

چکیده

مطالعه ژئوشیمی ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ گرمسار

مقدمه:

بر اهل علوم زمین پوشیده نیست که یکی از کارآمدترین روشهای اکتشافی در مقیاس ناحیه ای و محلی، روش اکتشافات ژئوشیمیایی است. هر چند در اجرای این روش نیاز به نیروی انسانی توانمند، یکی از اساسی ترین گزینه های اولیه است (با هزینه بالا) ولی بهره گیری از تجربه و دانش روز منجر به صرفه جوئی در زمان و هزینه ها خواهد شد. هنوز هم می توان به جرات گفت که این روش یکی از کم هزینه ترین روشهای اکتشافی به شمار می آید.

وسعت و گسترش سرزمین ایران و همچنین ذخائر معدنی فراوان و کشف نشده و خصوصیات جغرافیائی و اقلیمی آن در جهان امروز و شرایط اقتصادی حاکم بر آن، بی گمان این سرزمین را مورد توجه بسیاری از کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان قرار داده است. ضرورت کشف و استخراج مواد معدنی و جایگاه ویژه آن در چرخه اقتصاد و صنعت جهانی بر کسی پوشیده نیست و بر این اساس سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور با بکارگیری کاربردی ترین روشهای اکتشافی در راستای توسعه اقتصادی و اجرای برنامه های از پیش تعیین شده، گامهای بنیادین خود را برداشته و در قالب طرحهای اکتشافات سراسری و موضوعی، کشور پهناور ایران را زیر پوشش اکتشافی خود قرار داده است.

چکیده:

ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ گرمسار واقع در مرکز متمایل به شمال کشور یکی از ورقه هائی است که در پی اجرای پروژه ها و طرحهای مصوب، تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی قرار گرفته است. در این ورقه تعداد ۳۹۳ نمونه ژئوشیمی و ۹۴ نمونه کانی سنگین برداشت شده است. این نمونه ها پس از آماده سازی جهت آنالیز به آزمایشگاه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارسال و برای ۲۵ عنصر و ۸ اکسید آنالیز شد. از بین آنها به دلیل پایین بودن مقدار نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی تنها ۳ عنصر Ba , Sr , Zn جهت داده پردازی انتخاب شدند.

دقت نتایج آزمایشگاهی به دلیل آنالیز نمونه ها در دو آزمایشگاه و عدم برخورداری نتایج از خطای سیستماتیک یکسان قابل بررسی نمیباشد.

پس از جایگزینی مقادیر سنسورد ($3/4$ حد حساسیت برای مقادیر کوچکتر از حد حساسیت ، $4/3$ آن برای مقادیر بزرگتر از حد حساسیت) تکنیکهای آماری تک متغیره بر روی داده ها اجرا و موارد مختلف مورد نیاز از آنها استخراج شده است.

تهیه نقشه های تک عنصری تنها برای سه عنصر یاد شده Ba , Sr , Zn صورت پذیرفته است. همچنین تعداد ۹۴ نمونه کانی سنگین آماده سازی و مطالعه شده اند که بدلیل برخورداری از الگوی دیداری می تواند راهنمای خوبی جهت تایید ناهنجاری های ژئوشیمیایی باشد. نتایج نمونه های کانی سنگین نیز جز در مورد کانه های مالاکیت، سلسیت و باریت جواب خوبی بدست نداده بود که با توجه به وضعیت سنگ شناسی منطقه دور از ذهن نیست.

فصل اول : کلیات

۱-۱- وضعیت جغرافیایی

ورقه گرمسار با مختصات جغرافیائی 30° و 52° - 52° طول خاوری و 30° و 35° - 35° عرض شمالی در استان سمنان و تهران قرار دارد. شهرستان گرمسار بزرگترین نقطه مسکونی این محدوده به شمار می‌رود. از دیگر مراکز جمعیت می‌توان به مرکز بخش ایوانکی و آردان و روستاهای محمودآباد، ایستگاه بن‌کوه، گرمابسر، رستم‌آباد، کروس پائین و بالا، جلیل‌آباد، سراب‌رود، ویرانه، احمدآباد، کرک اشاره نمود.

مرتفع‌ترین نقطه در گوشه شمال خاوری نقطه نقشه و در کوه عمارت واقع شده که مشتمل بر سازند کند است و بلندای آن ۲۵۵۱ متر از سطح دریا، و پست‌ترین نقطه با ارتفاع ۷۶۱ متر از سطح دریا در بخش جنوبی ورقه و در دشت کویری جنوب گرمسار قرار دارد. بخش‌های شمالی کوهستانی است. از کوه‌های مهم می‌توان کوه سفید، کوه آب صفرا، کوه نمک، کوه ایوانکی و کوه تخت رستم را نام برد. راه آسفالته تهران - گرمسار - سمنان مهمترین محور ارتباطی منطقه است و در مسیر خود از ایوانکی و گرمسار عبور می‌کند. راه آسفالته ایوانکی - آب سرد در کنار رودخانه ایوانکی و کرک در نهایت به شهرستان دماوند و یا فیروزکوه متصل می‌شود. راه آسفالته و خاکی گرمسار - ایستگاه بن‌کوه - محمودآباد برش مناسبی از سازندهای زمین‌شناسی بخش خاوری و شمال خاوری در اختیار می‌گذارد و راه خاکی دیگری از آن به سمت گرمابسر جدا می‌شود.

آب و هوای این محدوده گرم و خشک است، لیکن بخش‌های کوهستانی منطقه از آب هوای معتدلتری برخوردارند. (شکل ۱-۱)

۱-۲- ریخت شناسی

ورقه گرمسار را می‌توان به دو بخش مناطق مرتفع کوهستانی که در نیمه شمالی نقشه واقع شده‌اند و بخش‌های پست که به طور عمده شامل رسوبات آبرفتی و پهنه‌های رسی، گچی و نمکی هستند تقسیم کرد.



شکل: ۱-۱- نقشه راههای ارتباطی گرمسار

الف: مناطق کوهستانی

در مناطق کوهستانی واحدهای ژئومورفولوژیکی به شرح زیر قابل تشخیص است: سازند کرج: شامل توفهای سبزرنگ است و در بخش شمالی نقشه رخنمون محدودی دارد و اغلب در هسته تاقدیس صخره‌های پرشیبی را به وجود آورده‌اند. سازند کند: بیشتر شامل نهشته‌های تخریبی قرمز رنگ شیل و سنگ گچ است که در محیط کولابی به وجود آمده و به طور ناپیوسته در زیر کنگلومرای سازند قم قرار دارد. بر اثر وارد آمدن فشارهای تکتونیکی و وجود سنگ گچ فراوان در این سازند در مواردی نهشته‌های مجاور خود را قطع کرده است.

