

۴-۱- مقدمه

آنچه در فصول قبل بیان گردید مجموعه‌ای از عملیات‌های آماری است که بر اساس آنها آنومالی عناصر و کانی‌های مختلف در نقاط نمونه برداری تعیین شدند. نتیجه‌ی تمام این عملیات‌ها تعیین محدوده‌هایی امیدبخش است که بدان‌ها «آنومالی» اطلاق می‌گردد. در این فصل براساس نتایج بدست آمده از فصول ۲ و ۳ آنومالی عناصر مهم مجزا شده و محدوده‌هایی امیدبخش تعیین گردیده است که این محدوده‌ها، محدوده‌های هدف برای مرحله‌ی بعد، یعنی کنترل آنومالی هستند.

این محدوده‌ها بر اساس ترکیب نتایج کانی‌سنگین و داده‌های ژئوشیمیایی مشخص شده‌اند و بر این اساس نقشه‌های دیگری تولید گردید که در ادامه شرح آن خواهد آمد.

۴-۲- آنومالی‌های عناصر مهم

۴-۲-۱- طلا

یکی از مهمترین عناصری که در ورقه‌های ۱۰۰۰۰۰ مورد توجه است طلا می‌باشد. در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ چوپانان آنومالی قوی‌ای از طلا بدست نیامده است بطوریکه در هیچ‌یک از نمونه‌های کانی سنگین اثری از کانی طلا حاصل نگردید. نقشه شماره‌ی ۱ در انتهای گزارش نشان‌دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی این عنصر است. از طرفی عیار طلا در این بر گه بسیار پایین است بطوریکه مقدار آنومالی برای این بر گه با توجه به پارامترهای انحراف‌معیار و میانگین، مقدار ۵ ppb بدست آمد که مقداری بسیار پایین است و بیشترین عیار بدست آمده برای طلا نیز مقدار ۹ ppb می‌باشد که نمی‌تواند چندان امیدبخش باشد. بر این اساس در توصیف آنومالی‌های این عنصر از آنومالی‌های درجه‌ی ۲ بدست آمده (بعلت پایین بودن بیش از حد) صرف‌نظر گردیده و تنها به آنومالی‌های درجه ۱ پرداخته شده است. محدوده‌های آنومال برای این عنصر و برخی از ویژگی‌های آنومالی‌های این عناصر در جدول (۴-۱) ارائه شده است. بر اساس این جدول ۳ محدوده آنومال برای طلا وجود دارد که مهمترین آن‌ها در حدود ۲/۵ کیلومتری شمال تا شمال غرب روستای چاه بینکو وجود دارد که در این محدوده ۲ نمونه دارای عیار آنومال (بیش از ۹-۵) بودند. محدوده‌ی بعدی در جنوب غرب حوض پنج و شمال شرق نصرت آباد و نعمت‌آباد قرار دارد که یک نمونه‌ی آنومال با عیار (۵ ppb) در آن وجود دارد.

و بالاخره محدوده‌ی سوم در ورقه‌ی الله آباد و در ۱۰ کیلومتری جنوب الله آباد واقع می باشد که دارای ۴ نمونه‌ی آنومال طلا با عیار (5-7ppb) می باشد. به همراه این عنصر، کانی های سنگین میمیتیت، گالن، سروزیت، اسفالریت، ولفنیت، اسمیت زونیت، مالاکیت، اورپیمان و رآلگار به چشم می خورد.

جدول ۴-۱: آنومالی‌های عنصر طلا در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰ چوپانان

نوع آنومالی	لیتولوژی	انطباق با آنومالی آتالیر فلاتوری	انطباق با آنومالی کان سنگین	مساحت تقریبی (km ²)	آنومالی‌های مطابق دیگر	درجه آنومالی	نمونه‌های آنومال (ppb)	نام برگه ۱:۵۰۰۰۰	موقعیت جغرافیایی	شماره
ژئوشیمی	موزونیت پورفیری، سازند سرخ پایینی، کنگلومرا سیلستون، ماسه سنگ، سنگ آهک، آرزولیت، گراول استون	آنومالی درجه ۲ فاکتور ۱۰ آنومالی درجه ۱ فاکتور ۴	---	2	آنومالی درجه یک As, Ba, Co, Mo, Pb, Sr	1	301 (9), 308 (5)	نوع ۲ آباد و نه آب	۵/۲ کیلومتری شمال تا شمال غرب روستای چاه پیلگو	۱
ژئوشیمی	سنگ آهک رودپیست دار، سنگ آهک پلاژیک، سنگ آهک برشی، ماسه سنگ و کنگلومرا	---	---	0.6	---	1	431 (5)	نوع ۱ آباد	جنوب غرب حوض پنج و شمال شرق نصرت آباد و نعمت آباد	۲
ژئوشیمی و کان سنگین	مرمر، گوارتز میکاندار، مسکویت شیبست، مسکویت، کربیت، آندزیت، توف، سنگ آهک	آنومالی درجه ۱ فاکتور ۳	مهمیت، آلان، سروزیست، اسفالریت، روفیت، اسمیت روفیت، ملاکیت اورپیمان و رآلکار	9.8	آنومالی درجه ۱ Co, As, Cu, Ni, Sb, Pb و آنومالی درجه ۲ Co, Cu, Zn, Pb, As, Fe, Mn	1	476(5), 458(5), 481(6), 483 (7)	الله آباد	۱۰ کیلومتری جنوب الله آباد	۳

ع-۲-۲- مس

مس عنصر بسیار مهمی است که در بسیاری از غنی‌شدگی‌های فلزی و در بسیاری از فرایندهای کانی‌زایی مقدار آن بالا رفته و دچار غنی‌شدگی می‌شود و با توجه به ویژگی‌های منحصر بفرید این عنصر (تجزیه شیمیایی راحت در آزمایشگاه و تشخیص ماکروسکوپی اکثر کانی‌های آن) همواره در اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای (مانند ورقه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰) مورد توجه می‌باشد. در ورقه‌ی چوپانان نیز از عناصر مهم و مورد توجه مس می‌باشد. در نقشه‌ی شماره‌ی ۱۸ توزیع ژئوشیمیایی این عنصر نشان داده شده است و در نقشه شماره‌ی ۵۳ نیز توزیع نمونه‌های کانی‌سنگین حاوی کانی‌های این عنصر نشان داده شده است. با توجه به پارامترهای آماری بدست آمده برای این عنصر، مقادیر بالای 44 ppm بعنوان آنومالی درجه ۱ و مقادیر مابین 32 و 41 ppm بعنوان آنومالی درجه ۲ انتخاب گردیده‌اند. همانطور که دیده می‌شود مقدار حدزمینه این عنصر در این ورقه بسیار پایین است (میانگین 18 ppm). بیشترین مقدار بدست آمده برای این عنصر نیز میزان 52ppm از نمونه‌ی ۲۹۱ در برگه ۱:۵۰۰۰۰ نوق آباد است.

محدوده‌های آنومال برای این عنصر و برخی از ویژگی‌های آنومالی‌های این عناصر در جدول (ع-۲) ارائه شده است. بر اساس این جدول، ۴ محدوده آنومال برای مس در ورقه چوپانان وجود دارد. ۷ نمونه نیز حاوی ذرات کانی‌سنگین کانی‌های مس بوده‌اند که عبارتند از نمونه‌های ۸۸، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۳، ۲۹۸ و ۳۷۳ که حاوی ذرات مالاکیت بوده‌است. با توجه به نقشه‌ی ۱۸ و جدول (ع-۲) می‌توان دید که اصلی‌ترین تمرکز آنومالی عنصر مس در شمال ورقه‌ی نوق آباد و جنوب برگه‌ی الله آباد می‌باشد. در ورقه‌ی نه آب نیز یک آنومالی دیده می‌شود.

در مجموع می‌توان گفت که آنومالی‌های مس موجود در ناحیه چندان قوی نمی‌باشند و بنظر می‌رسد این آنومالی‌ها بیشتر در نتیجه تغییر در حد زمینه حاصل شده باشند، با این حال با توجه به حضور کانی سنگین مالاکیت در چهار نمونه نیاز به بررسی بیشتر در ناحیه حس می‌گردد.

فصل چهارم: تعیین آنومالی‌ها

جدول ۴-۲: آنومالی‌های عنصر مس در ورقه:۱:۱ چوپانان

ردیف	موقعیت جغرافیایی	نام برگه	نمونه‌های آنومال (ppm)	درجه آنومالی	آنومالی‌های مطابق دیگر	مساحت تقریبی (km ^۲)	انطباق با آنومالی کانی سنگین	انطباق با آنومالی آنالیز فلکسوری	نوع آنومالی
۱	۳ کیلومتری شمال شرق روستای چاه پینگلو	نوق آباد	300 (46), 291 (52)	۱	آنومالی‌های درجه ۱ Bi, Ba, Zn, Fe و آنومالی‌های درجه ۲ As, Co, Pb, Sr	۱	---	آنومالی درجه ۲ تا آنومالی درجه ۳ پورفیری	آنومالی درجه ۲ - داسیت و موزوویت پورفیری
۲	۶۰۰ متری شمال روستای چاه پینگلو	نه آب	307 (51)	۱	آنومالی درجه ۱ و ۲ Au	۰.۷	---	---	موزوویت پورفیری، مانسه سنگ و سیانیدین
۳	۶ کیلومتری شمال غرب روستای چوق سه فرسج و ۶ کیلومتری جنوب نوق آباد	نوق آباد	84 (50)	۱	---	۰.۶	معمقت، سروریت، ولفریت، اسمیت، روتیت، مالاکیت اوریمان و راکار	---	سنگ آهک بلارک، سنگ آهک برشی، مانسه سنگ، گراول استون و کنگومرا
۴	۹ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	474 (48), 483 (44)	۱	آنومالی درجه ۱ و ۲ Au, As, Co, Pb و آنومالی درجه ۲ Pb, Zn	۰.۶	---	---	آندزیت، داسیت، توف و سنگ آهک، مسکویت-کاربت، مسکویت شیبست، کولرزیوت میکا دار و مرمر
۵	۸۰۰ متری شمال غرب روستای چاه پینگلو	نه آب	308 (41), 309 (39), 310 (37), 311 (37)	۲	آنومالی درجه ۱ و ۲ Fe, Au, As, Pb, Mn و آنومالی درجه ۱ و ۲ Zn, Ba, Mo	۲.۳	---	آنومالی درجه ۱ و ۲ تا آنومالی درجه ۴	توف و سنگ آهک، سیانیدین، زینس و مان، کنگومرا و مانسه سنگ
۶	۹ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	481 (34), 458 (38), 464 (33), 476 (35), 504 (41), 510 (34)	۲	آنومالی درجه ۱ و ۲ Sb و آنومالی درجه ۲ Fe, As, Pb, Co	۱۱.۴	معمقت، سروریت، ولفریت، اسمیت، روتیت	آنومالی درجه ۱ تا آنومالی درجه ۳	زئولیتی و کانی سنگین

۴-۲-۳- آنومالی‌های عنصر سرب

سرب یکی از عناصر مهم کانساری است در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ چوپانان است که بسیار مورد توجه قرار گرفت. نقشه شماره ۲۶ در انتهای گزارش نشان‌دهنده توزیع ژئوشیمیایی سرب در ورقه چوپانان و نقشه شماره ۱-۵۰ و ۲-۵۰ نیز نشان‌دهنده موقعیت نمونه‌های کانی‌سنگین حاوی کانی‌های گالن، سروزیت، میمیتیت، سرب خالص، ماسیکوت، پیرومورفیت، وانادینیت و ولفونیت در این ورقه می‌باشد.

