از آب را به دست آورده و بر این مشکل بزرگ تا حد زیادی فائق آمده و توانسته اند در شرایط سخت محیطی و اقلیمی ، زندگی و تمدنی را پایه ریزی کنند که بعد از گذشت صدها سال با درخشندگی تمام همچون یاقوتی در قلب کویر می درخشد. منطقه بجستان از نظر آب و هوایی در ردیف مناطق خشک و کویری محسوب می شود حال آنکه در قسمت‌های جنوب خاور و تا حدودی خاور آن به سبب وجود ارتفاعات و کوهستانی بودن شاهد آب و هوایی معتدل می باشیم .

اختلاف ارتفاع در نقاط مختلف بجستان از بیش از 2000 متر تا کمتر از 800 متر در شمال و باختر و شمال خاور باعث شده که اختلاف آب و هوا را در مناطق مختلف آن شاهد باشیم حداکثر درجه حرارت 28/5 درجه و حداقل آن 4 درجه سانتی گراد می باشد.

روزهای یخبندان سال 1381 مجموعاً 33 روز بوده است و متوسط درجه حرارت در بجستان در یک دوره 20 ساله در تیر ماه معادل 28/5 درجه و در بهمن ماه 4 درجه سانتیگراد بوده است .متوسط ریزش باران در سال معادل 172/6 میلی متر گزارش شده است و بارندگی معمولاً در 9 ماهه مهر ماه تا پایان خرداد می باشد که بیشترین میزان ریزش جوی در بهمن 35/1 ، اسفند 32/9 و فروردین 33/7 می باشد. گذر از این موضوع خشکسالی های 10 ساله اخیر و سرمازدگی سال 1386 خود به تنهایی منابع آبی را مختل نموده و باعث افت بیش از حد سطح آب قنوات گردیده است .

1-6-2- رطوبت :

رطوبت نسبی کم می باشد . حداکثر رطوبت در ماههای دی و بهمن 64/7 درصد و حداقل رطوبت نسبی در ماههای تیر 32/5 درصد بوده است .

1-6-3- جریان های باد :

با توجه به کویری بودن منطقه و سابقه وزش بادهای فصلی، منطقه از لحاظ وزش باد بیشتر در معرض وزش بادهای فصلی زیادی می باشد که اگر بدرستی مورد بهره برداری قرار گیرد می تواند در آینده نزدیک یکی از منابع تولید نیروی برق در استان باشیم. ضمناً مردم زحمتکش این خطه کویری در قدیم از این نعمت در آسیابهای بادی استفاده بهینه کرده و برای گرداندن سنگ آسیاب از آن استفاده نموده و گندم حاصل از کشت کشاورزان زحمتکش را به آرد تبدیل می کردند . اکثر بادهای فصلی از جهت های شمال خاوری - جنوب باختری و جنوب خاوری وزیده و سرعت آنها بین 28 تا 40 گره نوسان دارد .

1-6-4- میزان تبخیر:

با استفاده از آمار ایستگاههای مجاور بجستان حداکثر تبخیر در ماههای تیر و خرداد حدود 451 میلی متر بر آورد شده است. که این تبخیرها خود یکی از راههای هدر رفتن آب و کسر منابع آبی می باشد . لذا در این جهت طی مطالعات اولیه با توجه به وجود حوضچه های آبی حاصل از آب باران در منطقه پیشنهاد بر ایجاد و احداث منابع آبی زیرزمینی می گردد که جایگزین سدهای خاکی روباز خواهدگردید .

1-7-7- منابع آب

1-7-1-1 منابع آب سطحی :

دشت های بجزستان ، یونسی ، قاسم آباد، مرندیز و سردق از زیر حوضه های آبریز کویر نمک در منطقه بجزستان محسوب می گردند . روان آبهای جمع آوری شده در شمال دشت به کالشور و در نهایت به کویر نمک می ریزد. در این منطقه رود خانه دائمی وجود ندارد . رود خانه ها و مسیل های موجود عبارتند از :

1- رودخانه نوبهار: رودخانه نوبهار - با 111 کیلو متر مربع مساحت حوضه در مسیری جنوب خاوری - شمال باختری جریان دارد .

2- رودخانه کانال استخری : این رودخانه در خاور و شمال خاور از حوضه ارتفاعات جنوب خاور و خاور سرچشمه گرفته پس از عبور از شهر بجزستان به کال شور می پیوندد .

3- رودخانه کال دهنه : این رودخانه از ارتفاعات گرکو در باختر و جنوب باختری شهر بجزستان با مسیری شمالی جنوبی و گذر از روستای فخرآباد به کال شور می ریزد .

4- رودخانه کال شور : رودخانه کالشور در اصل محل عبور زهکش رودخانه های شمالی چون خوش دره و شاد مهر می باشد که از دشت فیض آباد به آن سرازیر شده و از طریق کالشور به کویر نمک هدایت می شود . علاوه بر مسیل های فوق تعداد زیادی مسیل فرعی و سر شاخه و رواناب های فصلی وجود دارند که می توان به کال چاه سرخ در باختر و جنوب باختری و کال پشتکوه در قسمت مرکزی و باختر و کال نمکسار در شمال این ناحیه اشاره نمود که همگی پس از تغذیه سفره آب زیرزمینی به کویر منتهی می گردند .

1-7-2- منابع آب زیرزمینی

آب مورد نیاز این منطقه از 547 قنات ، 160 چشمه و 220 چاه تامین می شود.

1-8- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی منطقه بجزستان را می توان به سه دسته تقسیم کرد .

1- گیاهان مرتعی شامل: طاق، قیچ ، چرخک، اسپند ، اشیفال ، عجره، خار شترو گونه هایی از قبیل گرامینه ،اسکمیل ، آویشن کوهی و ... می باشد که بصورت مراتع کوهپایه ای ، مراتع مناطق دشت و مراتع نمکزار ها و شن زارهای حاشیه کویر خود را نشان می دهند .

2- جنگلهای تاغ و قیچ

3 - گیاهان داروئی ، صنعتی و خوراکی نظیر آویشن ، بارهنگ ، ترنجبین، خارخاسک ، خاکشیر و گیاهان رنگی و صنعتی مانند اسپرگ ، روناس ، کاجیره و کتیراو خوراکی مانند ریواس ، کنگرو ساق

۱-۹- گونه های جانوری

تعدادی از گونه های جانوری که در منطقه ی بجستان زندگی می کنند ، عبارتند از:

- 1- آهو : حیوانی نجیب که در نقاط کویری ودشتهایی که تردد کمتری صورت می گیرد، به سر می برد. گونه کوچکتر از آهو جبیر نام دارد ودشت افتخار وجنگل حاج میرک از جمله زیستگاه های آن ها محسوب می شود.
- 2- قوچ ومیش وحشی : در بیشتر مناطق کوهپایه ای بجستان گونه هایی از پستانداران نظیر قوچ ومیش وکل وبزوحشی زندگی می کنند . ارتفاعات مناطق سیاه کوه ومنطقه ی شکار ممنوع هلالی بجستان زیستگاه اصلی این گونه جانوران است.
- 3- هوبره : هوبره یا به اصطلاح محلی بوقلمون وحشی پرنده ای نادر و کمیاب است که با آهو زیستگاه مشترکی دارد. هوبره در فصل بهار زیبا وتماشایی است . به خصوص هنگامی که دم زیبای خود را چتر کرده ومی گستراند ویک نوع رقص را به نمایش می گذارد
- 4- سهره طلایی : از پرندگان زیبا وخوش الحانی است که اغلب در نقاط سردسیر به سر می برد. در فصل بهار آواز زیبایش در طول روز در نقاط یاد شده به گوش می رسد. سهره ها در شاخه های پربرگ درختان حاشیه ی جویبار های دره ی آهنگ وتنگه ی نسترن وسریده ، لانه می سازند.
- 5- کبک: پرنده ای زیبا وخوش خرام است که به تعداد زیاد ودر دسته جات مختلف در مناطق کوهپایه ای زندگی می کند.

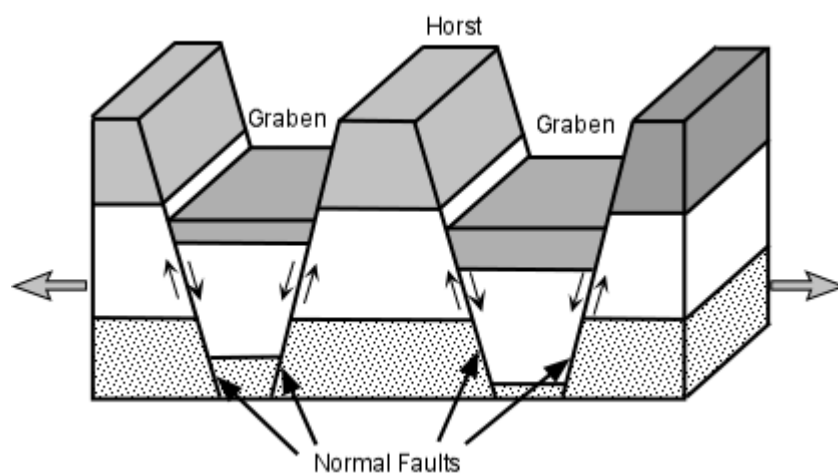
10-1- پیشینه مطالعات زمین شناسی

مطالعات و بررسی های زمین شناسی انجام شده تاکنون در محدوده شهرستان بجستان عمدتاً توسط سازمان های زمین شناسی، صنایع و معادن ودانشگاه ها در قالب نقشه ها، گزارش ها و پایان نامه های دانشجویی انجام گرفته است که مهمترین آنها عبارتند از :

- نقشه زمین شناسی 1:250000 فردوس ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- نقشه زمین شناسی 1:100000 فردوس ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- نقشه زمین شناسی 1:100000 بجستان، دانشگاه فردوسی مشهد- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- نقشه زمین شناسی 1:100000 طاهراآباد، دانشگاه فردوسی مشهد- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در برکه 1:100000 فردوس، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در برکه 1:100000 طاهراآباد، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال شرق، مشهد
- اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در برکه 1:100000 بجستان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال شرق، مشهد(در حال انجام).
- بررسی پترولوژی سنگ های ولکانیکی ترشیری در برکه 1:100000 فردوس . علی پورلطیفی .پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در برکه توپوگرافی 1:150000 جزین، منصور منصوری جوزجانی. پایان نامه کارشناسی ارشد پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- بررسی پترولوژی توده گرانیتوئیدی بجستان محمدزاده لاری پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی تهران.
- گزارش پیجویی در مقیاس های 1:25000 و 1:5000 در محدوده شمال زین آباد - آهنگ . سعید سعادت. گزارش سازمان صنایع و معادن استان خراسان رضوی.
- کنترل آنومالی های ژئوشیمیایی و تهیه نقشه زمین شناسی 1:25000 حسن عزمی، محمد صفری سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال شرق، مشهد.
- اکتشافات عمومی در محدوده کانسار چندفلزی نیان بجستان .حسن عزمی،حسین هادی زاده سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال شرق، مشهد.(در حال انجام).

فصل دوم

زمین شناسی



2-1- مقدمه

شهرستان بجستان در جنوب استان خراسان رضوی واقع گردیده است. این ناحیه از نظر تقسیمات زمین شناسی ایران (نبوی 1355) بخشی از ناحیه شمالی بلوک لوت را در بر می‌گیرد. بلوک لوت با درازای 900 کیلومتر در جهت شمال - جنوب و پهنای 200 کیلومتر در جهت خاوری - باختری، خاوری ترین بخش خرد قاره ایران مرکزی می‌باشد. مرز خاوری آن با گسل نهبندان و حوضه فلیش خاور ایران و مرز باختری آن با گسل نایبند و بلوک طبس مشخص می‌شود. (شکل 2-1) اشتوکلین و نبوی (1973) مرز شمالی این بلوک را فروافتادگی کاشمر و مرز جنوبی آنرا فرونشست جازموریان می‌دانند. این بلوک دارای پوسته ای قاره ای به ضخامت حدود 40 کیلومتر می‌باشد (دهقانی 1981).

مهمترین ویژگی های چینه شناسی بلوک لوت عبارتند از (آقانباتی 1383):

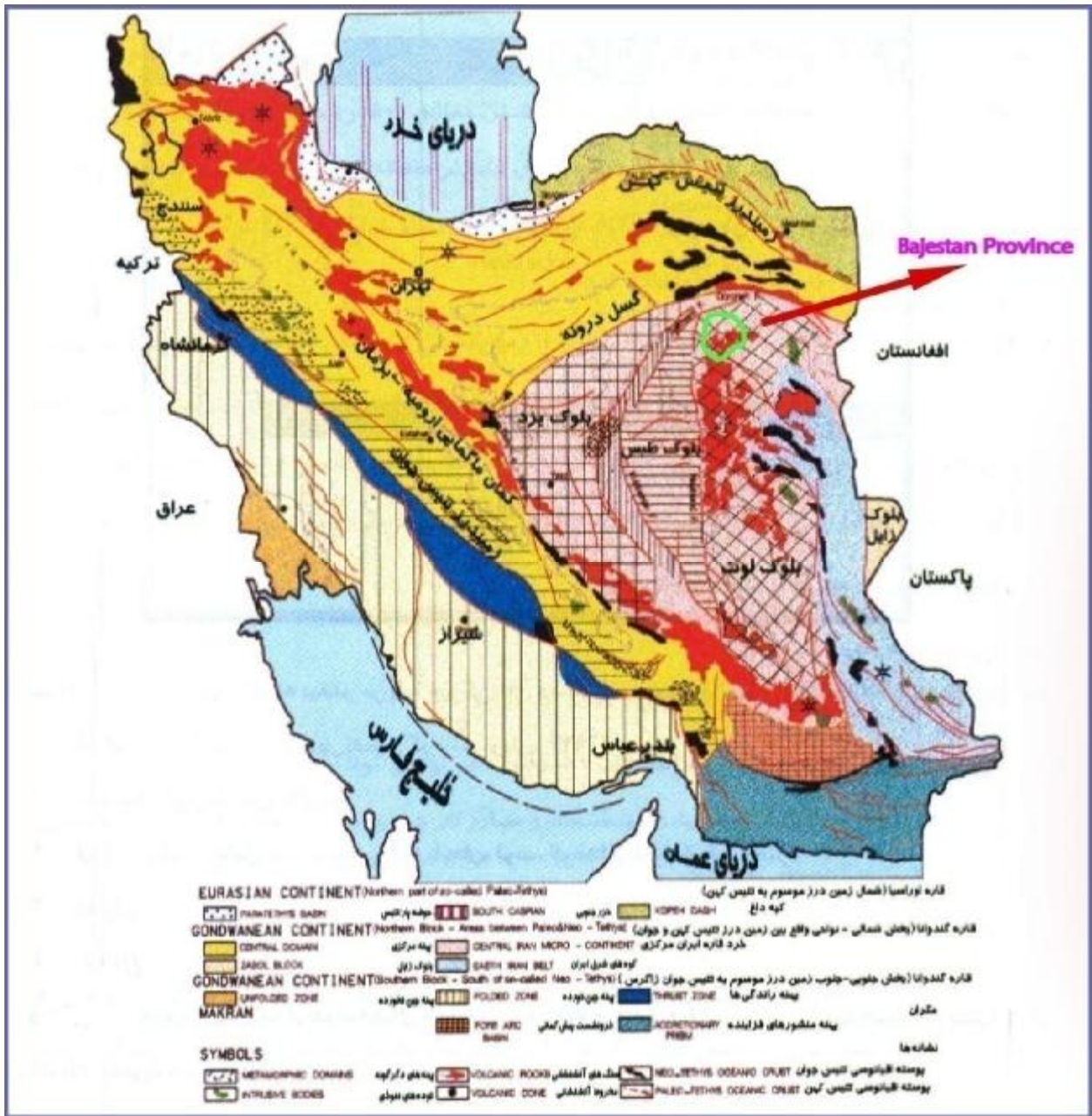
1- تأثیر در خور توجه کوهزایی سیمیرین پیشین (پالئوبلوچ - ری یر و محافظ 1972) بر سنگ های کهن تر از تریاس.

2- چین خوردگی، ولکانیسم و پلوتونیسم به نسبت شدید ژوراسیک میانی (سیمیرین میانی) بویژه در نواحی ده سلم، چهار فرسخ که با سخت شدگی و پایداری نسبی بلوک لوت همراه است.

3- فراوانی سنگ های آتشفشانی سیستم ترشیری به ویژه ائوسن که با داشتن ضخامت حدود 2000 متر بیش از نیمی از بلوک لوت را می‌پوشاند.

4- نهشته های دریاچه ای تقریباً افقی پلیوسن - پلیئوستوسن به نام سازند لوت که نشانگر آخرین رخداد چین خوردگی در این بلوک است.

با توجه به اینکه بلوک لوت میان دو گسل بزرگ شمالی - جنوبی نایبند و نهبندان جای گرفته است، نیروهای فشارشی وارد بر ناحیه سبب شده اند تا در امتداد این گسل ها جابجایی ها از نوع امتداد لغز برشی باشند. در چنین رژیم سازی و کار تغییر شکل در کمترین شدت، ولی باز شدگی شکستگی ها در بالاترین میزان است. به همین رو پدیده آتشفشانی شدید و پیوسته بوده و گدازه های جوان تر بطور پی در پی سنگ های پیشین را پوشانده و سنگ های آتشفشانی گستره بلوک لوت را پدید آورده اند (نوگل سادات، 1978).



شکل (1-2) تقسیم بندی زون های زمین شناسی ایران (آقاباتی 1383) و موقعیت شهرستان بجنستان

افتخار نژاد (1972) معتقد است که آتشفشانهای بخش شمالی بلوک لوت می توانند حاصل فرورانش بلوک افغان به زیر لوت و آتشفشانهای حاشیه جنوبی بخشی از کمان ماگمایی زون فرورانش مکران باشند. گستره شمالی بلوک لوت از ماگماتیسم بسیار متنوع و گسترده ای برخوردار می باشد. فعالیت های ماگمایی که در اثر حرکات کششی از کرتاسه بالایی (ماستریشین) آغاز شده تا ائوسن ادامه یافته و شامل یک سری فعالیت شدید ماگمایی بوده که مکانیزم مسبب آن هنوز شناخته نشده است. مواد آتشفشانی حاصل از این فعالیت ها

شامل آندزیت، داسیت، ریولیت، و ایگنمبریت می باشد. مقدار Al_2O_3 آنها زیاد و از نظر شیمیایی جزو سری کالکوالکالن (لطفی، Jung et al 1985) محسوب می شوند. در بخش جنوبی ولکانیسم اسید به سن لوتسین و بازالت آلکالن حاوی فلدسپاتوئید به سن اولیگو - میوسن مشاهده شده است (واره، 1970، کنراد و همکاران 1970).

اشکال سنگ های ماگمایی در صحرا نشان دهنده فعالیت های ولکانیکی شدیداً انفجاری در محیط خشکی است. این سنگ ها در محیط خارج از آب و یا در نزدیک به سطح آب متبلور شده اند. ویژگی های ژئوشیمیایی این سنگ ها نشان می دهد که ماهیتی کاملاً کالک آلکالن داشته که از ویژگی های آتشفشان های حاشیه پوسته قاره ای (مرز همگرا) می باشد. تعیین سن پرتوسنجی با روش Rb-Sr نشان می دهد خاستگاه بیشتر سنگ ها از گوشته و به دور از هرگونه آرایش با مواد پوسته قاره ای می باشد. تنها برخی از ایگنمبریت های سرشار از کوارتز تأثیر پذیری از آغستگی پوسته ای را تداعی می نمایند (Jung et al 1985، امامی 1379)

لطفی (1982) ولکانیسم پالئوژن شمال لوت و باختر بیرجند را به زیر راندگی و ذوب پوسته اقیانوسی زیر رانده مربوط می داند و بر اساس نسبت ایزوتوپی $87Sr/86Sr$ عقیده دارد که ذوب پوسته اقیانوسی زیر رانده در اعماق تقریباً 100 کیلومتری صورت گرفته است. در این منطقه فعالیت آتش فشانی ائوسن پایانی از نوع شوشونیتی است که این خود از ویژگی های آتش فشان های کمپرسیونی است.

بر این نظریه ایراداتی وارد آمده از جمله اینکه طبق یونگ و دیگران (1985) نشانه های واضح از فرورانشی که ممکن است در آن زمان فعال بوده باشد وجود ندارد مهمترین این ایرادات عبارتند از:

- 1- رشته کوه های شتری همانند بلوک طبس عاری از افیولیت ها یا رسوبات همراه آنها می باشد.
- 2- یک فرورانش از سمت جنوب در طول یک بریدگی در حاشیه جنوبی گودال جازموریان بویژه به خاطر بیش از 600 کیلومتر فاصله بعید به نظر می رسد.
- 3- افیولیت ها و ولکانیک های آلکالن شمال بلوک لوت در نزدیکی سبزوار را بصورت فرضی با یک فرورانش شیب دار و فرورونده به سمت شمال مطابقت می دهند (لنچ و همکاران، 1977).
- 4- به عنوان یک منطقه احتمالی برای فرورانش به زیر پوسته قاره ای بلوک لوت، تنها منطقه کمربندهای چین خورده خاور ایران باقی می ماند که البته اگر چنین منطقه ای وجود داشته باشد. در این مورد افتخار نژاد (1352) جهت فرورانش پوسته اقیانوسی ما بین بلوک افغان را به زیر بلوک لوت فرض کرد ولی طبق نظر تیروول و دیگران (1983) جهت این فرورانش به زیر بلوک افغان می باشد.

عده ای نیز این فعالیت های آتشفشانی را در ارتباط با پیدایش ریفت دانسته و برای آن دلایل مختلفی ارائه داده اند از جمله این دگرگونی جفت که معمولاً در مناطق زیر رانده و در محل برخورد صفحات بوجود می آید در این مناطق وجود ندارد و از طرفی پیدایش ماگمای آلکالن در ائوسن فوقانی تأیید کننده ریفت های قاره ای می باشد.

مدافعین این نظریه برای حضور گدازه های کالکوالکالن فرض می کنند که در بخش فعالیت ریفت، بالا آمدن جریان حرارتی مهم سبب ذوب بخشی پوسته شده و مجموعه اسید را بوجود آورده است. همچنین بر اثر حرکات

تکتونیک، بعد از هر بازشدگی، دوباره ریفتها بسته شده و جریان حرارتی مهمی بوجود آمد (مثلاً 100 درجه سانتی گراد در هر کیلومتر). این افزایش دما در اعماق کم (7-8 کیلومتر) سبب ذوب و پیدایش ماگمای پالین ژنتیک ریولیتی و اسیدی شده است.

حضور سنگ های آتشفشانی شوشونیتی را نیز چنین توجیه می کنند که از ذوب گوشته فوقانی ماگمای آلکالن حاصل می شود. تبلور بخشی از این ماگما در اعماق که با ظهور اولیوین، اوژیت و لابرادوریت همراه است سبب فراوانی عناصری مانند Ba,Rb,Sr,K در مایع باقیمانده می شود. اگر فشار بخار آب زیاد باشد در حرارت های متوسط و پایین آنالیزم از مایع متبلور شده و سری شوشونیتی آنالیزم دار (مانند ائوسن فوقانی) حاصل می شود. اگر مدل ریفت بین قاره ای را در مورد آتش فشان های سنوزوئیک بپذیریم، با توجه به این نکته که در این ریفت ها سنگ های آتشفشانی باید ویژگی های خاصی داشته باشند (TiO_2 بیش از 2/5 درصد، هیپرآلکالن و غیر اشباع از سیلیس) متوجه می شویم که مدل ریفتی با اشکالاتی توأم است. در این مورد تصور می کنند که این ریفت ها از نوع ریفت های پلاتفرمی است و درحاشیه پلیت اورازی حاصل شده و با ریفت های کراتونی مخاور آفریقا فرق کلی دارد. ریفت های پلاتفرمی، ترد و شکننده بوده و پیدایش آتشفشانی های شوشونیتی یکی از ویژگی های آنها است (لسکویه و ریو 1976).

با توجه به موارد بالا ملاحظه می کنیم که مدل های آتشفشانی کمپرسیونی سنوزوئیک با ابهامات و تناقضاتی همراه است. از طرفی ایران در اواخر کرتاسه شدیداً تحت تأثیر نیروهای کمپرسیونی ناشی از بسته شدن اقیانوس نئوتتیس و حرکت شبه قاره هندوستان به سمت شمال بوده است. مطالعه فوران های آتشفشانی ایران و تعیین رابطه بین آنها و کوهزایی های مهم نشان می دهد که اکثر آتشفشان های ایران بعد از فازهای کوهزایی اصلی وقوع یافته اند.

وجود سیستم هورست و گرابن و شکستگیهای عمیق در پی سنگ ایران این تصور را در ذهن تداعی می کند که به ازای هر نیروی کمپرسیونی قطعات سازنده پی سنگ ایران در جهاتی فشرده و در جهات دیگر دچار کشش و انبساط می شوند و این خود می تواند آتشفشانی های ریفتی در برخی نقاط را همزمان با فشردگی در نقاط دیگر توجیه کند. به عقیده میدل ماست (1985) در نواحی مجاور به حاشیه فعال قاره ای و زون های برخورد قاره - قاره ممکن است به طور محلی پوسته دچار کشش و بازشدگی شود و غسل های عمیق فعال شوند. در این مورد باید امتداد و میزان نیروهای موثر بر خرد قاره های ایران و شکستگی های متفاوت موجود در آن را عامل تعیین کننده به شمار آورد و در عین حال خاطر نشان کرد که نظریات مطرح شده فوق را باید با مطالعات اساسی و بنیادی مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

2-2- زمین شناسی شهرستان بجستان

بر اساس مطالعات انجام شده (افتخارنژاد وهمکاران 1977)، شهرستان بجستان از سنگ های آذرین، رسوبی و دگرگونی تشکیل شده است. این واحدهای سنگی شامل واحدهای مربوط به دوران های پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک می باشند (شکل 2-2).

2-2-1- دوران پالئوزوئیک

رخنمون های پالئوزوئیک در محدوده شهرستان بجستان بسیار اندک بوده و شامل رسوبات سازندهای سردر و جمال می باشد. این سازندها از قدیم به جدید عبارتند از:

2-2-1-1 سازند سردر :

این سازند در بخش جنوبی شهرستان در حوالی روستاهای درزاب، مزار تا شمال چاه قند مشاهده می شود و از نظر لیتولوژیکی شامل بیش از 500 متر شیل و ماسه سنگ سبز تیره تا سیاه و ماسه سنگهای کوارتزی و میان لایه های دولومیت ضخیم لایه و آهک و شیل کم ضخامت است. این سازند بوسیله رسوبات کربناته کرتاسه زیرین و گدازه های آتشفشان متعلق به دوران ترشیری پوشیده شده است. ارتباط این سازند با رسوبات جدیدتر بیشتر به صورت ناپیوسته و راندگی می باشد. مطالعات انجام شده بر روی فسیل های یافت شده از این سازند (پورلطیفی 1382) سن کربونیفر زیرین تا میانی را برای این رسوبات نشان می دهد.

2-2-1-2 سازند جمال

سازند جمال رخنمون های محدودی در محدوده شهرستان بجستان دارد. این سازند در بخش های شمالی شهر بجستان و جنوب روستای مزار رخنمون دارد و از نظر لیتولوژیکی شامل آهک های خاکستری، دولومیت و ماسه سنگ های کوارتزی می باشد. آثار فسیلی پیدا شده در واحد آهکی دولومیتیزه شده، در کوه گرگو در (جنوب روستای مزار)، در نمونه های گوناگون، سن کربونیفر تا کربونیفر - پرمین را برای این رسوبات نشان داده است.

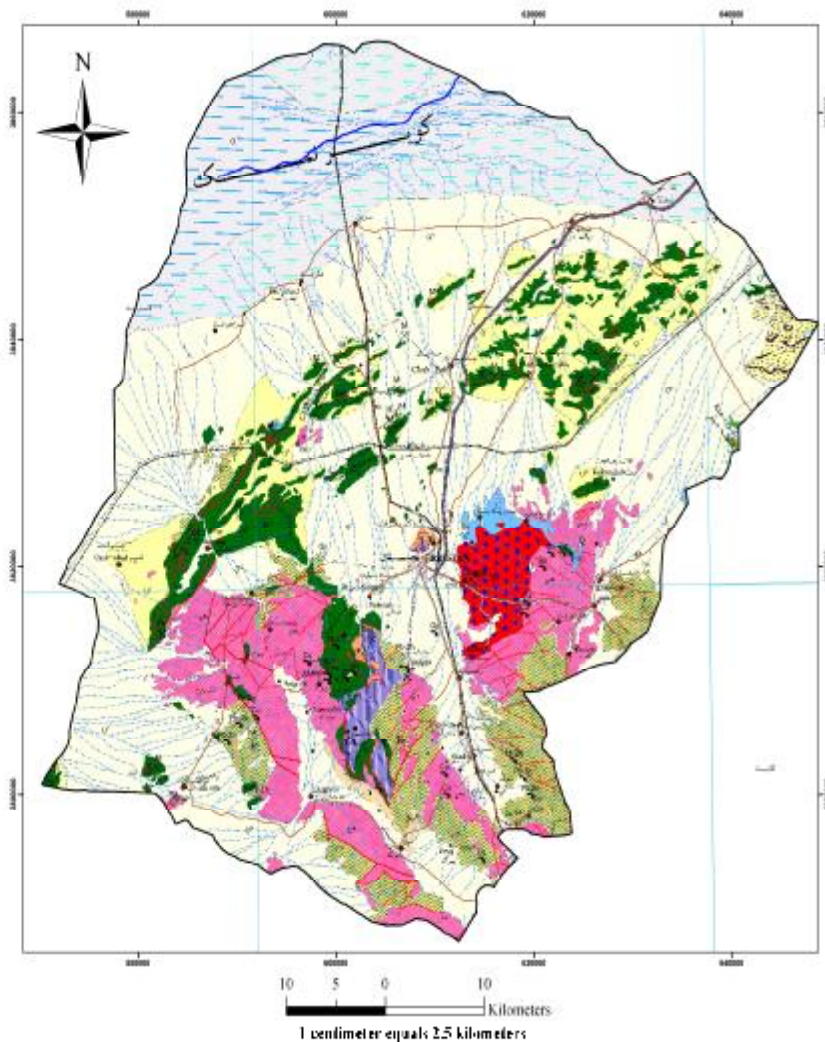
2-2-2- دوران مزوزوئیک

رسوبات مزوزوئیک در محدوده شهرستان بجستان شامل رسوبات آواری دوره ژوراسیک (سازند شمشک) و رسوبات کربناته کرتاسه فوقانی می باشد. این سازندها از قدیم به جدید عبارتند از :

2-2-2-1 رسوبات ژوراسیک (سازند شمشک)

در آغاز دوره ژوراسیک، در سراسر ایران مرکزی، شرایط گسترش دریائی کم ژرفا، پدیدار بوده است که در آن نهشته های شیلی و ماسه سنگی و گاهی آهک میان لایه پدید می آمده اند. سنگها اغلب نازک لایه و بشدت چین خورده است. سنگ های این دوره که تنها به سبب وجود آثار فسیل و نداشتن لایه های کوارتزی سفیدرنگ

Geological Map of Bajestan Area



شکل (2-2) نقشه زمین شناسی 1/250000 شهرستان بجنستان

از نهشته های سازند سردر قابل تفکیک اند. سنگ های این سازند به رنگ سبز خاکستری تیره تا سیاه است و عدسی هائی از سنگ آهک با خود به همراه دارند. این سنگ ها در بخش های شمالی شهرستان در اطراف روستاهای سوسناری، تلخ آبوند و آب باریک در زیر رسوبات آهکی کرتاسه رخنمون دارند و در اطراف روستاهای سوسناری، تلخ آبوند، آب باریک در اثر نفوذ توده گرانیتوئیدی بجستان دگرگون شده اند. ستبرای این مجموعه نزدیک به 1000 متر است. روی واحد یاد شده را کربناته های کرتاسه زیرین با رابطه ای گسلیده از جانب شمال و یا محصولات آتشفشان متعلق به ابتدای سنوزوئیک پوشانده است. براین اساس، سن ژوراسیک را برای این واحد انتخاب و به دلیل همسانی لیتولوژیکی، هم ارز سازند شمشک در نظر گرفته شده است (افتخارنژاد و همکاران 1972، پورلطیفی 1382).

2-2-2-2- کرتاسه

رسوبات کرتاسه رخنمون قابل توجهی در محدوده شهرستان بجستان دارند. این رسوبات بیشتر در بخش شمالی شهرستان گسترش داشته و شامل توالی قابل ملاحظه ای از رسوبات آهکی بوده که بیشتر به صورت دگرشیب بر روی واحدهای قدیمی تر قرار گرفته و سن کرتاسه بالایی دارند. این رسوبات از دو بخش تشکیل شده اند که عبارتند از :

- **بخش¹ K₂**: این بخش از واحدهای آهکی کرتاسه در شمال روستای سوسناری، بی بی غیبی، رخنمون دارد و از نظر لیتولوژیکی شامل آهک، آهک های ماسه ای فسیل دار و کنگلومرا بوده که واجد فسیل های دوکفه ای می باشند.
- **بخش^m K₂**: این واحد بیشتر شامل سنگ آهک های ضخیم لایه تا توده ای و صخره ساز ریفی به رنگ کرم تا خاکستری و واجد فسیل هایی از قبیل دوکفه ای ها ، گاستروپودها و فرامینی فرهایی از قبیل گلوبوترونکاناهای مربوط به کرتاسه بالایی می باشد. عمده ترین رخنمون های این واحد را می توان در بخش های شمالی تا شمال باختری و حتی جنوب باختری در اطراف روستای نیان مشاهده نمود (اشکال 2-3 و 2-4).



شکل (2-3) نمایی از واحدهای آهکی مربوط به کرتاسه فوقانی در خاور روستای مرنديز



شکل (2-4) نمایی از واحدهای آهکی مربوط به کرتاسه فوقانی در کلاته نیزار بالا در جنوب روستای نیان

2-2-2-3- توده های نفوذی کرتاسه

گسترش توده های نفوذی کرتاسه در محدوده شهرستان بجستان بیشتر مربوط به بخش مرکزی و خاور شهر بجستان می باشد. سنگ های نفوذی در این محدوده شامل کمپلکسی گرانیتوئیدی بوده که از نظر ترکیبی، ترکیبی از انواع گرانیت ارتوپروکسن دار، کوارتز مونزودیوریت، کوارتز مونزوگابرو، و کوارتز مونزوگابرونوریت دارند (شکل 2-5).

محمدزاده لاری (1376) این گرانیت ها را از نوع گرانیت های تیپ A (تیپ A2) معرفی کرده و منشأ آنها را پوسته تحتانی می داند. همچنین کریم پور و همکاران (1386) بر اساس پذیرایی مغناطیسی این مجموعه گرانیتوئیدی را جزو سری ایلمنیتی می دانند.

بررسی و مطالعه نمونه های آنالیز شده مربوط به این گرانیت توسط رزنبرگ (1981) نشان دهنده انطباق این داده ها با داده های مربوط به گرانیت های احیایی می باشد.



شکل (2-5) نمایی از سنگ های نفوذی توده گرانیتوئیدی بجستان (عکس از محمدزاده لاری 1376)

2-2-3- دوران ترشیری

همانطور که در بخش های گذشته ذکر گردید دوران ترشیری در شمال بلوک لوت بویژه در محدوده شهرستان مانند بسیاری از نقاط ایران دوران شروع و گسترش فعالیت های آذرین بوده است. این فعالیت های آذرین باعث برجای گذاشتن بیش از 2000 متر سنگ های ولکانیکی (شامل آندزیت، داسیت، ریولیت، توف، آگلومرا، بازالت و...) و نفوذ انواع توده های نفوذی اسیدی تا مافیک (گرانیت تا گابرو) در این ناحیه شده است. فعالیت های هیدروترمالی و پس ماگمایی متعاقب نفوذ این توده ها باعث دگرسانی گسترده و کانه زایی های فلزی و غیر فلزی در این ناحیه شده است. در واقع دوران ترشیری در محدوده بلوک لوت (محدوده شهرستان بجستان) مهمترین دوران متالوژنی این ناحیه را تشکیل داده است. به طور کلی سنگ های ولکانیکی ترشیری در محدوده شهرستان بجستان از قدیم به جدید عبارتند از:

2-2-3-1- واحد E^{ar} :

این واحد گسترش قابل ملاحظه ای در بخش های جنوبی شهرستان بویژه در خاور روستای بوالخازن، جنوب دهستان جزین، خاور روستاهای زین آباد، سریده و آهنگ، شمال روستاهای بزک و نوق و خاور روستای خارفیروزی و بوالخازن دارد واز نظر لیتولوژیکی شامل توالی از گدازه ها و توف های اسیدی تا حدواسط شامل ریولیت، داسیت، توف داسیتی، ریوداسیت، لیتیک توف و کریستال توف های اسیدی، آگلومرا، آندزیت و ... می باشد. که در بخش های مختلف شهرستان سنگ های مربوط به دوران های گذشته را پوشانده اند. از مشخصه های این مجموعه وجود دم های داسیتی و ریوداسیتی، وجود برش های ولکانیکی که نشان دهنده فعالیت های ولکانیکی انفجاری می باشد و نیز لایه بندی توف های اسیدی است که نشان دهنده رخداد ولکانیسم در یک محدوده دریایی کم عمق می باشد. (اشکال 2-6، 2-7، 8)

2-2-3-2- واحد E^{abt} :

این مجموعه که از گسترش قابل توجهی در محدوده شهرستان بجستان برخوردار است شامل مجموعه متنوعی از سنگ های ولکانیکی شامل: پیروکسن آندزیت، آندزیت بازالت، تراکی آندزیت و سنگ های پیروکلاستیک بوده که بیشترین گسترش را در بخش های جنوبی شهرستان بویژه در اطراف روستاهای نیان، صلح آباد، جزین، نوق، زین آباد، سریده، کامه، حسن آباد، سوسناری و ... دارند. این واحدها در بسیاری از نقاط بصورت رخنمون های سیاه رنگ در بالای واحدهای سنگی قدیمی تر دیده می شوند و گاهی ساخت های ستونی نشان می دهند. گاهی نیز بصورت دایک های سیاه رنگ، واحدهای قدیمی تر را قطع نموده اند. (اشکال 2-9 و 2-10).



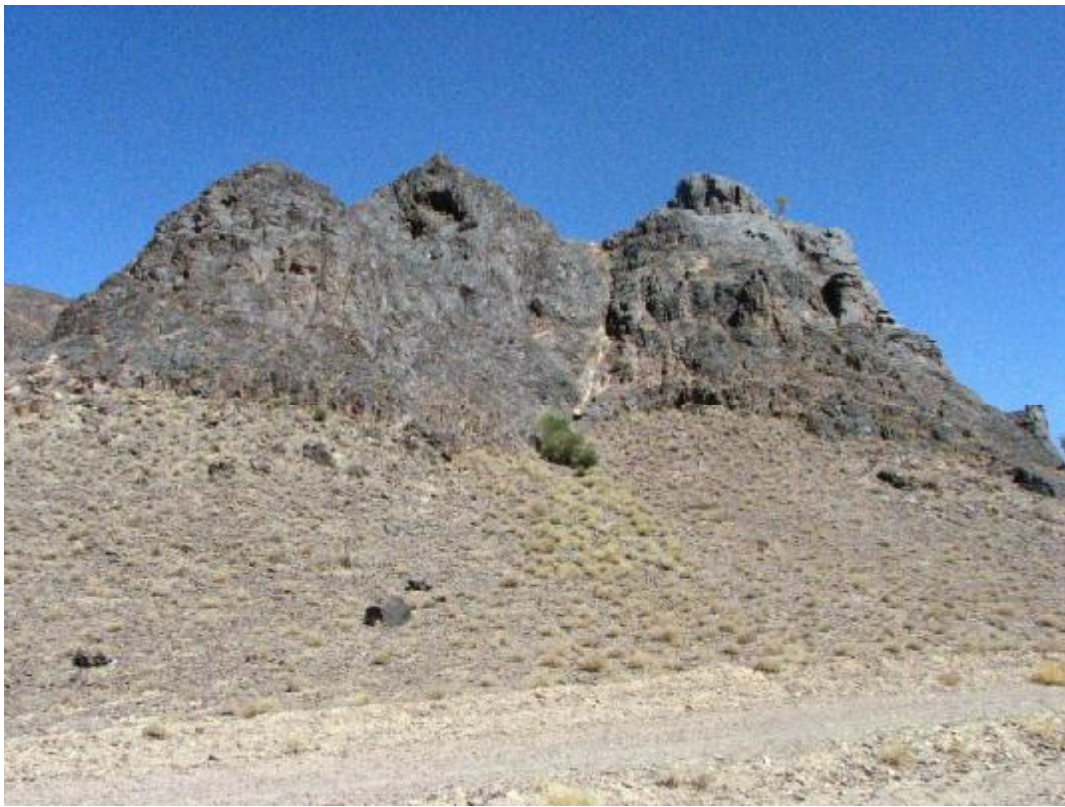
شکل (6-2) نمایی از واحدهای ولکانیکی اسیدی در تنگل روستای آهنگ



شکل (7-2) نمایی از واحدهای ولکانیکی اسیدی در تنگل روستای سریده



شکل (2-8) نمایی از واحدهای ولکانیکی اسیدی در خاور روستای بوالخازن



شکل (2-9) واحدهای پیروکسن آندزیتی در جنوب روستای نیان بجستان



شکل (2-10) واحدهای پیروکسن آندزیتی در اطراف سد شهید احمدنژاد روستای سریده

2-2-3-3- توده های نفوذی ترشیری

توده های نفوذی ترشیری در بخشهای مختلف شهرستان از جمله بخش های شمال روستاهای آهنگ و سریده، شمال دهستان جرین (کلاته لیرم)، اطراف روستای درزاب، جنوب روستای نیان (در محل کلاته های گودالو و زرک)، شمال روستای بوق دره و ... رخنمون دارند (اشکال 2-11 و 2-12).

بر پایه مطالعات انجام شده (پورلطیفی 1382، منصورى جوزجانی 1383، عزمی و هادی زاده در دست اجرا) گرانیت های ترشیری از تیپ 1 بوده و خصلتی کالک آلکالن نشان می دهند. ترکیب این توده ها از انواع گرانیت، کوارتز مونزونیت، گرانودیوریت، مونزودیوریت تا گابرویدیوریت متغیر می باشد و از انواع گرانیت های اکسیدان می باشند. بر پایه مطالعات انجام شده (هادی زاده در دست اجرا) بیش از سه نوع توده نفوذی مربوط به ترشیری در محدوده شهرستان بجستان قابل تفکیک می باشد.



شکل (2-11) نمایی از توده های نفوذی شمال روستای آهنگ



شکل (2-12) نمایی از توده های نفوذی ترشیری در اطراف کلاته گودالو جنوب روستای نیان

4-3-2-2- رسوبات نئوژن (Ng cs) :

این واحد شامل لایه هایی از کنگلومرا و ماسه سنگ با قلوه هایی از سنگ های آهکی و ولکانیکی و گاهی سنگ های دگرگونی بوده که در بخش های خاوری تا شمال خاوری دهستان جزین و بطور کم و بیش در بسیاری از نقاط دیگر مانند خاور روستای بوالخازن رخنمون دارد که به صورت های همشیب یا دگرشیب واحدهای سنگی قدیمی تر را پوشانده است. (شکل 2-13)



شکل (2-13) واحدهای کنگلومرای نئوژن در جنوب روستای نیان که توف های ائوسن را پوشانده اند.

2-2-4- کوآترنری

این واحدها تراس هایی آبرفتی را تشکیل می دهند که از کنگلومرا و رسوبات رودخانه ای سست تشکیل شده اند و دارای ساخت های رسوبی مانند لایه بندی ، چین مورب و طبقه بندی تدریجی می باشند. بیشترین تراس ها به صورت افقی و دگرشیب بر روی تشکیلات قدیمی قرار گرفته اند و از سختی کم، سیمان سست و جورشدگی ضعیف برخوردارند. گردشگی فقط به عنوان تابعی از منشا و شرایط تشکیل در مناطق گوناگون، ناهمسان است.

2-2-4-1- واحد Qt_1 :

این واحد شامل آبرفت های پادگانه ای و کوهپایه ای بلند و تراس های رودخانه ای قدیمی بوده که عمدتاً در بخش شمالی شهرستان در اطراف واحدهای آهکی ریفی کرتاسه رسوب نموده اند

2-2-4-2- واحد Qt_2 :

این واحد شامل آبرفت های کم ارتفاع و پادگانه های آبرفتی جوان و دشت آبرفتی بوده که در بخش های دشت مانند دیده می شود. این واحد شامل آبرفت های گراولی بوده که روی آبرفت های قدیمی تر (Qt_1) قرار گرفته و توسط رسوبات آبرفتی جوانتر (Q_{al}) قرار می گیرند. این آبرفت ها تقریباً در تمام نقشه بویژه در بخش شمالی از گسترش قابل ملاحظه ای برخوردار می باشد.

2-2-4-3- واحد Q^{sf}

این واحد در بخش شمالی شهرستان در بخش های باختری و شمالی روستاهای یونسی ، مرندیز، فخرآباد، سردق و ... رخنمون داشته و شامل پهنه های نمکی و گلی ، مارن ، رس و ... بوده که مساحت قابل توجهی را به خود اختصاص می دهند.