سنگ گچ در این واحد به صورت برجسته و روشن رنگ نمایان است و اغلب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

- سازند قرمز و زیرین (گنبد‌های نمکی و گچی): این واحد مورفولوژیکی به صورت گنبد سازندهای قرمز بالائی را قطع کرده‌اند و در زون‌های گسله و در محل خمش گسل‌های امتداد لغز تمرکز دارند. گنبد‌های نمکی و گچی بیشتر شامل سنگ نمک، سنگ گچ، مارن، سیلت و ماسه سنگ همراه با سنگ-های آتشفشانی بازیگ است. گنبد‌ها بر اثر وارد آمدن فشارهای تکنونیک و لیتواستاتیکی بالا آمده و واحدهای مجاور خود را شبیدار نموده‌اند.

- سازند قم بیشتر شامل سنگ آهک، مارن و در مواردی سنگ گچ است که با قاعده کنگلومرانی به طور ناپیوسته بر روی واحدهای قدیمی‌تر نشسته است. این واحد اغلب در هسته تاقدیس رخنمون دارد و بدلیل داشتن سنگ آهک فراوان در مواردی فرسایش کارستی از خود نشان می‌دهند. سنگ‌های کربناته این واحد به صورت صخره‌های پرشیب و روشن رنگ نسبت به سازندهای مجاور جلوه‌گر می‌باشند.

- سازند قرمز بالائی در ورقه گرمسار ضخامت زیاد و گسترش وسیعی دارند و تپه ماهورهای کم ارتفاع به رنگ قرمز و در مواردی مایل به سبز را تشکیل داده‌اند. این واحد ژئومورفولوژیکی بیشتر شامل نهشته‌های تخریبی از نوع ماسه سنگ، کنگلومرا، سیلتستون، شیل و مارن و در مواردی همراه با سنگ گچ است که بخش‌های درشت دانه‌تر برجسته‌تر نمایان هستند. گنبد‌های نمکی و گچی این واحد ژئومورفولوژیک را قطع کرده و آن‌ها را شبیدار نموده‌اند.

- کنگلومرای هزاردره که به صورت کنگلومرا همراه با ماسه سنگ به رنگ خاکستری بوده تپه‌های به نسبت مرتفع‌تری را در حواشی ارتفاعات البرز به وجود آورده‌اند.

- رسوبات آبرفتی دامنه ارتفاعات و پادگانه‌های آبرفتی اطراف رودخانه‌ها: واریزه‌ها و مخروط افکنه‌های پوشش آبرفتی را در دامنه ارتفاعات به وجود آورده‌اند و پادگانه‌های آبرفتی کنار رودخانه‌ها رسوبات آبرفتی پلکانی را در حواشی رودخانه‌ها تشکیل داده‌اند.

مهمترین گسل منطقه به نام گسل گرمسار که دارای راستای کلی خاوری-باختری و یا شمال خاوری-جنوب باختری است و مرز بین دشت فروافتاده و بخش‌های مرتفع را می‌سازند و در مسیر این گسل گنبد‌های نمکی بیرون زده‌اند.

ب: دشت کم ارتفاع

بخش جنوبی نقشه شامل پهنه‌های رسی، سیلتی و گچی است. شبکه آبراهه‌های این مناطق عمدتاً موازی است. دو مخروط افکنه بزرگ حاصل از فرسایش سازندهای قرمز بالائی وجود دارد که شهرهای گرمسار و ایوانکی بر روی آن‌ها ساخته شده‌اند.

۱-۳- چینه نگاری

کهن‌ترین واحد سنگی ورقه گرمسار توفهای سبزرنگ ائوسن است که در بخش شمالی ورقه گرمسار رخنمون دارد. سری رسوبی - آتشفشانی، دایک‌ها و سنگهای نفوذی منطقه در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

۱-۳-۱- سری رسوبی - آتشفشانی

۱-۳-۱-۱- سنوزوئیک - پالئوژن - ائوسن

واحد E^t (سازند کرج)

این واحد در بخش شمالی و شمال باختری ورقه گرمسار رخنمون دارد و شامل خاکستر توف، توف سیلیسی، توف قطعه سنگ‌دار، توف بلورین با ترکیب اسیدی - حدواسط همراه با میان لایه‌های شیلی با لایه‌بندی خوب و رنگ سبز تا کرمی روشن است. ستبرای این واحد به حدود ۵۰۰ متر می‌رسد و هم‌ارز سازند کرج است و از بخش بالائی با گذر تدریجی به شیل‌های سازند کند تبدیل می‌شود. دایکهای بازیگ با ستبراهای حدود ۱ تا ۲ متر نهشته‌های این واحد را بریده است.

در بررسی پتروگرافی سنگ‌های این واحد از نوع لیتیک، کریستال، ویتریک توف با ترکیب اسیدی و بافت ویتروکلاستیک، کریستالوکلاستیک و لیتوکلاستیک می‌باشد.

۱-۳-۱-۲- سنوزوئیک - پالئوژن - ائوسن - الیگوسن

نهشته‌های سازند کند در بخش شمالی و شمال خاوری ورقه گرمسار رخنمون دارد و دیرینه آن‌ها ائوسن - الیگوسن مشخص گردیده و از پائین به بالا واحدهای EO_{Ksh} و EO_{Kmg} با ستبرای کلی حدود ۲۴۰۰ متر را در بر می‌گیرد.

واحد $EO_{K^{sh}}$ (سازندکند)

این واحد شامل سیلتستون توفی، شیل‌ها سیلتی به رنگ خاکستری است که در بخش زیرین سازند کند ظاهر گشته و با گذر تدریجی به توف‌های ائوسن تبدیل می‌شود. دایک‌های بازیک رسوبات این واحد را قطع کرده است. رسوبات شیلی، مارنی و گچی واحد $EO_{K^{mg}}$ و همچنین سنگ‌ها آتشفشانی حفره‌دار الیوین بازالتی به طور عادی بر روی نهشته‌های این واحد نشسته است.