محدوده‌های آنومال برای این عنصر و برخی از ویژگی‌های آنومالی‌های این عناصر در جدول (۴-۳) ارائه شده است. بر اساس این جدول ۵ محدوده درجه‌ی ۱ آنومال برای سرب وجود دارد که مهمترین آن‌ها در جنوب محدوده‌ی یکصد هزار و در برگه ۱:۵۰۰۰۰ الله آباد وجود دارد که در این محدوده ۵ نمونه دارای عیار آنومال (بیش از 100 ppm) بودند. همچنین ۳ محدوده درجه ۲ آنومال دیگر برای سرب وجود دارد.

در داده‌های ژئوشیمیایی تنها نمونه‌ی حاوی مقدار نسبتاً بالای سرب نمونه‌ی ۴۵۹ می‌باشد که حاوی 750 ppm سرب است. همچنین ۹ نمونه دارای عیار بین 100-208 ppm هستند و سایر نمونه‌ها دارای عیارهای پایین‌تر هستند. بر همین اساس نیز مقدار حدزمینه‌ی سرب در این ورقه (میزان میانگین) 29 ppm بدست آمد که مقدار بسیار پایینی است. مقادیر آنومالی درجه ۱ و درجه ۲ نیز بترتیب مقادیر بالای 80 ppm و مقادیر بین 54-73 ppm می‌باشند.

در نمونه‌های کانی‌سنگین نیز ۲ نمونه (نمونه‌های ۴۸۱ و ۸۶) حاوی اثرات کانی سولفیدی سرب (گالن) و ۳ نمونه (نمونه‌های ۴۸۱، ۸۶ و ۸۴) نیز حاوی کانی کربناته سرب (سروزیت) بوده‌اند. اکثر نمونه‌های کانی‌سنگین در نیمه شمال شرقی برگه ۱:۵۰۰۰۰ نوق آباد و جنوبی برگه ۱:۵۰۰۰۰ الله آباد قرار گرفته‌اند و نمی‌توان تمرکز خاصی را برای این نمونه‌ها بیان نمود (نقشه ۱-۵۰ و ۲-۵۰).

نکته‌ای که باید در اینجا بدان اشاره کرد رفتار ژئوشیمیایی سرب است که با توجه به موبیلیته بالا تمایل به تمرکز در اطراف اکسی‌هیدروکسی‌های آهن دارد بهمین‌خاطر تمرکزی از این عنصر همراه با آهن دیده می‌شود که ممکن است چندان قابل اعتماد نباشد.

جدول ۴-۳- آنومالی‌های عنصر سرب در ورقه۱۱۱۱۱۱۱۱ چوپان

ردیف	موقعیت جغرافیایی	نام برگه	نمونه‌های آنومال (ppm)	درجه آنومالی	آنومالی‌های مطابق دیگر	مساحت تقریبی (Km ^۲)	انطباق با آنومالی کانی سنگین	انطباق با آنومالی آتالپر فاکتوری	نوع آنومالی
۱	غرب روستای چاه پینگو	نه آب	319 (116), 308(94), 311(95)	۱	Zn, Pb, Cu, Ba, Sr, Mo, Co, Ba, As, Au	۲.۳	---	آنومالی درجه ۲ فاکتور ۱ و آنومالی درجه ۱ فاکتور ۴	موزونیت پورفیری، آندزیت، توف، سنگ آهک، ماسه‌سنگ و گراول استون، کنگلومرا، آرپلیت و سیستستون
۲	شرق روستای حوض سه فرسخ	توق آباد	76(183), 84 (208), 81 (100), 86 (81)	۱	Mo, Cu, As, Zn	۱.۶	کانی، اسفالریت، سروریت، مالاکیت، اسمیت، زولیت، پولیت، راکتار، اورپیمان، مارن	---	سازند چوپان و هفتتومان متشکل از سنگ آهک پلاژیک، سنگ آهک برشی، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن
۳	در حدود ۲/۵ کیلومتری روستاهای کارستان پایین و بالا	توق آباد	59 (82)	۱	Zn	۰.۴	---	---	سازند چوپان و هفتتومان متشکل از سنگ آهک پلاژیک، سنگ آهک برشی، سنگ آهک رود پست دار، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن
۴	در حدود ۱ کیلومتری جنوب روستای عباس آباد	چوپان	552 (104)	۱	---	۰.۹۷	---	آنومالی درجه ۱ فاکتور ۳	سازند تفره، دیرسو و بازیاب متشکل از سنگ آهک، مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا، گراول استون، مادستون
۵	در حدود ۷ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	510 (110), 523 (80), 476 (167), 474 (138), 488 (110), 459 (750)	۱	Zn, Au, Co, Cu, Ni, Sb, Mn, Mo	۵.۵	---	آنومالی درجه ۲ فاکتور ۴	سنگ آهک اورپیتولین دار، و گراول استون و کنگلومرا و ماسه سنگ
۶	شمال روستای چاه پینگو	نه آب	300 (70), 309 (72)	۲	Zn, Pb, Cu, Ba, Sr, Fe, Mo, Co, Bi, Au	۰.۹	---	آنومالی درجه ۲ فاکتور ۱ و آنومالی درجه ۳	موزونیت پورفیری، آندزیت، توف، سنگ آهک، کنگلومرا، سیستستون، ماسه سنگ
۷	شرق روستای حوض سه فرسخ	توق آباد	80 (64)	۲	---	۱.۷	پولیت، راکتار، اورپیمان، کانی، اسفالریت، سروریت، اسمیت، زولیت، ولفونیت، میمیت	---	سازند چوپان، فرخی و هفتتومان متشکل از سنگ آهک پلاژیک، سنگ آهک برشی، سنگ آهک رود پست دار، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن
۸	در حدود ۹ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	481 (63), 488 (71)	۲	Zn, Pb, Cu, Ba, Sr, Fe, Mo, Co, Bi, Au	۹.۱	کانی، اسفالریت، سروریت، اسمیت، زولیت، ولفونیت، میمیت	---	موزونیت پورفیری، آندزیت، توف، سنگ آهک، کنگلومرا، سیستستون، ماسه سنگ