فصل سوم

سنجش از دور

(بررسی آلتراسیون های هیدروترمالی)

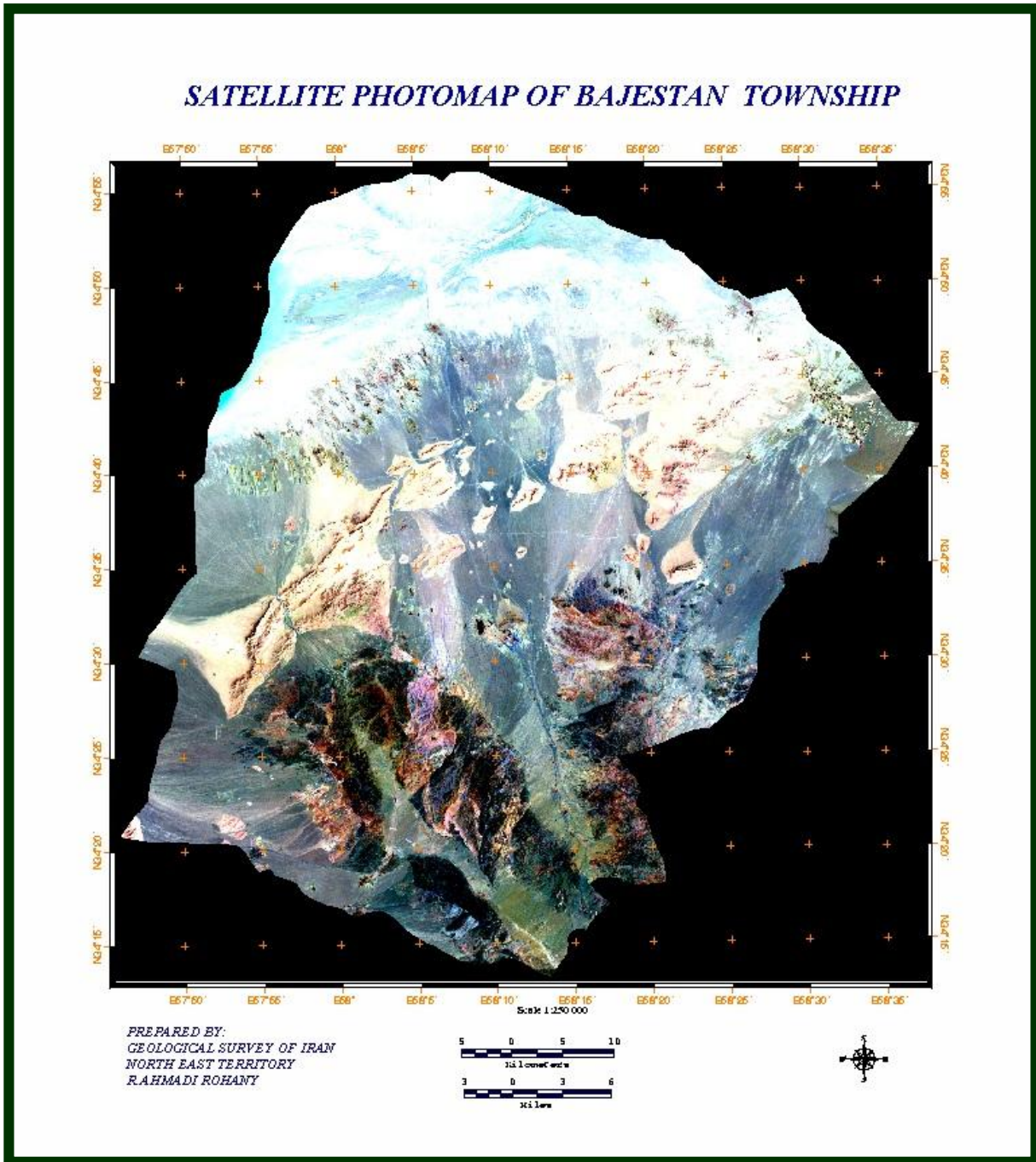


آلتراسیون بازتاب واکنش سیالات خصوصاً آبها با سنگ ها در محدوده دمایی گرم حدود 100 درجه سانتیگراد تا محدوده دمایی داغ >500 درجه سانتیگراد است، (Thompson and Thompson 1996). واکنش های شیمیایی بین سیالات کانه زا و سنگ های میزبان معمولاً تولید هاله های ژئوشیمیایی و کانی شناسی مشخصی در اطراف کانسارهای هیدروترمالی می نماید. این هاله ها دارای زون بندی بوده و عموماً بسیار بزرگتر از خود کانسار می باشند، (Reed, 1997. Stanley et al, 1994). این هاله های آلتراسیونی که کانسار را در بر می گیرند و راهنمای اکتشافی بسیار مهمی بوده و از تنوع ژئوشیمیایی و پترولوژیکی بسیار زیادی برخوردار می باشند. بررسی این تنوعات نیاز به داشتن درکی کامل جهت تشریح تفصیلی و کاربردهای عملی دارد. فهم کامل از فرآیندها و محصولات حاصل از دگرسانی همراه با کانسارها به عنوان پایه ای برای درک ژنز کانسنگ و نیز برای توسعه تکنیک های اکتشافی است که اساس آنها مبتنی بر اطلاعات پترولوژیکی و لیتوژئوشیمیایی می باشد، (Lentz, 1994). تغییرات عمده ای که در نتیجه آلتراسیون در سنگ ها ایجاد می شود شامل تغییرات کانی شناسی، تغییرات شیمیایی و نیز تغییرات در رنگ و بافت می باشد که عواملی چون خصوصیات سنگ های دیواره و خصوصیات فیزیکی شیمیایی سیالات گرمایی بر شدت و نوع دگرسانی موثر می باشند، (Guilbert and Park, 1997).

همانطور که در بخش های گذشته ذکر گردید ولکانیسم و پلوتونیسم گسترده در طی زمان ترشیری در شمال بلوک لوت بویژه در محدوده شهرستان بجستان باعث تولید حجم عظیمی از سنگ های ولکانیکی و توده های نفوذی شده اند. فعالیت های پس ماگمایی که متعاقب ماگماتیسم ترشیری رخ داده باعث ایجاد سیستم های هیدروترمالی بزرگ و ایجاد کانه زایی و دگرسانی های گسترده در این ناحیه شده است. بررسی و شناخت این دگرسانی در کنار سایر روش های اکتشافی می تواند نقش مهمی در اکتشاف منابع معدنی جدید در این ناحیه بویژه ذخایر معدنی پنهان داشته باشد.

بررسی دگرسانی های هیدروترمالی در محدوده شهرستان بجستان با استفاده از تصاویر ماهواره ای توسط خانم مهندس احمدی روحانی انجام گردید. و سپس با استفاده از مطالعات صحرائی نتایج حاصل از پردازش های ماهواره ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

3-2- بررسی دگرسانی های هیدروترمالی با استفاده از تصاویر ماهواره ای



شکل (3-1) تصویر ماهواره ای شهرستان بجنستان و محدوده های جهت پردازش داده های ماهواره ای

سنجش از دور علم و هنر کسب اطلاعات فیزیکی و شیمیایی از پدیده های زمینی و جوی از طریق ویژگی های امواج الکترومغناطیسی بازتابی یا منتشر شده از آن ها و بدون تماس مستقیم با پدیده های مذکور می باشد. داده های سنجش از دور ابزار مناسبی، جهت اکتشاف مواد معدنی، تهیه نقشه پراکندگی کانیها و ساختارهای زمین شناسی و تهیه نقشه های زمین شناسی در اختیار متخصصین قرار می دهد سیستمهای سنجش از دور ماهواره ای با توجه به ویژگی های منحصر بفردی چون تامین دید وسیع و یکپارچه از منطقه، استفاده از گستره طیف الکترومغناطیسی جهت ثبت خصوصیت پدیده ها، پوشش های تکرار شونده زمانی و مکانی و سرعت انتقال و تنوع اشکال داده ها و امکان بکارگیری سخت افزارها و نرم افزارهای تخصصی رایانه ای، هزینه پایین نسبت به سایر روشهای تحقیقات میدانی در سطح جهان کاربرد زیادی پیدا کرده است و به عنوان ابزاری مناسب در ارزیابی و پایش، کنترل و پتانسیل یابی منابع زمینی، اطلاعات مناسبی را در اختیار متخصصان امر قرار داده است.

با توجه به اهمیت نقش اطلاعات ماهواره ای در اکتشاف مواد معدنی بخصوص در مرحله پی جویی (تهیه نقشه آلتراسیون و تفکیک انواع آلتراسیون)، از این داده ها برای تعیین پتانسیل ها و محدوده های امید بخش شهرستان بجستان استفاده گردید. بدین منظور داده های ارتو شده لندست ETM+ (به تاریخ سال 2002) یکپارچه (موزاییک) گردید و خروجی نهایی در مقیاس 1:250.000 مورد تعبیر و تفسیر قرار گرفت.

3-3- پردازش اطلاعات با استفاده از داده های لندست ETM+

سری ماهواره های منابع زمینی LANDSAT از سال 1972 تا کنون داده های چند طیفی با کیفیت بالاتر تولید نموده اند پرتاب این ماهواره ها تحول و موفقیتی بزرگ برای کارشناسان زمین شناسی و معدن بوده است. سنجنده ETM+ لندست 7 دارای ویژگی هایی خاص شامل:

- باند پانکروماتیک با حد تشخیص مکانی 15 متر با تصاویر باندهای چند طیفی رجیستر شده می باشد.
- باند 6 مادون قرمز حرارتی از 120 متر قدرت تشخیص، در سنجنده های قبلی به 60 متر بهبود یافته و دارای دو Gain تصویری می باشد.
- مشخصات فنی ذخیره سازی داده ها، امکان اخذ 100 فریم تصویری را در هر روز امکان پذیر نموده است. محدوده طول موجی باندهای تصویر برداری مطابق ذیل می باشد:

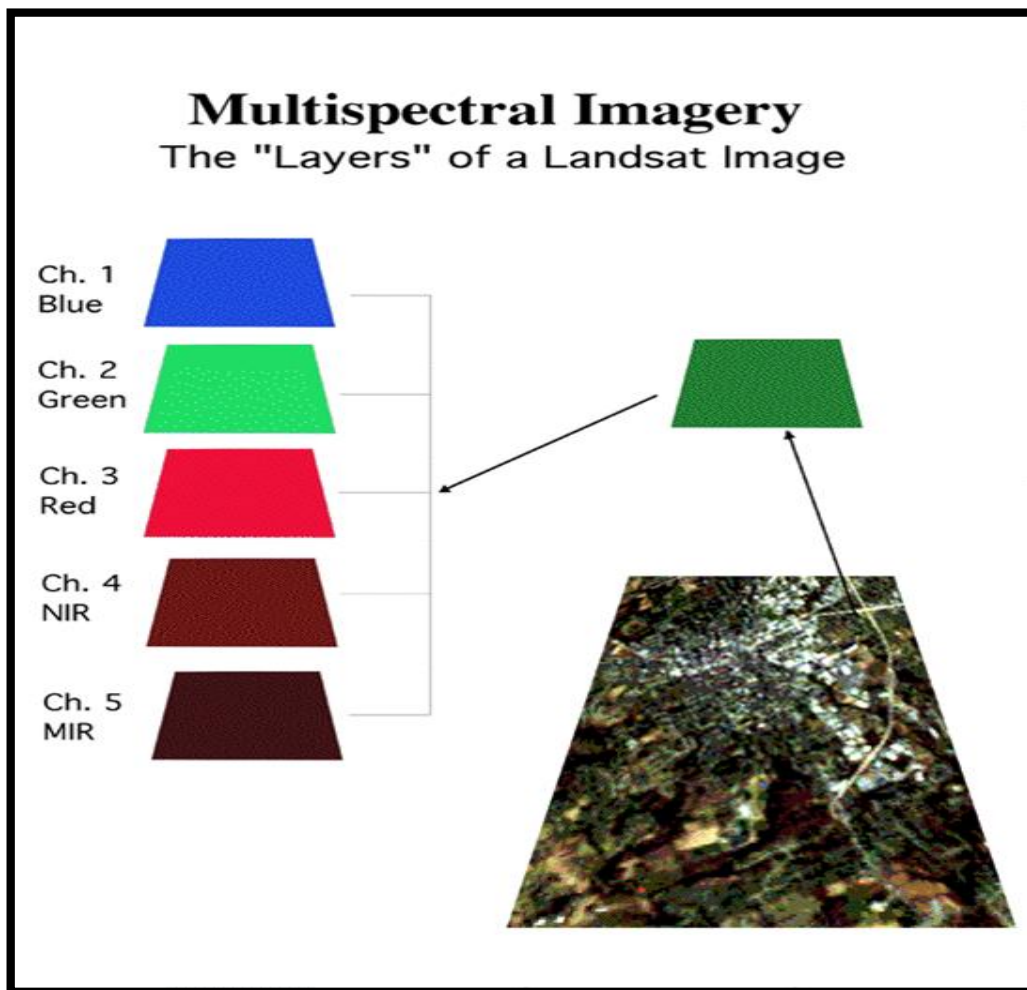
طول موج	حد تشخیص بر حسب میکرون
Band 1	0.45 - 0.52 (blue) 30 metres
Band 2	0.52 - 0.60 (green) 30 metres
Band 3	0.63 - 0.69 (red) 30 metres
Band 4	0.75 - 0.90 (near infra-red) 30 metres
Band 5	1.55 - 1.75 (infra-red) 30 metres
Band 6	10.4 - 12.50 (thermal infra-red) 60 metres

Band 7 2.08 - 2.35 (near infra-red) 30 meters

Band 8 0.52 - 0.90 (green - near infra-red) 15 metres

مشخصات طیفی تصاویر لندست 4 و 5 مشابه تصاویر باندهای تصویری لندست 7 می باشد ولی باند 6 با حد تشخیص 120 متر است و تصاویر لندست 5 و 4 دارای نویز بیشتری نسبت به تصاویر لندست 7 می باشد. هر تصویر ماهواره ای می تواند به لایه های مختلف شکسته شود که هر کدام از این لایه ها باند یا کانال نام دارند.

هر کدام از این باندها نمایانگر قسمت های مختلف انرژی الکترومغناطیسی می باشد. هر کدام از این باندهای تصویر به صورت سیاه و سفید است و از ترکیب سه کانال یا سه باند یک تصویر رنگی ایجاد می شود. (شکل 2-3)



(شکل 2-3) از ترکیب سه کانال یا سه باند که هر کدام دارای تصویر سیاه و سفید است یک تصویر رنگی ایجاد می شود.

3-4- پردازش اطلاعات و تهیه عکس - نقشه ماهواره ای (Photomap) از شهرستان های بجنستان در مقیاس 1:250000 با هدف تفکیک واحدهای سنگی

در این مرحله با توجه به مقیاس مورد نظر برای خروجی و انتخاب محدوده پردازش شده ، عکس نقشه از محدوده لازم تهیه می گردد. در ضمن انداختن اطلاعات وکتوری اصلی شامل گسلهای منطقه موقعیت مراکز شهری و سایر اطلاعات وکتوری کمکی شامل آبراهه ها، جاده ها و توپوگرافی بر روی داده رستری صورت می گیرد. این مرحله کار می تواند با نرم افزارهای ENVI و er-mapper انجام گیرد و در نهایت با مقایسه ترکیب باندهای مختلف ، بهترین خروجی بصورت پلات یا لایه اطلاعاتی (بصورت فایل با فورمت خاص) در اختیار استفاده کننده قرار گیرد.

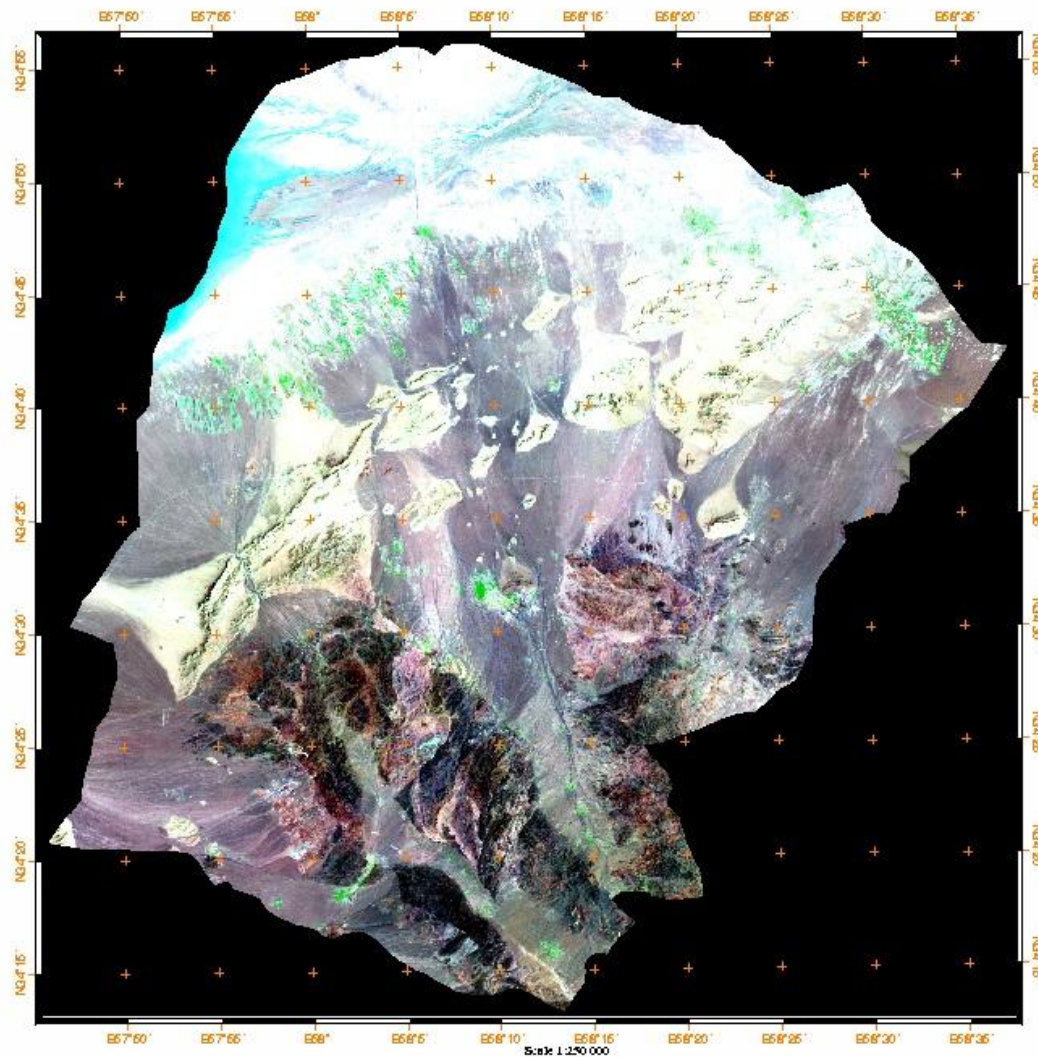
برای پردازش و به دست آوردن اطلاعات دقیق از یک منطقه، استفاده از ترکیبات بانندی مختلف، بسته به کاربرد مورد نظر کمک شایانی در پردازش و تفسیر اطلاعات خواهد نمود.

- برای تفکیک واحدهای سنگی و تهیه عکس - نقشه (map -photo) تفکیک واحدهای سنگی شهرستان بجنستان از ترکیب باندهای متفاوتی استفاده شد که در نهایت ترکیب بانندی 7.4.2 شکل (3-3) که بیشترین تفکیک واحدهاس سنگی را در بر داشته و پوشش گیاهی در آن به رنگ سبز مشخص است و ترکیب بانندی 5.3.1 که اغلب بهترین ترکیب جهت تفکیک واحدهای سنگی انتخاب گردید. در ترکیب بانندی 4.7.2 می توان واحدهای دارای اکسید آهن FeO را تفکیک کرد

- ترکیب بانندی 4و7 و (بصورت بانند 7 در کانال قرمز بانند 4 در کانال سبز و بانند 2 در کانال آبی) این ترکیب برای کاربردهای زمین شناسی و تفکیک واحدهای سنگی مورد استفاده قرار می گیرد. گاهی اوقات از بانند 1 به جای بانند 2 در کانال آبی در ترکیب بانندی فوق استفاده می شود(بصورت ترکیب 1و4و7) این ترکیب بانندی برای تفکیک واحدهای زمین شناسی در مناطق خشک و لم یزرع نتایج بهتری نسبت به مناطق دارای پوشش گیاهی خواهد داشت. در این ترکیب بانندی واحدهای رسوبی و واحدهای ولکانیکی قابل تفکیک از یکدیگر بوده و کانیهای رسی روشن تر از بقیه واحدها نمایش داده می شوند. همچنین بطور معمول گرانیتهها و واحدهای حاوی FeO, MnO به رنگ قهوه ای مایل به قرمز مشخص می شوند، مونوزوگرانیت در صورت وجود به رنگ سبز خاکستری واحدهای رسوبی بصورت آبی خاکستری نمایش داده می شوند. از مشخصه های دیگر این ترکیب بانندی این است که پوشش گیاهی به رنگ سبز نمایش داده می شود شکل (3-3).

- **ترکیب بانندی 1و3و5** (بانند 5 در کانال قرمز ، بانند 3درکانال سبز، بانند 1 در کانالهای آبی) این ترکیب به دلیل استفاده از بانند 3 (بارز سازی اکسیدهای آهن) بانند 5(بارزسازی کانی های رسی) کاربرد زمین شناسی داشته و گاه بهترین ترکیب جهت تفکیک واحدهای سنگی می باشد و می تواند جهت تفکیک آلتراسیون ها نیز استفاده گردد. شکل (3-4).
- **ترکیب بانندی 4.7.2**(بانند 4 در کانال قرمز ،بانند 7 درکانال سبز، بانند 2 در کانالهای آبی) در این ترکیب بانندی زمینه به رنگ صورتی بوده و واحدهای حاوی اکسید آهن FeO به رنگ سبز تا زرد مشاهده می شوند. شکل (3-5)

SATELLITE PHOTOMAP OF BAJESTAN TOWNSHIP

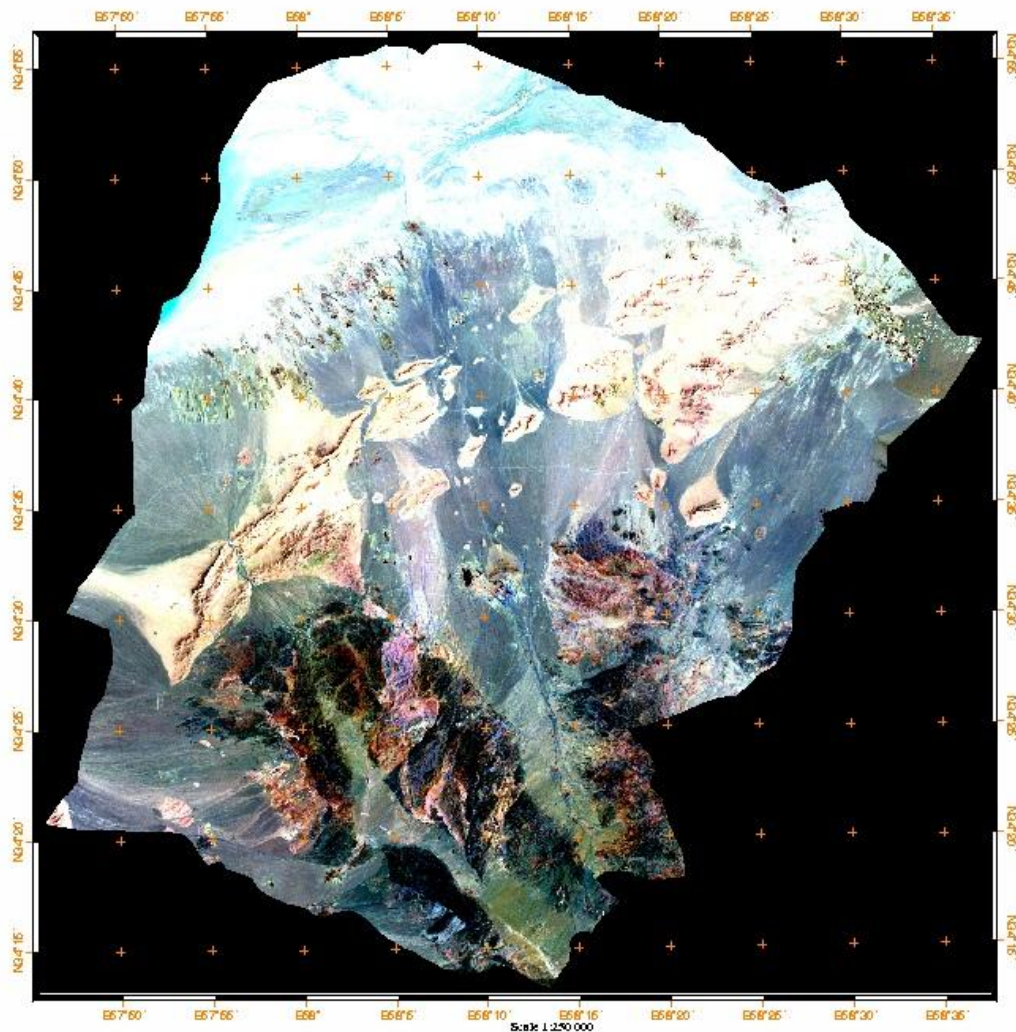


PREPARED BY:
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
NORTH EAST TERRITORY
RAHMADI ROHANY



شکل (3-3) - ترکیب باندی 7.4.2 جهت تفکیک واحدهای سنگی در مقیاس 1:250.000 پوشش گیاهی به رنگ سبز مشخص است.

SATELLITE PHOTOMAP OF BAJESTAN TOWNSHIP



PREPARED BY:
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
NORTH EAST TERRITORY
RAHMADI ROHANY



شکل (3-4) - ترکیب باندی 5.3.1 جهت تفکیک واحدهای سنگی در مقیاس 1:250.000

SATELLITE PHOTOMAP OF BAJESTAN TOWNSHIP



PREPARED BY:
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
NORTH EAST TERRITORY
RAHMADI ROHANY



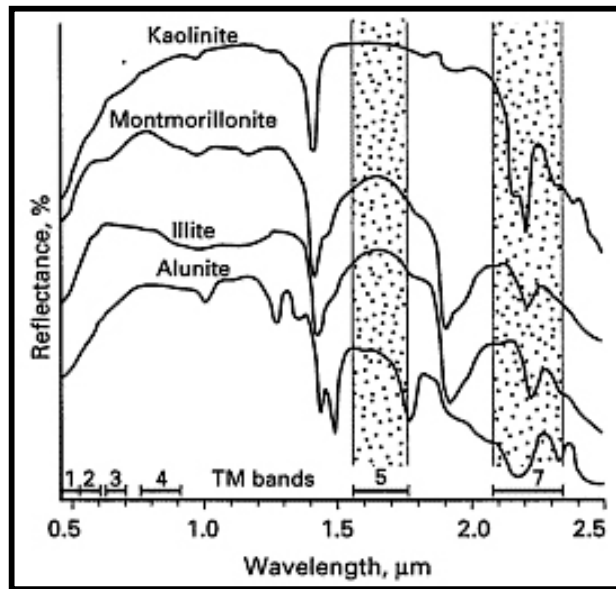
شکل (3-5) - ترکیب باندی 4.7.2 جهت تفکیک واحدهای حاوی اکسید آهن FeO در مقیاس 1:250.000

3-5- پر دازش اط لاعات و تهیه عكس - نقشه ماهواره ای (Photomap) با مقیاسهای 1:250000 با هدف تفکیک آلتراسیون ها

3-5-1- داده های ETM+

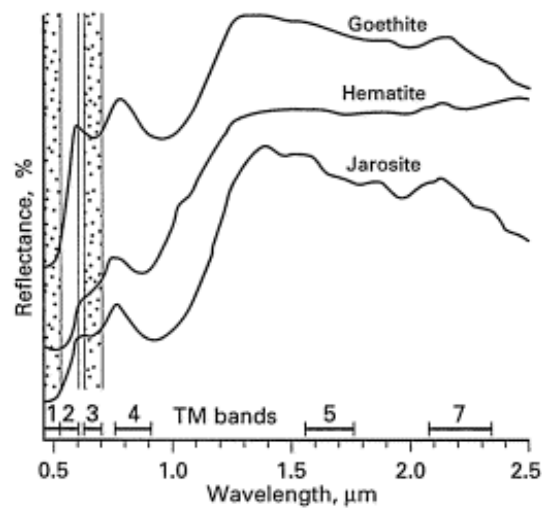
با استفاده از این داده ها تصاویر نسبی بر اساس ویژگی های بازتابی کانی های دگرسانی و با تقسیم ارزش های رقومی یک باند طیفی بر باند دیگر ساخته می شود و استفاده از این داده ها در تشخیص مناطق واجد آلتراسیون نقش به سزایی دارد. در تصاویر نسبی، تغییرات ظریف طیفی پدیده ها به علت حذف عوامل و پارامترهایی که اثرات نا مطلوب (مانند اثر توپو گرافی) دارند، نسبتاً به طور نسبی بهتر از تصاویر خام اولیه نمایان می گردد. در تصاویر نسبی حداکثر روشنی و تیرگی درجه خاکستری مربوط به پیکسل هایی است که بزرگترین اختلاف را در میزان بازتاب بین دو باند طیفی دارند. بخش های تیره مربوط به نواحی است که مخرج کسر از صورت بزرگتر است و برعکس بخش های روشن جایی است که صورت از مخرج بزرگتر است و هر جا که صورت و مخرج با هم مساوی باشند هیچ اختلافی بین دو باند وجود ندارد. باندهای طیفی معمولاً طوری انتخاب می شوند که یک باند طیفی در محدوده جذب و باند دیگر در محدوده حداکثر بازتابش هدف مورد نظر قرار گیرد. این نحوه انتخاب باعث آشکار شدن ترکیب شیمیایی مواد زمینی در تصویر حاصله می شود، در حالی که اثر اندازه دانه، شیب توپوگرافی، موقعیت خورشید و جو پوشانده می شود.

کانی های مختلف در طول موج های متفاوت دارای جذب و انعکاس متفاوت هستند، از این خاصیت جهت آشکار سازی آنها استفاده می شود. مجموعه کانی هایی که در زون آرژیلیک تشکیل می شوند از جمله کائولینیت، ایلیت، مونتموریونیت و آلونیت در باند 5 ماهواره لندست 7 دارای بیشترین انعکاس و در باند 7 بیشترین جذب را دارند. لذا برای آشکار سازی کانی های فوق که در دگرسانی آرژیلیک و سرسیتیک قرار می گیرند از نسبت باندهای 5/7 استفاده می شود. میزان انعکاس این نوع کانی ها در باند 5 و 7 یکسان و برابر 160 است حال آنکه در سنگ آلتره شده در باند 5 به میزان 160 و در باند 7 به 110 می رسد. که از این تفاوت نسبت دو باند در سنگ های آلتره شده و آلتره نشده برای آشکار سازی زون آرژیلیک استفاده می شود (شکل 3-6).



شکل (6-3) نمودار طول موج های مختلف کانی های کائولینیت، ایلیت، مونتموریونیت و آلونیت در باند های ماهواره لندست (سابینز، 1997)

اکسید های آهن ثانویه که حاصل اکسید شدن سولفید ها هستند، دارای بیشترین طیف جذب در باند 1 و بیشترین انعکاس در باند 3 است. بنابراین از نسبت 3/1 می توان در آشکار سازی هماتیت و گوتیت استفاده نمود. شکل (7-3).



شکل (7-3) - نمودار طول موج های مختلف هماتیت، جاروسیت و گوتیت در باند های ماهواره لندست (سابینز، 1997)

به منظور بارزسازی نواحی آلتراسیونی در محدوده مورد مطالعه در مرحله اول از روش نسبت بانندی بر روی داده های لندست ETM+ استفاده شده است :

- نسبت بانندی معروف به آبرام با استفاده از 5 به 7 در کانال قرمز ، و نسبت 3 به 2 در کانال سبز و نسبت 4 به 5 در کانال آبی استفاده شده است که با استفاده از این نسبت بانندی مناطق با احتمال وجود آلتراسیون و کانیه های رسی به رنگ قرمز تا صورتی نمایش داده شده ، نواحی به رنگ زرد و نارنجی نواحی است که هم غنی از رس و دارای اکسیدهای آهن می باشد و نواحی دارای اکسید آهن به رنگ سبز مشاهده می شود. شکل (3-8).

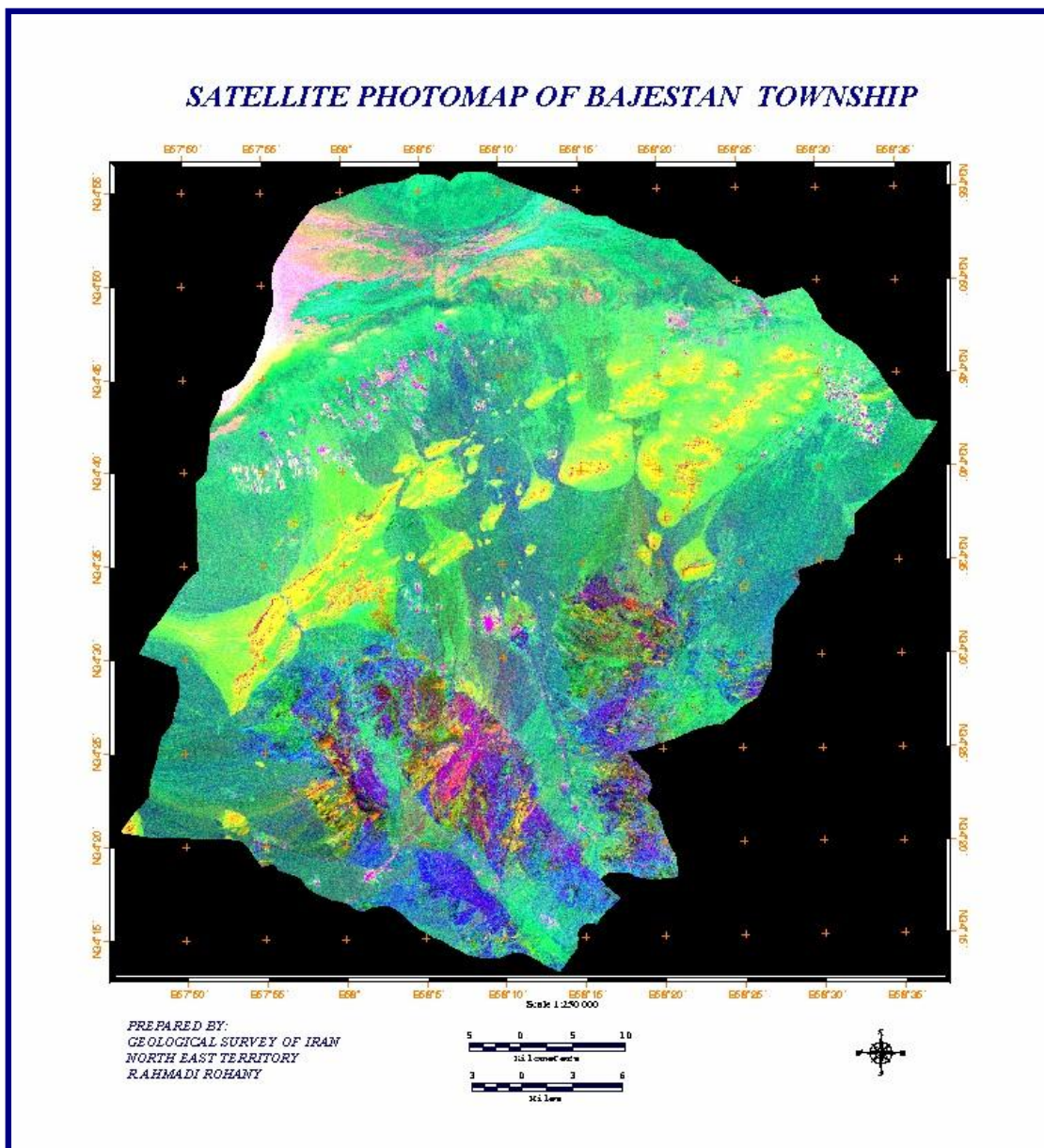
همانطور که در شکل (3-8) مشاهده می شود نواحی زرد و نارنجی که مشخص کننده نواحی حاوی کانی های رسی و اکسیدهای آهن بصورت توام با یکدیگر هستند در بخش های جنوبی تا خاوری شهرستان که سنگهای ولکانیکی و توده های نفوذی گسترش دارند مشاهده می شود. از مهمترین این مناطق می توان به مناطق جنوب باختری شهرستان در اطراف روستاهای نیان و خاور بوالخازن، اطراف کلاته لیرم تا جنوب مزار و صلح آباد، شمال روستای نوق، خاور زین آباد تا خاور آهنگ و داخل مجموعه گرانیوتییدی بجستان اشاره نمود. مطالعات صحرائی نیز در این بخش ها وجود دگرسانی های آرژیلیکی گسترده را در این مناطق تایید می نماید . این دگرسانی ها در اثر تشکیل کانسارهای پلی متال در این ناحیه شکل گرفته اند. حضور فراوان کانی های سولفیدی در بخش های آرژیلیکی شده و اکسیده شدن آنها در بخش های سطحی باعث بارزسازی نواحی حاوی کانی های رسی و اکسید آهن به صورت توام با یکدیگر در این مناطق شده است. اما بر خلاف نواحی زرد و نارنجی مطالعه و بررسی نواحی قرمز و صورتی که وجود کانی های رسی را به تنهایی در نواحی مانند شمال روستای میمنگ تا شمال روستای مزار نشان می دهد مطالعات صحرائی نشان داد که وجود این رنگ ها ناشی از پدیده های دگرسانی نبوده و در اثر وجود شیل ها و ماسه سنگ ها که مهمترین کانی های تشکیل دهنده آنها کانی های رسی است بوجود آمده اند. بنابراین مناطقی که حاوی کانی های رسی و اکسیدهای آهن به صورت توام با یکدیگر مشخص شده شامل دگرسانی های آرژیلیکی واقعی می باشند.

- نسبت بانندی با استفاده از 7 به 4 در کانال قرمز، و نسبت 4 به 3 در کانال سبز و نسبت 5 به 7 در کانال آبی استفاده شده است که با استفاده از این نسبت بانندی مناطقی با کانی های دارای یونهای آهن به رنگ قرمز تا صورتی نمایش داده شده و پوشش گیاهی به رنگ سبز بوده و کانی های حاوی هیدروکسیل $\text{OH}^-/\text{H}_2\text{O}$ ، SO_4^- or CO bearing minerals به رنگ آبی مشاهده می شود. شکل (3-9)

همانطور که در این شکل نیز مشاهده می شود مهمترین محدوده های شناسایی شده حاوی یون های آهن منطق بر مناطق آلتراسیونی مهم شهرستان می باشند. وجود مناطق حاوی یون های آهن احتمالا در اثر دو پدیده شکل گرفته است که این پدیده ها شامل وجود دگرسانی های حاوی کانی های آهن دار مانند کلریتی شدن و اپیدوتی شدن و نیز وجود مناطق حاوی کانی های اکسیدی و هیدروکسیدی آهن که در اثر اکسیداسیون کانی های سولفیدی بوجود آمده اند. بر این اساس محدوده های حاوی یون های آهن در بخش های جنوب

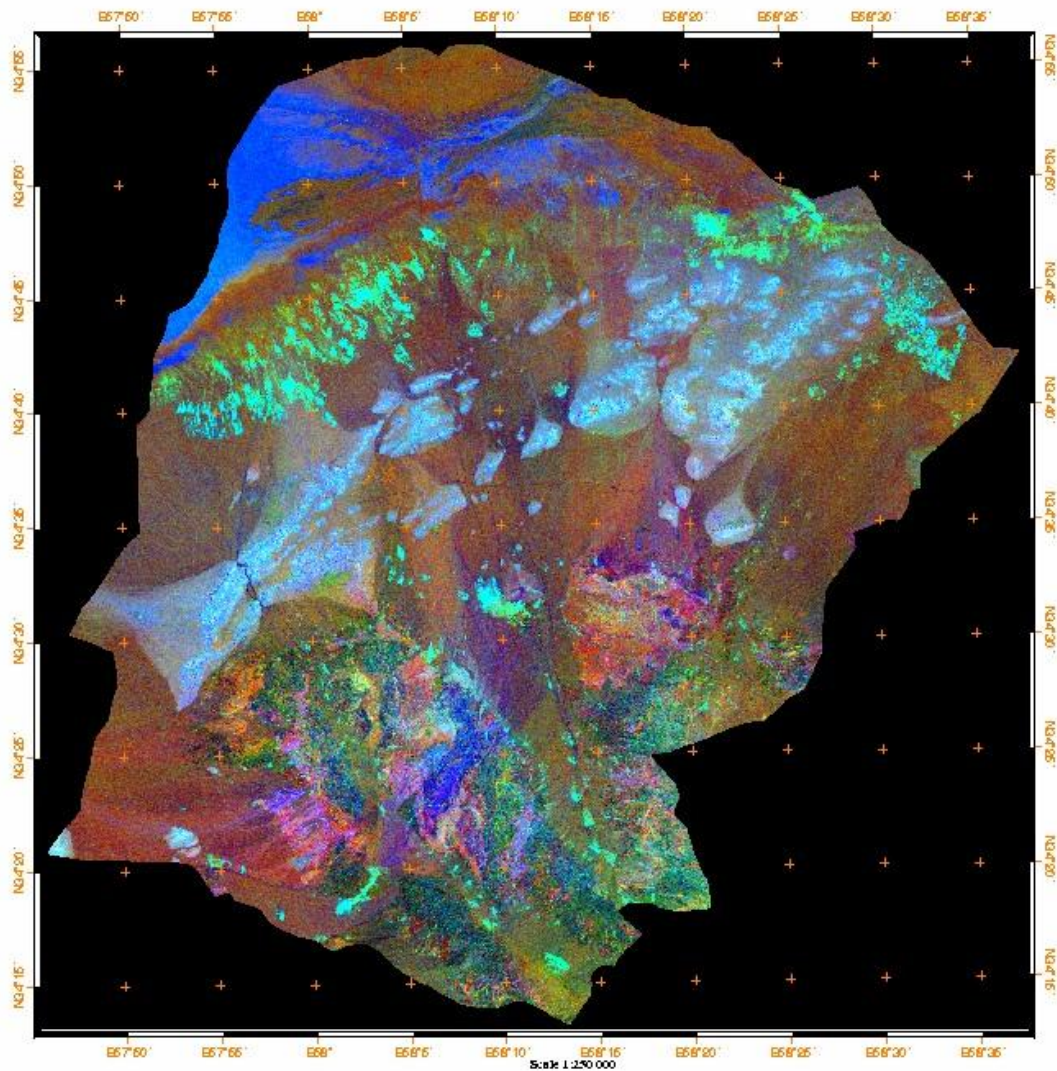
باختری شهرستان (اطراف روستاهای نیان و بوالخازن)، شمال روستای میمنگ، اطراف کلاته لیرم در شمال جزین تا جنوب روستای مزار، مناطق خاوری روستاهای آهنگ و سریده و محدوده گرانیتوئیدی خاور بجستان قابل پی جویی می باشد.

نسبت باندی با استفاده از 5 به 7 در کانال قرمز، و نسبت 5 به 4 در کانال سبز و نسبت 3 به 1 در کانال آبی استفاده شده است که با استفاده از این نسبت باندی مناطقی با مینرالهای رسی به رنگ قرمز تا صورتی واکسیدهای آهن به رنگ سبز و آبی اکسیدهای فریک را نشان می دهد. شکل (3-10)



شکل (3-8) تعیین آلتراسیونهای رسی و اکسید آهن با استفاده از نسبت باندی، در این تصویر کانیهای رسی به رنگ قرمز تا صورتی نمایش داده شده است.

SATELLITE PHOTOMAP OF BAJESTAN TOWNSHIP

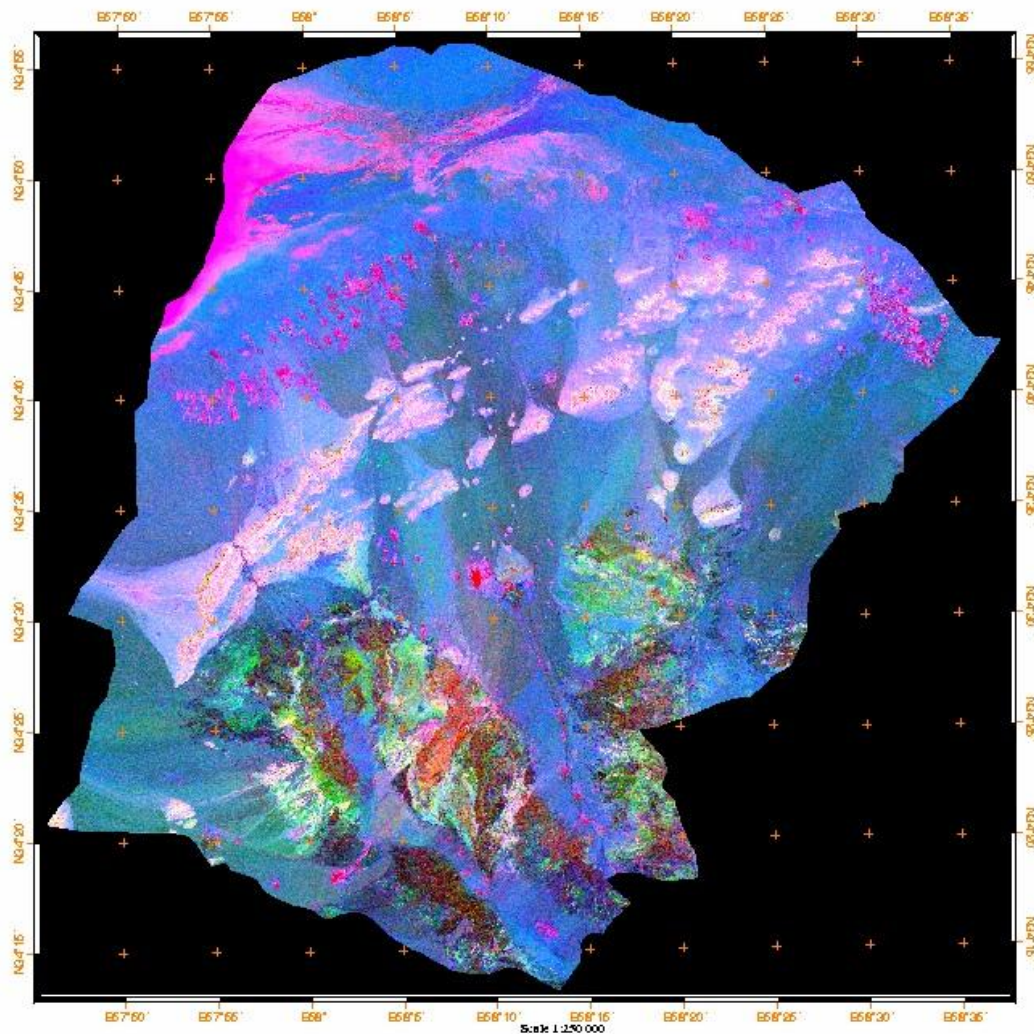


PREPARED BY:
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
NORTH EAST TERRITORY
RAHMADI ROHANY

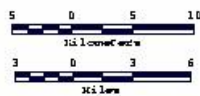


شکل (9-3) - تعیین آلتراسیونهای رسی و اکسید آهن با استفاده از نسبت باندهای

SATELLITE PHOTOMAP OF BAJESTAN TOWNSHIP



PREPARED BY:
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
NORTH EAST TERRITORY
RAHMADI ROHANY



شکل (3-10)- تعیین آلتراسیونهای رسی و اکسید آهن با استفاده از ترکیب و نسبت باندهای

تحلیل مؤلفه های اصلی

اگر هر کدام از باندهای ETM+ به طور جداگانه بررسی شوند، ارتباط زیادی بین آنها مشاهده می شود، به گونه ای که بیشتر نواحی که در یک باند روشن یا تاریک هستند، در باندهای دیگر هم همین ویژگی را دارند. اغلب ارتباط زیاد ایجاد شده بین باندها در تحلیل داده های تصویر چندطیفی دشوار است، یعنی تصویرهای ایجاد شده توسط داده های لندست، یا به طور کلی داده های رقومی ناشی از طول موج باندهای گوناگون، اغلب شبیه به یکدیگر به نظر می رسند و اساساً اطلاعات مشابهی را منتقل می کنند. در حقیقت این تشابه و ارتباط بین باندها، باعث به وجود آمدن یک سری اطلاعات اضافی و زائد می شود. اگر این داده های اضافی کاهش یابند، مقدار داده هایی که برای توصیف تصویرهای چندطیفی احتیاج است، به صورت فشرده درمی آیند. انتقال مؤلفه های اصلی، روشی برای خارج کردن یا کاهش دادن چنین اطلاعات زائدی است که با فشرده کردن مجموعه داده های چندطیفی در یک دستگاه مختصات جدید صورت می گیرد. برای داده های شامل چندطیفی (مانند لندست)، اولین مؤلفه اصلی (PC1) بیشترین درصد واریانس کلی تصویر است و مؤلفه های بعدی (PC2, PC3, ..., PCn) هر یک دربرگیرنده درصد کمتری از واریانس تصویر می باشند (Sabins, 1997).

