



وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

معاونت اکتشاف

طرح تلفیق لایه های اطلاعاتی پایه و معرفی مناطق امیدبخش معدنی کشور

تهیه نقشه های زمین شناسی اقتصادی ۱:۵۰۰۰ محدوده اکتشافی

چاه زاغو

موضوع قرارداد شماره: ۷۰۰۷-۳۰۰

مورخ: ۱۳۸۶/۱۱/۲۱

کارفرما و مجری طرح: مهندس ناصر عابدیان

مجری فنی طرح: مهندس بهروز برنا

مجری فنی پروژه: دکتر محمدرضا جان نثاری

ناظرین فنی: مهندس پیام سودی شعار و مهندس مانی رنجبر

مشاور:

شرکت مهندسی مشاور پارسی کان کاو



پاییز ۱۳۸۹

چکیده

محدوده‌های گرانیته شمالی در منطقه زاغدره و چاه‌زاغو در چهارگوش ۱:۲۵۰,۰۰۰ حاجی‌آباد و برگه‌های دولت‌آباد و بزار قرار دارد. نقشه زمین‌شناسی-معدنی ۱:۵۰۰۰ این منطقه در طی این پروژه تهیه گردید. در منطقه گرانیته شمالی زاغدره، مجموعه سنگ‌های آذرآواری، توف، ولکانیک‌ها و رسوبات مجموعه کالردمانژ کرتاسه با ترکیب آندزیت، آندزیت بازالته، بازالته و داسیت کرتاسه توسط توده‌های نفوذی و ساب-ولکانیک از جنس گرانودیوریت، تونالیت-گرانودیوریت، داسیت و کوارتز دیوریت موردنفوذ واقع شده است. توده تونالیت-گرانودیوریت مسئول تشکیل سیستم پورفیری بوده است. دگرسانی‌های پروپلتیک، کوارتز-سریسیت، آرژیلیک، سیلیس و استوک‌ورک‌های کوارتزی در منطقه تشکیل شده‌اند و کانی‌سازی مس-مولیبدن و طلا مرتبط با توده ساب‌ولکانیک تشکیل شده است. بررسی تکتونیک منطقه نشان‌گر ارتباط سیستم گسل‌های شمال باختری-جنوب خاوری با ایجاد مناطق اتساعی و نفوذ توده پورفیری می‌باشد. کانی‌سازی اغلب در کنتاکت توده و سنگ‌های دیواره تشکیل شده ولی در خود توده نیز کانی‌سازی مس و مولیبدن مشاهده می‌شود.

در منطقه چاه‌زاغو مجموعه پیروکلاستیک، توف و ولکانیک‌های کرتاسه مشخص شدند، ولی توده نفوذی در منطقه مشاهده نمی‌شود. کانی‌سازی به‌صورت رگه‌ای سیلیسی-اکسید آهنی مشاهده می‌شود.

درنهایت نمونه‌برداری لیتوژئوشیمیایی، مطالعات ژئوفیزیک از نوع پلاریزاسیون القایی و مقاومت الکتریکی و تلفیق مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی برای منطقه گرانیته شمالی زاغدره پیشنهاد شد. برای منطقه چاه‌زاغو پی‌جویی رگه‌های مشابه با استفاده از روش‌های تلفیق کلیه اطلاعات در محیط GIS پیشنهاد شد.

سپاسگزاری

گزارش مطالعات زمین‌شناسی و دگرسانی محدوده گرانیت شمالی زاغدره و چاه‌زاغو به همراه تهیه نقشه-های این دو محدوده در مقیاس ۱:۵۰۰۰، در اجرای قرارداد به شماره ۷۰۰۷-۳۰۰ مورخه ۸۶/۱۱/۲۱ فی-مابین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسين مشاور پارسی‌کان‌کاو انجام گرفته است.

تهیه و تنظیم این گزارش و همچنین اجرای این قرارداد سبب شد تا افتخار همکاری با بسیاری از استادان، پژوهشگران و همکاران محترم را داشته باشیم که از یکایک ایشان سپاسگزاریم. از معاونت محترم اکتشاف جناب آقای مهندس عابدیان و جناب آقای مهندس برنا که امکان اجرای این قرارداد را به این شرکت مشاور محول نموده‌اند و راهنمایی‌های بسیار ارزنده‌ای ارائه نموده‌اند همواره قدردانیم و همچنین از جناب آقای دکتر محمدرضا جان نثاری که با دقت و ظرافت اجرای این قرارداد را چه در زمینه علمی و چه در زمینه عملی نظارت نمودند سپاسگزاریم. همچنین جناب آقایان مهندس پیام سودی شعار، مهندس مانی رنجبر و مهندس منظمی که پیشبرد این پژوهش بدون ایشان میسر نبود نیز تشکر و قدردانی می‌نماییم.

با تشکر و احترام

مهندسين مشاور پارسی‌کان‌کاو

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

۱-۲- پیشینه مطالعاتی محدوده

۱-۳- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

۱-۴- توپوگرافی و زمین ریخت‌شناسی محدوده

۱-۵- هدف از انجام عملیات

۱-۶- روش مطالعه

۱-۱ مقدمه

تهیه نقشه ۵۰۰۰ : ۱ منطقه گرانیت شمالی در منطقه زاغدره و چاه زاغو در اجرای قرارداد ارائه خدمات مشاوره‌ای به شماره ۷۰۰۷-۳۰۰ مورخه ۸۶/۱۱/۲۱ فیما بین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسی مشاور پارسی کان کاو انجام شده است.

۱-۲- پیشینه مطالعاتی محدوده

وجود مقدار زیادی سرباره حاصل از ذوب در منطقه و همین‌طور فعالیت‌های معدنکاری قدیمی (وجود کارهای قدیمی) حاکی از وجود کانی‌سازی قابل توجه اکسیدی در منطقه بوده است. لذا با بازدید از منطقه مهم‌ترین ویژگی چشمگیر منطقه وجود همین سرباره‌ها می‌باشند. علاوه بر این وجود دگرسانی‌های نسبتاً وسیعی امکان شناسایی منطقه توسط تصاویر ماهواره‌ای را فراهم می‌سازد.

محدوده مورد مطالعه توسط کارشناسان یوگسلاو احتمالاً با هدف ارزیابی کانی‌سازی مس مورد ارزیابی قرار گرفته و ۶ حلقه گمانه اکتشافی در آن حفاری شده است که سه مورد از آنها در مطالعات صحرائی مشاهده و برداشت گردید. شکل ۱-۱ محل یکی از گمانه‌ها را نشان می‌دهد. علاوه بر این منطقه مورد مطالعه توسط اکتشافات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی (مرکز کرمان) در سال ۱۳۸۰ تحت اکتشافات ژئوشیمیایی نیمه تفصیلی قرار گرفته است.



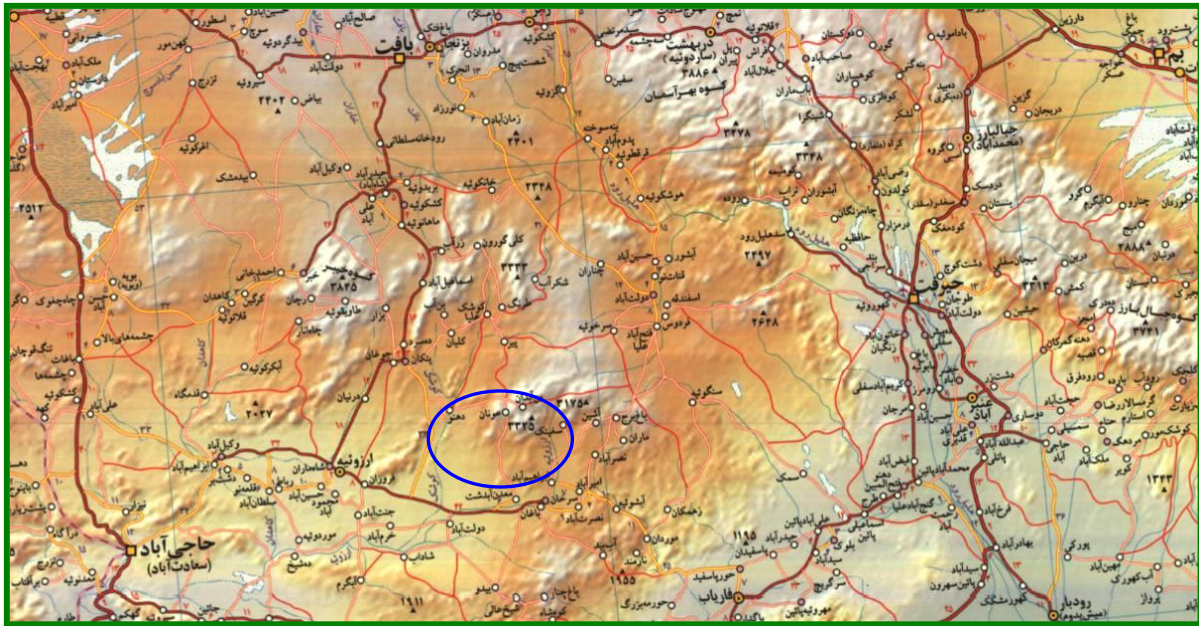
شکل ۱-۱ محل یکی از گمانه های حفاری کارشناسان یوگسلاو

۳-۱- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی

منطقه مورد مطالعه در استان کرمان و در فاصله تقریبی ۱۰۰ کیلومتری جنوب شهر بافت قرار دارد. مسیر دسترسی به منطقه از طریق جاده بافت - ارزوئیه - صوغان امکان پذیر است که پس از طی مسافتی در حدود ۱۵ کیلومتر از صوغان به سمت ارزوئیه جاده خاکی شنی منشعب به سمت شمال دسترسی به منطقه مورد مطالعه را امکان پذیر ساخته است. شکل ۲-۱ موقعیت جغرافیایی محدوده زاغدره و چاه زاغو را نمایش می دهد.

منطقه گرانیت شمالی و چاه زاغو در چهارگوش ۲۵۰۰۰۰ : ۱ : حاجی آباد و برگه ۱۰۰۰۰۰ : ۱ دولت آباد و بزار واقع می باشد. منطقه گرانیت شمالی-زاغدره بین طول های جغرافیایی $3^{\circ} 44' 56''$ تا $12^{\circ} 46' 56''$ طول خاوری (مختصات UTM منطقه ۴۰: ۴۷۴۰۰۰ تا ۴۷۷۵۰۰) و عرض های جغرافیایی $28^{\circ} 29' 20''$ تا $28^{\circ} 31' 17''$ عرض شمالی (مختصات UTM منطقه ۴۰: ۳۱۵۱۴۰۰ تا ۳۱۵۴۸۰۰) قرار دارد.

منطقه چاه زاغو نیز بین طول های جغرافیایی $10^{\circ} 41' 56''$ تا $55^{\circ} 41' 56''$ طول خاوری (مختصات UTM منطقه ۴۰: ۴۶۹۳۰۰ تا ۴۷۰۵۰۰) و عرض های جغرافیایی $28^{\circ} 28' 41''$ تا $28^{\circ} 28' 13''$ عرض شمالی (مختصات UTM منطقه ۴۰: ۳۱۵۰۲۰۰ تا ۳۱۵۱۲۰۰) قرار دارد.



شکل ۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی محدوده گرانیت شمالی زاغدره و چاه زاغو

۱-۴- توپوگرافی و زمین ریخت شناسی محدوده

محدوده مورد مطالعه واقع در رشته ارتفاعات نسبتاً مرتفعی که بین دشت ارزوئیه در جنوب باختری دشت جیرفت در خاور و دشت بافت در شمال و شمال باختری محصور شده است. مرتفع ترین نقاط ارتفاعی منطقه به ارتفاع ۳۳۲۵ متر و ۳۱۷۵ متر می باشند که خارج از محدوده نقشه تهیه شده قرار دارند. در محدوده نقشه مرتفع ترین نقطه ۲۳۲۵ متر ارتفاع دارد.

منطقه چاهزاغو در حاشیه کوهستان و در منطقه کوهپایه متصل به دشت قرار دارد. از نظر پوشش گیاهی، درخت های پسته و بادام کوهی به صورت تنک در منطقه وجود دارند.

در حاشیه کوهستان به دلیل وجود منابع آب به صورت چشمه و چندین نقطه ییلاقی مشاهده می شوند.

ولی نزدیک ترین روستاهای دارای امکانات آب و برق به منطقه روستاهای علی آباد صوغان و دولت آباد می باشند.

۱-۵- هدف از انجام عملیات

هدف از انجام این مطالعه تهیه نقشه زمین شناسی - آلتراسیون ۱:۵۰۰۰ و گزارش زمین شناسی - آلتراسیون منطقه می باشد. (در طی این گزارش زمین شناسی محدوده گرانتیت شمالی منطقه زاغدره و چاه زاغو به منظور تعیین خصوصیات زمین شناسی، واحدهای سنگی دگرسانی و کانی سازی که احتمال کانی - زایی مس پورفیری را داراست، مطالعه گردید و نقشه زمین شناسی و معدن منطقه تهیه شد.)

برداشت کلیه عوارض زمین شناسی و تکتونیکی در استاندارد نقشه ۱:۵۰۰۰، برداشت نقاط مینرالیزه (خصوصاً کانی های مس)، استوک ورک ها، برداشت کلیه گسل ها و شکستگی ها، نمونه گیری با هدف آنالیز ژئوشیمیایی و مطالعات میکروسکوپی (مقاطع نازک و صیقلی) و تجزیه و تحلیل از جمله اهداف این گزارش می باشد.

مهم ترین اهداف مطالعه به شرح ذیل می باشد:

- تهیه گزارش زمین شناسی - آلتراسیون ناحیه
- تعیین خصوصیات زمین شناسی واحدهای سنگی دارای کانی زایی مس
- برداشت عوارض زمین شناسی - تکتونیکی
- برداشت نقاط مینرالیزه
- برداشت کلیه گسل ها و شکستگی ها
- تهیه نمونه برای مطالعات میکروسکوپی و مقاطع نازک و صیقلی
- بررسی انواع دگرسانی در منطقه

۱-۶- روش مطالعه

ابتدا با استفاده از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دولت آباد و بزار اطلاعات زمین شناسی- اکتشافی ناحیه را استخراج کرده سپس اقدام به تهیه عکس های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ منطقه و تبدیل مقیاس آن به ۱:۵۰۰۰ شد.

در این مرحله فایل اسکن ۱:۵۰۰۰ از عکس های هوایی منطقه به همراه فایل نقشه رقومی ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی به منظور زمین مرجع نمودن محدوده مورد مطالعه تهیه شد و عمل زمین مرجع کردن منطقه با به کارگیری چندین نقطه کنترلی صورت گرفت.

عملیات صحرائی شامل پیمایش پروفیل ها و پی جویی سطحی محدوده صورت گرفت و واحدهای سنگی و عوارض مهم زمین شناسی در حین پیمایش بر روی عکس های هوایی پیاده شد و با توجه به اهمیت مشخص نمودن ارتباط آلتراسیون محدوده با توده نفوذی، واحدهای سنگی و کانی شناسی اقدام به تفکیک زون های آلتره با استفاده از پارامترهای کانی شناسی و مطالعات آزمایشگاهی شد. البته با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست و استر تفکیک زون های آلتره بهتر صورت گرفت.

در مرحله بعد پیمایش پروفیل های از قبل تعیین شده صورت گرفت، (البته گاهی در صورت نیاز در حین برداشت اقدام به پیمایش پروفیل های دیگر نیز می شد) و منطقه مورد مطالعه چندین بار مورد نقشه برداری قرار گرفت.

پس از انجام عملیات روزانه، اطلاعاتی چون محل کنتاکت ها، گمانه ها، رخنمون های کانی سازی مس و نقاط نمونه برداری که در حین عملیات با استفاده از GPS بدست آوردیم را بر روی تصویر مختصات دار منتقل و گسترش دگرسانی های مختلف و واحدها را ترسیم کرده و با استفاده از این اطلاعات برنامه ریزی مناسب جهت عملیات روز بعد صورت گرفت. در حین عملیات صحرائی تعداد ۶۳ نمونه از واحدهای مختلف سنگی و زون های آلتره برداشت گردیده است. که از این تعداد ۲۶ نمونه جهت مطالعات پتروگرافی، ۲۰ نمونه برای آنالیز شیمیائی، ۵ نمونه به منظور انجام مطالعات مینرالوگرافی و ۱۲ نمونه

جهت آنالیز XRD برای تعیین نوع دگرسانی برداشت شد. برای منطقه گرانیته شمال زاغدره کد GNP و برای منطقه چاه زاغو CZP انتخاب گردید.

محل نمونه‌ها همراه با نوع آنالیز و مطالعه مورد نظر بر روی نمونه در نقشه زمین‌شناسی - آلتراسیون

مشخص شده‌اند. در جدول ۱-۱ لیستی از نمونه‌ها به همراه مختصات و نوع آن‌ها آورده شده است

جدول ۱-۱: لیست نمونه‌های منطقه گرانیته شمالی زاغدره و چاه زاغو به همراه مختصات و نوع آن‌ها

ردیف	شماره نمونه	مختصات		اهداف نمونه برداری			
		Y	X	شیمیایی (A)	سنگ شناسی (P)	صیقلی (Po)	کانی شناسی (X)
1	GNP101	3151932	476417		*		
2	GNP102	3152090	476515		*	*	
3	GNP103	3152184	476748		*		
4	GNP104	3152283	476994	*			*
5	GNP105	3152341	477270		*		
6	GNP106	3152703	477137		*		
7	GNP107	3152630	477118	*			*
8	GNP108	3152565	476959	*			
9	GNP109	3152540	476942		*	*	
10	GNP110	3152447	476763	*			*
11	GNP111	3152813	476976	*			*
12	GNP112	3152885	476847		*		
13	GNP113	3153091	476573	*			
14	GNP114	3153063	476362	*			
15	GNP115	3152522	476711	*			
16	GNP116	3152600	476469	*	*		*
17	GNP117	3152809	476362	*			
18	GNP118	3153066	476392		*		
19	GNP119	3153115	476558	*	*	*	

20	GNP120	3153242	476642		*		
21	GNP121	3153011	476571		*	*	
22	GNP122	3153412	476432		*		
23	GNP123	3153649	476376		*		
24	GNP124	3154089	476100		*		*
25	GNP125	3154157	475517	*			
26	GNP126	3154309	474665		*		
27	GNP127	3154161	474478		*		
28	GNP128	3153222	474661		*		
29	GNP129	3152792	475258				*
30	GNP130	3153034	476035	*			
31	GNP131	3152973	475808				*
32	GNP133	3152904	475424		*		*
33	GNP134	3153070	475555		*	*	
34	GNP135	3153230	475752	*			
35	GNP136	3153405	475666		*		
36	GNP137	3153767	475584	*			
37	GNP138	3151671	476328		*		
38	GNP139	3151706	476068		*		
39	GNP140	3152264	475333	*			*
40	GNP141	3151523	474892	*	*		
41	GNP142	3151526	476184	*			*
42	GNP143	3151528	476222	*			*
43	CZP201	3151064	469533		*		
44	CZP202	3151196	470170		*		
45	CZP203	3150639	469896	*			
46	CZP204	3150679	469913	*			
جمع نمونه ها				20	26	5	12

فصل دوم

پردازش تصاویر ماهواره‌ای و زمین‌شناسی عمومی

۲-۱- مقدمه

۲-۲- پردازش و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای

۲-۳- زمین‌شناسی عمومی ناحیه‌ای

۲-۴- زمین‌شناسی منطقه بر اساس نقشه دولت آباد

۱-۲- مقدمه

منطقه مورد مطالعه در حد فاصل گسل تراست اصلی زاگرس (در فاصله حدود ۴۰ کیلومتری) و کمان ماگمایی ارومیه - دختر (که در منطقه کرمان به عنوان کمربند کرمان شناخته می‌شود) و درون مجموعه آمیزه رنگین قرار گرفته است. در این مبحث ابتدا به پردازش و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای می‌پردازیم و سپس زمین‌شناسی عمومی و ناحیه‌ای منطقه مورد مطالعه را شرح می‌دهیم.

۲-۲- پردازش و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای

برای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه مورد مطالعه تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ مربوط به سنجنده ETM مورد استفاده قرار گرفت. این تصاویر با ویژگی‌های زیر برداشت می‌شوند:

- تصاویر محدوده طیفی مرئی و مادون قرمز نزدیک (VNIR) در شش باند با قدرت تفکیک زمینی

۳۰ متر

- تصاویر محدوده طیفی مادون قرمز میانی یا حرارتی (TIR) در دو باند با قدرت تفکیک زمینی ۶۰

متر

- تصاویر پانکروماتیک در محدوده مرئی با قدرت تفکیک ۱۵ متر

بدین منظور مراحل ذیل انجام گرفت:

۱-۲-۲- آماده سازی یا پیش پردازش داده‌ها

در این مرحله مجموعه عملیاتی بر روی داده‌های مذکور به منظور آماده‌سازی جهت عملیات پردازش

انجام گرفت.

الف - تصحیحات رادیومتریک: این تصحیحات به منظور اصلاح خطای حاصل از سنجنده و عوامل دیگری که در مسیر حرکت از منبع نور و بازگشت از پدیده‌های زمینی به سمت ماهواره، انجام می‌گیرد.

ب - تصحیحات هندسی: عوامل متعددی چون ناهمواری‌ها، چرخش زمین، انحنای زمین باعث جابجایی موقعیت واقعی پدیده‌ها می‌شود که این امر نیز نیازمند تصحیحات هندسی می‌باشد.

ج - بهبود رادیومتریک تصاویر یا افزایش کنتراست: این عملیات شامل تغییر مقادیر سلول‌های (پیکسل‌های) تصاویر می‌باشد.

د - بهبود مکانی تصاویر: این بخش شامل عملیات جهت ارتقای دقت مکانی تصاویر با استفاده از الگوریتم‌های ریاضی است.

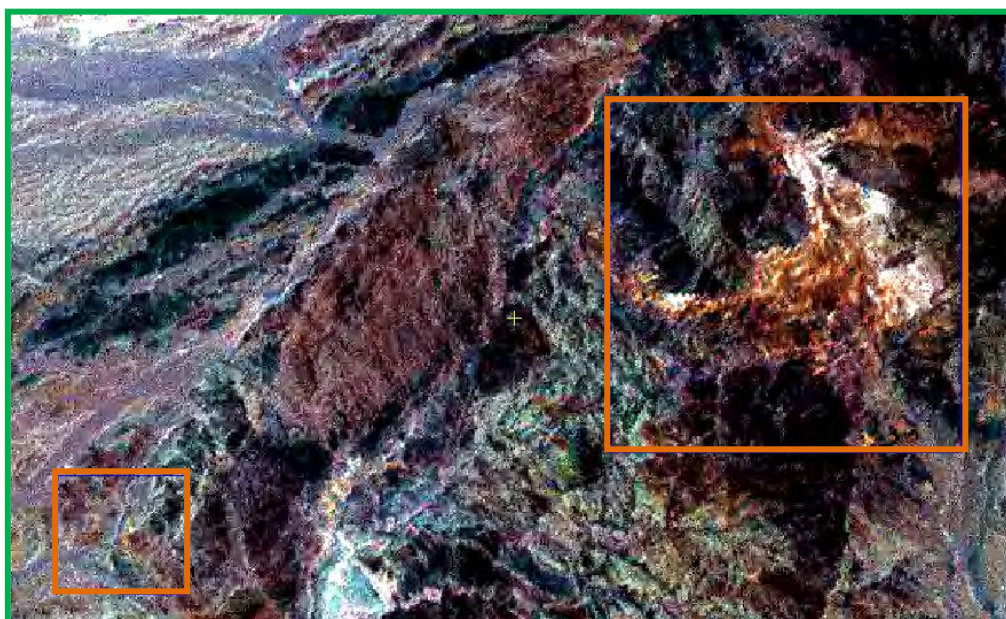
۲-۲-۲- پردازش داده‌ها

در پردازش داده‌ها از دو روش عمده پردازش کامپیوتری و تعبیر و تفسیر چشمی استفاده می‌شود. از روش‌های اول می‌توان به عملیات حسابی چون تقسیم و تفریق باندها اشاره نمود. از این روش‌ها به طور مثال می‌توان به استخراج اکسیدهای آهن و کانی‌های رسی اشاره نمود. اکسیدهای آهن در باند یک از تصاویر رفتار جذبی دارند و در باند ۳ از انعکاس بالایی برخوردارند، لذا نسبت باندهای ۳ به ۱ برای استخراج آن‌ها استفاده می‌شود. از طرفی آلتراسیون‌های رسی در باند ۵ انعکاس بالا و در باند ۷ انعکاس پایین دارند. لذا نسبت باند ۵ به ۷ نواحی با آلتراسیون رسی را بارز می‌کند. شکل ۲-۱ ترکیب باندهای ۷۴۲ و ۵۳۱ تصاویر ماهواره لندست ۷ منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. شکل ۲-۲ تصویر IAS و MMI حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.