۴-۲-۴- آنومالی‌های عنصر روی

عنصر روی مانند عنصر سرب از عناصر بسیار مهم در اکتشافات ژئوشیمیایی بحساب می‌آید. این عنصر هم در نمونه‌های کانی‌سنگین و هم در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای قابل ردیابی است. نقشه‌ی شماره‌ی ۴۲ نشان‌دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای بر که ۱:۱۰۰۰۰۰ ژئوشیمیایی چوپانان می‌باشد. همچنین موقعیت نمونه‌های کانی‌سنگین حاوی کانی‌های روی (اسفالریت و اسمیت‌زونیت) در نقشه‌ی شماره‌ی ۵۱ نشان داده شده است. بر اساس نقشه‌ی شماره‌ی ۴۲، نمونه‌های آنومال روی در بخش شمال و جنوب ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان جمع گردیده‌اند. بررسی نقشه‌ی ژئوشیمیایی عنصر روی و نقشه‌ی کانی‌سنگین آن نشان‌دهنده‌ی این مطلب می‌باشد که کانی‌های سنگین دقیقاً بر مناطق ژئوشیمیایی منطبق نمی‌باشند ولی کانی‌های سنگین اسفالریت و اسمیت‌زونیت اکثراً از آبراهه‌هایی به دست آمده‌اند که عموماً در بالادست آنها ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی روی وجود داشته است.

حد زمینه‌ی عنصر روی در این ورقه 49 ppm بدست آمده و مقادیر آنومالی‌های درجه ۱ و ۲ بترتیب عبارتند از مقادیر بالای 103 ppm و مقادیر مابین 73-103 ppm. بیشترین مقدار بدست آمده برای روی در این ورقه 177 ppm است که از نمونه‌ی ۳۰۸ در شمال ورقه حاصل شده است. جدول شماره‌ی (۴-۴) نشان‌دهنده‌ی محدوده‌های آنومال بدست آمده برای عنصر روی می‌باشد که بر اساس این جدول ۵ محدوده‌ی آنومال روی بدست آمده است که سه محدوده‌ی آن دارای آنومالی درجه دو روی و دو محدوده‌ی دیگر علاوه بر آنومالی درجه ۲، دارای آنومالی‌های درجه ۱ روی نیز می‌باشند.

جدول ۴-۱: آنومالی‌های عنصر روی در ورقه ۱: جویانان

ردیف	موقعیت جغرافیایی	نام برگ	مویجه‌های آنومال (ppm)	درجه آنومالی	آنومالی‌های درجه ۱ دیگر	مساحت تقریبی (km ²)	انطباق با آنومالی کانی سنگین	انطباق با آنومالی آنالیز رانکتوری	اینترپرای	نوع آنومالی
۱	در حدود ۵ کیلومتری شمال غرب روستای چاه پیلگو	نه آب	308 (177), 309(78), 310 (73)	۱و۱	آنومالی‌های درجه ۱: Mo, Ba, Au, As, Fe آنومالی‌های درجه ۲: Co, Pb, Sr, Fe As, Cu, Mo, Au, Pb	۱۵	---	آنومالی درجه ۱ تا ۴ و آنومالی درجه ۲ تا ۴	موزونیت پورفیری، آندزیت، توپک سنگ آهک، ماسه‌سنگ، مارن، سیلتستون، کنگلومرا	زئونیسی
۲	در حدود ۴ کیلومتری شمال شمال غرب روستای چاه پیلگو	نوق آب	299 (103), 300 (109), 294 (81)	۱و۱	آنومالی‌های درجه ۱: Cu, Ba, Bi, Fe آنومالی‌های درجه ۲: Fe, Bi, Bi, As, Co, Pb, Sr	۲۵	---	آنومالی‌های درجه ۲ تا ۴ و آنومالی‌های درجه ۳ و ۴	سازند جویانان، ماسه‌سنگ، مارن، سیلتستون، کنگلومرا	زئونیسی
۳	در حدود ۴ کیلومتری جنوب روستای نوق آب	نوق آب	76 (76)	۲	آنومالی درجه ۱: Pb	۰.۱۲	---	---	سازند جویانان و هفتپودمان متشکل از سنگ پلاژیک، سنگ آهک برشی، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن	زئونیسی
۴	در حدود ۲.۵ کیلومتری شمال روستاهای کارستان، پلین و پاد	نوق آب	59 (77)	۲	آنومالی درجه ۱: Pb	۰.۴۳	---	---	سازند جویانان و هفتپودمان متشکل از سنگ آهک پلاژیک، سنگ آهک برشی، سنگ آهک رودپیست دار، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن	زئونیسی
۵	در حدود ۱ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	456 (85), 458 (78), 459 (79), 476 (76), 483 (76)	۲	آنومالی‌های درجه ۱: Fe, Co, Ni, Sb, Au آنومالی‌های درجه ۲: Mn, Cu, Fe, Au, Co, Pb	۱۶	---	آنومالی‌های درجه ۱ تا ۴ و آنومالی‌های درجه ۳ و ۴	مسکویت، کربنیت، مسکویت شیبست، مرمر، کربنات‌زیت میخدار، آندزیت، توپک، سنگ آهک رودپیست دار، کنگلومرا و ماسه سنگ	زئونیسی