واحد $EO_{K^{mg}}$ (سازند کند)

این واحد شامل شیل‌های مارنی، رسی و سیلتی همراه با میان لایه‌ها و عدسی‌های متعدد سنگ گچ و گاه میان لایه‌های آهکی - آهک ماسه‌ای فسیل‌دار است که به رنگ سبزروشن، خاکستری روشن و صورتی می‌باشد. رسوبات این واحد که بخش بالائی سازند کند را شامل می‌شود در محیط کولابی تشکیل شده است. لایه‌های سنگ گچ این واحد اغلب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. میان لایه‌های آهکی - آهک ماسه‌ای فسیل‌دار در حد امکان به صورت واحد تفکیک شده است. میان لایه‌ها و عدسی‌های سنگ گچ به صورت واحد و میان لایه‌های سنگ گچ همراه با سنگ آهک به صورت واحد EO_{K^1} تفکیک شده است.

واحد $EO_{K^{gl}}$ (سازند کند)

شامل سنگ گچ به صورت توده‌ای و دارای میان لایه‌ها و عدسی‌های متعدد سنگ آهک می‌باشد. سنگ‌های آهکی اغلب بلورین و متخلخل می‌باشند و در موقع شکست بوی گوگرد از آن‌ها بر می‌خیزد. در اینگونه لایه‌های آهکی فسیل مشاهده نگردید. سنگ گچ در سطح هوازده به رنگ خاکستری و در سطح شکست سفیدرنگ است. این واحد که در بخش شمالی ورقه گرمسار رخنمون دارد بر اثر حرکت گنبد مانند سنگ گچ حالت توده‌ای و بهم ریخته به خود گرفته و نسبت به سازندهای مجاور قطع‌کننده است.

واحد EO_{K^g} (سازند کند)

شامل لایه‌ها و عدسی‌های سنگ گچ داخل واحد کلی EO^{mg} می‌باشد که اغلب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

واحد $EO_{K^{gm}}$ (سازند کند)

شامل تناوب سنگ گچ با مارن است که به رنگ‌های سبزروشن، سفید و یا صورتی روشن می‌باشد.

واحد EO_{K^v} (سازند کند)

این واحد شامل سنگ‌های آتشفشانی بازیگ به رنگ خاکستری تیره و ترکیب آن الیوین بازالت آفانیتیک بوده و در مواردی حفره‌دار است که به صورت عدسی کشیده به ستبرای حدود ۳۰ متر به صورت هم زمان در درون شیل‌های سازند کند قرار گرفته است. حفرات با ژئولیت و کانی‌های ثانوی دیگر پر شده است. در بررسی پتروگرافی سنگ‌های این واحد الیوین بازالت با بافت پرفیریتیک و زمینه میکرولیتی مشخص گردیده است.

۱-۳-۱-۳- سنوزوئیک- پالئوژن- الیگوسن

واحد Ol^s (سازند قرمز زیرین)

این واحد شامل تناوب شیل‌های مارنی، رسی و سیلتی، سیلتستون با ماسه سنگ، میکروکنگلومر، مادستون و مارن به رنگ‌های قرمز، سبزروشن و قهوه‌ای مایل به قرمز همراه لایه‌های سنگ نمک و میان لایه‌های نازک، رگه و رگچه‌های ژپس است و ضخامت کلی این واحد به حدود ۵۰۰-۳۰۰ متر می‌رسد. رسوبات این واحد اغلب چین‌خورده است و سنگ نمک به صورت گنبد مانند بالا آمده است. رنگ عمومی مایل به قرمز و وجود سنگ نمک از ویژگی‌های این واحد است. بر روی آن سنگ گچ، مارن و سنگ‌های آتشفشانی واحد Ol^{gm} قرار گرفته است. در اغلب موارد مرز این دو واحد ناپیوسته است. لایه-ها و گنبد‌های نمکی به صورت واحد Ol^{sa} تفکیک شده است. بخش زیرین این واحد پوشیده و نامشخص است. گاه دایک‌های دیابازی و بازالتی تغذیه‌کننده واحد Ol^v ، رسوبات این واحد را قطع کرده است.

واحد Ol^{sa}

این واحد که شامل لایه‌ها و توده‌های نمکی است در واحد کلی Ol^s قرار دارد و در نقاط مختلف رخساره‌های متفاوتی نشان می‌دهد. گاه به صورت لایه‌ها و نوارهایی به رنگ خاکستری، سفید، زرد، آبی و صورتی دیده می‌شود. اغلب بر اثر حرکت گنبدی به صورت توده‌ای بوده و خالص تر است.

در گنبد‌های نمکی پوشش نازکی از واریزه بر روی سنگ نمک قرار گرفته که موجب حفاظت سنگ نمک در مقابل شستشو توسط بارش‌های جوی شده است. گنبد‌های نمکی در سطح زمین به صورت گرد، بیضوی و یا عدسی شکل می‌باشند و گنبد‌های نمکی اغلب در مسیر گسل‌های اصلی تشکیل یافته‌اند. کشیدگی و خمش لایه‌های رسوبی مجاور گنبد نمکی جهت جابجایی افقی را نشان می‌دهد. در برخی موارد گنبد‌ها در حین بالا آمدن حرکت چرخشی نیز نشان می‌دهند. لایه‌های ژئوپس و مارن اغلب به صورت کلاهک بر روی گنبد نمکی قرار گرفته است و بر اثر بالا آمدن سنگ نمک، لایه‌های سنگ گچ و مارن شکسته و تکه تکه شده‌اند. سنگ نمک اغلب رسوبات تخریبی سازند قرمز بالایی را قطع کرده است.

واحد Ol^{gm}

این واحد شامل تناوب سنگ گچ، مارن، مارن آهکی و شیل و گاه همراه با میان لایه‌های آهکی به رنگ سبز روشن، سفید و کرمی روشن است که اغلب حاوی بخش‌های آتشفشانی با ترکیب بازیک به صورت عدسی مانند است. بخش‌های آتشفشانی که به صورت پراکنده و متعدد و در ابعاد مختلف در این واحد ظاهر شده به صورت واحد Ol^v جداگانه تفکیک شده است. این واحد ستبرای ۴۰۰-۱۵۰ متر را نشان می‌دهد و به احتمال هم‌ارز سازند کند است. سنگ گچ در این واحد بسیار فراوان است و به عنوان سنگ معدنی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. لایه‌های مارن و سنگ آهک گاه حاوی ماکروفسیل خار پوست است.

