

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	- چکیده
۲	- مقدمه
۳	- فصل اول: موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه
۳	-۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی
۵	-۱-۲- زمین شناسی گستره ورقه سندج
۵	-۱-۲-۱- چینه شناسی
۵	-۱-۲-۱-۱- تریاس
۸	-۱-۲-۱-۲- ژوراسیک
۸	-۱-۲-۱-۳- کرتاسه
۸	-۱-۲-۱-۴- پالئوسن
۹	-۱-۲-۱-۵- الیگومیوسن
۹	-۱-۲-۱-۶- واحد OM <sup>m</sup>
۹	-۱-۲-۱-۷- واحد MP <sup>v</sup>
۹	-۱-۲-۱-۸- واحد P <sup>t,la</sup>
۱۰	-۱-۲-۱-۹- پلیوسن
۱۰	-۱-۲-۱-۱۰- کواترنر
۱۱	-۲-۲-۱- توده های آذرین منطقه
۱۱	-۲-۲-۱-۳- زمین شناسی ساختمانی
۱۲	-۲-۲-۱-۴- آثار و اندیس مواد معدنی
۱۳	- فصل دوم: نمونه برداری
۱۳	-۱-۲- مقدمه
۱۳	-۲-۲- انتخاب محیط نمونه برداری
۱۴	-۲-۳- طراحی شبکه نمونه برداری
۱۵	-۲-۴- عملیات صحرائی نمونه برداری
۱۶	- فصل سوم: آنالیز شیمیایی نمونه ها
۱۶	-۱-۳- آماده سازی و آنالیز نمونه ها
۱۷	-۲-۳- تحلیل دقت آنالیزهای دستگاهی
۲۰	- فصل چهارم: پردازش داده ها
۲۰	-۱-۴- مقدمه
۲۰	-۲-۴- فایل بندی داده های خام

۲۰	۳-۴- داده های سنسورد و نحوه جایگزینی آنها
۲۱	۴-۴- مطالعات آماری تک متغیره
۲۱	۱-۴-۴- محاسبه پارامترهای آماری و رسم منحنی هیستوگرام داده های خام
۲۲	۲-۴-۴- جدایش مقادیر خارج از رده
۲۴	۳-۴-۴- نرمالسازی داده های خام و بررسی پارامترهای آماری داده های نرمال
۲۵	۵-۴- بررسی های آماری چند متغیره
۲۶	۱-۵-۴- محاسبه و رسم ضرائب همبستگی عناصر
۲۶	۲-۵-۴- مقادیر خارج از رده چند متغیره
۲۹	۳-۵-۴- تجزیه و تحلیل خوشه ای
۳۰	۴-۵-۴- تجزیه و تحلیل عاملی
۳۶	فصل پنجم: تکنیک رسم نقشه ها و شرح ناهنجاریهای ژئوشیمیایی
۳۶	۱-۵- تکنیک رسم نقشه ها
۳۶	۲-۵- شرح نقشه ناهنجاریهای ژئوشیمیایی
۴۸	فصل ششم: نتایج بدست آمده از مطالعات کانی سنگین
۴۸	مقدمه
۴۹	۱-۶- ناهنجاریهای طلا
۵۰	۲-۶- ناهنجاریهای کانیهای مس
۵۱	۳-۶- ناهنجاریهای کانیهای نقره
۵۲	۴-۶- ناهنجاریهای کانیهای سرب
۵۳	۵-۶- ناهنجاریهای کانی باریت
۵۳	۶-۶- ناهنجاریهای کانی ایلمنیت
۵۴	۷-۶- سایر کانیها
۵۵	فصل هفتم: تعبیر و تفسیر و نتیجه گیری و پیشنهادات
۵۵	۱-۷- تعبیر و تفسیر و شرح مناطق امیدبخش
۵۵	۱-۱-۷- منطقه امیدبخش شماره ۱ ( $A_1$ )
۵۶	۲-۱-۷- منطقه امیدبخش شماره ۲ ( $A_2$ )
۵۶	۳-۱-۷- منطقه امیدبخش شماره ۳ ( $A_3$ )
۵۷	۴-۱-۷- منطقه امیدبخش شماره ۴ ( $A_4$ )
۵۷	۵-۱-۷- منطقه امیدبخش شماره ۵ ( $A_5$ )
۵۸	۲-۷- نتیجه گیری
۵۹	۳-۷- پیشنهادات

- منابع و مراجع ..... ۶۰
- پیوستها ..... ۶۱
- پیوست شماره ۱: نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های ورقه سندج ..... ۶۲
- پیوست شماره ۲: نتایج خطاگیری برای عناصر مختلف در ورقه سندج ..... ۸۰
- پیوست شماره ۳: هیستوگرام و نمودار Q-Q برای عناصر مختلف در ورقه سندج ..... ۹۲
- پیوست شماره ۴: مقادیر امتیازات عاملی برای نمونه های ورقه سندج ..... ۱۱۴
- پیوست شماره ۵: آلبوم نقشه ها .....  
.....
- پیوست شماره ۶: نتایج مطالعات کانیهای سنگین در ورقه سندج ..... ۱۱۹

## فهرست جداول

### عنوان

### صفحه

جدول ( ۱-۳ ): روشهای آنالیز برای عناصر مختلف با حدود حساسیت آنها.....	۲
جدول ( ۲-۳ ): لیست جفت نمونه های تکراری در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سنندج.....	۱۸
جدول ( ۳-۳ ): برآورد میانگین خطای نسبی آنالیز عناصر مختلف.....	۱۹
جدول ( ۱-۴ ): پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سنندج.....	۲۳
جدول ( ۲-۴ ): لیست نمونه های خارج از رده برای عناصر مختلف به همراه عیار آنها.....	۲۴
جدول(۱-۵): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر قلع ، تنگستن وروی در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ سنندج.....	۳۸
جدول(۲-۵): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر نیکل ، سرب ، آنتیموان در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ سنندج.....	۳۹
جدول(۳-۵): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر آرسنیک و نقره در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ سنندج.....	۴۱
جدول(۴-۵): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر طلا و باریم در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ سنندج.....	۴۲
جدول(۵-۵): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر مس ، جیوه و مولیبدن در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ سنندج.....	۴۴
جدول(۶-۵): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر بیسموت ، کبالت و کروم در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ سنندج.....	۴۵
جدول(۷-۵): ناهنجاری های فاکتور ی.....	۴۷
جدول (۱-۶): توصیف ناهنجاریهای طلا.....	۴۹
جدول(۲-۶): توصیف ناهنجاریهای کانی های مس.....	۵۰
جدول(۳-۶):توصیف ناهنجاریهای نقره در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سنندج.....	۵۱
جدول (۴-۶): توصیف ناهنجاریهای کانی های سرب در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سنندج.....	۵۲
جدول ( ۵-۶ ): توصیف ناهنجاریهای کانی باریت در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سنندج.....	۵۳
جدول ( ۶-۶ ): توصیف ناهنجاریهای کانی ایلمنیت در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سنندج.....	۵۴
Table 4-3:Spearman's Correlation Coefficients matrix of raw data in Sanandaj 1:100,000 Sheet.....	27
Table 4-4: Significant Level of Spearman's Correlation Coefficients for Raw Data in Sanandaj 1:100,000 Sheet... ..	28
Table 4-5:Total Variance Explained and Communalities Components in Sanandaj 1:100,000 Sheet.....	32
Table 4-6:Component Matrix and Rotated Component Matrix Values in Sanandaj 1:100,000 Sheet.....	34
Table 4-7:Component Score Coefficient Matrix Values in Sanandaj 1:100,000 Sheet.....	34

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۴.....	شکل ( ۱-۱ ) : موقعیت ورقه سنندج و برگه های توپوگرافی آن در نقشه راهنمای ایران.....
۶.....	شکل ( ۱-۲ ) : تصویر نقشه زمین شناسی سنندج(اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سنندج).....
۱۹.....	شکل ( ۱-۳ ) : نمودار کنترل خطا(تامپسون و هاوارث،۱۹۷۸).....
۳۰.....	شکل ( ۱-۴ ) : نمودار درختی (Dendrogram) برای عناصر مختلف در ورقه سنندج.....
۳۳.....	شکل ( ۲-۴ ) : نمودار صخره ای برای تعیین بهینه تعداد عاملها.....

## سپاسگزاری

انجام عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی در ورقه های ۱:۱۰۰,۰۰۰ نیازمند همکاری و همراهی و پشتیبانی گروهی خواهد بود و بدون این همکاری انجام عملیات صحرایی امکان پذیر نخواهد بود. لذا بر خود لازم میدانیم از همکاری مدیران محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و ریاست محترم سازمان صنایع و معادن استان کردستان تشکر و قدردانی نماییم. در این پروژه از آقایان مهندس علی مظفری در نمونه برداری و آقای حسین طاووسی و جعفر محسنیان نیز در شستشو و آماده سازی نمونه های کانی سنگین و سرکار خانم اکرم سجادیان در تایپ گزارش همکاری داشته اند، صمیمانه از زحمات آنها تشکر و سپاسگزاری می شود.

## چکیده:

ورقه ۱۰۰,۰۰۰: ۱ سنندج در استان کردستان و در شمالغرب کشور ایران واقع شده است.

از نظر زمین شناسی مجموعه ای از رخنمونهای سنگی مربوط به دوره های تریاس (برونزدهای کوچکی در چند بخش ورقه)، ژوراسیک، کرتاسه، پالئوسن، ائوسن، الیگوسن، پلیوسن و کواترنری شامل دولومیت، شیل، کوارتزیت، ماسه سنگ، سنگهای آتشفشانزاد آندزیتی، کنگلومرا، آهک و مارن، واحدهای سنگی محدوده را تشکیل می دهند. مهمترین توده نفوذی موجود در ورقه را گرانیتهای مربوط به ژوراسیک بالا و قدیمتر از کرتاسه تشکیل می دهند و توده های کوچکی از گرانودیوریت نیز در این منطقه دیده می شوند.

تعداد نمونه های ژئوشیمی برداشت شده در ورقه سنندج ۵۴۲ نمونه به ازاء هر ۴/۶ کیلومتر مربع یک نمونه ژئوشیمی و تعداد نمونه های کانی سنگین برای هر ۱۳/۵ کیلومتر مربع یک نمونه (در کل ۱۸۴ نمونه) خواهد بود.

پس از آنالیز نمونه های ژئوشیمی نسبت به خطاگیری و پردازش داده ها با روشهای آماری تک متغیره و چند متغیره اقدام شده است و پردازش داده های ژئوشیمی و تلفیق آن با نتایج کانی سنگین سبب معرفی ۵ محدوده امیدبخش در ورقه سنندج جهت کنترل ناهنجاری می شود. پنج محدوده امیدبخش در شمالغرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج، در شرق روستای نوگران، در جنوبغرب روستای کرک آباد، در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ بلبلان آباد در شمالغرب روستای گردمیران و در شمالشرق ورقه ۵۰,۰۰۰: ۱ دهگلان معرفی شده است که هر پنج محدوده جهت ادامه عملیات اکتشافی در مرحله کنترل ناهنجاری برای طلا و دیگر عناصر همراه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

## مقدمه

جایگاه ژئوشیمی اکتشافی بعنوان یکی از مهمترین روشهای اکتشاف نهشته های کانساری در جهان امروز بر کسی پوشیده نیست . سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور بعنوان متولی اکتشاف در راستای برنامه های توسعه سوم و چهارم اقتصادی ، اجتماعی و سیاسی کشور گامهای بنیادینی را برداشته است . از مهمترین برنامه های سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور بررسی و مطالعه زون های بیست گانه بوده ، که می تواند زمینه ساز رشد و تعالی اقتصاد کشور در زمینه تولید مواد اولیه جهت چرخه صنعتی در کشور باشد .

سازمان زمین شناسی کشور با تعریف زون های بیست گانه اکتشافی سعی در انجام اکتشافات بصورت مرحله ای و سیستماتیک نموده است . ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰:۱ سنندج یکی از ورقه های این زون است که تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی و کانی سنگین قرار گرفته است . گزارش حاضر نتیجه عملیات صحرائی ، پردازش داده ها و تعبیر و تفسیر و نتیجه گیری در این ورقه می باشد .



## فصل اول: موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه

### ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی :

ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰:۱ سنندج در استان کردستان و در بین طولهای جغرافیایی ۳۰°، ۴۷° الی ۴۷° شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰°، ۳۵° الی ۳۵° شمالی قرار گرفته است. (شکل شماره ۱-۱)

شهرستان سنندج در مرکز ورقه سنندج قرار گرفته است و راه دسترسی به آن از طریق جاده آسفالت تهران-همدان-سنندج است. البته مسیرهای دیگری نیز برای دسترسی وجود دارد که شامل تهران-زنجان-بیجار-سنندج و تهران-همدان-کرمانشاه-سنندج است البته مسیر اصلی دسترسی و راه ارتباطی مهم کنونی با مرکز کشور میسر تهران-همدان-سنندج است.

### - جغرافیای انسانی و اقتصادی :

سنندج که در گذشته سینه دژ نام داشته ، امروز مرکز منطقه کردنشین استان کردستان است . جمعیت این شهر در حدود ۳۰۰,۰۰۰ ( مطابق آمار سال ۱۳۷۵ ) نفر است که در روستاهای متعددی در اطراف شهرستان سنندج سکنی گزیده اند . مهمترین مرکز جمعیتی این ورقه دهگلان است که در خاور سنندج قرار دارد . از روستاها و بخشهای مهم دیگر موجش ، سرنجیانه ، مارنج ، سرواله ، تازه آباد گاو میشان نام برد .

گوش مردم منطقه کردی و شغل اصلی آنها دامداری و کشاورزی است . فراورده های اصلی کشاورزی منطقه گندم است . همچنین باغهای میوه و جالیزارهای برای تولید در کنار رودخانه ها وجود دارد که توت فرنگی و انگور در اطراف رودخانه های این شهرستان دارای شهرت ویژه ای دارد .

### - جغرافیای طبیعی :

مهمترین رودخانه این ورقه را رودخانه قشلاق می گویند که از ارتفاعات شمالی منطقه سرچشمه می گیرد و در جنوب شهرستان سنندج پس از پیوستن به گاو رود نهایتاً به رودخانه سیروان می ریزد .

شکل ( ۱-۱ ) : موقعیت ورقه سندج و برگه های توپوگرافی آن در نقشه راهنمای ایران

شهرستان سنندج در یک دره که اطراف آن را کوه‌های بلند فراگرفته است قرار دارد و همین امر موجب گرمی نسبتاً بالا بیش از حد شهرستان در تابستان شده است ولی در کل هوای منطقه در تابستان نسبتاً مرطوب است و میزان بارندگی سالانه حدود ۵۳۷ میلی متر سبب بوجود آمدن مراتع و نهایتاً رونق دامداری در منطقه شده است .

## ۱-۲- زمین شناسی گستره ورقه سنندج

### ۱-۲-۱- چینه شناسی

از نظر چینه شناسی رخنمون‌های سنگی در این ورقه مجموعه ای از واحدهای دوره تریاس تا نهشته های کواترنری را شامل می شوند. (شکل شماره ۱-۲) و بیشترین گسترش واحدهای سنگی را مجموعه مزوزوئیک تشکیل می دهد.

### ۱-۲-۱-۱- تریاس

واحدهای سنگی تریاس به چند بخش  $TR_j^{s1}$  ،  $TR_j^{mv}$  ،  $TR_j^{1,mv}$  ،  $TR_j^{ml}$  تفکیک می گردد. مجموعه رخنمون‌های سنگی شامل سنگ آهک‌های متبلور خاکستری تا خاکستری تیره و کالک شیست با میان لایه هایی از فیلیت و اسلیت است. این سنگ‌های آهکی ضخیم لایه (۷۰-۵۰) و توده ای (massive) هستند و بطور عمومی صخره سازند چرت به صورت نوار و گرهک و همچنین آثار جلبک، صدف و مرجان تغییر شکل یافته به وفور در سطح این سنگ‌های آهکی دیده می شود.

و همچنین  $TR_j^{mv}$  شامل توف، لیتیک توف، سنگ‌های ولکانیک زیردریایی با ترکیب متوسط تا بازیک (بیشتر آندزیت) با میان لایه هایی از کالک شیست و فیلیت در جنوب خاوری ورقه رخنمون دارد. این سنگ‌های ولکانیک زیر تأثیر دگرگونی ناحیه ای (در حد رخساره شیست سبز تا آمفیبولیت) و دگرگونی همبری قرار گرفته اند.

واحدهای سنگی  $TR_j^{1,mv}$  از کالک شیست و سنگ‌های آهکی باز بلورین خاکستری تا خاکستری تیره با میان لایه هایی از توف و سنگ‌های ولکانیک کمی دگرگونه با ترکیب متوسط تا بازیک تشکیل شده است.

واحد سنگی  $TR_j^{s1}$  قسمتهای بالایی واحد سنگی  $TR_j^{mv}$  را تشکیل می دهد که متشکل از ماسه سنگ‌های کوارتزآرنیت کمی دگرگونه است که میان لایه هایی از شیل و کالک شیست و کمتر سنگ‌های ولکانیک با ترکیب متوسط دیده می شود.