۴-۲-۵- آنومالی سایر عناصر مهم

در عملیات‌های ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای (که در آن عنصر ثابتی هدف نیست) معمولاً عناصر طلا، مس، سرب و روی بعنوان عناصری مهم مورد توجه هستند و عمدتاً این عناصر هستند که آنومالی‌های آن‌ها برای مراحل بعدی پیشنهاد می‌گردد. اما برای برخی از ورقه‌ها علاوه بر این عناصر با توجه به ساختارهای موجود عناصر دیگر نیز مورد توجه قرار می‌گیرند. اما از طرف دیگر عناصر دیگری نیز که در برخی از ورقه‌ها مهم تلقی می‌شود بررسی گردید که در زیر به توضیحاتی در مورد برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

۴-۲-۵-۱- عنصر نقره

نقره عموماً همراه با طلا مورد توجه قرار می‌گیرد و عنصری است بسیار ارزشمند که در بسیاری از ورقه‌ها همراه با کانی‌زایی‌های موجود آنومالی و غنی‌شدگی نشان می‌دهد. در ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در نقشه‌ی شماره‌ی ۹ نشان داده شده است. حد زمینه‌ی این عنصر در این ورقه تنها ۰/۲۵ ppm بدست آمده که مقدار بسیار اندکی است و حداکثر مقدار بدست آمده نیز ۳/۵۸ ppm می‌باشد که نمی‌توان آن‌را آنومالی حقیقی نامید. همچنین در این برگه اثری از کانی‌های نقره‌دار در نمونه‌های کانی‌سنگین بدست نیامده است.

۴-۲-۵-۲- آرسنیک

آرسنیک عنصری مهم در ردیابی ذخایر هیدروترمالی بخصوص طلا محسوب می‌گردد و بعنوان عنصری کانساری محسوب نمی‌گردد اما در برخی موارد و بطور استثناء این عنصر بعنوان عنصری کانساری محسوب می‌شود. با توجه به عدم وجود کانی‌های این عنصر در نمونه‌های کانی‌سنگین می‌توان بیان نمود که بعید به نظر می‌رسد کانی‌سازی کانساری از این عنصر در محدوده رخنمون داشته باشد. توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در نقشه‌ی شماره‌ی ۱۰ نشان داده شده است. ماکزیمم مقدار این عنصر در این ورقه 38.6 ppm می‌باشد.

۴-۲-۵-۳- بیسموت

بیسموت نیز عنصری ردیاب محسوب می‌گردد که بندرت بعنوان عنصری کانساری معرفی می‌گردد. در این ورقه نیز اثری از کانی‌های آن در نمونه‌های کانی‌سنگین بدست نیامد و ماکزیمم مقدار بدست آمده برای آن تنها 1.08 ppm می‌باشد که نمی‌تواند چندان مهم و قابل توجه باشد و آنومالی‌های بدست آمده برای آن را (نقشه‌ی شماره‌ی ۱۳) می‌توان در نتیجه‌ی تغییرات لیتولوژیکی دانست.

۴-۲-۵-۴-کادمیم

کادمیم نیز عنصری ردیاب اما برای نهشته‌های عمدتاً هیدروترمالی سرب و روی می‌باشد که مقادیر آنومال آن می‌تواند بعنوان ردیابی برای این عناصر فلزی بکار رود. نقشه‌ی شماره ۱۴ نشان دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در ورقه چوپانان می‌باشد که همانطور که دیده می‌شود اصلی‌ترین آنومالی آن در بخش شمال‌غربی و جنوب ورقه دیده می‌شود که چندان مطابق با آنومالی اصلی سرب و روی در منطقه نمی‌باشد. حد زمینه این عنصر در ورقه‌ی چوپانان 0.18 ppm و ماکزیمم مقدار آن 0.22 ppm می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی مقدار بسیار پایین برای این عنصر است که نمی‌توان بر اساس آن و بتنهایی قضاوت نمود.

۴-۲-۵-۵-آهن

در برخی از عملیات‌های اکتشافات ژئوشیمیایی برگه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰، آهن بعنوان عنصری بسیار مهم مدنظر است و همواره تلاش برای یافتن پتانسیل‌های ذخایر آن در این مقیاس تلاشی دائمی‌ست. در برگه چوپانان نقشه‌ی شماره‌ی ۴ نشان‌دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی عنصر آهن است و نقشه‌های شماره ۴۷ و ۴۸ توزیع کانی‌های اکسیدی و اکسی-هیدروکسیدی آهن را در این محدوده نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر عنصری آهن می‌توان بیان نمود که عیارهای آهن در این بخش چندان بالا نیستند. بالاترین عیارهای آهن در حدود ۶-۸٪ درصد می‌باشد که چند نمونه حاوی این عیار در بخش شمالی و جنوب غربی ورقه چوپانان دیده می‌شوند. در بخش کانی سنگین نیز بالاترین عیار مگنتیت (کانی اصلی در کانی‌زایی‌های آهن) 1118ppm می‌باشد که در بخش جنوبی برگه الله‌آباد دیده می‌شود. بر اساس نقشه‌ی زمین‌شناسی اثری از شرایط مساعد برای تجمع اقتصادی آهن وجود ندارد اما با این حال آهن نیز بعنوان عنصری نسبتاً مهم (با توجه به مقادیر بالای خود) مدنظر قرار گرفت.