تشکیل سنگ گچ در این واحد ارتباط ژنتیکی با فعالیت آتشفشانی بازیک دارد. گدازه‌های هیالوکلاستیکی بازالتی - آندزیتی در نقاط مختلف این واحد به فراوانی دیده می‌شود. وارد شدن مقادیر زیادی گوگرد و اکسیداسیون آن عامل مهمی در تشکیل سنگ گچ بوده است.

در شمال گرمسار در بخش زیرین این واحد کنگلومرا به ستبرای حدود ۱۰۰ متر ظاهر شده که به صورت واحد Ol^c تفکیک شده است. گذر بخش زیرین این واحد به رسوبات واحد Ol^{sa} اغلب ناپیوسته است. تغییرات ناگهانی رخساره خود گویای این ناپیوستگی است. در واحد Ol^{sa} کمتر سنگ گچ دیده می‌شود. و در مقابل، سنگ نمک در آن فراوان است، در حالیکه در این واحد Ol^{gm} سنگ گچ و سنگ‌های آتشفشانی بازیک به فراوانی وجود دارد. لایه‌های سنگ گچ نسبت به شیل‌ها و مارن‌ها مقاومتر بوده و صخره سازترند. بالا آمدن سنگ نمک موجب تورم و بالا آمدگی نهشته‌های این واحد شده

است و در واقع رسوبات این واحد سنگ پوششی گنبد‌های نمکی در این منطقه می‌باشند. کنگلومرای قرمز رنگ قاعده سازند قم (میوسن آغازین) با ناپیوستگی بر روی نهشته‌های این واحد قرار گرفته است. سن نهشته‌های این واحد به احتمال الیگوسن می‌باشد.

واحد Ol^c

این واحد شامل کنگلومرا به رنگ کرمی تا خاکستری روشن است که با ستبرای حدود ۱۰۰ متر در قاعده واحد Ol^{gm} ظاهر شده است. اندازه قطعات اغلب کمتر از ۱۰ سانتیمتر می‌باشد ولی در مواردی ابعاد آن‌ها به ۱ متر می‌رسد. گردشگی و جورشدگی متوسط است. قطعات از نوعی سنگ‌های آهکی، سیلتستون، ماسه سنگ و سنگ‌های آتشفشانی است. در بخش‌های بالائی این واحد به تدریج ابعاد قطعات کنگلومرا ریزتر شده و به مارن و شیل و در نهایت به مارن و سنگ گچ واحد Ol^{gm} تبدیل می‌شود.

واحد Ol^v

این واحد شامل گدازه‌های آکالی بازالتی، آندزیت بازالتی و توف است که به صورت عدسی مانند در لابلاهی سنگ گچ، مارن‌های واحد Ol^{gm} قرار دارد و گاه دایک‌های آکالی دیابازی-دیابازی تغذیه کننده این واحد افق‌های رسوبی قدیمی‌تر واحد Ol^{gm} و یا نهشته‌های واحد Ol^s را قطع کرده است. ستبرای عدسی‌ها به حدود ۵۰-۱۰ متر می‌رسد. رنگ این واحد خاکستری تیره مایل به سبز است. حفرات سنگ با اکسید آهن و کربنات کلسیم پر شده است. دایک‌های تغذیه کننده گاه در بین آن‌ها دیده می‌شود. فعالیت آتشفشانی بازیک در محیط دریائی کم عمق و همزمان با تشکیل سنگ گچ و مارن‌های واحد Ol^{gm} صورت گرفته است. در هیالوکلاستیک‌ها و ولکانوکلاست‌ها قطعات زاویه‌دار و کمی زاویه-دار به صورت بهم ریخته در زمینه‌ای دگرسان شده و توفی قرار گرفته‌اند. برشی شدن سنگ‌ها آتشفشانی در محیط آبی کم عمق صورت گرفته است.

۱-۳-۱-۴- سنوزوئیک - (پالئوژن - نئوژن) - الیگوسن - میوسن

واحد OM^c (قاعده سازند قم)

این واحد شامل کنگلومرا همراه با میان لایه‌های ماسه سنگی و شیلی به رنگ قرمز و گاه همراه با میان لایه و یا عدسی آهکی است که با ستبرای حدود ۱۵۰-۳۰ متر در قاعده نهشته‌های روشن رنگ و کربناته سازند قم قرار دارد. رسوبات تخریبی این واحد با ناپیوستگی بر روی رسوبات سازند کند قرار گرفته است. گذر بخش بالائی این واحد به رسوبات کربناته سازند قم تدریجی است.

رسوبات تخریبی و مایل به قرمز رنگ این واحد که بیشتر از نوع کنگلومرا است، شروع پیشروی دریای میوسن را نشان می‌دهد. قطعات کنگلومرا نسبتاً گرد شده با جورشدگی متوسط تا ضعیف هستند و ترکیب آن‌ها عبارتند از: توف، سیلتستون و ماسه سنگهای ائوسن. لایه‌بندی رسوبات این واحد ضخیم تا متوسط است. در بخش شمال باختری ورقه گرمسار این واحد با دگر شیبی زاویه‌دار بر روی نهشته‌های دگرسان شده سازند کند قرار گرفته است. در مطالعه میکروسکوپی میان لایه‌های این واحد از نوع بیومیکر سپارایت است.

واحد OM^l (سازند قم)

این واحد در بخش شمال باختری ورقه گرمسار شامل تناوب سنگ آهک، آهک مارنی و ماسه‌ای با مارن و گاه همراه با میان لایه‌های ماسه سنگی به رنگ کرمی روشن است. در بخش‌های زیرین میان لایه‌های کنگلومرانی ظاهر می‌شود. ستبرای آن متغیر بوده و حداکثر به ۱۵۰ متر می‌رسد. فسیل دو کفه‌ای در سنگ‌های آهکی دیده می‌شود. در حوالی روستای گرمابسر بخش زیرین این واحد شامل تناوب لایه-های نازک سنگ آهک با مارن همراه با میان لایه‌های سنگ گچ است. در قاعده این واحد به طور عادی کنگلومرای قرمز رنگ واحد OM^c جای دارد.

در بخش مرکزی و خاور شمال خاوری این واحد شامل سنگ‌های آهکی و آهک مارنی همراه با میان لایه مارنی و سنگ گچ است که اغلب بر روی نهشته‌های قرمز رنگ سازند قرمز بالائی رانده شده است. در بخش باختر جنوب باختری ورقه گرمسار این واحد شامل سنگ‌های آهکی به رنگ کرمی روشن و در افق‌های بالائی شامل تناوب سنگ گچ و سنگ آهک است. در این بخش رسوبات این واحد در هسته تاقدیس با شیب محوری به سوی جنوب خاوری رخنمون دارد.