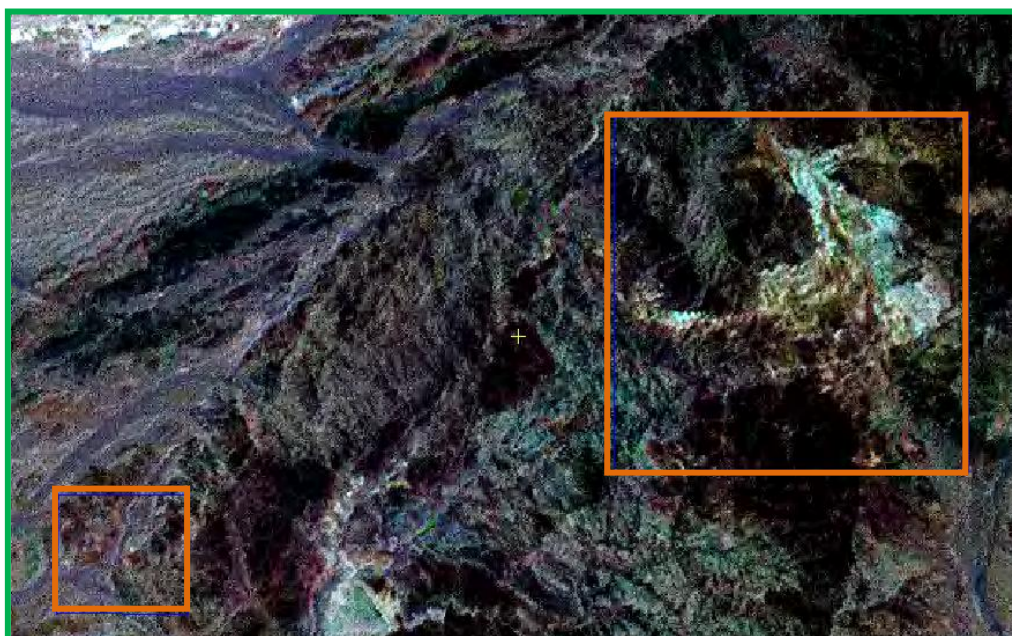
از سایر روش‌ها می‌توان به تحلیل مؤلفه‌های اصلی یا PCA اشاره نمود که در بارزسازی دگرسانی‌ها به کار می‌رود.

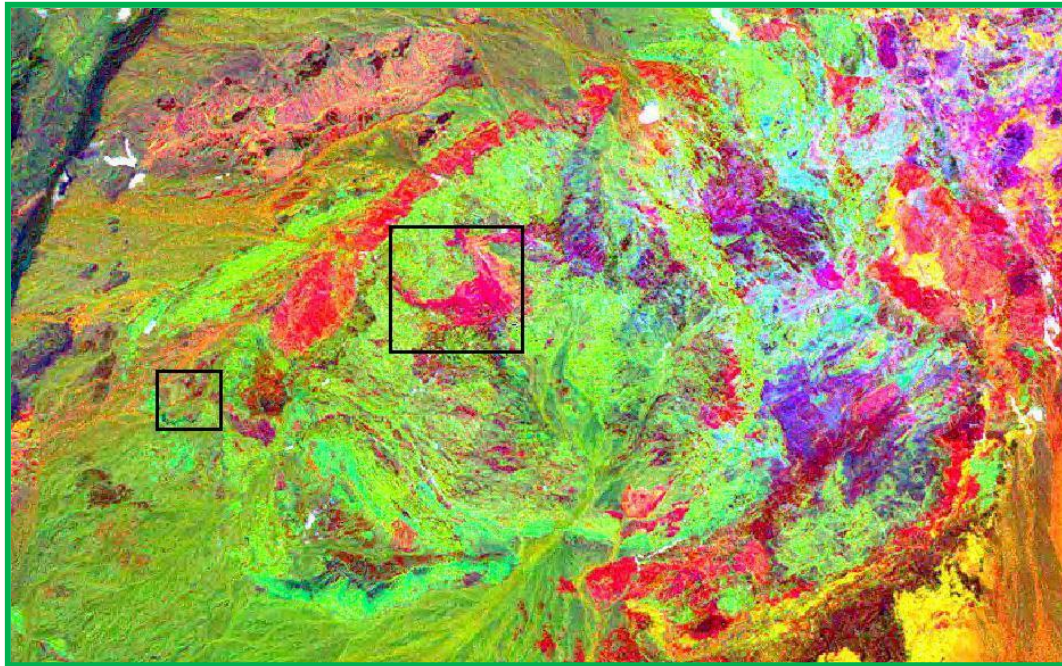
از روش‌های تحلیلی می‌توان به روش‌های کروسا (Crosta) و Ls-Fit اشاره نمود که در روش اخیر که روشی چند متغیره می‌باشد، باندهای دارای اشکال طیفی با دیگر باندها تحلیل گردند.

همینطور در این مطالعات جهت ترسیم محدوده واحدها به ویژه توده نفوذی و ساختارها نیز از تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد.



شکل ۱-۲ تصاویر ماهواره لندست ۷ (سنجنده ETM) منطقه گرانیت شمالی و چاه زاغو
الف : R: 5 ، G: 3 ، B: 1 (تصویر بالا) ب : R: 7 ، G: 4 ، B: 2 (تصویر پایین)

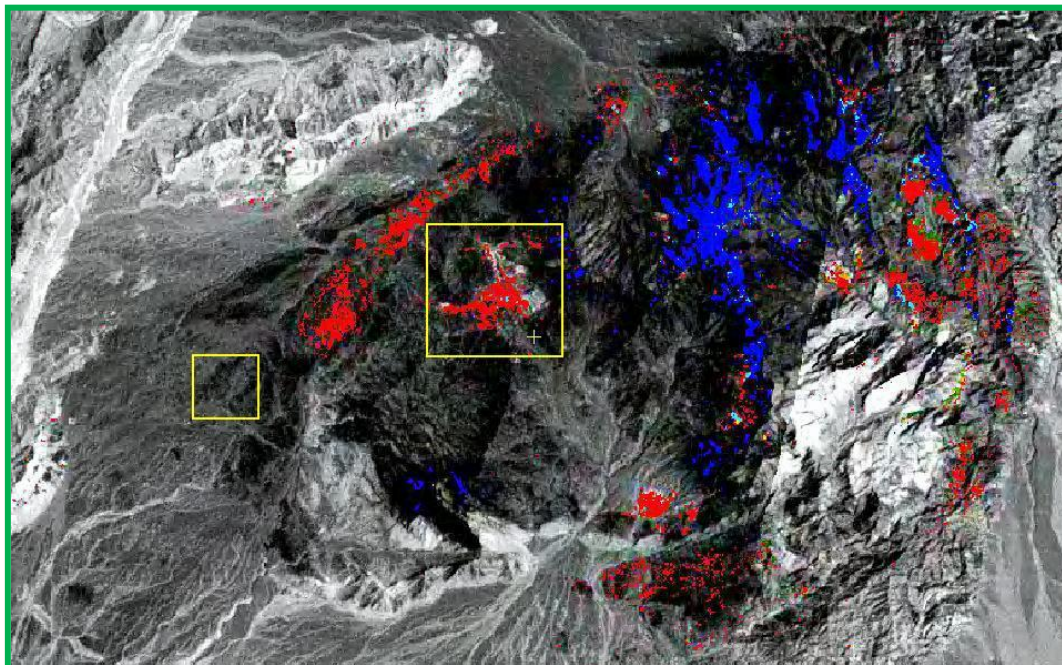




شکل ۲-۲-الف- تصویر IAS (Iron After Sulphide) (تصویر بالا)

ب - تصویر MMI (Mineral Map Index) (تصویر پایین)

(رنگ قرمز دگرسانی رسی - اکسید آهنی را نمایش می دهد)



۲-۳- زمین شناسی عمومی ناحیه‌ای

محدوده مورد مطالعه در پهنه سنندج-سیرجان واقع شده است. سنندج-سیرجان باریکه‌ای از جنوب باختری ایران میانی است که در مجاورت شمال خاوری راندگی اصلی زاگرس قرار دارد. ویژگی‌های سنگی و ساختاری آن معرف یک گودی ژرف و یا کافت میانه بلوک در سپر پرکامبرین ایران و عربستان است. درازای پهنه سنندج-سیرجان ۱۵۰۰ و پهنای آن ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر است که از باختر دریاچه‌ای ارومیه آغاز می‌شود و در یک راستای شمال باختری-جنوب خاوری تا گسل میناب در شمال بندر عباس ادامه می‌یابد. راستای مستقیم سنندج-سیرجان در فاصله میان دریاچه ارومیه و اسفندقه، به طور محلی نمایانگر سامانه‌ای راستالغز است. در راستای جنوبی این ناحیه گسل‌های مستقیمی وجود دارد که بعضی از آن‌ها نشانگر جابجایی امتداد لغز راستگرد در رسوبات کواترنری می‌باشند.

در زون سنندج-سیرجان، پدیده‌های دگرگونی و ماگماتیسم بسیار رخ داده و پهنه‌های بسیار پویا و ناآرام است. درباره پی‌سنگ پرکامبرین اطلاع دقیقی موجود نیست ولی احتمالاً نوعی پوسته اقیانوسی بوده است. از اواخر پالئوزوئیک پیشین، این زون به حوضه‌ای در حال نشست تبدیل و با نهشته‌های آواری انباشته شده است. به طور کلی زون سنندج-سیرجان دارای یک زمینه ساختاری اصلی است که از پرکامبرین پسین باکافتن آغاز شده و در کوهزایی سیمیرین باوارونگی زمین ساختی پایان یافته و سپس حوضه‌های توربیدیتی مزوزوئیک در تریاس پسین شکل گرفته و در فاز سیمیرین پسین یا لارامید بسته شده است. همه سنگ‌های سنندج-سیرجان را می‌توان در سه واحد زمین ساختی-چینه نگاشتی پرکامبرین پسین- تریاس میانی، تریاس بالایی-کرتاسه و مجموعه ترشیری جای داد.

عمده سنگ‌های محدوده مورد مطالعه شامل افیولیت ملانژهای حاشیه پهنه سنندج-سیرجان می‌شوند که بیشتر مربوط به دوران مزوزوئیک (عمدتاً کرتاسه) می‌باشند. جنبش‌های کوهزایی پس از کرتاسه زیرین سبب چین خوردگی و خروج نهشته‌های ژوراسیک - کرتاسه از آب شده است. در دنباله، این جنبش‌ها سبب پیدایش گودال‌های ژرف میان حاشیه‌ای شمالی و حاشیه جنوبی سنندج-سیرجان شده است. در این گودال افزون بر ته‌نشین شدن نهشته‌های فلیش گونه و سنگ آهکی، سنگ‌های آتشفشانی

اسیدی کرتاسه زیرین (داسیت) و سنگ‌های آتشفشانی حد واسط تا مافیک محدوده مورد مطالعه که در شمال برگه دولت‌آباد و اطراف توده گرانیتهی برونزد دارد نیز پدید آورده است. سرانجام در کرتاسه بر اثر فاز لارامید، گودال (کافت) بسته شده و در دنباله، فشارهای تکتونیکی سبب راندگی پوسته اقیانوسی (سنگ-های اولترامافیک) و رسوبی همراه بر روی هم و مجموعه بالا بر روی نهشته‌های زاگرس شده است.

۲-۴- زمین شناسی منطقه بر اساس نقشه دولت آباد

بخش شمالی محدوده مورد مطالعه در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ بزار و بخش جنوبی آن در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ دولت‌آباد واقع شده است. واحدهای سنگی موجود در ورقه دولت‌آباد عمدتاً شامل سنگ‌های اولترامافیک و کمپلکس آمیزه رنگین سنندج-سیرجان می‌باشد. اولترامافیک‌ها مربوط به پالئوزوئیک و اوایل مزوزوئیک و آمیزه رنگین نیز عمدتاً مربوط به کرتاسه می‌باشد. واحدهای سنگی برگه دولت‌آباد را در دو بخش واحدهای سنگی پهنه زاگرس و پهنه سنندج-سیرجان بررسی می‌کنیم.

۲-۴-۱- واحدهای زون زاگرس

رخنمون واحدهای این بخش به طور کلی در نیمه جنوبی برگه قرار دارند و از قدیم به جدید شامل واحدهای زیر می‌باشد:

الف : پرکامبرین – کامبرین

یک واحد نمکی با سن پرکامبرین – کامبرین در باختر روستای کجغ و جنوب روستای کلان رخنمون دارد، این واحد به صورت دیاپیر واحدهای دیگر رابریده و در هم ریخته و لایه بندی نامنظمی دارد. همبری این واحد با واحدهای مجاور تکتونیزه بوده و دارای سنگ نمک، انیدریت، ژیپس و بلوک‌هایی از سنگ آهک‌های نازک لایه، دولومیت‌های چرت‌دار، ماسه سنگ، شیل ورس، بازالت، ریولیت و تراکیت می‌باشد.

ب : میوسن

یک واحد مارنی با سن میوسن زیرین – میانی و از تناوب مارن-سنگ آهک رسی – مارن خاکستری، ماسه‌سنگ، لایه‌های سنگ‌آهکی پر فسیل در بخش جنوبی نقشه به دلیل چین خوردگی و گسلش، گستردگی وسیعی یافته است. یک واحد آهکی با سن میوسن زیرین با ستبرای حداکثر ۶۵۰ متر قابل مقایسه با آهک گورپی نیز وجود دارد. واحد دیگری با سن میوسن و متشکل از ماسه سنگ، کنگلومرا و مارن می‌باشد. تبدیل سازند مارنی میشان به آجاجاری در این منطقه تدریجی و با آغاز نخستین لایه‌های ماسه‌سنگی درشت دانه و کنگلومرا با ستبرای کم آغاز می‌شود.

ج : پلیوسن

یک واحد کنگلومرایی در جنوب باختری برکه دارای رخنمون است و دارای ستبرای بسیار متغیر بوده و تا بیش از ۱۰۰ متر می‌رسد.

۲-۴-۲- واحدهای زون سنندج-سیرجان

واحدهای این بخش را در ۵ قسمت به طور خلاصه بررسی می‌کنیم:

۱- زون ساختاری تخت خواجه

رخنمون این زون در گوشه شمال باختر برگه، گسترش دارد و به سبب شرایط ویژه رسوبی-آتشفشانی جدای از دیگر بخش‌های زون سنندج - سیرجان بررسی می‌شود. زون تخت خواجه با گسل از سایر بخش‌های برگه جدا شده است. تفاوت رخساره ای در این پهنه به دلیل وجود دو گسل در دو سوی این حوضه است. واحدهای سنگی موجود در این زون ساختاری شامل ۳ واحد مربوط به ژوراسیک - کرتاسه زیرین و ۱ واحد مربوط به کرتاسه می‌باشد.

الف : ژوراسیک - کرتاسه

واحد بزرگتر بیشتر از گدازه‌های بازیک (بازالت) پدید آمده است و در گوشه شمال باختر برگه رخنمون دارد. گدازه‌های حد واسط آندزیتی با حجم کم نیز در این واحد دیده می‌شود. بخشی از بازالت‌ها دگرسان شده و در برخی نقاط شدت دگرسانی به قدری زیاد است که در این سنگ‌ها، اپیدوت و کلریت با حجم به نسبت زیاد، تشکیل شده است. در بخش‌های بالایی این واحد به تدریج لایه‌های سنگ آهکی میکریتی در تناوب با گدازه‌های آندزیتی - بازالتی دیده و بر ستبرای این لایه‌ها به سوی بالا افزوده می‌شود و واحد دیگر که تناوبی از سنگ‌های آهکی و گدازه است پدید می‌آید. واحد دیگر نیز بیشتر از سنگ آهک‌های نازک تا متوسط لایه و بخش کمی گدازه آندزیتی - بازالتی تشکیل شده و در شمال باختر برگه (کوه تخت خواجه) مشاهده می‌شود.

ب : کرتاسه

واحد کرتاسه نیز روی واحد قبلی قرار گرفته و شامل سنگ‌های دولومیتی پر ستبرای، کمی سنگ آهک ماسه‌ای، ماسه سنگ‌های آهکی و در بالاترین بخش سنگ آهک توده‌ای می‌باشد.

۲- حوضه فلیشی مربوط به زون سنندج-سیرجان

حوضه فلیشی مربوط به پهنه سنندج-سیرجان در برکه دولت آباد گسترش زیادی دارد. بخش عمده واحدهای این حوضه از واحدهای فلیشی و سنگهای آهکی با سنهای گوناگون و بخشهای کمی از سنگهای آتشفشانی پدید آمدهاند.

الف : ژوراسیک زیرین

رخمون واحدهای با سن ژوراسیک زیرین که شامل ۴ واحد می باشد که همه جا با دگرگونههای پالئوزوئیک همراه است. واحد زیرین این مجموعه شامل شیل، سنگ سیلتی-ماسه سنگ ریز دانه و درشت دانه، کنگلومرای ریزدانه و کمی لایه های ماسه سنگی-آهکی است که ستبرای آنها دارای تغییرات جانبی و حداکثر در باختر کفه صوغان به ۱۲۰۰ متر می رسد. پس از این دو واحد کربناته با همبری تدریجی روی این واحد قرار گرفته اند. چهارمین واحد، واحدی است که دربرگیرنده واحد قبلی است، در برخی نقاط مخصوصاً در جنوب برکه تفکیک این سه واحد ممکن نمی باشد. بنابراین آنها را در این واحد جدا در نظر گرفته اند.

ب : کرتاسه زیرین

مجموعه کرتاسه زیرین شامل سه واحد است. یکی از این واحدها در میانه خاوری برکه، منطقه شمال روستای چالتان به صورت سنگهای آتشفشانی بیرون زدگی دارد. سنگهای این واحد دارای ترکیب داسیتی می باشد. واحد بعدی بر روی واحد قبلی قرار گرفته و تناوبی از سنگهای سیلتی، ماسه سنگ توفی و لایه های آهکی کم ستبراست.

واحد سوم واحدی کربناته است و با همبری عادی بر روی واحد قبلی قرار گرفته است. در بخش شمالی برکه و در منطقه زاغ دره اثری از فلیش های واحد قبلی که در بالا ذکر شد، نبوده و سنگ آهک-های بلورین و بدون فسیل به رنگ های سفید، سفید مایل به خاکستری و قرمز کمرنگ که بخشی از آمیزه

رنگین است که هم ارز سنگ های واحد سوم است با همبری عادی روی سنگ های آتشفشانی (شمالی ترین واحد که البته اطراف واحد گرانیته، گرانودیوریتی زاغ دره را پوشانده است) جای دارد.

ج : پائوسن - ائوسن

این مجموعه دو واحد است، یک واحد فلیشی و یک واحد کربناته، که رخنمون آنها تنها در بخش شمالی برگه و در منطقه شمیلون و کوه موردلو، مشاهده می شود. واحد فلیشی شامل تناوبی از شیل، ماسه سنگ آهکی و کنگلومرا می باشد. در برخی نقاط این واحد دارای آمیختگی با واحدهای آمیزه رنگین است. همبری زیرین این واحد به واحد کربناته تبدیل شده است. لایه های سنگ آهک، ضخیم لایه تا توده ای است و بخش زیادی از این سنگ آهک ها بلورین شده است.

د : ائوسن

یک واحد فلیشی مربوط به زمان ائوسن در جنوب خاور برگه مشاهده می شود که همبری زیرین آن با واحد آمیزه رنگین به صورت گسله بوده و همبری زیرین آن با واحد فلیشی دیگر عادی می باشد و این واحد در جنوب خاور و باختر برگه در محل همبری دو زون ساختاری سنندج-سیرجان و زاگرس گسترش دارند.

۳- واحدهای دگرگون نشده مربوط به زون آمیزه رنگین

این واحد به طور عمده در شمال، خاور و جنوب خاور برگه مشاهده می شود و از مجموعه ای درهم، شامل نهشته های فلیش گونه کرتاسه زیرین، سنگ های آتشفشانی، آندزیت ها، اسپلیت ها، کراتوفیرها، هیالوکلاست ها، چرت، رادیولاریت ها، شیل های رادیولردار، سنگ آهک های رسی، سنگ آهک های پلاژیک کرتاسه زیرین و رسوبات توریدایت ائوسن، کنگلومرا و بلوک های کوچک از سنگ های اولترامافیک پدیدار شده است. بخشی از سنگ های آهکی پراکنده در این واحد بلورین اند. از سه واحد و یک واحد بزرگتر که به طور کلی مجموعه آمیزه رنگین را شامل می شود، تشکیل شده است. بخشی از محدوده مورد مطالعه (جنوب زاغ دره) نیز شامل یکی از این واحدها می شود. این واحد که گسترش زیادی در شمال برگه دارد

بخشی قابل جدایش از آمیزه رنگین است که از سنگ‌های آتشفشانی، شامل بازالت‌ها، آندزیت، کراتوفیر و هیالوکلاست به همراه کمی از سنگ‌های آهکی پلاژیک، رادیولاریت و شیل‌های رادیولر پدید آمده است که البته بیشترین حجم آن از بازالت (اسپیلیت) تشکیل شده است. یک واحد کربناته نیز بخشی از آمیزه رنگین می‌باشد که بیشتر از سنگ‌های آهکی بلورین و بدون فسیل تشکیل شده است. در منطقه زاغ دره (شمال برگه و محدوده مورد مطالعه) بخشی از این سنگ‌های آهکی، به صورت عادی روی واحد آتشفشانی که در بالا ذکر شد جای گرفته و بخش قابل جدایش را پدید آورده که واحدی دیگر از مجموعه آمیزه رنگین است. این واحد کربناته از سنگ‌های آهکی پلاژیک که بخش عمده آن بلورین است پدید آمده و ستبرای آن در این منطقه به ۳۵۰ متر می‌رسد.

۴- واحدهای دگرگونی مربوط به زون سنندج-سیرجان

در پیرامون کفه صوغان دو مجموعه دگرگونی با سن‌های گوناگون گسترش دارد. بخش قدیمی‌تر به نام مجموعه آبشور-سرگز و بخش دیگر به نام مجموعه دگرگونه آشین نامگذاری شده است.

الف: واحدهای دگرگون شده آبشور-سرگز

دگرگونه‌های این منطقه دارای دو بخش اصلی اند الف: بخش تحتانی به نام مجموعه آبشور با درجه دگرگونه بالاتر و شامل دو واحد که یکی از آن‌ها بطور عمده از آمفیبولیت و کمی گنایس تشکیل شده و از دگرگونی سنگ‌های مافیک و اولترامافیک پدید آمده‌اند. واحد دیگر از مرم‌های پر ستبرای حاصل از دگرگونی سنگ‌های آهکی پدید آمده است.

ب: بخش بالایی این مجموعه در این منطقه به نام سرگز از سه واحد تشکیل شده است. واحد اول بیشتر از آمفیبولیت حاصل از دگرگونی سنگ‌های آذرین و کمی شیست‌های سبز و میکا شیست پدیدآمده است. واحد دوم بیشتر از سنگ‌های آهکی نازک لایه حاصل از دگرگونی سنگ‌های آذرین و کمی شیست-های سبز و میکا شیست پدید آمده است. واحد دوم بیشتر از سنگ‌های آهکی نازک لایه دگرگونه و مرم‌ر و بخش کمی از شیست‌های سبز، میکا شیست و اسلیت پدید آمده است.

واحد بعدی نیز از شیست‌های سبز، سربیسیت شیست‌ها، گنیس‌ها کالک شیست‌ها و اسلیت‌ها تشکیل شده است.

ب : مجموعه دگرگونه آشین

واحدهای مجموعه دگرگونه آشین در این برگه دارای گسترش زیادی است. رخنمون این واحدها در شمال تا شمال باختری کفه صوغان، جنوب کفه دولت‌آباد، کوه باغ چنار و کوه شاه‌احمدی، در جنوب برگه مشاهده شده است. ستبرای این واحدها به سبب تکتونیک فعال منطقه و گسل خوردگی بسیار متغییر بوده و در باختر کفه صوغان تا ۵۰۰ متر می‌رسد. این مجموعه شامل مخلوطی تکتونیکی از گلوکوفان شیست، سرپانتینیت، میکاشیست، مرمر، کالک شیست، آمفیبولیت و اکلوزیت است. همبری این واحدها با واحدهای مجاور همه جا تکتونیزه است. در شمال باختر کفه صوغان این واحدها با همبری گسله بر روی پیکره‌های اولترامافیک - مافیک و نیز با همبری گسله در کنار دیگر واحدهای آمیزه رنگین جای دارند. این مجموعه شامل ۵ واحد است که بیشتر در شمال خاور و جنوب خاور برگه رخنمون دارند.

۵- سنگ‌های آذرین

الف) تریاس بالا- ژوراسیک زیرین (گابرو)

در منطقه سیخوران و نیز آبشویی در شمال خاور برگه دو توده گابرویی و در باختر دشت صوغان نیز توده کوچکی از این واحد رخمون دارد. این توده گابرویی در منطقه صوغان اولترامافیک‌ها را قطع کرده و در دگرگونه‌های سرگز و آبشویی نفوذ نموده، همچنین سبب واکنش‌های متاسوماتیک بین مذاب و پریدوتیت‌ها گشته و اثرات تبلور مجدد آن، در سنگ‌های پیرامون گابروهای لایه‌ای و اولترامافیک‌ها مشاهده می‌شود و نیز این گابرو در داخل مرمهرهای کمپلکس سرگز آبشور سبب ایجاد اسکارن شده است.

ب) تریاس- ژوراسیک میانی (پلاژیوگرانیت)

در منطقه شمال خاوری دشت صوغان، بیرونزگی سنگ‌های اسیدی (گرانیتی) گسترش دارد. هر چند که همبری این سنگ‌ها با سنگ‌های دگرگونه پیرامون خود، گسله است، اما مشاهدات صحرائی نشان می‌دهد که شاخه‌های فرعی از سنگ‌های گرانیتی، به صورت دایک، دگرگونه‌ها را بریده و نیز زینولیت‌هایی از دگرگونه‌ها، داخل سنگ‌های گرانیتی دیده شده است.

ج) سنگ‌های آندزیت بازالت و بازالت دگرسان شده

در چندین نقطه در سطح برگه به ویژه منطقه زاغدره سنگ‌های آتشفشانی (آندزیت بازالت - بازالت) مجموعه آمیزه رنگین، احتمالاً با سن کرتاسه بالایی تحت تاثیر محلول‌های کانه‌ساز، دگرسان شده با گسترش کم در جنوب محدوده مورد مطالعه برونزد دارد.

۶- سنوزوئیک (تونالیت زاغدره)

در محدوده مورد مطالعه (زاغدره) دو آپوفیز کوچک از سنگ‌های آذرین اسیدی، دارای بیرونزدگی است که در نقشه دولت آباد به نام گرانیتی و گرانودیوریتی نامگذاری شده است.

به احتمال، تشکیل دگرسانی‌های گسترده و نیز تشکیل کانی‌های ثانویه کوارتز در سنگ‌های حدواسط و بازیک منطقه زاغدره و همچنین گسترش رگچه‌ها و رگه‌های اکسید آهن در سنگ‌های منطقه، به سبب نفوذ توده تونالیتی و تشکیل محلول‌های دگرسانی کانسار ساز، آن توده است. سنگ‌های این توده بیشتر دارای بافت گرانولار و گاه گرافیکی و پرتیتی هستند. سن توده نفوذی به سبب دگرسان کردن سنگ‌های حدواسط و بازیک آمیزه رنگین، کرتاسه زیرین به بعد است.

فصل سوم

مطالعات زمین‌شناسی - معدنی

۳-۱- مقدمه

۳-۲ سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی منطقه

۳-۳ توده‌های نفوذی و ساب و لکانیک

۳-۴ تکتونیک و زمین‌شناسی ساختاری محدوده گرانیته شمالی-زاغدره و چاه زاغو

۳-۵ دگرسانی گرمایی

۳-۶ بحثی در مورد توده‌های نفوذی و ساب و لکانیک و ارتباط آن‌ها با کانی‌سازی

۳-۷ بررسی پوشش شسته شده کانسار

۳-۸ کانی‌سازی

۳-۱- مقدمه

براساس مطالعات صحرایی در محدوده گرانیت شمالی واقع در منطقه زاغدره صوغان و چاه زاغو مجموعه رسوبی - آتشفشانی در کمپلکس آمیزه رنگین به سن کرتاسه که عمدتاً متشکل از سنگ‌های آتشفشانی، پیروکلاستیک‌ها، توف و سنگ‌های رسوبی است، مورد نفوذ توده‌های نفوذی و ساب ولکانیک متعددی قرار گرفته است که در این مبحث به شرح واحدها و دگرسانی‌ها می‌پردازیم. در شکل ۳-۱ نمایی از مناطق گرانیت شمالی و چاه زاغو مشاهده می‌شود.

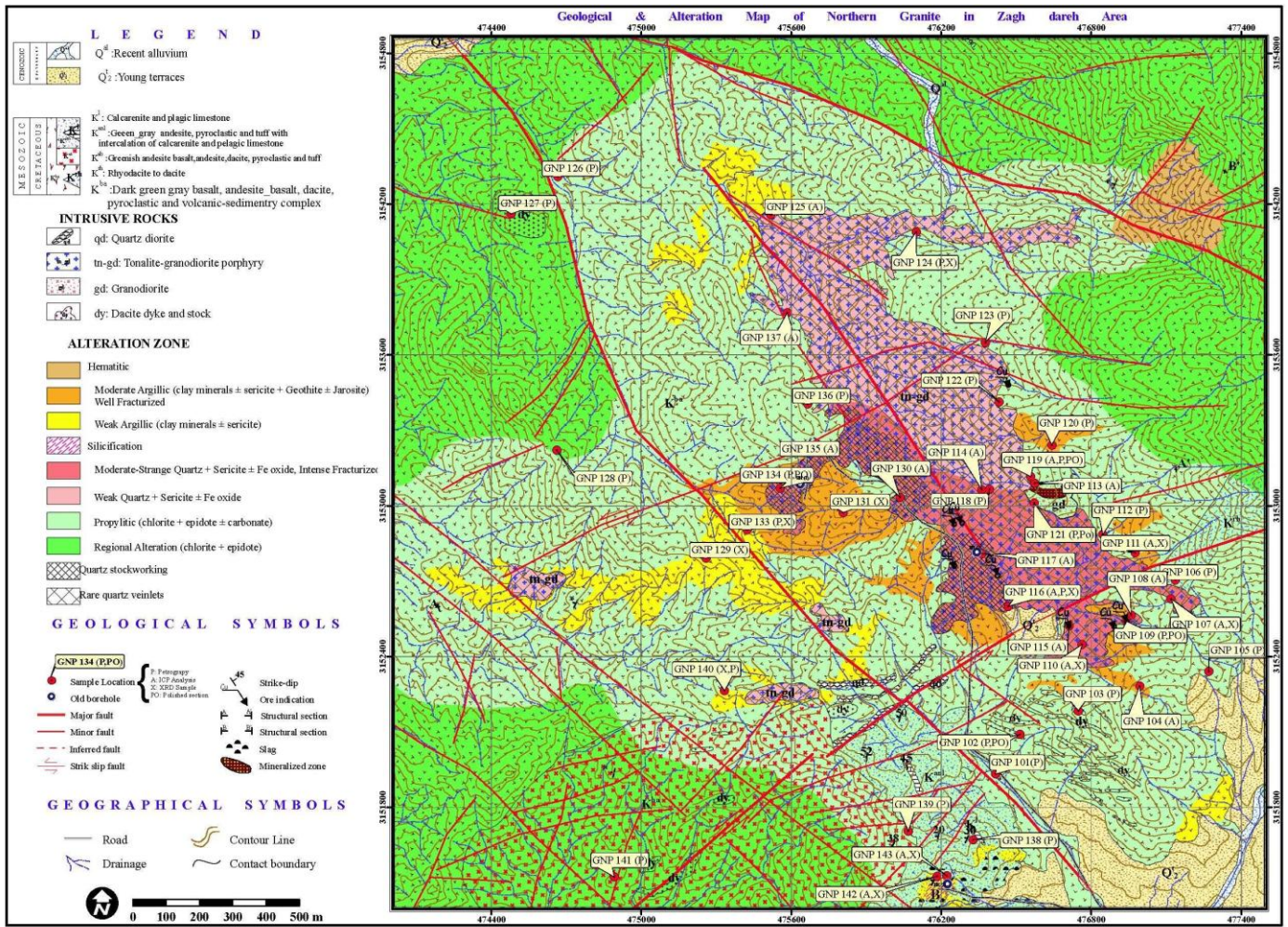


شکل ۳-۱- نمایی از منطقه گرانیت شمالی (تصویر بالا - دید به سمت شمال) و

چاه زاغو (تصویر پایین- دید به سمت شمال خاور)

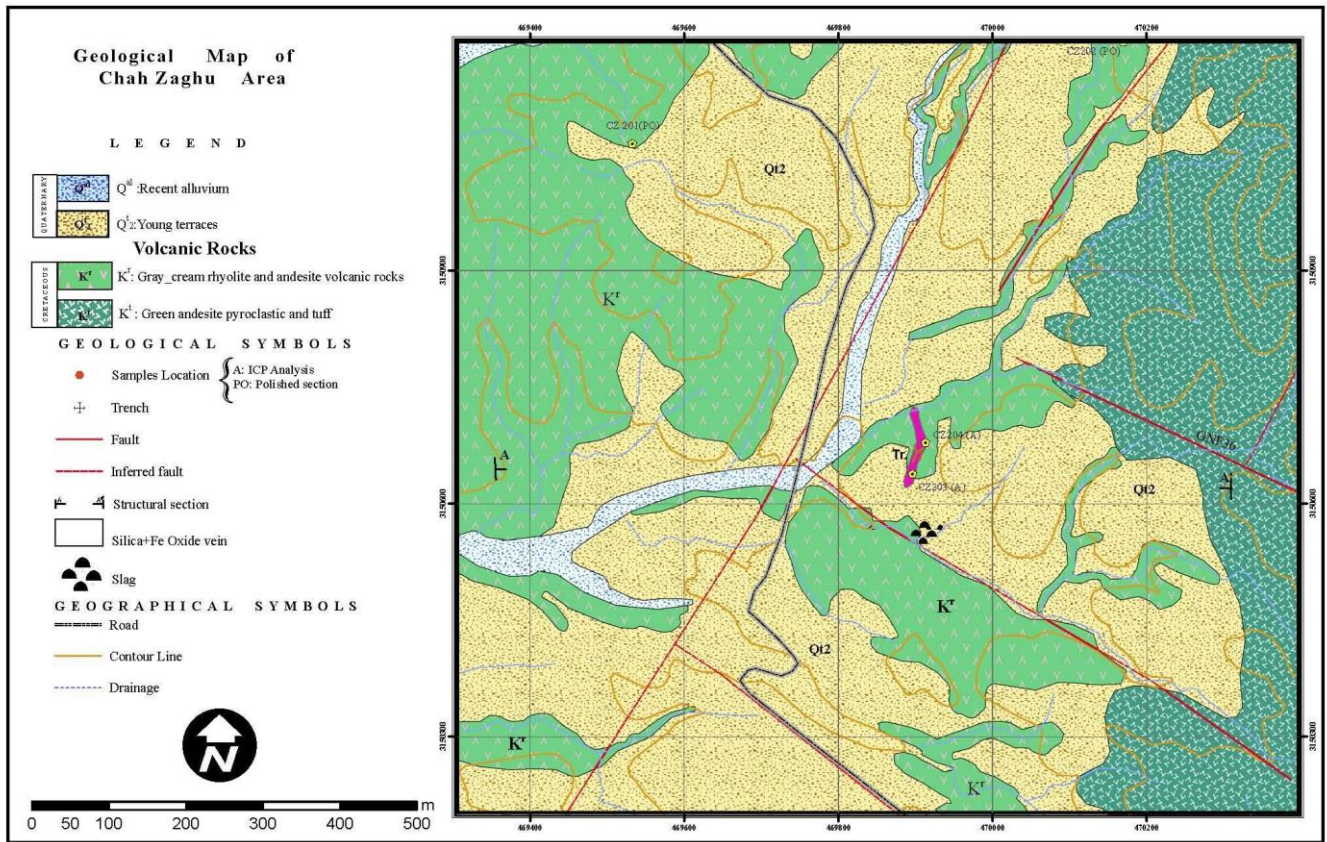
به دلیل عدم وجود کانی‌سازی و دگرسانی قابل توجه در منطقه چاه زاغو در این مبحث عمدتاً به شرح نقشه گرانیت شمالی زاغدره می‌پردازیم و در صورت لزوم واحدهای سنگی و دگرسانی منطقه چاه زاغو نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. نقشه‌های ۳-۱ و ۳-۲ به ترتیب نقشه نهایی تهیه شده برای مناطق گرانیت شمال زاغدره و چاه زاغو را نمایش می‌دهند. لازم به توضیح است برای نقشه توپوگرافی پایه از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵,۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شده است.

نقشه ۱-۳: نقشه زمین شناسی- معدنی گرانیت شمالی منطقه زاغدره



نقشه ۱-۳: نقشه زمین شناسی- معدنی منطقه گرانیت شمالی زاغدره

نقشه ۲-۳: نقشه زمین شناسی - معدنی منطقه چاه زاغو



نقشه ۲-۳: نقشه زمین شناسی - معدنی منطقه چاه زاغو

۲-۳ سنگ های آتشفشانی و رسوبی منطقه

۱-۲-۳- مجموعه آتشفشانی - رسوبی کرتاسه

همانطور که اشاره شد مجموعه سنگ‌های آتشفشانی - رسوبی و بخشی از سنگ‌های نفوذی منطقه به زون آمیزه افیولیتی متعلق به کوهزایی آلپ پایانی می‌باشد. این مجموعه متشکل از سنگ‌های حدواسط تا مافیک می‌باشد که دارای ترکیب آندزیت، آندزی بازالت و بازالت می‌باشد که در نقشه حاضر به دو بخش متمایز تقسیم گردیده است. اگرچه برونزدهایی از آهک پلاژیک و رسوبات در منطقه مشاهده می‌شود، ولی اغلب به دلیل ضخامت کم آن‌ها در مقیاس ۱ : ۵۰۰۰ قابل تفکیک نمی‌باشند و لذا به عنوان بخشی از سکانس سنگ‌های آتشفشانی - رسوبی آورده شده است.

باتوجه به این که مجموعه آتشفشانی-رسوبی منطقه مربوط به کمپلکس آمیزه رنگین کرتاسه می‌باشد، لذا علائم انتخاب شده در نقشه با پیشوند k نامگذاری شده است. بدین ترتیب به‌طور مثال مجموعه سنگ‌های آتشفشانی و پیروکلاستیکی بازالت، آندزیت بازالت و داسیت با علامت K^{ba} آورده شده است.

۱-۱-۲-۳- مجموعه سنگ‌های آتشفشانی و پیروکلاستیک‌های سبز تیره تا خاکستری تیره

بازالت، آندزیت بازالت و داسیت کرتاسه K^{ba}

K^{ba} : Dark green-gray basalt, andesite- basalt, dacite, pyroclastic and volcanic-sedimentry Complex

این مجموعه بخش اعظم نقشه حاضر را می‌پوشاند و قدیمی ترین واحد برونزد یافته در نقشه می‌باشد. کمپلکس آندزی بازالتی و بازالتی که متشکل از پیروکلاستیک‌ها، توف‌ها، جریان‌های آتشفشانی و برش ولکانیکی می‌باشد و ارتفاعات خشنی در شمال باختری و شمال خاوری نقشه را تشکیل می‌دهد. این مجموعه به دلیل وجود کانی‌های سبز کلریت و اپیدوت دارای رنگ سبز تیره می‌باشد. از دیگر ویژگی‌های این واحد وجود ساخت‌های منشوری در بازالت‌ها و گدازه‌های بالشی در مجموعه می‌باشد که در شکل ۳-۳ تصویر گدازه‌های بالشی و ساخت‌های منشوری مشاهده می‌شود. این مجموعه دارای بافت

میکرولیتی پورفیری، پورفیری و جریان‌ی است و از کانی‌های پیروکسن، اولیوین تشکیل شده است. این مجموعه دارای کانی‌های حاصل از دگرسانی کلریت و کربنات می‌باشد که حاصل از دگرسانی ناحیه‌ای سنگ‌ها و نفوذ توده ساب‌ولکانیک می‌باشد.



شکل ۳-۲- الف - پیروکلاستیک‌های داسیت، آندزیت بازالتی و بازالتی (تصویر بالا سمت راست)

ب - برش ولکانیک (تصویر بالا سمت چپ)

ج- رخنمون واحدهای آهک پلاژیک (تصویر پایین سمت راست)

د - ندول‌های آهکی در آهک‌های پلاژیک (تصویر پایین سمت چپ)



شکل ۳-۳ الف - تصویر ساخت های بالشی (مختصات $x=474890, y=3151520$) (تصویر سمت راست)

ب - تصویر ساخت های منشوری (مختصات $x=476420, y=3152016$) (تصویر سمت چپ)

از دیگر ویژگی های این مجموعه وجود ژاسپیروئیدهای به رنگ قرمز جگری که اغلب پرکننده درز و شکاف (شکل ۳-۴) هستند، می باشد. همینطور وجود ندول های پر شده توسط اپیدوت و گاه سیلیس نیز از خصوصیات دیگر این مجموعه می باشد (شکل ۳-۴).



شکل ۴-۳ الف - ژاسپیروئیدهای پرکننده درز و شکاف در منطقه گرانیته شمالی

(تصویر سمت راست به مختصات $x=476510, y=3152150$)

ب - ندول های پر شده توسط اپیدوت (تصویر سمت چپ به مختصات $x=476490, y=3153090$)

۳-۲-۱-۲- مجموعه پیروکلاستیک و توفهای آندزیت بازالتی، آندزیتی و داسیتی سبزرنگ

کرتاسه K^{ab}

K^{ab} : Greenish andesite basalt, andesite, dacite, pyroclastic and tuff

این مجموعه عمدتاً دارای اجتماع سنگ‌های آندزیت بازالت تا آندزیت و داسیت مشخص می‌باشد که در بخش جنوب و جنوب باختری نقشه برونزد دارد. ویژگی این بخش وجود لایه‌بندی واضح در سنگ‌های پیروکلاستیکی و توفها می‌باشد. به‌طور کلی امتداد لایه‌بندی بهم ریختگی دارد ولی روند شمال باختری- جنوب باختری از روندهای قالب در منطقه می‌باشد. ندرتاً ساخت‌هایی چون بازالت‌های بالشی نیز دیده می‌شود. درون این مجموعه چند دایک با ترکیب داسیت نفوذ نموده است که می‌توان گفت روند کلی خاوری-باختری دارند. نفوذ این دایک‌ها باعث بهم ریختگی و تغییر روندهای اولیه شده است.

بافت سنگ‌ها عمدتاً پورفیری و پورفیری میکرولیتی است و دارای کانی‌های پلاژیوکلاز، پیروکسن، اولیوین می‌باشند. سنگ‌های این مجموعه نیز دگرسانی کلریتی-کلسیتی با شدت کم را تجربه نموده‌اند. شکل ۳-۵- الف- لایه‌بندی سنگ‌های پیروکلاستیکی در مجموعه اخیر را نمایش می‌دهد.

۳-۲-۱-۳- مجموعه سنگ‌های آتشفشانی-رسوبی سبز تا خاکستری پیروکلاستیک و توف

آندزیتی به‌همراه کالک آرنالیت و سنگ آهک پلاژیک کرتاسه (K^{an-l})

K_{an-l} : Green-gray andesite, pyroclastic and tuff with intercalation of Calc arenite and pelagic limestone

این مجموعه در جنوب نقشه زاغدره برونزد دارد و عمدتاً با سنگ‌های آندزیتی مشخص می‌شود. وجود لایه‌های رسوبات کربناته و کالک آرنایت از مشخصه‌های این مجموعه می‌باشد که دارای ضخامتی در حدود ۳ متر می‌باشند. یک نمونه از این سنگ‌ها در مطالعات پتروگرافی به نام لیت کالک آرنایت نامگذاری شده است. مقداری اکسید آهن ناشی از هوازدگی پیریت در آنها قابل مشاهده است. رسوبات دارای رنگ گرم

تا سفید می‌باشند و بدون فسیل بوده ولی ندول‌هایی از جنس خود سنگ آهک می‌باشند. شکل ۳-۶-ب- برونزد رسوبات کربناته در میان مجموعه K^{anl} را نشان می‌دهد.

۳-۲-۲- آبرفت‌های کواترنری

در نقشه حاضر رسوبات آبرفتی کواترنری به دو دسته تقسیم شده‌اند، گروه اول تراس‌های آبرفتی جوان هستند که بر روی تپه‌های مناطق حاشیه جنوب خاوری مشاهده می‌شوند و متشکل از ضخامت ناچیزی از رسوبات (حدود ۵ تا ۱ متر) از قطعات مختلف سنگ بستر می‌باشند. این رسوبات با علامت Q_2^t نشان داده شده‌اند. رسوبات آبرفتی جوان حاشیه رودخانه‌های اصلی نیز از دیگر رسوبات آبرفتی منطقه می‌باشند که حاصل از فرسایش سنگ‌های بالادست می‌باشند. این رسوبات با علامت Q^{al} نمایش داده شده‌اند.

۳-۲-۳- سنگ‌های رسوبی و آتشفشانی منطقه چاه زاغو

در این منطقه نیز بخش زیادی از منطقه توسط مجموع رسوبی-آتشفشانی کرتاسه پوشیده شده و همین‌طور به دلیل پست بودن بر روی تپه ماهورها، خاک تشکیل شده است و رسوبات آبرفتی کواترنری بخش زیادی از منطقه را پوشانیده‌اند. مجموعه رسوبی-آتشفشانی مربوط به زمان کرتاسه می‌باشند و با علامت K نمایش داده شده‌اند.

۳-۲-۳-۱- مجموعه پیروکلاستیکی و توف‌های آندزیتی سبزرنگ (K^t)

K^t : Green andesite pyroclastic and tuff

این مجموعه در نقشه چاه‌زاغو به علامت K^t نمایش داده شده است. این مجموعه به صورت سنگ‌های پیروکلاستیکی، توف و برش‌های ولکانیکی در بخش مرکزی و باختری منطقه برونزد دارد. وجود لایه‌بندی از دیگر مشخصه‌های این مجموعه می‌باشد. به‌ندرت درون این مجموعه بازالت‌های بالشی نیز مشاهده می‌شود. در شکل ۳-۵- لایه‌بندی، برونزد و ساخت‌های گدازه بالشی این مجموعه نمایش داده شده‌است.

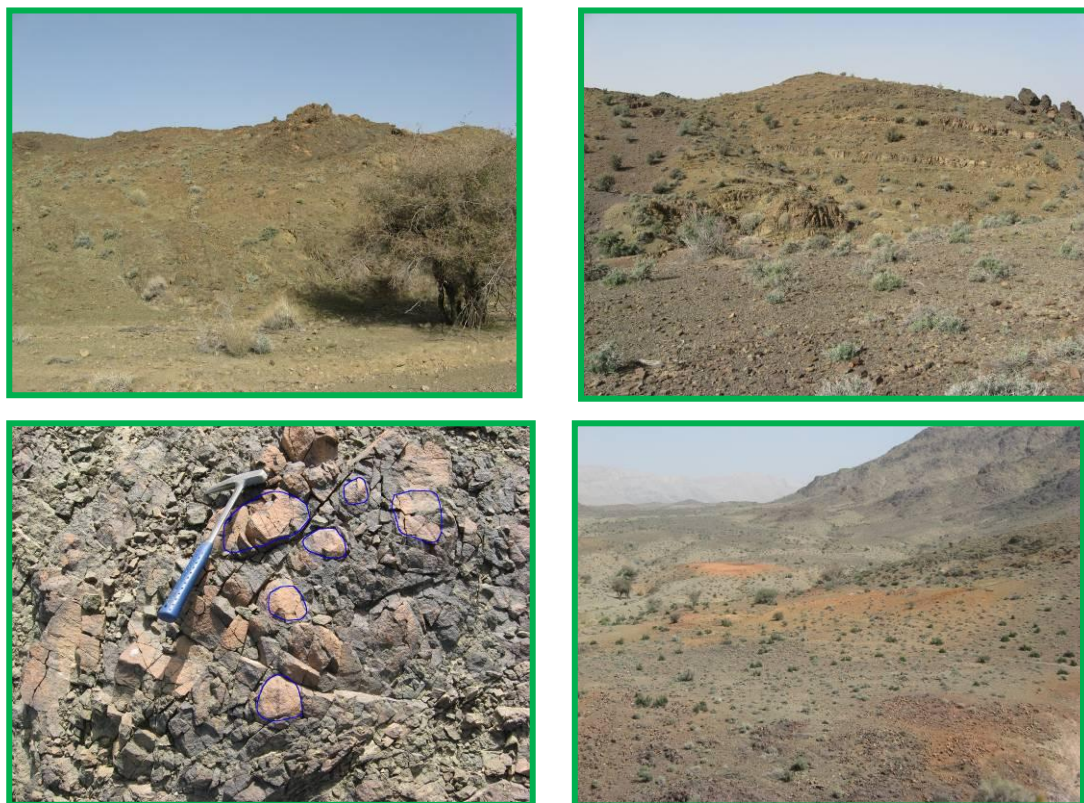
براساس مطالعه مقاطع نازک نمونه برداشت شده از این مجموعه لیتیک کریستال توف آندزیتی آهکی می‌باشد که دارای دگرسانی کلریتی-کلسیتی است. این مجموعه دارای بافت کلاستیک می‌باشد و دارای ترکیب تراکیتی-تراکیتی آندزیتی هستند.

۳-۲-۲-۳- مجموعه سنگ‌های آتشفشانی ریولیتی و آندزیتی خاکستری تا کرم‌رنگ (K^T) **K^T : gray-cream rhyolite and andesite volcanic rocks**

این مجموعه در بخش خاوری نقشه چاه زاغو برونزد دارد. دارای رنگ خاکستری تا کرم‌رنگ می‌باشد و متشکل از مجموعه سنگ‌های آتشفشانی ریولیتی و آندزیتی می‌باشد که دارای بافت پورفیری، گلوموفیری و میکروگرانولار می‌باشد. یک نمونه از این منطقه نشان‌دهنده ترکیب ریولیتی برای محل نمونه‌برداری می‌باشد. شکل ۳-۵- برونزد این مجموعه را نشان می‌دهد.

۳-۲-۳- رسوبات آبرفتی کواترنری (Q_2^t, Q^{al})

در این منطقه نیز مشابه رسوبات آبرفتی نقشه زاغدره، رسوبات به دو بخش تراس‌های جوان و رسوبات رودخانه‌ای قابل تقسیم می‌باشد. رسوبات آبرفتی تراس‌های جوان به صورت قشر نازکی از خاک روی رخنمون‌های سنگی بالادست نقشه در بستر رودخانه مشاهده می‌شوند.



شکل ۳-۵- الف - لایه بندی در مجموعه ولکانیکی رسوبی منطقه چاه زاغو (بالا سمت راست)

ب - برش های ولکانیکی در منطقه چاه زاغو (بالا سمت چپ)

ج - ساخت گدازه های بالشی (پایین سمت راست)

د - نمایی از ولکانیک های ریولیتی، منطقه چاه زاغو (پایین سمت چپ)



شکل ۳-۶- الف - لایه بندی سنگ های پیروکلاستیکی در مجموعه ولکانیکی رسوبی (تصویر سمت راست)، لایه های آهک پلاژیک

(تصویر سمت چپ به مختصات $x=476330$, $y=3151670$)

۳-۳- توده‌های نفوذی و ساب ولکانیک

توده‌های نفوذی و ساب ولکانیک متعددی به درون مجموعه های ولکانیکی - رسوبی مذکور نفوذ نموده‌اند و باعث دگرسانی و کانی‌سازی شده‌اند. برخی از این توده‌ها با کانی‌سازی و دگرسانی ارتباطی ندارند و برخی دیگر با این فرایندها مرتبط می‌باشند.

۳-۳-۱- دایک‌های داسیتی

دایک‌های داسیتی در جنوب خاوری نقشه به درون مجموعه ولکانیکی - رسوبی نفوذ نموده‌اند این دایک‌ها دارای روند عمومی خاوری - باختری می‌باشند و اغلب به دلیل اینکه در مقابل فرسایش مقاومت بیشتری داشته‌اند، اغلب برونزدهای مشخصی را بر روی ستیغ‌ها تشکیل می‌دهند. در شکل ۳-۷ برونزد این سنگ‌ها در منطقه جنوب خاوری نقشه مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد این دایک‌ها بخشی از سکانس آمیزه رنگین در منطقه می‌باشند. به ندرت در برخی از این دایک‌ها فنوکریست‌های کوارتزی نیز مشاهده می‌شود.

چندین دایک با ترکیب داسیتی به درون مجموعه ولکانیکی - رسوبی جنوب باختری نقشه نفوذ نموده است و به نظر می‌رسد که این دایک‌ها نیز بخشی از سکانس آمیزه رنگین می‌باشند. این دایک‌ها دارای رنگ سبز روشن تا خاکستری روشن می‌باشند و بافت پورفیری دارند. دو توده به صورت آپوفیز یا استوک-های داسیتی نیز در جنوب باختری نقشه مشاهده می‌شوند که احتمالاً منشاء یکسانی با دایک‌ها دارند.



شکل ۳-۷-الف- تصویر برونزد دایک‌های داسیتی در سنگ‌های ولکانیکی - رسوبی در جنوب خاوری منطقه

(تصویر سمت راست)

ب- تصویر برونزد دایک‌های داسیتی درون مجموعه سنگ‌های ولکانیکی - رسوبی

(تصویر سمت چپ)

۳-۳-۲- توده گرانودیوریتی

این توده در بخش مرکزی نقشه در حاشیه خاوری توده تونالیتی-گرانودیوریتی و در ارتفاع بالایی برونزد دارد. این توده با فنوکریست‌های کوارتزی و پلاژیوکلاز و رنگ سبز مشخص می‌گردد و ناحیه کوچکی را اشغال می‌کند.

۳-۳-۳- توده تونالیتی-گرانودیوریتی

این توده بزرگترین توده نفوذی منطقه می‌باشد که به درون مجموعه ولکانیکی-رسوبی کرتاسه نفوذ نموده است و مشخصاً باعث دگرسانی در سنگ‌های در برگیرنده شده است. از ویژگی‌های نمونه‌های دستی این توده وجود فنوکریست‌های کوارتزی می‌باشد (شکل ۳-۹). در شکل ۳-۸ نمایی از بخش شمال این توده مشاهده می‌شود. اگر چه در برخی نقاط بالای تپه‌ها و ارتفاعات سنگ‌های ولکانیکی می‌باشند ولی توده تونالیتی-گرانودیوریتی در بخش‌های پایین حضور دارد و گاه استفاده از عکس‌های هوایی مشکل می‌باشد و برای ترسیم مرزها عمدتاً از پیمایش‌ها و برداشت توسط GPS استفاده شده است. در شکل‌های

شماره ۳-۱۰ نفوذ توده تونالیتی-گرانودیوریتی به درون مجموعه ولکانیکی و دگرسانی حاصل از آن مشاهده می شود.

ویژگی بارز دیگر این توده وجود سیلیس بالا در نقاط سقف توده بوده است، به خصوص اینکه در اغلب نقاطی که توده برونزد دارد رگچه های سیلیسی که اغلب از رگچه های شیری است ولی نابارور می باشد.



شکل ۳-۸- برونزد توده تونالیتی-گرانودیوریتی در منطقه گرانیت شمالی زاغدره (دید به سمت خاور تا شمال)



شکل ۳-۹- الف- فنوکریست های کوارتزی توده تونالیتی-گرانودیوریتی (تصویر سمت راست)

ب - بافت های استوک ورکی در توده تونالیتی- گرانودیوریتی (تصویر سمت چپ)



شکل ۳-۱۰-الف - نفوذ توده تونالیتی-گرانودیوریتی به درون مجموعه ولکانیکی رسوبی و دگرسانی حاصل از آن

(تصویر سمت راست به مختصات $x=475600$, $y=3152890$)

ب- نفوذ توده و رخنمون آن در حاشیه رودخانه شمالی منطقه (تصویر سمت چپ - دید به سمت باختر)

۳-۳-۴- دایک‌های کوارتز دیوریتی

سه دایک با ترکیب کوارتز دیوریتی در حاشیه باختری توده تونالیتی-گرانودیوریتی به صورت تقریباً موازی مشاهده می‌شود که احتمالاً فاز تأخیری همان توده می‌باشند. در منطقه چاه زاغو هیچ توده نفوذی یا ساب‌ولکانیک برونزد ندارد.

۳-۳-۵- بررسی نتایج مطالعات پتروگرافی مقاطع نازک

تعداد ۲۶ نمونه به منظور تهیه مقطع نازک از مناطق مورد مطالعه برداشت گردید که از این تعداد دو نمونه به منظور بررسی سنگ‌شناسی منطقه چاه زاغو بوده و مابقی از منطقه گرانیت شمالی برداشت گردید. بررسی نمونه‌ها نشان می‌دهد که سنگ در برگیرنده کانی‌سازی منطقه عمدتاً از نوع تراکی آندزیت، داسیت تا بازالت می‌باشد که این امر با مطالعات صحرایی نیز انطباق دارد. دایک‌های مجموعه ولکانیکی از جنس داسیت می‌باشد. هر دوی مجموعه ولکانیکی - رسوبی دارای اجتماع کانی‌های دگرسانی پروپلیتیک می‌باشند.

دو نمونه برداشت شده از توده پورفیری منشاء کانی‌سازی، دارای ترکیب تونالیتی تا گرانودیوریتی می‌باشند. این توده با دارا بودن فنوکریست‌های کوارتز مشخص می‌شود. این توده با دارا بودن کانی سریسیت بعنوان کانی شاخص دگرسانی کوارتز-سریسیتی در مقطع مشخص می‌باشد.

دو نمونه برداشت شده از مجموعه ولکانیکی و پیروکلاستیکی از جنس توف آندزیتی و بازالت می‌باشد.

جدول ۳-۱: نتایج پتروگرافی مقاطع نازک

شماره نمونه	سنگ	دگرسانی
GNP 101	داسیت	آلکالی + پروپلیتیک (کم تا متوسط)
GNP 102	داسیت	پروپلیتیک (کم تا متوسط)
GNP 103	داسیت-ریوداسیت	کلریتی (متوسط)
GNP 105	داسیت	کلریتی (متوسط)
GNP 106	داسیت-ریوداسیت	کلریتی (متوسط تا زیاد)
GNP 112	آندزیت	آلکالی - پروپلیتیک
GNP 116	تونالیت	سریسیتی
GNP 118	تونالیت-گرانودیوریت	سریسیتی
GNP 119	توف داسیتی	کلریتی (کم)
GNP 120	آندزیت	کلریتی (زیاد)
GNP 121	تونالیت-گرانودیوریت	آلکالی-سریسیتی-کلریتی
GNP 122	داسیت	کلریتی-سریسیتی (کم تا متوسط)
GNP 123	تراکی آندزیت	پروپلیتیک (متوسط تا زیاد)
GNP 124	داسیت	کانی‌های رسی - سیلیسی
GNP 126	داسیت	کلریتی (متوسط)
GNP 127	داسیت	کلریتی-سریسیتی
GNP 128	بازالت	کلریت کربناتی
GNP 133	تراکی آندزیت	آرژلیک
GNP 134	تونالیت	سریسیتی زیاد
GNP 136	بازالت	کلریتی-کربناتی
GNP 138	لیت کالک آرنایت	

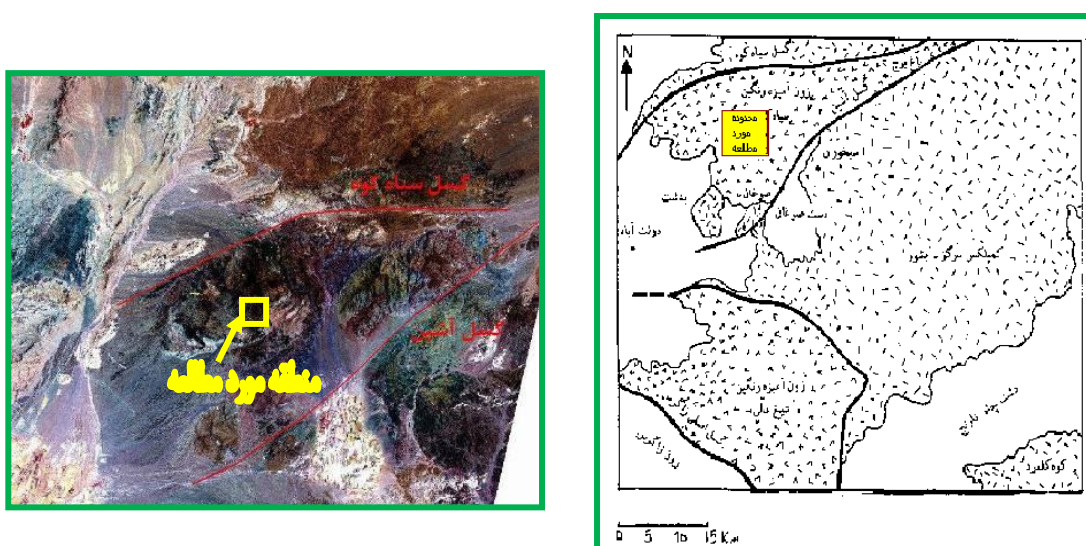
شماره نمونه	سنگ	دگرسانی
GNP 139	داسیت	پروپلئیتیک (کم تا متوسط)
GNP 141	آندزی بازالت	کلریتی (کم)
GNP 201	توف آندزیتی	نا دگرسان
GNP 202	ریولیت	نا دگرسان
GNP 109	داسیت	آکالی + پروپلئیتیک (خفیف)

۳-۴ تکتونیک و زمین شناسی ساختاری محدوده گرانیته شمالی-زاغدره و چاه زاغو

منطقه مورد مطالعه در یک زون ساختاری فعال و پیچیده قرار گرفته است که محل برخورد روندهای ساختاری مهم ایران زمین است. در این منطقه روندهای شمال باختری- جنوب خاوری زاگرس و سنندج سیرجان، روندهای شمالی-جنوبی گسل زندان و روندهای شمال خاوری-جنوب باختری ایران مرکزی به هم آمیخته و تکتونیک پیچیده‌ای ایجاد نموده‌اند.

با بررسی تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های زمین‌شناسی و عکس هوایی منطقه مشخص گردید در مقیاس ناحیه‌ای روندهای شمال باختری - جنوب باختری منطبق بر روند تراست اصلی زاگرس مهمترین روندهای ناحیه‌ای می‌باشند. در مقیاس بزرگتر منطقه آمیزه رنگین مورد نظر در میان دو گسله کوچکتر کمانی سیاه کوه و آشین با روند شمال خاوری - جنوب باختری که در سمت شمال روند عمومی خاوری - باختری پیدا می‌کنند، قرار دارد. گسل بزرگ آشین معکوس بوده و دارای روند تقریبی N70E می‌باشد. این گسل مجموعه آمیزه رنگین سیاه کوه را بر روی توده اولترامافیک-مافیک رانده است (قاسمی، ح، ۱۳۷۹) و دارای حرکت چپگرد می‌باشد. گسل سیاه کوه با روند تقریباً خاوری- باختری، گسل معکوسی با مولفه چپگرد می‌باشد. شکل ۳-۱۱- الف نقشه ساده زمین‌شناسی منطقه اسفندقه را با موقعیت منطقه مورد مطالعه نمایش می‌دهد و شکل ۳-۱۱- ب موقعیت این گسل‌ها بر روی تصویر ماهواره‌ای لند ست ۷ با ترکیب بانوی ۵۳۱ را نمایش می‌دهد.

در مقیاس نقشه ۱:۵۰۰۰ گرانیتهای شمالی به نظر می‌رسد مهم‌ترین روندهای شمال باختری - جنوب خاوری می‌باشند که مهم‌ترین آن‌ها گسل GNF1 نامگذاری شده است که از دره اصلی عبور می‌نماید. گسل GNF2 نیز از دره دیگری که تونالیتی - گرانودیوریتی در آن برونزد یافته است عبور می‌کند و احتمالاً در بالاآمدگی و برونزد توده تونالیتی - گرانودیوریتی نقش اصلی داشته است. این دو گسل دارای عملکرد نرمال بوده و لذا در امتداد آن‌ها بازشدگی و جایگزینی توده صورت گرفته است. لذا به نظر می‌رسد روند NW-SE در برونزد سنگ‌های نفوذی نقش اصلی را دارا می‌باشد. گسلی با نام GNF5 نیز در بالاآمدگی سنگ‌ها نقش اساسی داشته است.



شکل ۳-۱۱- الف- نقشه ساده زمین‌شناسی منطقه اسفندقه از سبزه‌های (۱۹۷۴) با کمی تغییر (تصویر سمت راست)، ب- موقعیت گسل‌های آشین و سیاه کوه بر روی تصویر ماهواره‌ای لندست (تصویر سمت چپ).

روند مهم دیگر روند عمومی N60E می‌باشد که کنترل‌کننده دگرسانی می‌باشد. دو گسل GNF7 و GNF25 مهم‌ترین گسل‌های کنترل‌کننده دگرسانی در حاشیه شمال باختری و جنوب خاوری می‌باشند. این گسل‌ها هر دو دارای مولفه چپ‌گرد می‌باشد و منطبق بر امتداد کلی گسل‌های آشین و سیاه کوه می‌باشند. در شکل ۳-۱۲ تصویر گسل بر روی عکس هوایی و در عملیات صحرایی نمایش داده شده است. سایر روندها روندهای مهم و موثری در نقشه نبوده‌اند و گسله‌های فرعی می‌باشند. نقشه ۳-۳ گسل‌های اصلی و فرعی منطقه گرانیتهای شمالی زاغدره را نشان می‌دهد. ارتباط بین کانی‌سازی و گسل‌های شمال

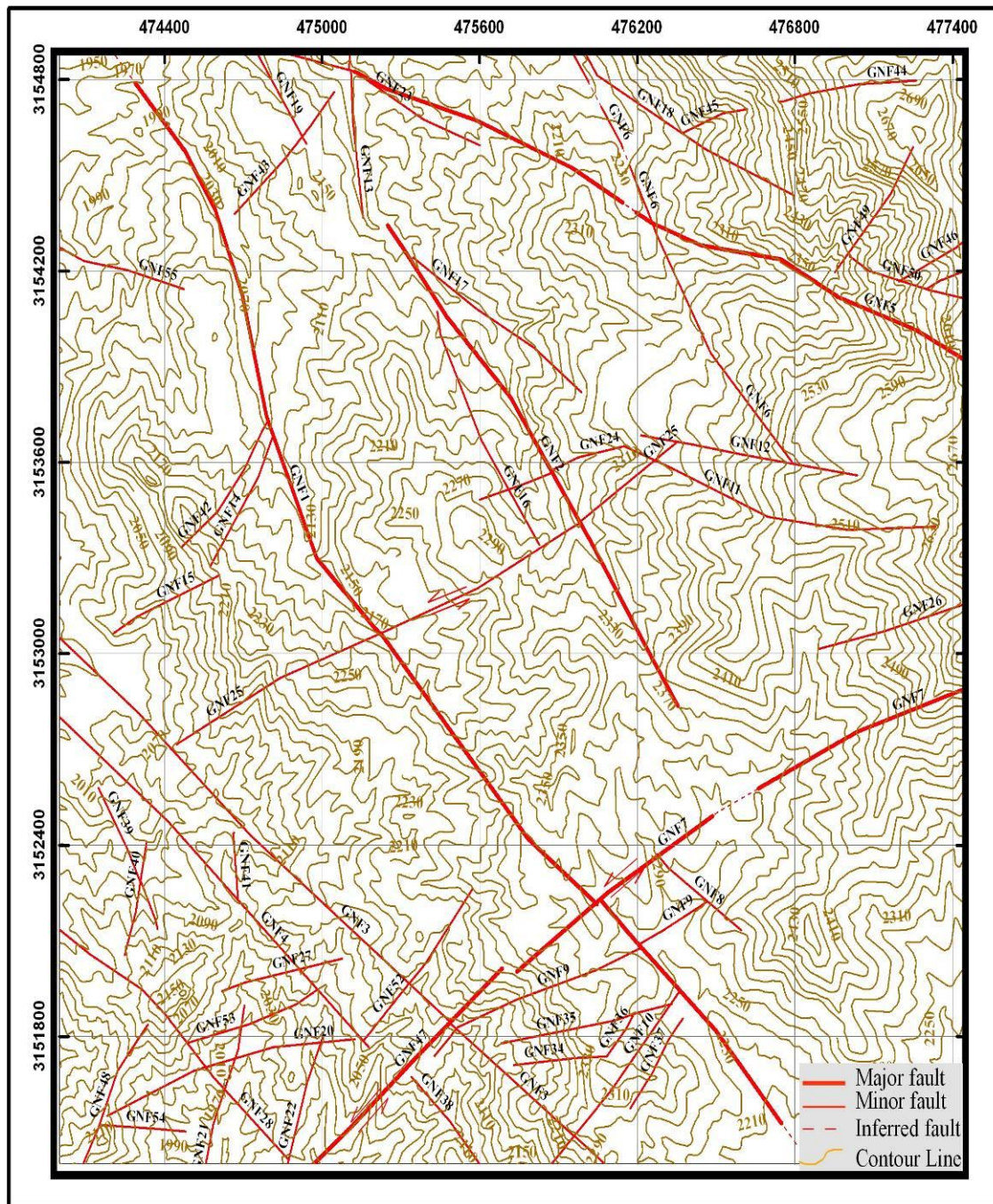
باختری- جنوب خاوری مشخص می‌باشد و به‌نظر می‌رسد کانی‌سازی و دگرسانی با عملکرد این گسل‌ها (GNF1 , GNF2) ارتباط مستقیم نشان می‌دهد. این گسل‌ها همزمان با بالا آمدن توده پورفیری و تشکیل کانی‌سازی و دگرسانی فعال بوده‌اند، در حالی که گسل‌های معکوس و چپ‌گرد (GNF25 , GNF27) احتمالاً پس از تشکیل کانی‌سازی و دگرسانی تشکیل شده‌اند.