### ۱-۲-۱-۲- ژوراسیک

سنگهای ولکانیک این واحد در جنوب این ورقه پیرامون روستای سرنجیانه (کوه سوره علی) و دگن رخنمون دارد و متشکل از سنگهای ولکانیکی ریولیت، ریوداسیت، لاتیت، آندزیت، تراکیت و تراکی آندزیت است. ستبرای این واحد در اطراف روستای دگن به حدود ۳۰۰ متر می رسد. سنگهای ریولیتی دارای بافت پورنیریتیک است و کانی فنوکریستال این سنگها، فلدسپات (الکالی فلدسپات) بشدت آرزیلی - سربیسیتیزه، کربناتیزه و کلرتیزه شده است.

### ۱-۲-۱-۳- کرتاسه

مجموعه رخنمونهای سنگی کرتاسه بخش عمده چینه شناسی این ورقه را تشکیل می دهند. این رخنمونهای سنگی از مجموعه های رسوبی تا آذرین در حال تغییر هستند.

واحد  $k_1^s$  در گردنه صلوات آباد در جنوب باختری روستای سرواله با ضخامتی تقریبی حدود ۱۵۰-۱۰۰ متر و متشکل از ماسه سنگهای قرمز و ارغوانی رنگ متوسط تا ضخیم لایه (۷۰-۳۰ cm) با میان لایه هایی از شیل های سیلتی قرمز رنگ و خاکستری روشن واحد  $k_1^{11}$  مجموعه ای از ارتفاعات بلند و صخره ساز منطقه را پدید آورده است. در قسمتهای مرکزی این ورقه با گسترش زیاد و با ستبرای تقریبی ۵۰۰-۴۰۰ متری قابل مشاهده است و از سنگهای آهکی تخریبی خاکستری تیره تا خاکستری روشن که در قسمتهای زیرین دولومیتی و سنگ آهک رسی است تشکیل شده است. واحد  $k_1^{v.12}$  که شامل ولکانیکهای کربناته با ترکیب بازالتی، آندزیتی، توف، توف برش و شیل آهکی میان لایه هایی از سنگ آهک اریتولین دار در خاور شهر سندرچ برونزد دارد. بافت سنگهای ولکانیک پورفیرتیک با زمینه اینترسرتال است.

واحد  $k_1^c$  تا واحد  $k_2^{15}$  مجموعه ای از سنگهای آهکی، کنگلومرا، ولکانیک، شیل، شیل آهکی، آهک میکریتی، شیل های خاکستری تیره، سنگ آهک تخریبی، آهک رادیولاریتی با ساخت ورقه ای، ولکانیک آندزیت، تناوبی منظم از شیل های خاکستری، خاکستری تیره و سنگ آهک ارغوانی گلوبوزونکانادا است.

### ۱-۲-۱-۴- پالتوسن ( $p^c$ ):

این واحد سنگی در جنوب ورقه گسترش دارد و متشکل از کنگلومرای قرمز و خاکستری روشن است این کنگلومرا دارای سختی خوب و گردشگی قطعات آن ضعیف تا متوسط و از جورشدگی ضعیفی نیز برخوردار است. اجزاء و قلوه های

تشکیل دهنده آن از ماسه سنگ، سنگهای آهکی اربیتولین دار و قطعات ولکانیک است و اندازه قلوه ها بیشتر در حد بین (2-50m) تغییر می کند.

### ۱-۲-۱-۵- الیگومیوسن ( $OM_j^{ms}$ )

از مارن و مارن ماسه ای آبی رنگ با میان لایه هایی از ماسه سنگ خاکستری رنگ و کمتر میکروکنگلوмера پدید آمده است. لایه بندی ماسه سنگ نازک لایه (5-15cm) است و رخنمون این واحد سنگی در شمال خاوری ورقه دیده می شود.

### ۱-۲-۱-۶- واحد $OM^{si}$

این واحد سنگی در شمال این ورقه با تناوبی از کنگلومرا، ماسه سنگ درشت دانه، مارن و مارن آهکی تشکیل شده است. کنگلومرا دارای لایه بندی متوسط تا ضخیم لایه (30-60m) بوده و اندازه قطعات متشکله آن با قطر متوسط (1-2cm) و با گردشگی متوسط و طبقات تدریجی (graded bedding) را نشان می دهد.

### ۱-۲-۱-۷- واحد $MP^v$

این واحد سنگی در بخش شمال خاوری این ورقه رخنمون دارد و متشکل از سنگهای ولکانیک تراکی آندزیت، آندزیت، دامیتیک آندزیت، آندزیتیک داسیت و داسیت است. بافت این سنگها پورفیرتیک و گلوپورفیریتیک است و کانیهای متشکله آن عبارتند از: فنوکریستالهای پلاژیوکلاز با بلورهای شکلدار تا کمی شکلدار که قطر متوسط بلورها در حد ۳ میلی متر است.

### ۱-۲-۱-۸- واحد $p^{t,la}$

این واحد سنگی در شمال و شمال خاوری این ورقه رخنمون دارد و در ارتباط با آتشفشانهای میو- پلیوسن پدید آمده است سنگهای آذرآواری، توف، توف برشی، لایلی توف، پومیس و لاهار از اجزای سازنده این واحد سنگی به شمار می آیند.

### ۱-۲-۱-۹- واحد پلیوسن

- واحد  $p^{mt}$  : این واحد سنگی در شمال و شمال خاوری این ورقه با گسترش به نسبت زیاد و با مورفولوژی تپه های کم ارتفاع و کم شیب به رنگ سفید مایل به کرم نخودی و خاکستری نمایان است. این واحد بیشتر از سنگ آهک رسی، مارن، توف و کنگلومرا و تراورتن تشکیل یافته است.

- واحد  $p^c$  : این واحد بخش کوچکی از واحدهای  $p^{mt}$  است که در باختر روستای تازه آباد گومیشان رخنمون دارد. این واحد سنگی از کنگلومرا به رنگ خاکستری روشن و با سیمان آهکی تشکیل شده است. قطعات تشکیل دهنده این کنگلومرا بیشتر از ولکانیک، ماسه سنگ و سنگ آهک تشکیل شده است.

- واحد  $PLQ^c$  : در شمال ورقه، در حوالی روستای ماچکه، نهشته های کنگلومراتیک سست رخنمون دارند. شیب این واحد حدود ۱۰ درجه است که در قسمتهایی تا ۱۵ درجه نیز نشان می دهد. این کنگلومرا از اجزاء مختلف سنگی (ولکانیکی آهکی، ماسه سنگی) تشکیل شده است و دارای بلندای به نسبت زیادی است.

#### ۱-۲-۱-۱- کوآترنری

- واحد  $Q^{tr}$  : در بخش شمال خاوری و خاور این ورقه، تشکیل تراورتن بصورت گسترده و چشمگیر صورت پذیرفته که بیشتر دارای ضخامت کم، تخلخل بالا و ناخالصی فراوان است.

- واحد  $Q^{t1}$  : انباشته های آبرفتی و پادگانه ای است که از ارتفاع بالاتری نسبت به انباشته های آبرفتی دیگر برخوردار است.

- واحد  $Q^{t2}$  : این انباشته های آبرفتی و پادگانه ای از ارتفاع کمتر برخوردار است و اجزاء تشکیل دهنده آن کوچکتر از  $Q^{t1}$  می باشد این انباشته ها در یک سیمان بسیار سست قرار گرفته اند و با وسعتی بیشتر از  $Q^t$  در منطقه گسترش دارند.

- واحد  $Q^{cf}$  : پهنه رسی و سیلتی است که از فرسایش های شیل های سنندج حاصل شده است.

- واحد  $Q^{sf}$  : پهنه گچی و نمکی است حاوی مارنهای سبز و خاکستری گچدار که رسوبات سنگی در قسمتهای سطحی به فراوانی دیده می شوند.



### ۱-۲-۲- توده های آذرین منطقه

الف- توده نفوذی میکروگرانیت - گرانیت

این توده نفوذی که با گسترش به نسبت بالا در حوالی روستای دگن رخنمون یافته دارای ترکیب سنگ شناختی گرانیتی - میکروگرانیتی و گرانودیوریتی است.

ب- گرانودیوریت - دیوریت - کوارتز مونزونیت - دیوریت کوارتزار

این توده نفوذی در حوالی روستای مبارک آباد رخنمون دارد. کانیهای فلسیک این توده نفوذی عبارتند از:

-فلدسپات الکلن با بلورهای بی شکل که آرژیلی و سرستیزه شده و ادخال آپاتیت در این بلورها دیده می شوند. پلاژیوکلازها با بلورهای شکلدار تا نیمه شکلدار با حالت زونه و ادخال های زیرکن و آمفیبول نیز در این بلورها دیده می شوند

ج- میکروگابرو - گابرو

این توده نفوذی در شمال خاوری سنندج واقع در باختر روستای مرزه با گسترش در حدود ۱/۵ کیلومتر مربع رخنمون دارد. این توده دارای ترکیب سنگ شناختی میکروگابرو است. بافت این سنگها گرانولار است.

### ۱-۲-۳- زمین شناسی ساختمانی

ورقه زمین شناسی ۱: ۱۰۰/۰۰۰ سنندج در پهنه ساختاری سنندج - سیرجان واقع شده است این پهنه بر اثر برخورد دو صفحه قاره ای ایران و عربستان بصورت یک منطقه بطور کامل تکتونیزه، پرتکاپو، چین خورده و گسلیده در آمده است. با این نظر و با توجه به مطالعات و برداشتهای صحرائی، این ورقه از چرخش و راندگیهای بیشمار صفحات، شکستگیهای بزرگ و کوچک، چین خوردگی و دگرگونی گستره های سنگی تشکیل شده است.

تنش های فشارشی حاکم بر منطقه که جهت حرکت آنها بیشتر از شمال و شمال خاوری به جنوب باختری است. باعث بوجود آمدن ساختارهای تراستی نوع دوپلکس با شیب راندگی به سوی شمال و شمال خاوری، سفره های رورانده و بازمانده های تکتونیک در این ورقه شده است.

مجموعه ای از گسلها شامل گسل موئینه، چناران و صلوات آباد در ورقه ۱: ۱۰۰/۰۰۰ سنندج وجود دارند که به طور عمده راستای آنها شمال باختری - جنوب خاوری است.

۱-۲-۴- آثار و اندیس های مواد معدنی :

- اکسید آهن :

در کوه سورمه علی که دارای سنگ زاینده ولکانیک آندزیتی - بازالتی است آثار پراکنده ای از الیژیست در آنها دیده می شود .

- سنگ تزئینی :

مجموعه ای سنگهای آذرین درونی گرانیتی و گرانودیوریتی در محدوده وجود دارد در بخش هایی که کمتر تحت تأثیر شکستگی قرار گرفته اند می توان به عنوان معادن سنگ تزئینی استفاده نمود .

- شن و ماسه :

در امتداد رودخانه قشلاق تعداد زیادی معادن برداشت شن و ماسه رودخانه ای وجود دارد که بخش عمده مصالح ساختمانی را در این ورقه تشکیل می دهند .

## فصل دوم : نمونه برداری

### ۲-۱- مقدمه

نمونه برداری را بعنوان انتخاب بهینه و برداشت جزء معرف از یک جامعه تعریف کرده اند. در نمونه برداری که یک امر احتمال پذیر است از دیدگاه یک نمونه معرف به داوری درباره یک جامعه منتسب به آن پرداخته می شود. بنابراین نمونه برداری بعنوان یک پدیده احتمال پذیر همراه با ضربی از خطا و سطحی از اعتبار معرفی می شود. تلاش کارشناسان در طراحی نمونه برداری و اجرای آن تا آنجا که می شود در پرهیز از بروز خطاهایی است که چنانچه در مجموعه خطای کل قرار گیرد، بطور یقین اعتبار داده پردازی و نتایج نهایی را مورد شک و تردید قرار می دهند.

طراحی بهینه نمونه ها با در نظر گرفتن عوامل مؤثر در آن، برداشت نمونه با حداکثر دقت، اعمال نظر کارشناسی در تغییر محل نمونه در مواقع ضروری، اضافه کردن یا حذف یک نمونه در موارد خاص و ذکر و دلایل آن همگی از مواردی هستند که جزء ملزومات یک پروژه ژئوشیمی اکتشافی به شمار آیند و کلیه دست اندرکاران موظف به اجرای صحیح آنها شدند.

### ۲-۲- انتخاب محیط نمونه برداری

همچنان که می دانیم در بررسیهای ژئوشیمیایی ناحیه ای بهترین مکان برای نمونه برداری ، رسوبات رودخانه ای است که خود معلول شرایط مختلف آب و هوایی ، وضعیت زمین شناسی ، توپوگرافی ، کانی سازی و همچنین شیب آبراهه ها و شیب کلی منطقه است.

میزان بارندگی در محیط های مختلف عامل درجات متفاوتی از انواع فرسایش مکانیکی و شیمیایی و سرانجام میزان انتقال رسوبات است، شدت و نوع فرسایش و انتقال رسوبات حاصل از آن نیز در مناطق با مرفولوژی گوناگون نا همسان است . بابررسی کامل حوضه های آبریز در طراحی و برداشت نمونه ها، امکان بررسی نهایی و دستیابی به اطلاعات حوضه های بالا دست فراهم می آید و این خود راهنمایی برای رسیدن به آنومالیهای احتمالی است.

روشن است که مناطق در بردارنده پتانسیل احتمالی (هاله های ثانویه کانساری) در شرایطی بوجود می آیند که کانی سازی (هاله های اولیه)، در محیطی که رسوبات از آن منشاء گرفته اند، رخ داده باشد. بنابراین در اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه ای با نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای و کشف هاله های ثانوی می توان پدیده های کانی سازی را شناسایی نمود.

### ۳-۲- طراحی شبکه نمونه برداری

یکی از مراحل مهم و اساسی هر فاز اکتشافی طراحی نقاط نمونه برداری است که بعنوان اساس و پایه کار بایستی بدون خطا و یا با کمترین خطا صورت گیرد. طراحی یاد شده با بررسی و شناخت حوضه های آبریزو شبکه آبراهه ها و با هدف نمونه برداری از رسوبات رودخانه ای انجام می گیرد.

در پروژه حاضر نخست با بررسی نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه محدوده حوضه های آبریز بررسی و سیستم آبراهه ها تکمیل گردید. سپس با استفاده از نقشه زمین شناسی منطقه، با در نظر گرفتن واحدهای سنگی مستعدکانی سازی، توده های نفوذی، همبریه های مهم، سیستم های گسلی، معادن قدیمی و فعال و ... و همچنین با استفاده از نقشه ژئومغناطیس هوایی و بررسی وضعیت جغرافیای منطقه، راههای دسترسی و با توجه به زمان و بودجه پروژه، امر طراحی نمونه ها در ورقه انجام می شود. برای طراحی بهینه نمونه ها و انتخاب مناسبترین نقاط علاوه بر زمان و بودجه، معیارهای زیر بایستی مد نظر قرار گیرد.

- دستیابی به بیشترین توزیع یکنواخت نمونه ها در کل نقشه.
  - رعایت چگالی نمونه برداری ژئوشیمیایی و کانی سنگین بر اساس استانداردهای جهانی ویژگیهای هر نقشه.
  - اولویت دادن به رسوبات رودخانه ای که سنگ بستر خود را قطع می کنند.
  - بررسی امکانات جاده ای و در نظر گرفتن شرایط اسکان موقت در مراکز روستایی و نزدیکترین محل به منطقه.
  - واگذاری اختیار به کارشناسان نمونه بردار درباره حذف یا اضافه کردن نمونه ها در نقاط مورد نظر.
- تعداد نمونه های طراحی شده برای ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سنندج با استاندارد جهانی فاصله دارد، اما بنا به رعایت بعضی از موارد و با توجه به مطالب بالا و همچنین با طراحی نمونه های کانی سنگین، مرحله طراحی نمونه ها به انجام رسید. پس از طراحی نمونه ها روی نقشه های توپوگرافی مربوطه، این نقشه به منظور رقومی شدن محل نمونه ها و آبراهه ها، جاده ها، روستاها و ... اسکن شدند و لیست نمونه ها (ضمیمه شماره ۱) همراه با مختصات

آنها در سیستم UTM (Hayford 1909) تهیه و در اختیار گروههای صحرایی قرار گرفت. مختصات دقیق هر نمونه همراه با نقشه های نمونه برداری و دستگاه GPS کمک شایانی در تسهیل امر نمونه برداری می کنند. بطور کلی چگالی نمونه ها در ورقه سندج با توجه به وضعیت رخنمونهای سنگی آن به تقریب یک نمونه ژئوشیمیایی برای هر ۴/۶ کیلومتر مربع (در کل ۵۴۲) نمونه و یک نمونه کانی سنگین برای هر ۱۳/۵ کیلومتر مربع (در کل ۱۸۴ نمونه) است (نقشه شماره A۱).

## ۲-۴- عملیات صحرایی نمونه برداری

بطور کلی مراحل مختلف اکتشافات ژئوشیمیایی همچون طراحی نمونه ها ، نمونه برداری ، آنالیز نمونه ها ، داده پردازی ، بررسی و تدوین گزارش همانند دانه های زنجیر بهم پیوسته می باشند. لذا دقت در نمونه برداری همچون دیگر مراحل بسیار مهم است و گروههای مسئول در این پروژه بر این واقعیت معترفند که خطای نمونه برداری به تقریب جبران ناپذیر است و باعث اتلاف دقت و هزینه و در نهایت اخذ نتایج نادرست خواهد شد.

گروههای نمونه بردار با استفاده از نقشه توپوگرافی و مختصات نقاط ثبت شده در دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS)، نمونه ها را برداشت کردند. نمونه ها پس از مرحله آماده سازی صحرایی در کیسه های مناسب ریخته و شماره آنها بصورت برجسب بروی نمونه ها ثبت می شود. لیست نمونه های برداشت شده در پایان هر روز در محل کمپ صحرایی کنترل و به نقشه های اصلی پیشرفت کار منتقل می شوند.

نمونه های ژئوشیمی از بستر آبراهه و با استفاده از جزء زیر الک ۸۰ مش برداشت شده است که خود در واقع نوعی آماده سازی مقدماتی نیز تلقی می شود. وزن نمونه برداشت شده حدود ۱۵۰ گرم است. شماره گذاری نمونه- های ورقه سندج بصورت شماره و کد میباشد بطورمثال در کد SA-43 ، SA حرف اول کلمه سندج و ۴۳ شماره نمونه برداشت شده است. در صورت خیس بودن محیط نمونه برداری ، نمونه ها به صورت الک نشده برداشت شده تا پس از خشک شدن در محل کمپ، آماده سازی شوند.

رخدادهای قابل توجه در صحرا از جمله دگرسانی ، کانی سازی، گسله های بزرگ ، معادن قدیمی و فعال که در نقشه های زمین شناسی ثبت نشده اند، نیز در نظر گرفته شده و به صورت شرح مختصری یادداشت می گردد. شماره نمونه ها با رنگ اسپری، در محل ایستگاه نمونه برداری مشخص می شوند تا در مراحل کنترل آنومالی و بازدیدهای بعدی ، محل نمونه ها مشخص باشد.

## فصل سوم : آنالیز شیمیایی نمونه ها

### ۳-۱- آماده سازی و آنالیز نمونه ها

در حقیقت بخشی از مرحله آماده سازی نمونه ها با انتخاب قطر بهینه ذرات بوسیله الک ۸۰ مش در صحرا انجام می گیرد که با توجه به موارد پر شماری که در نمونه برداری مورد نظر است یکی از بهترین اندازه ها برای نمونه ژئوشیمی است. مگر در موارد و اهداف خاصی که از الکهای با درجات مختلف و به ویژه ۴۰ مش استفاده می شود.

نمونه ها پس از کنترل نهایی شماره همراه با لیست مربوطه برای آنالیز به آزمایشگاه ارسال می شود. سیر آماده سازی نمونه ها با خردایش آغاز و با پودر کردن نمونه ها تا قطر ۲۰۰ مش ادامه می یابد. نمونه ها پس از همگن سازی اولیه در حجمی در حدود ۲۵ سانتی متر مکعب تا حدود ۲۰۰ مش پودر شده و مابقی آنها به صورت بایگانی ذخیره می شود.

نوع و تعیین روش آنالیز و عناصر مورد درخواست به گسترش واحدهای سنگی گوناگون، نوع کانی سازی موجود در ناحیه مورد مطالعه و دیگر عوامل بستگی دارد. الگوهای متداول در تجزیه شیمیایی عناصر را امروزه روشهای اسپکترومتری جذب اتمی، کالوریمتری، اسپکتروگراف تابشی و فلورسانس اشعه X تشکیل می دهند. در طرح اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای در ورقه ۰۰۰، ۱:۱۰۰، سنندج، نمونه ها زیر نظر شرکت کانسارن بینالود و توسط شرکت امدل (AMDL) استرالیا مورد آنالیز برای عنصر طلا (Fire Assay) و برای تعدادی از عناصر ICP-MASS و برای تعدادی از عناصر ICP-OES بوده قرار گرفت که روش آنالیز و حدود حساسیت به کار گرفته شده توسط آنها در جدول ۳-۱ آورده شده است

جدول ( ۳-۱ ): روشهای آنالیز برای عناصر مختلف با حدود حساسیت آنها

<b>Au</b>	<b>As</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Mn</b>	<b>Ni</b>	<b>Sr</b>	<b>Zn</b>	<b>Ba</b>	<b>Be</b>	<b>Ti</b>	<b>Fe</b>	<b>Al</b>	<b>La</b>
ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm
1	0.5	0.2	2	0.2	2	2	0.1	0.2	0.2	0.2	10	100	10	10
FA3	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E
<b>Sc</b>	<b>Ca</b>	<b>Li</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>Mg</b>	<b>Ce</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>S</b>	<b>Zr</b>	<b>Hg</b>	<b>Ag</b>	<b>B</b>	<b>Bi</b>
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm
1	10	0.5	5	2	10	0.5	10	10	50	5	0.05	0.01	0.5	0.1
IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M
<b>Mo</b>	<b>Pb</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>W</b>	<b>Cs</b>	<b>Nb</b>	<b>U</b>	<b>Te</b>	<b>Cd</b>	<b>Rb</b>	<b>Th</b>	<b>Y</b>	<b>Tl</b>	
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	
0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.02	0.2	0.1	0.1	0.02	0.05	0.1	
IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	

### ۳-۲- تحلیل دقت آنالیزهای دستگاهی

به منظور کنترل دقت آزمایشگاه و ارائه نتایج تجزیه شیمیایی نمونه های ژئوشیمیایی 48 نمونه تکراری بطور کاملاً تصادفی از نمونه های اولیه برداشت گردیده که در جدول (۳-۲) لیست این نمونه ها آورده شده است. روش بکار برده شده جهت تخمین میزان خطاهای آنالیز شیمیایی روشی است ، بر اساس بر آورد میانگین خطای نسبی جفت نمونه های تکراری ، چرا که از روش تامپسون و هاوارث (۱۹۷۸) که استفاده از آن در بررسیهای ژئوشیمیایی ناحیه ای توصیه شده است.

در این روش در یک سیستم مختصات تمام لگاریتمی، بر روی محور افقی میانگین و بر روی محور قائم قدر مطلق اختلاف بین دو اندازه گیری برای عناصر مختلف آورده شده است(شکل ۳-۱). این دیاگرام به عنوان نمودار کنترل خطا(دقت) خوانده می شود. در این نمودار خطوط مایلی که دیده می شوند معرف سطح دقت ۹۰ و ۹۹ درصد می باشند.

با محاسبه کمیت های میانگین و اختلاف بین هر جفت نمونه می توان آنها را به صورت یک نقطه روی نمودار کنترلی نشان داد. حال اگر مجموعه نقاط طوری در نمودار کنترلی توزیع شوند که ۹۰٪ آنها زیر خط پایین

(D90) و ۹۹٪ آنها زیر خط بالایی (D99) قرار گیرند در این صورت خطای آنالیز در حدود ۱۰٪ خواهد بود. اندازه گیری خطا با استفاده از این نمودار برای تمام عناصر در پیوست ۲ آورده شده است. همچنین میانگین حسابی خطای نسبی جفت نمونه ها ، برای عناصر مختلف به عنوان برآوردی از مقدار خطای آنالیز محاسبه شده است و نتایج آن در جدول ۳-۳ آمده است.

جدول (۳-۲) : لیست جفت نمونه های تکراری در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سندج

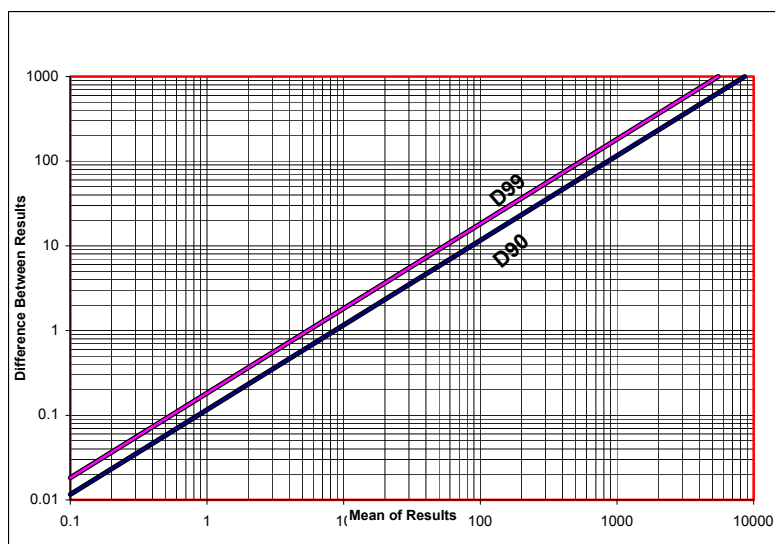
ردیف	شماره نمونه اصلی	شماره نمونه تکراری	ردیف	شماره نمونه اصلی	شماره نمونه تکراری
1	SAAA7869	SA-220	25	SAAA8157	SA-289
2	SAAA7870	SA-214	26	SAAA8158	SA-5141
3	SAAA7871	SA-215	27	SAAA8159	SA-304
4	SAAA7873	SA-448	28	SAAA8160	SA-521
5	SAAA7874	SA-398	29	SAAA8211	SA-465
6	SAAA7961	SA-246	30	SAAA8213	SA-212
7	SAAA7963	SA-255	31	SAAA8215	SA-536
8	SAAA7964	SA-547	32	SAAA8217	SA-257
9	SAAA7965	SA-305	33	SAAA8219	SA-596
10	SAAA7966	SA-346	34	SAAA8221	SA-254
11	SAAA7967	SA-309	35	SAAA8223	SA-437
12	SAAA8140	SA-250	36	SAAA8225	SA-484
13	SAAA8142	SA-151	37	SAAA8226	SA-344
14	SAAA8143	SA-318	38	SAAA8227	SA-517
15	SAAA8144	SA-10A	39	SAAA8228	SA-150
16	SAAA8145	SA-140	40	SAAA8229	SA-108
17	SAAA8146	SA-481	41	SAAA8230	SA-528
18	SAAA8147	SA-399	42	SAAA8231	SA-131
19	SAAA8148	SA-203	43	SAAA8232	SA-323
20	SAAA8149	SA-494	44	SAAA8233	SA-347
21	SAAA8151	SA-515	45	SAAA8234	SA-277
22	SAAA8153	SA-266	46	SAAA8235	SA-118
23	SAAA8154	SA-542	47	SAAA8237	SA-386
24	SAAA8155	SA-595	48	SAAA8239	SA-222

با توجه به این محاسبات و همچنین بر اساس مقایسه نمودارهای کنترل خطا می توان گفت که:

۱- میزان خطای اندازه گیری در مورد عناصر Bi,Co,S,As,La,Ti,Be,Tl,Pb,Cd,Nb,Th,Y

کمی بیش از حد استاندارد (۱۰ درصد) میباشد و با نتایج مربوط به آنها باید محتاطانه برخورد کرد.





شکل (۱-۳) : نمودار کنترل خطا (تامپسون و هاوارث، ۱۹۷۸)

جدول (۳-۳) : برآورد میانگین خطای نسبی آنالیز عناصر مختلف

<b>Element</b>	<b>Cs</b>	<b>Nb</b>	<b>U</b>	<b>Cd</b>	<b>Rb</b>	<b>Th</b>	<b>Y</b>	<b>Ce</b>	<b>Tl</b>	<b>Zr</b>	<b>Bi</b>
<b>Relative Error(%)</b>	9.8	15.9	9.9	18.3	9.9	14.7	12.1	10.9	19.2	9.7	12.0
<b>Element</b>	<b>Co</b>	<b>Cu</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Sb</b>	<b>Zn</b>	<b>Sn</b>	<b>W</b>	<b>Ca</b>	<b>Li</b>
<b>Relative Error(%)</b>	12.2	9.4	24.6	7.3	12.7	7.4	8.1	10.6	19.8	8.2	5.5
<b>Element</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>S</b>	<b>Ag</b>	<b>As</b>	<b>Au</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>
<b>Relative Error(%)</b>	4.9	6.3	5.1	6.7	4.6	25.0	96.7	12.3	38.3	11.1	7.0
<b>Element</b>	<b>Sr</b>	<b>Ba</b>	<b>Be</b>	<b>Ti</b>	<b>Fe</b>	<b>Al</b>	<b>La</b>	<b>Sc</b>			
<b>Relative Error(%)</b>	8.4	7.0	16.4	14.6	8.6	6.3	13.0	8.3			

۲- در مورد عناصر  $Au, Ag, W, Mo$ ، که میزان خطای اندازه گیری آنها بیش از ۱۰ درصد می باشد می توان گفت ، این خطا ممکن است به علت نزدیکی غلظت جفت نمونه های تکراری به حد تشخیص دستگاه آنالیز کننده باشد. بنابراین با این جفت نمونه های تکراری در مورد میزان خطای آنالیز این عناصر با قطعیت نمی توان سخن گفت.

۳- میزان خطای اندازه گیری در مورد بقیه عناصر قابل قبول میباشد.

## فصل چهارم: پردازش داده ها

### ۴-۱- مقدمه

یکی از راههای دسترسی به اهداف اکتشافی، گذر از مسیر داده پردازشی اطلاعات ژئوشیمیایی است و امروزه توسل به روشهای اکتشافات چکشی و مشاهدات عینی در اکتشافات تقریباً منسوخ شده است. در اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای، تعداد نمونه ها زیاد و تعداد متغیرها نیز فراوان است. بنابراین استفاده از آمار و احتمال در فرایند داده پردازشی تقریباً به صورت امری اجتناب ناپذیر در آمده است. داده پردازشی هنگامی معتبر است که خطای آزمایشگاهی (تجزیه نمونه های تکراری) کمتر از ده درصد (۱۰٪) باشد. با در نظر گرفتن روشهای تکمیلی چون مطالعات کانیهای سنگین و کنترل آنومالیهها و تطابق یا عدم تطابق آنومالیههای ژئوشیمیایی و نتایج داده پردازشی با آن روشها، به صحت نتایج آنالیزها و داده پردازشیها می توان قطعیت بیشتری دارد. مراحل داده پردازشی شامل فایل بندی داده های خام دریافت شده از آزمایشگاه، شناسایی و جایگزینی داده های سنسورد، مطالعات آماری تک متغیره و چند متغیره، شناسایی مقادیر خارج از رده و ... می باشد، که با هدف ارائه نتایج به گونه ای مطلوب و در قالب نمودارها و جداول مختلف انجام می شود.

### ۴-۲- فایل بندی داده های خام

چون بخش عمده داده پردازشی در گروه اکتشافات ژئوشیمیایی با رایانه انجام می شود. لذا قبل از شروع پردازش، داده ها باید ویرایش شده، شکل و فرمت (Format) مخصوص نرم افزارهای آماری را بپذیرد. در نهایت داده های حاصل از آنالیز نمونه های ژئوشیمی با ساختار مطلوب در محیط صفحه گسترده Excel ذخیره می شوند که در ضمیمه شماره ۱ آورده شده اند.

### ۴-۳- داده های سنسورد و نحوه جایگزینی آنها

داده های سنسورد (Censord) به داده هایی گفته می شود که مقدار آنها بزرگتر از حد بالای حساسیت دستگاه و یا کمتر از حد پائین حساسیت دستگاه باشد. در مواردی که سنجش های نسبی صورت می گیرد مانند جداسازی زمینه از آنومالی وجود داده های سنسورد موجب ارزیابی های غیر دقیق می شود. برای رفع این مشکل باید داده های سنسورد تخمین زده شوند و جایگزین گردند. روشهای مختلفی برای تخمین مقادیر سنسورد وجود دارد که روش جایگزینی ساده یکی از آنها است. در این روش مقادیر بزرگتر از حد حساسیت در مرز بالایی را با  $\frac{4}{3}$  حد بالایی حساسیت و مقادیر کمتر از حد حساسیت در مرز پائینی را با  $\frac{3}{4}$  آن جایگزین می کنیم. اگر تعداد داده های سنسورد در مقابل کل داده ها ناچیز باشد ( کمتر از ۱۰ درصد) معمولاً می توان از این روش استفاده کرد. از نتایج آنالیز داده های ورقه سندج عناصر Hg, Ag به ترتیب ۰.۸۵٪ و ۰.۲۸٪ کل نمونه ها و عناصر B, Te بین ۹۰ تا ۱۰۰٪ نمونه ها به صورت سنسورد گزارش شده است که گروه اول با روش مذکور جایگزین شده اند و داده های سنسورد گروه دوم و کل داده های گروه سوم از فرایند داده پردازی کنار گذاشته شدند.

#### ۴-۴- مطالعات آماری تک متغیره

در بررسیهای ژئوشیمیایی به هر عنصر یا اکسید یا هر ترکیبی که آنالیز نمونه برای آن انجام می شود، متغیر گفته می شود. در مطالعات آماری تک متغیره پردازش روی مقادیر یک متغیر بدون در نظر گرفتن بقیه متغیرها صورت می گیرد. این مطالعات شامل محاسبه پارامترهای آماری، نرمال سازی، رسم نمودارها و پلاتها، تهیه جداول مقادیر  $(X+nS)$  برای داده ها و جدایش مقادیر خارج از رده می باشد.

#### ۴-۴-۱- محاسبه پارامترهای آماری و رسم منحنی هیستوگرام داده های خام

##### الف- پارامترهای آماری

دستیابی به پارامترهای آماری اولین گزینه ای است که به عنوان مهمترین و جامع ترین اطلاعات آماری فراروی داده پردازان قرار می گیرد. این اطلاعات نحوه پراکندگی داده ها حول میانگین و تمایل به میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه عیار نمونه ها و تشابه یا تمایز آن با یک توزیع نرمال را به نمایش می گذارد. آماره های میانگین، میانه و مد میزان و چگونگی تمایل به مرکز داده را نشان می دهند. آماره های انحراف معیار و واریانس معرف نحوه پراکندگی و پردازش داده ها از میانگین می باشند. پارامترهای چولگی و کشیدگی که به

ترتیب میزان تقارن حول میانگین و تیزی منحنی توزیع را نشان می دهند. در صورت نزدیک شدن به مقادیر صفر برای چولگی و ۳ برای کشیدگی حاکی از نزدیکی توزیع داده ها به توزیع نرمال می باشد. و نهایتاً برای مقایسه

میزان تغییرات است عناصر مختلف از پارامتر ضریب تغییرات (CV) استفاده می شود. اکثر این پارامترها برای داده های ورقه سنج در جدول ۴-۱ نشان داده شده اند.

ب- رسم نمودارها

به نموداری که در آن فراوانی (تعداد) نمونه های مربوط به یک عیار (یا محدوده عیار) نسبت به خود (محدوده) عیار رسم می شوند هیستوگرام گفته می شود. از روی هیستوگرام سه ویژگی مهم موقعیت (با توجه به میانگین و میانه ومد جامعه)، پراکندگی و شکل منحنی توزیع را می توان دریافت و بررسی کرد.

نمودار Q-Q نحوه توزیع مقادیر جامعه نمونه برداری (روی محور افقی) را نسبت به مقادیر مورد انتظار از یک جامعه نرمال (روی محور عمودی) نشان می دهد. اگر جامعه نزدیک به نرمال باشد این نمودار تقریباً روی خط ۴۵ درجه قرار می گیرد.

هیستوگرام ها و نمودار Q-Q داده های خام برای عناصر در ضمیمه شماره ۳ آورده شده اند. که با توجه به این نمودارها و جدول پارامترهای آماری می توان میزان تقریبی نرمال بودن یا انحراف از توزیع نرمال برای داده های خام عناصر مختلف را مشاهده نمود.

#### ۴-۲-۴- جدایش مقادیر خارج از رده (Outliers)

مقادیر خارج از رده به مقادیری گفته می شود که بنا به دلایلی که ذکر خواهد شد به نحو چشمگیری خارج از مقادیر داده ها در منتهی الیه مقادیر کم یا زیاد قرار داشته باشند. مقادیر خارج از رده می توانند مهم باشند زیرا:

۱. این مقادیر می توانند آنومالی یا ناهنجاری باشند و می توان آنها را به مناطقی منتسب کرد که دارای کانی سازی باشند.

۲. این مقادیر ممکن است مقادیر خارج از رده کاذب باشند که از خطای بالای نمونه برداری (خطای آزمایشگاهی) ناشی می شوند.

برای تعیین و جدایش مقادیر خارج از رده از نمودار کاغذ احتمال استفاده شد و مقادیری که حداکثر فاصله را از جامعه داده ها داشته، و یا خارج نمودن آنها جامعه داده ها را تا حدودی به جامعه نرمال یا لاگ نرمال نزدیک می کرد، به عنوان مقادیر خارج از رده در جدول ۴-۲ آورده شده اند. در این پروژه مقادیر پروژه مقادیر خارج از رده بالا به عنوان آنومالی معرفی شده اند.

جدول ( ۴-۱ ) : پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سندج

جدول ( ۲-۴ ) : لیست نمونه های خارج از رده برای عناصر مختلف به همراه عیار آنها

Samp.id	Cr	Samp.id	Hg	samp.id	Ag	samp.id	As	Samp.id	Ni
SA-356	288	SA-193	0.43	SA-193	18	SA-383	201	SA-490	220
SA-408	288	SA-191	0.23	SA-191	2.39	SA-297	1.9	SA-159	131
SA-150	276	SA-188	0.22	SA-188	2.11	SA-150	1.6	SA-297	6

SA-533	190
SA-490	187

Samp.id	Zr	Samp.id	Sr	Samp.id	Nb	Samp.id	Th	Samp.id	Ca
SA-88	204	SA-411	1100	SA-217	51.2	SA-297	48.8	SA-87	219000
SA-260	9	SA-359	1100	SA-280	38.5	SA-158	1.8	SA-418	6450
SA-299	6	SA-237	1060						

Samp.id	K	Samp.id	Cs	Samp.id	U	Samp.id	Cd	Samp.id	Rb
SA-152	97400	SA-167	21.3	SA-297	42.7	SA-532	2.1	SA-297	144
SA-490	28900								

Samp.id	P	Samp.id	Na	Samp.id	S	Samp.id	Au	Samp.id	Mn
SA-590A	1890	SA-478	43100	SA-531	7140	SA-561	23	SA-204	2930

Samp.id	Ce	Samp.id	Cu	Samp.id	Zn	Samp.id	W	Samp.id	Li
SA-418	18.9	SA-541	106.5	SA-555	373	SA-299	6.6	SA-490	105

Samp.id	Fe	Samp.id	Al	Samp.id	La
SA-221	98400	SA-478	92150	SA-132	80

#### ۳-۴-۴- نرمال سازی داده های خام و بررسی پارامترهای آماری داده های نرمال

اکثر محاسبات و روشهای آماری نیازمند داده های نرمال شده هستند. چنانچه منحنی توزیع یک مجموعه از داده ها مطابق با منحنی توزیع نرمال باشد آن منحنی را یک منحنی نرمال و آن مجموعه داده ها را داده های نرمال گویند از خصوصیات یک توزیع نرمال می توان کشیدگی در حد ۳، چولگی صفر، انطباق سه آماره میانگین و میانه و مد، شکل زنگی متقارن و... را نام برد.

در مرحله اول وضعیت داده ها از دیدگاه نرمال بودن مشخص می شود. در صورت نرمال یا لاگ نرمال بودن تقریبی داده ها حتی المقدور بررسی ها به ترتیب بر روی همان داده های خام یا لگاریتم داده ها انجام شده در غیر اینصورت برای نرمال سازی می توان از تبدیل لگاریتمی سه پارامتری یا تبدیل کاکس و باکس (Cox & Box) استفاده نمود. برای نرمال سازی باید شروط نزدیک کردن چولگی به عدد صفر و کشیدگی به عدد ۳ فراهم شود.

در نهایت با توجه به نتایج نرمال سازی داده های ورقه سنج می توان گفت عناصر  $y$  , Rb تقریباً دارای توزیع نرمال هستند. و همچنین برای نرمال کردن عناصر C,Pb,Sn,Li,As,La از تبدیل لگاریتمی پارامتری استفاده شده است. و بقیه عناصر دارای توزیع لاگ نرمال می باشند .

پارامترهای آماری داده های نرمال شده و داده های خام در جدول شماره ۴-۱ ارائه شده است. همچنین برای مقایسه، هیستوگرام و نمودار Q-Q داده های نرمال به همراه داده های خام در ضمیمه شماره ۳ آورده شده است.

#### ۴-۵- بررسی های آماری چند متغیره

هر تجزیه و تحلیل همزمان بیش از یک متغیر، می تواند آنالیز چند متغیره تلقی شود. با این تعریف، غالب تکنیک های چند متغیره در اصل ، بسط و توسعه آنالیزهای تک متغیره و دو متغیره هستند. هر گروه معینی از عناصر نسبت به یک سری از شرایط محیطی، کم و بیش بطور مشابه حساسیت نشان می دهند. شناخت ارتباط و بستگی های ژنتیکی متقابل موجود میان عناصر گوناگون ، می تواند در شناخت دقیق تر تغییرات موجود در محیط های ژئوشیمیایی به کار گرفته شود. در ضمن تجمع ژنتیکی بعضی از عناصر ممکن است به عنوان راهنمای مستقیمی در تفسیر نوع نهشته ای که به احتمال در ناحیه وجود دارد به کار رود و بر عکس، تجمع بعضی از عناصر نیز ممکن است دلالت بر وجود آنومالیهایی داشته باشند که بی اهمیت و گمراه کننده اند.

روی هم رفته، شناخت بستگی های ژنتیکی که در میان عناصر وجود دارد، اطلاعات لازم را در راستای تفسیر هر چه صحیح تر داده های ژئوشیمیایی در اختیار می گذارد.

بطور کلی دو مزیت عمده در بررسیهای آماری چند متغیره وجود دارد. نخست آنکه هاله های مرکبی که از روشهای آماری چند متغیره بدست می آید نسبت به سیمای ساختمانی، زمین شناسی و ماهیت ژنتیکی نهشته های کانساری رابطه نزدیکتری را نشان می دهند و در نتیجه ارتباط میان عناصر بهتر مشخص می شود. دوم آنکه بوسیله هاله های مرکب می توان خطاهای تصادفی، تعداد داده ها و نقشه ها را به حداقل رسانده و به نتایج کار آمدتری دست یافت.

در این پروژه برای بیان ارتباط ژنتیکی، از ضرائب همبستگی عناصر مختلف با یکدیگر و تجزیه و تحلیل خوشه ای و تجزیه عاملی استفاده شده است. از روش تجزیه عاملی، همچنین برای رسم نقشه های چند متغیره و نتایج کلی چند متغیره استفاده گردیده است.

#### ۴-۵-۱- محاسبه و رسم ضرائب همبستگی عناصر

برای شناسایی روابط ژنتیکی و ثانویه میان متغیرها (عناصر) و تجزیه و تحلیل آنها، بررسیهای دو متغیره، به عنوان نخستین گزینه انتخاب می شود. بررسیهای دو متغیره شامل بررسی و تفسیر نمودار پراکنش و محاسبه ضریب همبستگی بین دو متغیر (عناصر) می باشد.

ضریب همبستگی و بررسی تغییرات آن در مراحل اکتشافی و بویژه در اکتشافات ژئوشیمیایی کاربرد گسترده ای دارد. برای محاسبه ضرایب همبستگی از تابع ضریب همبستگی رتبه ای اسپیرمن (Spearman's Correlation Coefficient) که مستقل از نوع تابع توزیع داده ها می باشد استفاده شد. که نتایج مربوط به آن به صورت ماتریس ضرایب همبستگی در جدول شماره ۳-۴ و سطح معنی دار بودن آنها در جدول ۴-۴ آورده شده است. این ماتریس ها با استفاده از آنالیز شیمیایی ۵۴۰ نمونه رسوب آبراهه ای برای ۴۴ عنصر در ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ سندج محاسبه شده است.

#### ۴-۵-۲- مقادیر خارج از رده چند متغیره

برای تعیین مقادیر خارج از رده برای هر یک از نمونه ها، فاصله ماهالانوبیس (Mahalanobis) محاسبه شد. بطور خلاصه فاصله ماهالانوبیس اندازه فاصله ای هر مشاهده (نمونه)، در فضای چند بعدی (که ابعاد آن برابر با تعدادعناصر می باشد) از مرکز میانگین مشاهدات (نمونه ها) است. با رسم منحنی P-P برای فواصل



ماهانویس و مشاهده اولین شکستگی در محدوده مقادیر بالاتر در این منحنی، می توان مقادیر خارج از رده را شناسایی نمود.

در داده پردازی چند متغیره ورقه سنج نمونه ها ی SA-185,SA-541,SA-555 به عنوان خارج از رده منظور شدند و از فرایند داده پردازی حذف شدند.



#### ۴-۵-۳- تجزیه و تحلیل خوشه ای (Cluster Analysis)

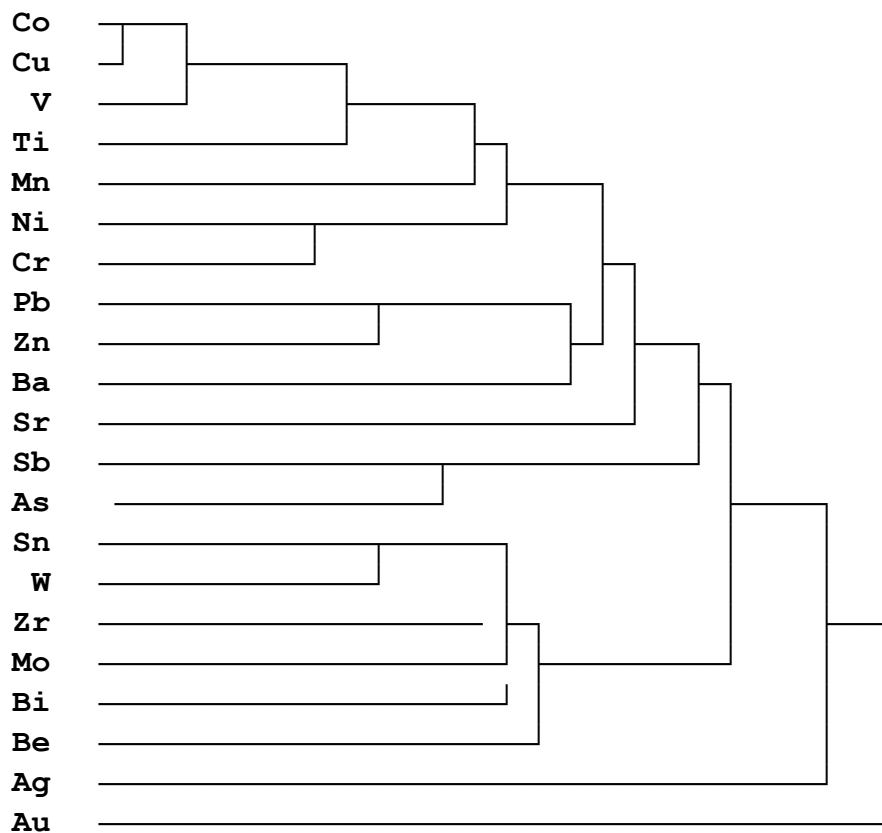
با توجه به عدم دسترسی به همه اطلاعات نمی توان فرآیندهای زمین شناسی و ژئوشیمیایی را به آسانی با روشهای تک متغیره، تجزیه و تحلیل و یا، شبیه سازی نمود. تجزیه خوشه ای برای حل مسائلی طرح شده است که در آن با در دست داشتن مجموعه  $n$  نمونه و اندازه گیری  $p$  متغیر (عنصر)، می توان نمونه ها یا متغیرها را به کلاسهایی گروه بندی نمود که متغیرها یا نمونه هایی مشابه در داخل یک گروه قرار گیرند. روش تجزیه خوشه ای به عنوان یک روش ارزشمند در پیدا کردن گروههای واقعی مؤثر می باشد.

در این مرحله از داده پردازی از روش R-Mode که اساس آن مقایسه روابط و تعیین بستگی میان متغیرها (۴۱ عنصر) در نمونه های مورد نظر است، استفاده شده است. در این روش گروه بندی داده ها با استفاده از روش سلسله مراتبی تجمعی انجام شد. پس از آن بهترین ساختار درختی (Dendrogram) که با زمین شناسی و خصلت ژئوشیمیایی داده های منطقه سازگاری دارد رسم گردید که دیاگرام مربوط به آن در شکل شماره ۴-۱ نشان داده شده است.

در ساختار درختی داده های ورقه ۰۰۰، ۱۰۰:۱۰۰۰ سنندج دو گروه اصلی مشاهده می شود که گروه اول شامل دو زیر گروه است و گروه دوم فقط از عنصر Au تشکیل شده است. زیر گروه های گروه اول خود به چند رده تقسیم شده اند. که نشاندهنده همبستگی بین عناصری است که می توان در شکل شماره ۴-۱ مشاهده نمود. ارتباط سرب، روی، آرسنیک و آنتیموان، قلع و تنگستن، کبالت و مس و وانادیم همراه با کروم، نیکل، منگنز و تیتان نشاندهنده ارتباط منطقی بین عناصری است که در یک رده قرار گرفته اند. عناصری که تشکیل یک رده را داده اند دارای ضریب همبستگی بیش از ۰/۴ می باشند، که بر همبستگی قوی و مثبت بین جفت عناصر تشکیل دهنده این رده ها دلالت می کند. این گروه بندی ها بر اساس همبدهای ژئوشیمیایی عناصر انجام شده است. بنابر این در نسبت دادن هر گروه یا زیر گروه به تیپ های کانی سازی، یا یک گروه سنگی باید محتاطانه

رفتار نمود. و برای تعبیر و تفسیر بهتر باید به فرایندهای زمین شناسی و سنگ شناسی منطقه و شواهد صحرایی توجه شود. با توجه به وجود رخنمون های نسبتاً ضخیمی از مجموعه های شیل و آهک مربوط به دوره ژوراسیک و کرتاسه و ولکانیکهای آندزیتی بین لایه ای در آنها و همچنین توده های نفوذی گرانیتی و گرانودیوریتی مربوط به پالئوسن احتمالاً کانه زایی سرب و روی در صورت وجود بیشتر از نوع استراتاباند و استراتیفرم خواهد بود

Dendrogram using Centroid Method



شکل ۴-۱: نمودار درختی (Dendrogram) برای عناصر مختلف در ورقه سنندج که احتمال دارد طلا را نیز همراه با خود داشته باشد. به طور عمده عامل شیل هایی که تحت تاثیر فرآیند دگرگونی به شیست تبدیل شده اند با توجه به گسترش دگرگونی ناحیه ای می توانند به عنوان موتور حرارتی تجمع طلا در این ورقه عمل نموده باشند .

#### ۴-۵-۴- تجزیه و تحلیل عاملی (Factor Analysis)

تجزیه عاملی تکنیکی آماری است که بین مجموعه ای فراوان از متغیرهایی که به ظاهر بی ارتباط هستند، رابطه خاصی را تحت یک مدل فرضی برقرار می کند. بنابراین یکی از اهداف اصلی تکنیک تجزیه عاملی، کاهش ابعاد داده ها است. فرض اساسی در بکارگیری این روش، وجود الگوی زیر بنایی یا مدلی خاص در تعیین مفاهیم پیچیده ارتباطی بین متغیرها است. این ارتباط در قالب یک عامل در این مدل فرضی ظاهر می شود. در این مرحله از داده پردازی، تکنیک تجزیه عاملی توسط نرم افزار SPSS بر روی داده های نرمال اعمال شد که اجرای آن بطور کلی چهار مرحله متفاوت دارد:

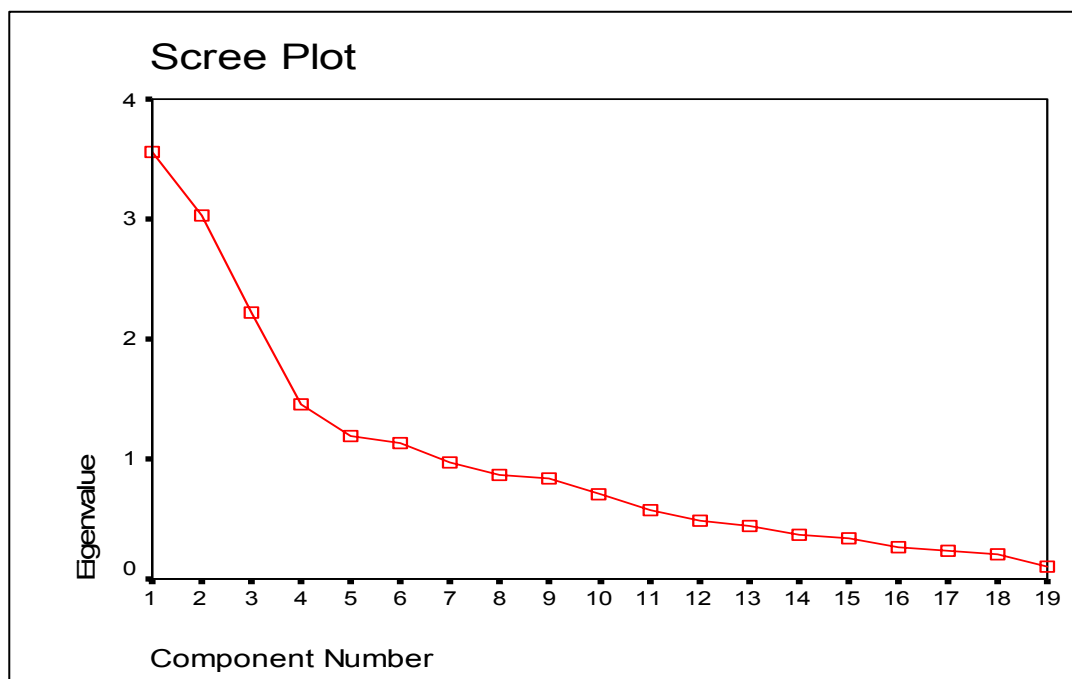
الف- نخست ماتریس ضرائب همبستگی یا کواریانس بین متغیرها محاسبه می شوند. متغیرهایی که به نظر می رسد با سایر متغیرها وابستگی ضعیفی دارند توسط معیار  $MSA$  معین می شوند. این معیار که برای هر متغیر جداگانه تحلیل می شود، بیان می کند آیا متغیر خاص از جهت وارد شدن به مدل تجزیه عاملی صلاحیت دارند یا نه؟ مقادیر بزرگ  $MSA$  در جهت تایید ورود متغیر به مدل حرکت می کنند. در داده های مربوط به ورقه سنج از ۱۹ عنصر انتخاب شده برای آنالیز عاملی همگی صلاحیت ورود به مدل تجزیه عاملی را داشتند.

ب- دومین مرحله استخراج عامل ها است، این مرحله شامل تعیین مقدار عامل ها و روش محاسبه آنها است. در این پروژه از روش آنالیز مؤلفه های اصلی (Principal Component Analysis) استفاده شده است که نتایج آن در جدول ۴-۵ آورده شده است. برای مشخص نمودن صحت و تائید تجزیه عاملی از پارامترهای ضریب  $KMO$ ، دترمینان ماتریس ضرایب همبستگی و آزمون کرویت بارتلت (Bartlett's Test of Sphericity) می توان استفاده کرد که با توجه به این معیارها (جدول ۴-۵) استفاده از تجزیه عاملی در این پروژه مناسب می باشد.

برای تعیین تعداد عاملها از مقادیر ویژه ماتریس همبستگی، درصد تجمعی واریانس (جدول ۴-۵) و نمودار  $Scree plot$  (شکل شماره ۴-۲) می توان استفاده کرد. به این ترتیب عاملهایی که مقدار ویژه آنها بیش از یک باشد و مجموع آنها در حدود ۷۵ درصد واریانس تجمعی جامعه نمونه برداری را پوشش دهند، برای تجزیه و تحلیل مؤلفه ها می تواند مناسب باشد. با توجه به این موارد در ورقه سنج تعداد ۶ عامل مناسب تشخیص داده شده که ماتریس ضرائب این عاملها (قبل از دوران) در جدول شماره ۴-۶ آورده شده است.

ج- دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی عاملها برای آن که روابط میان داده ها را بهتر تفسیر کنند در مرحله سوم انجام میشود. در این پروژه دوران متعامد بر روی ضرائب عاملها اعمال شد چرا که این دوران ضرائب

عاملها را ماکزیمم می کند و مقادیر نسبتاً بزرگ (از نظر قدر مطلق) یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عاملها (جدول ۴-۶) اختصاص می دهد. در نتیجه عواملی ایجاد میشود که یا شدیداً با متغیرها وابسته اند یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده تر شدن تعبیر عاملها خواهد شد. به این ترتیب عامل یک شامل عناصر  $Be, Mo, Bi, W$  با ضرایب مثبت و عناصر  $Sr, Co, Cu, Au$  با ضرایب منفی است، عناصر  $Co, Ti, Cu, Mn$  با ضرایب مثبت و عناصر  $Sr, Pb, W, Bi, As$  با ضرایب منفی در عامل شماره دو ظاهر شده



شکل ۴-۲: نمودار صخره ای برای تعیین بهینه تعداد عاملها

اند، عامل شماره سه شامل عناصر  $Pb, Zn, Ba$  با ضرایب مثبت و عنصر  $Cu$  با ضریب نسبتاً بالای منفی می باشد، عناصر  $Cr, Ni$  با ضرایب مثبت و عنصر  $Ti$  با ضریب نسبتاً بالای منفی در عامل شماره چهار ظاهر شده اند، عامل شماره پنج شامل عناصر  $As, Sb$  با ضرایب مثبت می باشند، عناصر  $Au, Ag$  با ضرایب مثبت و عناصر  $Ba, Sr$  با ضرایب نسبتاً بالای منفی عامل شماره شش را تشکیل می دهند. به وسیله این شش عامل به عنوان کنترل کننده های اصلی تا حدودی می توان فرایند های زمین شناسی و سنگ شناسی و تیپ های احتمالی کانی

سازی در منطقه را شناسایی کرد. این کار با رسم نقشه های فاکتوری و مقایسه آنها با نقشه های زمین شناسی و نقشه های تک عنصری و استفاده از مشاهدات صحرایی انجام پذیر است.

البته می توان با انتخاب تعداد کمتری از این عناصر با هدف معرفی ناهنجاری های احتمالی مرکب از برخی از عناصر ، تحلیل عاملی را انجام داد. که در این حالت با ظاهر شدن تعداد کمتری از عناصر در عامل ها و احتمالاً کاهش تعداد عامل ها ، تعبیر و تفسیر راحت تر خواهد بود.

د- در این مرحله امتیاز هر عامل برای هر مشاهده محاسبه می شود.

جدول ۴-۷ نتایج تجزیه عاملی را برای روش رگرسیونی محاسبه مقادیر عامل ها، هنگامی که دوران



Varimax بر روی عاملها اجرا شده نشان می دهد. با توجه به این ضرائب به تقریب روابط بین فاکتورها و

عناصر را می توان بصورت زیر نوشت:

$$F1=0.23(\text{Mo})+0.149(\text{Bi})+0.3(\text{Sn})+0.257(\text{W})+0.283(\text{Be})+0.116(\text{Ti})-0.142(\text{Au})$$

$$F2=0.269(\text{Co})+0.276(\text{Cu})+0.105(\text{Sb})+0.1(\text{Sn})+0.298(\text{Mn})+0.38(\text{Ti})$$

$$F3=0.38(\text{Pb})+0.39(\text{Zn})+0.17(\text{Sr})+0.34(\text{Ba})-0.13(\text{Ti})-0.15(\text{As})$$

$$F4=0.473(\text{Ni})+0.52(\text{Cr})+0.136(\text{Co})+0.123(\text{Bi})-0.12(\text{Zn})-0.1\text{Sn}$$

$$F5=0.1(\text{Bi})+0.5(\text{Sb})+0.59(\text{As})-0.17(\text{Zn})$$

$$F6=0.51(\text{Au})+0.36(\text{Ag})+0.12(\text{Zn})+0.13(\text{Mo})-0.12(\text{Cr})-0.4(\text{Sr})-0.28(\text{Ba})-0.13(\text{Be})$$

این روابط بر حسب مقادیر استاندارد شده عناصر بر قرار می باشد. بنابراین برای هر نمونه شش مقدار ( امتیاز)

عاملی محاسبه می شود، که توسط داده های مربوط به این عاملها ( ضمیمه شماره ۴) با رسم نقشه های فاکتوری

می توان نواحی ناهنجار فاکتوری معرفی نمود، که شرح آن در فصل پنجم خواهد آمد.

## فصل پنجم: تکنیک رسم نقشه ها و شرح ناهنجاریهای ژئوشیمیایی

### ۵-۱- تکنیک رسم نقشه ها

نقشه های ژئوشیمیایی را می توان به دو گروه تقسیم نمود. گروه اول نقشه هایی است که غلظت عناصر را در محل نمونه هایشان نشان می دهند ( نقشه های نمادین یا Symbol Map ). گروه دوم نقشه های کنتوری و طیفی هستند. رسم نقشه های طیفی با استفاده از داده های رسوبات آبراهه ای خالی از اشکال نیست و اگر چه نسبت به نقشه های نمادین الگوی توزیع عناصر را بهتر نشان می دهند، اما بهتر آن است که در اکتشافات ژئوشیمیایی تفصیلی از آنان استفاده شود.

در این پروژه ۴۴ برگ نقشه تک متغیره به صورت نقشه نمادین شامل عناصر W, Sn, Sb, Pb, Mo, Co, Bi, As, Ag, Ti, Be, Ba, Zn, Sr, Ni, Mn, Cu, Cr, Au و ..... رسم شده است. در مورد بقیه عناصر (۴۴ عنصر) با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل کلاستر به این صورت عمل شد که برای عناصری که در یک زیر گروه یا یک رده قرار گرفته اند یک نقشه مرکب ترسیم گردید. این نقشه ها که به صورت نمادین رسم شده اند، توزیع مقادیر بالا یا ناهنجاری های درجه اول و دوم این گروه از عناصر را نشان می دهند. همچنین برای فاکتورهای  $F_1$  تا  $F_6$  نقشه های نمادین رسم شده است.

### ۵-۲- شرح نقشه ناهنجاریهای ژئوشیمیایی

در توضیح نقشه ناهنجاریها تلاش شده است تا شرح نسبتاً مختصر و کاملی از عیار هر عنصر، نشانی دقیق آنومالیهها، شماره و موقعیت نمونه های آنومال ، شدت و درجه نسبی آنومالیهها و انطباق آنومالیههای ژئوشیمیایی بر زونهای شکسته و گسله، واحدهای سنگ شناسی و ساختارهای زمین شناسی منطقه ارائه گردد.

در بررسی صحت و درستی نواحی ناهنجار معرفی شده برای هر عنصر (یا مجموعه ای از عناصر) مرحله کنترل آنومالیهها نقش انکار ناپذیری را ایفا می کند. در این مرحله از عملیات صحرایی، مشاهدات اکتشافگران در همسویی با پدیده های زمین شناسی، زمین ساختی، کانه زائی، دگرسانی و... در تعبیر و تفسیر نواحی ناهنجار، روشنگر بسیاری از رفتارهای غیر عادی ژئوشیمیایی خواهد بود. برداشت نمونه های کانی سنگین از آبرفتهای موجود در محدوده آنومالیهها و نیز برداشت نمونه های لیتوژئوشیمیایی از نواحی دگرسان شده و کانی ساز نقش بسیار راهگشا در تحلیل نواحی پیشنهادی ایفا می کند.

درجه و شدت آنومالیهها با توجه به تعداد نمونه های آنومال در محدوده ناهنجاری و قرارگیری عیار نمونه در

دامنه های سه گانه زیر:

(۱) بزرگتر از  $X+2.5S$

(۲) از  $X+1.5S$  تا  $X+2.5S$

(۳) از  $X+0.5S$  تا  $X+1.5S$

بیان شده است، ( $X$  میانگین و  $S$  انحراف معیار داده های نرمال شده می باشد) بطوری که هر چه تعداد نمونه های آنومال در محدوده بیشتر بوده و مقدار عیار این نمونه ها در دامنه بالاتر قرار گرفته باشد شدت ناهنجاری با درجات ۱ یا ۲ گزارش شده است .

شرح ناهنجاری ژئوشیمیایی عناصر قلع ، تنگستن ، نیکل ، سرب ، آنتیمون ، نقره ، طلا ، باریم ، مس ، جیوه ، مولیبدن ، بیسموت ، کبالت و کروم و ناهنجاریهای فاکتوری با توجه به نقشه های مربوطه به ترتیب زیر می باشد واز شرح ناهنجاریهای باقیمانده صرفنظر شده است.

جدول (۵-۱): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر قلع، تنگستن وروی در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ سندج

اولویت بندی آنومالیهها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجاری به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست حوضه نمونه برداری	وسعت محدوده (k m <sup>2</sup> )	انطباق با ناهنجاری های ژئوشیمیایی، کانی سنگین، آنومالی های ژئومغناطیسی
ناهنجاری شماره یک قلع	۱	جنوب شرق روستای بلبلان آباد در برکه ۱:۵۰,۰۰۰ بلبلان آباد	222(6.3),221(10.5),220(6.6), 218(408),219(3.2),217(7.9), 214(6.2),213(4),45(4.4),46(3.8)	$TR_j^{1,mv}, gr$	40	با ناهنجاری های درجه یکتنگستن، درجه دوبریلیوم، مولیبدن، بیسموت و درجه سه روی، منگنز، آنتیموان، سرب، آرسنیک و نقره منطبق است.
ناهنجاری شماره دو قلع	۱	شمال روستای زاخان در برکه ۱:۵۰,۰۰۰ بلبلان آباد	185(16),232(1.4)	$TR_j^{ml}, TR_j^{1,mv}$	20	یک گسل با روند شمالغرب-جنوب شرق محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است با ناهنجاری های درجه یک تنگستن، درجه دوروی، طلا، سرب، درجه سه بریلیوم، نقره، آرسنیک، بیسموت و کروم منطبق است
ناهنجاری شماره یک تنگستن	۱	جنوب شرق روستای بلبلان آباد در برکه ۱:۵۰,۰۰۰ بلبلان آباد	220(4.4),221(4.4),222(3.7),218(2.9), 214(4.9),46(3.1)	$TR_j^{1,mv}, gr$	40	با ناهنجاری های درجه یک قلع، درجه دوبریلیوم، مولیبدن، بیسموت و درجه سه روی، منگنز، آنتیموان، سرب، آرسنیک و نقره منطبق است.
ناهنجاری شماره دوتنگستن	۱	شمال روستای زاخان در برکه ۱:۵۰,۰۰۰ بلبلان آباد	187(4.7),188(3),232(1.6)	$TR_j^{ml}, TR_j^{1,mv}, Q^{t2}$	20	یک گسل با روند شمالغرب-جنوب شرق محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است با ناهنجاری های درجه یک قلع، درجه دوروی، طلا، سرب، درجه سه بریلیوم، نقره، آرسنیک، بیسموت و کروم منطبق است
ناهنجاری شماره یک روی	۱	در برکه ۱:۵۰,۰۰۰ سندج و شمال روستای آلیپینک	430(206),424(248),426(292), 424(172)	$k_1^{py,l}, k_1^{11}$	24	با ناهنجاری درجه سوم نقره، کبالت، مس، بریلیوم، ناهنجاری های درجه یک باریوم، سرب و درجه دو آنتیموان و استرانسیوم منطبق است

جدول (۵-۲): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر نیکل، سرب، آنتیموان در ورقه ۱۰۰۰۰۰/۱ سندج

اولویت بندی آنومالیها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجاری به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست حوضه نمونه برداری	وسعت محدوده (k m <sup>2</sup> )	انطباق با ناهنجاری های ژئوشیمیایی، کانی سنگین، آنومالی های ژئومغناطیسی
ناهنجاری شماره یک نیکل	۱	در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ موچش و جنوب شرق روستای سرنجیانه	131(70),133(71),134(66)	$k_2^v, k_2^{sh}$	20	یک گسل با روند شمالغرب-جنوب شرق محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است با ناهنجاری های درجه دو کبالت، کروم، مس و درجه سوم تیتان، استرانسیوم و درجه یک جیوه منطبق است
ناهنجاری شماره دو نیکل	۱	در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سندج و جنوب شرق شهرستان سندج	528(76),529(78),530(92)	$k_2^v$	4	دوگسل با روند شمالی-جنوبی و شمالشرق-جنوب غرب دیده می شود با ناهنجاری های درجه دو کبالت، کروم، مس و درجه یک نیکل و درجه سوم تیتان، استرانسیوم منطبق است
ناهنجاری شماره یک سرب	۱	در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سندج و شمال روستای آلبینک	439(48.6),440(32.5),441(45.2), 438(49.8),409(75.7),427(69.9)	$TR_j^{1,mv}, Pl^{m,t}, k_1^{11}$	24	با ناهنجاری های درجه سوم نقره، کبالت، مس، برلیوم و ناهنجاری درجه یک طلا، باریوم، روی و درجه دو آنتیموان، استرانسیوم منطبق است
ناهنجاری شماره دوسرب	۱	در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ بیلان آباد و موچش و جنوب روستای کیله گلان	65(54.8),60(37.5),57(49.3), 211(58.5),210(30.6),215(44)	$k_1^s, k_2^{v,s}, k_1^{11}, j^v$	50	با ناهنجاری درجه سوم نقره، آرسنیک، قلع، برلیوم و درجه یک روی منطبق است.
ناهنجاری شماره یک آنتیموان	۱	در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سندج در راستای شمالشرق تا جنوب غرب روستای خلیچیان	566(5.3),570(12.3),415(12.7), 416(7.9),417(2.6),567A(4.7), 569(3.5)	$k_1^{l,py}, k_1^{py,l}, k_2^{sh}$	40	دو گسل با روند شمالشرق-جنوب غرب در محدوده مورد مطالعه دیده می شود. با ناهنجاری های درجه سه بیسموت، آرسنیک، کبالت، جیوه، مولیبدن، نیکل، آنتیموان، تنگستن، روی و برلیوم و درجه دو طلا، سرب، درجه یک باریوم، مس و منگنز منطبق است

با ناهنجاری های درجه دوم آرسنیک ، درجه سوم باریم ، سرب ، تنگستن ، بریلیوم و استرانسیوم و درجه یک آنتیموان منطبق است .	5	$Mp^v, Om^{sl}$	366(14.5),365(5.1),363(8.2),362(11.1),361(24)	در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ دهگلان و شمالشرق روستای بلدستی	۱	ناهنجاری شماره دو آنتیموان
تعدادی گسل با روند شمالغرب-جنوب شرق محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است با ناهنجاری های درجه سوم باریم بریلیوم ، نقره ، آرسنیک ، بیسموت و استرانسیوم منطبق است	40	$TR_j^{1,mv}$	182(908),188(4.2),232(1.6)	در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ بلبلان آباد و شمال روستای ده خداداد	۱	ناهنجاری شماره سه آنتیموان

جدول (۵-۳): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر آرسنیک و نقره در ورقه ۱۰۰۰۰۰/۱ سنندج

اولویت بندی آنومالیها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجاری به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست حوضه نمونه برداری	وسعت محدوده (k m <sup>2</sup> )	انطباق با ناهنجاری های ژئوشیمیایی ، کانی سنگین ، آنومالی های ژئومغناطیسی و ساختارهای زمین شناسی
ناهنجاری شماره یک آرسنیک	۱	شمال شرقی برگه ۱:۵۰,۰۰۰ دهگلان و شمال-شمالشرق و جنوب شرق روستای بلدستی	380(57.7),383(201), 384(67.3),382(76.5), 366(48),363(79.1), 362(96.8),361(196), 385(123),351(137), 352(78.6),353(187), 356(60.6)	$Mp^v, Om^{sl}, Pl^{m,t}$	80	- آثاری از گسل خوردگی مطابق با نقشه زمین شناسی دیده نمی شود - مشابهتی با نمونه های کانی سنگین در محدوده مورد مطالعه وجود ندارد- با ناهنجاری های درجه سه باریم ، درجه یک و دو بیسموت ، درجه دو و سه مولیبدن ، درجه دو و سه سرب و درجه یک آنتیموان و درجه یک ، دو و سه استرانسیوم و درجه دو و سه تنگستن منطبق است .
ناهنجاری شماره دو آرسنیک	۱	جنوب غرب روستای خلیجیان	569(60.8)	$k_2^{sh}, k_1^{py,l}$	24	-وجود گسل خوردگی با راستای شمال شرق - جنوب غرب انطباق با ناهنجاریهای درجه سه نقره ، درجه یک طلا و درجه دو و سه آنتیموان و درجه سه تنگستن
ناهنجاری شماره سه آرسنیک	۱	جنوب برگه ۱:۵۰,۰۰۰ بلبان آباد و جنوب روستای زاخان	192(29.7),197(33.1)	$TR_j^{s,l}, TR_j^{1,mv}, Q^{t2}$	30	مجموعه از گسل هایی با روند شمالغرب-جنوب شرق در محل وجود دارند ، انطباق با ناهنجاری های درجه سه بریلیم ، درجه سه بیسموت درجه دو کبالت ، درجه سه کروم،درجه سه منگنز و مولیبدن و سرب ، درجه دو آنتیموان ، درجه سه تنگستن
ناهنجاری شماره یک نقره	۱	شمال شرق برگه ۱:۵۰,۰۰۰ سنندج و شرق روستای نرگران	442(2.11),441(1.31)	$TR_j^{1,mv}, Pl^{m,t}$	10	با ناهنجاری های درجه سه باریم ، کبالت ، کروم ، مس ، سرب ، آنتیموان و روی منطبق است .
ناهنجاری شماره دو نقره	۱	شمال برگه ۱:۵۰,۰۰۰ سنندج و شمالشرق روستای باباریز	457(0.18)	$k_1^{l,py}, k_1^{py,l}$	2	با ناهنجاری درجه سوم کبالت ،سرب ،روی و درجه دو مس و منگنز منطبق است آثار یک گسل با روند شرقی-غربی در محدوده دیده می شود .
ناهنجاری شماره سه نقره	۱	شمال غرب برگه ۱:۵۰,۰۰۰ بلبان آباد و در شمال روستای سیس	305(3.6),299(0.42), 298(0.86),297(0.54), 234(0.94),287(0.5), 288(2.39)	$j^{vr}, Q^{t2}$	80	با ناهنجاری درجه سه بریلیم،سرب و ناهنجاری درجه دو طلا منگنز ،مولیبدن ، قلع و تنگستن منطبق است .

جدول (۵-۴): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر طلا و باریم در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰/۱ سنندج

اولویت بندی آنومالیها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجاری همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست حوضه نمونه برداری	وسعت محدوده (k m <sup>2</sup> )	انطباق با ناهنجاری های ژئوشیمیایی ، کانی سنگین ، آنومالی های ژئومغناطیسی و ساختارهای زمین شناسی
ناهنجاری شماره یک طلا	۱	جنوب خلیجیان و غرب بابرین در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج	561(23),569(15),548(12), 553(12),555(4),584(7)	$k_2^v, k_2^{sh}$	80	با ناهنجاری درجه یک آرسنیک ، درجه سه نقره ، تیتان ، روی ، باریت ، بریلیم ، درجه دو کبالت ، کروم ، مس ، جیوه ، منگنز ، مولیبدن ، نیکل ، سرب ، آنتیموان
ناهنجاری شماره دو طلا	۱	شرق روستای نوگران در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج	439(15),440(8),441(9), 438(7)444(6)	$k_1^{11}, TR_j^{1,mv}$	10	با ناهنجاری های درجه سوم باریت کبالت ، کروم ، مس ، سرب ، آنتیموان و روی منطبق است .
ناهنجاری شماره سه طلا	۱	جنوب غرب روستای کرک آباد در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج	500(11),497(4)	$k_1^s, TR_j^{s,l}$	5	یک گسل با روند شمالغرب-جنوب شرق در اطراف محل ناهنجاری وجود دارد.
ناهنجاری شماره چهار طلا	۱	غرب روستای سروانه در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ موش	10A(10),14(11)	$k_1^s, k_1^{11}$	8	تعدادی گسل با روند شمالغرب- جنوب شرق در محدوده مورد مطالعه وجود داشته با ناهنجاری های درجه سه بریلیم ، بیسموت منطبق است .
ناهنجاری شماره پنج طلا	۱	شمال غرب روستای گردمیران در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ بلبلان آباد	227(12)	$j^v, gr$	4	با ناهنجاری های درجه سه نقره ، بریلیم ، بیسموت ، کروم ، منگنز ، تیتان ، مولیبدن ، اکترایی و درجه دوم سرب ، روی و درجه یک قلع و تنگستن منطبق است .
ناهنجاری شماره شش طلا نقره	۱	شمال غرب روستای گراوه در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ موش	126(12),100(7)	$k_2^{11}, k_2^{sh}$	2	آثاری از گسل خوردگی با روند شمالشرق - جنوب غربی . با ناهنجاری درجه دوم نقره و درجه سوم باریم منطبق است.
ناهنجاری شماره یک باریت	۱	شمال شرق برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج و شمال غرب روستای نوگران	429(214),428(349), 426(524), 427(383)	$k_1^{11}, k_1^{py,l}$	4	آثاری از گسل خوردگی با روند شمالغرب - جنوب شرق . با ناهنجاری درجه سوم نقره ، بریلیم و درجه یک روی ، سرب و درجه دوم استرانسیوم ، آنتیموان منطبق است



<p>با ناهنجاری درجه سه تنگستن ، آرسنیک ، بیسموت ، بریلیم و درجه دوم استرانسیوم ، آنتیموان منطبق است .</p>	3	$Om^{sl}, Pl^{t,la}$	<p>373(749),374(773),375(820) ,376(718)</p>	<p>شمال برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ دهگلان و شمالغرب روستای بلدستی</p>	۱	<p>ناهنجاری شماره دو باریت</p>
<p>دو گسل با روند شمالشرقی – جنوب غربی محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است . با ناهنجاری های درجه سوم آرسنیک ، بیسموت ، کبالت ، جیوه ، مولیبدن ، نیکل ، سرب ، آنتیموان ، تیتان ، روی ، بریلیم ، استرانسیم و درجه یک مس و منگنز منطبق است .</p>	5	$k_2^{sh}$	<p>586(692),584(917),585(611) ,581(513),587(522)</p>	<p>شمال غرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج وجنوب روستای ترخان</p>	۱	<p>ناهنجاری شماره سه باریت</p>

جدول (۵-۵): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر مس، جیوه و مولیبدن در ورقه ۱۰۰۰۰۰/۱ سنندج

اولویت بندی آنومالیهها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجاری به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست حوضه نمونه برداری	وسعت محدوده (k m <sup>2</sup> )	انطباق با ناهنجاری های ژئوشیمیایی، کانی سنگین، آنومالی های ژئومغناطیسی و ساختارهای زمین شناسی
ناهنجاری شماره یک مس	۱	شمال غرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج و جنوب روستای ترخان	584(),585(65.1),581(83), 586(63.7),590(60.3),590(609), 587(64.2),588(61),591(60.5)	$k_2^{sh}$	40	دوگسل با روند شمال شرق - جنوب غرب در محدوده مورد مطالعه دیده می شود. با ناهنجاری های درجه سه آرسنیک، بیسموت، کبالت، جیوه، مولیبدن، آنتیموان، تنگستن، روی، بریلیم، درجه دو طلا، سرب درجه یک باریم، مس، منگنز منطبق است.
ناهنجاری شماره دو مس	۱	در غرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج و شمال غرب روستای نایسر	541(102),542(44.2)	$k_2^v, k_2^{sh}$	4	دو گسل با روند شمالغرب- جنوب غرب در محدوده مورد مطالعه دیده می شود. با ناهنجاری درجه دو باریم، درجه سه جیوه، نیکل، آنتیموان، استرانسیم و درجه یک سرب، قلع و روی منطبق است.
ناهنجاری شماره سه مس	۱	در غرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ موچش و شمال روستای قصریان	150(93.9),151(75.5),144(63.3), 152(79.3),153(77.1),154(85.4), 159(78.3),157(60.9),160(62.7)	$k_2^v, k_2^{v,l}$	25	یک گسل با روند شمالغرب- جنوب غرب در محدوده مورد مطالعه وجود دارد. با ناهنجاری های درجه سه منگنز و درجه یک کبالت، کروم، جیوه و نیکل منطبق است.
ناهنجاری شماره یک جیوه	۱	در شمال غرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ موچش و جنوب شرق روستای سروانه	133(0.06)	$k_2^v, k_2^{sh}$	20	یک گسل با روند شمالغرب- جنوب شرق در محدوده مورد مطالعه وجود دارد. با ناهنجاری های درجه دو کبالت، کروم، مس، نیکل و درجه سه تیتان و استرانسیم منطبق است.
ناهنجاری شماره یک مولیبدن	۱	در جنوب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ موچش و شمال بخش موچش	80(2.8),81(1.5),82(1.3)	$k_1^{11}, k_1^{py,l}$	8	یک گسل با روند شمالغرب- جنوب شرق در محدوده مورد مطالعه دیده می شود. با ناهنجاری درجه سه نقره، سرب، روی و بریلیم منطبق است.
ناهنجاری شماره دو مولیبدن	۱	در شمال غرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ بلبلان آباد و شمال غرب بخش بلبلان آباد	297(3.2),287(2.1),284(1.8), 283(1.4),303(2.2)	$k_1^v$	25	با ناهنجاری درجه دوم نقره و درجه سوم بیسموت، بریلیم و درجه یک قلع، تنگستن منطبق است.

جدول (۵-۶): آنومالیهای ژئوشیمیایی عناصر بیسموت، کبالت و کروم در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰/سنندج

اولویت بندی آنومالیها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجاری به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست حوضه نمونه برداری	وسعت محدوده (k m <sup>2</sup> )	انطباق با ناهنجاری های ژئوشیمیایی، کانی سنگین ، آنومالی های ژئومغناطیسی و ساختارهای زمین شناسی
ناهنجاری شماره یک بیسموت	۱	در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ بلبلان آباد و شمال روستای قارقار	200(1.2), 198(0.4)	$TR_j^{ml}, TR_j^{1,mv}$	2	یک گسل با روند شمال شرق - جنوب شرق در محدوده مورد مطالعه دیده می شود. با ناهنجاری های درجه سه آرسنیک، طلا، باریم، کبالت، کروم، آنتیموان، قلع، روی، بریلیم و درجه دوم مولیبدن، سرب و منگنز منطبق است.
ناهنجاری شماره دو بیسموت	۱	در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ دهگلان و شمال شرق روستای بلدستی	365(0.8), 363(0.5), 361(0.4)	$Mp^v, Om^{s,l}, Pl^{va}$	5	با ناهنجاری های درجه دوم آرسنیک درجه سوم باریم، سرب، تنگستن، بریلیم، استرانسیم و درجه یک آنتیموان منطبق است.
ناهنجاری شماره یک کبالت	۱	در غرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ موچش و شمال روستای قصریان	150(39.1), 151(35.1), 153(34.9), 149(27.4), 152(34.6), 154(26.7), 155(27.3), 156(27.2)	$k_2^v, k_2^{v,l}$	15	یک گسل با روند شمال غرب-جنوب شرق در محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است. با ناهنجاریهای درجه سوم نقره، تیتان، منگنز، استرانسیم و درجه یک کروم، مس، جیوه ونیکل منطبق است.
ناهنجاری شماره دو کبالت	۱	در جنوب غرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج و شمال غرب و غرب روستای صلوات آباد	534(35), 533(32.2), 524(31.3), 528(31.5)	$k_2^v, k_2^{sh}$	12	دوگسل با روند شمال شرق-جنوب غرب و یک گسل با روند شمالی-جنوبی محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است. با ناهنجاری های درجه سوم کروم، مس، جیوه، تیتان نیکل، منگنز و استرانسیم منطبق است
ناهنجاری شماره یک کروم	۱	در جنوب غرب برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج و شمال غرب و غرب روستای صلوات آباد	150(27), 151(136), 152(124), 153(127)	$k_2^v, k_2^{v,l}$	15	یک گسل با روند شمال غرب- جنوب شرق در محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است با ناهنجاری های درجه سوم نقره، تیتان، منگنز و استرانسیم و درجه یک کروم، مس، جیوه نیکل منطبق است.

<p>دوگسل با روند شمال شرق-جنوب غرب و یک گسل با روند شمالی-جنوبی محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است . با ناهنجاری های درجه سوم مس ، جیوه ، نیکل ، تیتان ، منگنز و استرانسیم منطبق است .</p>	<p>12</p>	$k_2^v, Q^{t2}$	<p>528(190),529(127) , 534(105)</p>	<p>درجنوب غرب برگه ۱:۵۰,۰۰۰ شمال غرب و غرب روستای صلوات آباد</p>	<p>۱</p>	<p>ناهنجاری شماره دو کروم</p>
<p>دوگسل با روند شمالی-جنوبی محدوده مورد مطالعه را قطع کرده است با ناهنجاری درجه سوم باریم ، تیتان ، روی ، منگنز ودرجه دوم کبالت ، مس ، جیوه ، نیکل منطبق است .</p>	<p>10</p>	$k_2^v, k_2^{sh}$	<p>590(144),590A(113) ,591(122)</p>	<p>در شمال غرب برگه ۱:۵۰,۰۰۰ سنندج</p>	<p>۱</p>	<p>ناهنجاری شماره سه کروم</p>

(جدول ۵ - ۷): ناهنجاری های فاکتور ی

اولویت بندی آنومالیها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجاری به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست حوضه نمونه برداری	وسعت محدوده ( $k m^2$ )	انطباق با ناهنجاری های ژئوشیمیایی، کانی سنگین، آنومالی های ژئومغناطیسی
ناهنجاری شماره یک (فاکتور اول)	۱	جنوب و شرق دکن و هوارپان در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ بلبلان آباد	213,214,215,217,220, 222	$j^v, gr, TR_j^{l,mv}$	۱۸	با ناهنجاریهای درجه یک قلع، تنگستن منطبق است.
ناهنجاری شماره یک (فاکتور دوم)	۱	شرق هانيس و غرب اميرآباد در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ موچش	156,160,162,2	$k_1^{v,12}, k_1^{11}, k_1^c$	۱۲	با ناهنجاریهای شماره سه مس و ناهنجاری شماره یک جیوه و ناهنجاری شماره یک کروم منطبق است.
ناهنجاری شماره یک (فاکتور سوم)	۱	شمالشرق ماچکه در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سندنجد	430,438,424	$k_1^s, k_1^{11}, Pl^{m,t}$	۸	با ناهنجاریهای شماره یک روی، ناهنجاری شماره یک سرب منطبق است.
ناهنجاری شماره دو (فاکتور سوم)	۱	جنوبشرق روستای قشلاق لودر برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ دهگلان	376,375,374	$Pl^{m,t}$	۴	با ناهنجاریهای کانی سنگین سروزیت و ناهنجاری درجه دو آنتیموان منطبق است.
ناهنجاری شماره یک (فاکتور چهارم)	۱	شمالشرق روستای چرخه بیان در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سندنجد	452,453	$TR_j^{l,mv}, Pl^{m,t}$	۱۲	با ناهنجاری درجه یک روی و درجه دو نقره منطبق است.
ناهنجاری شماره دو (فاکتور چهارم)	۱	غرب روستای کانی پان در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سندنجد	490,492	$TR_j^{l,mv}, k_1^s$	۵	با ناهنجاری کانی سنگین نقره منطبق است.
ناهنجاری شماره یک (فاکتور پنجم)	۱	شمالغرب روستای تازه آباد گاوشیان در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ دهگلان	352,353,351,385,384, 383,382	$Mp^v, Om^{s,l}, OM^{s,l}$	۲۰	با ناهنجاری شماره دو آنتیموان و ناهنجاری شماره یک آرسنیک و ناهنجاری شماره یک و دو بیسموت منطبق است.
ناهنجاری شماره یک (فاکتور ششم)	۱	شرق روستای نوگران در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سندنجد	439,440,441,442	$TR_j^{l,mv}, k_1^{11}$	۱۵	با ناهنجاری شماره دو طلا منطبق است.
ناهنجاری شماره دو (فاکتور ششم)	۱	جنوبغرب روستای خلیجیان در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سندنجد	569,567A,566	$k_1^{py,l}, k_2^{sh}$	۵	با ناهنجاری درجه یک طلا و آنتیموان منطبق است.



## فصل ششم : نتایج بدست آمده از مطالعات کانی سنگین

### مقدمه :

نتایج بدست آمده از مطالعات کانی سنگین بدلیل شناسایی کانیها بصورت عینی با درصد خطای قابل قبول بسیار مهم به نظر می رسند . نمونه برداری و مطالعه کانی سنگین را می توان به عنوان روش مکمل مطالعات ژئوشیمیایی دانست که به همراه آن نتایج مفیدی را بر خواهد داشت . کانیهای کانسار ساز واقتصادی بدلیل وزن مخصوص قابل توجه در صورت انتشار در رخساره های سنگی ، انتخاب ایستگاههای نمونه برداری صحیح ، آماده سازی دقیق و در نهایت مطالعه دقیق قابل شناسایی و معرفی می باشند . از طرفی انتشار کانیهای سنگ ساز و مطالعه این کانیها نیز در موارد بسیاری به شناخت دقیق تر از رخساره های سنگی گسترش یافته در محدوده یک ایستگاه نمونه برداری کانی سنگین منجر می شود .

در سالهای اخیر بکار گیری این روش منجر به کشف ذخایر ارزشمندی همچون تیتانیم کهنوج و قره آغاج ، موناژیت مروست و شناسایی چندین اندیس طلا ، مس ، شلیت .... گردیده است .

از ورقه سندج تعداد ۱۸۴ نمونه کانی سنگین برداشت گردید. نتایج مطالعات منجر به معرفی ناهنجاریهای طلا ، کانی های حاوی مس ، کانی های حاوی سرب و.... گردید . نواحی ناهنجار بدست آمده برای کانیهای شاخص و کانساری را بر روی نقشه کانیهای سنگین ( نقشه شماره ۴۹) به صورت سیمبل می توان مشاهده کرد .

در این بخش به شرح مختصری از آنومالیهای بدست آمده از کانیهای سنگین در منطقه مورد مطالعه می پردازیم .

۶-۱- ناهنجاریهای طلا:

در ورقه سندج تعداد هشت نمونه حاوی طلا بوده که شکل ذرات طلا بصورت لامپی بوده است. حجم نمونه های انتخاب شده برای بروموفرم گیری حداکثر  $20^{\circ}\text{C}$  و حجم تغلیظ یافته روی لاوک (حدوداً  $80^{\circ}\text{C}$ ) بوده است.

نمونه های شماره SA-267, SA-566 و SA-583 هر کدام با حدود ۲ تا ۳ ذره طلا حائز اهمیت تر هستند. اغلب

ذرات طلا نیمه زاویه دار بوده و اندازه آن از ۸۰ تا ۱۲۰ میکرون متغیر است.

جدول (۶-۱): توصیف ناهنجاریهای طلا

ردیف	نوع کانه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه	رخنمون های سنگی بالادست	کانیهای همراه	تعداد ذرات و شکل آنها
۱	طلا	جنوبغرب روستای خلیجیان در شمالشرق شهرستان سندج	SA-569	$k_2^{sh}, k_1^{py}$	لیمونیت، پیریت اکسیدو مس و مالاکیت و باریت	دو ذره نیمه گردشده
۲	طلا	شمالشرق روستای بلبان آباد در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبان آباد	SA-267	$Gd-d$	اپیدوت، گارنت و ایلمنت	دو ذره گردشده
۳	طلا	شمالغرب روستای باباریز در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-566	$Q^f$	پیرولولوزیت، باریت، اپیدوت، گارنت، هماتیت	یک ذره لامپی شکل
۴	طلا	شمالغرب روستای رمشت در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-35	$k^{py,1}, kl^{L,py}, k_1^n, k_1^s$	اپیدوت، لیمونیت، هماتیت	یک ذره نیمه گردشده
۵	طلا	جنوب روستای دگن در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبان آباد	SA-214	$J^r, g^r$	اولیژیست، لیمونیت، اپیدوت، مگنتیت، باریت	یک ذره فیلمی شکل
۶	طلا	جنوبغرب روستای ترخان آباد در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-583	$k_2^v, k_2^{sh,v}$	اپیدوت، مگنتیت، اپیدوت	یک ذره نیمه گرد شده
۷	طلا	شمالشرق روستای نران در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موچش	SA-20	$k_2^{v,l}, k_l^{v,13}$	هماتیت، مگنتیت، اپیدوت	یک ذره فیلمی شکل
۸	طلا	شمالغرب روستای قصریان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موچش	SA-152	$k_2^v$	هماتیت، لیمونیت، مگنتیت، پیریت اکسید	یک ذره نیمه گردشده



۲-۶- ناهنجاری های کانیهی مس :

از گروه کانی های مس ( مالاکیت ، مس طبیعی، کوپریت ) در نمونه های کانی سنگین ورقه سنندج مالاکیت و مس طبیعی و کوپریت بصورت جزئی گزارش شده است که موقعیت آنها را در نقشه شماره ( ۴۹ ) می توان مشاهده کرد و شرح مختصر آنها در جدول شماره ۲-۶ آمده است .

جدول (۲-۶) : توصیف ناهنجاریهای کانی های مس

ردیف	نوع کانه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه	رخنمون های سنگی بالادست	کانیهای همراه
۱	کوپریت	شمالغرب روستای نایسر در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سنندج	SA-541	$k_2^{sh}, k_2^v$	نقره ، مس طبیعی ، مالاکیت ، لیمونیت ، مگنتیت ، هماتیت
۲	کوپریت	جنوبغرب روستای صلوات آباد در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سنندج	SA-512	$k_1^{v12}, k_{11}^{11}, k_1^{v13}$	باریت ، مالاکیت، لیمونیت ، اپیدیت ، هماتیت
۳	کوپریت	غرب شهرستان دهگلان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ دهگلان	SA-330	$TR_j^{1,mv}$	باریت ، مالاکیت، مگنتیت ، هماتیت
۴	کوپریت	شمال روستای بلدستی در برگه ۱/۵۰۰۰۰ دهگلان	SA-370	$OM^{s,l}, MR^v$	مارکازیت ، باریت
۵	مالاکیت	شمالغرب روستای اشکفتان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موچش	SA-39	$k_1^v, k_l^{l,py}$	لیمونیت ، سینابر ، هماتیت ، باریت
۶	مالاکیت	جنوب غرب روستای موچش در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موچش	SA-70	$k_1^{py,1}, k_1^{11}$	باریت ، لیمونیت ، هماتیت
۷	مالاکیت	جنوب غرب روستای نران در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موچش	SA-24	$k_2^{v,1}$	هماتیت ، باریت ، آپاتیت ، زیرکن
۸	مالاکیت	جنوب غرب روستای خلیجیان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موچش	SA-566	$Q^f$	باریت
۹	مالاکیت	غرب روستای اشکفتان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موچش	SA-41	$k_1^{l,py}, k_1^s, k_1^v$	نقره ، مس طبیعی ، کوپریت
۱۰	مالاکیت	غرب شهرستان دهگلان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ دهگلان	SA-330	$TR_j^{1,mv}$	هماتیت ، کوپریت، پیریت ، باریت

۳-۶- ناهنجاریهای نقره:

در ورقه سندج ۷ نمونه دارای کانه نقره بوده است. اکثر این نمونه ها که در ۱:۵۰,۰۰۰:۱ سندج واقع شده اند که موقعیت آنها را میتوان در نقشه شماره (۴۹) مشاهده کرد.

جدول (۳-۶): توصیف ناهنجاریهای نقره در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰:۱ سندج

ردیف	نوع کانه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه	رخنمون های سنگی بالادست	کانیهای همراه
۱	نقره	غرب روستای اشکفتان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موچش	SA-41	$k_l^{l,py}, k_l^s, k_l^v$	مس طبیعی، مالاکیت، کوپریت، مگنتیت، هماتیت
۲	نقره	جنوبشرق روستای کانی پان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-494	Qt2	پیریت اکسید، هماتیت
۳	نقره	شمال شرق روستای خلیجیان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-570	$k_l^{l,py}$	باریت، پیریت اکسید اپیدوت، لیمونیت، هماتیت
۴	نقره	جنوبشرق روستای دوشان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-521	$k_2^v$	باریت، هماتیت، مگنتیت
۵	نقره	شمالغرب شهرستان دهگلان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ دهگلان	SA-326	$TR_j^{l,mv}$	باریت، پیریت اکسید، لیمونیت، هماتیت
۶	نقره	جنوب روستای دگن در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبلان آباد	SA-214	$g^v, g^r$	باریت، لیمونیت، مگنتیت، اولیژیست
۷	نقره	جنوبغرب روستای ترخان آباد در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-583	$k_2^v, k_2^{sh,v}$	سینابر، طلا، پیریت اکسید، باریت

۴-۶- ناهنجاریهای کانی های سرب :

در ورقه سندج ۸ نمونه دارای کانی های سرب بصورت طبیعی و سروزیت است که موقعیت آنها را می توان در نقشه شماره ( ۴۹ ) مشاهده کرد. ناهنجاریهای کانی های سرب را می توان در جدول ۴-۶ مشاهده کرد .

جدول ( ۴-۶ ) : توصیف ناهنجاریهای کانی های سرب در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سندج

ردیف	نوع کانه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه	رخمون های سنگی بالادست	کانیهای همراه
۱	سرب طبیعی	جنوب روستای نایسر در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-539	$k_2^v, k_2^{sh}$	مس طبیعی، مالاکیت مگنتیت، اولیژیست، سینابر، هماتیت
۲	سرب طبیعی	غرب روستای چاکربلاغ در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبان آباد	SA-241	$TR_j^{1,mv}$ ، $TR_j^{mv}$ ، $Q^{t2}$	باریت، مگنتیت، هماتیت
۳	سرب طبیعی	جنوب شرق روستای چنو در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موجش	SA-135	$k_2^{sh,12}$ ، $k_2^v$	اپیدوت، لیمونیت، مگنتیت
۴	سرب طبیعی	جنوب غرب روستای هانیس در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موجش	SA-162	$k_2^{sh,v}$	باریت، هماتیت، سرب طبیعی، کوپریت
۵	سروزیت	جنوب شرق روستای قشلاق لو در برگه ۱/۵۰۰۰۰ دهگلان	SA-375	$PL^{t,La}$	باریت، لیمونیت، مگنتیت
۶	سرب طبیعی	شرق روستای کیله گلان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موجش	SA-57	$k_1^{11}$	باریت، لیمونیت، اولیژیست، پیریت اکسید
۷	سرب طبیعی	جنوب شرق روستای سیانو در برگه ۱/۵۰۰۰۰ موجش	SA-114	$k_2^{sh}$ ، $Q^{t2}$	سینابر، لیمونیت، مگنتیت
۸	سرب طبیعی	جنوب غرب روستای ماچکه در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-431	$k_1^{11}$ ، $k_1^{py,1}$	سینابر، پیریت، پیریت اکسید، باریت، لیمونیت، هماتیت

#### ۵-۶- ناهنجاریهای کانی باریت :

در نمونه های کانی سنگین ورقه سندج تقریباً ۷۰ درصد نمونه ها از مقادیر جزئی تامقادیر قابل توجه دیده می شود. در جدول ۵-۶ ناهنجاریهای با اهمیت باریت که بعضاً با ناهنجاری کانی های دیگر در ارتباط هستند آمده است . ناهنجاریهای که مقادیر آنها نسبتاً بالا بوده است . در جدول ۵-۶ آورده شده است .

جدول (۵-۶) : توصیف ناهنجاریهای کانی باریت در ورقه ۰,۰۰۰, ۱۰۰: ۱ سندج

ردیف	نوع کانه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه	رخمون های سنگی بالادست	کانیهای همراه
۱	باریت	شمال روستای زاخان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبلان آباد	SA-190	Q <sup>tz</sup>	اپیدوت ، پیریت اکسید، اولیژیست، لیمونیت، هماتیت
۲	باریت	غرب روستای آلپینیک در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-444	TR <sub>j</sub> <sup>1,mv</sup>	لیمونیت

#### ۶-۶- ناهنجاریهای کانی ایلمنیت :

ذرات کانی ایلمنیت در تعداد زیادی از نمونه های ورقه سندج مشاهده شده است که از این بین ناهنجاری مربوط به تعدادی از آنها قابل توجه تر می باشند. جدول شماره ( ۶-۶ ) ناهنجاریهای مهم ایلمنیت را نشان می دهد .

جدول ( ۶-۶ ) : توصیف ناهنجاریهای کانی ایلمنیت در ورقه ۰۰۰, ۰۰۰: ۱۰۰: ۱ سندج

ردیف	نوع کانه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه	رخمون های سنگی بالادست	کانیهای همراه
۱	ایلمنیت	شمالغرب روستای گردمیران در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبلان آباد	SA-277	$TRj^{l,mv}, Q^t$	لیمونیت ، اپیدوت ، زیرکن
۲	ایلمنیت	غرب روستای علی آباد در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبلان آباد	SA-261	$PL^{m,t}$	اپیدوت ، مگنتیت ، بروکیت
۳	ایلمنیت	شمالشرق روستای علی آباد در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبلان آباد	SA-250	$TRj^{mv}, Q^{tz}$	هماتیت ، لیمونیت
۴	ایلمنیت	غرب روستای بلبلان آباد	SA-279	$J^{vr}, Rj^{l,mv}, gr$	باریت ، لیمونیت ، اپیدوت ، مگنتیت
۵	ایلمنیت	غرب روستای چرخه بیان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ سندج	SA-470	$PL^{m,t}$	هماتیت ، لیمونیت
۶	ایلمنیت	جنوبغرب روستای هوارپان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبلان آباد	SA-217	$gr$	مگنتیت ، گارنت ، اپیدوت
۷	ایلمنیت	شمالغرب روستای بلدستی در برگه ۱/۵۰۰۰۰ دهگلان	SA-373	$PL^{t,La}$	گارنت ، اپیدوت
۸	ایلمنیت	شمالشرق روستای علی آباد در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبلان آباد	SA-259	$PL^{m,t}, Q^f$	مگنتیت
۹	ایلمنیت	جنوبغرب روستای کبودخان در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بلبلان آباد	SA-267	$Gd-d$	مگنتیت ، هماتیت ، اپیدوت ، طلا

#### ۶-۷- سایر کانی ها :

در نمونه های کانی سنگین ورقه سندج علاوه بر کانی هایی که پیش تر توضیح داده شده است کانی های مانند اپیدوت ، گارنت ، پیریت و پیریت اکسید ، هماتیت و ... قابل توجه هستند ، که در اکثر نمونه ها دیده می شوند . برای مشاهده جزئیات نتایج مطالعات نمونه های کانی سنگین می توان به پیوست شماره ( ۵ ) مراجعه شود.

