



وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح تلفیق لایه‌های اطلاعاتی پایه و معرفی مناطق امیدبخش معدنی
کشور

پی‌جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی
1:25000 در محدوده اکتشافی کلیر 1 (استان
آذربایجان شرقی)

مجری طرح: مهندس ناصر عابدیان

مجری فنی: مهندس ابراهیم شاهین

ناظر طرح: مهندس عباس مقصودی

مشاور: مهندسين مشاور زرکوه اکتشاف

1387

تقدیر و تشکر

در راستای انجام طرح پی جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی 1:25000 در محدوده اکتشافی کلیبر 1 (واقع در ورقه یکصد هزارم کلیبر) افراد مختلفی همکاری داشته اند، که بر خود لازم می دانیم از این عزیزان تشکر و قدردانی نماییم:

- جناب آقای مهندس عابدیان معاونت محترم اکتشافات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- جناب آقای مهندس شاهین مدیریت محترم خدمات اکتشاف.

- جناب آقای دکتر علیپور معاونت محترم خدمات اکتشاف.

- جناب آقای مهندس مقصودی ناظر محترم پروژه که در تمامی مراحل عملیات صحرایی و دفتری با تجارب ارزنده خویش راهنمایی های ارزشمندی در زمینه پیشبرد پروژه و رفع مشکلات آن ارائه نمودند.

مهندسین مشاور زرکوه اکتشاف امید دارد که با اجرای این پروژه توانسته باشد قدمی در راه شناسایی پتانسیل های معدنی کشور عزیزمان در استان آذربایجان شرقی برداشته باشد.

مدیریت و کارشناسان

مهندسین مشاور زرکوه اکتشاف

پدیدآورندگان و کارشناسان طرح اکتشافات ژئوشیمیایی 1:25,000 کلیبر یک به شرح جدول زیر می باشد:

فاز اکتشافی	نام	ملاحظات
	سلیمان کوثری (مدیر و مشاور علمی پروژه)	کارشناس ارشد زمین شناسی
عملیات صحرایی	کاظم قلی زاده (مسئول پروژه)	کارشناس ارشد زمین شناسی
	سینا صائین	کارشناس ارشد مهندسی اکتشاف معدن
پردازش داده ها و تهیه نقشه ها و گزارش	کاظم قلی زاده	کارشناس ارشد زمین شناسی
	سمیه بخارایی	
	هاجر اجاقی	
آنالیز	آنالیز شیمیایی	آزمایشگاه زرآزما
	کانی سنگین	
کنترل پروژه	کیهان کوثری	کارشناس صنایع

چکیده

پی‌جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی 1:25.000 در محدوده اکتشافی کلیبر 1، در راستای اجرای شرح خدمات قرارداد فی‌مابین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسی مشاور زرکوه اکتشاف در تاریخ 1386/4/12 به شماره 300-2137 منعقد گردیده است.

محدوده اکتشافی کلیبر 1، واقع در 35 کیلومتری شمال اهر، یکی از مناطق پتانسیل داری است که بطور ویژه برای ذخایر مس از دیرباز مورد توجه قرار گرفته است. این محدوده براساس نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمی ناحیه‌ای 1:100,000 اهر، مورد ارزیابی جهت ادامه اکتشافات در مقیاس 1:25,000 انتخاب گردیده است.

محدوده مورد بررسی با وسعت 160 کیلومترمربع در نقشه توپوگرافی 1:50.000 آریزان و نقشه‌های توپوگرافی 1:25.000 قلندر و یوزبند واقع شده که از لحاظ ساختاری در زون البرز-آذربایجان قرار دارد. روند ساختاری عموماً شمال‌غربی- جنوب‌شرقی است که حاصل فازهای تکتونیکی پیش از نئوژن می‌باشد. این روند با روند جایگزینی توده‌های نفوذی گرانیتی- مونزونیتی پالئوژن نیز مشخص می‌شود. گسلش نیز از جمله ساختارهای مهم تکتونیکی بوده که در تمامی سطح منطقه ظهور دارد. زمان اصلی گسلش‌ها در کلیبر به فاز نهایی آپی نسبت داده می‌شود. از جمله گسل‌های مهم موجود در محدوده اکتشافی کلیبر، گسل آریزان با امتداد شمال‌غرب- جنوب‌شرق می‌باشد. پردازش داده‌ها بر مبنای 802 نمونه ژئوشیمی، 303 نمونه کانی‌سنگین صورت پذیرفت که همه آنها متعلق به فاز اول اکتشافی بوده‌اند.

داده‌پردازی تک‌متغیره با بررسی جدول پارامترهای آماری و ترسیم و تجزیه و تحلیل هیستوگرام‌ها آغاز گردید، نتیجه اولیه حاکی از بالا بودن عیار جالب توجهی در عناصر Cu, Sn, W, Pb, Au و Mo می‌باشد. میزان حداکثر عیار عناصر Sb, Ag, As و Hg قابل توجه بوده و از این میان عنصر آرسنیک با توجه به اینکه بیش از 25٪ از نمونه‌ها عیاری بیش از 40 ppm را نشان داده‌اند، و نقره با داشتن 26 نمونه بالای 1 ppm حائز اهمیت هستند. در مورد آنتیموان در حدود 12 نمونه از نمونه‌ها عیاری بیش از 10 ppm دارند. با توجه به عیار آرسنیک در میان نمونه‌ها، تنها همبستگی As-Sb می‌تواند اهمیت ویژه‌ای داشته باشد. در داده‌پردازی چند متغیره، عناصری که بیشترین واریانس منطقه را کنترل می‌کردند در قالب فاکتور اول نمودار شدند، که شامل عناصر Cd, Pb, Sb, Zn, As بودند. عناصر Be, Sn, W در گروه چهارم و Bi, Au, Cu در گروه پنجم قرار گرفتند. از نمونه‌های کانی‌سنگین برداشت شده نیز می‌توان به عنصر طلا اشاره کرد که در 40 نمونه (13٪ نمونه‌ها) با بیشترین مقدار، 9 ذره طلا در نمونه KAH-179 دیده می‌شود. سینابر نیز در 7 نمونه، به تعداد 1 تا 2 ذره یافت شده است.

از کانی‌های گروه مس می‌توان به کوولیت (17 نمونه)، مالاکیت (36 نمونه)، مس‌ناتیو (6 نمونه)، کالکوپیریت (20 نمونه) و کالکوسیت (یک نمونه)، کانی‌های گروه سرب و روی به گالن (16 نمونه)، سروسیت (15 نمونه) و اسمیت‌زونیت (1 نمونه) اشاره کرد. بیشتر نمونه‌های دارای کانی‌های اقتصادی صرف‌نظر از بخش‌های جنوبی معدن مس مزرعه، در شمال‌غرب و شمال‌شرق روستای مزرعه و به خصوص در اطراف روستای جوان‌شیخ مقادیر بالایی دارند. با توجه به عدم انتشار و یا انتشار ضعیف کانی‌های کربناته همچون کربنات کلسیم و دولومیت گسترش سنگ‌های کربناته در منطقه دیده نمی‌شود. از نقشه‌های مناطق ناهنجار در مجموع 15 نقشه عنصری و 7 نقشه فاکتوری به همراه شواهد کانی‌های سنگین مربوطه ترسیم گردید و 6 حوضه آنومال برای مرحله کنترل آنومالی در نظر گرفته شد. پس از مطالعات لازم در مرحله کنترل آنومالی و برداشت نمونه از مناطق مذکور، آنالیز و بررسی نتایج نمونه‌های مختلف مرحله کنترل آنومالی، در نهایت پنج منطقه به عنوان مناطق امیدبخش، معرفی گردید، که انتخاب این مناطق با توجه به همپوشانی‌های قابل توجه ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین، نتایج نمونه‌های مینرالیزه، تکتونیک منطقه، آلتراسیون و لیتولوژی مناسب صورت گرفت.

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان مطالب
1	فصل اول- کلیات.....
1-1-1	1-1-1- مقدمه.....
1-2-1	1-2-1- هدف مطالعه.....
1-3-1	1-3-1- موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، آب و هوا و راه‌های دسترسی.....
1-4-1	1-4-1- اهداف پروژه و روش کار.....
1-5-1	1-5-1- مطالعات انجام شده پیشین.....
1-6-1	1-6-1- زمین‌شناسی عمومی منطقه.....
1-6-1-1	1-6-1-1- واحدهای سنگی کرتاسه در زون ساختاری البرز- آذربایجان.....
1-6-1-1-1	1-6-1-1-1- واحد K_u^{V1}
1-6-1-1-2	1-6-1-1-2- واحد K_u^I
1-6-1-1-3	1-6-1-1-3- واحد K_u^{II}
1-6-1-2	1-6-1-2- واحدهای سنگی پالئوسن در زون ساختاری البرز- آذربایجان.....
1-6-1-2-1	1-6-1-2-1- واحد $P_a^{v.s}$
1-6-1-2-2	1-6-1-2-2- واحد P_a^v
1-6-1-3	1-6-1-3- واحدهای سنگی ائوسن در زون ساختاری البرز- آذربایجان.....
1-6-1-3-1	1-6-1-3-1- واحد E^{te}
1-6-1-3-2	1-6-1-3-2- واحد E^{d2}
1-6-1-3-3	1-6-1-3-3- واحد E^{an}
1-6-1-3-4	1-6-1-3-4- واحد E^{tan}
1-6-1-3-5	1-6-1-3-5- واحد E^{ig}
1-6-1-3-6	1-6-1-3-6- واحد E^{tig}
1-6-1-4	1-6-1-4- واحدهای سنگی الیگوسن زون ساختاری البرز- آذربایجان.....
1-6-1-4-1	1-6-1-4-1- واحد O^{mg}
1-6-1-4-2	1-6-1-4-2- واحد O^g
1-6-1-5	1-6-1-5- واحدهای سنگی کواترنری در زون ساختاری البرز- آذربایجان.....
1-6-1-5-1	1-6-1-5-1- واحد Q^{ta}
1-6-1-5-2	1-6-1-5-2- واحد Q^{t1}
1-6-1-5-3	1-6-1-5-3- واحد Q^{t2}
1-7-1	1-7-1- زمین‌شناسی اقتصادی.....

22	8-1- ژئومرفولوژی منطقه.....
22	9-1- ماگماتیسیم منطقه.....
22	1-9-1- آتشفشان‌های ائوسن.....
23	2-9-1- آتشفشان‌های ائوسن - الیگوسن.....
24	10-1- تکتونیک و زمین‌ساخت منطقه.....
26	فصل دوم- اکتشافات ژئوشیمیایی.....
26	1-2- پیشگفتار.....
26	2-2- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی.....
27	3-2- نمونه‌برداری.....
27	1-3-2- انتخاب محیط نمونه‌برداری.....
28	2-3-2- طراحی شبکه بهینه نمونه‌برداری.....
28	3-3-2- تعیین نقاط نمونه‌برداری.....
30	4-3-2- انجام عملیات نمونه‌برداری.....
32	1-4-3-2- کارت‌های نمونه‌برداری استاندارد (Sampling Card).....
35	4-2- نمونه‌برداری ژئوشیمیایی.....
37	5-2- آماده‌سازی نمونه‌ها.....
37	6-2- آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی.....
42	1-6-2- دقت آنالیز نمونه‌ها.....
45	7-2- پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها.....
45	1-7-2- مقدمه.....
45	2-7-2- فایل‌بندی داده‌های خام.....
45	3-7-2- حذف و جایگزینی داده‌های سنسورد.....
46	8-2- مطالعات آماری تک‌متغیره.....
46	1-8-2- مقدمه.....
47	2-8-2- پارامترهای آماری داده‌های خام.....
49	3-8-2- رسم هیستوگرام داده‌های خام.....
50	4-8-2- جدایش مقادیر خارج از رده.....
51	9-2- نرمال‌سازی داده‌های خام و بررسی پارامترهای آماری داده‌های نرمال.....
54	10-2- محاسبه و رسم ضرایب همبستگی عناصر.....
54	1-10-2- مقدمه.....
55	11-2- شرح ماتریس ضرایب همبستگی.....
56	1-11-2- آرسنیک.....

57	2-11-2- مس
57	2-11-3- روی
57	2-12- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای داده‌ها
59	2-13- تجزیه و تحلیل فاکتوری
63	2-14- تعیین آنومالی‌های ژئوشیمیایی
65	2-15- انتشار عناصر در محدوده اکتشافی
65	2-15-1- بررسی آنومالی‌های عناصر مس، مولیبدنیوم و بیسموت
67	2-15-2- بررسی آنومالی‌های عنصر طلا
72	2-15-3- بررسی آنومالی‌های عناصر سرب و روی
72	2-15-4- بررسی آنومالی‌های عنصر باریم
72	2-15-5- بررسی آنومالی‌های عنصر گوگرد
82	2-15-6- بررسی آنومالی‌های عنصر قلع
82	2-15-7- بررسی آنومالی‌های عناصر کروم، نیکل و کبالت
93	2-16- شرح نقشه‌های فاکتوری
93	2-16-1- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور اول
93	2-16-2- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور دوم
96	2-16-3- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور سوم
96	2-16-4- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور چهارم
96	2-16-5- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور پنجم
96	2-16-6- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور ششم
102	2-17- معرفی مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی
105	فصل سوم- اکتشافات کانی‌سنگین
105	3-1- پیشگفتار
105	3-2- مطالعه و مکانیزم تشکیل کانی‌های سنگین
107	3-3- مطالعات آماری کانی‌های سنگین
107	3-3-1- محاسبه پارامترهای آماری و بررسی اطلاعات آماری
108	3-4- ارتباط لیتولوژیک منطقه با کانی‌های سنگین
109	3-5- انتشار کانی‌های سنگین
110	3-5-1- انتشار کانی‌های گروه سرب و روی
110	3-5-2- انتشار کانی‌های گروه مس
110	3-5-3- انتشار کانی‌های گروه طلا
115	فصل چهارم- تعبیر و تفسیر

115	1-4- منشأ و نوع کانی سازی زون‌های کانی ساز (آنومالی‌ها).....
117	2-4- رابطه آنومالی‌ها با هاله‌های دگرسانی
126	فصل پنجم- معرفی مناطق امیدبخش، نتیجه‌گیری و پیشنهادات
126	1-5- معرفی مناطق امیدبخش
126	1-1-5- محدوده امید بخش شماره 1
127	2-1-5- منطقه امیدبخش شماره 2
127	3-1-5- منطقه امیدبخش شماره 3
130	4-1-5- منطقه امیدبخش شماره 4
131	5-1-5- منطقه امید بخش شماره 5
135	2-5- نتیجه‌گیری
137	3-5- پیشنهادات
	پیوست

فهرست جداول

شماره صفحه

عنوان جدول

- جدول 1- مختصات جغرافیایی منطقه (طول و عرض جغرافیایی)..... 2
- جدول 2- داده‌های سالانه درجه حرارت و روزهای همراه با پدیده‌های جوی..... 5
- جدول 3- داده‌های سالانه رطوبت و مقدار ابر در منطقه کلیبر..... 6
- جدول 4- جدول مربوط به نتایج مطالعات پیشین..... 11
- جدول 5- کارت نمونه‌برداری استاندارد (نمونه‌های ژئوشیمی رسوب آبراهه‌ای)..... 34
- جدول 6- لیست نمونه‌ها و مختصات محل برداشت آنها..... 35
- جدول 7- تعداد نمونه‌های پیش‌بینی و برداشت شده در مراحل مختلف انجام پروژه..... 36
- جدول 8- مقادیر حدحساسیت و روش آنالیز عناصر..... 37
- جدول 9- لیست نمونه‌های تکراری..... 43
- جدول 10- جدول پارامترهای آماری داده‌های خام..... 48
- جدول 11- مقادیر خارج از رده..... 50
- جدول 12- پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده مربوط به محدوده کلیبر یک..... 52
- جدول 13- جدول محاسباتی ضریب همبستگی به روش اسپیرمن جهت داده‌های نرمال..... 55
- جدول 14- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال..... 60
- جدول 15- اطلاعات مربوط به شش محدوده دارای آنومالی..... 104
- جدول 16- پارامترهای آماری داده‌های مربوط به نتایج کانی‌سنگین..... 107
- جدول 17- نتایج آنالیز کانی‌سنگین..... 107
- جدول 18- لیست نمونه‌های برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی‌ها..... 117
- جدول 19- نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه..... 117
- جدول 20- نتایج آنالیز XRD نمونه‌ها..... 120
- جدول 21- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 1..... 128
- جدول 22- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 2..... 129
- جدول 23- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 3..... 130
- جدول 24- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 4..... 133
- جدول 25- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 5..... 134

فهرست اشکال

عنوان شکل

شماره صفحه

- شکل 1- نمودار کنترلی خطای آنالیز 44
- شکل 2- هیستوگرام داده‌های خام نمونه‌های ژئوشیمیایی محدوده کلیبر یک 50
- شکل 3- نمودار باکس پلات عناصر سرب و باریم در محدوده کلیبر یک 51
- شکل 4- هیستوگرام نمونه‌ها بعد از نرمال‌سازی داده‌ها 52
- شکل 5- نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای عناصر مورد مطالعه 59

فهرست تصاویر

شماره صفحه

عنوان تصویر

- تصویر 1- نمونه برداری از رخنمون‌های سنگی دارای احتمال کانی‌سازی (دید به سمت غرب)..... 36
- تصویر 2- لجن‌های خشک شده حاصل فرآوری ماده معدنی مس معدن مزرعه در محوطه سدباطله دو نمونه از این رسوبات جهت میزان تمرکز عناصر و تعیین رابطه آن با محدوده‌های آلوده برداشت شده است..... 36
- تصویر 3- آلتراسیون آرژیلی گسترده در سنگ‌های آذرین اطراف روستای قلندر (دید به سمت شمال شرق)..... 118
- تصویر 4- اکسیدهای آهن سطح نمونه را در فراگرفته است (نمونه KLP-14)..... 119
- تصویر 5- در این نمونه کالکوپیریت به صورت بی‌شکل دیده می‌شود (نمونه KLP-10)..... 119
- تصویر 6- کانی‌های موجود در این نمونه شامل پیریت، کالکوپیریت و منیتیت است که فراوانی منیتیت در این نمونه حدود 5٪ می‌باشد (نمونه KLP-15)..... 121
- تصویر 7- در این تصویر آثاری از کانی‌سازی کربناته مس در سطح گسل قابل مشاهده است (نمونه KLM-56 که دو مقطع صیقلی از این محدوده برداشت شده است)..... 122
- تصویر 8- رگه معدنی که نمونه KLM-84 از آن برداشت شده است..... 123
- تصویر 9- در مقطع KLP-18 پیریت و کالکوپیریت قابل مشاهده هستند..... 123
- تصویر 10- پیریت و هماتیت و هیدروکسیدهای آهن کانه‌های فلزی موجود در این نمونه هستند (مقطع شماره KLP-19)..... 124
- تصویر 11- رگه سیلیسی متخلخل همراه با پوششی از اکسید آهن..... 124

فهرست نقشه‌ها

عنوان نقشه	شماره صفحه
نقشه 1- نقشه توپوگرافی محدوده مورد بررسی.....	4
نقشه 2- راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه.....	8
نقشه 3- نقشه زون‌بندی ساختاری محدوده مورد مطالعه.....	15
نقشه 4- نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه.....	16
نقشه 5- نقشه زمین‌ساخت و گسلش منطقه مورد مطالعه.....	25
نقشه 6- طراحی نقاط نمونه‌برداری قبل از عملیات صحرایی.....	29
نقشه 7- نقشه طراحی نقاط نمونه‌برداری بعد از عملیات صحرایی.....	31
نقشه 8- نقشه آنومالی‌های عنصر مس.....	66
نقشه 9- نقشه آنومالی‌های عنصر مولیبدن.....	68
نقشه 10- نقشه آنومالی‌های عنصر بیسموت.....	69
نقشه 11- نقشه آنومالی‌های عنصر طلا.....	70
نقشه 12- نقشه آنومالی‌های عنصر نقره.....	71
نقشه 13- نقشه آنومالی‌های عنصر آرسنیک.....	73
نقشه 14- نقشه آنومالی‌های عنصر آنتیموان.....	74
نقشه 15- نقشه آنومالی‌های عنصر بریلیم.....	75
نقشه 16- نقشه آنومالی‌های عنصر سرب.....	76
نقشه 17- نقشه آنومالی‌های عنصر روی.....	77
نقشه 18- نقشه آنومالی‌های عنصر باریم.....	78
نقشه 19- نقشه آنومالی‌های عنصر استرانسیوم.....	79
نقشه 20- نقشه آنومالی‌های عنصر گوگرد.....	80
نقشه 21- نقشه آنومالی‌های عنصر جیوه.....	81
نقشه 22- نقشه آنومالی‌های عنصر قلع.....	83
نقشه 23- نقشه آنومالی‌های عنصر تنگستن.....	84
نقشه 24- نقشه آنومالی‌های عنصر کرم.....	85
نقشه 25- نقشه آنومالی‌های عنصر نیکل.....	86
نقشه 26- نقشه آنومالی‌های عنصر کبالت.....	87
نقشه 27- نقشه آنومالی‌های عنصر آهن.....	88
نقشه 28- نقشه آنومالی‌های عنصر تیتان.....	89
نقشه 29- نقشه آنومالی‌های عنصر وانادیم.....	90
نقشه 30- نقشه آنومالی‌های عنصر منگنز.....	91
نقشه 31- نقشه آنومالی‌های عنصر منیزیم.....	92
نقشه 32- نقشه ناهنجاری‌های فاکتور اول.....	94
نقشه 33- نقشه ناهنجاری‌های فاکتور دوم.....	95

- 97 نقشه 34- نقشه ناهنجاری های فاکتور سوم.
- 98 نقشه 35- نقشه ناهنجاری های فاکتور چهارم.
- 99 نقشه 36- نقشه ناهنجاری های فاکتور پنجم.
- 100 نقشه 37- نقشه ناهنجاری های فاکتور ششم.
- 101 نقشه 38- نقشه ناهنجاری های فاکتور هفتم.
- 103 نقشه 39- نقشه مناطق امیدبخش در مرحله اول.
- 111 نقشه 40- نقشه ناهنجاری های کانی سنگین سرب و روی.
- 112 نقشه 41- نقشه ناهنجاری های کانی سنگین مس.
- 113 نقشه 42- نقشه ناهنجاری های کانی سنگین طلا.
- 118 نقشه 43- نقشه ناهنجاری های کانی سنگین هماتیت.
- 118 نقشه 44- نقشه ناهنجاری های کانی سنگین منیتیت.
- 118 نقشه 45- نقشه ناهنجاری های کانی سنگین پیریت.
- 114 نقشه 46- نقشه ناهنجاری های کانی سنگین باریت.
- 132 نقشه 47- نقشه معرفی مناطق امیدبخش در مرحله دوم.

فصل اول

کلیات

فصل اول - کلیات

1-1- مقدمه

گزارش حاضر در اجرای شرح خدمات قرارداد فی مابین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسین مشاور زرکوه اکتشاف در تاریخ 1386/4/12 به شماره 2137-300 با موضوع پی جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی 1:25.000 در محدوده اکتشافی کلیبر 1، منعقد گردیده است.

محدوده اکتشافی کلیبر 1، واقع در 35 کیلومتری شمال اهر، یکی از مناطق پتانسیل داری است که بطور ویژه برای ذخایر مس از دیرباز مورد توجه قرار گرفته است. این محدوده براساس نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمی ناحیه ای 1:100000 اهر، مورد ارزیابی و جهت ادامه اکتشافات در مقیاس 1:25000 انتخاب گردیده است.

بخش اول گزارش مشتمل بر کلیاتی چون مقدمه، هدف از مطالعه، موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، آب و هوا، راه های دسترسی، اهداف پروژه و روش کار، مطالعات انجام شده قبلی و خلاصه زمین شناسی منطقه است. فصل دوم گزارش مربوط به اکتشافات ژئوشیمیایی و پردازش داده ها و فصل سوم به اکتشافات کانی های سنگین تخصیص دارد. تعبیر و تفسیر یافته ها در فصل چهارم ارائه شده و فصل پنجم نیز متعلق به نتیجه گیری و پیشنهادات می باشد.

1-2- هدف مطالعه

تهیه نقشه های ژئوشیمیایی با مقیاس 1:25.000 به منظور پی جویی و ارزیابی درجه اعتبار ناهنجاری های ژئوشیمیایی، کانی سنگین، دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی و صورت می پذیرد و در نهایت مناطق امیدبخش برای ادامه عملیات زمین شناسی و اکتشافی در مقیاس های بعدی 1:5000 و یا بزرگتر پیشنهاد می گردد، روش های ژئوشیمیایی در مراحل شناسایی و پی جویی کانسارهای عناصر مس، سرب، روی، مولیبدنیوم، طلا، آرسنیک، آنتیموان، نقره، تنگستن و که هاله های ثانویه ژئوشیمیایی وسیعی تشکیل می دهند، یکی از شاخص ترین روش های اکتشافی است، لذا در طی اجراء این پروژه سعی می گردد که از کلیه مزیت های اکتشافی این روش در تعبیر و تفسیر داده ها حداکثر بهره مندی به عمل آید.

از اهداف مهم مطالعه می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- تلفیق داده های ژئوشیمیایی و کانی های سنگین با نقشه های زمین شناسی، ژئوفیزیک هوایی و تصاویر ماهواره ای به منظور تعیین محدوده های آنومالی و تعیین روابط زایشی با دیگر پدیده های زمین شناسی.
- بررسی مدل های کانی سازی با هاله های آلتراسیون و واحدهای سنگی براساس اطلاعات بدست آمده از اکتشافات ژئوشیمیایی، به منظور شناخت محدوده های پتانسیل دار.
- اولویت بندی مناطق امیدبخش بر اساس تلفیق کلیه داده ها.

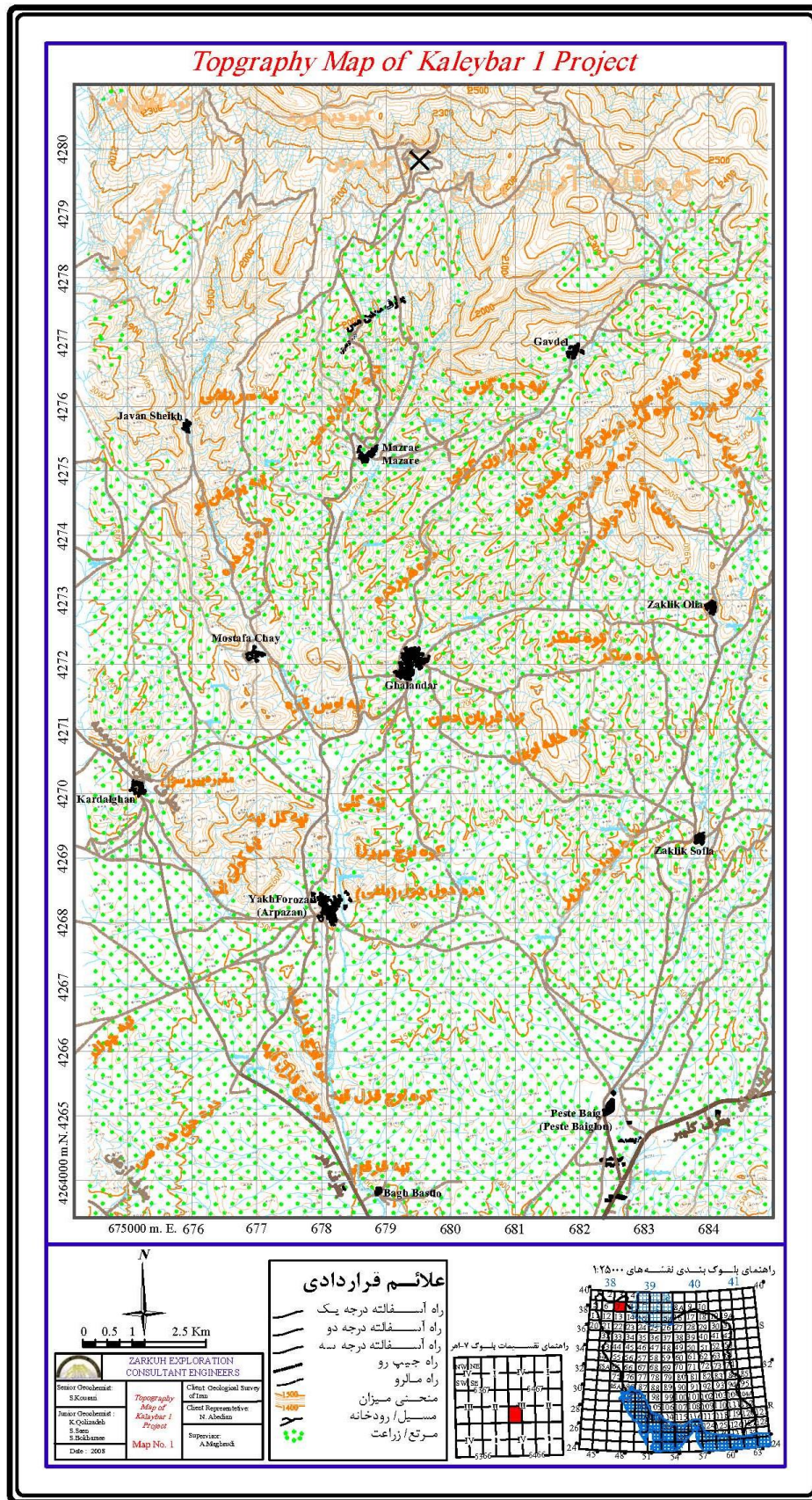
1-3- موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، آب و هوا و راه های دسترسی

منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان شرقی و در ورقه 1:100.000 کلیبر واقع گردیده است. استان آذربایجان با مساحت 45481 کیلومتر مربع، دارای 19 شهرستان، 42 بخش، 55 شهر و 141 دهستان می باشد. شهرستان های این استان عبارتند از: آذرشهر، ورزقان، اسکو، اهر، بستان آباد، بناب، تبریز، جلفا، چاراویماق، سراب، شبستر، عجب شیر، کلیبر، مراغه، مرند، ملکان، میانه، هریس و هشترود، تبریز مرکز استان است؛ شهرستان کلیبر نیز با 30 بخش، 3 شهر و 13 دهستان در شمال شرقی استان و شمال شهرستان اهر قرار گرفته است. جمعیت استان بالغ بر 3386817 نفر که از این تعداد 2272736 نفر در نقاط شهری و 1114081 نفر در نقاط روستایی سکنی گزیده اند (بر اساس سالنامه آماری کشور 1381). 93/3٪ از جمعیت استان مشغول به کار می باشند، حرفه بیشتر ساکنان این ناحیه کشاورزی و دامپروری است که در زمینه تولید عسل به خصوص در اطراف کلیبر از اهمیت به سزایی برخوردار است. قالی بافی نیز یکی از حرفه های مردم در این ناحیه می باشد. مردمان این منطقه مسلمان و شیعه مذهب هستند و به زبان ترکی آذری تکلم می کنند. محدوده مورد بررسی به شکل چهارضلعی و با رئوس A, B, C, D در جنوب غربی ورقه 1:100.000 کلیبر قرار گرفته است (جدول شماره 1)؛ مساحت کل این محدوده 160 کیلومتر مربع می باشد.

جدول 1- مختصات جغرافیایی منطقه (طول و عرض جغرافیایی)

رئوس	A	B	C	D
XX	674025	684540	684899	674364
YY	4280606	4280842	4265274	4265038

محدوده مورد بررسی در نقشه توپوگرافی 1:50.000 آرپزان و نقشه‌های توپوگرافی 1:25.000 قلندر و یوزبند قرار دارد، موقعیت جغرافیایی محدوده اکتشافی در نقشه شماره 1 آورده شده است. در جداول شماره 2 و 3 نیز داده‌های سالیانه رطوبت و درجه حرارت منطقه ارایه شده است.



نقشه ۱ - نقشه توپوگرافی محدوده مورد بررسی

جدول 2- داده‌های سالانه درجه حرارت و روزهای همراه با پدیده‌های جوی

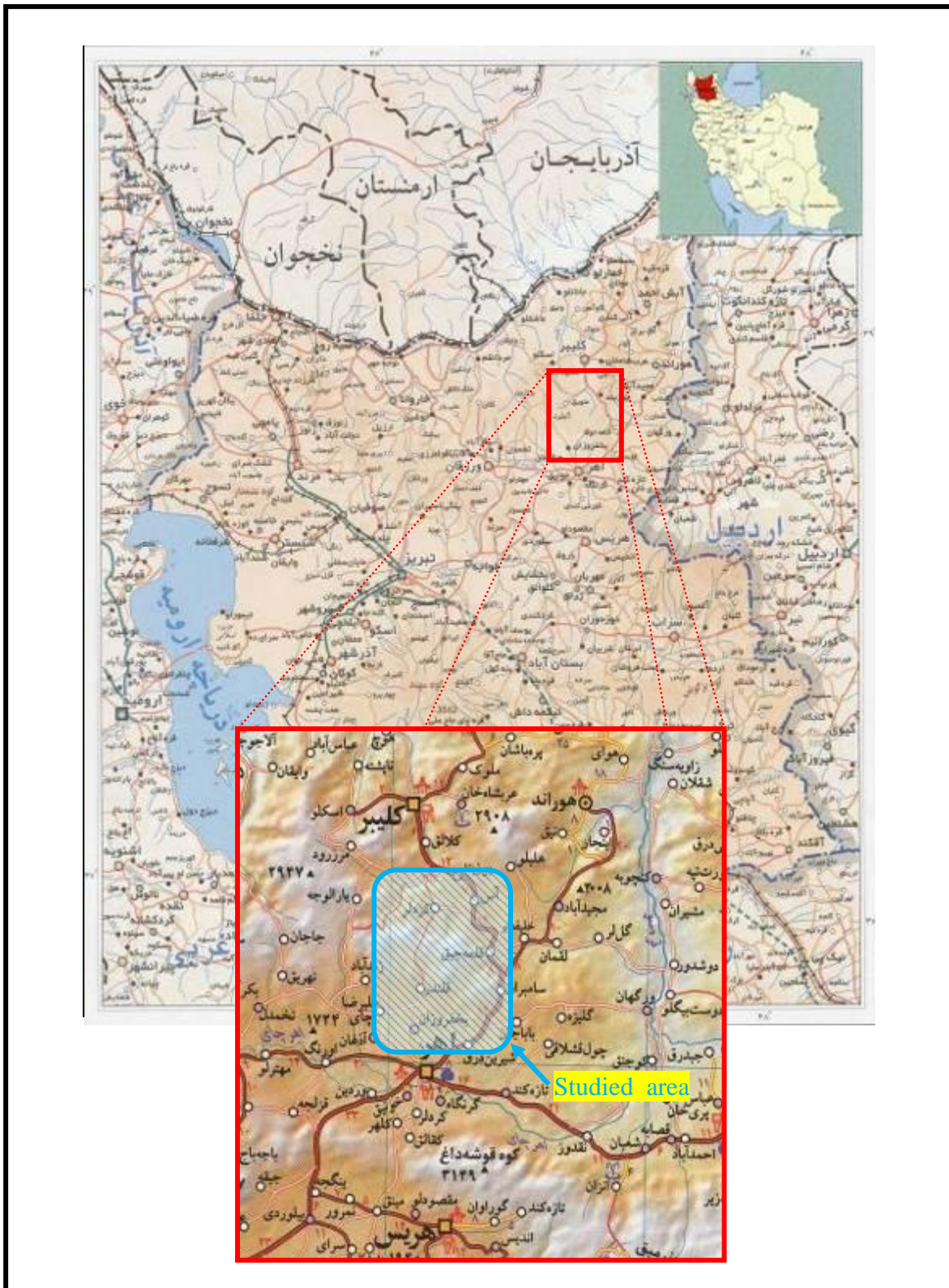
STATION KALEIBAR		DATA PROCESSING CENTER												ANNUAL WEATHER REPORT OF THE YEAR 2001										Table No. 1				
LATITUDE 38 52 N		Air Temperature In Degrees C° درجه حرارت هوا به سانتیگراد												Precipitation In (mm) بارندگی یا برف (میلیمتر)			Number Of Days With: روزهای همراه با پدیده:										Visibility L.T.3 Km. دید کمتر از 3 کیلومتر	
ماه Month	Means Of میانگین		میانگین روزانه Mean Daily	بالا ترین Date	پایین ترین Date	تاریخ Date	Ground سطح زمین			جمع Total	بالاترین در یک روز Max In A Day	تاریخ Date	بارندگی										مه Fog	دید کمتر از 3 کیلومتر Visibility L.T.3 Km.				
	بیشینه Max.	کمینه Min.					میانگین Mean	پایین ترین Lowest	تاریخ Date				بارندگی Rain	برف Snow	تگرگ Hail	طوفان گردوغبار Dust-Storm	مه Haze	طوفان رعدوبرق Thunder Storm	یخبندان Frost									
JANUARY	4.9	-2.2	1.4	17.6	10	-12.0	26	-4.4	-14.0	27	26.5	5.9	20	0	8	0	8	0	0	0	0	0	22	7	9			
FEBRUARY	9.1	1.4	5.3	19.2	28	-5.6	22	-0.3	-8.0	22	8.7	4.0	5	1	2	0	2	1	7	0	0	0	2	13	8	6		
MARCH	15.2	4.9	10.1	24.4	28	-2.6	11	3.3	-3.0	11	40.7	18.0	9	1	4	2	9	6	2	0	0	0	4	13	13			
APRIL	17.6	7.9	12.8	26.4	24	1.6	1	6.1	2.0	2	73.9	20.0	8	0	9	3	12	9	0	0	0	1	0	6	8			
MAY	21.0	10.7	15.9	27.8	14	6.8	3	9.0	5.0	26	23.4	8.0	29	3	5	0	13	4	0	0	0	0	3	0	6	5		
JUNE	26.7	14.9	20.8	32.8	22	9.6	1	12.6	9.0	11	13.0	8.0	18	0	4	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
JULY	28.4	17.6	23.0	34.6	30	13.6	3	15.4	11.0	1	1.3	1.0	17	1	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
AUGUST	28.7	17.7	23.2	35.8	2	14.0	12	15.9	12.0	14	5.2	2.1	27	1	1	0	5	3	0	0	0	2	2	0	2	3		
SEPTEMBER	23.8	14.1	18.9	31.4	4	8.2	20	12.3	8.0	23	11.0	9.0	10	0	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	4	4		
OCTOBER	15.1	7.7	11.4	27.0	6	0.0	26	6.4	0.0	27	37.7	12.0	1	2	8	1	10	6	2	0	0	0	2	1	12	10		
NOVEMBER	13.3	4.7	9.0	22.6	6	-6.0	19	2.3	-8.0	20	52.0	47.0	18	1	3	1	7	1	4	0	0	0	0	6	3	5		
DECEMBER	8.7	1.7	5.2	17.2	28	-5.2	22	-0.3	-8.0	22	13.6	7.2	2	1	3	0	7	2	5	0	0	0	0	12	13	12		
YEAR	17.7	8.4	13.1	35.8		-12.0		6.5	-14.0		305.3	47.0		11	50	7	88	37	28	0	0	2	11	59	74	75		

جدول 3- داده‌های سالانه رطوبت و مقدار ابر در منطقه کلیبر

STATION KALEIBAR LATITUDE 38 52 N LONGITUDE 47 1 E ELEVATION 1180.0 MET																				DATA PROCESSING CENTER ANNUAL WEATHER REPORT OF THE YEAR 2001								Table No. 3	
ماه Month	Mean Pressure میانگین فشار		Mean Temperature میانگین درجه حرارت			Mean Vapour Pressure میانگین فشار بخار اشباع	Means Of Relative Humidity At Hour. میانگین رطوبت نسبی در ساعت 1				Cloud Amount Oktas مقدار ابر بر حسب هشتم				Sky Obscured آسمان پوشیده از ابر	Number Of Day With روزهای همراه با			Bright Sun Shine(hr) ساعات آفتابی	No. of Observation تعداد دیدنیها									
	Station Level در سطح ایستگاه	Sea Level تبدیل شده به سطح دریا	Dry Bulb خشک	Wet Bulb تر	Dew Point نقطه شبنم		03	09	15	Total	03	09	15	Total		0-2	3-6	7-8											
JANUARY	888.5	*****	0.7	-1.6	-6.1	4.01	68	56	69	65	3.0	3.0	3.0	3.0	0	16	7	8	149.7	248									
FEBRUARY	883.4	*****	4.7	1.6	-3.7	4.75	67	48	58	59	3.0	4.0	4.0	4.0	0	11	12	5	152.1	224									
MARCH	883.5	*****	9.1	5.3	0.6	6.51	65	54	61	61	3.0	4.0	4.0	4.0	0	10	15	6	190.5	248									
APRIL	883.4	*****	12.1	9.0	5.9	9.42	71	58	67	69	3.0	5.0	5.0	4.0	0	7	18	5	215.9	240									
MAY	882.2	*****	15.1	11.0	7.3	10.40	71	55	56	63	3.0	5.0	4.0	3.0	0	11	14	6	238.0	248									
JUNE	882.6	*****	20.5	14.1	9.1	11.71	63	41	40	50	1.0	2.0	1.0	1.0	0	20	9	1	326.6	240									
JULY	883.2	*****	22.7	15.6	10.4	12.77	60	40	40	48	3.0	3.0	2.0	2.0	0	17	11	3	265.8	248									
AUGUST	884.5	*****	22.6	16.2	11.6	13.98	68	45	44	53	2.0	2.0	2.0	2.0	0	18	11	2	277.9	248									
SEPTEMBER	885.8	*****	18.2	13.6	10.0	12.51	72	51	56	62	2.0	1.0	2.0	2.0	0	19	7	4	256.7	240									
OCTOBER	888.0	*****	10.6	8.1	5.5	9.28	80	65	74	74	4.0	4.0	4.0	4.0	0	13	7	11	161.7	248									
NOVEMBER	886.0	*****	8.3	4.4	-1.0	5.92	59	48	57	56	2.0	3.0	4.0	3.0	0	12	16	2	155.6	240									
DECEMBER	885.9	1021.7	5.0	2.1	-2.7	5.24	64	60	67	63	3.0	4.0	4.0	3.0	0	11	15	5	126.2	248									
YEAR	884.8	*****	12.5	8.3	3.9	8.88	67	51	57	60	2.7	3.3	3.3	2.9	0	58	165	142	2516.7	2920									

محدوده مورد مطالعه همچون سایر نقاط آذربایجان، ناحیه‌ای کوهستانی است که به جزء بخش‌های کوچکی در مرکز برگه و بخش‌های جنوبی، سایر قسمت‌های آن از کوه‌هایی با ارتفاع زیاد و با ستیغ بلند تشکیل گردیده است. از نقاط مرتفع می‌توان به کوه هشت‌سر با ارتفاع 2536 متر که در قسمت غربی، قیزقلعه‌سی در قسمت شمالی با ارتفاع 1827 متر و کوه‌های جنوب پشته در مرکز ورقه با ارتفاع 1980 متر اشاره کرد؛ بلندترین نقطه ارتفاعی کوه هشت‌سر با ارتفاع 2536 متر بوده و کوتاهترین نقطه ارتفاعی نیز در اطراف رودخانه قره‌سو با 600 متر ارتفاع از سطح دریا قرار گرفته است. بخش‌های شمالی منطقه به دلیل نزدیکی به ارتفاعات جنوبی دشت مغان از آب و هوای معتدل و نیمه‌مرطوب برخوردار می‌باشد. ارتفاعات حاکم در نیمه شمالی دارای پوشش جنگلی و نیمه جنوبی به دلیل نزدیکی به کوه‌های شیورداغ و قزل‌قیه دارای آب و هوای سرد و نیمه‌خشک می‌باشد. میزان بارندگی سالیانه باران تا 140 میلی‌متر گزارش گردیده است که حداکثر بارندگی طی یک روز 63 میلی‌متر، متوسط رطوبت نسبی در ساعت '6:30، 67٪ و در ساعت '12:30، 44٪ و معدل تعداد روزهای یخبندان 103 روز بوده است. به استناد اطلاعات حاصله از ایستگاه سنوپتیک تبریز در یک دوره 30 ساله، منتهی به سال 1381، معدل حداکثر حرارت 18/4 درجه سانتیگراد و معدل حداقل حرارت 7/6 درجه سانتیگراد، متوسط حرارت 13 درجه سانتیگراد بوده است. حداکثر حرارت مطلق در 30 سال اخیر، 35/6 درجه سانتیگراد و حداقل مطلق آن -16 درجه سانتیگراد بوده است. در جدول 2 و 3 به ترتیب داده‌های سالانه درجه حرارت و روزهای همراه با پدیده‌های جوی و داده‌های سالانه رطوبت و مقدار ابر در محدوده آورده شده است.

در قسمت شرقی ورقه، رودخانه قره‌سو به عنوان مهمترین رودخانه با روند شمالی- جنوبی در جریان است که در قسمت انتهایی به رودخانه ارس می‌ریزد و از رودخانه‌های مهم دیگر آن می‌توان به کلیبرچای، مصطفی‌چای و چای‌لاخ اشاره نمود. به دلیل داشتن توپوگرافی شدید و کوهستانی بودن ورقه کلیبر، زمین‌های کشاورزی از وسعت چندانی برخوردار نبوده و مزارع بر روی دامنه‌های کم‌شیب به وجود آمده‌اند و گندم و جو به صورت دیم کشت می‌گردد ولی در اطراف رودخانه قره‌سو، انواع درخت‌های میوه و صیفی‌جات کشت می‌گردد. ورقه کلیبر به دلیل داشتن ویژگی کوهستانی دارای شبکه‌ای از راه‌های مناسب نبوده و اغلب راه‌های دسترسی از قسمت‌های کوهستانی منطقه عبور نموده است. راه دسترسی به منطقه جاده آسفالتی کلیبر- اهر می‌باشد که در جنوب محدوده واقع گردیده است. فاصله کلیبر از مرکز استان 185 کیلومتر است. در نقشه شماره 2 نقشه راه‌های دسترسی به منطقه مشاهده می‌شود.



نقشه 2- راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه

1-4- اهداف پروژه و روش کار

در این پروژه هدف از اکتشاف، تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی با مقیاس 1:25.000 به منظور پی‌جویی و ارزیابی درجه اعتبار ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین، دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی و می‌باشد که در نهایت منجر به معرفی مناطق امیدبخش برای ادامه عملیات زمین‌شناسی و اکتشافی در مقیاس‌های بعدی می‌گردد. روش مورد استفاده با توجه به شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و زمین‌شناسی منطقه، برداشت نمونه‌های رسوبات رودخانه‌ای و آلوویوم می‌باشد. یکی از مهمترین اهداف اجراء پروژه در محدوده کلیبر یک، کشف و معرفی نقاط پتانسیل‌دار برای کانسارهای مس و مولیبدن، طلا و دیگر عناصر پاراژنز می‌باشد. ناگفته نماند که در بخش شمالی محدوده معدن فعال مس مزرعه، تعدادی اندیس‌ها و کانسارهای مس پراکنده‌اند که انتشار این معادن و اندیس‌ها، محدوده را مستعد جهت اکتشاف ذخایر جدیدتری ساخته است.

1-5- مطالعات انجام شده پیشین

محدوده محور اهر- کلیبر بدلیل قرارگرفتن در زون کانساری بویژه کانی‌سازی‌های مس پورفیری سونگون، ورزقان، مزرعه و کانی‌سازی‌های اسکارن انجرد از دیرباز تحت پوشش فعالیت‌های اکتشافی متعددی قرار گرفته‌اند، که نشانگر پتانسیل بالای این مناطق است. اکتشافات ژئوشیمیایی نیمه تفصیلی انجرد مزرعه (س. کوثری 1378)، اکتشافات ژئوشیمیایی تفصیلی کانسار مس انجرد (س. کوثری 1379)، اکتشافات ژئوشیمیایی تفصیلی جویند 1 و 2 (س. کوثری 1380)، اکتشافات نیمه تفصیلی ژئوشیمیایی آرپالیک (س. کوثری 1377) و اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه 1:100.000 کلیبر (نجات غلامی، 1382)، از آخرین فعالیت‌های اکتشافی این منطقه می‌باشد که نتایج حاصل از آن آرایه آنومالی‌های عناصری چون، مس، آهن، طلا و غیره است. یکی از دلایل انتخاب محدوده اکتشافی کلیبر 1، نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمیایی فوق‌الذکر می‌باشد. نتایج حاصل از مطالعات پیشین نشانگر حضور آنومالی‌های درجه یک سرب در محدوده روستاهای مصطفی‌چای و زکلیک‌سفلی، طلا، قلع، مولیبدنیوم، نقره و بیسموت در شمال روستای مزرعه و مس در شمال روستاهای شیخ‌جوان و گاودل می‌باشد.

علاوه بر آنومالی‌های ژئوشیمیایی، کانی‌های کانسارسازی همچون ملاکیت، آزوریت، کالکوپریت، ایلمنیت، پیریت و طلا در سرشاخه‌های آبرفتی این محدوده نیز مشاهده می‌گردد. از مجموع هفت نمونه کانی‌سنگین برداشت شده، هر یک محتوی یک تا چهار ذره طلای آزاد بودند که اکثراً در محدوده مورد

مطالعه واقع شده‌اند. کانی‌های دیگری چون گالن، سروزیت، سرب طبیعی، سینابر، شلیت، باریت، لیمونیت و آپاتیت نیز در مجموعه نمونه‌های کانی‌سنگین این محدوده مورد شناسایی قرار گرفته‌اند که نتایج آنها در جدول شماره 4 آورده شده‌اند (نجات‌غلامی، 1382).

جدول 4- جدول مربوط به نتایج مطالعات پیشین

ردیف	اولویت‌بندی آنومالی‌ها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه‌های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگ‌های بالادست	انطباق آنومالی با ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین، آنومالی‌های ژئومغناطیسی و ساختارهای زمین‌شناسی
1	آنومالی شماره 5 نقره	1	جنوب‌غربی برگه 1:50.000 اریزان اطراف روستای جوان‌شیخ	K-16(0.57), K- 57(0.41), K-115(0.43), K- 49(0.34), K-59(0.34), K- 51(0.32)	$k^{11u}_u, E^{te}, E^{d2},$ $k^{v1}_u, O^{mg}, pl^{ta}$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Cu, Sn, W و ناهنجاری درجه دوم عناصر As, Bi, Pb, Mo, Au و آنومالی کانی‌سنگین کانی‌های ملاکیت، آپاتیت، ایلمنیت و پیریت- وجود گسل‌های متعدد در محدوده
2	آنومالی شماره 8 نقره	2	جنوب‌غربی برگه 1:50.000 اریزان	K-41(0.46), K- 40(0.43), K-36(0.45), K- 93(0.42)	$E^{t,ig},$ $k^{v1}_u, E^{ig}, E^{tan},$ p^v_a	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Se, Sr, As عبور گسل اریزان از این محدوده
3	آنومالی شماره 1 طلا	1	جنوب‌غرب برگه 1:50.000 اریزان، اطراف روستای مزرعه و غرب روستای مصطفی‌چای	K-111(0.053), K- 112(0.052), K-110(0.014), K-16(0.013), K-48(0.013), K-44(0.010), K-57(0.009), K-56(0.08), K-50(0.007), K-55(0.007)	$k^t_u,$ $k^{v1}_u, E^{la}, k^{d2},$ O^g, K^{11u}	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Mo, As, Sn, Pb, Ag - واقع شدن بر روی گسل اریزان - انطباق با ناهنجاری کانی‌های ملاکیت، پیریت، ایلمنیت، آپاتیت - قسمت شمالی این محدوده در برگبرنده معدن مس مزرعه است.
4	آنومالی شماره 5 طلا	2	شمال‌غربی برگه 1:50.000 اریزان	K-169(0.016), K- 117(0.009), K-167(0.0008)	$k^t_u,$ k^{11u}, O^g	انطباق با ناهنجاری درجه یک عنصر As و ناهنجاری درجه دوم عناصر W, Sn, Ti, Bi, Cu, Sb و ناهنجاری کانی‌های طلا، ملاکیت، گالن، پیریت، آپاتیت، ایلمنیت.
5	آنومالی شماره 2 مس	1	در مرکز برگه 1:50.000 اریزان	K-98(1180), K- 108(159), K-107(182), K- 106(113)-K-96(106)	$k^{s1}_u,$ $k^{vs2}_u, E^{la}, O^g,$ O^{mg}	انطباق با ناهنجاری درجه یک عنصر W, Ag, Mo, Sb, Bi و ناهنجاری درجه دوم عناصر Au, Be, Pb - وجود آلتراسیون آرژیلیتی، لیمونیتی - عبور گسل شمالی جنوبی تکلی‌داغ از این محدوده - انطباق با ناهنجاری کانی‌های طلا، ملاکیت، پیریت، آپاتیت، شنلینت

6	آنومالی شماره 5 مس	1	غرب برگه 1:50.000 هوراند حوالی روستای میدانلار	K-109(206), K-114(140), K-115(137), K-110(140), K-116(118), K-50(108), K-49(107), K-58(104)	$E^{te}, E^{ia}, O^g, O^{mg}$	این آنومالی بر محدوده معدن مس مزرعه واقع شده است و با ناهنجاری‌های درجه دوم عناصر Ag, Mo, Bi, Sn, W و ناهنجاری درجه سوم Au و ناهنجاری کانی‌های ملاکیت، پیریت، ایلمنیت و آپاتیت انطباق دارد.
7	آنومالی شماره 4 آرسنیک	1	جنوب غرب برگه 1:50.000 ارپزان	K-109(206), K-114(140), K-115(137), K-110(140), K-116(118), K-50(108), K-49(107), K-58(104)	$k^{v1u}, E^{d2}, k^{d2}, E^{ig}, E^{tig}, K^{11u}, P^v_a$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Ag, Se, Sn و ناهنجاری درجه دوم عناصر Pb, Mo, Au و انطباق با ناهنجاری کانی‌های ملاکیت، آپاتیت، شلیت- عبور گسل ارپزان از محدوده آنومالی
8	آنومالی شماره 4 آنتیموان	2	شمال غربی برگه 1:50.000 کلیبر	K-469(15.1)	k^{vbr_u}, K^{s,v_u}	عبور گسل عرب شاه از محدوده ناهنجاری
9	آنومالی شماره 3 مولیبدن	2	غرب برگه 1:50.000 ارپزان	K-116(6.6), K-48(9.1), K-46(7.4), K-49(6.4), K-51(5.85), K-51(6.3), K-115(6.2), K-16(6.4), K-114(6), K-59(5.2)	$E^{te}, E^{ia}, k^{v1u}, K^{11u}, E^{d2}, O^{mg}, P^{hta}$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Sn, W, Ag, Cu و ناهنجاری درجه دوم عناصر As, Ag, Pb, Bi, Au و آپاتیت و ایلمنیت.
10	آنومالی شماره 4 مولیبدن	2	شمال برگه 1:50.000 ارپزان	K-126(7.9), K-123(5.7)	$k^t_u, k^{11u}, o^{bs}, O^g$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Cu, Sn و ناهنجاری درجه دوم عناصر Pb, As, W
11	آنومالی شماره 2 سرب	1	جنوب برگه 1:50.000 ارپزان حوالی روستای زکلیک	K-93(100), K-95(33.5)	$E^{tig}, K^{11u}, E^{ia}, O^g, E^{an}, O^{mg}$	انطباق با ناهنجاری درجه دوم عناصر Sn, Mo, Zn, Ag, Bi, Au و ناهنجاری کانی‌های طلا، پیریت، آپاتیت، شلیت و زیرکن.
12	آنومالی شماره 4 سرب	1	جنوب غربی برگه 1:50.000 ارپزان	K-166(67.1), K-48(44.6), K-56(32.6), K-55(44.2), K-15(40.9), K-45(32.3), K-115(6.2), K-16(6.4), K-46(48.5), K-43(35.3), K-57(31.5), K-	$K^{11u}, k^{v1u}, E^{ig}, E^{tan}, E^{d2}$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Se, Sn و ناهنجاری درجه دوم عناصر Au, As, Ag, Ti, Mo و ناهنجاری کانی‌های ملاکیت، کوپریت، سینابر، آپاتیت، شلیت- عبور گسل ارپزان از محدوده آنومالی

				59(42.8), K-54(33.6), K-44(31.5)		
1 3	آنومالی شماره 1 قلع	1	جنوب برگه 1:50.000 ارپزان	K-91(6.7), K-68(4.3), K-61(3.1), K-70(2.8), K- 62(2.8), K-69(4.6), K- 72(3.3), K-94(4.1), K- 92(3.6), K-73(3.2)	O^{mg} , E^{tig} , E^{ig} , $K^{11}u$, E^{d2} , O^g	انطباق با ناهنجاری درجه دوم عناصر W, Be, Zn, Bi, Au, Pb و ناهنجاری کانی‌های طلا، آپاتیت، گالن، شنلیت، زیرکن، سینابر و پیریت.
1 4	آنومالی شماره 1 بیسموت	1	در شرق برگه 1:50.000 ارپزان منطبق بر محدوده کانسار مس مزرعه	K-119(2.9), K- 108(1.9), K-116(1.5), K- 51(1.5), K-491(0.6), K- 110(2.6), K-115(1.2), K- 58(1.5), K-114(1.3)	O^g , O^{mg} , O^{bs} , $k^{v1}u$, E^{te}	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Cu و Sn, W و ناهنجاری درجه دوم Mo و Au- عبور گسل ارپزان از محدوده ناهنجاری - انطباق با کانسار مس مزرعه.
1 5	آنومالی شماره 2 بیسموت	1	در مرکز برگه 1:50.000 ارپزان	K-98(2.7), K-95(1.9), K-91(1.2), K-88(1.2), K- 67(2.2), K-94(1.9), K- 38(1.5)	O^g , O^{mg} , E^{b2} , E^{an} , $K^{11}u$, E^{p1}	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Cu و Ag, Mo, Sb و ناهنجاری درجه دوم عناصر Au, Pb و Be و انطباق ناهنجاری کانی‌های طلا، پیریت، آپاتیت، زیرکن و شنلیت.
1 6	آنومالی شماره 4 تنگستن	2	جنوب برگه 1:50.000 ارپزان	K-29(31.7)	$K^{11}u$, E^{d2} , E^{ig}	انطباق با ناهنجاری درجه دوم عناصر Se, Bi, As, Mo, Au و ناهنجاری کانی‌های طلا، مس طبیعی، سینابر، زیرکن و شنلیت - عبور گسل ارپزان از محدوده آنومالی.
1 7	آنومالی شماره 2 جیوه	1	مرکز برگه 1:50.000 ارپزان	K-110(0.35), K- 108(0.16), K-58(0.25)	$k^{v1}u$, k^{u} , O^g	انطباق با ناهنجاری درجه دوم عناصر Sn, W, Cu, Bi و ناهنجاری درجه سوم عناصر Mo, Au و ناهنجاری کانی‌های مالاکیت، پیریت، آپاتیت، زیرکن و شنلیت - عبور گسل ارپزان از محدوده آنومالی.

1-6- زمین شناسی عمومی منطقه

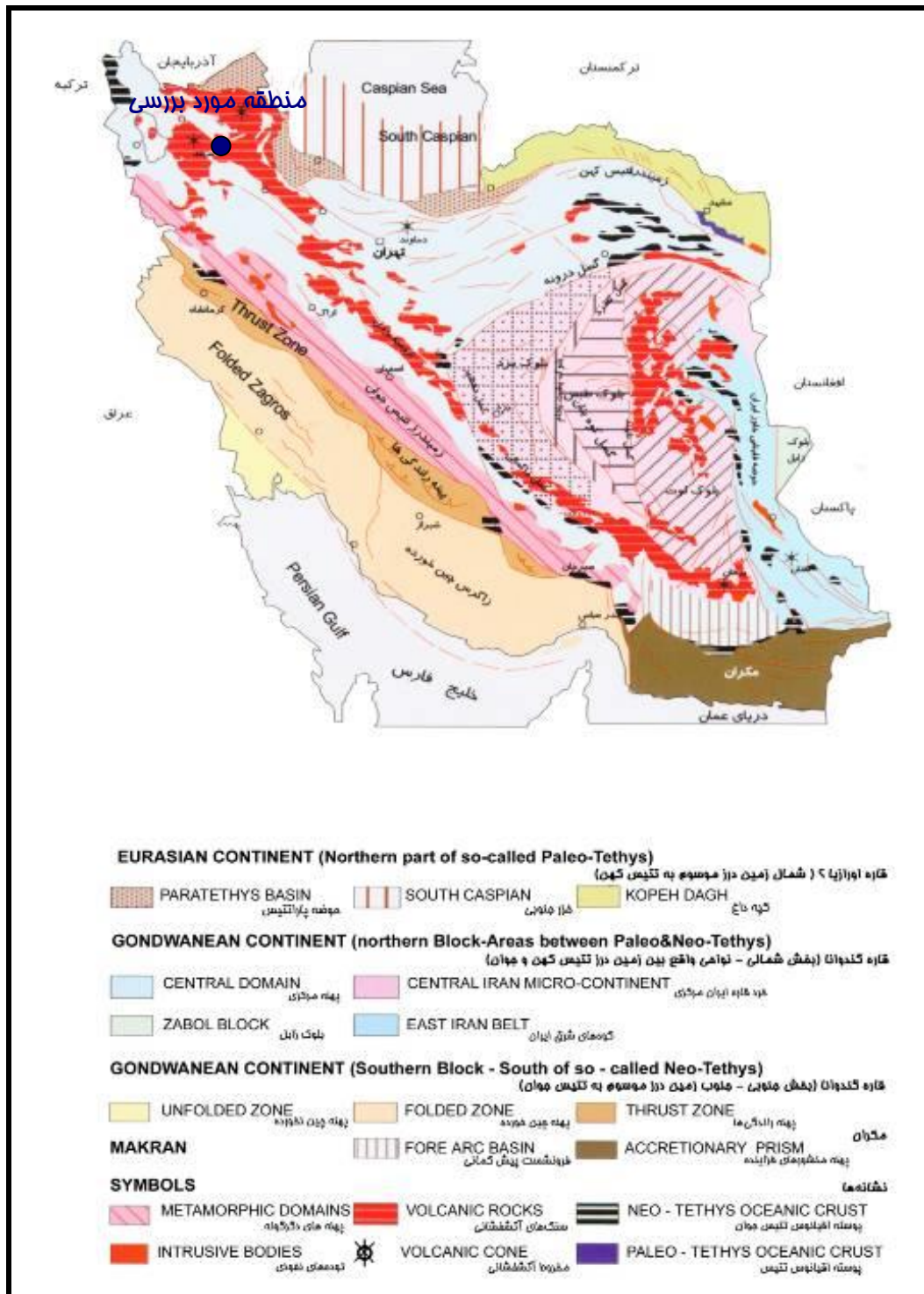
محدوده مورد بررسی از نظر ساختاری در زون ساختاری البرز- آذربایجان قرار دارد (آقنابتی.ع، 1379. نقشه شماره 3). با توجه به نقشه زمین شناسی 1:100.000 کلیبر (م.ه.امامی، 1999)، واحدهای رخنمون یافته در محدوده مورد بررسی مربوط به مزوزوئیک و سنوزوئیک بوده و قدیمی ترین واحد نیز به سن کرتاسه می باشد (نقشه شماره 4).

1-6-1- واحدهای سنگی کرتاسه در زون ساختاری البرز- آذربایجان

در گستره وسیعی از آذربایجان، ردیف هایی از سنگ آهک اریتولین دار به سن بارمین- آپتین با برونزد محدود و بسیار پراکنده قرار دارند که به طور دگرشیب سنگ های مختلف به ویژه سنگ های رسوبی تغییر شکل یافته زغال دار گروه شمشک را می پوشانند.

لایه های آلبین و نواحی جوانتر آذربایجان که نهشته های شیلی- مارنی فلیش گونه هستند، دارای لایه هایی از گدازه های بازیک زیردریایی می باشند که ته نشست آنها محدود به زون های گسلی است که از بین آنها سه فرونشست زنجان-مراغه، فرونشست شمال تبریز-جلفا و فرونشست غرب ارومیه (ماکو-مهاباد) آشکارتر می باشد.

در فرونشست شمال تبریز، توالی کرتاسه پیشین به ویژه در کوه مورو، با سنگ های رسوبی آواری سرخ روشن به ضخامت حدود 30 متر شروع و کم کم به حدود 45 متر سنگ آهک خاکستری رنگ با لایه بندی منظم، که دارای فسیل دوکفه ای و اریتولین فراوان با سن آپتین- آلبین می باشد، می رسد. بخش شمالی تبریز در زمان کرتاسه بالا از شیل و ماسه سنگ همراه با سنگ آهک تشکیل شده و آندزیت های زیردریایی نیز بخش مهمی از این توالی را تشکیل می دهند. در کرتاسه پسین شرایط دریایی کم عمق از نوع سکو، جانشین حوضه های عمیق شده و رسوبات این دریای کم عمق، به خصوص در شمال آذربایجان در منطقه بین خوی و جلفا حدود 700 تا 6000 متر مارن و سنگ آهک مارنی دارای گلوبوترونکاست که شامل عدسی هایی از سنگ آهک ریفی با فسیل رودیست، اینوسراموس و آمونیت است. مارن و سنگ آهک گلوبوترونکادار نیز خود با دگرشیبی در زیر توالی پالئوژن قرار می گیرند.



نقشه 3- نقشه زون‌بندی ساختاری محدوده مورد مطالعه

1-6-1-1- واحد K^{VI}_u

واحد مذکور از لحاظ سنی متعلق به کرتاسه میانی می باشد. رخنمون های این واحد با روند شرقی - غربی در قسمت های مرکزی و یک بخش کوچک در شمال و نیز در جنوب غربی دیده می شود. این واحد متشکل از گدازه های آندزیتی به همراه توف برشی است.

1-6-1-2- واحد K^I_u

واحد K^I_u نیز متعلق به کرتاسه میانی است. این واحد از توف با ترکیب حدواسط همراه با توف برشی تشکیل شده است. واحد یاد شده در قسمت مرکزی به صورت یک توده و به صورت نوار باریکی با روند شمالی - جنوبی در بخش شمال شرقی دارای رخنمون می باشد.

1-6-1-3- واحد K^{II}_u

قدیمی ترین واحد فسیل دار رخنمون یافته در محدوده که متشکل از سنگ آهک نازک لایه تا متوسط لایه به رنگ خاکستری تا سفید است. میکروفسیل های موجود در این واحد سنگی سن سانتونین - کامپانین را دارند. واحد آهکی K^{II}_u به صورت جانبی جای خود را با گدازه های آندزیتی K^{VI}_u و K^I_u عوض می نماید. واحد مذکور در قسمت های غربی و شرقی با روند غربی - شرقی دارای رخنمون بوده اما از گسترش قابل توجهی برخوردار نمی باشد.

1-6-2- واحدهای سنگی پالئوسن در زون ساختاری البرز - آذربایجان

در دامنه شمالی البرز توالی های پالئوسن گسترش بسیار کمی دارند و در ظاهر رخدادهای زمین ساختی لارامید سبب گردیده تا گستره های وسیعی از این نواحی از آب خارج شود. در ناحیه اهر رخنمون های پالئوسن به طور عمده گدازه، برش و توف (سازند محمدآباد) می باشند که در قسمت زیرین آنها ردیفی از مارن، کنگلومرا، سنگ آهک ماسه ای، مولاس سرخ حاوی دوکفه ای ها دیده می شود. سنگ آهک ماسه ای این توالی رسوبی حاوی روزنه داران، جلبک، مرجان و خارپوست به سن پالئوسن است؛ در این ناحیه دگرشیبی وابسته به فاز لارامید مشاهده نمی گردد، ولی مرز کرتاسه - پالئوسن ناپیوسته است.

1-2-6-1- واحد $P^{v.s}_a$

واحد $P^{v.s}_a$ از لحاظ سنی مربوط به پالئوسن زیرین بوده که تنها رخنمون بسیار کوچکی از آن در بخش جنوبی محدوده دیده می‌شود. واحد فوق‌الذکر از ضخامت قابل توجهی برخوردار نبوده و متشکل از ماسه‌سنگ و مارن همراه با سنگ‌های آتشفشانی زیردریایی آندزیتی است.

1-2-2-6-1- واحد P^v_a

واحد P^v_a متعلق به پالئوسن زیرین بوده که سنگ‌های آتشفشانی زیردریایی آندزیتی آن را در برگرفته است. واحد یاد شده در قسمت جنوب و جنوب‌غربی محدوده با رخنمون محدود و با روند شمال‌غربی - جنوب‌شرقی قرار گرفته است.

1-3-6-1- واحدهای سنگی ائوسن در زون ساختاری البرز- آذربایجان

1-3-6-1- واحد E^{te}

واحد E^{te} با روند عمومی شمالی-جنوبی، در قسمت شمال‌غربی محدوده دارای رخنمون است. گدازه‌های تراکیتی و آندزیت‌ها با سن ائوسن میانی لیتولوژی این واحد را تشکیل می‌دهند.

1-3-2-6-1- واحد E^{d2}

واحد E^{d2} به سن ائوسن بالایی، در محدوده مورد بررسی از ضخامت قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده، که رخنمون آن را می‌توان در بخش مرکزی، شرق و غرب و در قسمت‌هایی از جنوب‌غربی و جنوب محدوده مشاهده کرد. واحد یاد شده در مرکز با روند شرقی- غربی و لیتولوژی داسیت‌پورفیری- تراکیت و ایگنمبریت دیده می‌شود.

1-3-3-6-1- واحد E^{an}

واحد E^{an} که به صورت تکه‌های پراکنده در واحد E^{ig} قرار گرفته، متشکل از گدازه‌های آندزیتی و آندزیت پورفیری است. بطورکلی این واحد از گسترش زیادی برخوردار نبوده و به صورت رخنمون‌های کوچک در بخش‌های جنوب‌شرقی محدوده دیده می‌شود.

1-6-3-4- واحد E^{tan}

واحد E^{tan} به سن ائوسن بالایی با روند غربی- شرقی، در قسمت جنوبی محدوده قرار گرفته است، این واحد که متشکل از توف و آندزیت می باشد، گسترش چندانی ندارد.

1-6-3-5- واحد E^{ig}

واحد E^{ig} مربوط به ائوسن بالایی است و در قسمت جنوب- جنوب شرقی و قسمت هایی از جنوب غربی دارای بیرون زدگی می باشد. روند عمومی این واحد به صورت غربی- شرقی بوده که در بخش جنوب شرقی- شمالی- جنوبی گسترش قابل ملاحظه ای داشته و ایگنمبریت داسیتی و گدازه داسیتی آن را در بر گرفته است.

1-6-3-6- واحد E^{tig}

واحد E^{tig} مربوط به ائوسن بالایی است که رخنمون آن در نیمه جنوبی با روند غربی- شرقی دیده می شود. این واحد از توف های سنگی آندزیتی و ایگنمبریت های داسیتی تشکیل شده است.

1-6-4- واحدهای سنگی الیگوسن زون ساختاری البرز- آذربایجان

1-6-4-1- واحد O^{mg}

واحد O^{mg} متعلق به دوره الیگوسن می باشد که در نیمه شمالی محدوده به صورت نوار باریکی با روند شرقی- غربی و به صورت محدوده خیلی کوچکی در بخش شرقی دارای برونزد است. این واحد از میکروگرانیت- آپلیت و گرانودیوریت با ضخامت کم تشکیل شده است.

1-6-4-2- واحد O^g

واحد O^g با روند غربی- شرقی، گستره عظیمی از نیمه شمالی را در بر گرفته است. این واحد با لیتولوژی گرانیت و گرانودیوریت، متعلق به الیگوسن می باشد.

1-6-5- واحدهای سنگی کواترنری در زون ساختاری البرز- آذربایجان

1-6-5-1- واحد Q^{ta}

گدازه های تراکی آندزیتی واحد Q^{ta} در شمال شرقی منطقه دارای برونزد بوده، که البته از ضخامت قابل توجهی برخوردار نیست.

1-6-5-2- واحد Q^1

واحد Q^1 مربوط به آبرفت‌های عهدحاضر می‌باشد که با عناصر قلوهای روشن و گاهی ماسه‌ای، بدون سیمان و به صورت ناپیوسته سطوح توپوگرافی بلندتری را به وجود آورده که بیشتر به صورت پادگانه‌های منفرد دیده می‌شوند که منشأ آنها سیلاب‌هایی است که در فازهای رسوبگذاری کواترنری به وجود آمده‌اند.

1-6-5-3- واحد Q^2

واحد Q^2 متشکل از آبرفت‌های جوان عهدحاضر، ماسه، سیلت و رس می‌باشد که از نظر نوع مصالح و هم از نظر شرایط تشکیل با آبرفت‌های واحد Q^1 فرق دارند، دانه‌های تشکیل دهنده این واحد برخلاف ماسه و سیلت اغلب دانه‌درشت می‌باشند. پادگانه‌های آبرفتی موجود با ارتفاع کم و به صورت پراکنده و به صورت لکه‌هایی جدا از هم با ابعاد کوچک در محدوده گسترش دارند.

1-7- زمین شناسی اقتصادی

بخش عمده کانی سازی در ورقه کلیبر، محدود به فعالیت های نفوذی با ترکیب دیوریت تا گرانیت است که برونزد آن از ورقه سیاهرود شروع شده و به سمت اردبیل امتداد می یابد. بیشترین برونزد توده های نفوذی و آلتراسیون های گسترده همراه با کانی سازی در ورقه کلیبر قابل مشاهده است. این فعالیت ها در بخش غربی ورقه (کوه شیورداغ) به صورت پدیده اسکارن و در جنوب کلیبر بصورت توده نفلین سینیتی است. در کوه شیورداغ (شمال روستاهای جوان شیخ و گاودل)، نیز می توان در همبری واحدهای رسوبی آتشفشانی کرتاسه، ائوسن و توده های نفوذی کوچک، کانی سازی هایی چون مس و آهن را به صورت اکسید و سولفور مشاهده کرد. علاوه بر این رگه و رگچه های پگماتیتی متعددی در محدوده کانی سازی های فوق الذکر قابل توجه می باشند.

مالاکیت، آزوریت همراه با پیریت در شمال محدوده آریزان به صورت رگه و رگچه قابل مشاهده است و همچنین در گرانودیوریت های شمال گاودل، نیز کانی سازی کالکوپیریت، مالاکیت و آزوریت پراکنده می باشند و بالاخره توان معدنی سنگ های تزئینی در سنگ های نفوذی شیورداغ نیز ارزش اقتصادی این سنگ ها را افزایش داده است.

1-8- ژئومرفولوژی منطقه

ژئومرفولوژی منطقه مورد بررسی، توسط سه عامل لیتولوژی، حرکات زمین ساختی و فرسایش کنترل می‌گردد که در این میان عامل لیتولوژی نقشی به مراتب مهم‌تری دارد.

وجود ارتفاعات متعدد و بلند، قله‌های نوک‌تیز و کوه‌های بلند و پرشیب، دره‌های عمیق با دیواره‌های قائم یا نزدیک به قائم در تمام ورقه نشانگر این است که محدوده مورد بررسی از نظر تکوین ژئومرفولوژی جزء نواحی جوان می‌باشد. همچنین وجود زمین‌های پست و کم ارتفاع، به دلیل وجود سنگ‌های دگرسان شده ماگمایی در منطقه است، که پدیده فرسایش موجب گشته تا شیل و مارن تا حد زیادی فرسوده شده و باعث ایجاد زمین‌های هموار به صورت پراکنده در منطقه گردد.

سیل‌ها و دایک‌های نفوذی به همراه برش‌های آتشفشانی و ماسه‌سنگ، مرفولوژی خشن و مرتفعی را به وجود آورده‌اند. توده‌های نفوذی اکثراً به حالت پشته‌های مدور و بالش مانند قابل مشاهده‌اند. در ورقه کلیبر، شیب دامنه کوه‌ها در راستای عمود بر لایه‌بندی بسیار بیشتر از شیب دامنه در راستای موازی با لایه‌بندی است و به وجود آمدن دره‌ها نیز به دلیل رویداد گسل در محدوده مورد مطالعه است که با توجه به شیب لایه‌ها و جنس سنگ‌ها اشکال مختلفی پیدا کرده‌اند.

پادگانه‌های آبرفتی در محدوده مورد بررسی، فقط در اطراف رودخانه‌های بزرگ مشاهده شده و بیشتر به دلیل عملکرد پدیده فرسایش بر روی سنگ‌های سست بوده که آنها را به صورت سکوه‌های فرسایشی در آورده است.

1-9- ماگماتیسزم منطقه

1-9-1- آتشفشان‌های ائوسن

فعالیت‌های آتشفشانی ائوسن شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های آذرآواری و گدازه‌های دریایی است که به طور عمده دارای سن ائوسن میانی بوده و در چینه‌شناسی ایران سازند کرج نام گرفته است. در منطقه اهر، دو سوم برونزدهای سنگی از نوع سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی دوران سوم است که قسمت عمده آنها با سن پالئوژن، بالاخص ائوسن می‌باشند. از بررسی این برونزدها چنین برداشت می‌گردد که فعالیت‌های آتشفشانی متفاوتی برحسب مکان و زمان صورت گرفته است. این سازند خود با سنگ‌های آتشفشانی لوتسین پیشین- ائوسن بالایی پوشیده می‌شوند. بنابراین سنگ‌های آتشفشانی در یک مدت کوتاه و بیشتر در زمان ائوسن زیرین- میانی شکل گرفته‌اند.

1-9-2- آتشفشان‌های ائوسن - الیگوسن

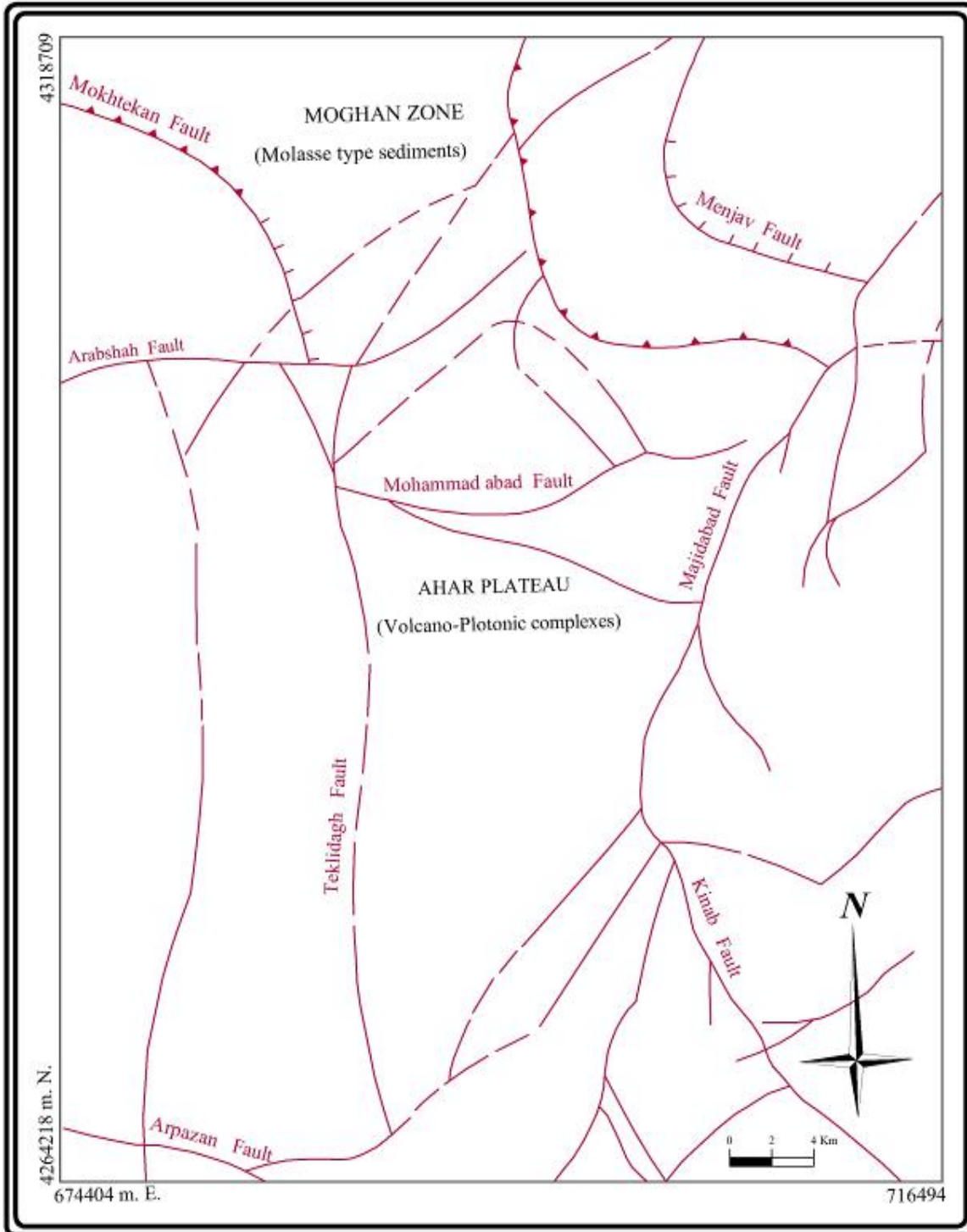
جنبش‌های کوهزایی پیرنین که در اواخر ائوسن و اوایل اولیگوسن رخ داده، تأثیر عمده‌ای بر زمین‌شناسی ایران داشته که یکی از پیامدهای این حادثه، گسترش محیط‌های خشکی است. به همین دلیل فعالیت‌های آتشفشانی در این زمان به صورت عمده از انواع دریایی کم‌عمق تا قاره‌ای بوده که اکثر آنها به رنگ سرخ و یا خاکستری تیره می‌باشند. در زون ساختاری البرز- آذربایجان، آتشفشان‌های ائوسن- اولیگوسن متشکل از ریولیت، داسیت، آندزیت و تراکی آندزیت، لاتریت و بازالت می‌باشد. این نوع سنگ‌ها از سیلیس اشباع شده و با گرایش متفاوت پتاسیمی یا سدیمی بوده و می‌توان منشأ پوسته‌ای را برای اغلب آنها در نظر گرفت. علاوه بر سنگ‌های اسیدی، سنگ‌های بازالتی با گرایش سدیمی وجود دارد که خود منشأ آتشفشان‌های حدواسط- اسیدی بوده است.

10-1- تکتونیک و زمین ساخت منطقه

برگه 1:100.000 کلیبر در زون ساختاری البرز- آذربایجان قرار گرفته است. در این زون دو منطقه قابل تفکیک می باشد:

1. حوضه رسوبی فعال و فلات ولکانیکی اهر- کلیبر، که قسمت عمده این دو منطقه را مجموعه‌ای از گسله‌های معکوس و نرمال تشکیل داده‌اند. این حوضه با ضخامت زیادی از رسوبات تخریبی مانند کنگلومرا- ماسه‌سنگ و رسوبات گچ‌دار بارز می‌گردد، در ضمن این قسمت فاقد فعالیت‌های ماگمایی زیاد می‌باشد. چین‌خوردگی در این بخش شدید و چین‌ها در عین حال نامتقارن می‌باشند. شیب زیاد لایه‌ها به ویژه در دامنه شمالی چین‌ها باعث برگشتگی لایه‌ها در بخش‌هایی از نهشته‌های این حوضه شده است. با وجود این، به دلیل ماهیت سنگ‌شناسی، خردشدگی قابل توجهی در لایه‌های سنگی این حوضه وجود ندارد و لایه‌ها به راحتی قابل ردیابی هستند. انحناء و پیچ‌وخم در محور چین‌ها نیز از جمله ویژگی‌های این حوضه رسوبی است، تشکیل فلات نیز می‌تواند نتیجه جنبش‌های طولی در راستای زون‌های شکستگی در پی سنگ ناحیه باشد.

2. واحد ولکانیکی کلیبر- اهر، این بخش با مجموعه وسیعی از سنگ‌های آتشفشانی- نفوذی و فرآیندهای وابسته به آنها، مانند دگرسانی گرمابی و دگرگونی متمایز می‌گردد. واحدهای سنگی با چین‌خوردگی ملایم و با چین‌هایی با دامنه زیاد مشخص می‌گردند. واحدهای سنگی در این منطقه تحت تأثیر جنبش‌های تکتونیک حاصل از فعالیت گسل‌های بیشتری قرار گرفته‌اند. روند ساختاری عموماً شمال‌غربی- جنوب‌شرقی است که حاصل فازهای تکتونیک پیش از نئوژن می‌باشد. این روند با روند جایگزینی توده‌های نفوذی گرانیتی- مونزونیتی پالئوژن نیز مشخص می‌شود. گسلش نیز از جمله ساختارهای مهم تکتونیک بوده که در تمامی سطح منطقه ظهور دارد. زمان اصلی گسلش‌ها در کلیبر به فاز نهایی آلیپی نسبت داده می‌شود. از جمله گسل‌های مهم موجود در محدوده اکتشافی کلیبر گسل آریزان با امتداد شمال‌غرب- جنوب‌شرق می‌باشد (نقشه شماره 5).



نقشه 5- نقشه زمین ساخت و گسلش منطقه مورد مطالعه

فصل دوم

اکتشافات ژئوشیمیایی

فصل دوم - اکتشافات ژئوشیمیایی

1-2- پیشگفتار

سه بخش اساسی ژئوشیمی اکتشافی عبارتند از: نمونه‌برداری، تجزیه نمونه‌ها و تفسیر نتایج. اگر خطایی در تجزیه نمونه‌ها صورت گرفته باشد باید بار دیگر آنرا تکرار کرد و از نو داده‌ها را تفسیر نمود. ولی اگر خطایی در نمونه‌برداری رخ دهد نه فقط باید این مرحله را تکرار کرد بلکه باید تجزیه نمونه‌ها و تفسیر داده‌ها را نیز دوباره انجام داد که در مجموع مخارج زیادی را در برمی‌گیرد. بنابراین نمونه‌برداری صحیح از اهمیت خاصی برخوردار است. در نمونه‌برداری حداقل باید سه پارامتر را در نظر داشت:

1- تعیین بهترین و مناسب‌ترین محیط نمونه‌برداری برای عناصر مورد جستجو

2- طراحی شبکه نمونه‌برداری ایتی‌مم

3- رعایت نکات فنی نمونه‌برداری به منظور برداشت معرف‌ترین نمونه‌ها

نمونه‌ها باید دقیقاً معرف مواد مورد آزمایش بوده و تعداد نمونه‌ها باید در حدی باشد که نشان‌دهنده کلیه تغییرات ترکیبی منطقه مورد مطالعه باشد. انتخاب نمونه مناسب مستلزم داشتن اطلاع کافی از ماده مورد بررسی و محیط در برگیرنده آنهاست.

چنانچه عوامل فوق‌الذکر در هر پروژه اکتشافی ژئوشیمیایی مورد توجه قرارگیرد، می‌توان انتظار داشت که پروژه با موفقیت قابل توجهی همراه خواهد بود. در این بخش از گزارش ضمن اشاره به اهداف عمومی اکتشافات ژئوشیمیایی، چگونگی و بهینه‌سازی طرح نمونه‌برداری، نحوه نمونه‌برداری، ثبت اطلاعات، آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌ها، پردازش داده‌ها، همبستگی‌ها، انتشار عناصر در محدوده آنومالی‌ها و بسیاری موارد اجرایی مورد بحث قرار می‌گیرد.

2-2- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی

در این پروژه هدف از اکتشافات ژئوشیمیایی تعیین پتانسیل کانی‌سازی به صورت زون‌های آنومالی در واحدهای مختلف سنگی است که بر اساس تجزیه نمونه‌های آبراهه‌ای طراحی گردیده است.

2-3- نمونه برداری

2-3-1- انتخاب محیط نمونه برداری

بطور کلی هدف از بررسی های اکتشافی تعیین مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف می باشد. با در نظر گرفتن وسعت محدوده تحت پوشش، اکتشافات ژئوشیمیایی روش مطالعه هاله های لیتوژئوشیمیایی اولیه نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد. لذا محیط های در برگرفته هاله های ثانویه تحت پوشش عملیات اکتشافی قرار می گیرند. اساس این مطالعات بر بررسی هاله های پراکنده ثانویه عناصر در محیط های سطحی مانند خاک ها، آبرفت ها، رسوبات رودخانه ای، یخرفت ها، شیب رفت ها و غیره که ضمن هوازگی سوپرژن کانسارها تشکیل می شوند، می باشد. از این رو هاله پراکندگی ثانویه منطقه ایست که در آن تمرکزهای غیرعادی از عناصر معینی که معرف کانی سازی می باشند، وجود دارد. این منطقه شامل مواد سنگی سخت نشده ای است که رخنمون توده ای کانساری و حتی گاهی هاله های اولیه آنها را احاطه و یا می پوشانند.

در ژئوشیمی اکتشافی به روش مطالعه هاله های ثانویه بررسی رسوبات رودخانه ای جزو معمول ترین روش هاست و در حوضه های آبریز تحت شرایط آب و هوایی گوناگون به ویژه با بارندگی متوسط مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش هر نمونه می تواند معرفی از ترکیب شیمیایی مواد بالادست خود باشد. به طور خلاصه پوشش وسیع یک نمونه، آسانی نمونه برداری و آماده سازی، سادگی اجراء و وجود هاله های پراکندگی وسیع از امتیازات مثبت این روش می باشد. بالابودن احتمال آلودگی، تغییر وضعیت و مورفولوژی رودخانه ها، فعال بودن پدیده رسوبگذاری مجدد در رسوبات رودخانه ای و در نتیجه مشکل شدن تفسیر داده ها و ربط آنها با منبع تولید آنومالی از امتیازات منفی این روش می باشد.

در نقشه برداری های ژئوشیمیایی 1:25,000 در پهنه ایران زمین، با توجه به تجربه و دانش کارشناسان ایرانی و امکانات آماده سازی و تجزیه نمونه ها، برای مناطق با شرایط نیمه کوهستانی تا کوهستانی روش ژئوشیمی رسوب های آبراهه ای، در صورتی که برای دشت های کم ارتفاع و پست که سنگ بستر بوسیله قشری از خاک برجا پوشیده شده است، روش ژئوشیمیایی خاک توصیه می گردد، در ناحیه مورد مطالعه روش نمونه برداری، برداشت نمونه از رسوبات آبراهه ای بوده، که بر طبق شرح خدمات ارایه شده انجام گردید.

2-3-2- طراحی شبکه بهینه نمونه برداری

یکی از مراحل مهم و اساسی هر فاز اکتشافی، طراحی نقاط نمونه برداری است که به عنوان اساس و پایه کار بایستی بدون خطا یا با کمترین خطا صورت گیرد، در این طراحی پارامترهای مختلفی مدنظر قرار می‌گیرد (تودسکو،^۱ 1995):

الف- محدوده گسترش زون‌های آنومالی عناصر مورد بررسی (با استفاده از نتایج کارهای قبلی)

ب- مشاهده آثار کانی‌سازی سطحی

ج - نواحی اطراف گسل‌ها

د - محدوده گسترش زون‌های دگرسانی سطحی

ه - روند شکستگی‌های موجود در منطقه

ر- روند واحدهای موجود در منطقه

ز- نواحی دارای توده‌های نفوذی و ولکانیک

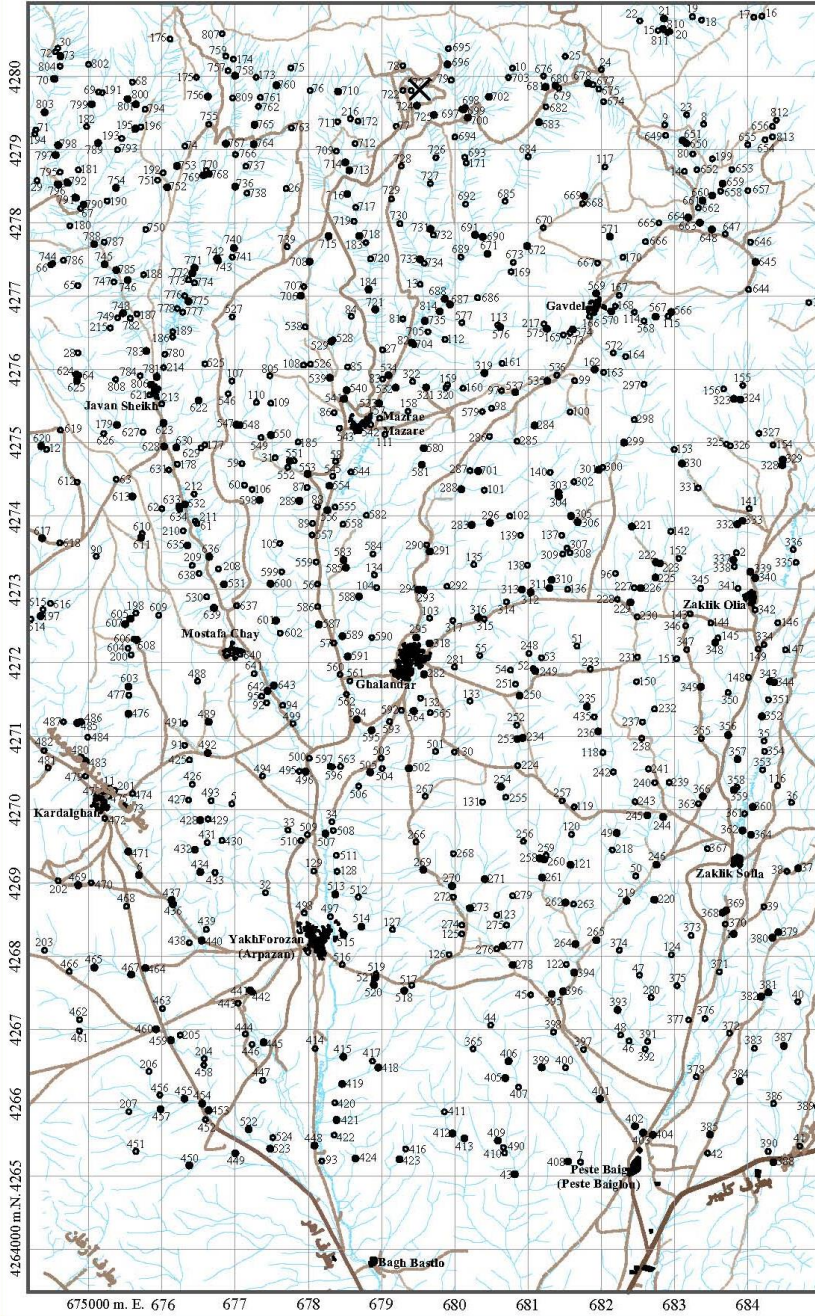
در این پروژه، اکتشافات ژئوشیمیایی به روش برداشت نمونه از رسوبات آبراهه‌ای در مقیاس ناحیه‌ای، چگالی نمونه برداری برای طراحی اولیه بر مبنای 5 نمونه رسوب آبراهه‌ای برای هر کیلومترمربع در نواحی رخنمون‌دار و 2 نمونه در هر کیلومترمربع برای دشت‌های آبرفتی و 2 نمونه کانی‌سنگین در هر کیلومترمربع پیشنهاد شده است. بر این اساس در محدوده‌ای به وسعت 160 کیلومترمربع، 800 نمونه جهت نمونه‌های ژئوشیمیایی رسوب آبراهه‌ای و 320 نمونه نیز برای مطالعه کانی‌سنگین جهت برداشت نهایی طراحی گردید (نقشه شماره 6).


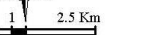





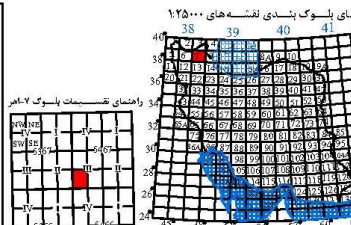
2-3-3- تعیین نقاط نمونه برداری

در پروژه حاضر برای توزیع بهینه نمونه‌ها با بررسی نقشه‌های توپوگرافی، محدوده حوضه‌های آبریز و سیستم آبراهه‌ها تکمیل گردیده و با استفاده از نقشه زمین‌شناسی منطقه، با در نظر گرفتن واحدهای سنگی مستعد کانی‌سازی، توده‌های نفوذی، همبری‌های مهم و سیستم‌های گسلی، معادن قدیمی، معادن فعال، بررسی وضعیت جغرافیایی منطقه، راه‌های دسترسی، زمان و بودجه اختصاص یافته به پروژه و به ویژه نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمیایی 1:100.000 ناحیه‌ای، نقاط نمونه برداری طراحی گردید، در نقشه شماره 6 محل تمامی نقاط نمونه برداری اعم از رسوب آبراهه‌ای و کانی‌سنگین آورده شده است. لازم به یادآوری است که در برخی موارد یک‌سری از نمونه‌ها که در مرحله دفتری بدلیل نبود اطلاعات

۱- Tedesco.

Design Sample Location Map of Kaleybar 1 Project



 		<p>LEGEND</p> <ul style="list-style-type: none">  Drainage  Village or City  Road  Geochemical Samples (-80#)  Geochemical and Heavy Mineral Samples 	<p>راهنمای بلوک بندی نقشه های 1:25000</p> 						
<p>ZARKUH EXPLORATION CONSULTANT ENGINEERS</p> <table border="0"> <tr> <td>Senior Geochemist: S. Koushi</td> <td>Design Sample Location Map of Kaleybar-1 Project Map No. 6</td> <td>Client's Geological Survey of Iran</td> </tr> <tr> <td>Junior Geochemist: R. Olymakh S. Doklameh</td> <td>Date: 2008</td> <td>Client Representative: N. Aboelm</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Supervisor: A. Mighmigh</td> </tr> </table>	Senior Geochemist: S. Koushi			Design Sample Location Map of Kaleybar-1 Project Map No. 6	Client's Geological Survey of Iran	Junior Geochemist: R. Olymakh S. Doklameh	Date: 2008	Client Representative: N. Aboelm	
Senior Geochemist: S. Koushi	Design Sample Location Map of Kaleybar-1 Project Map No. 6	Client's Geological Survey of Iran							
Junior Geochemist: R. Olymakh S. Doklameh	Date: 2008	Client Representative: N. Aboelm							
		Supervisor: A. Mighmigh							

نقشه 6- طراحی نقاط نمونه برداری قبل از عملیات صحرائی

اولیه زمین‌شناسی، تکتونیکی و توپوگرافی در جاهای مناسب طراحی نشده بودند، در خلال عملیات صحرائی اصلاح و جایجا شدند (نقشه شماره 7).

2-3-4- انجام عملیات نمونه‌برداری

برای انجام نمونه‌برداری یکسری پارامترها لازم است، مورد توجه قرار گیرد، از جمله مکان نمونه‌برداری، فاصله نمونه‌برداری و حجم نمونه‌ای که باید برداشت گردد. همچنین به علت تأثیر آب و هوا به خصوص بارندگی در نمونه‌برداری، تصمیم‌گیری در مورد زمان و فصل نمونه‌برداری می‌تواند در بعضی مناطق مهم باشد. معمولاً نمونه‌برداری از رسوب آبراهه‌ها، مخروط افکنه‌ها و انواع مختلفی از رسوبات ارگانیکی برداشت می‌گردد (Stendaland theobald, 1994 – Bjorklundet al., 1994). در اکتشافات ژئوشیمیایی معمول، نمونه برداشت شده از سیلت و ماسه خیلی ریز تا متوسط که مربوط به آخرین مرحله رسوب‌گذاری در آبراهه است، انتخاب می‌گردد، در این‌گونه موارد باید دقت شود که رسوبات برداشت شده با مواد فرسایش یافته مربوط به دامنه آبراهه مخلوط نشود. در حقیقت مهمترین مکان‌ها برای برداشت نمونه آبراهه‌ای عبارتند از:

- پشت تخته سنگ‌های بزرگ و ...

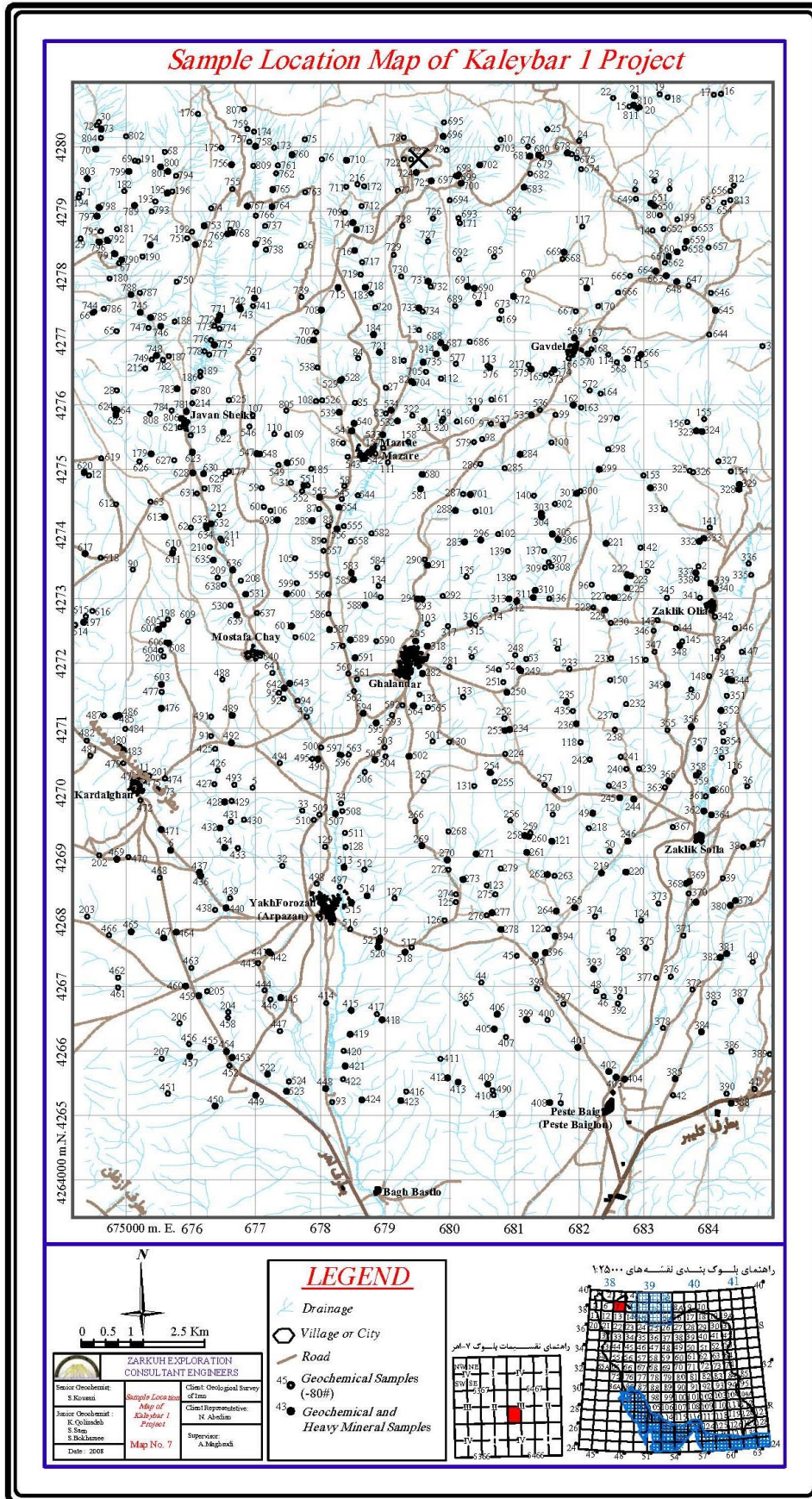
- در جاهایی که انرژی و سرعت جریان آب به شدت پایین می‌آید مانند، خمیدگی آبراهه یا دو شاخه‌شدن آبراهه.

- پرشدگی‌های موجود در زیر تخته سنگ‌ها یا فرورفتگی‌ها.

البته متفاوت بودن محیط نمونه‌برداری در مکان‌های فوق‌الذکر برای فلزات پایه و عناصری که تقریباً پراکندگی یکسانی در بین اجزا رسوبی دارند، از اهمیت زیادی برخوردار نیست، ولی در برداشت نمونه‌های کانی‌سنگین، به علت تأثیر زیاد مکان نمونه‌برداری در نتایج، محیط نقش بسزایی در نمونه‌برداری پیدا می‌کند (Flecher, 1991).

با توجه به اهمیت نمونه‌برداری و وابستگی تمام مراحل به این مرحله توجه ویژه‌ای به عملیات نمونه‌برداری صورت می‌گیرد. به هر حال با رعایت موارد بالا، عملیات نمونه‌برداری شروع گردید.

بعد از تعیین نقاط نمونه‌برداری بر روی نقشه آبراهه‌ای و مشخص نمودن آنها روی نقشه توپوگرافی اکیپ‌های نمونه‌برداری در ناحیه اکتشافی مستقر شدند. در طی عملیات نمونه‌برداری پس از یافتن محل نمونه‌ها با استفاده از نقشه توپوگرافی، عکس‌های هوایی و GPS از نقاط از قبل تعیین شده بر روی نقشه و از جدیدترین رسوبات آبراهه‌ای، نمونه برداشت گردید. نمونه‌ها پس از مرحله آماده‌سازی صحرائی در



نقشه 7- نقشه طراحی نقاط نمونه‌برداری بعد از عملیات صحرائی

کیسه‌های مناسب ریخته و شماره آنها به صورت برجسب بر روی نمونه‌ها ثبت می‌شود. لیست نمونه‌های برداشت شده در پایان هر روز در محل کمپ صحرائی کنترل و به نقشه پیشرفت کار منتقل خواهد شد. در طول عملیات نمونه‌برداری یکسری معیارهایی مورد توجه قرار گرفت که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌شود.

در محل هر نمونه پس از کنار زدن مواد سطحی بستر آبراهه توسط بیلچه اقدام به نمونه‌برداری شد. به منظور کاهش خطای نمونه‌برداری تا حد امکان سعی شد که طول مسیر برداشت نمونه‌ها در آبراهه افزایش یابد. البته مشروط بر آنکه در طول مسیر شاخه فرعی جدیدی به آبراهه وارد نگردد. با توجه به عرض کم آبراهه‌ها در ناحیه اکتشافی امکان برداشت جزء نمونه‌ها به صورت دایره‌ای نبود لذا اقدام به جمع‌آوری نمونه‌ها به صورت یکسری جزء نمونه از نقاط مناسب برای تجمع رسوبات در فواصل چند متری تا چند ده متری در طول آبراهه با رعایت شرط بالا گردید، از برداشت مواد آلی اجتناب شد چرا که اغلب به علت ارتباط با پدیده جذب غلظت فلزات در آنها بالاست؛ تجربه نشان داده است که در مواردی، آنومالی در این مواد از نوع بی‌اهمیت بوده و ارتباطی با کانی‌سازی ندارد.

در جاهائی که عرض آبراهه‌ها کم بوده سعی شد تا حتی‌الامکان نمونه‌ها از وسط آبراهه‌ها برداشت شود و کوشش زیادی برای اجتناب از برداشت واریزه‌های کناره آبراهه‌ها شد زیرا این اجزاء معرف ترکیب میانگین رسوبات حوضه آبریز نیستند.

بر مبنای نظر کارشناسان و با توجه به اهداف اکتشاف در صورت لزوم اقدام به تغییر محل و یا افزایش و کاهش تعداد نمونه‌های مربوطه در هر حوضه گردیده است. این تغییرات به دلایل گوناگون از جمله عدم ثبت تعدادی از شاخه‌های فرعی و انشعابات بر روی نقشه آبراهه‌ای، نداشتن رسوب و غیره انجام شد. مشخصات مربوط به هر نمونه شامل شماره صحرائی نمونه، محیط نمونه‌برداری اعم از رسوبات رودخانه‌ای یا آبرفتی، وجود آلودگی‌ها و نوع آن، وضعیت قطع شدن و یا نشدن سنگ‌بستر توسط آبراهه در برگه مخصوص نمونه‌برداری ثبت گردید که در مبحث زیر شرح داده خواهد شد. نمونه‌های ژئوشیمی با علامت اختصاری KAG و نمونه‌های کانی‌سنگین با علامت اختصاری KAH مشخص گردیده‌اند.

2-3-4-1- کارت‌های نمونه‌برداری استاندارد (Sampling Card)

یکی از وظایف اصلی کارشناس نمونه‌بردار، علاوه بر برداشت نمونه، تکمیل کارت نمونه‌برداری است که با استفاده از Global Geochemical Sampling Center طراحی و بهینه شده است. هدف از طراحی این کارت‌ها برطرف کردن نقاط ضعفی بود که در اکثر مناطق نمونه‌برداری به ویژه در کشورهای

عقب مانده و در حال توسعه مشاهده می شد. این نقاط ضعف شامل اعمال سلیقه فردی، تنوع در روش های ثبت اطلاعات، نارسایی اطلاعات ثبت شده، عدم توجه به بعضی موارد مهم و سرنوشت ساز از جمله آلتراسیون، مینرالیزاسیون، آلودگی و ... می باشد.

بخش های عمده این کارت ها عبارتند از:

1) اطلاعات کلی شامل شماره نمونه، نام پروژه، نام محل، سیستم مختصات مورد استفاده،

مختصات نمونه و نام نمونه بردار ... (بخش اطلاعات کلی General Data).

2) ویژگی های محیط نمونه برداری شامل رطوبت، رنگ و ترکیب دانه بندی رسوبات (آیتم های 1 تا 5).

3) داده های مرتبط با شیب محدوده، ساختارهای مختلف و توپوگرافی (آیتم 6).

4) لیتولوژی نمونه های نابرجا (Float) و لیتولوژی رخنمون های برج (Outcrop) محدوده (آیتم های 9 و 10).

5) آلودگی احتمالی در محدوده (آیتم 11).

تمامی بخش ها و باکس های طراحی شده (به ویژه بخش اطلاعات کلی General Data)، توسط

کارشناس و در هنگام نمونه برداری تکمیل شده است.

در ضمن در صورت مشاهده آلتراسیون و کانی سازی، کارشناس نمونه بردار موظف به توضیح آن در

ستون Comments خواهد بود.

جدول 5- کارت نمونه برداری استاندارد (نمونه های ژئوشیمی رسوب آبراهه ای)

GENERAL DATA			
Sample No	Project Name:		Prospect Name:
Coord. Sys.:	X(Easting):	Y(Northing):	Z(Altitude):
	Date:	Sampler:	Page No.:
1)Weight(Kg):		1/1)Mesh Size:	
2)Sieved:	Not Seived <input type="checkbox"/>	Sieved Dry <input type="checkbox"/>	Sieved Water <input type="checkbox"/>
3)Moisture:	Dry <input type="checkbox"/>	Damp <input type="checkbox"/>	Wet <input type="checkbox"/>
4)Colour:	Black <input type="checkbox"/> Olive <input type="checkbox"/>	Grey <input type="checkbox"/>	Brown <input type="checkbox"/> White <input type="checkbox"/>
		Red <input type="checkbox"/>	Yellow <input type="checkbox"/> Purple <input type="checkbox"/>
5)Unsieved Texture	Bouldery <input type="checkbox"/>	Gravelly <input type="checkbox"/>	Sandy <input type="checkbox"/> Silty <input type="checkbox"/> Clayey <input type="checkbox"/>
6)Terrain:	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"/>	
7)Mineralisation Present *	In Float <input type="checkbox"/>	In Outcrop <input type="checkbox"/>	In Float and Outcrop <input type="checkbox"/> None Observed <input type="checkbox"/>
8)Alteration Present **	In Float <input type="checkbox"/>	In Outcrop <input type="checkbox"/>	In Float and Outcrop <input type="checkbox"/> None Observed <input type="checkbox"/>
9)Outcrop Lithology:	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 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 - Graphite <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"/>	
10)Float Lithology:	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 - Graphite <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"/>	
11)Contamination:	None Observed <input type="checkbox"/>	Mining <input type="checkbox"/>	Drilling <input type="checkbox"/>
	Agricultural <input type="checkbox"/>	Livestock <input type="checkbox"/>	
12)Comments:			
	* **		

2-4- نمونه برداری ژئوشیمیایی

مطالعات توجیهی مختلف در محیط‌های نمونه‌برداری گوناگون و طی پروژه‌های مختلف ناحیه‌ای، نیمه‌تفصیلی و تفصیلی جزء زیر 80 مش را به عنوان مناسب‌ترین اندازه دانه‌ها برای برداشت نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای معرفی می‌کنند. در ایران نیز طبق روال معمول در پروژه‌های ژئوشیمیایی مختلف نمونه‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای با ابعاد 80- مش برداشت می‌شود.

نمونه‌های ژئوشیمی از بستر آبراهه و با استفاده از جزء زیر الک 80 مش برداشت شده است که خود در واقع نوعی آماده‌سازی مقدماتی نیز تلقی می‌شود. وزن نمونه‌های برداشت شده ژئوشیمی حدود 300 گرم و نمونه‌های کانی‌سنگین حدود 10 کیلوگرم می‌باشد. برای نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین به ترتیب از الک 80- مش و 20 مش در صحرا استفاده می‌شود.

روش نمونه‌برداری در صحرا به این صورت است که با استفاده از نقشه‌های نمونه‌برداری تهیه شده و مختصات بدست آمده از نقاط طراحی شده، آبراهه موردنظر شناسایی و نمونه برداشت می‌گردد (نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین). از مناطقی که دارای کانی‌سازی، گسله و یا آلتراسیون بودند نمونه‌های مینرالیزه و یا سنگی به صورت Chip sample گرفته شد. لیست نمونه‌ها و مختصات محل نمونه‌ها در جدول 6 پیوست آورده شده است؛ تصویر شماره 1 موقعیت برداشت نمونه‌های مینرالیزه را نشان می‌دهد. جهت کنترل میزان تمرکز عناصر درصد باطله و رابطه آن با آنومالی‌های احتمالی کاذب در آبراهه‌های پایین‌دست معدن تعدادی نمونه از لجن سد باطله برداشت گردیده که موقعیت آن در تصویر شماره 2 ارایه شده است. شماره‌گذاری نمونه‌ها هم به صورتی است که دو حرف اول نشانگر نام پروژه (KA) و حرف سوم مربوط به نوع نمونه‌برداری می‌باشد (G-رسوب آبراهه‌ای، H-کانی‌سنگین و I-نمونه‌های مینرالیزه و سنگی)، بعد از این حروف شماره نمونه برداشت شده آمده است. در ضمن باید در نظر داشت که در صورت خیس بودن محیط نمونه‌برداری، نمونه‌ها به صورت الک نشده برداشت شده و پس از خشک شدن در محل کمپ، آماده می‌شوند.

جدول شماره 7 تعداد نمونه‌های پیش‌بینی شده در مراحل مختلف و همچنین برداشت شده در مرحله اول را نشان می‌دهد. تمامی نمونه‌ها پس از بسته‌بندی به کارگاه آماده‌سازی نمونه‌ها واقع در رباط کریم تهران ارسال گردید (چارت شماره 2).

جدول 7- تعداد نمونه‌های پیش‌بینی و برداشت شده در مراحل مختلف انجام پروژه

مجموع	Polish	Tin sections	XRD, XRF	کانی سنگین	سنگ و مینرالیزه	ژئوشیمی		
1120	-	-	-	1120			شرح خدمات	مرحله اول
1157	-	-	1	303	20	833	گرفته شده	(تعداد نمونه به عدد)
150	20		15	40	50-100		شرح خدمات	مرحله دوم
163	21	-	14	26	102	-	گرفته شده	



تصویر 1- نمونه‌برداری از رخنمون‌های سنگی دارای احتمال کانی‌سازی (دید به سمت غرب)



تصویر 2- لجن‌های خشک شده حاصل فرآوری ماده معدنی مس معدن مزرعه در محوطه سدباطله دو نمونه از این رسوبات جهت میزان تمرکز عناصر و تعیین رابطه آن با محدوده‌های آلوده برداشت شده است.

2-5- آماده‌سازی نمونه‌ها

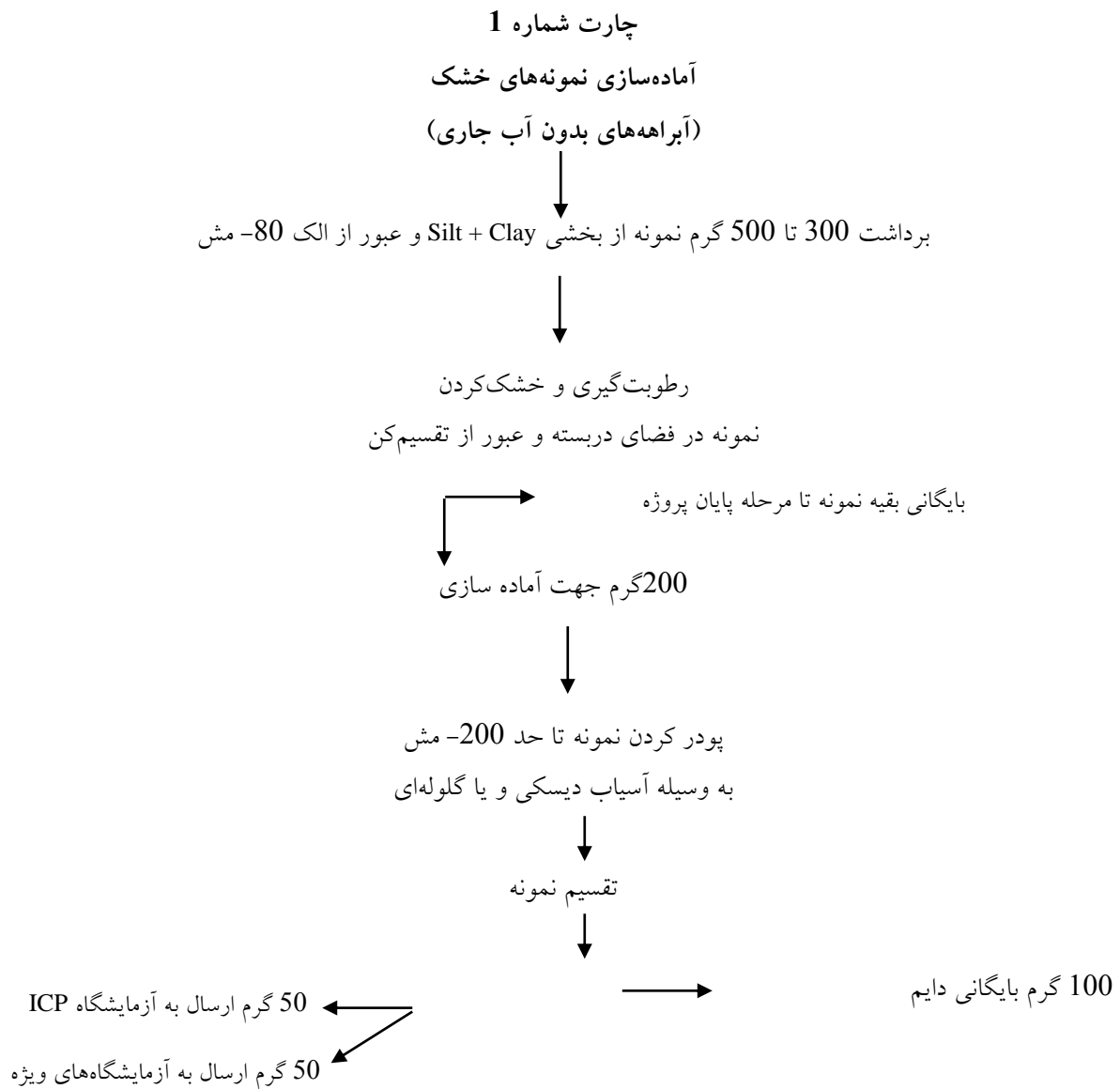
کلیه نمونه‌های برداشت شده شامل نمونه‌های ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین، مینرالیزه و آلتراسیون، آماده‌سازی و به آزمایشگاه امدل در کشور استرالیا ارسال گردید. نمونه‌های ژئوشیمی به علت وجود جریان آب در بعضی آبراهه‌ها و خیس بودن محل نمونه‌برداری الک نشدند، ولی پس از انتقال به کمپ خشک شده و با الک سایز 80- که در گزارشات قبلی نیز با همین سایز آماده‌سازی گردیده بودند، الک گردیدند. همچنین لازم به یادآوری است که از هر یک از نمونه‌های آماده‌سازی شده یک نمونه جهت بایگانی بطور مستقل برداشت‌شده تا در صورت لزوم در مراحل بعدی استفاده گردد (چارت شماره 1، 2، 3، 4).

2-6- آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی

در این پروژه 44 عنصر یعنی Au, Cr, Mn, Ni, Pb, Sr, Ba, Be, Ti, Fe, Al, La, Sc, Ca, Li, p, v, Mg, k, Na, S, Zr مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. حداقل و حداکثر عیار قابل اندازه‌گیری و روش آنالیز نمونه‌ها در صورت آنالیز نمونه‌ها ارایه شده‌اند (جدول شماره 8).

جدول 8- مقادیر حدحساسیت و روش آنالیز عناصر

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



چارت شماره 2

آماده سازی نمونه های خیس و مرطوب

برداشت نمونه از رسوبات واقع در بستر آبراهه ها
به وزن 5 تا 10 کیلوگرم



خشک کردن نمونه ها در فضای باز و یا
در کوره الکتریکی در درجه حرارت پایین



خرد کردن نمونه بعد از خشک شدن به منظور عبور از الک 80- مش



تقسیم نمونه



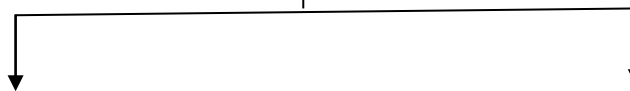
بایگانی بقیه نمونه مرحله پایان پروژه ← 200 گرم پودر تا حد 200- مش



تقسیم نمونه ها



بایگانی دائم باقی مانده نمونه (100 گرم)



50 گرم به آزمایشگاه های
مختلف

50 گرم آزمایشگاه

چارت شماره 3

آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین

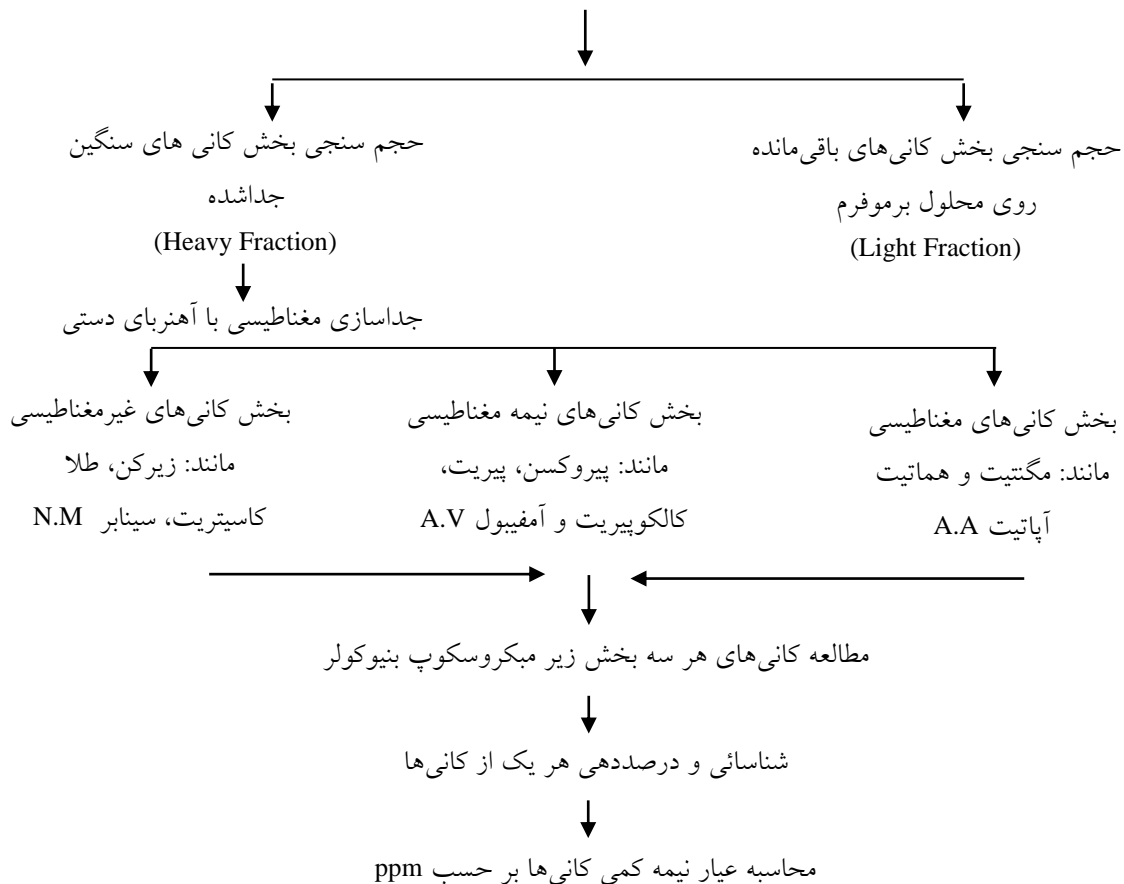
برداشت نمونه به حجم 3 الی 5 لیتر بعد از عبور از الک 20- مش
و 15 تا 20 کیلوگرم برای نمونه‌های مرطوب و خیس

↓
گل‌شویی

↓
لاوک شویی (Panning)

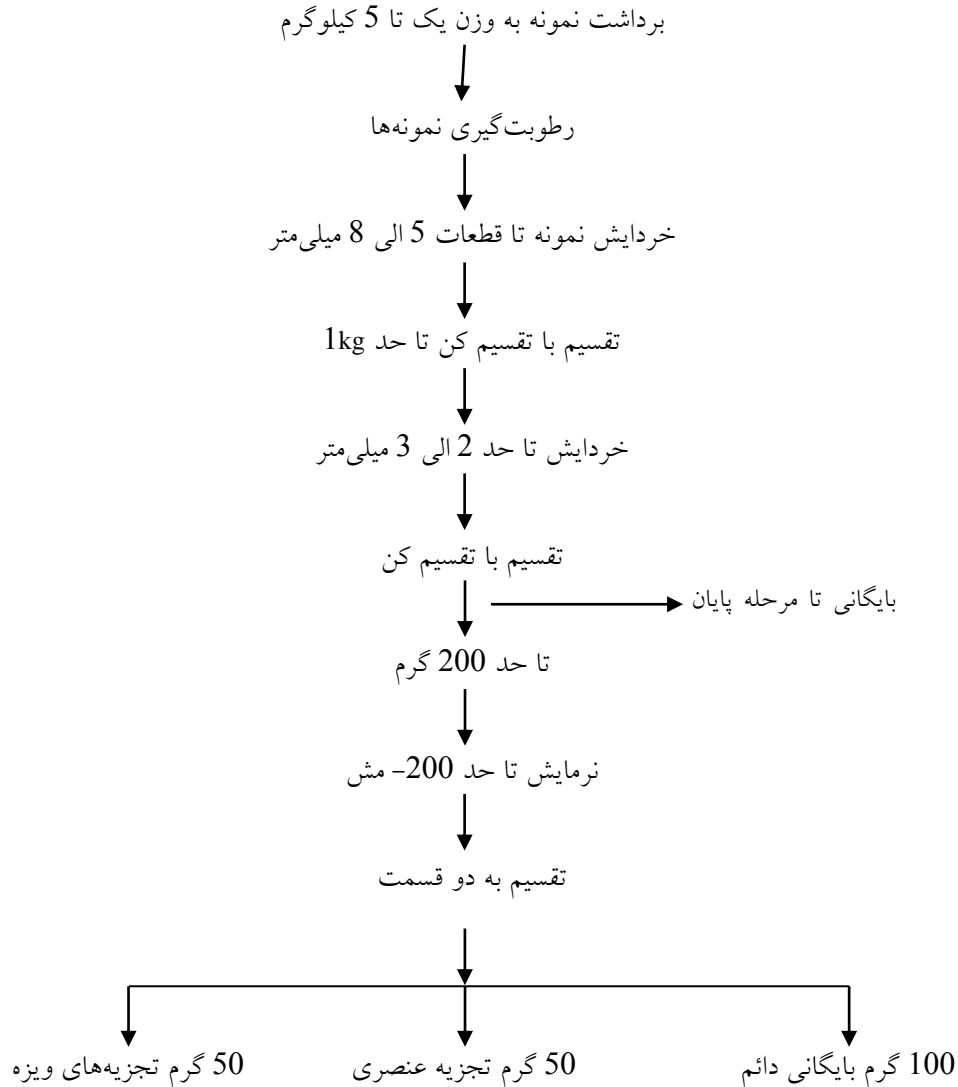
↓
حجم سنجی بعد از لاوک شوئی

↓
انتخاب حجم حدود 25 سانتی متر مکعب
جهت عبور از محلول بر مفهوم گیری



چارت شماره 4

آماده سازی نمونه های سنگ Rock Sample Preparation



2-6-1- دقت آنالیز نمونه‌ها

در مباحث ژئوشیمی یکی از سه مؤلفه اصلی خطای کلی در عملیات اکتشافی، خطای آزمایشگاهی می‌باشد و تعیین این خطا برای اطلاع از میزان دقت آنالیز حائز اهمیت است. از آنجا که در پروژه‌های ژئوشیمیایی در مقیاس 1:25,000 تا 1:50,000 هدف سنجش نسبی مقادیر هر عنصر نسبت به یکدیگر به منظور معرفی نواحی امیدبخش می‌باشد. لذا دقت اندازه‌گیری‌ها در مقایسه با صحت آنها از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. به همین دلیل با آنالیز تکراری نمونه‌های ژئوشیمیایی دقت عملیات مورد بررسی قرار گرفت.

برای بررسی دقت آنالیز به ازاء هر 10-15 نمونه ژئوشیمیایی یک نمونه تکراری (حدود 10٪ کل نمونه‌ها) آنالیز می‌گردد. در این پروژه مجموعاً 30 نمونه به صورت تکراری و کاملاً تصادفی از محدوده مورد بررسی انتخاب گردیدند. این نمونه‌ها با کدهای مشخصی انتخاب شدند، به طوریکه امکان تشخیص نمونه مشابه آن وجود نداشته باشد و سپس همراه بقیه نمونه‌ها به آزمایشگاه ارسال گردید. روش بررسی دقت آزمایشگاهی جهت تعیین میزان اطمینان به داده‌ها می‌باشد. بعضی از عناصر به علت دارا بودن مقادیر بالای سنسورد در نمونه‌های تکراری ممکن است که درصد خطای بالایی از خود بروز دهند، جدول شماره 9 نتایج جفت نمونه‌های تکراری را نشان می‌دهد.

راه عملی بررسی خطای اینگونه عناصر استفاده از نمونه‌هایی است که عیار عنصر در آنها ده یا پانزده برابر حدتشخیص دستگاهی باشد. در کنترل دقت آنالیز نمونه‌ها حساسیت بر روی نتایج مشابه و یا نزدیک به هم می‌باشد. حال چنانچه این تکرار با واقعیات مقادیر عناصر در نمونه‌ها همراه باشد دقت آزمایشگاه نیز بالاتر خواهد بود. البته کنترل مقادیر واقعی عناصر در نمونه‌ها مبحث بررسی صحت (Accuracy) همراه با نمونه‌های استاندارد را پیش می‌آورد که در این پروژه به آن پرداخته نشده است.

$$R.A.E. = \frac{2}{n} \sum \frac{|X_1 - X_2|}{X_1 + X_2} \times 100$$

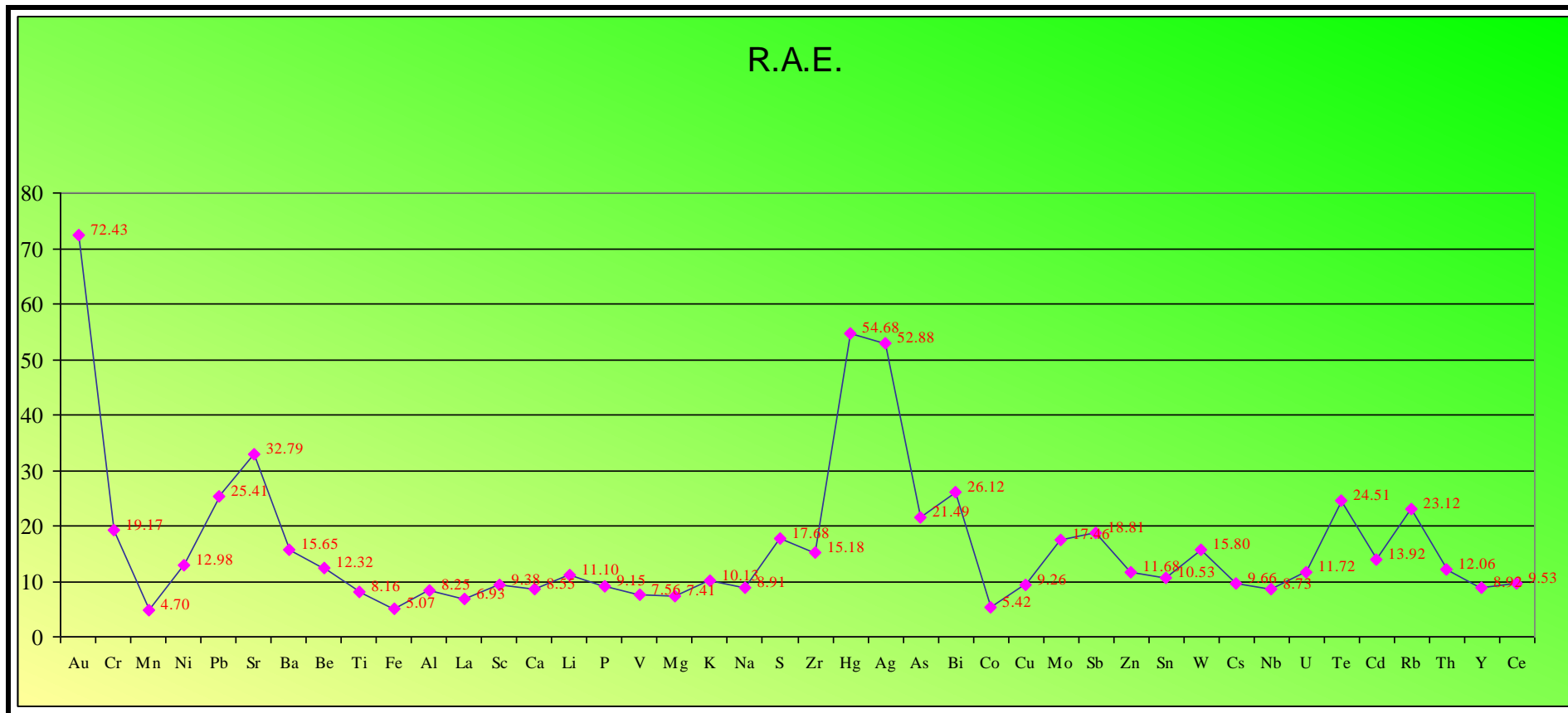
جهت محاسبه خطای نمونه‌های تکراری از فرمول % استفاده می‌شود.

در این فرمول (Relative Analytical Error) R.A.E. برابر با خطای نسبی، n تعداد نمونه‌ها و X_1 و X_2 مقادیر نمونه‌های اصلی و تکراری می‌باشد. بر این اساس کمترین خطا مربوط به عناصر Mn, Fe, Au به مقدار 72٪ است، که به دلیل بالابودن مقادیر سنسورد می‌باشد. در مورد عناصر Bi, Cr, Ni, Pb, As میزان خطای آنالیز بین 20 تا 25 درصد می‌باشد.

جهت مشاهده تمامی خطاها و مقایسه آنها نمودار خطی (Line chart)، مقادیر خطا در قالب شکل شماره 1 است. اگر میزان 25 درصد را خطای مجاز در نظر بگیریم عناصر Au, Hg, Ag, Sr دارای خطایی بیش از حد مجاز هستند. بنابراین در پردازش این عناصر باید محتاطانه برخورد کرد.

جدول 9- لیست نمونه‌های تکراری

Row	New	Old
1	CVASDF	736
2	VGTHFDCF	656
3	HJUYFGH	448
4	KJLSERDF	313
5	HJJKHH	2
6	VCDFWL	446
7	FGTGHBA	401
8	SDCRFTO	699
9	LKIFGBL	785
10	QAWSD42	639
11	ZAXGHTY	360
12	SDCLUYP	604
13	KJ1562J	53
14	ASDRTY45	812
15	KJUIORT	423
16	HJERTG	364
17	GFOTHERL	771
18	MLKFGHD	798
19	XDESRW	672
20	ZXSDEF	734
21	SDEFRGK4	645
22	LOIPWE	620
23	LOPIIJ25	788
24	LKIUOJ4	781
25	ASDFGH	766
26	CFAZXSD	473
27	AVFGBH	752
28	MKOERT	778
29	VBDFH4	725
30	CVFAQSE	269



شکل 1- نمودار کنترلی خطای آنالیز

7-2- پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها

2-7-1- مقدمه

نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی، با استفاده از نرم‌افزارهای ژئوشیمیایی مانند SPSS و نرم‌افزارهای دیگری چون Surfer و اتوکلد مورد پردازش قرار گرفتند. علاوه بر تهیه نمودارهای انتشار عناصر، گروه‌بندی آنومالی‌ها با استفاده از پارامترهای آماری تهیه شده و در تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. محاسبات تک‌متغیره شامل محاسبه پارامترهای آماری، رسم هیستوگرام‌ها، جدایش ناهنجاری‌ها و رسم نقشه‌های تک‌عنصری و چندمتغیره شامل Correlation matrix و همبستگی خطی Liner correlaton، آنالیز خوشه‌ای Cluster analysis و محاسبات چندعاملی Factor analysis نیز انجام شده که در فصول مربوطه توضیحات لازم ارائه می‌گردند.

2-7-2- فایل‌بندی داده‌های خام

داده‌های ورودی از آزمایشگاه دارای فرمت خاصی است که برای نرم‌افزار مورد استفاده برای انجام کارهای کامپیوتری یعنی SPSS قابل استفاده نیست. بنابراین لازم است در آن تغییراتی صورت بگیرد و بطور منظم جدول‌بندی شود. در فرمت ذکر شده نمونه‌ها بدین صورت تنظیم شده‌اند: در ستون اول شماره نمونه‌ها، در ستون دوم موقعیت نمونه‌ها بر حسب UTM و بعد عنصر مورد نظر که عیار آنها در زیرشان آورده می‌شود، نوشته می‌شوند (جدول شماره 6)، این فایل بصورت xls ذخیره و توسط SPSS پردازش می‌شود.

2-7-3- حذف و جایگزینی داده‌های سنسورد

مهم‌ترین پارامتر در انتخاب روش آنالیز حدحساسیت آن می‌باشد. اصولاً وجود مقادیر سنسورد برای یک عنصر در تجزیه و تحلیل‌های آماری اختلال ایجاد می‌کنند و علاوه بر این از آن‌جا که در اکتشافات ژئوشیمیایی اهمیت و کاربرد مقادیر عددی مربوط به هر یک از عناصر صرفاً به منظور مقایسه نسبی آنها با یکدیگر برای تعیین مقادیر آنومالی می‌باشد، لذا حصول مقادیر عددی (غیرسنسورد) برای یک عنصر از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. حدحساسیت یک روش آزمایشگاهی برای یک عنصر در ارتباط با مقدار زمینه آن انتخاب می‌شود و باید کوچکتر از آن باشد. در ادامه با توجه به مقدار زمینه عناصر مختلف و توانایی روش‌های آزمایشگاهی روش مناسب آنالیز انتخاب می‌گردد. لذا با توجه به توضیحات فوق مقادیر حدحساسیت برای عناصر موردنظر با توجه به تکنیک‌های آزمایشگاهی موجود و مقدار زمینه

عناصر تعیین شده است تا با توجه به فراوانی کم عناصر در برخی از این سنگ‌ها تا حد امکان مقادیر عددی و غیرسنسورد حاصل شود. داده‌های سنسورد به داده‌هایی اطلاق می‌گردد که دارای نماد کوچکتر ($>$) و بزرگتر ($<$) است. این داده‌ها معرف عدم قدرت تشخیص دستگاه‌هاست، به عبارت دیگر، حد حساسیت دستگاه مورد استفاده است. به این معنی که مقادیر کمتر از مقدار حساسیت دستگاه قابل اندازه‌گیری نیست و در نتیجه با نماد کوچکتر بیان می‌شود و بالعکس اگر مقدار اندازه‌گیری شده از حساسیت دستگاه بیشتر باشد، مقدار مربوطه با نماد بزرگتر بیان می‌گردد. لازم به ذکر است اینگونه مقادیر در داده‌پردازی معنی‌دار نیستند و می‌بایستی به طرق مختلف جایگزین گردند که برخی از این روش‌ها عبارتند از:

1. روش بیشترین درست‌نمایی کوهن (Cohen Maximum Likelihood).

2. نصف مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد کوچکتر و $1/5$ برابر برای داده‌های با نماد بزرگتر.

3. $3/4$ مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد کوچکتر و $4/3$ برای داده‌های با نماد بزرگتر (روش ترسیمی).

در این پروژه از روش سوم برای جایگزینی داده‌ها استفاده شده است. عناصری که بیش از 80٪ داده‌هایشان سنسورد بوده (B) از پردازش حذف و عناصر دیگر مانند Au, Pb, S, Hg, Ag, Bi, Sb, Te, Cd, که مقدار داده‌های سنسورد آن کمتر از 80٪ بود با مقدار $3/4$ حدپایینی جایگزین شدند.

8-2- مطالعات آماری تک‌متغیره

8-2-1- مقدمه

امروزه علمی وجود ندارد که به نحوی با آمار در ارتباط نباشد، چرا که انتقال و درک بهتر علوم به وسیله چارت، شکل و... بهتر صورت می‌گیرد و خود به خود این امر در حیطه علمی که با مقادیر عددی فراوان و طیف وسیع سروکار دارد، ملموس‌تر و گسترده‌تر است. در علوم اکتشافی و به خصوص اکتشافات ژئوشیمیایی که برپایه داده‌های عددی حاصل از تجزیه شیمیایی نمونه‌ها استوار است، این امر اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. اولین گام در این بررسی‌ها، مطالعات آماری تک‌متغیره بوده و شرط اساسی در این حالت عدم وابستگی متغیرها با یکدیگر می‌باشد، به این معنی که هر متغیر بطور جداگانه و مستقل تغییر می‌کند، اما باید توجه نمود که این امر امکان‌پذیر نیست. در صورتی که ارتباط متغیرها مدنظر باشد مبحث مطالعات آماری چندمتغیره پیش می‌آید که بعداً تشریح خواهد شد.

2-8-2- پارامترهای آماری داده‌های خام

مهمترین گام در پردازش داده‌ها، بدست آوردن پارامترهای آماری و نحوه توزیع آنهاست، و اولین گزینه‌ای است که به عنوان مهمترین و جامع‌ترین اطلاعات آماری فراروی داده‌پردازان قرار می‌گیرد. این اطلاعات نحوه پراکندگی داده‌ها را در حول میانگین و تمایل به میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه عیار نمونه‌ها و تشابه یا تمایز آن را با یک توزیع نرمال به نمایش می‌گذارد. همچنین پارامترهای چولگی و کشیدگی که به ترتیب میزان تقارن و حول میانگین و تیزی منحنی توزیع را نشان می‌دهند، در صورت نزدیک شدن به مقادیر صفر برای چولگی و 3 برای کشیدگی حاکی از نزدیکی توزیع داده‌ها به توزیع نرمال می‌باشد. با توجه به مقادیر محاسبه در جدول زیر عناصری که کشیدگی و چولگی آنها مابین مقادیر ذکر شده قرار بگیرد مانند منیزیم، سدیم و پتاسیم دارای توزیع نرمال و داده‌هایی که مانند طلا، نقره، کرم، نیکل، سرب، مس و باریم دارای توزیع نرمال نبوده، در مراحل بعدی نرمال شدند. بنابراین پارامترهای آماری داده‌های خام برای نمونه‌های برداشت شده از هر محدوده توسط نرم افزار SPSS محاسبه شده و در جدول شماره 10 نشان داده شده‌اند.

جدول 10- جدول پارامترهای آماری داده‌های خام

Statistics		Au	Cr	Mn	Ni	Pb	Sr	Ba	Be
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	5	5	5	5	5	5	5	5
Mean		20.66	52.85	1122.19	29.23	26.74	643.95	663.67	1.97
Median		5	42	1070	27	20.5	600	603	1.8
Mode		2	40	1090	20	15.5	1050	1030	1.6
Std. Deviation		87.13	39.51	419.91	15.72	22.62	286.04	445.37	0.94
Variance		7592.3	1560.72	176328.14	246.98	511.74	81820.96	198354.78	0.89
Skewness		10.625	4.165	0.893	1.443	4.103	2.069	6.566	2.237
Kurtosis		130.072	38.338	1.701	3.697	25.552	8.759	63.05	10.685
Minimum		0.75	4	86	2	0.15	126	134	0.2
Maximum		1280	563	3040	107	229	2610	5990	9
Percentiles	25	3	29	855	18	15.35	468.5	425.5	1.4
	50	5	42	1070	27	20.5	600	603	1.8
	75	12	66	1310	38	30.5	760.5	786.5	2.4

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

Statistics		Ti	Fe	Al	La	Sc	Ca	Li	P
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	5	5	5	5	5	5	5	5
Mean		6371.81	64138.08	77765.67	64.01	11.42	45946.68	17.01	1776.5
Median		6110	55300	78200	59	11	39800	15.9	1590
Mode		6360	51300.000(a)	74100	56	11	23900	11.3	1650
Std. Deviation		1867.71	36294.08	10629.67	26.89	3.33	27138.07	6.52	1024.14
Variance		3488331	1317260485	112989882	722.96	11.08	736474891	42.45	1048869
Skewness		2.493	4.091	-0.711	2.518	1.19	2.292	1.611	2.584
Kurtosis		14.275	25.073	2.157	13.901	2.984	10.312	5.584	10.196
Minimum		1650	12800	26400	16	3	4160	2.6	313
Maximum		21200	388000	106000	311	29	259000	63.9	8580
Percentiles	25	5200	45400	71900	48	9	29000	12.8	1200
	50	6110	55300	78200	59	11	39800	15.9	1590
	75	7175	69050	84700	73	13	54500	19.9	2045

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

Statistics		V	Mg	K	Na	S	Zr	Ag	As
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	5	5	5	5	5	5	5	5
Mean		179.63	10859.73	18002.38	18237.19	1356.79	90.67	0.48	30.6
Median		148	10100	17300	17400	590	71	0.39	24.7
Mode		126	11300	16000.000(a)	10600	270	31	0.31	5.5
Std. Deviation		122.74	4745.26	4239.14	7676.07	2255.44	71.15	0.53	24.2
Variance		15065	22517501	17970271	58922053	5087003	5062	0.28	585
Skewness		4.205	0.931	0.708	0.45	4.732	2.406	11.071	1.264
Kurtosis		26.913	1.196	1.299	-0.273	33.287	10.463	162.684	1.52
Minimum		42	2020	6060	2650	37.5	9	0.008	2.3
Maximum		1430	34300	38400	45700	27700	637	8.86	142
Percentiles	25	118	7430	15150	12400	350	40.5	0.29	11.2
	50	148	10100	17300	17400	590	71	0.39	24.7
	75	200	13600	20600	23300	1270	122.5	0.54	41.85

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

ادامه جدول 10- جدول پارامترهای آماری داده‌های خام

Statistics		Bi	Co	Cu	Mo	Sb	Zn	Sn	W	Cs
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mean		0.98	19.02	113	4.1	2.41	101.46	2.39	4.22	3.93
Median		0.6	17.8	67.2	3.5	1.7	93.4	2.2	2.9	3.4
Mode		0.2	17.000(a)	54.300(a)	3.8	0.8	110	2.1	2.1	3.2
Std. Deviation		4.48	5.98	788.84	3.25	2.19	50.33	0.79	4.95	2
Variance		20.06	35.79	622263.29	10.57	4.79	2533.1	0.62	24.48	4.01
Skewness		26.084	1.159	27.888	8.261	2.274	5.151	1.966	6.978	2.243
Kurtosis		714.453	2.629	785.152	133.978	6.963	59.311	6.953	78.49	7.302
Minimum		0.1	3.3	9.5	0.5	0.075	8.6	0.5	0.5	0.7
Maximum		124	46.9	22300	62.8	16.5	830	7.7	78.8	15.8
Percentiles	25	0.3	15.2	51.3	2.4	1	73.6	1.9	2.05	2.7
	50	0.6	17.8	67.2	3.5	1.7	93.4	2.2	2.9	3.4
	75	0.9	21.7	91.2	4.9	3.25	119	2.7	4.4	4.6

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

Statistics		Nb	U	Te	Cd	Rb	Th	Y	Ce	Tl
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mean		24.73	5.54	0.66	0.25	74.11	24.28	23.04	119.46	0.64
Median		22.8	4.19	0.4	0.2	72	16.8	21.1	112	0.5
Mode		22.4	3.410(a)	0.15	0.2	102	15.4	18.9	116	0.4
Std. Deviation		9.45	4.96	2.86	0.25	22.55	22.44	9.02	43.33	0.64
Variance		89.28	24.63	8.17	0.06	508.58	503.47	81.33	1877.81	0.41
Skewness		1.218	4.043	25.976	5.493	0.524	3.753	2.692	2.477	15.68
Kurtosis		2.834	27.571	711.257	55.337	0.356	22.228	12.238	11.969	344.1
Minimum		4.9	0.91	0.15	0.075	14.9	4.02	4.3	28.1	0.1
Maximum		78	61.3	79.1	3.7	158	232	90.5	473	15.2
Percentiles	25	18.55	2.88	0.15	0.1	56.6	12.55	18.4	93.75	0.4
	50	22.8	4.19	0.4	0.2	72	16.8	21.1	112	0.5
	75	29.4	6.16	0.7	0.3	89.6	26.85	25.1	135	0.7

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

2-8-3- رسم هیستوگرام داده‌های خام

جهت مشخص نمودن تابع توزیع مربوط به یک عنصر می‌توان از هیستوگرام استفاده نمود. در محور افقی هر هیستوگرام تعداد کلاس‌ها منظور شده و در محور عمودی تعداد نمونه‌های موجود در هر کلاس مشخص شده است. در این چارت می‌توان موقعیت (Location)، پراکندگی (Dispersion) و شکل (Shape) را تعیین نمود.

آنچه می‌تواند در تغییر هر کدام از پارامترهای فوق مؤثر باشد، عبارت است از تعداد نمونه‌های اخذ شده، به این معنی که نمونه‌برداری‌های گوناگون در یک جامعه می‌تواند در تغییر آماره‌های گوناگون اثر داشته باشد و شاید نتوان به راحتی جامعه واقعی را بدست آورد، اما با استفاده از روش‌های مختلف این نتایج به جامعه کل منتسب می‌گردد.

هیستوگرام‌ها به همراه جدول پارامترهای آماری، اولین پارامترهایی هستند که امکان پردازش‌های بعدی را در اختیار کارشناسان قرار می‌دهند. هیستوگرام داده‌های خام نمونه‌های ژئوشیمیایی محدوده کلیبر در شکل 2 پیوست نمایش داده شده است. با مشاهده هیستوگرام‌ها می‌توان نوع تابع توزیع، وجود یا عدم چولگی و نوع آنرا بدست آورد. چنانچه شکل هیستوگرام در توزیع داده‌های خام به یک شکل بالنسبه نرمال نزدیک باشد نمی‌توان انتظار آنومالی‌های ارزشمند از آنرا داشت و این جامعه بیانگر تغییرات در یک زمینه نرمال خواهد بود. با بررسی هیستوگرام‌ها و پارامترهای آماری عناصر مورد بررسی مشاهده می‌گردد که در این محدوده عناصر Au, Ag, As, Cr, Cu, Ni, Sr و دارای توزیع نرمال نبوده و تابع توزیع نرمال در جوامع عناصری مانند Mg, K, Na و Al مشاهده می‌گردد. تعداد گروه‌ها در هیستوگرام جامعه Au، 4 با فاصله 40ppb و در جامعه Cu، 2 با فاصله 1000ppm می‌باشد. باید دقت نمود که در تعدادی از کلاس‌ها با مقادیر کم هیچگونه نمونه‌ای وجود ندارد و در نتیجه همین موضوع در انحراف از حالت نرمال می‌تواند مؤثر باشد. با ملاحظه شکل توزیع فراوانی عناصر فوق می‌توان وجود جوامع آماری مختلف را مشاهده کرد، مثلاً عناصری مانند Pb و As دارای دو جامعه زمینه و آنومالی هستند.

2-8-4- جدایش مقادیر خارج از رده

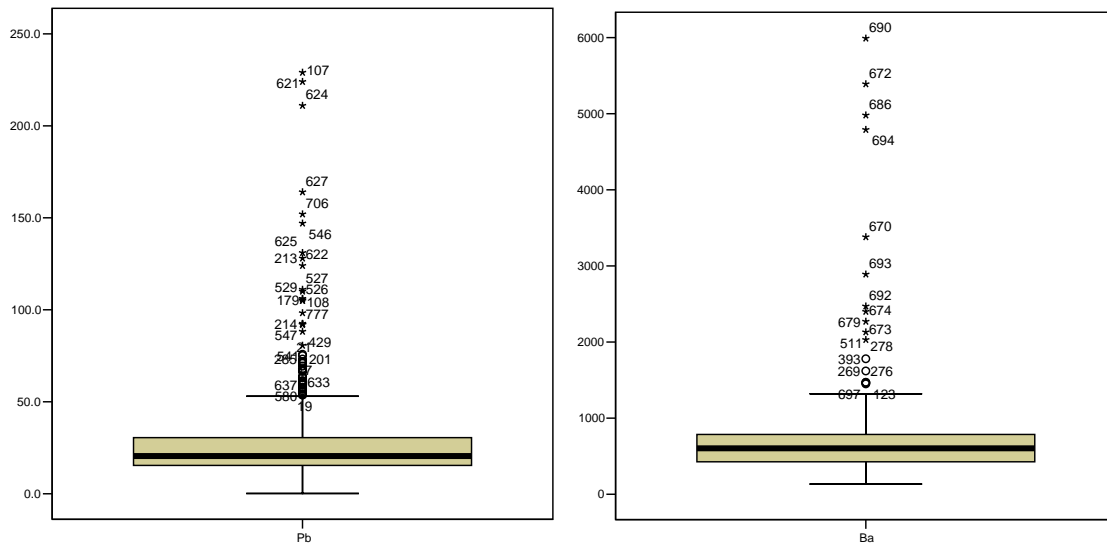
مقادیر خارج از رده به مقادیری گفته می‌شود که به نحو چشمگیری خارج از مقادیر داده‌ها در منتهی‌الیه مقادیر کم یا زیاد قرار داشته باشند. مقادیر خارج از رده می‌توانند مهم باشند زیرا:

1- این مقادیر می‌توانند آنومالی یا ناهنجاری باشند و می‌توان آنها را به مناطقی منتسب کرد که دارای کانی‌سازی هستند.

2- این مقادیر ممکن است مقادیر خارج از رده کاذب باشند که از خطای بالای نمونه‌برداری ناشی می‌شوند.

برای تعیین و جدایش مقادیر خارج از رده از نمودار باکس‌پلات در نرم‌افزار SPSS استفاده گردید (شکل شماره 3). مقادیری که حداکثر فاصله را از جامعه داده‌ها داشته و یا خارج نمودن آنها جامعه داده‌ها را نرمال و یا تا حدودی به جامعه نرمال نزدیک نمود، به عنوان مقادیر خارج از رده شناخته شدند (جدول 11-پیوست). پس از مشخص شدن این مقادیر، بالاترین مقدار عددی در بین داده‌ها را به جای داده‌های خیلی بالا و کمترین مقدار را نیز برای مقادیر خیلی پایین خارج از رده جایگزین نمودیم. با بررسی باکس‌پلات‌ها مشخص شد که کشیدگی انتهایی نمودارهای عناصری همچون سرب، باریم، آهن،

نقره، بیسموت، مس و روی قابل توجه می‌باشند که این کشیدگی به سمت مقادیر مثبت است و نتایج آنها با هیستوگرام‌های عناصر مذکور نیز تا حدودی مطابقت نشان می‌دهد؛ و عناصر کبالت و دو نمونه از تیتان کشیدگی منفی نشان می‌دهند.



شکل 3- نمودار باکس پلات عناصر سرب و باریم در محدوده کلیبر یک

9-2- نرمال‌سازی داده‌های خام و بررسی پارامترهای آماری داده‌های نرمال

اکثر محاسبات و روش‌های آماری نیازمند داده‌های نرمال شده هستند. از خصوصیات یک توزیع نرمال چنانچه گفتیم می‌توان به کشیدگی در حد 3، چولگی در حد صفر، انطباق تقریبی سه آماره میانگین، میانه و مد، شکل زنگوله‌ای متقارن و ... اشاره کرد. در مرحله اول وضعیت داده‌ها از دیدگاه نرمال بودن مشخص می‌شود. در صورت نرمال یا لاگ نرمال بودن تقریبی داده‌ها حتی المقدور بررسی‌ها به ترتیب بر روی همان داده‌های خام یا لگاریتم داده‌ها انجام شده در غیر این صورت برای نرمال‌سازی می‌توان از تبدیل لگاریتمی چند متغیره یا تبدیل کاکس و باکس استفاده نمود. در این پروژه ابتدا از داده‌های غیرنرمال لگاریتم ساده گرفته شد پس از لگاریتم‌گیری بعضی از داده‌هایی که نرمال نشدند مقادیر خارج از رده بوسیله روش باکس پلات شناسایی و این مقادیر تا جایی که نمونه‌ها نرمال و یا نزدیک (بین 10 تا 15٪ اختلاف) به نرمال شوند، با نزدیکترین مقدار مربوط به داده مورد نظر جایگزین شدند.

پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده در جدول شماره 12 ارائه شده است. همچنین هیستوگرام نمونه‌ها بعد از نرمال‌سازی ترسیم شده که در شکل 4- پیوست آورده شده‌اند. همانطور که از جدول پارامترهای آماری مشخص است عناصری همچون طلا، کرم، نیکل و آرسنیک پس از تبدیل لگاریتمی داده‌ها نرمال شده‌اند و مقادیر کشیدگی و چولگی آنها به حد قابل قبولی رسید.

جدول 12- پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده مربوط به محدوده کلیبر یک

Statistics		Ln_Au	Ln_Cr	Mn	Ln_Ni	Pb	Ln_Sr	Ba	Ln_Be
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		1.84	3.77	1122.19	3.23	24.717	6.38	634.94	0.57
Median		1.6	3.73	1070	3.29	20.5	6.39	603	0.58
Mode		0.69	3.68	1090	2.99	60	6.95	1470	0.47
Std. Deviation		1.22	0.621	419.91	0.54	14.04	0.41	256.756	0.45
Variance		1.511	0.386	176328.14	0.299	197.27	0.176	65923	0.209
Skewness		0.838	0.035	0.893	-0.399	1.089	-0.263	0.93	-0.393
Kurtosis		1.708	0.44	1.701	0.551	0.49	1.369	0.966	1.54
Minimum		-0.28	1.38	86	0.69	0.2	4.83	134	-1.609
Maximum		7.15	6.33	3040	4.67	60	7.86	1470	2.19
Percentiles	25	1.098	3.368	855	2.89	15.35	6.14	425.5	0.33
	50	1.609	3.73	1070	3.29	20.5	6.39	603	0.58
	75	2.484	4.189	1310	3.63	30.5	6.63	786.5	0.87

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

Statistics		Ti	Fe	Al	Ln_La	Ln_Sc	Ln_Ca	Ln_Li	Ln_P
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		6308.89	60952	77765	4.087	2.39	10.58	2.76	7.35
Median		6110	55300	78200	4.077	2.39	10.59	2.76	7.37
Mode		10900	121000	74100	4.025	2.39	10.08	2.42	7.4
Std. Deviation		1568	22675	10629	0.37	0.28	0.54	0.36	0.49
Variance		2459140	514168024	112989882	0.139	0.081	0.302	0.136	0.244
Skewness		0.688	1.209	-0.711	0.168	-0.19	-0.243	-0.24	0.134
Kurtosis		0.567	0.993	2.157	1.128	1.691	1.049	1.6	0.806
Minimum		1650	12800	26400	2.77	1.09	8.33	0.95	5.74
Maximum		10900	121000	106000	5.73	3.36	12.46	4.15	9.05
Percentiles	25	5200	45400	71900	3.87	2.19	10.27	2.54	7.09
	50	6110	55300	78200	4.077	2.39	10.59	2.76	7.37
	75	7175	69050	84700	4.29	2.56	10.9	2.99	7.62

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

ادامه جدول 12- پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده مربوط به محدوده کلیبر یک

Statistics		Ln_V	Mg	K	Na	Ln_S	Ln_Zr	Ag	Ln_As
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		5.058	10859	18002.38	18237.19	6.56	4.25	0.4375	3.081
Median		4.99	10100	17300	17400	6.38	4.26	0.39	3.206
Mode		4.83	11300	16000(a)	10600	5.59	3.43	0.99	1.701
Std. Deviation		0.47	4745	4239.136	7676.07	1.04	0.71	0.20758	0.87
Variance		0.223	22517501	17970271	58922054	1.099	0.5	0.043	0.771
Skewness		0.939	0.931	0.708	0.45	0.528	0.077	0.944	-0.307
Kurtosis		1.96	1.196	1.299	-0.273	0.429	-0.501	0.583	-0.756
Minimum		3.73	2020	6060	2650	3.62	2.19	0.01	0.83
Maximum		7.26	34300	38400	45700	10.22	6.45	0.99	4.95
Percentiles	25	4.77	7430	15150	12400	5.85	3.7	0.29	2.41
	50	4.99	10100	17300	17400	6.38	4.26	0.39	3.2
	75	5.29	13600	20600	23300	7.14	4.8	0.54	3.73

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

Statistics		Bi	Co	Cu	Ln_Mo	Ln_Sb	Zn	Ln_Sn	Ln_W	Ln_Cs
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		0.735	18.93	77.25	1.23	0.56	99.57	0.82	1.16	1.26
Median		0.6	17.8	67.2	1.25	0.53	93.4	0.78	1.064	1.22
Mode		0.2	35.7	171	1.33	0	110.0(a)	0.74	0.74	1.16
Std. Deviation		0.53	5.67	37.66	0.57	0.795	38.22	0.29	0.65	0.43
Variance		0.28	32.25	1419	0.334	0.632	1461.23	0.086	0.424	0.191
Skewness		1.22	0.79	1.17	0.1	0.155	0.991	0.456	1.011	0.32
Kurtosis		0.73	0.97	0.73	0.868	-0.216	1.308	1.515	1.666	0.978
Minimum		0.1	3.3	9.5	-0.69	-3	8.6	-0.69	-0.69	-0.35
Maximum		2.1	35.7	171	4.13	3	227	2.04	4.36	2.76
Percentiles	25	0.3	15.2	51.3	0.87	0	73.6	0.64	0.71	0.99
	50	0.6	17.8	67.2	1.25	0.53	93.4	0.78	1.064	1.22
	75	0.9	21.7	91.2	1.58	1.18	119	0.99	1.48	1.52

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

Statistics		Ln_Nb	Ln_U	Ln_Te	Ln_Cd	Rb	Ln_Th	Y	Ln_Ce	Tl
N	Valid	801	801	801	801	801	801	801	801	801
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		3.13	1.48	-0.94	-1.6677107	74.11	2.94	22.476	4.73	0.58
Median		3.12	1.43	-0.91	-1.6094379	72	2.82	21.1	4.71	0.5
Mode		3.1	1.22 (a)	-1.89	-1.6094379	102	2.73	40.6	4.75	0.4
Std. Deviation		0.37	0.63	0.82	0.6801201	22.55	0.64	6.8989	0.31	0.25
Variance		0.14	0.39	0.68	0.463	508.57	0.41	47.595	0.1	0.065
Skewness		-0.15	0.65	0.81	0.614	0.52	0.78	0.978	0.401	0.98
Kurtosis		0.513	0.72	1.66	0.295	0.35	0.66	0.924	1.792	0.38
Minimum		1.58	-0.094	-1.89	-2.59	14.9	1.39	4.3	3.33	0.1
Maximum		4.35	4.11	4.37	1.3	158	5.44	40.6	6.15	1.2
Percentiles	25	2.92	1.057	-1.89	-2.3	56.6	2.52	18.4	4.54	0.4
	50	3.12	1.43	-0.91	-1.6	72	2.82	21.1	4.71	0.5
	75	3.38	1.81	-0.35	-1.2	89.6	3.29	25.1	4.9	0.7

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

10-2- محاسبه و رسم ضرایب همبستگی عناصر

1-10-2- مقدمه

همانطور که در قسمت‌های قبل تشریح گردید، در مطالعات یک متغیره و بررسی‌های آماری مربوط به آنها، عدم وابستگی متغیرها ملاک اصلی است، اما عملاً چنین چیزی را نمی‌توان در طبیعت مشاهده نمود، چرا که عوامل مختلفی از قبیل عوامل ژنتیکی و غیره می‌توانند در ارتباط و وابستگی متغیرها به یکدیگر مؤثر باشد. بنابراین مقدار این وابستگی را می‌توان بصورت یک عدد بیان نمود، در صورتی که ارتباطی خطی بین دو متغیر وجود داشته باشد، به نحوی که با افزایش یک متغیر، مقدار متغیر دیگر نیز افزایش یابد، این همبستگی را به صورت مستقیم و مثبت معرفی می‌کنند و در صورتی که ارتباطی خطی بین دو متغیر به نحوی باشد که با افزایش یک متغیر، مقدار متغیر دیگر نیز کاهش یابد، همبستگی دو متغیر غیرمستقیم خواهد بود. همچنین این ارتباط را می‌توان به صورت مثبت و منفی نیز معرفی نمود. لازم به ذکر است، مقدار ضریب همبستگی می‌تواند بین $+1$ و -1 تغییر کند. به نحوی که مقدار ضریب همبستگی $+1$ مؤید همبستگی کامل و مستقیم متغیرهاست، در حالی که ضریب همبستگی -1 نشانگر همبستگی غیرمستقیم و کامل دو متغیر است و ضریب همبستگی صفر، عدم ارتباط بین دو متغیر را نشان می‌دهد.

کاربرد ضرایب همبستگی خطی مشکلاتی را به همراه دارد که در اینجا چند تا از آنها ذکر می‌شود:

- 1- یکی از فرض‌های اولیه در محاسبه ضریب همبستگی نرمال بودن جوامع است. در این پروژه داده‌ها را به وسیله روش لگاریتم ساده نرمال کرده و با استفاده از پارامترهای آماری و هیستوگرام‌ها مورد آزمون قرار دادیم و با توجه به اینکه بعضی داده‌ها مانند سرب، باریم و تیتان پس از لگاریتم ساده نرمال نشدند مقادیر خارج از رده را با استفاده از Boxplot شناسایی و جایگزین کردیم. بعد از این مرحله تقریباً تمامی داده‌ها نرمال یا نزدیک به نرمال شدند، بنابراین توزیع همه عناصر را نرمال فرض کردیم.

- 2- در محاسبه ضریب همبستگی خطی (روش پیرسن^۲) تأثیر نمونه‌های دور افتاده^۳ که ممکن است ناشی از خطای اندازه‌گیری یا حتی آنومالی باشد، بسیار زیاد است، بطوریکه گاهی وجود یک

۲- Pearson.

۳- Outlier.

نمونه دور افتاده موجب افزایش قابل توجهی در میزان ضریب همبستگی می شود. برای کاهش این تأثیر دو راه وجود دارد: یکی محاسبه ضریب همبستگی با استفاده از روش های ناپارامتری مانند روش اسپیرمن^۴ و دیگری خارج نمودن این نوع داده ها از گروه نمونه هاست که در حالت دوم می توان از روش های ترسیمی یا روش های آماری استفاده نمود که در این تحقیق از روش آماری استفاده شده است.

3- یکی از فرض های اساسی در روش های آماری دو متغیره مانند ضریب همبستگی و رگرسیون^۵ استقلال جوامع آماری از یکدیگر است.

در محاسبه ضریب همبستگی بین نسبت های عناصر با یک مشکل مواجه هستیم و آن، این است که با تقسیم کردن متغیرها بر متغیر دیگر همبستگی بطور کاذب افزایش می یابد و در نتیجه، مشکل مجموع ثابت نیز شدیدتر می شود. برای حل این مشکل راه حل های متفاوتی توسط افراد مختلف ارائه شده است که بهترین آنها راه حل اتکینسون^۶ (1986) می باشد. اصول و مفاهیم بکار رفته در این روش را می توان در کتاب های مختلف آماری ژئوشیمی مشاهده کرد (رولینسون^۷، 1993). برای این منظور فایل حاوی داده های نرمال شده را به محیط نرم افزار SPSS/Win انتقال داده و در آنجا ضرایب همبستگی به همراه سطح معنی دار بودن وابسته به آنها محاسبه می گردد. ابتدا ماتریس همبستگی رتبه ای اسپیرمن که مستقل از نوع تابع توزیع متغیر مورد بررسی است، محاسبه می گردد. ماتریس همبستگی حاصل در جدول ۱۳ - پیوست آورده شده است. در این جدول سطح معنی دار بودن وابسته به هر یک از ضرایب همبستگی معنی دار در سطح اعتماد 95 درصد (با اهمیت) و وجود دو ستاره بیانگر سطح همبستگی بسیار معنی دار در سطح اعتماد 99 درصد (بسیار با اهمیت) بین دو متغیر می باشد.

11-2- شرح ماتریس ضرایب همبستگی

اصولاً وقتی گفته می شود ضریب همبستگی محاسبه شده از نظر آماری معنی دار است، منظور آن است که به لحاظ منطقی می توان مطمئن بود که بین متغیرها همبستگی قوی وجود دارد و با درجه معینی از اطمینان همبستگی محاسبه شده با صفر تفاوت دارد.

۴- Spearman.

۵- Regression.

۶- Atchinson.

۷- Rollinson.

اندازه ضریب همبستگی تعیین کننده درجه همبستگی بین متغیرهاست. همبستگی هایی که ضرایب آنها بین 0/2-0/35 است، نشان دهنده همبستگی پایین بین متغیرهاست (حتی اگر ضرایب موردنظر از نظر آماری معنی دار باشد)، مانند ضریب همبستگی بین Au و Pb یا Sr. ضریب همبستگی 0/2 فقط 4 درصد از تغییرات مشترک بین دو متغیر را تبیین می کند (مجذور ضریب همبستگی نشان دهنده تغییرات مشترک دو متغیر است)، ضرایبی که در دامنه فوق قرار می گیرند فقط در کشف روابط بین متغیرها مفید هستند و برای تخمین یک متغیر از روی متغیر دیگر هیچگونه ارزشی ندارند.

با همبستگی هایی که ضرایب آنها بین 0/35-0/65 قرار دارند، مانند ضریب همبستگی بین Au-Bi (0/467)، امکان تخمین موفقیت آمیز گروهی وجود دارد. ضریب همبستگی حدود 0/4 فقط می تواند 20 درصد از تغییرات مشترک بین متغیرها را تبیین کند؛ کاملاً واضح است که اینگونه پیش بینی ها با خطا همراه هستند. ضرایبی که در دامنه مورد بحث قرار دارند وقتی قابل استفاده هستند که با متغیرهای دیگر ترکیب شوند (تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه)، ترکیب متغیرهایی که ضرایب همبستگی آنها بین 0/35-0/65 قرار دارند با قبول چند درصد خطا در تخمین های منفرد قابل استفاده می باشند.

با همبستگی هایی که ضرایب آنها بین 0/65-0/75 قرار دارند می توان تخمین گروهی دقیق انجام داد. با افزایش همبستگی بالا در این محدوده امکان تخمین های منفرد دقیق نیز وجود دارد. ضرایب همبستگی بالاتر از 0/85 نشان دهنده همبستگی بسیار نزدیک بین متغیرهاست که چنین ضرایبی را در این پروژه می توان بین متغیرهای Ce و La با مقدار 0/921، Th و U با مقدار 0/883 مشاهده کرد. ضریب همبستگی 0/85 می تواند 72 درصد از تغییرات مشترک بین متغیرها را تبیین کند. اگر ضریب همبستگی در چنین حدی بدست آید می توان از آن برای تخمین های منفرد و گروهی استفاده کرد. در زیر به چند همبستگی عناصر مهم اشاره می شود:

2-11-1- آرسنیک

عنصر آرسنیک به ترتیب با عناصر سزیم (0/544)، کادمیم (0/519)، سرب (0/472)، تالیم (0/466)، روی (0/465)، باریم (0/379)، نقره (0/239) بیشترین همبستگی مثبت و با عنصر توریم (0/520-) بیشترین همبستگی منفی را در حد اعتبار 99٪ نشان می دهد. همبستگی آرسنیک با کاتیون هایی مانند Cs, Pb, Ba که دارای شعاع یونی بزرگ بوده و در سنگ های فلسیک متمرکز می شوند نشانگر بالابودن آرسنیک در این تیپ سنگ های منطقه می باشد. بررسی این همبستگی ها نشان می دهد که

وجود آرسنیک با سزیم، نقره و سرب احتمال بیشتری دارد و عنصر روی هم در همراهی با این عناصر ضعیف‌تر از سرب است.

2-11-2- مس

عنصر مس همبستگی مثبتی با عناصر P، Bi، Co، Mg و V نشان داده که در حد اعتبار 99٪ از حداقل Cu-V(0.256) تا حداکثر Cu-P(0.465) در نوسان می‌باشد. لازم به ذکر است که همبستگی مس با بیسموت و کبالت قابل بررسی است.

2-11-3- روی

همبستگی‌های مثبت و نسبتاً بالایی با اکثر عناصر از جمله Mn، Cd، Pb، Sb، As، Co و Cs از خود بروز داده است. همبستگی این عنصر با روی Pb-Zn(0.451) با حد اعتبار 99٪ قابل توجه بوده که بعد از Cd و Mn بالاترین ضریب همبستگی این عنصر نیز می‌باشد و پس از آن Co، Ag و Cs در ردیف‌های بعدی هستند. همبستگی سرب با عناصر Ag، Cd، Zn، Co می‌تواند نشانگر وجود رگه‌های سرب و روی با نقره و کادمیوم بالا باشد که با توجه به مقادیر این عناصر و لیتولوژی منطقه، چندان دور از انتظار نیست.

2-12- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای داده‌ها

تعیین رابطه زایشی و یا ژنتیکی بین عناصر و یا کانی‌های هم خانواده (Para genetic mineral) با استفاده از محاسبات همبستگی خطی (linear correlation) و یا خوشه‌ای (Cluster Analysis) و همچنین محاسبات چند فاکتوری یا چندعاملی (Factors Analysis) به دست می‌آید. معمولاً عناصر یا کانی‌های کانسارساز (Ore Forming element or mineral) با توجه به نوع کانی‌سازی‌های احتمالی با یکدیگر دارای همبستگی مثبت می‌باشند و همچنین در خصوص کانی‌ها یا عناصر سنگ‌ساز (Rock forming mineral elements) چنین رابطه‌ای وجود دارد.

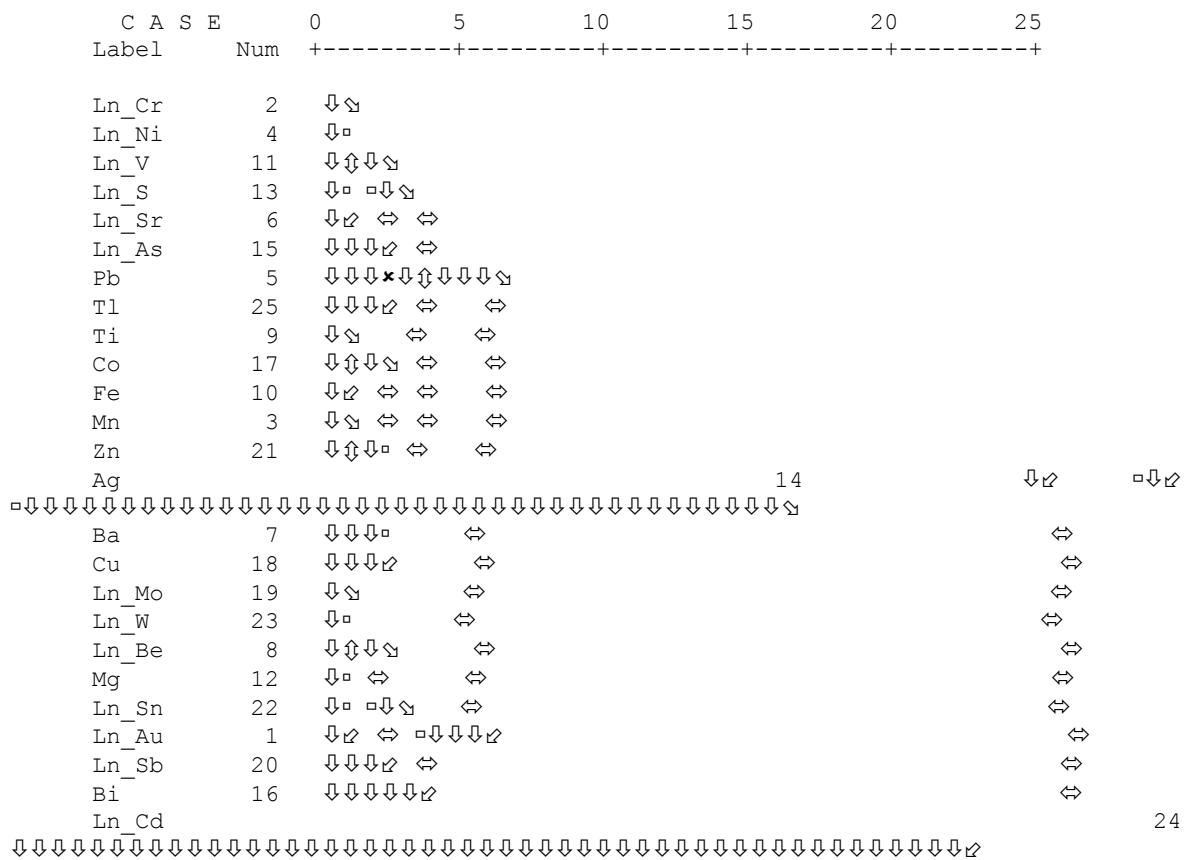
بر اساس اصول تفریق ماگما و در نتیجه تفریق محلول‌های هیدروترمالی، جدایش عناصر به ویژه عناصر کانسارساز که دارای مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی مشابهی هستند به صورت گروهی از محلول خارج می‌شوند که در نتیجه این عناصر را عناصر پاراژنز می‌نامند و توالی تفریق را که در واقع مراحل مختلف تفریق پشت سرهم می‌باشد، سکانس (Sequance) و بالاخره آرایش راسب‌شدن عناصر در سنگ‌ها و یا محیط‌های دربرگیرنده را زون‌بندی (Zonality) می‌خوانند. واضح است که اگر نمونه‌های اخذ شده

جهت تجزیه از سنگ‌بستر باشد، صحت ارتباط عناصر کانسار ساز و سنگ‌ساز و مراحل تشکیل هر گروه از عناصر بیشتر خواهد بود و محاسبات همبستگی نیز بگونه‌ای بهتر این ارتباطات زایشی را نشان می‌دهند و در صورتی که نمونه از محیط ثانویه چون خاک و رسوبات رودخانه‌ای برداشت شده باشند، به دلیل تنوع منشاء تغذیه‌کننده عناصر و کانی‌ها، ارتباط غیرطبیعی برخی عناصر و یا کانی‌های نامتجانس و غیر پاراژنز بیشتر خواهد شد. در این پروژه ابتدا نمودارهای آماری مختلف برای همه عناصر تهیه شد ولی به علت اثر بالای عناصر سنگ‌ساز و یا عناصری که دارای مقادیر پایین در نتایج آنالیز هستند، نتیجه مطلوب به دست نمی‌آمد، بدین منظور برای تهیه نمودارهای خوشه‌ای یک‌سری از عناصر کانسار ساز مورد استفاده قرار گرفتند که نمودار تهیه شده براساس شباهت نسبی بین خوشه‌ها مورد بررسی قرار گرفت (شکل شماره 5). همانطور که در نمودار مشاهده می‌شود کرم، نیکل و وانادیم با داشتن شعاع یونی متوسط به آسانی جانشین آهن و منیزیم می‌شوند و در سنگ‌های اولترامافیک و مافیک به شدت غنی می‌شوند که قرارگیری آنها در یک گروه نشانگر ارتباط ژنتیکی نزدیک این عناصر بوده و با توجه به مقادیر آنها می‌توان گفت که به نوعی با لیتولوژی خاص منطقه مرتبط هستند که در برخی از نقاط منطقه به صورت محدود دیده می‌شوند.

عناصر $Pb, Tl, Fe, Co, Ti, Ag, Zn, Mn, Cu, Ba$ در یک گروه اصلی و در چهار زیرگروه قرار می‌گیرند.

عناصری چون $Mo, W, Be, Mg, Sn, Au, Sb, Bi$ نیز در یک گروه قرار گرفته‌اند. حضور بیسموت، برلیوم، قلع، تنگستن و مولیبدنیوم می‌تواند در رابطه با برخی کانی‌سازی‌هایی از نوع درجه حرارت متوسط باشد.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



شکل 5- نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای عناصر مورد مطالعه

13-2- تجزیه و تحلیل فاکتوری

بطور کلی امروزه در اکتشافات ژئوشیمیایی یکی از پیچیده‌ترین مسائل مطالعه همزمان تغییرات متغیرهای مورد بررسی در یک نقطه و در نهایت انعکاس نحوه تغییرات آنهاست. در واقع مسأله اصلی بیان همبستگی بین مقادیر غلظت عناصر و یا کانی‌ها به منظور نمایش الگوی تغییرات همزمان آنها در یک مکان است. به همین منظور و در جهت کاستن از تعداد داده‌ها از تجزیه و تحلیل فاکتوری استفاده شده است.

با انجام تجزیه عاملی بر روی داده‌های نرمال شده، ابتدا باید میزان اعتبار آن را بررسی کنیم. آزمون‌های KMO و Bartlett شاخصی برای مقایسه مقادیر ضرایب همبستگی ساده و جزئی بر روی کلیه متغیرها هستند. مقادیر بزرگ KMO دلالت بر تأیید تجزیه عاملی دارد. برای مقادیر حدود 0/9 این

کمیت، تجزیه عاملی بسیار مناسب، در حد 0/8 مناسب، 0/7 متعادل، 0/6 متوسط، 0/5 ناچیز و کمتر از 0/5 نامناسب می‌باشد. با توجه به جدول KMO برابر 0/75 برای تجزیه عاملی انجام شده وضعیت متعادل و قابل قبولی را نشان می‌دهد (جدول شماره 14). همچنین عدم رد آزمون کرویت که به آزمون فرض ماتریس واحد بودن ضرایب همبستگی اشاره می‌کند به این معنی است که کلیه متغیرها مستقل از یکدیگر عمل می‌کنند. صحت نتایج اجرا مبتنی بر فرض نرمال بودن توزیع داده‌هاست. برای تجزیه عاملی از روش مؤلفه‌های اصلی (Principal Components) استفاده شده است، که در آن برآورد ماتریس ضرایب همبستگی را به دست می‌آوریم. با محاسبه مقادیر ویژه این ماتریس، p مقادیر بزرگتر از یک را در نظر می‌گیریم و برای آنها بردارهای ویژه را محاسبه می‌کنیم. جدول بلوک‌بندی‌ها (Communalities) میزان اشتراک هر متغیر با بخشی از واریانس آن است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود. مقادیر 1 در ستون اولیه (Initial) مربوط به اولیه بودن برآوردها و ساخته نشدن عامل‌هاست، یعنی هر متغیر 100٪ تغییرات هر عامل را نشان می‌دهد. در ستون استخراج (Extraction) این مقادیر پس از ساختن عامل‌ها، اصلاح شده‌اند که با توجه به جدول Fe با مقدار 0/91 بیشترین و TI با 0/49 کمترین مقدار را در بین عناصر دارا هستند. در جدول شماره 14 تعبیر واریانس کل (Variance Explained Total) مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس متناظر با عوامل محاسبه شده و سپس مقادیر بزرگتر از یک استخراج و دوران داده شده‌اند. ملاحظه می‌شود که 7 عامل استخراج شده بیش از 73٪ واریانس نمونه‌ها را دربر می‌گیرند.

جدول 14- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.75
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	12560.39
	df	300
	Sig.	0

ادامه جدول 14- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال

Communalities

	Initial	Extraction
Ln_Au	1	0.6283637
Ln_Cr	1	0.8957944
Mn	1	0.7695028
Ln_Ni	1	0.9016726
Pb	1	0.7453973
Ln_Sr	1	0.6257042
Ba	1	0.6485737
Ln_Be	1	0.7419383
Ti	1	0.7856909
Fe	1	0.9105056
Ln_V	1	0.8533859
Mg	1	0.7629018
Ln_S	1	0.6486642
Ag	1	0.529754
Ln_As	1	0.7489868
Bi	1	0.6989271
Co	1	0.770851
Cu	1	0.5842267
Ln_Mo	1	0.7373561
Ln_Sb	1	0.7974341
Zn	1	0.8251915
Ln_Sn	1	0.6794841
Ln_W	1	0.6981685
Ln_Cd	1	0.8211148
Tl	1	0.4930061

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative	Total	% of	Cumulative
1	4.9	19.58	19.58	4.9	19.58	19.58	3.96	15.84	15.84
2	4.01	16.04	35.62	4.01	16.04	35.62	3.47	13.89	29.73
3	3.06	12.23	47.85	3.06	12.23	47.85	2.5	9.99	39.72
4	2.32	9.27	57.12	2.32	9.27	57.12	2.39	9.55	49.27
5	1.69	6.77	63.89	1.69	6.77	63.89	2.12	8.5	57.77
6	1.19	4.75	68.64	1.19	4.75	68.64	2.1	8.38	66.15
7	1.14	4.57	73.21	1.14	4.57	73.21	1.76	7.06	73.21
8	0.89	3.58	76.79						
9	0.73	2.92	79.71						
10	0.68	2.7	82.41						
11	0.63	2.51	84.92						
12	0.52	2.08	87						
13	0.49	1.95	88.96						
14	0.42	1.69	90.65						
15	0.36	1.43	92.08						
16	0.34	1.34	93.43						
17	0.32	1.27	94.7						
18	0.26	1.03	95.73						
19	0.22	0.86	96.59						
20	0.19	0.77	97.36						
21	0.17	0.69	98.05						
22	0.16	0.64	98.69						
23	0.15	0.6	99.29						
24	0.1	0.39	99.67						
25	0.08	0.33	100						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

ادامه جدول 14- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال

Component Matrix (a)

Component	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
Mg	0.66						
Fe	0.64	0.52					
Ln_Sb	-0.62	0.52					
Ln_As	-0.61	0.56					
Ln_V	0.57	0.45					
Ln_Sn	0.56	0.40					
Ti	0.55	0.50					
Pb	-0.52	0.50					
Ln_S	-0.50				0.41		
Cu	0.42						0.42
Zn		0.84					
Mn		0.71			-0.41		
Ln_Cd	-0.50	0.60					
Co	0.41	0.59					
Ag		0.45					
Ln_Ni			0.71				
Ln_Sr			-0.66				
Ba			-0.66				
Ln_Cr	0.40		0.62		0.49		
Ln_Mo				0.71			
Ln_W	0.50			0.59			
Bi				0.57			
Tl				0.44			
Ln_Be	0.41				-0.60		
Ln_Au						-0.50	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a- 7 components extracted.

Rotated Component Matrix (a)

Component	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
Ln_Cd	0.85						
Pb	0.84						
Ln_Sb	0.82						
Zn	0.76						
Ln_As	0.67			-0.46			
Ln_Sr	-0.47						
Fe		0.93					
Ln_V		0.90					
Ti		0.80					
Co		0.64					0.47
Ln_Ni			0.92				
Ln_Cr			0.90				
Ba			-0.53			0.40	
Ln_Be				0.80			
Ln_S				-0.62		0.44	
Ln_Sn		0.40		0.61			
Ln_W				0.58			
Bi					0.77		
Ln_Au					0.75		
Cu					0.67		
Ln_Mo						0.83	
Mg						-0.55	
Tl	0.43					0.44	
Ag							0.67
Mn		0.42					0.51

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a- Rotation converged in 8 iterations.

چون در بسیاری از موارد، تعدادی از متغیرها به یک عامل ویژه یا حتی به تعدادی از عامل‌ها بستگی دارند، تعبیر عوامل مشکل خواهد بود. از اینرو روش‌هایی به وجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک باعث تعبیر ساده‌تر عوامل شوند. این روش‌ها همان دوران عوامل هستند و به دو نوع دوران عمود و دوران مایل تقسیم می‌شوند. دوران‌های عمود استقلال عامل‌ها را از بین برده و آنها را به هم وابسته می‌کنند. در این بخش از روش Varimax برای دوران عوامل استفاده شده که دورانی متعامد بر روی ضرایب عاملی صورت می‌دهد. این روش مقادیری نسبی (از نظر قدرمطلق) و یا صفر به ستون‌های ماتریس ضرایب عامل‌ها اختصاص می‌دهد. در نتیجه عواملی ایجاد می‌شوند که یا شدیداً به متغیرها وابسته‌اند یا مستقل از آنها هستند، این امر سبب ساده‌تر شدن تعبیر عامل‌ها خواهد شد.

جدول 14 ماتریس ضرایب عامل‌های دوران شده و چارت مؤلفه‌ها در فضای دوران را نشان می‌دهد. با استفاده از این ماتریس می‌توانیم عناصری را که در هر عامل اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند تعیین کنیم.

جدول Rotated Component Matrix هفت فاکتور را نشان داده است که در زیر به شرح مختصری از آن می‌پردازیم:

بدین ترتیب در این جدول عناصر Cd, Pb, Sb, Zn, As در فاکتور اول قرار می‌گیرند که 15٪ واریانس کلی منطقه را به خود اختصاص داده است، عناصر Fe, V, Ti, Co متعلق به فاکتور دوم با پوشش واریانسی 29٪ بوده و در فاکتور سوم عناصر Ni, Cr، عناصر Be, Sn, W در گروه چهارم و Bi, Au, Cu در گروه پنجم قرار می‌گیرند؛ در گروه ششم عناصر Ba, S, Mo, Tl و گروه هفتم شامل عناصر Ag, Mn می‌باشد. عناصر گروه اول 15/84٪ از واریانس کلی جامعه را می‌پوشاند، این گروه بیشتر در ارتباط با لیتولوژی منطقه می‌باشد؛ گروه پنجم نیز که همبستگی طلا، مس و بیسموت را نشان می‌دهد، حایز اهمیت می‌باشد.

2-14- تعیین آنومالی‌های ژئوشیمیایی

اصولاً در جوامع آماری ژئوشیمیایی همواره دو جامعه آنومالی و غیرآنومالی قابل تشخیص است، بطوریکه در هر توزیع می‌توان جامعه را به سه بخش تقسیم نمود. بخش اول اکثریت جامعه را تشکیل می‌دهد و شامل مقادیر زمینه‌ای می‌باشد. بخش دوم معرف جامعه آنومال بوده و بخش سوم، جامعه حدواسط دو جامعه فوق می‌باشد. در نتیجه برای تعیین مقادیر آنومالی، داده‌های ژئوشیمیایی به دو دسته مقدار زمینه و آنومالی تقسیم می‌شوند. مرز بین این دو گروه همان حد آستانه‌ای می‌باشد و مقادیر بالای

حد آستانه‌ای به عنوان آنومالی تلقی می‌گردند که ممکن است بیانگر وجود نهشته‌های شناخته شده یا ناشناخته باشند. روش‌های آماری مختلفی برای تعیین مقادیر حد آستانه‌ای و آنومالی وجود دارد که با مقایسه نتایج حاصل از هر روش آنومالی‌های نهایی انتخاب خواهند شد. این روش‌ها عبارتند از:

الف- روش حد آستانه‌ای $(\bar{X} + 2S)$

ب- روش PN

ج- روش انفصال آماری

در این پروژه برای تعیین آنومالی‌ها از روش اول استفاده شده است، بنابراین فقط به شرح روش اول پرداخته شد و از توضیحات اضافی در مورد دو روش بعدی خودداری گردید.

الف- روش حد آستانه‌ای $(\bar{X} + 2S)$

معمول‌ترین روش آماری جهت تعیین مقدار حد آستانه‌ای برابر قراردادن آن با مقدار میانگین یا میانه (یا لگاریتم آنها) به اضافه یک، دو یا سه برابر انحراف معیار است. در این تحقیق مقدار حد آستانه‌ای برابر مقدار میانگین به اضافه دو برابر انحراف معیار در نظر گرفته شده است. برای تمایز بین آنومالی‌های ممکن، آنومالی‌های قطعی از حد آستانه‌ای به اضافه انحراف معیار هر متغیر استفاده می‌شود. بدین ترتیب برای هر متغیر پنج گروه کاملاً متمایز مشخص می‌گردد که بصورت زیر می‌باشد:

\bar{X}	مقادیر زمینه	
$\bar{X} + S$	مقادیر حد آستانه‌ای	
$\bar{X} + 2S$	مقادیر آنومالی ممکن	
$\bar{X} + 2S <$	مقادیر آنومالی احتمالی	$< \bar{X} + 3S$
$\bar{X} + 3S <$	مقادیر آنومالی قطعی	

بر طبق تجزیه و تحلیل آماری در یک توزیع نرمال 2/14 درصد از داده‌های یک‌سری معین مقادیرشان بین $\bar{X} + S$ و $\bar{X} + 2S$ (نمونه‌های آنومالی ممکن)، 0/13 درصد بین $\bar{X} + 2S$ و $\bar{X} + 3S$ (نمونه‌های آنومالی احتمالی) و 0/01 درصد بزرگتر از $\bar{X} + 3S$ (نمونه‌های آنومالی قطعی) می‌باشد. بنابراین در هر 10000 نمونه در یک جامعه نرمال می‌توان انتظار داشت که در مورد هر متغیر 214 نمونه آنومالی ممکن، 13 نمونه آنومالی احتمالی و 1 نمونه آنومالی قطعی وجود داشته باشد. شرط استفاده از روش فوق برای بدست آوردن این مقادیر نرمال بودن تابع توزیع عناصر می‌باشد.

لازم به یادآوری است جهت تعیین دامنه آنومالی‌ها ابتدا انتشار کلیه نمونه‌ها با حذف عیار عناصر خارج از رده (یعنی عیارهای فوق‌العاده و غیرعادی) و استفاده از تبدیل داده‌ها به لگاریتم Ln به انتشاری نسبتاً نرمال و سپس مقادیر میانگین و انحراف معیار محاسبه و با تعیین مقادیر واقع بین $\bar{X} + S$ ، $\bar{X} + 2S$ ، $\bar{X} + 3S$ گروه‌بندی آنومالی‌ها صورت گرفته است.

با توجه به نتایج حاصل از محاسبات آماری و مرزبندی دامنه تمرکز عناصر تعداد 24 نقشه تحت نام نقشه‌های آنومالی تهیه شده که هر یک مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. برای عناصری که از نظر پتانسیل اکتشافی فاقد ارزش قابل توجیهی بوده‌اند، نقشه انتشار آنومالی تهیه نشده است ولی مشخصات آماری و تجزیه‌ای آنها در جداول مربوطه ارائه شده‌اند.

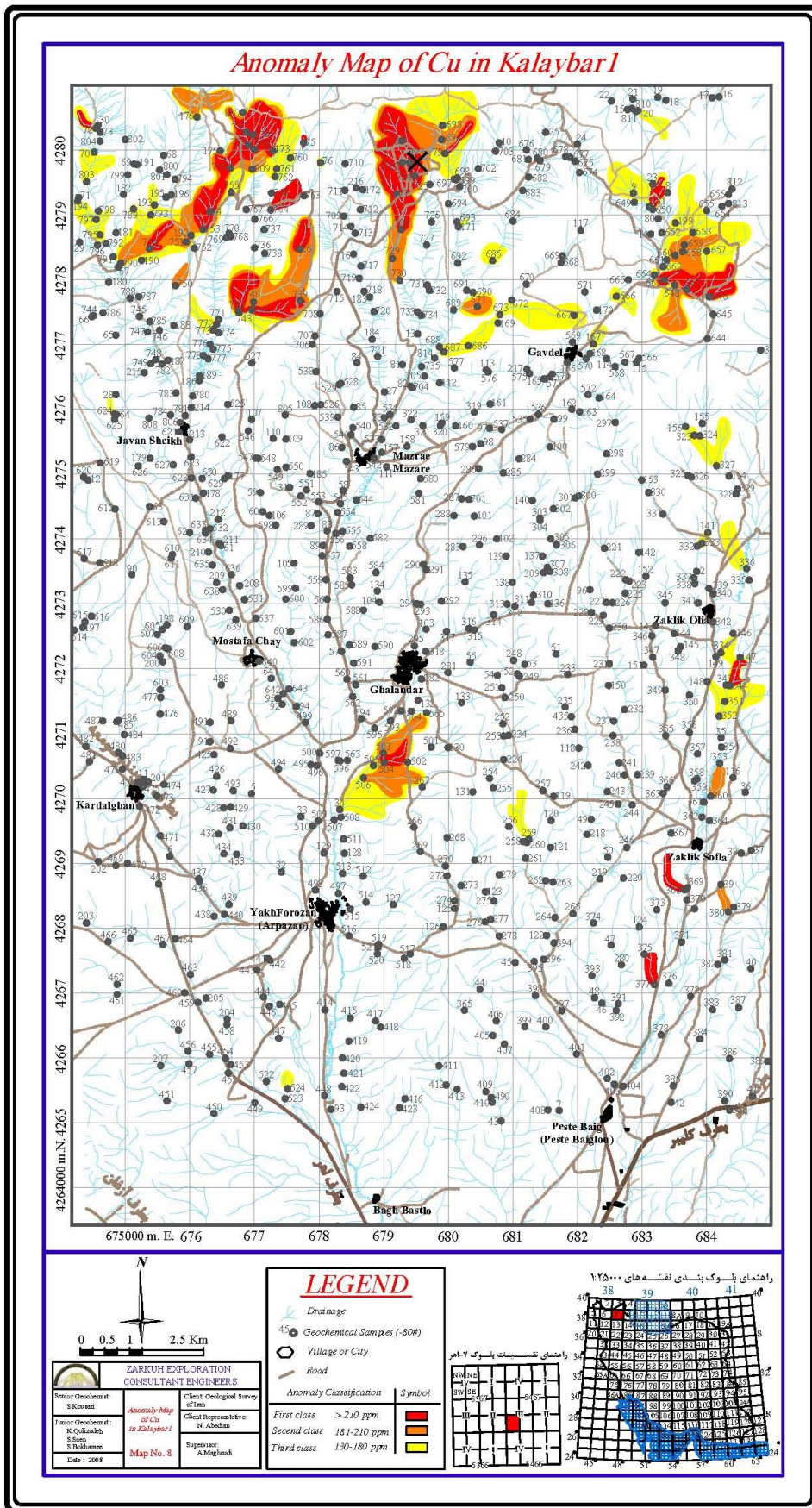
کلیه نقشه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای ژئوشیمیایی چون SPSS، اتوکد و Surfer تهیه و ارائه شده‌اند. علاوه بر محاسبات آماری متداول جهت ارزیابی آنومالی‌ها از برخی روش‌های ویژه‌ای نیز استفاده شده که در بخش مربوطه توضیحات لازم داده شده است.

2-15- انتشار عناصر در محدوده اکتشافی

در این بخش از گزارش چگونگی انتشار زون‌های آنومالی گروه‌های مختلف عنصری در محدوده‌های اکتشافی مورد بحث قرار می‌گیرند.

2-15-1- بررسی آنومالی‌های عناصر مس، مولیبدنوم و بیسموت

انتشار عنصر مس بر اساس نمودار مربوطه لگاریتمی است و مقادیر حداقل و حداکثر این عنصر 9/5 و 22300 گرم‌درتن است که بیشترین انتشار و تمرکز را در محدوده شمالی محدوده اکتشافی و منطبق بر کانسارهای مزرعه و اندیس‌های مس گاودل دارد. واحدهای سنگی این محدوده شامل گرانیت و گرانودیوریت همراه با دایک‌ها و رگه‌های سیلیسی و برشی پراکنده و متعددی است. آنومالی‌های واقع در محدوده معدن مس مزرعه به شماره نمونه‌های 722، 723، 724، 78 بیشترین مقادیر مس را دارا می‌باشند؛ و همچنین در بخش غربی معدن مذکور آنومالی نسبتاً گسترده‌ای وجود دارد که در واقع ادامه آنومالی‌های مزرعه محسوب می‌گردد. در بخش شمال‌شرق روستای گاودل آنومالی نسبتاً وسیع و غنی وجود دارد که واقع در محدوده سنگ‌های گرانودیوریتی است. آنومالی‌های پراکنده مس در امتداد دره زکلیک‌سفلی و علیا و همچنین در جنوب روستای قلندر از نوع آنومالی‌های درجه دو و سه پراکنده می‌باشند (نقشه شماره 8).



نقشه 8- نقشه آنومالی های عنصر مس

مولیبدنیوم بیشترین تمرکز را علاوه بر محدوده‌های منطبق بر آنومالی‌های مس در مناطق مرکزی مثل شمال شرق روستای کردلقان و شرق روستای قلندر نشان می‌دهد. مقادیر حداقل و حداکثر این عناصر عبارتند از 0/5 تا 62/8 گرم در تن و انتشار آن بر اساس هیستوگرام مربوطه نرمال است (نقشه شماره 9). آنومالی‌های بیسموت نیز همانند مولیبدنیوم دارای انطباق و انتشار جغرافیایی نسبتاً شدیدی با آنومالی‌های مس است، بطوریکه غنی‌ترین زون‌های آنومالی را در مناطق گاودل و معدن مس مزرعه دارا می‌باشد. علاوه بر محدوده‌های مذکور در شمال و جنوب غرب روستای زکلیک‌علیا نیز دارای انتشار قابل توجهی است. حداکثر عیار این عنصر 124 گرم در تن و دارای انتشاری لگاریتمی است (نقشه شماره 10).

2-15-2- بررسی آنومالی‌های عنصر طلا

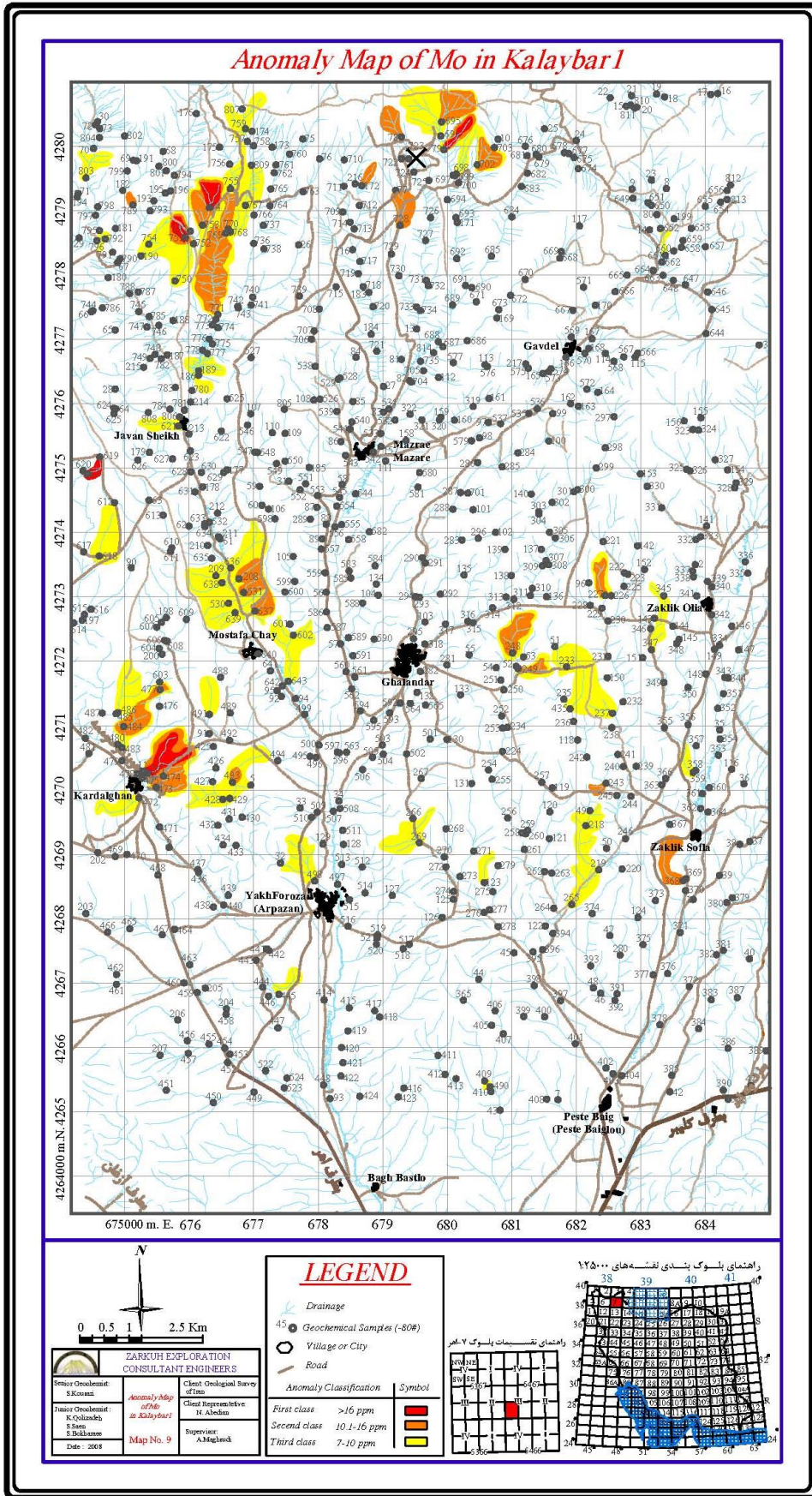
تجزیه‌های عنصری نمونه‌های ژئوشیمیایی نشان‌دهنده عیار طلا بین 0.5-1280ppb می‌باشد که از مجموعه 800 نمونه، 44 عدد آن (5 درصد) فاقد طلا و 776 نمونه بین 1-100ppb، 27 نمونه بین 100-990ppb و بالاخره 2 نمونه با مقدار 1240 و 1280ppb محتوی طلا می‌باشد. زون‌های پرعیار طلا تقریباً در دو محدوده مستقل از یکدیگر و به صورت متمرکز یکی واقع در محدوده‌های شمال روستاهای جوان‌شیخ، مزرعه، گاودل و شرق مزرعه قرار دارد؛ و محدوده دوم واقع در جنوب و غرب و در امتداد آبراهه روستاهای زکلیک‌علیا و سفلی می‌باشد (نقشه شماره 11).

نمونه شماره 693 با 1240ppb واقع در محدوده شمال روستای پسته‌بیگلو و در جنوب غرب معدن مزرعه قرار گرفته است. سنگ‌های واقع در محدوده این زون‌ها شامل سنگ‌های گرانودیوریتی، داسیت، ایگنمبریت و ریولیت می‌باشند که در بخش‌های فوقانی آن رگه و رگچه‌های سیلیسی و دایک‌های کوارتز فلدسپات نیز مشاهده می‌گردد.

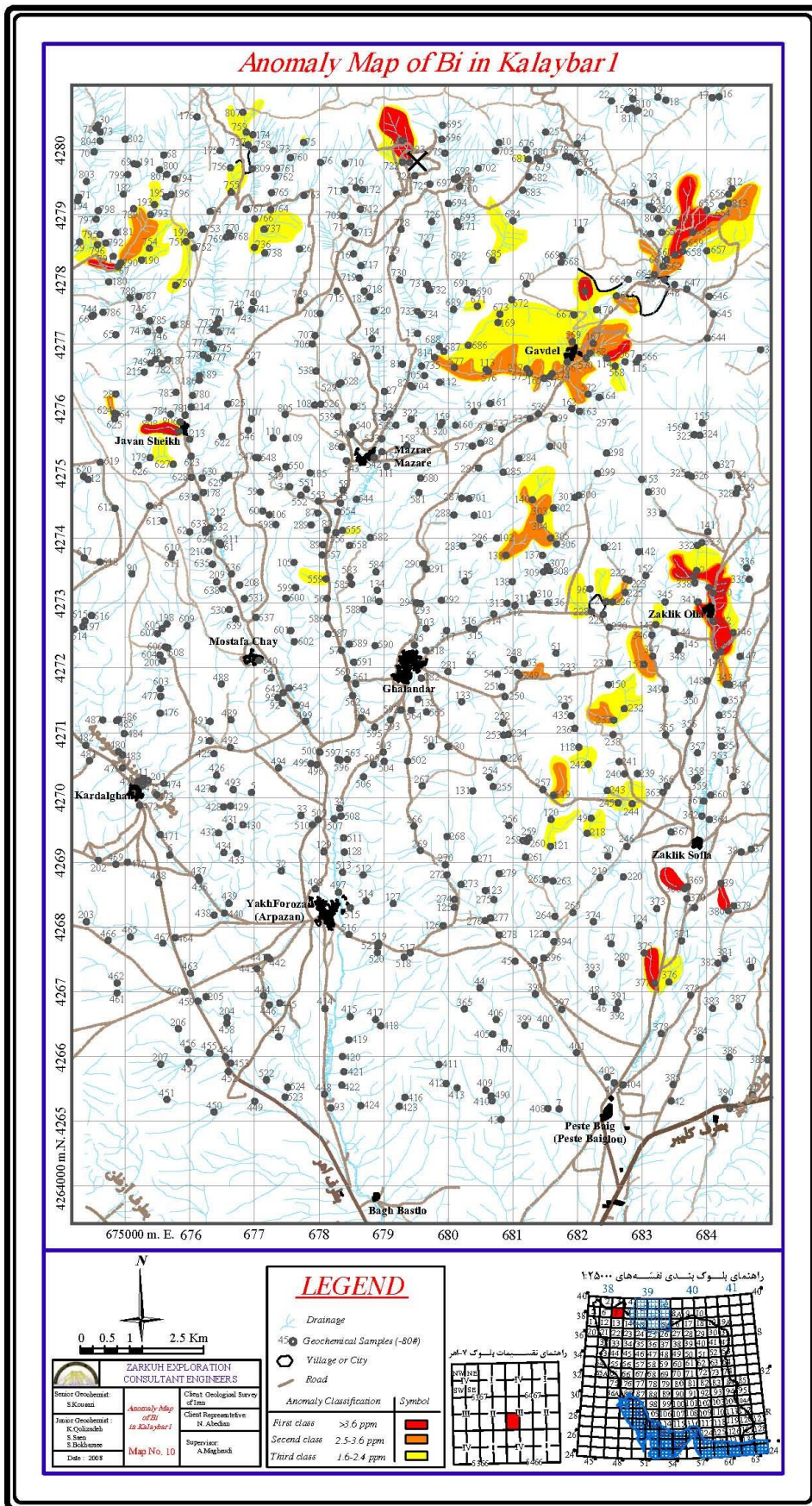
با توجه به همبستگی نزدیکی که بین طلا و تنگستن و همچنین طلا و مولیبدنیوم وجود دارد برخی از آنومالی‌های درجه 2 و 3 این عناصر بر یکدیگر منطبق است.

تمرکز و انتشار زون‌های آنومالی این عنصر بیشترین انتشار را در واحدهای گرانیت و گرانودیوریتی شمال محدوده اکتشاف و همچنین واحدهای ولکانیکی ائوسن واقع در امتداد آبراهه زکلیک‌سفلی و علیا دارند.

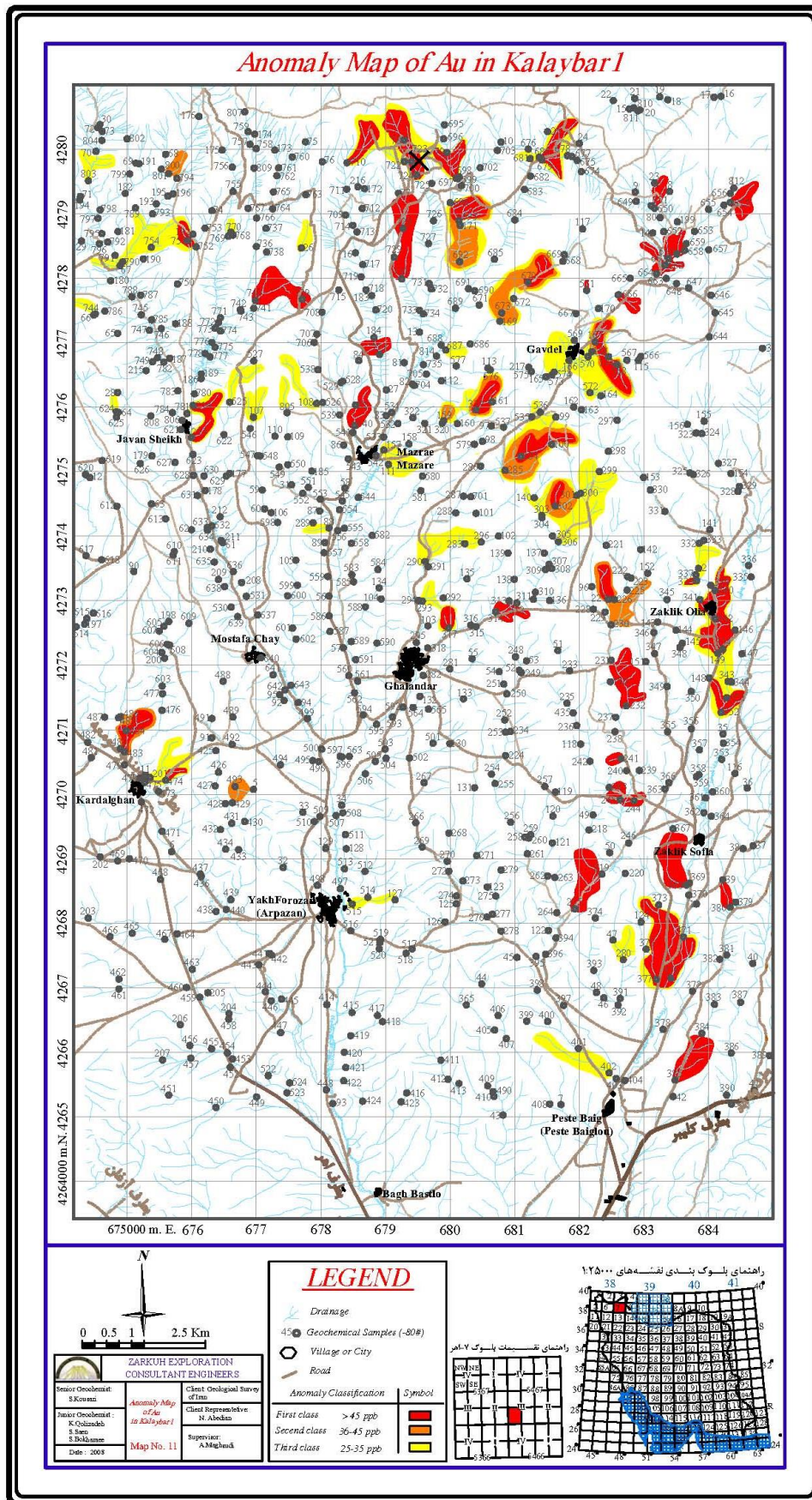
نقره نیز به عنوان یکی دیگر از عناصر گروه طلا از تمرکز و گسترش بالایی برخوردار است. اگرچه مقادیر حداقل و حداکثر این عنصر (0.0075-8.86ppm) فاقد نوسان قابل توجهی است ولی آنومالی‌های حاصل دارای زون‌بندی و تمرکز بالایی هستند (نقشه شماره 12).



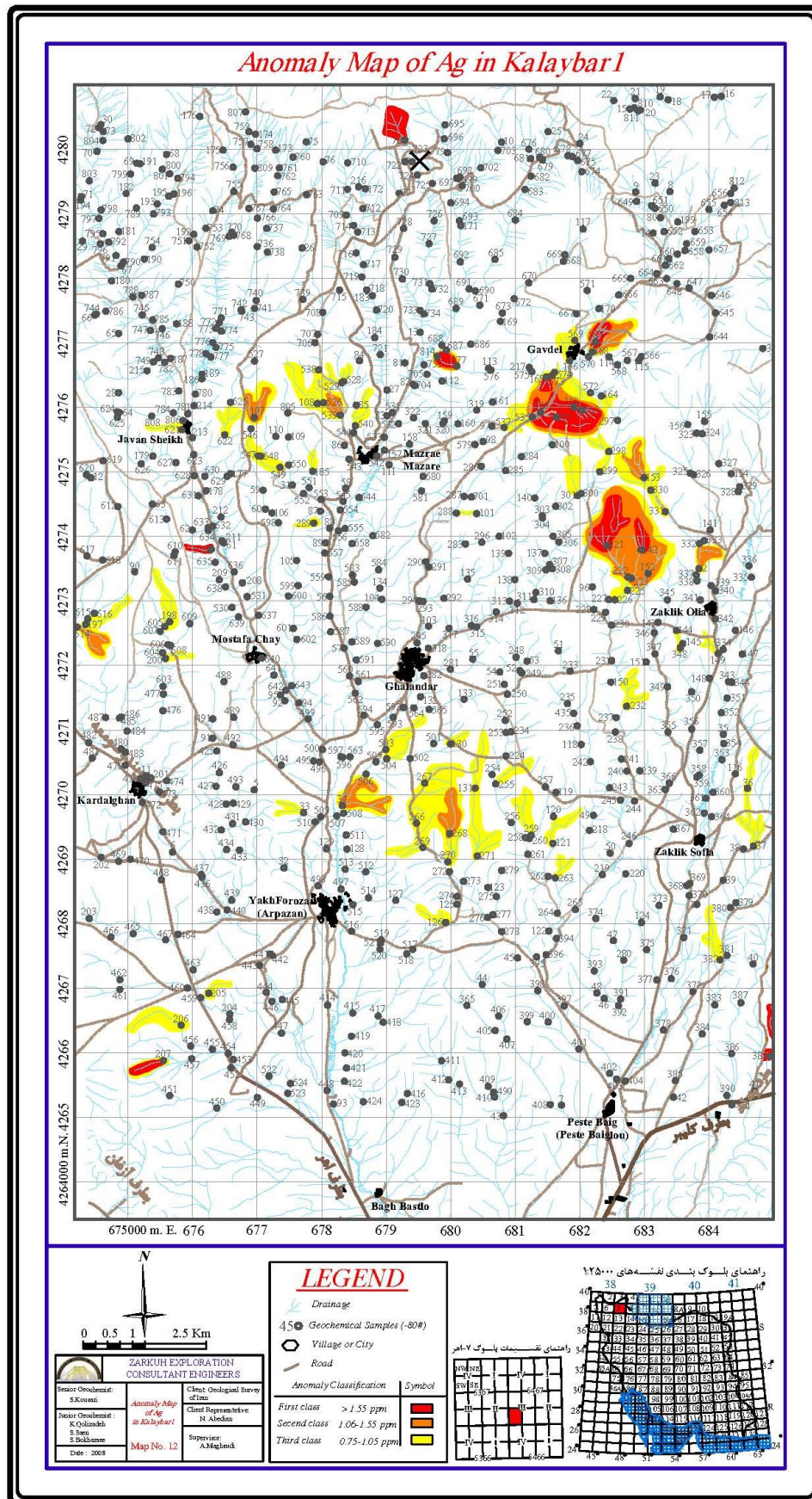
نقشه 9- نقشه آنومالی های عنصر مولیبدن



نقشه 10- نقشه آنومالی های عنصر بیسموت



نقشه 11- نقشه آنومالی های عنصر طلا



نقشه 12- نقشه آنومالی های عنصر نقره

نقره دارای چهار آنومالی است که دو عدد آن از نوع درجه یک تا سه و دو عدد دیگر درجه دو و سه هستند. آنومالی‌های درجه یک این عنصر واقع در محدوده حدواسط زکلیک‌علیا و گاودل می‌باشند. این آنومالی‌ها کم و بیش بر آنومالی‌های طلا در همین محدوده منطبق هستند. آرسنیک و آنتیموان بیشترین تمرکز را در نیمه‌غربی محدوده اکتشافی دارند. مقادیر حداقل و حداکثر آرسنیک 2.3-142ppm و آنتیموان 0.1-16.5ppm است (نقشه‌های شماره 13 و 14). بریلیم نیز در محدوده زکلیک‌علیا و گاودل نیز دارای تمرکز و انتشار قابل توجهی است و انطباق نسبتاً جامعی با آنومالی‌های مس، بیسموت، تنگستن و طلا و نقره دارد (نقشه شماره 15). مقادیر حداقل و حداکثر این عنصر 0.2-9ppm بوده که به دلیل عدم دامنه تغییرات عیار انتشار آن نرمال است.

2-15-3- بررسی آنومالی‌های عناصر سرب و روی

سرب و روی نیز همانند آرسنیک و آنتیموان دارای انطباق جامعی هستند که در محدوده روستای جوان‌شیخ بیشترین تمرکز را دارند. حداکثر عیار سرب 229ppm و روی 830ppm بوده و انتشار هر دو عنصر نرمال است (نقشه‌های شماره 16 و 17).

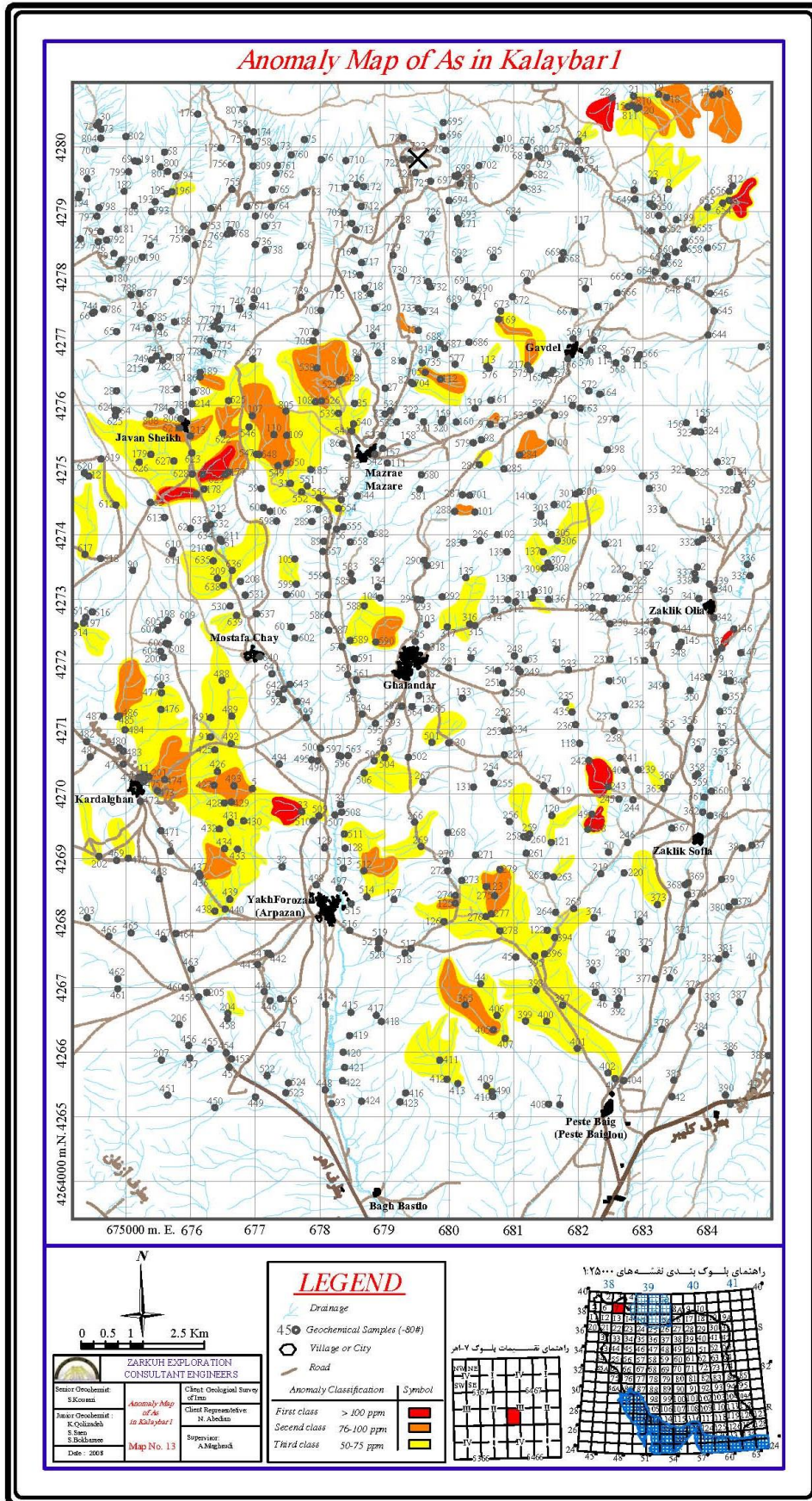
2-15-4- بررسی آنومالی‌های عنصر باریم

باریم و استرانسیوم ضمن داشتن آنومالی‌های درجه یک از نظر جغرافیایی بر یکدیگر به ویژه در نواحی جنوبی (شمال و شرق روستای آریازین) و شمالی (شمال‌غرب گاودل) محدوده اکتشاف (نقشه‌های شماره 18 و 19)، گسترش دارند. حداکثر مقادیر باریم 5990ppm و استرانسیوم 2610ppm است، انتشار هر دو عنصر در محدوده اکتشافی نرمال است.

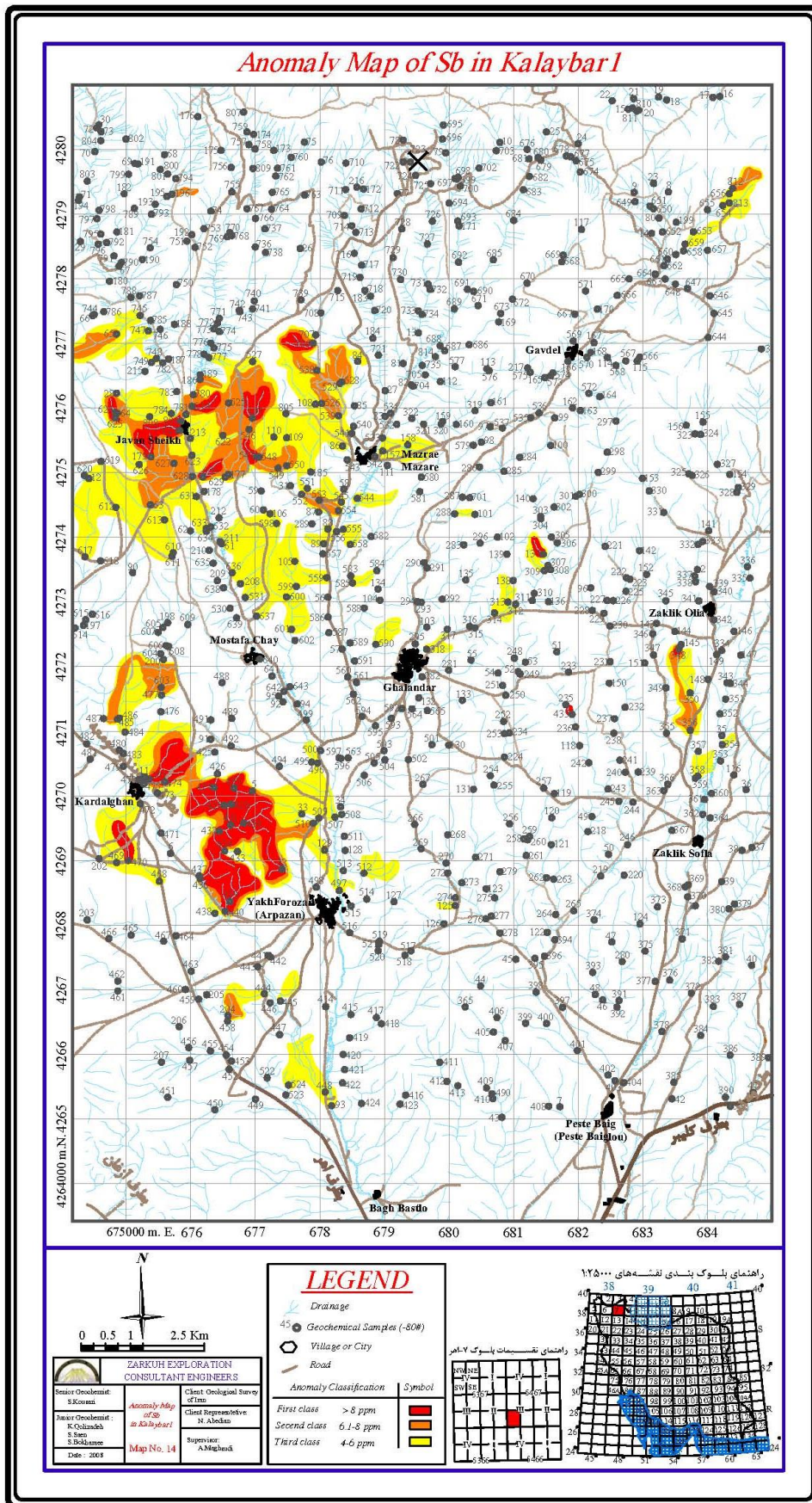
2-15-5- بررسی آنومالی‌های عنصر گوگرد

آنومالی‌های گوگرد دارای تمرکز و گسترش بالایی بویژه حدواسط محور روستاهای قلندر و زکلیک‌سفلی است. حداکثر عیار این عنصر 27700ppm بوده و دارای انتشاری نرمال است. آنومالی‌های گوگرد بر واحدهای سنگی داسیت و ایگنمبریت منطبق می‌باشد و احتمالاً در رابطه با پیریت‌های پراکنده در متن اینگونه سنگهاست (نقشه شماره 20).

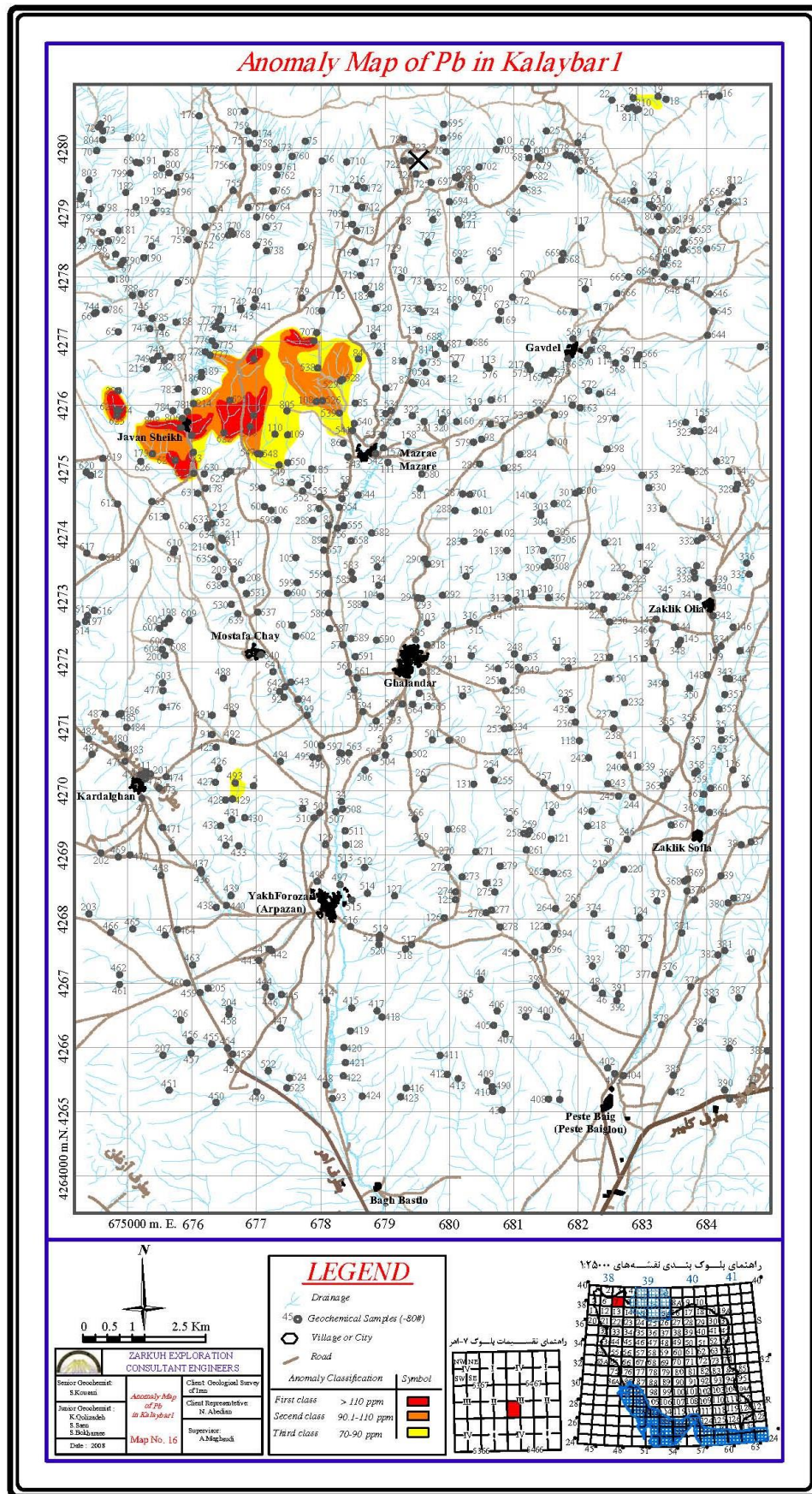
جیوه ضمن دارا بودن انتشاری نرمال و دامنه نوسان فوق‌العاده پایین (بین 0-0.69ppm) کمترین رابطه زایشی با عناصر پاراژنز طلا، سرب و روی را دارد (نقشه شماره 21). این عنصر همانند گوگرد بیشترین تمرکز و انتشار را در محدوده واحدهای ولکانیکی در جنوب روستای قلندر دارد.



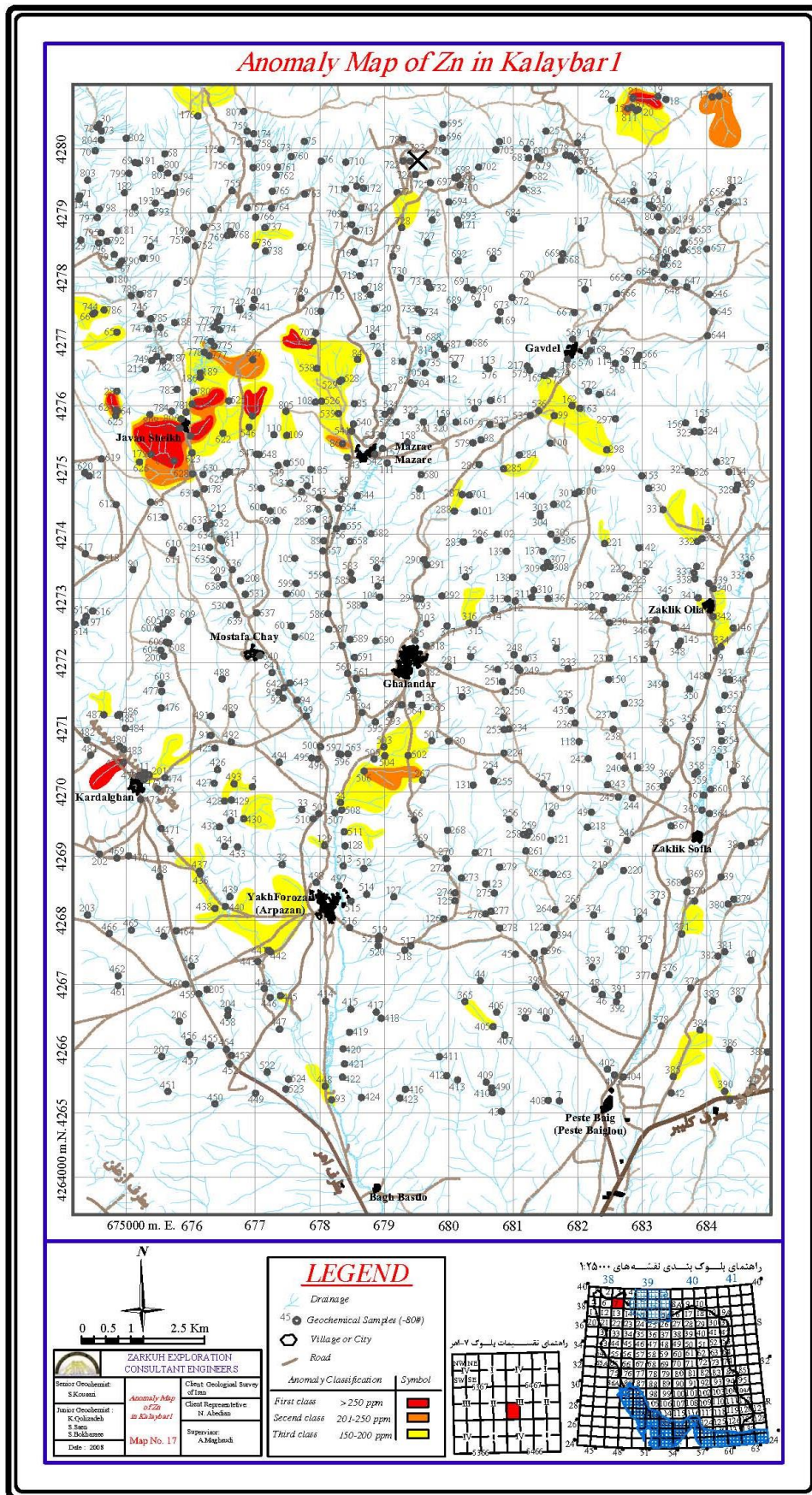
نقشه 13- نقشه آنومالی های عنصر آرسنیک



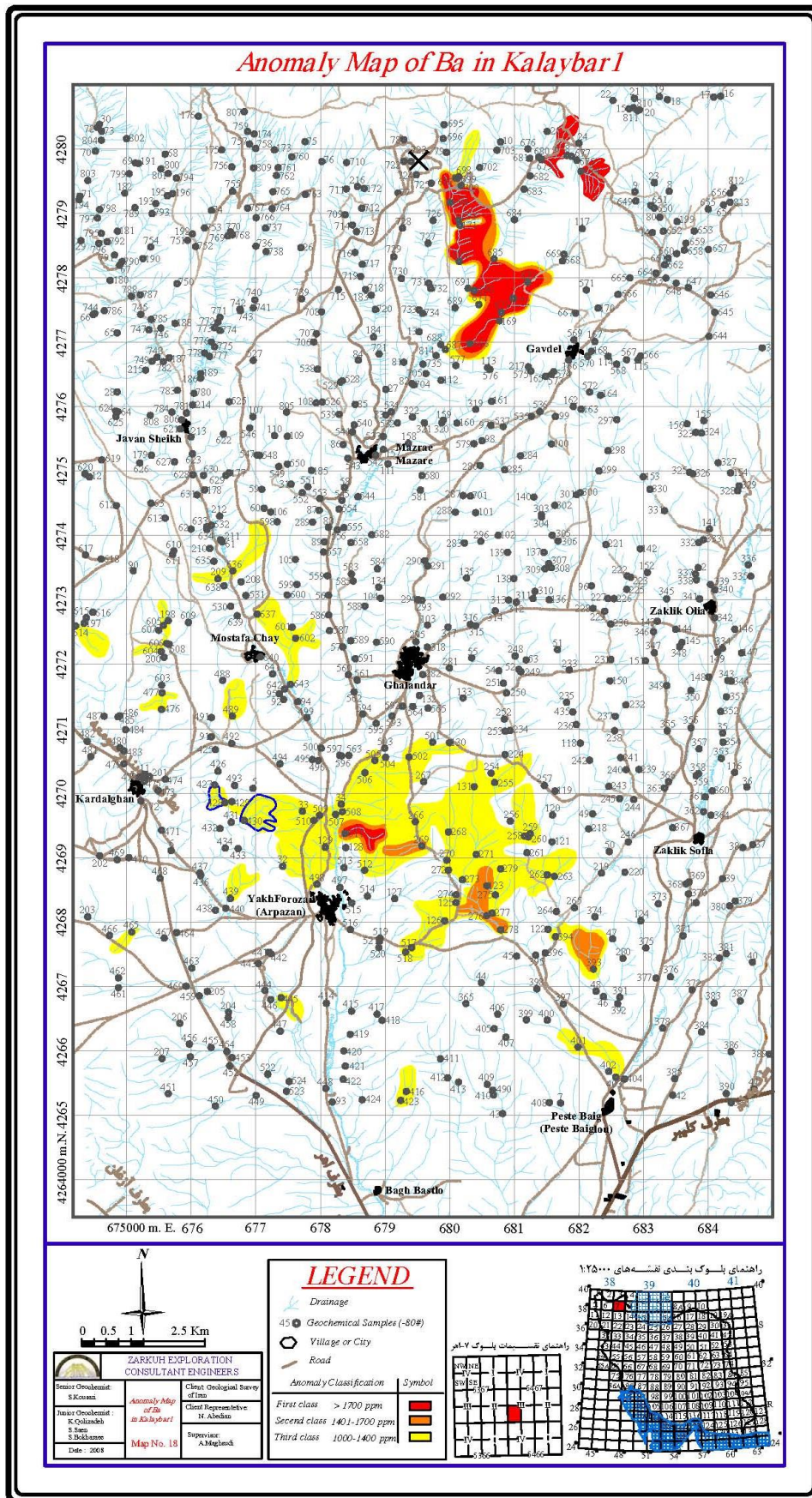
نقشه 14- نقشه آنومالی های عنصر آنتیموان



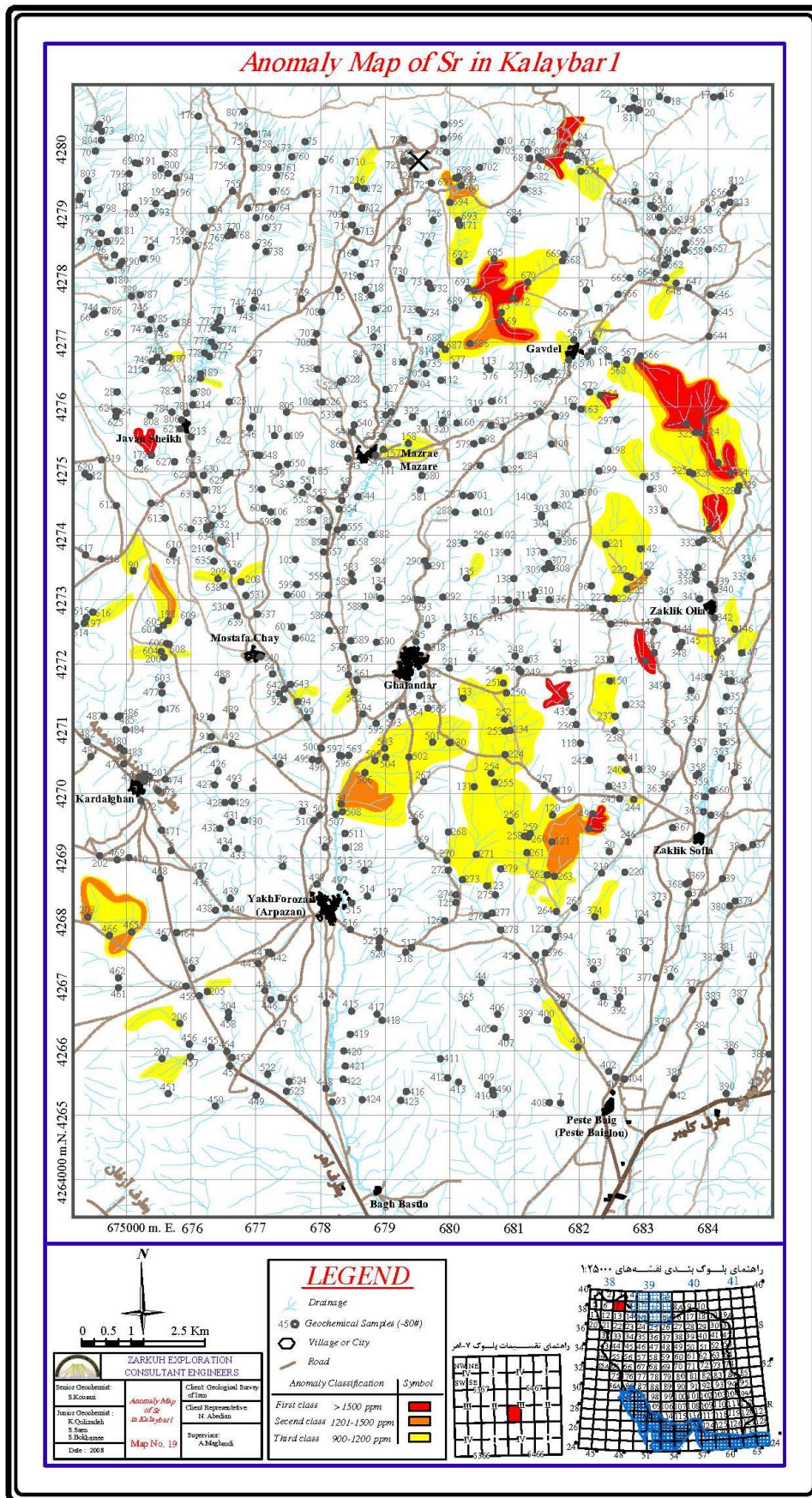
نقشه 16- نقشه آنومالی های عنصر سرب



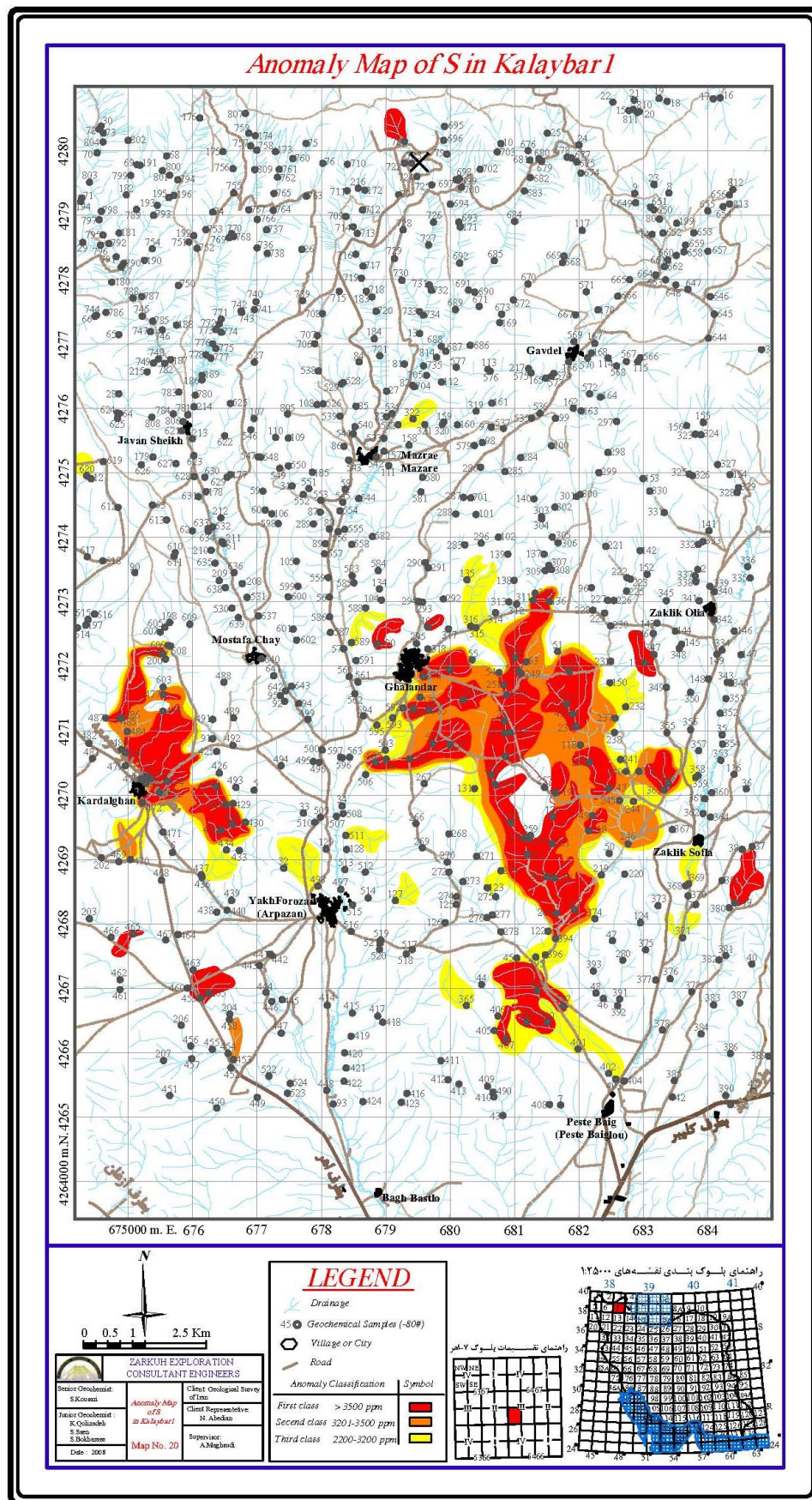
نقشه 17- نقشه آنومالی های عنصر روی



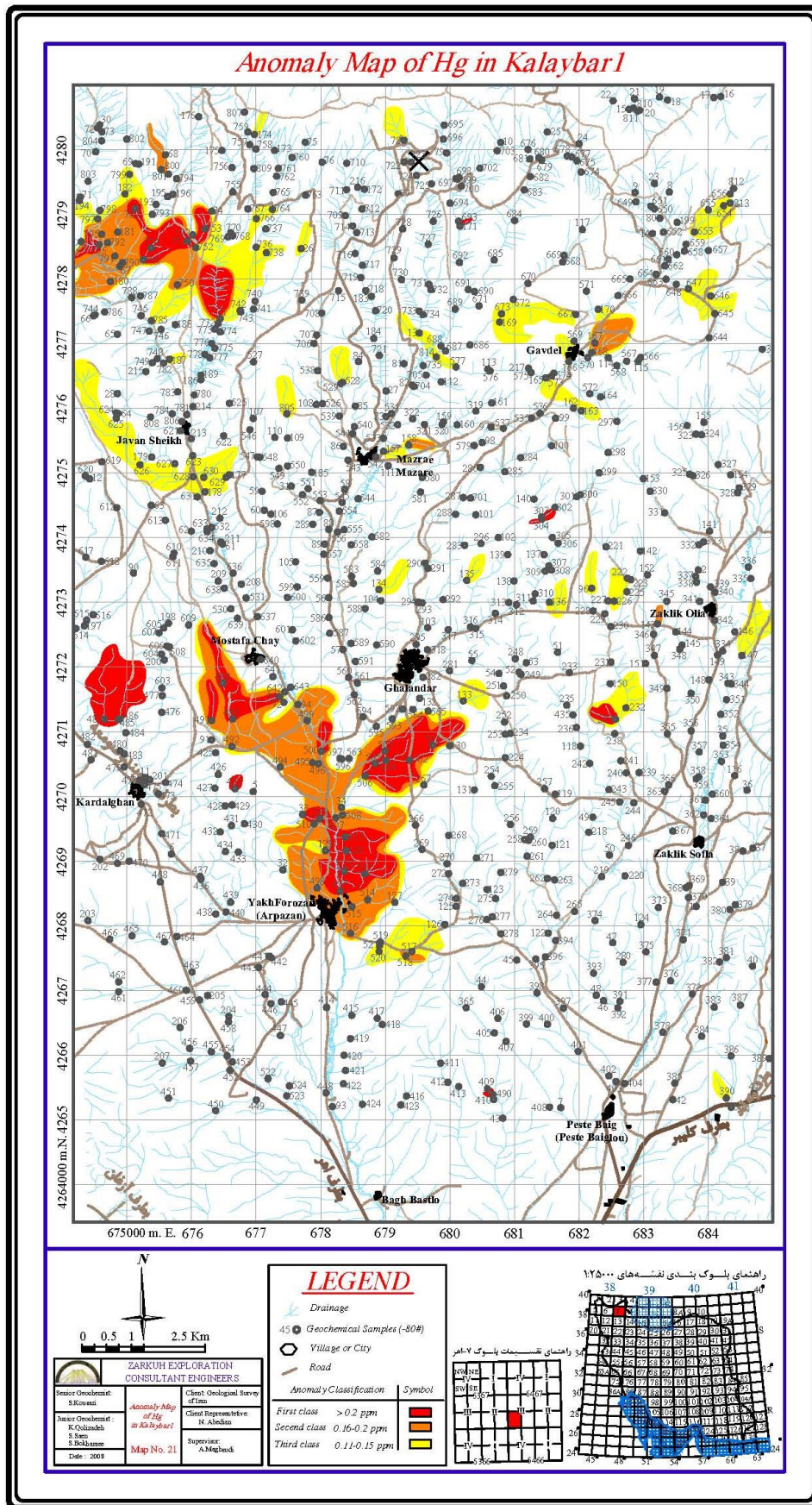
نقشه 18- نقشه آنومالی های عنصر باریوم



نقشه 19- نقشه آنومالی های عنصر استرانسیم



نقشه 20- نقشه آنومالی های عنصر گوگرد



نقشه 21- نقشه آنومالی‌های عنصر جیوه

2-15-6- بررسی آنومالی های عنصر قلع

قلع فاقد دامنه تغییرات قابل توجهی از عیار است (حداقل 0/5 و حداکثر 7/7 گرم در تن) و در نتیجه دارای انتشاری نرمال می باشد. محدوده انتشار آنومالی های این عنصر بیشتر در محدوده روستاهای جنوب گاودل، غرب و شرق روستای جوان شیخ است؛ اگرچه این عنصر همبستگی شدیدی با عناصر کانسار ساز ندارد ولی از نظر انتشار جغرافیایی با این عناصر تطابق دارد (نقشه شماره 22).

غنی ترین و بزرگترین محدوده آنومالی عنصر تنگستن واقع در شمال روستای جوان شیخ است؛ واحدهای سنگی این محدوده آندزیت و تراکی آندزیت می باشد. مقادیر حداقل و حداکثر تنگستن 0/5 تا 78/8 گرم در تن بوده و دارای انتشاری لگاریتمی است (نقشه شماره 23).

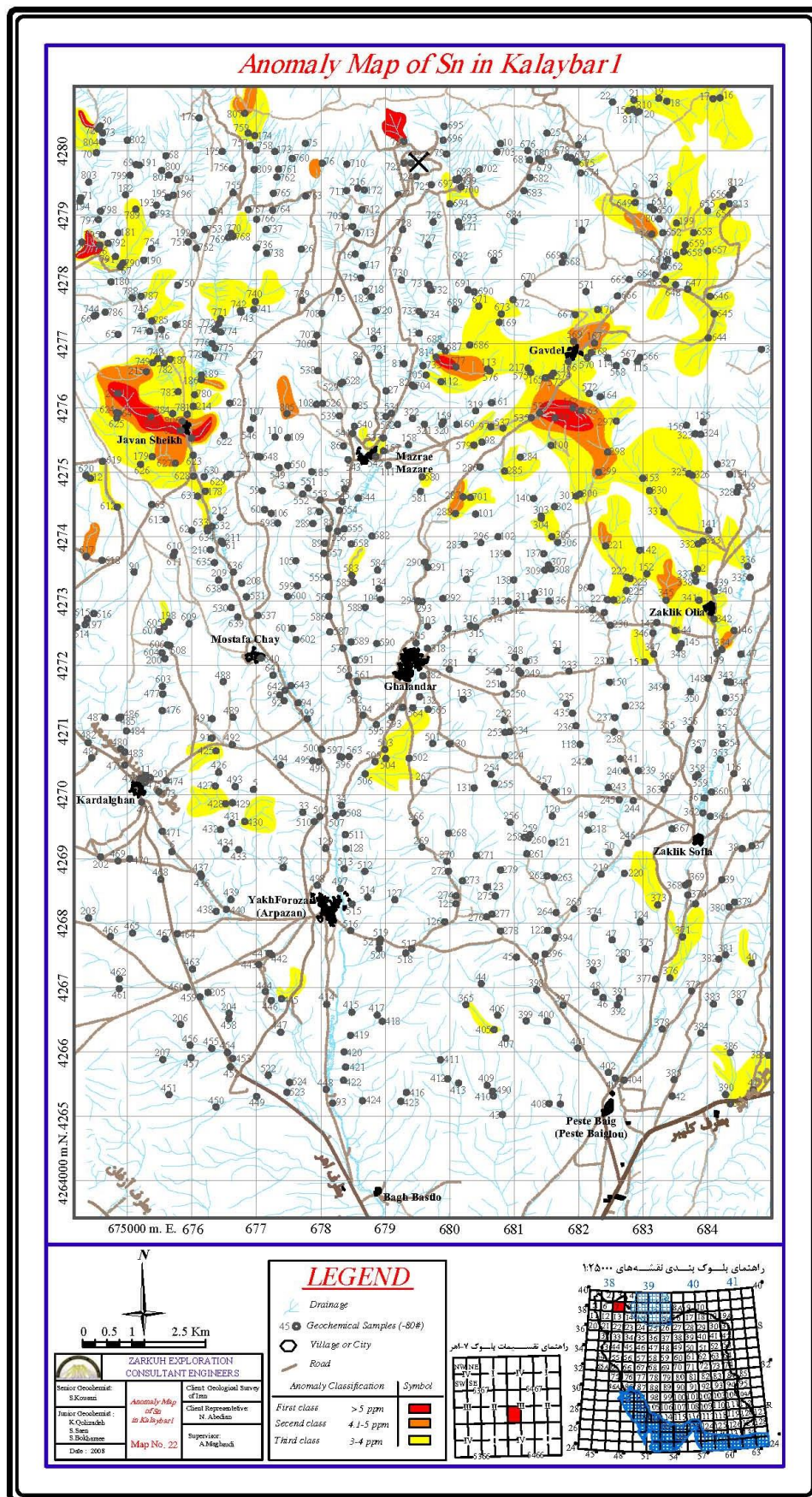
2-15-7- بررسی آنومالی های عناصر کروم، نیکل و کبالت

گروه عناصر کروم، کبالت و نیکل دارای تمرکز و انتشار گسترده ای در محور روستاهای گاودل، مزرعه و جوان شیخ می باشند. مقادیر میانگین این عناصر اکثراً در حدزمینه سنگ های موجود در منطقه است و فاقد ارزش اقتصادی هستند (نقشه های شماره 24، 25 و 26).

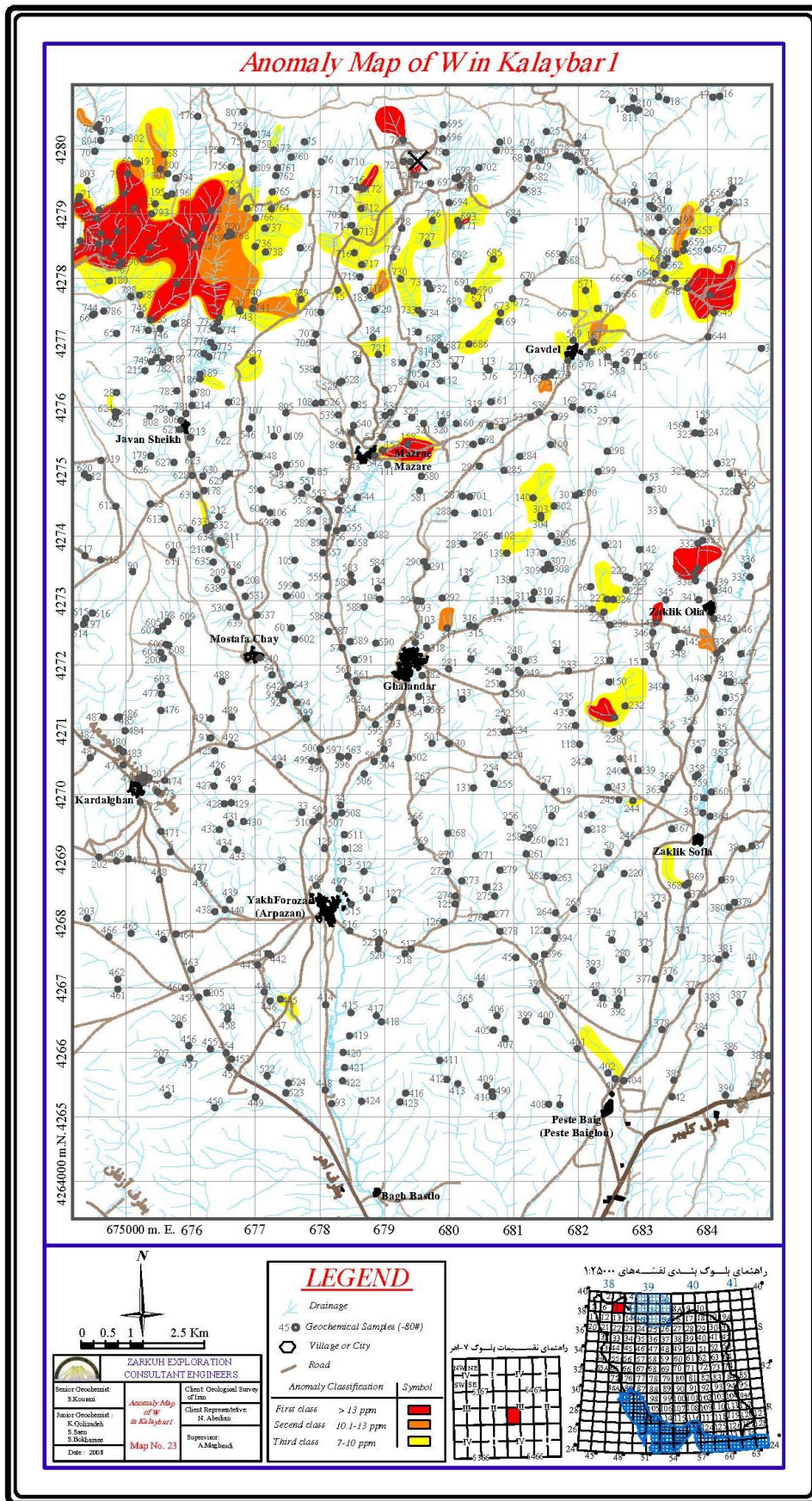
آنومالی های وانادیوم، تیتانیوم و آهن دارای انطباق نسبتاً جامعی با یکدیگر هستند و به نظر می رسد که اکثراً در رابطه با کانی های آهن دار همچون پیروکسن ها، آمفیبول، بیوتیت، مگنتیت و هماتیت های موجود در واحدهای سنگی آذرین و ولکانیکی بویژه در امتداد محور گاودل- زکلیک علیا و همچنین محور زکلیک سفلی- روستای پسته باغو که واحدهای سنگی ولکانیکی ائوسن دارای گسترش زیادی هستند، می باشد.

این عناصر دارای میانگین بالایی هستند (میانگین $Fe=64138ppm$ ، $V=179ppm$ ، $Ti=6371ppm$) و احتمالاً در واحدهای سنگی آذرین (گرانیت، گرانودیوریت) و همچنین واحدهای ولکانیکی (داسیت، ایگنمبریت، آندزیت) تمرکزهای بالایی از اندیس ها و عدسی های مگنتیت، تیتانومگنتیت تشکیل شده است (نقشه های شماره 27، 28 و 29).

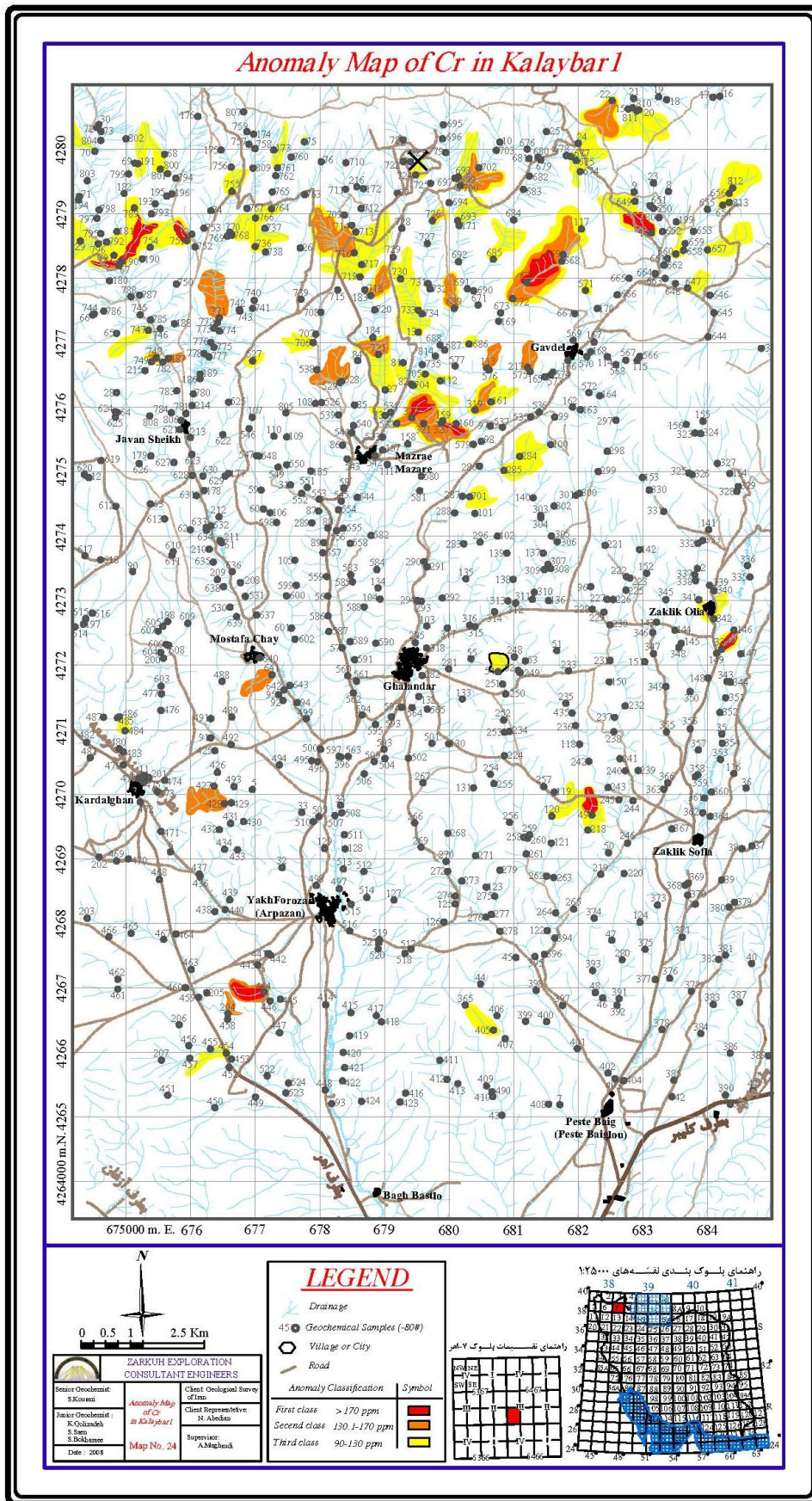
عناصر منگنز و منیزیوم (نقشه های 30 و 31)، انطباق جامعی با یکدیگر بویژه در محور روستاهای گاودل و زکلیک علیا دارند. میانگین منگنز 1122 و منیزیوم 10856 گرم در تن است که معمولاً از حد زمینه این عناصر در سنگ های محدوده اکتشافی به مراتب بیشتر است. نکته قابل ذکر اینکه این عناصر همبستگی قابل توجهی با کروم، کبالت، نیکل، آهن، تیتانیوم و غیره دارند.



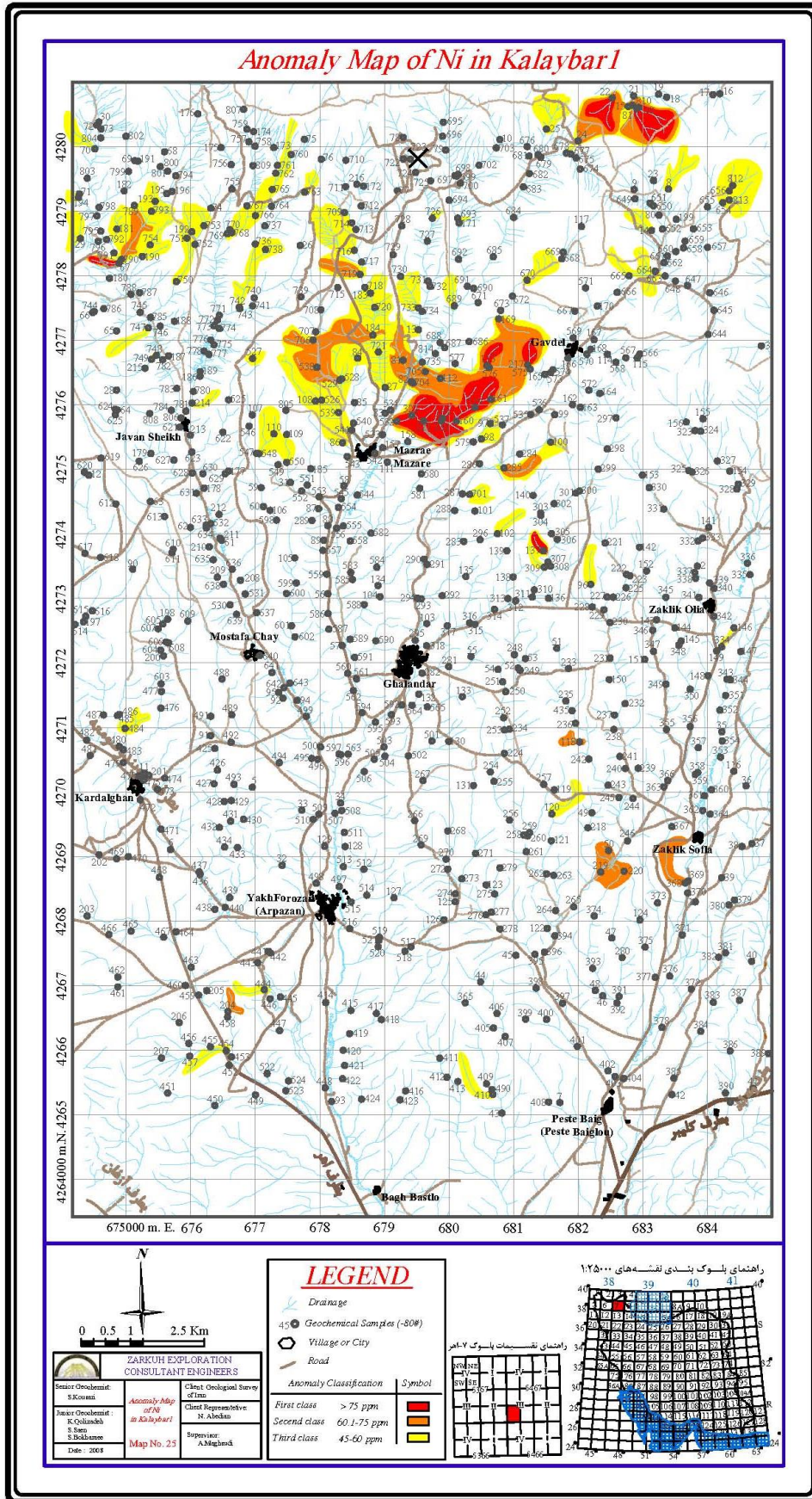
نقشه 22- نقشه آنومالی های عنصر قلع



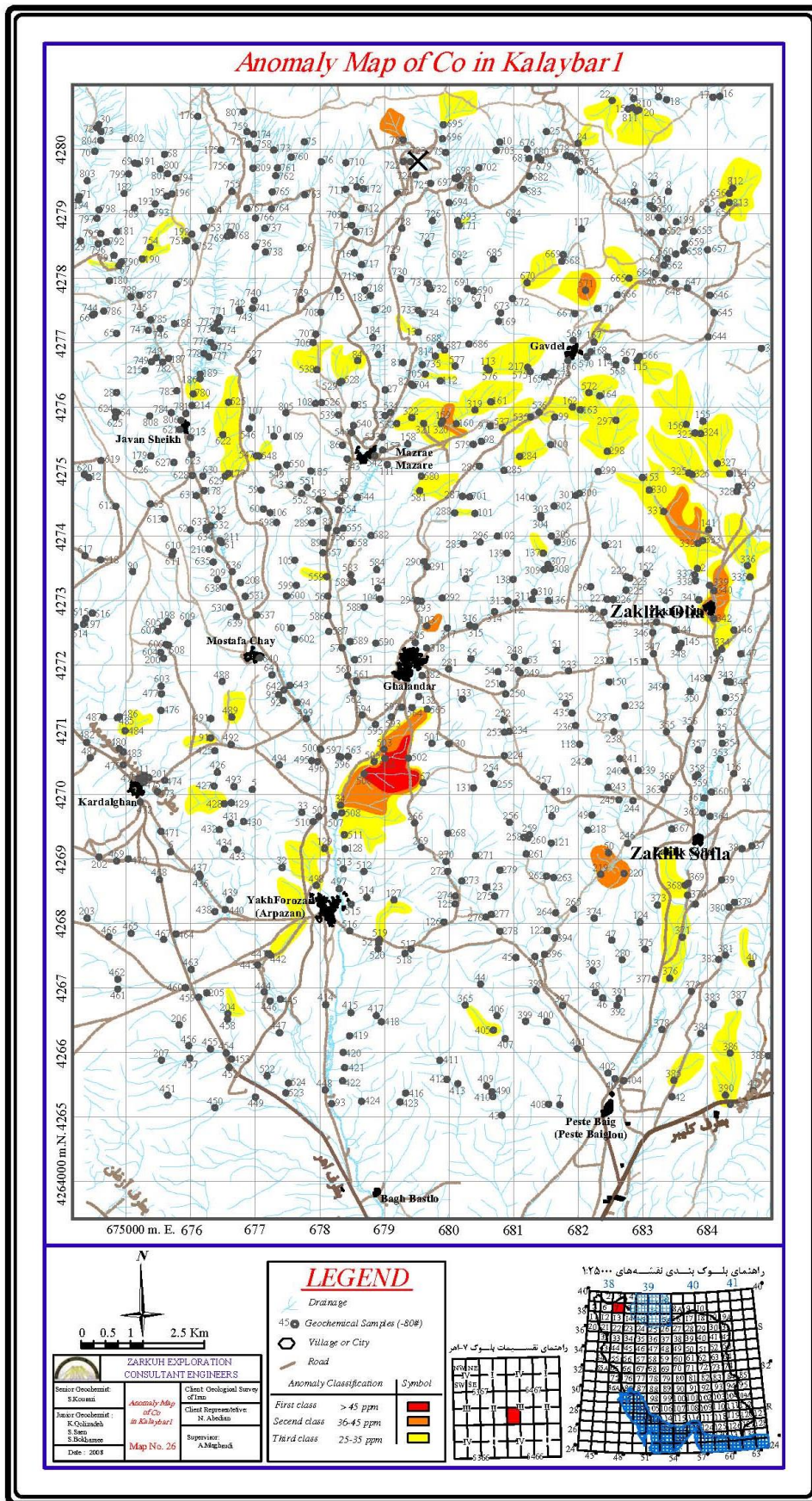
نقشه 23- نقشه آنومالی های عنصر تنگستن



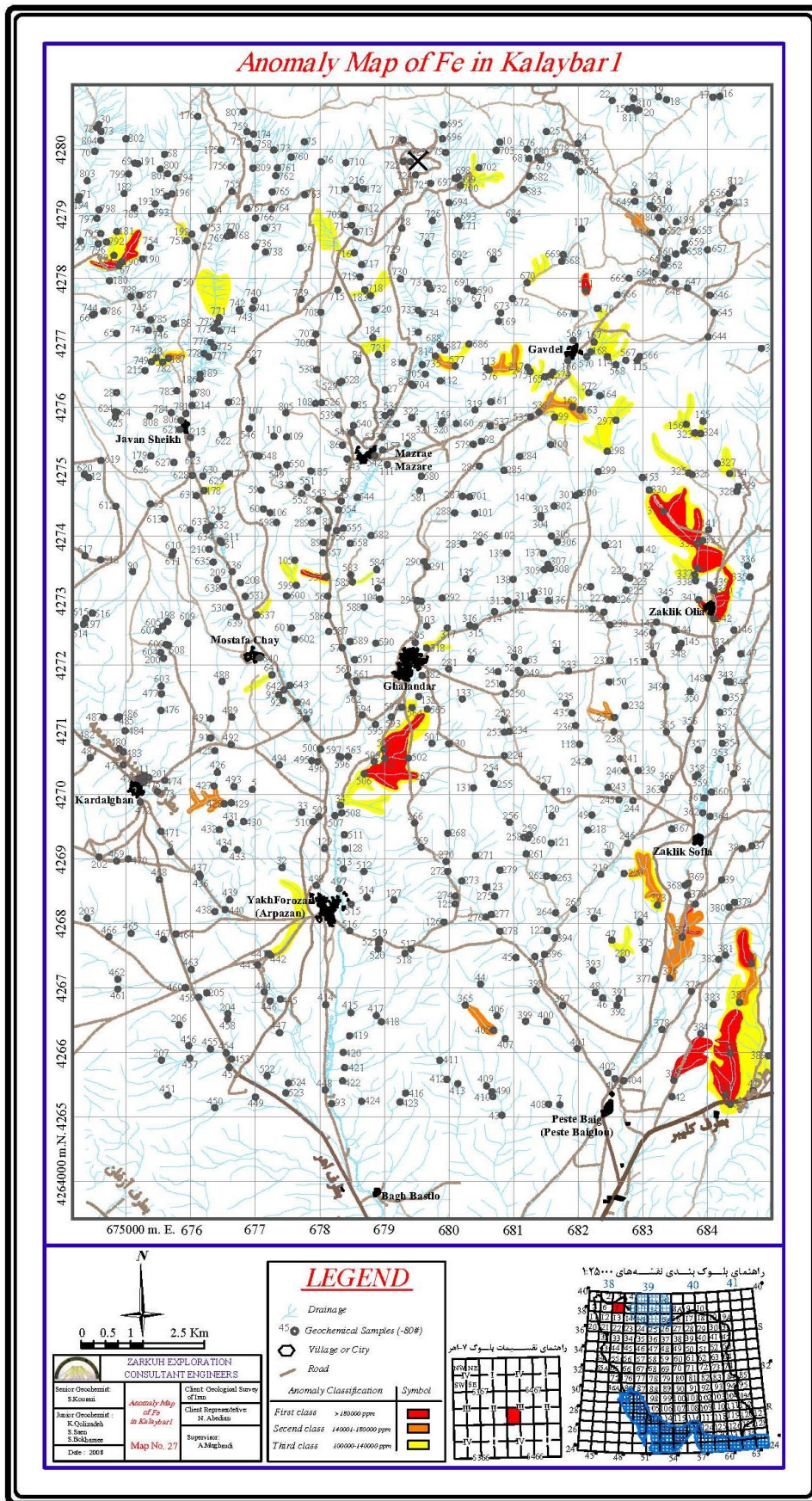
نقشه 24- نقشه آنومالی های عنصر کرم



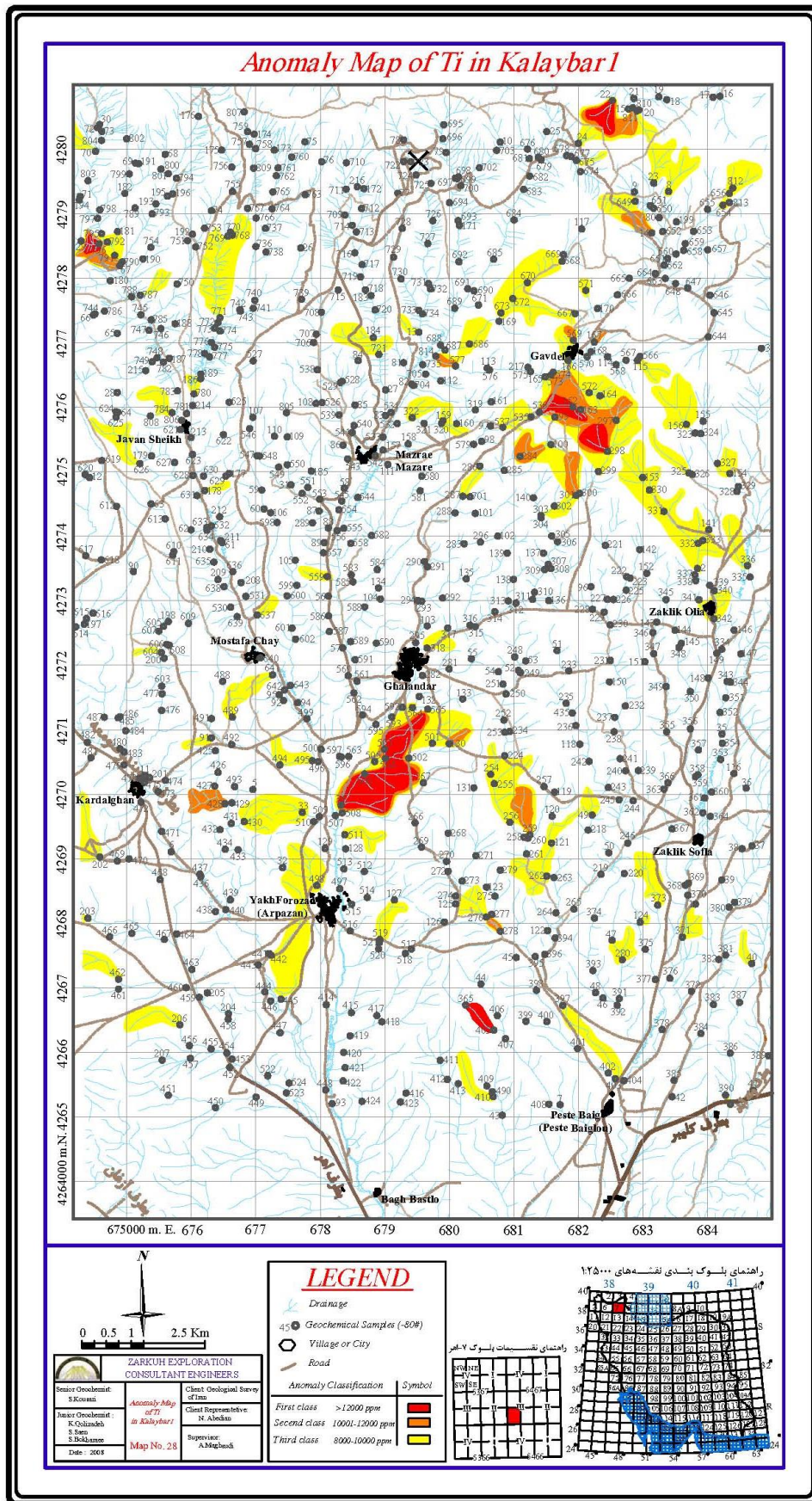
نقشه 25- نقشه آنومالی های عنصر نیکل



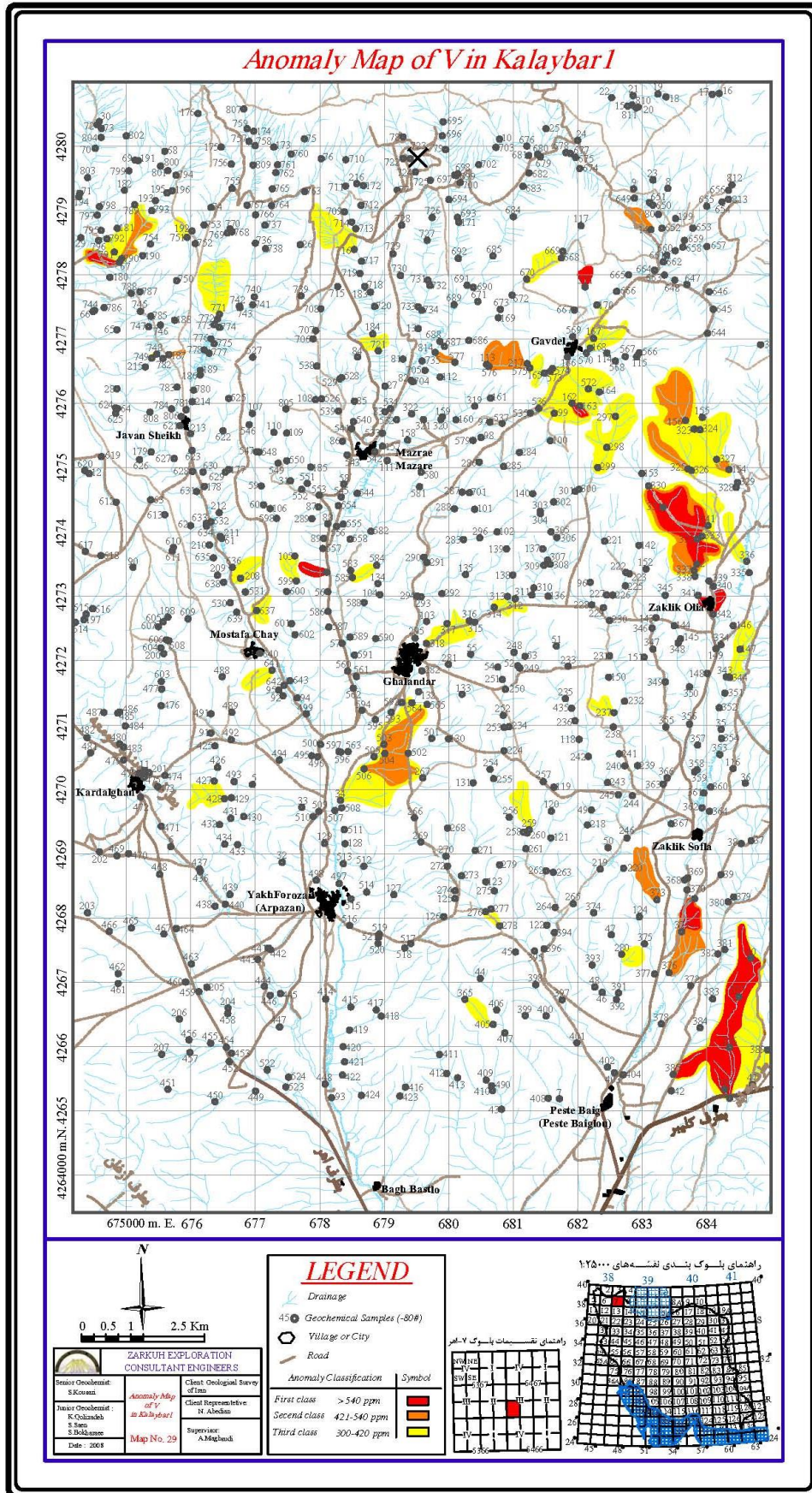
نقشه 26- نقشه آنومالی های عنصر کبالت



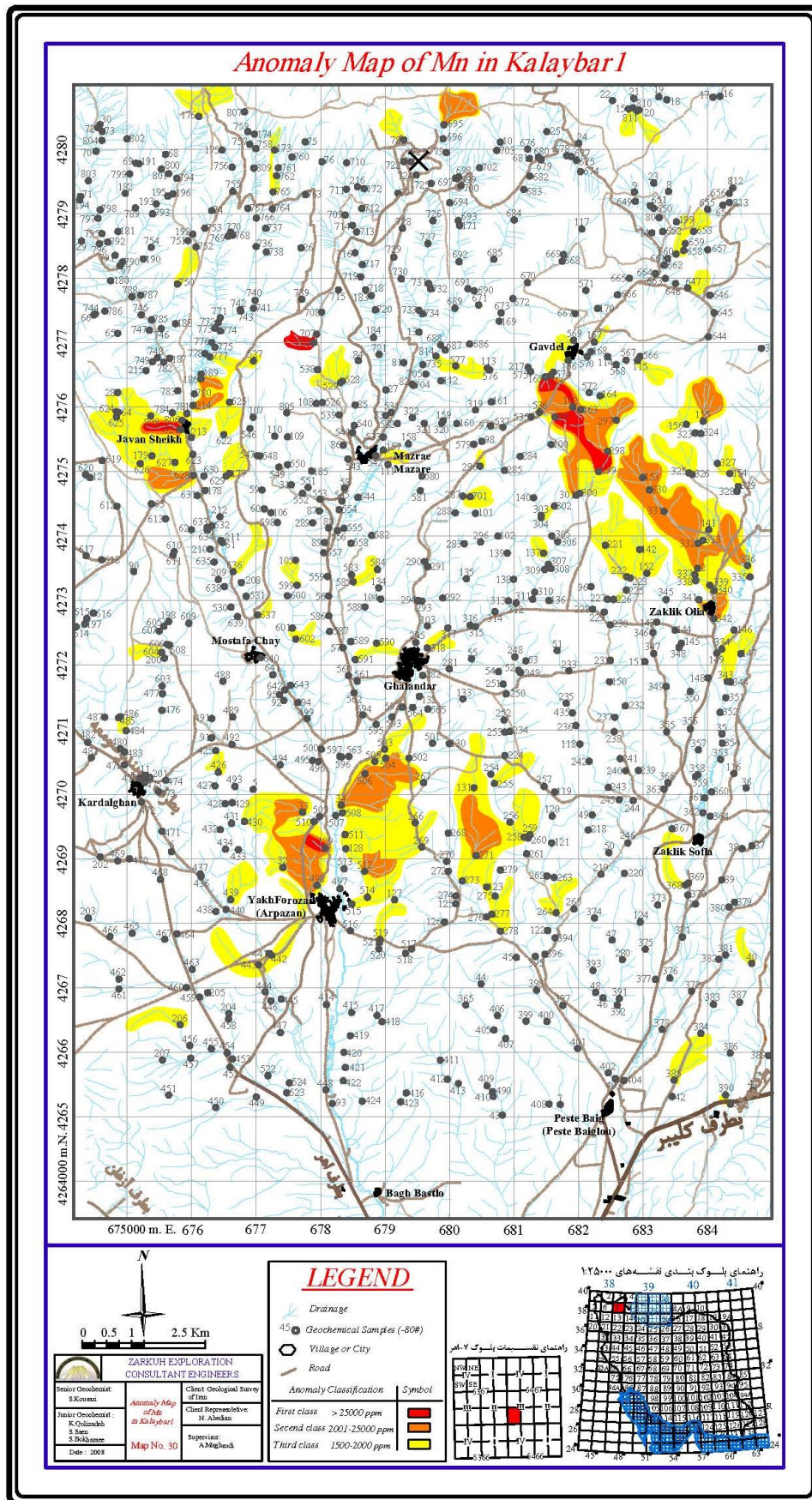
نقشه 27- نقشه آنومالی‌های عنصر آهن



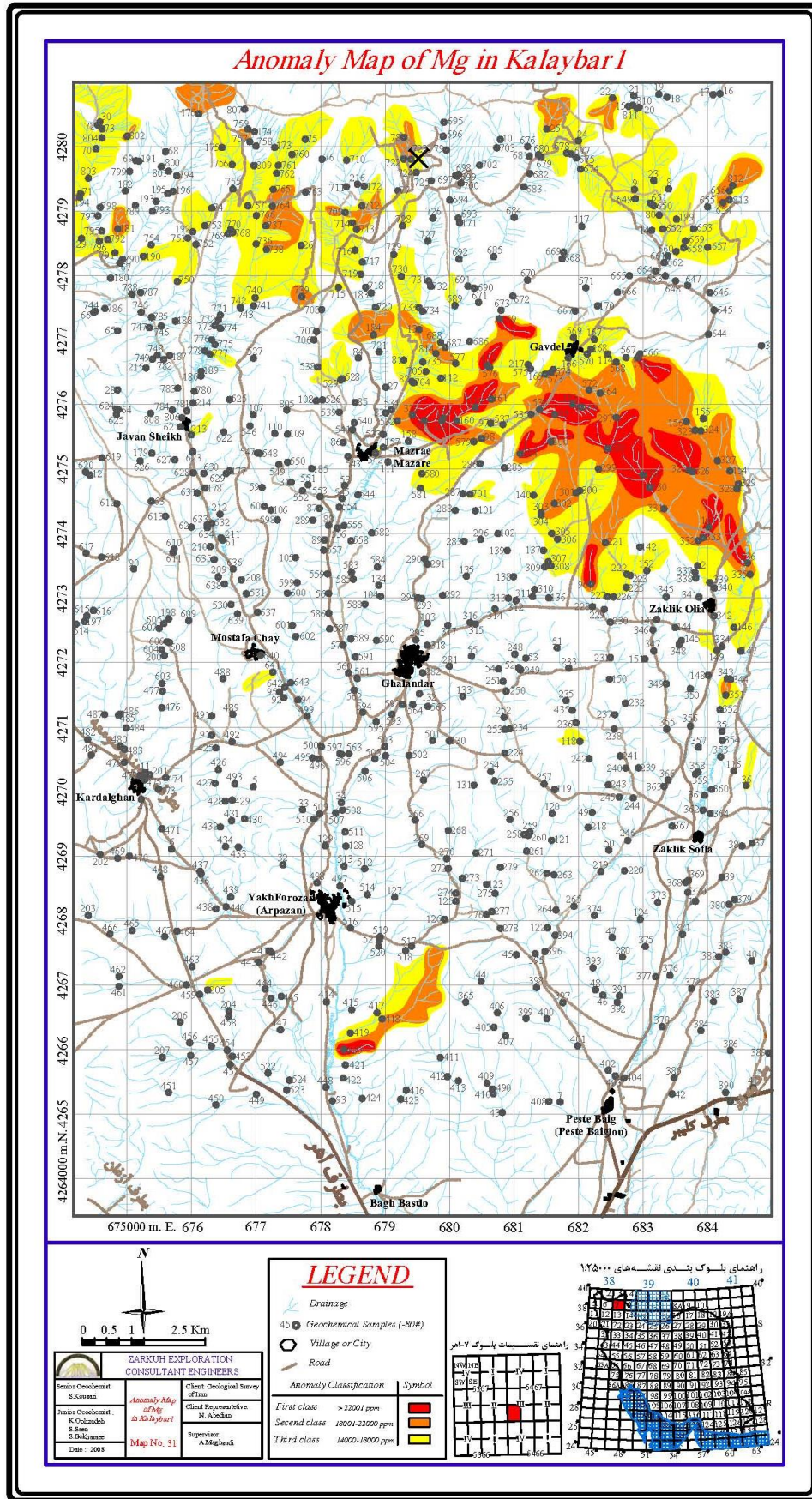
نقشه 28- نقشه آنومالی‌های عنصر تیتان



نقشه 29- نقشه آنومالی های عنصر وانادیم



نقشه 30- نقشه آنومالی های عنصر منگنز



نقشه 31- نقشه آنومالی‌های عنصر منیزیم

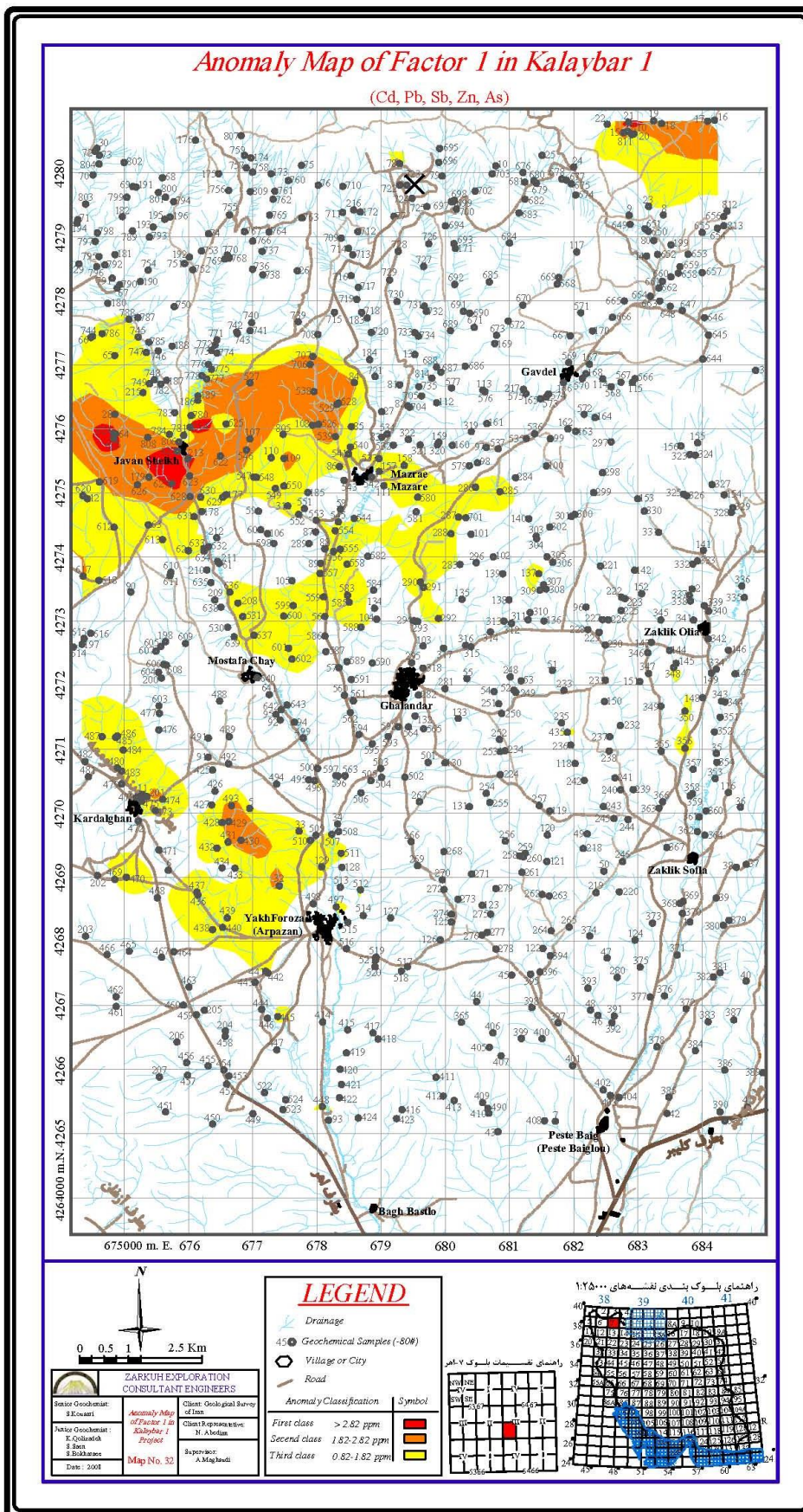
16-2- شرح نقشه‌های فاکتوری

1-16-2- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور اول

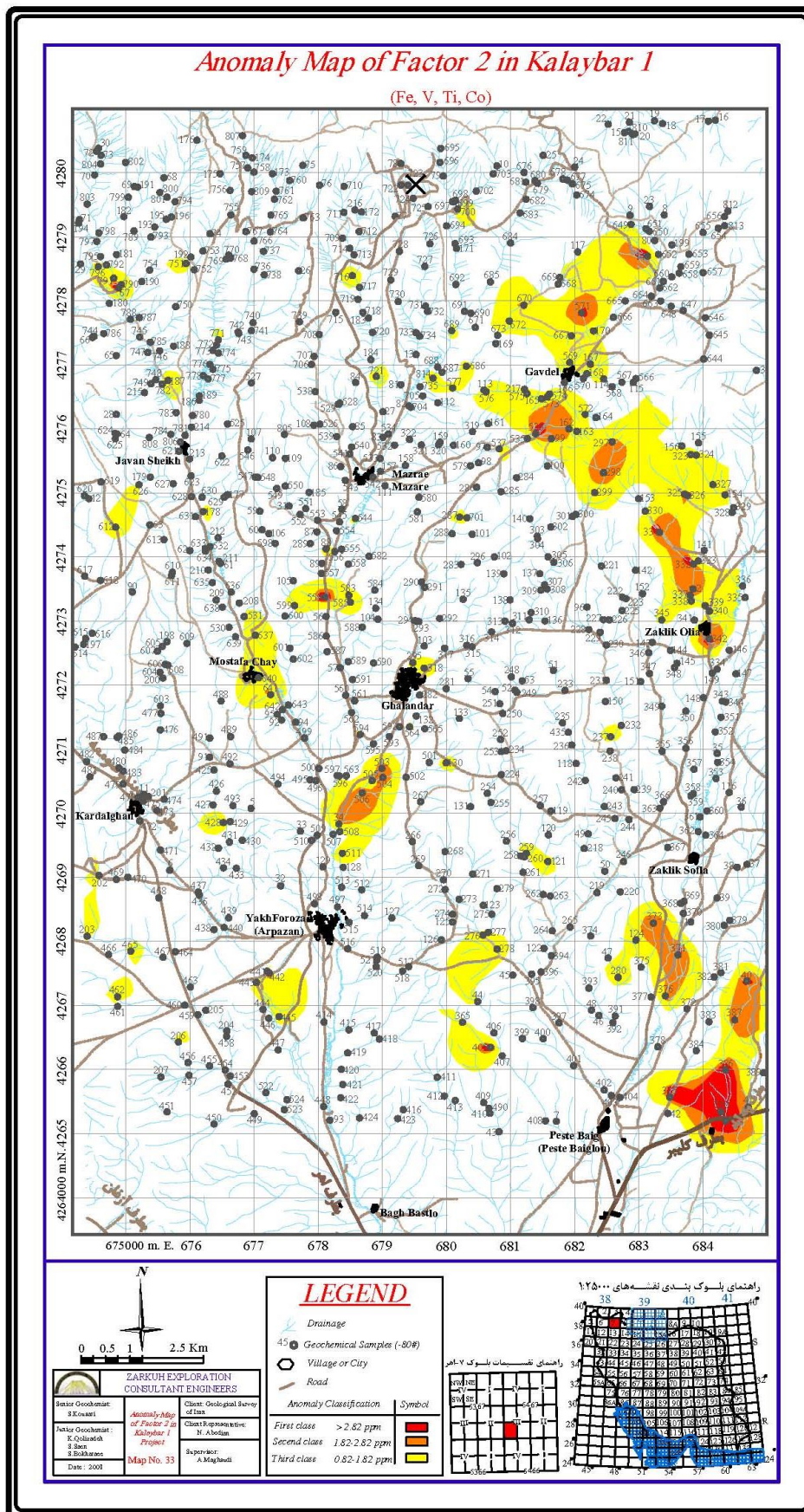
مجموعه عناصر شرکت‌کننده در فاکتور اول شامل عناصر Cd, Pb, Sb, Zn, As می‌باشد؛ آنومالی‌های درجه اول این فاکتور با مقدار بیش از 2.8ppm بیشتر متأثر از نمونه‌های 625، 624، 621، 627، 213 در غرب و جنوب‌غرب روستای جوان‌شیخ و نمونه 214 در شمال این روستا می‌باشند؛ که توسط آنومالی‌های درجه دو و سه احاطه شده است (نقشه شماره 32). این فاکتور با آنومالی‌های درجه یک عناصر مس، سرب، روی و آنتیموان همخوانی دارد. لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه 1:100,000 کلیبر شامل دو واحد K^{VI}_{II} و E^{te} می‌باشد؛ که واحد K^{VI}_{II} متشکل از گدازه‌های آندزیتی به همراه توف برشی و به سن کرتاسه میانی است و گدازه‌های تراکیتی و آندزیت‌ها با سن ائوسن میانی، لیتولوژی واحد E^{te} را تشکیل می‌دهد. لازم به ذکر است که نمونه‌های حاوی گالن، سروزیت، کالکوپیریت، مالاکیت و طلا در اطراف روستای جوان‌شیخ به وفور دیده می‌شود که منطبق بر فاکتور اول است. سه نمونه کانی‌سنگین حاوی طلا با مقادیر 0.09ppb برای نمونه شماره 179 و 0.01ppb جهت نمونه‌های 624 و 706 منطبق بر فاکتور اول هستند. در محدوده اطراف روستای جوان‌شیخ نمونه‌های حاوی کانی‌سنگین کالکوپیریت، سروزیت و گالن به وفور قابل مشاهده است.

2-16-2- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور دوم

مجموعه عناصر موجود در فاکتور دوم دربرگیرنده عناصر Fe, V, Ti, Co است. در اطراف روستای پسته‌بیگلو نمونه‌های 385، 386، 388، 390، 405، 571 و 40 عامل آنومالی درجه یک می‌باشند. دیگر آنومالی‌های درجه اول نیز متأثر از نمونه‌های 342، 331 و 332 بوده که در نیمه‌غربی روستای زکلیک‌علیا قرار گرفته است. در شمال روستای گاودل نیز نمونه‌های 571 و 14 و در جنوب آن نمونه 536 با مقادیر بیش از 2.8ppm به عنوان عامل آنومالی درجه اول شناخته شده‌اند. نمونه‌های 428 و 559 به ترتیب با مقادیر 2.96ppm و 3.01ppm در مرکز نقشه مطالعاتی دیده می‌شوند (نقشه شماره 33). در این محدوده هیچگونه انطباق با کانی‌سنگین دیده نشده است.



نقشه 32- نقشه ناهنجاری‌های فاکتور اول



نقشه 33- نقشه ناهنجاری‌های فاکتور دوم

2-16-3- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور سوم

عناصر نیکل و کروم در فاکتور سوم قرار می‌گیرند. 3 نمونه 320، 322 و 113 با مقادیر به ترتیب 3.13ppm، 2.98، 3.16 به عنوان آنومالی‌های درجه یک در شمال‌شرق روستای مزرعه و نمونه 67 با مقدار 3.46ppm در شمال‌غربی جوان‌شیخ قرار گرفته‌اند (نقشه شماره 34).

2-16-4- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور چهارم

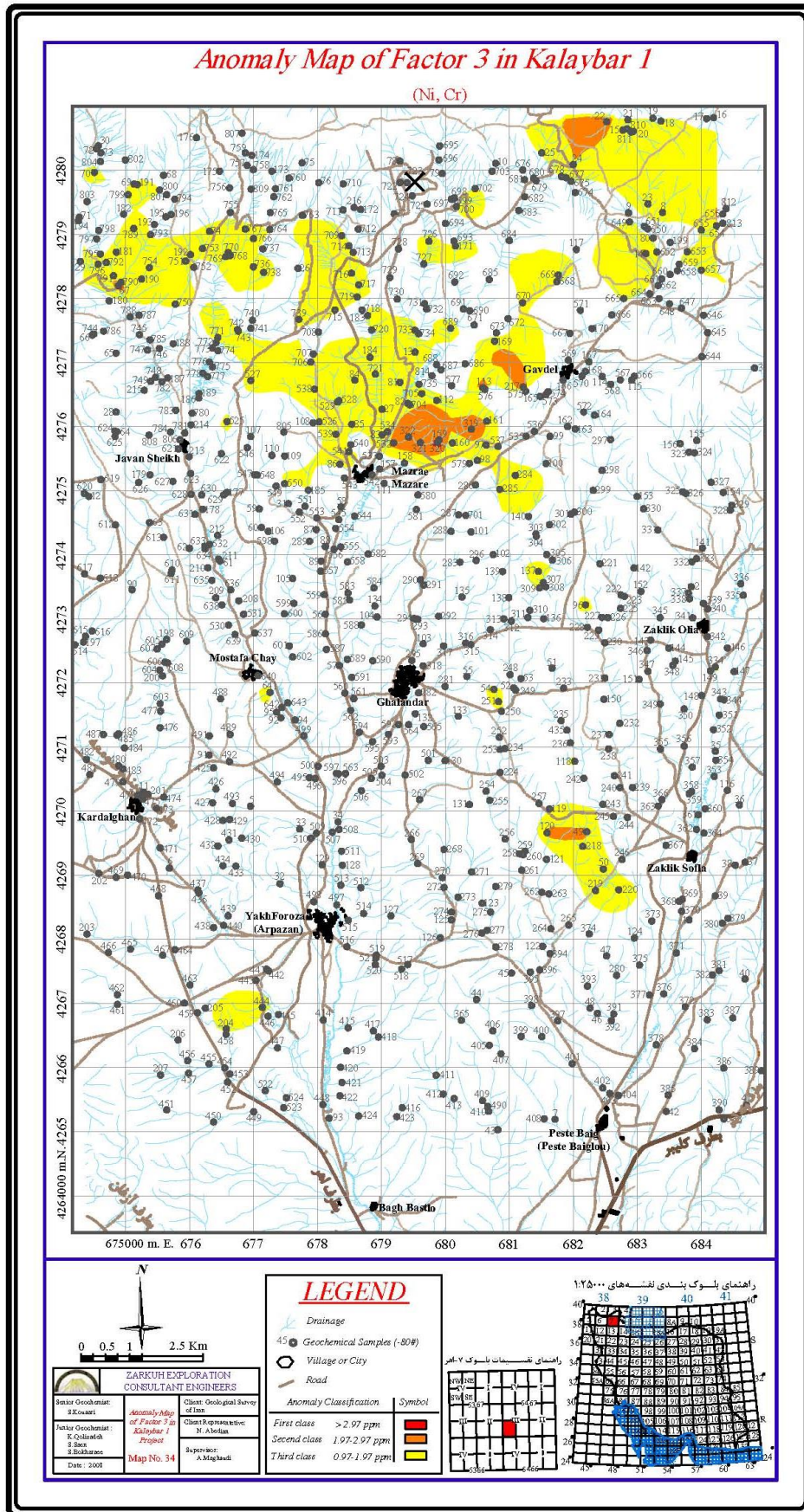
در فاکتور چهارم عناصر Be, Sn, W قرار گرفته که تنها دو نمونه 152 و 165 آنومالی درجه اول آنرا تشکیل می‌دهند. نمونه 152 با مقدار 152 با مقدار 2.93ppm در شمال‌شرق روستای زکلیک‌علیا و نمونه 165 نیز با مقدار 3.25ppm در جنوب گاودل قرار دارد (نقشه شماره 35).

2-16-5- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور پنجم

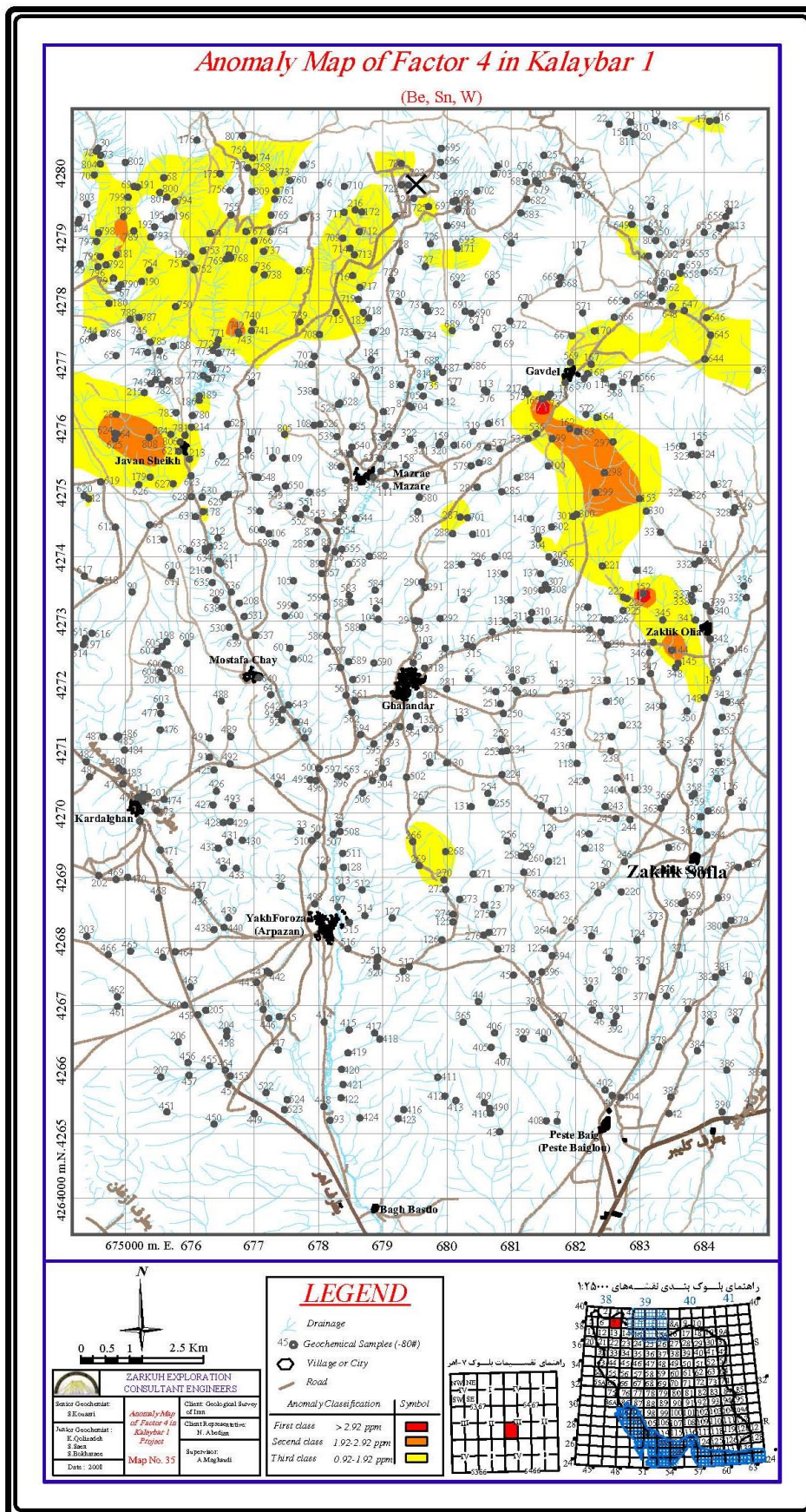
فاکتور پنجم نیز شامل عناصر بیسموت، طلا و مس می‌باشد. سه نمونه 78، 723، 728 در شمال نقشه دارای آنومالی درجه یک است (نقشه شماره 36)، نمونه 660 نیز به صورت تک نمونه با مقدار آنومالی 3.2ppm در گوشه شمال‌شرقی محدوده مطالعاتی دیده می‌شود.

2-16-6- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور ششم

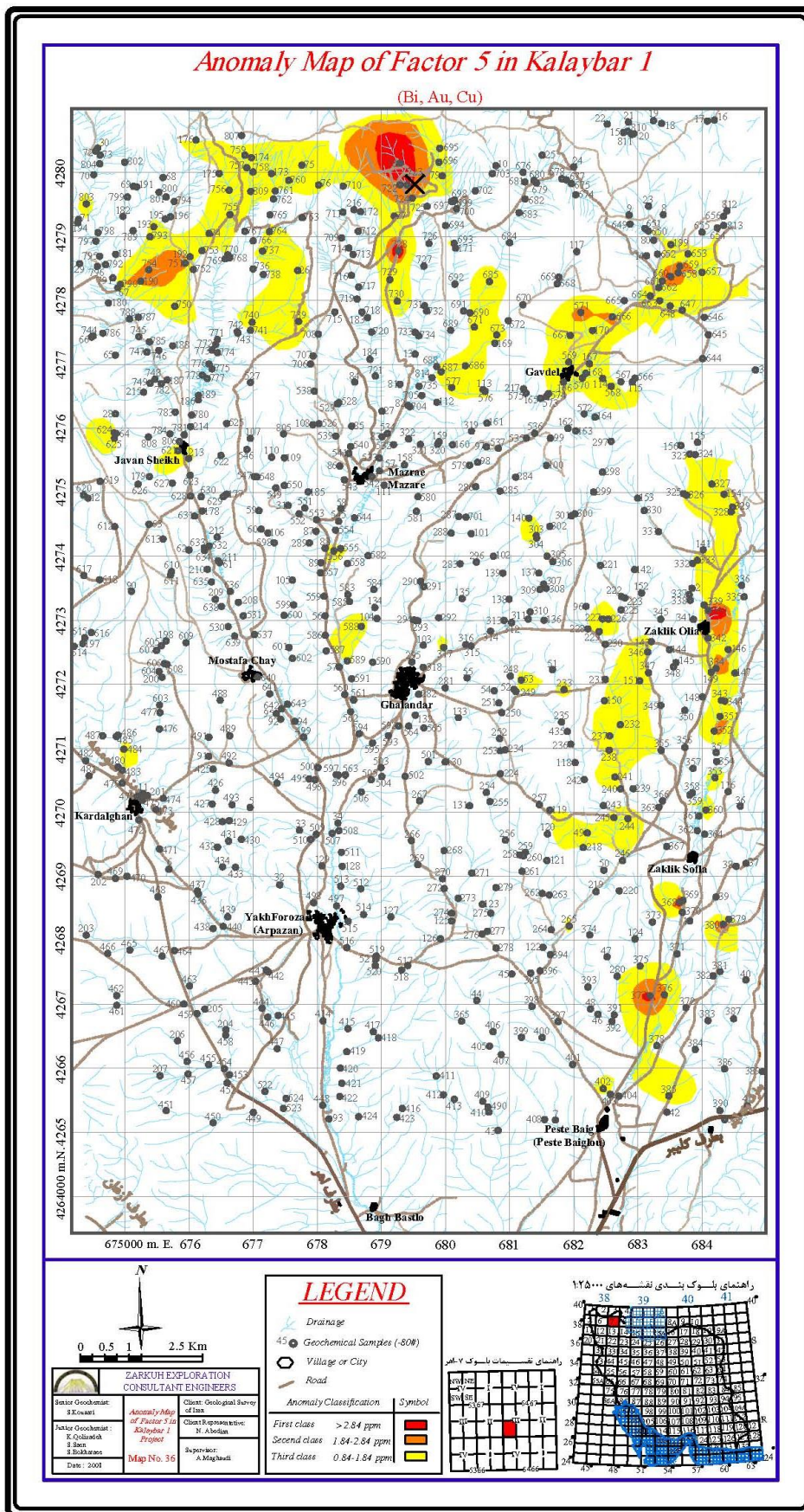
عناصر Ba, S, Mo, Tl در فاکتور ششم قرار دارند، دو نمونه 249 و 218 با مقدار 3ppm و 2.99ppm به عنوان آنومالی‌های درجه یک به ترتیب در شرق روستای قلندر و غرب روستای زکلیک‌علیا دیده می‌شوند (نقشه‌های شماره 37 و 38).



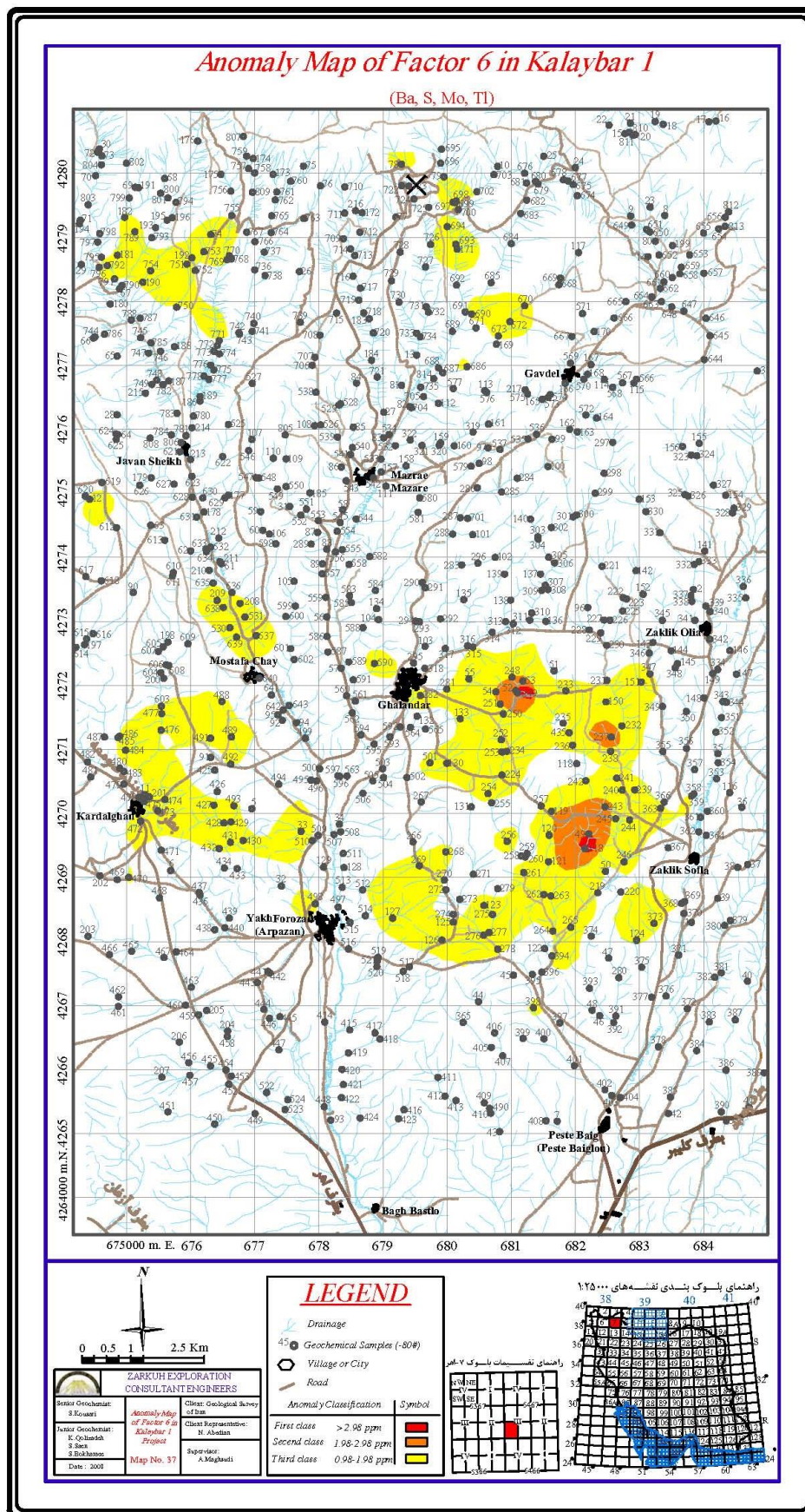
نقشه 34- نقشه ناهنجاری های فاکتور سوم

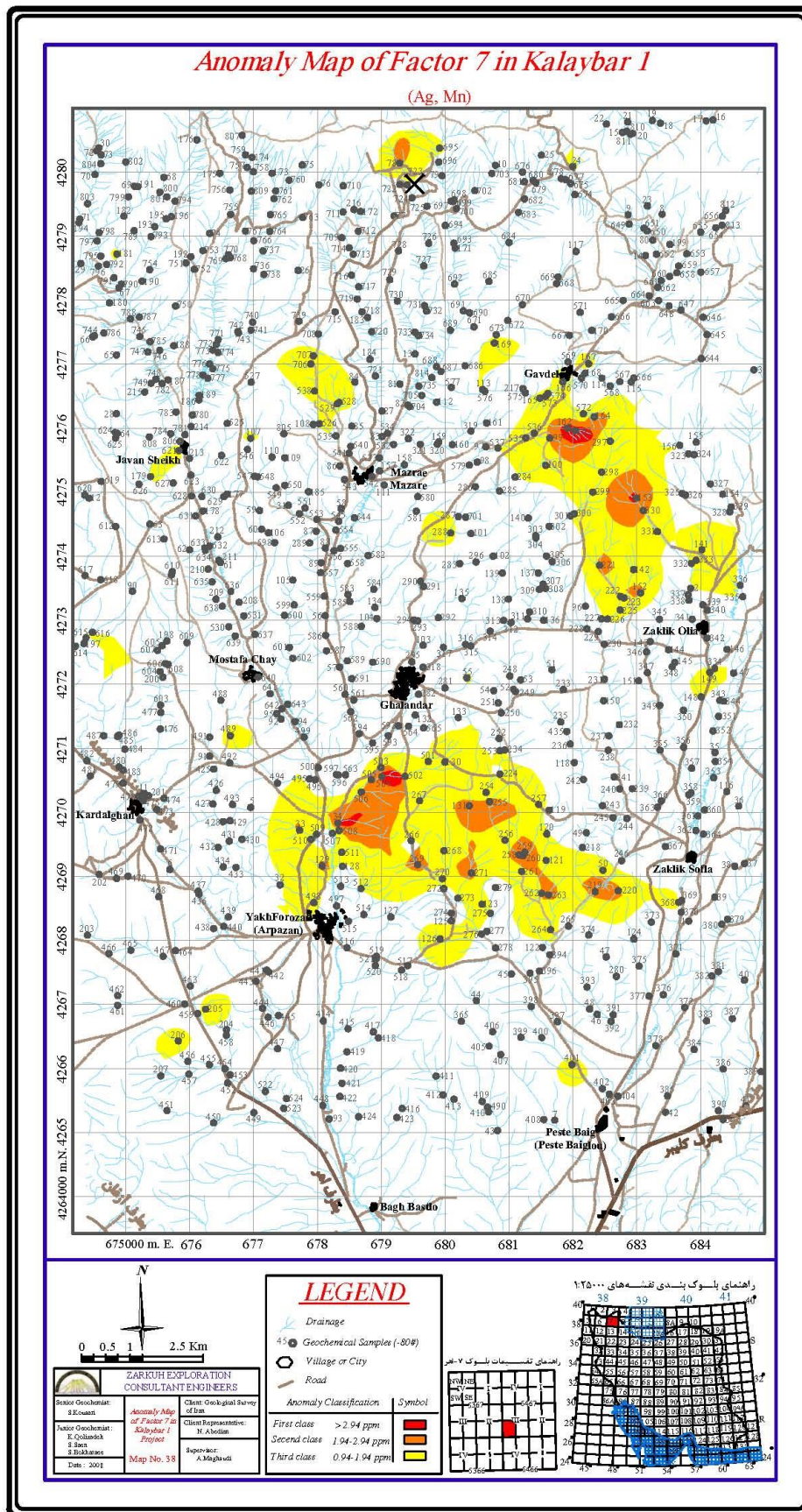


نقشه 35- نقشه ناهنجاری های فاکتور چهارم



نقشه 36- نقشه ناهنجاری‌های فاکتور پنجم

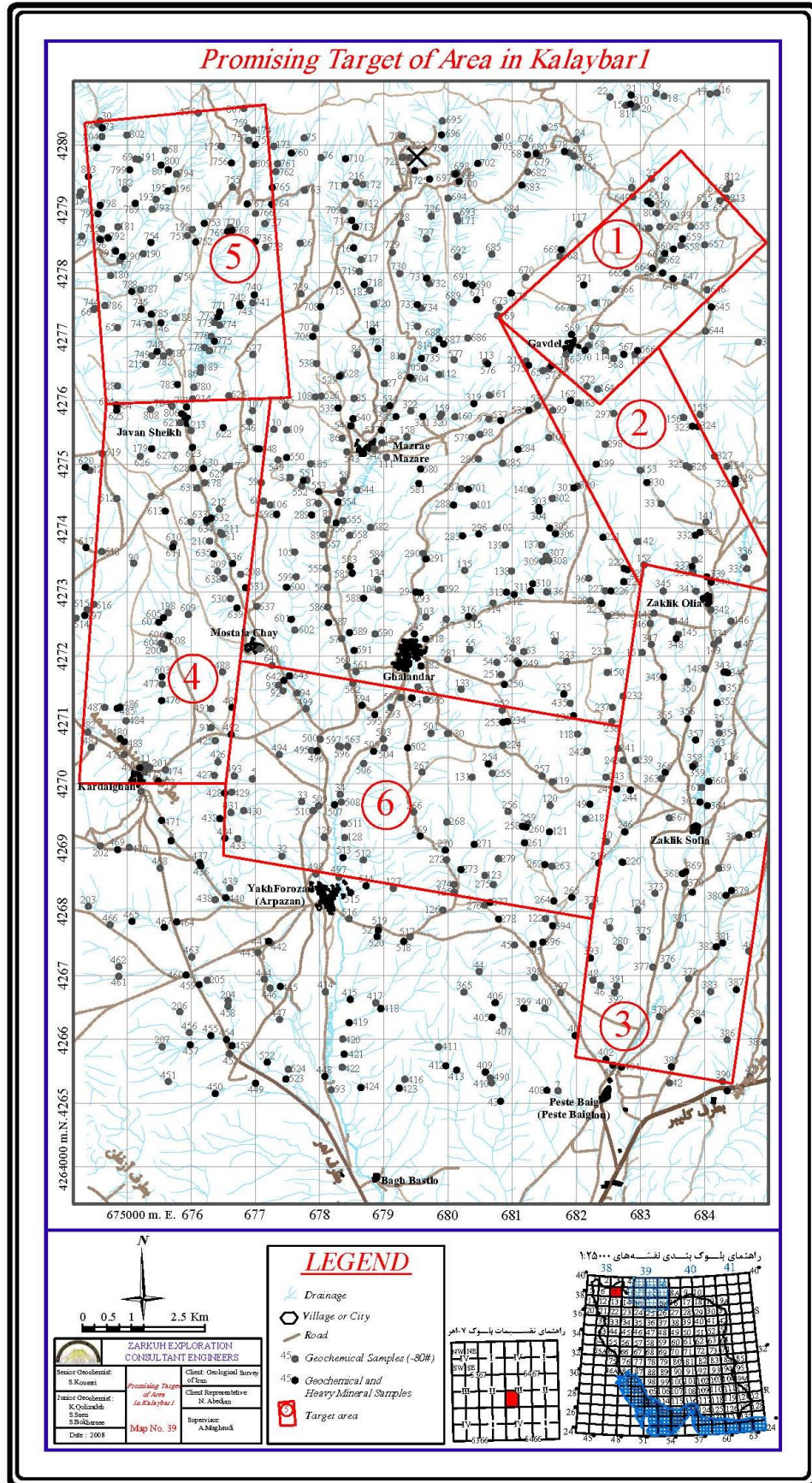




نقشه 38- نقشه ناهنجاری‌های فاکتور هفتم

17-2- معرفی مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی

با توجه به کلیه نتایج حاصل از محاسبات، نقشه‌های آنومالی و کانی‌های سنگین و همچنین مطالعات صحرایی، تعداد 6 زون در امتداد 6 محور به عنوان محدوده‌های پتانسیل دار که می‌بایستی در مرحله دوم عملیات صحرایی مورد مطالعه و نمونه‌برداری سنگی (مینرالیزه) قرار گیرند، شناسایی و معرفی گردیده‌اند (نقشه شماره 39). آنومالی‌های طلا از گسترش و پراکندگی زیادی برخوردارند، به دلیل اینکه نزدیک به 59 درصد نمونه‌ها محتوی بین 5 تا 1280ppb طلا می‌باشند، اهمیت این محدوده‌ها به عنوان پتانسیل طلا و دیگر عناصر پاراژنز آن مانند مس، بیسموت، مولیبدنوم، قلع و تنگستن قابل توجه و ارزیابی است. علاوه بر طلا انتشار و تمرکز آنومالی‌های عناصری مانند Pb, Hg, S, Sb و As از نکات شاخص محدوده اکتشافی به ویژه در محور شمال- جنوب بخش غربی محدوده اکتشافی است. با توجه به نکات فوق‌الذکر، مشخصات هر یک از محورهایی که می‌بایستی مورد بررسی قرار گیرند، همراه با تعدادی از نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین دارای عیار بالای عناصری همچون Au, Ag, Ba, Cu, Pb, Zn در جدول شماره 15 ارائه گردیده است.



نقشه 39- نقشه مناطق امیدبخش در مرحله اول

جدول 15- اطلاعات مربوط به شش محدوده دارای آنومالی

Anomaly No	Location	Area (Km ²)	Element (Sample numbers of first class anomaly)	Element (Sample numbers of second class anomaly)	Heavy mineral Anomaly (Sample No)
1	North of Gavdel	7.5	Ag (167)- As (813)- Au(651,813,661,660,664,666,571,670,167,568)- Cu(651,663,647,646)-Sn(14,167,569)	Ag (68)- As (169)- Au(68)- Be(154,165,167,168,570)-Co(571)- Cu(648,657,658,659,660)	Au(659,664)- Barite(659,664,566,567,569,570)- Covelite, Chalcopyrite, Malachite(664)
2	South of Gavdel	7.2	Au(337)- Ag (535,536,165,163,162,99,221,142)- Be(162,163,165,152,153)-Sn(536,162,99)-W(2,337)	Ag (152,153,222,223,2)- As (217)- Be(297,299)-Co(332)-Sn(299,298,165,163)- W(165)	Brochantite(299)-Barite(574)
3	East of Ghalandar	18	Au(340,342,334,149,352,245,244,241,368,369,380,377,376,385) - Be(144,145)-Cu(344,368,377)- S(151,366,363,379)-Sb(48)	Be(148,348)-Co(340,342)-Cu(360,380)- sb(356)-Sn(334,345)-Mo(368)	Au(344,348,360,244,220,219,393,387,403)- Malachite(340,359,366)-scheelite(360,403)- Barite, Jarosite(402,403,244,245,246,359,360,369,356)
4	North of Kordlegan	14	Au(213,474,484,483)-As (129,130,131)- Zn(479,179,624,627,621,213,107)- S(604,477,485,486,483,11,201,474,473)- Sb(201,474,806,621,179,625,624,547,107,63)- Sn(213,621,808)-Mo(201)- Pb(624,625,621,627,628,622,546,213,64)	Ag (107)- As (621,622,213,107,110,548,485,201,474,473)- Au(485)-sb(627,628,177,629,622,546,63)- Sn(64,624,627,806)-Zn(625,628)- Mo(473,474,484,477,531,208)-Pb(547,179)	Au(624,179,633,197,480)- chalcopyrite(625,197,480)- Galena(625,179,632,607,480)- Smithsonite(607,480,179,625)- Cuprite, Covelite(197,480,179)
5	North of Javanshakh	12.8	Au(192,214,740,751)- Cu(72,74,174,741,742,753,754,756,757,758,759)- Sb(214)-Sn(792,28)-Mo(751,74)-Pb(527)- W(182,797,795,181,789,792,796,791,790,190,67,754,74,753,192,751,752,750,785,771)	AS (186)- Au(801)- Be(175,181,182,742,743)- Cu(192,740,751,790,809)-Zn(777,527)- Sb(186,65,525)-Sn(215-186)- Mo(770,769,753)-Pb(777,525,214)- W(770,768,769,741,742,800)	Au(772,742)- Chalcopyrite(758,765,743,772,749)- Covelite(772,743,758)-Galena(749)
6	South of Ghalandar	18	Au(241,265)-As(33,24,218)-Ba(511)-Be(268)- Co(504,506)-Cu(504)- S(564,565,252,253,234,224,254,255,256,258,260,261,262,263,264,265,218)-sb(493,429,430,431,32)-	Ag (34,268) - As(123,125,275,277,429,493,512)- Au(493)- Ba(123,269)-Be(270)-Co(503)-Cu(503,506)- Zn(506)-Sb(510)-Mo(243)	Au(507,428,273,265,219)- Scheelite(265,428)- Malachite(594,502,642,277)- galena(642,595.)

فصل سوہ

اكتشافات كاني سنگين

فصل سوم - اکتشافات کانی سنگین

3-1- پیشگفتار

بسیاری از آنومالی‌های حاصل از اکتشافات ژئوشیمیایی بویژه در مقیاس ناحیه‌ای علاوه بر منشاء گرفتن از پدیده‌های کانی‌سازی (Ore Mineralization) در رابطه با عوامل دیگری نیز می‌باشند که عبارتند از: کانی‌های سنگ‌ساز (Rock Forming Mineral)، عوامل آلودگی (Contamination factors)، خطای ناشی از نمونه‌برداری (Sampling error)، خطای آزمایشگاهی (Analytical error) و بالاخره خطای ناشی از حذف سنگ‌بستر که معمولاً در طی پروسه پردازش داده‌ها پدیدار می‌شود. جهت رفع و کاهش عوامل فوق‌الذکر تأیید صحت عملیات اکتشافی و تعیین رابطه زون‌های آنومالی با کانی‌های سنگین کانسارساز از روش برداشت و مطالعه کانی‌های سنگین استفاده می‌شود، در ورقه 1:25,000 کلیبر 1 بعد از برداشت نمونه کانی‌سنگین و پس از آماده‌سازی مورد پردازش و تهیه نقشه‌های انتشار کانی‌های کانسارساز و غیره قرار گرفته است که در اینجا علاوه بر بحث در خصوص مکانیزم تمرکز و تشکیل کانی‌های سنگین نتایج حاصل از مطالعه نمونه‌های مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد (نقشه شماره 7).

3-2- مطالعه و مکانیزم تشکیل کانی‌های سنگین

کلیه نمونه‌های کانی‌سنگین براساس نمودار شماره 3 در فصل دوم، مورد آماده‌سازی قرار گرفته و پس از مطالعه کانی‌های فلزی و غیرفلزی با استفاده از میکروسکوپ بینوکولر مقادیر مورد مطالعه با استفاده از فرمول $G = X.Y.B.d.10000 / A.C.2.7$ تبدیل به گرم‌درتن می‌شوند و در نتیجه مقادیر حاصل که به صورت نیمه‌کمی هستند در محاسبات آماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. پارامترهای بکار رفته در فرمول فوق عبارتند از:

G = عیار کانی موجود در نمونه بر حسب ppm.

X = مقدار کانی‌سنگین شناسایی شده زیر بینوکولر بر حسب درصد.

Y = حجم کانی‌سنگین پس از عبور از محلول برموفریم بر حسب سانتی‌متر مکعب.

B = مقدار رسوب باقی‌مانده پس از لاوک‌شویی (panning) بر حسب سانتی‌متر مکعب.

کانی‌های سنگین به صورت ذرات پراکنده (disperse mineralization) در متن سنگ نیز تشکیل می‌شوند در محیط‌های ثانویه کانی‌های سنگین از دو منشأ کاملاً متفاوت تحت تأثیر عوامل فرسایشی

تخریبی و تجزیه فیزیکی و یا هوازدگی (Wethering) بوجود می‌آیند. کانی‌های سنگین مشتق‌شده از کانی‌های سنگ‌ساز (Rock forming minerals) مثل پیروکسن‌های آمفیبول- تورمالین و غیره نیز در محیط‌های ثانویه تمرکز می‌یابند و همزمان کانی‌های سنگین کانسارساز مثل کالکوپیریت، پیریت، گالن، اسفالریت و غیره به صورت زون‌های آنومالی کانی‌سنگین نیز تجمع می‌یابند. کانی‌های سنگین به دلیل وزن مخصوص بالای خود که بیش از 2/98 می‌باشند، نمی‌توانند فاصله زیادی را از منشأ طی کنند لذا حضور آنها در زون‌های آنومالی نویدی بر حضور احتمالی پدیده‌های کانی‌سازی در فاصله‌ای نه چندان دور خواهد بود.

بدلیل خطای نسبتاً بالای آماده‌سازی کانی‌های سنگین عدم حضور برخی از کانی‌ها که حدزمینه پایینی در محیط‌های اولیه سنگ در برگیرنده (مثل طلا) دارند، نمی‌توانند مؤید عدم حضور کانی‌سازی باشند، ولی حضور هر یک از کانی‌ها تأییدی بر احتمال بسیار بالای پدیده کانی‌سازی مربوطه خواهد بود؛ بطور مثال حضور کانی‌های سینابر (HgS)، آلگار (AsS) و اریمانت (As_2O_3) هر یک تأییدی بر احتمال پدیده کانی‌سازی خود این کانی‌ها و نیز طلاست، اگرچه طلای ناتپو در نمونه‌های اخذ شده به دلیل خطای بالای آماده‌سازی از نمونه آماده‌سازی حذف و مورد شناسایی قرار نگرفته باشد. حضور کانی‌های کانسارساز همچون گالن، اسفالریت، همی‌مورفیت، باریت و غیره که به عنوان کانی‌های پاراژنز کانی‌سازی سرب و روی محسوب می‌شوند و یا کانی‌هایی همانند ژاروسیت ($KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$)، که نماینده حضور پدیده آلتراسیون‌های هیدروترمالی و یا کانی‌سازی‌هایی از نوع جانشینی (replacement deposits) به همراه کانی باریت، فیروزه و گالن می‌باشند نیز می‌تواند نشان‌دهنده انطباق با آنومالی‌های عناصر سرب و روی بوده که ضمن تأیید صحت عملیات اکتشافی تأییدی بر حضور کانی‌سازی‌های فوق‌الذکر در حوضه آبگیر نمونه‌های بالادست است.

همانگونه که قبلاً اشاره گردید کانی‌های اسمیت‌زونیت، کانی‌ثانویه روی ($ZnCO_3$) و یا سروزیت ($PbCO_3$)، کانی‌ثانویه سرب به همراه گالن، آزوریت و ملاکیت نشان‌دهنده حضور زون اکسیدی در پدیده‌های کانی‌سازی هیدروترمالی از نوع جانشینی هستند به همین دلیل مطالعه و شناسایی کانی‌های سنگین اقتصادی فوق‌الذکر ضمن تأیید صحت عملیات اکتشافی می‌توانند به عنوان کانی‌های ردياب در کشف و شناسایی رگه‌ها و زون کانی‌ساز در سنگ‌های بالادست باشند که در مرحله کنترل آنومالی‌ها، نقش کلیدی و راهنما را در کنترل حوضه آبگیر بالادست نمونه‌ها بازی می‌نمایند.

3-3- مطالعات آماری کانی‌های سنگین

3-3-1- محاسبه پارامترهای آماری و بررسی اطلاعات آماری

اطلاعات در مورد نحوه توزیع داده‌ها و دستیابی به پارامترهای آماری اولین گزینه‌ای است که به عنوان بهترین و جامع‌ترین اطلاعات آماری فراروی داده‌پردازان قرار می‌گیرد. این اطلاعات نحوه تمایل به میانگین، پراکندگی داده‌ها در حول میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه و تشابه یا تمایز آن با یک توزیع نرمال را به طور فشرده در یک جدول به نمایش می‌گذارد. این مقادیر برای تمام نمونه‌های کانی‌سنگین در این پروژه محاسبه گردیده که نتایج آن در جدول شماره 16 آمده است.

جدول 16- پارامترهای آماری داده‌های مربوط به نتایج کانی‌سنگین

Statistics		Magnetite	Apatite	Zircon	Rutile	Sphene	Leucoxene	Barite	Pyrite
N	Valid	303	303	303	303	303	303	303	303
Mean		45.28	1.80	1.56	0.01	4.56	0.03	0.19	0.08
Median		40.00	1.50	1.25	0.00	2.00	0.00	0.01	0.01
Mode		40.00	1.50	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.01
Std. Deviation		23.34	4.34	1.36	0.08	5.51	0.40	0.49	0.34
Variance		544.93	18.86	1.86	0.01	30.31	0.16	0.24	0.11
Skewness		-0.08	15.96	2.69	11.98	1.68	17.36	4.43	7.65
Kurtosis		-0.88	269.54	14.79	144.37	2.83	301.86	26.23	67.71
Std. Error of Kurtosis		0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Minimum		0.50	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum		90.00	75.00	12.50	1.00	28.00	7.00	4.50	3.80
Percentiles	25.00	30.00	0.75	0.75	0.00	0.50	0.00	0.00	0.01
	50.00	40.00	1.50	1.25	0.00	2.00	0.00	0.01	0.01
	70.00	60.00	2.00	2.00	0.01	6.00	0.00	0.05	0.01
	75.00	60.00	2.00	2.00	0.01	7.00	0.01	0.10	0.03
	80.00	70.00	2.25	2.50	0.01	8.50	0.01	0.25	0.03
	90.00	80.00	3.00	3.00	0.01	12.60	0.01	0.75	0.10
	95.00	80.00	3.90	4.00	0.01	17.00	0.01	1.00	0.46
98.00	90.00	4.30	5.00	0.03	20.84	0.03	1.80	1.00	

بر اساس اطلاعات حاصله از این جدول و جدول نتایج کانی‌ها (جدول شماره-17 پیوست)، از میان 303 نمونه اخذ شده، کانی‌هایی مانند مگنتیت، هماتیت، پیریت‌اکسید، پیریت‌لیمونیت، اسفن و زیرکن تقریباً در همه نمونه‌ها مشاهده شده‌اند.

از کانی‌های با اهمیت نیز می‌توان به عنصر طلا اشاره کرد که در 40 نمونه (13٪ نمونه‌ها) با بیشترین مقدار 9 ذره طلا در نمونه KAH-179 دیده می‌شود. سینابر نیز در 7 نمونه یافت شده که مقادیر آن بین 0/01 تا 0/07 در تغییر است.

از کانی‌های گروه مس می‌توان به کوولیت (17 نمونه)، ملاکیت (36 نمونه)، مس‌ناتیو (6 نمونه)، کالکوپیریت (20 نمونه) و کالکوسیت (یک نمونه)، از کانی‌های گروه سرب و روی نیز به گالن (16 نمونه)، سروسیت (15 نمونه) و اسمیت‌زونیت (1 نمونه) اشاره کرد. بیشتر نمونه‌های دارای کانی‌های اقتصادی صرف‌نظر از بخش‌های جنوبی معدن مس مزرعه، در شمال‌غرب و شمال‌شرق روستای مزرعه و به خصوص در اطراف روستای جوان‌شیخ مقادیر بالایی دارند.

3-4- ارتباط لیتولوژیک منطقه با کانی‌های سنگین

همانطور که قبلاً اشاره شد، مطالعاتی که روی 303 نمونه کانی‌سنگین در برگه 1:25,000 صورت گرفته نشانگر وجود کانی‌های مختلفی مانند کانی‌های سیلیکاته (سیلیکات‌های آلتره، فلدسپات-کوارتز، آمفیبول، پیروکسن، اپیدوت و سیریسیت)، کانی‌های فلزی مانند مگنتیت، هماتیت، ژاروسیت، پیریت‌اکسید، پیریت‌لیمونیت و پیریت که علاوه بر آنها عناصر اقتصادی و کانی‌های مهم آنها مانند طلا، مس‌ناتیو، باریت، کوولیت، سروزیت و غیره دیده شده‌اند. بنابراین با توجه به نتایج به عمل آمده بر روی نمونه‌های کانی‌سنگین، وجود آثاری از کانی‌سازی‌های مس، سرب و روی در منطقه مشهود است. با توجه به عدم انتشار و یا انتشار ضعیف کانی‌های کربناته همچون کربنات کلسیم و دولومیت گسترش سنگ‌های کربناته در منطقه دیده نمی‌شود.

انتشاری قابل توجه از کانی‌های زیرکن، آپاتیت، اسفن، ایلمنیت و به مقدار کمتر بیوتیت نشانگر وجود گسترشی بالا از ماگماتیسیم آلکالن در این محدوده اکتشافی است.

با توجه به حضور آمفیبول و پیروکسن تقریباً در تمام نمونه‌ها (در 300 نمونه)، آپاتیت (در 27 نمونه) و ایلمنیت (در 91 نمونه)، وجود سنگ‌های ولکانیکی نیمه‌اسید تا بازیک در منطقه را نشان می‌دهد؛ و بالا بودن مقادیر کانی‌هایی نظیر آپاتیت، زیرکن، اسفن و روتیل به احتمال زیاد در ارتباط با سنگ‌های نفوذی نیمه‌عمیق و عمیق در منطقه می‌باشد. این سنگ‌ها هم پتانسیل کانی‌سازی داشته و هم به عنوان جایگاه مناسبی برای کانی‌سازی‌های احتمالی مطرح بوده و وجود آثاری از کانی‌سازی‌های مس (به صورت کوولیت، ملاکیت، مس‌ناتیو و کالکوپیریت) احتمالاً در ارتباط با این واحدها می‌باشند. لذا با

توجه به موقعیت نمونه‌های دارای کانی‌سازی، غالب آنها در انطباق با مناطق دارای لیتولوژی سنگ‌های آذرین گرانیت، گرانودیوریت، آندزیت و داسیت همراه با توف‌های اسیدی می‌باشند.

با در نظر داشتن این موضوع که کانی سینابر به ندرت در طبیعت مشاهده می‌شود، در نمونه‌های محدوده برگه کلیبر نیز عموماً در حد چند ذره (1 تا 2 ذره)، و غالباً به صورت نیمه گردشده تا نیمه زاویه‌دار بوده و نشان‌دهنده این است که مسافت کمی را طی کرده‌اند. این کانی نیز ردیاب بسیار مناسبی جهت طلا می‌باشد و معمولاً در توده‌های معدنی همراه پیریت، آنتیموان، کوارتز و کربنات‌های برشی شده و دما پایین تشکیل می‌شود.

کانی‌های آهن‌دار مانند مگنتیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت و مارتیت پراکندگی متفاوتی داشته و درصد آنها در فراکسیون AA و AV متغیر است. با توجه به حضور این کانی‌ها در اکثر نمونه‌های ورقه کلیبر شماره 1، نمی‌توانند به عنوان معرف کانی‌سازی آهن مورد توجه قرار گیرند اما احتمال اینکه بتوان افزایش آنها را با زون‌های کانی‌سازی مرتبط دانست، وجود دارد. به ویژه اینکه وجود کانی‌های خانواده سرب و روی، مس، طلا و حتی ردیاب‌هایی مانند آرسنیک و جیوه نشان‌دهنده اهمیت دوچندان آنهاست که نیاز به کنترل دقیق نمونه‌های بالادست و آبراهه‌های آنها الزامی است.

در مجموع با توجه به نتایج ارائه شده بنظر می‌رسد که کانی‌سازی‌های احتمالی در برگه 1:25,000 کلیبر 1 به صورت رگه‌ای و با ژنز هیدروترمالی باشند که غالب آنها از نوع کانی‌سازی مس، طلا و کمی ضعیف‌تر سرب و روی همراه باریت می‌باشند.

3-5- انتشار کانی‌های سنگین

در این بخش از گزارش ضمن تهیه نقشه‌های پراکندگی برخی از نمونه‌های کانی‌سنگین که دارای عیاری بیش از چند گرم‌درتن بوده‌اند نقشه انتشار کانی‌های سنگین کانسارساز که فقط در حد چند ذره (pts) در نمونه مشاهده گردید، تهیه شده است.

علاوه بر تهیه نقشه‌های آنومالی و یا انتشار کانی‌های سنگین منشأ و ارتباط زون‌های آنومالی کانی‌های سنگین با پدیده‌های احتمالی کانی‌سازی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

3-5-1- انتشار کانی‌های گروه سرب و روی

عمده‌ترین کانی‌های این گروه شامل گالن (PbS)، میمیتیت $(Pb_5(AsO_4)_3Cl)$ ، سرب طبیعی (Native lead) است، که گالن بیشترین تمرکز را در محدوده شمال، جنوب و نواحی شرقی و غربی روستای جوان‌شیخ تا محدوده کردلقان واقع در حاشیه مرکزی محدوده اکتشافی دارد. قابل ذکر است که تمرکز کانی‌های سرب انطباق جامعی با آنومالی‌های سرب، نقره و آنتیموان بویژه در محدوده روستای جوان‌شیخ دارد (نقشه شماره 40).

باریت ($BaSO_4$) یکی از کانی‌های پارازنز کانی‌سازی سرب و روی می‌باشد که از انتشار و تمرکز بالایی برخوردار است. تقریباً در تمامی نمونه‌های کانی و سنگ‌ها حضور باریت در حد چند صدم گرم گزارش شده است. لازم به ذکر است که محدوده آنومالی‌های درجه یک باریت منطبق بر محدوده حاوی کانی‌های سرب می‌باشد.

میمیتیت، اسمیت‌زونیت و سروزیت دیگر کانی‌های گروه سرب و روی هستند که از تمرکز بالایی برخوردار می‌باشند.

3-5-2- انتشار کانی‌های گروه مس

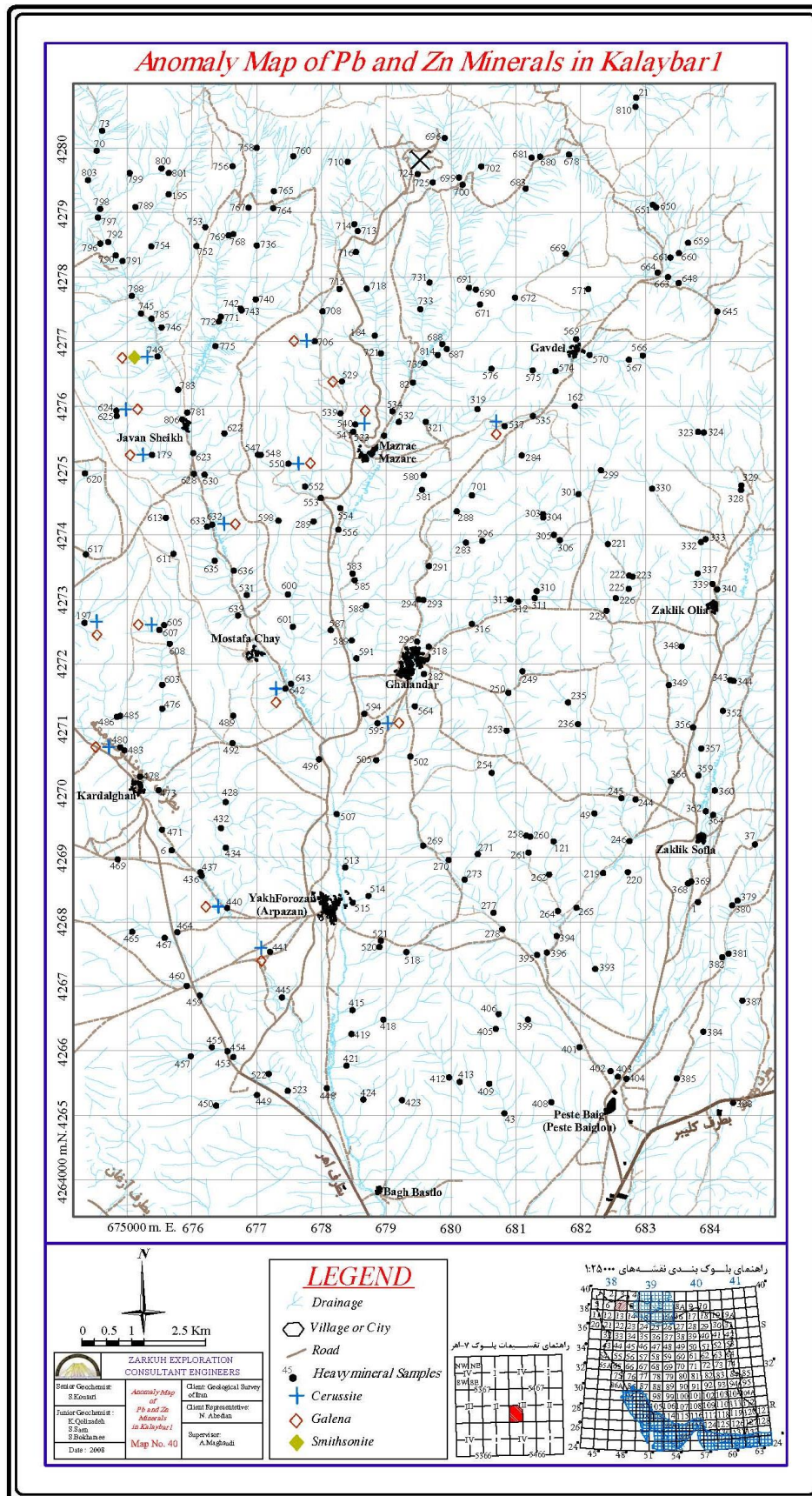
مس به صورت ملاکیت، مس‌ناتیو، کوولیت، کوپریت و کالکوپریت نیز از انتشار بالایی برخوردار است. بیشترین تمرکز این کانی‌ها واقع در محل روستاهای مزرعه، جوان‌شیخ و کردلقان است (نقشه شماره 41).

شلیت ($CaWO_4$) و ولفرامیت مهمترین کانی تنگستن بوده که در محدوده اکتشافی بویژه در محدوده روستای جوان‌شیخ تا روستای کردلقان از انتشار بالایی برخوردار هستند.

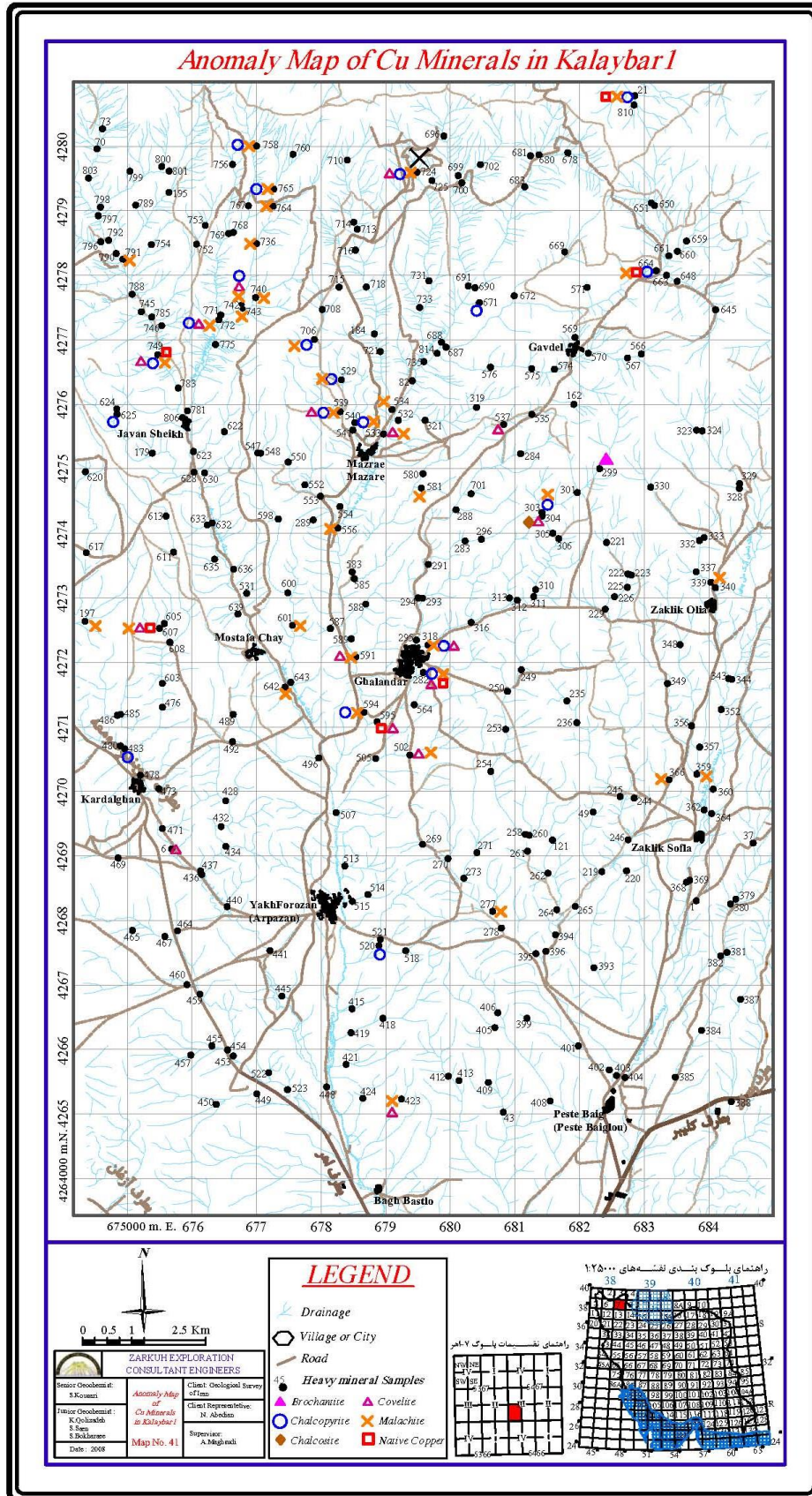
3-5-3- انتشار کانی‌های گروه طلا

طلای آزاد یکی از کانی‌های اقتصادی مهمی است که از انتشار قابل توجهی در محدوده اکتشافی برخوردار است. از مجموع 228 نمونه کانی‌سنگین در 38 نمونه یعنی در 16/6٪ کل نمونه‌ها، طلا به صورت آزاد شناسایی شده که اکثراً به صورت Lumpy, Film, Spongy دیده شده است.

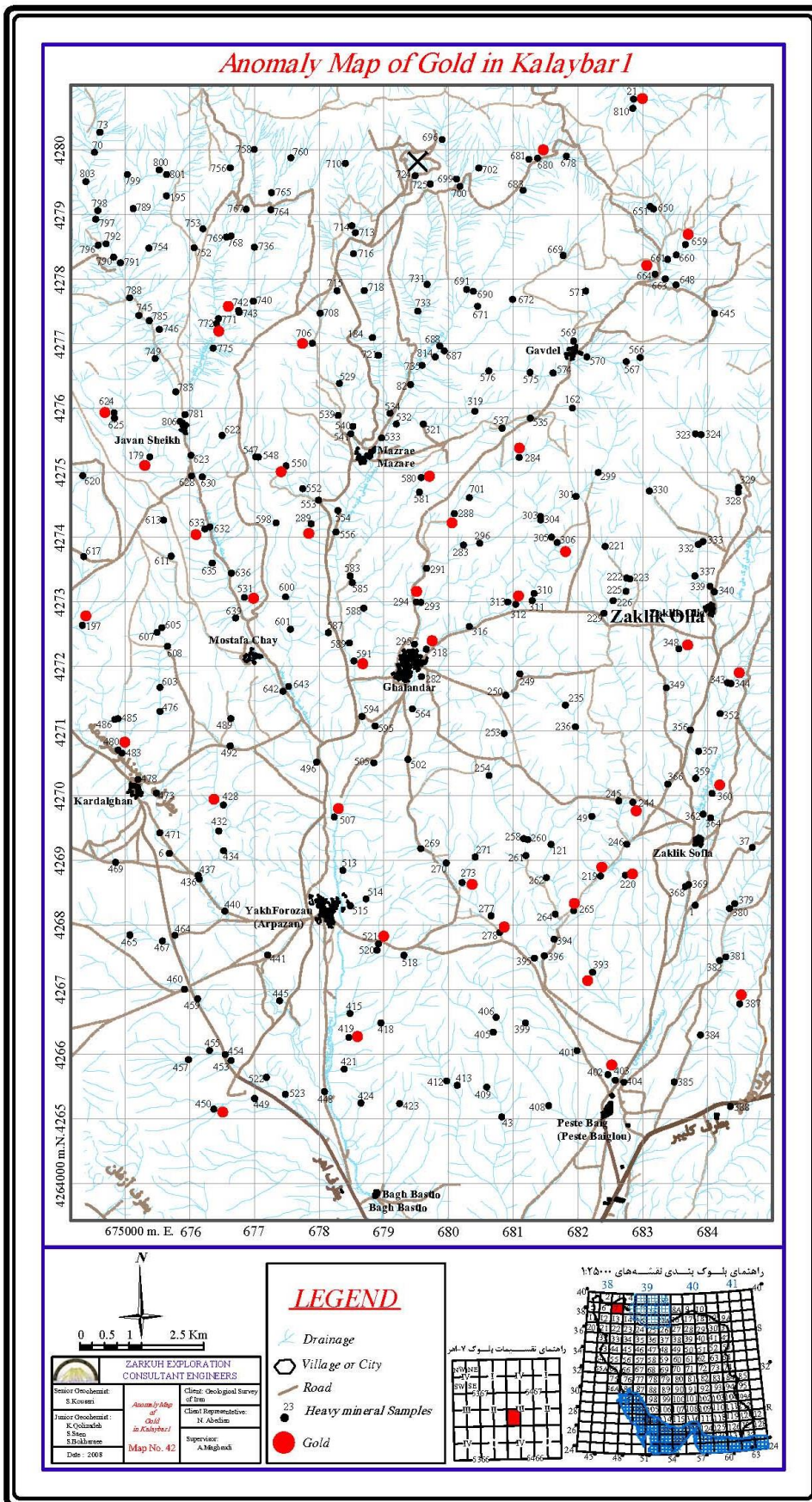
طلا بیشترین انتشار و انطباق را با محدوده آنومالی‌های عنصری خود دارد، به طوری که در محور روستاهای زکلیک‌علیا و سفلی و همچنین در محور روستاهای جوان‌شیخ و کردلقان این تمرکز نیز مشاهده می‌گردد (نقشه شماره 42).



نقشه 40- نقشه ناهنجاری های کانی سنگین سرب و روی



نقشه 41- نقشه ناهنجاری های کانی سنگین مس



نقشه 42- نقشه ناهنجاری‌های کانی سنگین طلا

سینابر به عنوان کانی پاراژنز طلا نیز دارای همپوشانی با محدوده انتشار طلاست. این ارتباط بیشتر در محدوده انتشار کانی‌های سرب و روی می‌باشد.

در یک جمع‌بندی کلی انتشار کانی‌های سنگین اقتصادی نه تنها نشانگر صحت یافته‌هاست، بلکه تأییدی بر حضور برخی پتانسیل‌های کانی‌سازی اقتصادی نیز می‌باشد. نقشه انتشار آنومالی‌های گروه آهن و باریت نیز در پیوست (نقشه 43، نقشه 44، نقشه 45، نقشه 46- پیوست) آورده شده است.

فصل چاره
تعبیر و تفسیر

فصل چهارم - تعبیر و تفسیر

1-4- منشأ و نوع کانی‌سازی زون‌های کانی‌ساز (آنومالی‌ها)

محاسبات همبستگی خطی، خوشه‌ای (Cluster analysis) و محاسبات چند عاملی (Factor analysis) روابط زایشی و کانی‌سازی بین عناصر را تا حدودی مشخص می‌نمایند. بر اساس جدول شماره 13، ضریب همبستگی طلا با بیسموت، مس، قلع و تنگستن به ترتیب برابر با $(r=0.467)$ ، $(r=0.265)$ ، $(r=0.299)$ و $(r=0.254)$ بوده و رابطه چندان قوی و قابل توجهی با دیگر عناصر نشان نمی‌دهد؛ لذا ملاحظه می‌گردد که اگرچه ضرایب همبستگی طلا و عناصر فوق‌الذکر کم و ضعیف است ولی همین ارقام نشان‌دهنده رابطه زایشی طلا و دیگر عناصر پارائز آن از نوع کانی‌سازی هیدروترمالی می‌تواند باشد. یکی از دلایل عدم شدت همبستگی طلا با دیگر عناصر، احتمالاً مربوط به خطای بالای تجزیه این عنصر است.

ضرایب همبستگی خطی عناصر سرب و روی قابل توجه بوده که در واقع بیان‌کننده مقادیر بالای این عناصر در محدوده‌های مورد مطالعه و کانی‌سازی عناصر سرب و روی هستند، که این کانی‌سازی‌ها با توجه به اطلاعات بدست آمده از نتایج بیشتر به کانی‌سازی نوع هیدروترمالی سوق پیدا می‌کند. در یک جمع‌بندی مطالب فوق ارتباط تنگاتنگ برخی از عناصر کانسارساز و عناصر نادر با عناصر سنگ‌ساز منطقه را تأیید می‌نمایند. ناگفته نماند که عدم ارتباط زایشی برخی عناصر اغلب در رابطه با نوع نمونه (رسوب رودخانه‌ای) اخذ شده می‌باشد و نه اختلال در سیستم کانی‌سازی.

محاسبات چندعاملی (Factor Analysis) ارتباط زایشی عناصر و تیپ کانی‌سازی‌های احتمالی را نیز بگونه‌ای بهتر و در یک فضای چند بعدی نشان می‌دهد (جدول شماره 14). در فاکتور شماره F1 (Rotated Component Matrix) عناصر کانسارساز درجه حرارت پایین، Cd, Pb, Sb, Zn, As, Tl تمرکز یافته‌اند، که طبق آن محدوده انتشار آنومالی‌های این فاکتور منطبق بر محدوده روستای جوان‌شیخ می‌باشد. نکته قابل ذکر این است که آنومالی‌های درجه یک سرب و روی پدیده کانی‌سازی پلی‌متال سرب و روی را تداعی می‌نماید، کانی‌های سنگین همین عناصر مثل کانی‌های فلورین، سروزیت، اسمیت‌زونیت، میمیتیت و طلای آزاد هستند.

در فاکتور F2، آهن، وانادیوم، تیتانیوم و کبالت که احتمالاً در رابطه با کانی‌سازی‌های محدوده‌های گادول و شمال زکلیک‌علیا و سنگ‌های بازیک بوجود آمده‌اند.

کروم و نیکل به عنوان فاکتور شماره 3 اغلب در رابطه با کانی‌های سنگ‌ساز واحدهای سنگی لاوهای آندزیتی هستند؛ قابل توجه است که در این محدوده هیچگونه آنومالی قابل توجهی شناخته نشده است.

مس، طلا و بیسموت با بیشترین ضرایب فاکتوری در فاکتور 5 تمرکز یافته‌اند. محدوده گسترش این فاکتور واقع در حاشیه شمال روستاهای مزرعه و جوان‌شیخ است. در این محدوده آنومالی‌های درجه یک مس، طلا، بیسموت، تنگستن و مولیبدنیوم از تمرکز بالایی برخوردار هستند. کانی‌های سنگین ملاکیت و شلیت بطور پراکنده در این محدوده‌ها نیز مشاهده می‌گردند.

فاکتور هفت شامل کبالت و نقره و فاکتور شش دارای عناصر باریوم، گوگرد و تلیوم، فاقد توجهی منطقی از نظر انطباق و انتشار بر واحدهای سنگی محدوده می‌باشند و اغلب می‌توانند در ارتباط با کانی‌های سنگ‌ساز سنگ‌های ولکانیکی باشند و نه پدیده‌های کانی‌ساز.

نتیجه حاصل از ارایه بحث فوق، حضور حداقل دو الی سه نوع کانی‌سازی در محدوده اکتشافی است. کانی‌زایی طلا در برخی مناطق بویژه در محدوده‌های کانسار مس مزرعه با کانی‌سازی‌های مس در ارتباط است که احتمالاً به علت همبستگی با عناصری مانند بیسموت و تنگستن می‌توان نوع کانی‌سازی‌ها را از نوع درجه حرارت متوسط هیدروترمالی دانست و همچنین در محدوده روستای جوان‌شیخ نیز با کانی‌سازی‌های هیدروترمالی دما پایین سرب و روی دیده می‌شود.

حضور طلا در اکثر نمونه‌های ژئوشیمی مس‌آله‌ای قابل بحث است. طلا با مقادیر حداقل 0.75ppb و حداکثر 1280ppb با میانگین 20.6ppb از انتشاری لگاریتمی برخوردار بوده که تقریباً منطبق بر اکثر واحدهای سنگی در محدوده اکتشافی می‌باشد.

آنومالی‌های طلا در محدوده گوشه جنوب‌شرقی انطباق خوبی با طلای آزاد کانی‌های سنگین دارد. واحدهای سنگی این محدوده شامل رخساره‌هایی از ولکانیک‌های ائوسن محتوی گدازه‌های آندزیتی، آندزیت لیتیک‌توف و غیره است. شاید محور زکلیک‌علیا و سفلی غنی‌ترین زون آنومالی طلا همراه با طلای آزاد باشد که انتشاری قابل توجه از کانی‌های زیرکن، آپاتیت، اسفن، ایلمنیت و به مقدار کمتر بیوتیت نشانگر وجود گسترشی بالا از ماگماتیسیم آلکالن در این محدوده اکتشافی است.

وجود آثاری از کانی‌سازی‌های مس (به صورت کولیت، ملاکیت، مس‌ناتیو و کالکوپیریت) در ارتباط با این واحدها می‌باشند. نمونه‌های دارای کانی‌سازی مس، انطباق جامعی با سنگ‌های آذرین گرانیت، گرانودیوریت، آندزیت و داسیت همراه با توف‌های اسیدی دارند.

حضور کانی سینابر در نمونه‌های کانی‌سنگین در حد چند ذره (1 تا 2 ذره)، نشان‌دهنده این است که مسافت کمی را از منشاء کانی‌سازی طی کرده‌اند، که مبین نزدیکی احتمالی تا منشاء کانی‌سازی طلاست. این کانی معمولاً در توده‌های معدنی همراه با کانی‌های دما پایین و متوسط مثل کانی‌های آنتیموان و بعضاً سرب و روی تشکیل می‌شود. آنومالی‌های سرب و روی منطقه در محدوده روستای جوان‌شیخ می‌تواند از این نوع باشد.

انطباق آنومالی‌های طلا با آنومالی‌های مس، مولیبدنیوم و بیسموت و همچنین با آنومالی‌های سرب و روی، نشانگر حداقل دو تیپ کانی‌سازی برای طلاست، که یکی طلا با کانی‌های مس و دیگری کانی‌سازی با کانی‌های سرب و روی می‌باشد.

4-2- رابطه آنومالی‌ها با هاله‌های دگرسانی

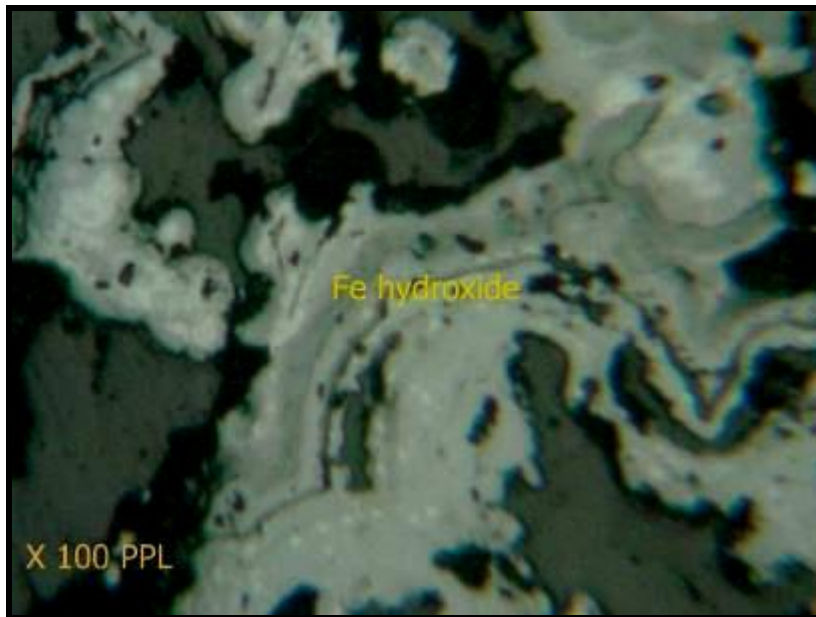
از نظر رخداد دگرسانی شاید بتوان گفت که آلتراسیون غالب در محدوده اکتشافی اکثراً از نوع سیلیسیفیکاسیون باشد که به شدت در منطقه گسترش دارد. در مرحله کنترل آنومالی‌ها تعداد 103 نمونه چکشی از مجموعه رگه‌ها، زون‌های آتره و کانی‌ساز به صورت چکشی برداشت شده است (جدول 18-پیوست). تمامی نمونه‌ها برای تجزیه عنصری به روش ICP (جدول 19-پیوست) و برخی جهت تشخیص نوع کانی‌سازی به صورت مقاطع صیقلی و تعدادی نیز به روش XRD مطالعه شده‌اند.

در محدوده شمال‌شرق روستای زکلیک‌سفلی چندین نمونه به شماره‌های 4, 5, 6, 7-KLD- مورد مطالعات XRD و نمونه‌های 35-KLM تا 45-KLM مورد تجزیه عنصری قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل نشان‌دهنده حضور آلتراسیون از نوع سلیسی همراه با کانی‌های فرعی همچون مسکویت، ایلیت، آلونیت و ژاروسیت می‌باشد؛ آلتراسیون آرژیلی به عنوان آلتراسیون غالب در منطقه در بیشتر نقاط محدوده مورد مطالعه مشاهده می‌شود به خصوص در اطراف روستای قلندر این آلتراسیون به شکل گسترده و واضح نمود پیدا کرده است (تصویر شماره 3). تشکیل سیلیس به صورت توده‌ای و در اکثر نقاط دارای آغشتگی‌هایی از اکسید آهن است. نمونه شماره 14-KLP به صورت مقطع صیقلی مورد مطالعه قرار گرفته است (تصویر شماره 4). نتایج مطالعاتی نشان‌دهنده حضور اکسید آهن بوده که سطح کانی را کاملاً پوشانده است. در این نمونه در اثر فعالیت‌های هوازدگی نوارهایی از اکسید آهن اکثر خلل و فرج ایجاد شده را پر کرده‌اند، این نمونه فاقد هر نوع دیگری از کانی‌های فلزی است.

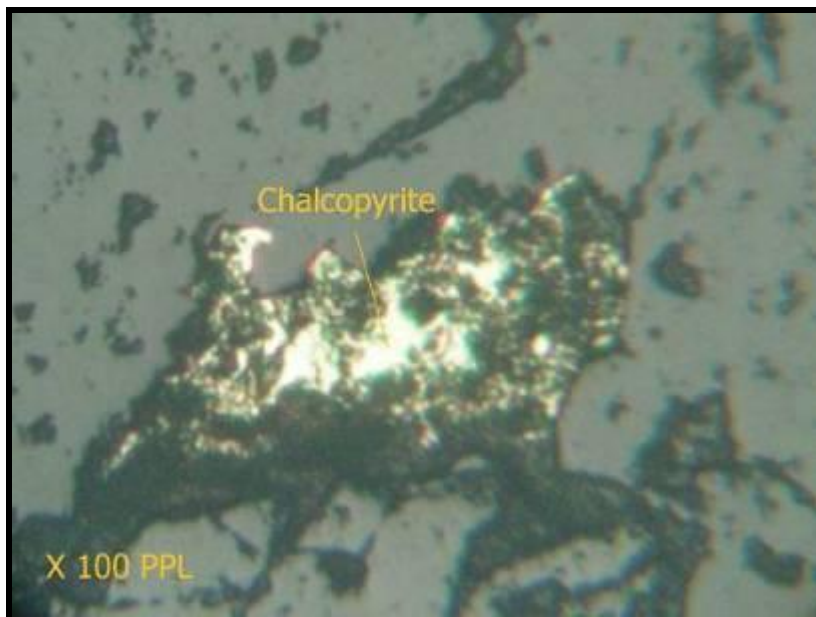


تصویر 3- آلتراسیون آرژیلی گسترده در سنگ‌های آذرین اطراف روستای قلندر (دید به سمت شمال‌شرق).

در محدوده شمال و شمال‌شرق گاودل نمونه‌های KLM-20 تا KLM-28 از رگه‌ها و زون‌های کانی‌ساز اخذ گردیده است. تجزیه‌های عنصری نشان‌دهنده حضور کانی‌سازی مس با عیارهای 1950ppm و 2590ppm در نمونه‌های KLM-25, 26 و همچنین طلا با حداکثر عیار 459ppb در نمونه شماره KLM-28 است، چهار نمونه در همین محدوده نیز به شماره‌های KLP-9, 10, 11, 12 مورد مطالعات کانی‌شناسی قرار گرفته‌اند (تصویر شماره 5)، که کانی‌های اکسید آهن، اکسید تیتانیوم، هماتیت و کالکوپیریت در اکثر آنها قابل مشاهده‌اند. لازم به ذکر است که آنومالی‌های این عناصر به ویژه آهن و طلا از گسترش قابل توجهی برخوردار هستند. در این محدوده آلتراسیون آرژیلی همراه با آلتراسیون محدود سیلیس مشاهده می‌شود.



تصویر 4- اکسیدهای آهن سطح نمونه را در فراگرفته است (نمونه KLP-14).



تصویر 5- در این نمونه کالکوپیریت به صورت بی‌شکل دیده می‌شود (نمونه KLP-10).

در گوشه شمال غرب محدوده اکتشاف (شمال روستای جوان‌شیخ) زون گسترده‌ای از آنومالی‌های مس، طلا و تنگستن قرار دارد که با کانی‌های سنگین مثل طلاهای آزاد، مالاکیت، کالکوپیریت، کولیت، باریت، شلیت و دیگر کانی‌های گروه مس همراه می‌گردند. مطالعات کانی‌شناسی و آلتراسیون نمونه‌های

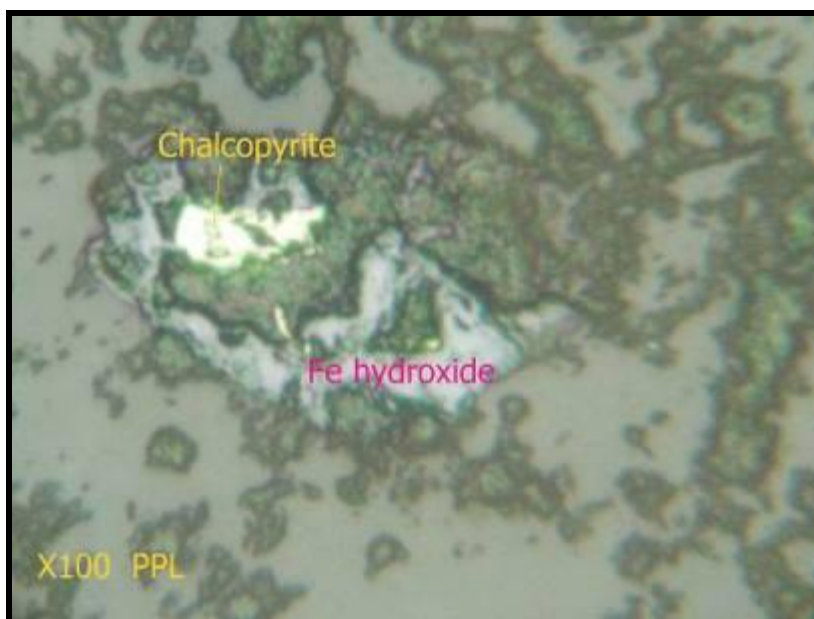
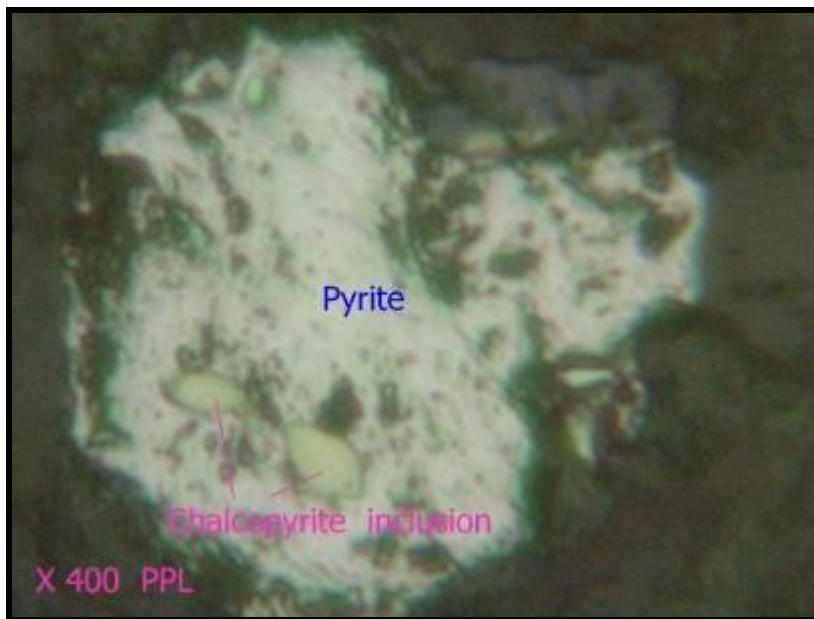
برداشت شده مقادیر بالایی از عیار مس (بین 1020-7710 ppm) و طلا (بین 18-219 ppb) را نشان می‌دهند.

در نمونه KLP-15 که از واحد سنگی گرانیت و گرانودیوریتی برداشته شده است، کانی‌های مگنتیت، پیریت و کالکوپیریت از گسترش قابل توجهی برخوردار است (تصویر شماره 6). اکثر نمونه‌های تجزیه شده به روش XRD (جدول شماره 20) نشان‌دهنده کانی‌های کوارتز، موسکویت، آلیت، مونتموریونیت و اورتوکلاز به عنوان فاز اصلی و کانی گوتیت در فاز فرعی می‌باشند. همراهی آلتراسیون‌های مذکور و گسترش سنگ‌های گرانیت، گرانودیوریت و تراکیت آندزیت و همچنین انطباق آنها با آنومالی‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین همچون مس و طلا، حضور برخی زون‌های کانی‌سازی را مستدل می‌سازد. این آنومالی‌ها، با توجه به نزدیکی آنها به محدوده معدن مزرعه می‌توانند به عنوان یکی از زون‌های پتانسیل‌دار مورد اکتشافات نیمه‌تفصیلی قرار گیرد.

جدول 20- نتایج آنالیز XRD نمونه‌ها

Sample	Mineral		
	Major Phases	Minor Phases	Trace Phase
KLD-1	Qz, Ka	Natro Ja, Mo	-----
KLD-2	Qz, Ka	Natro Ja, Or, Mo	-----
KLD-3	Cr, He	Ka, Al	-----
KLD-4	Qz	Mus, Ill, Natro Al	-----
KLD-5	Qz, Mus, Ja	-----	-----
KLD-7	Qz, Al	-----	-----
KLD-8	Qz, Mus	Go	-----
KLD-9	Qz, Mus, Alb	-----	-----
KLD-10A	Qz, Mo, Or, Alb	-----	-----
KLD-10B	Qz, Mo, Or, Alb	-----	-----
KLD-11	Or, Alb, Qz	Mo	Mus
KLD-12	Or, Alb, Qz	-----	Ho

.Qz: Quartz. Ka: Kaolinite. Natro Ja: Natrojarosite. Mo: Montmorillonite. Or: Orthoclase. Cr: Cristobalite
.He: Hematite. Al: Alunite. Mus: Muscovite. Ill: Illite. Natro Al: Natroalunite. Go: Goethite. Alb: Albite
.Ho: Hornblende



تصویر 6- کانی‌های موجود در این نمونه شامل پیریت، کالکوپیریت و منیتیت است که فراوانی منیتیت در این نمونه حدود 5٪ می‌باشد (نمونه KLP-15).

در محدوده روستای جوان‌شیخ آنومالی‌های عنصری سرب و روی، مس و آرسنیک همراه با کانی‌های سنگین طلا، سروزیت، اسمیت‌زونیت، فلورین، بورکانتیت و.... دیگر کانی‌های گروه مس از تمرکز بالایی برخوردار هستند. تجزیه‌های عنصری برخی از نمونه‌ها (نمونه‌های شماره 86, 91 KLM) عیار قابل توجهی از مس (6150, 13600 ppm) و طلا (652 ppb, KLM-91) را نشان می‌دهند. مقدار

سرب و روی در نمونه اخیر 130 و 1320 ppm بوده که در واقع می‌تواند، تأییدکننده نتایج آنالیز و احتمال حضور کانی‌سازی رگه‌هایی از نوع پلی‌متال باشد.

مطالعه مقاطع صیقلی در چهار نمونه حضور کانی‌های پیریت، کالکوپیریت، مگنتیت و اکسیدهای آهن را تأیید کرده‌اند (تصاویر شماره 7 تا 10).

اگرچه در محدوده جوان‌شیخ، کانی‌زایی شاخصی ملاحظه نمی‌گردد ولی انطباق آنومالی‌های ژئوشیمیایی با کانی‌های سنگین و نتایج مطالعات مقاطع صیقلی گویای حضور کانی‌سازی احتمالی سرب و روی همراه با طلاست که ادامه اکتشاف را توجیه‌پذیر می‌سازد.

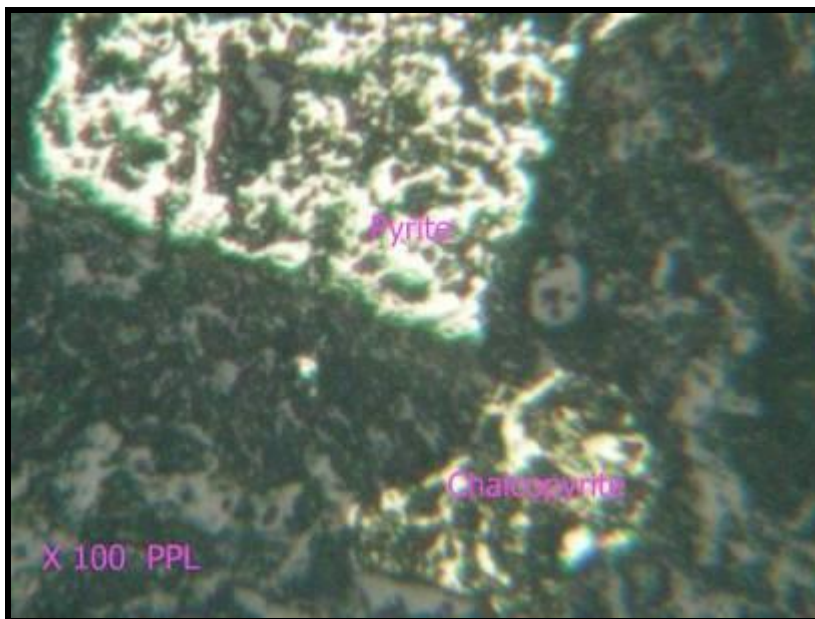


تصویر 7- در این تصویر آثاری از کانی‌سازی کربناته مس در سطح گسل قابل مشاهده است (نمونه KLM-56)

که دو مقطع صیقلی از این محدوده برداشت شده است).



تصویر 8- رگه معدنی که نمونه KLM-84 از آن برداشت شده است.



تصویر 9- در مقطع KLP-18 پیریت و کالکوپیریت قابل مشاهده هستند.



تصویر 10- پیریت و هماتیت و هیدروکسیدهای آهن کانه‌های فلزی موجود در این نمونه هستند (مقطع شماره

(KLP-19).

در محدوده شمال، شمال شرق و شرق روستای کردلقان آنومالی گسترده‌ای از آنتیموان و بطور محدودتری آنومالی طلا و روی واقع در شمال و غرب این روستا قرار دارند. نمونه‌های مینرالیزه تجزیه شده در این محدوده فاقد عیارهای قابل توجهی از عناصر است بطوریکه مهمترین عیار مربوط به طلا با 60 ppb و آرسنیک با 67 ppm می‌باشد؛ ولی نمونه‌های کانی‌سنگین نشان‌دهنده حضور کانی‌هایی چون گالن، پیریت، سینابر، طلا، سروزیت، فلوریت، باریت، اسمیت‌زونیت، شلیت و دیگر کانی‌های گروه سرب و روی می‌باشد (تصویر شماره 11).



تصویر 11- رگه سیلیسی متخلخل همراه با پوششی از اکسید آهن.

تلفیق نتایج حاصل از نمونه‌های کانی‌سنگین و زون‌های آنومالی عنصری و همچنین انطباق این زون‌ها با واحدهای سنگی داسیت، ایگنبریت، تراکی‌اندزیت و گدازه‌های پورفیری تیک نشان از احتمال کانی‌سازی رگه‌ای پلی‌متال سرب و روی همراه با طلا را دارد. محدوده مذکور با توجه به نتایج فوق‌الذکر به ویژه کانی‌های سنگین می‌تواند یکی دیگر از اهداف اکتشافات نیمه‌تفصیلی باشد.

اگرچه در محدوده اکتشافی، معدن مس مزرعه شاخص‌ترین پتانسیل معدنی محسوب می‌شود، ولی تشابهات سنگ‌شناسی، رخساره‌های دگرسانی و حضور آنومالی‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین در محدوده اکتشافی تأییدی بر احتمال پتانسیل‌های مس، سرب و روی همراه با طلا را قویاً تأیید می‌نماید که می‌بایستی در برنامه‌های ادامه اکتشاف نیمه‌تفصیلی مدنظر قرارگیرد.

فصل پنجم

معرفی مناطق امیدبخش، نتیجه‌گیری و

پیشنهادهات

فصل پنجم - معرفی مناطق امیدبخش، نتیجه گیری و پیشنهادات

5-1- معرفی مناطق امیدبخش

انتخاب مناطق امیدبخش بر مبنای کلیه اطلاعات بدست آمده در طی پروژه کلیبر و جمع بندی آنها صورت گرفته است، این مجموعه اطلاعات شامل:

الف. مجموعه اطلاعات ژئوشیمیایی که منجر به شناخت حوضه های ناهنجار درجه اول و دوم عناصر شده است. از میان این ناهنجاری ها، توجه بیشتری به ناهنجاری های درجه اول عناصر Pb, Sb, Zn, Au, Cu, W و همپوشانی های آنها شده است.

ب. نتایج مطالعات کانی سنگین و بررسی انطباق یا عدم انطباق کانی های سنگین مهم با ناهنجاری های ژئوشیمیایی متناظر آنها.

ج. نمونه های مینرالیزه برداشت شده از سطح منطقه که نتایج آنالیز آنها در جدول شماره 19 آورده شده است. تنها نتایج آنالیز عناصر Pb, Cu و Zn در برخی از نمونه ها قابل توجه بوده است. طلا در برخی از نمونه ها نتایج خوبی را نشان داده است.

د. وضعیت زمین شناسی از دیدگاه جنس، سن و ویژگی های تکتونیکی منطقه و ارتباط احتمالی آنها با کانی سازی.

بر اساس دانسته های فوق، 5 منطقه به عنوان مناطق امیدبخش انتخاب شده که در نقشه شماره 47 آورده شده است؛ در ادامه نیز به شرح مشخصات این محدوده ها می پردازیم.

5-1-1- محدوده امید بخش شماره 1

این منطقه با وسعت 2/7 کیلومتر مربع در شمال و غرب روستای جوان شیخ واقع شده است. انتخاب این محدوده بر اساس تلفیقی از داده های زمین شناسی، تکتونیک و ژئوشیمی (شامل نتایج نمونه های رسوب آبراهه ای، کانی سنگین و نمونه های مینرالیزه) صورت گرفته است. لیتولوژی غالب محدوده شامل گدازه های آندزیتی به همراه توف های برشی، آندزیت در بخش های جنوبی و مرکزی حوضه و گدازه های تراکیتی و تراکی آندزیتی در بخش های شمالی حوضه گسترش دارند. نتایج حاصل از آنالیز نمونه های XRD بیانگر وجود آلتراسیون آرژیلیکی در حوضه است که واحدهای ولکانیک را تحت تأثیر قرار داده است. گسل ها در جهات مختلف مشاهده شده و عمدتاً تمامی واحدها را قطع می کنند. ناهنجاری های عمده در این منطقه امیدبخش شامل ناهنجاری های درجه اول As, Sb, Zn, Cu, Pb

می‌باشند که در نتایج کانی‌سنگین نیز ذراتی از طلا، کانی‌های اقتصادی مس، سرب و روی مانند کوپریت، مالاکیت، کالکوپریت، گالن و اسمیت زونیت دیده شده‌اند.

در این منطقه نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده مقادیر بالایی از Pb, Zn, Cu را نشان داده‌اند. مقادیر Cu در چندین نمونه مینرالیزه برداشت شده از حداقل 8 تا حداکثر 2480 گرم‌درتن و میزان سرب آنها از حداقل 32 تا حداکثر 2730 گرم‌درتن در نوسان است. عیار طلا در یکی از نمونه‌ها 652 ppb گزارش شده است (جدول شماره 21).

2-1-5- منطقه امیدبخش شماره 2

این منطقه دارای وسعتی برابر با 3/6 کیلومتر مربع بوده که در شمال‌غرب روستای مزرعه واقع شده است. ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی درجه اول از عناصر Au, Cu, Mo، ناهنجاری‌های درجه دوم عنصر W, Sb در این منطقه دیده شده‌است. بخش عمده‌ای از منطقه امیدبخش شماره 2 را واحدهای دیوریت-بیوتیت دیوریت، گرانیت-گرانودیوریت می‌پوشاند. در این واحدها عمدتاً آلتراسیون آرژیلیک و به مقدار جزئی در برخی نقاط آلتراسیون پروپیلیتی مشاهده می‌شود.

از نمونه‌های کانی‌سنگین برداشت شده از این منطقه طلا در دو نمونه همراه با کانی‌های مالاکیت، کوولیت، کالکوپریت، پیریت و باریت مشاهده شده‌است (جدول شماره 22).

3-1-5- منطقه امیدبخش شماره 3

وسعت منطقه امیدبخش شماره 3، نزدیک به 2/9 کیلومترمربع در شمال‌شرق محدوده مورد مطالعه و روستای مزرعه قرار دارد. ناهنجاری‌های عمده ژئوشیمیایی شامل آنومالی‌های درجه یک و دو عناصر Au, W, Cu, Bi همراه با نمونه‌های کانی‌سنگین دارای طلا، مالاکیت، کوولیت و کالکوپریت می‌باشد. سنگ‌های اصلی تشکیل‌دهنده منطقه بیشتر توف‌های برشی و حدواسط، گدازه‌های بازالتی و گرانیت-گرانودیوریت می‌باشد (جدول شماره 23).

جدول 21- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 1

ردیف	نوع نمونه	شماره نمونه	X	Y	Au	As	Cu	Pb	Ag	Sb	Zn
					ppb	ppm					
1	Geochemical Samples	KAG-179	675384	4275243	16	52.5	27	105	0.57	8.1	264
2		KAG-186	676145	4276443	3	98	34.5	29.3	0.36	7.6	153
3		KAG-187	675659	4276756	2	16.1	53.7	21	0.14	1.3	103
4		KAG-189	676145	4276443	3	5.5	76.5	8.2	0.09	1.2	75.2
5		KAG-213	675982	4275530	197	86.4	29.4	128	0.53	4.9	317
6		KAG-214	676022	4276027	83	64.2	54.2	92.2	0.55	10.6	376
7		KAG-525	676588	4276076	30	67.7	37.9	42.7	0.35	6.1	106
8		KAG-621	675830	4275650	10	85.8	108	229	1.04	14.8	830
9		KAG-623	676020	4275280	6	73	39.3	70.9	0.58	5.5	158
10		KAG-626	675211	4275121	7	53.6	64.2	67	0.39	5.1	152
11		KAG-627	675745	4275147	4	73.1	31.7	164	0.55	7	272
12		KAG-628	676030	4274949	4	73.8	39.5	110	0.6	6.3	201
13		KAG-630	676165	4274930	6	126	58.1	31.4	0.47	8.9	124
14		KAG-780	676042	4276207	3	24.6	87.5	45.5	0.4	3.7	119
15		KAG-781	675928	4275899	3	6.5	79.3	16.7	0.3	0.7	50.6
16		KAG-782	675395	4276702	8	16.1	31.9	32.5	0.43	3.1	87.1
17		KAG-783	675788	4276252	4	13.3	58.6	36.8	0.39	3.4	112
18		KAG-784	675703	4275913	4	19.4	43.6	48.3	0.34	4.1	132
19		KAG-806	675850	4275793	6	21.3	71.5	56	0.48	8.9	159
20		KAG-808	675368	4275862	6	21.4	40.1	50.3	0.32	5	142
1	Mineralization Samples	KLM-82	676023	4276054	33	150	156	51	1.5	23	696
2		KLM-83	676023	4276054	1	3	10	15	<0.5	2	80
3		KLM-84	676027	4276182	2	4	8	7	<0.5	3.4	92
4		KLM-85	676027	4276121	1	76	56	30	<0.5	7.2	164
5		KLM-86	676027	4276121	9	166	6150	17	2.5	11.6	144
6		KLM-87	675988	4276015	27	56	420	33	<0.5	10.2	258
7		KLM-88	675940	4275927	2	37	34	67	<0.5	6.6	214
8		KLM-89	675965	4275883	13	29	32	29	<0.5	7.2	336
9		KLM-90	675936	4275984	3	9	52	15	<0.5	13.8	232
10		KLM-91	675954	4276021	652	144	13600	130	132	24	1320
11		KLM-92	676000	4275347	2	5	20	10	<0.5	1.4	44
12		KLM-93	676157	4274887	6	225	30	9	<0.5	6.8	68
13		KLM-103	675822	4275812	13	169	2480	70	12	18.6	1820
14		KLM-104	675519	4275390	3	101	344	877	1	13.4	874
15		KLM-105	675519	4275390	9	74	66	60	1.5	12.4	542
16		KLM-106	675286	4275557	<1	9	8	44	<0.5	2.4	38
17		KLM-107	675390	4275239	24	139	132	236	5.5	16.2	804
18		KLM-108	675172	4275169	5	286	52	26	<0.5	21.4	1960
19		KLM-109	675172	4275169	45	1200	140	127	2.5	49.8	2730
	Heavy mineral Samples				Gold (ذره)		Barite (ppm)				
1		KAH-179	675384	4275243	9		Barite (1)				
2		KAH-622	676500	4275575	-----		Barite (1.5)				
3		KAH-623	676020	4275280	-----		Barite (0.5)				
4		KAH-628	676030	4274949	-----		Barite (0.5)				
5		KAH-630	676165	4274930	-----		Barite (0.25)				
7		KAH-783	675788	4276252	-----		Barite (0.03)				

جدول 22- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 2

ردیف	نوع نمونه	شماره نمونه	X	Y	Au	As	Cu	Pb	Ag	Sb	Zn
					ppb	ppm					
1	Geochemical Samples	KAG-74	676313	4279043	9.1	6	374	8.9	0.3	1.2	77.4
2		KAG-173	677287	4279981	5.5	6	228	24	0.29	0.9	139
3		KAG-174	676977	4280229	6	7	213	22.6	0.29	0.6	147
4		KAG-175	676476	4279987	6	4	120	11.7	0.16	0.4	83.3
5		KAG-192	676017	4278678	10.7	7	157	15.6	0.33	1.2	74.9
6		KAG-736	676999	4278491	4.3	5	118	16.6	0.29	0.8	174
7		KAG-751	675940	4278579	6.4	326	152	37	0.49	1.5	74.7
8		KAG-752	676070	4278482	6.8	5	115	24.2	0.26	1	59.3
9		KAG-753	676206	4278774	10.4	8	225	21.8	0.46	1.1	75.7
10		KAG-755	676640	4279339	5.5	10	179	18.1	0.34	0.8	56.9
11		KAG-756	676628	4279719	4.7	17	403	20.4	0.36	1	91
12		KAG-757	676909	4280084	4.6	6	500	19.9	0.33	0.6	93.8
13		KAG-758	676999	4280004	4	5	218	32.1	0.25	1.3	126
14		KAG-759	676874	4280267	5.4	18	595	25.5	0.41	1.3	118
15		KAG-760	677563	4279874	5.1	10	142	21.9	0.29	1.1	82.8
16		KAG-761	677346	4279706	4.1	6	167	23.9	0.35	1.2	76.8
17		KAG-762	677317	4279584	3.5	10	192	29.1	0.34	1.2	84.3
18		KAG-764	677266	4279174	4.9	15	224	19.3	0.34	0.7	68.6
19		KAG-765	677265	4279335	7.8	11	66.8	19.8	0.36	1	71.6
20		KAG-766	677003	4278930	6.8	5	108	22.9	0.5	1.3	79.4
21		KAG-767	676874	4279079	5.7	4	126	29.8	0.4	1.1	76.4
22		KAG-768	676638	4278666	6.6	8	80.6	20	0.44	1	85.5
23		KAG-769	676566	4278647	7.4	4	96.4	17.1	0.37	0.9	71.1
24		KAG-770	676605	4278710	6.8	34	127	19.8	0.38	0.9	77.4
25		KAG-771	676446	4277385	7.5	7	96.7	21.7	0.45	1.1	74.1
26		KAG-807	676822	4280575	4	3	90.9	23.5	0.19	0.8	78.9
27		KAG-809	676964	4279702	4.8	3	201	23.2	0.31	1.5	82.1
1	Mineralization Samples	KLM-53	676807	4280648	76	4	200	45	1.5	17.8	24
2		KLM-55	676823	4280600	21	24	136	15	1.5	2	28
3		KLM-56	676833	4280382	1	13	918	32	<0.5	0.2	44
4		KLM-57	676833	4280382	3	14	276	25	<0.5	0.6	38
5		KLM-58	676833	4280382	3	2	128	26	<0.5	0.6	122
6		KLM-59	676795	4280318	2	7	540	25	<0.5	0.6	44
7		KLM-60	677057	4280330	2	6	196	32	<0.5	0.4	100
8		KLM-61	676726	4280092	3	49	4180	24	3.5	0.4	34
9		KLM-62	676737	4280107	2	5	1050	11	1	0.4	24
10		KLM-63	676734	4280100	2	16	354	24	<0.5	0.2	28
11		KLM-64	677031	4279766	4	18	1070	29	1	0.8	76
12		KLM-65	677031	4279766	43	168	670	189	16.5	13.6	8
13		KLM-66	676778	4280125	2	19	2290	14	2.5	1	50
14		KLM-67	676774	4280078	1	34	1020	14	<0.5	0.2	42
15		KLM-68	676287	4278882	2	1	28	16	<0.5	0.4	24
16		KLM-69	676296	4278707	33	4	684	26	1	1.2	38
17		KLM-70	676420	4278749	4	2	74	15	<0.5	0.6	30
18		KLM-72	676349	4278886	156	219	7710	52	4.5	7.2	124
19		KLM-73	676719	4279257	3	4	100	13	<0.5	0.2	28
20		KLM-74	676800	4279172	1	3	42	15	<0.5	0.6	30
1	Heavy mineral Samples	KAH-758	676999	4280004	Cu Groups (ppm)						
2		KAH-765	677265	4279335	Chalcopyrite (0.03) , Covellite (0.01)						
					Chalcopyrite (0.01)						

جدول 23- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 3

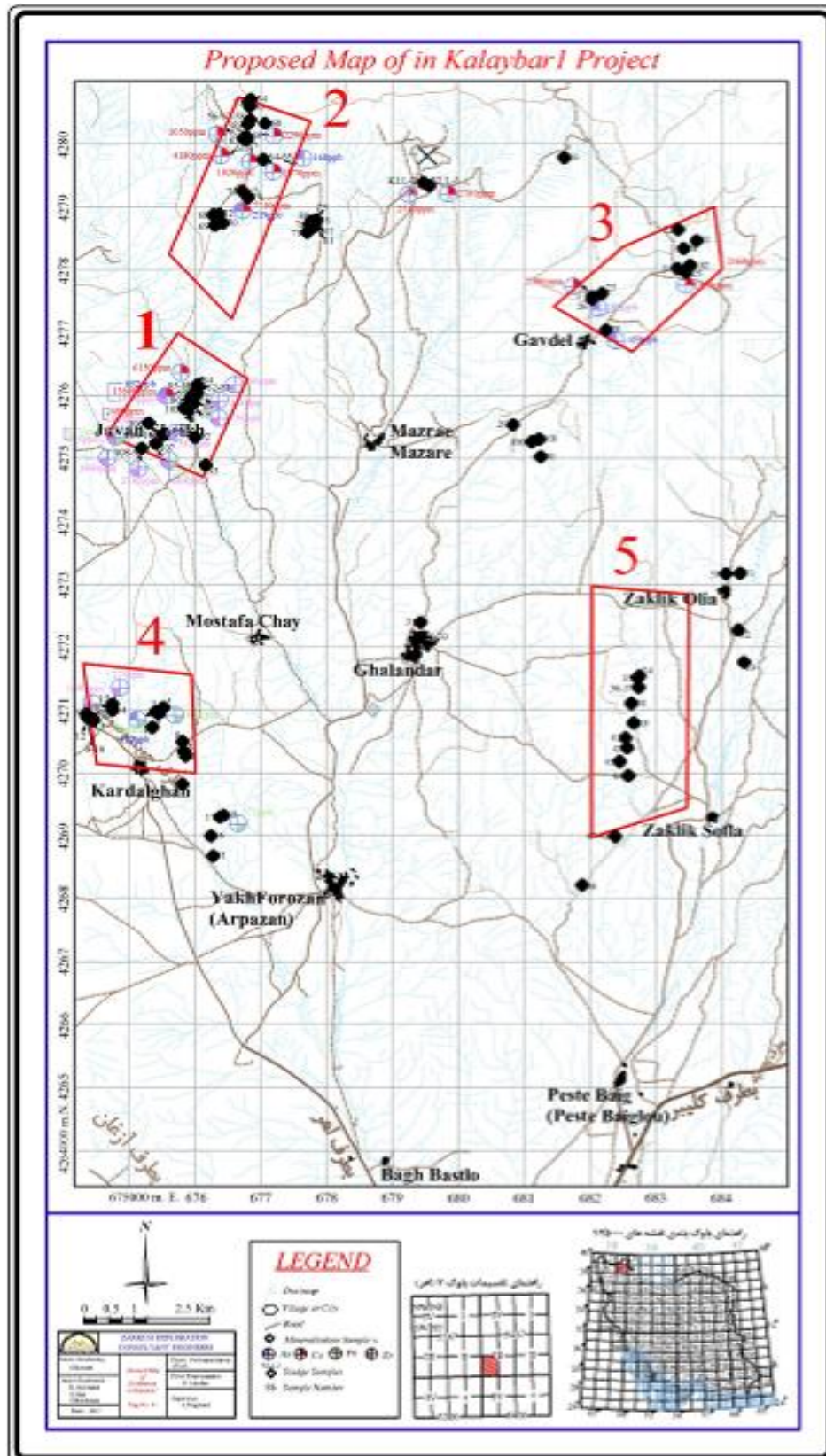
ردیف	نوع نمونه	شماره نمونه	X	Y	Au	As	Cu	Pb	Ag	Sb	Zn
					ppb	ppm					
1	Geochemical Samples	KAG-167	682250	4277000	11.6	58	133	0.4	1.74	0.6	120
2		KAG-170	682304	4277535	6.2	29	67.1	5.2	0.39	0.4	46.2
3		KAG-571	682117	4277812	8.8	990	98.2	23.8	0.7	0.6	136
4		KAG-647	683692	4277846	13.9	10	305	24	0.47	1.6	85.8
5		KAG-648	683511	4277907	7.5	10	201	18	0.33	0.9	48.7
6		KAG-652	683304	4278721	17.5	14	121	15.5	0.36	0.9	50.7
7		KAG-653	683781	4278725	60.5	7	158	28	0.53	3.8	89.5
8		KAG-658	683629	4278429	6.2	24	183	25.2	0.3	2	83.4
9		KAG-659	683655	4278532	43.6	9	194	40.1	0.42	4.3	104
10		KAG-660	683513	4278370	23.2	436	205	25.4	0.49	3	83.7
11		KAG-661	683380	4278303	8.7	681	136	16.4	0.33	1.2	44.3
12		KAG-662	683327	4278201	5.3	28	68.6	15.6	0.27	0.8	49.1
13		KAG-663	683345	4277999	8.7	11	293	20.4	0.4	1.4	84
14		KAG-664	683184	4278072	16	53	175	18.2	0.36	1.9	67.7
15		KAG-665	682786	4277997	7.4	2	89.2	18.6	0.62	0.7	88.6
16		KAG-666	682606	4277744	7.2	101	169	21.9	0.31	0.8	47.7
17		KAG-667	681948	4277451	14.4	7	166	28.1	0.42	1.8	76.4
1	Mineralization Samples	KLM-20	683425	4278336	7	4	146	6	<0.5	3.6	44
2		KLM-21	683608	4278461	25	3	46	15	1	4	52
3		KLM-22	683336	4278642	7	<1	12	11	<0.5	1.8	36
4		KLM-23	682175	4277624	49	43	54	36	<0.5	2.4	64
5		KLM-24	683326	4278018	<1	12	346	12	<0.5	0.2	34
6		KLM-25	683454	4277959	9	37	1950	5	13.5	7.8	40
7		KLM-26	682026	4277541	12	102	322	20	4.5	0.8	24
8		KLM-27	682034	4277561	2	5	2590	12	<0.5	0.4	28
9		KLM-28	682237	4277045	54	459	74	37	3.5	6	24
10		KLM-102	683517	4278072	16	29	2460	3	<0.5	6	32
	Heavy mineral Samples				Gold (ذره)	Barite (ppm)	Cu Groups (ppm)				
1		KAH-569	681929	4277037	-----	0.01	-----				
7	KAH-664	683184	4278072	3	0.01	Malachite (0.01), N.Copper(0.01), Chalcopyrite(0.01)					

4-1-5- منطقه امیدبخش شماره 4

منطقه امیدبخش شماره 4 در شمال روستای کردلقان واقع شده است. وسعت منطقه 2/4 کیلومتر مربع بوده که ناهنجاری‌های درجه 1 عناصر Au, S, Zn, Mo و آنومالی‌های درجه دو As همراه با برخی نمونه‌های کانی‌سنگین که حاوی کانی‌های اقتصادی و مهم طلا، سینابر، کالکوپیریت، گالن، سروزیت و فلوریت می‌باشد که نمونه شماره 480 تمامی کانی‌های مذکور را داراست. نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده از این حوضه نیز نشانگر مقادیر شاخصی از عناصر سرب و روی می‌باشد. لیتولوژی این منطقه غالباً شامل داسیت پورفیری، تراکیت و ایگنمبریت، گدازه‌ها و دم‌های تراکی-آندزیتی می‌باشد که آلتراسیون آرزیلی در اکثر نقاط به خصوص مناطق گسله، بیشتر سنگ‌های منطقه را تحت تأثیر قرار داده است (جدول شماره 24).

5-1-5- منطقه امید بخش شماره 5

منطقه شماره 5 با وسعت 5/4 کیلومتر مربع در شرق روستای قلندر قرار دارد. انتخاب این حوضه بیشتر براساس آنومالی‌های کانی‌سنگین و نتایج حاصل از آنها صورت گرفته است که نمونه‌های گرفته شده مقادیر خوبی از طلا (1 تا 4 ذره طلا) همراه با کانی‌های مالاکیت، کالکوپیریت، باریت و شلتیت را دارند. از آنومالی‌های ژئوشیمیایی عناصر نیز می‌توان به آنومالی‌های درجه یک طلا اشاره کرد که البته برخی از آنها متأثر از یک نمونه بوده و معمولاً زونینگ آنومالی را ندارند. در نتایج اولیه با توجه به بررسی‌های ژئوشیمیایی چندین نمونه از نمونه‌های امیدبخش تلقی شده، ولی در بررسی‌های فاز کنترل آنومالی‌ها و نمونه‌های مینرالیزه و آلتراسیون اخذ شده از منطقه خلاف این امر را ثابت کرده است. لیتولوژی این منطقه نیز غالباً داسیت پورفیری، تراکیت، ایگنمبریت و توف‌های سنگی آندزیتی با آلتراسیون آرزیلی می‌باشند (جدول شماره 25).



نقشه 47- نقشه معرفی مناطق امیدبخش در مرحله دوم

جدول 24- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 4

ردیف	نوع نمونه	شماره نمونه	X	Y	Au	As	Cu	Pb	Ag	Sb	Zn
					ppb	ppm					
1	Geochemical Samples	KAG-11	675283	4270296	61	16	46.5	47	0.57	4.6	109
2		KAG-201	675355	4270259	95.2	32	63.8	66.5	0.5	10	160
3		KAG-473	675487	4270041	76.6	7	50.3	35.6	0.36	4.7	92.8
4		KAG-474	675599	4270217	94.5	82	43.2	41.4	0.29	9.4	97.8
5		KAG-475	675275	4270184	26.2	7	75.1	45	0.54	3.8	151
6		KAG-476	675550	4271301	23.5	5	76.9	27.7	0.58	2.2	102
7		KAG-477	675557	4271559	56	9	25.5	45.3	0.46	7.1	52.4
8		KAG-478	675200	4270251	36.2	9	105	21.7	0.36	3.9	117
9		KAG-479	674967	4270447	25	3	51.6	22	0.42	1.7	434
10		KAG-480	674896	4270707	24.7	12	76.6	31.8	0.53	2.7	137
11		KAG-481	674449	4270563	34.2	2	35.8	17.7	0.49	1.7	78.6
12		KAG-483	674959	4270659	30.3	45	114	40.8	0.31	3.5	125
13		KAG-484	674993	4270990	57.6	56	122	48.4	0.28	4.9	149
14		KAG-485	674893	4271194	92.9	37	66.3	51.5	0.33	5.6	145
15		KAG-486	674880	4271190	65.9	19	95.7	33.9	0.26	6.3	124
16		KAG-487	674675	4271197	27.9	7	60.3	38.2	0.39	3.5	183
1	Mineralization Samples	KLM-2	675850	4270277	19	<1	18	18	<0.5	8	38
2		KLM-3	675834	4270348	22	3	46	13	<0.5	7.8	48
3		KLM-4	675343	4270730	67	60	42	81	<0.5	2	52
4		KLM-5	675521	4271043	136	76	44	96	<0.5	9.4	34
5		KLM-6	675422	4270958	42	6	26	403	2	49.6	32
6		KLM-7	675397	4270975	109	122	32	1870	17.5	98.4	88
7		KLM-8	675804	4270503	92	16	56	42	<0.5	9.6	48
8		KLM-9	674342	4270941	71	5	50	71	1.5	35.6	42
9		KLM-10	674342	4270941	8	3	62	6	<0.5	4.2	70
10		KLM-11	674349	4270894	18	3	84	21	<0.5	3.4	88
11		KLM-12	674396	4270868	18	3	100	24	<0.5	1.2	90
12		KLM-13	674444	4270845	11	2	66	6	<0.5	0.4	82
13		KLM-14	674745	4271005	82	41	98	34	<0.5	6.8	1400
14		KLM-15	674740	4271100	105	14	110	16	<0.5	8.2	274
	Heavy mineral Samples				Gold (ذره)	Barite (ppm)	Cu Groups (ppm)				
1		KAH-473	675487	4270041	-----	Barite (1	-----				
2		KAH-476	675550	4271301	-----	Barite (0.35	-----				
3		KAH-478	675200	4270251	-----	Barite (1	-----				
4		KAH-480	674896	4270707	Gold (0.02	Barite (0.75	Chalcopyrite (0.02				
5		KAH-483	674959	4270659	-----	Barite (0	-----				
6		KAH-485	674893	4271194	-----	Barite (1.25	-----				
7	KAH-486	674880	4271190	-----	Barite (0.01	-----					

جدول 25- مشخصات محدوده امیدبخش شماره 5

ردیف	نوع نمونه	شماره نمونه	X	Y	Au	As	Cu	Pb	Ag	Sb	Zn
					ppb	ppm					
1	Geochemical Samples	KAG-49	682211	4269680	86.9	3	64.4	30.5	0.49	5.1	59.9
2		KAG-118	682021	4270776	20	3	38.7	16.1	0.43	2.1	76
3		KAG-143	683211	4272668	13.6	24	63.7	13.1	0.21	0.5	74.9
4		KAG-144	683494	4272543	20.3	24	23.3	15.9	0.22	0.8	54.4
5		KAG-150	682481	4271743	25.8	10	70.1	27.9	0.31	1.3	93.3
6		KAG-151	683125	4272142	38.7	7	56.8	44.4	0.31	1.7	44.6
7		KAG-218	682148	4269451	127	4	70.8	28.1	0.73	3.8	73.8
8		KAG-228	682230	4272866	12.9	11	55.6	4.2	0.27	0.8	57.3
9		KAG-229	682396	4272824	13.8	16	66.2	9.4	0.26	0.8	56.1
10		KAG-230	682491	4272627	13.1	38	68.9	1.1	0.31	0.7	67.5
11		KAG-231	682494	4272078	13.6	11	72.1	8.4	0.34	0.7	65
12		KAG-232	682727	4271369	19.4	80	72.2	7.9	0.84	1.1	74.4
13		KAG-237	682527	4271169	29.6	17	95.6	16.2	0.4	1.6	77.8
14		KAG-238	682527	4270868	19.5	8	84.8	11.1	0.32	1.1	59.6
15		KAG-239	682927	4270369	21.4	2	48.7	23	0.33	1.7	46.3
16		KAG-240	682727	4270359	20.3	5	76.7	9.1	0.27	1.2	56.7
17		KAG-241	682627	4270569	21.2	186	81.3	10.5	0.35	1.2	62.6
18		KAG-242	682164	4270512	31.1	2	31.6	13.6	0.51	1.3	36.4
19		KAG-243	682457	4270100	110	3	49.7	15.2	0.56	1.7	56.3
20		KAG-244	682827	4269869	23.7	68	79.6	11.7	0.38	1.3	67.9
21		KAG-245	682625	4269940	24.2	46	74.6	10.3	0.42	1.4	65.3
22		KAG-246	682750	4269250	21.9	14	72.3	13.3	0.3	1.3	52.4
23		KAG-346	683153	4272507	25.2	14	108	23.7	0.22	1.2	81.6
24		KAG-347	683174	4272184	19.9	6	64.6	19.4	0.21	2	66.9
25		KAG-349	683359	4271671	23.7	6	69.6	19.7	0.23	1.9	75.6
26		KAG-355	683372	4270971	29.9	18	82.8	30	0.22	2.1	74.8
27		KAG-363	683326	4270079	70.9	10	70.3	31.5	0.37	3.9	63.8
28		KAG-366	683386	4270180	29.8	6	123	52.7	0.36	1.3	111
29		KAG-367	683457	4269451	24.4	3	54	20	0.4	1	71.2
1	Mineralization Samples	KLM-34	682742	4271521	31	2	76	61	<0.5	5.2	16
2		KLM-35	682721	4271515	36	9	60	51	<0.5	7	6
3		KLM-36	682735	4271362	34	6	62	26	<0.5	3.8	28
4		KLM-37	682735	4271362	31	3	54	119	<0.5	1.8	16
5		KLM-38	682625	4271106	195	5	160	19	<0.5	1	36
6		KLM-39	682654	4270793	75	2	20	17	<0.5	5.2	20
7		KLM-42	682538	4270562	37	1	30	49	<0.5	7.4	18
8		KLM-43	682559	4270404	87	1	22	99	<0.5	9.2	8
9		KLM-44	682579	4269960	930	2	72	7	<0.5	2.2	148
10		KLM-45	682449	4270198	45	<1	18	49	<0.5	7.4	10
	Heavy mineral Samples				Gold (ثره)	Barite (ppm)	Cu Groups (ppm)				
3		KAH-244	682827	4269869	3	0.01	-----				
4		KAH-245	682625	4269940	-----	0.15	-----				
5		KAH-246	682750	4269250	-----	0.1	-----				
6		KAH-249	681100	4271886	-----	0.01	-----				
7		KAH-366	683386	4270180	-----	-----	Malachite (0.03)				

5-2- نتیجه‌گیری

محدوده اکتشافی کلیبر 1، واقع در 35 کیلومتری شمال اهر، یکی از مناطق پتانسیل داری است که بطور ویژه برای ذخایر مس از دیرباز مورد توجه قرار گرفته است. این محدوده براساس نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمی ناحیه‌ای 1:100,000 اهر، مورد ارزیابی جهت ادامه اکتشافات در مقیاس 1:25,000 انتخاب گردیده است.

محدوده مورد بررسی با وسعت 160 کیلومترمربع در نقشه توپوگرافی 1:50,000 آرپزان و نقشه‌های توپوگرافی 1:25,000 قلندر و یوزبند واقع شده که از لحاظ ساختاری در زون البرز-آذربایجان قرار دارد. با توجه به نقشه زمین‌شناسی 1:100,000 کلیبر، واحدهای رخنمون یافته در محدوده مورد بررسی مربوط به مزوزوئیک و سنوزوئیک با لیتولوژی غالب گدازه‌های آندزیتی، تراکیتی، توف، توده‌های نفوذی و ساب‌ولکانیک گرانیت‌مونزونیت و گرانودیوریت بوده و قدیمی‌ترین واحد نیز به سن کرتاسه می‌باشد. واحدهای سنگی در این منطقه تحت تأثیر جنبش‌های تکتونیکی حاصل از فعالیت گسل‌های بیشتری قرار گرفته‌اند. روند ساختاری عموماً شمال‌غربی- جنوب‌شرقی است که حاصل فازهای تکتونیکی پیش از نئوژن می‌باشد. این روند با روند جایگزینی توده‌های نفوذی گرانیتی- مونزونیتی پالئوژن نیز مشخص می‌شود. گسلش نیز از جمله ساختارهای مهم تکتونیکی بوده که در تمامی سطح منطقه ظهور دارد. زمان اصلی گسلش‌ها در کلیبر به فاز نهایی آلی نسبت داده می‌شود؛ از جمله گسل‌های مهم موجود در محدوده اکتشافی کلیبر گسل آرپزان با امتداد شمال‌غرب- جنوب‌شرق می‌باشد.

پروژه کلیبر در دو مرحله اجرا شده است، که در مرحله اول اکتشافات ژئوشیمیایی و در مرحله دوم کنترل آنومالی‌ها انجام شد. مرحله اول شامل طراحی نمونه‌برداری، برداشت نمونه‌ها، آنالیز، پردازش و معرفی مناطق آنومال می‌باشد. در مرحله دوم مناطق آنومال معرفی شده در مرحله اول کنترل گردیده و نمونه‌هایی از مناطق مینرالیزه، آلتراسیون و یا حوضه‌های مشکوک به کانی‌سازی برای آنالیز عنصری، XRD, XRF و مقاطع صیقلی برداشت شد.

پردازش داده‌ها بر مبنای 802 نمونه ژئوشیمی، 303 نمونه کانی‌سنگین صورت پذیرفت که همه آنها متعلق به فاز اول اکتشافی بوده‌اند.

داده‌پردازش تک متغیره با بررسی جدول پارامترهای آماری و ترسیم و تجزیه و تحلیل هیستوگرام‌ها آغاز گردید، نتیجه اولیه حاکی از بالابودن عیار جالب توجهی در عناصر Cu, Sn, W, Pb, Au و Mo می‌باشد. میزان حداکثر عیار عناصر Sb, Ag, As و Hg قابل توجه بوده و از این میان عنصر آرسنیک با

توجه به اینکه بیش از 25٪ از نمونه‌ها عیاری بیش از 40 ppm را نشان داده‌اند و نقره با داشتن 26 نمونه بالای 1 ppm حائز اهمیت هستند. در مورد آنتیموان در حدود 12 نمونه از نمونه‌ها عیاری بیش از 10 ppm دارند. با توجه به عیار آرسنیک در میان نمونه‌ها، تنها همبستگی As-Sb می‌تواند اهمیت ویژه‌ای داشته و همبستگی این دو می‌تواند معرف ردیاب‌های عنصر طلا باشد.

در داده‌پردازی چند متغیره، عناصری که بیشترین واریانس منطقه را کنترل می‌کردند در قالب فاکتور اول نمودار شدند این عناصر شامل عناصر Cd, Pb, Sb, Zn, As بودند. عناصر Be, Sn, W در گروه چهارم و Bi, Au, Cu در گروه پنجم قرار گرفتند. از نمونه‌های کانی‌سنگین برداشت شده نیز می‌توان به کانه طلا اشاره کرد که در 40 نمونه (13٪ نمونه‌ها) با بیشترین مقدار 9 ذره طلا در نمونه KAH-179 دیده می‌شود. سینابر نیز در 7 نمونه یافت شده که مقادیر آن بین 1 تا 7 ذره در تغییر است.

از کانی‌های گروه مس می‌توان به کوولیت (17 نمونه)، ملاکیت (36 نمونه)، مس‌ناتیو (6 نمونه)، کالکوپیریت (20 نمونه) و کالکوسیت (یک نمونه)، کانی‌های گروه سرب و روی به گالن (16 نمونه)، سروسیت (15 نمونه) و اسمیت‌زونیت (1 نمونه) اشاره کرد. بیشتر نمونه‌های دارای کانی‌های اقتصادی صرف‌نظر از بخش‌های جنوبی معدن مس مزرعه، در شمال‌غرب و شمال‌شرق روستای مزرعه و به خصوص در اطراف روستای جوان‌شیخ مقادیر بالایی دارند. با توجه به عدم انتشار و یا انتشار ضعیف کانی‌های کربناته همچون کربنات کلسیم و دولومیت گسترش سنگ‌های کربناته در منطقه دیده نمی‌شود.

از نقشه‌های مناطق ناهنجار در مجموع 24 نقشه عنصری و 7 نقشه فاکتوری به همراه شواهد کانی‌های سنگین مربوطه ترسیم گردید و 6 حوضه آنومال برای مرحله کنترل آنومالی در نظر گرفته شد. پس از مطالعات لازم در مرحله کنترل آنومالی و برداشت نمونه از مناطق مذکور، آنالیز و بررسی نتایج نمونه‌های مختلف مرحله کنترل آنومالی، در نهایت پنج منطقه به عنوان مناطق امیدبخش، معرفی گردید، که انتخاب این مناطق با توجه به همپوشانی‌های قابل توجه ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین، نتایج نمونه‌های مینرالیزه، تکتونیک منطقه، آلتراسیون و لیتولوژی مناسب صورت گرفت.

3-5- پیشنهادات

با توجه به نتایج نهایی حاصل از اجرای پروژه کلیبر یک، جهت ادامه اکتشاف براساس اولویت مناطق امیدبخش، شرح خدمات زیر که قابل اجرا در هریک از مناطق پنجگانه است، ارایه می‌گردد:

1- تهیه نقشه زمین‌شناسی - معدنی به مقیاس 1:5000.

1-1- تفکیک واحدهای سنگی، سیستم گسله و زون آلتراسیون.

1-2- نمایش محل کلیه رگه‌ها و رگچه‌های سیلیسی، دایک‌ها و غیره.

1-3- حفر ترانشه عمود بر روند عمومی رگه‌ها و زون‌های آلتره، برداشت مقاطع

زمین‌شناسی و نمونه‌برداری از دیواره ترانشه‌ها و مناطق مینرالیزه.

2- تجزیه کلیه نمونه‌ها.

3- تلفیق اطلاعات نقشه زمین‌شناسی و ترانشه‌ها به منظور تعیین محدوده‌های مناسب

جهت ادامه عملیات اکتشافی (اکتشافات تفصیلی).

4- تهیه گزارش نهایی.