شکل ۳-۱۲-الف - گسلش و به هم ریختگی واحدها در مجموعه ولکانیکی رسوبی در منطقه جنوب خاوری نقشه (تصویر بالا-دید به

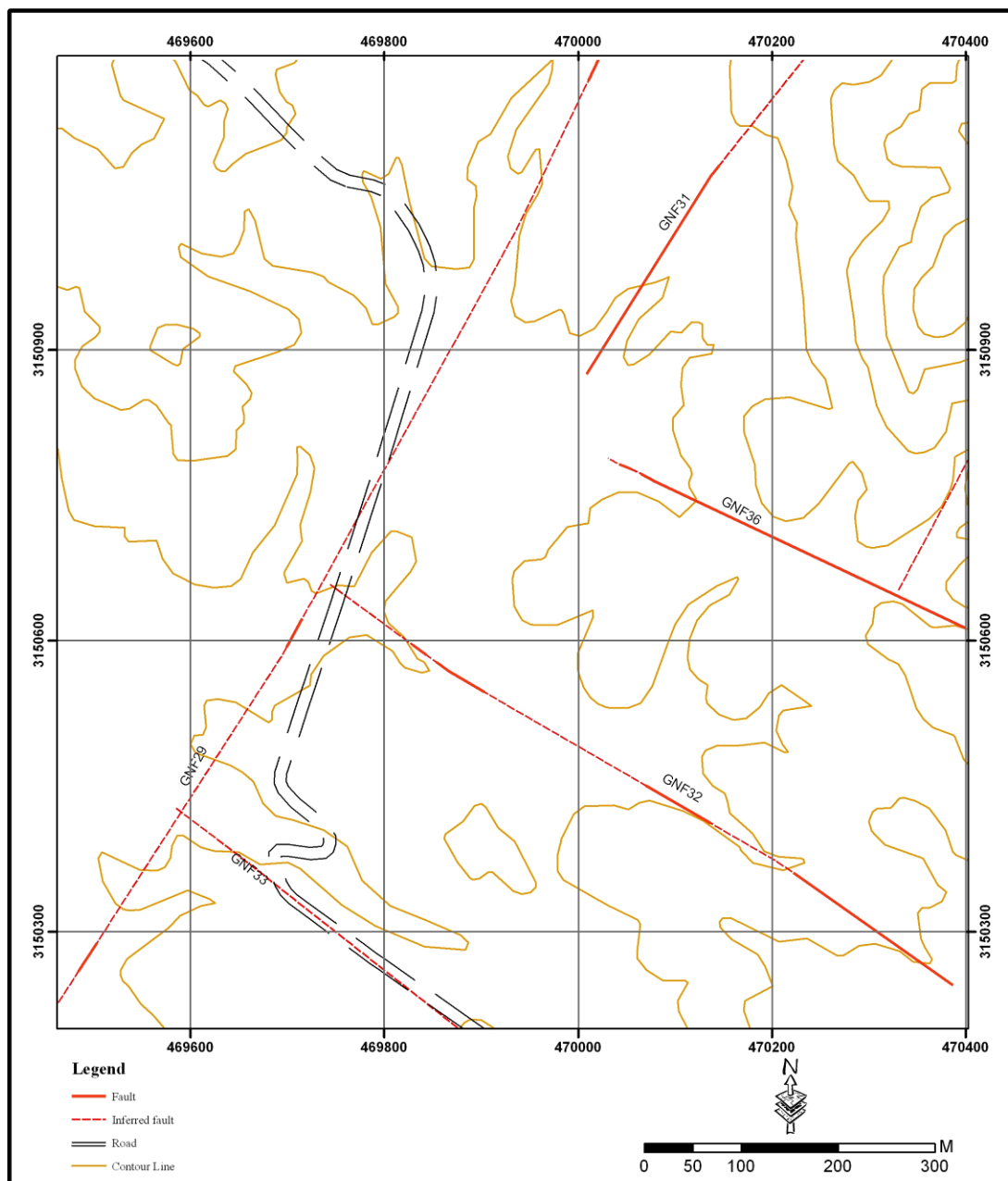
سمت باختری) ب) تصویر گسل شماره GNF25 بر روی عکس هوایی (تصویر پایین- سمت راست)

ج) تصویر همان گسل در عملیات صحرایی (تصویر پایین- سمت چپ-دید به سمت شمال)



نقشه ۳-۳- نقشه گسل‌های منطقه گرانیت شمالی زاغدره

در منطقه چاه زاغو تعداد ۵ گسل ترسیم شده است که یک گسل اصلی با روند NE-SW می باشد و سه گسل دیگر دارای امتداد NW-SE می باشند ولی ارتباطی با کانی سازی و دگرسانی مشاهده نمی شود.



نقشه ۳-۴- نقشه گسل های منطقه چاه زاغو

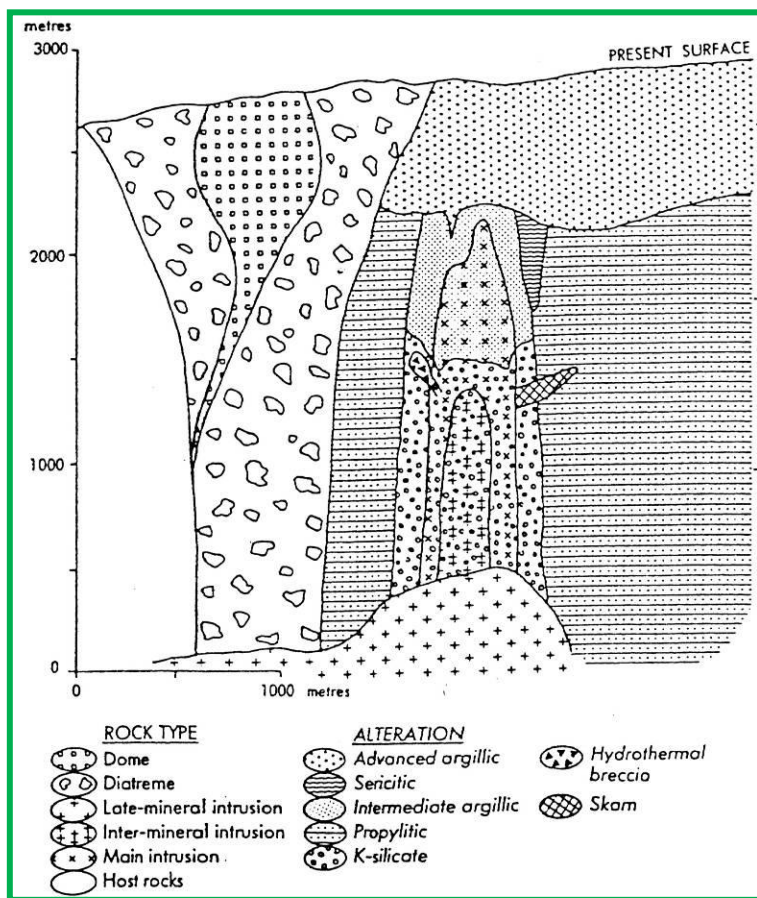
۳-۵- دگرسانی گرمابی

۳-۵-۱ دگرسانی گرمابی در سیستم های پورفیری تپیک

به کلیه تغییرات شیمیایی و کانی شناسی که تحت تأثیر آب های ماگمایی و یا گرمابی در سنگ ها ایجاد می شود آلتراسیون می گویند. عوامل مؤثر بر آلتراسیون عبارتند از: ترکیب شیمیایی محلول گرمابی یا ماگمایی، دما، عمق، شرایط $\text{Log } f\text{O}_2$ ، $\text{Log } f\text{S}_2$ ، pH و Eh محلول، ترکیب شیمیایی و کانی شناسی سنگ. گسترش و شدت آلتراسیون به عوامل مختلفی از جمله حجم محلول های گرمابی یا ماگمایی، میزان ساختمان های اولیه و ثانویه مفید، واکنش پذیری سنگ ها، دما و فشار محلول بستگی دارد. آلتراسیون در کانسارهای رگه ای محدود به رگه است، حال آنکه در کانسارهای پورفیری، منطقه ای وسیع را دربرمی گیرد. آلتراسیون ها را بر مبنای یک یا چند کانی مهم تفکیک می نمایند و به هر بخش یک زون می گویند. از آلتراسیون های مهم می توان به آلتراسیون پتاسیک، سرپیتیک، آرژلیک، پروپیلیتیک، آلونیتی، گرایزن، سیلیسی، زئولیتی، فنیتیک، کلریتی، تورمالینیزه و آلبیتی اشاره کرد. در شکل ۳-۱۳ مدل آلتراسیون در کانسارهای تیپ پورفیری مس غنی از طلا ارائه شده است. در سیستم های پورفیری زون های آلتراه از قسمت مرکزی به طرف حاشیه به شرح زیر است:

الف- دگرسانی پتاسیک: اکثر ذخایر مس پورفیری همراه با این دگرسانی بوده و این زون درصد بالایی از تمرکز فلزات مس، مولیبدن، طلا و نقره را نشان می دهد که به نظر می رسد شرایط فیزیکوشیمیایی محیط تشکیل فلدسپات پتاسیک ثانویه شبیه شرایطی است که جهت رسوب این فلزات لازم است. این دگرسانی در حرارت بالا و همراه با مس در مراحل آخر تبلور ماگما انجام می گیرد. دگرسانی پتاسیک مشخص کننده آلتراسیون و مینرالیزاسیون اولیه است. کانی های اساسی آن فلدسپات پتاسیم، بیوتیت و کوارتز است که کانی سازی مس به طور پراکنده و یا رگچه ای منقطع به صورت کالکوپیریت و بورنیت می باشد.

ب- **آلتراسیون بیوتیت:** این نوع دگرسانی در سنگ‌های آتشفشانی نزدیک توده نفوذی تشکیل می‌شود و معادل آن آلتراسیون پتاسیک در توده نفوذی است. کانی‌های اصلی آن بیوتیت، فلدسپات پتاسیم، گاهی پلاژیوکلاز سدیم‌دار، انیدریت و کوارتز است. شدت و ضعف این دگرسانی به دوری و نزدیکی از توده نفوذی بستگی دارد. در این دگرسانی بیوتیت ثانویه از جانشینی کانی‌های فرومنیزین اولیه و ندرتاً پلاژیوکلاز به وجود آمده و فلدسپات پتاسیم فقط در مناطق شدیداً آلتره و مینرالیزه دیده می‌شود.



شکل ۳-۱۳: مدل عمومی رابطه بین نفوذی و آلتراسیون در داخل و اطراف کنسارهای تیپ پورفیری مس غنی از طلا (Sillitoe, 1993).

ج- **دگرسانی فیلیک یا کوارتز-سریسیت-پیریت:** زمانی که توده‌های نفوذی به قدر کافی سرد شدند، آب‌های جوی از خلال درزه‌ها و شکاف‌ها نفوذ کرده و در اثر واکنش با کانی‌های قبلی، باعث کانی‌سازی پیریت و دگرسانی کوارتز سریسیت می‌شود. کانی‌سازی در این مرحله بیشتر در درزه‌ها و شکاف‌ها متمرکز است. در این دگرسانی، سریسیت تقریباً جانشین تمام کانی‌های سیلیکاته می‌شود. این آلتراسیون در قسمت‌های کناری زون آلتره پتاسیک قرار دارد.

د- **دگرسانی آرژیلیک:** این دگرسانی جوان ترین زون دگرسانی بوده و بعد از آلتراسیون های قبلی تشکیل می شود. این زون شدیدترین تأثیر کانی سازی سوپرژن را در حضور آب های جوی با یون هیدروژن فعال در خلال شسته شدن (Leaching) و تشکیل مناطق ثانویه غنی شده نشان می دهد. مهمترین کانی های تشکیل دهنده این دگرسانی، کائولینیت و مونتموریونیت می باشند. این آلتراسیون در ذخائر پورفیری در بالای زون سریسیت قرار می گیرد.

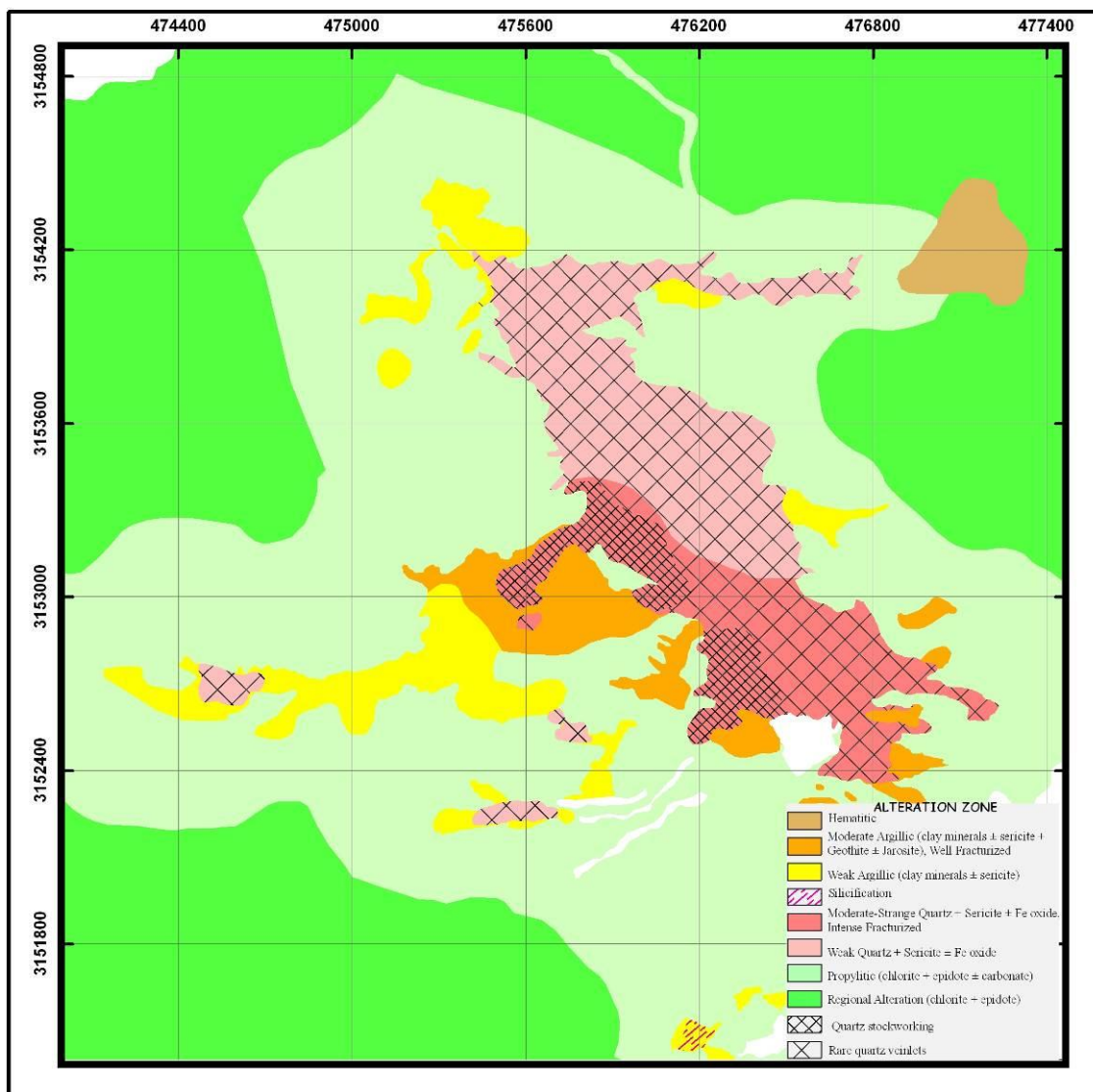
ه- **دگرسانی پروپیلیتیک:** این آلتراسیون نسبت به آلتراسیون های دیگر گسترش بیشتری داشته و در ذخائر پورفیری، خارجی ترین زون آلتراسیون است. این زون در سنگ های آتشفشانی دیده می شود ولی به طور محلی، رگه هایی با پاراژنز این دگرسانی در قسمت های مرکزی توده نفوذی دیده می شود که بر این اساس از نظر سنی همزمان با دگرسانی پتاسیک است. کانی های تشکیل دهنده آن عبارتند از: اپیدوت، کلریت، کلسیت، آلبیت و کوارتز. کانی سازی در این زون بیشتر به صورت پیریت می باشد ولی گاهی در این منطقه رگه های پلی متالیک با کانی سازی مگنتیت، پیریت، هماتیت، گالن و اسفالریت تشکیل می شود.

و- **دگرسانی سیلیسی:** این آلتراسیون در سیستم های پورفیری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. چرا که تقریباً در تمام زون های آلتره سیستم، به نوعی دیده می شود. در زون پتاسیک، استوک ورک سیلیسی کانه دار است، در زون فلیک نیز سیلیس به صورت استوک ورک و پراکنده دیده می شود. در زون آرژیلیک بخش بالای سیستم کانی سازی را سیلیس به صورت استوک ورک و لج (Ledge) تشکیل می دهد. لج های سیلیسی در اکتشاف سیستم های پورفیری اهمیت دارند، چراکه در بالای زون کانه دار واقعند. سیلیس به صورت استوک ورک، رگچه و گاهی بلوک های سیلیسی دیده می شود. در بخش های مرتفع و حاشیه سیستم های پورفیری نیز رگه های سیلیسی ضخیمی به وجود می آیند.

۳-۵-۲- دگرسانی گرمابی در منطقه گرانیته شمالی زاغدره

با نگاهی به تصاویر ماهواره ای همانطور که در مبحث مربوطه اشاره شد، دگرسانی نسبتاً وسیعی در منطقه گرانیته شمالی مشاهده می شود که در مقیاس ناحیه ای نیز قابل توجه و بررسی می باشد. در

پیمایش های صحرائی مشخص شد که دگرسانی مورد نظر عمدتاً حاصل از نفوذ توده تونالیتی-گرانودیوریتی به درون مجموعه مافیک و حد واسط متشکل از پیروکلاستیک ها، توف ها و ولکانیک های کرتاسه حاصل شده است. لذا به نظر می رسد در مناطقی که دگرسانی وجود دارد اثر توده و محلول های ناشی از آن در منطقه می باشد. مهم ترین دگرسانی های منطقه عبارتند از دگرسانی های آرژیلیک کوارتز-سریسیت \pm پیریت (اکسیدهای آهنی)، پروپلتیک و سیلیسی که گسترش قابل توجهی در منطقه دارا می-باشند. علاوه بر این مناطق استوک ورکی و برشی هیدروترمالی نیز مشاهده شده است که در این مبحث به تفصیل در خصوص آنها بحث خواهیم نمود. در نقشه ۳-۵ دگرسانی های منطقه گرانیته شمالی مشاهده می شود.



نقشه ۳-۵- نقشه دگرسانی منطقه گرانیت شمالی زاغدره

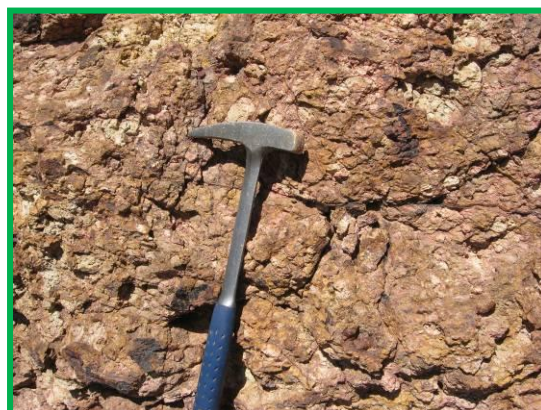
۱- دگرسانی آرژیلیک

دگرسانی آرژیلیک در چند منطقه اطراف توده تونالیتی-گرانودیوریتی برونزد دارد که مهم‌ترین گسترش آن‌ها در جنوب خاوری، جنوب باختری، خاور و شمال توده ساب‌ولکانیک می‌باشد. این دگرسانی با اجتماع کانیایی، کانی‌های رسی + اکسیدهای آهن +/- سریسیت مشخص می‌شود. شدیدترین و وسیع‌ترین دگرسانی در باختر و جنوب باختری گرانیت مشاهده می‌شود که توسط ساختار خاوری - باختری کنترل می‌شود. در شکل ۳-۱۴ دگرسانی آرژیلیک منطقه مشاهده می‌شود.



شکل ۳-۱۴- گسترش دگرسانی آرژیلیک، باختر و جنوب باختری گرانبیت در منطقه

مهم‌ترین کانی‌ها در این منطقه، شامل کانی‌های رسی و اکسید آهن می‌باشند. مقدار اکسیدهای آهن گاه به حدود ۳-۶ درصد می‌رسد. نکته قابل توجه اینکه در همین مناطق با دگرسانی شدید، توده نفوذی در عمق حضور دارد. شکل ۳-۱۵ گسترش اکسیدهای آهن و دگرسانی آرژیلیک را در این بخش نشان می‌دهد. شدیدترین دگرسانی در منطقه‌ای مشاهده می‌شود که یک گمانه حفاری قدیمی نیز بر روی آن قرار دارد.



شکل ۳-۱۵ الف- دگرسانی آرژیلیک در سنگ پیروکلاستیکی (بالا سمت راست)

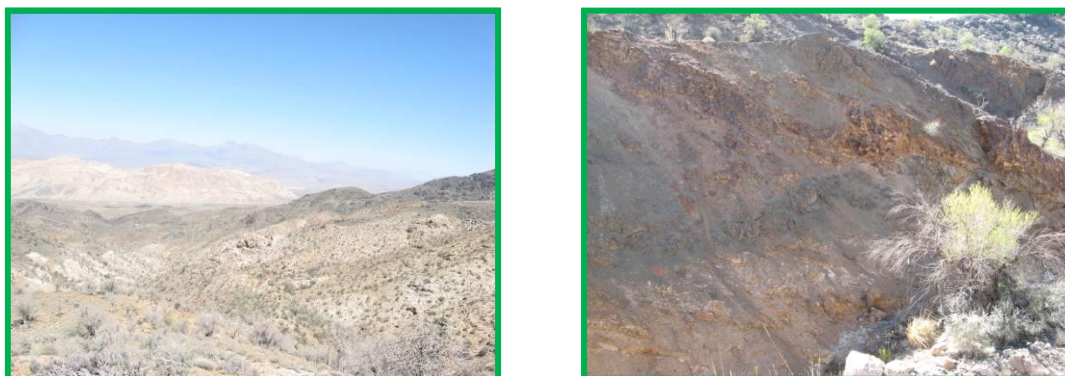
ب- دگرسانی آرژیلیک در سنگ پیروکلاستیکی و توده نفوذی (بالا سمت چپ)

ج- دگرسانی آرژیلیک شدید و گمانه حفاری بر روی آن رسوبی منطقه چاه زاغو(پایین)

★ محل حفر گمانه

در منطقه جنوب و جنوب خاوری توده تونالیتی-گرانودیوریتی نیز دگرسانی عمدتاً در سنگهای ولکانیکی - رسوبی گسترش دارد، ولی گسترش دگرسانی ضعیف می باشد. ولی در این قسمت نیز در برخی نقاط وجود توده تونالیتی-گرانودیوریتی محرز می باشد و ارتباط دگرسانی با توده نفوذی محرز می باشد.

در بخش شمالی دگرسانی آرژیلیک ضعیفی درون سنگ‌های ولکانیکی - رسوبی دیده می‌شود که در ارتباط با توده تشکیل شده است. دگرسانی اغلب با ساختارها کنترل می‌شود (شکل ۳-۱۶).



شکل ۳-۱۶- الف- شکل نمایی از دگرسانی ها در حاشیه شمالی توده تونالیتی-گرانودیوریتی (دید به سمت شمال) (شکل سمت چپ)
ب- نمایی از دگرسانی با کنترل ساختاری در سنگ‌های ولکانیکی را نشان می‌دهد (دید به سمت باختر) (شکل سمت راست)

دگرسانی آرژیلیک دیگری در جنوب نقشه در نزدیکی سرباره دیده می‌شود که در این بخش توده نفوذی رخنمون ندارد و دگرسانی در سنگ‌های ولکانیکی - رسوبی گسترش دارد. شدت دگرسانی نسبتاً زیاد می‌باشد و یک گمانه حفاری نیز در این بخش مشاهده می‌شود. تفاوت این بخش حضور مقدار زیادی اکسید آهن، به صورت شکافه پرکن در سنگ‌ها و همراهی برشی شدن و سیلیسی شدن می‌باشد.



شکل ۳-۱۷-الف - نمایی از دگرسانی آرژیلیک در بخش جنوبی نقشه (دید به سمت جنوب باختر)

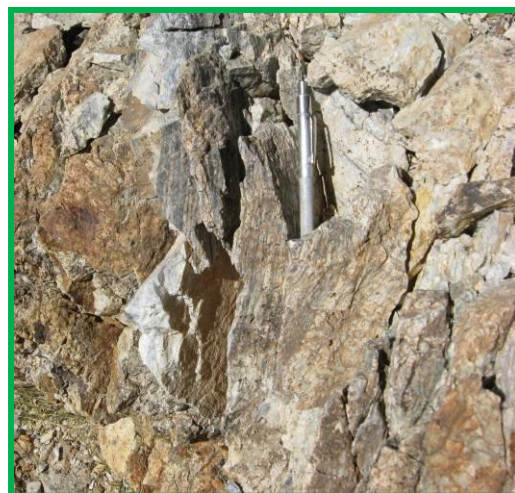
۲ - دگرسانی کوارتز-سریسیتی ± پیریت (اکسیدهای آهنی)

دومین و مهم‌ترین دگرسانی موجود در محدوده گرانیته شمالی، دگرسانی کوارتز-سریسیتی می‌باشد که به وسعت نسبتاً زیاد و گاه به شدت زیاد در منطقه دگرسان حضور دارد. این دگرسانی اغلب به سقف توده تونالیتی-گرانودیوریتی و یا به سنگ‌های همبر در مجاورت بلافصل توده مربوط می‌شود به طوریکه در بسیاری از موارد می‌توان خود توده را دارای دگرسانی ضعیفی دانست و در مواردی این دگرسانی با شدت زیاد با برشی شدن و گاه با کانی‌سازی همراهی می‌شود. لذا با توجه به وجود بافت‌های استوک ورک کوارتزی در بسیاری از رخنمون‌های توده، افزایش قابل توجه سیلیس در این بخش دگرسانی کوارتز-سریسیتی ضعیفی در تمام توده وجود دارد. در چندین نقطه نیز دگرسانی سیلیسی شدید، برشی شدن در سقف توده و یا سنگ‌های همبرش دیده می‌شود. یکی از بخش‌ها با دگرسانی شدید در منطقه دگرسانی آرژیلیک جنوب نقشه می‌باشد که دگرسانی با افزایش اکسیدهای آهن و کانی‌سازی نیز همراه بوده است. دگرسانی سیلیسی گاه درون دگرسانی آرژیلیک یافت می‌شود و افزایش دگرسانی آرژیلیک با افزایش سیلیسی شدن نیز همراهی می‌شود.

۳- بافت استوک ورک

بافت‌های استوک ورک سیلیسی گسترش قابل توجهی در منطقه مورد مطالعه دارند و می‌توان چندین نسل از آن‌ها را در برخی نقاط مشاهده نمود. رگچه‌های سیلیسی اغلب از انواع مشاهده شده در کانسارهای مس پورفیری می‌باشند ولی در بسیاری از موارد نابارور می‌باشند (شکل ۳-۱۸).

برخی از انواع رگچه‌های مشاهده شده از انواع مشاهده شده در کانسارهای اپی‌ترمال می‌باشند و برخی دیگر همراهی زیاد با اکسیدهای آهن دارند. در شکل ۳-۱۸ برخی از انواع رگچه‌های اپی‌ترمال و رگچه‌های احتمالاً طلا دار مشاهده می‌شوند. بافت‌های استوک ورک اغلب درون خود توده نفوذی دیده می‌شوند ولی در برخی موارد در سنگ‌های ولکانیکی و پیروکلاستیکي مجاور نیز مشاهده می‌شود.



شکل ۳-۱۸- الف رگچه‌های نابارور (بالا سمت راست)

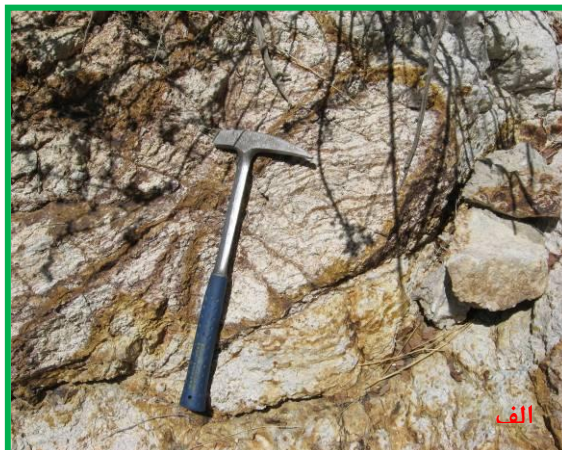
ب- رگچه‌های سیلیسی اپی ترمال (بالا سمت چپ)

ج- رگچه‌های سیلیسی و اکسید آهن در ولکانیک‌ها (پایین سمت راست)

د- رگچه‌های خاکستری رنگ معمول در کانسارهای پورفیری (پایین سمت چپ)

گاه رگچه‌ها به صورت Sheeted (شکل ۳-۱۹) و با جهت یافتگی یک سو به دیده می‌شوند که این نوع از رگچه‌ها نیز اغلب از نظر مس نابارور می‌باشند. ولی به طور کلی وجود رگچه‌ها و ارتباط آن‌ها با مراحل نهایی تشکیل توده نفوذی و تشکیل کانی‌سازی محرز می‌باشد. به‌طور کلی می‌توان گفت رگچه‌های کوارتزی در تمام بخش‌های توده پورفیری مشاهده می‌شوند. براساس تعداد رگچه‌ها در هر مترمربع می‌توان دو بخش از پراکندگی استوک‌ورک‌های کوارتزی در منطقه مورد مطالعه تشخیص داد. بخشی که رگچه‌های کوارتزی کمی که می‌توان گفت در هر متر مربع ۱ تا ۴ رگچه مشاهده می‌شود و بخش دیگری که

۳ تا ۷ رگچه در هر متر مربع (وگاه بیشتر) وجود دارد. در این بخش که عمدتاً در حاشیه توده پورفیری مشاهده می‌شود، کانی‌سازی نیز به صورت پیریت (اکسیدهای آهن) و اکسیدهای مس بیشتر مشاهده می‌شود و حتی مقدار سریسیت نیز افزایش نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۹- الف رگچه‌های Sheeted نابارور ب - وجود رگچه‌ها و ارتباط آنها با کانی‌سازی

۴- دگرسانی پروپلیتیک

وجود مجموعه کانی‌های دگرسانی پروپلیتیک در بسیاری از مناطق محدوده مورد مطالعه مشخص می‌باشد. این اجتماع کانیایی شامل کانی‌های کلریت + اپیدوت ± کربنات و گاه مقدار کمی پیریت می‌باشد. ولی در بسیاری از مناطق مورد مطالعه در کمر بند کرمان همینطور در منطقه مورد بحث وجود این کانی‌ها یک ویژگی ناحیه‌ای می‌باشد. لذا تشخیص اندازه و مقدار کانی‌های اپیدوت و کلریت به عنوان کانی‌های دگرسانی پروپلیتیک در منطقه حائز اهمیت است.

در منطقه مورد مطالعه نیز کانی‌های مذکور اغلب به عنوان پرکننده درز و شکاف‌ها و یا به صورت لکه-ای عمدتاً در مجموعه ولکانیکی - رسوبی منطقه قابل مشاهده می‌باشد. شدت و مقدار آن‌ها در برخی مناطق به خصوص با افزایش فاصله از توده تونالیتی-گرانودیوریتی کاهش می‌یابد. لذا بیشترین مقدار آن در نزدیکی توده ولی در سنگ‌های مجاور و همبر توده قابل مشاهده می‌باشد که در شکل ۳-۲۰ قابل مشاهده می‌باشد. به طور کلی در این منطقه کانی‌های دگرسانی پروپلیتیک از دو منشاء دگرسانی ناحیه‌ای و دگرسانی حاصل از نفوذ توده نیمه عمیق حاصل شده است.



شکل ۳-۲۰ الف- رگچه‌های پر شده توسط اپیدوت (نقطه به مختصات $x=476340$, $y=3152190$) ب - لکه‌های اپیدوت درون

واحدهای آتشفشانی- رسوبی

۵- دگرسانی واحدهای آتشفشانی- رسوبی هماتیتی

دگرسانی اکسید آهن کوچکی در بخش شمال خاوری نقشه درون مجموعه ولکانیکی مافیک مشاهده می‌شود که شدت دگرسانی ضعیف می‌باشد و کانی‌های رسی نیز چندان حضور ندارند. این دگرسانی حاصل اکسیداسیون کانی‌های مافیک و احتمالاً مگنتیت اولیه موجود در سنگ‌های ولکانیکی می‌باشد. این دگرسانی منشاء سوپرژن دارد.

۶- دگرسانی سیلیسی

بخش قابل توجهی از توده پورفیری و سنگ‌های اطراف دارای دگرسانی کوارتز سریسیتی می‌باشد که با افزوده شدن مقدار قابل توجهی سیلیس به آن و دگرسانی کانی‌های فلدسپاتی به سریسیت مشخص می‌باشد. علاوه بر این در مناطقی مقدار سیلیس قابل توجه می‌باشد که در شکل ۳-۲۱ مشاهده می‌شود. یکی از مناطق مشخص دارای دگرسانی سیلیسی در جنوب نقشه و در حاشیه کپه‌های سرباره قدیمی می‌باشد که یک گمانه قدیمی نیز بر روی آن حفر شده است. در این بخش مقدار مولیبدن نیز قابل توجه می‌باشد که در مبحث کانی‌سازی به آن اشاره شده است.



شکل ۳-۲۱- سیلیسی شدن در منطقه گرانیت شمالی - زاغدره

الف- تشکیل پوشش سیلیسی در بالای گرانیت (تصویر سمت راست)

ب- سیلیسی شدن همراه با برشی شدن هیدروترمالی در دگرسانی جنوبی (تصویر سمت چپ)

۳-۵-۳- دگرسانی گرمابی در منطقه چاه زاغو

در این منطقه بخش کوچکی از سنگ‌ها دارای اکسیدهای آهن لیمونیت می‌باشند که این دگرسانی بسیار سطحی به نظر می‌رسد و سنگ‌های موجود در چاه کاملاً غیردگرسان می‌باشند و به طور کلی قابل اهمیت نمی‌باشد. تنها سیمای دگرسانی موجود، یک رگه سیلیسی - اکسید آهنی به ضخامت حدود ۳ متر و به طول حدود ۲۰ تا ۳۰ متر می‌باشد که به شدت سیلیسی، برشی و دارای اکسید آهن می‌باشد. شکل ۳-۲۲ رخنمون این رگه را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۲۲- رگه سیلیسی - برشی دارای اکسید آهن در منطقه چاه زا غو (تصویر سمت راست)

نمایی نزدیک از رگه سیلیسی- برشی (تصویر سمت چپ)

۳-۵-۴ بررسی نتایج مطالعات کانی‌شناسی توسط تجزیه دیفرکتومتری اشعه ایکس (XRD)

بررسی نتایج تعداد ۱۲ نمونه XRD نشان می‌دهد کوارتز، آلبیت، موسکویت و ایلیت مهم‌ترین فازهای کانیائی در نمونه‌ها می‌باشند. نمونه‌های برداشت شده، اغلب از نمونه‌های دارای کانی‌های دگرسانی رس و سریسیت می‌باشند، لذا موسکویت، ایلیت که اغلب حاصل دگرسانی فلدسپات‌ها می‌باشند در اغلب نمونه‌ها فاز کانیائی فرعی را تشکیل می‌دهد. علاوه بر این اکسیدهای آهن نیز گاه کانی مهمی در نتایج حاصل از این مطالعات می‌باشد. بطور مثال در دو نمونه GNP143 و GNP142، کانی‌های جاروسیت و گوتیت فاز اصلی هستند، همین طور در نمونه GNP142، کانی هماتیت نیز دارای مقدار قابل توجهی است و لذا جزء فاز کانیائی فرعی می‌باشد. در نمونه شماره GNP131 نیز گوتیت بعنوان فاز اصلی کانیایی مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده وجود مقدار زیادی اکسیدهای آهن در بخش میانی نقشه و باختر توده ساب ولکانیک تونالیت - گرانودیوریت می‌باشد. جدول ۳-۲ خلاصه نتایج این مطالعات را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۲: نتایج مطالعات کانی شناسی XRD

شماره نمونه	فاز کانی های اصلی	فاز کانی های فرعی
GNP104	آلبیت+کوارتز	مسکویت-ایلپیت
GNP107	آلبیت+کوارتز	موسکویت-ایلپیت
GNP110	آلبیت+کوارتز	مونتموریلونیت
GNP111	آلبیت+کوارتز	
GNP116	کوارتز+آلبیت	موسکویت-ایلپیت
GNP124	کوارتز	موسکویت-ایلپیت+آلبیت+گوتیت
GNP129	موسکویت-ایلپیت+کوارتز	
GNP131	گوتیت+کوارتز	کلریت+موسکویت-ایلپیت
GNP133	آلبیت+کوارتز	کلریت+موسکویت-ایلپیت
GNP140	آلبیت+کوارتز	موسکویت-ایلپیت
GNP142	گوتیت+کوارتز	هماتیت
GNP143	جاروسیت+کوارتز	

۳-۶- بحثی در مورد توده های نفوذی و ساب ولکانیک و ارتباط آن ها با کانی سازی

همانطور که اشاره شد در منطقه مورد مطالعه چندین نوع توده نفوذی ساب ولکانیک مشاهده می شود. باتوجه به مطالعات انجام شده به نظر می رسد توده ها دارای دو منشأ می باشند و قابل تقسیم به دو گروه می باشند: گروه اول توده های مرتبط با مجموعه آمیزه رنگین می باشند و بخشی از آن سکانس هستند و یا به تأخیر کمی به درون مجموعه نفوذ نموده اند. این توده ها شامل توده های دایک- داسیتی می باشند. این توده ها با کانی سازی مورد نظر در منطقه ارتباط خاصی نشان نمی دهند.

گروه دیگر از توده ها شامل توده گرانودیوریتی و تونالیتی-گرانودیوریتی می باشند که به نظر می رسد حاصل از تفریق ماگمای با منشأ یکسان باشند. توده گرانودیوریتی ابتدا نفوذ نموده و در مرحله

بعد توده تونالیتی-گرانودیوریتی نفوذ کرده و باعث کانی سازی گردیده است. لذا مشخصاً کانی سازی با توده تونالیتی-گرانودیوریتی و یا مراحل نهایی محلول های حاصل از آن تشکیل شده است.

۳-۷- بررسی پوشش شسته شده کانسار

بطور کلی می توان گفت سیستم پورفیری گرانیات شمالی زاغدره، سیستم کم سولفید بوده است، اگرچه در بخش هایی مقدار سولفید تا حد قابل توجهی بالا می باشد. مقدار سولفید خود توده کم بوده است ولی سنگ های پیروکلاستیکی میزبان به خصوص در مناطق با دگرسانی آرژیلیکی مقدار قابل توجهی سولفید داشته اند. در این بخش ها نیز با توجه به اکسیدهای آهن موجود به نظر می رسد سولفید اصلی پیریت بوده و کالکوپیریت و سایر سولفیدهای مس مقدار قابل توجهی نبوده اند. لذا با توجه به مشاهدات به نظر نمی رسد لایه غنی شدگی سوپرژن در این کانسار تشکیل شده باشد. نوع اکسیدهای آهن موجود در پوشش این کانسار عمدتاً از نوع جاروسیت و گوتیت می باشد.

۳-۸- کانی سازی

۳-۸-۱- کانسارهای پورفیری مس

در سال ۱۹۰۳، جک لینگ و گمل (Jackling & Gemell) تلاش نمودند تا معدنکاری بزرگ در ذخایر معدنی عیار پایین را در یوتای ایالت متحده در کانسار بینگام کنیون (Bingham Canyon) بطور اقتصادی آغاز نمایند. از آن زمان معدنکاری ذخایر بزرگ کم عیار مس که عمدتاً کانسارهای پورفیری هستند، آغاز گردید و در حال حاضر این کانسارها بزرگترین تولیدکنندگان مس و مولیبدن جهان هستند.

واژه کانسار پورفیری با خصوصیات زمین شناسی و تکنیک های مهندسی زیر مشخص می گردد (مک

ملیون، ۱۹۹۱)

* کانی سازی در توده های نفوذی پورفیریتیک و یا سنگ های در برگیرنده همجوار پراکنده می باشد.

* ارتباط مشخص بین کانی‌سازی با سنگ‌های نفوذی از نظر مکانی و ژنتیکی وجود دارد.
 * عیارها بطور کلی پائین در ذخایر و با توناژ بالا و روش‌های معدنکاری کم هزینه قابل معدنکاری هستند.

* بیشتر توده‌های نفوذی مرتبط با کانی‌سازی کالک آلکالن تا آلکالن، اپی‌زونال و پورفیرییک هستند.
 * مجموعه سنگ میزبان تیپیک عبارتند از گرانودیوریت تا گرانیت یا دیوریت تا سینیت.
 * نفوذی‌های همراه با ذخایر مولیبدن پورفیری عمدتاً کالک آلکالن و فلسیک هستند.
 * نفوذی‌ها چندگانه هستند ولی کانی‌سازی فقط با یک دوره (اپیزود) خاص از نفوذی‌ها در ارتباط می‌باشد.

* گروه‌های دایک و لوله‌های برشی فراوان به صورت تیپیک با کانی‌سازی همراه می‌باشند.
 * هر دوی توده‌های نفوذی و سنگ در برگیرنده به شدت و به طور گسترده خرد شده‌اند.
 * بیشتر کانی‌سازی به صورت کنترل ساختاری است اما کانی‌سازی پراکنده در برخی رده‌های کانسار مهم می‌باشد.

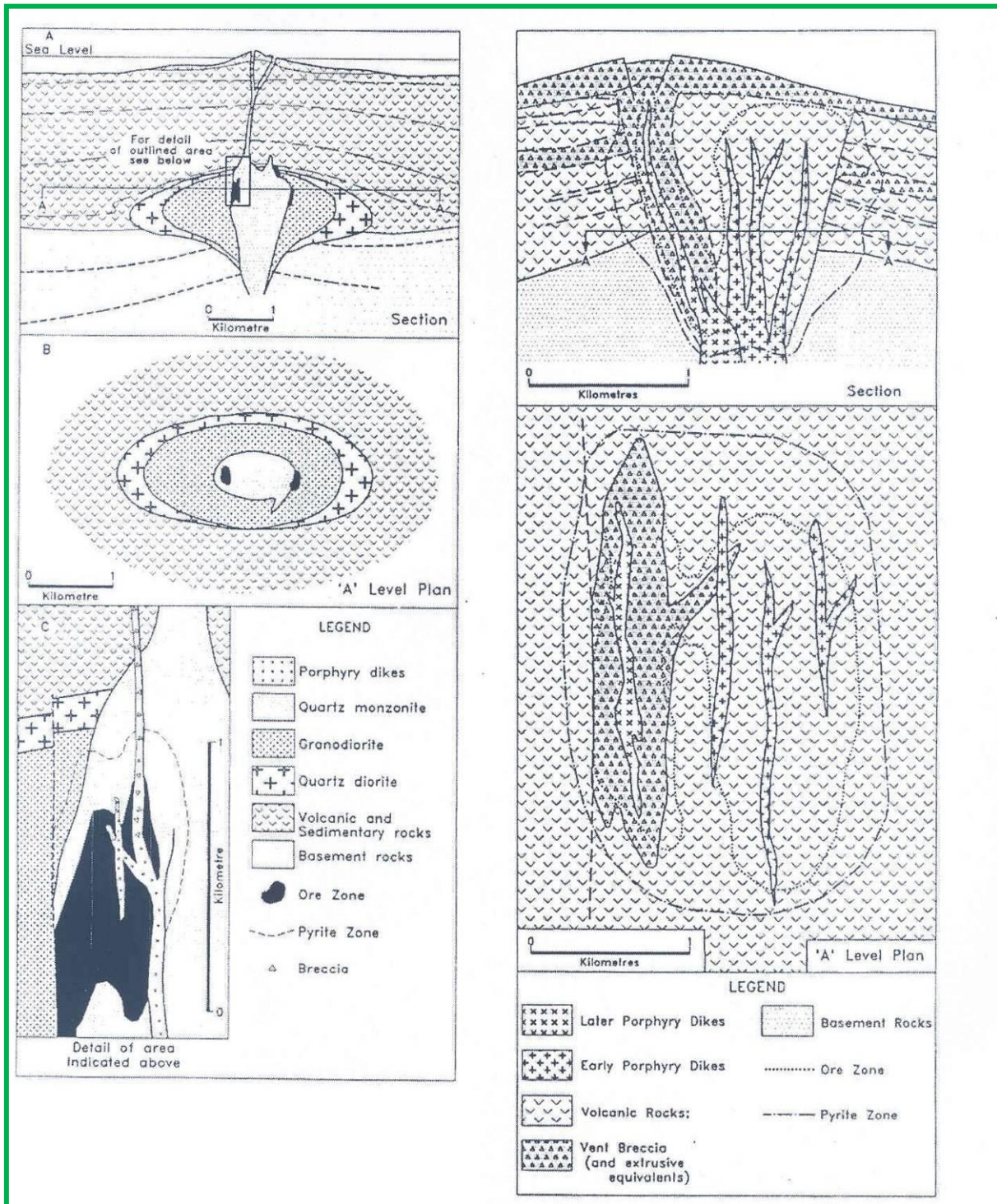
* دگرسانی بسیار گسترده بوده و دارای منطقه‌بندی می‌باشد، اگرچه نوع و گسترش آن تغییر می‌کند.
 * در برخی نواحی هوازدگی و دگرسانی سوپرژن و غنی‌شدگی فاکتورهای مهمی هستند.
 * اندازه فاکتور مهمی در تعریف این ذخایر است، کانسارها بایستی دارای حداقل ۲۰ میلیون تن با عیار حداقل ۰/۱٪ مس باشند تا بعنوان ذخیره پورفیری در نظر گرفته شود.

تقسیم‌بندی‌های متعددی برای کانسارهای پورفیری ارائه شده است. تیتلی (۱۹۶۶) کانسارهای پورفیری را به دو دسته ساده و پیچیده تقسیم می‌کند. این تقسیم بندی بر این اساس می‌باشد که کانی‌سازی درون یا خارج از توده نفوذی رخ داده باشد. هولیستر (۱۹۷۸) کانسارهای پورفیری را بر اساس محتوی عناصر به ذخایر مس - مولیبدن، مس-طلا (بیوت) یا مس - طلا - مولیبدن تقسیم می‌کند. همینطور ایشان تقسیم - بندی‌هایی بر اساس سنگ میزبان (انواع ماگماتیک - پگماتیتیک، گرمابی، ولکانوژنیک)، اصول معدنکاری (براساس نسبت باطله‌برداری و چگونگی برداشت) ارائه نموده است. همینطور تقسیم‌بندی

عمومی کانسارهای پورفیری مس و دو رده مونزونیتی (نوع لاول و گیلبرت) و نوع دیوریتی از مهم‌ترین انواع تقسیم‌بندی می‌باشد. ما در اینجا تقسیم‌بندی براون (۱۹۷۶) را توضیح خواهیم داد که تقسیم‌بندی مفید و کاربردی می‌باشد.

کانسارهای نوع پلوتونیک

این کانسارها در سطوح عمیق تشکیل می‌شوند و سنگ‌های پلوتونیک میزبان آن‌ها می‌باشد (شکل ۳-۲۳). دایک‌ها و توده‌های برشی نیز فراوان می‌باشد. الگوی دگرسانی این نوع مشابه الگویی است که لاول و گیلبرت آن را توصیف نموده‌اند. اغلب این کانسارها از انواع مس-مولیبدن هستند و طلای کمی دارند. در این مدل منطقه پتاسیک کمتر توصیف شده زیرا به طور وسیعی توسط مناطق پروپلیتیک-آرژیلیکی اورپرینت شده‌اند.



شکل ۳-۲۳: الف: مدل کانسارهای مس پورفیری نوع پلوتونیک (تصویر سمت چپ) ب: مدل کانسارهای مس پورفیری نوع ولکانیکی

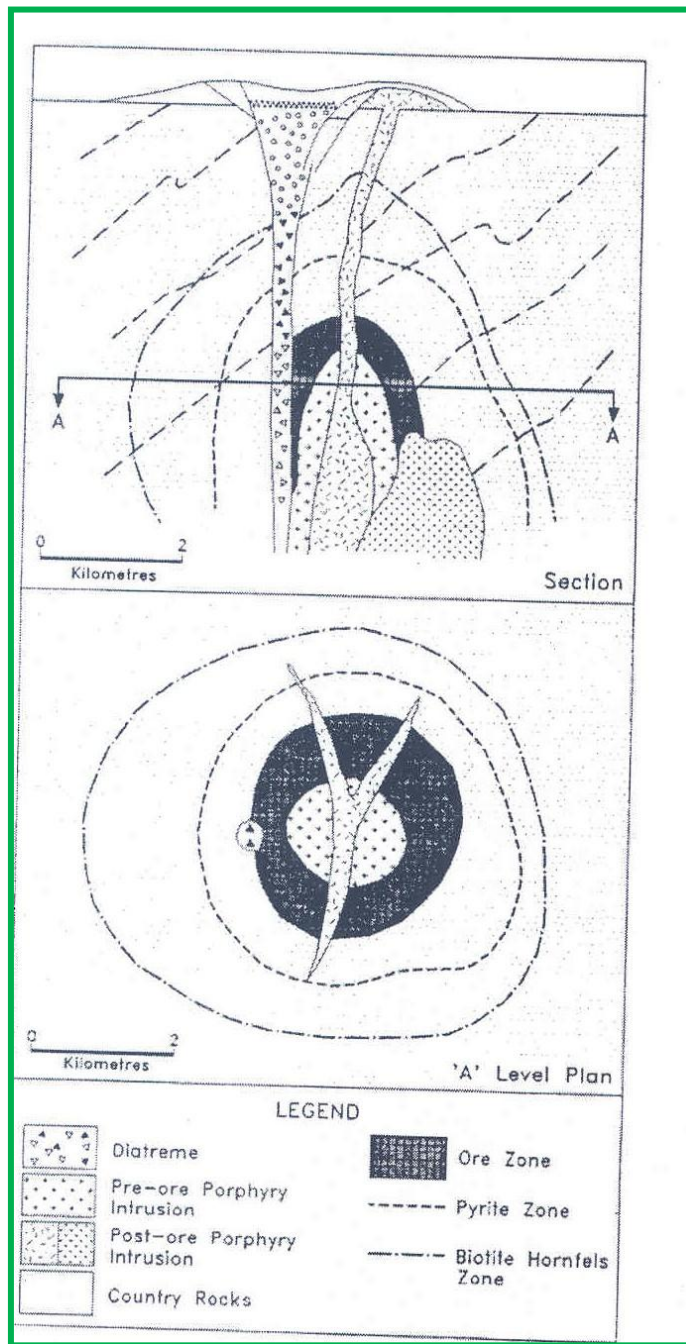
(تصویر سمت راست) (ساترلند براون، ۱۹۷۶)

کانسارهای نوع کلاسیک

این کانسارها با پلوتون‌های ساب ولکانیک چندگانه مرتبط هستند. سنگ‌های میزبان ممکن است ولکانیک یا سنگ‌های رسوبی باشند. دایک‌ها و برش‌ها نیز فراوان می‌باشند. بیوتیت‌هایی که به طور اولیه گسترش یافته‌اند ویژگی این نوع سیستم‌هاست و تغییر رنگ بیوتیت از سبز به قهوه‌ای در منطقه کانه‌دار یک راهنمای اکتشافی برای این کانسارها بوجود می‌آورد. در این نوع دگرسانی‌ها منطقه‌بندی خوبی نشان می‌دهند و هسته دگرسانی پتاسیک با بیوتیت ثانویه توسط دگرسانی فلیک احاطه شده که دارای اجتماع کانیائی کوارتز-سریسیت-کربنات-پیریت و در نهایت هر دو آن‌ها توسط دگرسانی پروپیلیتیک با اجتماع کانیائی کلریت، کربنات و اپیدوت احاطه شده است.

کانسارهای طلا دار از انواع ولکانیک یا کلاسیک هستند در حالیکه کانسارهای فقیر از طلا از نوع

پلوتونیک هستند.



شکل ۳-۲۴: مدل کانسارهای مس پورفیبری نوع کلاسیک (ساترلند براون، ۱۹۷۶).

۳-۸-۲- کانی سازی در محدوده مورد مطالعه

وجود مقدار زیاد سرباره حاصل از ذوب (در یک برآورد اولیه در حدود ۳۰۰۰۰۰ تن) نشان از وجود کانی سازی بزرگ و با اهمیتی در منطقه می باشد. ولی با توجه به پیمایش انجام شده، تونل یا کار قدیمی بزرگ که بتواند منشاء این مقدار سرباره باشد، یافت نشد و احتمالاً ماده معدنی از جای دیگر به این منطقه حمل شده است. اگرچه دوحفره در بخش جنوبی وجود دارد که می تواند حاصل از کنده کاری باشد ولی در این بخش با وجود دگرسانی آرژیلیکی و سیلیسی با اهمیت، کانی سازی گسترش چندانی ندارد.

به طور کلی کانی سازی عمدتاً محدود به همبری توده نفوذی تونالیتی-گرانودیوریتی و سنگ های در برگیرنده ولکانیکی - رسوبی است. کانی سازی اکسیدی مس به صورت ملاکیت اغلب به صورت پرکننده درز و شکافها مشاهده می شود. مهم ترین کانی سازی مس در سنگ های ولکانیکی و پیروکلاستیکی در سقف توده تونالیتی-گرانودیوریتی و مابین دو رخنمون توده گرانودیوریتی مشاهده می شود که به صورت زون کانی سازی به صورت پراکنده و شکافه پرکن هم در سنگ دربرگیرنده و هم در توده مشاهده می شود.

این زون کانی سازی ارتباطی منشائی با توده گرانودیوریتی (gd) ندارد، در حالی که با توده پورفیری تونالیت-گرانودیوریتی (tn-gd) ارتباط نشان می دهد و درحقیقت در کنتاکت سنگ های میزبان ولکانیکی و توده مذکور تشکیل شده است. در شکل ۳-۲۵- الف این منطقه کانی سازی مشاهده می شود که دارای حدود ۱۵۰ متر طول و ۲۰ تا ۳۰ متر عرض می باشد. دو نمونه برداشت شده از این بخش (GNP 119, GNP113) به ترتیب دارای بیش از ۱ درصد و ۰/۴۵ درصد مس می باشند. در هر دوی این نمونه ها مقدار مولیبدن نیز قابل توجه (۵۴ و ۱۸ گرم در تن) می باشد. مقدار طلا در نمونه GNP113 نیز در حدود ۰/۱ گرم در تن بوده است.



۲-۲۵-الف- منطقه کانی سازی واقع در سقف توده تونالیتی-گرانودیوریتی (تصویر بالا سمت راست)

ب- کانی سازی همراه با سیلیسی شده و برشی شدن در منطقه دگرسانی جنوب نقشه (تصویر بالا سمت چپ)

ج- کانی سازی درون توده تونالیتی-گرانودیوریتی مرتبط با استوک ورک های سیلیسی (تصویر پایین سمت راست)

د- کانی سازی در کنتاکت توده و سنگهای در برگیرنده به صورت شکافه پرکن (تصویر پایین سمت چپ)

بهترین کانی سازی ها در مناطق دگرسانی سیلیسی و برشی و یا آرژیلیک شدید مشاهده می شود و نشان دهنده ارتباط کانی سازی با دگرسانی می باشد. همینطور در مناطق با استوک ورک ها نیز کانی سازی قابل توجه مشاهده می شود.

در این چاه زاغو یک رگه اکسید آهنی - سیلیسی به طول حدود ۲۰ تا ۳۰ متر و پهنای ۲ تا ۳ متر حضور دارد. این رگه در مجموعه آتشفشانی ریولیت تا آندزیت کرم تا خاکستری تیره تشکیل شده است. اگرچه رگه گسترش طولی قابل ملاحظه‌ای ندارد ولی به دلیل گسترش اکسیدهای آهنی حاصل از هوازدگی رگه، گستره زیادی توسط اکسیدهای آهن پوشیده شده است. کوارتز تشکیل شده در این بخش عمدتاً از نوع کوارتز بی‌شکل شیری رنگ می‌باشد. گاه کوارتزهای متبلور نیز در متن رگه سیلیسی تشکیل شده است. علاوه بر این برشی شدن گرمایی نیز در حین تشکیل رگه رخ داده است و می‌توان رگه را یک رگه سیلیسی - اکسید آهنی - برشی نامید. این رگه اگرچه دارای مقادیر قابل توجهی طلا (۳/۶۳ گرم در تن) در آنالیز نمونه می‌باشد. به دلیل گسترش کم آن، چندان قابل توجه نمی‌باشد ولی پی‌جویی رگه‌های مشابه می‌تواند در منطقه اولویت داشته باشد.

۳-۸-۳ بررسی نتایج نمونه‌های مینرالیزه

در پروژه حاضر ۲۰ نمونه از مناطق مختلف جهت بررسی کانی‌سازی برداشت گردید که از این تعداد تنها دو نمونه (CZP204, CZP203) به منطقه چاه زاغو تعلق دارد و مابقی از منطقه گرانیته شمالی زاغدره برداشت شده است (نمونه‌های با کد GNP).

به منظور بررسی ویژگی‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سازی نمونه‌های سنگی برداشت شده، جدول برخی عناصر منتخب تهیه گردید (جدول ۳-۳ الف). با توجه به اینکه منطقه گرانیته شمالی زاغدره دارای ویژگی‌های زمین‌شناسی، دگرسانی و کانی‌سازی مرتبط با یک سیستم پورفیری می‌باشد، لذا ۱۸ نمونه مربوط به این منطقه به طور مجزا مورد بررسی قرار گرفت. جهت انجام محاسبات آماری داده‌های پائین‌تر از حد آشکارسازی دستگاه آنالیز ICP با مقدار $2/3$ حد آشکارسازی و مقادیر بالاتر از حد آشکارسازی با مقدار $4/3$ جایگزین گردید.

بررسی نتایج ژئوشیمی نمونه‌ها نشان می‌دهد که عنصر مس دارای میانگین ۱۲۲۵ گرم‌درتن دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای است. عنصر مولیبدن نیز با عنصر مس همبستگی دارد و مقادیر بالایی دارد، بطوریکه بیشینه مقدار آن به ۱۹۹ گرم‌درتن می‌رسد. همچنین ارتباط مثبت بین عنصر مولیبدن، مس،

طلا، نقره، آرسنیک، آهن، سرب و روی مشاهده می‌گردد. به طوریکه افزایش مقدار مس عناصر مذکور نیز افزایش قابل توجهی دارند.

بررسی نتایج نشان می‌دهد که عنصر مس، عنصر کانی‌سازی در منطقه گرانیته شمالی می‌باشد و عناصر مولیبدن (با میانگین ۱۸ گرم‌درتن و بیشینه ۱۹۹ گرم‌درتن) و طلا (با میانگین ۰/۱۷ و بیشینه ۲/۴۹ گرم‌درتن) محصولات فرعی کانی‌سازی می‌باشند. علاوه بر این سایر عناصر همیافت با مس و طلا شامل آرسنیک، نقره، سرب و روی دارای مقادیر ناهنجاری می‌باشند.

در جدول ۳-۳ نتایج آنالیز عناصر منتخب نمونه‌های منطقه چاه زاغو آورده شده است. بررسی نتایج نمونه‌های این منطقه نشان‌دهنده ناهنجاری مشخص از عنصر طلا، نقره، آرسنیک، آهن، مس، آنتیموان، سرب و روی می‌باشد. با توجه به حضور رگه اکسید آهن - سیلیس کانه‌دار و نتایج ژئوشیمی نمونه‌ها به نظر می‌رسد، کانی‌سازی عمده این رگه شامل طلا و نقره می‌باشد.

ارتباط مشخص بین دگرسانی‌ها و نمونه‌های برداشت شده نیز مشاهده می‌گردد. بطوریکه نمونه‌های مربوط به دگرسانی‌های کوارتز - سریسیتی و سیلیسی دارای آنومالی‌هایی از عناصر مس، مولیبدن، نقره و طلا می‌باشند. در بخش جنوبی نقشه دگرسانی سیلیسی مشاهده می‌شود که این دگرسانی به‌شدت سیلیسی می‌باشد و دارای مقادیر قابل توجهی از عنصر مولیبدن می‌باشد. به طوری که در نمونه GNP142 مقدار مولیبدن به ۱۹۹ گرم‌درتن و در نمونه GNP 143 مقدار مولیبدن به ۲۱ گرم‌درتن بالغ می‌گردد. در جدول ۳-۳ منتخبی از نتایج عناصر مختلف آورده شده است.

جدول ۳-۳ الف : نتایج عناصر منتخب نمونه‌های کانی‌سازی در منطقه گرانیته شمالی زاغدره

Element	Au	Ag	As	Ba	Co	Cr	Cu	Fe	Zn	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Sb
Unit	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	%	Ppm	Ppm	%	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	%	Ppm
Detection Limit	0/001	0/01	5	10	1	1	1	0/01	2	0/01	5	1	1	10	2	0/01	5
Substituted value	0.00067		3.35		0.67		13300					0.67	0.67		1.334		
GNP 104	0.05	<0.5	3.35	240.00	1.00	27.00	36.00	3.87	13.00	0.18	67.00	1.00	6.00	240.00	2.00	0.08	<5
GNP 107	0.01	<0.5	3.35	90.00	1.00	23.00	19.00	4.81	11.00	0.31	61.00	1.00	4.00	300.00	1.334	0.10	7.00
GNP 108	0.00	<0.5	7.00	20.00	3.00	3.00	31.00	1.99	86.00	0.21	140.00	0.67	5.00	210.00	8.00	0.71	<5
GNP 110	0.00	<0.5	3.35	40.00	0.67	1.00	94.00	4.52	13.00	0.43	41.00	1.00	0.67	390.00	1.334	0.03	<5
GNP 111	0.01	<0.5	9.00	90.00	1.00	16.00	144.00	4.26	9.00	0.25	38.00	3.00	2.00	350.00	1.334	0.43	<5
GNP 113	0.09	1.40	3.35	80.00	26.00	10.00	13300.00	2.97	123.00	5.17	966.00	54.00	18.00	680.00	23.00	0.02	<5
GNP 114	0.00	<0.5	5.00	50.00	3.00	2.00	58.00	0.44	21.00	0.62	134.00	2.00	2.00	390.00	1.334	0.01	<5
GNP 115	0.02	<0.5	3.35	60.00	6.00	2.00	2230.00	1.19	171.00	0.81	152.00	4.00	3.00	200.00	1.334	0.04	<5
GNP 116	0.01	<0.5	3.35	250.00	0.67	2.00	222.00	3.25	33.00	0.27	49.00	3.00	0.67	270.00	1.334	0.36	<5
GNP 117	0.00	<0.5	5.00	70.00	1.00	2.00	248.00	2.54	13.00	0.20	72.00	4.00	2.00	320.00	1.334	0.06	<5
GNP 119	0.01	0.50	9.00	70.00	23.00	2.00	4580.00	1.72	191.00	1.59	969.00	18.00	8.00	560.00	13.00	0.10	<5
GNP 125	0.00	<0.5	3.35	70.00	3.00	6.00	206.00	0.80	20.00	1.02	84.00	4.00	10.00	90.00	1.334	0.01	<5
GNP 130	0.00067	<0.5	3.35	40.00	2.00	6.00	162.00	0.70	26.00	0.74	96.00	6.00	7.00	60.00	1.334	0.02	<5
GNP 135	0.00067	<0.5	3.35	230.00	1.00	73.00	46.00	2.86	169.00	0.56	42.00	2.00	2.00	210.00	4.00	0.08	<5
GNP 137	0.00067	<0.5	3.35	130.00	0.67	1390.00	33.00	0.19	24.00	0.09	22.00	1.00	3.00	20.00	1.334	0.01	<5
GNP 140	0.00	<0.5	10.00	200.00	0.67	3.00	68.00	1.52	36.00	0.51	144.00	1.00	0.67	160.00	2.00	0.04	<5
GNP142	2.49	92.80	1015.00	570.00	3.00	2.00	504.00	17.90	947.00	0.13	42.00	199.00	2.00	230.00	1930.00	1.04	62.00
GNP 143	0.32	1.80	64.00	180.00	1.00	3.00	76.00	3.24	66.00	0.17	44.00	21.00	4.00	50.00	97.00	0.83	8.00
Count	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Min	0.00067	0.50	3.35	18.00	0.67	1.00	18.00	0.19	9.00	0.09	18.00	0.67	0.67	18.00	1.33	0.01	
Max	2.49	92.80	1015.00	570.00	26.00	1390.00	13300.00	17.90	947.00	5.17	969.00	199.00	18.00	680.00	1930.00	1.04	
Avg	0.17		64.31	137.78	4.32	87.39	1225.39	3.27	109.56	0.74	175.72	18.09	4.45	262.78	116.24	0.22	
STD	0.58		237.68	131.17	7.49	325.55	3220.28	3.92	217.89	1.17	290.93	46.97	4.30	172.18	453.22	0.32	
Sku	4.13		4.22	2.30	2.57	4.22	3.52	3.33	3.71	3.56	2.61	3.78	2.08	0.84	4.23	1.66	
Kurt	17.26		17.85	6.53	5.56	17.88	13.07	12.71	14.71	13.72	5.62	14.88	5.18	0.87	17.89	1.60	

جدول ۳-۳ ب : نتایج عناصر منتخب نمونه‌های کانی‌سازی در منطقه چاه زاغو

Element	Au	Ag	As	Ba	Co	Cr	Cu	Fe	Zn	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Sb
Unit	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	%	Ppm	Ppm	%	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	%	Ppm
Detection Limit	0/001	0/01	5	10	1	1	1	0/01	2	0/01	5	1	1	10	2	0/01	5
Substituted value	0.00067		3.35		0.67		13300					0.67	0.67		1.334		
CZP 203	0.00067	1.00	40.00	40.00	14.00	129.00	538.00	4.48	210.00	1.44	608.00	0.67	52.00	190.00	8.00	0.70	6.00
CZP 204	3.63	8.10	1245.00	310.00	6.00	48.00	413.00	31.70	322.00	0.14	45.00	22.00	0.67	410.00	593.00	0.42	45.00

فصل چهارم

بحث و ارزیابی

۴-۱- بحث و ارزیابی

مطالعات زمین‌شناسی - معدنی در منطقه گرانیته شمالی زاغدره نشان می‌دهد که مجموعه ولکانیکی - رسوبی به سن کرتاسه که متشکل از ولکانیک‌ها، توف‌ها و پیروکلاستیک‌هایی از جنس آندزیت، تراکی- آندزیت، بازالت و داسیت به همراه بین لایه‌هایی از سنگ‌های رسوبی از جنس کالک آرنایت و آهک پلاژیک، میزبان کانی‌سازی می‌باشد. دایک‌هایی از جنس داسیت در این مجموعه نفوذ نموده و در واقع بخشی از مجموعه مذکور می‌باشد. این مجموعه در ابتدا توسط توده‌ای از جنس گرانودیوریت مورد نفوذ واقع شده است و در مرحله بعد توده پورفیری از جنس تونالیت تا گرانودیوریت مجموعه‌های مذکور را تحت نفوذ قرار داده و باعث ایجاد دگرسانی و کانی‌سازی شده است. برای وجود سیستم پورفیری در این منطقه چند دلیل مشخص می‌توان ارائه نمود. اول این‌که از نظر زمین‌شناسی کانی‌سازی و دگرسانی با یک توده پورفیری ساب‌ولکانیک (هم براساس مطالعات صحرایی و هم مطالعه مقاطع نازک) مرتبط می‌باشد. دوم این‌که سیستم دگرسانی‌های مشاهده شده، از انواع پروپلیتیک، کوارتز-سرسییتی، سیلیسی آرژیلیک و سیستم رگچه‌های استوکورکی دقیقاً با سیستم‌های پورفیری انطباق دارد. سوم این‌که مقادیر مطلق عناصر مس، مولیبدن و طلا وجود سیستم پورفیری از نوع مس-مولیبدن-طلا را مسجل می‌سازد. پس از نفوذ توده پورفیری، دایک‌های دیگری از جنس کوارتزیدیوریت (با ترکیب نزدیک به همان توده پورفیری) به منطقه نفوذ کرده است. دگرسانی‌های کوارتز-سرسییتی، سیلیسی، آرژیلیک و پروپلیتیک مهم‌ترین دگرسانی‌های منطقه می‌باشند. دگرسانی سیلیسی به طور محلی در حاشیه توده با شدت زیاد و در گستره توده با شدت ضعیف مشاهده می‌شود. دگرسانی آرژیلیک عمدتاً در سنگ دربرگیرنده و به خصوص در حاشیه باختری توده پورفیری تشکیل شده و به طور محلی مقدار سرسیت آن نیز به مقدار قابل توجهی بالا می‌باشد. در این مناطق مقدار پیریت نیز قابل توجه بوده لذا شستشوی اسیدی نیز صورت گرفته است. دگرسانی پروپلیتیک بعنوان احاطه کننده توده، در سنگ دربرگیرنده گسترش دارد. اگرچه بخشی از کانی‌های مربوط به این مجموعه می‌تواند ویژگی ناحیه‌ای سنگ‌های منطقه باشد ولی مشخصاً در اطراف توده مقدار کانی‌های دگرسانی پروپلیتیک گسترش قابل توجهی دارد. می‌توان گفت که اجتماع کانیایی

دگرسانی دگرسانی پروپلیتیک مربوط به ۳ منشاء می باشد. منشاء اول دگرسانی ناحیه‌ای در منطقه مورد مطالعه که با تشکیل مقدار کمی از کانی‌های کلریت و اپیدوت همراه بوده است. منشاء دوم این که کانی‌ها در طی دگرسانی پروپلیتیک حاصل از ورود محلول‌های گرمایی سیستم پورفیری تشکیل شده‌اند که در این مرحله مقدار زیادی از کانی‌های کلریت و اپیدوت تشکیل شده و مقداری پیریت نیز در سنگ‌های منطقه تشکیل شده است. منشاء سوم برای تشکیل اجتماع کانی‌های کلریت و اپیدوت می‌تواند حاصل از نفوذ سایر توده‌ها باشد.

به‌طور کلی می‌توان گفت سیستم پورفیری از نوع سیستم مس+مولیبدن+طلا بوده است. زیرا علاوه بر مس که هم به‌صورت بصری و به شکل کانی‌های مس اکسیدی مشاهده می‌شود و هم در نتایج آنالیز نمونه‌ها مشخص می‌باشد، دارای مقادیر متنابهی از مولیبدن و مقداری طلا می‌باشد. کانی‌سازی بر دو بخش قابل تقسیم می‌باشد، یکی منطقه کانی‌سازی در سنگ‌های ولکانیکی مشاهده می‌شود، که این بخش دارای طولی در حدود ۱۵۰ متر و عرضی در حدود ۲۰ تا ۳۰ متر می‌باشد. این بخش نیز با توجه به این که بر روی توده ساب‌ولکانیک پورفیری قرار دارد، منشاء کانی‌سازی خود توده پورفیری می‌باشد. در این بخش مقادیر مولیبدن و طلا نیز قابل توجه می‌باشد. بخش دیگر کانی‌سازی، کانی‌سازی مرتبط با سیستم پورفیری می‌باشد که از این منظر از نظر کانی‌سازی، کانی‌سازی مس عمدتاً در سنگ‌های کنتاکت توده پورفیری و سنگ‌های دربرگیرنده و خود توده (به مقدار کمتر) گسترش دارد. بطور کلی عیار کانی‌سازی افزایش می‌یابد ولی در مجموع کانی‌سازی در بسیاری از مناطق سیستم کم عیار می‌باشد. اگرچه پتانسیل کانی‌سازی طلا در توده پورفیری با توجه به نتایج تعداد کمی نمونه که از توده برداشت شده پایین می‌باشد. ولی دگرسانی جنوبی سیستم دارای مقادیر قابل توجهی طلا می‌باشد. در بخش باختری توده شستشوی اسیدی قابل توجهی صورت پذیرفته است ولی در این بخش کانی‌های اکسید آهن عمدتاً نشان‌دهنده وجود کانی‌سازی اولیه بصورت پیریت می‌باشد و تشکیل غنی‌شدگی چندان متصور نمی‌باشد. در منطقه چاه زاغو، رگه‌ای متشکل از اکسید آهن به ضخامت ۲ تا ۳ متر و طول حدود ۳۰ متر مسئول کانی-

سازی است. یک نمونه از این رگه دارای مقدار متنابهی طلا می باشد ولی به دلیل ضخامت و گسترش کم آن اهمیت اقتصادی آن کم می باشد. پی جویی رگه های مشابه می تواند در منطقه اولویت داشته باشد.

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه‌گیری

۵-۲- پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری

بر اساس مطالعات انجام شده در منطقه مورد بحث به نظر می‌رسد کانی‌سازی اصلی متشکل از سیستم پورفیری مس-مولیبدن-طلا می‌باشد که مرتبط با توده‌ای تونالیتی-گرانودیوریتی می‌باشد. این توده باعث ایجاد سیستم دگرسانی نسبتاً وسیع کانی‌سازی کم عیار و گسترده‌ای در منطقه شده است. شواهد وجود سیستم پورفیری مس-مولیبدن-طلا در منطقه عبارتند از: وجود سنگ میزبان مناسب و نفوذ توده ساب‌ولکانیک پورفیری، دگرسانی‌های پروپلیتیک، کوارتز-سریسیتی و رگچه‌های استوک‌ورک نوع پورفیری، مقدار مطلق عناصر کانساری این نوع از کانسارها، می‌باشد. در بسیاری از مناطق دیگر نیز تشکیل کانسارهای پورفیری در سنگ‌های در برگیرنده مافیک پدیده‌ای معمول می‌باشد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به کانسار ایوتولگای در مغولستان اشاره نمود.

با توجه به این‌که اغلب در سیستم‌های پورفیری عناصری مانند مولیبدن و طلا در اقتصادی بودن کانسار نقش مهمی دارند و گاه وجود مقادیر مناسبی از این عناصر به صورت عنصر همراه باعث اقتصادی شدن کانسار می‌شود، به نظر می‌رسد اگرچه کانی‌سازی پورفیری مورد نظر قبلاً توسط حفاری آزموده شده ولی به دلیل آنکه حفاری‌های مذکور در سال‌های دور انجام گرفته و تمامی عناصر (به‌خصوص طلا و عناصر همراه) آنالیز نشده، لذا شایسته است که کانسار مورد نظر مجدداً مورد ارزیابی سیستماتیک قرار گیرد.

در بخش جنوبی و جنوب باختری توده پورفیری در مناطقی که دارای سیستم رگچه‌های استوک‌ورکی شدید می‌باشد و دگرسانی کوارتز-سریسیتی و آرژیلیک نیز گسترش خوبی دارد، سیستم درز و شکاف‌ها گسترش خوبی دارد و در نتیجه کانی‌سازی، شستشوی اسیدی سولفیدها و رگچه‌های سولفیدی نیز گسترش بیشتری دارند. این سیستم پورفیری اگرچه دارای مشخصات سیستم‌های پورفیری است ولی در تشکیل سیستم کمبودهایی نیز وجود داشته است. از جمله اینکه در خود توده سولفیدهای اولیه گسترش چندانی نداشته‌اند. ولی گسترش خوبی از سولفیدها در اطراف گمانه شماره ۱ وجود دارد. در همین منطقه سریسیت نیز به مقدار نسبتاً زیاد تشکیل شده است. دگرسانی فیلیک به معنای واقعی آن در خود توده

پورفیری کمتر توسعه یافته و اغلب بصورت لکه‌ای تشکیل شده است. سیستم‌های استوک ورک اغلب از نوع سیلیس بدون کانی‌سازی می‌باشند.

با توجه به شواهد صحرایی از جمله وجود رگه‌های سیلیسی با ویژگی‌های اپی‌ترمال و نبود رخنمون دگرسانی پتاسیک، سطح فرسایشی چندان عمیق نبوده است. این مساله از نقاط قوت سیستم می‌باشد. زیرا انتظار می‌رود در منطقه مرز بین دگرسانی پتاسیک احتمالی در عمق و دگرسانی کوارتز-سریسیتی کانی‌سازی افزایش یابد.

بخش اعظم دگرسانی به خود توده محدود می‌باشد به خصوص دگرسانی سیلیسی عمدتاً در خود توده توسعه یافته و دگرسانی آرژیلیک و پروپلیتیک در سنگ‌های در برگیرنده گسترش یافته‌اند. مطلب قابل توجه دیگر اینکه فاصله این کانسار از کمر بند کرمان و نزدیکی آن به تراس اصلی زاگرس نشان می‌دهد که احتمالاً کانسارهای مشابه دیگری نیز در منطقه تشکیل شده باشد، زیرا اغلب کانسارهای پورفیری بصورت خوشه‌ای یافت می‌شوند و اکتشاف یک کانسار از این نوع پتانسیل یافت شدن چندین کانسار از این نوع را در منطقه افزایش می‌دهد. بررسی تکتونیک منطقه نشان می‌دهد گسل‌های شمال باختری-جنوب خاوری به‌عنوان مناطق اتساعی عمل نموده و باعث جایگزینی توده‌های ساب‌ولکانیک شده است، در حالی که گسل‌های شمال خاوری-جنوب باختری و خاوری-باختری به‌صورت معکوس با مولفه چپگرد عمل نموده‌اند، کانی‌سازی نیز تا حد زیادی با گسل‌های NW-SE ارتباط نشان می‌دهد در حالی که گسل‌های خاوری-باختری عمدتاً محدود کننده دگرسانی هستند.

۵-۲- پیشنهادات

باتوجه به موارد ذکر شده از جمله وجود سیستم پورفیری از نوع مس-مولیبدن-طلا و وجود سه نوع از کانی‌سازی در این منطقه که شامل کانی‌سازی در سنگ میزبان ولکانیکی و پیروکلاستیکی، کانی‌سازی در خود توده و کنتاکت آن با سنگ‌های ولکانیکی و پیروکلاستیکی و کانی‌سازی در دگرسانی سیلیسی جنوب نقشه با کمی فاصله از توده این سیستم قابل ارزیابی مجدد می‌باشد. علاوه‌براین وجود سیستم درز و

شکاف مناسب، سیستم رگچه‌های استوک‌ورکی گسترده هم در خود توده و هم در سنگ‌های دربرگیرنده (به‌ویژه در باختر توده پورفیری و اطراف گمانه شماره ۱) از نقاط قوت این سیستم پورفیری می‌باشد. با توجه به اینکه سیستم کانی‌سازی منطقه از نوع مس-مولیبدن-طلائی پورفیری است و با وجود کانی-سازی کم عیار، گسترش قابل ملاحظه‌ای از کانی‌سازی متصور می‌باشد که خود اهمیت دارد. لذا موارد ذیل به ترتیب پیشنهاد می‌شود:

۱- نمونه‌برداری لیتوژئوشیمیایی شبکه‌ای (۱۰۰×۱۰۰) متر و آنالیز نمونه‌ها برای بسته ۴۲ عنصری به

روش ICP و طلا به روش Fire Assay

۲- مطالعات ژئوفیزیک از نوع پلاریزاسیون القایی (IP) و مقاومت (RS) در گستره‌ای به وسعت ۶

کیلومتر مربع

۳- تلفیق مطالعات ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و زمین شناسی موجود به صورت دقیق و تصمیم‌گیری در

خصوص ادامه مطالعات

۴- در صورت مثبت بودن نتایج ۳ پیشنهاد قبل، حفر حداقل ۴ گمانه اکتشافی

در خصوص منطقه چاه‌زاغو اگرچه رگه مورد مطالعه گسترش قابل توجهی ندارد ولی با توجه به وجود

این رگه و عیار قابل توجه طلا در آن پی‌جویی رگه‌های مشابه با استفاده از مطالعات تلفیقی از نوع استفاده

از روش‌های GIS برای منطقه‌ای به وسعت ۲۵۰۰ کیلومتر مربع پیشنهاد می‌شود.

کتابنامه فارسی

- ۱ - آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص
- ۲ - قاسمی، ح.، ۱۳۷۹، پترولوژی، ژئوشیمی و منشاء مواد معدنی مجموعه الترامافیک، مافیک، سیخوران، جنوب شرق ایران، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۳ - قاسمی و همکاران، ۱۳۷۷، ماهیت زمین‌شناسی کمپلکس الترامافیک مافیک سیخوران در جنوب خاوری ایران، مقاله منتشر شده در مجله علوم زمین، شماره ۲۹-۳۰.
- ۴ - عزیزان، ح، نادری، ن.، ۱۳۸۵، نقشه زمین‌شناسی دولت‌آباد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کتابنامه انگلیسی

- 5- Dimitrvic , M, D,. 1973, Geology of Kerman region, Report Yu/52, Iran, Geological Survey of Iran.
- 6- Birjno, F,. 1993, Hydrothermal Mineral deposits, Springer-Verlag
- 7- Nash,C,. 2000, Interpretation of Landsat TM imagery Kerman Region, Rio Tinto.
- 8- Silliteo, R, H,. 1993 Gold rich porphyry copper deposits: Geological model and exploration implications, Geological Association.
- 9- Chavez, W, X,. 2000, Supergene Oxidation of Copper Deposites, Zoning and distribution of Copper Oxide minerals, Eeon, Geol, pp 2-21

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول کلیات	۱
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱ پیشینه مطالعاتی محدوده	۲
۳-۱ موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی	۳
۴-۱ توپوگرافی و زمین ریخت شناسی محدوده	۴
۵-۱ هدف از انجام عملیات	۵
۶-۱ روش مطالعه	۶
فصل دوم پردازش تصاویر ماهواره ای و زمین شناسی عمومی	۹
۱-۲ مقدمه	۱۰
۲-۲ پردازش و تفسیر داده های ماهواره ای	۱۰
۱-۲-۲ آماده سازی یا پیش پردازش داده ها	۱۰
۲-۲-۲ پردازش داده ها	۱۱
۳-۲ زمین شناسی عمومی ناحیه ای	۱۴
۴-۲ زمین شناسی منطقه بر اساس نقشه دولت آباد	۱۵
۱-۴-۲ واحدهای زون زاگرس	۱۵
۲-۴-۲ واحدهای زون سنندج-سیرجان	۱۶
فصل سوم مطالعات زمین شناسی - معدنی	۲۴
۱-۳ مقدمه	۲۵
۲-۳ سنگ های آتشفشانی و رسوبی منطقه	۲۸
۱-۲-۳ مجموعه آتشفشانی - رسوبی کرتاسه	۲۸
۱-۱-۲-۳ مجموعه سنگ های آتشفشانی و پیروکلاستیک های سبز تیره تا خاکستری تیره بازالت، آندزیت بازالت و داسیت کرتاسه K^{ba}	۲۸
۲-۱-۲-۳ مجموعه پیروکلاستیک و توف های آندزیت بازالتی، آندزیتی و داسیتی سبزرنگ کرتاسه K^{ab}	۳۱
۳-۱-۲-۳ مجموعه سنگ های آتشفشانی-رسوبی سبز تا خاکستری پیروکلاستیک و توف آندزیتی به همراه کالک آرنالیت و سنگ آهک پلاژیک کرتاسه (K^{an-l})	۳۱
۲-۲-۳ آبرفت های کواترنری	۳۲
۳-۲-۳ سنگ های رسوبی و آتشفشانی منطقه چاه زاغو	۳۲
۱-۳-۲-۳ مجموعه پیروکلاستیکی و توف های آندزیتی سبزرنگ (K^t)	۳۲
۲-۳-۲-۳ مجموعه سنگ های آتشفشانی ریولیتی و آندزیتی خاکستری تا کرم رنگ (K^t)	۳۳
۳-۲-۳ رسوبات آبرفتی کواترنری (Q^1, Q^2)	۳۳
۳-۳ توده های نفوذی و ساب ولکانیک	۳۵
۱-۳-۳ دایک های داسیتی	۳۵
۲-۳-۳ توده گرانودیوریتی	۳۶
۳-۳-۳ توده تونالیتی-گرانودیوریتی	۳۶
۴-۳-۳ دایک های کوارتز دیوریتی	۳۸
۵-۳-۳ بررسی نتایج مطالعات پتروگرافی مقاطع نازک	۳۸
۴-۳ تکتونیک و زمین شناسی ساختاری محدوده گرانبیت شمالی-زاغدره و چاه زاغو	۴۰

۴۵	.....	۵-۳- دگرسانی گرمایی
۴۵	.....	۳-۵-۱ دگرسانی گرمایی در سیستم های پورفیری تیپیک
۴۷	.....	۳-۵-۲ دگرسانی گرمایی در منطقه گرانیب شمالی زاغدره
۵۸	.....	۳-۵-۳ دگرسانی گرمایی در منطقه چاه زاغو
۵۹	.....	۳-۵-۴ بررسی نتایج مطالعات کانی شناسی توسط تجزیه دیفرکتومتري اشعه ایکس (XRD)
۶۰	.....	۳-۶- بحثی در مورد توده های نفوذی و ساب ولکانیک و ارتباط آن ها با کانی سازی
۶۱	.....	۳-۷- بررسی پوشش شسته شده کانسار
۶۱	.....	۳-۸- کانی سازی
۶۱	.....	۳-۸-۱- کانسارهای پورفیری مس
۶۷	.....	۳-۸-۲- کانی سازی در محدوده مورد مطالعه
۶۹	.....	۳-۸-۳- بررسی نتایج نمونه های مینرالیزه
۷۳	.....	فصل چهارم بحث و ارزیابی
۷۴	.....	۴-۱- بحث و ارزیابی
۷۷	.....	فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات
۷۸	.....	۵-۱- نتیجه گیری
۷۹	.....	۵-۲- پیشنهادات
۸۱	.....	پیوست ۱
۱۱۰	.....	پیوست ۲
۱۱۴	.....	پیوست ۳
۱۱۹	.....	پیوست ۴

فهرست اشکال

- عنوان صفحه
- شکل ۱-۱-۱ محل یکی از گمانه های حفاری کارشناسان یوگسلاو ۳
- شکل ۱-۲-۱-۲ موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی محدوده گرانیته شمالی زاغدره و چاه زاغو ۴
- شکل ۱-۲-۲-۲ تصاویر ماهواره لندست ۷ (سنجنده ETM) منطقه گرانیته شمالی و چاه زاغو ۱۲
- شکل ۱-۲-۲-۲ الف- تصویر IAS (Iron After Sulphide) (بالا) ب- تصویر (Mineral Map Index) MMI (پایین) ۱۳
- شکل ۱-۳-۱-۱-۱ نمای از منطقه گرانیته شمالی (تصویر بالا - دید به سمت شمال) و چاه زاغو ۲۵
- شکل ۱-۳-۲-۲ الف - پیروکلاستیک های داسیت، آندزیت بازالتی و بازالتی (تصویر بالا سمت راست) ب - برش ولکانیک (تصویر بالا سمت چپ) ج- رخنمون واحدهای آهک پلاژیک (تصویر پایین سمت راست) د - ندول های آهکی در آهک های پلاژیک (تصویر پایین سمت چپ) ۲۹
- شکل ۱-۳-۳-۳ الف - تصویر ساخت های بالشی (مختصات $x=474890, y=3151520$) (تصویر سمت راست) ب - تصویر ساخت های منشوری (مختصات $x=476420, y=3152016$) (تصویر سمت چپ) ۳۰
- شکل ۱-۳-۴-۴ الف - ژاسپروئیدهای پرکننده درز و شکاف در منطقه گرانیته شمالی (تصویر سمت راست) ب - ندول های پر شده توسط اپیدوت (تصویر سمت چپ به مختصات $x=476490, y=3153090$) ۳۰
- شکل ۱-۳-۵-۵ الف - لایه بندی در مجموعه ولکانیکی رسوبی منطقه چاه زاغو (بالا سمت راست) ب - برش های ولکانیکی در منطقه چاه زاغو (بالا سمت چپ) ج - ساخت گدازه های بالشی (پایین سمت راست) د - نمایی از ولکانیک های ریولیتی، منطقه چاه زاغو (پایین سمت چپ) ۳۴
- شکل ۱-۳-۶-۶ الف - لایه بندی سنگ های پیروکلاستیکی در مجموعه ولکانیکی رسوبی (تصویر سمت راست)، لایه های آهک پلاژیک (تصویر سمت چپ به مختصات $x=476330, y=3151670$) ۳۴
- شکل ۱-۳-۷-۷ الف- تصویر برونزد دایک های داسیتی در سنگ های ولکانیکی - رسوبی در جنوب خاوری (تصویر سمت راست) ب- تصویر برونزد دایک های داسیتی درون مجموعه سنگ های ولکانیکی - رسوبی (تصویر سمت چپ) ۳۶
- شکل ۱-۳-۸-۸ برونزد توده تونالیتی-گرانودیوریتی در منطقه گرانیته شمالی زاغدره (دید به سمت خاور تا شمال) ۳۷
- شکل ۱-۳-۹-۹ الف- فنوکریست های کوارتزی توده تونالیتی-گرانودیوریتی (تصویر سمت راست) ب - بافت های استوک ورکی در توده تونالیتی- گرانودیوریتی (تصویر سمت چپ) ۳۷
- شکل ۱-۳-۱۰-۱۰ الف - نفوذ توده تونالیتی-گرانودیوریتی به درون مجموعه ولکانیکی رسوبی و دگرسانی حاصل از آن (تصویر سمت راست به مختصات $x=475600, y=3152890$) ب- نفوذ توده و رخنمون آن در حاشیه رودخانه شمالی منطقه (تصویر سمت چپ - دید به سمت باختر) ۳۸
- شکل ۱-۳-۱۱-۱۱ الف- نقشه ساده زمین شناسی منطقه اسفندقه از سبزه های (۱۹۷۴) با کمی تغییر (تصویر سمت راست)، ب- موقعیت غسل های آشین و سیاه کوه بر روی تصویر ماهواره ای لندست (تصویر سمت چپ). ۴۱
- شکل ۱-۳-۱۲-۱۲ الف - گسلس و به هم ریختگی واحدها در مجموعه ولکانیکی رسوبی در منطقه جنوب خاوری نقشه (تصویر بالا-دید به سمت باختر) ب) تصویر غسل شماره GNF25 بر روی عکس هوایی (تصویر پایین- سمت راست) ج) تصویر همان غسل در عملیات صحرایی (تصویر پایین- سمت چپ-دید به سمت شمال) ۴۲
- شکل ۱-۳-۱۳-۱۳ مدل عمومی رابطه بین نفوذی و آلتراسیون در داخل و اطراف کنسارهای تیپ پورفیری مس غنی از طلا ۴۶
- شکل ۱-۳-۱۴-۱۴ گسترش دگرسانی آرژیلیک، باختر و جنوب باختری گرانیته در منطقه ۵۰
- شکل ۱-۳-۱۵-۱۵ الف- دگرسانی آرژیلیک در سنگ پیروکلاستیکی (بالا سمت راست) ب- دگرسانی آرژیلیک در سنگ پیروکلاستیکی و توده نفوذی (بالا سمت چپ) ج- دگرسانی آرژیلیک شدید و گمانه حفاری بر روی آن رسوبی منطقه چاه زاغو(پایین) ۵۱
- شکل ۱-۳-۱۶-۱۶ الف- شکل نمایی از دگرسانی ها در حاشیه شمالی توده تونالیتی-گرانودیوریتی(شکل سمت چپ) ب- نمایی از دگرسانی با کنترل ساختاری در سنگ های ولکانیکی را نشان می دهد(دید به سمت باختر) (شکل سمت راست) ۵۲
- شکل ۱-۳-۱۷-۱۷ الف - نمایی از دگرسانی آرژیلیک در بخش جنوبی نقشه (دید به سمت جنوب باختر) ۵۳

- شکل ۳-۱۸- الف رگچه های نابارور (بالا سمت راست) ب- رگچه های سیلیسی اپی ترمال (بالا سمت چپ) ج- رگچه های سیلیسی و اکسید آهن در ولکانیک ها (پایین سمت راست) د- رگچه های خاکستری رنگ معمول در کانسارهای پورفیری (پایین سمت چپ) ۵۵
- شکل ۳-۱۹- الف رگچه های Sheeted نابارور ب - وجود رگچه ها و ارتباط آن ها با کانی سازی ۵۶
- شکل ۳-۲۰- الف- رگچه های پر شده توسط اپیدوت ب - لکه های اپیدوت درون واحدهای آتشفشانی- رسوبی ۵۷
- شکل ۳-۲۱- سیلیسی شدن در منطقه گرانیته شمالی - زاغدره الف- تشکیل پوشش سیلیسی در بالای گرانیته (تصویر سمت راست) ب- سیلیسی شدن همراه با برشی شدن هیدروترمالی در دگرسانی جنوبی (تصویر سمت چپ) ۵۸
- شکل ۳-۲۲- رگه سیلیسی - برشی دارای اکسید آهن در منطقه چاه زاغو ۵۹
- شکل ۳-۲۳: الف : مدل کانسارهای مس پورفیری نوع پلوتونیک (تصویر چپ) ب: نوع ولکانیکی (تصویر راست) ۶۴
- شکل ۳-۲۴: مدل کانسارهای مس پورفیری نوع کلاسیک (ساترلند براون، ۱۹۷۶) ۶۶
- ۳-۲۵- الف- منطقه کانی سازی واقع در سقف توده تونالیتی-گرانودیوریتی (تصویر بالا سمت راست) ب- کانی سازی همراه با سیلیسی شده و برشی شدن در منطقه دگرسانی جنوب نقشه (تصویر بالا سمت چپ) ج- کانی سازی درون توده تونالیتی-گرانودیوریتی مرتبط با استوک ورک های سیلیسی (تصویر پایین سمت راست) د- کانی سازی در کنتاکت توده و سنگ های در برگیرنده به صورت شکافه پرکن (تصویر پایین سمت چپ) ۶۸

فهرست نقشه ها

صفحه	عنوان
۲۶.....	نقشه ۱-۳- نقشه زمین شناسی - معدنی گرانیت شمالی منطقه زاغدره
۲۷.....	نقشه ۲-۳- نقشه زمین شناسی - معدنی منطقه چاه زاغو
۴۳.....	نقشه ۳-۳- نقشه گسل های منطقه گرانیت شمالی زاغدره
۴۴.....	نقشه ۴-۳- نقشه گسل های منطقه چاه زاغو
۴۹.....	نقشه ۵-۳- نقشه دگرسانی منطقه گرانیت شمالی زاغدره

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱: لیست نمونه های منطقه گرانیت شمالی زاغدره و چاه زاغو به همراه مختصات و نوع آن ها	۷
جدول ۱-۳: نتایج پتروگرافی مقاطع نازک	۳۹
جدول ۲-۳: نتایج مطالعات کانی شناسی XRD	۶۰
جدول ۳-۳ الف: نتایج عناصر منتخب نمونه های کانی سازی در منطقه گرانیت شمالی زاغدره	۷۱
جدول ۳-۳ ب: نتایج عناصر منتخب نمونه های کانی سازی در منطقه چاه زاغو	۷۲