## فصل هفتم: تعبیر و تفسیر و نتیجه گیری

### ۷-۱- تعبیر و تفسیر و شرح مناطق امیدبخش

نتایج حاصل از ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سنندج و توجه به زمین شناسی در این ورقه منجر به معرفی پنج محدوده امیدبخش گردیده است که به ترتیب اولویت بنددر ارتباط با هر یک از آنها در ذیل توضیح داده شده است. (نقشه شماره ۵۰)

### ۷-۱-۱- منطقه امید بخش شماره ۱ (A1)

این منطقه در شمال غرب برگه ۵۰,۰۰۰:۱ سنندج واقع شده است. با توجه به نقشه زمین شناسی مجموعه‌ای از سنگهای ولکانیکی آندزیتی مربوط به دوره ائوسن و همچنین شیل های سیاه رنگ کرتاسه که توسط گسلهایی با روند شمال شرق-جنوب غرب محدوده مورد مطالعه را قطع کرده اند، زمین شناسی محدوده را تشکیل می دهند. روند شکستگی ها در محدوده ناهنجاری با روند شکستگی های عمومی منطقه که بیشتر شمالی - جنوبی یا شمال غرب - جنوب شرق است کاملاً متفاوت است. مقدار طلا در سنگهای مختلف پوسته زمین متفاوت می باشد بطوریکه مقدار زمینه طلا در ولکانیکهای فلسیک ۲/۲ میلی گرم در تن و در شیل ها ۲/۱ میلی گرم در تن است. به همین دلیل خود این سنگها قابلیت کانی زائی طلا را نخواهند داشت آنچه حائز اهمیت است و می توان به احتمال کانی زایی را بیشتر با دو تیپ شباهت سازی کرد کانسارهای طلا پهنه برشی یا شیرزون که بیشتر در ارتباط با رخساره های ناشی از دگرگونی ناحیه ای (شیست سبز و پائین تر از آن) متداول است و کانی زایی طلا که بصورت رگه های کوارتز در امتداد شاحه های فرعی ناشی از شکافهای اصلی پوسته زمین با صدها کیلومتر طول و چندین کیلومتر عمق دیده می شود که با توجه به وضعیت زمین شناسی محدوده و ارتباطی که کانی زایی طلا در حوضه های مرتبط با ولکانیکهای ائوسن دارد، مرتبط بودن کانی زایی طلا با پهنه برشی یا شیرزون احتمالاً وجود ندارد. از طرفی سنگهای ولکانیکی آندزیتی به خودی خود قابلیت کانی زایی طلا را ندارند به همین دلیل احتمالاً کانی زایی طلا در ارتباط با وجود گسلهایی خواهد بود که سنگهای ولکانیکی را قطع کرده است و فعالیتهایی خواهد بود که در ارتباط با کانی زایی در این گسلها است. نمونه های موجود در این محدوده برای ناهنجاریهای درجه یک عنصر آرسنیک و درجه سوم عناصر نقره، تیتان،

روی ، باریم ، بریلیوم و درجه دو کبالت ، مس ، جیوه ، منگنز ، مولیبدن ، نیکل ، سرب و آنتیموان بر نمونه های طلا دار در منطقه منطبق است .

نمونه های کانی سنگین گرفته شده در این محدوده نیز نشاندهنده وجود کانه آزاد طلا در این محدوده می باشد . ارتباط با ناهنجاریهای درجه یک آرسنیک نشاندهنده احتمال وجود کانه زایی طلا بصورت اپی ترمال از نوع High Sulfid است که وجود پیریت و پیریت اکسید در نمونه های کانی سنگین گرفته شده وهمچنین کانی زایی باریم می تواند شواهد دیگری بر کانه زایی طلای تیپ اپی ترمال با سولفید بالا باشد.

### ۷-۱-۲- منطقه امیدبخش شماره ۲ ( A2 )

این محدوده در شرق روستای نوگران در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج مشابه با منطقه امید بخش قبلی، با سنگهای آتشفشانی آندزیتی منطبق است احتمالاً کانه زایی طلا در ارتباط با فازهای ناشی از پر کردن شکستگی های سنگهای ولکانیکی توسط سیالات و محلولهای هیدروترمال بعدی است . همراهی با ناهنجاریهای درجه سوم باریم ، کبالت ، کروم ، مس ، سرب ، آنتیموان و روی بر اهمیت محدوده مورد مطالعه می افزاید و نشاندهنده احتمال کانه زایی تیپ اپی ترمال با درجه حرارت کم بدلیل وجود سرب ، آنتیموان ، روی و مس ( کمتر از ۳۰۰ درجه سانتیگراد ) است . نمونه های کانی سنگین برداشت شده از محدوده مورد مطالعه آثاری از وجود طلا را نشان نداده اند و بالا بودن زمینه طلا در نمونه ها نشاندهنده اهمیت مطالعه در این بخش خواهد بود .

### ۷-۱-۳- منطقه امیدبخش شماره ۳ ( A3 )

این محدوده در جنوب غرب روستای کرک آباد در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ سنندج قرار دارد بیشترین مقدار طلا را نمونه شماره ۵۰۰ با ۱۱ میلی گرم در تن نشان داده است . با توجه به رخنمون های سنگی از نظر زمین شناسی وجود کوارتزیت ، شیل که در بین لایه های آهک وهمچنین سنگهای آتشفشانی وجود دارد ( Jq ) ، کنگلومرای قرمز رنگ و ماسه سنگ ( K<sub>2</sub> ) و آهک اربیتولین دار ( K<sub>3</sub> ) و وجود یک گسل با روند شمال غرب - جنوب شرق در اطراف محل ناهنجاری بر اهمیت مطالعه محدوده می افزاید . نمونه کانی سنگین گرفته شده از محدوده دارای کانه طلا بصورت آزاد نمی باشد . همراهی این ناهنجاری

بانهنجاریهای درجه سوم باریم ، کبالت ، کروم ، مس ، سرب ، آنتیموان و روی نشاندهنده احتمال کانی سازی رگه ای طلا با تیپ ایی ترمال است .

#### ۷-۱-۴- منطقه امیدبخش شماره ۴ (A4)

این محدوده در شمال غرب روستای گردمیران در برکه ۵۰,۰۰۰: ۱ بلبلان آباد واقع شده است .بیشترین مقدار طلا را نمونه شماره ۲۲۷ با مقدار ۱۲ میلی گرم در تن نشان می دهد. رخنمون های سنگی بالادست حوضه نانهنجاری را گرانیتهای قدیمی تر از کرتاسه ( به احتمال ژوراسیک بالا ) تشکیل می دهد که توسط چند گسل با روند شمال غرب - جنوب شرق در محدوده مورد مطالعه قطع شده است که احتمالاً کانی سازی طلا بصورت رگه ای در ارتباط با وجود گسل خوردگیهای موجود در محدوده مورد مطالعه است .

همپوشانی نانهنجاری ژئوشیمیایی طلا با نانهنجاری درجه سه آرسنیک ، نقره ، بریلیم ، بیسموت ، کروم ، منگنز ، تیتان ، مولیبدن ، آنتیموان ودرجه دو سرب و روی و درجه یک قلع و تنگستن سبب اهمیت محدوده مورد مطالعه می گردد .

#### ۷-۱-۵- منطقه امیدبخش شماره ۵ (A5)

این محدوده در شمال شرق ورقه ۵۰,۰۰۰: ۱ دهگلان و شمال - شمال شرق روستای بلدستی قرار گرفته است . مجموعه ای از عناصر شامل آرسنیک ، باریم ، بیسموت ، سرب ، آنتیموان ، استرانسیم و تنگستن در این محدوده نانهنجاری نشان می دهند . از نظرزمین شناسی رخنمون های سنگی محدوده را مجموعه ای از گدازه های آندزیتی و سنگهای آتشفشانی اواخر الیگومیوسن ( MV ) و رسهای آهکی دارای لایه های آهک و ماسه سنگ (  $Mm_1$  ,  $Mm_s$  ) دربرگرفته اند . آثاری از گسل خوردگی در این محدوده وجود ندارد و سنگهای ولکانیکی این محدوده نسبت به دیگر محدوده های امیدبخش که نانهنجاری نشان داده اند جوانتر می باشند . با توجه به وجود عناصر پاراژنز طلا مانند بیسموت ، آرسنیک ، تنگستن، آنتیموان احتمالاً کانی سازی در صورت وجود بصورت رگه ای و مربوط به فازهای سردتر تبلور ماگمایی ( کمتر از ۳۰۰ درجه سانتیگراد و احتمالاً در شکستگی های ایجاد شده در سنگهای ولکانیکی سرد شده تزریق شده است .



## ۲-۷- نتیجه گیری:

از دیدگاه زمین شناسی اقتصادی پراکندگی کانسارها در زون سنندج- سیرجان را به سه قسمت تقسیم می کند. بخش جنوبی که به داشتن کروم در اولترامافیک های اسفندته-فاریاب، آهن - آهن منگنز در گل گوهر، هشتک، بافت، سرب و روی و مس در چاه گز، قنات مروان با سن پرکامبرین پسین تا کرتاسه پیشین شاخص است.

در بخش میانی کانی سازی اصلی سرب و روی است که در مناطق شمس آباد-نظام آباد (با کانی سازی سرب، روی، نقره، آهن و منگنز)، آهنگران (با کانی سازی سرب، روی، نقره، آهن و منگنز) و مومته (طلا) است. افزون بر آن در این بخش کانسارهای تالک، گرانیت، باریت و سنگهای ساختمانی اهمیت ویژه ای دارند.

در بخش شمال کانی سازی آهن (معادن آهن همه کسی شمال همدان و شمال سنقر، شمال باختری دیواندره)، طلا، طلا-آنتیموان (معادن داشکسن) و کانه های آلومینوسیلیکاتی را می توان نام برد.

در ورقه سنندج ردیف های ژوراسیک بخش سنندج - سیرجان این ناحیه از دو قسمت تشکیل شده اند. بخش پایینی کوارتزیت، شیل و ماسه سنگ است که به ویژه در دامنه های خاوری رشته کوه صلوات آباد، جنوب باختری قروه برونزد دارد. واحد بالائی شامل شیل، ماسه سنگهای خاکستری، عدسی های به نسبت بزرگ سنگ آهک و سنگهای آتشفشانی آندزیتی است.

مجموعه گسترده ای از ورقه نیز توسط رخنمونهای سنگی کرتاسه پوشیده شده است که رسوبات فلیش گونه و تناوبهای آهکی کرتاسه بالا دگرگون شده اند. درجه این دگرگونی ضعیف و رخساره آن شیبست سبز است.

اهمیت ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰:۱ سنندج از لحاظ کانی سازی آن را در ارتباط با سنگهای ولکانیکی موجود یا گسلهای موجود در منطقه دانست سنگهای ولکانیکی موجود و تشکیل دهنده محدوده که در ارتباط با کانی سازی طلا هستند به دوتیپ از نظر سنی تقسیم می گردند.

الف) مجموعه ولکانیکی مربوط به ژوراسیک بالا و قدیمتر از کرتاسه

ب) مجموعه ولکانیکی بخش فوقانی الیگومیوسن

این دو مجموعه از نظر سنگ شناسی هر دو از سنگهای ولکانیکی آندزیتی تشکیل شده است. فقط تفاوت آنها از نظر سنی است کانی سازی طلا با توجه به تفاوت سن احتمالاً نشاندهنده تحولاتی است که احتمالاً بعد از تشکیل سنگهای ولکانیکی

است و نشاندهنده احتمال وجود شکستگی های ناشی از کشش است که در این مرحله توسط رگه هایی این شکستگی ها پر می گردند. روند گسل خوردگی های در این ورقه بیشتر شمال غرب-جنوب شرق است که توسط دو دسته گسل، یک دسته گسل با روند شمالی - جنوبی و یک دسته با روند شمال غرب - جنوب شرق قطع می گردند. گسلهای با راستای شمالی-جنوبی و شمال شرقی-جنوب غربی به دلیل قطع کردن گسلهای اصلی منطقه جوانتر بوده و برخورد این گسلها با یکدیگر قابلیت کانه زایی را در محدوده افزایش می دهد.

کانی سازی های چشمگیری از سرب و روی یا مس در این ورقه دیده نشده است. نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین نیز در این ورقه بر اهمیت ناهنجاریهای ژئوشیمی طلا می افزاید. و از دیگر کانیهای کانسار ساز که توسط نمونه های کانی سنگین معرفی شده است می توان باریت، سرب، ایلمنیت و اکسیدهای آهن (مگنتیت، هماتیت و...) را نام برد. نتایج بدست آمده برای عناصر رادیواکتیو اورانیوم و توریوم ... نشاندهنده اهمیت دومی محدود در اطراف بلدستی در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ دهگلان و اطراف روستای هوارپان در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ بلبلان آباد است.

عناصر نادر خاکی از جمله سربیم و ایتریوم در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱ بلبلان آباد دارای اهمیت و گسترش نسبتاً زیادی هستند. بر پایه ناهنجاریهای بدست آمده از نمونه های ژئوشیمی و کانی سنگین ۵ محدود تحت عنوان مناطق امیدبخش معدنی شناسایی و معرفی شده است. لازم به ذکر است این محدوده ها دارای اهمیت نسبی هستند و چون معرفی آنها بدون انجام کنترل ناهنجاریها صورت گرفته است. چه بسا ممکن است ناهنجاریهای قابل توجه دیگری وجود داشته باشند که بعنوان منطقه امید بخش تعیین و معرفی نگردیده اند.

### ۷-۳- پیشنهادت:

با توجه به نتایج حاصله می توان نسبت به عملیات اکتشاف در دو مرحله در برگه ۱۰۰,۰۰۰: ۱ سندج اقدام نمود. الف) انجام کنترل آنومالی در ناهنجاریهای بدست آمده از محدوده مورد مطالعه شامل برداشت نمونه های ژئوشیمی، کانی سنگین و منیرالیزه و همچنین تعدادی نمونه پتروگرافی و مقطع صیقلی در صورت شناسایی بخش های کانی ساز جهت شناسایی سنگ در برگیرنده و کانی های موجود در آن. ب) انتخاب محدوده های امید بخش مرحله اول جهت اکتشاف نیمه تفصیلی برای مطالعات ژئوشیمی، چکشی و زمین شناسی با توجه به وسعت محدوده های مورد مطالعه و استفاده از شرح خدمات عملیات اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱: ۲۵,۰۰۰.

## منابع و مراجع

### منابع فارسی:

- ۱- سرتیپی ا.ح.، (۱۳۸۲)، گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ سنندج، انتشارات سازمان زمین شناسی.
- ۲- حسنی پاک.علی اصغر، شرف الدین. محمد (۱۳۸۰)، تحلیل داده های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- راهنمای کاربران SPSS 6.0 For Windows (۱۳۷۷)، شرکت آمارپردازان، مرکز فرهنگی انتشارات حامی.
- ۴- حسنی پاک. علی اصغر (۱۳۷۰)، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران
- ۵- ریچارد آ. جانسون، دین دبلیو. ویچرن، تحلیل آماری چند متغیری کاربردی، ترجمه حسینعلی نیرومند (۱۳۷۸)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

### منابع خارجی:

- 6-M. Tampson , R.J. Howarth (1977) , A new Approach to the Estimation of Analytical Precision , Journal of Geochemical Exploration , 9(1978) ,PP. 23-30.
- 7- A.R.H. Swan , M.sandilands, P.Mc Cabe (1996) , Introduction to Geological Data Analysis.
- 8- Govett, G.J.S (1986): Hand Book Of Exploration Geochemistry . Vol 2 (Statistic and Data Analysis in Geochemical Prospecting , Amesterdam): Elsevier.

## پیوستها

پیوست شماره ۱: نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های ورقه سندج

پیوست شماره ۲: نتایج خطاگیری برای عناصر مختلف در ورقه سندج

پیوست شماره ۳: هیستوگرام و نمودار Q-Q برای عناصر مختلف در ورقه سندج

پیوست شماره ۴: مقادیر امتیازات عاملی برای نمونه های ورقه سندج

پیوست شماره ۵: آلبوم نقشه ها

پیوست شماره ۶: نتایج مطالعات کانیهی سنگین در ورقه سندج