هر تصویر مؤلفه اصلی، دارای اطلاعاتی از همه باندهای طیفی است و مانند تصویرهای نسبی، به عنوان تصویر جداگانه سیاه و سفید میتوانند تحلیل شوند، یا هر سه تصویر مؤلفه اصلی برای تشکیل یک ترکیب رنگی با یکدیگر ترکیب شوند. در این حالت، بیشترین واریانس n باند طیفی در یک تصویر ترکیب رنگی مشاهده می شود. این واریانس بیشتر از واریانسی است که در ترکیب رنگی باندهای طیفی معمولی ایجاد می شود و جزئیات بیشتری از اختلاف طیفی پدیده های مختلف زمین شناسی مانند واحدهای سنگی و دگرسانی نمایش می دهد. لذا به زمین شناسان کمک می کند تا مرز بین مناطقی که در تصاویر ترکیب رنگی حاصل از باندهای خام قابل تشخیص نیست را مشخص کنند. همچنین کاربر می تواند مناطق کوچکی را که از نظر طیفی کاملاً متفاوت از کل صحنه هستند (مانند مناطق دگرسان شده)، مشخص کند (Vincent, 1997).

مؤلفه های تصویر از روی بردارهای ویژه محاسبه می شوند. مقادیر ویژه مؤلفه 1، ضرایب یا بارهایی بدست می دهد که در ایجاد اولین تصویر مؤلفه اصلی از تصویر خام استفاده می شود. ارزش عددی تصویر مؤلفه اصلی با استفاده از مقادیر ارزشهای عددی در تصاویر اولیه و مؤلفه های بردارهای ویژه با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شوند:

$$PC_K = \sum_{i=1}^n a_{ik} DN_i$$

که در آن:

PC_K: ارزش عددی پیکسل مورد نظر برای k امین مؤلفه ی اصلی،

a_{ik} : مقدار عنصر بردار بار بدست آمده از بردار ویژه ی مؤلفه ی k ام در باند i ام ،
 DN_i : ارزش عددی باند i ام برای پیکسل مورد نظر،
 n : تعداد باندهای PCA موجود می باشد.

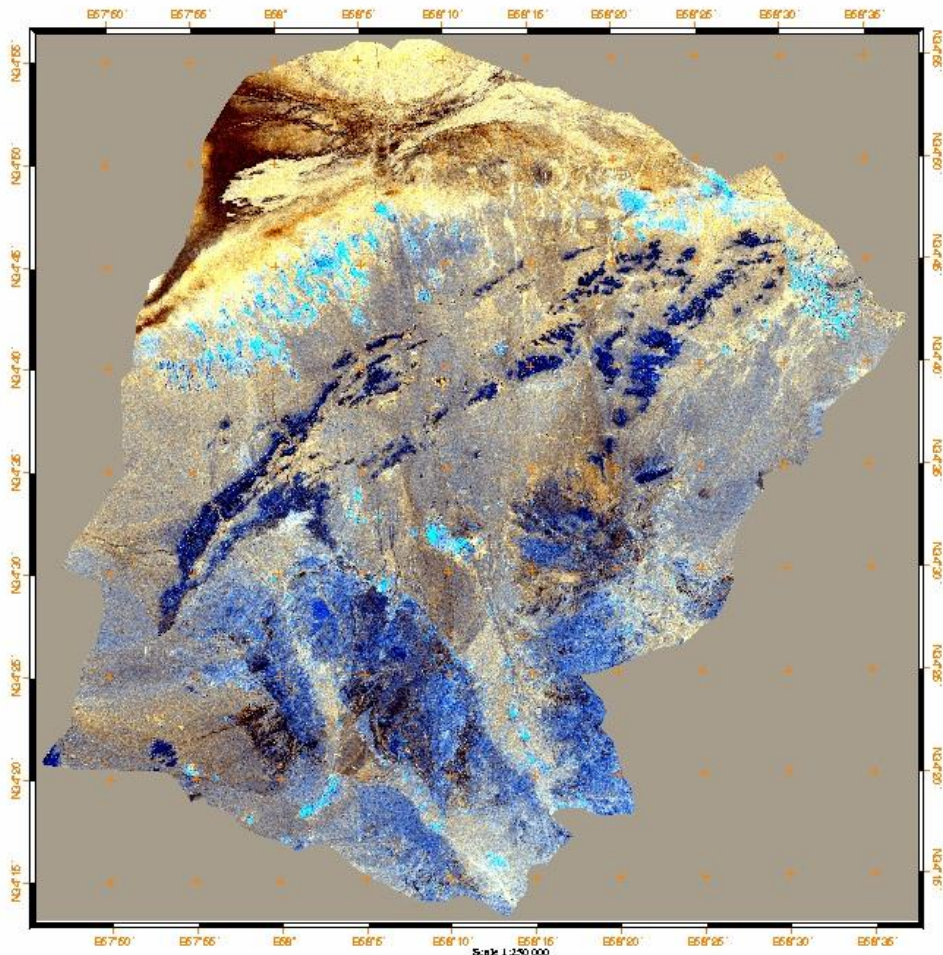
3-5-3- تحلیل استاندارد و انتخابی مؤلفه های اصلی

اختلاف بین تحلیل استاندارد و انتخابی مؤلفه های اصلی در این است که در تحلیل استاندارد همه باندهای یک تصویر (مثلاً 6 باند غیر گرمایی ETM^+) به عنوان داده ورودی در محاسبه مؤلفه های اصلی به کار می روند. در حالی که در تحلیل انتخابی بر حسب نوع هدف، تعداد مشخصی از باندها انتخاب می شوند. استفاده اساسی از تحلیل مؤلفه اصلی یا PCA، در کاهش تعداد تصاویر یا متغیرهاست که کاهش بعدی (Dimensionality reduction) نامیده می شود. تحلیل مؤلفه های اصلی توسط (Chaves and Yaw Kwarteng (1989) پیشنهاد شد. (Crosta and Moore (1989) برای اولین بار روشی را که مؤلفه اصلی جهت یافته موضوعی یا (FPCS (Feature Oriented Principal Components Selection) نامیده می شود، پیشنهاد کردند که امروز به نام روش کروستا مشهور است. این روش، یک فن ساده و جدید برای نقشه برداری دگرسانی ها با استفاده از تصاویر لندست است. در این روش، تنها به اطلاعات مقدماتی درباره خواص طیفی مؤلفه اصلی در نقشه برداری جزئیات واریانس داده ها در مؤلفه های متوالی است. روش کروستا بر اساس 6 باند لندست و همچنین 4 باند انتخاب شده بر اساس ویژگیهای طیفی کانیهای دگرسان و پوشش گیاهی استوار است. در حقیقت فن توسعه یافته این روش، بر اساس انتخاب 4 باند برای PCA است، که در این روش بر پایه بررسی مقادیر ویژه بردار (Eigenvector) مؤلفه اصلی مشخص می گردد که کدام یک از مؤلفه های اصلی اطلاعات مربوط به نشانه های طیفی (Spectral Signature) هدفهای خاص را به طور مستقیم متمرکز می کنند. از ویژگیهای مهم این روش این است که پیش بینی می کند آیا یک هدف در یک تصویر مؤلفه اصلی مربوط به آن، به صورت پیکسل های تیره یا روشن مشخص می شود. از روش تحلیل مؤلفه های اصلی و کروستا، به طور گسترده برای آشکار سازی دگرسانیها در ایالتها و کمربندهای فلزایی استفاده شده است.

(Tangestani and Moore, 2000; Ruiz-Armenta and Prol-Ledesma, 1998; Bennet et al, 1993; Loughlin, 1991; Crosta and Moore, 1989 ; Kaufmann, 1988 ; Abrams et al, 1983).

بر پایه مطالعات انجام شده با استفاده از روش تحلیل مؤلفه اصلی مناطق دارای رنگ های قهوه ای (شکل 3-11) به عنوان مناطق حاوی دگرسانی می باشند. بر اساس شکل فوق مناطق جنوب باختری شهرستان در اطراف روستاهای نیان و بوالخازن ، شمال خاوری جزین در اطراف کلاته لیرم ، شمال روستای نوق، مناطق خاوری روستاهای زین آباد و سریده و مناطق خاور شهر بجستان در اطراف توده گرانیوتئیدی دارای مناطق حاوی آلتراسیون می باشند.

SATELLITE PHOTOMAP OF BAJESTAN TOWNSHIP



PREPARED BY:
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
NORTH EAST TERRITORY
RAHMADI ROHANI



شکل (3-11)- تعیین آتراسیونهای محدوده شهرستان با استفاده از روش تحلیل مولفه اصلی

3-5-4 - داده های ASTER

Aster یکی از چند سنجنده ماهواره Terra می باشد که در سال 1999 به فضا پرتاب شد، سنجنده های Aster انعکاس و انتشار حاصل از تابش امواج الکترومغناطیس بر روی سطح زمین و اتمسفر را در 14 کانال اندازه گیری می کنند و در سه گروه کانال دسته بندی می شوند: سه ثبت (باند) مربوط به محدوده تابش مرئی و نزدیک مادون قرمز (به طور اختصار $VNIR^1$ با وضوح فضایی 15 متر، ثبت (باند) مربوط به تابش امواج کوتاه مادون قرمز (به اختصار $SWIR^2$) با وضوح فضایی حدود 30 متر و 5 باند مربوط به تابش مادون قرمز حرارتی (به اختصار TIR^3) با وضوح فضایی 90 متری باشد.

وضوح بالاتر طیفی Aster به خصوص در ناحیه امواج کوتاه مادون قرمز امواج الکترو مغناطیس، این داده را یکی از بهترین داده ها برای شناخت کانیها و گروه کانیهای مثل رسها ، کربناتها و سیلیس ها و اکسید آهن و دیگر سیلیکات ها ساخته است . وجود باند Backward looking در VNIR باعث شده تا از داده های Aster جهت ساخت مدل ارتفاعی رقومی از باندهای 3 N و 3 b استفاده های خوبی گردد. عرض نوار پوشش 60 کیلومتری Aster (هرسین با حدود مساحت $60km * 60km$) از این داده ها ، داده های مفید جهت تهیه نقشه های ناحیه ای ساخته است جدول (3-1).

جدول (3-1) مشخصات طول موج ها و کانی های قابل تشخیص در طول موج های مختلف

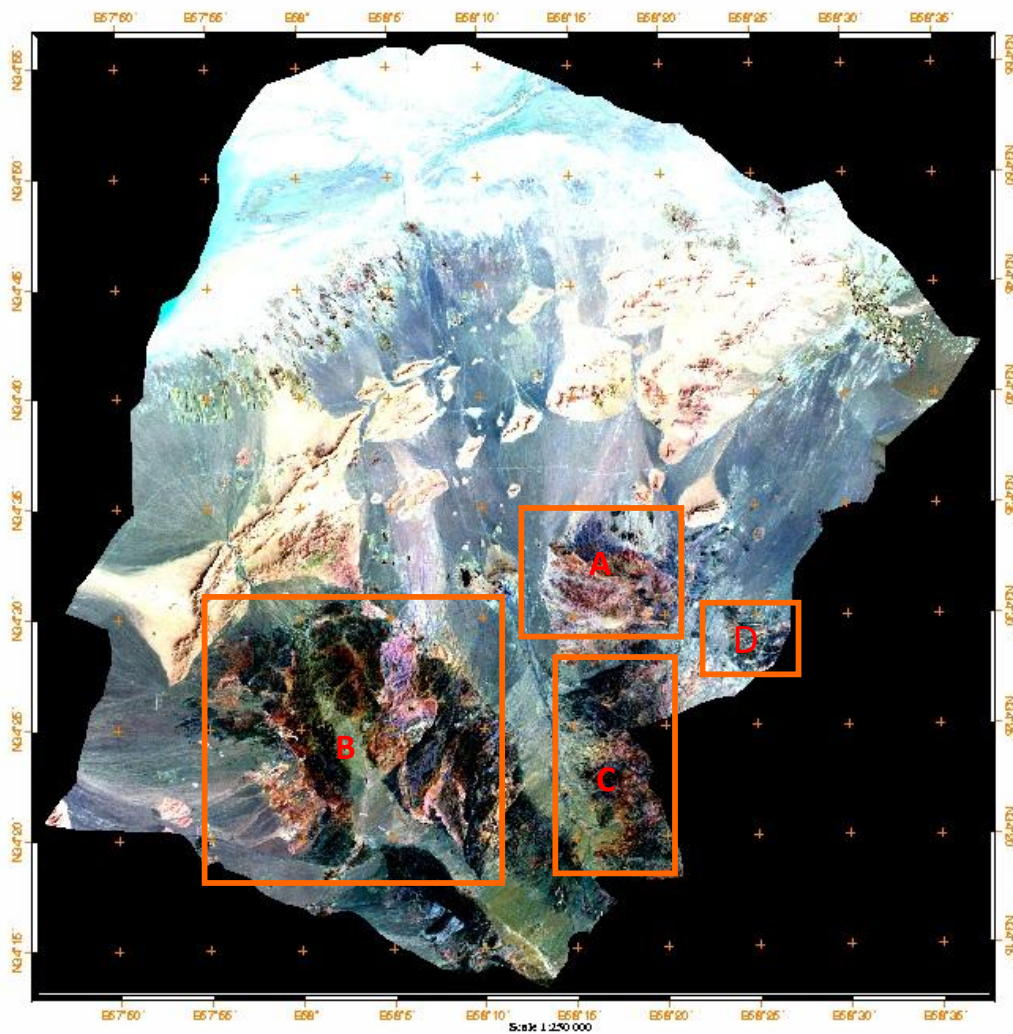
Wavelength region	Wavelength (nm) range	Mineralogy	Associated molecular feature
VNIR	400-1100	Fe and Mn oxides, rare earths	Crystal field absorption, charge transfer absorption
SWIR	1100-2500	Hydroxyls, carbonates, sulfates, micas, amphiboles	$Al(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, NH_4 , SO_4 absorption, CO_3
TIR	8000-14 000	Carbonates, silicates	Si-O bond distortion

3-6- پردازش اطلاعات و تهیه عکس - نقشه ماهواره ای (Photomap) با هدف تفکیک آلتراسیون ها با استفاده از داده ASTER

مطالعات نشان داده است که داده‌های ASTER داده‌های ارزشمندی جهت بارز نمودن آلتراسیون‌های مختلف و تهیه نقشه‌های آلتراسیون به خصوص در مرحله اکتشاف مقدماتی می‌باشند. این داده‌ها می‌توانند به صورت ناحیه‌ای برای تفکیک انواع آلتراسیون به کار رود. در مطالعات صورت گرفته به وسیله پردازش اطلاعات ماهواره-ای برای پتانسیل یابی شهرستان بجستان در مرحله اول از داده‌های Landsat ETM⁺ جهت تفکیک واحدها و مشخص نمودن نواحی واجد آلتراسیون استفاده گردید که نتایج آن در شکل‌های 1 تا 8 مشخص شد. این بررسی‌ها نشان داد که برخی از مناطق از جمله محدوده‌های (A,B,C,D) که در تصویر شماره 3-12 بصورت کادر نمایش داده شده اند دارای آنومالی می‌باشند که خود شامل ناحیه A خاور شهر بجستان (مجموعه گرانیتوئیدی خاور بجستان) ناحیه B جنوب‌باختر شهرستان بجستان (ناحیه جزین) و ناحیه C جنوب خاور این شهرستان (زین آباد) و ناحیه D خاور شهرستان بجستان دارای مناطق بارز آلتراسیونی می‌باشند. (تصویر شماره 3-12)

از آنجایی که داده‌های لندست ETM⁺ با وجود تفکیک نسبتاً خوب واحدها، قادر به جداسازی دقیق انواع آلتراسیون چون آلتراسیون‌های پروپلیتیکی، آرژیلیکی و فیلیکی نمی‌باشد و بیشتر به دلیل محدودیت باندی، آلتراسیون‌های رسی و نواحی دارای آلتراسیون‌های اکسیدهای آهن را مشخص می‌نماید. لذا در مرحله بعدی سعی بر این شد تا با استفاده از داده‌های ASTER و انجام مطالعات با جزئیات بیشتر (detailed) و موضوعی، آلتراسیون‌های مختلف تفکیک شود.

SATELLITE PHOTOMAP OF BAJESTAN TOWNSHIP



PREPARED BY:
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
NORTH EAST TERRITORY
RAHMADI ROHANY



شکل (3-12)- نواحی مشخص شده جهت پردازش آلتراسیون ها با استفاده از داده ASTER

3-7- A توده نفوذی بجستان (خاور شهر بجستان)

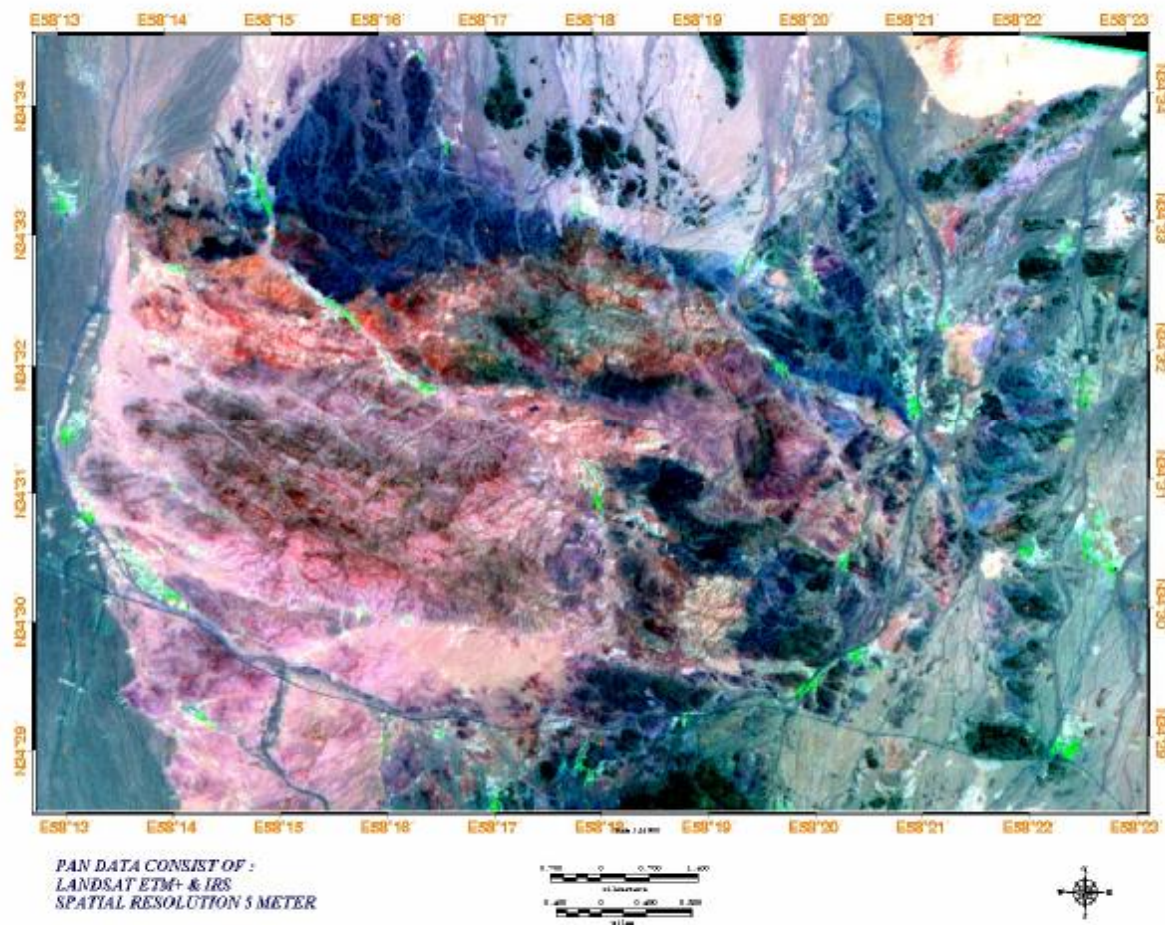
توده نفوذی بجستان در شمالی‌ترین ناحیه بلوک لوت و در خاور و جنوب خاور شهرستان بجستان واقع گردیده است این توده از دیدگاه پتروگرافی مشتمل بر سری سنگ‌های؛ گرانیت ارتوپروکسن‌دار، کوارتز موزوودیوریت، کوارتز موزوگابرو، کوارتز موزوگابرونوریت و برخی سنگ‌های غیر قابل نامگذاری می‌باشد که تنها می‌توان آن را توصیف نمود. سنگ‌های اسیدی‌تر توده فوق را از نظر ترکیب کانی شناسی می‌توان نوعی شارنوکیست نامید. اما به طور کلی تمام سنگ‌های توده نفوذی بجستان چه از نظر بافتی و چه از نظر کانی شناسی کم و بیش شواهدی از اختلاط ماگمایی نشان می‌دهند.

سنگ‌های این توده از حاشیه به مرکز اسیدی‌تر شده و زونینگ مشخصی ایجاد کرده‌اند. ضمناً در داخل توده یک کنتاکت سین پلوتونیک بین دو رخداد ماگمایی وجود دارد که بر این اساس توده به دو زون مجزا با نام‌های زون داخلی و زون حاشیه‌ای تقسیم می‌شود.

طبق مطالعات پتروگرافی، ژئوشیمی و آماری انجام شده پتروژنز توده نفوذی بجستان وابسته به نوعی اختلاط ماگمایی بین یک ماگمای اسیدی با خواصی مشابه با ماگماهای گرانیتوئیدی تیپ A و یک ماگمای بازیک کالک آلکالن مشابه با ماگمای تشکیل دهنده سنگ‌های ولکانیکی توأم با توده فوق می‌باشد. بر این اساس تشکیل توده نفوذی بجستان چیزی جدا از ولکانیسم کرتاسه فوقانی تا پالئوژن در بلوک لوت نبوده و در حقیقت تأثیرات توأم این فعالیت ماگمایی و ضخامت قابل ملاحظه پوسته از مهمترین عوامل ایجاد توده نفوذی بجستان هستند. با توجه به مطالعات انجام شده محیط تکتونیک ایجاد توده نفوذی بجستان را می‌توان نوعی محیط برخوردی در نظر گرفته و تشکیل توده نفوذی فوق را همزمان با رژیم فشارشی در کرتاسه فوقانی - پالئوسن و جایگزینی افیولیت‌های اطراف بلوک لوت دانست (محمدزاده لاری، 1376).

در پردازش داده های ASTER ابتدا از ترکیب باندهای شناسه شده استفاده گردید. در مرحله اول از ترکیب باندهای 3 و 5 و 1 (در 5 R و 3 در G و 1 در B) استفاده شده است. همانطور که در شکل (3-13) مشخص می‌شود نواحی دارای پوشش گیاهی به رنگ سبز تفکیک شده‌اند. واحدهای با ترکیب سیلیسی (گرانیتی) به رنگ‌های قهوه تا صورتی و بخش‌های فیلیتی در شمال توده نفوذی به رنگ آبی تیره و نواحی واجد آلتراسیون به رنگ صورتی تا نارنجی روشن مشخص است. در ترکیب باندهای 2 و 6 (در 2 R و 1 در G و 1 در B) نواحی به رنگ قرمز مناطق با احتمال وجود زون گوسان و اکسیدهای آهن و مناطق سبز رنگ نواحی واجد آلتراسیون رسی و نواحی آبی رنگ سنگ میزبان را به نمایش می‌گذارند.

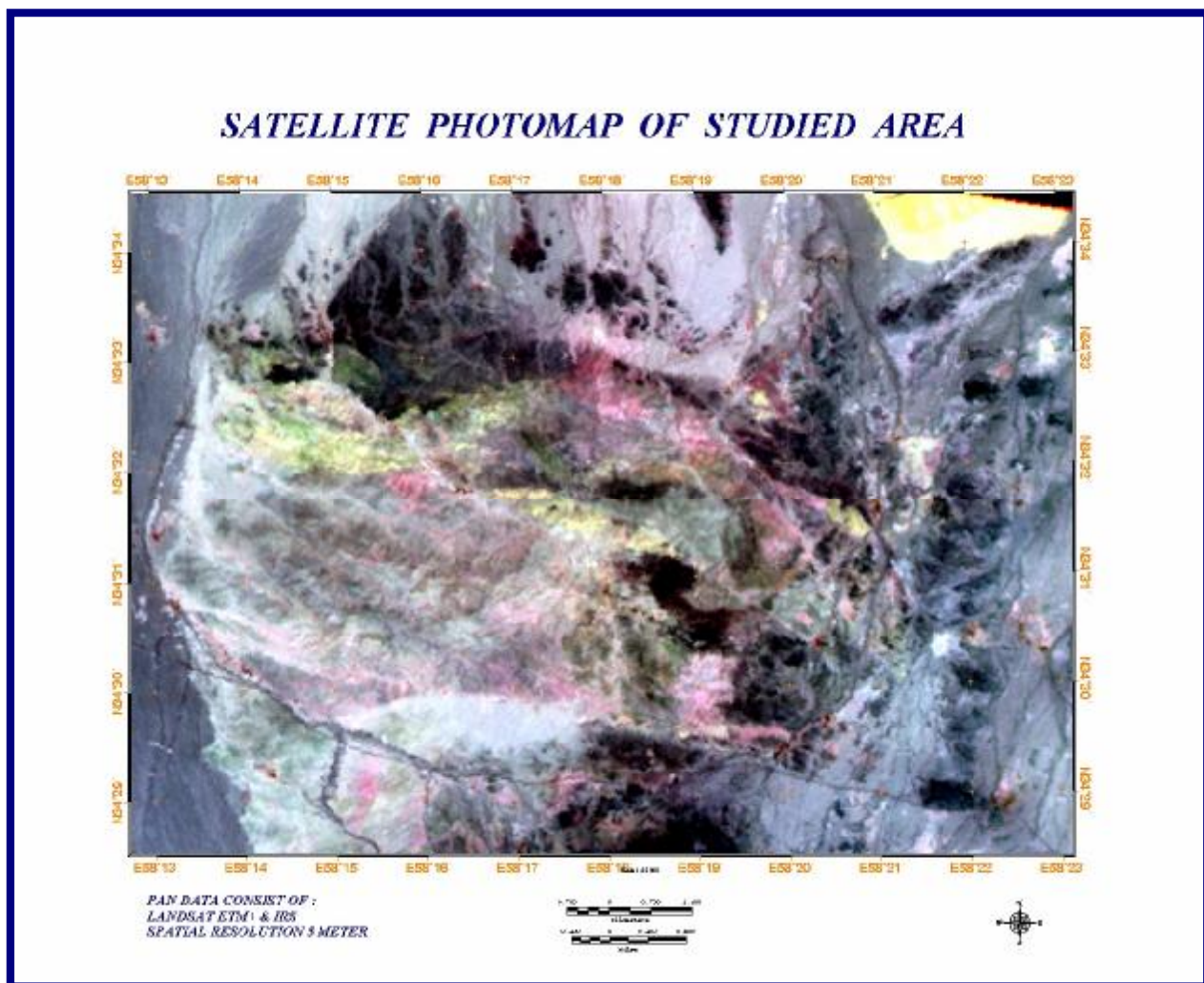
SATELLITE PHOTOMAP OF STUDIED AREA



شکل (3-13) ترکیب باندهای 5.3.1 جهت تفکیک واحدهای سنگی و پوشش گیاهی با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50,000

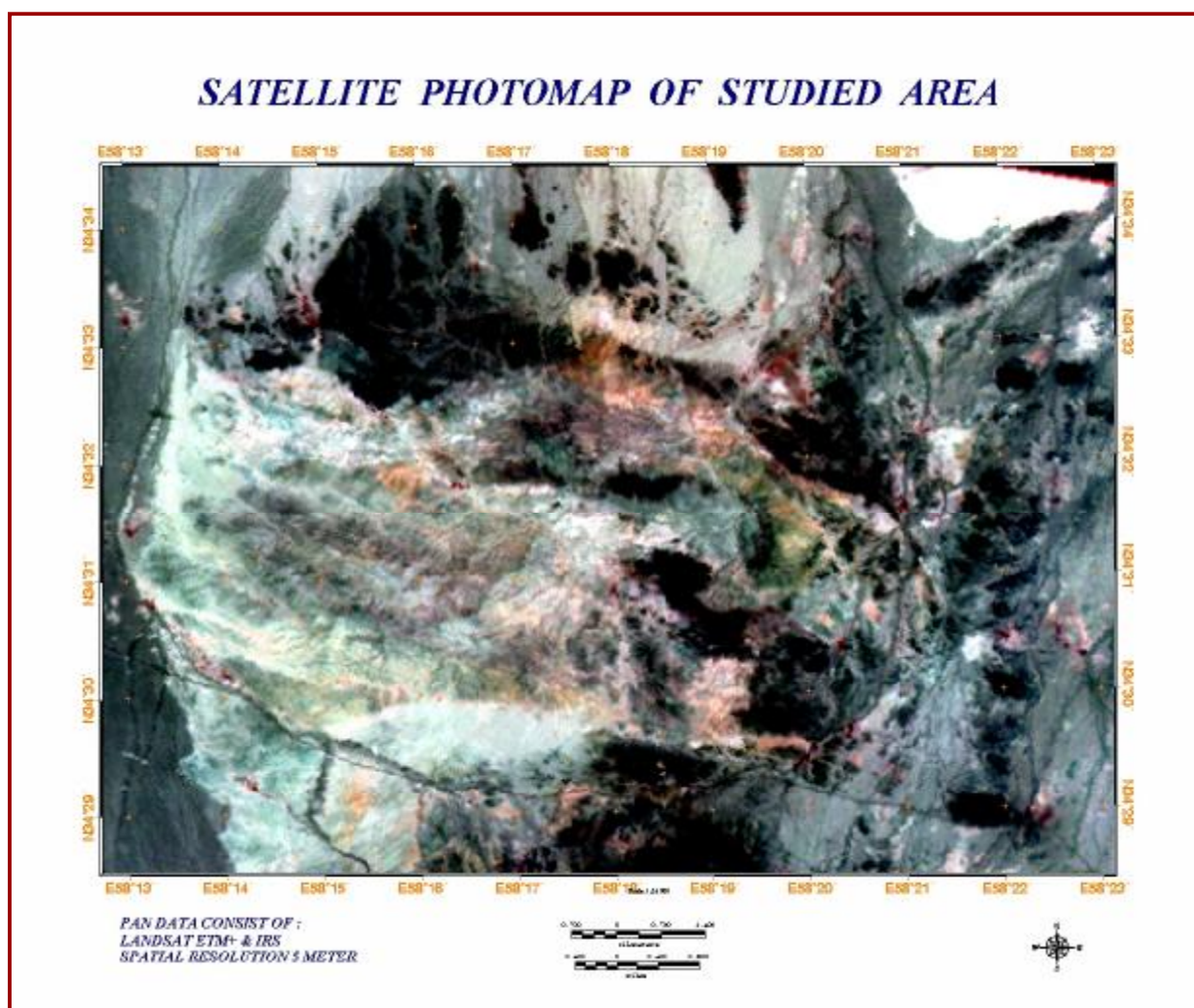
در گام بعدی با استفاده از ترکیب باندهای 4 و 6 و 8 (4 در R و 6 در G و 8 در B) آلتراسیون پروپلیتیک و آرژیلیک مورد تفکیک قرار گرفت همانطور که در شکل (3-14) مشخص می‌شود نواحی سبز رنگ می‌توانند نشانگر واحدهای مافیک و آلتراسیون پروپلیتیک باشند آنچه در تصویر مشخص است نواحی با رنگ سبز خود دارای دو تفکیک سبز پررنگ و سبز کم رنگ می‌باشند که هر بخش می‌تواند ترکیب‌های مینرالی متفاوت را شامل شود بخش‌های زرد رنگ نواحی دارای کربنات و احتمالاً اسکارن را نشان می‌دهد آلتراسیون آرژیلیکی و کائولینیتی و همچنین سریسیتی به رنگ صورتی در نقاط مختلف این توده مشخص است (تفکیک بارزی میان آلتراسیونهای آرژیلیکی و کائولینیتی و سریسیتی نمی‌توان مشاهده کرد). و از فراوانی نسبتاً بالایی برخوردار

است. همان طور که در تصویر (3-14) در مقیاس 1:50.000 مشخص است این تر کیب باندی، تفکیک آلتراسیونی خوبی را در محدوده مورد نظر به نمایش می گذارد. بر پایه مطالعات صحرایی آلتراسیون های پروپلیتیک که در بخش های مرکزی توده از جنوب روستای باریک آب تا باغ اوبی دیده می شوند منطبق بر توده های آهنی دگرگون شده، مناطق اسکارنی و بخش هایی از توده نفوذی به شدت اپیدوتیزه شده می باشد. همچنین آلتراسیون های سرسیتی در بخش های مختلف توده مشاهده می شود اما عمده ترین بخش حاوی آلتراسیون سرسیتی در شمال توده و در بخش جنوب خاوری روستای تلخابوند بوده که حاوی رگه های سیلیسی آهن دار است.



شکل (3-14) ترکیب باندی 4.6.8 جهت تفکیک آلتراسیون پروپلیتیک و آلتراسیون آرژیلیک و واحدهای کربناته با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

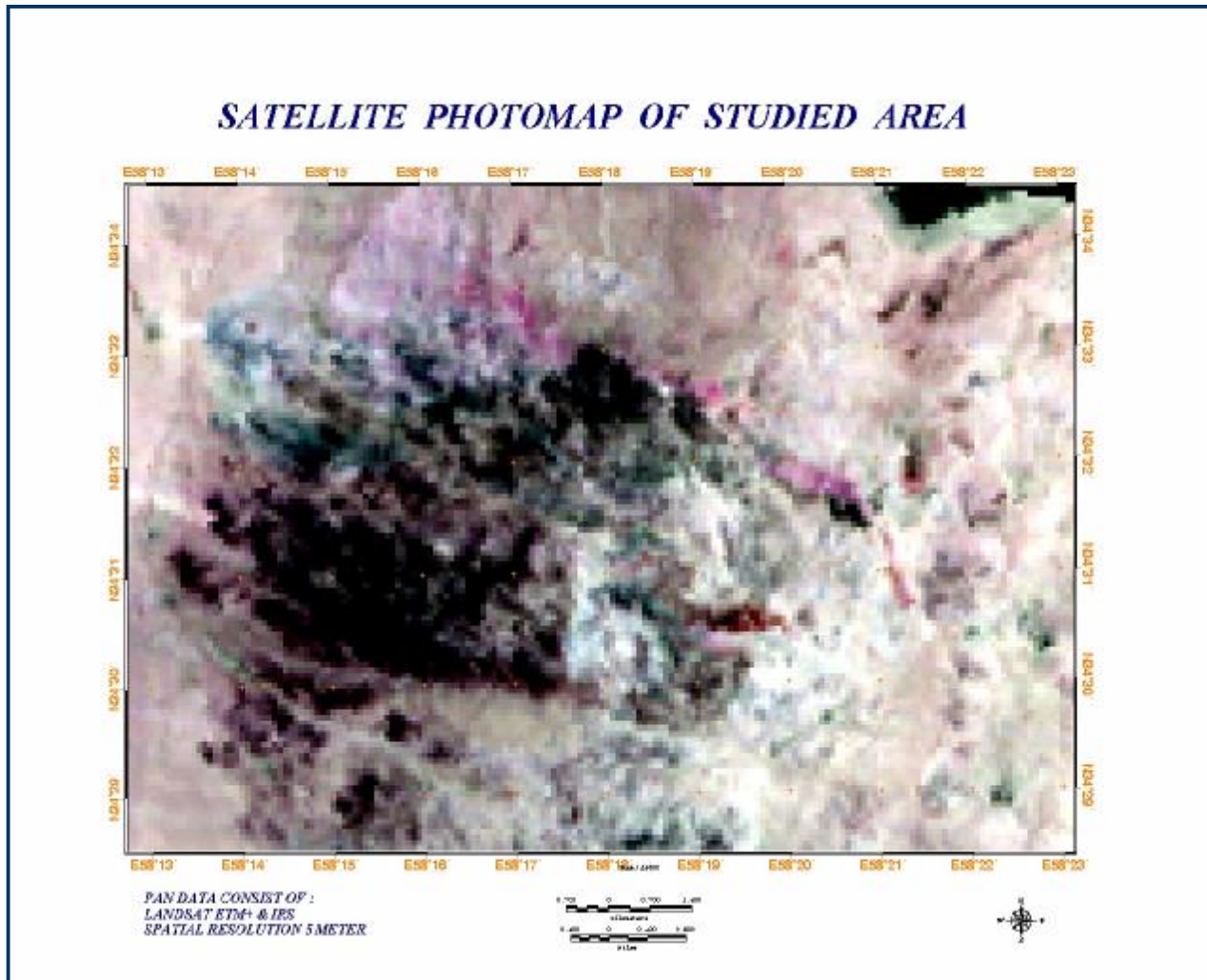
از آنجاییکه در پردازش قبلی تفکیک خوبی میان آلتراسیون فیلیک و آلتراسیون آرژیلیک مشاهده نشد برای جدایش این آلتراسیون ها از ترکیب باندی، باندهای 4 و 5 و 6 (4 در R و 5 در G و 6 در B) استفاده شد با استفاده از این ترکیب آلتراسیونهای فیلیک و آرژیلیک تا حدودی مورد تفکیک قرار می گیرد آلتراسیون آرژیلیک به رنگ صورتی و آلتراسیون سریسیتی به رنگ نارنجی تا نارنجی مایل به زرد تفکیک شده است. همانطور که در شکل (3-15) مشخص می شود نواحی سبز رنگ می توانند نشانگر واحدهای آلتراسیون پروپلیتیک باشند. همان طور که در تصویر (3-15) در مقیاس 1:50.000 مشخص است.



شکل (3-15) ترکیب باندی 4.5.6 جهت تفکیک آلتراسیونهای فیلیک و آرژیلیک با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

یکی از قابلیت های داده های ASTER به خصوص باندهای TIR بارزسازی واحدهای واجد سیلیس و کربنات است با استفاده از ترکیب باندی 10، 12 و 13 در شکل (3-16) مشخص است که نواحی واجد واحدهایی با سیلیس بالا

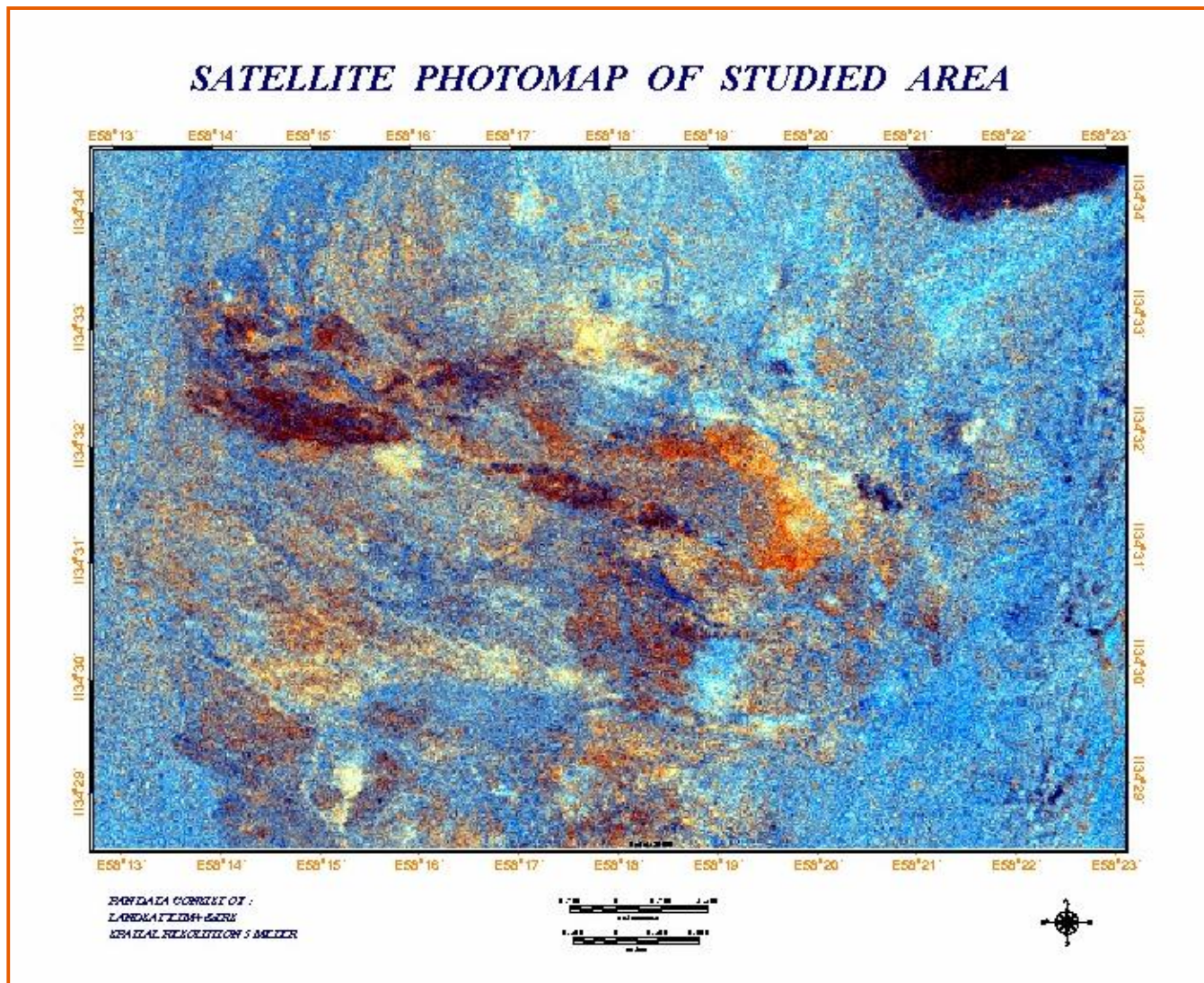
به رنگ صورتی تا قرمز تفکیک شده اند. استفاده از روشهای دیگر پردازش جهت تشخیص واحدهای واجد سیلیس مثل روش نسبت بانندی 13/10 و 11/10 (CSIRO) نتایج مشابهی را نشان می دهد و همان طور که در تصویر فوق مشاهده می شود بیشتر مناطق به رنگ صورتی در آمده منطبق بر واحدهای دگرگونی درجه پایین (فیلیت ها) می باشد.



شکل (3-16) ترکیب بانندی 13.12.10 جهت تفکیک واحدهای واجد سیلیس با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

- از جمله خصوصیات دیگر داده های ASTER به خصوص باندهای SWIR بارزسازی کانی های واجد ALOH می باشد که در بحث اکتشاف کاربرد فراوان دارد بدین منظور از تلفیق روش های نسبت بانندی و روش ترکیب بانندی به صورت 5/6 در کانال R و 7/6 در کانال G و 7/5 در کانال B (Hewson, CSIRO) استفاده گردید که نتیجه آن در شکل (3-17) مشخص است در این تصویر نواحی با احتمال وجود کانیه های دارای

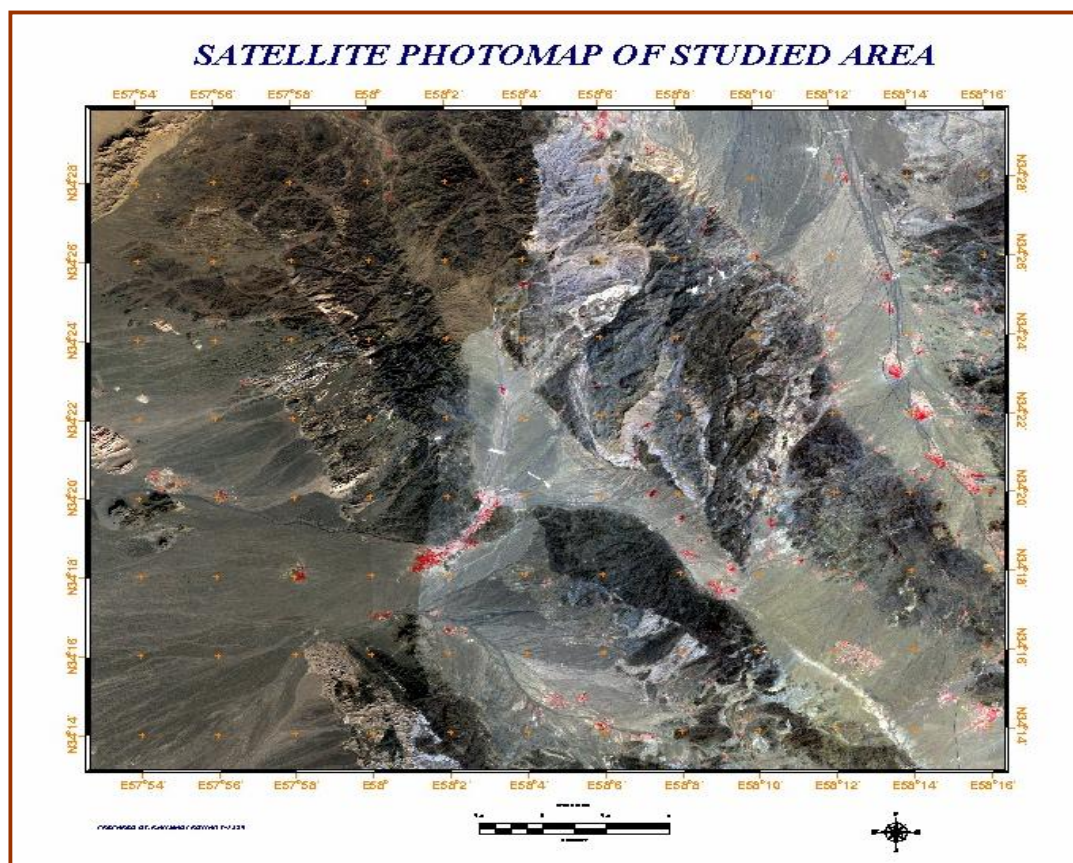
هیدروکسیل (آلمینیوم) به رنگ نارنجی تا زرد به نمایش در آمده است از نواحی زرد روشن به سمت نارنجی تیره میزان این کانی ها آلمین هیدروکسیل دار (Advanced Argillic Alteration) AIOH Minerals افزایش می یابد.



