



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت صنایع و معادن

سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح اکتشاف مواد معدنی به روشهای  
ژئوفیزیک هوائی، ژئوشیمیایی و شناسایی منابع غیر زنده دریائی

## گزارش

"اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در بر گه 1:100.000 کشکوئیه"

مجری طرح: ناصر سعد الدین



مشاور: شرکت مهندسی مشاور زرناپ اکتشاف

1387

## چکیده

منطقه مورد مطالعه زیر پوشش نقشه 1:100000 زمین شناسی کشکوئیه در استان کرمان و در بین طولهای خاوری 30' و 55° تا 56° و عرضهای شمالی 30' و 30° تا 31° قرار گرفته است.

با در نظر گرفتن عوامل موثر در طراحی محل نمونه ها و با استفاده از نقشه زمین شناسی منطقه و نقشه 1:250,000 ژئوفیزیک هوایی، طراحی محل 479 نمونه انجام شد. نمونه ها در مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی آنالیز شیمیایی را پشت سر گذراندند. نتایج بررسی خطای آنالیز دستگاهی حاکی از آن است که خطای تمامی عناصر قابل قبول و خطای عناصر Ag, Hf, Sb, Te, Mo و Ce تا حدودی نا مساعدتر می باشد.

با بررسی نتایج آنالیزهای ژئوشیمیایی مقادیر ماکزیمم عناصر U, Bi, W, Th, Te, Ni, Cd و مقادیر میانگین عناصر Cd, Bi, U, Te, S, Th قابل توجه میباشد. در بررسی هیستوگرامها، بروز برخی از جوامع که در داده های خام توزیع نرمال یا نزدیک به نرمالی داشتند تعجب برانگیز و غیر منطقی بود از آن جمله می توان به هیستوگرام عناصر Bi, Co, Sb, Th, Tl, Al اشاره کرد.

بیشترین ضریب همبستگی طلا با عناصری همچون Au-Li (0.459) حداکثر، Au-Li (0.128) و همبستگی در حد اعتبار 99٪ بدست آمده است. هر چند تنها همبستگی Au-Li در حد مقادیر بیشتر از 0.5 گزارش شده است، اما همبستگی طلا با Sn, Co, Cu, Ag نیز در میان این نتایج با حداکثر 99٪ دیده شده است. با توجه به میزان حداکثر طلا در نمونه بنظر نمی رسد همبستگی های مذکور ارزش اکتشافی چندانی داشته باشند.

همراهی بیسموت با عناصر Sb, Sn, Cd, Mn, Fe و آنتیموان با Sn, Co, Ba, Pb, U, Fe, Te, Cu, Cd ویژگی کانساری این مجموعه ها را نشان می دهد.

جدایش جوامع سنگی با هدف به حداقل رساندن اثر سنگ بالادست بخش عمده ای از داده پردازی را شامل می شد که طی آن نمونه ها به یک سنگی تا 6 سنگی تقسیم شده و هر گروه نیز زیرگروه های متنوعی (با بیش از 7 نمونه) را شامل می شد. اما این امر نیز با موارد غیر معمولی همراه بود مثلاً اینکه مقادیر بالای گوگرد در نهشته های آلیوم مشخص شد در صورتیکه باریم بیشتر در مجموعه دولومیتی بالاترین مقادیر را بخود اختصاص داده که امری طبیعی بنظر می رسد.

آنالیز فاکتوری که بر مبنای مجموعه ای از داده های Log Ei, Ei بنا نهاده شده بود نیز نتایج تقریباً غیر قابل توجیه ای را در بر داشت. از آنجمله میتوان به حضور عناصری همچون Pb, Cd, Zn, Sb, Cu... در فاکتور اول اشاره نمود که مسلماً با توجه به همبستگیهای بالادار این فاکتور قرار گرفته اند و مسلماً در صورتی که حتی اگر خطای آنالیز بالا نباشد قرار گیری آنها نمی تواند مؤید کانی سازی باشد.

با استفاده از داده های خام و داده های لگاریتمی Ei، تعداد 24 نقشه ترسیم و تعداد 10 نقشه شرح داده شده است که بر این اساس و با توجه به ناهنجاریهای ژئوشیمیایی موجود، نقشه های Complex تنظیم و محل برداشت نمونه های کانی سنگین و حوضه های کنترل مناطق امیدبخش نیز در فرادست همین نمونه ها مشخص گردید. در مرحله کنترل ناهنجاری تعداد 43 نمونه کانی سنگین و 3 نمونه مینرالیزه برداشت گردید. نتایج حاصله از مطالعه نمونه های کانی سنگین بیانگر ضعف منطقه مورد مطالعه از دیدگاه کانیهای کانساری است. بجز موارد اندکی از ثبت کانیهای گروه سرب مجموعاً در 8 نمونه که شامل گالن در 3 نمونه، سروزیت در 8 نمونه و سرب طبیعی در 7 نمونه می باشد، کانیهای گروه مس، مالاکیت در 1 نمونه و مس طبیعی در 2 نمونه ثبت شده است. طلا در یک نمونه (نمونه 8042) پیدا شده که متاسفانه نشانی از سایر کانیهای ارزشمند در این نمونه ثبت نشده است، همچنین شواهدی از طلا و سایر کانیهای ارزشمند در نمونه های پیرامونی این منطقه نیز یافت نشد. شلیت نیز در 5

نمونه مشخص شده است. در نمونه کانی سنگین 8249 مجموعه ای از کانیهای سرب (گالن و سروزیت در حد pts)، شئلیت، رالگار، اورپیمنت، سلسنتین، استرونیسانیت همراه با باریت و پیریت اکسید به دست آمده است. قابل ذکر است که مقدار رالگار در نمونه 8249 نسبتاً بالا بوده و این نمونه تنها نمونه کانی سنگین حاوی رالگار و اورپیمنت در میان 43 نمونه برداشت شده از سطح منطقه در فاز کنترل ناهنجاری ها می باشد.

برخی از نتایج نمونه های کانی سنگین با نتایج نمونه های ژئوشیمیایی انطباق ندارد این امر شاید به دلیل خطای بالای آزمایشگاهی باشد که میزان اطمینان به داده های ژئوشیمیایی را به شدت کاهش داده است. هر چند در برخی از موارد انطباق بین ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین نیز مشاهده شده است، از آنجمله میتوان به همپوشانی نمونه های حاوی بیشترین مقدار رالگار (نمونه 8249) با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی As, Sb و Pb اشاره کرد. هر صورت و با توجه به تمامی کاستی ها 6 محدوده امیدبخش معرفی گردید. این محدوده ها بطور عمده بر اساس نتایج کانی سنگین حاصل شده اند.

1.....	چکیده
7.....	تشکر و قدردانی
3.....	1-1- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی
6.....	1-2- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای
6.....	1-3- روش اجرای پروژه
8.....	1-4- جمع آوری اطلاعات
9.....	بخش دوم - زمین شناسی ناحیه ای
10.....	2-1- زمین شناسی ناحیه ای
10.....	2-2- چینه شناختی
20.....	2-3- زمین شناسی ساختمانی و تکنونیک
21.....	2-4- زمین شناسی اقتصادی
24.....	بخش سوم - اکتشافات ژئوشیمیایی
25.....	فصل اول: طراحی محل نمونه ها، نمونه برداری و آنالیز
26.....	3-1-1- مقدمه
26.....	3-1-2- طراحی محل نمونه ها
27.....	3-1-2-1- نقشه های توپوگرافی
28.....	3-1-2-2- عوامل موثر در طراحی محل نمونه ها
31.....	3-1-3- عملیات صحرائی نمونه برداری
32.....	3-1-3-1- استفاده از GPS
32.....	3-1-3-2- کارت های استاندارد نمونه برداری (Sampling Card)
35.....	3-1-3-3- مدیریت عملیات صحرائی
35.....	3-1-4- انتخاب نمونه های تکراری، ارسال نمونه ها به آزمایشگاه و آماده سازی آزمایشگاهی
35.....	3-1-5- روش آنالیز و حد حساسیت (Detection Limit)
37.....	فصل دوم: داده پردازی
38.....	3-2-1- جایگزینی داده های سنسورد
39.....	3-2-2- بررسی خطای آنالیز
40.....	3-2-2-1- نحوه محاسبه خطای آنالیز
42.....	3-2-3- پردازش آماری تک متغیره
42.....	3-2-3-1- جدول پارامترهای آماری
44.....	3-2-3-1-1- حذف مقادیر خارج از رده و نرمال سازی
48.....	3-2-3-2- ترسیم هیستوگرامها و شرح آنها
51.....	3-2-3-3- ترسیم باکس پلاتها
52.....	3-2-4- بررسی ضرایب همبستگی
52.....	3-2-4-1- محاسبه ضریب همبستگی و بررسی اعتبار آنها

57.....	3-2-5- ترسیم نمودار پراکنش(اسکتر پلات) .....
59.....	3-2-7- جدایش جوامع سنگی و اهمیت آن .....
62.....	3-2-7-1- رده بندی نمونه ها بر اساس تعداد واحدهای سنگ بالا دست .....
63.....	3-2-7-2- رده بندی نمونه ها بر اساس نوع سنگهای بالا دست .....
67.....	3-2-8- تعیین حساسیت مقدار زمینه نسبت به نوع سنگها(بررسی مقادیر کلارک).....
68.....	3-2-9- تحلیل ناهمگنی ها .....
72.....	3-2-10- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف بر اساس سنگ بستر بالادست .....
72.....	3-2-11- شاخص غنی شدگی Enrichment Index .....
73.....	3-2-11-1- محاسبه پارامترهای آماری و رسم هیستوگرامهای شاخصهای غنی شدگی .....
78.....	3-2-12-1- آنالیز فاکتوری (تجزیه عاملی Factor Analysis) .....
79.....	3-2-12-2- آنالیز فاکتوری داده های ژئوشیمیایی برگه کشکوئیه .....
81.....	3-2-12-2- تجزیه و تحلیل خوشه ای .....
84.....	فصل سوم- ترسیم نقشه ها و شرح آنها .....
85.....	3-3-1- مقدمه .....
85.....	3-3-2- تکنیک رسم نقشه ها .....
87.....	3-3-3- شرح نقشه های ژئوشیمیایی .....
87.....	3-3-3-1- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر طلا (شکل 3-23) .....
88.....	3-3-3-2- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر مس (شکل 3-24) .....
89.....	3-3-3-3- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر نقره (شکل 3-25) .....
92.....	3-3-3-4- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر آرسنیک (شکل 3-26) .....
94.....	3-3-3-5- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر بیسموت (شکل 3-27) .....
95.....	3-3-3-6- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر کادمیوم (شکل 3-28) .....
96.....	3-3-3-7- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر آنتیموان (شکل 3-29) .....
98.....	3-3-3-8- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر مولیبدن (شکل 3-30) .....
99.....	3-3-3-9- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر سرب (شکل 3-31) .....
100.....	3-3-3-10- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر روی (شکل 3-32) .....
100.....	3-3-3-11- نتیجه گیری از شرح نقشه ها (شکل 3-33) .....
134.....	فصل چهارم: فاز کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی .....
135.....	3-4-1- مقدمه .....
136.....	3-4-2- تعریف کانیهای سنگین .....
136.....	3-4-3- نحوه نمونه برداری نمونه های کانی سنگین .....
136.....	3-4-3-1- نحوه آماده سازی نمونه های کانی سنگین .....
137.....	3-4-3-2- مطالعه نمونه های کانی سنگین .....
137.....	3-4-3-3- کمی کردن (Quantitative) داده های کانیهای سنگین .....

138.....	3-4-4- بررسیهای آماری اولیه .....
140.....	3-4-5- نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین در ورقه 1:100.000 کشکوئیه .....
142.....	3-4-6- روش تهیه نقشه های کانی سنگین .....
142.....	3-4-7- معرفی مناطق امیدبخش کانی سنگین .....
145.....	3-4-8- نمونه های مینرالیزه (نمونه های سنگی (Rock chip) .....
147.....	فصل پنجم: مطالعه تغییر پذیری دانسیته گسلها .....
148.....	3-5-1- مطالعه تغییر پذیری دانسیته گسلها .....
148.....	3-5-1-1- زمین شناسی ساختمانی کشکوئیه .....
149.....	3-5-1-2- نتیجه گیری .....
151.....	فصل ششم: تحلیل و تلفیق کلیه اطلاعات، مدل سازی آنومالیهای ژئوشیمیایی .....
152.....	3-6-1- مقدمه .....
153.....	3-6-1-1- تلفیق اطلاعات نمونه های کانی سنگین و مینرالیزه با نتایج نمونه های ژئوشیمیایی .....
155.....	3-6-2- مدل سازی آنومالی های ژئوشیمیایی .....
155.....	3-6-2-1- تعریف مدل .....
156.....	3-6-2-2- مدل های احتمالی کانی سازی در برگه 1:100.000 کشکوئیه .....
158.....	فصل هفتم: نتایج و الویت بندی مناطق امید بخش .....
159.....	3-7-1- جمع بندی نتایج .....
160.....	3-7-2- معرفی و اولویت بندی مناطق امیدبخش .....
165.....	منابع و ماخذ .....

## تشریح و قدردانی

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف در راستای اجرای پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در برکه 1:100.000 کشکوئیه، از مساعدتها و پشتیبانی های مسئولین و دست اندرکاران محترم بهره مند بوده که ذیلاً از ایشان قدردانی به عمل می آید:

- مجری محترم طرح اکتشاف مواد معدنی به روشهای ژئوفیزیک هوایی، ژئوشیمیایی و شناسایی منابع غیر زنده دریایی، جناب آقای مهندس ناصر سعدالدین که با ارائه طریق و نظرات ارزشمند خود در این زمینه راهگشای بسیاری از مراحل بوده که بدینوسیله از ایشان صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

- کارشناسان محترم کمیته نظارت جناب آقایان مهندس سید محمد جواد شمسا، مهندس پیام سودی شعار و دکتر محمد رضا هزاره ای که در تمام مراحل فنی ارائه پروژه، ما را یاری رسانند صمیمانه سپاسگزاری میگرد.

- ناظر محترم، جناب آقای مهندس محمد امین طباطبایی که در تمامی مراحل عملیات صحرایی و دفتری و با استفاده از تجارب ارزنده خویش راهنماییهای ارزشمند در زمینه پیشبرد پروژه و رفع نقایص آن ارائه فرمودند.

- از کارشناس محترم طرح اکتشاف مواد معدنی، جناب آقای مهندس علیرضا داداش زاده که در زمان اجرای پروژه با تقبل زحمات فراوان این مشاور را یاری نموده اند نیز سپاسگزاری می گردد.

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف امید دارد که با اجرای این پروژه توانسته باشد قدمی هر چند ناچیز در شناسایی پتانسیلهای معدنی کشور عزیزمان برداشته باشد.

مدیریت و کارشناسان

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف

## مقدمه

گزارش حاضر بعنوان گزارش نهائی " اجرای پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای در وره یکصد هزارم کشکوئیه " و در راستای اجرای قرارداد شماره م/د/81 مورخ 85/9/4 تدوین گردیده است. این قرارداد بین طرح اکتشاف مواد معدنی به روشهای ژئوفیزیک هوایی، ژئوشیمیایی و شناسایی منابع غیر زنده دریایی به نمایندگی آقای مهندس ناصر سعد الدین بعنوان کارفرما از یک سو و شرکت مهندسين مشاور زرناب اکتشاف بعنوان مشاور منعقد شده است. اساس این پروژه بر مبنای اجرای شرح خدمات الحاقی (موضوع پیوست شماره 2 قرارداد) بنیان نهاده و مشاوران امیدوارند که از انتقادات و پیشنهادهای تمامی علاقمندان بهره‌مند گردند.



# بخش اول - کلیات

## 1-1- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

محدوده نقشه یکصد هزارم کشکوئیه با مساحتی بالغ بر 2500 کیلومتر مربع در استان کرمان و شمال غرب رفسنجان، در بین طولهای خاوری 30' و 55° تا 56° و عرضهای شمالی 30' و 31° قرار گرفته است.

مهمترین منطقه مسکونی این ورقه شهر کشکوئیه در 45 کیلومتری شمال غربی رفسنجان واقع شده است. مهمترین آبادیهای منطقه عبارتند از زنجیره دهستان نوق، همچون سه قریه نوق، فردوسیة نوق، شمس آباد نوق و روستاهای کشکوئیه همچون عباس آباد کشکوئیه، علی آباد سادات، شریف آباد کشکوئیه.

مهمترین راههای ارتباطی ناحیه عبارتند از راه آسفالت رفسنجان- انار که از بخش جنوب غربی ورقه می‌گذرد و راه آسفالت رفسنجان- نوق که از بخش شمال شرقی عبور می‌کند و سرانجام به انار می‌رسد. شماری جاده آسفالت و شوسه نیز روستاهای گوناگون را بهم پیوند می‌دهد.

بلندترین نقطه منطقه در رشته کوههای داوران به میزان 2690 متر و پست‌ترین نقطه در کفه کشکوئیه، 1400 متر از سطح دریا ارتفاع دارند، از نقطه نظر آب و هوایی، منطقه دارای زمستانهای سرد و خشک و تابستانهای گرم و خشک است. میزان بارندگی سالیانه در ناحیه کمتر از یکصد میلی متر است.

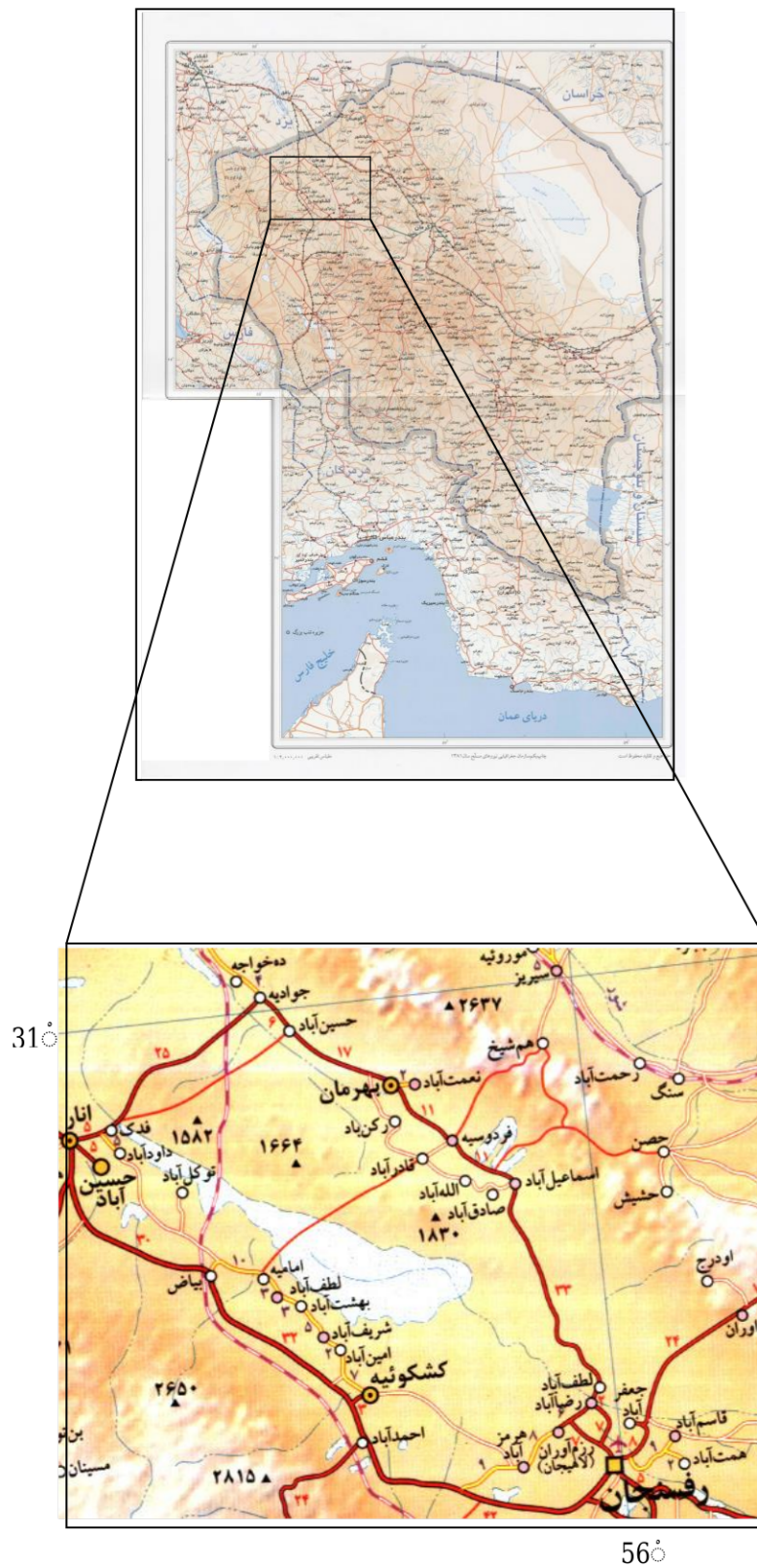
سیماهای عمومی ریخت شناسی منطقه، مانند بسیاری از مناطق ایران مرکزی، عبارت است از رشته کوهها و فروافتادگی میان آنها. رشته کوه داوران در کناره شمال شرقی و رشته کوههای بدبخت کوه در میانه این گستره و رشته کوههای جبال آتشفشانی ارومیه- دختر در جنوب را، فروافتادگیهای حوضه نوق و حوضه انار- رفسنجان از هم جدا می‌کند. روند همگانی این آرایش، شمال غربی- جنوب شرقی است. در حوضه انار- رفسنجان سیماهای ریخت شناسی ویژه مناطق خشک، سطوح فرسایشی کم شیب و دشتهای آبرفتی و دشتهای کویری با ماندابهای فصلی در آن بخوبی تکامل یافته‌اند. اما در حوضه نوق سیماهای ریخت شناسی یاد شده در مقایسه با حوضه‌های مذکور از توسعه کمتری برخوردارند. در رشته کوه میانی بدبخت کوه بر اثر رفتار فرسایشی ناهمسان برجستگیها و فروافتادگیهای موازی و هم شیب پدیدار شده است. در مناطق جنوب شرقی و شمال شرقی بر اثر گردآمدگی ماسه‌های بادی اشکال ویژه تلماسه‌ای مانند برخانها و تپه‌های ماسه‌ای طولی و تلماسه‌های شمشیری و ستاره‌ای شکل دیده می‌شوند. در کنار کوههای داوران بر اثر بادروبی، پهنه‌های بادروبی سنگ فرشی پدیدار شده است.

فرسایش نهشته‌های دریاچه‌ای کواترنر، در جنوب دشت نوق و بجا ماندن بخشی از آنها، در درون بخشهای فرسایش یافته، سیمای ریخت شناسی ویژه‌ای را در منطقه ایجاد نموده است.

بقایای نهشته‌های دریاچه‌ای، در چهره تپه های هرمی شکل در دشتهای حاصل از فرسایش بر جای مانده است و از این دیدگاه همسانی بسیار چشمگیری با ریخته‌های فرسایشی دشت لوت دارند که در اصطلاح بازمانده شهر لوت نامیده می‌شوند.

در فرازمین داوران، که در گوشه شمال شرقی محدوده مورد مطالعه با روند شمال غربی - جنوب شرقی گسترش یافته آهکهای ستیغ ساز، به طور عمده آهکهای کرتاسه و دولومیتها و آهکهای پالئوزوئیک هستند. ستیغهای داوران مانند یک آب پخشان عمل کرده و سیستم زهکشی این کوهستان را از شمال شرقی به سوی دشت زرناد وسی ریز و از بخش جنوبی به کفه نوق هدایت می‌کند. بیشترین بخش از این سیستم زهکشی در این محدوده به سوی کفه‌های نوق و کفه انار-رفسنجان هدایت می‌شود.

شکل 1-1 موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به ورقه 1:100.000 کشکوئیه را نشان میدهد.



شکل 1-1- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی ورقه 1:100,000 کشکوئیه

## 2-1- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای

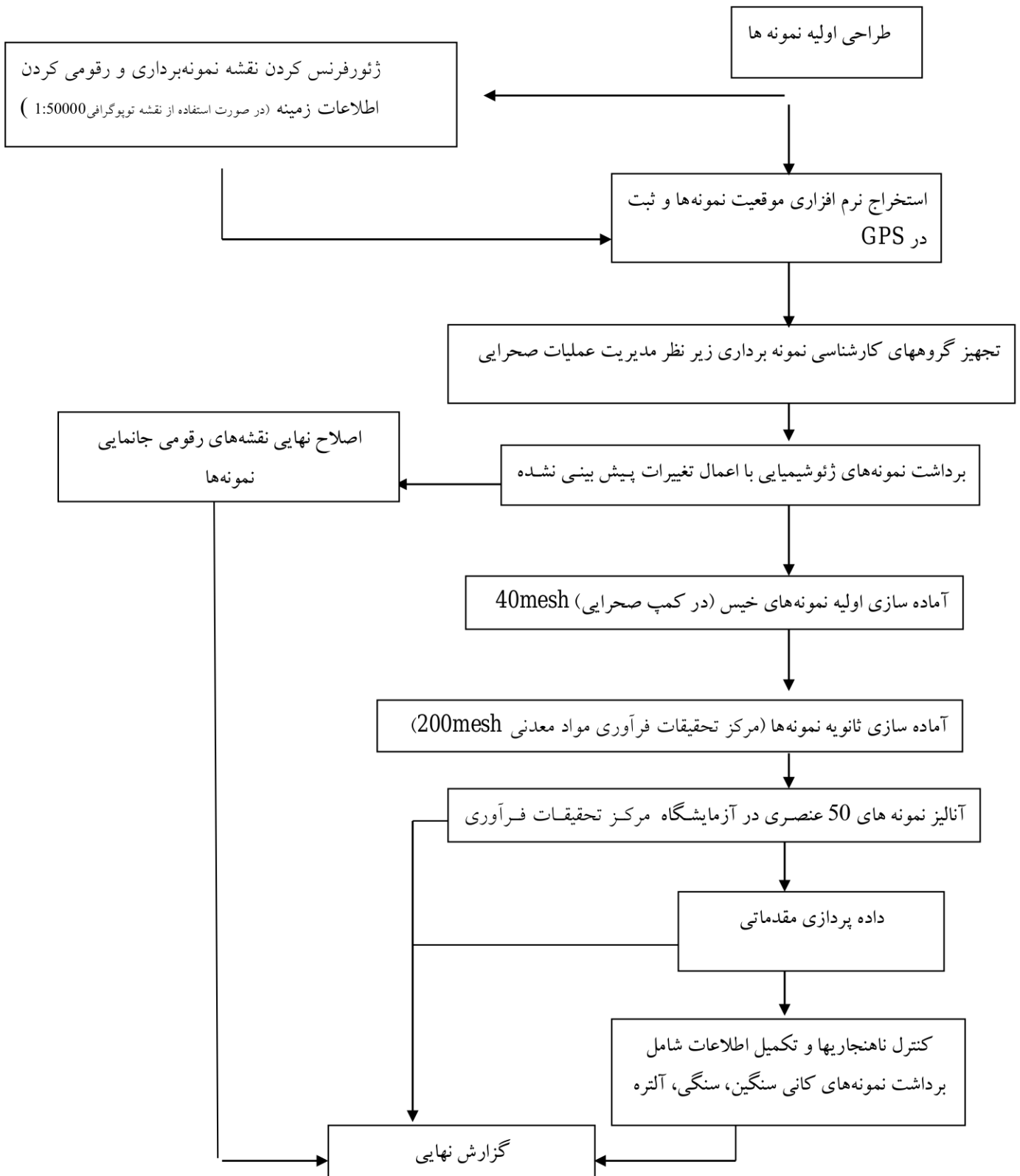
بطور تجربی ثابت شده است که رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند در اکتشافات ناحیه‌ای (1:100,000 تا 1:250,000) مفید واقع شود به این علت که این رسوبات حاصل فرسایش و حمل مواد از بالا دست می‌باشند و بنابراین نماینده خوبی از محیط‌های واقع در مسیر حرکت آب می‌باشند. از مزایای دیگر این محیط شرایط اکسیدان در اغلب آنهاست که موجب تحرک عناصر کانساری و در نتیجه افزایش وسعت هاله‌های آنهاست.

مزایای عمده دیگر این محیط (محیط رسوبات آبراهه‌ای) بزرگی میدان اثر نمونه‌ها، سهولت نمونه برداری و آماده سازی است. هرچند که پتانسیل آلودگی مضاعف (Cross Contamination) در بعضی موارد بالا خواهد بود. البته تاثیر عواملی همچون طراحی اصولی، نمونه برداری بهینه، آنالیزهای با دقت بالا و پردازش اطلاعات نیز نبایستی از نظر دور بماند.

اینکه چه جزئی از رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند معرف بهترین بخش از کانی سازی باشد در حیطه شناخت اولیه محیط از طریق برداشت نمونه‌های توجیهی (Orientation Survey) است. البته تعیین اهمیت این بخش از مطالعات نه تنها در راستای تعیین بهترین دانه‌بندی بلکه در تعیین سیستم بهینه طراحی نمونه، سیمای ژئوشیمیایی منطقه، مناسبترین عناصر آنالیزی و ... خواهد بود. در اینجا بر اساس مفاد شرح خدمات از جزء 40 - مش نمونه برداری شده است.

## 3-1- روش اجرای پروژه

روش اجرای پروژه ابتدا با جمع آوری اطلاعات شروع شد، در پی آن طراحی عملیات نمونه برداری شکل گرفته تا کارشناسان نمونه بردار با تجهیزات ویژه که عمده آنها شامل نقشه‌های توپوگرافی حاوی جانمایی نمونه، دستگاه‌های GPS و کارتهای استاندارد نمونه برداری بوده، عازم منطقه شوند. نمونه‌ها به منظور آماده سازی و آنالیز به آزمایشگاه مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ارسال گردید. (آماده سازی در کمپ درمورد نمونه های خیس و آماده سازی در آزمایشگاه پودر شدن تا #200). پس از دریافت نتایج، عملیات فایل بندی داده‌ها و داده پردازی شروع گردید تا مناطق ناهنجار شناسایی شوند. مرحله کنترل مناطق ناهنجاری همراه با برداشت نمونه‌های کانیهای سنگین، نمونه‌های آلتره و مینرالیزه ادامه خواهد داشت تا اطلاعات تکمیل شود و زمینه برای تنظیم و تدوین گزارش آماده گردد. در شکل 1-2 روند این مراحل به گونه شماتیک ارائه شده است.



شکل 1-2: فلوچارت روش اجرای پروژه

## 1-4- جمع آوری اطلاعات

در این مرحله اطلاعات مربوطه به شرح زیر تهیه و مورد استفاده قرار گرفت:

- 1- خرید نقشه‌های 1:25000 رقمی مربوط به پهنه برکه کشکوئیه (16 برکه)
  - 2- نقشه‌های توپوگرافی 1:50,000 حاصل شده از تلفیق نقشه‌های 1:25,000 منطقه مورد مطالعه شامل برکه‌های: فردوسی، شمس آباد، شام آباد، بهرمان.
  - 3- نقشه زمین شناسی 1:100,000 کشکوئیه.
  - 4- نقشه ژئوفیزیک هوایی (مغناطیس هوایی) با مقیاس 1:250,000 منطقه رفسنجان.
- با توجه به اطلاعات حاصل از منابع فوق الذکر، پس از طراحی نمونه‌ها برنامه عملیات صحرائی جهت نمونه برداری پی ریزی گردید.

# بخش دوم - زمین شناسی ناحیه ای



## 2-1- زمین شناسی ناحیه ای

این قسمت با توجه به شرح نقشه زمین شناسی 1:100000 کشکوئیه تکمیل شده است و کلیه مستندات آن مربوط به این برکه می باشد. نقشه زمین شناسی کشکوئیه در شکل 2-1 نشان داده شده است. از نظر زمانی واحدهای رسوبی منطقه از قدیم به جدید عبارتند از:

## 2-2- چینه شناختی

### پالئوزوئیک

#### سری دسو ( $E_{dz}^{d,s}$ )

کهن ترین مجموعه سنگی این ورقه را مجموعه ای درهم از شیل های ارغوانی، ماسه سنگ دولومیتی، ماسه سنگ کوارتزی و دولومیت های قهوه ای رنگ چرت دار و آهک های بشدت تبلور دوباره یافته و مرمری شده پدید می آورند. این مجموعه در چند نقطه، در کوهستان داوران، در شمال شرقی منطقه بررسی شده، دیده شده است. دولومیت های تیره از نوع بوداراند (foetid) و ساختارهای الگی دارند. مقدار ناچیزی ژیپس در پاره ای از رخنمونها دیده می شود. هیچ گونه نظم لیتولوژیکی در این مجموعه دیده نمی شود. در برخی از رخنمونها ماسه سنگ های سازند داهو به گونه ای بی واسطه بر روی دولومیت های بخش بالایی این مجموعه نهشته شده اند. این مجموعه را می توان هم ارز سری دزو، به سن کامبرین پیشین دانست که در سایر مناطق استان کرمان به خوبی شناخته شده است.

#### سری داهو ( $E_d^s$ )

این مجموعه که به طور عمده از ماسه سنگ های صورتی و قرمز و خاکستری کم رنگ همراه با میان لایه های از شیل و سیلتستون های قرمز و قهوه ای و ارغوانی است، به طور مستقیم بر روی سری دزو نهشته شده است. بیشترین ستبرای این نهشته سنگها نزدیک به 490 متر است که در رخنمونی در هسته یک تاق دیس در بخش شمال شرقی این ورقه دیده می شود. در بخش های بالایی این مجموعه بر میزان لایه های شیلی افزوده می شود و در بخش بالایی آن لایه ای از کنگلومرا دیده می شود. پس از این لایه کنگلومرای تناوب شیل و سیلتستون به همراه سه تا چهار افق کم ستبرای کوارتزیت صورتی دیده می شود. بر روی این تناوب چهل متری، کوارتزیت یا کوارتز آرنایت تارکی (Top Quartzite) نهشته شده که ستبرای آن از 8 تا 40 متر تغییر می کند.

در حقیقت بایستی کوارتزیت تارکی و 40 متر تناوب شیل، ماسه سنگ، کوارتزیت و لایه کنگلومرای را قاعده سازند کوه بنان دانست. سن این سازند به کامبرین پیشین تا زیرترین بخش کامبرین میانی نسبت داده می‌شود.

### کامبرین میانی - اردوئیسین، واحدهای سنگی OS<sup>v</sup> و OS<sup>d</sup> و OS<sup>s,d</sup> و P<sub>Z</sub><sup>1</sup>

کنگلومرا همراه با چهل متر تناوب کوارتزیت، شیل و سیلتستون رنگارنگ و کوارتزیت سفید تارکی آغاز یک مجموعه سنگی جدید است. پس از این مجموعه بنیانی، تناوبی از دولومیت‌های قهوه‌ای تیره و ماسه سنگهای قرمز دولومیتی و دولومیت‌های جلبک‌دار تیره رنگ دیده می‌شود. درون این بخش آهک‌های نازک لایه که در بردارنده تکه‌های تریلوبیت‌های خرد شده‌اند نیز دیده می‌شود. این دو مجموعه در نقشه زمین شناسی با علامت OS<sup>d</sup> نشان داده شده‌اند. شاید OS<sup>s,d</sup> را بتوان هم ارز سازند کوه بنان به سن کامبرین میانی تا پسین پنداشت که از دیدگاه هم ارزی معادل عضوهای 1، 2، 3 و بخشی از عضو 4 سازند میلا باشد (ژیانگ ژیون مذاکرات خصوصی) بر روی واحد OS<sup>d</sup> تناوبی از دولومیت‌های سبزلایه تیره رنگ با شماری اندک میان لایه ماسه سنگی قرمز به سبزی نزدیک به 70 متر نهشته شده که از سمت بالا به تدریج به تناوبی از ماسه سنگ و شیل‌های سبز رنگ و لایه‌های نازک دولومیت چرت‌دار تبدیل می‌شود. این واحد در نقشه با علامت OS<sup>d</sup> نشان داده شده است که در آن برتری لیتولوژیکی با دولومیت است. این گمان نیز می‌رود که واحد OS<sup>d</sup> را بتوان هم ارز 4، 5 از سازند میلا، به سن کامبری زیرین تا اردوئیسین پیشین دانست. بر روی واحد OS<sup>d</sup> در برخی از رخنمونها، برون ریزهای آتشفشانی در پیکر گدازه‌هایی با ترکیب ریوداسیت دیده می‌شود. در بعضی از رخنمونها گدازه‌های بازالتی توده‌ای دیده شده است. این گدازه‌ها در نقشه زمین شناسی با علامت OS<sup>v</sup> نشان داده شده‌اند.

واحد P<sub>Z</sub><sup>1</sup>: آمیزه‌ای تکتونیکی و تفکیک نشده‌ای از واحدهای OS<sup>v</sup>، OS<sup>d</sup>، OS<sup>s,d</sup> می‌باشد.

### سیلورین زبرین - دونین زبرین

#### واحد سنگی SD<sup>d</sup>

بر روی بازپسین نوار کنگلومرائی واحد OS<sup>d</sup>، دولومیت‌های قهوه‌ای رنگ چرت دار همراه با میان لایه‌هایی از آهک نازک لایه خاکستری نهشته شده که به تدریج به تناوبی از ماسه سنگ کوارتزیتی و دولومیت نازک لایه تبدیل می‌شود. آهکها و دولومیت‌های پایینی در بسیاری از رخنمونها دگرشکلی و یک دگرگونی دینامیک بسیار شدید را تحمل کرده‌اند. آن چنان که بسیاری از آثار فسیلی درون این نهشته‌ها به شدت تبلور دوباره یافته‌اند.

### پالئوزوئیک ناشناخته (واحدهای $D^{s,d1}$ , $D^{s,d2}$ , $D^{s,d3}$ , $DC^s$ و $P^d$ )

مجموعه واحدهای فوق بر روی واحد  $SD^d$  به صورت ردیفی به نسبت سبتر نهشته شده است که به ترتیب از پایین به بالا شامل واحدهای لیتولوژی زیر است:

الف)  $D^{s,d1}$ : این واحد تناوبی از ماسه سنگ دولومیتی صورتی رنگ، شیل و دولومیت متوسط لایه به رنگ قهوه ای و چرت دار، تک لایه های آهک ماسه ای و باندهای کوارتزیت صورتی و سفید است. این واحد در دامنه جنوب باختری سلسله جبال داوران تغییر رخساره می دهد و به تناوبی از گچ و ماسه سنگ کوارتزی و باندهای نازک دولومیت با برتری گچ تبدیل می شود. سبترای بخش گچ دار نزدیک به 150 متر و سبترای واحد  $D^{s,d1}$  بین 70 تا 170 متر تغییر می کند.

ب) واحد سنگی  $D^{s,d2}$ : این واحد تناوبی از دولومیت های متوسط لایه و ماسه سنگ صورتی و کوارتزیت و سپس تناوب ماسه سنگ قهوه ای روشن و شیل های سبز و سرانجام تناوبی از شیل های بنفش و دولومیت نهشته می شود. در پایان به یک دولومیت سبتر لایه با رنگ هوازده خاکستری گراییده به سبز ختم می شود و سبترای این واحد از 70 تا 90 متر تغییر می کند.

ج) واحد سنگی  $D^{s,d3}$ : بر روی واحدهای پیشین تناوبی از ماسه سنگ های رنگارنگ جای دارد که به تدریج به یک نوار سبتر کوارتزیت یا کوارتزآرنایت سفید رنگ تبدیل می شود. بر روی این کوارتزیت، نخست تناوبی از ماسه سنگ و کوارتزیت قهوه ای روشن و دولومیت و سپس طبقات سبتر دولومیت خاکستری جای دارد که این دولومیت نیز به تدریج با حضور لایه های خاکستری ماسه سنگی به تناوب ماسه سنگ و دولومیت تبدیل می شود.

د)  $DC^s$ : این واحد با یک باند کوارتزیت سفید رنگ آغاز می شود و به تدریج به تناوب دولومیت و ماسه سنگ کوارتزی با برتری لایه های قهوه ای روشن دولومیتی تبدیل می شود. میان لایه های شیلی بنفش رنگ این تناوب را همراهی می کنند. در مقطعی که در دامنه جنوب شرقی کوه نو (شمال گدار آبرون) جای دارد، واحد  $D^{s,d3}$  با واسطه یک باند ماسه سنگ کوارتزی سرشار از آهن به گونه مستقیم به دولومیت های خاکستری ضخیم لایه (به گمان هم ارز سازند جمال) تبدیل می شود. در مقطع جنوب شرقی همسپنج میان دولومیت واحد  $P^d$  و واحد  $D^{s,d3}$ ، تناوبی از دولومیت قهوه ای و کوارتزیت سفید و بنفش دیده می شود که سرانجام به یک لایه سبتر کوارتزیت سفید رنگ پایان می پذیرد. علت این تغییر رخساره در دو مقطع یاد شده، شاید حرکت های خشکی زای پیش از پرمین باشد.

ه) واحد سنگی  $P^d$ : بر روی واحد  $DC^s$  در برخی از رخنمونها، سبترای شایان توجه از دولومیت سبتر لایه تیره رنگ با رنگ هوازده خاکستری دیده می شود که در برخی از رخنمونها در بردارنده آثار فسیلی نامشخص است.

واحد  $D^{s,d1}$  از دیدگاه لیتولوژیکی، همسان با سازند نیور است و دولومیت‌های درون واحدهای  $D^{s,d2}$  و  $D^{s,d3}$  به ترتیب همسانی با دولومیت‌های سیبزار و بهرام دارند. از واحدهایی که با علائم  $D^{s,d1}$  و  $D^{s,d2}$  و  $D^{s,d3}$  و  $DC^s$  و  $P^d$ ) در نقشه تفکیک شده اند هیچ گونه آثار فسیلی قابل ذکری به دست نیامده تا بتوان سنی دقیق به آنها منتسب کرد.

### تریاس (واحدهای $TR^{1d}$ , $TR^{21}$ و $TR^{J^v,d}$ )

بر روی واحد Pd یک زون 30-35 متری برش رسوبی تک زادی دولومیتی جای می‌گیرد که پس از آن یکسری دولومیت خاکستری تیره به ستبرای 80 متر نهشته شده است. در مقطع شمال غربی سیریز این دولومیت یک صد متر ستبرای دارد و در قاعده آن 15 تا 20 متر سنگ آهک دولومیتی شده تیره رنگ و شیل دیده می‌شود که به تدریج به دولومیت ستبر لایه بالایی تبدیل می‌شود. مجموعه دولومیتی - آهکی یاد شده در نقشه با علامت  $TR^{1d}$  نشان داده شده است. سن این سازند با توجه به فسیلهای دربردارنده آن تریاس آغازین تا تریاس میانی نسبت داده شده است.

در دامنه جنوب شرقی کوه نو، بر روی دولومیت‌های خاکستری واحد  $TR^{1d}$ ، ستبرای شایان توجه (نزدیک به 65 متر) آهک دگرگون شده با نوارهای تیره و روشن جای دارد که مرزی آشکار با دولومیت‌های  $TR^{1d}$  ندارد بلکه از تغییر تدریجی آن بدست می‌آیند.

بر روی واحدهای  $TR^{1d}$  و  $TR^{21}$  در برخی از رخنمونها، نخست یک نوار لاتریتی سیاه رنگ و سپس یک نوار آهکی به ستبرای 30 متر دیده می‌شود که سرشار از ماکروفسیلهای دوکفه ای است. سپس تناوب بسیار ستبر از شیل و ماسه سنگ نهشته شده است. تناوب یاد شده درکل تیره رنگ است و تا اندازه ای زیر تاثیر دگرگونی دینامیک دگرگون شده است. شیل‌های زغالدار و پیریت دار، ماسه سنگهای متوسط تا ستبر لایه و تک لایه های دولومیتی چرتی که در پاره‌ای از رخنمونها با لایه های ستبر دولومیتی  $TR^{J^v,d}$  همراه با سنگهای ولکانیک دیده می‌شود، از ویژگیهای اصلی واحد J TR است.

### کرتاسه

در محدوده نقشه 1:100000 کشکوئیه سنگهای کرتاسه در دو نوار جداگانه دیده می‌شوند. که عبارتند از: 1) نوار میانی فلیش‌های بدبخت کوه 2) نوار شمال خاوری (رشته کوههای داوران). در نوار شمال خاوری سلسله جبال داوران کرتاسه بخش سترگ رخنمون را پدید می‌آورد و ستیغ‌های برجسته ای را ساخته است. در این نوار واحد‌های زیر به ترتیب سن چینه شناسی آن مشخص شده است:

## 1) کرتاسه در رشته کوه داوران

### الف- واحد سنگی $K_1^c$

این واحد کهن ترین واحد کرتاسه است و به طور عمده از کنگلومراهای درشت دانه با جورشدگی ضعیف و گردشدگی به نسبت خوب پدید آمده است. قلوه ها به گونه ای فراگیر از ماسه سنگها و دولومیت های مزوزوئیک زیرین و کوارتزیت های پالئوزوئیک پدید آمده است. ستبرای این کنگلومرا در فاصله ای بسیار اندک (کمتر از 3 کیلومتر) از 1 متر به 300 می رسد. به سوی بالا به تدریج از اندازه قلوه ها کاسته می شود و جورشدگی آن بهتر و به تدریج به ماسه سنگهای دانه درشت تبدیل می شود.

### ب- واحد سنگی $K_1^s$

ماسه سنگهای درشت دانه تارک واحد  $K_1^c$  به تدریج به ماسه سنگهای ریز دانه تبدیل می شود و در بخش بالایی از اندازه دانه های ماسه سنگ کاسته می شود و نوارهای مارنی کم ستبرا در درون آن هویدا می شود.

### ج- واحد سنگی $K_1^{m1}$

فرق این واحد با واحد  $K_1^s$  در برتری چشمگیر افقهای مارنی و آهک مارنی بر ماسه سنگها است. مارنهای این واحد به رنگ سبز تیره و در بیشتر مقاطع دارای مقداری اندک گچ است. ستبرای این واحد از چند متر تا 100 کیلومتر تغییر می کند. سن این واحد با توجه به مجموعه فسیلی آن آبین- آلبین است.

### د- واحد سنگی $K_1^{l1}$

این واحد تنها و تنها از آهکهای سرشار از اربیتولینا پدید آمده است. آهکهای مارنی و کالکارنایت نیز همراه این واحد دیده می شود. واحد  $K_1^{l1}$  با ستبرای 80 متر بر روی واحد  $K_1^{m1}$  و در زیر واحد  $K_1^{m2}$  دیده می شود. آهکهای اربیتولینا به طور عمده ستبر لایه اند و ستیغ ساز.

### ه- واحد سنگی $K_1^{m2}$

همانند واحد  $K_1^{m1}$  از نوارهای مارن، آهک مارنی با میان لایه های ماسه سنگی پدید آمده است. این واحد به گونه همشیب بر روی واحد  $K_1^{l1}$  جای گرفته است.

### و- واحد سنگی $K_1$

در پاره ای از مقاطع نمایش و تفکیک واحدهای  $K_1^c$  و  $K_1^s$  و  $K_1^{m1}$  و  $K_1^{m2}$  به علت ستبرای کم، میسر نیست. از این رو، مجموعه ای که از آمیزه های آنها تشکیل شده به نام  $K_1$  نشان داده شده است.

### ز- واحد سنگی $K_{1.2}^{l1}$

این واحد در برگیرنده لایه های ستبر آهکهای ریفی است. کمترین ستبرای لایه ها نزدیک به 30 سانتیمتر است. از ویژگیهای این واحد، بودن توده های چرتی و آهکی و قلوه گلهای میکریتی در لایه ها است که گوبای

ریزشهای درون سازندی است. این واحد که بر روی آهک مارنی  $K_1^{m2}$  قرار دارد، در حقیقت گذر از کرتاسه زیرین به زبرین است و در بیشتر موارد مرتفع و ستیغ ساز است. ستبرای آن تقریباً یکنواخت و نزدیک به یکصد متر است.

### واحد سنگی $K_2^{11}$

تناوبی از آهکهای تخریبی و شیلهای آهکی نازک لایه تا متوسط لایه است که بر روی آهکهای واحد  $K_1-2^{11}$  جای گرفته است. آهکها به طور تخریبی، در موادی اوولیتیک و به رنگ خاکستری و شیلهای آهکی به رنگ زرد تا قهوه‌ای هستند. به ندرت نوارهایی از آهک متوسط تا ستبر لایه میکریتی تیره در بردارنده رگه‌ها قلوهای چرتی و آهکی را در میان دارند. این مجموعه بدلیل ریختار ویژه خود که برخاسته از ویژگیهای فیزیکی آن است، از آهک  $K_1-2^{11}$  متمایز است. در برابر فرسایش ضعیف‌تر است و در مقاطع چین خوردگی و انعطاف بیشتری نسبت به واحد  $K_1-2^{11}$  از خود نشان می‌دهد. با توجه به فسیلهای موجود در این واحد می‌توان سن آلبین تا سنومانین را بدان منتسب کرد. ستبرای این واحد متغیر است و در بهترین مقطع ستبرای آن از یکصد متر فراتر نیست.

### واحد سنگی $K_2^{12}$

در گذر از سنومانین به سنونین، شاید در تورنین، حوضه کرتاسه زیر تاثیر حرکت‌های پیروژنیکی قرار گرفته و سپس ردیفی از نهشته‌های کلاستیک شامل تناوبی از کنگلومرای مونوژنیک درون سازندی، مارن گچ‌دار و سپس تناوبی از کنگلومرا و ماسه سنگ آهکی پدید آمده باشد. کنگلومرا با جورشدگی به نسبت خوب، قلوهای همگان آهکی با گردشگی خوب (کمتر از 15 سانتیمتر) و سیمان مارنی، تنها در دره بژگو شمال شرقی بهرمان دیده می‌شود. ردیف شرح داده شده سرانجام در بخش بالایی تبدیل به کالکارنایت می‌شود که شاید آن را بتوان طلایه‌دار پیدایش فلیشهای کرتاسه بالایی (فلیشهای بدبخت کوه) دانست. ستبرای این واحد نیز نزدیک به یکصد متر است و گسترش آن در مقایسه با واحدهای دیگر کرتاسه بسیار ناچیز است و در حاشیه شرقی کوهستان داوران در پیکر رخنمونهای پراکنده است. بر روی این واحد، کنگلومرای کرمان با رنگ قرمز مشخص و با دگرشیبی زاویه‌ای بسیار چشمگیر جای گرفته است. با توجه به مجموعه فسیلی موجود در این واحد سن سنونین پیشین را می‌توان بدان منتسب کرد.

بدین سان همه آنچه که بعنوان کرتاسه در رشته کوههای داوران نهشته شده، در محدوده زمانی میان کرتاسه زیرین تا میان‌های کرتاسه زبرین پدیدار شده است.

### فلیشهای بدبخت کوه (واحدهای $K_2^f$ و زیر واحدهای $K_2^1$ و $K_2^m$ و $K_2^{sh}$ )

این نهشته‌ها به طور عمده در رشته کوه‌های جبال میانی محدوده برکه 1:100000 کشکوئیه دیده می‌شود. این رشته کوهها بدبخت کوه نامیده می‌شوند. روند همگانی آن هم راستای رشته کوههای داوران-

باداموئیه است و دنباله آن تا غرب باغین و شمال کوه جوپار است. در بخش شمال غربی، فلیشها به طور عمده از کالکرنایت های ریز دانه، بیواسپارایت و ساب گریواک ریز دانه و مارن پدید آمده اند. در بخش شمال غربی که طبقات کالکرنایت از ستبرا و گسترشی کمتر برخوردارند مجموعه نهشته ها دارای ریختاری پست است و در بخش جنوب شرقی که طبقه های ستبر کالکرنایت یافت می شوند، گواه بر ریختاری مرتفع و برجسته هستیم. فلیشهای بدبخت کوه عموماً با نماد  $K_2^f$  نشان داده شده اند. در این فلیشها تناوبی از شیل های آهکی و طبقات نازک تا متوسط لایه کالکرنایت دیده می شود که با علامت  $K_2^{sh}$  نشان داده شده است. ستبرای آن بسیار متغیر است. در درون همین واحد تغییرات رسوب شناختی، فراوان دیده می شود. شاخص ترین آن، واحد  $K_2^1$  است که ستبرای آن از واحدهای توربیدی است و در پیکر طبقات متوسط لایه کالکرنایت با ستبرای متغیر (تا 90 متر) دیده می شود. این زیر واحد به علت پایداری به نسبت چشمگیرش در برابر فرسایش، در جنوب شرقی بدبخت کوه به گونه ای ستیغ ساز رخ نموده است. کالکرنایت های یاد شده به پیکر قلوه های گرد شده و کوچک تا قطر 20 cm در میان شیل های مجموعه فلیشی دیده می شود. زیر واحد  $K_2^m$  عبارت است از نزدیک به 60 متر سنگ آهک و سیلتستون مارنی. واحد  $K_2^{sh}$  به سوی بالا به تناوبی از شیل و سیلتستونها و ماسه سنگ نازک لایه تبدیل می شود. سن این واحد با توجه به محتوای فسیلی آن سنونین پسین تعیین شد.

### کنگلومرای کرمان (واحد $KPe^c$ )

در حاشیه جنوب غربی کوه های داوران رخنمونهای کم شمار و پراکنده ای از کنگلومرای ستبر لایه با جورشدگی خوب قلوه ها در هر طبقه دیده می شود. قلوه های این نهشته ها از سنگ آهک های کرتاسه و ماسه سنگها و کوارتزیت های مزوزوئیک و پالئوزوئیک با گردشگی خوب در اندازه قلوه و به ندرت قلوه های بزرگ پدید آمده است. سیمان آن آهکی و بی فسیل است. این مجموعه با دگرشیمی زاویه ای بر روی آهک های کرتاسه کوه های داوران جای می گیرد. در حاشیه جنوب غربی بدبخت کوه، این کنگلومرها در چهره یک رخساره پس رونده بر روی فلیشهای بدبخت کوه نهشته شده اند. در این رخنمونها مجموعه یاد شده نخست با ماسه سنگهای آهکی و نوارهای مارنی آغاز و به تدریج به کنگلومرایی تبدیل می شود که تنها و تنها از قلوه های آهکی کرتاسه پدید آمده است. این مجموعه به گونه ای ناپیوسته بر روی فلیشهای کرتاسه بالای جای می گیرد. در بخش مرکزی بدبخت کوه نیز این مجموعه با ناپیوستگی بر روی فلیشهای بدبخت کوه می نشیند. این واحد از دیدگاه زمین شناسی منطقه ای با کنگلومرای کرمان مقایسه شده که سن آن از دیدگاه رحیم زاده (1983) از کرتاسه بالایی تا پالئوسن است. کنگلومرای کرمان را باید در حقیقت نوعی مولاس پس از کوهزایی لارامید دانست.

## اٹوسن (واحدہای $E^c$ و $E^t$ )

اٹوسن در محدوده ورقه کشکوئیه، تنها، در بخش جنوب شرقی و میانی آن گسترش دارد. کهن‌ترین واحد اٹوسن  $E^c$  است. این واحد در پایانی‌ترین گوشه جنوب شرقی دیده می‌شود که از تناوب ماسه سنگ و سیلتستون و شیل‌های قرمز و کنگلومرا پدید آمده است. بخش اعظم واحد  $E^c$  از کنگلومرا پدید آمده است. با توجه به فسیلهای موجود در این واحد سن اٹوسن زیرین برای آنها پیشنهاد شده است.

بر روی واحد  $E^c$  مجموعه ای به نسبت ستر از گدازه‌های آندزیتی تا بازالتی پدید آمده است که مقدار کمی تراکی آندزیت و ریوداسیت همراه با سنگهای آذرآواری وابسته، آنها را همراهی می‌کند. این مجموعه در نقشه با علامت  $E^v$  نشان داده شده است. در بروندهایی که سنگهای پیروکلاستیک بر گدازه‌ها برتری دارند این مجموعه با علامت  $E^t$  نشان داده شده است. روی هم، تکاپوهای آتشفشانی اٹوسن دو هنجاری (bimodal) بازیک-اسیدی با وقفه ترکیبی میان بازالتها و ریولیتها است. بازالتها بیشترشان، اولیون بازالت‌های کالکوالکالن با بافت پورفیری هستند. بلورهای اولیه این سنگها را به گونه‌ای فراگیر اولیونهای شکل‌دار و اوژیت و در مواردی پلاژیوکلازهای کلسیک (بیتونیت-لابرادوریت) پدید می‌آورند.

در بعضی موارد گدازه‌ها به سمت آندزیت گرایش پیدا می‌کنند. در این حالت از مقدار بلورهای اولیه مافیک کاسته و بر میزان پلاژیوکلازها افزوده می‌شود. سنگهای اسیدی این مجموعه را انواعی گوناگون از گدازه‌های داسیتی، ریولیتی و ریوداسیتی پدید می‌آورند. توفهای ویتروکلاستیک و مجموعه‌های همسان با ایگنمبریتها نیز گدازه‌های اسیدی را همراهی می‌کنند. بیشتر سنگهای اسیدی، دارای بلورهای اولیه شکل‌دار کوارتز و فلدسپات قلیایی (به طور عمده سانیدین و ارتوکلاز) و پلاژیوکلازهای سدیک (آلبیت تا الیگوکلاز) هستند و زمینه آنها دارای بافتی گوناگون است.

از بررسیهای صحرایی بخوبی مشخص است که ماگماهای مهاجم پدید آورنده مجموعه ولکانیکی مورد سخن-بویژه- در بدبخت کوه از درون فلیشهای کرتاسه بالایی گذر می‌کنند.

مجموعه‌های فلیشی کرتاسه بالایی بدبخت کوه توسط دایکه‌هایی بریده شده است که از نوع لامپروفیرند. بافت آنها پورفیری است و کانیهای اولیه آنها عبارتند از اوژیت و اولیون و هورنبلند قهوه‌ای (هورنبلند بازالتی). این بلورها در بیشتر موارد به شدت دگرسان شده و به نوعی کربنات (کلسیت و دولومیت و احتمالاً منیزیت) و سرپانتین و کلریت تبدیل شده‌اند. زمینه این سنگها دارای بافت ایتراگرانولار است و از رشد پیروکسن و هورنبلند قهوه‌ای و پلاژیوکلاز پدید آمده است.

مجموعه ولکانیکی رسوبی بدبخت کوه در پایانه‌های ترسیر مورد هجوم دایکه‌هایی از جنس کربنات قرار گرفته است. این دایکه‌ها را شاید بتوان به گمان قوی نوعی دایک کربناتیتهی بحساب آورد. همراه این کربناتیتهای



هیدروترمال رگه‌های سیلیسی در بردارنده باریتین و سولستین نیز پدید آمده‌اند. شایان توجه آنکه همه مجموعه‌های آتشفشانی بدبخت کوه، از ریشه زیر تاثیر محلولهای هیدروترمال، به شدت دگرسان شده‌اند. دگرسانی به طور عمده از نوع سیلیسی شدن و کربناتی شدن و آرژیلی شدن است.

## نئوژن

در گوشه جنوب غربی محدوده زیر پوشش ورقه کشکوئیه، مجموعه‌های آتشفشانی ائوسن را گنبد‌های تراکتی بریده‌اند که سن آنها به گمان میو- پلیوسن است. این گنبد‌ها با علامت  $Ng^t$  نمایش داده شده‌اند. بافت آنها پورفیری است و بلورهای اولیه آن سانیدین و آلکالی فلدسپات است. زمینه آن همگی از بلورهای ریز آلکالی فلدسپات است و میزانی بسیار اندک کوارتز در زمینه دیده می‌شود.

در گوشه جنوب غربی و در گوشه شمال شرقی چند رخنمون از یک مجموعه سنگی دیده می‌شود که از تناوب ماسه سنگهای قرمز، زرد و سبز و مارنها و سیلتستون در بردارنده ژیبس پدید آمده است. در گوشه شمال شرقی، این مجموعه با کنگلومرای زرد رنگ که جورشدگی آن به نسبت خوب است آغاز می‌شود. این کنگلومرا با علامت  $Ng^c$  و تناوب ذکر شده با علامت  $Ng^s$  نشان داده شده است. مجموعه  $Ng^c$  و  $Ng^s$  نیز به میوسن- پلیوسن نسبت داده شده است.

## کواترنر

نهشته‌های کواترنر را به ترتیب سن می‌توان به شرح زیر تشریح نمود:

### الف- واحد سنگی $Q^1$ : پلیستوسن پیشین - میانی

این نهشته‌ها ناحیه‌ای به نسبت گسترده و در نواحی نوق را بخود پوشانده‌اند. جنس این نهشته‌ها به طور کلی مارن، سیلت و سیلت ماسه است و به طور کلی نهشته‌های دریاچه‌ای هستند. آثار این نهشته‌های دریاچه‌ای در برخی از موارد بر روی نهشته‌های نئوژن نیز دیده می‌شود. ریخت شناسی آنها به گونه‌ای بدبوم (bad land topography) است و تپه‌های مخروطی شکل جدا افتاده در غرب دهکده داوران و در ناحیه میان رفسنجان و بیاض از این نهشته‌ها دیده می‌شود که به پیکر خیمه‌اند. در برخی از نهشته‌ها اثر دانه بندی تدریجی از سیلت تا رس دیده می‌شود. این نهشته‌ها سخت نشده‌اند ولی از فشردگی به نسبت خوبی برخورداراند.

### ب- واحدهای سنگی $Q_1^{f1}$ و $Q_1^{f2}$ و $Q^{al}$ پلیستوسن میانی - هولوسن

$Q^{f1}$  همان پادگانه‌های آبرفتی مرتفع می‌باشد که از همه کهن ترند و به گمان قوی به نیمه دوم فاز یخچالی ریس (Riss) میتوان نسبتشان داد. این رسوبات را می‌توان به دو بخش  $Q_1^{f1}$  و  $Q_1^{f2}$  تقسیم نمود:

نهشته‌های  $Q^{f2}$  در شکل پادگانه‌های آبرفتی کم بلندا، و بیشترشان پیوسته بهم به طور عمده از برش پادگانه‌های کهن تر پدید آمده‌اند و در حقیقت دشتها از بهم پیوستن این پادگانه‌ها پدید می‌آیند. از نظر جنس شباهت به نهشته‌های  $Q^{f1}$  دارند ولی از نظر دانه بندی به طور عموم ریز دانه‌تر هستند و حتی سیلت نیز در آنها دیده می‌شود. نهشته‌های  $Q^{al}$  بیشتر در بستر رودخانه‌ها و آبراهه‌هایی دیده می‌شوند که نهشته‌های  $Q^{f1}$  و  $Q^{f2}$  را بریده‌اند.

### ج- نهشته‌های ریز هولوسن: ( $Q^1, Q^2, Q^3, Q^4, Q^5, Q^6, Q^7, Q^8, Q^9$ )

نهشته‌های ریز دانه هولوسن پهنه‌هایی گسترده را در جنوب رشته کوه‌های داوران (وضه نوق) و بخش جنوب و جنوب شرقی و جنوب غربی رشته کوه‌های بدبخت کوه را می‌پوشانند. دو حوضه یاد شده در جنوب شرقی بدبخت کوه بهم می‌پیوندند. بخشی از این نهشته‌های دانه ریز هم از  $Q^{f2}$  بخش سترگ آن همزمان با  $Q^{al}$  پدید می‌آید. در پیدایش آنها عوامل گوناگون دست اندر کاراند که عبارتند از رسوبگذاری توسط رودخانه‌ها و شبکه زهکشی که از رشته کوه‌های بدبخت کوه و ارومیه دختر و داوران سرچشمه می‌گیرند و همچنین ترابری نهشته‌ها توسط باد. از دیدگاه رسوب شناختی مواد پدید آورنده پهنه‌ها را به ترتیب می‌توان بدین سان برشمرد:

- 1-  $Q^1$ : که از سیلتهای ماسه‌ای پدید آمده است.
- 2-  $Q^2$ : که از رسهای آهکی همراه با اولکسیت پدید آمده است.
- 3-  $Q^3$ : که از سیلتهای بسیار ریز همراه با الکسیت پدید آمده است.
- 4-  $Q^4$ : که از رسهای سیلت دار همراه با ژپس پدید آمده است.
- 5-  $Q^5$ : که از رسهای الکسیت دار و ژپس پدید آمده است.
- 6-  $Q^6$ : که از رسهای آهک ماسه‌دار پدید آمده و زمینهای زراعتی به طور عمده در همین پهنه‌ها گرد آمده‌اند.
- 7-  $Q^7$ : پهنه‌های ماسه‌ای است که به طور معمول دارای سطحی بسیار خشن هستند که از باد رفت نهشته‌های نرم واز حمل آنها و برجای ماندن قطعات درشت حاصل شده است
- 8-  $Q^8$ : پهنه‌های تلماسه‌ای است که از تلماسه‌های گوناگون با اشکال جورواجور پدید آمده است.
- 9-  $Q^9$ : پهنه‌هایی که تنها و تنها از رس (برخی همراه با نمک) پدید آمده‌اند.

### سنگهای آذرین پالئوزوئیک و مزوزوئیک

سنگهای آذرین پالئوزوئیک را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم کرد که عبارتند از: الف- دایکهای که پالئوزوئیک را می‌برند. ب- گدازه‌های درون سربهای پالئوزوئیک. همه دایکها از جنس دیاباز و دارای بافت افیتیک هستند. کانیهای سازنده آنها پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن (دیوپسیدیک اوژیت) هستند. کلینوپیروکسها، بیشتر به مجموعه ای از اکتینولیت + اپیدوت + کلریت + کانیهای اوپک تجزیه شده ولی در برخی موارد هنوز

برجامانده‌هایی از کلینوپیروکسنهای اولیه را می‌توان گواه بود. پلاژیوکلاز به کلریت + کلسیت + کمی اپیدوت + آلبیت نسل نوتبدیل شده‌اند. بر روی هم این دایکها زیر تاثیر یک نوع دگرگونی خفیف در سرآغازهای رخساره شیست سبزقرار گرفته‌اند. کانیهای دیگر این سنگ عبارتند از کانیهای اوپک، اسفن و آپاتیت.

گدازه‌ها به گونه‌ای فراگیر از بازالت‌های گذری مانند موازیت و آندزیت‌های گذری مانند هاوائیت هستند. همگی سرشار از پلاژیوکلازهای سدیک و دارای بافت جریانی و گاهی اوقات بافت پورفیری با زمینه جریانی هستند. اولیون در بیشتر آنها دیده می‌شود که به شدت به کلریت + سرپانتین + کربنات (کلسیت و دولومیت) تبدیل شده است. کانیهای اوپک در زمینه آنها فراوان است در برخی موارد ریولیت و ریوداسیت نیز دیده شده است. این سنگهای ولکانیک در بیشتر موارد در سیلورین و اردوسین و گاهی در پیکر سیل در سازند داهو دیده شده‌اند. بیشترین گسترش این سنگها در واحد  $Os^v$  است.

سنگهای آذرین واحد  $TR J^{v,d}$  به گونه‌ای فراگیر از یک نوع گدازه قلیایی پدید آمده است که کانیهای مافیک آن بیشتر از بیوتیت است و کمی کلینوپیروکسن نیز به همراه دارد. کانیهای روشن آن از پلاژیوکلازهایی است که دست بالا، ترکیب آن به آندزین می‌رسد. بیشتر کلینوپیروکسن زیر تاثیر محلولهای هیدروترمال تبدیل به اکتینولیت می‌شود و چنین می‌نماید که بیوتیت نیز در همین تحولات بخرج کلینوپیروکسها پدید آمده باشد. مقداری بسیار اندک از فلدسپاتهای آکالن نیز دیده می‌شود. گمان می‌رود که این سنگها بر اثر نوعی متاسوماتیسم پتاسیک بخرج بازالت‌های معمولی به دست آمده باشند.

### 3-2- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک

#### نمودهای ساختاری

منطقه مورد مطالعه که هموار کننده فازهای کوهزایی و چین خوردگیها و گسلشهای چند باره شده است دارای نمودهای ساختاری زیادی است که در زیر به شرح آن پرداخته می‌شود:

1- یکی از ویژگیهای بسیار چشمگیر منطقه، ساختار فلسی است که با روراندهای چند باره واحدها بر روی هم بویژه در کوهستان داوران، مشخص می‌شود. روند همگانی راندها از شمال شرقی به جنوب غربی می‌باشد و روند همگانی صفحات روراندهگی شمال غربی - جنوب شرقی است. شماری از راندها پس از کرتاسه بالایی و پیش از نهشته شدن کنگلومرای کرمان شکل گرفته‌اند و شماری از آنها نیز پس از ائوسن بالایی پدید آمده‌اند.

از گروه گسلهای فشاری که نقش مهم در فرآینش (Uplift) پیکره داوران داشته‌اند. گسلهای معکوس بافق - باغین و گسل داوران را می‌توان نام برد که این دو گسل با روند شمال غربی - جنوب شرقی در دو سوی پیکره داوران جای دارند.

2- گسلهای امتداد لغز شمالی - جنوبی: کوهستان داوران را یک دسته گسل امتداد لغز شمالی - جنوبی بگونه عرضی بریده‌اند که گمان می‌رود شماری از آنها چپ گرد و شماری راستگرداند. از جمله گسلهای چپ گرد منطقه می‌توان به گسل شمالی - جنوبی فردوسی و گسل بهرمان که بدبخت کوه را می‌برد اشاره نمود. نکته با اهمیت درباره رفتار این گسلها تقسیم شدن دست کم پیکره داوران در محدوده مورد مطالعه بر پایه جهت راندها به سه بخش است. در بخش میانی (منطقه دره شش بن)، روند راندها به سوی شمال شرقی و در دو بخش کناری (مناطق در آهنگ و بژگو) روند راندها به سوی جنوب غربی است. رفتار این گسلها مقدم بر پدیده‌های راندهای درون سیستم ساختاری پیکره داوران است.

3- گسلهای عادی به گونه‌های اصلی و فرعی در منطقه دیده می‌شوند. در پیکره داوران به گونه‌ای فراگیر به صورت فرعی پدیدار شده‌اند. اما در پیکره بدبخت کوه به گونه اصلی مسئولیت فرآینش آن را به عهده دارند. گسلهای نوق و بدبخت کوه با روند شمال غربی - جنوب شرقی از این دسته‌اند. چنین می‌نماید که در تکوین ژئودینامیکی این منطقه دو دسته گسلهای شمال غربی - جنوب شرقی و شمالی - جنوبی نقش اساسی داشته‌اند که اهمیت دسته اول در تکوین حوضه‌های رسوبی و پی آمد آن برخاست رشته کوهها بیشتر است.

## چین‌ها

بسیاری از چینهایی که در رشته کوههای داوران دیده می‌شود، تاقدیسه‌ها و ناودیسه‌های برگشته‌ای است که یال جنوبی آن برگشته و بریده است و از این رو بسیار محتمل است این چینها همزمان با شکل‌گیری روراندهای اصلی شکل گرفته باشند. تنها بلوک فلیشهای بدبخت کوه در پیکر یک آنتی کلینوریوم در کوهزایی لارامید چین خورده و سپس کنگلومرای کرمان بر روی آن نهشته شده است. چین خوردگیهای این بلوک در بخش شمال غربی آن بخوبی قابل رویت است. این چینها نیز بیشترشان دارای یالهای برگشته‌اند.

## 2-4- زمین‌شناسی اقتصادی

با توجه به آثار معدنی دیده شده در منطقه، توان معدنی این ناحیه از پاره‌ای نظرها شایان توجه و بررسی است:

- 1- نشانه های کانی سازی باریت و سولستین منطقه بدبخت کوه. این کانی سازی گسترش چندانی ندارد و در وابستگی با رگه های کربناتیته است و به گمان قوی با گنبد های تراکیتی یا در حقیقت با ماگماتیسیم تراکیتی میوپلیوسن در ارتباط باشد.
- 2- گنبد های تراکیتی میو- پلیوسن به دلیل بالا بودن مقدار  $K_2O + Na_2O$  که نزدیک به 11 درصد است می تواند به عنوان ماده معدنی فلدسپات در صنایع شیشه سازی به کار گرفته شود.
- 3- مرمریتهای واحد  $K^{L1}_{1-2}$  ممکن است برای سنگهای تزئینی به کار روند.
- 4- در درون کفه های نمکی بویژه واحدهای  $Q^2, Q^3, Q^5$  مقداری بسیار کم کانیهای بر (بطور عمدۀ Ulexite) پدید آمده است که در صورت بالا بودن مقدار آن، می توان آن را مورد بهره برداری قرار داد. ولی در شرایط کنونی به دلیل محدودیت نمادین انباشتگی آن، چنین می نماید که امیدی به اقتصادی بودن آن نباشد.
- 5- آثار بسیار مختصر از کانی سازی مس در سنگهای آذرین خروجی واحد  $E^t$  دیده شده که اهمیت اقتصادی ندارد.
- 6- در افق لاتریتی روی واحد  $TR^{21}$  کانی سازی بوکسیت و آهن دیده شد. بررسیهای اکتشافی مقدماتی برای این افق که ضخامت آن از 0.5 تا 3 متر متغیر است، توصیه می شود.
- 7- انباشتگی زیادی از کوارتزیت به عنوان منابع سیلیسی در افقها و واحدهای پرشمار همچون کوارتزیت معروف به کوارتزیت راسی، واحدهای  $D^{s,d1}, D^{s,d3}$  و  $DC^s$  دیده می شود.
- 8- سنگ آهک دگرگون شده و کریستالیزه واحد  $TR^{21}$  برای کاربرد سنگهای تزئینی.
- 9- گچ به صورت انباشتگی شایان توجه در واحد  $D^{s,d1}$
- 10- دولومیت به فراوانی در پالئوزوئیک و مزوزوئیک پیشین دیده می شود.

شکل 1-2

# بخش سوم - اکتشافات ژئوشیمیایی

# فصل اول: طراحی محل نمونه ها، نمونه برداری و آنالیز



### 3-1-1- مقدمه

همراه با پیشرفت علوم و تکنولوژی، مسیر اکتشافات مواد معدنی نیز دستخوش تحول شده است، اما جایگاه ویژه اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای هنوز به قوت خود باقی است. اولین اطلاعات ژئوشیمیایی از پهنه برکه های 1:100,000 از رسوبات آبراهه ای گرفته میشود، این رسوبات میتوانند به چند دلیل از اهمیت ویژه ای در این راه برخوردار باشند.

- در پروژه های ناحیه ای اطلاعات قبلی مدون و کلاسیکی وجود ندارد.
  - برحسب تنوع واحدهای لیتولوژیکی و فرآیندهای گوناگون کانی سازی، کسب اطلاعات مستقیم از این مجموعه ها در این مقیاس و با توجه به بودجه و زمان در نظر گرفته شده، عملاً غیر ممکن است.
  - برای کشف هاله های ثانوی بسیاری از عناصر، به دانسیته نمونه برداری چندان متراکمی نیاز نیست، این هاله ها بسته به شرایط فیزیکوشیمیایی متفاوت، شعاع تأثیر گوناگونی را در بر دارند. هرچه هاله ثانوی وسیعتر و به هاله اولیه نزدیکتر باشد و الگوی توزیع آن، همبستگی ژنتیکی بیشتری نسبت به هاله اولیه نشان دهد، از ارزش اکتشافی بالاتری برخوردار خواهد شد.
  - روشهای آنالیز مناسب با حدود تشخیص در خور توجه و گستره عناصر کانساری که در این روشها سنجیده می شود، خود در پیشرفت اندیشه کسب اطلاعات دقیق از پهنه زمین نقش مؤثری ایفاء کرده است.
- با توجه به این موارد است که کارشناسان پیشرو در مسائل اکتشافات ژئوشیمیایی یکی از بهترین محیط های مورد مطالعه در مقیاس ناحیه ای را، پهنه های آبرفتی دانسته اند. این امر روشن است که رسوبات آبراهه ای در صورت طراحی صحیح و نمونه برداری اصولی می توانند معرف واحدهای بالا دست خود باشند. از جمله پارامترهای مؤثر در این زمینه گسترش سیستم آبراهه ای، فرسایش های فیزیکی و شیمیایی، میزان بارندگی، شیب عمومی و دانسیته آن و ... می باشد. الگوی توسعه حوضه های آبریز خود ناشی از عواملی همچون نوع سنگ بستر، شرایط ساختمانی موجود در منطقه (چین خوردگیها، گسلها و شیب عمومی طبقات) می باشد.

### 3-1-2- طراحی محل نمونه ها

اولین مسئله در طراحی محل نمونه ها، توجه به این امر است که ظرفیت طراحی نمونه ها برای برکه های 1:100,000 بر اساس میزان برونزدها و آبرفتها از پیش تعریف شده است که این امر خود قابل تأمل است. در بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا و با توجه به هزینه های نه چندان بالای آنالیز نمونه ها، طراحی تعداد نمونه ها منطبق با سطح برونزد و تنوع و پتانسیل لیتولوژیکی به مراتب فراتر از این حد رفته است. در هر

صورت با در نظر گرفتن این پارامتر که به احتمال زیاد عوامل مالی در ورای آن قرار دارد و نه عوامل علمی، طراحان مشاور بر آن شدند که به بهترین نحو ممکن خود را با این شرایط از پیش تعیین شده وفق دهند.

از جمله عوامل طراحی روش مراکز ثقل، تعیین درجه هر کدام از آنهاست. درجه مرکز ثقل در گرو عواملی همچون چینه شناسی، سنگ شناسی و تکتونیک منطقه است، زیرا این عوامل در توسعه آبراهه‌ها نقش مهمی دارند. نواحی اطراف گسلها (fault buffering)، محل تقاطع گسلها و به ویژه گسلهای بزرگ، واحدهای لیتولوژیکی معرف کانی سازی در ستون چینه شناسی، بیشتر مورد توجه قرار گرفته و نمونه‌های بیشتری از آبراهه‌های آنها برداشت شده است. در ضمن بایستی به این امر نیز توجه داشت که پدیده رقیق شدگی و اثر سرشکن شدگی در حوضه های آبریز وسیع (با بیش از 30 سرشاخه) و کاهش شدید مقدار عناصر حاوی آنومالی احتمالی که در بالادست آنها واقع شده است، باعث می‌گردد که این حوضه‌ها به حوضه‌های کوچکتری تقسیم گردند. از جمله موارد دیگری که بایستی به آن اشاره کرد این نکته است که عدم دستیابی به نتایج جالب توجه، در نمونه های مراکز ثقل نمی تواند بیانگر عدم وجود مناطق ناهنجار در مسافتهای طولانی بالا دست آنها باشد. علاوه بر آن بایستی یادآور شد که امکان نمونه برداری، آماده سازی و آنالیز در دفعات متعدد که از اصول اولیه مرکز ثقل است، در اکتشافات ژئوشیمیایی 1:100,000 وجود ندارد. لذا با توجه به تمام موارد، نقاط مثبت و کارآمد این روش در طراحی محل نمونه ها، مدنظر کارشناسان بوده است.

### 1-2-1-3 - نقشه های توپوگرافی

اساس طراحی و جانمایی نمونه‌ها در پروژه‌های اکتشافی 1:100,000، نقشه‌های توپوگرافی 1:50,000 است. هرچند دیر زمانی است که نقایص فراوان این نقشه‌ها از جمله عدم اطلاعات به روز (Update) آنها به ویژه در مورد راههای جدید الاحداث و جاده‌های روستایی، فقدان مختصات جهانی UTM، و مهمتر از همه، اطلاعات آنالوگ آنها و سایر اشکالات آنها بر کارشناسان امور، هویدا شده است، اما لاجرم استفاده از آنها در طراحی نمونه برداری هنوز در دستور کار قرار دارد. شایان ذکر است که با در نظر داشتن کلیه موارد و نواقص مطروحه، در راستای هموار کردن اینگونه مسائل، این مهندسین مشاور اقدام به تهیه نقشه های توپوگرافی 1:25,000 کرده و شبکه نمونه برداری را با توجه به اطلاعات موجود در این نقشه ها طراحی نموده است.

## 2-3-1-2- عوامل موثر در طراحی محل نمونه ها

در طراحی، نگاه ویژه‌ای به نقشه زمین شناسی منطقه شده است، محدوده مورد مطالعه در پوشش نقشه زمین شناسی کشکوئیه قرار دارد. گستره نقشه از لحاظ زمین ساختاری در جنوب غرب زون ساختاری ایران مرکزی واقع شده است.

با توجه به اینکه منطقه از لحاظ پتانسیل اقتصادی چندان اهمیتی نداشته لذا سعی بر آن بوده که در حوضه‌ها بصورت یکنواخت طراحی نمونه‌ها انجام گیرد. البته با توجه به گزارش رگه‌های پراکنده از کانی سازی باریت و سلسیتین در مجموعه رسوبی - ولکانیکی بدبخت کوه و شواهدی از افق لاتریتی در واحد TR<sup>21</sup> و همچنین مجموعه‌های آتشفشانی دگرسان نشده بدبخت کوه در این مناطق تمرکز نسبی نمونه‌ها اندکی افزایش یافته است.

لازم به ذکر است که عمده لیتولوژی این برکه را واحدهای رسوبی در بر گرفته است. علاوه بر موارد ذکر شده که در طراحی مد نظر بوده است، عوامل دیگری نیز نقش داشته اند، اهم این عوامل به شرح زیر است:

- ✓ دستیابی به توزیع نسبتاً یکنواخت نمونه‌ها در کل نقشه (به استثناء مناطق مورد نظر و حاوی پتانسیل)
- ✓ رعایت نسبی چگالی نمونه برداری ژئوشیمیایی بر اساس استانداردهای ملی
- ✓ توزیع همگون و حتی الامکان متناسب نمونه‌ها با سطح حوضه آبریز و تعداد انشعابات آن
- ✓ اولویت طراحی نمونه از آبراهه‌هایی که سنگ بستر خود را قطع کرده‌اند.
- ✓ در نظر داشتن اصل مهم Sample junction
- ✓ بررسی امکانات جاده ای و مواصلاتی
- ✓ پرهیز از مناطق کشاورزی جهت نمونه برداری

با در نظر گرفتن عوامل فوق و با بررسی نقشه‌های توپوگرافی رقومی 1:25,000 تهیه شده از سازمان نقشه برداری (16 برکه) و نهایتاً تلفیق این نقشه‌ها با هدف دستیابی به نقشه 1:50,000 (چهار برکه فردوسی، شمس آباد، شام آباد، بهرمان) حوضه‌های آبریز شناسائی گردید. سپس با استفاده از نقشه زمین شناسی منطقه و نقشه 1:250,000 ژئوفیزیک هوایی طراحی محل 479 نمونه انجام شده است. شکل 3-1 موقعیت این نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

در طراحی محل نمونه‌ها، واحدهای سنگی حاوی پتانسیل بالقوه کانی سازی، نواحی دگرسان شده، همبری‌های مهم، سیستم‌های گسلی و اطلاعات مهم نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی مدنظر بوده است.

پس از طراحی محل نمونه ها بر روی نقشه های توپو گرافی، با استفاده از امکانات نرم افزاری، محل نمونه ها شماره گذاری گردید و موقعیت نمونه ها در سیستم مختصات (UTM) در GPS کارشناسان ذخیره و در اختیار گروههای نمونه برداری قرار گرفت.

شکل 3-1

### 3-1-3- عملیات صحرائی نمونه برداری

عملیات نمونه برداری در کوتاه ترین زمان ممکن و با اعزام 5 اکیپ نمونه برداری انجام شد. مراحل عملیاتی پروژه با تمهیداتی در زمینه اسکان اکیپها، شناسایی اولیه جاده ها، تهیه خودروهای صحرائی و لوازم مورد نیاز نمونه برداران با نظارت مدیر عملیات صحرائی انجام گردید.

هر گروه نمونه برداری متشکل از یک کارشناس، دو کارگر، خودرو صحرائی و راننده به همراه تجهیزات نمونه برداری از جمله: GPS، نقشه 1:50,000 توپوگرافی منطقه ماحصل از تلفیق نقشه های 1:25,000، که محل نمونه ها قبلاً روی آن مشخص شده بود، سرند 40 مش، بیلچه، کیسه های پلاستیکی ضخیم جهت حمل نمونه ها و اسپری رنگ جهت علامت گذاری و درج شماره نمونه در محل نمونه و کارتهای نمونه برداری عازم ماموریت شدند.

کارشناسان پس از پیدا کردن محل نمونه با استفاده از نقشه و تطبیق آن با مختصات ذخیره شده در GPS با در نظر گرفتن موارد زیر نمونه ها را برداشت کردند:

- اطمینان از مناسب بودن محل نمونه، بصورتیکه نمونه برداشت شده حتی المقدور معرف نواحی بالادست باشد.

- پرهیز از حواشی آبراهه ها.

- حفر گودالهایی با عمق حداقل 30 سانتی متر، تعداد گودالها متناسب با عرض آبراهه است.

- برداشت نمونه از زیر الک #40- به وزن حدود 300 گرم، در صورتیکه رسوبات خشک نباشند، نمونه بصورت مخلوط و به وزن تقریبی 2 تا 3 کیلوگرم برداشت خواهد شد. میزان وزن نمونه مخلوط با توجه به دانه بندی رسوبات خیس و تجربه کارشناس تعیین می گردد.

- درج شماره نمونه در محل نمونه برداری.

- تکمیل کارت نمونه برداری.

ذکر دو نکته در ارتباط با نمونه برداری ضروری است:

اول: انتخاب سایز فراکشن #40- بدون طراحی عملیات نمونه برداری توجیهی (Orientation Survey)

در بعضی مواقع باعث از دست دادن ناهنجاریهایی می شود که تمرکز آنها بنا به عللی در سایر سایز ها صورت گرفته است.

دوم: در صورت مشاهده مواردی منجمله کانی سازی و آلتراسیون شدید، کارشناس نمونه بردار اختیار

طراحی و برداشت نمونه از آبراهه های فرعی مورد نظر را خواهد داشت.

### 3-1-3-1- استفاده از GPS

کارشناسان نمونه بردار با آگاهی کامل از نقاط ضعف و قوت GPS در دستور العمل اجرایی خویش این نکات را مدنظر داشتند:

- ✓ مختصات قرائت شده از متن نقشه های زمین مرجع با توجه به تواناییهای نرم افزاری خالی از خطا نبوده، این مختصات بنام مختصات دفتری نامیده شده است.
- ✓ از مختصات ذخیره شده در GPS (مختصات دفتری) تنها در یافتن آبراهه های اصلی و در مناطقی که توجه نقشه ها مشکل بوده استفاده شده و در وهله اول نقشه های توپوگرافی به عنوان مبنای نقطه یابی در نظر گرفته شده است.
- ✓ مختصات قرائت شده از متن نقشه های توپوگرافی (مختصات دفتری) بعنوان مبنای مختصاتی در پردازش و ترسیم نقشه ها در نظر گرفته شده است. مگر در موارد جابجایی نمونه ها که مختصات صحرائی مد نظر بوده است.
- ✓ مختصات محل برداشت نمونه ها (مختصات صحرائی) با مختصات دفتری مقایسه شده و میزان جابجایی و خطای GPS و سایر خطاها بر آورد شده است.
- ✓ از مختصات صحرائی در کنترل ناهنجاریها و بازدیدهای بعدی استفاده شده است.
- ✓ مختصات صحرائی که توسط GPS و با توجه به دقت دستگاهی و تواناییهای آن قرائت شده، در برگه های نمونه برداری (Sampling Card) ثبت شده است.

### 3-1-3-2- کارت های استاندارد نمونه برداری (Sampling Card)

یکی از وظایف اصلی کارشناس نمونه بردار، علاوه بر برداشت نمونه، تکمیل کارتهای نمونه برداری است که یک سری از آنها از سوی کارفرما در اختیار مشاور قرار گرفته و سری دوم با استفاده از Global Geochemical Sampling Center طراحی و بهینه شده است، (جدول 3-1). یکی از اهداف طراحی این کارتها برطرف کردن نقاط ضعفی بود که در اکثر مناطق نمونه برداری به ویژه در کشورهای عقب مانده و در حال توسعه مشاهده می شود. این نقاط ضعف شامل اعمال سلیقه فردی، تنوع در روشهای ثبت اطلاعات، نارسایی اطلاعات ثبت شده، عدم توجه به بعضی موارد مهم و سرنوشت ساز از جمله آلتراسیون، مینرالیزاسیون، آلودگی و ... می باشد.

بخشهای عمده این کارتها عبارتند از:

الف: اطلاعات کلی شامل شماره نمونه، نام پروژه، نام محل، سیستم مختصات مورد استفاده، مختصات نمونه و نام نمونه بردار ... (بخش اطلاعات کلی (General Data)

ب: ویژگیهای محیط نمونه برداری شامل رطوبت، رنگ و ترکیب دانه بندی رسوبات (آیتم های 1 تا 5)

ج: داده‌های مرتبط با شیب محدوده، ساختارهای مختلف و توپوگرافی (آیتم 6)

د: لیتولوژی نمونه‌های نابر جا (Float) و لیتولوژی رخنمونهای برجا (Outcrop) محدوده (آیتم های 9 و 10)  
ه: آلودگی احتمالی در محدوده (آیتم 11)

در ضمن در صورت مشاهده آلتراسیون و کانی سازی، کارشناس نمونه بردار موظف به توضیح آن در ستون (Comment) خواهد بود. اطلاعات این کارتها در CD پیوست وجود دارد. علاوه بر تکمیل کارتهای استاندارد مذکور، کارتهای نمونه برداری که توسط سازمان زمین شناسی در اختیار مشاور قرار داده شده بود نیز تکمیل شده اند.



جدول شماره (1-3): کارت نمونه برداری استاندارد (نمونه های ژئوشیمی رسوب آبراهه ای)

<b>GENERAL DATA</b>			
<b>Sample No</b>	<b>Project Name:</b>	<b>Prospect Name:</b>	
<b>Coord.Sys.:</b>	<b>X(Easting):</b>	<b>Y(Northing):</b>	<b>Z(Altitude):</b>
	<b>Date:</b>	<b>Sampler:</b>	<b>Page No.:</b>
<b>1)Weight(Kg):</b>		<b>1/1)Mesh Size:</b>	
<b>2)Sieved:</b>	Not Sieved <input type="checkbox"/>	Sieved Dry <input type="checkbox"/>	Sieved Water <input type="checkbox"/>
<b>3)Moisture:</b>	Dry <input type="checkbox"/>	Damp <input type="checkbox"/>	Wet <input type="checkbox"/>
<b>4)Colour:</b>	Black <input type="checkbox"/>	Grey <input type="checkbox"/>	Brown <input type="checkbox"/>
	Olive <input type="checkbox"/>	White <input type="checkbox"/>	Red <input type="checkbox"/>
	Yellow <input type="checkbox"/>	Purple <input type="checkbox"/>	
<b>5)Unsieved Texture</b>	Bouldery <input type="checkbox"/>	Gravely <input type="checkbox"/>	Sandy <input type="checkbox"/> Silty <input type="checkbox"/> Clayey <input type="checkbox"/>
<b>6)Terrain:</b>	Flat(>=0° & <=3°) <input type="checkbox"/>	Gentle(>3° & <=10°) <input type="checkbox"/>	Steep(>30°) <input type="checkbox"/>
	Moderate(>10° & <=30°) <input type="checkbox"/>	Circular Feature <input type="checkbox"/>	Linear Feature <input type="checkbox"/>
	Topographic Depression <input type="checkbox"/>	Topographic High <input type="checkbox"/>	
<b>7)Mineralisation Present*:</b>	In Float <input type="checkbox"/>	In Outcrop <input type="checkbox"/>	In Float and Outcrop <input type="checkbox"/> None Observed <input type="checkbox"/>
<b>8)Alteration Present**:</b>	In Float <input type="checkbox"/>	In Outcrop <input type="checkbox"/>	In Float and Outcrop <input type="checkbox"/> None Observed <input type="checkbox"/>
<b>9)Outcrop Lithology:</b>	No Outcrop Observed <input type="checkbox"/>		
<i>Sediments</i>	Sandstone <input type="checkbox"/>	Conglomerate <input type="checkbox"/>	Siltstone/Shale <input type="checkbox"/>
	Black Shale <input type="checkbox"/>	Calcareous Sediment <input type="checkbox"/>	Limestone/Dolomite <input type="checkbox"/>
	Chert <input type="checkbox"/>	Banded Iron Formation <input type="checkbox"/>	Phosphates <input type="checkbox"/>
	Evaporites/Chemical Precipitate <input type="checkbox"/>	Coal <input type="checkbox"/>	
<i>Volcanics</i>	Volcaniclastic <input type="checkbox"/>	Acid Volcanics <input type="checkbox"/>	Intermediate Volcanics <input type="checkbox"/>
	Basic Volcanics <input type="checkbox"/>	Ultrabasic Volcanics <input type="checkbox"/>	Kimberlite/Lamproite <input type="checkbox"/>
<i>Intrusive</i>	Acid Intrusive <input type="checkbox"/>	Intermediate Intrusive <input type="checkbox"/>	Basic Intrusive <input type="checkbox"/>
	Ultrabasic Intrusive <input type="checkbox"/>		
<i>Metamorphic</i>	Meta-sediment - Siliclastic <input type="checkbox"/>	Meta-sediment - Calcareous <input type="checkbox"/>	Metasediment - Graphitic <input type="checkbox"/>
	Meta-igneous - Acid/Intermediate <input type="checkbox"/>	Meta-igneous - Basic/Ultrabasic <input type="checkbox"/>	Hornfels <input type="checkbox"/>
<i>Metosomatic</i>	Exoskarn <input type="checkbox"/>	Endoskarn <input type="checkbox"/>	
<b>10)Float Lithology:</b>	No Float Observed <input type="checkbox"/>		
<i>Sediments</i>	Sandstone <input type="checkbox"/>	Conglomerate <input type="checkbox"/>	Siltstone/Shale <input type="checkbox"/>
	Black Shale <input type="checkbox"/>	Calcareous Sediment <input type="checkbox"/>	Limestone/Dolomite <input type="checkbox"/>
	Chert <input type="checkbox"/>	Banded Iron Formation <input type="checkbox"/>	Phosphates <input type="checkbox"/>
	Evaporites/Chemical Precipitates <input type="checkbox"/>	Coal <input type="checkbox"/>	
<i>Volcanics</i>	Volcaniclastic <input type="checkbox"/>	Acid Volcanics <input type="checkbox"/>	Intermediate Volcanics <input type="checkbox"/>
	Basic Volcanics <input type="checkbox"/>	Ultrabasic Volcanics <input type="checkbox"/>	Kimberlite/Lamproite <input type="checkbox"/>
<i>Intrusive</i>	Acid Intrusive <input type="checkbox"/>	Intermediate Intrusive <input type="checkbox"/>	Basic Intrusive <input type="checkbox"/>
	Ultrabasic Intrusive <input type="checkbox"/>		
<i>Metamorphic</i>	Meta-sediment - Siliclastic <input type="checkbox"/>	Meta-sediment - Calcareous <input type="checkbox"/>	Metasediment - Graphitic <input type="checkbox"/>
	Meta-igneous - Acid/Intermediate <input type="checkbox"/>	Meta-igneous - Basic/Ultrabasic <input type="checkbox"/>	Hornfels <input type="checkbox"/>
<i>Metosomatic</i>	Exoskarn <input type="checkbox"/>	Endoskarn <input type="checkbox"/>	
<b>11)Contamination:</b>	None Observed <input type="checkbox"/>	Mining <input type="checkbox"/>	Drilling <input type="checkbox"/>
	Agricultural <input type="checkbox"/>	Livestock <input type="checkbox"/>	
<b>12)Comments:</b>			
*			
**			

### 3-1-3-3- مدیریت عملیات صحرائی

با توجه به اهمیت بسیار بالای نمونه برداری و با هدف به حداقل رساندن خطاهای این مرحله، مدیریت عملیات صحرائی در اختیار یکی از کارشناسان زبده مشاور قرار داده شده که بصورت تمام وقت در عملیات صحرائی شرکت نموده است. از جمله اهم وظایف این مدیریت میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- سازماندهی بهینه گروهها و انتخاب بهترین مسیرهای دسترسی (با توجه به بازدید مقدماتی).
- همراهی گروهها بصورت متناوب و کنترل مستقیم عملیات نمونه برداری .
- کنترل مجدد نمونه ها و تکمیل چک لیست نمونه برداری روزانه هر اکیپ و تحویل گرفتن نمونه ها.
- نظارت دقیق و مداوم بر تکمیل نقشه پیشرفت کار و کارتهای نمونه برداری در پایان هر روز کاری.
- بررسی نمونه های سنگی برداشت شده توسط گروهها و انتخاب آنها جهت مطالعات بعدی.
- کنترل مناطقی که بعنوان محدوده های بالقوه پتانسیل دار توسط گروههای نمونه برداری معرفی شده است.
- نظارت موثر بر خشک کردن نمونه های خیس و الک نمودن آنها در راستای کاهش آلودگی و به حداقل رساندن خطاهای انسانی.
- تکمیل لیست نهایی و کنترل نهایی نمونه ها ، بسته بندی و ارسال آنها به دفتر شرکت.

### 3-1-4- انتخاب نمونه های تکراری، ارسال نمونه ها به آزمایشگاه و آماده سازی آزمایشگاهی

از میان 479 نمونه برداشت شده، پس از آماده سازی نهایی (پودر # 200) تعداد 30 نمونه بصورت تصادفی به عنوان نمونه تکراری انتخاب و کد گذاری رمزی گردید. نمونه ها به همراه لیست نهایی 509 نمونه (مجموع نمونه های برداشت شده به اضافه نمونه های تکراری) کنترل نهایی شده، بصورت دقیقی در حضور نماینده آزمایشگاه بسته بندی شده و جهت آنالیز به آزمایشگاه تحویل داده شد.

### 3-1-5- روش آنالیز و حد حساسیت (Detection Limit)

با توجه به نیاز کسب اطلاعات کامل از آنالیز نمونه ها در راستای اهداف پروژه های اکتشافات ژئوشیمیایی و زیست محیطی و در نظر گرفتن احتمال نیازهای آینده به بعضی از عناصر، مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی بعنوان آزمایشگاه از سوی کارفرما معرفی گردید. نمونه ها به روش ICP آنالیز شدند. حد تشخیص عناصر در جدول 3-2 آمده است، هر چند در نتایج ارسالی از آزمایشگاه این حد مشخص نشده بود. نتایج آنالیز نمونه ها (بصورت ارسالی از آزمایشگاه) در پیوست شماره 1 آورده شده است.

جدول 2-3: حد تشخیص برخی از عناصر

نام عنصر	Au	Ag	As	Cd	Nb	Nd	S	Sn	Tb	Te	Tl	Hf	Lu	Sb	U
حد تشخیص	0.1*	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	50	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

\* با وجود اینکه حد تشخیص طلا 0/1 میباشد اما حداقل مقدار گزارش شده در نتایج 1 است. واحد طلا ppb و سایر عناصر ppm میباشد.

## فصل دوم: داده پردازی

### 1-2-3- جایگزینی داده های سنسورد

داده های سنسورد به داده‌هایی اطلاق می‌شود که به صورت مقادیر کمتر از و یا بیشتر از حد حساسیت دستگاهی (>,<) گزارش شده اند. این داده ها با توجه به مقادیر بسیار زیاد و یا بسیار کم عناصر و با عنایت به حد تشخیص دستگاه گزارش میشوند. بدیهی است که سنجش مقادیر کمتر از حد حساسیت دستگاه در توانایی دستگاه نبوده و آنرا با نماد (<) نشان می‌دهد. با توجه به اینکه این مقادیر، ویژگی کمی (Quantitative) نداشته، لذا نمی‌توانند بصورت یک داده عددی در سیستم داده پردازای وارد شوند. در ضمن حذف آنها از سیستم نیز منجر به نادیده گرفتن بخشی از اطلاعات می‌شود. جایگزینی و تخمین داده های سنسورد با روشهای مختلفی انجام میشود که از جمله این روشها میتوان به روش بیشترین درست نمایی کوهن (Cohen Maximum Likelihood)، روش ترسیمی و روش های جایگزینی ساده اشاره کرد. روشهای جایگزینی ساده شامل جایگزینی نصف یا 3/4 حد حساسیت برای مقادیر کوچکتر از (<) و 4/3 حد حساسیت برای مقادیر بزرگتر از (>) حد حساسیت دستگاهی می‌باشد.

در این پروژه با توجه به عدم گزارش داده سنسورد حد حساسیت بالا (Upper detection limit) از روش جایگزینی نصف حد قابل تشخیص بجای مقادیر سنسورد حد حساسیت پایین (Lower detection limit) استفاده گردیده است. جدول 3-3 عناصر حاوی داده های سنسورد، تعداد، درصد و مقادیر جایگزینی آنها را نشان می‌دهد.

البته جایگزین کردن نصف حد تشخیص ممکن است در عناصری که در صد بالایی از آنها را داده های سنسورد تشکیل می‌دهد راهکار چندان مناسبی نباشد. در مورد طلا بنظر می‌رسد حد تشخیص (detection limit) با توجه به نتایج ارائه شده از سوی آزمایشگاه در حد 0.1ppb باشد هر چند داده سنسورد عنصر طلا گزارش نشده است.

نتایج آنالیز عناصر پس از جایگزینی مقادیر سنسورد به همراه مختصات در سیستم UTM در پیوست 2 آورده شده است.

جدول 3-3: عناصر حاوی داده های سنسورد و مقادیر جایگزینی آنها در برکه کشکوئیه

Row	Element	Total No.	Censord No.	Percentage	Detection limit	Replaced Value
1	Ag(ppm)	479	132	%27.56	0.1	0.05
2	Be(ppm)	479	2	%0.42	0.2	0.1
3	Bi(ppm)	479	2	%0.42	0.1	0.05
4	Cd(ppm)	479	19	%3.97	0.1	0.05
5	Ce(ppm)	479	133	%27.77	0.5	0.25
6	Co(ppm)	479	2	%0.42	0.2	0.1
7	Cu(ppm)	479	2	%0.42	0.2	0.1
8	Hf(ppm)	479	2	%0.42	1	0.5
9	La(ppm)	479	18	%3.76	10	5
10	Mo(ppm)	479	4	%0.84	0.1	0.05
11	Nb(ppm)	479	28	%5.85	0.5	0.25
12	Rb(ppm)	479	52	%10.86	0.1	0.05
13	Sb(ppm)	479	3	%0.63	0.1	0.05
14	Sn(ppm)	479	8	%1.67	0.2	0.1
15	Te(ppm)	479	3	%0.63	0.2	0.1
16	Th(ppm)	479	2	%0.42	0.2	0.1
17	W(ppm)	479	27	%5.64	0.1	0.05
18	Se(ppm)	479	13	%2.71	0.1	0.05
19	Yb(ppm)	479	1	%0.21	0.1	0.05

### 3-2-2- بررسی خطای آنالیز

یکی از روشهای کنترل دقت آنالیز (Precision of Analysis) و کنکاش درزمینه توان تکرار پذیری آزمایشگاهی، آنالیز نمونه های تکراری است. خطای آزمایشگاهی امری اجتناب ناپذیر است که می تواند متأثر از خطای سیستماتیک یا خطای تصادفی باشد. منشاء خطای سیستماتیک عامل ثابتی است که موجب انحراف نتایج به سمت مقادیر بالاتر یا مقادیر پایینتر شده که بایستی منشاء آن که به احتمال زیاد از دستگاه آنالیز است، شناسایی شده و حذف گردد، بالطبع تمام آنالیزهابایستی مجدداً تکرار شوند. خطای تصادفی به مجموع خطاهایی اطلاق می شود که به حداقل رساندن آنها ممکن، اما حذف آنها تقریباً غیر ممکن است.

روش های آنالیز نیز با گونه های متفاوتی از خطای آنالیز همراه خواهند بود که به حد تشخیص و نوع روش آنالیزی بستگی دارد، بطور مثال روشهایی که عناصر را به صورت جداگانه می سنجد دقت بیشتری دارند، اما حد تشخیص این روشها بالاتر خواهد رفت. در مقابل روشهای نوینی که به صورت Package عناصر را در

یک محلول می‌سینجد احتمالاً دقت کمتری را نشان میدهند زیرا حد تشخیص آنها به مراتب پایینتر خواهد بود. بررسی خطای این روشها ویژگیهای خاص خویش را دارد.

روش بررسی دقت آزمایشگاهی در مطالعات ناحیه‌ای به عنوان تعیین میزان اطمینان به داده‌هاست. ممکن است بعضی از عناصر منجمله طلا به دلیل حد تشخیص پایین و تاثیر Nugget Effect و وجود طلای فلزی در نمونه یا وجود درصد زیادی از داده‌های سنسورد در نمونه‌های تکراری، خطای بالایی نشان دهند که این امری طبیعی است.

### **1-2-3- بررسی خطای آنالیز نمونه های تکراری برگه کشکوئیه**

در این روش با استفاده از روش تامپسون هورات (1967) خطای آنالیز محاسبه گردید. در این روش ، در یک دستگاه مختصات لگاریتمی، در محور افقی میانگین دوبار اندازه گیری (نتایج آنالیز نمونه اصلی و نمونه تکراری) و در محور عمودی اختلاف دو مقدار اندازه گیری شده (در مقدار مطلق) قرار داده می شود. در این دیاگرام دو خط مایل رسم شده که با کمک آن می توان سطح دقت 10٪ را نشان داد. بدین نحو که بعد از پلات نتایج، چنانچه 90٪ نمونه ها زیر خط پائینی (خطای 10٪) و 99٪ آنها زیر خط بالایی (خطای 1٪) قرار گیرند، در این صورت خطای کل این مجموعه نمونه تکراری برای عنصر مورد نظر 10٪ ارزیابی شده و قابل قبول می باشد. شکل 3-8 خطای آنالیز عنصر آنتیموان را نشان می دهد، سایر نمودارها در پیوست 4 ارائه شده است. با بررسی نمودارهای مذکور مشخص گردید که خطای تمامی عناصر قابل قبول و خطای عناصر Ce, Ag, Hf, Sb, Te, Mo نا مساعد تر می باشد.

جدول 3-4



### 3-2-3- پردازش آماری تک متغیره

داده پردازی تک متغیره با تکیه بر آمار کلاسیک به صورت توصیفی (جدول پارامترهای آماری) و نمودارهای گرافیکی (هیستوگرامها، باکس پلاتها و سایر نمودارها)، اولین گام در مسیر داده پردازی است که حاوی اطلاعات سودمندی برای کارشناسان است. این مرحله به عنوان مقدمه‌ای بر داده پردازی دو متغیره و چند متغیره محسوب شده و بر این اساس مجموعه داده پردازی با این مبحث آغاز می گردد.

#### 3-2-3-1- جدول پارامترهای آماری

جدول پارامترهای آماری خصوصیتی از جمله ماکزیمم، مینیمم، واریانس، میانه، میانگین، خطای استاندارد میانگین، انحراف معیار، کشیدگی، چولگی و ضرایب تغییرات (CV%) را دربردارد. در بررسی مقادیر ماکزیمم عناصر آنالیز شده، مشخص گردید که این پارامتر در عناصر Fe, W, U, Th, Te, Sn, S, Sb, Sr, Pb, Bi, Ba, Ag, Ce, Cu, Mo, Cd, Ni, Rb و تا حدودی Ti, Cr, As قابل توجه بوده که از آن میان مقادیر ماکزیمم عناصر U, Bi, W, Th, Te, Ni, Cd بیشتر جلب توجه می کند. مقادیر میانگین عناصر Cd, Bi, U, Te, S, Th نیز از حد معمول بالاتر رفته است. میانگین این عناصر به ترتیب برابر با 32, 2470, 4, 11, 38, 52 گرم در تن می باشد. چنانچه نتایج خطای این عناصر در حد قابل اطمینانی می بود، احتمال یافتن محدوده‌های ناهنجار از این عناصر وجود خواهد داشت. در مورد عنصر Ce ذکر این نکته ضروری است که توزیع عیاری در آنها غیر طبیعی است زیرا تعداد 133 نمونه بصورت سنسورد گزارش شده ( $<0.5$ ) و بلافاصله بعد از آنها عیار نمونه‌ها از 48ppm شروع شده است.

با توجه به اینکه انحراف معیار جوامع مختلف پارامتر مناسبی برای مقایسه درجه تغییرپذیری آنها نسبت به یکدیگر نیست به همین سبب از ضریب تغییرات یا CV%، که حاصل تقسیم انحراف معیار به میانگین می باشد، استفاده می شود. این پارامتر معیاری از تغییرپذیری نسبی بوده و امکان مقایسه تغییرات در تمامی عناصر را فراهم مینماید. از جمله سایر پارامترهای آماری چولگی و کشیدگی است که با استفاده از آنها میتوان به نرمال بودن یا لاگ نرمال بودن جوامع پی برد. هر چه این دو مقدار به ترتیب به 0 و 3 نزدیکتر باشند آن جامعه نرمالتر خواهد بود. مقادیر بالای CV% متعلق به عناصر Ni, S, Mo, W, Te, Ce است که از آن میان ضریب تغییرات گوگرد با 354 چشمگیر است، سایر ضرایب بین 265 تا 99 در نوسان است. در صورتیکه اگر مبنا را بر اساس انحراف معیار در نظر می گرفتیم، بیشترین انحراف معیار را به ترتیب عناصر Ba, Ni, Sr در اختیار داشتند. در اینجا اهمیت بررسی CV% روشن خواهد شد.

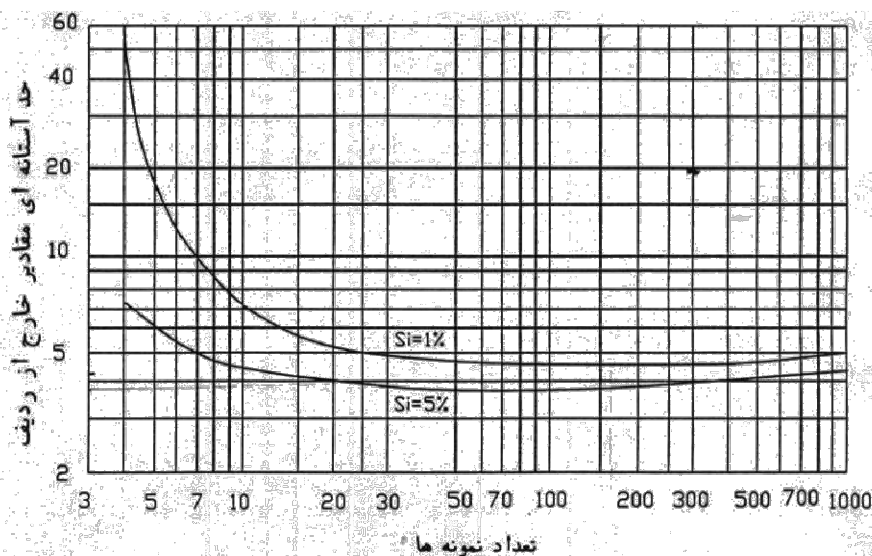
علاوه بر موارد فوق درصدهای فراوانی (60، 30، 80، 95، 90، 98، و 99 درصد) در این جدول منعکس شده است. این درصدها به عنوان مکمل مقادیر Max. و Min. است و از آنها در زمان ترسیم نقشه نیز استفاده شده است.

در جداول 3-6 و 3-7 پارامترهای آماری داده های خام و لگاریتمی نشان داده شده است.

### 1-1-3-2-3- حذف مقادیر خارج از رده و نرمال سازی

اکثر جوامع آماری که در پروژه‌های اکتشافی با آن‌ها سر و کار داریم، غیر نرمال بوده و دارای چولگی مثبت می‌باشند. این گونه جوامع دارای مقادیر پرعیاری در کرانه سمت راست توزیع هستند که به جامعه زمينه یا جامعه‌ای با عیار میانگین اضافه شده‌اند. این مقادیر غیر عادی بالا در واقع آنومالی‌ها (در مقیاس ناحیه‌ای) و یا پیکره‌های کانسنگ پرعیار (در مقیاس محلی) را شامل می‌شوند.

مقادیر پرعیار در صورتی که غیر قابل قبول تشخیص داده شوند، به عنوان مقادیر خارج از ردیف یا باید از بین داده‌ها حذف گردند و یا تصحیح شوند. اکثر روش‌های به کار گرفته شده بدین منظور زمينه تئوری ندارند و فقط به عنوان روش‌های تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرند. روش بکار گرفته شده در این پروژه استفاده از روش نموداری دورفل (Doerffel) است. این آزمون برای تشخیص مقادیر خارج از ردیف برای داده‌هایی با گسترش زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. دورفل نموداری برای تعیین حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف تهیه کرده است. شکل زیر این نمودار را نشان می‌دهد. این نمودار برای دو سطح اعتماد 95 درصد و 99 درصد تهیه شده است.



نمودار دورفل

برای انجام آزمون مقادیر خارج از ردیف، ابتدا داده‌ها را به طور صعودی مرتب می‌کنیم و میانگین و انحراف معیار داده‌ها بدون در نظر گرفتن بزرگترین مقدار داده‌ها محاسبه می‌شود. سپس بزرگترین مقدار داده‌ها ( $X_A$ ) در صورتی که در رابطه زیر صدق کند یک مقدار خارج از ردیف در نظر گرفته می‌شود:

$$X_A \geq \bar{X} + S.g$$

که در آن  $g$  حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف است که از نمودار دورفل به دست می‌آید. این کار تا آنجا انجام می‌گیرد که این رابطه دیگر صادق نباشد. بنابراین آخرین مقدار محاسبه شده به جای تمامی مقادیر خارج از ردیف جایگزین می‌گردد. جدول ذیل تعداد نمونه‌های خارج از ردیف و مقدار جاننشینی را برای چند عنصر را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که با توجه به عدم وجود مقادیر خارج از زرده در بسیاری از عناصر این محاسبه محدود به چند عنصر گردید.