گذر این واحد از بالا به نهشته‌های قرمز رنگ سازند قرمز بالائی پیوسته و عادی است، لیکن در بخش شمال خاوری ورقه گرمسار کنگلومرا و ماسه سنگ قاعده سازند قرمز بالائی با ناپیوستگی هم شیب بر روی رسوبات این واحد نشست است. سن نهشته‌های این واحد براساس مطالعات فسیل شناسی سنگ های کربناته الیگوسن پایانی- میوسن پیشین را مشخص گردیده است.

واحد OM^{gm} (سازند قم)

در بخش شمال خاوری ورقه گرمسار در قسمت بالائی این واحد سنگ گچ همراه با میان لایه‌های مارنی و سنگ آهک مارنی به ستبرای حدود ۱۰۰ متر ظاهر می‌شود که به صورت واحد OM^{gm} نمایش داده شده است. سنگ گچ واحد اخیر در حوالی روستای گرمابسر مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. در زیر بخش گچی و مارنی با گذر تدریجی سنگ‌های آهکی با لایه‌بندی ضخیم تا متوسط و به رنگ کرمی روشن با ماکروفسیل‌های دو کفه‌ای و خارپوست قرار می‌گیرد. نتایج بررسی فسیل شناسی سنگ‌های آهکی این واحد به شرح زیر است

واحد M_1 (سازند قرمز بالائی)

این واحد در قاعده سازند قرمز بالائی قرار گرفته و شامل تناوب شیل‌های رسی و مارنی با سنگ گچ و مارن و گاه همراه با میان لایه‌های کنگلومرائی به رنگ قرمز تا سبز روشن است که رخساره‌های متفاوتی نشان می‌دهد.

در بخش شمال باختری و شمالی ورقه گرمسار واحد اصلی M_1 به واحدهای کوچکتر، از پائین به بالا

به شرح زیر تقسیم شده است: $M_{1a^{sc}}$ ، $M_{1b^{sg}}$ ، $M_{1c^{sc}}$

واحد M_2 (سازند قرمز بالایی)

این واحد شامل تناوب ماسه سنگ با شیل‌های رسی و مارنی همراه با میان لایه‌های کنگلومرائی است که رخساره‌های متفاوتی دارد.

این واحد در بخش شمال باختری- شمالی ورقه گرمسار نهشته‌های این واحد اغلب به سوی جنوب باختری شیب دارند و در مسیر جاده ایوانکی- آبسرد بیشترین ستبرای را نشان می‌دهند و به سمت شمال

باختر و جنوب خاور به تدریج از ستبرای آن‌ها کاسته می‌شود. از پائین به بالا شامل واحدهای کوچکتر

به شرح زیر است: M_{2cs} ، $M_{2c^{msc}}$ ، $M_{2b^{ms}}$ ، $M_{2a^{sc}}$

واحد M3 (سازند قرمز بالائی)

در بخش شمال خاوری ورقه گرمسار واحد M3 به صورت تفکیک نشده رخنمون دارد و ستبرای آن به حدود ۱۵۰۰-۱۰۰۰ متر می‌رسد و شامل تناوب ماسه سنگ با شیل‌های رسی و مارنی همراه با میان لایه‌های کنگلومرانی به رنگ عمومی خاکستری مایل به سبز- قرمز است. شیل‌ها و مارن‌ها در مواردی گچ‌دار هستند. ماسه سنگ‌ها لایه‌بندی مورب نشان می‌دهند. این واحد در بخش شمال باختری ورقه گرمسار روند عمومی شمال باختری- جنوب خاوری را نشان می‌دهد و به حدود ۱۵۰۰ متر می‌رسد و از

پائین به بالا به واحدهای کوچکتر به شرح زیر تقسیم شده است: M_{3c} ، M_{3ab} ، $M_{3b^{sc}}$ ، $M_{3a^{sc}}$

واحد $M - Pl^c$ (سازند هزار دره)

این واحد که هم ارز با سازند هزار دره در البرز مرکزی می‌باشد شامل تناوب کنگلومرا و ماسه سنگ با رس و سیلت به رنگ خاکستری روشن تا نارنجی است. رگه و رگچه‌های سنگ گچ رسوبات این واحد را قطع کرده است.

واحد Pl^c (سازند هزار دره)

این واحد در بخش شمال خاوری و باختری ورقه گرمسار رخنمون دارد و شامل کنگلومرا با جورشدگی متوسط تا خوب و گردشدگی و سیمان‌شدگی متوسط است. لایه‌بندی مورب و متقاطع در این واحد دیده می‌شود. رسوبات این واحد در محیط قاره‌ای به صورت سیلابی در دامنه ارتفاعات قدیمی تشکیل یافته است. لایه‌بندی توده‌ای تا ضخیم لایه و رنگ عمومی آن‌ها خاکستری نسبتاً روشن است. قطعات پلی ژنتیک و بیشتر از نوع سنگ‌های توفی و رسوبات تخریبی ائوسن، سنگ‌های آهکی سازند قم و رسوبات تخریبی مایل به قرمز بالائی است. ستبرای این واحد حداکثر به حدود ۳۰۰-۱۰۰ متر می‌رسد. این واحد در بخش شمال خاوری ورقه گرمسار به طور عادی و در مواردی تدریجی بر روی رسوبات واحد $M - Pl^c$ نشسته است.

۱-۳-۱-۵- سنوزوئیک - کواترنری

آبرفت های حاصل از فرسایش ارتفاعات شمالی منطقه در دامنه بلندی ها و به ویژه در دشت های جنوب گرمسار و ایوانکی به اشکال مختلف تشکیل یافته است. نهشته های کواترنر را بر حسب عامل فرسایش می توان به صورت زیر توصیف نمود.