شکل (3-17) استفاده از ترکیب باندی و نسبت باندی جهت مشخص کردن آلتراسیونهای واجد AIOH Minerals/Advanced Argillic Alteration با استفاده از داده های ASTER در مقیاس 1:50.000

3-8- ناحیه B مرکز و جنوب باختر شهرستان بجستان (ناحیه جزین)

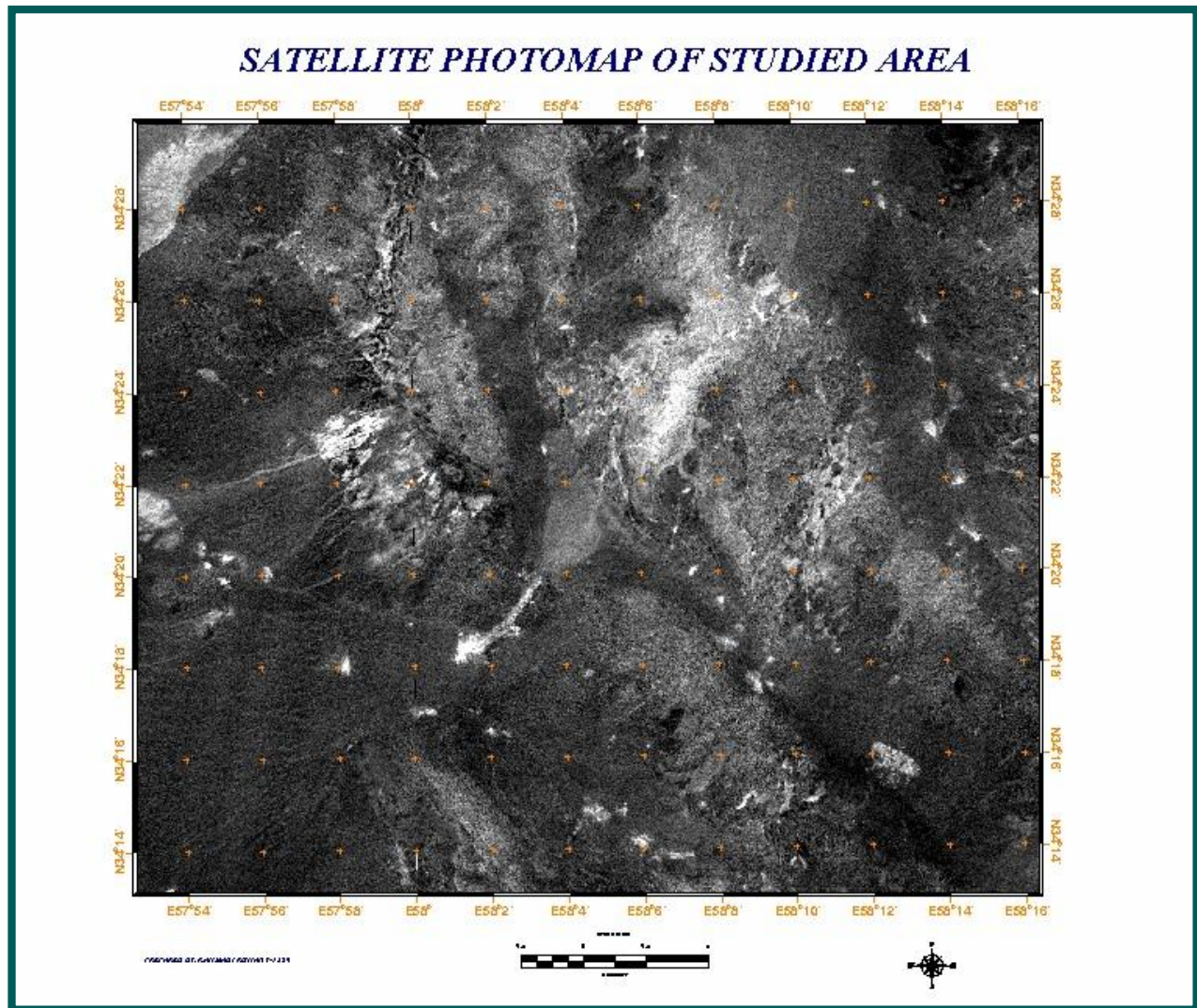
این محدوده دومین محدوده ای است که در شهرستان بجستان بوسیله داده های لندست ETM+ آنومالی نشان داده و در این قسمت بصورت موضوعی، توسط داده های ASTER مورد پردازش دقیق تر قرار گرفته است. در گام اول پردازش این ناحیه از ترکیب باندهی 3 و 2 و 1 (3 در R و 2 در G و 1 در B) استفاده شده است. این ترکیب باندهی به دلیل استفاده از باندهای VNIR یعنی محدوده مرئی و مادون قرمز نزدیک و تفکیک مکانی 15 متر جهت جدا کردن واحدهای زمین شناسی بخصوص واحدهای واجد آلتراسیون های اکسید آهن مناسب است همانطور که در شکل (3-18) که در صفحه بعد آمده است مشاهده می شود نواحی دارای پوشش گیاهی و اکسید آهن به رنگ قرمز تفکیک شده اند.



شکل (3-18) ترکیب باندهی 3.2.1 جهت تفکیک واحدهای سنگی و پوشش گیاهی (رنگ قرمز) با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

. برای تفکیک کامل پوشش گیاهی می توان از اندکس NDVI استفاده نمود. واحدهای دیگر از جمله واحدهای با ترکیب سیلیسی (گرانیتی؟) و آلتراسیونهای رسی به رنگ آبی - خاکستری تا سفید تفکیک شده اند. ولی

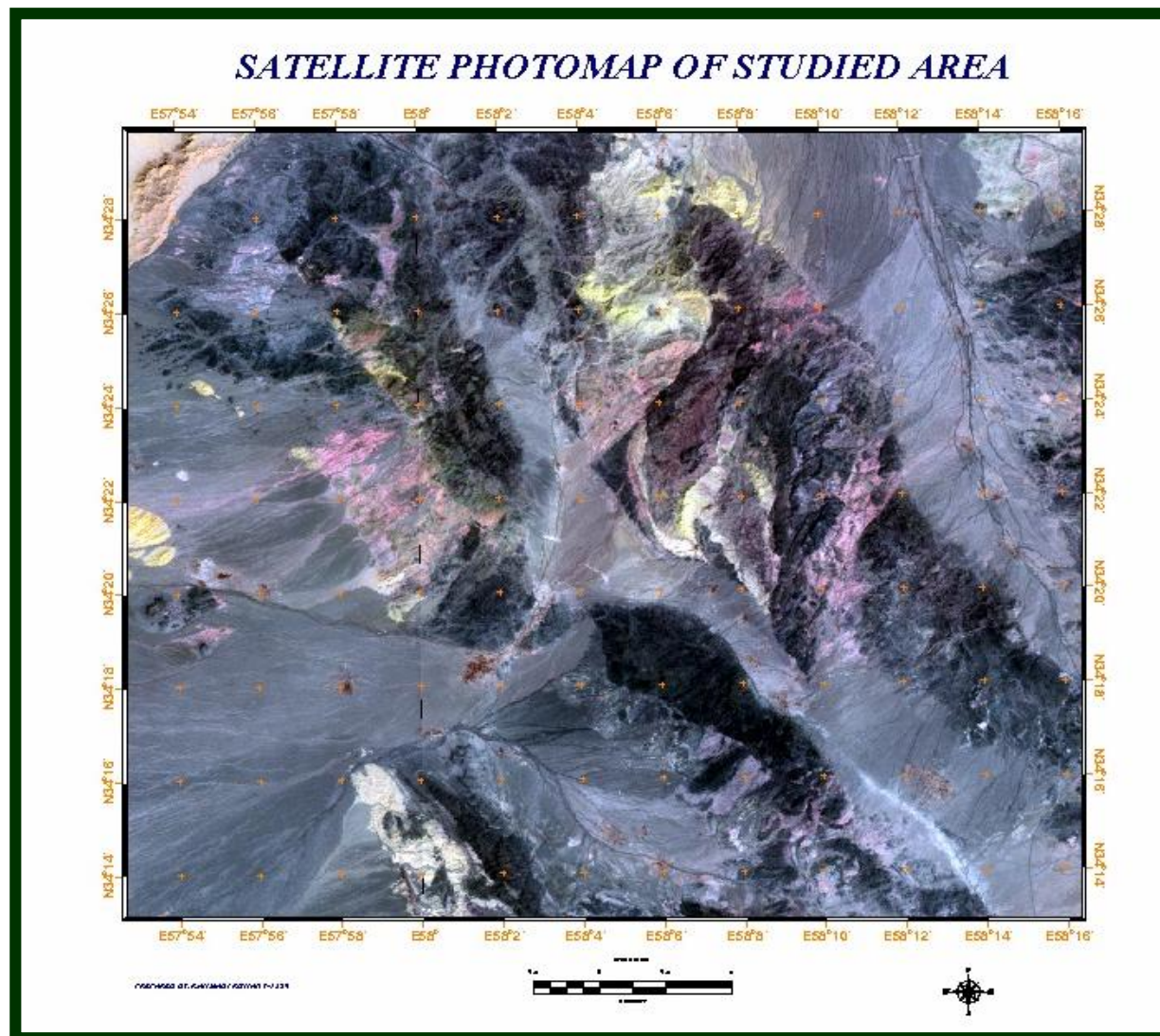
تفکیک بارز و کاملی برای جدایش آلتراسیونها مشخص نشده است، به همین دلیل از پردازشها و ترکیبها و نسبت باندهای دیگری استفاده شده است که در مطالب و تصاویر بعدی بصورت کاملتر مشاهده می شود. شکل (3-19)



شکل (3-19) تفکیک نواحی واجد آلتراسیون با استفاده از نسبت باندهای در محدوده B

در مرحله بعد جهت تفکیک آلتراسیونها بخصوص آلتراسیون پروپلیتیک آرژیلیک و فلیک از ترکیب باندهای 4 و 6 و 8 (4 در R و 6 در G و 8 در B) استفاده گردید همانطور که در شکل (3-20) مشخص شده نواحی سبز رنگ می توانند نشانگر آلتراسیون پروپلیتیک و یا واحدهای مافیک باشند آنچه در تصویر مشخص است بخشهای زرد رنگ نواحی دارای کربنات و احتمال وجود اسکارن را نشان می دهد آلتراسیون آرژیلیکی و کائولینیتی و همچنین سریسیتی به رنگ صورتی در نقاط مختلف در این محدوده دیده می شود که از فراوانی

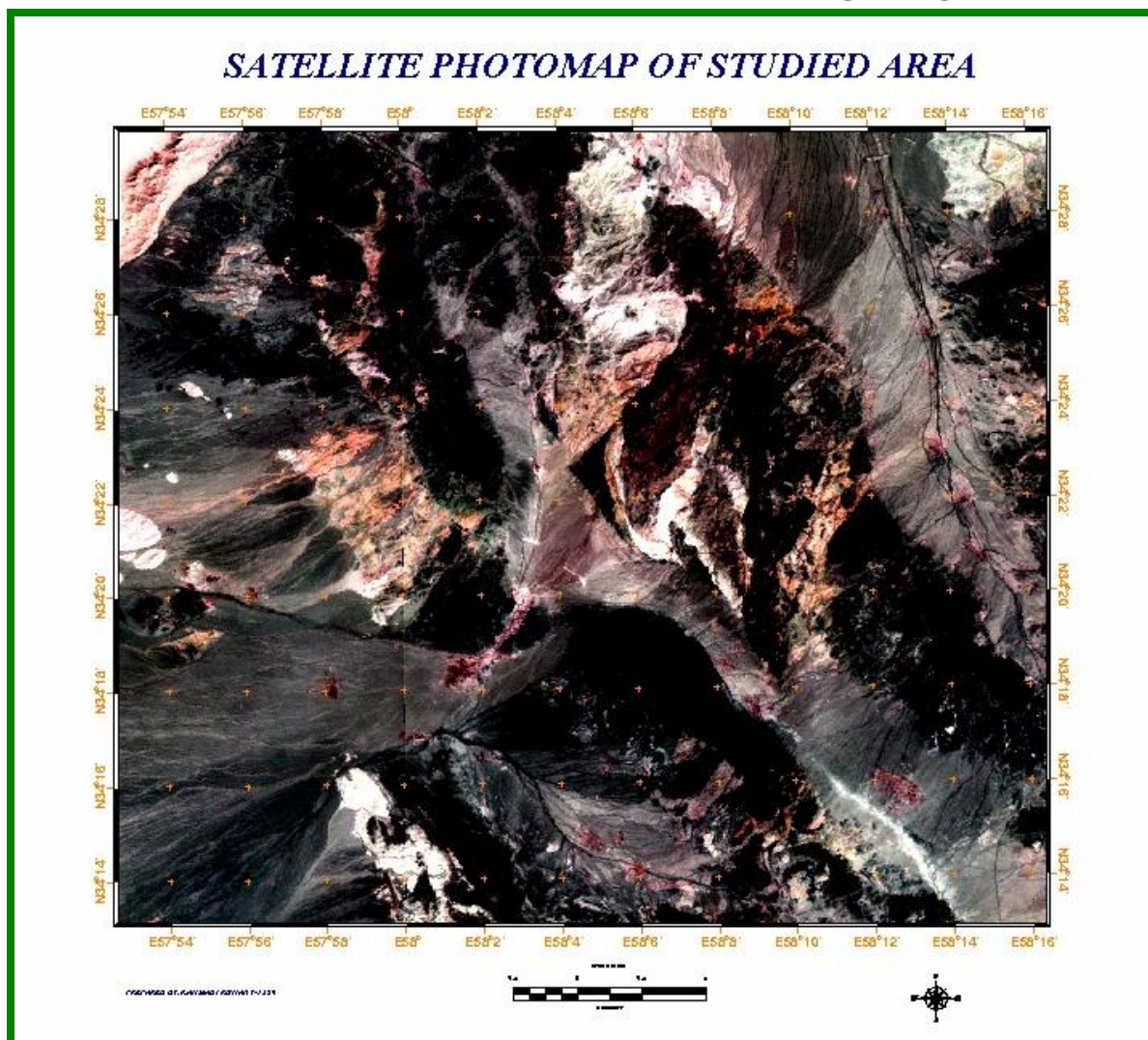
نسبتاً بالایی نیز برخوردار است (ولی تفکیک بارزی میان آلتراسیونهای آرژیلیکی و کائولینیتی و سریسیتی در این ترکیب باندی نمی توان مشاهده کرد). همان طور که در تصویر شماره 17 در مقیاس 1:50.000 مشخص است این ترکیب باندی، تفکیک آلتراسیونی خوبی را در محدوده مورد نظر به نمایش می گذارد. لذا بایستی به روابط میان این آلتراسیونها از نظر کانه زایی و مجاورت با واحدهای کربناته (یا اسکارنها) بخصوص در مناطق و توجه ویژه نمود.



شکل (3-20) ترکیب باندی 4.6.8 جهت تفکیک آلتراسیون پروپلیتیک و آلتراسیون آرژیلیک و واحدهای کربناته با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

در پردازش انجام شده با استفاده از ترکیب باندی، باندهای 4 و 6 و 8 (4 در R و 6 در G و 8 در B)، تفکیک خوبی میان آلتراسیون فیلیک و آلتراسیون آرژیلیک مشاهده نمی شود لذا برای جدایش این آلتراسیون ها از

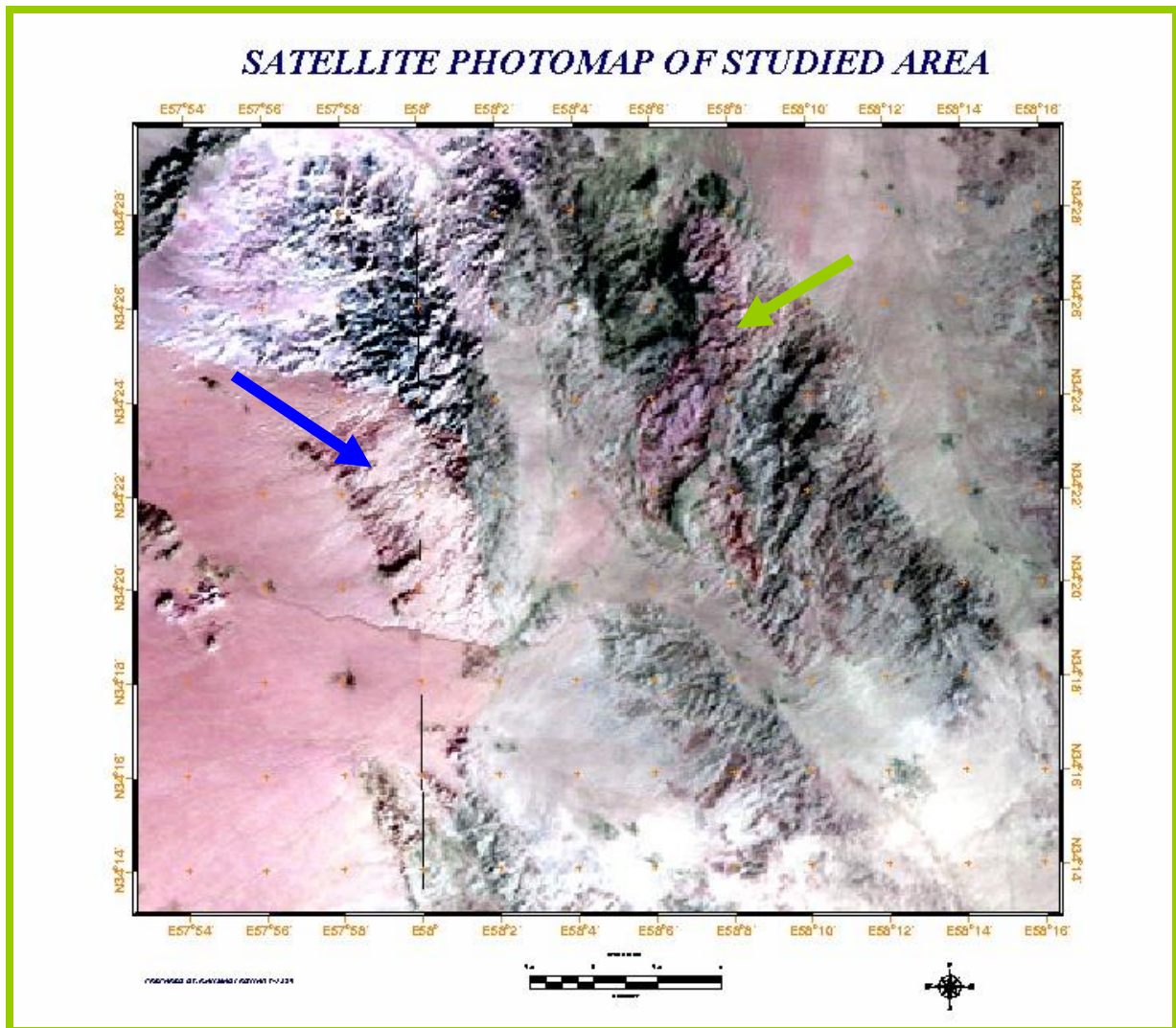
ترکیب باندهای 4 و 5 و 6 (در R و 5 در G و 6 در B) استفاده شد با استفاده از این ترکیب باندهای، آلتراسیونهای فیلیک و آرژیلیک تا حدودی مورد تفکیک قرار می گیرد آلتراسیون آرژیلیک به رنگ صورتی و آلتراسیون سربستی و ایلیتی به رنگ نارنجی تا نارنجی مایل به زرد تفکیک شده است. که نتایج حاصله در شکل 18 مشخص شده است نواحی به رنگ سبز تیره می توانند نشانگر واحدهای آلتراسیون پروپلیتیک باشند. برای رسیدن به نتایج بهتر می توان تصاویر (3-20 و 3-21) را با یکدیگر مقایسه نمود.



شکل (3-21) ترکیب باندهای 4.5.6 جهت تفکیک آلتراسیونهای فیلیک و آرژیلیک با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

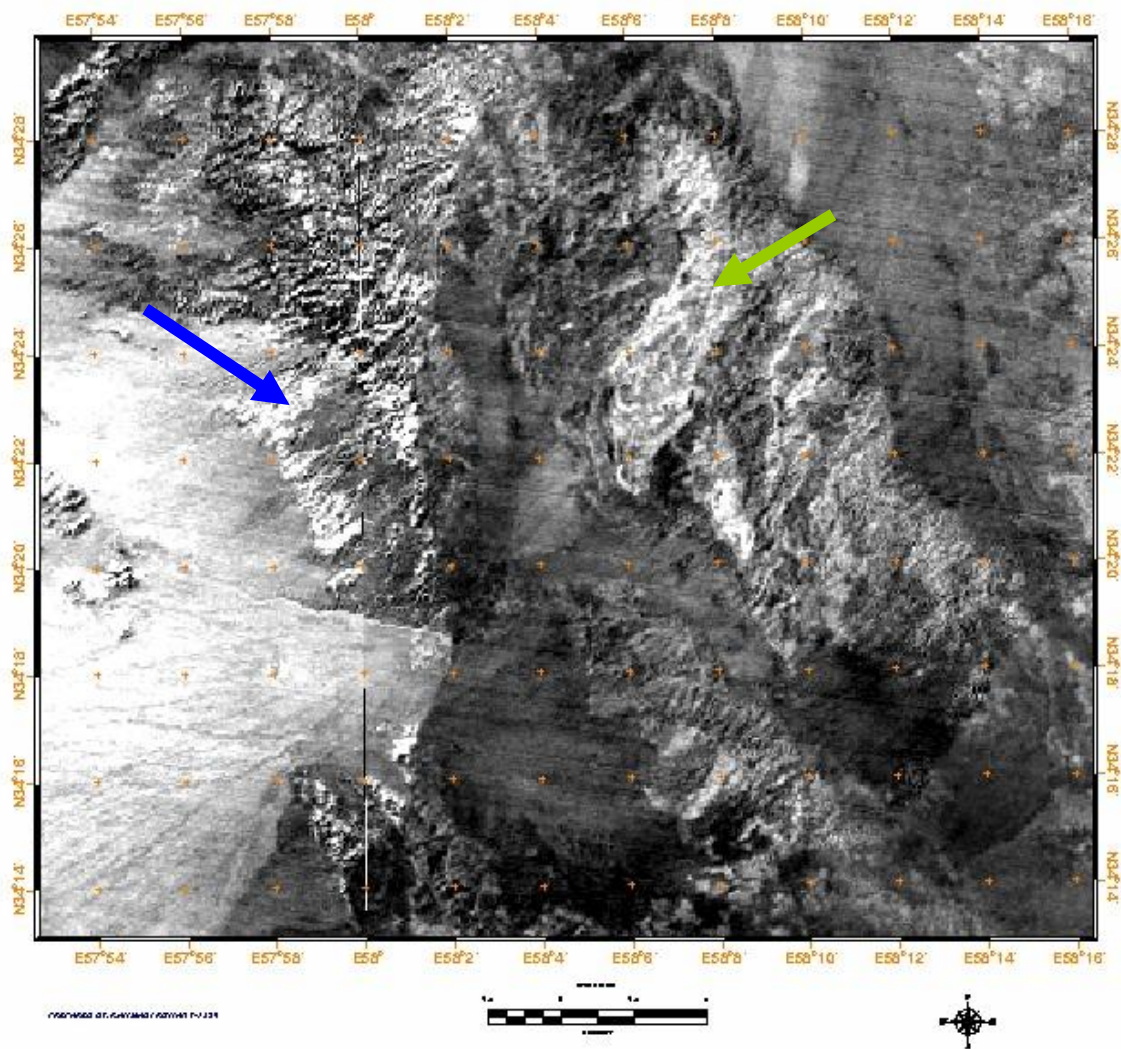
در مرحله بعد از باندهای حرارتی، یعنی باندهای TIR برای بارزسازی واحدهای واجد سیلیس و کربنات استفاده شد. با استفاده از ترکیب باندهای 10، 12 و 13 در شکل (3-22) مشخص است که نواحی واجد واحدهایی با سیلیس بالا به رنگ صورتی بصورت یک باند بارز (در تصویر با فلش سبز مشخص شده است) و محدوده بارز دیگر در ناحیه نیان (در تصویر با فلش آبی مشخص شده است) و محدوده های کوچک دیگر بصورت

جداگانه تفکیک شده اند. استفاده از روشهای دیگر پردازش جهت تشخیص واحدهای واجد سیلیس مثل روش نسبت بانندی 13/10 و 11/10 (CSIRO) نتایج مشابهی را نشان می دهد. که تصویر (3-23) که در آن از روش نسبت بانندی استفاده شده است مناطق دارای سیلیس و SiO_2 بالا به صورت روشن تفکیک شده که نواحی روشن در تصویر فوق کاملا با نواحی صورتی رنگ در تصویر (3-22) تطابق دارند. همچنین برای تفکیک واحدهای کربناته از نسبت بانندی 13 به 14 استفاده گردید که نتیجه کار در تصویر (3-24) مشاهده می شود.

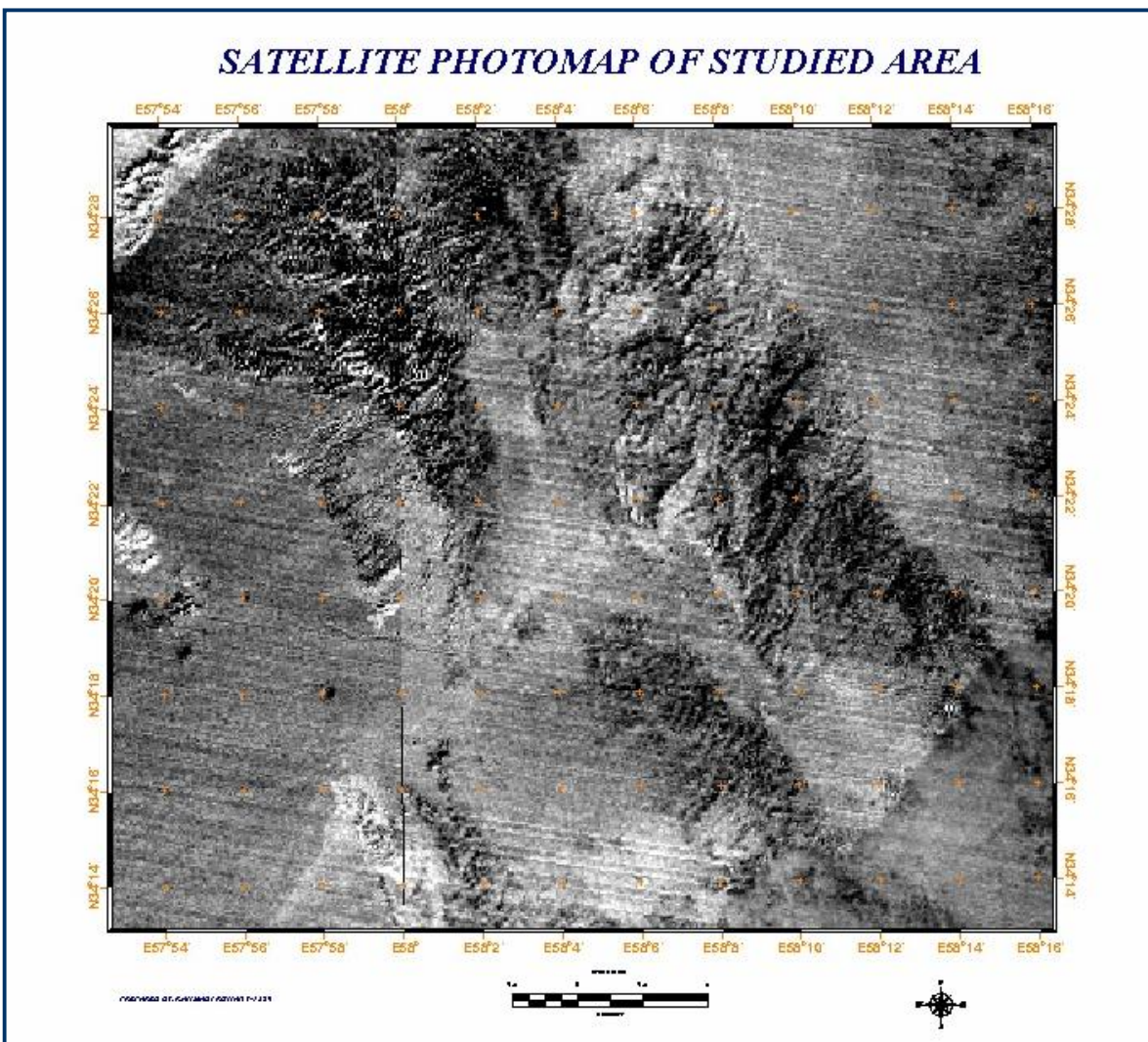


شکل (3-22) ترکیب بانندی 13.12.10 جهت تفکیک واحدهای واجد سیلیس با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

SATELLITE PHOTOMAP OF STUDIED AREA

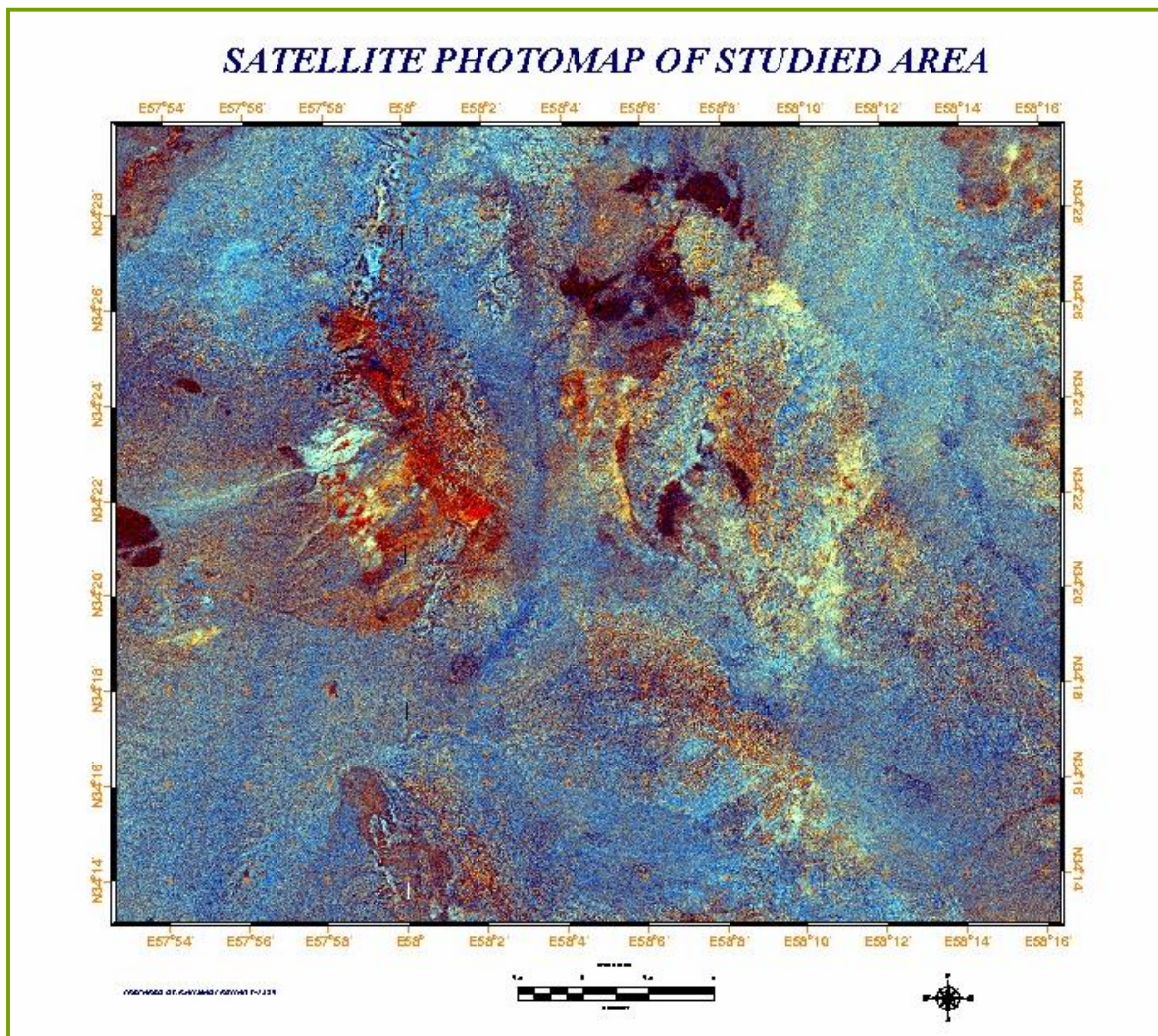


شکل (3-23) نسبت باندی 13 به 12 جهت تفکیک واحدهای واجد سیلیس با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000



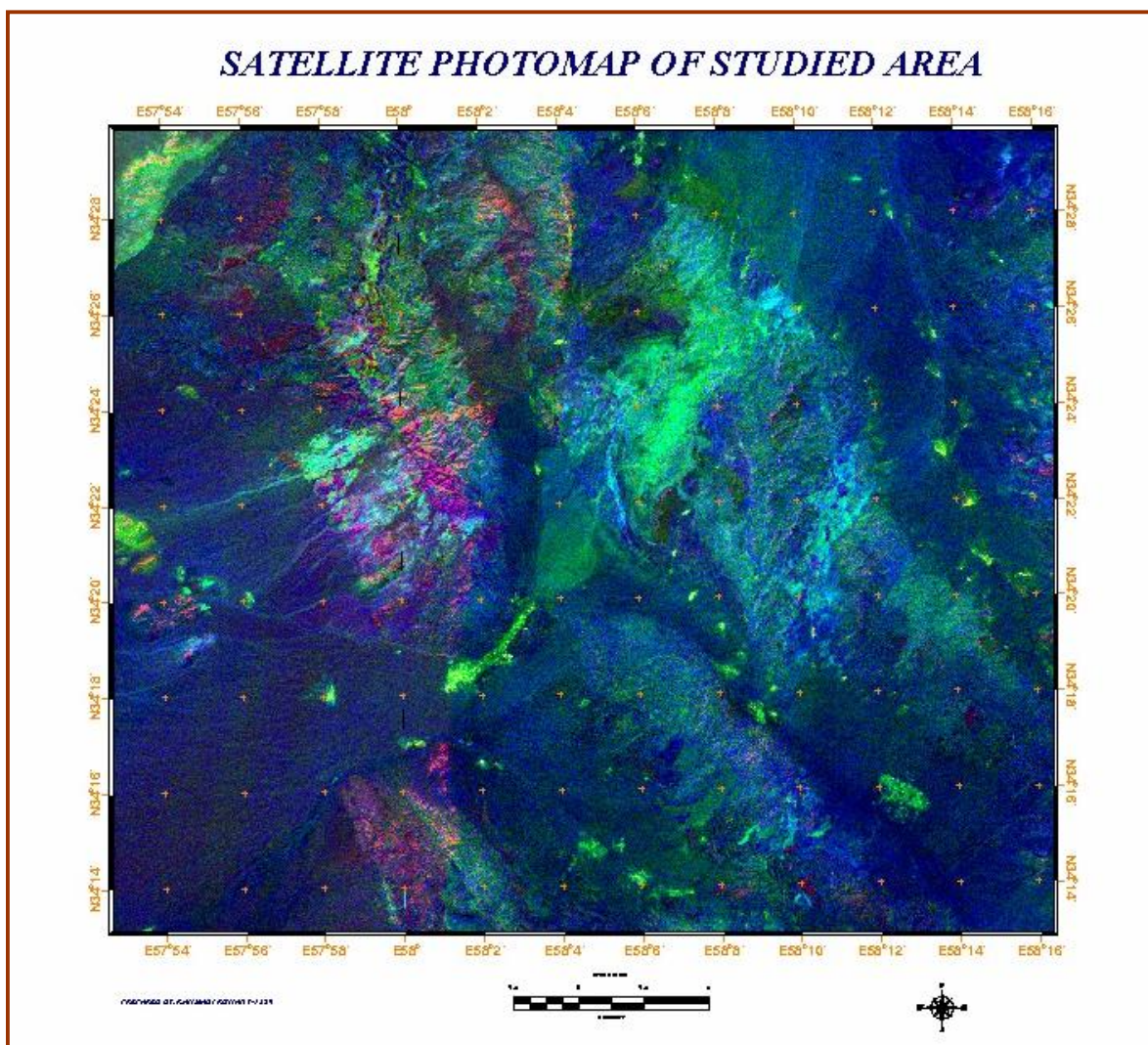
شکل (3-24) نسبت بانندی 13 به 14 جهت تفکیک واحدهای کربناته در محدوده مورد مطالعه با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

از جمله خصوصیات دیگر داده‌های ASTER به خصوص باندهای SWIR بارزسازی کانی‌های واجد ALOH می باشد که در بحث اکتشاف کاربرد فراوان دارد بدین منظور از تلفیق روش‌های نسبت بانندی و روش ترکیب بانندی به صورت 5/6 در کانال R و 7/6 در کانال G و 7/5 در کانال B (Hewson, CSIRO) استفاده گردید که نتیجه آن در شکل (3-24) مشخص است در این پردازش نواحی با احتمال وجود کانیهای دارای هیدروکسیل (آلومینیوم) به رنگ نارنجی تا زرد به نمایش در آمده است از نواحی زرد روشن به سمت نارنجی تیره میزان این کانیها آلومین هیدروکسیل دار (Advanced Argillic Alteration) AIOH Minerals افزایش می یابد. همانطور که در شکل (3-25) مشاهده می شود نواحی باختری منطقه مورد مطالعه (ناحیه جزین) آلتراسیون بالایی را در این زمینه نشان می دهند.



شکل (3-25) استفاده از ترکیب باندهای نسبت باندهای جهت مشخص کردن آلتراسیونهای هیدروکسیل آلومینیوم دار (AIOH Minerals/Advanced Argillic Alteration) با استفاده از داده های ASTER در مقیاس 1:50.000

برای انجام پردازش تکمیلی از روش ترکیب باندهای و نسبت باندهای (Volesky) جهت تکمیل و تایید پردازش های انجام شده استفاده گردید در این پردازش نواحی واجد زون گوسان (Gossan)، آلتراسیون Alteration و سنگ میزبان (Host Rock) از یکدیگر تفکیک می شوند. در این پردازش نواحی دارای زون گوسان به رنگ قرمز، آلتراسیون در طیف رنگی سبز و رنگ آبی نشان دهنده سنگ میزبان می باشد. همانطور که در تصویر شماره (3-26) مشخص است زونهای گوسان به رنگ صورتی تا قرمز در باختر محدوده تفکیک شده اند و نواحی واجد آلتراسیون به رنگ سبز روشن مشاهده می شوند.



شکل (3-26) تفکیک زون گوسان (Gossan)، آلتراسیون (Alteration) و سنگ میزبان (Host Rock) با استفاده از روش (Volesky) در محدوده B

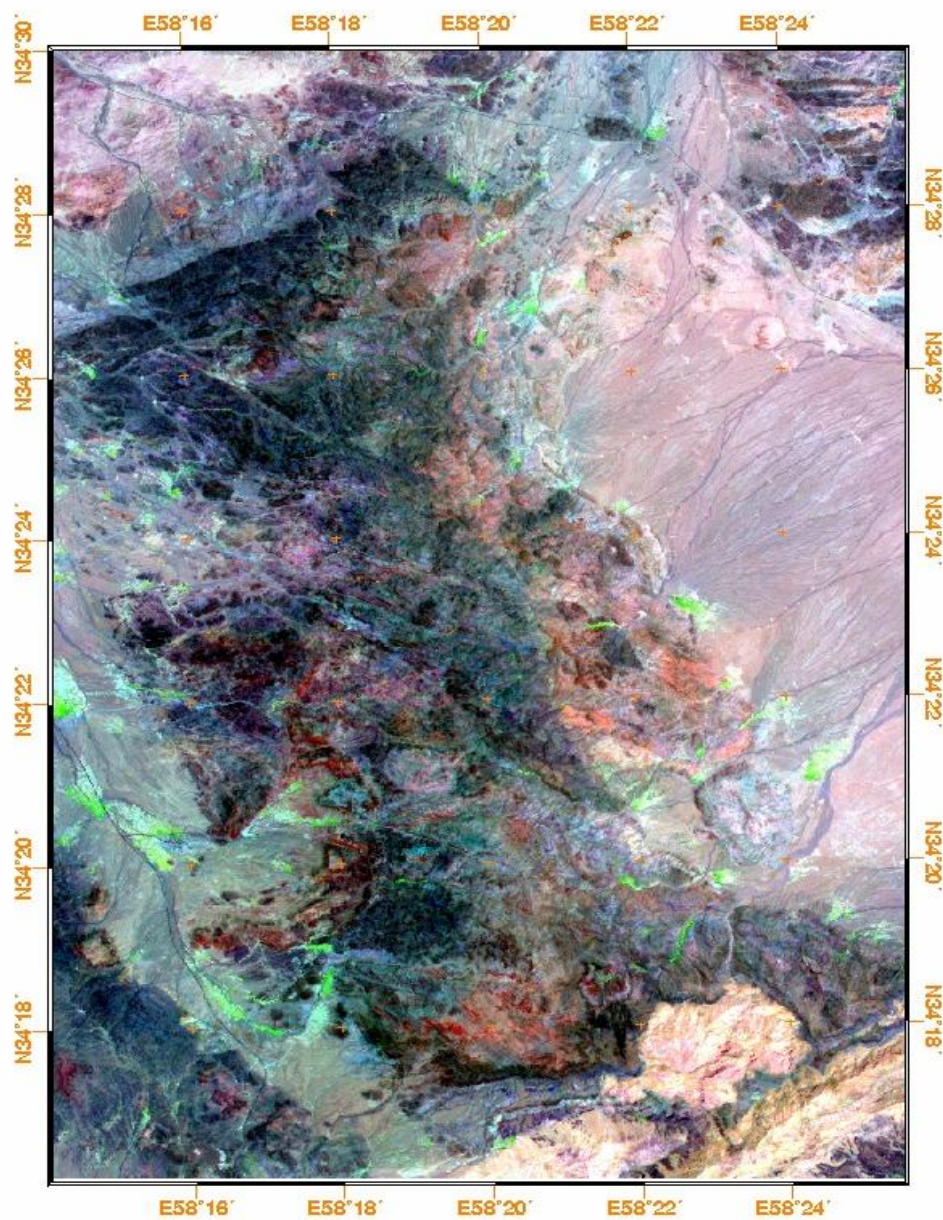
3-9- ناحیه C جنوب خاور شهرستان (زین آباد)

این ناحیه که در بررسیهای اولیه بوسیله داده های لندست ETM+ آنومالی آلتراسیونی نشان داده است در جنوب خاوری شهرستان بجستان واقع شده و بصورت یک نوار شمالی جنوبی امتداد یافته است و از نظر زمین شناسی شامل واحدهای ولکانیکی آندزیتی، داسیتی، ریوداسیتی، توف، آگلومرا و توده های نفوذی مونزودیوریتی، گابرویدیوریتی و گرانیتی می باشد.