جدول : تعداد داده‌های خارج از ردیف و مقدار جایگزین شده برای آنها

Element	Au	Ag	As
No. of Outlier	6	2	9
Replacement Value	3/42	2/44	34/24

با توجه به مسائل مطرح شده در این پروژه به منظور نرمال سازی داده ها از توزیع لاگ نرمال استفاده شده است، که پس از رسم هیستوگرامهای جوامع خام و لگاریتمی با در نظر داشتن پارامترهای آماری چولگی و کشیدگی و مقایسه آنها، جامعه نرمال انتخاب شده است.

جدول 3-6

---

جدول 3-7

---

### 2-3-2-3- ترسیم هیستوگرامها و شرح آنها

هیستوگرامها بصورت نمودارهای دو محوری می باشند که در آنها محور X نمایانگر تعداد کلاسه (Interval) عیاری داده ها و محور Y فراوانی هر کدام از این کلاسهها را نشان می دهد. سه ویژگی جامعه آماری یعنی موقعیت (Location)، پراکندگی (Dispersion) و شکل (Shape) توسط هیستوگرام مشخص میشود. محاسبه موقعیت در یک جامعه آماری با محاسبه میانگین حسابی و هندسی جامعه، مد (Mode) و میانه امکانپذیر می باشد و محاسبه پراکندگی آنرا آماره هایی همچون حد (Range)، انحراف درون چارکی (Interquartile Devision) واریانس و انحراف معیار بیان می کند. شکل یک هیستوگرام از پارامترهایی همچون چولگی و کشیدگی تاثیر می پذیرد.

هیستوگرامها به همراه جدول پارامترهای آماری، اولین پارامترهایی هستند که امکان پردازشهای بعدی را در اختیار کارشناسان قرار می دهند. هیستوگرام برخی از داده های خام و لگاریتمی نمونه های ژئوشیمیایی کشکوئیه در شکل 3-10 نمایش داده شده است. با مشاهده هیستوگرامها می توان نوع تابع توزیع، وجود یا عدم چولگی و میزان تقریبی آن را بدست آورد. چنانچه شکل هیستوگرام در توزیع داده های خام به یک شکل بالنسبه نرمال نزدیک باشد نمی توان انتظار آنومالیهای ارزشمند از آنرا داشت و این جامعه بیانگر تغییرات در یک زمینه نرمال خواهد بود. ضمناً با استفاده از هیستوگرامها می توان به نسبت داده های سنسورد به داده های غیر سنسورد پی برد.

در ارتباط با هیستوگرامهای خام و لگاریتمی موارد زیر قابل ذکر است:

- هیستوگرام نقره با تعداد فراوان داده زیر حد تشخیص و ویژگی دو جامعه ای (Bimodal) بطور نسبی مشخص شده است.

- هیستوگرام سربوم (Ce) نشان دهنده تعداد زیاد داده های سنسورد و بلافاصله بعد از آنها داده ها با عیار 48 گرم در تن به بالا شروع شده اند که چندان طبیعی و منطقی بنظر نمی رسد.

- در مورد هیستوگرام آرسنیک، به استثنای داده های کمتر از حد تشخیص، جامعه لگاریتمی تقریباً نرمال شده است.

- در هیستوگرام کادمیوم، سربوم، نیوبوم، روبیدیم اثر داده های کمتر از حد تشخیص بخوبی پیداست.

- ویژگی دومی در جامعه لگاریتمی هافنیوم (Hf) و گوگرد و در جامعه خام و لگاریتمی تلوریم و تا حدودی نیکل مشاهده شده است.

- جوامع خام عناصر Bi, Co, Sb, Th, Tl, Al به جامعه نرمال نزدیکترند و در مورد سایر عناصر جوامع لگاریتمی آنها این ویژگی را دارند.

هیستوگرام تمامی عناصر در پیوست 4 نشان داده شده است.



شکل 3-10

### 3-3-2-3- ترسیم باکس پلاتها

باکس پلاتها یا نمودارهای جعبه‌ای یکی از روشهای نمایش توزیع داده‌های جوامع آماری می‌باشند که با توجه به چارکهای آن و حد بین چارکی (Interquartile ranges) ترسیم شده‌اند. در این نمودارها میزان حداقل، 25%، میانگین، 75% و حداکثر به نمایش گذارده شده و نمونه‌هایی نیز براساس حد بین چارکی به عنوان نمونه‌های خارج از رده (Outlier) یا فوق‌العاده (Extreme) محسوب شده‌اند. نمونه‌های خارج از رده به نمونه‌هایی اطلاق می‌شود که فرمول زیر در آنها صادق باشد:

$$\text{Outlier} = 1.5 \sim 3 (75^{\text{th}} - 25^{\text{th}})$$

نمونه‌هایی که مقادیر عنصری آنها بالاتر از این حد باشد به عنوان نمونه‌های فوق‌العاده نامیده می‌شوند. کشیدگی دم (tail) باکس پلاتها می‌تواند معرف فراوانی نمونه‌هایی باشد که مقادیر غیر معمول نشان داده‌اند. با توجه به باکس پلاتها میتوان، میزان مناسب حد تشخیص، میزان گستردگی حد بین چارکی، وضعیت میانگین در نمودار، نحوه گسترش نمونه‌های خارج از رده و فوق‌العاده و تمایز نسبی جوامع نرمال با سایر جوامع و احتمال پیدایش مقادیر ناهنجار را مشخص کرد.

با بررسی باکس پلاتها مشخص می‌گردد که وضعیت عناصری همچون U, S, Cu, Pb, Th, Ba, Ni از لحاظ کشیدگی دنباله مثبت آنها (فراوانی داده‌های خارج از رده و داده‌های فوق‌العاده) نسبت به بقیه عناصر جالب‌تر بوده و امیدواری به یافتن ناهنجاریهای معنی‌دار در آنها در صورت عدم خطای آنالیز بیشتر از بقیه است. در ضمن بایستی توجه نمود که احتمال پتانسیل عناصری همچون نیکل و تنگستن در آن منطقه وجود ندارد، همچنین مقادیر بسیار بالای عناصری همچون Te که باکس پلات آن فاقد داده ناهنجار است قدری غیر طبیعی بنظر می‌رسد. به هر صورت بررسیهای آماری و به ویژه آمار تک متغیره، به عنوان پایه‌ای برای برداشتهای بعدی محسوب می‌شود. شکل 3-11 باکس پلات برخی از عناصر را در نمونه‌های کَشکوثیه نشان میدهد.

### 3-2-4- بررسی ضرایب همبستگی

روابط دو عنصر (متغیر) و نحوه ارتباط آنها از طریق محاسبه ضریب همبستگی قابل بررسی می‌باشد. ضریب همبستگی دارای دامنه تغییراتی بین  $-1$  و  $+1$  بوده، بطوریکه عدد  $-1$  نمایانگر همبستگی کامل و منفی (ناهمسو)، عدد صفر معرف عدم همبستگی بین دو عنصر (متغیر) و عدد  $+1$  نشانگر همبستگی مثبت (همسو) کامل و  $100\%$  بین دو متغیر می‌باشد. این محاسبات در نرم افزار SPSS و بر مبنای ضریب همبستگی Spearman انجام شده که تا حد ممکن وابستگی محاسبات را به نوع تابع توزیع کاهش می‌دهد.

#### 3-2-4-1- محاسبه ضریب همبستگی و بررسی اعتبار آنها

هنوز هم در بسیاری از محاسبات دو متغیره، ضرایب همبستگی به عنوان یکی از اصول شناخته شده بکار می‌رود و بسیاری از کارشناسان دامنه پاراژنتیک عناصر را بر اساس ضرایب همبستگی آنها می‌سنجند. چندی پیش از آن، برای اعتبار ضرایب همبستگی، حدی تعریف شده ( $\pm 0.5$ ) قرار می‌دادند. بعقیده بعضی از صاحب نظران برای یافتن ضریب همبستگی معتبر بایستی از جوامع نرمال استفاده کرده و لذا به نرمال کردن داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای گوناگون می‌پرداختند.

همزمان با پیشرفت نرم افزارهای آماری و امکان محاسبات اتوماتیک حد اعتبار (Significant Level)، دیگر مبنای اعتبار از ( $\pm 0.5$ ) تغییر کرد و بر اساس تعداد نمونه‌ای که مبنای سنجش ضرایب همبستگی بود حد اعتبار ممکن بود بسیار پایینتر یا بالاتر قرار گیرد.

بنظر می‌رسد همیشه دامنه همبستگی‌ها معرف واقعیات پاراژنتیکی عناصر نباشند دلایل این امر به شرح زیر می‌باشد:

1- عوامل سیستماتیکی در دستگاههای آنالیز وجود دارد که گاهاً باعث ایجاد همبستگی‌های کاذب شده و کارشناسان را با مشکل روبرو می‌کند. این عوامل بایستی در هنگام آنالیز نمونه‌ها کاملاً شناسایی شده و نقش آنها به حداقل رسد. در بسیاری از این موارد در صورت عدم احاطه کامل به پاراژنهای واقعی در طبیعت، ممکن است کارشناسان با مواردی گمراه کننده هم روبرو شوند.

2- در مجموعه داده‌ها (به فرض اینکه روش آنالیز تا حد امکان معتبر باشد) وجود تنها یک نمونه خارج از رده (Outlier) می‌تواند به صورت مشهودی ضریب همبستگی را تغییر دهد، در صورتیکه همبستگی واقعی شاید به مراتب کمتر و یا بیشتر از مقداری باشد که نرم افزار گزارش کرده است.

3- به تجربه ثابت شده که در مطالعات ناحیه‌ای و نیمه تفصیلی و حتی در بعضی اوقات در مطالعات تفصیلی، همبستگی‌های یک جامعه معرف دو یا چند زیر خانواده می‌باشند که در هم ادغام شده و بعضاً نتایج

همبستگی ضعیفی را نشان می‌دهند. اما اگر زیر خانواده‌ها که متأثر از عواملی همچون زمین شناسی، آلتراسیون، مینرالیزاسیون و ... می‌باشند، شناسایی شده و از هم جدا شوند، ضریب همبستگی به دست آمده اعتبار بیشتری خواهد یافت.

4- ضریب همبستگی متأثر از تعداد نمونه‌ای است که محاسبات بر مبنای آن واقع شده، در تعداد اندک نمونه، بعضاً ضرایب همبستگی معتبری بدست نخواهد آمد.

علیرغم مطالب مذکور محاسبه ضریب همبستگی در سری داده‌ها امری اجتناب ناپذیر است. محاسبه ضریب همبستگی از راههای گوناگون امکانپذیر است، که حساسیت بعضی از آنها به نرمال بودن تابع توزیع، مانع کارایی آنها در سایر توابع توزیع می‌شود. انتخاب بهینه روش محاسباتی ضریب همبستگی آن است که به نوع تابع توزیع وابستگی چندانی نداشته باشد. با توجه به مراتب بالا در محاسبه ضرایب همبستگی، از توابع ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده شده است.

ماتریکس ضریب همبستگی تمامی متغیرها در جدول 3-8 نشان داده است.

**طلا:** بیشترین ضریب همبستگی طلا با عناصری همچون  $Li, Mg, S, Rb, K, Ag, Sr, \dots$  از مقادیر حداکثر  $Au-Li (0.459)$  تا حداقل  $Au-Be (0.128)$  و همبستگی در حد اعتبار 99٪ بدست آمده است. هر چند تنها همبستگی  $Au-Li$  در حد مقادیر بیشتر از 0.5 گزارش شده است، اما همبستگی طلا با  $Sn, Co, Cu, Ag$  نیز در میان این نتایج با حداکثر اعتبار 99٪ دیده شده است. با توجه به میزان حداکثر طلا در نمونه بنظر نمی‌رسد همبستگی های مذکور ارزش اکتشافی چندانی داشته باشند.

**نقره:** همبستگی های مثبت و بیشتر از 0/5 نقره با عناصر  $Rb, U, La$  گزارش شده و پس از آن نقره با عناصر  $Cu, Te, K, Sb, Cd, Th, Be$  و بسیاری دیگر از عناصر (مجموعاً 37 عنصر) همبستگی مثبت و معنی دار (99٪ اعتبار) دارد. هر چند مقادیر نقره در نمونه‌ها در بیش از 20٪ از داده‌ها بالاتر از 1ppm گزارش شده اما بنظر نمی‌رسد مجموعه همبستگی آن هم در میان 37 عنصر بتواند راهگشا باشد.

**مس:** همبستگیهای مثبت ( $<0.5$ ) و معتبر مس با عناصر  $Y, Li, Cd, Ti, Nb, W, Mn, Zr, V, Na$  نیز بر مجموعه‌ای حکایت دارد که بخشی از عناصر کانساری، ردیاب و ارزشمند ( $U, Cd, W, Fe, Te, Mn, Sb$ ) و برخی از عناصر اصلی و سنگ ساز ( $Na, Rb, K$ ) را در میان می‌گیرد. در گروه همبستگی های مس با عناصر ارزشمند، عناصر متعلق به فوق کانسار ( $Cd, Sb$ ) و عناصر متعلق به تحت کانسار ( $W, U$ ) قرار دارند.

علاوه بر 19 عنصر ذکر شده در بالا، مس با 17 عنصر دیگر نیز همبستگی مثبت و معتبر، با مقادیر  $Cu-Al (0.487)$  تا  $Cu-Cs (0.216)$  را نشان داده است. در ضمن مس با عنصر  $Ca$  و  $Sc$  نیز همبستگی منفی نشان داده است. آنچه که بایستی به آن اشاره کرد همبستگی ضعیف مس با مولیبدن ( $Cu-Mo (0.095)$ ) است.

**بیسموت:** عنصر بیسموت با عناصر Sb, Sn, Cd, Al, Th, V, Mn, Ti, Fe همبستگی مثبت ( $>0.5$ ) و معتبر (اعتبار 99٪) دارد. میزان ضریب همبستگی در میان این عناصر از حداکثر (0.688) Bi-Fe تا حداقل (0.502) Bi-Sb محاسبه شده است. علاوه بر عناصر ذکر شده بیسموت با 27 عنصر دیگر نیز همبستگی معتبر (99٪) را نشان داده است. اگر فقط ضرایب همبستگی بالاتر از 0.5 را در نظر بگیریم، همراهی بیسموت با عناصر Sb, Sn, Cd, Mn, Fe ویژگی کانساری را نشان می دهد، اما این مجموعه نمی تواند پاراژنز خاصی را معرفی نماید. طلا با عنصر بیسموت فاقد همبستگی است.

**آنتیموان:** همبستگیهای معتبر، مثبت و بیشتر از 0.5 این عنصر با 24 عنصر گزارش شده که از میان آنها همبستگی Sb-Th با ضریب 0.847 بعنوان بیشترین و همبستگی Sb-Bi (0.502) کمترین ضریب را نشان می دهد. در این میان عناصری همچون Sn, Co, Ba, Pb, U, Fe, Te, Cu, Cd نیز قرار دارند که ویژگی کانساری این مجموعه را نشان می دهد. در بین این عناصر Pb, Ba, Cd ویژگی فوق کانساری و عناصر Sn, Cu ویژگی دو شخصیتی را نشان می دهند. طلا با آنتیموان همبستگی نشان نداده است.

**اورانیوم:** بیشترین ضریب همبستگی اورانیوم با Be و به مقدار 0.745 گزارش شده و پس از آن عناصر Ce, V, Fe, Ag, W, La, Cd, Cu, Th, Sb, Rb, Te نیز با ضرایبی بیش از 0.5 بصورت عناصر همبسته با اورانیوم معرفی شده اند. علاوه بر این عناصر، اورانیوم با 21 عنصر دیگر نیز همبستگی معتبر (در حد 99٪) نشان داده است که از میان آنها همبستگی منفی با عناصر Hf, As, Sc مشخص شده است. بایستی به این نکته اشاره نمود که همبستگی U-Th می تواند امید بخش باشد اما همبستگی منفی و بسیار ضعیف اورانیوم با مولیبدن (U-Mo) (-0.064) نیز نقطه ضعف این همبستگی ها محسوب می گردد.

در مجموع بنظر میرسد همبستگی های زیاد عناصر با یکدیگر چندان منطقی نباشد، بویژه در مورد عناصری که از لحاظ ژنتیکی شاید چندان نتوانند در یک قالب قرار گیرند. توجه به این نکته ضروری است که برخی از همبستگی های کاذب میتواند کاملاً در ارتباط با نتایج آنالیزی باشد که خطای بالایی داشته است.

علاوه بر محاسبه ضرایب همبستگی به روش اسپیرمن، که در آن فرض نرمال بودن توزیع متغیرها لحاظ نمیشود، در محاسبه ضرایب همبستگی از توابع ضریب همبستگی پیرسون که به فرض خطی بودن رابطه بین دو متغیر استوار میباشد نیز استفاده شده است که در جدول 3-9 آورده شده است.

جدول 3-8

### جدول 3-9

### 3-2-5- ترسیم نمودار پراکنش (اسکتر پلات)

یکی دیگر از راههای بررسی ارتباط تغییرات عناصر با یکدیگر (به صورت دو به دو)، رسم نمودار پراکنش (Scatter plot) میباشد. به این ترتیب که زوج هایی از مقادیر دو متغیر که دارای توزیع یکسانی هستند، تشکیل میشوند و بر روی نمودار دوبعدی بطوریکه مقادیر یک عنصر در محور X و عنصر دیگر در محور Y نسبت به یکدیگر پلات میگردند. در شکل 3-12 نمودار پراکنش برخی از عناصر آورده شده است. با استفاده از این نمودارها میتوان به دلایل همبستگی قوی برخی عناصر و همبستگی ضعیف برخی دیگر پی برد. عناصر Cd, Bi, Th با Sb ، Cd-Cu و Fe, Ti روندهای خطی مشخصی را نشان میدهند.



شکل 3-12

### 7-2-3- جدایش جوامع سنگی و اهمیت آن

رسوبات آبراهه ای معرف ترکیب لیتولوژیهای مختلف و فرایندهای کانی سازی احتمالی در فرادست خود می باشند. غالباً مولفه های سنزنتیک (تغییرات لیتولوژی) اثر مولفه های اپی ژنتیک (کانی سازی احتمالی) را ضعیف کرده و در بعضی از مواقع کاملاً محو می کند. با توجه به تفاوت مقادیر زمینه عناصر در واحدهای سنگی مختلف که ناشی از تاثیر عوامل سنزنتیک است، ارزش مقادیر مطلق یک متغیر ژئوشیمیایی بایستی با شناخت سنگهای بالادست آن تفسیر گردد. ذکر این مثال که ارزش مقدار 4.5 ppm نیکل در سنگهای گرانیتی برابر با 2000 ppm همین عنصر در سنگهای الترابازیک است میتواند نمای مناسبی از تاثیر عوامل لیتولوژیک در مقادیر مطلق متغیرها باشد.

برای حذف یا کاهش اثر لیتولوژی بر داده ها روش غیر مستقیم (استفاده از تجزیه و تحلیل چند متغیره - آنالیز فاکتوری) و روش مستقیم (شناخت تیپ های مختلف سنگی در بالادست هر نمونه و نرمالیزه کردن مقادیر مطلق به میانه هر جامعه) پیشنهاد شده است. در این پروژه از روش دوم استفاده شده است، این روش به شدت از میزان دقت نقشه زمین شناسی تاثیر میپذیرد. در ضمن به این نکته نیز بایستی توجه داشت که بعضی از عوامل کانی سازی (مثلاً رگه ها) عموماً در مقیاس نقشه های زمین شناسی 1:100,000 نمی گنجد و اطلاق این کانی سازی ها به سنگ در بر گیرنده رگه ها نیز خالی از اشکال نمی باشد.

سنگهای واقع در بالا دست نمونه ها حاوی مقادیر زمینه متفاوتی از عناصر مورد بررسی می باشند. بنابراین بنظر می رسد یکی از مهمترین عوامل ایجاد ناهمگنی در جامعه نمونه های رسوبات آبراهه ای، فاکتور تغییرات لیتولوژی در سنگهای ناحیه منشاء باشد. این ناهمگنی خود موجب انحرافات در تحلیل داده ها خواهد شد. بنابراین بایستی در مرحله اول سنگهای بالا دست نمونه ها شناخته شود و تنوع این سنگها در تأثیر بر نمونه ها نیز مطالعه گردد.

اطلاعات واحدهای سنگ شناسی از برکه 1:100,000 زمین شناسی کشکوئیه گرفته شده است. فایل تصویری این نقشه پس از تهیه، زمین مرجع شده و آبراهه ها و نمونه های طراحی شده با استفاده از امکانات نرم افزاری بر روی نقشه انطباق یافت. در این مرحله اهمیت نقشه زمین شناسی و دقت در تهیه آن اولویت خود را بروز خواهد داد.

با توجه به نقشه زمین شناسی کشکوئیه رشته کوه داوران در کناره شمال شرقی و رشته کوه های بدبخت کوه در میانه این گستره و رشته کوه های جبال آتشفشانی ارومیه - دختر در جنوب، فروافتادگیهای حوضه نوق و حوضه انار - رفسنجان از هم جدا می کند، روند همگانی این آرایش، شمال غربی - جنوب شرقی است. در

حوضه انار- رفسنجان سیماهای ریخت شناسی ویژه مناطق خشک، سطوح فرسایشی کم شیب و دشتهای آبرفتی و دشتهای کویری با ماندابهای فصلی در آن بخوبی تکامل یافته‌اند. اما در حوضه نوق سیماهای ریخت شناسی یاد شده در مقایسه با حوضه‌های مذکور از توسعه کمتری برخوردارند.

با توجه به نقشه زمین‌شناسی 53 واحد لیتولوژی از پرکامبرین تا رسوبات عهد حاضر وجود دارد. واحدهای رسوبی (عمدتاً شیل، ماسه سنگ، کنگلومرا، دولومیت و آهک) متعلق به پر کامبرین، کامبرین، دونین، تریاس، کرتاسه و پلیستوسن با روند شمال غربی- جنوب شرقی با گسلهایی در همین راستا بخشهای رخمون دار برکه را پوشانده است. گدازه‌های آذر آواری ائوسن در محدوده ورقه کشکوئیه، تنها، در بخش جنوب شرقی و میانی آن گسترش دارد. در گوشه جنوب غربی محدوده زیر پوشش ورقه کشکوئیه، مجموعه‌های آتشفشانی ائوسن را گنبدیهای تراکیتی بریده‌اند که سن آنها به گمان میو- پلیوسن است. سنگهای آذرین پالئوزوئیک و مزوزوئیک را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم کرد که عبارتند از: الف- دایکهای که پالئوزوئیک را می‌برند. ب- گدازه‌های درون سریهای پالئوزوئیک (نقشه زمین شناسی کشکوئیه، شکل 2-1)

چنانچه تمامی این واحدها در بررسی واحدهای بالادست مدنظر باشند ترکیبات مختلف این واحدها باعث تنوع بیش از حد جوامع بدست آمده خواهد شد، بهمین خاطر و با هدف کاهش تنوع واحدها، گروههای سنگی که شباهت بیشتری دارند با هم ادغام میشوند. این امر باعث کاهش تنوع واحدها و افزایش احتمال دستیابی به جوامعی با اعضای نسبتاً مناسب (حداقل 7 عضو) برای پردازش آماری می‌شود. با مطالعه دقیق جنس سنگها و ترکیب گروههای مشابه، تنوع واحدها از 53 واحد به 10 واحد لیتولوژی خلاصه گردید، که در جدول 3-10 مشخص شده است.

در شکل 3-14 (نقشه پیوست) نتیجه خلاصه سازی واحدهای مختلف لیتولوژی، با عنوان Upstream Rock Type (UPSRT) نشان داده شده است. در این تقسیم بندی عامل زمانی نقشی ندارد بدین معنی که لیتولوژیهای مشابه بدون توجه به زمان تشکیل آنها در یک گروه جمع شده‌اند.

شکل 3-13

جدول شماره 3-10: علائم اختصاری و خلاصه سازی با توجه به جنس سنگها و ترکیب گروه های مشابه

ردیف	علامت اختصاری در نقشه	واحد های لیتولوژی نقشه 1:100,000 زمین شناسی	شرح
1	CHS	$K^{m_2}$ $K^{m_2_1}$ $K^{l_2}$ $K^{l_{1-2}}$ $K^{l_2}$ $K^{m_1_1}$ $K_1$ $P^2TR^2$ $K^{l_1}$ $TR^{21}$	Limestone
2	CGS	$K^c_1$ $K^{pe^c}$ $P^c_g$ $\epsilon^c$ $N^c_g$ $Q^{1f^1}$	Conglomerate
3	TrAn	$E^v$ $E^t$	Andesite
4	QAL	$Q^{f2}$ $Q_1^{f2}$ $Q^{al}$	Alluvium
5	UIXQ	$Q^2$ $Q^3$ $Q^5$	Silt-Clay-(Ulexite)-
6	DOL	$TR_J^{vd}$ $T_R^{ld}$ $T_R^{l,d}$ $P^d$ $P^2_zTR^1$ $SD^{d,s}$ $\epsilon O^{d,s}$ $\epsilon O^{d,s}_{dz}$	Dolomite
7	Clay Q	$Q^1$ $Q^4$ $Q^6$ $Q^7$ $Q^8$ $Q^9$	Silt-Clay-Gypsum
8	MGS	$\epsilon^s_d$ $K^s_1$ $N^s_g$ $\epsilon^{s,d}$ $D^{s,d1}$ $D^{s,d2}$ $D^{s,d3}$ $D^s_c$ $TR_J$	Sandstone
9	Flysh	$K^f_2$ $K^{sh_2}$ $K^{l_2}$	Flysh
10	TECM	$O^v_s$ $P^1_z$	Tectonic mélange of sedimentary and volcanic rocks

### 1-7-2-3- رده بندی نمونه ها بر اساس تعداد واحدهای سنگ بالا دست

بر اساس تقسیم بندی ارائه شده در جدول شماره 3-11 رده بندی نمونه ها بر اساس تعداد واحد

(واحدهای) سنگ بالا دست به شرح زیر حاصل شده است.

الف: جامعه تک سنگی: 225 نمونه (در 7 تیپ مختلف)

ب: جامعه دو سنگی: 140 نمونه (در 10 تیپ مجموعه دو سنگی)

ج: جامعه سه سنگی: 75 نمونه (در 23 تیپ مجموعه سه سنگی)

د: جامعه چهار سنگی: 26 نمونه (در 13 تیپ مجموعه چهار سنگی)

ه: جوامع پنج سنگی و شش سنگی مجموعاً 13 نمونه

لازم به ذکر است که بخش عمده ای از مجموعه های دو تا شش سنگی را مجموعه هایی با تعداد اندک اعضاء (یک تا 4 نمونه) تشکیل داده اند.

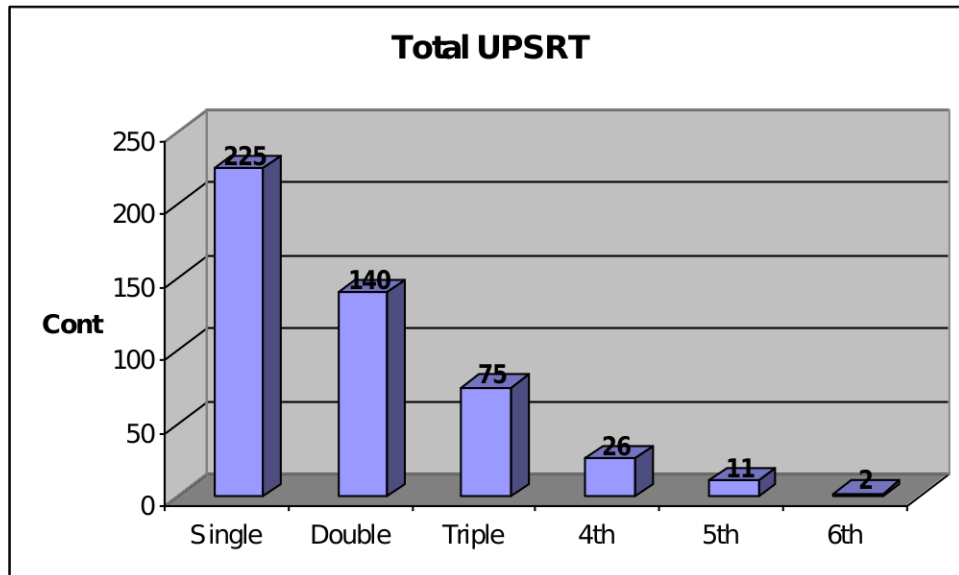
جامعه تک سنگی در بردارنده نمونه هایی است که در بالا دست خود درحوضه آبریز فقط یک نوع

سنگ بستر رخنمون دار داشته باشند. البته در این تقسیم بندی نمونه های آلوویوم نیز درون مجموعه تک

سنگی ها قرار دارند. به همین ترتیب زیر جامعه دو، سه و چهار سنگی معرف به ترتیب دو، سه و چهار و حتی

بیشتر نوع سنگ بستر رخنمون دار در فرادست محل برداشت نمونه هاست.

برای نمایش توزیع فراوانی جامعه های مختلف سنگی (از یک سنگی تا 6 سنگی) از نمودار ستونی شکل 3-14 استفاده شده است. در این هیستوگرام مقایسه تعداد سنگهای بالا دست هر جامعه به آسانی مقدور خواهد بود.



شکل 3-14: نمودار توزیع جوامع تک سنگی تا هفت سنگی در نقشه UPSRT

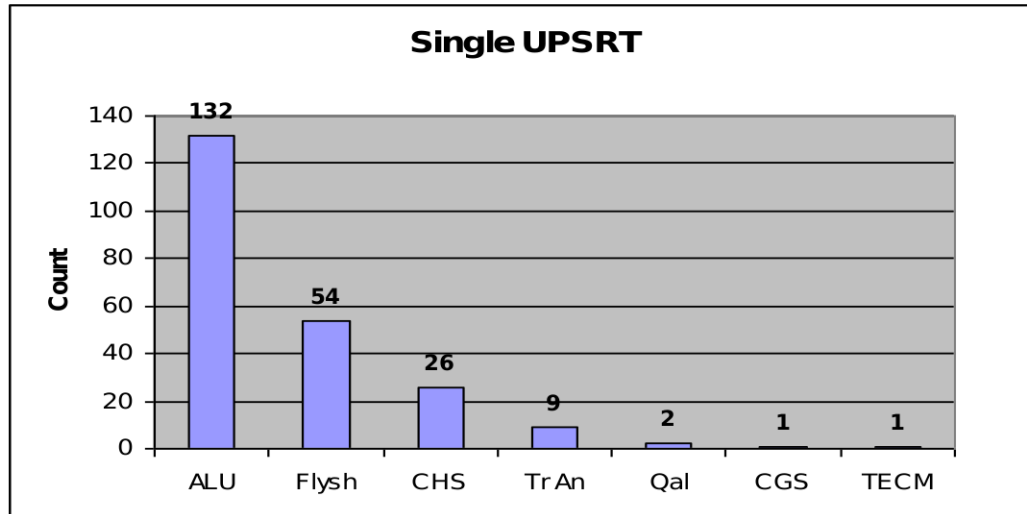
### 2-7-2-3- رده بندی نمونه‌ها بر اساس نوع سنگهای بالا دست

بر اساس نوع سنگهای بالا دست نیز به نوعی رده بندی می توان دست یافت. بدین صورت که جامعه تک سنگی خود به چندین زیر جامعه از انواع مختلف سنگها تقسیم شده و به همین ترتیب جامعه دو سنگی نیز می تواند ترکیبات مختلفی از زیر جامعه های دو سنگی ها را در برداشته باشد. هدف از این رده بندی شناخت زیر جامعه هایی با حداقل 7 عضو برای محاسبات ضریب غنی شدگی (Ei) است. پس از این محاسبات، انتظار بر آن است که اثر لیتولوژی به حداقل برسد، زیر مجموعه های کمتر از 7 عضو برای محاسبات و شناخت گروههای نسبتاً مشابه به فایل جداگانه ای منتقل شده و بر اساس آنالیز خوشه ای (Cluster Analysis) با متد Q-mode گروه بندی در آنها انجام خواهد گرفت.

### - زیر جوامع تک سنگی

در محدوده برکه 1:100,000 کشکوئیه، از مجموع 479 نمونه رسوب آبراهه ای و آلوویوم تعداد 225 نمونه آنرا نمونه هائی تشکیل می دهد که در بالا دست آنها فقط یک نوع سنگ بستر رخنمون دارد. در بین این تیپ سنگهای بالا دست، نمونه های آلوویوم (ALU) و فلیشها (Flysh) از نظر فراوانی به ترتیب مقام اول و دوم را دارا می باشند و بعد از آنها مجموعه های TrAn و CHS قرار دارند. البته گروههایی نیز که تعداد

آنها کمتر از 7 نمونه بوده است، بطور جداگانه در بخش آنالیز کلاستر مورد بررسی قرار گرفته اند. برای بقیه جوامع، پارامترهای آماری آنها محاسبه شده تا از آن طریق بتوان مقادیر هر عنصر در آن جامعه را به مقدار میانگین همان جامعه تقسیم کرد. حاصل این تقسیم، ضریب غنی شدگی (Enrichment Index) عنصر مربوطه خواهد بود. شکل 3-15 نمودار ستونی زیر جوامع تک سنگی را نشان می دهد.

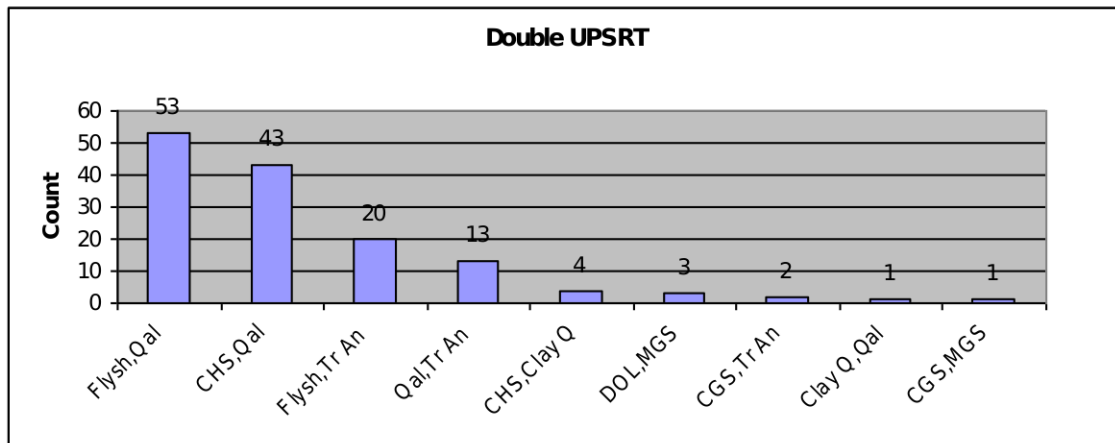


شکل 3-15: نمودار انواع زیر جوامع تک سنگی

#### - زیر جوامع دو سنگی

در جامعه نمونه‌هایی که از دو تیپ سنگ بالا دست سرچشمه می‌گیرند، 140 نمونه قرار دارد. تعداد 4 تیپ از این مجموعه در بر گیرنده جوامعی است که تعداد نمونه‌های آنها 7 یا بیشتر از آن است. قابل ذکر است تمام جوامع کمتر از 7 عضو در مجموعه آنالیز کلاستر وارد شده اند. بطور کلی گروه‌های دو سنگی به ترتیب فراوانی اعضاء عبارتند از:

53) Flysh, Qal، 43) CHS, Qal، 20) Flysh, TrAn (13) Qal, TrAn . 5 گروه دیگر که تعداد اعضا آنها کمتر از 7 بوده است. (شکل 3-16). مجموعاً 11 نمونه از زیر جوامع دو سنگی حاوی شرط 7 عضو در یک گروه نبوده لذا به مجموعه داده های کلاستری وارد شدند.