۱-۳-۱-۵-۱- نهشته های آبرفتی رودخانه ای و سیلابی

واحد Q_1^t

این واحد پادگانه های آبرفتی قدیمی دامنه ارتفاعات را شامل گردیده و بیشتر از نوع کنگلومرا با سیمان سست است و قطعات سنگی در ابعاد مختلف با گردشگری ضعیف تا متوسط می باشند. در نقاطی که بر اثر سازوکار گسل های راندگی و معکوس سازندهای قدیمی تر بالا آمده و بر اثر ازدیاد شیب توپوگرافی فرسایش شدیدتری صورت گرفته قطعات سنگی حاصل فرسایش توسط رودخانه حمل و رسوبگذاری شده است. در چنین مواردی ستبرای نهشته های این واحد بیشتر می باشد. در نتیجه بالا آمدگی بخش های کوهستانی رسوبات آبرفتی قدیمی در مسیر دره ها فرسایش می یابد و بدین ترتیب رسوبات این واحد به صورت تپه های کم ارتفاع و تا حدودی کشیده در می آید. میزان نفوذپذیری آب بعلت وجود قطعات سنگی مختلف نسبتاً زیاد است و جاده های خاکی احداث شده بر روی رسوبات این واحد کمتر مورد فرسایش سیلاب ها قرار می گیرند. میزان پوشش های گیاهی بر روی رسوبات این واحد کمتر از واحد Q_2^t است.

واحد Q_2^t

این واحد پادگانه های آبرفتی جدید است که دامنه های کم ارتفاع و کم شیب و دشت ها را پوشانده است. در برخی موارد مناطق کشاورزی و گیاهان خودرو بر روی این آبرفت ها قرار گرفته است. اندازه قطعات سنگی از ارتفاعات به سوی دشت ها کاهش می یابد.

دشت های اطراف و جنوب گرمسار را پهنه های رسی، سیلتی و نمکی تشکیل داده است که به صورت واحد Q^{CS} تفکیک شده است.

واحد Q^{ad}

این واحد رسوبات آبرفتی بستر رودخانه‌ها و آبراهه‌ها را شامل می‌گردد که بیشتر از نوع شن، ماسه، رس می‌باشد. ماسه و شن بستر رودخانه‌ها در برخی نقاط جهت آسفالت جاده‌ها و یا عملیات ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. گاه گیاهان خودرو و یا مناطق کشاورزی بخش‌هایی از رسوبات این واحد را پوشانده است.

۱-۳-۱-۵-۲- نهشته‌های آبرفتی دامنه ارتفاعات**واحد Q^f**

این واحد رسوبی آبرفت‌های سیلابی بادبزنی شکل (مخروط افکنه) دامنه ارتفاعات را شامل می‌گردد. اندازه قطعات سنگی درشت‌تر در پای ارتفاعات تمرکز دارد و به سوی نقاط کم ارتفاع قطعات ریزتر می‌شوند.

۱-۳-۲- سنگ‌های نفوذی**واحد mg**

در بخش مرکزی ورقه گرمسار توده میکروگابروئی دارای درشت بلورهای فراوان پیروکسن در ابعاد مختلف رسوبات گچی و مارنی واحد Ol^{sm} را قطع کرده است. این توده نفوذی احتمالاً با واحد Ol^v هم‌ارز است. در مطالعه پتروگرافی نام سنگ گابرو تا میکروگابرو با بافت گرانولار، میکروگرانولار و هتروگرانولار مشخص گردیده است.

دایک‌ها

دایک‌های بازیک توف‌های ائوسن و رسوبات شیلی سازند کند را در بخش شمالی نقشه قطع کرده‌اند. نمونه‌های سنگی از نوع آکالی بازالت کلریتی شده با بافت ایتترسرتال- ایتترگرانولار هستند.

۱-۳-۳- دیاپیرهای نمکی

دیاپیرهای نمکی در ورقه گرمسار گسترش وسیعی دارند. خواستگاه سنگ نمک واحد Ol^{sa} و Ol^s است که سنی احتمالی ائوسن پایانی - الیگوسن پیشین را دارا است. سنگ نمک در نواحی گسله بر اثر اعمال نیروهای تکتونیکی، داشتن خواصیت پلاستیکی و وزن مخصوص کمتر از رسوبات اطراف به بالا حرکت کرده و رسوبات جوانتر از خود، از جمله رسوبات سازند قرمز بالائی را قطع کرده است. در دیاپیرهای نمکی واحدها چینه‌نگاری از پائین به بالا به شرح زیر است:

- سنگ نمک که بخش قاعده‌ای آن نامشخص است.

- در بالای سنگ نمک مارنی به رنگ قرمز قرار گرفته است و به مارن‌های الوان تبدیل می‌شود و ستبرای آن متغیر بوده و حداکثر به ۴۰۰ متر می‌رسد (Ol^s)

- شیل و مارن‌های سبزرشن و سنگ گچ که در برخی موارد به مجموعه شیل، سیلتستون، ماسه سنگ، کنگلومرا و سنگ گچ تبدیل می‌شود. این واحد در نقشه به صورت Ol^{mg} نمایش داده شده و همزمان با این رسوبات سنگ‌های آتشفشانی بازیک - میانه به صورت عدسی مانند تشکیل یافته است. در برخی موارد میان لایه‌های آهک مارنی در این واحد وجود دارد که حاوی فسیل‌های خارپوست است.

دیاپیرهای نمکی طی دو مرحله تشکیل یافته‌اند:

- در مرحله اول دیاپیرهای نمکی همزمان با فعالیت گسل‌هایی با امتداد خاوری - باختری که بیشتر از نوع معکوس و یا تراستی هستند تشکیل یافته‌اند. اینگونه دیاپیرها گسترش فراوان و ارتفاع کمتری دارند و بخش‌هایی از آن توسط پادگانه‌های آبرفتی پوشیده شده است.

- در مرحله دوم دیاپیرها در امتداد گسل‌هایی با امتداد شمالی - جنوبی و یا شمال خاوری - باختری تشکیل یافته و گسترش کمتر دارند. ارتفاع آن‌ها نسبت به دیاپیرهای مرحله اول بیشتر است و نهشته‌های قرمز رنگ سازند قرمز بالائی را بریده‌اند.

- سنگ‌های آتشفشانی واحد Ol^{mg} (پوشش دیاپیرهای نمکی) مورد بررسی ژئوشیمیایی قرار گرفته است. نمودارهای عنکبوتی گدازه‌های بازیک نشانگر آلودگی آن‌ها با پوسته زیرین و همسانی با زون فرورانش آند مرکزی می‌باشد.