در پردازش داده های ASTER این محدوده ابتدا از ترکیب بانندی از ترکیب بانندی 6 و 2 و 1 (6 در R و 2 در G و 1 در B) استفاده شده است. این ترکیب بانندی به دلیل استفاده از باندهای VNIR یعنی محدوده مرئی و مادون قرمز نزدیک و باندهای SWIR مربوط به محدوده طول موج کوتاه مادون قرمز می تواند جهت جدا کردن واحدهای زمین شناسی و واحدهای آلتراسیونی کمک نماید. در این ترکیب بانندی نواحی قرمز (باندهای 6) می تواند نشانگر زون گوسان، نواحی سبز رنگ (باندهای 2) نمایشگر زونهای آلتراسیونی (و پوشش گیاهی) و باندهای 1 سنگ میزبان را نشان می دهد. شکل (3-27)

در مرحله بعد جهت تفکیک آلتراسیون ها بخصوص آلتراسیون پروپلیتیک آرژیلیک و فیلیک از ترکیب بانندی، باندهای 4 و 6 و 8 (4 در R و 6 در G و 8 در B) استفاده گردید همانطور که در شکل 25 مشخص شده نواحی سبز رنگ می توانند نشانگر آلتراسیون پروپلیتیک و یا واحدهای مافیک باشند. آلتراسیون آرژیلیکی و کائولینیتی و همچنین سریسیتی به رنگ صورتی در نقاط مختلف بصورت پراکنده در این محدوده دیده می شود که از فراوانی نسبتا بالایی نیز برخوردار است. رنگ زرد، می تواند نشانگر تفکیک واحدهای آهکی و اسکارن باشد، که در بخش جنوبی تعدادی از واحدها به رنگ زرد در این ترکیب بانندی تفکیک شده اند. شکل (3-28)

SATELLITE PHOTOMAP OF STUDIED AREA

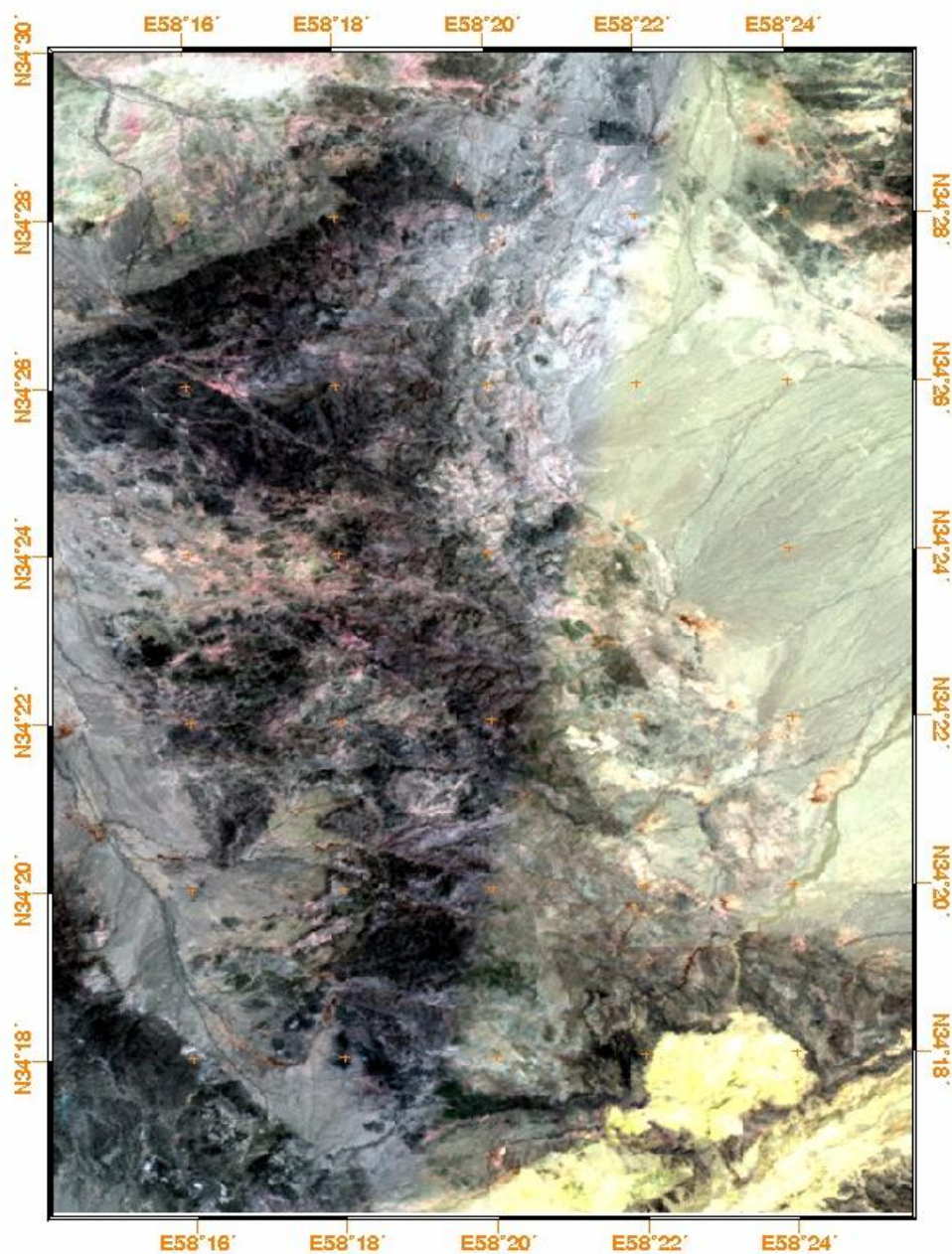


PREPARED BY: RAHMADI ROHAYATI.1389



شکل (3-27) ترکیب باندی 6.2.1 جهت تفکیک زون گوسان و آلتراسیون و سنگ میزبان با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

SATELLITE PHOTOMAP OF STUDIED AREA

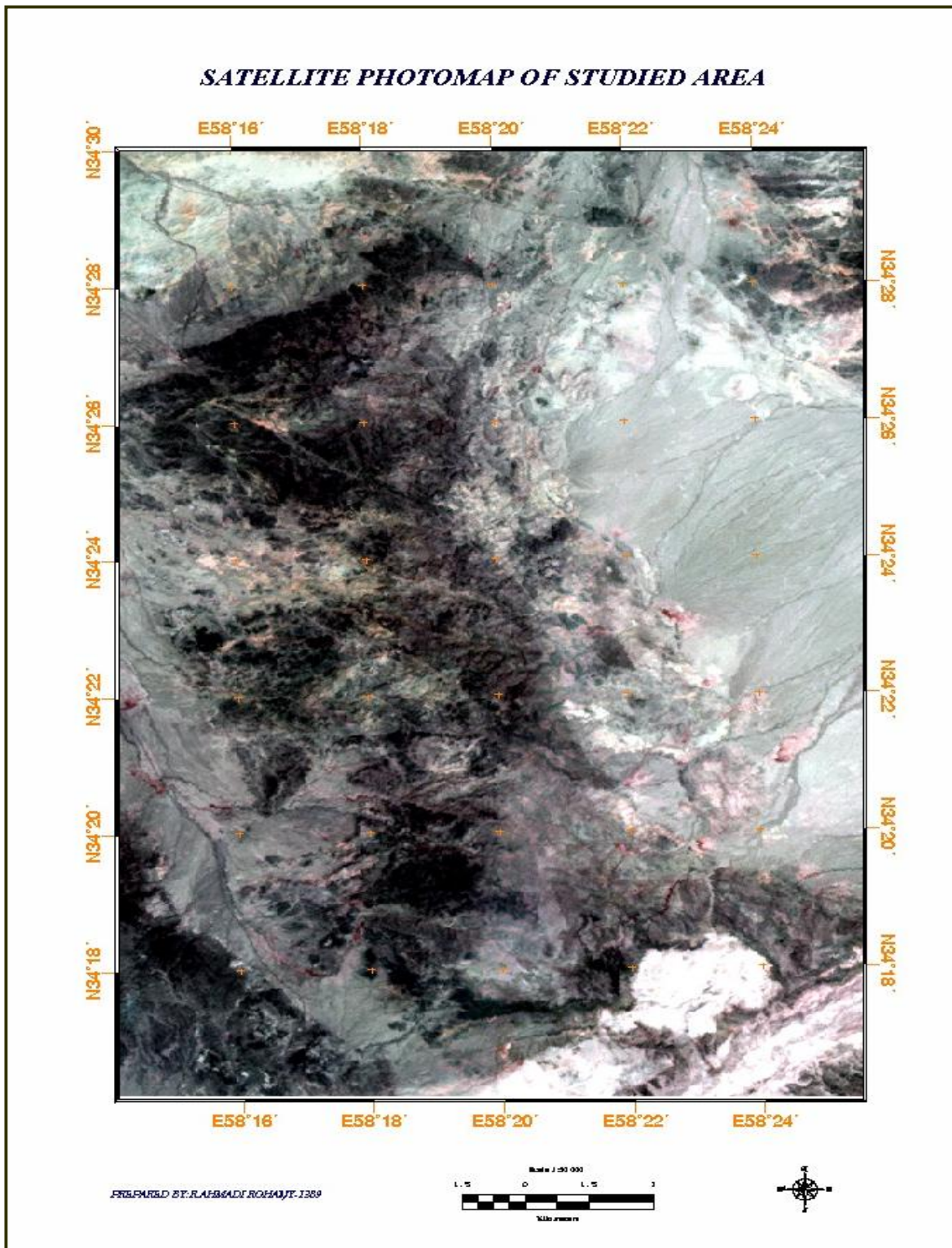


PREPARED BY: RAHMADY ROHAYATI-1389



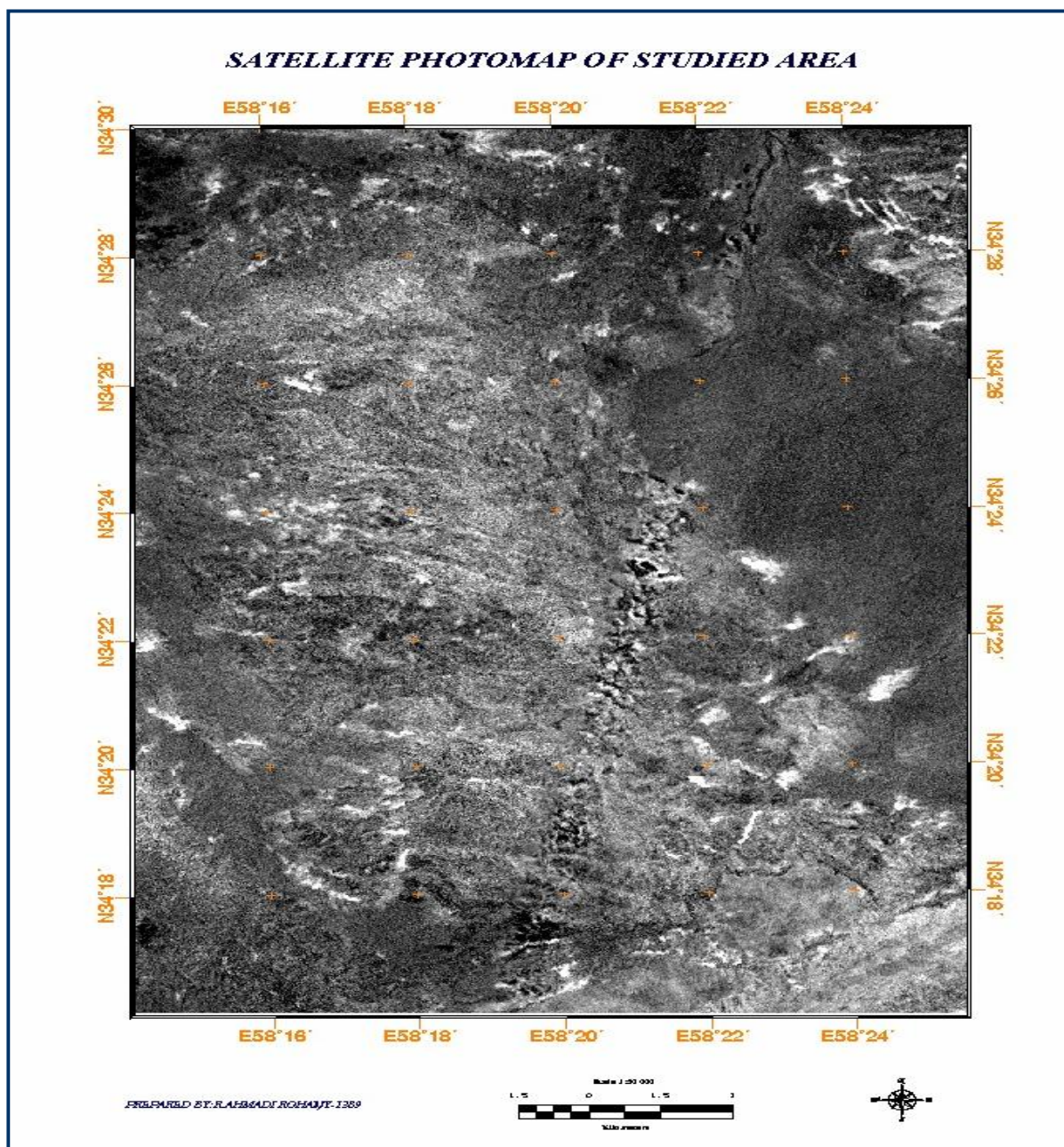
شکل (3-28) ترکیب باندی 4.6.8 جهت تفکیک آلتراسیون پروپلیتیک و آلتراسیون آرژیلیک و واحدهای کربناته با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

برای جدایش تکمیلی آلتراسیون ها از ترکیب باندی، باندهای 4 و 5 و 6 (4 در R و 5 در G و 6 در B) استفاده شد با استفاده از این ترکیب آلتراسیونهای فیلیک و آرژیلیک تا حدودی مورد تفکیک قرار می گیرد آلتراسیون کائولینیتی به رنگ صورتی و آلتراسیون ایلیت و سریسیتی به رنگ نارنجی تا نارنجی مایل به زرد تفکیک شده است. شکل (3-29) همانطور که در این شکل ملاحظه می شود در بخش باختری رنگ نارنجی و وجود آلتراسیون ایلیت و فیلیک و در بخش خاوری رنگ صورتی و آلتراسیون کائولینیتی بارزتر است.



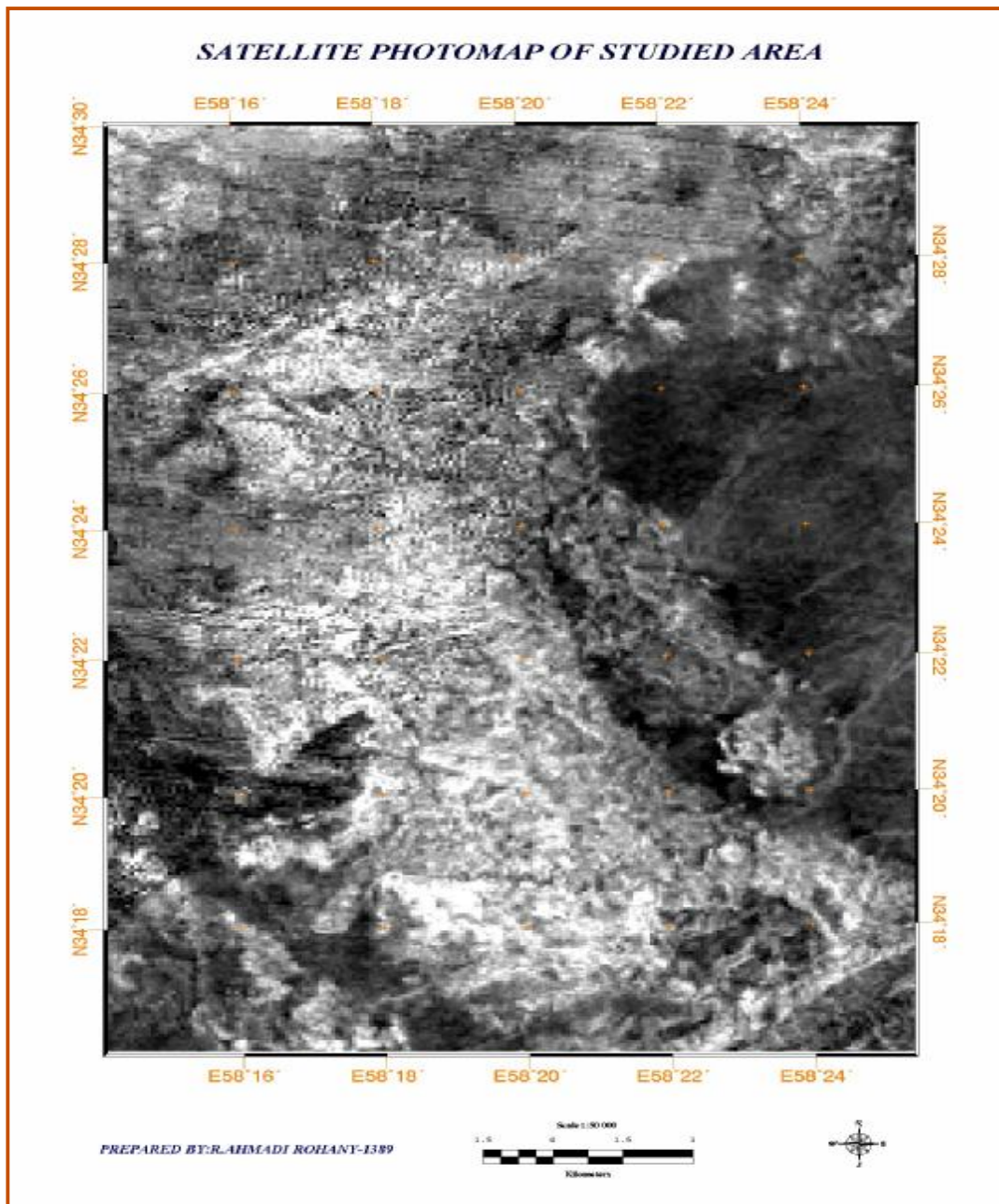
شکل (3-29) ترکیب باندهی 4.5.6 جهت تفکیک آلتراسیونهای فیلک و آرژیلیک با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

جهت بارزسازی کلی آلتراسیونها از روش نسبت بانندی نیز استفاده گردید که نتیجه آن در شکل (27) مشاهده می شود. در این شکل نواحی دارای آلتراسیون به رنگ روشن تفکیک شده اند. لازم به ذکر است که برای مطالعات دقیق تر پوشش گیاهی با استفاده از اندیس NDVI مشخص و از تصاویر آلتراسیونی ماسک و برداشته شود. شکل (30-3).



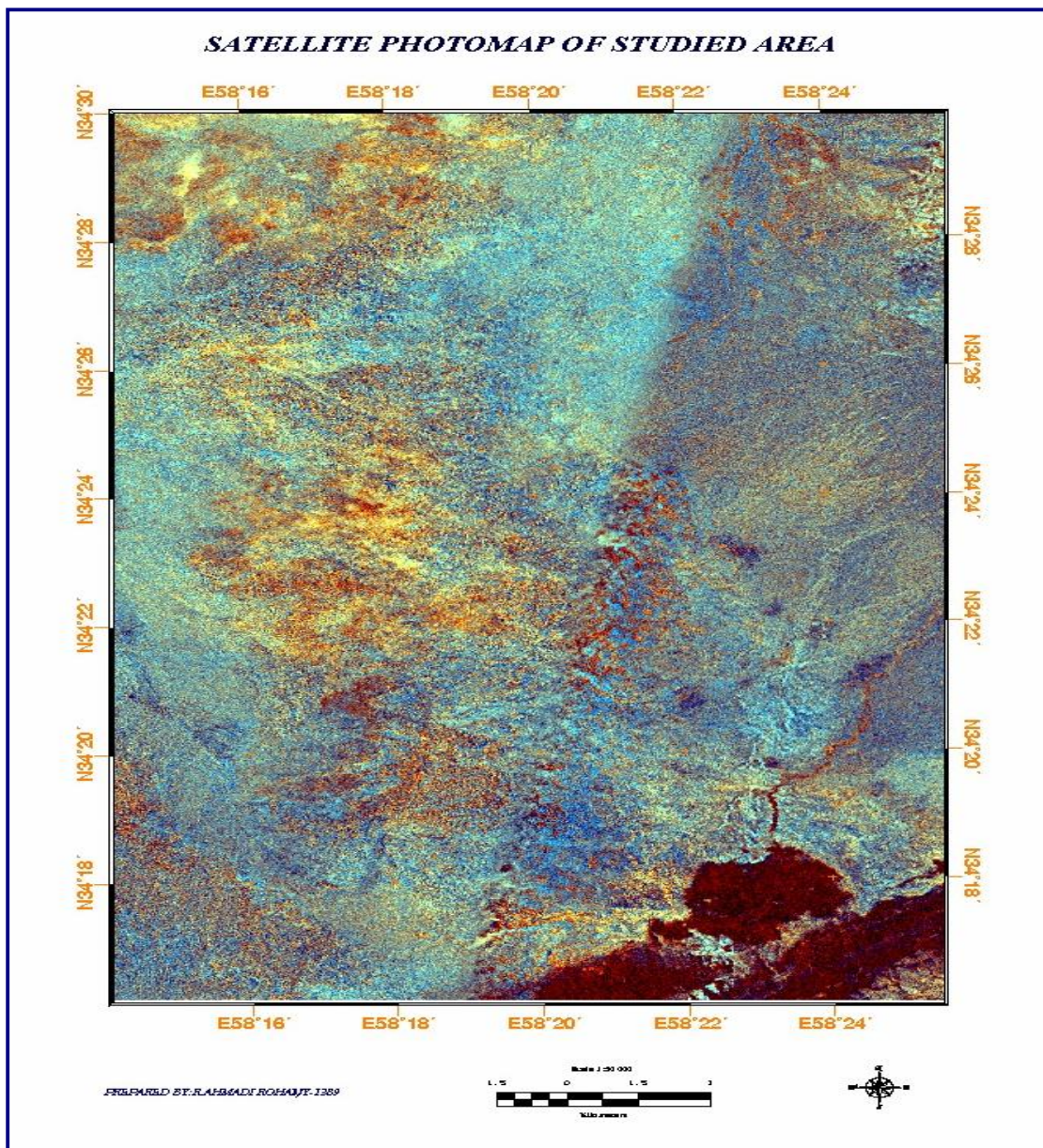
شکل (30-3) تفکیک نواحی واجد آلتراسیون با استفاده از نسبت بانندی در محدوده C

از آنجاییکه به نظر می رسد محدوده مورد مطالعه از نظر سیلیس و کانی کوارتز غنی باشد از روش نسبت باندی و نسبت باندهای مختلف استفاده گردید که نتیجه آن در شکل (3-31) آمده است. همانطور که مشاهده می شود مناطق روشن که نشاگر سیلیس بالا می باشند از وسعت بالایی برخوردار است همچنین وجود یک محدوده حلقوی در جنوب خاور محدوده که با فلش مشخص شده و از میزان سیلیس و کوارتز بالایی برخوردار است قابل توجه است. زیرا بطور معمول دهانه های ولکانیکی بازیک می باشند. شکل (3-31).



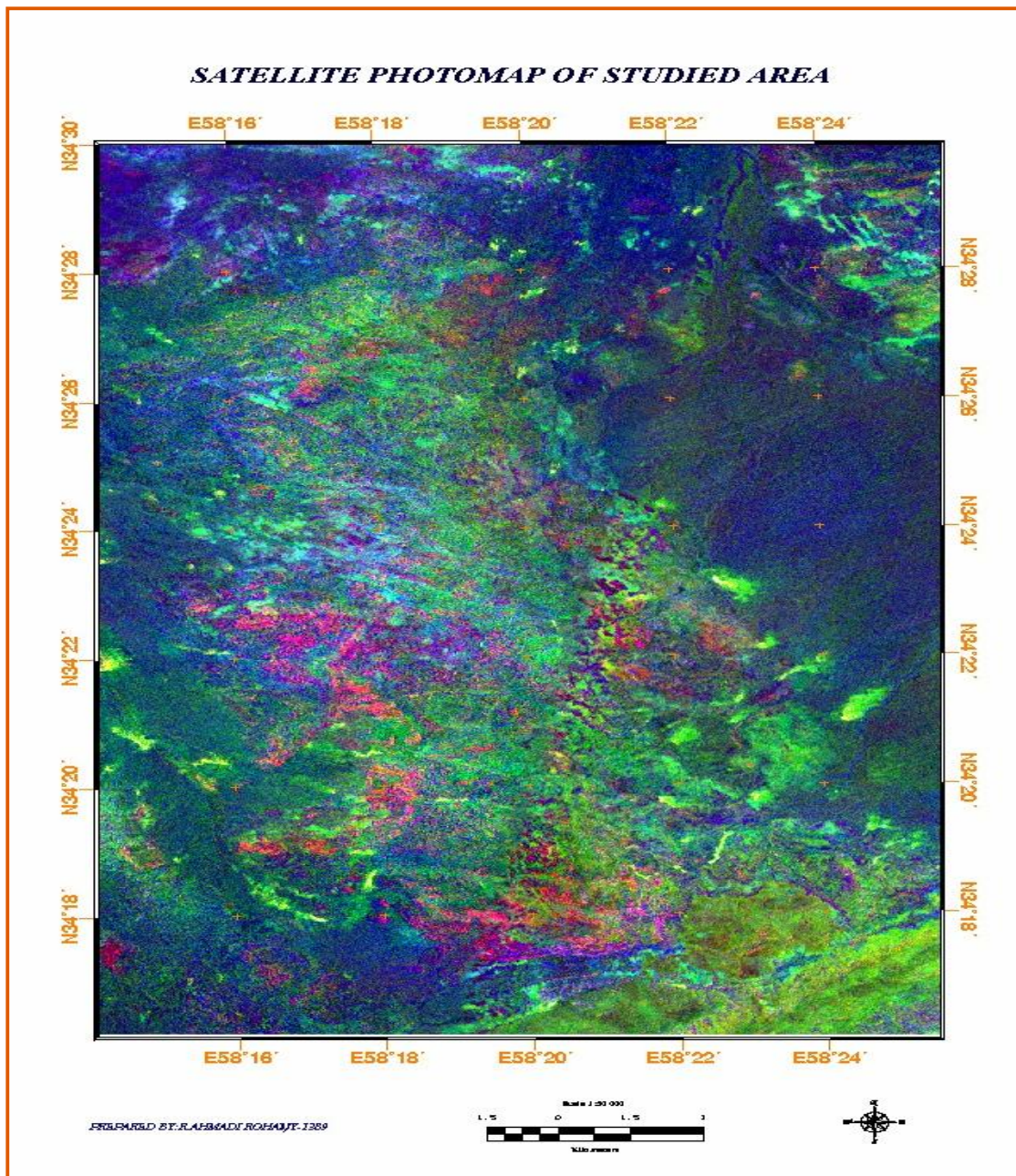
شکل (3-31) استفاده از روش نسبت باندی جهت تفکیک واحدهای واجد سیلیس با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

در مرحله بعدی مطالعات، از تلفیق روش‌های نسبت بانندی و روش ترکیب بانندی به صورت 5/6 در کانال R و 7/6 در کانال G و 7/5 در کانال B (Hewson, CSIRO) استفاده گردید که نتیجه آن در شکل 29 نمایش داده شده است در این پردازش نواحی با احتمال وجود کانیهای دارای هیدروکسیل (آلومینیوم) به رنگ نارنجی تا زرد به نمایش در آمده است از نواحی زرد روشن به سمت نارنجی تیره میزان این کانیها آلومین هیدروکسیل دار AIOH Minerals (Advanced Argillic Alteration) افزایش می یابد. نتایج رادردر شکل(3-32) بررسی کنید.



شکل(3-32) استفاده از ترکیب بانندی و نسبت بانندی جهت مشخص کردن آلتراسیونهای هیدروکسیل آلومینیوم دار (AIOH Minerals/Advanced Argillic Alteration) با استفاده از داده های ASTER در مقیاس 1:50.000

برای انجام پردازش تکمیلی از روش ترکیب باندهای و نسبت باندهای (Volesky) جهت تکمیل و تایید پردازشهای انجام شده استفاده گردید در این پردازش نواحی واجد زون گوسان (Gossan)، آلتراسیون (Alteration) و سنگ میزبان (Host Rock) از یکدیگر تفکیک می شوند. در این پردازش نواحی دارای زون گوسان به رنگ قرمز، آلتراسیون در طیف رنگی سبز و رنگ آبی نشان دهنده سنگ میزبان می باشد. همانطور که در تصویر (3-3) مشخص است



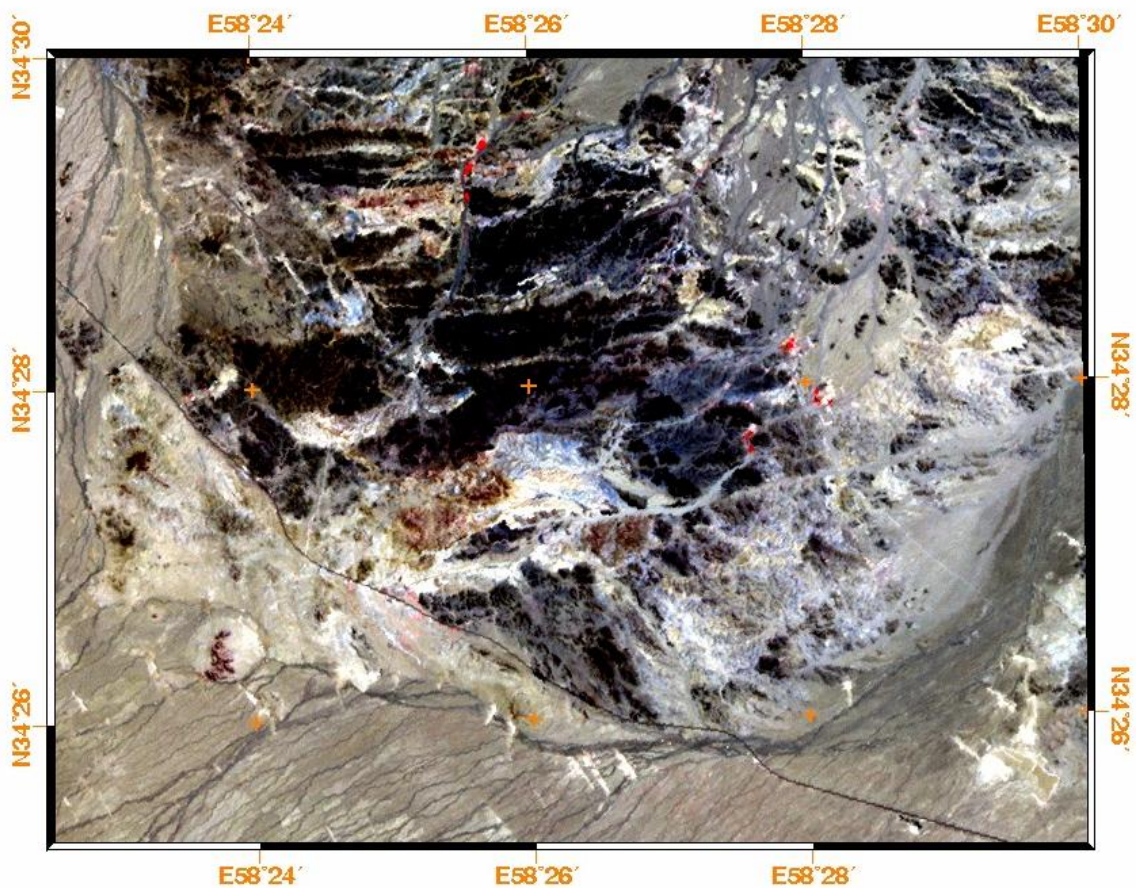
شکل (3-3) تفکیک زون گوسان (Gossan)، آلتراسیون (Alteration) و سنگ میزبان (Host Rock) با استفاده از روش (Volesky) در محدوده C

3-10- ناحیه D، محدوده خاوری شهرستان بجستان (ناحیه هلالی)

آخرین محدوده انتخاب شده محدوده خاوری شهرستان بجستان، مرز این شهرستان با شهرستان گناباد است که در شکل D بصورت یک کادر قرمز رنگ جدا شده است. از نظر زمین شناسی، این منطقه از سنگ های ولکانیکی شامل ریولیت، ریوداسیت، داسیت، تراکیت، تراکی آندزیت، آندزیت و بازالت تشکیل شده است. چهار پردازش جهت تفکیک واحدها و تفکیک آلتراسیون برای این محدوده انجام شد در پردازش اول که جهت تفکیک واحدها صورت گرفت از ترکیب باندهی 3 و 2 و 1 (3 در R و 2 در G و 1 در B) استفاده شده است. این ترکیب باندهی به دلیل استفاده از باندهای VNIR یعنی محدوده مرئی و مادون قرمز نزدیک و تفکیک مکانی 15 متر جهت جدا کردن واحدهای زمین شناسی بخصوص واحدهای واجد آلتراسیونهای اکسید آهن مناسب است همانطور که در شکل (3-34) که در صفحه بعد آمده است مشاهده می کنید نواحی دارای پوشش گیاهی و اکسید آهن به رنگ قرمز تفکیک شده اند. برای تفکیک کامل پوشش گیاهی می توان از اندکس NDVI استفاده نمود.

در پردازش بعدی از ترکیب باندهی از ترکیب باندهی 6 و 2 و 1 (6 در R و 2 در G و 1 در B) استفاده گردید. این ترکیب باندهی به دلیل استفاده از باندهای VNIR یعنی محدوده مرئی و مادون قرمز نزدیک و باند 6 مربوط به SWIR محدوده طول موج کوتاه مادون قرمز می تواند جهت جدا کردن واحدهای زمین شناسی و واحدهای آلتراسیونی کمک نماید. در این ترکیب باندهی نواحی قرمز (باند 6) می تواند نشانگر زون گوسان، نواحی سبز رنگ (باند 2) نمایشگر زونهای آلتراسیونی (و پوشش گیاهی) و باند 1 سنگ میزبان را نشان می دهد. شکل (3-35).

SATELLITE PHOTOMAP OF STUDIED AREA

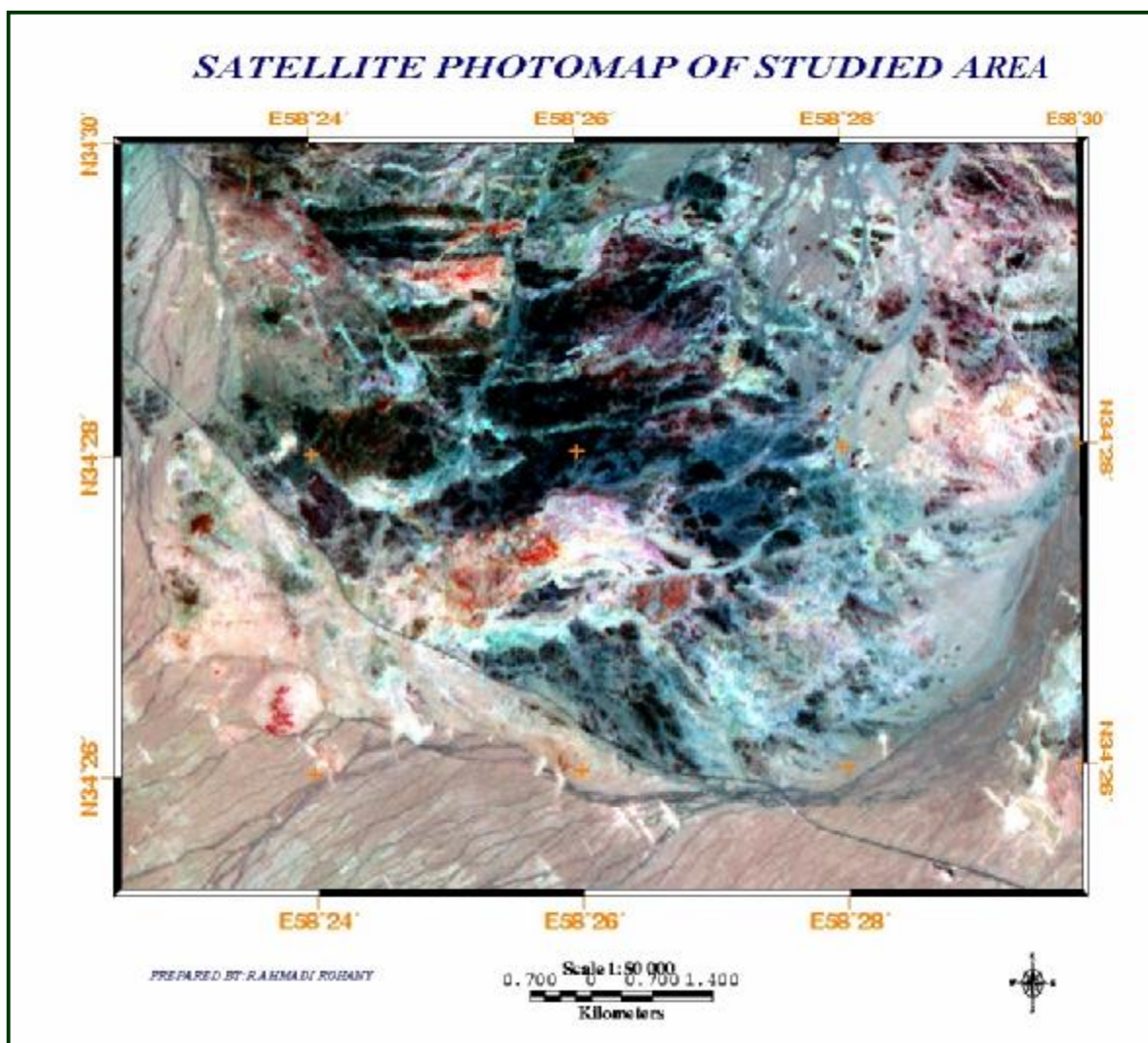


PREPARED BY: RAHMADI ROHANY

Scale 1:50 000
0 0.700 1.400
Kilometers



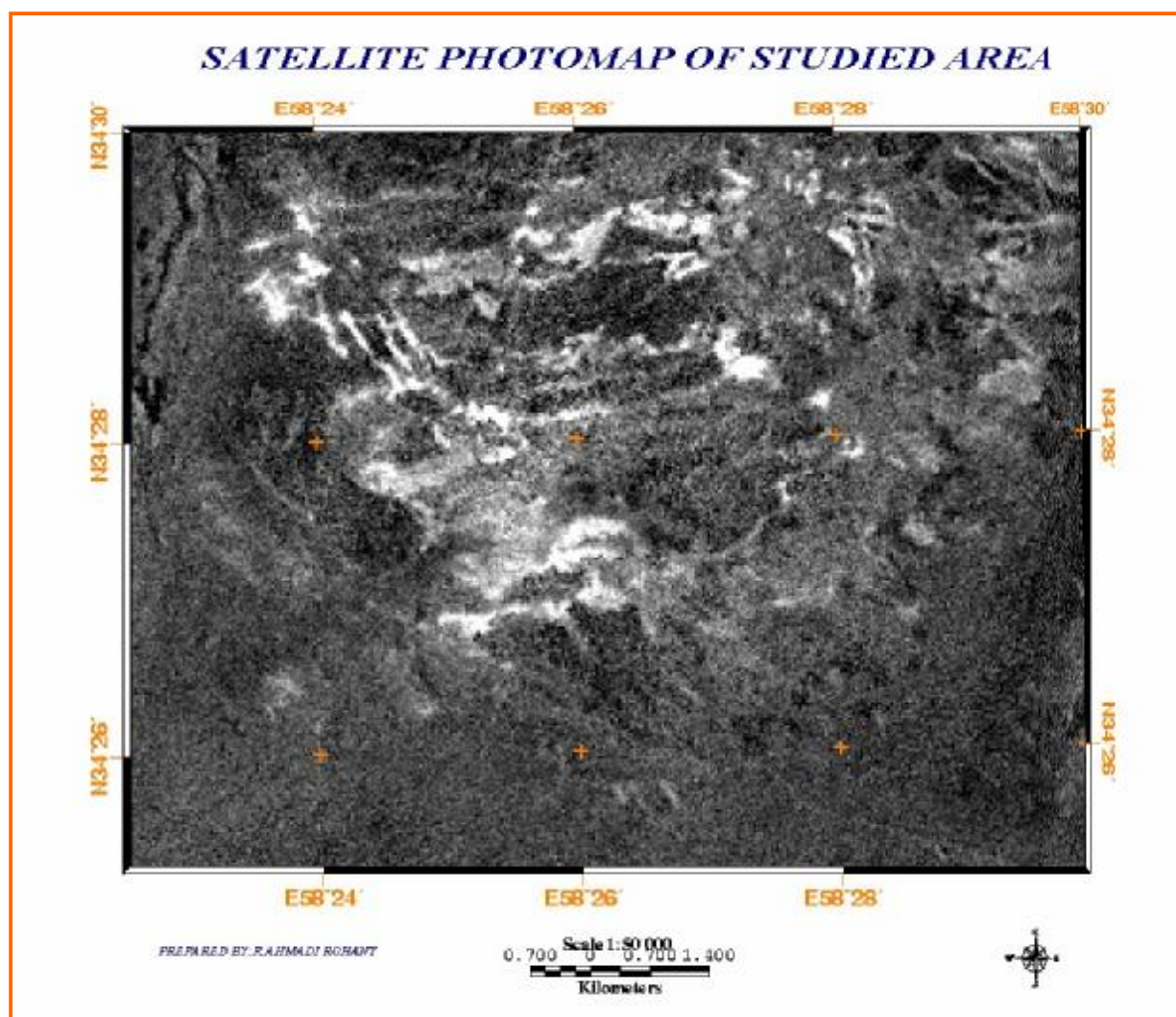
شکل (3-34) ترکیب بانندی 3.2.1 جهت تفکیک واحدهای سنگی و پوشش گیاهی (رنگ قرمز) با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000



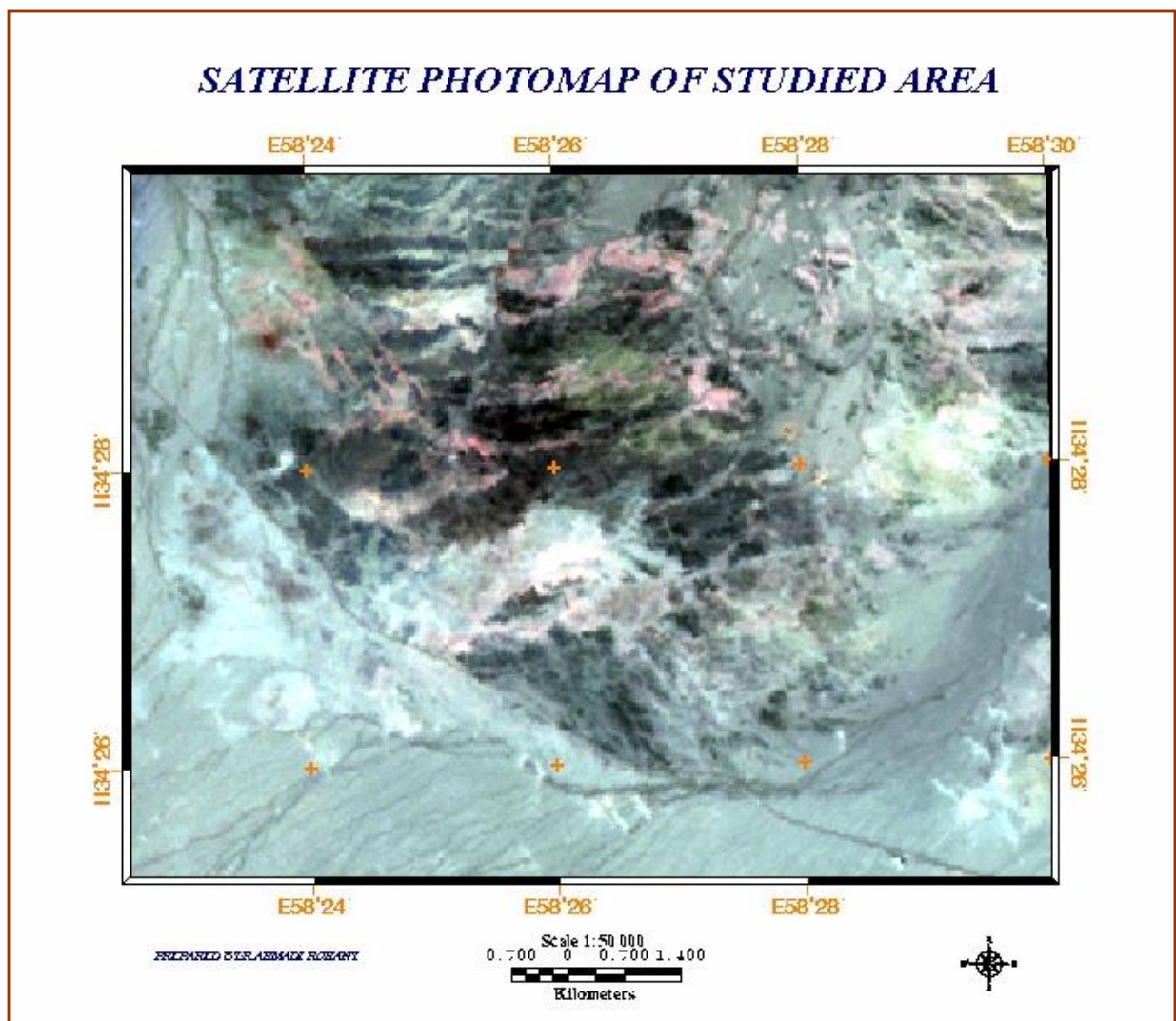
شکل (3-35) ترکیب باندهای 6.2.1 جهت تفکیک زون گوسان و آلتراسیون و سنگ میزبان با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

جهت بارسازی کلی آلتراسیون ها از روش نسبت باندهای نیز استفاده گردید که نتیجه آن در شکل (33) مشاهده می شود. در این شکل نواحی دارای آلتراسیون به رنگ روشن تفکیک شده اند. لازم به ذکر است که برای مطالعات دقیق تر بایستی پوشش گیاهی با استفاده از اندیس NDVI مشخص و از تصاویر آلتراسیونی ماسک برداشته شود. همانطور که در شکل (3-36) مشاهده می شود آلتراسیونهای موجود در این ناحیه حالت مدور دارد که توصیه می شود الگوی آرایش گسل های موجود در منطقه بررسی و ارتباط کانه زایی با این گسلها بررسی شود.

جهت تفکیک آلتراسیونها بخصوص آلتراسیون پروپلیتیک آرژیلیک وفیلیک از ترکیب باندی، باندهای 4 و 6 و 8 و 4 (در R و 6 در G و 8 در B) استفاده گردید همانطور که در شکل 33 مشخص شده نواحی سبز رنگ می توانند نشانگر آلتراسیون پروپلیتیک و یا واحدهای مافیک باشند آنچه در تصویر مشخص است بخش های زرد رنگ نواحی دارای کربنات و احتمال وجود اسکارن را نشان می دهد آلتراسیون آرژیلیکی و کائولینیتی و همچنین سریسیتی به رنگ صورتی در نقاط مختلف در این محدوده دیده می شود. همانطور که در شکل مشاهده می شود. آلتراسیون پروپلیتیک در مرکز به رنگ سبز و آلتراسیونهای رسی در اطراف به رنگ صورتی مشاهده می شود. شکل (37-3).



شکل (36-3) تفکیک نواحی واجد آلتراسیون با استفاده از نسبت باندی در محدوده D



شکل (3-37) ترکیب باندی 4.6.8 جهت تفکیک آلتراسیون پروپلیتیک و آلتراسیون آرژیلیک و واحدهای کربناته با استفاده از داده ASTER در مقیاس 1:50.000

3-11- نکات مورد توجه در مورد کار با داده های ASTER

موارد مختلفی برای استفاده از داده های سنجنش از دور، جهت پتانسیل یابی و تفکیک واحدها وجود دارد که بایستی به آنها توجه کرد . در ابتدا باید دانست که تاثیرات اتمسفری ، پوشش گیاهی ، پوشش ابر می توانند بر روی کیفیت داده ها یا تغییر سیگنالهای سطحی اثر بگذارند.

دوم اینکه باندها و نسبت های باندى بطور صد در صد دقت تشخيص يك مينرال يا كيفيت آن را مشخص نمى کنند بنابراین استفاده از چك زمينى همواره مورد نیاز است.

سوم اینکه موقعیت هر عارضه متفاوت است بنابراین نسبت هایی که کار می شود در بعضی نواحی برای یک مینرال خاص یا مجموعه مینرالی ممکن است همان نتیجه را در جای دیگر نشان ندهد.

با توجه به این فاکتورها نتیجه گیری می شود که نبایستی به تصاویر حاصله به طور مجزا نگاه کرده و اظهار نظر نهایی نمود بلکه بایستی دیگر اطلاعات نیز در نظر گرفته شوند . در صورت امکان اطلاعاتی همچون نقشه های زمین شناسی و ساختمانی و اطلاعات ژئوشیمیایی، اطلاعات آنالیز PIMA ، اطلاعات پرتو سنجی و دیگر اطلاعات در دسترس، بایستی در به دست آوردن بهترین نتایج از اطلاعات Aster مورد بررسی قرار گیرند.

فصل چهارم

مطالعات ژئوفیزیک هوایی



4-1- مقدمه

مطالعات ژئوفیزیک هوایی از جمله روش های بسیار مرسوم و کارآمدی است که می تواند نقش مهمی در نشان دادن ناهنجاری های مغناطیسی در بخش های سطحی و زیرسطحی و نیز بررسی ساختارهای زمین شناسی داشته باشد. این مطالعات هم در مقیاس ناحیه ای (با فواصل خطوط پروازی نسبتاً زیاد) و هم در مقیاس منطقه ای (با فواصل خطوط پروازی کم) می تواند نقش مهمی در اکتشاف منابع و ذخایر معدنی بویژه نهشته های معدنی پنهان داشته باشد. با توجه به اینکه تنها داده های ژئوفیزیک هوایی در محدوده شهرستان، داده های مربوط به نقشه های ژئوفیزیک هوایی 1/250000 بود لذا در بررسی پتانسیل های معدنی شهرستان بجستان از نقشه ژئوفیزیک هوایی فردوس با مقیاس 1/250000 که محدوده شهرستان بجستان نیز جزو این نقشه بود، جهت بررسی ناهنجاری های مغناطیسی استفاده گردید.

4-2- نقشه ژئوفیزیک هوایی شهرستان بجستان

شهرستان بجستان در بین عرض های شمالی 34 درجه و 13 دقیقه تا 34 درجه و 56 دقیقه و طول های خاوری از 57 درجه و 45 دقیقه تا 58 درجه و 37 دقیقه قرار گرفته است. دورشته کوه محدوده شهرستان را پوشش می دهد.

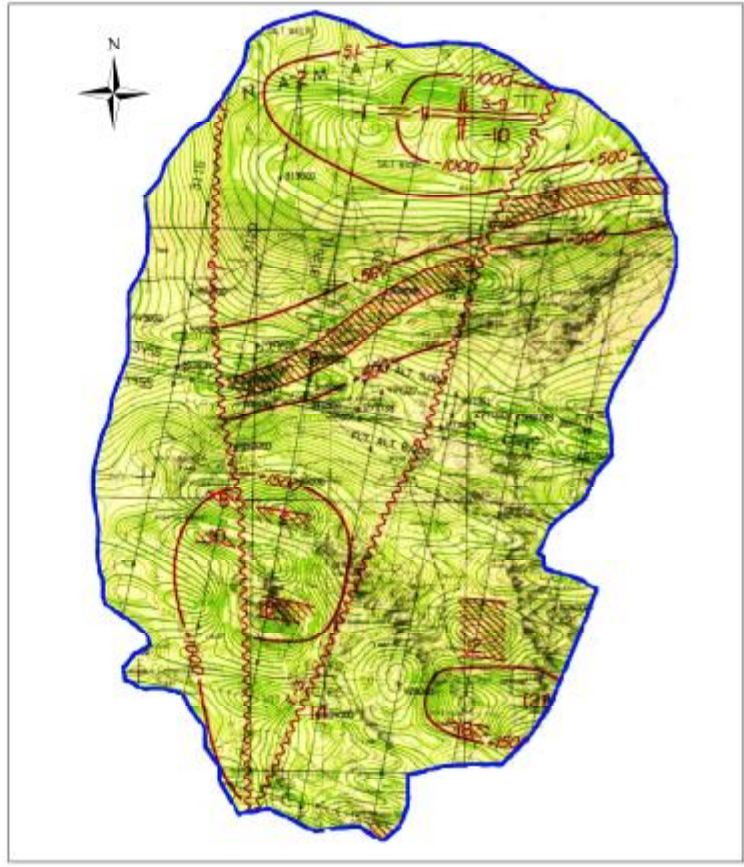
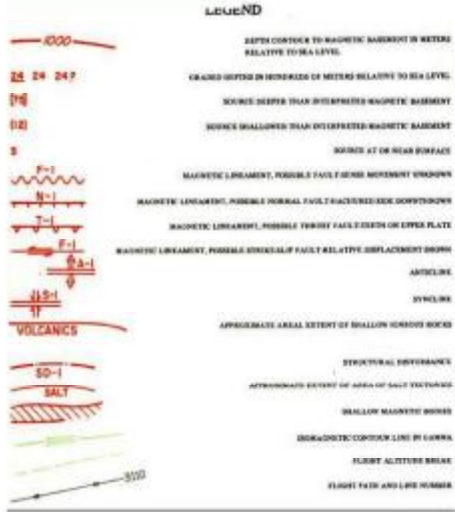
1. رشته کوه های بخش شمالی که روند تقریبی NE-SW دارند و توپوگرافی نسبتاً ملایمی دارند.

2. رشته کوه های بخش جنوبی با روند NW-SE که توپوگرافی نسبتاً خشن تری دارند

دره های داخل این رشته کوهها با بادبزن های گراولی و آبرفت پوشیده شده اند. ارتفاع این رشته کوهها از 800 متر بالاتر از سطح دریا تا بیش از 2500 متر بالاتر از سطح دریا می رسد. ارتفاع پرواز در ناحیه نقشه برداری شده 8000 فوت، 5500 فوت و 5000 فوت بوده است. تراورس های پرواز از $12^{\circ}/192^{\circ}$ و $90^{\circ}/270^{\circ}$ با یک فاصله 7/5 کیلومتری بوده است. فاصله کنتورها برای شدت میزان مغناطیسی کل 2 گاما (خطوط ریز) و 10 گاما (خطوط ضخیم) است تفسیر استفاده از ناهم آمیختگی ورنر با تلفیق با نقشه های شدت میدان مغناطیسی کل انجام گردید. تفسیر گسل خوردگی و چین خوردگی بر مبنای وجود پیوستگی یا ناپیوستگی با استفاده از آنومالی های مغناطیسی و محاسبات برای عمق برای منشا های مغناطیسی به صورتی که بر روی نقشه پلات شده انجام گردید. اطلاعات پایه ای شامل داده های مغناطیسی و اغلب داده های مربوط به مقادیر عمق محاسبه شده بایستی تصحیح شود. هر چند در برخی از نواحی، مقادیر عمقی سنگ های ولکانیک و توده های نفوذی و کم عمق ممکن است به غلط به عنوان سنگ کف و بر عکس تفسیر گردند. همچنین موقعیت های دقیق و جهات ساختمان های نقشه برداری شده ممکن است بصورت داده ژئوفیزیکی و زمین شناسی جدید تغییر کرده باشد.

در نقشه ژئوفیزیک هوایی شهرستان بجستان (شکل 4-1) سه نوع آنومالی ثبت گردیدند.

Aeromagnetic Map of Bajestan Province



شکل (1-4) نقشه ژئوفیزیک هوایی محدوده شهرستان بجستان

1- آنومالی های خطی، بزرگ با روند غالب شمال خاوری _ جنوب باختری در بخش های شمال شهرستان

2- آنومالی چرخشی در بخش های جنوبی

3- آنومالی های بخش مرکزی که بسیار گسترده بوده و تشکیل یک میدان مغناطیسی پائین را داده اند. منشاء آنومالی های گسترده حضور سنگ کف عمیق ذکر شده است.

4- آنومالی های مشاهده شده در بخش شمال خاوری شهرستان الگوی مشابهی با آنومالیهای بدست آمده در ناحیه ازبک کوه دارند. نتیجه اینکه آنها قابل مقایسه با سنگ های پرکامبرین مشابه در ناحیه ازبک کوه می باشند. عمق های محاسبه شده نشان دهنده این است که این سنگ های پرکامبرین در زیر عمق 1000 متری زیر سطح دریا بر روی این ناحیه قرار دارند عمق آنها در بخش خاوری حتی بیشتر می گردد. آنومالی های چرخشی شامل آنومالی های منفرد مغناطیسی بالا و پائین می باشند. انطباق این آنومالی ها با نقشه زمین شناسی نشان می دهند که این آنومالی ها به علت وجود سنگ های ولکانیکی و توده های گرانیتی و گرانودیوریتی ائوسن تا کواترنری تشکیل شده اند.

اعماق محاسبه شده برای سنگ کف مغناطیسی تفسیر شده نشان دهنده آن است که این سنگ کف بخش شمال خاوری شهرستان بر روی 1000 متری زیر سطح دریا قرار گرفته است. سنکلینال S-9 در یک جهت عمودی بطرف چپ بوسیله گسل F-3 جابجا گشته است.

سنگ کف عموماً در جنوب S9 کم عمق تر گردیده است. محاسبات عمق نشان دهنده این است که سنگ کف در زیر سطح دریا یا نزدیک سطح دریا بر روی حاشیه باختری قرار گرفته است

گسل ها F-8, F-7, F-3 نقشه برداری شده اند اما جهت حرکت آنها ناشناخته است. موقعیت ها و جهات آنها بوسیله داده های مغناطیسی تأیید گردیده است. روند گسلی F-3 شمال خاور - جنوب باختری می باشد. بطرف جنوب باختری گسل های F-7 و F-3 به یکدیگر متصل می گردند و بطرف شمال خاوری بعد از جابجا کردن سینکلینال S-9 این گسل ها، گسل کوپر را بر روی شیست K-5 قطع نموده اند. گسل F-7 روندی تقریباً شمالی - جنوبی دارد. بطرف جنوب بر روی شیست F-7, J8 بوسیله گسل F-15 کوتاه گردیده است. روندهای گسل F-8 شمالی - جنوبی می باشد. گسل F-8 بطرف جنوب کم شده است. وجود کانه زایی در ناحیه می تواند از فراوانی معادن سرب و مس نتیجه گیری گردد. با توجه به فواصل خطوط عرضی ارائه پیشنهادات خاص برای اکتشافات کنیایی مشکل است اما توده های مغناطیسی کم عمق بویژه آنهایی که همراه با زون های گسل می باشند ممکن است برای اکتشافات کنیایی مناسب باشند.

ادامه تحقیقات نیز برای برخی نواحی مانند ناحیه ای در طول 4140 در اطراف محدوده های 583000 و 583950 پیشنهاد می گردد.

3-4- انطباق آنومالی های ژئوفیزیکی با نقشه های زمین شناسی و مطالعات صحرایی

انطباق آنومالی های ژئوفیزیکی با سایر لایه های اطلاعاتی اکتشافی می تواند نقش مهمی در بدست آوردن اطمینان از صحت و سقم این آنومالی ها و مدل سازی جهت اکتشاف ذخایر جدید داشته باشد.

در این گزارش آنومالی‌های ژئوفیزیکی بدست آمده در محدوده شهرستان بجستان با نقشه‌های زمین شناسی 1/100000 و 1/250000 و نیز مطالعات صحرایی با یکدیگر تلفیق گردید.

4-4- شرح آنومالی‌ها

4-4-1 آنومالی‌های ژئوفیزیکی جنوب خاوری شهرستان

این آنومالی‌ها در جنوب خاوری شهرستان در حوالی روستاهای سریده، آهنگ و بقچیر دیده می‌شود و شامل آنومالی‌های ناشی از زون‌های ولکانیکی و نیز توده‌های نفوذی احتمالی کم عمق می‌باشد. بررسی نقشه‌های زمین شناسی در این ناحیه نشان‌دهنده وجود سنگ‌های ولکانیکی متنوع در این بخش می‌باشد که با آنومالی ژئوفیزیکی انطباق خوبی را نشان می‌دهد.

مطالعات صحرایی که توسط نگارنده در این بخش انجام شده نشان داد که در محدوده این ناهنجاری ژئوفیزیکی علاوه بر سنگ‌های ولکانیکی توده‌های نسبتاً بزرگی از سنگ‌های گرانیتوئیدی وجود دارد که در نقشه‌های زمین شناسی ثبت نشده است. بنابراین این مساله حاکی از دقت بسیار مناسب نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی در این ناحیه دارد. از نکات قابل توجه وجود رگه‌های کانه‌زایی از عناصر طلا، نقره، سرب، روی و مس در اطراف این توده‌ها می‌باشد.

4-4-2 آنومالی‌های ژئوفیزیکی جنوب باختری شهرستان

این آنومالی‌ها در خاور روستای بوالخازن و جنوب روستای نیان دیده می‌شود و شامل آنومالی‌های ناشی از توده‌های کم عمق (Shallow zone) و سنگ‌های ولکانیکی است. بررسی‌های صحرایی در این منطق نیز حاکی از وجود توده‌های نفوذی و سنگ‌های ولکانیکی در این محدوده و کانی‌سازی‌های رگه‌ای از عناصر طلا، نقره، سرب، روی و مس در آنجا می‌باشد.

1- آنومالی‌های شمال دهستان جزین

این آنومالی‌ها نیز شامل آنومالی‌های ناشی از توده‌های نفوذی کم عمق (shallow zone) و سنگ‌های ولکانیکی می‌باشد. بررسی نقشه‌های زمین شناسی حاکی از وجود سنگ‌های ولکانیکی و توده‌های نفوذی در اطراف کلاته لیرم جزین می‌باشد. همچنین مطالعات صحرایی توسط نگارنده نیز حاکی از وجود توده‌های نفوذی متنوع در این بخش است. منصورى جوزجانی (1383) نیز کانه‌زایی‌های متنوعی از عناصر طلا، نقره، سرب، روی، مس و ... را در این محدوده گزارش نموده است.

4-4-3- آنومالی های بخش شمالی شهرستان

در بخش شمال شهرستان آنومالی بسیار بزرگی ناشی از توده های نفوذی کم عمق (shallow zone) دیده می شود که توسط گسل F-3 جابجا گردیده است. مطالعه نقشه های زمین شناسی و بررسی های صحرایی نشان دهنده رخنمون های بزرگی از سنگ های آهکی با روندی NE-SW در این بخش از شهرستان می باشد که هم روند با آنومالی توده های نفوذی کم عمق می باشد. با توجه به اینکه در این بخش هیچ توده نفوذی گزارش نشده است صحت و سقم این آنومالی بایستی با دقت بیشتری بررسی شود. از طرفی چون بسیاری از کانه زایی ها در ارتباط با توده های نفوذی می باشند و در برخی از نقاط این محدوده کانه زایی های پراکنده ای از عناصری مانند آهن به صورت اپی ژنتیک گزارش شده لذا آنومالی های این بخش از شهرستان بررسی های دقیق تری را می طلبد.

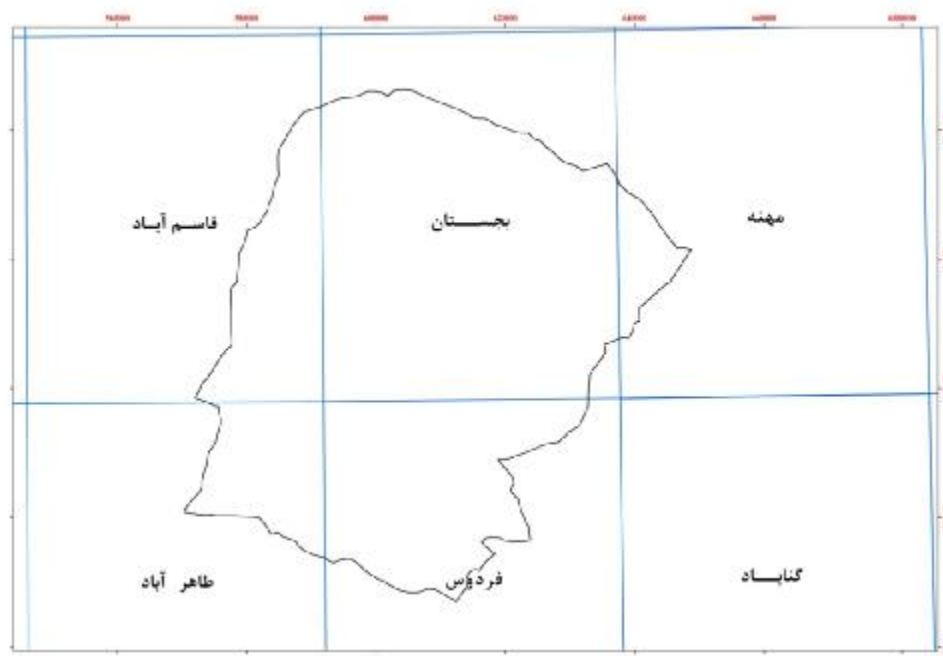
از جمله بخش های دیگری که در نقشه های ژئوفیزیک هوایی می توان با دقت بیشتری مورد بررسی قرار داد محدوده گسل های بزرگ بویژه محل تلاقی این گسل ها می باشد.

فصل پنجم

اکتشافات ژئوشیمیایی

1-5- مقدمه

اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای همان ثبتهاله‌های ثانوی است که یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های اکتشافی می‌باشد. این اکتشافات اغلب یا حتی به طور انحصاری در بررسی‌های مقدماتی اکتشافی در حوضه‌های آبریز تحت شرایط آب و هوایی گوناگون به ویژه با بارندگی متوسط مورد استفاده قرار می‌گیرد. امتیازی که روش بررسی رسوبات رودخانه‌ای دارد این است که در محیط‌های هوازده بسیاری از کانی‌ها بویژه انواع سولفوری ناپایدار بوده و در اثر اکسیداسیون و سایر واکنش‌های شیمیایی تجزیه می‌شوند. این امر در پراکندگی هر چه بیشتر کانی‌ها و عناصر معرف آن‌ها در محلول‌ها نقش با اهمیتی را ایفا می‌کند. به طور کلی گاهی حمل و انتقال آن‌ها تا فاصله‌ی نسبتاً دوری در حوضه‌ی آبریز ادامه می‌یابد. این انتقال و پراکندگی عناصر به قابلیت تحرک آن‌ها در محیط‌های ژئوشیمیایی بستگی دارد. این روش دارای یک منطق اصلی و همیشگی است و آن این که نمونه رسوبات آبراهه‌ای ترکیبی از مواد فرسایش یافته از سنگ‌های بالادست حوضه آبریز است لذا وجود آنومالی در این رسوبات، حکایت از وجود یک منبع پرعیار در قسمت‌های بالادست را دارد (Levinson, 1980).
محدوده شهرستان بجستان در نقشه 1/100000 شامل بجستان، فردوس، طاهرآباد و قاسم‌آباد را در بر می‌گیرد (شکل 1-5).



شکل (1-5) موقعیت شهرستان بجستان در نقشه‌های 1/100000 زمین‌شناسی

5-2- نمونه برداری

محدوده شهرستان بجستان به طور کامل تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک رسوبات رودخانه ای قرار گرفته است. بر پایه بررسی های صورت گرفته تاکنون حدود 1045 نمونه ژئوشیمیایی و 251 نمونه کانی های سنگین از محدوده شهرستان توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور برداشت گردیده است (شکل 5-2). البته نمونه های دیگری نیز توسط شرکت ملی مس ایران و سازمان صنایع و معادن خراسان رضوی به صورت موضوعی از برخی نقاط شهرستان برداشت شده که متاسفانه اطلاعات آن در دسترس نمی باشد. جدول (5-1) تعداد نمونه های ژئوشیمیایی و کانی سنگین برداشته شده را به تفکیک هر یک از نقشه هایی که بخشی از شهرستان را دربر می گیرند را ارائه می نماید.

جدول (5-1) لیست نمونه های ژئوشیمیایی و کانی سنگین برداشته شده از محدوده شهرستان بجستان

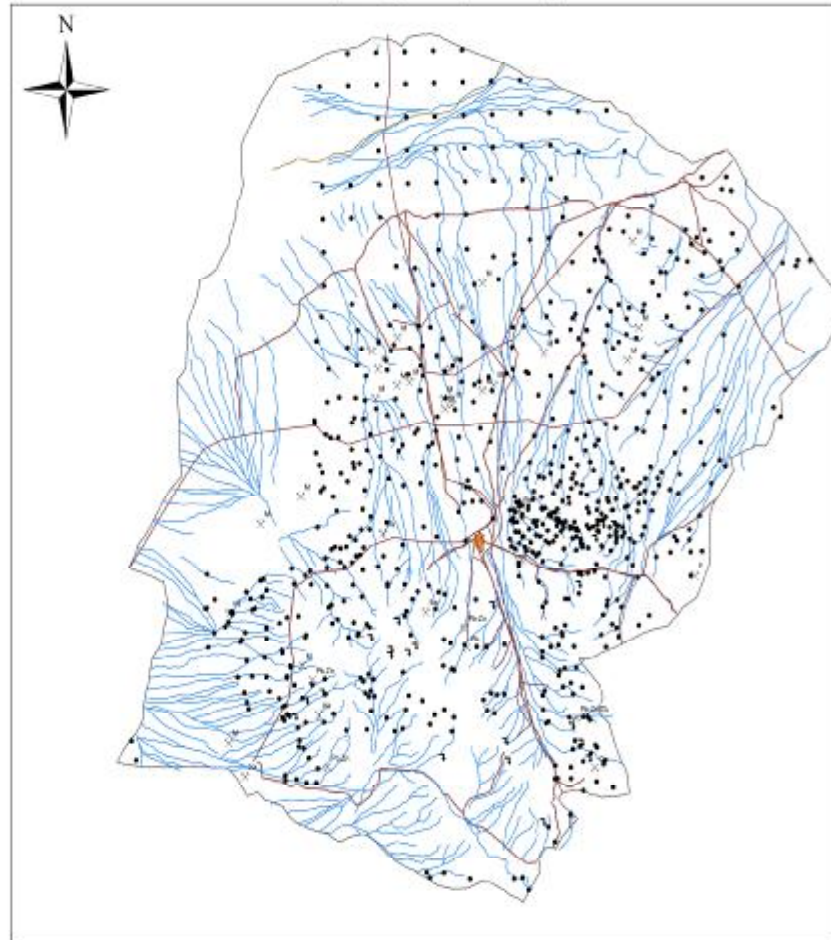
نام نقشه	تعداد نمونه ژئوشیمیایی	تعداد نمونه کانی سنگین
بجستان	530	131
فردوس	305	62
طاهرآباد	120	45
قاسم آباد	90	13

نمونه های ژئوشیمیایی توسط آزمایشگاه های داخلی و خارجی برای بیش از 40 عنصر آنالیز گردیدند. همچنین نمونه های کانی سنگین پس از آماده سازی توسط کارشناسان سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مورد مطالعات میکروسکوپی قرار گرفته است. پس از دریافت نتایج آنالیز ها این نتایج مورد تجزیه و تحلیل های آماری مختلف قرار گرفته و نقشه های ژئوشیمیایی برای عناصر مختلف ترسیم گردید. و در نهایت نقاط امیدبخش برای هر نقشه تفکیک گردیدند. (برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد آنومالی های موجود در هر برگه 1/100000 به گزارشات مربوط به این برگه ها که در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور موجود می باشد مراجعه شود). در این گزارش جهت مشخص کردن مناطق حاوی ناهنجاری های ژئوشیمیایی ابتدا نقشه های نمونه برداری مربوط به چهار شیت زمین شناسی در کنار هم قرار گرفت و محدوده شهرستان بجستان بر روی این چهار نقشه تفکیک گردیدند و پس از تلفیق نقشه های آنومالی نهایی مربوط به چهار شیت، نقشه آنومالی های نهایی برای کل شهرستان تهیه گردید (شکل 5-3).

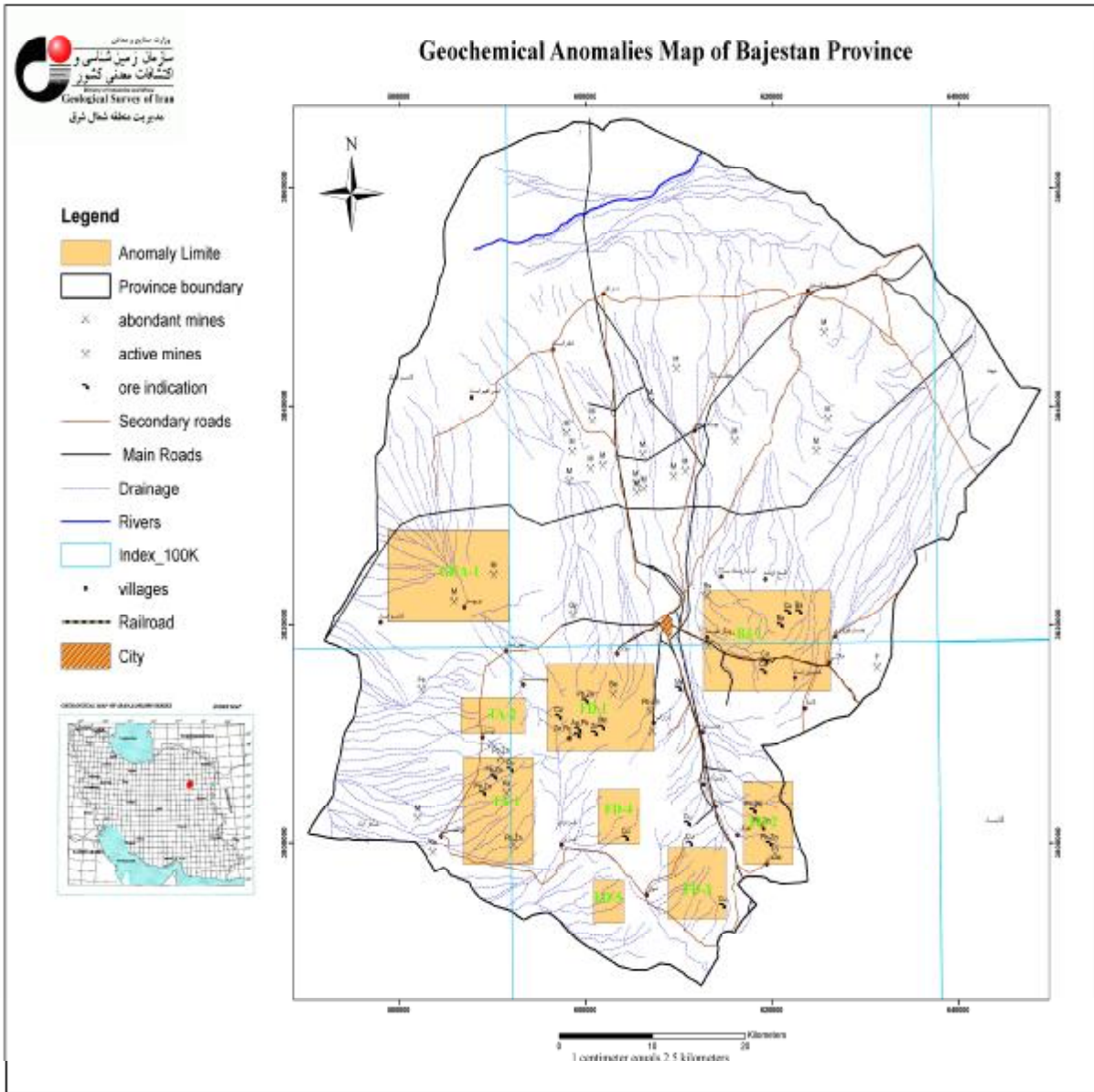
Geochemical Sampling Map of Bajestan Province

Legend

- × active mines
- × abundant
- Sample Location
- Drainage
- River
- Road
- City
- Province Limite



شکل (2-5) نقشه نمونه برداری و موقعیت نمونه های ژئوشیمیایی برداشته شده از محدوده شهرستان بجستان



شکل (3-5) نقشه آنومالی های ژئوشیمیایی محدوده شهرستان بجنستان

بر این اساس 9 محدوده ناهنجاری در محدوده شهرستان بجزستان شناسایی گردید که از این میان 5 محدوده مربوط به شیت 1/100000 فردوس، 1 محدوده مربوط به شیت 1/100000 بجزستان، دو محدوده مربوط به شیت 1/100000 طاهرآباد و 1 محدوده مربوط به شیت 1/100000 قاسم آباد بوده است. در این بخش به شرح هر یک از نواحی ناهنجر در شهرستان بجزستان می پردازیم.

5-3- محدوده ناهنجاری GA-1

این محدوده ناهنجاری در برکه 1/100000 قاسم آباد، و در خاور روستای قاسم آباد و اطراف روستای نوبهار قرار دارد و مساحتی بالغ بر 23 کیلومتر مربع را در بر می گیرد. در این محدوده ناهنجاری های از عناصر سرب، روی، باریوم، جیوه و آرسنیک به همراه ناهنجاری های چند عنصری ناشی از فاکتور 3 (Nb,W,HG) و فاکتور 4 (As,Sb,Tl,Cd) مشاهده می شود. این محدوده تحت تاثیر گسل هایی با روند شمال خاوری - جنوب باختری قرار گرفته است. سنگ های بالادست این ناهنجاری شامل سنگ های ولکانیکی و آهکی می باشد. نمونه های برداشته شده از محدوده این ناهنجاری نسبت به عناصر آلومینیوم، لیتیم، وانادیوم، منگنز، تیتانیوم، سرب، روی، کادمیوم و باریوم غنی شدگی نشان می دهند. مطالعات کانی های سنگین برداشته از محدوده این ناهنجاری ها حاکی از وجود کانی های سنگین زیرکن، مگنتیت، هماتیت، گارنت، گوتیت، پیریت، پیریت اکسید، اولیژیست، روتیل، مارتیت، اپیدوت، باریت، ملاکیت، نیگرین و سینابر در رسوبات رودخانه ای این محدوده می باشد. جدول (5-2) نتایج آنالیز 4 عدد نمونه مینرالیزه را در محدوده این آنومالی نشان می دهد (مهندسین مشاور پیچاب کاوش 1383).

جدول (5-2) نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه در محدوده ناهنجاری

Sample	Au	Mn	Ba	Fe	Li	V	Pb	Zn	Cd	Ag	Nb	As
GL-30	0.8	1440	181	31900	41.2	66	141	726	1.6	0.05	16.2	46
GL-31	0.8	303	367	22900	95.4	37	82.2	320	0.4	0.048	18.2	18.4
GL-32	1	908	108	38100	59.4	101	140	1490	2.2	0.048	12.8	41.6
GL-33	0.8	500	3330	12700	4.2	62	333	9110	12.1	0.048	0.37	40.5
GL-40	0.8	1290	1040	72100	19.7	80	2.4	36.8	0.075	0.048	24.1	2.5

5-4- محدوده ناهنجاری TA-1

این محدوده در خاور روستای بوالخازن و جنوب روستای نیان واقع گردیده است. مهمترین آبادی‌های موجود در محدوده این آنومالی شامل کلاته زرک، کلاته نو، کلاته گودالو و کلاته حسن خان می باشد. سنگ‌های محدوده ناهنجاری شامل سنگ‌های ولکانیکی اسیدی تا حدواسط (داسیت، ریوداسیت، آندزیت، توف و ...)، آهک‌های کرتاسه و توده‌های نفوذی اسیدی تا حدواسط (گرانیت، مونزونیت، مونزودیوریت) می باشد. در گسل با روند NW-SE محدوده کانه‌زایی را احاطه کرده و گسل‌های فرعی با روند NE-SW عمود بر گسل اصلی و در جهت رگه‌های کانه‌زایی محدوده ناهنجاری را تحت تاثیر قرار داده است.

نمونه‌های ژئوشیمیایی برداشته شده از این محدوده (عزمی و صفری 1384) نسبت به عناصر طلا، نقره، آرسنیک، بیسموت، سرب، روی، گوگرد، تلور، جیوه، باریوم، اورانیوم، روبیدیوم، تنگستن، لانتانوم، فسفر، توریم، سریوم و ... ناهنجاری نشان می دهند. همچنین نمونه‌های کانی‌سنگین برداشته شده از این محدوده حاوی مقادیر قابل توجهی از کانی‌های باریت، آپاتیت، کروندوم، اپیدوت، فلوریت، هماتیت، ایلمنیت، لیتارژ، مگنتیت، اولیژیست، پیریت، پیریت اکسید، پیرولولوزیت، پیرومورفیت، ولفنیت، زیرکن، سینابر، میمیتیت، مس طبیعی، پیریت لیمونیت، وانادینیت، لیمونیت، کاسیت، سرب طبیعی، نقره طبیعی، دیوپتاز و لوکوکسن می باشند. مطالعات صحرایی و کنترل ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی در این محدوده (عزمی و صفری 1385، عزمی و هادی زاده پروژه در حال اجرا) منجر به شناسایی 4 رگه سیلیسی - کربناتی به ضخامت‌های 0.5 تا 3 متر و به طول‌های 400 تا 800 متر در محدوده گردید که با روندهای NE-SW واحد‌های سنگی را قطع نموده و در نهایت به یک معدن متروکه قدیمی (معدن متروکه چاه سرب) ختم می گردند. (شکل 5-4). از مهمترین کانی‌های فلزی شناسایی شده در این رگه‌ها می توان به پیریت، گالن، اسفالریت، کالکوپیریت، کولیت، آرسنوپیریت، پیروتیت، مارکازیت، هماتیت، لیمونیت، گوتیت، مالاکیت، سروزیت و از مهمترین کانی‌های غیر فلزی شناسایی شده می توان به کانی‌های کوارتز (کوارتز معمولی و آمیتیست)، کلسیت، آدولاریا، دولومیت، آنکريت، فلوریت، زئولیت و ... اشاره نمود.

مهمترین دگرسانی‌های شناسایی شده در محدوده این ناهنجاری شامل دگرسانی‌های هیپوژن شامل دگرسانی‌های سیلیسی (کوارتز)، دگرسانی‌های سرسیتی (سرسیت، کوارتز، پیریت، کانی‌های رسی)، آرژیلیکی (کانی‌های رسی)، پتاسیک (آدولاریا) و دگرسانی‌های پروپیلیتیک (کلسیت، کلریت، اپیدوت) و دگرسانی‌های سوپرژن (جاروسیت، کائولینیت، گوتیت، لیمونیت و ...) می باشد (شکل 5-5).



شکل (4-5) نمایی از رگه های سیلیسی شناسایی شده در محدوده ناهنجاری خاور روستای بوالخازن



شکل (5-5) نمایی از آلتراسیون های هیدروترمالی در جنوب روستای نیان بجستان

نمونه های مینرالیزه برداشته شده از این محدوده دارای عیارهای قابل توجهی از عناصر طلا، نقره، سرب، روی، مس، مولیبدن، آرسنیک، آنتیموان و ... می باشد. جدول (3-5) آنالیز تعدادی از نمونه های مینرالیزه را در محدوده این ناهنجاری نشان می دهد.

جدول (3-5) آنالیز تعدادی از نمونه های مینرالیزه را در محدوده ناهنجاری TA-1

Sample	Au(ppb)	Mn	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Bi	Hg	Sb	Mo
Ny-1M	43		0.58	1077							12.0
Ny-2M	3750		254	427							120
Ny-3M	3.6		0.24	5							4.2
Ny-4M	12	854.7	<1.00	10	23.4	85	21.26	0.63	<0.5	0.8	27
Ny-5M	86	15.4	1.2	12.4	237.4	92	14.8	<0.5	<0.5	<0.5	13
Ny-6M	46	0.30%	5	42.4	228.6	0.21%	20.99	<0.5	1.31	0.65	7
Ny-7M	124	39.5	13.2	192.4	0.19%	0.25%	40.52	<0.5	2.05	13.53	nd
Ny-8M	71	19.88	9.4	20.8	242.4	84	6.41	<0.5	0.85	0.64	2
Ny-9M	6	40.7	11.6	36.4	210.8	43.4	6.24	<0.5	0.58	<0.5	9
Ny-10M	116	35.5	11.6	29.4	196.8	258.4	54.22	<0.5	<0.5	2.28	4
Ny-11M	1352	36.1	19.2	906.6	0.53%	0.26%	41.23	<0.5	2.08	5.55	8
Ny-12M	30	184.7	1.2	45.8	0.22%	389.5	35.91	0.7	<0.5	1.47	7
Ny-13M	49	52.5	14.2	203	0.39%	0.33%	29.55	<0.5	1.27	1.16	5
Ny-14M	2371	92.3	17.4	221.2	0.35%	215.5	56.12	0.53	0.76	9.86	41
Ny-15M	42	30.9	1.2	12	376.2	51.8	48.67	<0.5	0.61	2.68	32
Ny-16M	47	36.7	6.4	23	704	145	34.35	2.57	0.91	3.22	47
Ny-17M	112	46.4	1.8	22.4	354.6	15.8	36.39	<0.5	<0.5	4.88	26
Ny-18M	38	21.5	1.6	9.2	464.8	45.6	17.06	<0.5	<0.5	1.96	41
Ny-19M	68	103.8	1.2	93	0.13%	247.1	38.41	<0.5	<0.5	5.36	17
Ny-20M	96	24.81	<1.00	67.8	0.25%	605.3	50.46	<0.5	<0.5	3.39	41
Ny-21M	154	30.3	1.2	92.2	314.4	80.6	92.64	<0.5	0.88	7.41	20
Ny-22M	421	34.9	9.8	0.34%	0.33%	0.17%	144.9	<0.5	1.13	1.72	79
Ny-23M	15	24.6	4	117.8	256	38.8	47.98	<0.5	1.01	1.72	20
Ny-24M	59	604	<1.00	564.1	0.29%	599	70.6	<0.5	0.69	1.69	222
Ny-25M	82	24.5	<1.00	77.2	618	60.2	58.71	<0.5	0.57	0.8	8
Ny-26M	4	0.29%	4.6	55.6	0.25%	0.24%	70.4	2.21	0.98	3.96	109
Ny-27M	4	0.12%	2.2	5.2	185.4	318.7	3.44	<0.5	<0.5	<0.5	3
Ny-28M	<3	0.10%	1.4	11.2	58.6	52.2	20.37	<0.5	1.11	<0.5	7
Ny-29M	84	58.9	3.8	0.22%	476.2	476.2	37.6	<0.5	<0.5	0.92	31
Ny-30M	83	0.14%	2.4	9.2	315.6	15.6	37.74	<0.5	<0.5	4.81	27
Ny-31M	90	0.10%	6.2	810	795	1.02%	36.81	<0.5	<0.5	2.26	13
Ny-32M	62	34.8	2.4	1.40%	4.71%	750.4	59.44	<0.5	<0.5	17.28	559
Ny-33M	2029	124.3	7.2	6%	3.40%	0.19%	182.7	<0.5	4.52	9.12	24
Ny-34M	3	757.7	1.2	13	58.2	203.1	20.89	<0.5	<0.5	<0.5	nd
Ny-35M	399	39.5	24.86	195.4	0.362	513.1	52.71	<0.5	74	473.5	134
Ny-36M	61	44.7	1.2	271.8	0.008	0.002	211.9	0.57	3.16	<0.5	27
Ny-37M	15	321.3	2.4	29.6	752	138.6	53.64	<0.5	0.82	3.13	6
Ny-38M	12	24.9	0.6	7.6	98.8	29.6	42.92	<0.5	<0.5	1.68	2
Ny-39M	11	0.003	20	11.8	125.8	556.5	65.62	<0.5	1.66	1.73	14
Ny-40M	4	594.7	1.2	65.2	91.4	452.4	50.98	<0.5	<0.5	1.39	11

پس از شناسایی محدوده این ناهنجاری توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال خاور (مشهد) برای این محدوده طرح اکتشافات تفصیلی تر تعریف گردید . بنابراین این اکتشافات از اوایل سال 1388 توسط سازمان زمین شناسی مشهد شروع گردید و همچنان ادامه دارد.

همچنین در جنوب این محدوده ناهنجاری در کوه داشو در باختر دهستان جزین آثاری از یک معدنکاری قدیمی مشاهده می شود که کانه زایی در درون دو رگه های سیلیسی تقریبا موازی به طول تقریبی حدود 2-2/5 کیلومتر رخ داده است. کانه زایی در این رگه ها شامل گالن ، پیریت، کالکوپیریت، ملاکیت ، هماتیت ، لیمونیت ، آتاکامیت ، اسفالریت ، برنویت و ... می باشد. نمونه های مینرالیزه آنالیز شده از این محدوده مقادیر حداکثر تا 110 میلی گرم در تن طلا، 41 گرم در تن نقره، 1/8 درصد مس، 4/2 درصد سرب، 2/15 درصد روی و 214 گرم در تن بیسموت را نشان می دهد(منصوری جوزجانی 1382).

5-5- محدوده ناهنجاری TA-2

این محدوده در شمال باختری روستای نیان در حوالی کلاته های زاغو بالا و پایین قرار دارد. سنگ های میزبان ناهنجاری شامل آندزیت ، توف و داسیت می باشد. نمونه های ژئوشیمیایی برداشته شده از این محدوده (عزمی و صفری 1384) نسبت به عناصر طلا ، نقره و باریوم ناهنجاری نشان می دهند. نمونه های کانی سنگین برداشته شده از این محدوده حاوی مقادیر قابل توجهی از کانی های سنگین آپاتیت، کاسیت، کروندوم، گالن، گارنت، هماتیت، ایلمنیت، مگنتیت، میمتیت، اولیژیست، پیریت، پیریت اکسید، زیرکن، باریت، سینابر، پیرومورفیت، اپیدوت، مس طبیعی، سرب طبیعی، پیرولولوزیت می باشند.

عمده ترین دگرسانی های محدوده شامل دگرسانی سیلیسی و آرژیلیکی می باشد. مهمترین مشخصه این محدوده وجود رگه های سیلیسی – کربناتی و گاهی کنده کاری های مشکوک به کنده کاری های قدیمی می باشد که بایستی بطور دقیق تر بررسی شود. جدول (4-5) نتایج دو نمونه های مینرالیزه برداشته شده از این محدوده را نشان می دهد .

جدول (4-5) نتایج دو نمونه های مینرالیزه برداشته شده از محدوده ناهنجاری TA-2

Sample	Au	Mn	Ba	Cu	Hg	Mo	Pb	Zn	Sn	Ag	W	As
507-M1	0.0024	112	190	46	1.50	1.78	60	46	1.6	0.16	2.73	8.10
395 M1	0.0020	1010	260	35	0.05	1.79	35	60	4.1	0.27	2.73	20.3

5-6- محدوده ناهنجاری 1 - FD

این محدوده در شمال دهستان جزین و جنوب روستای مزار واقع شده است. از مهمترین آبادی های موجود در محدوده این آنومالی می توان به روستاهای درزاب ، برجک ، کلاته معزی ، درچاق ، لیرم و ... اشاره نمود. نمونه های ژئوشیمیایی برداشته شده از این منطقه که توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شده دارای ناهنجاری های قابل توجهی از عناصر سرب ، روی ، نقره ، منگنز ، مس و آنتیموان می باشند. سنگ های بالادست این محدوده آنومالی شامل سنگ های گرانیتی ، آهک ، ماسه سنگ ، سنگ های ولکانیکی و ... می باشد. نمونه های کانی سنگین برداشته شده از محدوده این ناهنجاری ها نیز حاوی مقادیر قابل ملاحظه ای از کانی های سنگین مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، پیریت، پیریت اکسید، اولیژیست، زیرکن، آپاتیت، باریت، گالن، پیرولوزیت، ویتريت، شلیت، اپیدوت، ردوکروسیت، منگانیت، گوتیت، استرونیسیانیت، سروزیت، اورپیمنت، سینابر، پیریت، میمیت، پیرومورفیت و... می باشند.

مطالعات صحرائی توسط منصورى جوزانى (1382) منجر به شناسایی کانه زایی هایی از انواع اسکارنی ، رگه ای و آتشفشانی - برونومی در محدوده این آنومالی گردیده است. بررسی مقاطع صیقلی تهیه شده از نمونه های مربوط به این آنومالی حضور کانی های فلزی مگنتیت، والریت، پیریت، لیمونیت، ردوکروسیت، کالامین، گوتیت، گالن، اسفالریت، سروزیت، کالکوپیریت، پسیلوملان، کریپتوملان، آرسنوپیریت، مولیبدنیت و ... در نمونه های این محدوده است. نمونه های مینرالیزه برداشته شده توسط این محقق نیز حاکی از وجود مقادیر بالایی از عناصر سرب، روی، مس، نقره، آنتیموان و آرسنیک می باشند. جدول (5-5) نتایج حاصل از آنالیز نمونه های برداشته شده را در این محدوده نشان می دهد.

جدول (5-5) نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه برداشته شده از محدوده آنومالی 1-FD (منصوری جوزانی 1382)

Sample	Au	Bi	Cu	Pb	Zn	Sb	Ag	As
Fj-601x	0.0024	0.53				7.84	0.3	370
Fj-610x	0.00038	0.1		1372	29688	140	44.5	17.7
Fj-610x2	0.0035	0.1	12.5	102200	6813	152	77.8	3.096
Fj-610x3	0.00094	0.1				17.1	1.5	259
Fj-610x4	0.0012	6.11	8142			310	13.6	123
Fj-611x	0.00062	0.13				267	0.11	228
Fj-611x2	0.0014	0.1		1762		47.2	20.1	12.2
Fj-611x3	0.006	0.1		365	1669	108	2.25	241
Fj-611x4	0.003	1.35				32	47.9	34
MS-37	0.0013		35				0.26	
MS-38	0.0029		45				2.1	
MS-70	0.062		320				2.8	

5-7- محدوده ناهنجاری 2-FD

این محدوده ناهنجاری در بخش خاوری تا شمال خاوری روستاهای سریده و آهنگ تا شمال روستاهای بقچیر و افکان دیده می شود. از مهمترین آبدی های موجود در محدوده این آنومالی می توان به کلاته های تنگل آهنگ، تنگل سریده، کافدره و کلاته چلانک اشاره نمود. سنگ های محدوده آنومالی شامل سنگ های گرانیت، گرانودیوریت، کوارتز مونزونیت، گابرودیوریت، داسیت، آندزیت، توف و ... می باشد. نمونه های ژئوشیمیایی برداشته شده از این منطقه که توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و نیز سازمان صنایع و معادن استان خراسان رضوی انجام شده دارای ناهنجاری های قابل توجهی از عناصر طلا، نقره، سرب، مس، روی، تنگستن، آرسنیک، منگنز و آنتیموان می باشند.

نمونه های کانی سنگین برداشته شده از محدوده این ناهنجاری ها (سعادت 1386) نیز حاوی مقادیر قابل ملاحظه ای از کانی های سنگین مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، پیریت، پیریت اکسید، اولیژیست، زیرکن، آپاتیت، باریت، گالن، پیرولولوزیت، ولفنیت، دیسکلوزیت، اپیدوت، ردوکروسیت، میمیت، گوتیت، کروکوئیت، سروزیت، آنگلیزیت، پیریت لیمونیت، پیریت، دیچنیت، پیرومورفیت، کالکوپیریت، اسفالریت، فلوریت، لیتارژ، مالاکیت و ... می باشند.

مطالعات صحرائی که توسط نگارنده در این محدوده انجام شده حاکی از وجود دگرسانی های گسترده سیلیسی، آرژیلیکی، سریسیتی و پروپیلیتیک در این محدوده است (شکل 5-6). همچنین این مطالعات منجر به شناسایی رگه های سیلیسی با کانه زایی های سولفیدی پیریت، کالکوپیریت، گالن، اسفالریت، فلوریت،

باریت، سلسیت، هماتیت و... در این محدوده گردید که طول رگه گاهی به بیش از 100 متر می‌رسند. این رگه‌ها در چند فاز محدوده مورد نظر را تحت تاثیر قرار داده و باعث کانه زایی شده اند. (اشکال 5-6، 5-7، 5-8 و 5-9).



شکل (5-6) دگرسانی سیلیسی در واحدهای محدوده ناهنجاری 2 - FD در شمال تنگل سریده



شکل (5-7) نمایی از دو معدنکاری قدیمی در محدوده قاچ معدن شمال روستای سریده



شکل (8-5) رگه های باریت- فلوریت- گالن در پایین دست سد شهید احمدنژاد سریده



شکل (9-5) رگه های سیلیسی کانه دار در خاور کلاته چلانک روستای آهنگ

همچنین مطالعات صحرایی حاکی از وجود عدسی هایی از پرلیت بوده که گاهی همراه با گدازه های آندزیتی و داسیتی یافت می شود (شکل 5-10).



شکل (5-10) بخش های پرلیتی در میان واحدهای داسیتی خاور روستای آهنگ

نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه برداشته شده از این محدوده حاکی از وجود مقادیر بالایی از عناصر طلا ، نقره ، سرب ، روی ، تنگستن ، مس ، مولیبدن و آرسنیک در این محدوده است (سعادت 1386). جدول (5-6) نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه برداشته شده از این منطقه را نشان می دهد.

جدول (5-6) نتایج آنالیز تعدادی از نمونه های مینرالیزه برداشته شده از محدوده آنومالی 2 – FD (داده ها از سعادت 1386)

SAMPLE	Au (ppm)	ppm(Mo)	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ag ppm	Fe %	As ppm	W ppm
V-2	0.07	7.2	384.7	323.4	574	0.9	13.01	242	363.8
V-3	7.82	5	709.4	29848.9	2747	12.1	11.52	329	40.7
V-4	0.02	4.9	159.4	1009.6	187	1.3	0.32	20	110.8
V-5	0.16	6.9	565.4	24973.9	602	10.5	2.57	99	539.6
V-7	0.02	108.9	130	2122.3	214	3.7	0.62	52	384.4
V-8	0.06	2.3	241.2	34775.9	2433	7.3	1.57	32	6.3
V-9	0.14	6.1	541.3	28479.4	2330	6.8	4.21	205	5
V-11	0.05	4.2	1218.6	20581.5	24802	5.8	1.39	23	8.1
V-12	0.14	22.1	1751.8	8387.2	1880	2.8	19.68	723	41.7
V-13	0.04	0.6	264.3	21510.5	615	13.3	1.09	24	319.9
V-14	0.87	9.4	1820.6	11332.8	5822	4.9	1.29	49	421.8
V-15	1.3	104.9	273.1	115479.4	404	56.5	7.42	209	301.7
V-16	1.74	0.8	95.8	141032.7	250	40.4	1.46	42	399.2
V-19	0.41	9.5	335	85854.7	13634	12.2	1.19	25	16.4
V-21	.01	0.5	11.8	140	59	0.5	1.88	18	474.7
V-22	0.07	1.8	536.9	881.7	530	5.1	2.67	15	12.1
V-24	0.01	< 0.5	229.5	377.7	397	1.8	1.54	11	739.9
V-26	<.01	1.3	195.2	576.1	287	10.5	1.52	11	16.4
V-28	<.01	< 0.5	44.7	307.5	296	1.2	0.43	10	1350.7
V-2A	0.09	10.2	1049	5726.5	301	5.6	13.14	622	592
V-30	<.01	2	13	111.2	90	0.5	1.84	18	6.3
V-33	0.38	2.4	71.1	4898.3	1492	4.8	5.24	26	612.5
V-34	0.06	6.8	10251.1	5069.6	4246	5.8	2.94	133	756.5
V-35	0.01	2.9	84.6	2761.8	1888	2.9	7.2	42	989.7

5-8-3-5- محدوده ناهنجاری 3 – FD

این محدوده ناهنجاری در بخش خاوری روستاهای میرج تا جنوب روستای بادامک قرار دارد. سنگ های میزبان محدوده این ناهنجاری شامل بازالت، آندزیت بازالت، توف، ریولیت، آگلومرا و ... می باشد. نمونه های برداشته شده از این محدوده نسبت به عناصر مس، سرب و روی ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های کانی سنگین برداشته شده از این محدوده دارای مقادیر قابل توجهی از کانی های سنگین مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، اولیژیست، زیرکن، آپاتیت، پیریت، پیریت اکسید، باریت، گوتیت، لیمونیت، پیرولوویت، سیدریت، ویتريت، ردوکروسیت و سافیر می باشند. نمونه های مینرالیزه برداشته شده از این محدوده نسبت به عناصر سرب و روی غنی شدگی نشان می دهند.

جدول (7-5) نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه برداشته شده از محدوده آنومالی 3 – FD (داده ها از منصوری جوزانی 1382)

Sample	Au	Bi	Cu	Pb	Zn	Sb	Ag	As	W	Mo
Fj-540x	0.0015	0.4	60	680	185	1.86	0.5	6.85		
Fj-541x	0.003		38				0.3		1.71	0.76
Fj-542x	0.00052		13				0.16		0.48	1.17
Fj-543x	0.00056		16.5				0.24		0.5	1.84

9-5- محدوده ناهنجاری 4 – FD

این محدوده در حوالی روستاهای میمند و چاه قند دیده می شوند. نمونه های ژئوشیمیایی برداشته شده از این محدوده نسبت به عناصر بیسموت، کروم، نیکل، آهن، سرب و قلع ناهنجاری نشان می دهد. سنگ های میزبان این محدوده ناهنجاری شامل ماسه سنگ، کوارتزیت، آهک، داسیت، آندزیت، آندزیت بازالت و ... می باشد. نمونه های کانی سنگین برداشته شده از محدوده این ناهنجاری دارای مقادیر قابل توجهی از کانی های سنگین مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، پیریت اکسید، اولیژیست، زیرکن، آپاتیت، باریت، کروندوم، کالکوپیریت، سیدریت، لیمونیت، ویتريت و ... می باشند.

10-5- محدوده ناهنجاری 5 – FD

این محدوده ناهنجاری در جنوب شهرستان در محدوده خاور تا جنوب خاوری روستای گزو دیده می شود. سنگ های میزبان محدوده این ناهنجاری شامل آندزیت، ریولیت، توف، آگلومرا و ... می باشد. نمونه های برداشته شده از این محدوده نسبت به عنصر مس ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های کانی سنگین برداشته شده از این محدوده دارای مقادیر قابل توجهی از کانی های سنگین مگنتیت، هماتیت، پیریت اکسید، اولیژیست، زیرکن، آپاتیت، باریت، اورپیمنت، پیرولولوزیت و ... می باشند

11-5- محدوده ناهنجاری 1-BJ

این محدوده ناهنجاری در محدوده خاور شهر بجستان واقع گردیده است. از مهمترین آبادی های موجود در محدوده این ناهنجاری می توان به روستاهای سوسناری، رودگز، حسین آباد، خارتودو و .. می باشد. نمونه های برداشته شده از این محدوده نسبت به عناصر مس، سرب، باریوم و تنگستن و طلا ناهنجاری نشان می دهند.

نمونه های کانی سنگین برداشته شده از این محدوده حاوی مقادیر قابل توجهی از کانی های سنگین مگنتیت، تیتانومگنتیت، هماتیت، لیمونیت، اپیدوت، گارنت، ایلمنیت، زیرکن، آپاتیت، باریت، سلسیت،

شئلیت، نیگرین، پیرولوویت، جاروسیت، پیریت اکسید، سینابر، سافیر، طلای آزاد، میمتیت، پیرومورفیت، مارماتیت، ماسیکوت، ولفنیت، گالن، سرب طبیعی، اولیژیست، اورپیمنت، کروندوم، گوتیت، ویتريت و ... می باشد.

عاشوری و همکاران (1386) و پورلطیفی (2001) چندین اندیس معدنی را در نقشه های زمین شناسی 1/100000 بجستان و 1/100000 فردوس گزارش نموده اند.

مطالعات صحرایی توسط نگارنده حاکی از وجود رگه هایی از کانی سازی باریت - سرب - فلوریت در این محدوده است. همچنین نفوذ توده های نفوذی گرانیتوئیدی کرتاسه بالایی به داخل آهک های مربوط به کرتاسه زیرین باعث اسکارن زایی و ایجاد مجموعه ای متنوعی از کانی های کالک سیلیکاته و کانه زایی مس در این بخش گردیده است .

فصل ششم

پتانسیل های معدنی



6-1- مقدمه

همانطور که در مباحث گذشته عنوان گردید فعالیت های ماگمایی در طی کرتاسه پسین تا ترشیری زمينه را برای ايجاد كانسارهای فلزی و غير فلزی مختلف فراهم نموده است. همچنين وجود مقادير بالایی از رخنمون های قبل از کرتاسه بالایی باعث بوجود آمدن پتانسیل های معدنی غير فلزی مانند سنگ های ساختمانی در این ناحیه شده است.

بطور کلی پتانسیل های معدنی شهرستان را می توان در قالب معادن فعال ، معادن متروکه و اندیس های معدنی طبقه بندی نمود. در این بخش مهمترین پتانسیل های معدنی موجود در محدوده شهرستان بجستان تشریح می گردد.

6-2- معادن فعال شهرستان

معادن فعال شهرستان بجستان شامل معادن سنگ ساختمانی (مرمریت ، گرانیت) ، فلورین ، باریت ، پرلیت و ... می باشد. مهمترین این معادن به شرح زیر می باشد:

6-2-1- مرمريت الوان

معدن مرمريت الوان کوه اسبی در شمال شهرستان بجستان و در جنوب روستای چاه پالیز در طول جغرافیایی 34 39 04 و عرض جغرافیایی 58 09 43 قرار دارد . آب و هوای منطقه گرم و خشک و میزان بارندگی حدود 150 میلیمتر است که شرایط آب و هوا امکان 300 روز کار در منطقه را فراهم می آورد. زمین شناسی منطقه را تشکیلات آهکی کرتاسه فوقانی واجد فسیل هیپوریت تشکیل داده است، که توسط آبرفت های دوران چهارم احاطه شده است. ماده معدنی مورد نظر شامل سنگ های آهکی به رنگ خاکستری روشن تا صورتی است (شکل 6-1).

این معدن جزو بهترین معادن استان از لحاظ ذخیره ، تنوع رنگی و تولید بوده که مربوط به شرکت رزمندگان اسلام می باشد. معدن الوان دارای 8 سینه کار بوده و تاسیسات سنگبری مجهزی در کنار معدن می باشد. مرمريت های استخراج شده از این معدن را می توان به انواع سفید ، گل بهی ، قرمز و... تقسیم بندی نمود. استخراج به روش روباز و پلکانی با سیم برش انجام می گیرد.



شکل (1-6) نمایی از تاسیسات سنگبری و یکی از سینه کارهای معدن مرمریت الوان

6-2-2- مرمريت كوه نور بچستان

اين معدن در شمال باختر شهر بچستان در طول جغرافيايي 41 04 58 و عرض جغرافيايي 19 38 34 واقع گرديده است. از نظر زمين شناسي شامل لايه هاي آهكي مربوط به كرتاسه مي باشد. طول ماده معدني حدود 900 متر، عرض 160 متر و ضخامت تقريبي 33 متر مي باشد. برآوردهاي انجام شده ميزان ذخيره كانسار را حدود 3/2 ميليون تن تعيين نموده اند. استخراج به روش روباز پلكاني با سيم برش بوده كه از دو سينه كار بزرگ صورت مي گيرد. ميزان استخراج سالانه حدود 50000 تن مي باشد. از نظر تنوع رنگي سنگ هاي اين معدن به رنگ هاي قرمز، صورتي و گل بهي مي باشد (اشكال 2-6 و 3-6).



شكل (2-6) نمايي دور از معدن مرمريت كوه نور



شکل (3-6) نمایی از یکی از سینه کارهای معدن مرمریت کوه نور.

3-2-6- مرمریت سرخ کوه بجستان

معدن مذکور در 28 کیلومتری شمال بجستان (24 کیلومتر اسفالت و 4 کیلومتر خاکی) در طول جغرافیایی 58 17 04 و عرض جغرافیایی تقریبی 34 43 41 واقع شده است. زمین شناسی منطقه شامل سنگهای آهکی با لایه بندی ضخیم می باشد. نوع مرمریت به رنگ سفید تا قرمز است. نوع ماده معدنی طبق گواهی کشف 1 میلیون تن اعلام شده است. این معدن دارای سه سینه کار می باشد. استخراج به روش روباز و پلکانی بوسیله سیم برش انجام می شود، و در محل معدن دارای یک کارخانه برش می باشد. شکل (4-6).



شکل (4-6) نمایی از یکی از سینه کارها و بلوک های استخراج شده در معدن مرمریت سرخ کوه

6-2-4-مرمریت شرکت آراگونیت

این معدن در شمال خاوری شهر بجستان در مسیر جاده بجستان به فیض آباد در طول جغرافیایی 56 40 34 و عرض جغرافیایی 34 15 58 می باشد. زمین شناسی منطقه شامل سنگهای آهکی با لایه بندی نسبتاً افقی ضخیم و توده ای است. نوع مرمریت به رنگ سفید تا قرمز می باشد. میزان استخراج روزانه حدود 150 تا 200 تن می باشد. استخراج به روش روباز پلکانی با سیم برش می باشد. شکل (6-5).



شکل (6-5) نمایی از معدن مرمریت شرکت آراگونیت

6-2-5- مرمريت كوه گلي (شركت فجر بهمن)

اين معدن در شمال خاوري شهر بجنستان و در مسير جاده بجنستان به فيض آباد در طول جغرافيايي 20 44 و عرض جغرافيايي 31 18 58 واقع شده است. سنگ معدن شامل سنگ هاي آهكي مربوط به كرتاسه بالايي بوده كه به صورت نيمه افقي و توده اي مشاهده مي شود. سنگ معدن به رنگ هاي سفيد تا خاكستري و گرمي رنگ با آغشتگي به اكسيدهاي آهن مي باشد. استخراج به روش روباز و پلكاني با سيم برش انجام مي شود. اين معدن داراي سه سينه كار اصلي مي باشد شكل (6-6).



شكل (6-6) نمايي از يكي از سينه كارهاي معدن مرمريت كوه گلي

6-2-6- مرمريت دژنار پارتیان

این معدن در شمال باختری شهر بجنستان و در جنوب روستای چاه پالیز در طول جغرافیایی 34 38 51 و عرض جغرافیایی 58 05 55 قرار دارد. از نظر زمین شناسی این معدن از سنگ های آهنی مربوط به کرتاسه فوقانی به رنگ سفید تا صورتی رنگ می باشد. استخراج به روش روباز و پلکانی با سیم برش می باشد (شکل 6-7).



شکل (6-7) نمایی از یکی از سینه کارهای معدن مرمريت دژنار پارتیان

6-2-7- مرمريت كوثر

اين معدن در شمال باخترى شهرستان بجنستان و در مسير جاده بجنستان به بردسكن در طول جغرافيايى 34 41 30 و عرض جغرافيايى 58 07 44 واقع شده است . از نظر زمين شناسى سنگ هاى اين معدن شامل سنگ هاى آهكى سفيد تا صورتى رنگ بوده كه داراى لايه بندى نسبتا افقى و توده اى مى باشد. اين معدن داراى يك سينه كار نسبتا بزرگ مى باشد. شكل (8-6).



شكل (8-6) نمايى از معدن مرمريت كوثر

6-2-8- مرمريت فخر آفرينان

اين معدن در شمال باخترى شهرستان بجنستان و در مسير جاده بجنستان به بردسكن در طول جغرافيايى 34 43 06 و عرض جغرافيايى 58 10 33 واقع شده است . از نظر زمين شناسى سنگ هاى اين معدن شامل سنگ هاى آهكى سفيد تا صورتى رنگ بوده كه داراى لايه بندى نسبتا افقى و توده اى مى باشد. اين معدن داراى 4 سيئه كار مى باشد. تنوع رنگى در اين معدن به صورت هاى صورتى ، سفيد و پرتقالى مى باشد .
شكل (6-9).



شكل (6-9) نمايى از معدن مرمريت فخر آفرينان

6-2-9- معدن فلورین هلالی

این معدن در فاصله 25 کیلومتری جنوب خاوری شهر بجنستان در مسیر جاده بجنستان به گناباد در شمال خاوری روستای هلالی در طول جغرافیایی 10 28 34 و عرض جغرافیایی 26 25 58 واقع شده است. سنگ های میزبان کانه زایی شامل سنگ های ولکانیکی آندزیتی تا تراکی آندزیتی به رنگ های قهوه ای تیره تا خاکستری بوده که مربوط به دوره ترشیری می باشند. این سنگ ها در محدوده کانی سازی به شدت دگرسان شده اند. از مهمترین دگرسانی های موجود در محدوده کانسار می توان به دگرسانی های آرژیلیکی ، سیلیسی و کلریتی اشاره نمود. شکل (6-10).

کانی سازی شامل رگه های فلورین - (باریت - گالن) به طول بیش از 100 متر بوده که در امتداد شمال خاوری - جنوب باختری تا خاوری - باختری با شیب تقریبی 40 تا 45 درجه به سمت شمال تا شمال خاوری به داخل گدازه های آندزیتی تا تراکی آندزیتی ترشیری تزریق شده است . فلورین در این معدن به رنگ های سفید تا سبز رنگ بوده که حاوی بافت های پرکننده فضای خالی پوسته ای ، تیغه ای ، شانه ای و ... می باشد. استخراج به صورت روباز و به صورت کانال هایی در امتداد رگه های اصلی صورت گرفته است. شکل (6-11).



شکل (6-10) نمایی از دگرسانی های محدوده کانسار فلورین هلالی



شکل (6-11) نمایی از کانال استخراجی حفر شده جهت استخراج فلورین در معدن هلالی

6-2-10- معدن باریت تلخابوند

این معدن در خاور شهر بجستان در طول جغرافیایی 34 32 45 و عرض جغرافیایی 58 17 20 واقع شده است . سنگ های محدوده کانسار شامل مجموعه گرانیتوئیدی بجستان و سنگ های کوارتزیتی و هورنفلسی حاشیه توده می باشد.

کانی سازی به صورت رگه های باریت - (فلوریت - گالن)-کوارتز به ضخامت 0/5 تا 2 متر بوده که در امتداد شمال خاوری - جنوب باختری سنگ های میزبان را قطع نموده و گاهی به کانی های ثانویه مانند هیدروکسیدهای آهن و مالاکیت آغشته است(اشکال 6-12 و 6-13). سنگ های میزبان کانه زایی عمدتاً از انواع کوارتزیت و هورنفلس بوده و از مهمترین بافت های محدوده کانسار می توان به بافت های توده ای و تیغه ای اشاره نمود. استخراج به روش روباز انجام می گیرد.



شکل (6-12) نمایی از معدن باریت تلخابوند



شکل (6-13) نمایی از سنگ معدن باریت در معدن باریت تلخابوند

6-2-11- معدن آهن تلخابوند

این معدن در خاور شهر بجستان در طول جغرافیایی 34 32 02 و عرض جغرافیایی 58 18 24 واقع شده است . سنگ های محدوده کانسار شامل مجموعه گرانیتوئیدی بجستان و سنگ های کوارتزیتی و هورنفلسی حاشیه توده می باشد.

کانی سازی به صورت رگه های سیلیسی آهن دار حاوی مگنتیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت، مالاکیت، جاروسیت، سولفات های آهن و ... می باشد. که در امتداد شمال خاوری - جنوب باختری سنگ های گرانیتوئیدی را قطع نموده است (شکل 6-14).

بارزترین دگرسانی موجود در این محدوده دگرسانی اپیدوتی بوده که در مجاورت رگه های کانی سازی کسترش دارد (شکل 6-15). این معدن دارای دو سینه کار بوده و در مراحل ابتدایی بهره برداری است. از نکات بسیار بارز در محدوده گرانیتوئیدی بجستان وجود مناطق شدیداً اپیدوتی شده در بخش های مختلف این توده است. با

توجه به گسترش دگرسانی های اپیدوتی در حاشیه این رگه ها و وجود دگرسانی های مشابه در بخش های دیگر توده وجود این تیپ کانه زایی در منطقه قابل پی جویی است.



شکل (6-14) رگه سیلیسی حاوی کانی های اکسیدی و هیدروکسیدی آهن



شکل (6-15) نمایی از دگرسانی های اپیدوتی و کانسنگ های آهن در معدن آهن تلخابوند.

6-2-12- معدن گچ درزاب

این معدن در فاصله 12 کیلومتری جنوب بجستان در مسیر جاده بجستان به فردوس و در حوالی روستای درزاب قرار دارد و مربوط به تعاونی سنگ گچ فرهمند درزاب می باشد. از نظر زمین شناسی سنگ های محدوده معدن شامل بازالت آندزیت بازالت و رسوبات نئوژن شامل مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا با میان لایه ها و عدسی هایی از ژئوپس می باشد. این معدن دارای کارخانه ای در فاصله 3 کیلومتری در نزدیکی جاده بجستان - فردوس می باشد.

6-2-13- معدن پرلیت مرغش

این معدن در فاصله 21 کیلومتری جنوب باختری بجستان در مسیر جاده بجستان به گناباد و در نزدیکی کلاته مرغش در جنوب روستای کامه واقع گردیده است. سنگ های محدوده معدنی شامل گدازه های اسیدی اعم از ریولیت، ریوداسیت، داسیت، تا تراکیت می باشد. این محدوده معدنی مربوط به شرکت کانپاران طوس خاوران می باشد.

3-6-معادن غیر فعال

1-3-6-مرمريت خاور مرنديز

این معدن در شمال خاوری شهر بجستان در مسیر جاده بجستان به فیض آباد در طول جغرافیایی 27 45 و عرض جغرافیایی 16 20 58 می باشد. زمین شناسی منطقه شامل سنگهای آهکی با لایه بندی نسبتاً افقی ضخیم و توده ای است.. نوع مرمريت به رنگ سفید تا کرمی رنگ با آغستگی هایی به اکسید آهن می باشد. این معدن دارای دو سینه کار می باشد (شکل 6-16).



شکل (6-16)نمایی از یکی از سینه کارهای معدن مرمريت غیر فعال خاور مرنديز

6-3-2-مرمریت خاور معدن سرخ کوه

این معدن در شمال خاور شهر بجستان در مسیر جاده بجستان به فیض آباد و در خاور معدن مرمریت سرخکوه به مختصات 34 43 41 شمالی و عرض 58 18 09 خاوری واقع گردیده است. سنگ معدن شامل سنگهای آهکی مربوط به کرتاسه بالایی به رنگ سفید تا کرم و خاکستری با آغستگی به اکسیدهای آهن به صورت توده ای بوده که دارای شکستگی های نسبتاً زیاد است. معدن دارای دو سینه کار است (شکل 6-17).



شکل (6-17)نمایی از یکی از سینه کارهای معدن مرمریت غیر فعال خاور معدن سرخکوه

6-3-3-مرمریت رضازاده

این معدن در شمال خاوری شهر بجستان در مسیر جاده بجستان به فیض آباد و در جنوب معدن مرمریت شرکت آراگونیت به مختصات 32 40 34 شمالی و عرض 39 15 58 خاوری واقع گردیده است. سنگ معدن شامل سنگ های آهکی کرتاسه بالایی به رنگ های سفید تا کرم با آغشتگی به اکسیدهای آهن می باشد که دارای شکستگی های نسبتا زیادی است (شکل 6-18).



شکل (6-18)نمایی از یکی از سینه کارهای معدن مرمریت غیر فعال رضازاده

6-3-4-مرمریت جبل النور(بهبودی)

این معدن در شمال باختری بجستان و در جنوب معدن مرمریت کوه نور در مختصات 27 38 34 شمالی و 03 04 58 خاوری واقع گردیده است. سنگهای معدن آهک های کرتاسه بالایی بوده که به رنگ های سفید، کرمی و قرمز دیده می شود. معدن دارای دو سینه کار می باشد(شکل 6-19).



شکل (6-19)نمایی از یکی از سینه کارهای معدن مرمریت غیر فعال جبل النور

6-3-5-مرمریت خاور حوض بلوچ (فاضلی)

این معدن در شمال باختری بچستان و در شمال معدن ثامن الائمه در مختصات 21 39 34 شمالی و 07 39 58 خاوری واقع گردیده است. سنگهای معدن آهک های کرتاسه بالایی بوده که به رنگ های سفید و صورتی دیده می شود. معدن دارای دو سینه کار می باشد (شکل 6-20).



شکل (6-20)نمایی از یکی از سینه کارهای معدن مرمریت غیر فعال خاور حوض بلوچ

6-3-6- مرمريت رز بجستان (حوض بلوچ شمالي)

اين معدن در شمال باختری بجستان در مختصات 16 40 34 شمالي و 01 07 58 خاوری واقع گردیده است. سنگهای معدن آهک های کرتاسه بالایی بوده که به رنگ های سفید و صورتی دیده می شود. معدن دارای دو یک سینه کار می باشد (شکل 6-21).



شکل (6-21) نمایی از یکی از سینه کارهای معدن مرمريت غير فعال رز (حوض بلوچ شمالي)

6-3-7- سنگ چینی نیان بجهستان

این معدن در فاصله تقریبی 50 کیلومتری جنوب باختری شهر بجهستان و در جنوب روستای نیان در حدفاصل کلاته های نیزار بالا و کلاته زرک واقع گردیده است . از نظر زمین شناسی این محدوده شامل سنگ های آهکی سفید تا کرمی رنگ دگرگون شده بوده که توسط سنگ های ولکانیکی دوران سوم پوشیده شده و در نزدیکی کلاته زرک تحت نفوذ سنگ های نفوذی اسیدی تا حدواسط قرار گرفته و گاهی تا حد اسکارن دگرگون شده است . (شکل 6-22).

اکتشاف این معدن تا سال 1375 طول کشیده و از سال 1375 به مدت 5 سال بهره برداری شده و هم اکنون به صورت غیر فعال می باشد. طول تقریبی ماده معدنی حدود 500 تا 1000 متر ، عرض 500 تا 700 متر و ضخامت 20 تا 30 متر می باشد. ذخیره این کانسار حدود 13 میلیون تن برآورد شده است. این معدن متعلق به موسسه جهاد نصر می باشد.



شکل (6-22) نمایی دور از معدن مرمریت غیر فعال نیان

6-3-8- معدن کائولن جزین

معدن کائولن جزین در فاصله حدود 40 کیلومتری جنوب باختری بجستان ، در طول جغرافیایی 17 34 22 و عرض جغرافیایی 16 00 58 واقع شده و مربوط به شرکت کانی جویان کویر می باشد. سنگ های میزبان محدوده معدن شامل سنگ های آندزیتی، داسیت و توف های ائوسن بوده که توسط توده های نفوذی مونزونیتی و مونزودیوریتی الیگوسن قطع شده اند. کائولینیزاسیون در اثر نفوذ محلول های هیدروترمالی ناشی شده از توده های نفوذی که در برخی از مناطق ایجاد رگه های سیلیسی کانه دار نموده اند رخ داده است. رنگ کائولن های این محدوده معدنی به رنگ سفید تا سفید متمایل به سبز و دارای آغستگی هایی از اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن می باشد. شدت کائولینیزاسیون در بخش های توفی به دلیل نفوذپذیری بالای این واحدها گسترده تر می باشد(شکل 6-23). این معدن دارای چند سینه کار استخراجی می باشد.



شکل(6-23) نمایی دور از کائولینیزاسیون در محدوده معدنی کائولن جزین

6-3-9- معدن کائولن خاور بوالخازن (بقرآبادی)

این معدن در خاور روستای بوالخازن در مختصات 38 22 34 شمالی و 53 58 57 خاوری واقع شده و مربوط به شرکت کانسار کاوش شرق می باشد.

سنگ های محدوده معدن شامل: آندزیت، داسیت و توف های داسیتی می باشد. کائولینیزاسیون در حاشیه و اطراف رگه های سیلیسی کانه دار رخ داده است. رنگ کائولن های این محدوده معدنی به رنگ سفید تا سفید متمایل به سبز و دارای آغشتگی هایی از اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن می باشد. شدت کائولینیزاسیون در بخش های توفی به دلیل نفوذپذیری بالای این واحدها گسترده تر می باشد (شکل 6-24). این معدن دارای چند سینه کار استخراجی می باشد. و مقدار زیادی کائولن در اطراف سینه کارهای آن دپو شده است.



شکل (6-24) نمایی از معدن کائولن خاور بوالخازن

6-3-10- معدن کائولن صلح آباد

معدن کائولن صلح آباد در شمال روستای صلح آباد و در فاصله 18 کیلومتری شهر بجنستان در مختصات 29 47 34 شمالی و 58 01 51 خاوری واقع گردیده است.

سنگ های محدوده معدن شامل گدازه های آندزیتی و داسیتی و توده های مونزونیتی می باشد. کائولن ها به رنگ سفید متمایل به سبز بوده و دارای آغستگی هایی به کانی های هیدروکسیدی آهن می باشند. معدن فوق الذکر در مراحل اکتشاف بوده و ترانسه ها و چاهک های زیادی در آن حفر گردیده است.

6-4- معادن متروکه

مطالعات و بررسی های به عمل آمده در محدوده مورد مطالعه حکایت از وجود معادن متروکه و آثار ذوب در محدوده شهرستان بجنستان دارد. وجود تونل ها و کنده کاری های معدنی بزرگ و آثار ذوب فراوان حاکی از رونق فعالیت های معدنی در زمان های گذشته در این ناحیه دارد و این نشان از این دارد که پیشینیان ما در شناخت رگه ها و بخش های پرعیار کانسارها و استخراج و فرآوری از تبحر خاص برخوردار بوده اند. در محدوده شهرستان بجنستان چندین اثر معدنی قدیمی و آثار کوره های قدیمی قابل مشاهده است که مهمترین آنها عبارتند از:

6-4-1- معدن متروکه سرب و روی کلاته نو نیان

این معدن در جنوب روستای نیان و در خاور کلاته نو نیان به مختصات 37 59 57 خاوری و 54 23 34 شمالی قرار دارد و شامل یک تونل بزرگ و دو کنده کاری کوچکتر بوده که در داخل واحدهای داسیتی پورفیری حفر شده اند. طول تونل به حدود 10 متر می رسد (شکل 6-25) و در جلوی آن یک دپوی قدیمی از کانسنگ استخراج شده از این معدن مشاهده می شود. تونل فوق الذکر بر روی رگه های معدنی حاوی کانیهای سرب - روی - مس حفر شده است.

از نظر زمین شناسی سنگ های محدوده کانسار شامل سنگ های ولکانیکی تا نیمه عمیق داسیتی، آندزیتی و ریولیتی می باشند .

کانه زایی شامل رگه های سیلیسی - کربناتی حاوی کانه های گالن، اسفالریت، کالکوپیریت، پیریت، انارژیت و کانیهای ثانویه مالاکیت، کوولیت، دیژنیت، سروزیت و اکسیدهای آهن و... بوده که در امتداد شمال باختری - جنوب خاوری سنگ های میزبان را قطع نموده است. رخنمون رگه کانه دار در سطح حدود 150 متر می باشد. امتداد این رگه ها در امتداد یک گسل بزرگ بوده که از محدوده باختر جزین آغاز شده و پس از عبور از محدوده کانسار مورد نظر و روستای نیان تا روستای مطرآباد ادامه دارد.

دگرسانی های سیلیسی، آرژیلیکی، سرسیتی و کلریتی مهمترین دگرسانی های محدوده معدن متروکه چاه سرب می باشد.

از مهمترین بافت های موجود در این رگه های کانه دار می توان به بافت های پرکننده فضاهای خالی، بافت های شانه ای، کلوفریم و... اشاره نمود.

نمونه های برداشته شده از این معدن متروکه حاوی طلا تا 0.5 گرم برتن، نقره تا 224 گرم در تن، بیسموت تا 760 گرم در تن، مس تا 7998 گرم در تن، سرب تا 26/7 درصد و روی تا 16/7 درصد بوده است (جدول 6-1). وجود چنین عیارهایی حاکی از وجود یک کانی سازی رگه ای Pb-Zn-Cu-Ag-Au با عیارهای بالا در این منطقه می باشد. از نکات جالب توجه اینکه رگه های معدنی منطقه کلاته نو به طرف دشت احتمالاً ادامه ای از رگه های رخنمون یافته مناطق کم ارتفاع تر پائین دست می باشند.

همچنین آثاری از سرباره های ذوب قدیمی نیز در اطراف کلاته زرک نیان و جنوب کلاته گودالو نیز دیده می شود (شکل 6-25).

شواهدی چون کانی سازی رگه ای سیلیسی - کربناتی، مجموعه کانی شناسی گالن-اسفالریت-پیریت-کالکوپیریت-انارژیت و... (فراوانی فلزات پایه)، و وجود دگرسانی های سیلیسی، آرژیلیکی، سرسیتی و پروپلیتیک حاکی از وجود کانی سازی اپی ترمالی در این منطقه است. بررسی و مقایسه مشخصه های این نوع کانی سازی با انواع تیپهای اپی ترمالی حاکی از مشابهت این نوع کانی سازی با کانی سازی های اپی ترمالی سولفیداسیون متوسط می باشد.

جدول (6-1) نتایج آنالیز نمونه های معدن متروکه چاه سرب (داده ها از عزمی و صفری 1384، منصوری جوزانی 1382)

Sample	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Hg	As	Bi	Mn
TA-392M1	0.22	87.4	3500	4590	11000	0.7	26	54.8	1990
TA-392M2	0.26	82	1045	267000	167000	0.34	5.90	760	1050
TA-392M7	0.092	94	86	78000	70	0.10	25.4	77.9	1056
MS-46	0.136	61	7998						
MS-48	0.5	120	1306						
Fj-624X	0.25	224	7072	199500	25469		60.2	201	



شکل (6-25) نمایی از تونل قدیمی معدن چاه سرب در کلاته نو و سرپاره های ذوب قدیمی در جنوب کلاته گودالو

6-4-2- معدن متروکه سرب و روی کوه داشو

این معدن در کوه داشو در باختر جزین و جنوب خاوری روستای بوالخازن در طول جغرافیایی 29 59 57 خاوری و 14 20 34 شمالی واقع شده است. ارتفاع این محدوده از سطح دریا حدود 1330 متر می باشد. جهت دسترسی به این معدن متروکه می توان پس از جاده بجستان-نیان - بوالخازن به طول تقریبی 35 کیلومتر ضمن حرکت به طرف جاده بوالخازن به جزین ضمن پیمایش حدود 5 کیلومتر به محدوده دسترسی پیدا نمود. این معدن متروکه دارای چندین چاه و تونل استخراجی قدیمی می باشد (شکل 6-26).

از نظر زمین شناسی سنگ های محدوده کانه زایی شامل توالی از سنگ های سنگ های آهکی مربوط به کرتاسه بالایی به رنگ خاکستری (در زیر) و آهک های کرمی رنگ روشن در بالا بوده که توسط سنگ های آندزیتی و توف های ائوسن پوشیده شده اند و در نهایت توسط دایک های داسیتی کرمی رنگ و پیروکسن آندزیتی سبز پررنگ مورد هجوم قرار گرفته اند.

کانه زایی در درون دو رگه سیلیسی - کلسیتی بوده که به صورت تقریباً موازی و در امتداد شمال خاوری - جنوب باختری واحدهای سنگی قدیمی را قطع نموده اند. طول یکی از رگه ها حدود 3 کیلومتر طول رگه دیگر حدود 2 کیلومتر می باشد. ضخامت رگه های سیلیسی از 0/5 تا حدود 3 متر متغیر می باشد (شکل 6-27).

کانه ها شامل کانه های اولیه پیریت، کالکوپیریت، گالن، اسفالریت، هماتیت و کانی های ثانویه ملاکیت، آزوریت، لیمونیت، گوتیت بوده که حداقل در بیش از سه فاز سنگ های میزبان را قطع نموده اند. انواع فازهای سیلیسی در این معدن شامل رگه های سیلیسی سفید، رگه های سیلیسی خاکستری، رگه های سیلیسی آمیتیستی و... می باشد. کانه زایی عمدتاً به صورت رگچه ای و دسیمینه می باشد.

از مهمترین بافت های موجود در این کانسار می توان به بافت های پرکننده فضاهای خالی، شانه ای، کلوفر، پوسته ای و ... اشاره نمود که عمدتاً نشان دهنده تشکیل کانسار در دماهای نسبتاً پایین می باشند.

از مهمترین دگرسانی های بوجود آمده در محدوده کانسار می توان به دگرسانی های سیلیسی، آرژیلیکی، سرسیتی و پروپلیتیک اشاره نمود.

شواهدی چون کانی سازی رگه ای سیلیسی - کربناتی، مجموعه کانی شناسی گالن-اسفالریت-پیریت- کالکوپیریت- و... (فراوانی فلزات پایه)، و وجود دگرسانی های سیلیسی، آرژیلیکی، سرسیتی و پروپلیتیک حاکی از وجود کانی سازی اپی ترمالی در این منطقه است. بررسی و مقایسه مشخصه های این نوع کانی سازی با انواع تیپهای اپی ترمالی حاکی از مشابهت این نوع کانی سازی با کانی سازی های اپی ترمالی سولفیداسیون پایین تا سولفیداسیون متوسط می باشد.

نمونه های مینرالیزه برداشته شده از این محدوده (منصوری جوزانی 1382، عزمی و صفری 1384) دارای عیارهای قابل ملاحظه ای از عناصر سرب، روی، مس، نقره، طلا، بیسموت و ... می باشد (جدول 2-6).

جدول (2-6) نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه محدوده معدنی داشو (داده ها از منصوری جوزانی 1382، عزمی و صفری 1384)

Sample	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Hg	As	Bi	Mn
Fj-617X6	0.49	3.74	18285	1624	7575		136	214	
Fj-617X7	0.098	40.8	17250	6300	21500		50.3	0.36	
Fj-617X8	0.11	41.1	6037	42140	9469		138	79.2	
MS-55	0.31	0.9	80						
TA-374M1	0.0530	1.2	40	770	894	0.28	108	0.075	727
TA-374M2	0.0076	0.38	10	189	185	0.05	43.2	0.10	218
TA-374M3	0.1900	9.6	290	3280	1140	0.30	239	0.075	24
TA-374M4	0.0800	0.84	290	3280	768	0.0375	116	0.075	410
TA-374M5	0.1900	30.2	8125	1280	20000	0.86	76.7	0.85	186
TA-374M6	0.6100	1.5	237	6170	746	0.09	183	0.55	23



شکل (26-6) نمایی از چاه های حفاری شده در محدوده معدن متروکه سرب و روی داشو



شکل (6-27) رگه های سیلیسی حاوی کانی سازی در کوه داشو

3-4-6- معدن متروکه آهن کوه گل بره

این معدن متروکه در بخش باختری شهرستان (شمال باختر کلاته منجی) در طول $20^{\circ} 54' 57''$ خاوری و عرض $22^{\circ} 28' 34''$ شمالی قرار دارد. این ذخیره معدنی در افق‌های خاصی از سنگ‌های کربناته کرتاسه و عمدتاً در بخش زیرین آنها رخنمون دارد و عمدتاً شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن می‌باشد که جهت کارهایی مانند رنگرزی استخراج می‌شده است.

4-4-6- معدن متروکه سرب و روی قاچ معدن سریده

این معدن متروکه در بخش خاور تا شمال خاوری روستای سریده در محلی بنام قاچ معدن در شمال اولنگ سریده قرار دارد. سنگ‌های میزبان کانه زایی شامل سنگ‌های ولکانیکی تا نیمه عمیق داسیتی و آندزیتی می‌باشند. دگرسانی‌های سیلیسی، سرسیتی و آرژیلیکی مهمترین دگرسانی‌های محدوده معدن متروکه قاچ

معدن می باشد. کانه زایی درون یک رگه سیلیسی با امتداد تقریبی شمالی - جنوبی رخ داده و کنده کاری هایی در جهت رگه انجام شده است (شکل 6-28).

بر اساس مطالعات کانی شناسی ترکیب کانی شناسی این رگه شامل: گالن، اسفالریت، کالکوپیریت، باریت، فلوریت و کانی های ثانویه مالاکیت، سروزیت، آنگلیزیت، لیناریت و اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن می باشد (سعادت 1386). نمونه های آنالیز شده از محدوده این معدن متروکه توسط سعادت (1386) عیارهای بالایی از عناصر سرب، روی، مس، نقره، طلا و تنگستن را نشان می دهد.



شکل (6-28) نمایی از معدن متروکه سرب و روی قاچ معدن سریده (عکس از سعادت 1386)

6-4-5- معدن متروکه کلاته کافر دره آهنگ

در شمال روستای بقچیر و خاور روستای آهنگ در محلی بنام کلاته کافر دره آثاری از کنده کاری های قدیمی دیده می شود که حاوی مقادیر بالایی از مالاکیت و گاهی اکسیدهای آهن می باشد (شکل 6-28). نمونه های برداشته شده از محدوده این کار قدیمی (سعادت 1386) دارای عیارهای بالایی از عناصر مس، سرب، روی، نقره و ... می باشند (جدول 6-3).

جدول (6-3) نتایج آنالیز نمونه های مربوط به معدن متروکه کافر دره روستای آهنگ (داده ها از سعادت 1386).

Sample	Au (ppm)	Mo (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn(ppm)	Ag (ppm)	Fe %	As (ppm)	W (ppm)
V-44	0.01	0.7	14941.9	769	1000	13.8	2.02	99	9.4
V-45	0.17	1.6	1740.3	12371.3	510	22.6	3.42	204	45.6



شکل (6-28) نمایی از کانه زایی های مس در محدوده کار قدیمی کافر دره (عکس از سعادت 1386)

6-4-6- معدن متروکه سرب و روی درزاب

این معدن متروکه در جنوب شهر بجنستان در مسیر جاده بجنستان - فردوس و در باختر روستای درزاب درطول جغرافیایی 606976 خاوری و عرض جغرافیایی 3810599 شمالی قرار دارد.

کانه زایی در این معدن همراه با چرت های سیاه رنگ با لایه بندی ظریف می باشد . کانها شامل پیریت، آرسنوپیریت و مولیبدنیت می باشد. وجود لامینیشن بسیار ظریف در چرت ها همراه با کانی های فلزی ، وجود پیریت با فابریک گلوله ای و همچنین بی شکل با فابریک ملینکوئیتی در کنار بلورهای خودشکل آرسنوپیریت همگی نشان دهنده کانها زایی برونومی - رسوبی می باشد (منصوری جوزانی 1382).

همچنین در مقاطع صیقلی تیغه های فیبری مولیبدنیت نیز به وفور در کنار دانه های پیریت مشاهده شده است . در این چرت ها آثار کلریتی شدن نیز دیده می شود. با توجه به حضور توده کوارتز مونزونیتی در حاشیه این معدن بخشی از کانها زایی را نیز با اسکارن زایی مرتبط دانسته اند (منصوری جوزانی 1382). نمونه مینرالیزه آنالیز شده از این معدن نسبت به عناصر مس، طلا و نقره غنی شدگی نشان می دهد (جدول 4-6).

جدول (4-6) نمونه مینرالیزه برداشته شده از معدن درزاب (منصوری جوزانی 1382)

Sample	Au (ppm)	Cu (ppm)	Ag (ppm)
MS-70	0.062	320	2.8

6-5- اندیس های معدنی

6-5-1- اندیس باریت باختر سوسناری

این اندیس در باختر روستای سوسناری در طول جغرافیایی 620 719 خاوری و عرض جغرافیایی 3,822,118 شمالی قرار دارد. سنگ میزبان کانه زایی شامل کنگلومرا با قطعات گرانیتی و سنگ های گرانیتوئیدی می باشد. کانه زایی به صورت رگه های باریت - گالن بوده که ضخامتی تا حدود 1 متر و طول حدود 50 متر که امتدادی تقریباً شمالی - جنوبی دارند.

6-5-2- اندیس مس جنوب چکه آب

این اندیس در جنوب روستای چکه آب در طول خاوری 619443 و عرض شمالی 3821460 در کنتاکت بین توده نفوذی و سنگ های آهکی دگرگون شده دیده می شود. کانی سازی از نوع اسکارنی بوده و عمدتاً شامل مالاکیت و کالکوپیریت می باشد. از مهمترین کانی های اسکارنی نیز می توان به حضور کانی های گارنت درشت بلور سبز رنگ، اپیدوت و ... اشاره نمود.

6-5-3- اندیس باریت خاور علی آباد

این اندیس در خاور روستای علی آباد در طول خاوری 618941 و عرض شمالی 3820983 قرار دارد. سنگ های میزبان کانه زایی شامل سنگ های گرانیتوئیدی، سنگ های ولکانیکی و آهک های رکیستالیزه شده می باشد. کانه زایی به صورت رگه های باریت به طول بیش از 50 متر و عرض 1 تا 3 متر می باشد.

6-5-4- اندیس مس شمال خارتودو

این اندیس در شمال روستای خارتودو در مسیر جاده بجستان - فردوس در طول خاوری 618988 و عرض شمالی 3815934 می باشد. سنگ های میزبان کانه زایی شامل سنگ های گرانیتوئیدی و ولکانیکی می باشد.

6-5-5- اندیس های معدنی پلی متال شمال اولنگ سریده

این اندیس ها در خاور روستای سریده و در شمال اولنگ سریده در طول خاوری 618509 و عرض شمالی 3803081 قرار دارد. سنگ های میزبان کانه زایی شامل سنگ های ولکانیکی تا نیمه عمیق به شدت سیلیسی شده می باشد. کانه زایی در این محدوده شامل رگه های سیلیسی با کانه زایی گالن ، باریت ، اسفالریت ، پیریت و ... می باشد. نمونه های آنالیز شده توسط سعادت (1386) از این محدوده عیارهای بالای از عناصر سرب، روی، مس، نقره، طلا، تنگستن و ... را نشان می دهند. (به بخش اکتشافات ژئوشیمیایی محدوده آنومالی FD-2 مراجعه شود).

6-5-6- اندیس های معدنی پلی متال کلاته چلانگ آهنگ

این اندیس ها در شمال خاوری روستای آهنگ در محدوده شمال تا خاور کلاته چلانگ در طول خاوری 619157 و عرض شمالی 3801401 قرار دارد. سنگ های میزبان کانه زایی شامل سنگ های گرانیتی تا مونزونیتی به شدت سیلیسی شده می باشد. کانه زایی در این محدوده شامل رگه های سیلیسی با کانه زایی گالن ، باریت ، اسفالریت ، پیریت و ... می باشد. نمونه های آنالیز شده توسط سعادت (1386) از این محدوده عیارهای بالای از عناصر سرب، روی، مس، نقره ، طلا، تنگستن ، باریوم و ... را نشان می دهند. (به بخش اکتشافات ژئوشیمیایی محدوده آنومالی FD-2 مراجعه شود).

6-5-7- اندیس های معدنی پلی متال خاور اولنگ آهنگ

این اندیس ها در خاور روستای آهنگ در محدوده خاور اولنگ آهنگ در طول خاوری 619708 و عرض شمالی 3800115 قرار دارد. سنگ های میزبان کانه زایی شامل سنگ های گرانیتی تا مونزونیتی به شدت سیلیسی شده می باشد. کانه زایی در این محدوده شامل رگه های سیلیسی با کانه زایی گالن ، باریت ، اسفالریت ، پیریت و ... می باشد. نمونه های آنالیز شده توسط سعادت (1386) از این محدوده عیارهای بالای از عناصر سرب، روی، مس، نقره ، طلا، تنگستن، باریوم و ... را نشان می دهند. (به بخش اکتشافات ژئوشیمیایی محدوده آنومالی FD-2 مراجعه شود).

6-5-8- اندیس مس درشیب

این اندیس در باختر روستای درشیب در مسیر جاده سریده به جزین در طول خاوری 611183 و عرض شمالی 3801506 قرار دارد. سنگ های میزبان کانه زایی شامل گدازه های اسیدی تا حدواسط داسیت، ریولیت، آندزیت تراکیت و ... می باشد.

6-5-9- اندیس مس کوه پوزه

این اندیس در جنوب خاوری شهرستان در کوه پوزه در شمال کلاته کربلایی محمد در طول جغرافیایی 58 14 47 خاوری و عرض جغرافیایی 59 16 34 شمالی واقع گردیده است. سنگ های میزبان کانه زایی شامل بازالت، آندزیت بازالت و توف می باشد.

6-5-10- اندیس مس چاه قند شیخ

این اندیس در شمال خاوری روستای چاه قند شیخ در طول خاوری 604640 و عرض شمالی 3800229 قرار دارد. سنگ های میزبان کانه زایی شامل آندزیت، آندزیت بازالت، آهک، ماسه سنگ، شیل و ... می باشد.

6-5-11- اندیس های سرب وروی شمال خاور کلاته لیرم

این اندیس ها در شمال دهستان جزین و در شمال خاوری کلاته لیرم به مختصات طول خاوری 599552 و عرض شمالی 3810239 قرار دارد. سنگ های میزبان کانه زایی شامل سنگ های آهکی و سنگ های گرانیتی لیرم می باشد.

کانه زایی همراه با رگه ها و رگچه های سیلیسی لیمونیتی شده حاوی پیریت، گوتیت و لپیدوکروسیت می باشد. نمونه های برداشته شده از این محدوده حاوی 2/1 تا 48 گرم در تن نقره، 0/8 درصد مس، 310 گرم در تن آنتیموان، 3 درصد روی و 0.14 درصد سرب می باشند (منصوری جوزانی 1382).

6-5-12- اندیس منگنز خاور کلاته لیرم

این اندیس در خاور کلاته لیرم و در طول جغرافیایی تقریبی 601875 خاوری و 3810714 شمالی واقع گردیده استک

سنگ میزبان کانه زایی شامل سنگ های آهنی و مارنی مربوط به کرتاسه بالایی می باشد. کانه زایی به صورت یک لنز رسوبی به رنگ قرمز تیره تا سیاه بوده که از اکسیدهای آهن و منگنز تشکیل شده است. این لنز دارای 500 متر طول، 200 متر عرض و 2 تا 3 متر ارتفاع می باشد. در مطالعه مقاطع صیقلی فاسیس های گلوله ای پسیلوملان - کریپتوملان و پیرولوسیت در کنار هیدروکسیدهای آهن مشاهده می شود. همچنین هم رشدی بیکسبایت - ژاکوبسایت و هیدروکسیدهای آهن در شرایط کلوئیدی نیز دیده می شود (منصوری جوزانی 1382).

منصوری جوزانی (1382) تشکیل این لنزها را از نظر ژنتیکی مرتبط با فرایندهای آتشفشانی - رسوبی دانسته و معتقد است که یون های آهن و منگنز بر اثر فعالیت چشمه های آبگرم در کرتاسه در آب اقیانوس آزاد شده و به صورت فرومگن به حرکت درآمده اند و با فاصله نسبتاً زیاد از منشا پس از اکسید شدن بصورت هیدروکسیدهای آهن سه ظرفیتی و دی اکسید منگنز رسوب نموده اند.

فصل هفتم

نتیجه گیری و پیشنهادات

7-1- مقدمه

مطالعات و بررسی های به عمل آمده در محدوده شهرستان بجنستان جهت بررسی پتانسیل های معدنی شهرستان با استفاده از مطالعات زمین شناسی، سنجش از راه دور، ژئوفیزیک هوایی، اکتشافات ژئوشیمیایی، بررسی معادن فعال، متروکه و اندیس های معدنی، مطالعات صحرایی و در نهایت تلفیق نتایج حاصل از این مطالعات انجام گردید.

این مطالعات شامل جمع آوری اطلاعات و نقشه های زمین شناسی محدوده شهرستان و تلفیق آنها و تهیه نقشه زمین شناسی 1/250000 شهرستان بجنستان، مطالعات سنجش از دور شامل استفاده از تکنیک ها و روش های مختلف جهت تفکیک واحدهای سنگی و مناطق حاوی آلتراسیون های هیدروترمالی که در ارتباط با تشکیل کانسارها می باشند و سپس کنترل مناطق انتخاب شده بر روی زمین، مطالعات ژئوفیزیک هوایی و انطباق آنومالی های ژئوفیزیکی بدست آمده با مطالعات صحرایی، جمع آوری داده های مربوط به اکتشافات ژئوشیمیایی انجام شده در برکه های مختلف محدوده شهرستان، تلفیق آنها و تهیه نقشه آنومالی های ژئوشیمیایی نهایی و بررسی و جمع آوری اطلاعات مربوط به معادن فعال، متروکه و اندیس های معدنی و بازدید از تعداد زیادی از آنها بوده است. نتایج حاصل از این مطالعات به شرح زیر می باشد:

7-2- مطالعات زمین شناسی (نقش واحدهای سنگی در کانه زایی)

مطالعات زمین شناسی بر پایه نقشه زمین شناسی 1/250000 بجنستان (تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور) و نیز مطالعات صحرایی در این محدوده بوده است. نتایج حاصل از مطالعات زمین شناسی نشان داد که محدوده شهرستان بجنستان از واحدهای زمین شناسی مربوط به زمان های پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک تشکیل شده است. رخنمون های واحدهای پالئوزوئیک اندک بوده و عمدتاً در بخش جنوب شهرستان دیده می شوند. این واحدها شامل ماسه سنگ، شیل، کوارتزیت، کنگلومرا و ... مربوط به سازند سردر به سن کریونئفر بوده است که پتانسیل قابل توجهی در آنها دیده نمی شود. رخنمون های دوران مزوزوئیک عمدتاً شامل واحدهای آواری دگرگون شده مربوط به ژوراسیک در شمال شهرستان و آهک های کرتاسه بالایی می باشد. آهک های کرتاسه بالایی با توجه به رخنمون زیاد در بخش شمالی شهرستان و با توجه به اینکه کمتر تحت تاثیر فرایندهای تکتونیکی قرار گرفته و نیز رنگ روشن و متنوع پتانسیل قابل ملاحظه ای را برای استخراج سنگ های ساختمانی ایجاد نموده اند.

مهمترین رخنمون های سنگی شهرستان بجستان مربوط به فاصله زمانی اواخر کرتاسه تا اواخر ترشیری می باشد. ولکانیسم و پلوتونیسم گسترده در این فاصله زمانی باعث بوجود آمدن حجم عظیمی از سنگ های آتشفشانی و توده های نفوذی شده است.

سنگ های آتشفشانی شهرستان که ضخامت قابل ملاحظه ای دارند ترکیبی اسیدی تا مافیک داشته و شامل ریولیت، داسیت، ریوداسیت، توف، آندزیت، تراکیت، آگلومر، بازالت و ... می باشد. این سنگ ها عمدتاً سرشتی کالک آلکال نشان می دهند و در برخی مناطق میزبان کانه زایی های فلزی و غیرفلزی می باشد.

توده های نفوذی موجود در محدوده شهرستان را می توان به دو دسته تقسیم بندی نمود که عبارتند از:

1- توده های نفوذی مربوط به کرتاسه فوقانی که رخنمون آنها فقط در خاور شهرستان بجستان بوده و قبل از ولکانیسم ترشیری تزریق شده اند. این توده ها سرشتی کالک آلکال داشته و شامل گرانیات ارتوپروکسن دار، کوارتز مونوزودپوریت، کوارتز مونزوگابرو، کوارتز مونزوگابرونوریت و ... می باشند و از انواع گرانیات های احیایی بوده و جزو سری ایلمنیتی طبقه بندی می شوند. این گرانیات ها میزبان کانه زایی هایی از باریت - فلوریت، رگه های سیلیسی آهن دار و بطور محدود اسکارن های حاوی مس می باشند.

2- توده های نفوذی الیگوسن که سنگ های ولکانیکی ترشیری را قطع کرده و رخنمون های متعددی در نقاط مختلف شهرستان دارند. این توده ها نیز ترکیبی از دیوریت تا گرانیات داشته و سرشتی کالک آلکال دارند. توده های نفوذی الیگوسن از انواع گرانیات های تیپ 1 (اکسیدان) بوده و جزو سری مگنتیتی طبقه بندی می شوند. نفوذ این توده ها و محلول های ناشی شده از آنها باعث آلتراسیون شدید سنگ میزبان، کائولینیزاسیون شدید و تشکیل رگه های پلی متال متعدد گردیده است.

7-3- مطالعات سنجش از دور

مطالعات سنجش از دور در محدوده شهرستان بجستان شامل استفاده از تکنیک های مختلف پردازش جهت پردازش داده های ماهواره ای بوده است. عمده ترین اهداف این مطالعات تفکیک واحدهای سنگی و مناطق حاوی آلتراسیون های هیدروترمالی که نقش مهمی در کانه زایی دارند بوده است.

جهت نیل به این هدف ابتدا داده های مربوط به ماهواره های مختلف مورد پردازش قرار گرفت و سپس جهت بررسی صحت و سقم این پردازش ها کنترل های صحرائی بر روی قسمت های تفکیک شده حاصل از این پردازش ها قرار گرفت. نتایج حاصل از تلفیق مطالعات دفتری و بررسی های صحرائی به شرح زیر می باشد:

الف) نتایج حاصل از داده های مربوط به ماهواره لندست ETM باعث تفکیک قابل توجه واحدهای سنگی در محدوده شهرستان بجستان با استفاده از نسبت های بانندی مختلف گردید. این واحدها شامل انواع مختلفی از

واحدهای سنگی آذرین، رسوبی و دگرگونی در این ناحیه می باشد. بنابراین با استفاده از داده های این ماهواره می توان ضمن تفکیک واحدهای مختلف در این ناحیه به بررسی واحدهای موثر در کانه زایی اقدام نمود. همچنین پردازش داده های مربوط به این ماهواره در جهت تفکیک آلتراسیون های هیدروترمالی باعث تفکیک چندین محدوده آلتراسیونی در بخش های مختلف شهرستان گردید. این پردازش ها منجر به تفکیک مناطق پتانسیل دار شهرستان به 4 منطقه گردید که عبارتند از :

1- ناحیه A مناطق محدوده توده گرانیوتوئیدی خاور بجنستان

2- ناحیه B (ناحیه جزین) شامل مناطق اطراف دهستان جزین و روستاهای نیان، بوالخازن، نوق، مزار، مطرآباد، درزاب و ...

6- ناحیه C (ناحیه زین آباد) شامل رخنمون های اطراف روستاهای زین آباد، آهنگ، سریده و ...

4- ناحیه D (ناحیه هلالی) شامل مناطق اطراف روستاهای هلالی در خاور شهرستان در مسیر جاده بجنستان به گناباد

ب) در مرحله دوم داده های مربوط به ماهواره ASTER مناطق انتخاب شده بطور جداگانه مورد پردازش قرار گرفت. نتایج حاصل از پردازش این داده ها منجر به شناسایی آلتراسیون های مختلف در هر یک از این مناطق گردید. مطالعات صحرایی نیز نشان از ارتباط تنگاتنگ آلتراسیون های بدست آمده با کانه زایی در این ناحیه دارد. نتایج حاصل از این مطالعات در مناطق چهارگانه به شرح زیر می باشد :

- ناحیه A (محدوده توده گرانیوتوئیدی خاور بجنستان) :

در این منطقه دگرسانی های سرسیتی، آرژیلیکی و پروپیلیتیک شناسایی گردید. کنترل های صحرایی نیز حاکی از وجود مناطق حاوی اپیدوتیزاسیون گسترده و مناطق اسکارنی و بطور محدودتر مناطق حاوی آلتراسیون های سرسیتی و آرژیلیکی می باشند که در اثر تشکیل رگه های سیلیسی آهن - مس دار، رگه های باریت - فلوریت - گالن و نیز اسکارن هایی با کانه زایی محدود مس شکل گرفته اند.

- ناحیه B (ناحیه جزین) :

در این ناحیه نیز دگرسانی های آرژیلیکی، سرسیتی، سیلیسی، پروپیلیتیک و مناطق حاوی اکسید آهن و گوسان شناسایی گردید. عمده ترین این مناطق شامل مناطق خاور روستای بوالخازن و جنوب روستای نیان، مناطق شمال خاوری جزین در اطراف کلاته لیرم تا جنوب روستای مزار و مناطق شمالی روستای نوق می باشد. مطالعات صحرایی انجام شده در این مناطق نیز حاکی از وجود کانه زایی هایی از عناصر سرب - روی - مس - طلا - نقره در مناطق جنوب نیان، کوه داشو جزین و اطراف کلاته لیرم می باشد که انطباق بسیار خوبی بر دگرسانی های هیدروترمالی بدست آمده با استفاده از تصاویر ماهواره ای دارد.

- ناحیه C (ناحیه زین آباد) :

پردازش داده های ماهواره ای در ناحیه زین آباد نیز منجر به شناسایی دگرسانی های سیلیسی، آرژیلیکی، سرسیتی، پروپیلیتیک و مناطق حاوی گوسان واکسیدهای آهن گردید. بر پایه این مطالعات مهمترین مناطق حاوی دگرسانی های آرژیلیکی و سرسیتی در جنوب خاوری تا خاور روستای آهنگ و اطراف روستای بقچیر، شمال خاوری روستای زین آباد تا خاور روستای رضائیه و اطراف روستای خارتیدو قرار دارند. این مطالعات همچنین نشان دهنده سیلیسی شدن شدید واحدهای سنگی و اکسیداسیون زیاد و وجود اکسیدهای آهن فراوان در این ناحیه بویژه در محدوده خاور روستاهای آهنگ، سریده، زین آباد و رضائیه تا جنوب روستای خارتیدو می باشد.

مطالعات صحرایی در این ناحیه نیز حاکی از وجود توده های نفوذی متعدد، گسترش آلتراسیون های فوق الذکر در این ناحیه است که در اثر وجود رگه های سیلیسی با کانی سازی های متعددی از عناصر سرب، روی، مس، طلا، نقره، تنگستن و... در این ناحیه تشکیل شده اند.

ناحیه D (ناحیه هلالی) :

پردازش داده های ماهواره ای در این بخش از شهرستان نیز منجر به شناسایی آلتراسیون های سیلیسی، آرژیلیکی، فیلیک و پروپیلیتیک در این ناحیه گردید. از نکات جالب توجه در مورد این آلتراسیون ها شکل مدور آنها بوده که احتمالاً ناشی از تاثیرات تکتونیکی بر روی منطقه است. مطالعات صحرایی نیز حاکی از انطباق بالای آلتراسیون های بدست آمده با کانی سازی های منطقه بویژه رگه های کانی سازی فلورین در این ناحیه می باشد.

7-4- مطالعات ژئوفیزیک هوایی :

مطالعات ژئوفیزیک هوایی بر پایه نقشه زمین شناسی 1/250000 بجستان (تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور) و نیز مطالعات صحرایی در این محدوده بوده است.

مطالعه نقشه ژئوفیزیک محدوده شهرستان بجستان منجر به شناسایی انواع مختلفی آنومالی گردید. این آنومالی ها به شرح زیر می باشند :

1- آنومالی های خطی، بزرگ با روند غالب شمال خاوری _ جنوب باختری در بخش های شمال شهرستان

2- آنومالی چرخشی در بخش های جنوبی

3- آنومالی های بخش مرکزی که بسیار گسترده بوده و تشکیل یک میدان مغناطیسی پائین را داده اند. منشاء آنومالی های گسترده حضور سنگ کف عمیق ذکر شده است.

4- آنومالی های مشاهده شده در بخش شمال خاوری شهرستان الگوی مشابهی با آنومالیهای بدست آمده در ناحیه ازبک کوه دارند. نتیجه اینکه آنها قابل مقایسه با سنگ های پرکامبرین مشابه در ناحیه ازبک کوه می باشند. عمق های محاسبه شده نشان دهنده این است که این سنگ های پرکامبرین در زیر عمق 1000 متری زیر سطح دریا بر روی این ناحیه قرار دارند عمق آنها در بخش خاوری حتی بیشتر می گردد. آنومالی های چرخشی شامل آنومالی های منفرد مغناطیسی بالا و پائین می باشند. انطباق این آنومالی ها با نقشه زمین شناسی نشان می دهند که این آنومالی ها به علت وجود سنگ های ولکانیکی و توده های گرانیتی و گرانودیوریتی ائوسن تا کواترنری تشکیل شده اند.

با توجه به بررسی های انجام شده آنومالی های خطی و چرخشی بیشترین اهمیت را از نظر کانه زایی در گستره شهرستان بجستان دارند. این آنومالی ها در اثر توده های نفوذی کم عمق و گسل های بزرگ بوجود آمده اند. با توجه به اینکه کانه زایی های فلزی محدوده شهرستان بجستان عمدتاً بصورت رگه ای و در امتداد گسل ها و اطراف توده های نفوذی بوده لذا بررسی محدوده های حاوی آنومالی های چرخشی و خطی می تواند از اهمیت اکتشافی بالایی برخوردار باشد.

مطالعات صحرایی در محدوده شهرستان بجستان نیز حاکی از انطباق نسبتاً بالای آنومالی های ژئوفیزیکی بدست آمده با ساختمان های خطی و نیز حضور توده های نفوذی می باشد. همچنین این مطالعات نشان دهنده حضور کانه زایی های مهمی در محدوده این ناهنجاری های ژئوفیزیکی می باشد. مطالعات صورت گرفته حضور کانه زایی هایی از عناصر سرب، روی، مس، طلا، نقره، تنگستن و... را در محل این آنومالی ها در مناطقی چون خاور روستای بوالخازن، جنوب روستای نیان، مناطق باختری تا شمالی دهستان جزین تا جنوب روستای مزار، شمال روستای نوق، نواحی خاوری روستاهای آهنگ، سریده، زین آباد و ... را نشان می دهد.

همچنین یک آنومالی بزرگ ناشی از توده های نفوذی کم عمق در بخش شمالی با یک روند شمال خاوری - جنوب باختری منطبق بر سنگ های آهکی دگرگون شده کرتاسه وجود دارد. با توجه به عدم رخنمون های سنگی مانند توده های نفوذی در سطح و باتوجه به ارتباط بالای آنومالی های حاصل از توده های نفوذی با کانه زایی در ناحیه بجستان بررسی صحت و سقم وجود این آنومالی در منطقه قابل بررسی می باشد.

7-5- اکتشافات ژئوشیمیایی

بر پایه بررسی های صورت گرفته تاکنون حدود 1045 نمونه ژئوشیمیایی و 251 نمونه کانی های سنگین از محدوده شهرستان توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور برداشت گردیده است. پس از مطالعه و تلفیق آنومالی های مربوط به محدوده های ناهنجار در برکه های زمین شناسی مختلف در مجموع 9 محدوده حاوی ناهنجاری های ژئوشیمیایی در محدوده شهرستان بجستان شناسایی گردید که نسبت به عناصر سرب، روی، مس، طلا، نقره، آرسنیک، آنتیموان، بیسموت، آهن، لیتیم، وانادیوم، منگنز، تیتانیوم، کادمیوم، باریوم، گوگرد، تلور، جیوه، اورانیوم، روبیدیوم، تنگستن، لانتانیوم، فسفر، توریوم، سریوم و ... ناهنجاری نشان می دهند. مطالعات کانی های سنگین نیز حاکی از گسترش کانی های کانسار ساز باریت، فلوریت، هماتیت، ایلمنیت، لیتارژ، مگنتیت، اولیژیست، پیریت، پیریت اکسید، پیرولولوزیت، پیرومورفیت، ولفنیت، زیرکن، سینابر، میمیت، مس طبیعی، پیریت لیمونیت، وانادینیت، لیمونیت، کاسیت، سرب طبیعی، نقره طبیعی، طلا، گالن، دیسکلوزیت، ردوکروسیت، گوتیت، کروکوئیت، سروزیت، آنگلیزیت، دیچنیت، کالکوپیریت، اسفالریت، لیتارژ، مالاکیت و ... در رسوبات رودخانه ای می باشد.

مطالعات صحرایی در محدوده این ناهنجاری ها حاکی از وجود دگرسانی های گسترده و کانی سازی های رگه ای پلی متال از عناصر سرب، روی، مس، طلا، نقره، منگنز و ... می باشد. بر پایه این مطالعات تاکنون چندین محدوده حاوی کانی سازی های فلزی در گستره این ناهنجاری ها شناخته شده است که از آن جمله می توان به محدوده های حاوی کانی سازی زیر اشاره نمود:

- 1- کانی سازی های رگه ای پلی متال سرب، روی، مس، طلا و نقره در خاور کلاته های آدینه گاو و کلاته نو و کلاته حسن خان روستای نیان منطبق بر محدوده آنومالی TA-1
- 2- کانی سازی های رگه ای پلی متال سرب، روی، مس، طلا و نقره درکوه داشو در جنوب خاور روستای بوالخازن و باختر دهستان جزین منطبق بر محدوده آنومالی TA-1
- 3- کانی سازی های رگه ای پلی متال سرب، روی، مس، طلا و نقره و نیز لنز های حاوی کانی سازی منگنز و آهن در شمال دهستان جزین در محدوده کلاته های لیرم و چاه قند منطبق بر محدوده آنومالی FD-1.

4--کانی سازی های پلی متال سرب، روی، مس، طلا و نقره در حوالی روستای درزاب منطبق بر محدوده آنومالی FD-1

5-کانی سازی های رگه ای پلی متال سرب، روی، مس، طلا، نقره و تنگستن در حوالی روستاهای آهنگ، سریده، زین آباد و... منطبق بر محدوده آنومالی FD-2

6-رگه های آهن - مس دار، اسکارن های حاوی کانی سازی مس و رگه های حاوی فلورین - باریت در حوالی روستاهای تلخابوند، باریک آب، علی آباد و... منطبق بر محدوده آنومالی BJ-1 سایر محدوده های حاوی ناهنجاری های فلزی نیز نیاز به مطالعات و کنترل های صحرائی دارد که هم اکنون توسط مدیریت زمین شناسی شمال شرق در دست اقدام می باشد.

7-6- پتانسیل های معدنی

بررسی ها و مطالعات مختلف حاکی از گسترش قابل توجه پتانسیل های معدنی در گستره شهرستان بجستان می باشد. بر پایه مطالعات انجام شده پتانسیل های معدنی شهرستان بجستان را می توان در قالب دو گروه پتانسیل های غیر فلزی و پتانسیل های فلزی تقسیم بندی نمود که عبارتند از:

7-6-1- پتانسیل های غیر فلزی:

مهمترین پتانسیل های غیر فلزی شهرستان بجستان شامل سنگ های ساختمانی (مرمریت، سنگ های ولکانیکی و توده های نفوذی)، خاک های صنعتی، پرلیت، فلوریت، باریت، گچ و سنگ های قیمتی و نیمه قیمتی (آمتیسیست و گارنت) می باشد.

1- سنگ های ساختمانی: این سنگها شامل مرمریت، سنگ های نفوذی و ولکانیکی می باشد. مرمریت ها مهمترین سنگ های ساختمانی شهرستان بجستان را به خود اختصاص داده اند. عمده ترین معادن مرمریت در بخش شمالی شهرستان که رخنمون های آهکی کرتاسه فوقانی وجود دارد می باشد. بلوک مناسب رنگ های زیبا و متنوع دسترسی آسان و ذخیره قابل توجه از مهمترین فاکتورها و امتیازات مرمریت های بجستان بوده که آنها را بسیار شاخص نموده است. لذا سرمایه گذاری مناسب و یافتن بازارهای فروش داخلی و خارجی در این بخش می تواند صنعت سنگ شهرستان را متحول نموده و باعث اشتغال زایی قابل ملاحظه ای در سطح شهرستان و کشور گردد همچنین وجود سنگ های ولکانیکی و توده های نفوذی می تواند به عنوان یک

پتانسیل در تولید سنگ های ساختمانی باشد که در این مورد لازم است تا این سنگ ها از نظر بلوک دهی و سایر فاکتورهای مناسب برای تولید سنگ های ساختمانی مورد بررسی دقیق قرار گیرند.

2- خاک های صنعتی: عمده ترین معادن و اندیس های معدنی حاوی خاک های صنعتی در جنوب باختری تا جنوب شهرستان در اطراف دهستان جزین و ابوالخازن می باشد. نفوذ محلول های هیدروترمالی ناشی شده از توده های نفوذی به داخل سنگ های ولکانیکی موجب شستشوی اسیدی و تولید کانیهای رسی، کائولینیت، مونت مورینیت، ایلیت، اسمکتیت و..... گشته و باعث ایجاد معادن بزرگ کائولین، بنتونیت و..... گردد. با توجه به کاربردهای بالای کائولین در صنایع کاغذ سازی، سرامیک سازی، رنگ سازی، دیرگذاها، پلاستیکها، لاستیک ها و و نیز مصارف بالای بنتونیت ها در صنایع ریخته گری، حفاری، تصفیه و رنگبری، شوینده ها و گندله سازی آهن و..... وجود این منابع خاک صنعتی ارزشمند می تواند به عنوان پشتوانه ای در برنامه ریزی مدیران جهت احداث صنایع مهمی که این محصولات به عنوان فرآورده های اولیه آن هستند نقش موثری داشته باشند.

3- پرلیت ها: پرلیت نوعی سنگ های آتشفشانی با ترکیب اسید تا حد واسط بوده که در محیط آب و یا مرطوب تشکیل می شود. از جمله خصوصیات بارز پرلیت افزایش حجم قابل توجه آن در مقابل حرارت می باشد. این خاصیت پرلیت باعث کاربرد گسترده آن در صنایع مختلف از جمله تهیه بتون های سبک وزن، عایق های حرارتی و صوتی، مصارف کشاورزی، استفاده در صافی ها و وساینده ها و نیز استفاده از آن در صنایع سرامیک، تهیه سیمان، ساخت الکترودها، متالوژی، ساخت فیبر شیشه ای و گردیده است. گسترش سنگ های آتشفشانی در گستره شهرستان بجستان و شواهد واضح مبنی بر تولید این سنگ ها در محیط های آبی زمینه را برای تشکیل این ماده معدنی با ارزش فراهم نموده است. اکتشاف منابع پرلیتی در بخش هایی از شهرستان مانند روستای هلالی و وجود اندیس های فراوان در بخش های مختلف شهرستان، گویای وجود منابع با ارزش از این ماده معدنی در گستره شهرستان بجستان می باشد که نیاز به مطالعات جامعی در این زمینه جهت کشف منابع جدید از این ماده معدنی در سطح شهرستان جهت بکارگیری آن در صنایع مختلف می باشد.

4- فلوریت: کانی فلوریت به فرمول شیمیایی CaF_2 کاربرد گسترده ای در صنایع مختلف از جمله تهیه اسید فلئوئوریدریک در صنایع سرامیک و متالوژی، تهیه ظروف شیشه ای نوع اوپالین سفید و بی رنگ و شیشه ای فلینینی، در صنایع فولادسازی و نیز متالوژی دارد. این کانی در انواع تیپ های کانساری شامل کانسارهای رگه ای، استراتیفرم، جانشیننی استوک ورک، سنگ های آکالن - کربناتیتی، پگماتیها و تشکیل میگرددد. بر پایه

مطالعات انجام شده تا کنون فلوریت هایی که در محدوده شهرستان کشف گردیده اند. عمدتا مربوط به بخش خاوری شهرستان و در مسیر جاده بجستان به گناباد می باشد. این فلوریت ها از انواع رگه ای بوده که عمدتا همراه با کانی های باریت و سرب و روی می باشند. بنابراین با توجه به کاربردهای بسیار مهم این کانی در صنایع مختلف و وجود کانسارهایی از این ماده معدنی در خاور شهرستان انجام مطالعات و بررسی های علمی دقیق در سطح شهرستان در جهت اکتشاف منابع جدید از این ماده معدنی ضروری بنظر می رسد.

5- باریت: کانی باریت به فرمول BaSO_4 از جمله کانی مهم دیگری است که در سطح شهرستان بویژه در بخش های خاوری و جنوبی شهرستان یافت می شود. کانی سازی باریت درگستره شهرستان بجستان از نوع رگه ای بوده که عمدتا همراه با کانی های عناصر سرب ، روی و فلور می باشد. باریت کاربرد گسترده ای در صنایع مختلف از جمله صنایع نفت و گاز در کل حفاری صنایع شیشه و سرامیک ، مصارف شیمیایی و مصارف پرکننده های رنگ ، لاستیک و .. مصارف دارویی و دارد. با توجه به کاربرد فراوان این کانی و پیدا شدن منابعی از این کانی اکتشاف در جهت یافتن منابع جدید از کانی باریت در سطح شهرستان ضروری می باشد.

6- کانی های قیمتی و نیمه قیمتی: کانی هایی هستند که سختی نسبتا بالایی داشته و بدلیل زیبایی آنها از نظر رنگ و سیستم تبلور آنها به عنوان جواهرات و زیور آلات بکار می روند. از مهمترین این کانیها می توان به کانیهای بریل، گارنت، توپاز، زیرکن ، آمیتیسیت، عقیق ، کروندوم، فیروزه ، الماس و اشاره نمود. امروزه رخی از کشورهای جهان از صنعت اکتشاف و فرآوری و تراش مناسب این کانیها درآمدهای بسیار قابل توجهی راکسب می نمایند. در کشور ما ایران نیز از چند سال گذشته به اکتشاف و تراش کانیهای قیمتی و نیمه قیمتی توجه خاص شده است بدون شک توجه به اکتشاف و فرآوری مناسب این کانی می تواند نقش موثری در درآمد زایی و ایجاد اشتغال مناسب برای هر منطقه داشته باشد. بر پایه مطالعات و بررسی های به عمل آمده در گستره شهرستان بجستان تا کنون وجود کانیهای آمیتیسیت ، گارنت و عقیق به اثبات رسیده است. همچنین وجود کانیهای کروندوم و زیرکن نیز در مطالعات کانیهای سنگین در رسوبات رودخانه ای اثبات شده است. کانی آمیتیسیت از جمله کانیهایی است که در محدوده شهرستان همراه با رگه های سیلیسی حاوی کانی سازی های اپی ترمال سرب - روی - طلا - نقره - مس یافت شده است. از مهمترین مناطق حاوی رگه های آمیتیت می توان به رگه های آمیتیتی خاور کلاته آدینه گاونیان ، رگه های آمیتیسیتی در کوه داشو و نیز رگه های آمیتیسیتی همراه با کانی سازی های چند فلزی خاور روستاهای آهنگ ، سربریده و زین آباد اشاره نمود. بنابراین مناطق حاوی کانی سازی های اپی ترمالی می تواند محیط های مناسبی جهت پی جویی این کانی ارزشمند در سطح شهرستان باشد. کانی گارنت نیز از جمله کانی هایی است که در دگرگونی های همبری و ناحیه ای یافت

می شود. بر پایه مطالعات انجام شده کانیهای گارنت سبز رنگ درشت در بخش های اسکارنی حاشیه توده گرانیتوئیدی بستان دیده شده است که نیاز به مطالعات بیشتر در جهت اکتشاف این کانی ارزشمند ضروری می باشد همچنین وجود رگه هایی از عقیق نیز در بخش جنوبی شهرستان به اثبات رسیده است.

گچ: منابع گچ شهرستان محدود به رسوبات نئوژن بوده که در بخش خاوری تا جنوب خاوری شهرستان در حوالی روستای درزاب دیده می شود. با توجه به گسترش شهرستان بستان و افزایش ساخت و سازها در این شهرستان انجام مطالعات در جهت اکتشاف منابع جدید از این ماده معدنی نیز ضروری می باشد.

7-6-2- پتانسیل های فلزی :

همانطور که در فصل گذشته اشاره گردید فعالیت های ولکانیسم و پلوتونیسم شدید که از زمان کرتاسه شروع و تا اواخر ترشیری در گستره شهرستان بستان ادامه داشته است باعث بوجود آوردن کانی سازی های فلزی بسیار مهم و ارزشمند از عناصر سرب ، روی ، مس ، نقره ، تنگستن ، منگنز ، آهن و در گستره شهرستان شده است. بر پایه مطالعات مختلف از نظر ژنتیکی و تنوع فلزی کانی سازی های فلزی شهرستان بستان را می توان به سه گروه تقسیم بندی نمود که عبارتند از :

1- کانی سازی های رگه ای پلی متال سرب ، روی ، مس ، طلا ، نقره ، تنگستن

2- کانی سازی های لنز مانند منگنز

3- رگه های سیلیسی آهن دار

1- کانی سازی های رگه ای پلی متال سرب ، روی ، مس ، طلا ، نقره ، تنگستن :

این کانی سازی ها مهم ترین کانی سازی های فلزی در گستره شهرستان بستان می باشند. کانی سازی های فلزی پلی متال عمدتاً همراه با رگه های سیلیسی بوده که در چندین مرحله نفوذ کرده و باعث بوجود آمدن کانی سازی های ارزشمند از عناصر سرب - روی - مس - طلا - نقره و گاهی تنگستن شده اند. کانی های همراه با رگه های سیلیسی کربناتی شامل گالن ، اسفالریت ، پیریت، کالکوپیریت، انارژیت، کولیت، آرسنوپیریت، پیروتیت، مارکاسیت، همتایت ، گوتیت، لیمونیت، جاروسیت می باشد. مهمترین مناطق حاوی کانی سازی های رگه ای پلی متال که تا کنون شناخته شده است عبارتند از :

- خاور کلاته آدینه گاو روستای نیان و کلاته نو نیان

- کوه داشو در باختر دهستان جزین و جنوب خاوری روستای ابوالخازن

- شمال دهستان جزین در اطراف کلاته های لیرم و چاه قند

بخش خاوری روستاهای آهنگ، سربریده و زین اباد(خاور اولنگ آهنگ ، کافر دره ، تنگل آهنگ ، کلاته چلانک، اولنگ سریده، قاچ معدن زین اباد و سریده)

مطالعات ژنتیکی اولیه بر روی این گره های اپی متال که در بخش های مختلف شهرستان دیده می شود حاکی از مشابهت های بسیار بالای این کانسار ها با یکدیگر می باشند. بر پایه این مطالعات کانسارهای پلی متال محدوده شهرستان بجستان را از نظر ژنتیکی می توان در قالب کانسارهای اپی ترمال سولفیداسیون پایین تا سولفیداسیون متوسط طبقه بندی نمود. این تیپ کانسارها از لحاظ تولید فلزات ارزشمندی مانند طلا، نقره، سرب، روی، مس، انتیموان، جیوه، تنگستن و بسیار حائز اهمیت می باشند. لذا بررسی و مطالعه دقیق در محدوده شهرستان در جهت اکتشاف و بهره برداری از این کانسارهای ارزشمند می تواند گامی مهم در جهت بهره برداری مناسب از منابع معدنی شهرستان و ایجاد اشتغال زایی بالا داشته باشد. همچنین مطالعات جدیدی که بر روی این کانسار ها توسط محققین مختلف انجام شده است. (Valenica et al 2008, Muntean and Einayedi 2002, hedenquist et al 1997, Vilaand Sillitoe 1991, Sillitoe 1989, Pudack et al 2000) نشان دهنده این است که این کانسارها گاهی یک ارتباط ژنتیکی بسیار نزدیک با کانسارهای ارزشمند مس و طلای تیپ پورفیری که دارای تناژهای بسیار بالا می باشد در عمق دارند. بنابراین با مطالعه و بررسی دقیق و علمی این کانسارها می توان احتمال وجود یا عدم وجود کانسارهای تیپ پورفیری را در گستره شهرستان مورد بررسی قرار داد.

2- لنزهای منگنز - آهن :

کانی سازی های منگنز _ آهن که عمدتاً بصورت عدسی شکل رخنمون دارد در ارتباط با سنگ های آتشفشانی بوده که در محیط دریایی فوران نموده اند بر پایه مطالعات انجام شده این لنزها را از نظر ژنتیکی از نوع آتشفشانی - برونومی می دانند. عمده ترین رخنمون این کانسارها در شمال دهستان جزین در اطراف کلاته لیرم یافت گردیده است. با توجه به گسترش فوران های آتشفشانی مربوط به محیط های دریایی در سطح شهرستان اکتشاف منابع این تیپ کانسارها نیز در گستره شهرستان بجستان قابل پی جویی می باشند.

3- رگه های سیلیسی آهن دار - مس دار :

در بخش خاوری شهرستان و در محدوده توده گرانیتوئیدی بجستان در جنوب روستای تلخابوند مشاهده شده است . این رگه ها شامل رگه های سیلیسی حاوی کانی های آهن دار (مگنتیت - هماتیت - گوتیت - لیمونیت) و کانی های مس (کالکوپیریت و مالاکیت) و نیز سولفید های دیگر مانند پیریت است. از شاخصه های اکتشافی بارز در اطراف این کانسارها اپیدوتیزاسیون شدید در حاشیه این رگه ها می باشد. با توجه به اپیدوتیزاسیون شدید در محدوده توده گرانیتوئیدی بجستان احتمال وجود کانی سازی های دیگری از این تیپ در سایر بخش های توده گرانیتوئیدی بجستان دور از دسترس نمی باشد.

7-7- تلفیق نتایج:

پس از انجام مطالعات زمین شناسی، دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی، اکتشافات ژئوشیمیائی، بررسی پتانسیل های فلزی و غیر فلزی و مطالعات صحرایی نتایج حاصل از این مطالعات با یکدیگر تلفیق و 4 اولویت اکتشافی مطابق جدول زیر تعیین گردید.

7-8- پیشنهادات

همانطور که در بخش های گذشته بیان گردید شهرستان بجستان از نظر پتانسیل های معدنی شامل پتانسیل های فلزی و غیرفلزی قابل توجهی می باشد. مطالعه و بررسی مسئولان زیربط در این بخش می تواند گام موثری در جهت گسترش و فعال سازی بخش معدن داشته که این مساله می تواند منجر به ایجاد اشتغالزایی زیادی در این شهرستان محروم گردد. لذا جهت نیل به این هدف موارد زیر پیشنهاد می گردد:

1- همانطور که می دانیم یکی از مهمترین پتانسیل های غیر فلزی شهرستان صنعت سنگ ساختمانی (مرمریت) می باشد. کسترش فراوان آهک های کرتاسه بالایی، زیبایی و تنوع رنگ و بلوک دهی مناسب باعث بوجود آمدن زمینه مناسب جهت گسترش معادن مرمریت شده است. توجه به صنعت سنگ های ساختمانی می تواند باعث اشتغالزایی گسترده در سطح شهرستان گردد. راه اندازی کارگاه های کوچک و بزرگ به صورت های منفرد و یا به صورت کلی به شکل شهرک های فرآوری سنگ های ساختمانی می تواند باعث درآمدزایی و اشتغال زایی بالا و تبدیل شدن شهرستان به یکی از قطب های مهم سنگ مرمریت در کشور گشته و زمینه صادرات این نوع سنگ ها را نیز فراهم نماید.

2- وجود معادن کائولن، بنتونیت و سایر خاک های صنعتی با ذخایر بالا در این شهرستان و شهرستان های مجاور مانند گناباد و فردوس به عنوان یکی از پتانسیل های بزرگ و مهم این ناحیه می باشد که استخراج و فرآوری مناسب آنها می تواند نقش مهمی در ایجاد اشتغال در این ناحیه داشته و به عنوان ماده اولیه مناسب برای احداث صنایعی مانند کاشی سازی، سرامیک سازی، کاغذ سازی و... در این شهرستان ها باشد.

3- وجود ولکانیسم گسترده در این ناحیه و پیدایش معادن و اندیس های معدنی پرلیتی حاکی از وجود پتانسیل های با ارزشی از ماده معدنی در سطح شهرستان می باشد. با توجه به کاربردهای مهم و بازار فروش مناسب این ماده معدنی، پی جویی های اختصاصی برای اکتشاف منابع جدید از این ماده معدنی ضروری به نظر می رسد.

4- وجود کانی سازی های اپی ترمالی چند فلزی در چند منطقه از شهرستان از جمله نیان، کوه داشو، شمال جزین، شمال روستاهای سریده، آهنگ و زین آباد که حاوی عناصر طلا، نقره، سرب، روی و مس و ... می باشند حاکی از پتانسیل بالقوه مهمی از این نوع کانی سازی در سطح شهرستان می باشد. سرمایه گذاری جهت مطالعات نیمه تفصیلی و تفصیلی می تواند در شناسایی هر چه بیشتر این کانسارها و تبدیل آنها به معدن فعال بسیار موثر باشد. همچنین با توجه به اینکه این تیپ کانسارها گاهی در ارتباط با کانسارهای پورفیری که دارای حجم گسترده می باشند و ذخیره بالایی دارند، می باشند لذا بررسی ارتباط این کانسارها با نهشته های پورفیری

احتمالی بسیار ضروری به نظر می رسد. بدیهی است سرمایه گذاری مناسب در جهت شناسایی و اکتشاف کانسارهای فلزی می تواند نقش مهمی در اشتغالزایی و اقتصاد شهرستان بجزستان و شهرستان های اطراف داشته باشد.

منابع



منابع

- افتخارنژاد، ج. (1352) مطالبی چند درباره تشکیل حوضه رسوبی فلیش در شرق ایران و توجیه آن با تئوری تکتونیک صفحه ای . ضمیمه گزارش شماره 22 سازمان زمین شناسی کشور.
- آقابات، ع. (1383) زمین شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. 586 صفحه.
- پورلطیفی، ع. (1382) نقشه زمین شناسی 1/100000 فردوس. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- پورلطیفی، ع. (1382) بررسی پترولوژی سنگ های ولکانیکی ترشیری در برگه 1:100000 فردوس . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در برگه 1:100000 فردوس.
- سایت فرمانداری شهرستان بجستان.
- سعادت، س (1386) گزارش پیجویی در مقیاس های 1:25000 و 1:5000 در محدوده شمال زین آباد – آهنگ گزارش سازمان صنایع و معادن استان خراسان رضوی.
- شهاب پور، ج. (1383) زمین شناسی اقتصادی. انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان. 520 صفحه.
- عاشوری، ع. ر. کریم پور، م. ح. سعادت، س (1386) نقشه زمین شناسی 1/100000 طاهرآباد. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- عزمی، ح. صفری م. (1384) اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در برگه 1:100000 طاهرآباد، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال شرق، مشهد
- عزمی ح، صفری م (1385) کنترل آنومالی های ژئوشیمیایی و تهیه نقشه زمین شناسی 1:25000 مطرآباد سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال شرق، مشهد.
- عزمی ح، هادی زاده ح (1389) اکتشافات عمومی در محدوده کانسار چندفلزی نیان بجستان . سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال شرق، مشهد. (در حال انجام).
- عزمی، ح. جعفری م. سدید س (1389) اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در برگه 1:100000 بجستان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال شرق، مشهد. (در حال انجام).

- هادی‌زاده، ح (1389) پی جویی مواد معدنی در کستره شهرستان بجستان . سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مدیریت شمال شرق، مشهد(در حال انجام).
- کریم پور، م.ح. عاشوری، ع.ر. سعادت، س(1386) نقشه زمین شناسی 1/100000 طاهرآباد. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- کریم پور، م.ح. سعادت، س. (1381) زمین شناسی اقتصادی کاربردی انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. 531 صفحه.
- محمدزاده لاری، م.(1376) بررسی پترولوژی توده گرانیوتوئیدی بجستان پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی تهران.
- منصورى جوزجانی، ام(1382)اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک و بررسی کانه زایی در برگه توپوگرافی 1:150000 جزین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. 165 صفحه.
- نبوی، م.ح(1355) دیباچه ای بر زمین شناسی ایران. . انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. 109 صفحه.

-Abrams J. Michael, 1983. Remote Sensing for Porphyry Copper Deposits in Southern Arizona. Economic Geology vol. 78, 1983, pp. 591-604.

-Abdelhamid G. and Rabba I., 1994. An investigation of mineralized zones revealed during geological mapping, Jabal Hamra Faddan-Wadi Araba, Jordan, using Landsat TM data. Int. J. Remote Sensing, vol. 15, No. 7, 1495 – 150.

-Borstad Associates Ltd (2008) Using ASTER in mineral exploration ,8p .

-Chica-Olmo M., Abarca F., 2002. Development of a Decision Support System based on remote sensing and GIS techniques for gold-rich area identification in SE Spain. International Journal of Remote Sensing, 23, 22, 4801-4814.

-Crosta, T.P. Desouza, C. R. (2006) Targeting key alteration minerals in epithermal deposits in Patagonia, Argentina, using ASTER imagery and principal component analysis, FILHO, Geosciences Institute, University of Campinas, PO Box 6152, 13081-970, Campinas, SP, Brazil, F. AZEVEDO and C. BRODIE, IAMGOLD Argentina SA, Mendoza, Argentina.

- Crosta,A.P. Prado,I.D. M., and Obara, M., 1996, The use of Geoscan AMSS Mk-II data for gold exploration in the Rio Itapicuru greenstone belt, Bahia, Brazil.
- Dehghani,G.A. and Makris,J (1983) The gravity field and crustal structure of Iran In Geodynamic project in Iran. Geological Survey of Iran report n.51.pp.51-68.
- Eftekhari, N. Valeh, N. Ruttner, A. Nabavi, M.H. Alavi, M., Haghypour, A. (1977) Geological map of Ferdows quadrangle. Geological survey of Iran
- Erdem, Y. (2003) Alteration mapping by remote sensing, application to Hassandagh– Melendiz volcanic complex, 114p.
- Guilbert, J.M. and Park, Jr. C.F. (1997) Geology of Ore deposits. Freeman and company. New York. 985p.
- Hashemi tangestani, M. and Moore, F., 2001, Comparison of three principal component analysis techniques to porphyry copper alteration mapping: a case study in Meiduk area, Kerman, Iran. Canadian Journal of Remote Sensing, 27, 176–182.
- Jung, D. Keller, J. Khorasani, R. Marks, Chr. Bauman, A. and Horn, P. (1983) Petrology of tertiary magmatic activity in northern Lut area east of Iran in Geodynamic project in Iran. Report n.51.pp.285-336.
- Kalinowski and Simon Oliver, (2003), Aster mineral index processing manual.
- Lensch, G., Mihm, A. Alavi tehrani, N. (1977) Petrography and geology of ophiolite belt north of Sabzevar/Khorasan (Iran) N.Jb. Miner. Abh. v.131.N.2.P.156-178.
- Lentz, D.R. (1994) Alteration and alteration processes associated ore forming systems. Geological associated of Canada. 467p.
- Lotfi, M. (1982) Geological and Geochemical investigation on the volcanogenic Cu, Pb-Zn, Sb ore mineralization in the Shurab-Galechah and northwest of Khur (Lut east of Iran) PhD thesis, Hamburg university. 151p.
- Middlemost, E.A.K. (1985) Magmas and magmatic rocks. An introduction to igneous petrology. Longman. ed. 266p.

- Remote Sensing Letters 4239 Proceedings of the 11th Thematic Conference on Remote Sensing for Exploration Geology, Las Vegas, NV (Ann Arbor, MI: Environmental Research Institute of Michigan), pp. 205–214.
- Reyer,D. and Mohafez,S.(1972) A first contribution of the NIOC-ERAP agreements to knowledge of Iranian geology edition technips paris.58p.
- Stanley,C.R. Madeinsky,H.E.(1994) Lithogeochemical exploration for hydrothermal ore deposits using pearce element ratio analysis in Lentz,D.R.: Alteration and alteration processes associated with ore forming systems.p.193-212
- Stocklin,J. and Nabavi,M.H.(1973) Tectonic map of Iran Geological Survey of Iran.
- Thompson,A.J.B. and Thompson G.F.H. (1996) Atlas o alteration.A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals.
- Tirrul,R. Bell,I.R. Griffis,R.J Camp,V.E.(1983) The Sistan zone of eastern Iran : Geological Society of America Bull. V.94.pp.134-150.