۴-۲-۵-۶-مولیبدن

مولیبدن عنصری است بسیار مهم که هم بعنوان ردیاب و هم بعنوان عنصری کانساری مدنظر قرار می‌گیرد. اصولاً کمتر برگه‌ای است که در آن به مقادیر بالای مولیبدن بعنوان آنومالی نگریسته نشود. حدزمینه بسیار پایین مولیبدن همواره کار با این عنصر ارزشمند بعنوان یک ردیاب را سخت گردانیده و بیشتر بر روی نمونه‌های کانی سنگین این عنصر اتکا می‌شود. ذخایر مولیبدن از ذخایر بسیار مهمی است که در اکتشافات کوچک مقیاس همواره مورد توجه است. در نمونه‌های چوپانان کانی پوئلیت (CaMoO_4) و ولفونیت (PbMoO_4) از جمله کانی‌های سنگین این عنصر می‌باشند که البته انطباقی با ناهنجاری ژئوشیمیایی آن ندارند. کانی ولفونیت بعنوان کانی اکسیدی سرب در این برگه در بخش سرب ارائه شده‌است، بنابراین در این بخش از دوباره‌کاری پرهیز می‌شود.

در توزیع ژئوشیمیایی این عنصر (نقشه ۲۲) در مجموع ۷ نمونه دارای مقادیر بالای 1 ppm هستند که درخور توجه می‌باشند. ماکزیمم مقدار این عنصر در نمونه‌های آنالیزی 17.63 ppm می‌باشد که از نمونه‌ی ۸۴ بدست آمده است. ۶ نمونه‌ی حاوی حداکثر مقدار مولیبدن (مقادیر بالای 1 ppm) در شمال و جنوب منطقه دیده می‌شوند. با توجه به همراهی کانی‌زایی‌های مولیبدن با سرب، آنومالی جداگانه‌ای برای این عنصر تعریف نخواهد شد و بررسی صحرایی در قالب همان آنومالی‌های سرب صورت می‌پذیرد.

۴-۲-۵-۷- کروم

کروم عنصری است که عموماً در ساختارهای اولترامافیک- مافیک حد زمینه آن بالا می‌رود و تحت شرایط خاص در این ساختارها می‌توان بصورت اقتصادی نیز تجمع پیدا کند. در ورقه چوپانان میزان حد زمینه‌ی بدست آمده برای کروم (90.78 ppm) میزان نسبتاً متوسطی است. نقشه‌ی ۸ نشان‌دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در ورقه چوپانان است. ماکزیمم مقدار بدست آمده برای این عنصر مقدار 1327 ppm است و در میان داده‌ها، ۸ نمونه دارای مقادیر بالای 400 ppm دیده می‌شود. با توجه به نقشه‌ی ۸، اصلی‌ترین تمرکز کروم و در واقع آنومالی اصلی آن در بخش جنوبی الله‌آباد می‌شود که با لیتولوژی موجود در نقشه‌ی زمین‌شناسی مطابقت دارد.

۴-۲-۵-۸- آنتی‌موان

آنتی‌موان عموماً همراه با آرسنیک بعنوان ردیابی قدرتمند برای کانی‌سازی‌های هیدروترمالی (بخصوص طلا) معرفی می‌شود. اما مقادیر بدست آمده برای این عنصر در این ورقه چندان بالا نبوده به طوری که ماکزیمم مقدار موجود برای این ورقه تنها 0.81 ppm می‌باشد. با توجه به رفتار خاص ژئوشیمیایی این عنصر می‌توان بیان کرد که ممکن است تجمعات این عنصر در طبیعت با توجه به حضور اکسیدهای آهن و منگنز (بخصوص در رسوبات آبراه‌های بسیار بالا برود).

با توجه به نقشه‌ی ۲۹ غنی‌شدگی اصلی این عنصر در گوشه‌ی جنوبی ورقه دیده می‌شود.

۴-۲-۵-۹- قلع و تنگستن

این دو عنصر عموماً با توده‌های نفوذی اسیدی دیده می‌شوند که در نقشه‌های ۳۱ و ۳۹ توزیع ژئوشیمیایی آن‌ها در این ورقه ارائه شده است. با توجه به اینکه در میان داده‌های این دو عنصر مقدار بالایی بچشم نمی‌خورد. همچنین با توجه به عدم بدست آمدن کانی‌ای از کانی‌های قلع در نمونه‌های کانی‌سنگین، نمی‌توان به وجود کانی‌زایی آن در

این ورقه امیدوار بود. البته کانی شتلیت (CaWO_4) که یکی از کانی‌های سنگین عنصر تنگستن می باشد در این برگه در ۵ نمونه و در بخش جنوبی برگه‌ی الله‌آباد به چشم می‌خورد (نقشه‌ی ۵۸).

۴-۲-۵-۱- باریم

نقشه شماره ۱۱ نشان‌دهنده توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در این برگه و نقشه شماره‌ی ۵۴ نیز نشان‌دهنده‌ی توزیع مقادیر کانی‌سنگین کانی باریت می‌باشد. با توجه به مقادیر ژئوشیمیایی، بیشترین مقدار برای این عنصر حدود 3637ppm است. میزان آنومالی برای این عنصر مقادیر بالای 890ppm می‌باشد که خود این مقدار نیز مقداری بالا در نمونه‌های آنالیزی است. با توجه به نقشه‌ی شماره‌ی ۱۱ بالاترین مقادیر برای این عنصر در شمال روستای چاه‌بینکو و جنوب الله‌آباد دیده می‌شود که می‌تواند بیشتر با کانی‌زایی‌های سرب و مس موجود در این مناطق مرتبط باشد. در نمونه‌های کانی‌سنگین (نقشه ۵۴) نیز بالاترین مقادیر باز در حواشی روستای نوق‌آباد و جنوب روستای الله‌آباد دیده می‌شوند.

۴-۲-۵-۱۱- سینابر

سینابر یا سولفید جیوه از مهمترین کانی‌های ردیاب برای ذخایر گرمابی بخصوص نوع طلادار است. این کانی مهم در ردیابی طلا فاکتور بسیار مهمی می‌باشد و می‌توان از آن بعنوان یکی از اصلی‌ترین کانی‌های ردیاب نام برد. در این برگه فقط نمونه ۴۶۱ حاوی سینابر می‌باشد که در نقشه‌ی شماره‌ی ۵۳ جانمایی نمونه‌ی حاوی این کانی ارائه شده است. مقدار سینابر در این نمونه 0.87 ppm می‌باشد که در جنوب برگه‌ی الله‌آباد به چشم می‌خورد.

۴-۲-۵-۱۲- سایر عناصر

برای مابقی عناصری که تا کنون ذکر نگردیده‌اند نیز داده‌ی قابل توجهی بچشم نمی‌خورد بنابراین از ارائه توضیحات درمورد آن‌ها خودداری می‌شود.

۴-۳- تعیین آنومالی‌های نهایی

تا کنون آنومالی‌های پراکنده‌ی عناصر مختلف مورد بررسی قرار گرفت اما آنچه که می‌بایست درنهایت تهیه گردد نقشه‌ای است ترکیبی که در آن تمامی محدوده‌های آنومال تعیین و برای مرحله‌ی بعد، یعنی بررسی صحرائی مورد استفاده قرار گیرد.

برای بدست آوردن چنین نقشه‌ای از ترکیبی از آنومالی‌های عناصر طلا، مس، سرب، روی، مولیبدن، آرسنیک، آهن و آنتی‌موان در داده‌های ژئوشیمیایی و نیز از نمونه‌های کانی‌سنگین حاوی مالاکیت، سروزیت، گالن، میمیتیت،

ماسیکوت، ولغنیت، اسفالریت، اسمیت زونیت، سینابر و پوئلیت استفاده گردید. در ابتدا کلیه آنومالی‌های ذکر گردیده ترسیم گردیدند و در نهایت با حذف برخی از آنومالی‌هایی که تنها مربوط به یک عنصر بودند و یا چند عنصر با مقادیر پایین در آن‌ها دیده می‌شد، جدول (۴-۵) و نقشه‌ی ۶۰ تهیه گردید. همچنین در حذف و یا عدم حذف نمونه‌ها موقعیت مکانی نمونه‌های آنومال نسبت به یکدیگر در نظر گرفته شده است. جهت تلفیق داده‌ها، از نقشه‌ی زمین‌شناسی و واحدهای مربوط به آن و همچنین میزان عیار مطلق هر عنصر و پردازش کانی‌های سنگین استفاده گردید. بدین ترتیب عناصر سرب، روی، مس به عنوان عناصر مهم در این برکه شناخته شده‌اند و بقیه عناصر آنومال به عنوان پارائزهای احتمالی آنها در نظر گرفته شده‌اند. (جدول ۴-۵) همچنین نقشه‌ی ۶۰ نشان دهنده‌ی نمونه‌ها و نواحی آنومال بر روی محدوده‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان می‌باشد.

جدول ۴-۵- نمونه‌های آنومال نهایی در ورقه چوپانان که برای مرحله بعد (کنترل آنومالی) پیشنهاد گردیده‌اند.

Sample ID	X	Y	First Class Anomaly	Second Class Anomaly	Heavy Mineral Anomaly
CG-017	264862	3758214		Mo(0.95) , Sb(0.71), Fac2	Vana(2), Mim(3)
CG-019	265282	3759312			Gal(2) , Ceru(2) , Vana(1)
CG-034	262118	3763592		Ag(0.52)	Sch(5)
CG-048	259732	3760818		Ag(0.58)	Ceru(2) , Nalead(1) , Mim(4) , Wulf(5)
CG-053	259165	3763270			Mim(2) , Wulf(4)
CG-059	257657	3761186	Pb(82)	Zn(77)	
CG-076	263796	3757708	Pb(183)	Zn(76)	
CG-080	262690	3757287		Pb(64)	Real(4) , Orp(3) , Pow(3)
CG-081	262047	3757582	Pb(100)		
CG-083	261518	3757703			Ceru(2) , Mal(1) , Smit(1)
CG-084	260110	3757934	As(32.4) , Cu(50) , Mo(17.63) , Pb(208)		Ceru(2) , Mal(3) , Smit(2) , Mim(5) Real(1) , Orp(2) , Wulf(9)
CG-085	259553	3757737			Gal(2) , Ceru(2) , Mal(3) , Sph(1) , Smit(1) Mim(2) , Wulf(3)
CG-086	259506	3757419	Pb(81)		Gal(2) , Ceru(3) , Mal(3) , Sph(2) , Smit(1) Mim(2) , Pow(20) , Wulf(3)
CG-088	258505	3756914			Mal(1)
CG-193	251852	3746804			Nalead(4)
CG-270	267041	3741454			Gal(2) , Ceru(1)
CG-278	264085	3723939		As(25.5)	Gal(2) , Ceru(7) , Sph(1) , Smit(5) , Nalead(12) , Maci(4)
CG-291	249786	3760939	Ba(892) Cu(52)		
CG-294	246252	3765506	Fe(48880) , Ba(1839)	Bi(0.94) , Zn(81), Fac 3, Fac 4	
CG-298	246449	3764404		Au(3) , Ba(715)	Mal(3)
CG-299	249019	3762197	Zn(103)	Fe(34657) Ba(811)	
CG-300	248666	3761966	Fe(60713) , Ba(1190) , Bi(1.08) , Cu(46) , Zn(109)	As(22.8) , Co(17) , Pb(70) , Sr(651), Fac 1, Fac 3	
CG-301	247893	3762569	Au(9)		
CG-307	244190	3760153	As(26.8) , Cu(51)	Au(3)	
CG-308	243571	3759653	Au(5) , As(38.6) , Ba(1329) , Co(19) , Mo(1.04) Pb(94) , Sr(866) , Zn(177), Fac 4	Fe(33037) , Cu(41), Fac 1, Fac 3, Fac 4	
CG-309	243241	3759432	Mo(1.03)	Au(4) , As(25) , Cu(39) , Pb(72) Zn(78)	
CG-310	242858	3759433	Ba(942)	Au(4) , As(21.3) , Cu(37) , Mo(1), Zn(73), Fac 4	
CG-311	243005	3758944	As(28.7) , Pb(95)	Ba(755) , Cu(37)	
CG-319	244468	3757066	Pb (116)		
CG-362	243945	3746479			Nalead(1)
CG-373	244004	3743462			Mal(2)
CG-431	248956	3741649	Au(5)		
CG-447	224009	3713382	Ni(79)	Au(4) , Co(17), Fac 3	Gal(2) , Ceru(2)
CG-456	229817	3711163	Fe(43804) , Co(25) , Ni(74) , Sb(0.81), Fac 3	Mn(857) , Zn(85)	

ادامه‌ی جدول ۵-۴- نمونه‌های آنومال نهایی در ورقه چوپانان که برای مرحله بعد (کنترل آنومالی) پیشنهاد گردیده‌اند.

Sample ID	X	Y	First Class Anomaly	Second Class Anomaly	Heavy Mineral Anomaly
CG-458	231963	3710748	Au(5) , Co(23) , Ni(101) , Sb(0.74), Fac 3	Fe(32246) , Cu(38) , Mn(813) , Zn(78)	
CG-459	232111	3710861	Ni(85) , Pb(750) , Sb(0.6)	Au(3) , Zn(79)	
CG-461	231108	3712754		Au(3) , Ni(65) , Sb(0.73), Fac 3	Gal(5) , Ceru(7) , Sph(1)Smit(3)
CG-464	232466	3711960		Au(4) , Cu(33)	
CG-470	232079	3715815		Au(3)	Sch(2) , Pow(12)
CG-472	232934	3716965			Sch(1) , Pow(7)
CG-474	234670	3714324	Cu(48) , Pb(138)		
CG-475	235455	3711766		Au(4)	Gal(4)Ceru(20) Sch(3)Sph(2)Smit(8)Nalead(7) Mim(3)Maci(3)
CG-476	235492	3711310	Au(5) , Pb(167)	Co(18) , Cu(35) , Zn(76)	
CG-477	234563	3716871		Au(3)	Pow(12)
CG-479	235549	3713763			Gal(2) , Ceru(2) , Smit(1) , Maci(1) , Pow(20)
CG-480	235820	3714004		Au(3) , Sb(0.7)	Gal(7)Ceru(10) Sch(3)Sph(2)Smit(7) Mim(2)Maci(3) Pow(10)
CG-481	237026	3712905	Au(6)	As(24.5) , Co(18) , Cu(34) , Pb(63)	Gal(7) , Ceru(10) , Sph(3) , Smit(7) , Mim(2) , Wulf(4)
CG-483	237222	3712441	Au(7) , As(30.6) , Co(20) , Cu(44)	Pb(71) Zn(76)	
CG-488	237347	3715575	Ba(1311) ,Pb(110)	Fac 4	
CG-493	237955	3717219			Nalead(1) , Pow(5)
CG-498	239592	3720366			Gal(2)Ceru(1) , Smit(1)
CG-504	240596	3715706	Mn(1586)	Au(4) As(23.7) Co(18)Cu(41) Mo(0.94)	
CG-506	241074	3716891		Sb(0.7)	Ceru(2) , Smit(2) , Nalead(1) , Maci(2)
CG-510	242447	3717827	Pb(110)	Co(18) , Cu(34) , Mn(888) , Mo(0.98)	
CG-516	244857	3715708		Sb(0.7), Fac 3	Gal(5) , Ceru(10) , Sph(2) , Smit(7) , Nalead(6) , Maci(5)
CG-517	244523	3715865			Gal(2)Ceru(2) Smit(1)
CG-519	242340	3714671			Gal(2) , Ceru(1) , Smit(1)
CG-523	242386	3713040	Pb(80)		
CG-528	244633	3712560			Gal(4) , Ceru(3) , Sph(1) , Smit(3) , Pow(80)
CG-535	247557	3713624		Fac 3	Ceru(1) Nalead(1)
CG-552	261594	3711354	Pb(104), Fac 4		
CG-559	266268	3711366			Gal(1) , Ceru(10) , Sph(1) , Smit(7) , Nalead(5) , Maci(4) , Pow(5)

Smit = Smithsonite
Nalead = Native lead
Vana = Vanadinite
Orp = Orpiment
Sch = Scheelite

Maci = Massicot
Mal = Malachite
Ceru = Cerussite
Sph = Sphalerite
Real = Realgar

Pow = Powellite
Gal = Galena
Wulf = Wulfenite
Mim = Mimetite