۱-۳-۴- زمین شناسی ساختمانی

بخش شمالی ورقه گرمسار در پهنه البرز و بخش جنوبی آن که به صورت فروافتادگی است در پهنه ایران مرکزی جای دارد و گسل گرمسار این دو پهنه را از یکدیگر جدا کرده است. نهشته‌های ائوسن (سازند کرج و کند) کهن‌ترین رخنمون‌های ورقه گرمسار هستند. در بخش‌های جنوبی پهنه البرز سازندهای قرمزیرین و قرمز بالائی و تا حدودی سازند قم به نسبت گسترش وسیعی دارد. در الیگو- میوسن هم ارز با فاز پیرنه‌ای نهشته‌های ائوسن و قدیمی‌تر چین خورده و بالا آمده است و پی آمد آن پیشروی دریا بوده که ابتدا کنگلومرای سازند قم و بر روی آن رسوبات آهکی، مارنی تشکیل یافته است. دومین فاز تکتونیکی قابل تشخیص هم ارز با پاسادنین است که بر اثر آن رسوبات کنگلومرانی هزار دره به طور ملایم چین خورده‌اند.

۱-۳-۴-۱- گسل‌ها

۱-۳-۴-۱-۱- گسل‌های راندگی و معکوس (گسل‌های حاصل از فشردگی)

از جمله گسل‌های مهم میتوان به گسل‌های گرمسار، کل کوه، سرخ کلوت، قریلک، کوه کلرز، ایوانکی، ویرانه، شمال ویرانه، کوه لاله‌زار، جنوب کوه لاله‌زار، باختر گرمابسر و جنوب کوه کلرز اشاره کرد.

۱-۳-۴-۱-۲- گسل‌های امتداد لغز

گسل‌هایی با راستای شمال- جنوب و یا شمال خاور- جنوب باختر اغلب امتداد لغز (چپ لغز) هستند و جوانتر از گسل‌هایی با راستای خاور- باختر و یا شمال باختر- جنوب خاور می‌باشند. در امتداد برخی از این گسل‌های امتداد لغز گنبد‌های نمکی رخنمون یافته است. در زیر به تعدادی از این گسل‌ها اشاره می‌شود:

گسل کوه حسین خانی، گسل کوه پائین قلعه، گسل کوه شریفه، گسل کوه تخت رستم، گسل باختر کوه کلرز، گسل کبوتر دره

۱-۳-۴-۲- چین خوردگی‌ها

در بخش باختری و جنوبی و جنوب باختری روستای گرمابسر تاقدیسی بزرگی وجود دارد. محور تاقدیس در بخش باختری و جنوبی روستای گرمابسر در امتداد شمال باختر- جنوب خاور است و میل آن به سوی جنوب خاور است. در هسته تاقدیس سازندهای ائوسن رخنمون دارد. در بخش جنوب باختری گرمابسر جهت محور تاقدیس به شمال خاور- جنوب باختر تغییر یافته و میل آن به سوی شمال خاور می‌باشد. در این بخش نهشته‌های تبخیر سازند کند به صورت گنبد مانند در هسته تاقدیس نفوذ کرده است. یال جنوب باختری این تاقدیس در بخش مرکزی شیب کمتری نسبت به یال شمال خاوری دارد و جهت انتقال تکتونیکی به سوی شمال خاور را نشان می‌دهد. این تاقدیس در نتیجه رشد گسل گرمابسر به وجود آمده است.

۱-۳-۵- زمین شناسی اقتصادی

آثار معدنی فلزی شناخته شده بسیار ناچیز و منحصر به کانی‌های مس مانند مالاکیت و آزوریت است که گاه در برخی از رگه‌های موجود در نهشته‌های میوسن دیده می‌شود. آثار معدنی غیر فلزی شامل کانی‌های نمک طعام، ژیپس، گوگرد، سنگ آهک، سولفات سدیم و پتاس(?) به شرح زیر است:

۱-۳-۵-۱- نمک طعام

در دیابیرهای نمکی سنگ نمک رخنمون دارد و در نقشه به صورت واحد Ol^{sa} مشخص گردیده است. ژیپس و مارن به صورت سنگ پوششی بر روی سنگ نمک قرار گرفته است و با توجه به وسعت رخنمون‌های دیابیرهای نمکی و سنگ نمک ذخیره بسیار زیادی از این ماده معدنی در ورقه گرمسار وجود دارد. سنگ نمک در مسیر حرکت دیابیری به تدریج ناخالصی‌های خود را بجا گذاشته و درجه خلوص آن بالا می‌رود. در مواردی که میزان حرکت نمک از خواستگاه اولیه ناچیز است لایه‌های نمک آغشته به ناخالصی‌هایی چون مارن، رس، مواد آلی و غیره است. سنگ نمک اغلب به رنگ سفید تا خاکستری روشن است، لیکن در مواردی به رنگ زرد، نارنجی، صورتی، آبی و طوسی در آمده است. انواعی که به رنگ آبی هستند به مواد رادیواکتیو آغشته‌اند.

۱-۳-۵-۲- سنگ گچ

این ماده معدنی ذخیره قابل ملاحظه‌ای در ورقه گرمسار دارد. در برخی موارد درجه خلوص آن بالا است و ستبرای لایه‌های سنگ گچ درخور توجه است. سنگ گچ در واحدهای سازند قرمز زیرین (Ol_{gm} ، Ol_g) و سازند کند (Eo_{gm} ، Eo_{gl} ، Eo_g) دیده می‌شود. در سازند قرمز زیرین سنگ گچ همراه با مارن به صورت سنگ پوششی دیپیرهای نمکی را تشکیل داده است. یکی از معادن مهم سنگ گچ در بخش شمالی نقشه به نام معدن سنگ گچ چشمه پرور است که در سازند کند قرار دارد. وجود سنگ گچ فراوان در سازند کند موجب شده که این واحد اغلب به صورت گنبد مانند بالا آمده و سازندهای جوانتر از خود مانند سنگ‌های کربناته قم را قطع کرده است.

۱-۳-۵-۳- سنگ آهک

در سازند قم در برخی موارد سنگ آهک به درجه خلوص بالائی دیده می‌شود که می‌تواند مورد استفاده ساختمانی قرار گیرد.

۱-۳-۵-۴- گوگرد

در جنوب خاوری کوه کلرز در میان دیپیر گچی و نمکی معدن متروکه گوگرد قرار دارد. گوگرد به صورت رگچه‌های متعدد در سنگ آهکی دیده می‌شود. بر روی آن ژیپس و مارن قرار دارد و ژیپس نیز آغشته به گوگرد می‌باشد. در اطراف معدن آثاری از کوره‌های ذوب دیده می‌شود.