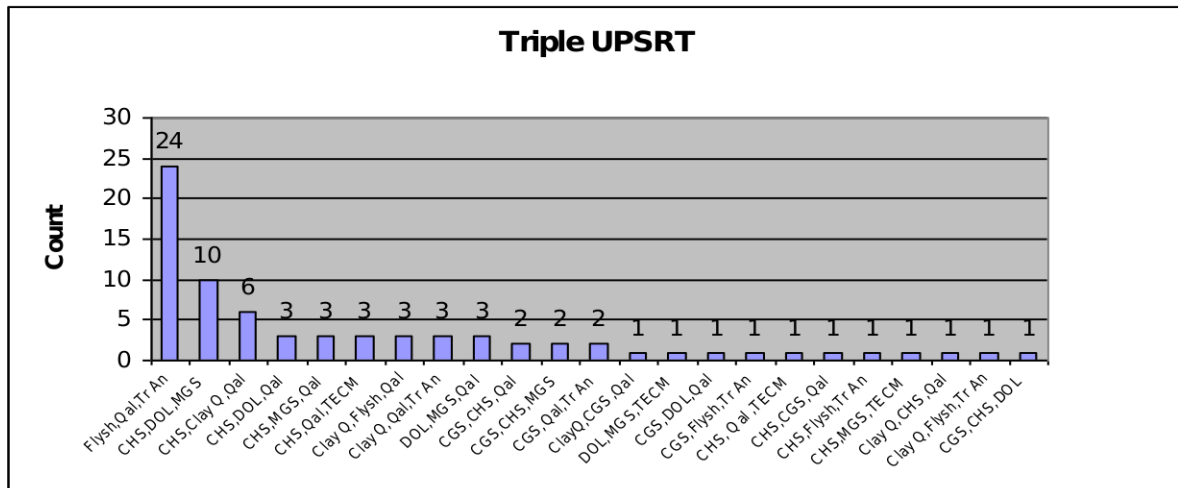


شکل 3-16: نمودار انواع زیر جوامع دو سنگی

- زیر جوامع سه سنگی

در جامعه نمونه‌هایی که از سه تیپ سنگ بالا دست سرچشمه گرفته‌اند 75 نمونه وجود دارد که 2 زیر جامعه از آنها بعنوان گروه‌های مستقل (با داشتن حداقل 7 عضو) محسوب شده‌اند (شکل 3-17) و تعداد 41 نمونه به مجموعه داده‌های کلاستری وارد شدند. زیر جوامع مستقل سه سنگی به ترتیب فراوانی اعضا، عبارتند از:

Flysh,Qal,Tr An (24) CHS,DOL,MGS (10)

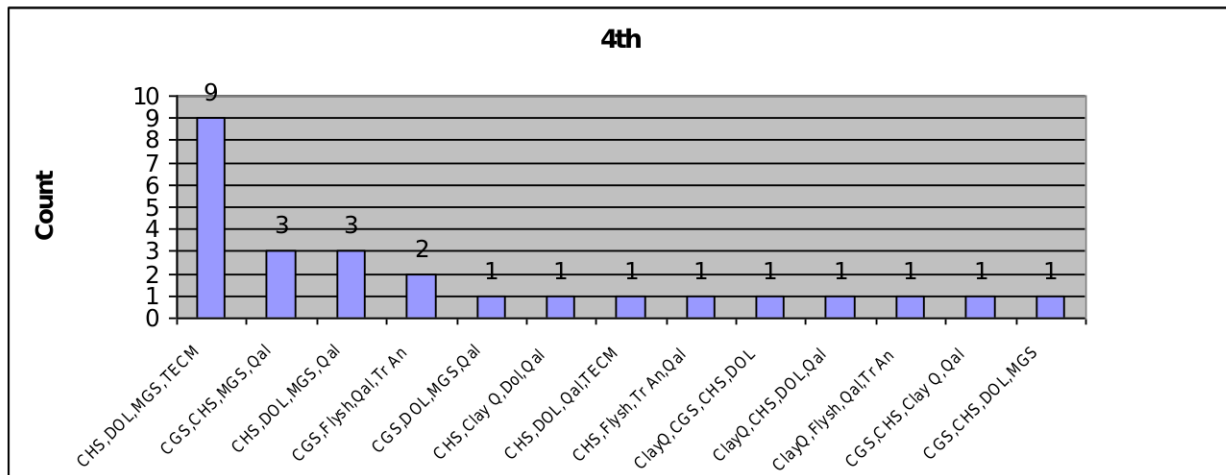


شکل 3-17: نمودار زیر جوامع سه سنگی



### - زیر جوامع چهار سنگی

در جامعه نمونه‌هایی که از چهار تیپ سنگ بالا دست سرچشمه گرفته‌اند 26 نمونه وجود دارد که از میان آنها تنها 9 نمونه در یک جامعه مستقل (با داشتن حداقل 7 عضو) قرار گرفته است. (CHS,DOL,MGS,TECM) (شکل 3-18). 17 نمونه باقیمانده به جامعه نمونه‌های کلاستر ملحق شده‌اند.



شکل 3-18: نمودار انواع خانواده‌های جوامع چهار سنگی

داده‌های جوامع پنج سنگی و شش سنگی با توجه به اینکه زیر جوامع مختلف سنگی آنها کمتر از 7 نمونه بوده همگی در مبحث آنالیز کلاستر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

### - پردازش زیر جوامع کمتر از 7 نمونه با استفاده از روش آنالیز کلاستر

بطور کلی آنالیز کلاستر یکی از متدهای چند متغیره است که هدف اولیه آن تفسیر ساختار ماتریس واریانس - کوواریانس مجموعه‌ای از داده‌های چند متغیره می‌باشد. آنالیز کلاستر با برقراری ارتباط بین مجموعه‌ای از متغیرهای به ظاهر بی ارتباط، در شناخت یک مدل فرضی فیما بین آنها اقدام کرده و به کاهش ابعاد متغیرها می‌پردازد. دو نوع تجزیه و تحلیل در این رابطه وجود دارد:

### الف) تجزیه و تحلیل نوع R-Mode :

در این مقایسه روابط و تعیین بستگی‌های بین پارامتری متغیرها (غلظت عناصر) مدنظر است بنابراین با استفاده از این روش عناصر اصلی موجود در یک مجموعه ژئوشیمیایی شناخته می‌شوند.

## ب) تجزیه و تحلیل نوع Q-Mode :

هدف از این بررسی تعیین و ارزیابی همبستگی‌های موجود بین نمونه‌های مختلف بر حسب تغییر متغیرهایی نظیر آنالیز و ترکیب شیمیایی سنگهاست، در این روش نمونه‌های مشابه در گروه‌های مختلف قرار می‌گیرند. مجموعه تمامی نمونه‌هایی که تعداد آنها در جوامع مختلف سنگ بالا دست کمتر از 7 عدد بوده در این نوع تجزیه و تحلیل وارد شده و در نهایت 5 گروه مشابه از مجموعه 89 نمونه بدست آمد. در گروه اول کلاستر، 17 نمونه، در گروه دوم 19 نمونه، در گروه سوم 21 نمونه، در گروه چهارم 17 نمونه و در گروه پنجم 12 نمونه قرار گرفته اند.

محاسبات آماری و تعیین ضریب غنی شدگی این جامعه نیز همانند زیر جوامع تک سنگی، دو سنگی و سه سنگی بر روی این شش گروه کلاستری نیز به انجام رسیده و در نهایت تمامی ضرایب غنی شدگی جوامع مختلف (اعم از تک سنگی، دو سنگی، سه سنگی، چهار سنگی و گروههای کلاستری) مجدداً در یک فایل قرار گرفته است. این فایل بعنوان فایل نهایی محاسبات Ei در جوامعی که اثر سنگ در آنها به حداقل رسیده شناخته شده و بعنوان فایل Ei حاصل از UPSRT نامگذاری میشود.

## 8-2-3- تعیین حساسیت مقدار زمینه نسبت به نوع سنگها(بررسی مقادیر کلارک)

بررسی مقدار کلارک عناصر در سنگها، میزان مقایسه بین تمرکز عناصر مختلف در سنگهای گوناگون است. تعمیم این داده‌ها به رسوبات آبراهه‌ای نمیتواند مبنای منطقی داشته باشد و شاید تا حدودی رسوباتی که از یک واحد سنگی نشأت گرفته اند را بتوان به آن واحد سنگی نسبت داد و مقایسه‌ای بین مقادیر عناصر در رسوب آبراهه‌ای و مقادیر عناصر در آن سنگ بعمل آورد. در این مقایسه دقت نقشه زمین شناسی، نوع و سن واحد لیتولوژی بالادست، تاثیر فرایندهای ثانویه در آن واحد و اطمینان از اینکه واحد مذکور تماماً از لیتولوژی یکسانی برخوردار بوده و فرایندهای آلتراسیون و کانی سازی در آن تاثیر نکرده است نیز از اهمیت بالایی برخوردار است.

برای جوامع دو سنگی و بالاتر عملاً میزان مقایسه‌ای در دست نیست، زیرا نمیتوان در صد شرکت هر کدام از این جوامع در رسوب آبراهه‌ای و عواملی که در بالا به آن اشاره شد را محاسبه کرد. توجه به میانگین عناصر در سنگهای پوسته و اختلاف فاحش بعضی از آنها در سنگهای گوناگون خود میتواند مبنایی برای توجیه خنثی شدن اثر سنگ بالادست باشد که در مبحث شاخص غنی شدگی به آن پرداخته شده است.

سنگهای رخنمون دار برکه 1:100,000 کشکوئیه بر اساس جدول 3-10 تعریف شده است. از آن میان و با توجه به مقادیر محاسبه شده میانگین عناصر در سنگهای مختلف پوسته زمین (کلارک) سه واحد لیتولوژی آهک، شیل و گرانیت انتخاب شده است. با هدف بررسی حساسیت رخنمون این سنگها در منطقه، میزان کلارک آنها در جدول 3-11 آورده شده است، ردیف آخرین جدول نسبت مقدار حداکثر به حداقل مقادیر کلارک را نشان میدهد. از این نقطه نظر، بعضی از عناصر نسبت به سنگ بستر رخنمون دار در حوضه آبریز حساسیت نشان میدهند. از آنجمله میتوان به عناصر زیر اشاره کرد:

نیکل با مقدار متوسط 0.5 ppm در سنگهای گرانیتی و مقدار متوسط 70 ppm در شیل و اختلاف 140 بیشترین حساسیت را نسبت به سنگ بالادست نشان میدهد. در مورد باریم نیز میزان اختلاف حداکثر به حداقل به 85 رسیده و عناصر نقره، کروم و کبالت نیز اختلافی در حد 20 یا بیشتر را نشان داده اند. جدول 3-11: فراوانی عناصر در سنگهای مختلف به همراه مقادیر حداکثر و حداقل کلارک آنها

Element	Ag	As	Au	B	Ba	Be	Bi	Co	Cr	Cu	Hg	
Rocks	Gr	0.04	1.5	4	15	600	5	0.1	1	4	10	0.08
	SH	0.05	15	4	100	7	3	0.18	20	100	50	0.5
	LM	1	2.5	5	10	100	1	-	4	10	15	0.05
Max/Min	25	10	1.25	10	85	5	1.8	20	25	5	10	

Element	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ti	W	Zn	
Rocks	Gr	500	2	0.5	20	0.2	0.05	3	285	2300	2	40
	SH	850	3	70	20	1	0.6	4	300	4600	2	100
	LM	1100	1	12	8	-	0.08	4	500	400	0.5	25
Max/Min	2.2	3	140	2.5	5	12	1.3	1.7	11.5	4	4	

All Value in ppm, Au in ppb

From: Levinson, A.A 1974 Introduction to Exploration Geochemistry

Gr=Granite

SH=Shale

LM=Limestone

این تغییرات ناشی از لیتولوژی منطقه بوده و ارتباطی با پدیده کانی سازی ندارد، اثرات این تغییرات نیز بایستی به گونه ای خنثی شوند که در مبحث مربوط به شاخص غنی شدگی به آن پرداخته شده است.

### 9-2-3- تحلیل ناهمگنی ها

ناهمگنی میتواند عامل سنژنتیک و یا اپی ژنتیک داشته باشد، در بعضی از موارد ناهمگنی های سنژنتیک باعث پنهان ماندن اثرات ناهمگنی های اپی ژنتیک شده و عملاً ناهنجاریهایی را بروز میدهند که ارتباطی با کانی سازی ندارند. برای پرهیز از این امر نمونه ها بر اساس سنگ بستر رخنمون دار در محدوده حوضه آبریز

بالادست هر نمونه جداسازی شده اند. بعد از جداسازی نمونه ها بر اساس واحدهای لیتولوژی نتایج حاصله از هر جامعه (در این پروژه از مقدار میانه استفاده شده است) با سایر جوامع و جامعه کل مقایسه میشود. هدف از این مقایسه، بررسی اختلافات میانگین در هر واحد سنگی است، این محاسبات همانگونه که در سر فصل 3-2-8 (تعیین حساسیت مقدار زمینه نسبت به نوع سنگها) اشاره شده تنها در مورد جوامع تک سنگی بررسی میگردد.

مقایسه این جوامع بر اساس نتایج نمودار ستونی شکلهای 3-19 و 3-20 نشان میدهد که در عناصری همچون طلا، نقره، مس، سرب، بیسموت و تا حدودی آهن هر چند اختلافاتی در میان جوامع مختلف (منظور جوامعی است که تعداد اعضاء آنها حداقل 7 بوده است) دیده شده است، اما این اختلافات چندان اهمیتی ندارد بطور مثال اختلاف بین 1/3 تا 1/5 میلی گرم در تن برای طلا چندان مهم نیست، در مورد اختلافات عناصر نقره، مس، سرب و روی نیز این امر مصداق دارد. اما در مورد عناصر گوگرد، تلوریم، آرسنیک، توریوم و اورانیوم این اختلافات معنی دار و با اهمیت جلوه می کند. گوگرد در جامعه تک سنگی ALU با میانگین 0/63 درصد به نحو بارزی از بقیه جوامع بالاتر است. در مورد توریوم نیز میانگین جامعه سه سنگی CHS,DOL,MGS بطور تقریباً مشخصی از بقیه بالاتر است. بررسی میزان میانگین در عنصر تلوریم نیز مؤید آن است که میانگین آن در فیلیشها و جامعه دو سنگی Flysh-Qal بالاتر از بقیه است.

در مورد اورانیم همانگونه که از متن شکل هم پیداست میزان کلی میانگینها در حدود 20ppm و به بالاست و در این میان، جامعه سه سنگی CHS,DOL,MGS با میانگین 49.3ppm و جامعه تک سنگی فیلیش با میانگین 50.2 گرم در تن از بقیه شاخص تر است. این امر در مورد بیسموت نیز تا حدود زیادی صادق است. در حالیکه معمولاً مقادیر بیش از 1ppm بیسموت در رسوبات آبراهه های ارزشمند تلقی می شود، میانگین تمام جوامع مورد بررسی از حداقل 6.5 تا حداکثر 14 درنوسان است که این امر تا حدودی دور از انتظار است.

شکل 3-19

شکل 3-20

### 10-2-3- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف بر اساس سنگ بستر بالادست

برای تعیین سیمای ژئوشیمیایی جوامع بر اساس سنگ بالادست آنها به صورت زیر عمل شده است:

الف: محاسبه مقدار میانگین هر عنصر در هر تیپ مختلف از گروههای تک سنگی شامل TrAn, Flysh, CHS, ALU.

ب: ردیف بندی عناصر در یک سری متوالی (کاهنده Descending) بر اساس کاهش مقدار فراوانی آنها (بر اساس فایل اولیه داده‌های خام قبل از گروه بندی سنگ بالا دست).

ج: مقایسه مکان قرارگیری هر عنصر در یک تیپ مختلف نسبت به مکان قرارگیری همان عنصر در سری کلی. جدول شماره 3-12 نتایج بررسیهای فوق را برای کل جامعه نمونه‌های برداشت شده نشان می‌دهد. در این جدول برای چهار تیپ تک سنگی شامل TrAn, Flysh, CHS, ALU این مقایسه صورت گرفته است.

بطوریکه مشخص است سلولهای با رنگ زرد نشان دهنده کاهش مکان قرارگیری و سلولهای با رنگ آبی آسمانی نشان دهنده افزایش مکان قرارگیری عناصر نسبت به سری کلی است، افزایش نسبی عناصر سرب، روی، مس و آرسنیک در واحدهای کربناته (CHS) و آندزیتها (TrAn) مشخص شده است. بایستی توجه نمود که افزایش قابل توجه عنصر Te در واحد Flysh بایستی مد نظر قرار گیرد.

### 11-2-3- شاخص غنی شدگی Enrichment Index

در فصول قبل اشاره شد که یکی از راههایی که میتواند اثرات سنزنتیک را به حداقل برساند نوعی نرمال سازی نسبت به داده های متعلق به یک گروه است که از سنگ (سنگ های) مشخصی تأثیر گرفته اند. این محاسبات در گروه های مختلفی انجام شد. در این مبحث اساس این نوع نرمال سازی که بنام شاخص غنی شدگی است بررسی میشود.

شاخص غنی شدگی یک عنصر از تقسیم مقدار غلظت آن عنصر به غلظت میانگین یا میانه همان عنصر در جامعه ای که نمونه مربوطه متعلق به آن است بدست می آید. با این ویژگی دو پارامتر مقدار غلظت عنصری و فراوانی همان عنصر در جامعه مورد نظر می‌تواند در میزان شاخص غنی شدگی اثر گذارند. بنابراین اگر فراوانی نقطه‌ای و منطقه‌ای یک عنصر هر دو با شیب ثابتی افزایش و یا کاهش یابند، آنچه که ثابت باقی خواهد ماند، شاخص غنی شدگی است زیرا صورت و مخرج کسر به یک نسبت افزایش و یا کاهش می‌یابند.

با توجه به این مسئله شاخص غنی شدگی تا حدود زیادی از وابستگی به فاکتورهای لیتولوژی و یا مؤلفه سن ژنتیک فراوانی یک عنصر رها شده و مستقل عمل می کند، بطور مثال فراوانی مقدار Ni در دو رسوب آبراهه‌ای که اولی از یک واحد هارزبورژیت منشاء گرفته و دومی متأثر از سنگهای کربناتی است مسلماً فرق خواهد کرد و در رسوب اول به مراتب بالاتر خواهد بود. اما اینکه اختلاف این دو تا چه اندازه ناشی از فرآیندهای ثانوی است و تا چه مقدار به فاکتورهای لیتولوژی و مؤلفه سن ژنتیک بستگی دارد مسئله‌ای است که بایستی از مسیر شاخص غنی شدگی به جواب آن دست یافت. مقادیر نرمالایز شده نسبت به میانگین یا میانه جامعه مربوطه در این دو نمونه با یکدیگر مقایسه شده و آنگاه به اهمیت اختلاف در دو جامعه پرداخته می شود.

در حالت اول (تأثیر فاکتور لیتولوژی و مؤلفه سن ژنتیک) بعد از محاسبه شاخص غنی شدگی نتایج دو نمونه از دو واحد تقریباً یکسان و یا نزدیک به هم خواهد شد که بی اهمیت خواهد بود اما اگر بعد از عمل نرمالایز کردن اختلاف معنی داری مشاهده شد، این امر می تواند ناشی از تأثیر مؤلفه‌های اپی ژنتیک و فرآیندهای ثانویه باشد که معنی دار بوده و بایستی در جستجوی عامل ایجاد کننده آن بود.

برای محاسبه شاخص غنی شدگی از فرمول  $EI = \frac{C_i}{(C_{med})_i}$  استفاده شده است. در این رابطه، EI برابر با شاخص غنی شدگی،  $C_i$  مقدار فراوانی عنصر  $i$  در یک نمونه معین و  $(C_{med})_i$  مقدار زمینه همان عنصر (مقدار میانگین) در جامعه مربوطه است. در بعضی از موارد با توجه به عدم تأثیر پذیری مقدار میانه از داده‌های حدی، از این مقدار استفاده می شود.

### 11-2-3- محاسبه پارامترهای آماری و رسم هیستوگرامهای شاخصهای غنی شدگی

برای شروع به داده پردازی شاخصهای غنی شدگی، اطلاع اولیه از جامعه آماری آنها امری الزامی است. لذا با استفاده از نرم افزار SPSS، جداول پارامترهای آماری داده‌های  $E_i$  و داده‌های لگاریتمی آنها تنظیم شده است (جداول شماره 3-13 و 3-14). در این جداول پارامترهای مهم آماری لحاظ شده است که جهت اطلاع کلام از ذکر خصوصیات آنها خودداری می شود.

با توجه به دو پارامتر مشخصه یک جامعه نرمال یعنی چولگی و کشیدگی و شکل هیستوگرام، مشخص گردید که برخی از جوامع داده‌های  $E_i$  از یک جامعه نرمال دور بوده و نمیتوان از آنها برای پردازش های چند متغیره و ترسیم نقشه‌ها استفاده کرد. اما همین پارامترها در جامعه لگاریتمی به ترتیب تا حدودی به اعداد 0 و 3 نزدیکتر شده‌اند. جوامع خام عناصر Cd, Bi, Co, Sb, Th, Tl به جامعه نرمال نزدیکتر هستند. این مقایسه می رساند که تابع اولیه جامعه شاخص غنی شدگی یک تابع تقریباً لاگ نرمال بوده که جامعه لگاریتمی آن به یک جامعه بالنسبه نرمال نزدیکتر شده است.



هیستوگرام‌های شاخص غنی شدگی برخی از عناصر در شکل 3-21 ارائه شده است. باقی هیستوگرامها در پیوست 5 آورده شده است.

جدول 3-13

جدول 3-14

شکل 3-21

### 12-2-3- پردازش آماری چند متغیره

روشهای آماری چند متغیره زمانی در علوم به عنوان یک راه حل مطرح شدند که جنبه تأثیر متغیرهای گوناگون بر یکدیگر فضایی گسترده‌تر از یک فضای سه بعدی را طلب می‌کرد. در این راه ابتدا روشهای آنالیزهای تک متغیره و دو متغیره گسترش داده شد و در تکنیکهای آمار چند متغیره، تجزیه و تحلیل‌های چندگانه را با استفاده از تکنیکهای تک متغیره به سرانجام رساندند. در مقابل روشهای چند متغیره دیگری وجود دارند که با موضوعات چند متغیره سروکار دارند نظیر تجزیه عاملی (Factor Analysis) که از میان یک سری از متغیرها، متغیرهای کنترل کننده اصلی را شناسایی می‌کند.

هر گروه معینی از عناصر نسبت به یک سری از شرایط محیطی و شرایط سن ژنتیکی کم و بیش به طور مشابه واکنش نشان می‌دهد. بررسی و پی بردن به این ارتباطات و بستگی‌های ژنتیکی عملاً محاسباتی را طلب می‌کند که بتواند در یک زمان، چندین متغیر تأثیر گذار را شناسایی و مجموعه‌ای از آنها را به عنوان گروهها و یا فاکتورهای (عاملها) تعیین کننده متمایز کرد.

بطور کلی دو مزیت عمده در بررسیهای آماری چند متغیره وجود دارد، نخست آنکه هاله‌های مرکب حاصل از روشهای چند متغیره نسبت به سیمای ساختمانی، زمین شناسی و ماهیت ژنتیکی نهشته‌های کانساری رابطه نزدیکتری را نشان می‌دهند و در نتیجه ارتباط بین عناصر بهتر مشخص می‌شود، در صورتیکه نتایج حاصله با مسائل و واقعیات زمین شناسی انطباق منطقی نشان ندهند، بایستی در تفسیر آنها با احتیاط بیشتری برخورد نمود. دوم آنکه به وسیله هاله‌های مرکب می‌توان خطاهای تصادفی، تعداد متغیرها و نقشه‌ها را به حداقل رساند و به نتایج کارآمدتری دست یافت.

#### 1-12-2-3- آنالیز فاکتوری (تجزیه عاملی Factor Analysis)

آنالیز فاکتوری یکی از روشهای چند متغیره است که هدف اولیه آن تفسیر ساختار ماتریس واریانس - کوواریانس مجموعه‌ای از داده‌های چند متغیره است. این روش رابطه‌ای را در میان متغیرهای به ظاهر بی ارتباط بایکدیگر برقرار کرده و در پی تحقق اهداف زیر خواهد بود:

**الف:** تعیین و شناخت متغیرهای کنترل کننده اصلی در میان یک سری از داده‌های ژئوشیمیایی و یا به عبارت دیگر، یافتن کمترین تعداد از متغیرهایی که بیشترین تغییرات مشاهده شده را در میان سری داده‌ها نشان بدهند.

**ب:** تعیین سهم نسبی هر یک از متغیرها در به وجود آمدن تغییرات توزیع عناصر.

آنچه که لازمه ورود داده‌ها به محیط چند متغیره است، مبنای نرمال بودن آنهاست. در بسیاری از موارد تأکید شده که داده‌ها قبل از ورود به محیط پردازش چند متغیره دقیقاً مورد بررسی قرار گرفته، داده‌های خارج از رده (Outlier) و فوق العاده (Extreme) آنها شناسایی شوند، چگونگی حذف و یا کاهش اثر آنها در یک تابع

توزیع بررسی شده و در نهایت داده هایی به محیط چند متغیره وارد شوند که حتی المقدور نرمال باشند. بنابراین در بررسیهای آماری تک متغیره (جداول پارامترهای آماری - هیستوگرامها و باکس پلاتها) و بررسیهای دو متغیره (ضرایب همبستگی) این شناساییها صورت گرفته و پس از حذف و یا کاهش اثرات لیتولوژیکی با اعمال ضرایب غنی شدگی و لگاریتم گرفتن از آنها برخی از عناصر در جامعه لگاریتمی ضرایب غنی شدگی با توجه به خصلت های مشخصه درجداول پارامترهای آماری و هیستوگرامها، مناسب تشخیص داده شدند. انتخاب نهایی در توابع توزیع  $E_i$  و  $\ln(E_i)$  با در نظر گرفتن موارد فوق الذکر صورت گرفته است.

پس از قرار گرفتن دادهها در محیط آنالیز فاکتوری راههای کنترلی برای تأیید روش وجود دارد که بایستی مد نظر داده پرداز باشد، از آنجمله آزمون مربع کای (خی) که در قالب جدول KMO بیان شده و با استناد به آن سطح اعتماد به نحوه آنالیز فاکتوری مورد بررسی قرار می گیرد، از سایر روشهای کنترلی در نظر گرفتن مبنای انتخاب آنها در پروسه Extraction است که به گونه ای درصد مشارکت (Communalities) تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA) را بیان می کند. درضمن مجموعه واریانس که در قالب آنالیز فاکتوری پوشش داده شده نیز نبایستی از نظر کارشناسان دور بماند و نسبت این واریانس ها به فاکتورهای اول و دوم و سوم و ... نیز بایستی مد نظر قرار گیرد.

تعیین تعداد فاکتورها با توجه به معیارهایی از جمله  $Eigen\ value > 1$  و یا تکیه بر نمودار صخره ای Scree plot و یا نظریات کارشناسی تعیین می گردد. تجربه پردازشگر و احاطه آن به مجموعه ای از توانمندیهای نرم افزارها و ویژگیهای زمین شناسی و خصوصیات همبستگیها و یا عدم همبستگی عناصر در این زمینه ضروری است.

نحوه تفسیر فاکتورها و دلایل مستند در مورد اطلاق هر کدام از آنها به پدیده هایی از جمله پارامترهای زمین شناسی، سنگ شناسی و یا کانی سازی و رد یا قبول هر کدام از آنها نیز بایستی مد نظر باشد و در نهایت در مرحله کنترل آنومالی، تأیید یا رد آنومالیهای حاصل از کار داده پردازش چندمتغیره مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

## 2-12-3- آنالیز فاکتوری داده های ژئوشیمیایی برگه کشکویه

بعد از بررسی فایل های داده های خام، داده های لگاریتمی، ضرایب  $E_i$  و لگاریتم ضرایب  $E_i$ ، داده های جوامع  $E_i$  عناصر Cd, Bi, Co, Sb, Th, Tl, انتخاب و در مورد سایر جوامع از جوامع لگاریتمی ضرایب  $E_i$  برای ورود به محیط SPSS و پردازش آنالیز فاکتوری استفاده شد. جدول (3-15) کلیه مشخصات و مراحل آنالیز فاکتوری را نشان می دهد.

ضریب KMO برابر با 0.816 می باشد که این مقدار در حد بسیار مناسب می باشد. نتایج حاصل از جدول اشتراک بیانگر این مطلب است که همه عناصر ضریب اشتراک  $>0.5$  و در حد قابل قبول دارند. بیشترین ضریب اشتراک مربوط به عنصر Fe (0.971) و کمترین مقدار مربوط به عنصر Cs(0.43) می باشد. این مجموعه عناصر توانسته اند 83.3% واریانس کلی جامعه را پوشانند، که در جدول (Total variance explained) مشخص گردیده است. مجموعه درصد ضرایب ویژه (Eigen Values) تمامی متغیرها بر اساس PCA در حالت اولیه 100% می باشد ولی پس از محاسبات Loading و سپس در حالت Rotation با تابع (Varimax) تعداد 11 فاکتور منظور شده که مجموعاً 83/3 % کل جامعه را پوشش می دهند.

ذیلاً به بررسی برخی از فاکتورهای محاسبه شده در جدول Rotated component matrix می پردازیم:  
- فاکتور اول با مجموعه Cu,Th,W,Sb,Co,Fe,Be,V,Ti,Zn,Cd,Bi,Mn,La,Ce,Pb,P,Nb,Sn,Al,Zr,Rb,U,Cr, K و (Ag,Te,Yb,Y)

این فاکتور بیشترین واریانس کلی منطقه (21%/3) را در بردارد و مسلماً بیانگر تاثیرات لیتولوژی است. عناصر کانساری ذکر شده در این فاکتور همچون Pb,Cd,Zn,Sb,Cu و... با توجه به همبستگیهای بالا در این فاکتور قرار گرفته اند و مسلماً در صورتی که حتی اگر خطای آنالیز بالا نباشد قرار گیری آنها نمی تواند مؤید کانی سازی باشد.

- فاکتور دوم با مجموعه Y,Ni,Sc (-U,-Rb,-Ce,-La,-Cd,Mn,Zn,Cr,Ca,Mg) این فاکتور با پوشش واریانسی 14%/7 متاثر از مجموعه ای از سنگهای کربناته می باشد، هر چند همراهی Cr,Ni بیشتر مؤید سنگهای بازیگ است که در منطقه وجود ندارند.

- فاکتور سوم با مجموعه Na, S, Mg, Li (-Ba, -Sc, K) این فاکتور مسلماً تأثیر لیتولوژی دارد و قرار گرفتن باریم در قطب مخالف می تواند دلیلی بر عدم وابستگی باریت به اثرات لیتولوژی باشد، این فاکتور حدود 9% از واریانس کلی منطقه را پوشش داده است.

- فاکتور چهارم با مجموعه Yb (-K, U, -Nb, -Pb) این فاکتور با پوشش واریانسی 8/6% توجه مناسبی در بر ندارد.

- فاکتور پنجم با عناصر As, Hf (-Te) این فاکتور با پوشش واریانسی 6/1% در ردیف پنجم قرار گرفته و نمی توان توضیح منطقی درباره آن ارائه داد.

- فاکتور ششم با مجموعه عناصر Ca (-Zr, -Na) این فاکتور می تواند تا حدودی معرف سنگهای کربناته منطقه باشد که برونزدهای وسیعی از آنها در منطقه مشاهده شده است. پوشش واریانسی این فاکتور برابر با 5/9% است.

- فاکتور هفتم با عناصر Se, Sr

پوشش واریانسی این فاکتور در حد 4/9٪ است ولی در مورد آن نمی توان توجیه مناسبی ارائه داد.  
- فاکتور هشتم با عناصر Mo (-Au, -Cs) فاکتور نهم با عنصر نقره، فاکتور دهم با عنصر Tl و فاکتور یازدهم بدون عناصری که مقادیر فاکتوری بیشتر از 0.4 را داشته باشند در جدول مشخص شده اند. این فاکتورها به ترتیب با پوشش واریانسی بین 3/4 تا 2/9 تقریباً فاقد ارزش می باشند.

### 2-12-3- تجزیه و تحلیل خوشه ای

هنگامی که n نمونه را برای P متغیر مختلف مورد اندازه گیری قرار می دهیم، می توانیم برحسب میزان شباهتی که بین مقادیر این زوجها وجود دارد، نمونه ها و یا متغیرها را دسته بندی کنیم. این عمل هم می تواند منجر به گروه بندیهای واقعی و غیر قابل انتظار شود که بررسی روابط جدید را به دنبال دارد و هم موجب کاهش داده ها و در نتیجه سهولت بررسی آنها می گردد.

بنابر این به دو گونه آنالیز خوشه ای صورت می گیرد. نوع R که متغیرها (در این بررسی عناصر) را دسته بندی میکند و نوع Q که به گروه بندی نمونه ها می پردازد. در این بخش با استفاده از محاسبه ضرایب همبستگی به عنوان عامل اندازه گیری شباهت زوجها، تجزیه و تحلیل خوشه ای همراه با رسم نمودار شاخه درختی (Dendogram) صورت گرفت.

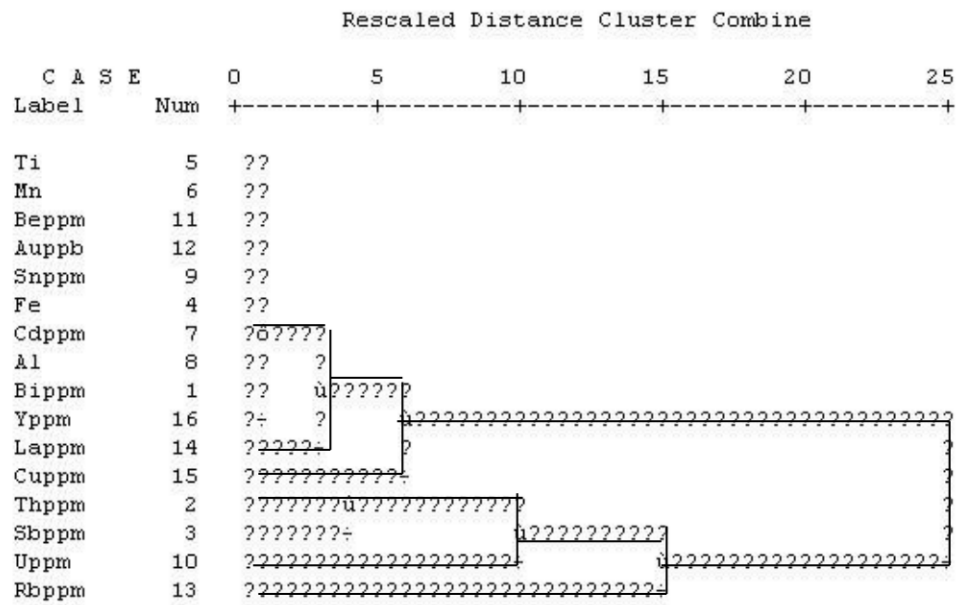
شکل 3-22 نمودار شاخه درختی مربوط به 16 عنصر که از همبستگی نسبتاً بیشتری برخوردارند را نشان میدهد. در مجموع عناصر Cd, Al, Bi, Y, La در یک خوشه، همینطور عناصر Bi, Y, La, Cu در سطح پایتتر با هم گروه شده اند. عناصر Y, La, Cu, Th, Sb, U نیز گروه بزرگتری را تشکیل داده اند، با هم بودن U, Th امیدبخش بوده و حضور Bi با Cd همچنین U با Cd و Cu ویژگی کانساری در بردارند. البته پیوسته مسئله وجود خطای بالای آنالیز را باید در نظر داشت.



شکل 3-22: آنالیز کلاستر برخی از عناصر

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

Dendrogram using Average Linkage (Within Group)



## جدول 3-15

# فصل سوم - ترسیم نقشه ها و شرح آنها

### 1-3-3- مقدمه

یکی از راههای درک ارتباط بین داده ها و اطلاعات بررسی شده در یک پروژه اکتشافی، ترسیم نقشه است. نقشه ها بصورت نمادین، حاصل مراحل داده پردازی، تحلیل و تخمین مناسب داده ها بوده و کمک بسیار موثری در درک ارتباطات بین اجزای موجود و تعبیر و تفسیر نتایج و نهایتاً طراحی بهینه فاز بعدی می کنند.

نقشه ها با توجه به در بر داشتن کلیه اطلاعات اعم از موقعیت نمونه ها، نحوه توزیع عیاری، وضعیت توپوگرافی و سیستم آبراهه ها، موقعیت جاده ها، روستاها و شهرها و سایر اطلاعات بعنوان یکی از مهمترین اسناد هر گزارش محسوب میشوند. بنابراین خصیصه های ساده بودن و دقیق بودن نقشه ها کمک بسیاری در مفهوم بودن آنها میکند. نقشه ها معرف مناطق حاوی بالاترین پتانسیل اکتشافی هستند اما این پتانسیل نبایستی به مفهوم تمرکز ماده (مواد) معدنی در مناطق ناهنجار باشد، بلکه هدف نهایی، معرفی مناطقی است که در آنها گروهی از نمونه ها بطور مشترک در دسته ای از عناصر ناهنجاری نشان داده اند.

### 2-3-3- تکنیک رسم نقشه ها

امروزه ترسیم نقشه ها با استفاده از نرم افزارها و توانمندیهای آنها اجرامیشود، روشهای مختلف رسم نقشه ها و الگوریتم های معمول در تخمین در این نرم افزارها پیش بینی شده است. از جنبه ریاضی، ترسیم نقشه به معنی ایجاد پیوستگی بین یک سری داده منفصل است، ایجاد چنین پیوستگی در آشکار سازی روابط بین اجزای مورد مطالعه موثر و مفید است. اساس بسیاری از نرم افزارها تعریف شبکه ای منظم در سرتاسر منطقه و تخمین هر سلول از شبکه با توجه به اطلاعات موجود می باشد.

با توجه به این امر است که نحوه طراحی نمونه در پهنه منطقه از اهمیت ویژه ای برخوردار می شود. محل نمونه ها بایستی به گونه ای تعیین گردد که علاوه بر لحاظ نمودن پارامترهای مهم در مرحله طراحی، تمام نواحی مهم منطقه تحت پوشش قرارگیرند تا اطلاعات از پهنه منطقه بصورت حتی المقدور یکنواختی کسب شود، دلیل این امر این است که هیچ نرم افزاری نمیتواند کمبود اطلاعات را جبران نماید.

با توجه به تنوع لیتولوژی، کثرت عوامل ناهمگن ساز، تعدد پارامترهای دخیل در کانی سازی، نحوه مهاجرت و جایگیری عناصر و ... نحوه توزیع نمونه ها بایستی در نقشه طراحی به گونه ای باشد که حوضه ای از منطقه فاقد اطلاعات نباشد.

نمایش داده ها در روی نقشه به گونه های متعددی امکانپذیر است، از آنجمله میتوان به روشهای زیر

اشاره کرد:

- نقشه های نمادی Symbol Map با استفاده از نمادهایی متناسب با افزایش کمیت مورد نظر، اطلاعات به نقشه منتقل می شوند.
  - نقشه های کنطوری Contour Map نمایش اطلاعات متفرق بصورت اطلاعات منسجم و پیوسته با استفاده از کنطور صورت میگیرد، برای این منظور از روش درون یابی (Interpolation) استفاده میشود.
  - نقشه های طیفی Spectral Map نوعی از نقشه های کنطوری است که فضای بین کنطورها توسط طیفی از رنگ های تعریف شده پوشیده میشوند.
  - نقشه های تخمین شبکه Grid Estimation Map با توجه به تاثیر پذیری رسوبات آبراهه ای از حوضه های بالادست که به نوعی خصلت برداری نمونه ها را معرفی می کند، در الگوریتم تخمین شبکه ای، جهت بردار، مساحت حوضه آبریز و وزن دهی هر نمونه نسبت به مساحت حوضه و نمونه های بالادست مدنظر بوده است. تخمین انجام شده برای هر سلول از سه پارامتر موثر وزن میگیرد، این پارامترها شامل فاصله، مساحت و نسبت اشغال شده از سلول مورد تخمین به مجموع مساحتهای اشغال شده می باشند. در این پروژه نقشه ها با استفاده از داده های لگاریتمی عناصر و به صورت نقشه های کنطوری ترسیم شده اند، تخمین داده ها با استفاده از روش عکس مجذور فاصله (Inverse Distance to a Power) در نرم افزار Surfer8 انجام شده است. روش ID یک روش وزن دهی در سیستم درون یابی (Interpolation) است که وزن بر اساس فاصله نقاط حاوی داده از مرکز نقطه تخمین زده شده محاسبه می شود و بر مبنای  $1/d^2$  در نظر گرفته شده است. این روش تخمین با توجه به شناخت سایر روشها و اولویت نسبی آن در نظر گرفته شده است. در این پروژه شعاع جستجو پس از بررسیهای متعدد 3000 متر در نظر گرفته شده است.
- با توجه به موارد فوق الذکر و با استفاده از داده های خام و داده های لگاریتمی  $E_i$ ، تعداد 10 نقشه شرح داده شده است که بر این اساس و با توجه به ناهنجاریهای ژئوشیمیایی موجود بر اساس 24 عنصر نقشه های Complex تنظیم و محل برداشت نمونه های کانی سنگین و حوضه های کنترل مناطق امیدبخش نیز در فرادست همین نمونه ها مشخص گردید.

### 3-3-3- شرح نقشه‌های ژئوشیمیایی

پس از بررسی مقدماتی و تکیه بر نتایج مراحل پردازش قبلی، نقشه مناطق ناهنجار 10 عنصر انتخابی شرح داده شده است و نقشه‌های هر عنصر بر مبنای نتایج خام (با کد A) و نتایج لگاریتمی (با کد B) ترسیم شده‌اند. نتایج مقایسه این دو سری نقشه نیز بخشی از شرح نقشه‌ها می‌باشد.

#### 3-3-3-1- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر طلا (شکل 3-23)

عیار عنصر طلا در این برکه از حداقل 1 تا حداکثر 5/2 و میانگین 1/5 میلی گرم بر تن گزارش شده است. این درحالی است که حد تقریبی عیار شروع ناهنجاریها برای طلا در رسوبات آبراهه ای برابر  $pbb$  5 می باشد. با در نظر داشتن خطای بدست آمده از آنالیز نمونه های تکراری، تا حدود زیادی می توان با اطمینان ناهنجاریهای این عنصر را توصیف نمود. قابل ذکر است که ناهنجاریهای این عناصر با توجه به عیار بسیار ناچیزی که دارند صرفاً حالت مقایسه ای داشته و به صورت ناهنجاریهای نسبی مطرح می گردند.

ناهنجاری های برکه شمس آباد

این ناهنجاری متأثر از نمونه 8251 و منشا گرفته از خط الراس کوه بدبخت کوه می باشد. حوضه مربوطه براساس نقشه UPSRT دارای لیتولوژی فلیشی، آندزیتی و آبرفت می باشد. این حوضه ناهنجار با ناهنجاریهای عنصر منگنز نیز همپوشانی دارد. در فاز کنترل ناهنجاری در محل نمونه ژئوشیمی و فرودست حوضه یک نمونه کانی سنگین نیز برداشت شده است. این نمونه نتایج قابل توجهی را در برداشت و فقط شواهد اندکی از پیریت اکسید در آن به ثبت رسیده است. از نمونه های دیگر ردیف های بعدی می توان به نمونه های 8137,7899,7913 اشاره کرد. مقدار عیار این نمونه ها 3.8 میلی گرم در تن می باشد. این نمونه ها از آبرفت برداشت شده اند.

در محل نمونه 8137 با توجه به اینکه همپوشانی ناهنجاری آرسنیک و استرانسیوم، کادمیم و توریم با حوضه ناهنجار طلا، در فاز کنترل ناهنجاری یک نمونه کانی سنگین نیز برداشت گردید. این نمونه نتایج قابل توجهی را در برداشت است.

با توجه به نقشه تنظیم شده پس از اعمال محاسبات  $Ei$  بر روی آنالیز طلا مسئله قابل توجه تأثیر دو ناهنجاری متعلق به نمونه های 8137,8251 پس از اعمال محاسبات  $Ei$  می باشد. این دو حوضه در نقشه مقادیر لگاریتمی طلا نیز مشاهده می شود. در نقشه  $Ei$  حوضه ها ناهنجاری ها برخلاف نقشه خام غالباً متعلق به نمونه های آلومیم نمی باشند ولی در دو نمونه 8137 و 7913 که نمونه های آلومیم میباشند هنوز ناهنجاری طلا دیده شده است. این تفاوت بیانگر تأثیر احتمالی خستی سازی اثر سنگ بالا دست بر روی نتایج

طلا در برخی موارد اما چیزی که باعث کاهش اهمیت این بحث می گردد، مقادیر بسیار ناچیز عیار طلا در این نمونه می باشد.

مسئله قابل توجه در ارتباط با نمونه های کانی سنگین، ثبت یک ذره طلا در نمونه 8042 در برگه بهرمان، واقع در شمال غرب بدبخت کوه میباشد. این بخش از برگه با توجه به تنوع حوضه های ناهنجار مشهود و همپوشانی این ناهنجاریها جالب توجه میباشد اما هیچگونه ناهنجاری ژئوشیمی طلا در این بخش موجود نمیشد، این نمونه از داخل حوضه ناهنجاری درجه دوم تلور برداشت شده است.

### 2-3-3- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر مس (شکل 3-24)

مقادیر مس در این برگه از حداقل 0/1 تا حد اکثر 335/1 و میانگین 30/22 گرم در تن گزارش شده است. این درحالی است که برای عنصر مس حد تقریبی شروع عیار در رسوبات آبراهه ای برابر با 150 گرم در تن می باشد لذا با در نظر داشتن این مسئله که سه نمونه از کل نمونه ها از نظر مقدار قابل توجه می باشند. میتوان به شرح ناهنجاری درجه اول این عنصر در برگه کشکوئیه اشاره کرد. لازم به ذکر است که قریب به اتفاق ناهنجاری های این عنصر در برگه فردوسیة قرار دارند.

#### ناهنجاری های برگه فردوسیة

ناهنجاری اصلی این برگه که متأثر از سه نمونه به شماره های 8220، 8221، 8219 می باشد. در سطحی برابر یک کیلومتر مربع در دره دهنه سریر شمال برگه فردوسیة مشاهده می شود. این ناهنجاری در بردارنده لیتولوژی آهکی - سنگهای ولکانیکی و آبرفت می باشد. این حوضه ناهنجار با توجه به اینکه با ناهنجاریهای عناصری چون Zn, W, Ti, Pb, Fe, Bi, U, Mn, Sn, Th همپوشانی دارد، بسیار حائز اهمیت می باشد.

در محل این سه نمونه، در فاز کنترل ناهنجاری سه نمونه کانی سنگین برداشت گردید. نتایج این نمونه ها بیانگر حضور سروزیت، سرب طبیعی و شئلیت در فرودست آبراهه های محصور در دره دهنه سریر میباشد اما شواهدی از کانیهای مس دار در نمونه ها مشاهده نگردید.

ناهنجاری دیگر که در همین برگه واقع شده است، ناهنجاری متعلق به نمونه 8226 می باشد. این ناهنجاری در شرق کوه زرد واقع شده است و در بردارنده سر شاخه های منتهی به دره دهنه گوی می باشد. وسعت این ناهنجاری سه کیلومتر مربع می باشد و از نظر لیتولوژی در بردارنده واحد های آندزیتی، آهک، دپوست سنگهای ولکانیکی می باشد. این حوضه با توجه به همپوشانی عناصری چون W, Ni, U, Sb, Ti, Sn, Ba, Ag, Fe, Mn, Bi, Cd, Th قابل توجه می باشد در محل نمونه 8226 ژئوشیمی یک نمونه کانی سنگین برداشت شده است. در این نمونه نتایج قابل توجهی ثبت نشده است.

از جمله ناهنجاری هایی که گسترش، همپوشانی و زونالیته مناسبی را نشان داده ناهنجاری جنوب شرق برگه فردوسی (شرق اسماعیل آباد، کوه پنج انگشت) می باشد که شامل حوضه ای به وسعت 3/4 کیلومتر مربع می باشد که در آن 4 نمونه ژئوشیمی و در مرحله کنترل ناهنجاری دو نمونه کانی سنگین برداشت شده است. لیتولوژی این حوضه بر اساس نقشه UPSRT عمدتاً از سنگهای کربناته کرتاسه و تریاس تشکیل شده است. از لحاظ همپوشانی، ناهنجاری های درجه یک Cd, Te, U, Sb, Th و ناهنجاری های درجه دوم Ag, W, Ce, Sb, U, Te در این حوضه مشاهده شده و بر ارزش آن می افزایند. در نمونه های کانی سنگین کانیهای گروه آهن ثبت شده است.

ناهنجاری دیگر این عنصر که به صورت ناهنجاری درجه دوم می باشد. در غرب ناهنجاری کوه زرد بوده و در بردارنده دو نمونه 8225, 8224 با مقادیر 67/2 و 74/2 گرم در تن می باشد. این ناهنجاری سطحی برابر 2/5 کیلومتر مربع را پوشش داده و با ناهنجاری عناصری چون Sn, Th, Ni درجه یک و Cd, Sb, U, Tn در حوضه دوم همپوشانی دارند. در محل این دو نمونه در فاز کنترل ناهنجاری دو نمونه کانی سنگین برداشت گردید. در این نمونه ها نتایج قابل توجهی ثبت نشده است.

ذکر این نکته ضروری است که نمونه های کانی سنگین حاوی آثاری از کانی های مس (مالاکیت و مس طبیعی) فاقد ناهنجاری ژئوشیمیایی از این عنصر می باشند.

تنها نمونه در بردارنده مالاکیت نمونه 8169 در برگه بهرمان و در فرودست ناهنجاری مولیبدن و بیسموت میباشد در این نمونه سروزیت نیز ثبت شده است. دو نمونه 8021 و 8022 در منتهی الیه جنوب غربی برگه شام آباد در بردارنده مس طبیعی میباشند در این بخش همپوشانی ناهنجاری درجه دوم عناصری چون Th, Sb, Cd, Ce و Te مشاهده میشود.

### 3-3-3- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر نقره (شکل 3-25)

مقادیر نقره در این برگه از حد اقل 0/5 تا حداکثر 5 و میانگین 0/6 گرم بر تن گزارش شده است. این در حالی است که حد تقریبی عیار ناهنجاریها برای نقره در رسوبات آبراهه ای برابر 1ppm می باشد با این توصیف 102 نمونه از نمونه های برداشت شده عیاری بیش از 1 گرم در تن دارند که در صورت اطمینان به نتایج آنالیز می تواند حائز اهمیت باشد. توصیف ناهنجاریها صرفاً به فرض نادیده گرفتن مقدار خطا قابل انجام میباشد.

بر اساس نقشه داده های خام، مقادیر ناهنجاریها بصورت درجه 1 و 2 در سطح نقشه پراکنده بود و تنها در برگه شام آباد هیچ ناهنجاری دیده نمی شود.

**ناهنجاری های برگه 1:50:000 فردوسی**



این ناهنجاری ها در دو رده درجه 1 و 2 در شمال برکه 1:50:000 فردوسییه و در دهنه سی ریز قرار داشته که شامل نمونه 8220 با آنومالی درجه 1 و نمونه های 8219 و 8221 با آنومالی درجه 2 می باشد. عیار این نمونه ها از 1/3 تا 5 گرم در تن (مربوط به نمونه 8220) متغیر است. مساحت این ناحیه به طور کلی در حدود 1/6 کیلومتر مربع می باشد. لیتولوژیهای این ناحیه بر اساس نقشه UPSRT شامل آمیزه های تکتونیک از رسوبات (ماسه سنگ دولومیتی و کوارتزیتی)، سنگهای آتشفشانی (ریو داسیت تا بازالت) آلویوم و سنگ آهک است.

عیار بالای نمونه ها و همچنین همپوشانی نسبی با ناهنجاریهای عناصر Mo, Ba, Cu, Fe, Mn, Sn, Ti, Pb, Zn، بیسموت درجه 1 و 2، تنگستن درجه 1 و 2، آنتیموان درجه 2 و توابع درجه 1 می تواند این ناهنجاریها را مورد توجه قرار دهد. از محل هر سه نمونه ژئوشیمی فوق، سه نمونه کانی سنگین نیز برداشت شده است. نتایج حاکی از ثبت کانیهای گروه آهن در هر سه نمونه، پیریت اکسید در نمونه 8220، سروزیت و سرب طبیعی در نمونه 8221 میباشد.

ناهنجاریهای دیگری که در این منطقه دیده می شود و در شرق برکه و کوه گله گوش قرار داشته که بصورت ناهنجاری درجه 1 بوده و شامل نمونه 8226 با عیار 2 ppm می باشد. مساحت این ناهنجاری در حدود 3 کیلومتر مربع بوده و لیتولوژی آن بر اساس نقشه UPSRT شامل سنگ آهک، دولومیت و کنگلومرا است. هر چند این ناهنجاری به صورت تک نمونه ای است ولی عیار بالای آن و همچنین همپوشانی با ناهنجاری عناصر Mn, Fe, Ba, Cu, Sn, Ti و توریم، کادمیوم و بیسموت، اورانیوم درجه 1 و همچنین نیکل و تنگستن درجه 2 بر اهمیت این ناهنجاری می افزاید. در نمونه کانی سنگین برداشت شده از محل نمونه 8226 کانی سنگین ارزشمندی ثبت نشده است.

### ناهنجاری های برکه 1:50:000 بهرمان

این ناهنجاری در جنوب شرقی برکه بهرمان و شرق کوه بد بخت کوه قرار دارد که شامل نمونه 8256 با عیار 3 گرم در تن بوده که از نوع ناهنجاری درجه 1 نقره می باشد. لیتولوژی آن بر اساس نقشه 1:100,000 شامل آندزیت و آلویوم است که مساحت تقریبی آن در حدود 1 کیلومتر مربع می باشد. این ناهنجاری با ناهنجاری عنصر استرانسیم درجه 2 همپوشانی دارد. تک نمونه ای بودن این ناهنجاری از اعتبار این ناهنجاری کاسته ولی عیار بالای آن می تواند بر ارزش آن بیافزاید. در فرودست این ناهنجاری یک نمونه کانی سنگین برداشت شده است، این نمونه از نظر کانیهای موجود چندان حائز اهمیت نمیشود. در این حوضه یک نمونه مینرالیزه Icp با کد ZK-8256I که در آن آثاری از کلریتی شدن مشاهده میشود برداشت شده است. از دیگر ناهنجاریهای این برکه، می توان به یک ناهنجاری اشاره کرد که در قسمت غربی برکه و شرق مسیر بافق - سیرجان قرار دارد. مساحت این ناهنجاری در حدود 1 کیلومتر مربع بوده و شامل نمونه 8077 با

عیار 0/1 گرم بر تن است. لیتولوژی آن اساس نقشه UPSRT شامل فلیش و نهشته های آلیوم می باشد که با ناهنجاری عنصر توریم درجه 2 همپوشانی دارد.

### ناهنجاری های برکه شمس آباد

این ناهنجاری در قسمت جنوبی این برکه و غرب دشت نوق واقع شده است که شامل نمونه 8132 با عیار 1.955ppm و بصورت آنومالی درجه 1 می باشد. این نمونه جزء نمونه های آلیوم می باشد و همپوشانی نسبی با ناهنجاری عناصر آرسنیک، نیکل درجه 1، بیسموت و توریم درجه 2 دارد.

ناهنجاری دیگری در این برکه دیده می شود که در قسمت مرکزی برکه و شمال مزرعه یحیی آباد واقع شده و مساحت آن بالغ بر 0/25 کیلومتر مربع است. شامل نمونه 8134 با عیار 1/86 گرم بر تن با آنومالی از نوع درجه 1 بوده و لیتولوژی آن براساس نقشه UPSRT شامل فلیش و نهشته های آلیوم است. این ناهنجاری با ناهنجاری عناصر بیسموت درجه 2 و نیکل درجه 2 همپوشانی نسبی دارد.

علاوه بر ناهنجاری های ذکر شده تعدادی ناهنجاری به صورت درجه 2 در کل این برکه دیده می شود که شامل نمونه های 8124 و 8139 می باشد. این نمونه ها جزء نمونه های آلیوم می باشد.

با توجه به نقشه LnEi دیده می شود که ناهنجاریها به صورت درجه 1 و 2 در برکه 1:50:000 فردوسیة قرار داشته و بصورت یک روند شمال غرب- جنوب شرق واقع شده اند. از مهمترین ناهنجاریهای این برکه می توان اشاره کرد که به صورت درجه 1 و 2 و نمونه های 8320 و 8215 بصورت درجه 2 می باشد. عیار این نمونه ها از 0/8 گرم تا 1/51 گرم بر تن متغیر است. لیتولوژی آن بر اساس نقشه UPSRT شامل نهشته های آلیوم و سنگ آهک بوده و مساحت کلی آن در حدود 5/3 کیلومتر مربع می باشد. این ناهنجاری با ناهنجاری عناصر Cu, Mo و تنگستن درجه 1 و 2، توریم درجه 2 و اورنیوم درجه 2 همپوشانی دارد.

تعداد نسبتاً زیاد نمونه و همپوشانی نسبی با عناصر دیگر بر اعتبار این ناهنجاریها می افزاید. در محل نمونه 8215 یک نمونه کانی سنگین برداشت شده است در این نمونه آثاری از سرب طبیعی و سروزیت در حد pts ثبت شده است.

یک ناهنجاری درجه 2 در قسمت جنوب شرقی این برکه (فردوسیة) در محدوده کوههای زن و مرد و کوه سیاه مون قرار داشته که به خاطر تعداد نمونه های زیاد (4 نمونه)، زون بندی مناسب و همپوشانی نسبی با عناصر Cu، آنتیموان درجه 1 و 2، تلور درجه 1 و 2، اورانیوم درجه 1 و 2، کادمیوم درجه 1، تورنیوم درجه 1 و تنگستن درجه 2 می تواند مورد توجه قرار گیرد. این ناهنجاری شامل نمونه های 8026، 8027، 8028، 8029 بوده که عیار بعضی از آنها از 1 تا 1/4 گرم بر تن متغیر است. مساحت تقریبی آن حدود 4/2 کیلومتر مربع بوده و لیتولوژی آن بر اساس نقشه UPSRT شامل سنگ آهک و نهشته های آلیوم است. از این حوضه

ناهنجار در فاز کنترل ناهنجاری در محل چهار نمونه 8024، 8028، 8029 و 8025، چهار نمونه کانی سنگین برداشت شده که نتایج تنها در یک نمونه بیشتر مورد توجه میباشد. در این نمونه (8025) شواهدی از کانیهای سروزیت و سرب طبیعی در حد pts گزارش شده است. یک نمونه مینرالیزه در مجاورت نمونه 8024 به منظور آنالیز Icp، از یک رگه کلسیتی در میان واحد دولومیتی برشی شده برداشت شده است.

از دیگر ناهنجاریهای درجه 2 با اهمیت می توان به ناهنجاریهایی که در قسمت مرکزی برگه فردوسی و محدوده کوه تل قرمز اشاره کرد که شامل نمونه های 8140، 8141، 8142 و 8297 با عیار های 0/9، 1، 0/9 و 0/05 گرم بر تن است

دیگر ناهنجاریهای این برگه به صورت پراکنده و تک نمونه ای بوده که نمونه های 8319، 8222، 8234 به صورت درجه 1 و نمونه های 8224، 8241، 8236، 8287، 8323، 8138 به صورت درجه 2 می باشد.

مساحت تقریبی این ناهنجاری در حدود 1/9 کیلومتر مربع بوده و لیتولوژی آن بر اساس نقشه UPSRT شامل نهشته های آلویوم، سنگ آهک و کنگولومرا می باشد. مقدار نمونه های زیاد و همپوشانی نسبی با عناصر مولیبدن، نیکل درجه 1، آنتیموان درجه 1 و 2، توریم درجه 1، کادمیوم درجه 2 و همچنین زون بندی مناسب اهمیت آن را افزایش داده است.

با توجه به نقشه داده های خام و نقشه LnEi و جابجایی زیاد ناهنجاریها، مشخص می شود که خنثی شدن اثر سنگ با لادست تا حدود زیادی بر معرفی ناهنجاریهای منطقه اثرگذار بوده است و همچنین هیچ انطباقی بین ناهنجاریهای این دو نقشه وجود ندارد.

#### 3-3-3-4- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر آرسنیک (شکل 3-26)

مقادیر عنصر آرسنیک در این برگه از 0/6 تا 56/3 با میانگین 10/3 گرم بر تن گزارش شده است. حد عیار ناهنجاری در رسوبات آبراهه ای برای عنصر آرسنیک 20 ppm می باشد که تعداد 44 نمونه، یعنی 9/2٪ حائز این شرط می باشند.

با توجه به نقشه داده های خام دیده می شود که غالب ناهنجاریها به استثنای یک مورد در دو برگه 1:50000 جنوبی قرار گرفته است که تمرکز در برگه شمس آباد بیشتر می باشد. این ناهنجاریها غالباً در بردارنده نمونه های آلویوم است که طبیعتاً از ارزش این ناهنجاری می کاهد.

## ناهنجاری های برگه شام آباد

ناهنجاری اصلی این عنصر با در نظر داشتن وسعت و عیار، در این برگه در جنوب مزرعه ونک واقع شده که در بردارنده دو نمونه آلیوم شامل نمونه های 7917، 7918 به ترتیب با عیارهای 56/3 (حداکثر) و 33/4 گرم بر تن می باشد. لیتولوژی این ناهنجاری بر اساس نقشه UPSRT شامل رسوبات آبرفتی بوده و مساحتی در حدود 9/4 کیلومتر مربع را در برگرفته است. این ناهنجاری با هیچ ناهنجاری دیگری همپوشانی نداشته بطوریکه این مسئله باعث کاهش اعتبار این ناهنجاری شده است.

## ناهنجاری های برگه شمس آباد

مهمترین ناهنجاری این عنصر در قسمت شرقی این برگه، با وسعت 135 کیلومتر مربع، حدفاصل شمال دشت نوق تا نعمت آباد واقع شده و با روندی شمالی - جنوبی، سه نمونه شامل 8249، 7920 و 8127 با عیارهای 43/53، 9/1 و 36 گرم بر تن را که مقادیر قابل توجهی در این بین داشته اند، را دربر گرفته است. لیتولوژی این ناهنجاری بر اساس نقشه UPSRT شامل فلیش و آندزیت میباشد. از نقاط قوت این ناهنجاری، همپوشانی با عناصر مولیدن، سرب و استرانسیوم درجه 2، قلع، طلا می باشد. در مرحله کنترل ناهنجاری در این حوضه ناهنجاری یک نمونه کانی سنگین برداشت شده است. در نمونه کانی سنگین 8249 مجموعه ای از کانیهای سرب (گالن و سروزیت)، شلیت، رالگار، اورپیمنت، سلسنتین، استرونیانیت همراه با باریت و پیریت اکسید به دست آمده است. قابل ذکر است که مقدار رالگار در این نمونه نسبتاً بالا بوده و این نمونه تنها نمونه کانی سنگین حاوی رالگار و اورپیمنت در میان 43 نمونه برداشت شده از سطح منطقه در فاز کنترل ناهنجاری

می باشد. انطباق قابل توجهی از همراهی شواهد ناهنجاری ژئوشیمیایی و کانی سنگین در این نمونه مشخص شده است.

از ناهنجاریهای دیگر این برگه میتوان به ناهنجاری شمال مزرعه فدک، متاثر از نمونه 7920، با عیار 43/9 گرم بر تن اشاره کرد این ناهنجاری نیز متعلق به نمونه آلیوم بوده و با بخشی از ناهنجاری استرنسیوم و همچنین گوگرد درجه 2 همپوشانی دارد.

از دیگر ناهنجاریهای این عنصر میتوان به ناهنجاری درجه دوم متاثر از نمونه های 8132، 7892 و 8127 که در قسمت جنوبی برگه واقع شده است اشاره نمود. این نمونه ها جزء نمونه های آلیوم می باشد و مقدار آرسنیک به ترتیب عبارت است از 38، 36/7 و 36 گرم در تن میباشد. با توجه به نوع نمونه همپوشانی ناهنجاری عناصر نقره، نیکل، توریوم درجه 2 و بیسموت درجه با نمونه 8132 و همپوشانی باریت با نمونه 8127 تاثیری بر ارزش اندک این ناهنجاریها ندارد.

ناهنجاری دیگر در قسمت شمال غربی برگه و جنوب غرب کوه بدبخت کوه قرار داشته و شامل نمونه 8137 با عیار 33.1 ppm است. این ناهنجاری به خاطر همپوشانی نسبی با ناهنجاری عناصر استرانسیوم درجه 1 و طلا مورد توجه قرار می گیرد. این نمونه نیز جز نمونه های آلویوم می باشد در مرحله کنترل ناهنجاری یک نمونه کانی سنگین از محل همان نمونه برداشت گردید، اما هیچ کانی سنگین با اهمیتی در این نمونه گزارش نشده است.

بر طبق نقشه LnEi دیده می شود که روند کلی ناهنجاریها تفاوت زیادی با نقشه داده های خام نکرده است و تنها چند جا بجایی در ناهنجاریها صورت گرفته است.

از ناهنجاریهای مهم این نقشه که در نقشه داده های خام وجود ندارد می توان به ناهنجاری که در مرکز برگه 1:50:000 شمس آباد در شمال مزرعه یحیی آباد قرار دارد اشاره نمود که شامل نمونه 8186 با عیار 21/84 گرم بر تن است. این ناهنجاری به خاطر همپوشانی نسبی مولیبدن و به خصوص طلا می تواند مورد اهمیت قرار گیرد. مساحت آن در حدود 0/2 کیلومتر مربع بوده و لیتولوژی آن بر اساس نقشه UPSRT شامل فلیش و نهشته های آلویوم است.

از دیگر ناهنجاریهای این عنصر که با نقشه داده های خام همپوشانی ندارد میتوان به دو ناهنجاری متاثر از نمونه های 8250 و 8346 با عیار های 18 و 16/9 گرم بر تن اشاره نمود. همچنین نمونه های 7892 و 7918 که در نقشه داده های خام جزء ناهنجاریها بوده، در این نقشه جزء ناهنجاریها نمی باشند.

به طور کلی همپوشانی زیاد بین دو نقشه داده های خام و LnEi نشان می دهد که خستی سازی اثر سنگ بالا دست برای معرفی مناطق ناهنجار اثر چندانی نداشته است.

### 3-3-3-5- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر بیسموت (شکل 3-27)

مقادیر بیسموت در این برگه از حداقل 0/05 تا حد اکثر 42/5 و میانگین 10/6 گرم در تن گزارش شده است. این در حالی است که برای عنصر بیسموت حد تقریبی شروع عیار در رسوبات آبراهه ای برابر با 1 گرم در تن می باشد لذا با در نظر داشتن این مسئله که تنها 6 نمونه عیاری کمتر از 1 گرم در تن دارند، تقریباً تمامی نمونه ها به عنوان نمونه های ناهنجار محسوب می شوند که این امر کاملاً غیر منطقی است. عیار 70٪ نمونه ها بالاتر از 7/8 گرم در تن گزارش شده است.

### ناهنجاری های برگه فردوسیه

ناهنجاری اصلی و درجه یک این عنصر که متأثر از سه نمونه به شماره های 8220، 8221، 8219 می باشد. در سطحی برابر یک کیلومتر مربع در دره دهنه سریر شمال برگه فردوسیه مشاهده می شود. این ناهنجاری توسط ناهنجاری درجه دوم بیسموت در برگرفته شده است که بر اهمیت آن می افزاید. این ناهنجاری در بردارنده لیتولوژی آهکی - سنگهای ولکانیکی و آبرفت می باشد. حوضه ناهنجان درجه یک با توجه به اینکه با ناهنجاریهای عناصری چون  $Th, Sn, Mn, u, Fe, Cu, Zn, W, Ti, Pb$  همپوشانی دارد، بسیار حائز اهمیت می باشد. حوضه درجه 2 نیز با ناهنجاری های عناصر  $Th, Pb, Zn, Sb$  و به طور نسبی با تنگستن همپوشانی دارد.

در محل این سه نمونه در فاز کنترل ناهنجاری سه نمونه کانی سنگین برداشت گردید. نتایج این نمونه ها بیانگر حضور سروزیت، سرب طبیعی و شئلیت در فرودست آبراهه های محصور در دره دهنه سیریز می باشد. در ناهنجاری درجه 2 نیز یک نمونه کانی سنگین به شماره 8307 برداشت شد که نتایج قابل توجهی در بر نداشت.

### ناهنجاری های برگه بهرمان

در غرب برگه و در غرب کوه بدبخت کوه ناهنجاری دیگری از بیسموت به دست آمده که مساحت آن در حدود 2/7 کیلومتر مربع می باشد. این ناهنجاری با همپوشانی با ناهنجاریهای  $Th, Th_2, Fe, Cd, Ti$  می تواند حائز اهمیت باشد اما بایستی به این نکته نیز اشاره نمود که تنها بخش کوچکی از آن درجه یک محسوب می شود.

تقریباً تمامی سایر ناهنجاری های این عنصر به صورت نمونه های منفرد، درجه 2 و یا نمونه های آلویوم مشخص شده که از اهمیت چندانی برخوردار نیستند. در مقایسه دو نقشه خام و  $LnEi$  به نظر میرسد که آنومالیهای نقشه  $LnEi$  در شمال و شمالشرق منطقه اندکی گسترده تر باشند که با توجه به آلویوم بودن آنها چندان اهمیتی را در بر ندارند.

### **3-3-3-6- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر کادمیوم (شکل 3-28)**

مقادیر کادمیوم در این برگه از حداقل 0/05 تا حد اکثر 17/8 و میانگین 4/1 گرم در تن گزارش شده است. این در حالی است که برای عنصر کادمیوم حد تقریبی شروع عیار در رسوبات آبراهه ای برابر با 3 گرم در تن می باشد لذا با در نظر داشتن این مسئله که 69٪ نمونه ها عیاری بیش از 3 گرم در تن دارند، تقریباً بیش از دو سوم نمونه ها به عنوان نمونه های ناهنجان محسوب می شوند که این امر کاملاً غیر منطقی است.

### ناهنجاری های برکه فردوسیه

از جمله ناهنجاری هایی که گسترش، همپوشانی و زونالیته مناسبی را نشان داده ناهنجاری جنوب شرق برکه فردوسیه (شرق اسماعیل آباد، کوه پنج انگشت) می باشد که شامل حوضه ای به وسعت 3/4 کیلومتر مربع می باشد که در آن 4 نمونه ژئوشیمی و در مرحله کنترل ناهنجاری دو نمونه کانی سنگین برداشت شده است. لیتولوژی این حوضه بر اساس نقشه UPSRT عمدتاً از سنگهای کربناته کرتاسه و تریاس تشکیل شده است. از لحاظ همپوشانی، ناهنجاری های درجه یک Cu,Te,U,Sb,Th و ناهنجاری های درجه دوم Ag,W,Ce,Sb,U,Te در این حوضه مشاهده شده و بر ارزش آن می افزایند. در نمونه های کانی سنگین، کانی ارزشمندی یافت نشد.

### ناهنجاری های برکه بهرمان

در غرب برکه و در غرب کوه بدبخت کوه ناهنجاری بزرگ و درجه دوم از کادمیوم به دست آمده که مساحت آن در حدود 13 کیلومتر مربع می باشد. در این حوضه 11 نمونه ژئوشیمی برداشت شده است. همپوشانی این ناهنجاری با ناهنجاریهای U,Sb,Te,Th,Ce<sub>2</sub> می تواند حائز اهمیت باشد. در محل این ناهنجاری در فاز کنترل ناهنجاری 5 نمونه کانی سنگین برداشت گردید. نتایج این نمونه ها تنها بیانگر حضور حداکثر مقدار مگنتیت و سلدستین در فرودست آبراهه نمونه شماره 8015 میباشد. به این نکته بایستی اشاره نمود که میزان Sr این نمونه در ردیف مرتب شده در نمونه های ژئوشیمی رتبه 219 می باشد که نشاندهنده مغایرت در نتایج ژئوشیمی و کانی سنگین می باشد.

تقریباً سایر ناهنجاری های این عنصر (به استثنای یک ناهنجاری در جنوب غرب بهرمان) به صورت نمونه های منفرد، درجه 2 و یا نمونه های آلویوم مشخص شده که از اهمیت چندانی برخوردار نیستند. در مقایسه دو نقشه خام و LnEi به نظر میرسد که آنومالیهای نقشه LnEi بویژه در مورد ناهنجاری شرح داده شده در برکه بهرمان اندکی گسترده تر باشند که با توجه به اینکه غالب آنها مربوط به نمونه های آلویوم می باشند چندان اهمیتی را در بر ندارند.

### 3-3-3- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر آنتیموان (شکل 3-29)

مقادیر آنتیموان در این برکه از حداقل 0/05 تا حد اکثر 137 و میانگین 54/5 گرم در تن گزارش شده است. این در حالی است که برای عنصر آنتیموان حد تقریبی شروع عیار در رسوبات آبراهه ای برابر با 10 گرم در تن می باشد لذا با در نظر داشتن این مسئله که تنها 3 نمونه عیاری کمتر از 10 گرم در تن دارند، تقریباً تمامی نمونه ها به عنوان نمونه های ناهنجار محسوب می شوند که این امر کاملاً غیر منطقی است. عیار 70٪ نمونه ها بالاتر از 48/4 گرم در تن گزارش شده است.

### ناهنجاری های برکه بهرمان

در غرب برکه و در غرب کوه بدبخت کوه ناهنجاری بزرگی (مجموعه درجه اول و درجه دوم) از آنتیموان به دست آمده که مساحت ناهنجاری درجه دوم آن در حدود 14/5 کیلومتر مربع می باشد. در این حوضه 11 نمونه ژئوشیمی برداشت شده است. همپوشانی این ناهنجاری با ناهنجاریهای U,Cd,Te,Th,Ce<sub>2</sub> می تواند حائز اهمیت باشد. در محل این ناهنجاری در فاز کنترل ناهنجاری 7 نمونه کانی سنگین برداشت گردید. در این نمونه ها هیچگونه شواهدی از کانیهای حاوی آنتیموان به دست نیامد. نتایج این نمونه ها تنها بیانگر حضور حداکثر مقدار مگنتیت و سلسنتین در فرودست آبراهه نمونه شماره 8015 و شلئیت در نمونه 8007 (pts) میباشد. به این نکته بایستی اشاره نمود که میزان Sr این نمونه در ردیف مرتب شده در نمونه های ژئوشیمی رتبه 219 می باشد که نشاندهنده مغایرت در نتایج ژئوشیمی و کانی سنگین می باشد.

### ناهنجاری های برکه فردوسیه

از جمله ناهنجاری هایی که گسترش، همپوشانی و زونالیتیه مناسبی را نشان داده ناهنجاری جنوب شرق برکه فردوسیه (شرق اسماعیل آباد، کوه پنج انگشت) می باشد که شامل حوضه ای به وسعت 3/4 کیلومترمربع می باشد که در آن 4 نمونه ژئوشیمی و در مرحله کنترل ناهنجاری دو نمونه کانی سنگین برداشت شده است. لیتولوژی این حوضه بر اساس نقشه UPSRT عمدتاً از سنگهای کربناته کرتاسه و تریاس تشکیل شده است. از لحاظ همپوشانی، ناهنجاری های درجه یک Cu,Te,U,Cd,Th و ناهنجاری های درجه دوم Ag,W,Ce,U,Te در این حوضه مشاهده شده و بر ارزش آن می افزایند. در نمونه های کانی سنگین، کانی ارزشمندی یافت نشد.

### ناهنجاری های برکه شام آباد

در نقشه داده های خام و در منتهی الیه جنوب غربی برکه شام آباد و در واحد های لیتولوژی کنگلومرا و آندزیت ناهنجاری درجه اول و دومی از آنتیموان یافت شده که با توجه به لیتولوژی، همپوشانی و گسترش نسبی قابل توجه می باشد. در این ناهنجاری که وسعتی برابر با 4 کیلومترمربع (مساحت حوضه درجه 2) دارد تعداد 4 نمونه ژئوشیمی و کانی سنگین (نمونه های 8020 تا 8023) برداشت شده است. از لحاظ همپوشانی در ناهنجاری درجه اول شواهدی از ناهنجاری های Te,Th و در ناهنجاری درجه دوم آثاری از ناهنجاری های Te,Ce,Cd مشاهده شده است.

در نمونه های کانی سنگین هر چند شواهدی از کانیهای حاوی آنتیموان یافت نشده اما آثاری از مس طبیعی در دو نمونه 8021 و 8022 همچنین بیشترین مقدار پیریت اکسید در نمونه 8020 و شواهد اندکی در حد pts از شلئیت در نمونه 8021 به دست آمده است. نمونه های مس دار در سری ژئوشیمی نیز رتبه های 9 و 13 را نشان داده و انطباق نسبی را ثابت کرده اند.



### 8-3-3-3- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر مولیبدن (شکل 3-30)

مقادیر مولیبدن در این برکه از حداقل 0/05 تا حد اکثر 20/4 و میانگین 0/84 گرم در تن گزارش شده است. این درحالی است که برای عنصر مولیبدن حد تقریبی شروع عیار در رسوبات آبراهه ای برابر با 5 گرم در تن می باشد لذا با در نظر داشتن این مسئله که تنها 4 نمونه عیاری بیشتر از 5 گرم در تن دارند، انتظار شناسایی مناطق ناهنجار و حاوی پتانسیل چندان منطقی به نظر نمی رسد.

ناهنجاری های این عنصر تماما به صورت ناهنجاری های منفرد، پراکنده و با همپوشانی های نه چندان قوی در شمال و شمالغرب برکه های شمس آباد و فردوسییه و همچنین در جنوب برکه بهرمان یافت شده اند. بیشترین عیار مولیبدن (20/3 گرم در تن) در نمونه ای به دست آمده (نمونه 8178) که آلویوم بوده و با ناهنجاری های Bi,Cd از نوع درجه 2 همپوشانی نشان داده است. در ردیف دوم نمونه 8169 با عیار 18/7 گرم در تن قرار دارد که هر چند در نقشه LnEi فاقد همپوشانی است اما در نقشه خام با ناهنجاری درجه 2 بیسموت همراه میباشد. در نمونه کانی سنگین این سایت شواهدی از کانیهای سرب، بیشترین و تنها کانی سنگین حاوی مالاکیت (2/9 گرم در تن) و کانی استرونیسانیت (Strotianite) که نوعی کربنات استرانسیم است به دست آمده است.

سومین ناهنجاری مولیبدن (نمونه ژئوشیمی 8249 با عیار 5/3 گرم در تن) از دیدگاه کانی سنگین بسیار جالب توجه می باشد. هر چند در این نمونه و هیچکدام از نمونه های کانی سنگین شواهدی از مولیبدنیت به دست نیامده، اما در نمونه کانی سنگین 8249 مجموعه ای از کانیهای سرب (گالن و سروزیت)، شلیت، رالگار، اورپیمنت، سلسنتین، استرونیسانیت همراه با باریت و پیریت اکسید به دست آمده است. قابل ذکر است که مقدار رالگار نسبتا بالا بوده و این نمونه تنها نمونه کانی سنگین حاوی رالگار و اورپیمنت در میان 43 نمونه برداشت شده از سطح منطقه در فاز کنترل ناهنجاری ها می باشد.

از لحاظ همپوشانی این ناهنجاری با ناهنجاری هایی از عناصر As,Pb,Sb,Sr2 همراه است که انطباق قابل توجهی از همراهی شواهد ناهنجاری ژئوشیمیایی و کانی سنگین را نشان داده است. لیتولوژی این حوضه از فیلیش های کرتاسه فوقانی تشکیل شده است.

### 9-3-3-3- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر سرب (شکل 3-31)

مقادیر سرب در این برکه از حداقل 13/9 تا حد اکثر 358/5 و میانگین 37/62 گرم در تن گزارش شده است. این درحالی است که برای عنصر سرب حد تقریبی شروع عیار در رسوبات آبراهه ای برابر با 100 گرم در تن می باشد لذا با در نظر داشتن این مسئله که تنها 6 نمونه عیاری بیشتر از 100 گرم در تن دارند، انتظار شناسایی مناطق ناهنجار و حاوی پتانسیل چندان منطقی به نظر نمی رسد. اما ثبت شواهدی از کانیهای سنگین خانواده سرب در 8 نمونه دلیلی بر شرح ناهنجاری این عنصر به شمار می آید.

#### ناهنجاری های برکه فردوسیه

ناهنجاری های مهم این عنصر در شمال این برکه واقع شده اند. ناهنجاری اصلی این برکه بر اساس نقشه داده های خام که متأثر از سه نمونه به شماره های 8220، 8221، 8219 می باشد، در سطحی برابر یک کیلومتر مربع در دره دهنه سریر شمال برکه فردوسیه مشاهده می شود اما در نقشه LNEi نمونه شماره 8307 نیز به این ناهنجاری اضافه می شود که وسعت حدود 3 کیلومترمربع را در برمی گیرد. این ناهنجاری در بردارنده لیتولوژی آهکی - سنگهای ولکانیکی و آبرفت می باشد. این حوضه ناهنجار با توجه به اینکه با ناهنجاریهای عنصری چون Zn, W, Ti, Cu, Th, Sn, Mn, U, Fe, Bi همپوشانی دارد. بسیار حائز اهمیت می باشد.

در محل این حوضه در فاز کنترل ناهنجاری 4 نمونه کانی سنگین برداشت گردید. نتایج این نمونه ها بیانگر حضور سروزیت، سرب طبیعی و شلیت در فرودست آبراهه های محصور در دره دهنه سیریز میباشند. این نتایج حاکی از همخوانی در مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین می باشد.

در جنوب شرق ناهنجاری فوق الذکر ناهنجاری دیگری به وسعت حدود 3 کیلومترمربع مشخص شده است که از حوضه های دو نمونه 8301 و 8302 تشکیل شده است. ناهنجاری های درجه یک Ce, Ba در حوضه 8301 و ناهنجاری های درجه 2 Cd و درجه 1 روی در حوضه 8302 مشاهده شده است.

#### ناهنجاری های برکه شمس آباد

سومین ناهنجاری سرب از لحاظ گسترش (نمونه ژئوشیمی 8249 با عیار 358/5 گرم در تن) که از لحاظ عیار در رده اول قرار دارد ولی از لحاظ مساحت یک حوضه منفرد محسوب می شود از دیدگاه کانی سنگین بسیار جالب توجه می باشد. در نمونه کانی سنگین 8249 مجموعه ای از کانیهای سرب (گالن و سروزیت در حد اندک)، شلیت، رالگار، اورپیمنت، سلستین، استرونیسانیت همراه با باریت و پیریت اکسید به دست آمده است. قابل ذکر است که مقدار رالگار نسبتاً بالا بوده و این نمونه تنها نمونه کانی سنگین حاوی رالگار و اورپیمنت در میان 43 نمونه برداشت شده از سطح منطقه در فاز کنترل ناهنجاری ها می باشد.

از لحاظ همپوشانی این ناهنجاری با ناهنجاری هایی از عناصر As, Sb, Sr<sub>2</sub> همراه است که انطباق قابل توجهی از همراهی شواهد ناهنجاری ژئوشیمیایی و کانی سنگین را نشان داده است. لیتولوژی این حوضه از فیلیش های کرتاسه فوقانی تشکیل شده است.

### 10-3-3-3- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر روی (شکل 3-32)

مقادیر روی در این برکه از حداقل 22/5 تا حد اکثر 689/2 و میانگین 80/02 گرم در تن گزارش شده است. این درحالی است که برای عنصر روی حد تقریبی شروع عیار در رسوبات آبراهه ای برابر با 300 گرم در تن می باشد لذا با در نظر داشتن این مسئله که تنها 3 نمونه عیاری بیشتر از 300 گرم در تن دارند، انتظار شناسایی مناطق ناهنجار و حاوی پتانسیل چندان منطقی به نظر نمی رسد. در ضمن شواهدی از کانیهای سنگین خانواده روی در نمونه های کانی سنگین یافت نشده است.

#### ناهنجاری های برکه فردوسیه

ناهنجاری های مهم این عنصر در شمال این برکه واقع شده اند. ناهنجاری اصلی این برکه بر اساس نقشه داده های خام که متأثر از 4 نمونه به شماره های 8220، 8221، 8219، و 8307 می باشد، در سطحی برابر 4 کیلومتر مربع در دره دهنه سریر شمال برکه فردوسیه مشاهده می شود. این ناهنجاری در بردارنده لیتولوژی آهکی-سنگهای ولکانیکی و آبرفت می باشد. این حوضه ناهنجار با توجه به اینکه با ناهنجاریهای عناصری چون Cu, Ti, W, Pb, Bi, Fe, U, Mn, Sn, Th همپوشانی دارد. بسیار حائز اهمیت می باشد. در محل این حوضه در فاز کنترل ناهنجاری 4 نمونه کانی سنگین برداشت گردید. نتایج این نمونه ها بیانگر حضور سروزیت، سرب طبیعی و شلیت در فرودست آبراهه های محصور در دره دهنه سیریز میباشند. در غرب آنومالی مذکور، ناهنجاری دیگری از روی مشاهده شده که ماحصل حوضه ای مرکب از دو نمونه 8215 و 8216 می باشد. مساحت این حوضه 5/1 کیلومتر مربع می باشد و در آن ناهنجاری تنگستن نیز به دست آمده است. در مرحله کنترل ناهنجاری یک نمونه کانی سنگین به شماره 8215 برداشت شده که نشانه هایی از سروزیت، سرب طبیعی و سلسنتین است.

### 11-3-3-3- نتیجه گیری از شرح نقشه ها (شکل 3-33)

ارزش ترسیم نقشه های ناهنجاری و توصیف آنها با توجه به همپوشانی، گسترش و زونالیته ناهنجاریها معنی و مفهوم می یابد. بدیهی است چنانچه ناهنجاریها همپوشانی های معنی دار و گسترش مطلوب داشته باشند، همچنین از لیتولوژی مناسب و ساختار مطلوب نیز برخوردار باشند می توانند بازتاب ارزش و پتانسیل اقتصادی

باشند. با این دیدگاه نقشه‌های ناهنجاری با توجه به حوضه‌های فرادست مربوطه در قالب یک نقشه بنام Complex Anomaly map ترسیم شده تا بتوان مفاهیم اولیه ارزش‌گذاری آنها را بصورت یکجا مشاهده نمود. در نقشه مربوطه (شکل 3-33) مواردی بچشم می‌خورد که در ذیل به آنها اشاره می‌شود.

مسئله قابل توجه اینکه تمرکز ناهنجاریها در دو برکه توپوگرافی شمالی (برگه های بهرمان و فردوسییه) و در مناطقی است که برونزدهای سنگی در آنها گسترش داشته اند. حداکثر وسعت حوضه های ناهنجار این برگه ها، تحت پوشش ناهنجاری درجه دوم تلوریوم در غرب برگه بهرمان می باشد که مجموعه ای از ناهنجاری های درجه یک و دو از Th,Sb,W,U,Cd,Sn,Ce را دربردارد.

در شمال و شمالغرب برگه فردوسییه نیز ناهنجاری گسترده ای از تنگستن (درجه 2) به وسعت 14/5 کیلومترمربع به دست آمده که مجموعه ای از ناهنجاری های درجه یک و دو از Th,Sb,W,U,Cd,Sn,Zn,Pb,Ti,Mn,Fe,Cu,Bi,Ag,Mo را دربردارد.

در جنوبشرق برگه فردوسییه نیز ناهنجاری نسبتا گسترده ای از تلوریوم (درجه 1) به وسعت 10/8 کیلومترمربع به دست آمده که مجموعه ای از ناهنجاری های درجه یک و دو از Th,Sb,W,U,Cd,Ce را دربردارد.

در برگه های جنوبی (شمس آباد و شام آباد) غالب ناهنجاری ها منفرد و ناشی از نمونه های آلویوم میباشند و گسترش و همپوشانی های اندک و کم اهمیتی را نشان داده اند. اما بایستی به این نکته اشاره نمود که به استثنای نمونه 8251 تمامی ناهنجاری های طلا در نمونه های آلویوم یافت شده اند که فاقد ارزش می باشند. در نمونه 8251 نیز همپوشانی با Mn مشخص شده است و نشانی از پارائزهای ذاتی طلا در این ناهنجاری یافت نشده است.

ناهنجاری بسیار وسیع گوگرد (درجه 1و2) به وسعت 128 کیلومترمربع که در نمونه های آلویوم در مرکز و شرق برگه شام آباد حاصل شده با توجه به نوع نمونه ها و عدم همپوشانی نمی تواند مورد توجه باشد.

در نقشه داده های خام و در منتهی الیه جنوب غربی برگه شام آباد ناهنجاری درجه اول و دومی از آنتیموان یافت شده که با توجه به لیتولوژی، همپوشانی و گسترش نسبی قابل توجه می باشد. در این ناهنجاری که وسعتی برابر با 4 کیلومترمربع (مساحت حوضه درجه 2) دارد تعداد 4 نمونه ژئوشیمی و کانی سنگین (نمونه های 8020 تا 8023) برداشت شده است. از لحاظ همپوشانی در ناهنجاری درجه اول شواهدی از ناهنجاری های Te,Th و در ناهنجاری درجه دوم آثاری از ناهنجاری های Te,Ce,Cd مشاهده شده است.



# فصل چهارم: فاز کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی

### 1-4-3- مقدمه

روند داده پردازی و در پی آن ترسیم نقشه ها منجر به شناخت محدوده های ناهنجاری گردید که کنترل، پالایش و اولویت بندی در آنها از ضروریات یک گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی است. طبیعی است که تمامی ناهنجاریها نمی توانند معرف کانی سازی واقعی باشند و برخی از ناهنجاریها کاذب و بی ارزش بوده که بایستی در مرحله کنترل ناهنجاریها شناسایی و حذف شوند. عواملی که میتوانند باعث بروز این ناهنجاریها شوند عبارتند از:

- آلودگیهای مختلف در منطقه مورد مطالعه (صنعتی، کشاورزی، زیست محیطی، انسانی و....)

خطای آزمایشگاهی

- آلودگی نمونه ها در حین مراحل نمونه برداری، آماده سازی و آنالیز

- اثر سنگ بالادست (در صورتیکه این اثر خشی نشده باشد)

شناخت آنومالیهای واقعی در مرحله کنترل ناهنجاریها و تا حدودی قبل از آن امکانپذیر است، عواملی همچون انطباق با محیط های حاوی پتانسیل، زونالیته معنی دار در ناهنجاریها و گسترش نسبی آن و از همه مهمتر همپوشانی ناهنجاریها در عناصر مختلف در تمیز آنومالیهای واقعی موثر هستند.

برای تأیید یا رد ناهنجاریها، فاز کنترل ناهنجاریها انجام میشود. این مرحله شامل برداشت نمونه از مناطق دگرسان شده، زونهای مینرالیزه احتمالی، سیستم های درزه و شکاف پر شده توسط مواد معدنی (Plumbing Systems) و بالاخره برداشت، آماده سازی و مطالعه نمونه های کانی سنگین می باشد. با توجه به ضعف اطلاعات حاصله از آنالیزهای ژئوشیمیایی در راستای شناخت فاز پیدایش کانی سازی، اطلاعات تکمیلی نمونه های کانی سنگین میتوانند راهگشای شناخت واقعی از نوع کانی سازی منطقه باشد.

بر اساس شرح خدمات ارائه شده، تمامی نمونه های کانی سنگین در مرحله کنترل ناهنجاری برداشت شده اند. با توجه به گسترش، اهمیت و همپوشانی ناهنجاری ها و با عنایت به نقشه زمین شناسی و واحدهای لیتولوژی محدوده ناهنجر، اقدام به طراحی نمونه های کانی سنگین گردید. در شکل 3-1 موقعیت نمونه های کانی سنگین نمایش داده شده است. برداشت نمونه های کانیهای سنگین و مطالعه نتایج آن می تواند با توجه به توانمندی های بعضاً انحصاری این روش به صورت یک روش تکمیلی در کنار اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای قرار گیرد. با توجه به این امر در شرح خدمات پروژه مزبور برداشت، آماده سازی، جدایش و مطالعه این نمونه ها نیز در دستور کار قرار گرفته است. تعداد 43 نمونه کانی سنگین در منطقه مورد مطالعه برداشت گردید.

## 2-4-3- تعریف کانیهای سنگین

کانیهای سنگین Heavy minerals به بخشی از رسوبات تخریبی از حوضه‌های رسوبی (Sedimentary catchment) اطلاق می‌شود که وزن مخصوص آنها بیش از 2/9 گرم بر سانتیمتر مکعب باشد. این کانیها از لحاظ ویژگیهای فیزیکی دامنه گسترده‌ای را درمیادین هوازدگی فیزیکی، مقاومت فرسایشی در اثر حمل و نقل، وزن مخصوص، خواص مغناطیسی، رنگ و... نشان می‌دهند. آنها از دیدگاه ترکیب شیمیایی و نحوه واکنش در محیطهای گوناگون نیز تنوع و تکثر نشان می‌دهند. فاز تشکیل آنها (فازهای سیلیکاته، سولفیدی، اکسیده)، نحوه واکنش آنها در محیطهای مختلف (محیط‌های اسیدی، خنثی، قلیایی)، میزان حلالیت آنها در آب، از جمله پارامترهایی است که در تجمع (ته نشست) و یا پراکندگی آنها نقش به‌سزایی را ایفا می‌نمایند. کانیهای سنگین با توجه به تعریف بالا، دامنه گسترده‌ای را نشان می‌دهند و با توجه به نیازها می‌توان آنها را در دسته بندی های ویژه‌ای قرار داد.

## 3-4-3- نحوه نمونه برداری نمونه‌های کانی سنگین

نمونه های کانی سنگین با رعایت دستورالعملهای خاص برداشت شدند. موارد مهم در این دستورالعمل شامل گسترش حوضه آبریز، پهنای آبراهه، شیب توپوگرافی، رژیم بارندگی، اجتناب از حواشی آبراهه ها و انتخاب مئاندرها و رسوبات با دانه بندی مختلف و ناهمگن می باشد. در آبراهه‌های با عرض بیش از 3 متر، نمونه های کانی سنگین در امتداد یک خط شکسته و در چندین نقطه از عرض آبراهه برداشت می شود. عمق برداشت نمونه بین 30-50 سانتیمتر است. نمونه ها در آبراهه های خشک در حجم 5-10 لیتر از زیر الک 20 مش و در آبراهه های خیس بطور مخلوط و الک نشده به حجم 15-20 لیتر برداشت می شود.

## 3-4-3-1- نحوه آماده سازی نمونه‌های کانی سنگین

آماده سازی نمونه‌های کانی سنگین در دو مرحله در کمپ صحرائی و آزمایشگاه صورت می‌گیرد:  
الف: آماده سازی در کمپ صحرائی شامل گل‌شویی در آب و لاوک‌شویی نمونه‌ها با هدف تغلیظ کانیهای سنگین انجام می‌شود.

ب: آماده‌سازی در آزمایشگاه شامل عملیات حجم‌سنجی، تقسیم کردن نمونه در صورت لزوم، جدایش ثقلی با بروموفورم، حجم‌سنجی بخش کنسانتره کانیهای سنگین حاصله از جدایش ثقلی، جدایش مغناطیسی



در دو مرحله و نهایتاً جدایش سه فراکسیون مختلف AA (کانیهای دارای خاصیت مغناطیسی شدید)، AV (کانیهای دارای خاصیت مغناطیسی متوسط) و NM (کانیهای فاقد خاصیت مغناطیسی) خواهد بود.

### 3-4-3-2- مطالعه نمونه های کانی سنگین

بخشهای سه گانه مذکور با میکروسکوپ دو چشمی (بینوکلر) مطالعه می شوند. مبنای مطالعات، نظرات و تجربیات یک مینرالژیست مجرب است که در این زمینه تبحر داشته و به روشهای کمکی (میکروشیمی، سختی سنجی، رنگ آمیزی و ...) آشنایی کامل داشته باشد. مطالعه تمامی فراکسیونهای نمونه و مشخص کردن ذرات مشاهده شده و تکمیل جدول مربوطه بر اساس میزان کانی های مطالعه شده در هر بخش منجر به تکمیل مطالعات کیفی در زمینه کانیهای سنگین می گردد.

### 3-4-3-3- کمی کردن (Quantitative) داده های کانیهای سنگین

برای تبدیل داده های کیفی به کمی و در نتیجه امکان محاسبات آماری و پردازشها از فرمولی استفاده شده که توسط کارشناسان سابق بخش اکتشافات ژئوشیمیایی سازمان زمین شناسی (1. تدین اسلامی - ف. آزر) برای اولین بار ارائه شد.

$$\text{ppm} = X.Y.B.1000.D/A.C.D'$$

$X$  = درصد کانی محاسبه شده در هر بخش از سه بخش مورد مطالعه

$Y$  = حجم نمونه پس از جدایش با محلول سنگین (برومفورم)

$B$  = حجم نمونه پس از شستشو و تغلیظ

$A$  = حجم نمونه برداشت شده (نمونه اولیه)

$C$  = حجم انتخابی برای جدایش با محلول سنگین

$D$  = وزن مخصوص کانی مطالعه شده

$D'$  = میانگین وزن مخصوص رسوبات

بایستی به این نکته توجه داشت که وجود کانیهای با ارزش همچون طلا، نقره، پلاتین، سینابر و ... حتی در تعداد بسیار اندک می تواند موردعنايت قرار گیرد. هر چند نتایج کمی کردن این کانیها شاید با بزرگ نمایی همراه باشد، اما در مورد کانیهای سنگ ساز و کانیهای اقتصادی که از فراوانی نسبی بیشتری برخوردارند، محاسبه این فرمول نتایج منطقی و قابل قیاسی را در برخواهد داشت. در پیوست شماره 6 نتایج داده های کیفی نمونه های کانی سنگین که بدل به داده های کمی شده اند مشخص شده است. نتیجه این تبدیل کیفی به کمی را نشان می دهد.

#### 4-4-3- بررسیهای آماری اولیه

پس از کمی کردن داده‌های کانیهای سنگین جدول پارامترهای آماری این داده‌ها (جدول 3-16) تنظیم گردید. براساس اطلاعات حاصله از این جدول، از میان 43 نمونه کانی سنگین برداشت شده از این محدوده کانیهای گروه آهن از جمله مگنتیت، هماتیت، گوتیت و لیمونیت در تمام نمونه‌ها و الیژیست در 27 نمونه گزارش شده است.

از کانیهای گروه سرب مجموعاً در 8 نمونه شواهدی یافت شده است که شامل گالن در 3 نمونه و سروزیت در 8 و سرب طبیعی در 7 نمونه می‌باشد. از کانیهای گروه مس، مالاکیت در 1 نمونه و مس طبیعی در 2 نمونه ثبت شده است. طلا در یک نمونه (نمونه 8042) پیدا شده که متاسفانه نشانی از سایر کانیهای ارزشمند در این نمونه ثبت نشده است. شئلیت نیز در 5 نمونه مشخص شده است. در نمونه کانی سنگین 8249 مجموعه‌ای از کانیهای سرب (گالن و سروزیت در حد pts)، شئلیت، رالگار، اورپیمنت، سلستین، استرونیسیانیت همراه با باریت و پیریت اکسید به دست آمده است. قابل ذکر است که مقدار رالگار نسبتاً بالا بوده و این نمونه تنها نمونه کانی سنگین حاوی رالگار و اورپیمنت در میان 43 نمونه برداشت شده از سطح منطقه در فاز کنترل ناهنجاری‌ها می‌باشد.

جدول 3-16

### 5-4-3- نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین در ورقه 1:100,000 کشکوئیه

بر اساس مطالعه 43 نمونه کانی سنگین مربوط به پهنه برکه 1:100,000 کشکوئیه می توان نتیجه گرفت که این ورقه از نظر کانی زایی چندان با اهمیت نمی باشد. به طوریکه در مقدار اندکی از نمونه ها اثراتی از کانی سازی عناصری همچون سرب، مس، تنگستن و آرسنیک به مقدار بسیار جزئی مشاهده شده است. اما شایان ذکر است که با توجه به نتایج مطالعات این 43 نمونه بنظر می رسد که ورقه مذکور از نظر آهن دارای پتانسیل باشد. به طوریکه اکثر کانیهای آهن دار نظیر مگنتیت، هماتیت، الیژیست و حتی هیدروکسید های آهن نظیر گوتیت و لیمونیت نیز دارای مقادیر قابل توجهی می باشند که ذیلاً مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

ضمناً یک ذره طلای آزاد در نمونه Zk-202-H نیز در نمونه های این ورقه موجود بوده که تا حدودی بر اهمیت این ورقه افزوده است. اما متأسفانه نمونه های پیرامونی هیچ گونه اثراتی از طلا در بر نداشت. با نگاهی گذرا به مجموعه کانیهای مشاهده شده در نمونه ها می توان گفت عمده واحدهای سنگی رخنمون یافته در محدوده عبارتند از: شیل، ماسه سنگ، مارن، واحدهای کربناتی و توده های آذرین (خروجی و نفوذی). شایع ترین کانیهای مشاهده شده در این ورقه شامل: مگنتیت، گوتیت، هماتیت، لیمونیت، الیژیست، پیروکسن، اپیدوت، گارنت، ایلمنیت، سرپانتین، الیوین، زیرکن، روتیل، آناتاز، اسفن، آپاتیت، باریت، کربناتها و کانیهای آلتیره می باشد. از کانیهای کانسار ساز می توان به پیریت، گالن، سروزیت، مالاکیت، طلای آزاد، شلیت، رالگار، اورپیمنت سرب طبیعی و مس طبیعی. لازم به ذکر است که این کانیها به تعداد بسیار جزئی در تعداد بسیار اندکی از نمونه ها گزارش شده اند.

با توجه به نقشه 1:100,000 زمین شناسی کشکوئیه وجود سنگهای کربناتی (آهک، دولومیت) انواع متفاوت ماسه سنگها، شیل و مارن نیز مشخص شده است. از واحدهای آذرین عمده رخنمونها شامل واحدهای آذرین خروجی نظیر گندهای تراکیت، تراکی آندزیت و داسیت می باشد که عمدتاً در بخشهای میانی ورقه یکصد هزارم کشکوئیه و به مقدار بسیار جزئی در جنوب غرب و شمال شرق ورقه می باشد. در گزارش نقشه یکصد هزارم کشکوئیه، به اندیسه های متفاوتی از جمله مس، باریت، آهن اشاره شده که حضور کانیهای دارای این عناصر در نمونه های کانی سنگین نیز تأییدی بر این موضوع می باشد.

مهمترین کانی کانسار ساز مشاهده شده در این ورقه یک ذره طلای آزاد می باشد که در نمونه ZK-202-H وجود داشته که بصورت لامپی و نیمه گرد شده با اندازه 350 تا 500 میکرون بوده است. از دیگر کانیهای کانسار ساز می توان به کانیهای خانواده سرب (سرب طبیعی، سروزیت و گالن) اشاره نمود بطوریکه سرب طبیعی در 6 نمونه، سروزیت در 8 نمونه و گالن در 3 نمونه مشاهده شده است. از کانیهای

مس دار مس طبیعی در 2 نمونه ومالاکیت در یک نمونه گزارش گردیده است. شنلثیت در 5 نمونه، رالگار و اورپیمنت (کانیهای خانواده آرسنیک) هر کدام در یک نمونه موجود بوده اند.

با توجه به شواهد فوق و واحدهای سنگی محدوده ورقه کشکوئیه می توان چنین برداشت کرد که شیل و ماسه سنگ و واحدهای کربناته (آهک و دولومیت) احتمالاً جایگاه مناسبی برای کانیهای فوق خصوصاً خانواده سرب، مس و طلا میباشد. با توجه به حضور کانیهای کربناته و باریت در اکثر نمونه های این ورقه بنظر می رسد که محدوده ورقه از نظر سرب و مس دارای پتانسیل نسبی میباشد. باریت عمدتاً به صورت گانگ کانی سازی سرب در بسیاری از نمونه گزارش شده است.

با توجه به حضور پیروکسن (38 نمونه)، آپاتیت (33 نمونه) ایلمنیت (تمام نمونه ها)، آمفیبول (26 نمونه) احتمال وجود واحدهای سنگی نفوذی اسید تابازیک در محدوده می رود. این موضوع با توجه به رخنمون واحدهای تراکی آندزیت، گنبد های تراکیتی، ریوداسیت تابازالت تایید شده است. این واحدها می توانند هم پتانسیل کانی سازی داشته وهم به عنوان جایگاه مناسبی برای کانی سازیهای احتمالی مطرح باشند. حضور زیرکن های صورتی رنگ نشانگر فرآیندهای دگرسانی وهیدروترمال باشد با در نظر گرفتن این نکته که واحدهای کربناتی در محدوده ورقه برونزد خوبی داشته و حضور توده های آذرین (خصوصاً گنبد های تراکیتی که در وضعیتی شبیه به توده های نفوذی در واحدهای رسوبی نفوذ کرده اند و همچنین واحدهای ریوداسیت که ماهیتی تقریباً نیمه ولکانیک دارند) می توان احتمال تشکیل اسکارن را نیز در منطقه داد. وجود کانیهای گارنت، آمفیبول، بیوتیت، اپیدوت، شنلثیت می تواند دلیلی بر این ادعا باشند. علاوه بر آن کانیهای گارنت، آمفیبول، بیوتیت و اپیدوت نشانگر حضور واحدهای دگرگونی نیز می توانند باشند.

حضور الیوین و سرپانتین نیز گویای وجود واحدهای مافیک (بازالت و آندزیت) است. نکته بسیار مهم نمونه های این ورقه حضور تقریباً گسترده آهن خصوصاً مگنتیت در اکثر نمونه ها می باشد. بطوریکه می توان گفت در 9 نمونه مقدار بیش از 1200 گرم در تن و در 15 نمونه مقدار مگنتیت بیش از 500 گرم در تن گزارش شده است. از دیگر کانیهای آهن دار به هماتیت و الیژیست و کانیهای هیدروکسید آهن (لیمونیت و گوتیت) \_\_\_\_\_

می توان اشاره نمود که این کانی ها نیز در تمام نمونه های این ورقه گزارش شده اند. علاوه بر آن پیریت اکسید در 15 نمونه و پیریت نیز در 11 نمونه مشاهده شده است حتی مارتیت نیز در چند نمونه وجود داشته است.

بنابراین می توان گفت که این ورقه از نظر وجود احتمالی پتانسیل آهن میتواند در بررسیهای نیمه تفصیلی مدنظر قرار گیرد. حضور بسیار جزئی شنلثیت و پیرولولوزیت (کانیهای تنگستن و منگنز) نمی تواند معرف کانی سازی این عناصر باشد چرا که مقادیر بسیار اندکی از آنها در تعداد خیلی از نمونه ها یافت شده است.

### 3-4-6- روش تهیه نقشه های کانی سنگین

با توجه به اهمیت کانیهای سنگین در اکتشافات ژئوشیمیایی تصمیم بر آن شد که نمایش نقشه های کانی سنگین بر اساس حضور کانی سنگین های مهم و ارزشمند بصورت (Symbol Map) تنظیم گردد. این نقشه ها در پیوست 7 گزارش آورده شده اند.

### 3-4-7- معرفی مناطق امیدبخش کانی سنگین

با توجه به مطالبی که در سر فصل 3-5-4 به آنها اشاره شد، منطقه مورد مطالعه از دیدگاه کانی سنگین بسیار کم اهمیت معرفی شده است.

بر اساس نقشه ترسیمی از کانیهای سنگین نسبتاً مهم (شکل 3-34) که شامل مناطق حاوی کانی های گروه های سرب، مس، آهن و استرانسیم، همچنین شواهدی از طلا، رالگار، شلیت، اورپیمنت همراه با نمونه های حاوی اکثریت مقدار باریت و پیریت اکسید می باشد میتوان به حوضه های مجموعه کانی سنگین دست یافت که اندکی از سایر حوضه ها متمایز شده اند. این حوضه ها عبارتند از:

#### شمال، شمال غرب برکه فردوسی - شمال کوه سفید

در این محدوده 6 نمونه کانی سنگین برداشت گردیده که مساحتی قریب به 17 کیلومتر مربع را در بر دارد. مهمترین نمونه های کانی سنگین این محدوده (8220 و 8221 و 8222) بیانگر حضور سروزیت، سرب طبیعی، مس طبیعی، سلسیتین و شلیت همچنین بیشترین مقدار لیمونیت در نمونه 8221 می باشند. این محدوده در بردارنده لیتولوژی آهکی - سنگهای ولکانیکی و آبرفت می باشد و با توجه به اینکه با ناهنجاریهای عناصری چون Cu, Ti, W, Pb, Bi, Fe, U, Mn, Sn, Th همپوشانی دارد، حائز اهمیت می باشد.

#### شمال، شمال غرب برکه شمس آباد - شمال مزرعه یحیی آباد

این محدوده با مساحت تقریبی 1/7 کیلومتر مربع با در برداشتن نمونه 8249 شناخته شده است. در نمونه کانی سنگین 8249 مجموعه ای از کانیهای سرب (گالن و سروزیت)، شلیت، رالگار، اورپیمنت، سلسیتین، استرونیانیت همراه با باریت و پیریت اکسید به دست آمده است. قابل ذکر است که مقدار رالگار نسبتاً بالا بوده و این نمونه تنها نمونه کانی سنگین حاوی رالگار و اورپیمنت در میان 43 نمونه برداشت شده از سطح منطقه در فاز کنترل ناهنجاری ها می باشد.

از لحاظ همپوشانی این ناهنجاری با ناهنجاری هایی از عناصر As, Pb, Sb, Sr<sub>2</sub> همراه است که انطباق قابل توجهی از همراهی شواهد ناهنجاری ژئوشیمیایی و کانی سنگین را نشان داده است. لیتولوژی این حوضه از فیلیس های کرتاسه فوقانی تشکیل شده است.

### غرب برکه بهرمان - غرب کوه بدبخت کوه

این محدوده با مساحت تقریبی  $2/9$  کیلومترمربع با در برداشتن نمونه های 8042 و 8007 شناخته شده است. نمونه کانی سنگین 8042 تنها نمونه طلا دار منطقه است که با توجه به تراکم نسبی نمونه های کانی سنگین در اطراف آن متاسفانه شواهد دیگری از این کانی ارزشمند یافت نگردید. در این نمونه اثری از سایر کانیهای سنگین مهم نیز مشاهده نگردید. نمونه 8007 حاوی مقادیر اندکی از شلیت است. واحد های لیتولوژی از فیلیش تشکیل شده اند.

### جنوب شرق برکه شام آباد - کوه گودیچ

این محدوده با مساحت تقریبی  $6/3$  کیلومترمربع با در برداشتن نمونه های 8020 تا 8023 شناخته شده است. در نمونه های کانی سنگین این محدوده آثاری از مس طبیعی در دو نمونه 8021 و 8022 همچنین بیشترین مقدار پیریت اکسید در نمونه 8022 و شواهد اندکی در حد pts از شلیت در نمونه 8021 به دست آمده است. در دو نمونه 8022 و 8023 گوتیت، هماتیت و الیژیست ثبت شده است. در نقشه داده های خام و در منتهی الیه جنوب غربی برکه شام آباد و در واحد های لیتولوژی کنگلومرا و آندزیت ناهنجاری درجه اول و دومی از آنتیموان یافت شده که با توجه به لیتولوژی، همپوشانی و گسترش نسبی قابل توجه می باشد. از لحاظ همپوشانی در ناهنجاری درجه اول شواهدی از ناهنجاری های Te, Th و در ناهنجاری درجه دوم آثاری از ناهنجاری های Te, Ce, Cd مشاهده شده است.

### محدوده مرکزی 1:100.000 جنوب غرب فردوسیه

در این محدوده که مساحتی بالغ بر 4 کیلومترمربع را در بردارد، دو کانی سنگین به شماره های 8258، 8256 برداشت شده است. این نمونه ها حاوی مقادیری سلسترین بوده اند و شواهد چندان بارزی از سایر کانیهای سنگین در آنها یافت نشده است. لیتولوژی این محدوده را آندزیت های ائوسن در بر دارند. ناهنجاریهای ژئوشیمیایی درجه دوم از استرانسیوم و نیکل در این منطقه بدست آمده است که همخوانی نتایج نمونه های کانی سنگین با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی را نشان می دهد.

### محدوده غرب برکه بهرمان - غرب کوه بدبخت کوه حاشیه غربی منطقه

این محدوده با مساحت  $1/3$  کیلومتر مربع با توجه به نمونه کانی سنگین 8015 معرفی شده است. در این نمونه بیشترین مقادیر مگنتیت و سلسترین یافت شده است. ناهنجاریهای ژئوشیمیایی این محدوده را

ناهنجاریهای درجه اول و دوم از عناصری Sb, Ce, Cd, Te, U شامل می شود. لیتولوژی این محدوده را فلایش پوشانده است.

### محدوده جنوب برکه بهرمان

مساحت این محدوده که از نمونه کانی سنگین 8169 سرچشمه گرفته قریب به 1/7 کیلومتر مربع است. در این نمونه باریت به همراه شواهدی از گالن، سروزیت و مالاکیت (2/9 گرم در تن) و همچنین شواهد اندکی از استروسیانیت (کربنات استرانسیم) یافت شده است. این نمونه حاوی بیشترین مقدار باریت و مالاکیت بوده و از این لحاظ در خور توجه است. لیتولوژی این محدوده را فلایش کرتاسه تشکیل داده و ناهنجاری مولیبدن در بررسیهای ژئوشیمیایی از این منطقه بدست آمده است.



### 8-4-3- نمونه های مینرالیزه (نمونه های سنگی) (Rock chip)

براساس موارد ذکر شده در شرح خدمات پروژه و با توجه به شواهد کانی سازی احتمالی و آتراسیون، کارشناسان ضمن برداشت نمونه های کانی سنگین، از برونزدهای حاوی پتانسیل، نمونه هایی را جهت اهداف از پیش تعیین شده برداشت کرده اند. در محدوده مورد مطالعه تعداد 3 نمونه مینرالیزه برداشت شده است. این نمونه ها به همراه توضیحی از موقعیت برداشت و نوع آنالیز در جدول 3-17 آورده شده است. جانمایی این نمونه ها در نقشه نمونه برداری 3-1 آورده شده است.

نمونه های مینرالیزه عمدتاً از رگه و رگچه های کلسیتی که دربر دارنده اکسید آهن و آثاری از کلریتی شدن میباشند، برداشت شده اند. جدول 3-18 نتایج آنالیز این نمونه ها را نشان میدهد. نمونه های مینرالیزه طراحی شده جهت مطالعات ICP، در آزمایشگاه زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (مجمع پژوهشهای کاربردی کرج) آنالیز شدند، عناصر Au, Hg, As, Sb, Bi, Mo و W به روش جذب اتمی و عناصر U, Zn, Ti, Sn, Pb, Ni, Mn, Cu, Cr, Be, Ba, Te به روش ICP-OES. با توجه به نتایج آنالیز، هیچکدام از نمونه ها جالب توجه نبوده است.

مقدار طلا در هر سه نمونه مینرالیزه کمتر از 5 میلی گرم در تن بوده و تنها نمونه ای که میتوان به مقادیر به نسبت بالاتر آن اشاره کرد نمونه Zk-8333-I میباشد، درفرداست این نمونه ناهنجاری ژئوشیمیایی عناصر کادمیم، تورنیوم، آنتیموان، مس و آلومینیوم مشاهده میشود.

جدول 3-17: موقعیت و شرح مختصر نمونه های سنگی (مینرالیزه) به همراه نوع آنالیز یا مقطع در خواستی

Row	Sample ID	X	Y	Analyze Method	توضیحات
1	ZK-8333-I	371836	3409521	Icp	نمونه نابرجا از محل آبراهه-سنگ آهکی دولومیتی حاوی اکسید آهن و رگچه های کلسیتی.
2	ZK-8024-I	404209	3402407	Icp	نمونه از یک رگه کلسیتی در میان واحد دولومیتی برشی شده برداشت شده است.
3	ZK-8256-I	379666	3405738	Icp	در نمونه آثاری از کلریتی شدن مشاهده میشود.

جدول 3-18: نتایج آنالیز نمونه های سنگی (مینرالیزه)

Row	Sample ID	Au	Hg	As	Sb	Bi	Mo	W	Ba	Be
1	ZK-8333-I	0.0043	0.07	5.50	0.50	0.28	3.50	<0.50	157.11	0.72
2	ZK-8024-I	0.0011	<0.05	15.00	1.70	0.28	<0.5	<0.5	7.55	<0.1
3	ZK-8256-I	0.0014	0.07	46.50	1.80	0.28	3.70	0.50	71.68	1.63

Row	Sample ID	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sn	Ti	Zn	U	Te
1	ZK-8333-I	9.73	23.87	2095.00	40.96	11.02	2.36	271.00	117.26	<1	0.08
2	ZK-8024-I	0.83	1.00	68.00	1.32	0.50	1.47	<10	19.44	<1	<0.01
3	ZK-8256-I	19.12	16.75	311.00	17.66	<0.5	<1	108.00	11.97	1.73	0.02

\* کلیه مقادیر بر حسب گرم در تن (ppm) میباشد.

# فصل پنجم: مطالعه تغییر پذیری دانشیته گسلها

### 1-5-3- مطالعه تغییر پذیری دانسیته گسلها

با توجه به اینکه سیالات کانه ساز در شکل گیری بسیاری از کانسارها نقش اساسی دارند و حرکت این سیالات نیاز به درز و شکاف هایی با ابعاد مختلف دارد لذا توسعه اینچنین سیستمهایی در زونهای شکسته شده، اعم از فشارشی یا کششی محتمل تر می باشد. بسیاری از مواد معدنی فلزی، بصورت رگه هایی دیده می شوند که در حقیقت این رگه ها، شکستگی ها و گسل هایی است که از مواد معدنی پر شده اند. موارد بیشماری وجود دارد که طی آن رابطه نزدیکی بین کانسار و عوامل تکتونیکی به اثبات رسیده است. لذا مطالعه زونهای شکسته شده و مقایسه آنها با نقشه توزیع ناهنجاری و نقشه توزیع شکستگیها می تواند در ارزیابی آنومالی ها مؤثر واقع شود. نکته قابل توجه در این امر زمان شکل گیری شکستگی ها می باشد. زیرا بدیهی است که تنها شکستگی هایی که قبل از پدیده کانی سازی تشکیل شده اند می توانند در ایجاد کانالها و منافذ جهت حرکت سیالات گرمایی و تشکیل کانسارهای تیپ اپی ژنتیک هیپوژن مؤثر واقع شوند.

بنابراین شکستگی هایی که بعد از کانی سازی تشکیل شده باشند تنها ممکن است در توسعه هاله های ثانوی آنها و تشکیل زون غنی شدگی اکسیدی و یا احیایی از نوع اپی ژنتیک سوپرژن مؤثر واقع شوند. البته تشکیل شکستگی های ثانوی موجب تسهیل در فرایند اکسیداسیون عناصر کانساری و افزایش قابلیت حرکت و توسعه هاله های ثانویه آنها خواهد شد. در این راستا مجموعه گسلهای هر برگه بطور جداگانه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. جهت بررسی و تحلیل گسلهای منطقه در نقشه 1:100,000 کشکوئیه منطقه به چهار برگه 1:50,000 تقسیم شده و هر برگه از نظر دانسیته گسلهای موجود و آزیموت آنها مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور با استفاده از نرم افزار GEORIENT رزدیگرام گسلهای اصلی، فرعی و رورانده از نظر فراوانی ترسیم گردیده است. علاوه بر رزدیگرامهای ذکر شده که برای گسلهای مختلف به تفکیک ترسیم شده، از مجموع گسلهای موجود در برگه 1:50,000 نیز یک رزدیگرام جهت تحلیل کلی گسلهای منطقه بدست آمده است.

پس از رسم رزدیگرامها با کنار هم قرار دادن و مقایسه آنها با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی بدست آمده، می توان به یک دید کلی در مورد ارتباط احتمالی آنها با گسلها و فعالیتهای تکتونیکی منطقه دست پیدا کرد که ممکن است مناطق با دانسیته گسل بالا، با ناهنجاریها مرتبط باشد.

#### 1-5-1-3- زمین شناسی ساختمانی کشکوئیه

برگه 1:100000 کشکوئیه جزو نواحی زمین ساختی ایران مرکزی می باشد که در شمال غرب چهارگوش رفسنجان قرار گرفته است. در این منطقه از سنگهای باسن کامبرین و جدیدتر توسط گسل ها در سطح رخنمون دارند که بغیر از آبرفتهای کواترنر، واحدهای کرتاسه بیشترین برونزد را در سطح دارند. با توجه

به بالا راندگی و قرارگیری واحدهای ائوسن کرتاسه و قدیمی باراستای SE - NW در کنار واحدهای کواترن به نظر می رسد که گسلهای پیرامونی آنها مؤلفه معکوس (Reverse) نیز داشته اند. گرچه در نقشه 1:100,000 کشکوئیه اکثر گسلهای مرز را بصورت Major fault نمایش داده اند و نوع گسل را مشخص ننموده اند. اکثر ساختارها در این منطقه بصورت شکستگی Fracture تظاهر نموده اند و حین خوردگی کم بچشم می خورد. روند غالب گسلهای شمال باختر - جنوب خاور می باشد و طول آنها بین یک الی سی کیلومتر متغیر است. چین خوردگی های موجود در منطقه که موجب برونزود واحدهای دولومیتی کامبرین شده اند باراستای شمال باختری - جنوب خاوری و به موازات روند غالب گسلها در شمال خاور نقشه مشاهده می شوند. موازی بودن روند چین ها و گسلها بیانگر ارتباط جنبشی آنها (Kinematic) با یکدیگر است. به سمت جنوب باختر سن واحدهای سنگی بیرونزده جوانتر می شود. بنابراین راستای فشارش بصورت SE - NE می باشد. که قسمت شمال خاوری منطقه مورد مطالعه تاریخچه قدیمی تری نسبت به این رژیم زمین ساختی دارد.

در شکل 3-35 رزیدیاگرام امتداد گسلهای ورقه 1:100,000 کشکوئیه به تفکیک در هر 1:50,000 بر حسب نوع گسل و به صورت کلی آورده شده است. همچنین بر اساس راستای محور چینها نیز رزیدیاگرام مربوطه ترسیم شده و در شکل نمایش داده شده است.

### 2-1-5-3- نتیجه گیری

با توجه به برداشتهای ژئوشیمیایی در منطقه مورد مطالعه اکثر آنومالی ها به محل گسلها و چینها و واحدهای سنگی مرتبط با آنها منطبق هستند. با توجه به اینکه قسمت های میانی این نواحی توسط آبرفت های کواترن پوشیده است، می توان نتیجه گرفت که توزیع این آنومالی ها در سطح، از ساختار تبعیت می کند. بنابراین می توان نتیجه گرفت هر آنومالی فلزی با توجه به سن و نوع سنگ میزبان و نوع عملکرد چین ها و گسلها در یک روند خاص برونزد پیدا کرده است.

شکل 3-35

# فصل ششم: تحلیل و تلفیق کلیه اطلاعات، مدل سازی آنومالیهای ژئوشیمیایی

### 1-6-3- مقدمه

مسئله اطلاعات زمین شناسی بسیاری وجود دارد که از دیدگاه ژئوشیمیست‌ها در پروژه نمونه‌برداری ژئوشیمیایی 1:100.000 کشکوئیه پنهان مانده است، چون در هنگام نمونه برداری، اطلاعات زمین شناسی همراه با شواهد کانی سازی و آلتراسیون احتمالی در محدوده کوچکی نسبت به حوضه آبرفتی برداشت میشود. اطلاعات منعکس شده در هر برگه نمونه برداری (برگه‌های استاندارد نمونه‌های آبرفتی) محدوده همان نقطه را تشریح می‌کند. اصولاً درجه اطمینان به این اطلاعات و اطلاعات دیگری منجمله اطلاعات زمین شناسی، داده‌های آنالیز نمونه‌ها، داده‌های مطالعات کیفی نمونه‌های کانی سنگین، داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌های سنگی بایستی سنجیده شود. سپس با علم به این موضوع به تلفیق آنها و نتیجه گیری در راستای تداوم عملیات اکتشافی پرداخت.

بطور کلی زمین شناسان نسبت به کاربرد تفاسیر در استفاده از داده‌های زمین شناسی در اکتشافات هم عقیده نیستند. بعضی عقیده دارند که مشاهدات تجربی برای استفاده در اکتشافات کافی بوده و این مشاهدات قابل اعتماد و اطمینان است و نیازی به جمع آوری اطلاعات در زمینه فرآیندهای زمین شناسی و نحوه زایش مواد معدنی وجود ندارد (Ridge -1983). عده ای دیگر مخالف این نظریه بوده و معتقدند که تکیه به مشاهدات تجربی بطور بسیار بارزی سهم اطلاعات زمین شناسی را در اکتشاف بالا می‌برد. این اطلاعات خود به گونه روشنی جنبه تجربی داشته و خصلت کمیته ندارند.

گروه دیگری از متخصصین عقیده دارند که با توجه به تنوع فرآیندهای زمین شناسی و پدیده‌های مرتبط با آنها امکان سود جستن از آنها در طبقه بندی اکتشافی راهی طولانی و پر دردسر است. در این زمینه می توان به عواملی استناد کرد که رفتار آنها به صورت قانونمند شناخته شده و واکنش های آنها در هر محیط به دقت مطالعه شده است.

این عوامل شامل رفتار عناصر در تشکیل کمپلکس‌ها، چگونگی تشکیل آنها، مهاجرت و سکون آنهاست. این گروه معتقدند که اصول اکتشافات ژئوشیمیایی به عنوان آئینه تمام نمای این رفتارهاست و استفاده از نسبت‌ها و ضرایب خاص می‌تواند کارایی این طرز تفکر را به چندین برابر و یا حتی چند صد برابر افزایش دهد. از پیشروان این تفکر پروفیسور سرگئی گریگوریان است.



اما بنظر میرسد هیچکدام از این روشها به تنهایی توانایی حل مشکل اکتشاف را ندارند و مجموعه متناسبی از این روشها میتواند تا حدودی کارگشا باشد. انتخاب این مجموعه و نسبت هر کدام از عوامل موثر در آن به تجربه کارشناسانی بستگی دارد که معانی و مفاهیم این روشها را درک کرده و بکار گرفته باشند.

### **1-6-3- تلفیق اطلاعات نمونه های کانی سنگین و مینرالیزه با نتایج نمونه های ژئوشیمیایی**

همانگونه که در سر فصل فاز کنترل ناهنجاریها نیز عنوان گردید، معرفی مناطق ناهنجار با فرآیند پردازش داده های ژئوشیمیایی آغاز شده و با مرحله بازدید از منطقه و جمع آوری اطلاعات بیشتر (فاز کنترل ناهنجاری ها) به انجام رسیده است. اطلاعات تکمیلی از طریق برداشت نمونه های کانی سنگین و نمونه های مینرالیزه بدست آمده است. قبل از شروع به تلفیق نتایج، لازم است میزان اطمینان به نتایج داده ها بررسی گردد.

الف: داده های ژئوشیمیایی و آنالیز آنها :

مهمترین محیط نمونه برداری در پروژه های اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک، محیط آبرفتی و برداشت نمونه های رسوب آبراهه ای از آنهاست. نتایج آنالیز این نمونه ها مبنای داده پردازشی و ترسیم نقشه ها و در نهایت استخراج مناطق بالنسبه مناسبتر جهت کنترل ناهنجاریها و برداشت نمونه های کانی سنگین ( و مینرالیزه ) خواهند بود. اگر به سرفصل بررسی خطای آنالیز مراجعه شود (بخش سوم سرفصل 3-2-2) و نتیجه گیری حاصله از آن سرفصل را مد نظر قرار دهیم در خواهیم یافت که میزان اعتماد اندکی به نتایج آنالیز نمونه ها وجود دارد. این نتیجه گیری براساس مطالعه دقیق نتایج نمونه های تکراری بدست آمده و گزارش آن قبل از تدوین گزارش نهایی پروژه به مسئولین مربوطه اعلام گردید. بنابراین بایستی به این نکته اعتراف نمود که اصلی ترین داده ها که مبنای تلفیق اطلاعات سایر داده ها براساس آنها استوار گردیده فاقد حداقل اعتبار لازم برای نتیجه گیری است. طبیعی است که انتخاب مناطق جهت کنترل ناهنجاری و برداشت نمونه های کانی سنگین و مینرالیزه نیز متأثر از این مرحله خواهد بود.

ب- نتایج حاصل از نمونه های سنگین:

براساس مطالعه 43 نمونه ، در مقدار اندکی از نمونه ها اثراتی از کانی سازی عناصری همچون سرب، مس، تنگستن و آرسنیک به مقدار بسیار جزئی مشاهده شده است. اما با توجه به نتایج مطالعات این 43 نمونه بنظر می رسد که ورقه مذکور از نظر آهن دارای پتانسیل باشد. به طوریکه اکثر کانیهای آهن دار نظیر مگنتیت، همتایت، الیژیست و حتی هیدروکسید های آهن نظیر گوتیت و لیمونیت نیز دارای مقادیر قابل توجهی می باشند. ضمناً یک ذره طلای آزاد در نمونه Zk-202-H نیز در نمونه های این ورقه

موجود بوده که تا حدودی بر اهمیت این ورقه افزوده است. اما متأسفانه نمونه های پیرامونی هیچ گونه اثراتی از طلا در بر نداشت.

در گزارش نقشه یکصد هزارم کشکوئیه، به اندیسه های متفاوتی از جمله مس، باریت، آهن اشاره شده که حضور کانیهای دارای این عناصر در نمونه های کانی سنگین نیز تأییدی بر این موضوع می باشد.

از دیگر کانیهای کانسار ساز می توان به کانیهای خانواده سرب (سرب طبیعی، سروزیت و گالن) اشاره نمود بطوریکه سرب طبیعی در 6 نمونه، سروزیت در 8 نمونه و گالن در 3 نمونه مشاهده شده است. از کانیهای مس دار مس طبیعی در 2 نمونه و ملاکیت در یک نمونه گزارش گردیده است. شلیت در 5 نمونه، رالگار و اورپیمنت (کانیهای خانواده آرسنیک) هر کدام در یک نمونه موجود بوده اند.

با توجه به واحدهای سنگی محدوده ورقه کشکوئیه می توان چنین برداشت کرد که شیل و ماسه سنگ و واحدهای کربناته (آهک و دولومیت) احتمالاً جایگاه مناسبی برای کانیهای خانواده سرب، مس و طلا می باشند. با توجه به حضور کانیهای کربناته و باریت در اکثر نمونه های این ورقه بنظر می رسد که محدوده ورقه از نظر سرب و مس دارای پتانسیل نسبی می باشد. باریت عمدتاً به صورت گانگ کانی سازی سرب در بسیاری از نمونه گزارش شده است.

نکته بسیار مهم نمونه های این ورقه حضور تقریباً گسترده آهن خصوصاً مگنتیت در اکثر نمونه ها می باشد. بطوریکه می توان گفت در 9 نمونه مقدار بیش از 1200 گرم در تن و در 15 نمونه مقدار مگنتیت بیش از 500 گرم در تن گزارش شده است. از دیگر کانیهای آهن دار به هماتیت و الیژیست و کانیهای هیدروکسید آهن (لیمونیت و گوتیت) می توان اشاره نمود که این کانی ها نیز در تمام نمونه های این ورقه گزارش

شده اند. علاوه بر آن پیریت اکسید در 15 نمونه و پیریت نیز در 11 نمونه مشاهده شده است حتی مارتیت نیز در چند نمونه وجود داشته است. بنابراین می توان گفت که این ورقه از نظر وجود احتمالی پتانسیل آهن میتواند در بررسیهای نیمه تفصیلی مدنظر قرار گیرد

با توجه به مطالب فوق الذکر با عنایت به عدم اطمینان به نتایج نمونه های ژئوشیمی و همچنین عدم کانی زایی چندان مهم بر اساس نتایج کانی سنگین، مرحله تلفیق نتایج، عمدتاً بر اساس ناهنجاریهای نمونه های کانی سنگین بعنوان پایه و براساس شواهد نقشه زمین شناسی و شواهد نقشه ژئومگناطیس هوائی 1:250.000 در نظر گرفته شده است و در فصل هفتم آورده شده است.

## 2-6-3- مدل سازی آنومالی های ژئوشیمیایی

### 1-2-6-3- تعریف مدل

مدل سازی نوعی روش ساده سازی است که هر چند موجب سهولت در شناخت واقعی پدیده های و رخدادها می شود اما بطور ذاتی همراه با احتمالی از بروز خطا می باشد. در مقابل این نقطه ضعف (خطای همراه با مدل سازی) نقاط قوتی نیز در مدل سازی وجود دارد که ارتباط روشن عناصر و عوامل اصلی یک پدیده یا رخداد از جمله آنهاست.

زمین شناسان در استفاده از لغت مدل و برداشت از آن و انواع مختلف مدل به نظر واحدی نرسیده اند. تعریف مدل در بسیاری از لغت نامه ها به گونه زیرارائه شده است:

مدل در بر گیرنده و بیانگر ترکیب داده ها و مفاهیم است که به صورت مطلب نوشتاری، فرمول، نمودار و یا شبیه سازی فیزیکی بیان می شود. یک مدل نهشته کانساری شامل داده ها و مفاهیمی است که از روند داده پردازی گذشته تا از نتایج آنها برای شناخت نوع نهشته استفاده گردد.

توصیف زمین شناسی و عوامل مؤثر آن در هر کانسار و بررسی مجموعه های کانسارها در یک ناحیه فراگیر می تواند منجر به تعریف مدل توصیفی کانسار مزبور گردد. در این مدلها مشخصه های عمومی و کلی کانسار بدون نظر به ارتباط علت و معلولی آن مورد کنکاش قرار می گیرد و به اصطلاح به نحوه زایش و پارامترهای مورد نظر آن نمی پردازد. نوع دیگر مدل سازی که به ارتباط زایشی و برآورد محتمل ترین فرآیندهای مؤثر در آن پرداخته می شود به نام مدل سازی ژنتیکی موسوم است.

ژئوشیمیست های روسی و بویژه پروفیسور گریگوریان نوع دیگری از مدل سازی را مبنای فعالیتهای اکتشافی خود قرار داده اند در این نوع مدل سازی با توجه به گستره زونهای عمودی و افقی عناصر و محاسبه نسبت های عناصر فوق کانساری و پلات کردن نتایج پردازش شده آنها روی مدلهای شناخته شده، در نهایت به بررسی سطح فرسایش و تقسیم بندی هایی خاص هر نوع کانسار خواهند پرداخت.

مدل سازی عددی که ارتباط بین داده های محیط کانسار، محیط زمین شناختی را بر قرار کرده و در نهایت با استناد به داده های مدل توصیفی به مدلی (مدلهایی) دست خواهند یافت که بیشترین احتمال وقوع آنها در منطقه وجود دارد. اما با توجه به این مسأله ضروری است که بخش مهمی از این داده ها متأثر از اطلاعاتی است که در قالب نقشه های کوچک مقیاس ارائه شده و ارائه و تشخیص پاره ای از آنها به آگاهی

کامل به محیط تکتونیک و عوارض زمین شناختی بستگی دارد و صحت دقت این داده‌ها قبل از ورود به هر نوع سیستم و تصمیم‌گیری نهایی بایستی کنترل شود. بطور خاص در سر فصل 3-1-6-1 به میزان اطمینان به نتایج داده‌ها پرداخته شده و مسائل مربوطه در مورد علت عدم اطمینان کافی به نتایج برخی از داده‌ها بیان شده است.

### 2-2-3- مدلهای احتمالی کانی سازی در برکه 1:100.000 کشکوئیه

با توجه به نقشه زمین‌شناسی کشکوئیه رشته کوه داوران در کناره شمال شرقی و رشته کوه‌های بدبخت کوه در میانه این گستره و رشته کوه‌های جبال آتشفشانی ارومیه- دختر در جنوب، فروفاتادگیهای حوضه نوق و حوضه انار-رفسنجان از هم جدا می‌کند، روند همگانی این آرایش، شمال غربی- جنوب شرقی است. در حوضه انار-رفسنجان سیماهای ریخت‌شناسی ویژه مناطق خشک، سطوح فرسایشی کم شیب و دشتهای آبرفتی و دشتهای کویری با ماندابهای فصلی در آن بخوبی تکامل یافته‌اند. اما در حوضه نوق سیماهای ریخت‌شناسی یاد شده در مقایسه با حوضه‌های مذکور از توسعه کمتری برخوردارند.

با توجه به نقشه زمین‌شناسی 53 واحد لیتولوژی از پرکامبرین تا رسوبات عهد حاضر وجود دارد. واحد های رسوبی (عمدتاً شیل، ماسه سنگ، کنگلومرا، دولومیت و آهک) متعلق به پر کامبرین، کامبرین، دونین، تریاس، کرتاسه و پلیستوسن با روند شمال غربی- جنوب شرقی با گسلهایی در همین راستا بخشهای رخنمون دار برکه را پوشانده است. گدازه های آذر آواری ائوسن در محدوده ورقه کشکوئیه، تنها در بخش جنوب شرقی و میانی آن گسترش دارد. در گوشه جنوب غربی محدوده زیر پوشش ورقه کشکوئیه، مجموعه‌های آتشفشانی ائوسن را گندهای تراکیتی بریده‌اند که سن آنها به گمان میو- پلیوسن است. سنگهای آذرین پالئوزوئیک و مزوزوئیک را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم کرد که عبارتند از: الف- دایکهای که پالئوزوئیک را می‌برند. ب- گدازه‌های درون سریهای پالئوزوئیک (نقشه زمین‌شناسی کشکوئیه، شکل 2-1)

با توجه به مباحثی که در راستای میزان اطمینان به داده‌ها در فصلهای قبلی ارائه گردید بنظر می‌رسد مدل کانی سازی‌های احتمالی بیشتر بصورت زیر مطرح باشد.

1- **تیپ باریت رگه ای:** (نشانه های کانی سازی باریت و سلسنتین منطقه بدبخت کوه)، با توجه به ثبت سلسنتین، مگنتیت و طلا در زون رشته کوه بدبخت کوه از غرب برکه بهرمان گرفته تا جنوب بهرمان با حداکثر مقدار باریت و همچنین حضور استرونیسانیت و در ادامه تا شمال مزرعه یحیی آباد، وجود کانی سازی باریت رگه ای در ارتباط با توده های تراکی آندزیتی این زون تا حدودی محرز می‌گردد. این کانی سازی گسترش چندانی ندارد و در وابستگی با رگه‌های کربناتی است و به گمان قوی با گندهای تراکیتی یا در حقیقت با ماگماتیسیم تراکیتی میوپلیوسن در ارتباط باشد. گندهای تراکیتی میو- پلیوسن به دلیل بالا بودن مقدار K<sub>20+</sub>

Na<sub>2</sub>O که نزدیک به 11 درصد است می تواند به عنوان ماده معدنی فلدسپات در صنایع شیشه سازی به کار گرفته شود.

2- **تیپ بوکسیت کارستی:** در افق لاتریتی روی واحد TR<sup>21</sup> (سنگ آهک ضخیم لایه، سفید تا خاکستری تیره) کانی سازی بوکسیت و آهن دیده شد. بر اساس نقشه 1:100,000 بررسیهای اکتشافی مقدماتی برای این افق که ضخامت آن از 0.5 تا 3 متر متغیر است، توصیه می شود.

3- **انباشتگی زیادی از کوارتزیت به عنوان منابع سیلیسی در افقها و واحدهای پرشمار همچون کوارتزیت معروف به کوارتزیت راسی، شامل واحدهای (کوارتز آرنایت، ماسه سنگ سفید و قهوه ای و تناوب کوارتز آرنایت صورتی و دولومیت) و گچ به صورت انباشتگی شایان توجه در واحد کوارتز آرنایت بطور محلی با تناوب گچ و کوارتزیت دیده می شود.**

# فصل هفتم: نتایج و الویت بندی مناطق امید بخش

### 1-7-3- جمع بندی نتایج

منطقه مورد مطالعه زیر پوشش نقشه 1:100000 زمین شناسی کشکوئیه در استان کرمان و در بین طولهای خاوری 30' و 55° تا 56° و عرضهای شمالی 30' و 30° تا 31° قرار گرفته است.

با نظر گرفتن عوامل موثر در طراحی محل نمونه ها و با استفاده از نقشه زمین شناسی منطقه و نقشه 1:250,000 ژئو فیزیک هوایی طراحی محل 479 نمونه انجام شد. نمونه ها در مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی آنالیز شیمیایی را پشت سر گذراندند.

با بررسی نتایج آنالیزهای ژئوشیمیایی مقادیر ماکزیمم عناصر U, Bi, W, Th, Te, Ni, Cd و مقادیر میانگین عناصر Cd, Bi, U, Te, S و Th قابل توجه میباشد. در بررسی هیستوگرامها، بروز برخی از جوامع که در داده-های خام توزیع نرمال یا نزدیک به نرمالی داشتند تعجب برانگیز و غیر منطقی بود از آن جمله می توان به هیستوگرام عناصر Al, Tl, Th, Sb, Co, Bi اشاره کرد.

بیشترین ضریب همبستگی طلا با عناصری همچون Sr, Ag, K, Rb, S, Mg, Li از مقادیر حداکثر (0.459) Au-Li تا حداقل (0.128) Au-Be و همبستگی در حد اعتبار 99٪ بدست آمده است. هر چند تنها همبستگی Au-Li در حد مقادیر بیشتر از 0.5 گزارش شده است، اما همبستگی طلا با Sn, Co, Cu, Ag نیز در میان این نتایج دیده شده است. با توجه به میزان حداکثر طلا در نمونه بنظر نمی رسد همبستگی های مذکور ارزش اکتشافی چندانی داشته باشند.

همراهی بیسموت با عناصر Fe, Mn, Cd, Sn, Sb و آنتیموان با Cu, Te, Fe, U, Pb, Ba, Co, Sn ویژگی کانساری این مجموعه ها را نشان می دهد.

جدایش جوامع سنگی با هدف به حداقل رساندن اثر سنگ بالادست بخش عمده ای از داده پردازی را شامل می شد که طی آن نمونه ها به یک سنگی تا 6 سنگی تقسیم شده و هر گروه نیز زیرگروه های متنوعی (با بیش از 7 نمونه) را شامل می شد.

اما این امر نیز با موارد غیر معمولی همراه بود مثلاً اینکه مقادیر بالای گوگرد در نهشته های آلویوم مشخص شد در صورتیکه باریم بیشتر در مجموعه دولومیتی بالاترین مقادیر را بخود اختصاص داده که امری طبیعی بنظر می رسد.

آنالیز فاکتوری که برمبنای مجموعه ای از داده های Log Ei, Ei بنا نهاده شده بود نیز نتایج تقریباً غیر قابل توجیهی را در بر داشت. از آنجمله میتوان به حضور عناصری همچون Cu, Sb, Zn, Cd, Pb و... در فاکتور اول اشاره نمود که مسلماً با توجه به همبستگیهای بالا در این فاکتور قرار گرفته اند و مسلماً در صورتی که حتی اگر خطای آنالیز بالا نباشد قرار گیری آنها نمی تواند مؤید کانی سازی باشد.

با استفاده از داده های خام و داده های لگاریتمی  $E_i$ ، تعداد 10 نقشه ترسیم شده است که بر این اساس و با توجه به ناهنجاریهای ژئوشیمیایی موجود نقشه های Complex تنظیم و محل برداشت نمونه های کانی سنگین و حوضه های کنترل مناطق امیدبخش نیز در فرادست همین نمونه ها مشخص گردید. در مرحله کنترل ناهنجاری تعداد 43 نمونه کانی سنگین و 3 نمونه مینرالیزه برداشت گردید. نتایج حاصله از مطالعه نمونه های کانی سنگین بیانگر ضعف منطقه مود مطالعه از دیدگاه کانیهای کانساری است. بجز موارد اندکی از ثبت کانیهای گروه سرب مجموعاً در 8 نمونه که شامل گالن در 3 نمونه، سروزیت در 8 نمونه و سرب طبیعی در 7 نمونه می باشد. از کانیهای گروه مس، مالاکیت در 1 نمونه و مس طبیعی در 2 نمونه ثبت شده است. طلا در یک نمونه (نمونه 8042) پیدا شده که متاسفانه نشانی از سایر کانیهای ارزشمند در این نمونه ثبت نشده است. ثلثیت نیز در 5 نمونه مشخص شده است. در نمونه کانی سنگین 8249 مجموعه ای از کانیهای سرب (گالن و سروزیت در حد pts)، ثلثیت، رالگار، اورپیمنت، سلستین، استرونیسیانیت همراه با باریت و پیریت اکسید به دست آمده است. قابل ذکر است که مقدار رالگار نسبتاً بالا بوده و این نمونه تنها نمونه کانی سنگین حاوی رالگار و اورپیمنت در میان 43 نمونه برداشت شده از سطح منطقه در فاز کنترل ناهنجاری ها می باشد.

اغلب نتایج نمونه های کانی سنگین با نتایج نمونه های ژئوشیمیایی انطباق ندارد این امر شاید به دلیل خطای بالای آزمایشگاهی باشد که میزان اطمینان به داده های ژئوشیمیایی را به شدت کاهش داده است. به هر صورت و با توجه به تمامی کاستی ها محدودده امیدبخش معرفی گردید. این محدوده ها بطور عمده بر اساس نتایج کانی سنگین حاصل شده اند.

### 2-7-3- معرفی و اولویت بندی مناطق امیدبخش

بر اساس تمام مطالبی که در بخشهای قبلی و بویژه در سرفصل جمع بندی نتایج (سرفصل 3-1-7) آورده شده محدوده هایی بطور نسبی و در مقایسه با تمامی سطح منطقه مورد مطالعه بعنوان محدوده های امیدبخش معرفی می گردند. (شکل 3-36) بدیهی است معرفی این محدوده ها دلیلی بر پتانسیل اقتصادی آنها نیست ولی بر اساس مجموعه اطلاعات بدست آمده و با توجه به تمامی مسائلی که در متن گزارش به آنها اشاره گردید، این محدوده ها نسبت به سایر مناطق در اولویت قرار می گیرند.



لازم است به این نکته اشاره گردد که در سر فصل 3-3-11-3 (نتیجه گیری از شرح نقشه‌های ناهنجاری ژئوشیمیایی) به بررسی نتایج ناهنجاریهای ژئوشیمیایی پرداخته شده است. در ذیل مناطقی معرفی می‌گردد که اساس انتخاب آنها بیشتر بر مبنای نتایج کانیهای سنگین، نقشه زمین‌شناسی و شواهد نقشه ژئومغناطیس هوائی 1:250.000 استوار گردیده است (شکل 3-36):

### محدوده شمالی برکه شمس آباد - شمال مزرعه یحیی آباد (محدوده شماره 1)

این محدوده به وسعت تقریبی 12 کیلومتر مربع در بردارنده شواهدی از ناهنجاریهای ژئوشیمیایی (آنومالیهای درجه یک از Ni, As, Mo, Pb و آنومالیهای درجه دو Sb, Sr, Au)، ناهنجاریهای کانی سنگین (مهمترین و با ارزشترین نمونه کانی سنگین یعنی نمونه 8249 حاوی کانیهای ارزشمند رالگار، اورپیمنت، گروه سرب، گروه آهن، ثلثیت، سلسیتین و استرونیسانیت و پیریت اکسید) و همین شواهدی از توده‌های مغناطیسی کم عمق می‌باشد. بخش عمده‌ای از این منطقه زیر پوشش فلیش‌های کرتاسه و آندزیت‌های ائوسن قرار گرفته است.

### محدوده غرب برکه بهرمان - بدبخت کوه (محدوده شماره 2)

مساحت این محدوده بالغ بر 40 کیلومتر مربع است. این محدوده با توجه به ناهنجاریهای عمدتاً همپوشان و گسترده و با زونالیتیه از عناصر ژئوشیمیایی و همچنین ناهنجاریهای کانی سنگین معرفی شده است. ناهنجاریهای ژئوشیمیایی درجه I و II از Cd, Ti, W, Bi, Fe, Te, Ce, Sb, U, Th در بخش عمده‌ای از این محدوده بچشم می‌خورد. تنها نمونه کانی سنگین حاوی طلا (نمونه 8042) و نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانیهای ارزشمند از جمله طلا، ثلثیت، سلسیتین و حداکثر مقدار مگنتیت و دیگر کانی‌های گروه آهن شامل گوتیت و هماتیت نیز در این محدوده برداشت شده‌اند. از لحاظ زمین‌شناسی این محدوده را واحدهایی از فلیش کرتاسه و رسوبات آبرفتی پوشانده است.

### محدوده شمال برکه فردوسی (محدوده شماره 3)

این محدوده نیز براساس ناهنجاریهای ژئوشیمیایی عموماً همپوشان و گسترده (بویژه در بخش مرکزی و در محل نمونه‌های 8219, 8220, 8221, 8311, 8310, 8307) و همچنین شواهد کانی سنگین معرفی شده است. هرچند شواهدی از توده‌های مغناطیسی نیمه عمیق نیز در منطقه به اثبات رسیده است. مساحت این منطقه بالغ بر 41 کیلومتر مربع بوده و ناهنجاریهای ژئوشیمیایی درجه I و II از عناصر Ti, Mu, U, Ag, Th, W, Zn, Pb, Cu, Ce, Cd, Bn, Bi, Fe, Mn در منطقه بدست آمده است. نمونه‌های کانی سنگین بویژه در بخش مرکزی این منطقه حاوی کانیهای از جمله گروه سرب، شلیت و بیشترین مقدار لیمونیت همچنین دیگر کانیهای گروه آهن بوده‌اند. از لحاظ لیتولوژی بخش عمده‌ای از این منطقه تحت پوشش واحدهای کربناته (آهک و دولومیت) کرتاسه، تریاس و کامبرین قرار گرفته است، علاوه بر آن واحدهای ماسه سنگی عمدتاً متعلق به دونین و تریاس، همچنین واحدهای کنگلومرای کرتاسه و نوژن و ملانژهای تکتونیکی رسوبی و ولکانیکی نیز در بخشهایی از این منطقه دیده می‌شود.

### محدوده جنوبشرق برکه فردوسی - محدوده کوه پنج انگشت (محدوده شماره 4)

مساحت این محدوده برابر با 28 کیلومتر مربع می‌باشد که براساس ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و شواهدی از توده‌های مغناطیسی نیمه عمیق معرفی شده است. در بخشهای جنوبی این منطقه ناهنجاریهای عمدتاً همپوشان و نسبتاً گسترده از عناصر Cd, Sb, Cu, Ag, W, Ce, U, Te, Sb در بخشهای شمالی ناهنجاری عناصر Te, Th, Ce, U, Bi, Te, Sb مشاهده شده است. این منطقه را واحدهایی از آهکی عمدتاً کرتاسه و واحدهای سیلتی، رسی و ژیبسی همراه با آلویوم متعلق به کواترنر پوشانده است. آثار اندکی از سروزیت و سرب طبیعی در یکی از نمونه‌های کانی سنگین منطقه و در سه نمونه دیگر محصور در این بخش کانیهای گروه آهن شامل مگنتیت، گوتیت و هماتیت ثبت شده است.

### محدوده شرق برکه فردوسی - کوه گله گوش (محدوده شماره 5)

این محدوده با مساحت 24 کیلومتر مربع عمدتاً براساس ناهنجاریهای ژئوشیمیایی که همپوشانی بسیار خوبی در نمونه 8226 و همچنین در نمونه‌های 8223, 8224 نشان داده‌اند انتخاب شده است. این ناهنجاریها شامل ناهنجاری درجه I و II - Cd, Ag, S, Ce, Th, Bi, Ti, Mn, Ba, Cu, Fe, W, Ni, Sb, U, Te, می‌باشند.

در ضمن نمونه‌های کانی سنگین این محدوده‌های حاوی شواهدی از سلسنتین، مگنتیت، دیگر کانیهای گروه آهن شامل گوتیت، هماتیت و الیزیت و باریت بوده اند.

### محدوده منتهی الیه جنوبی برکه شام آباد- کوه گودیچ (محدوده شماره 6)

این محدوده عمدتاً براساس شواهد کانی سنگین انتخاب شده و مشخصات آن در سر فصل 3-7-4 (معرفی مناطق امیدبخش کانی سنگین) ذکر شده است. ذکر این نکته لازم است که ناهنجاریهای ژئوشیمیایی در نقشه LneI مشاهده نشده و عمدتاً در نقشه داده‌های خام بدست آمده‌اند. در گوشه جنوبی این منطقه اثراتی از توده مغناطیسی نیمه عمیق نیز مشخص شده است.

شکل 3-36

## منابع و ماخذ

- 1- نقشه ژئومغناطیس هوایی 1:250,000 ارفسنجان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، زمينه از انتشارات سازمان جغرافیایی کشور
- 2- ناظم زاده شعاعی، م. عزیزان، ح.: نقشه زمین شناسی 1:100,000 کشکوئیه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- 3- سازمان نقشه برداری کشور: نقشه‌های توپوگرافی 1:50000 منطقه مورد مطالعه شامل برکه های فردوسی، شمس آباد، شام آباد، بهرمان. (شیت 7151)
- 4- حسنی پاک، ع.ا. (1377): اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران
- 5- حسنی پاک، ع.ا.: تحلیل داده های اکتشافی
- 6- حسنی پاک، ع.ا.: نمونه برداری معدنی
- 7- زرگر، م. راهنمای جامع SPSS-10
- 8- ولگانگ بونیک ترجمه فریدون مهرابی - واکاوی کانیهای سنگین