۱-۳-۵-۵- سولفات سدیم

در اطراف کویر جنوب شهرستان گرمسار بعد از بارندگی بر اثر خواصیت موئینگی سولفات سدیم به همراه نمک طعام بالا آمده و بر اثر خشک شدن سطح زمین بر روی رسوبات رسی و ماسه‌ای شوره با ستبرای حدود ۳۰-۱۰ سانتیمتر تشکیل می‌شود. کارگران آن‌ها را جمع‌آوری کرده و با کامیون به کارخانه منتقل می‌کنند. بعد از گذشت حدود یک سال در صورت وجود بارندگی کافی دوباره سطح زمین با شوره سولفات سدیم‌دار پوشیده می‌شود. منطقه شوره زده با پهنای حدود ۴ کیلومتر و طول ۸ کیلومتر در

حاشیه فروافتاده و مرطوب کویر به صورت مناطق شوره زده دیده می شود. مناطق پرعیار در لابلاهی سنگ نمک به رنگ سفید و یا مایل به زرد قرار دارد.

۱-۳-۵-۶- پتاس

وجود پتاس همراه با سنگ نمک به طور دقیق ثابت نشده است ولی از آنجائیکه پتاس قابلیت انحلال بیشتری از سنگ نمک دارد در اعماق زمین می توان آنرا جستجو کرد. با توجه به وجود ذخیره زیادی از سنگ نمک جا دارد مورد اکتشاف قرار گیرد.

نقشه شماره ۱-۱ نشانگر وضعیت زمین شناسی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرمسار میباشد. همچنین برای دید بهتر عکس ماهواره ای منطقه نیز پس از آن آمده است.



شکل: ۱-۲- راهنمای نقشه زمین شناسی

فصل دوم : نمونه برداری و آنالیز شیمیایی نمونه ها

۲-۱- مقدمه

۲-۲- انتخاب محیط نمونه برداری

()

()

۲-۳- طراحی شبکه نمونه برداری

...

-

-

-

-

-

، :

...

UTM (Hayford 1909) ()

GPS

/ () /
() . ()

۲-۴- عملیات صحرائی نمونه برداری

(GPS)

G GG-200

200

B

۲-۵- آماده سازی و آنالیز نمونه ها و تحلیل دقت آنالیزهای دستگاهی

X

:

Flame-AAS

Ag,Bi,Cd,Co,Cr,Cu,Mn,Ni,Pb,Sb,Zn,As,Au

Ba,Ce,Hf,La,Nb,Nd,Sm,Sn,Sr,Th,Y,Zr,Al₂O₃,SiO₂,Na₂O,MgO,K₂O,CaO,TiO₂,Fe₂O₃

XRF

فصل چهارم : پردازش داده ها

۳-۱- مقدمه

() (%)

۳-۲- فایل بندی داده های خام

(Format)

Excel

۳-۳- داده های سنسورد و نحوه جایگزینی آنها

(Censord)

F.No.	Ba	F.No.	Ba	F.No.	Ba	F.No.	Ba	F.No.	Sr
/	ppm	/	ppm	/	ppm	/	ppm	/	ppm
/	ED-XRF	/	ED-XRF	/	ED-XRF	/	ED-XRF	/	ED-XRF
/	185-->2000	/	185-->2000	/	185-->2000	/	185-->2000	/	28-->525
GI-1	<	GI-76	<	GI-187	<	GI-358	<	GI-54	>
GI-2	<	GI-77	<	GA-191	<	GI-359	<	GI-83	>
GI-3	<	GI-78	<	GA-200	<	GI-360	<	GI-105	>
GI-4	<	GI-79	<	GA-221	<	GI-361	<	GI-137	>
GI-5	<	GI-80	<	GA-251	<	GI-363	<	GA-140	>
GI-6	<	GI-81	<	GA-252	<	GI-364	<	GI-363	>
GI-7	<	GI-83	<	GA-254	<	GI-368	<	GI-151	>
GI-8	<	GI-85	<	GA-255	<	GA-369	<	GI-158	>
GI-11	<	GI-88	<	GA-259	<	GA-370	<	GI-162	>
GI-13	<	GI-90	<	GA-265	<	GA-371	<	GI-159	>
GI-14	<	GI-100	<	GA-266	<	GA-372	<	GI-84	>
GI-15	<	GI-101	<	GA-269	<	GA-373	<	GI-97	>
GI-16	<	GI-102	<	GA-282	<	GA-374	<	GI-50	>
GI-18	<	GI-105	<	GA-296	<	GA-375	<	GI-153	>
GI-19	<	GI-106	<	GA-300	<	GA-376	<	GI-147	>
GI-20	<	GI-108	<	GA-303	<	GA-377	<		
GI-21	<	GI-109	<	GA-312	<	GA-378	<		
GI-22	<	GI-110	<	GA-314	<	GA-380	<		
GI-26	<	GI-111	<	GA-315	<	GA-384	<		
GI-31	<	GI-112	<	GA-317	<	GA-386	<		
GI-32	<	GI-115	<	GA-322	<	GA-388	<		
GI-34	<	GI-119	<	GA-323	<	GA-390	<		
GI-35	<	GA-125	<	GA-326	<	GA-391	<		
GI-37	<	GA-127	<	GA-327	<	GA-392	<		
GI-38	<	GA-130	<	GA-330	<	GA-393	<		
GI-39	<	GA-131	<	GA-331	<				
GI-41	<	GA-132	<	GI-337	<				
GI-46	<	GA-133	<	GI-339	<				
GI-51	<	GA-135	<	GI-341	<				
GI-54	<	GI-137	<	GI-342	<				
GI-58	<	GA-140	<	GI-343	<				
GI-60	<	GA-143	<	GI-345	<				
GI-61	<	GI-148	<	GI-346	<				
GI-62	<	GI-149	<	GI-348	<				
GI-63	<	GI-156	<	GI-349	<				
GI-65	<	GI-157	<	GI-350	<				
GI-66	<	GI-161	<	GI-351	<				
GI-68	<	GI-165	<	GI-352	<				
GI-71	<	GI-169	<	GI-354	<				
GI-74	<	GA-178	<	GI-355	<				

/

/

Zn , Ba , Sr ()

(/) Sr () Ba

۳-۴- مطالعات آماری تک متغیره

)

(Zn , Ba , Sr) (

(Stdev) (X)

>X+S, > X+2S, > X+3S

۳-۵- تکنیک رسم نقشه ها

(Symbol Map)

Ba,Zn,Sr

۳-۶- شرح نقشه ناهنجاریهای ژئوشیمیایی

()

....

.

: