

فصل دوم

نمونه برداری

1-2- مقدمه

به منظور اجرای پروژه میانراهان 1، قبل از طراحی شبکه نمونه برداری اقدام به جمع آوری اطلاعات پیشین و رقومی سازی نقشه های توپوگرافی گردید. سپس نقشه زمین شناسی یکصد هزارم میانراهان 1 و داده های ژئوفیزیکی به اطلاعات قبلی اضافه و در نهایت پس از تکمیل بانک های اطلاعاتی، با توجه به نگرش ویژه طرح میانراهان 1 بر روی عناصر طلا، آرسنیک، جیوه و نقره محل نمونه های ژئوشیمیایی و کانی سنگین طراحی شد. در ذیل عوامل مؤثر در طراحی شبکه نمونه برداری و همچنین مراحل برداشت و آماده سازی نمونه ها بطور مختصر آورده شده است.

2-2- طراحی شبکه نمونه برداری، نحوه نمونه برداری و کدگذاری نمونه ها

طراحی شبکه نمونه برداری این پروژه طوری صورت گرفته که 258 نمونه این منطقه حداکثر سازگاری را با عواملی نظیر چینه شناسی، سنگ شناسی، تکنیک و نتایج حاصل از مطالعات ژئوشیمیایی گذشته داشته باشد. در طراحی نمونه ها، چگالی نمونه برداری در اطراف توده های نفوذی و خروجی و نواحی مجاور آنها (کتناکت ها)، نواحی اطراف گسلها و تقاطع آنها، زونهای دگرسان شده بعد از ماگمایی و مناطقی که در بخش فوقانی توده های نفوذی و غیر عمیق قرار دارند (این توده ها روی نقشه ژئوفیزیک هوایی مشخص می شوند) به علت پتانسیل معدنی محتمل، از مقدار بالاتری برخوردار می باشند. به دلیل فعال بودن پدیده رقیق شدگی در حوضه های آبریز وسیع و کاهش شدت ناهنجاریهای احتمالی در محل اتصال آبراهه ها به یکدیگر لازم است چنین حوضه های آبریزی به حوضه های کوچکتر تقسیم شوند.

علاوه بر عوامل فوق، یکی دیگر از عوامل مؤثر در تصمیم گیری احتمال وجود آلودگیهای ناشی از فعالیتهای کشاورزی در حاشیه رودخانه هایی است که نواحی با توپوگرافی آرام (قابل کشت) در اطراف آنها وجود داشته است. بدیهی است مصرف کودهای شیمیایی و سموم نباتی احتمال وجود آلودگی به عناصر کمیاب را در رسوبات پایین دست آنها افزایش می دهد. در صورت چنین مواردی در منطقه فقط بخشهای فوقانی آبراهه که از آلودگی مصون می باشد، می تواند محاسبه گردد. نقشه (1-2)

در خلال این عملیات 2 اکیپ متشکل از 4 کارشناس و 2 راننده در یک کمپ واقع در سنقر شرکت داشته اند. هر اکیپ عموماً دارای 2 کارشناس، وسیله نقلیه مخصوص به خود، نقشه های توپوگرافی با محل نمونه های از پیش تعیین شده، نقشه زمین شناسی محل و دستگاه موقعیت یاب جغرافیایی (GPS) بوده اند. هر نمونه ژئوشیمیایی متشکل از حدود 200 تا 300 گرم جزء (-80) مش رسوبات آبراهه ای می باشد که پس از الک کردن رسوب خشک در محل، درون کیسه های پلاستیکی نوریخته شده و شماره گذاری گردیدند. در مواردی که رسوبات نم دار بودند، حدود 5 کیلوگرم از آن به محل کمپ آورده شده و پس از خشک کردن در هوای آزاد، جزء (-80) مش از آنها جدا شده است. در نهایت هر 2 اکیپ شماره نمونه های خود را به یک سیستم شماره گذاری واحد با شماره سریال منفرد تبدیل نمودند که روی نقشه نمونه برداری مشخص شده است.

لازم به توضیح است که 258 نمونه رسوب آبراهه ای در محدوده 1:25000 میانراهان 1 برداشت شده است. در شماره گذاری نمونه ها از یک کد حداکثر چهار رقمی استفاده گردیده، این کد متشکل از یک حرف و حداکثر سه رقم عدد است. اولین حرف از سمت چپ معرف منطقه میانراهان 1 (M) می باشد. لازم به ذکر است که همزمان با برداشت نمونه های ژئوشیمیایی تعداد 50 نمونه کانی سنگین نیز برداشت شده که نتایج حاصل از آن در فصل سوم گزارش آورده شده است. نقشه (1-2) محل برداشت نمونه های ژئوشیمیایی و کانی سنگین را نشان می دهد.

3-2- آماده سازی و آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی

کلیه 258 نمونه رسوبات آبراهه ای برداشت شده پس از کنترل کیفیت شماره سریال آنها تحویل آزمایشگاه کان پژوه گردید تا آماده سازی آنها صورت گیرد. در این مرحله ذرات نمونه تا 200- مش کاهش قطر داده شد. نمونه های ژئوشیمیایی برداشت شده پس از آماده سازی و تبدیل به 200- مش، در آزمایشگاه کان پژوه برای 51 عنصر مورد تجزیه شیمیایی به روش ICP قرار گرفت. لیست عناصر مورد تجزیه همراه با حد قابل ثبت آزمایشگاه در روش تجزیه به کار رفته در این پروژه در جدول (1-2) آورده شده است.

جدول (1-2): حد حساسیتهای رعایت شده در پروژه میانراهان 1

Element	Au	Ag	Al	As	B	Ba	Be
Detection Limit	0.001-10	0.01-100	0.01-15%	0.1-10000	10-10000	10-10000	0.05-100
Element	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs
Detection Limit	0.01-10000	0.01-15%	0.01-500	0.02-500	0.1-10000	1-10000	0.05-500
Element	Cu	Fe	Ga	Ge	Hf	Hg	In
Detection Limit	0.2-10000	0.01-15%	0.05-10000	0.05-500	0.02-500	0.01-10000	0.005-500
Element	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na
Detection Limit	0.01-10%	0.2-10000	0.1-500	0.01-15%	5-10000	0.05-10000	0.01-10%
Element	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S
Detection Limit	0.05-500	0.2-10000	10-10000	0.2-10000	0.1-500	0.001-50	0.01-10%
Element	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te
Detection Limit	0.05-10000	0.1-10000	0.2-1000	0.2-500	0.2-10000	0.01-500	0.01-500
Element	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y
Detection Limit	0.2-500	0.005-10%	0.02-10000	0.05-10000	1-10000	0.05-10000	0.05-500
Element	Zn	Zr					
Detection Limit	2-10000	0.5-500					

- عناصری که با درصد مشخص نشده است به گرم در تن می باشند.

4-2- بررسی روش آنالیز و تجزیه و تحلیل دقت و صحت داده ها

در پروژه های مختلف بر اساس درجه اهمیت اندازه گیری ها حد مجاز صحت و دقت از پیش انتخاب می شود و طراحی ها بر اساس آنها صورت می گیرد. واضح است که هر چه به دنبال دستیابی به صحت و دقت بیشتری باشیم، باید هزینه بیشتری پردازیم. بنابراین در هر پروژه ای با توجه به سقف هزینه های لازم برای بالا بردن دقت و صحت ریسک های ناشی از پایین بودن دقت و صحت اندازه گیریها باید حالت بهینه ای را به عنوان حد مجاز انتخاب کنیم. گاهی ممکن است زیانی که از پایین بودن صحت و دقت حاصل می شود بیشتر از هزینه های لازم برای افزایش این دو عامل باشد.

در پروژه های اکتشافی اهمیت صحت و دقت اندازه گیری ها بستگی به مقیاس مطالعات دارد به عنوان مثال در برداشتهای اکتشافی تا قبل از مرحله تعیین ذخیره آنچه که بیشتر اهمیت دارد دقت اندازه گیری هاست، زیرا در این مقیاس از عملیات، سنجش ها نسبی است نه مطلق و کاهش یا افزایش مقدار ثابتی به همه داده ها در وضعیت نسبی آنها بی تاثیر است این در حالی است که در مرحله تخمین ذخیره گرچه دقت و صحت هر دو مهم است ولی خطر اصلی کاهش صحت است.

تمامی نمونه های ژئوشیمیایی محدوده مورد بررسی برای 51 عنصر مندرج در شرح خدمات آنالیز شده اند و همانطور که اشاره شد این عناصر عبارتند از:

Au,Ag,Al,As,B,Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Ce,Co,Cr,Cs,Cu,Fe,Ga,Ge,Hf,Hg,In,K,La,Li,Mg,Mn,Mo,Na,Nb,Ni,P,Pb, RbRe,S,Sb, Sc,Se Sn,Sr,Ta,Te,Th,Ti,Tl,U,V,W,Y,Zn,Zr

برای تعیین خطای اندازه گیری آنالیزهای شیمیایی، اقدام به انتخاب نمونه های تکراری از طریق تقسیم 26 نمونه خردایش شده زیر 200 مش شده است. در جدول (2-2) نتایج آنالیز این نمونه ها قرار داده شده است. این نمونه ها که پس از پودر شدن تا حد 200 مش تهیه و مورد آنالیز تکراری قرار می گیرند، می توانند خطای مرحله آنالیز را منعکس سازند، زیرا فاقد خطای نمونه برداری و آماده سازی می باشند، این نمونه ها با کد رمز دار طبق صورتجلسه ای در دفتر شرکت کان ایران با حضور نماینده آزمایشگاه، تهیه و در اختیار آزمایشگاه قرار گرفت. برای محاسبه خطا، لازم است تا داده های حاصل از دو بار آزمایش، برای عناصر مختلف و همچنین میانگین دو آزمایش و اختلاف آنها تعیین گردد. همانطور که قبلاً اشاره شد در بررسی های اکتشافی آنچه حائز اهمیت می باشد تعیین دقت عملیات است، که در واقع همان قابلیت تکرار آزمایش با اخذ نتایج مشابه می باشد، صحت آنها که مقدار تطابق اندازه گیری ها را با واقعیت نشان می دهد و از طریق به کارگیری نمونه های استاندارد با غلظت معین تعیین می شود، در شرح خدمات این پروژه مدنظر نبوده است. اگرچه، به طور یقین آزمایشگاه از چنین نمونه هایی، در جهت کنترل کیفیت کار خود استفاده کرده است. روش بکار برده شده در اندازه گیری سطح خطای آنالیز شیمیایی به دو روش نمودارهای کنترلی تامپسون و روابط محاسباتی در این پروژه انجام گرفته است که در زیر به شرح این روش ها می پردازیم.

1-4-2- محاسبه خطای آنالیز شیمیایی به روش دیاگرام کنترلی تامپسون-هوارث

در این روش در یک دستگاه مختصات تمام لگاریتمی، روی محور افقی، میانگین دوبار اندازه گیری و روی محور عمودی اختلاف دوبار اندازه گیری نشان داده می شود. در این دیاگرام خطوط مایلی دیده می شود که می تواند سطح دقت دلخواه را (در این پروژه معادل 10٪ انتخاب شده است) نشان دهند. نحوه کار بدین صورت است که به وسیله دو کمیت تشریح شده قبلی، هر جفت نمونه تکراری طوری در صفحه مختصات توزیع می شوند که اگر 90٪ آنها زیر خط پایینی (خط 10٪) و 99٪ آنها زیر خط بالایی (خط 1٪) قرار گیرند در این صورت خطای کل این مجموعه نمونه تکراری برای آن عنصر خاص 10٪ ارزیابی می شود که خطای قابل قبول و مجاز در امور اکتشافی است. دیاگرامهای تامپسون برای هر عنصر به طور جداگانه ترسیم شده اند. اشکال (1-2) الی (7-2) نمودارهای تامپسون را در پروژه میانراهان 1 نشان می دهند (پیوست شماره 5)

قبل از بررسی دیاگرامهای تامپسون باید به این نکته اشاره نمود که عناصری که مقدار غلظت آنها به حد حساسیت دستگاه آنالیز کننده نزدیک می باشد، توسط هیچ یک از روشهای خطا گیری قادر به تعیین دقت واقعی آنها نمی باشیم، به عبارت دیگر کارشناسان با بررسی هایی که بر روی زوج نمونه های تکراری انجام داده اند، به این نتیجه رسیده اند که حداقل غلظت عنصر مورد بررسی باید چیزی حدود 10 الی 15 برابر حد حساسیت دستگاه باشد تا بتوان قضاوت عادلانه ای در مورد دقت و صحت آنالیز آن نمود، همچنین در مورد عنصر آرسنیک ذکر این نکته ضروری است که آنالیز این عنصر به

طور کلی توسط روش ICP-MS ، به مقدار کلسیم موجود در نمونه حساس می باشد به دیگر سخن آنکه وجود غلظت های بالای کلسیم در تعیین غلظت حقیقی آرسنیک ایجاد خطا می کند، بدین منظور در پردازش های بعدی در مورد این عنصر توجه ویژه ای لازم است.

با توجه به گفتار فوق و در نظر گرفتن نکات ذکر شده در بالا به بررسی دیاگرامهای تامپسون در مناطق مورد بررسی می پردازیم.

همانطور که انتظار می رود بر پایه نمودارهای کنترلی تامپسون و نتایج حاصل از محاسبه خطای آنالیز به روش نسبی که در مرحله بعد به آن اشاره می شود، عناصر Au, Ag, B, Ge, Hf, Hg, In, Na, Re, S, Se, Sn, Ta, Te, Ti, Tl, U, W برای هیچیک از جفت نمونه های تکراری، عیاری بیش از 10 برابر حد حساسیت دستگاه را به ثبت نرسانده اند، به این ترتیب در مورد دقت آنالیز نمونه های این عناصر نمی توان قضاوت عادلانه ای نمود.

خطای آنالیز عناصر Be, Nb, Sc قابل قبول نمی باشد.

در مورد خطای آنالیز عناصر Al, As, Ba, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn, Zr قاطعانه می توان به دقت مورد دلخواه نتایج اذعان نمود.

2-4-2- محاسبه خطای آنالیز های شیمیایی به روش خطا گیری نسبی

برای محاسبه خطا در این روش ابتدا پراش جفت نمونه های اصلی و تکراری با استفاده از فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$AE(\%) = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i + y_i} \quad (1)$$

که در آن:

X_i : مقدار اولین اندازه گیری برای کمیت مورد نظر در جفت نمونه n ام

Y_i : مقدار دومین اندازه گیری برای کمیت مورد نظر در جفت نمونه n ام

n : تعداد جفت نمونه های تکراری

AE : خطای دستگاهی (Analytical Error)

مبنای خطای آزمایشگاهی در این روش برابر با 10٪ می باشد. خطای نسبی 10٪ یا کمتر در مورد آنالیز عناصر، قابل قبول است و در مقادیری که خطای آزمایشگاهی بالاتر است این مقدار خطا قابل پذیرش نمی باشد. محاسبات میزان خطای نسبی در مورد عناصر آنالیز شده در شکل (1-8) به همراه جدول میزان خطاها ارائه شده است.

3-4-2- ارزیابی نتایج حاصل از کنترل کیفیت آنالیزهای شیمیایی

با توجه به بررسی هایی که توسط دو روش دیاگرام کنترل تامپسون و خطاگیری توسط روش نسبی در این پروژه صورت گرفت می توان به نتایج ذیل اشاره نمود.

1- عناصر Au, Ag, B, Ge, Hf, Hg, In, Na, Re, S, Se, Sn, Ta, Te, Ti, Tl, U, W برای هیچیک از جفت نمونه های تکراری، عیاری بیش از 10 برابر حد حساسیت دستگاه را به ثبت نرسانده اند، به این ترتیب در مورد دقت آنالیز نمونه های این عناصر نمی توان قضاوت عادلانه ای نمود.

2- خطای آنالیز عناصر Be, Nb, Sc بیش از 10 درصد محاسبه شده است که این میزان خطا قاطعانه مجاز نمی باشد.

3- در مورد خطای آنالیز عناصر Al, As, Ba, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Rb, Sr, Th, V, Y, Zn, Zr قاطعانه می توان به دقت مورد دلخواه نتایج اذعان نمود.

5-2- فایل بندی داده های خام و جایگزینی داده های سنسورد

در این پروژه، عنصر آنتیموان بدلیل آنکه دارای یک نمونه سنسورد بیشتر از حد حساسیت دستگاه می باشد، مقدار سنسورد با 4/3 حد حساسیت در مرز بالایی جایگزین گردید. همچنین عنصر تیتانیوم به دلیل آنکه دارای یک نمونه کمتر از حد حساسیت دستگاه می باشد، مقدار سنسورد با 3/4 حد حساسیت دستگاه در مرز پائینی جایگزین شد. عناصر بر، رنیوم و تانتالیوم بدلیل یکنواختی داده های غیرسنسورد و عدم تغییرات از ادامه پردازش ها حذف شدند. مقادیر سنسورد برای عناصر طلا، گوگرد، سدیم و تنگستن با روش بیشترین درستنمایی کوهن مورد محاسبه و جایگزینی قرار گرفت. در جدول (2-3) حد حساسیت دستگاه، تعداد داده های سنسورد، تعداد داده های غیر سنسورد، تعداد کل نمونه ها و مقادیر جایگزینی برای تمام عناصر مورد مطالعه آورده شده است.

6-2- مطالعات آماری تک متغیره

همچنان که می دانیم هر عنصر در محیطهای ژئوشیمیایی مختلف دارای تابع توزیع خاص خود بوده و رفتار ژئوشیمیایی عناصر در محیطها و شرایط مختلف تغییر می نماید. برای شناخت هر تابع توزیع، نیاز به داشتن پارامترهای آماری معینی، از آن تابع می باشیم. بدین منظور داده های خام عناصر بعد از ورود به محیط نرم افزار SPSS و اجرای فایل بندی، جهت محاسبه پارامترهای آماری عناصر آماده شدند. در مبحث پردازش داده های خام، مقادیر اولیه آماری، هیستوگرام و منحنی تجمعی P-P هر عنصر محاسبه و ترسیم شده است.

1-6-2- پارامترهای آماری داده های خام

در این مرحله مقادیر میانگین، میانه، مد، پراش، انحراف معیار، درصد ضریب تغییرات، چولگی، کشیدگی، مقادیر حداقل و حداکثر، 25٪ و 75٪ هر عنصر بدون نرمال سازی و تغییرات در داده ها در جدول (2-4) نشان داده شده است. با توجه به جدول (2-4) بازه تغییرات میانگین غلظت عناصر در این منطقه از 0/0022 گرم در تن برای طلا تا 903 گرم در تن برای عنصر منگنز متغیر می باشد و به جز عناصر طلا، آرسنیک، کلسیم، کروم، سزیم، مس، گالیم، منگنز، نیکل، فسفر، آنتیموان، استرانسیوم و وانادیوم در سایر عناصر مقادیر میانگین و میانه از اختلاف چشمگیری برخوردار نیستند. اختلاف بین مقادیر میانه و میانگین در این عناصر ناشی از توزیع نامتقارن این متغیرها می باشد.

(Cv%) یا درصد ضریب تغییرات نیز نشان دهنده وسعت دامنه تغییرات یک عنصر می باشد. در این پروژه بیشترین درصد ضریب تغییرات مربوط به عنصر آنتیموان (1291٪) و کمترین درصد ضریب تغییرات به عنصر آهن (16٪) تعلق دارد. بعد از متغیر آنتیموان عناصر آرسنیک، گوگرد، طلا، بیسموت، سدیم و سزیم دارای بیشترین درصد ضریب تغییرات می باشند.

واریانس به ترتیب برای عناصر آنتیموان، فسفر، منگنز، نیکل، آرسنیک، استرانسیوم، کروم و باریم دارای مقادیر بالایی می باشد که این می تواند حاکی از پراکندگی تغییرات غلظت این عناصر در محدوده مطالعاتی مورد نظر باشد. این در حالی است که کمترین مقدار واریانس مربوط به عنصر طلا (0/00001) می باشد.

همانطور که می دانیم در یک تابع توزیع نرمال، چولگی دارای مقدار صفر می باشد و هر چه مقدار چولگی افزایش یابد، جامعه از حالت نرمال فاصله می گیرد. همچنین مقادیر بالای چولگی در یک تابع توزیع ژئوشیمیایی وجود کانی سازی احتمالی و یا غیرعادی بودن آن عنصر را گواهی می نماید. با توجه به میزان چولگی داده ها بیشترین چولگی مثبت مربوط به عنصر آنتیموان (15/88) و کمترین چولگی مثبت مربوط به عنصر باریم (0/28) می باشد. عناصر برلیوم و مولیبدن دارای چولگی حول محور صفر بوده و توزیع نسبتاً متقارن تری را از خود نشان می دهند. میزان بالای چولگی در بعضی عناصر می تواند به دلیل وجود چند نمونه با غلظت بالا باشد. در یک تابع توزیع نرمال کشیدگی دارای مقدار 3 می باشد و هر چه مقدار کشیدگی کمتر یا بیشتر از مقدار فوق باشد خصلت غیرنرمال بودن آن توزیع را بیان می نماید. با توجه به جدول (2-4) بیشترین کشیدگی مربوط به عناصر آنتیموان (257)، گوگرد (219) و آرسنیک (190) و کمترین کشیدگی مربوط به عنصر باریم (3) می باشد.

2-6-2- توصیف نمودارهای آماری (هیستوگرام و منحنی تجمعی P-P)

به جز پارامترهای آماری اولیه که نشان دهنده خواص هر تابع ژئوشیمیایی برای هر عنصر می باشد هیستوگرام و منحنی تجمعی P-P هر عنصر نیز می تواند همان خواص و بعضی خواص دیگر توزیع ژئوشیمیایی را نشان دهد. برای این منظور در اشکال (2-9) الی (2-12) (پیوست شماره 6) موارد فوق به نمایش گذارده شده و با توجه به اشکال فوق نتایج ذیل برای

عناصر بدست آمده است . در این بخش از مطالعات نیز با وجود آنکه پارامترهای آماری و هیستوگرام اکثر عناصر محاسبه و ترسیم شده اما از تشریح مفصل عناصر کم اهمیت صرف نظر گردیده است.

عناصر طلا، نقره، آرسنیک و آنتیموان (شکل 2-9): همانطور که در هیستوگرام عنصر طلا دیده می شود، 95٪ از فراوانی داده های این متغیر در غلظت های کمتر از 0/003 گرم در تن می باشند. بیشترین غلظت این عنصر 0/043 گرم در تن مربوط به نمونه M186 است که تقریباً 4 برابر نسبت به نمونه ماقبل خود غنی شدگی نشان داده است. این نمونه برای عنصر قلع نیز در کران بالایی تابع جای گرفته است.

با توجه به نمودار عنصر نقره، بیشترین فراوانی داده ها مربوط به عیارهای بین 0/065 تا 0/04 گرم در تن می باشد. هیستوگرام این عنصر غیرنرمال با چولگی مثبت بوده و بیشترین عیار آن مربوط به نمونه های M203, M207 با 0/23 گرم در تن می باشد. نمونه M203 برای عناصر مولیبدن و استرانسیم نیز بالاترین غلظت را به ثبت رسانده اند.

هیستوگرام عنصر آرسنیک نشان دهنده توزیع غیرنرمال با چولگی مثبت می باشد. انحراف داده ها از خط نرمال در نمودار تجمعی P-P نیز بیانگر این موضوع است. بیشترین غلظت این عنصر 1200 گرم در تن متعلق به نمونه شماره M260 می باشد. این نمونه علاوه بر عنصر آرسنیک برای عنصر تالیوم نیز در کران بالایی تابع جای گرفته است.

با توجه به هیستوگرام عنصر آنتیموان تقریباً 98٪ فراوانی داده های این متغیر در غلظت های کمتر از 100 گرم در تن می باشند. بیشترین غلظت این عنصر 1333 گرم در تن متعلق به نمونه M261 می باشد. این نمونه برای عنصر گوگرد نیز در بالاترین کران تابع جای گرفته است.

عناصر مس، مولیبدن، سرب و روی (شکل 2-10): هیستوگرام عنصر مس نشان دهنده توزیع غیرنرمال با چولگی مثبت می باشد. انحراف داده ها از خط نرمال در نمودار تجمعی P-P نیز بیانگر این موضوع است. بیشترین فراوانی این عنصر مربوط به غلظت های 30 تا 50 گرم در تن و بیشترین غلظت نیز 420 گرم در تن مربوط به نمونه M259 می باشد.

در صورت حذف مقادیر کرانه ای در هیستوگرام عنصر مولیبدن، این نمودار تمایل به پیروی از توزیع نرمال را نشان می دهد. بیشترین غلظت این عنصر 1/62 گرم در تن و متعلق به نمونه M203 می باشد.

در صورت حذف مقادیر کرانه ای در هیستوگرام عنصر سرب، این نمودار تمایل به پیروی از توزیع نرمال را نشان می دهد. بیشترین فراوانی مربوط به عیارهای بین 15 تا 17 گرم در تن بوده و دو نمونه M241, M096 به ترتیب با عیارهای 45 و 42 گرم در تن در بالاترین کران تابع این عنصر جای گرفته اند. نمونه M241 برای عنصر روی نیز بالاترین عیار را به ثبت رسانده است.

شکل زنگوله ای هیستوگرام عنصر روی بیانگر تمایل زیاد این عنصر به پیروی از تابع توزیع نرمال داشته که در نمودار تجمعی نیز با انحراف کم داده ها از خط نرمال کاملاً مشهود است. بیشترین غلظت این عنصر مربوط به نمونه M241 با عیار 284 گرم در تن می باشد.

عناصر جیوه، باریم، کادمیوم و بیسموت (شکل 2-11): در هیستوگرام عنصر جیوه تمایل زیادی به پیروی از تابع توزیع نرمال وجود دارد. نمونه M249 با عیار 0/12 گرم در تن بالاترین غلظت را برای این عنصر به ثبت رسانده است. شکل زنگوله ای هیستوگرام عناصر باریم و کادمیوم توزیع تقریباً نرمال داده ها را نشان می دهد. این موضوع با انحراف کم داده ها از خط نرمال در نمودار تجمعی آنها نیز کاملاً مشهود است. بیشترین غلظت عنصر باریم 225 گرم در تن متعلق به نمونه M117 و بیشترین غلظت عنصر کادمیوم 0/6 گرم در تن متعلق به نمونه M139 می باشد.

هیستوگرام عنصر بیسموت نشان دهنده توزیع غیرنرمال با چولگی مثبت داده ها می باشد. بیش از 95٪ داده ها عیارهای کمتر از 0/75 گرم در تن را به ثبت رسانده اند. بیشترین غلظت این عنصر 5 گرم در تن و متعلق به نمونه M031 می باشد.

عناصر قلع، تنگستن، آهن و منگنز (شکل 2-12): هیستوگرام عناصر قلع و تنگستن توزیع غیرنرمال داده ها با چولگی مثبت را نشان می دهد. بیشترین غلظت عنصر قلع 4/5 گرم در تن متعلق به نمونه M186 و بیشترین غلظت عنصر تنگستن 0/5 گرم در تن متعلق به نمونه M008 می باشد.

در صورت حذف مقادیر خارج از ردیف در هیستوگرام عناصر آهن و منگنز تمایل زیادی به پیروی از تابع توزیع نرمال وجود دارد. نمونه M241 با عیار 8/1 درصد و نمونه M117 با عیار 3080 گرم در تن به ترتیب بالاترین غلظت عناصر آهن و منگنز را نشان می دهند.

7-2- بررسی مقادیر خارج از رده

در این پروژه سعی گردیده است تا علاوه بر ترسیم و بررسی نمودارهای جعبه ای و مشخص سازی نمونه های خارج از رده توسط نمودارهای جعبه ای از روش دیگری که ماحصل منظم کردن غلظتهای هریک از عناصر از مقادیر زیاد به کم است نیز بهره گرفته شود و بدین طریق، جهش های ناگهانی عیارها که به گمان کارشناسان نقطه انفصال جامعه خارج از رده از پیکره اصلی تابع توزیع می باشد را مورد شناسایی قرار دهیم (جدول 2-5). همانطور که مشاهده می شود در این جدول ستون اول مربوط به شماره نمونه و ستون دوم غلظت مربوط به آن بوده و مقادیری که با رنگ قرمز نشان داده شده اند مقادیر خارج از رده می باشند. در ذیل به بررسی مقادیر خارج از رده در منطقه مورد مطالعه می پردازیم.

محاسبات مربوط به تعیین مقادیر خارج از رده در محیط نرم افزاری spss انجام شده و نتایج آن در شکل های (2-13) الی (2-14) (پیوست شماره 7) آورده شده است. با توجه به این اشکال و جدول تنظیم شده بیشترین مقدار خارج از ردیف مربوط به عنصر نقره می باشد (با 12 مقدار خارج از ردیف) و بعد از آن به ترتیب عناصر آنتیموان، طلا، بیسموت و نیکل دارای بیشترین مقادیر خارج از رده می باشند. عناصر آرسنیک، کلسیم، کادمیوم، سلنیوم، کبالت، کروم، منگنز، مولیبدن، نیوبیوم، نیکل، فسفر، سرب، روبیدیم، آنتیموان، اسکاندیم، استرانسیم، توریوم، تیتانیم، وانادیم، ایتریم، روی و زیرکونیوم دارای مقادیر خارج از ردیف پایینی می باشند.

8-2- نرمال سازی داده های خام و بررسی پارامترهای آماری داده های نرمال

در این پروژه سعی بر این شد که حتی الامکان ماهیت اصلی داده ها دستخوش تغییرات نشود. به همین منظور ابتدا با توجه به هیستوگرام های تابع توزیع و جداول پارامترهای آماری، جوامعی برای محاسبات چند متغیره انتخاب شدند که حتی المقدور به یک جامعه نرمال نزدیکتر باشند. این امر با توجه به اینکه در بعضی از جوامع انتخاب مشکل بوده و توابع در جامعه های خام و لگاریتمی خصلت های نرمال نشان نمی دادند، باعث شد تا اقدام به تغییر و جایگزینی داده های خارج از ردیف گردد، این مسئله می تواند بدون تغییر عمده در ساختار داده ها، جوامع آنها را به جامعه نرمال نزدیکتر کند.

نحوه این تغییرات بطور مثال در جامعه نقره بدینگونه بوده است که داده های خام این عنصر بر پایه داده های ارسالی از آزمایشگاه تا حداکثر 0/23 گرم در تن را نشان داده اند، با توجه به نمودار جعبه ای، برای کاهش اثر داده های کرانه ای، داده هایی که عیار آنها بیش از 0/13 گرم در تن (12 نمونه) بوده حذف شده و به ترتیب با افزایش 0/002 گرم در تن داده های جدید جایگزین آنها شده اند، در این صورت حداکثر میزان غلظت عنصر نقره در فایل جدید برابر با 0/17 گرم در تن قرار داده شده است. هنوز فاصله این جامعه تا یک جامعه نرمال زیاد بوده، از این رو از تبدیل لگاریتمی ساده برای نرمال سازی آن استفاده شد و پارامترهای آماری و هیستوگرام آن ترسیم گردید و در پایان مشخص شد که حتی با جایگزینی مقادیر خارج از ردیف و لگاریتم گیری ساده از آن هنوز فاصله چولگی این متغیر نسبت به صفر از اختلاف معنی داری برخوردار است (حدود 1/4). هر چند که این مقدار به مراتب کوچکتر شده است. بنابراین سعی شد تا از تکنیک پارامتر سه متغیره ($Z = Ln(X \pm a)$)، به جهت تبدیل جامعه نقره به توزیع نرمال بهره گرفته شود. از این رو ابتدا از تمام داده های نقره مقدار ($\alpha=0/025$) کاسته شد (مقدار α با سعی و خطا بدست می آید) و سپس تحت تبدیل لگاریتم طبیعی قرار گرفت. در این حالت مقدار چولگی این متغیر به (0/036) رسید که این مقدار به تابع توزیع نرمال بسیار نزدیک می باشد.

مراحل فوق بر روی تمام متغیرهای این پروژه قبل از ورود به آمار چند متغیره انجام پذیرفت، با این تفاوت که برخی از عناصر پس از حذف و جایگزینی مقادیر خارج از رده بدون اینکه نیازی به تغییرات مصنوعی داشته باشند، تقریباً جامعه ای نرمال را نشان دادند. (نظیر عناصر Ba, Be, La, Mn, Mo) اهمیت این مسئله در آن است که به ماهیت اصلی داده ها لطمه ای وارد نشده و هیچگونه تغییراتی که بیانگر ماساژ مصنوعی داده ها باشد در این جوامع صورت نگرفته است. همچنین برخی از عناصر پس از حذف و جایگزینی مقادیر خارج از رده، با تبدیل لگاریتمی ساده از تابع توزیع نرمال تبعیت نمودند. (نظیر عناصر Bi, Ca, Cd, Ce, Fe, Ge, Hf, Hg, K, Li, Nb, Pb, S, Sc, Se, Te, Th, Ti, Zn, Zr روی برای تبدیل آنها به توزیع نرمال، باید از روش سه پارامتری استفاده می گردید. (نظیر عناصر Au, Ag, Al, As, Co, Cr, Cs, Cu, Ga, In, Mg, Na, Ni, P, Rb, Sb, Sn, Sr, Tl, U, V, W, Y

در جدول (2-6) پارامترهای آماری داده های نرمال منطقه میانراهان 1 نشان داده شده است. با توجه به این جدول محرز گردید که پس از نرمال سازی داده ها، میزان نزدیکی چولگی عناصر به سمت صفر بطور مشخصی افزایش یافته و این مقادیر برای ادامه داده پردازی از حد مطلوبی برخوردار بوده و می توان این جوامع را تقریباً نرمال فرض نمود. در این جدول غیر از چولگی، سایر پارامترهای آماری از قبیل: میانگین، انحراف معیار، پراش، درصد ضریب تغییرات، میانه، مد، حداقل و حد

اکثر جوامع هر عنصر آورده شده است. همانطور که دیده می شود چولگی داده های نرمال از 0/48- برای عنصر تلوریوم تا 0/68 برای عنصر طلا متغیر است. همچنین تأثیرات نرمال سازی را می توان با نزدیک شدن مقادیر میانه و میانگین بخصوص برای عناصر برلیوم، بیسموت، کروم، ایندیوم، منیزیم، توریوم، اورانیوم و زیرکونیوم مشاهده نمود. لازم به ذکر است که هیستوگرام عناصر نرمال شده در اشکال (2-15) الی (2-16) (پیوست شماره 8) آورده شده است.

9-2- مطالعات آماری دو متغیره

در این پروژه برای بدست آوردن ماتریس همبستگی، داده های خام را به محیط نرم افزار spss انتقال داده و در آنجا ضرائب همبستگی، سطوح معنی دار بودن و تعداد نمونه هایی که در ضریب همبستگی فوق شرکت نموده اند به روش اسپیرمن مورد محاسبه قرار گرفت.

1-9-2- بررسی آماری همبستگی موجود میان داده های ژئوشیمیایی

نتایج ضرایب همبستگی به روش اسپیرمن در جدول (2-7) آورده شده است. همانطور که ملاحظه می شود بر پایه روش اسپیرمن، بیشترین همبستگی مثبت بین عناصر اسکاندیم و وانادیم به مقدار (0/832) می باشد. بعد از آن به ترتیب عناصر تیتانیوم و وانادیم (0/807)، نیکل و کروم (0/797)، تنگستن و تیتانیوم (0/712)، آلومینیوم و وانادیم (0/709)، مولیبدن و باریم (0/700)، کروم و آلومینیوم (0/680)، آلومینیوم و اسکاندیم (0/664)، اسکاندیم و کبالت (0/663)، مس و کبالت (0/641)، آلومینیوم و تیتانیوم (0/635)، آهن و وانادیم (0/634)، تیتانیوم و اسکاندیم (0/626)، بیسموت و تلوریوم (0/624)، قلع و تیتانیوم (0/613)، کروم و منیزیم (0/611)، قلع و روییدیم (0/608) و کروم و اسکاندیم (0/605) دارای بیشترین همبستگی های مثبت می باشند. بیشترین همبستگی منفی میان عناصر باریم و تنگستن به مقدار (0/460-) می باشد. در این قسمت از گزارش به شرح همبستگی متغیرهایی که مطالعه حاضر بر روی آنها نگرش ویژه ای دارد، با سایر عناصر مورد مطالعه می پردازیم.

با توجه به جدول (2-7) عنصر طلا با عناصر باریم، مولیبدن و روی به ترتیب دارای همبستگی های مثبت (0/325)، (0/266) و (0/223) می باشد.

از همبستگی های مثبت عنصر آرسنیک می توان به همبستگی با عناصر تلوریوم (0/436)، بیسموت (0/406)، سرب (0/248) و مولیبدن (0/246) اشاره نمود.

عنصر مس با عناصر کبالت، منیزیم و اسکاندیم به ترتیب دارای همبستگی های مثبت (0/641)، (0/426)، (0/399) می باشد.

عنصر مولیبدن با عناصر باریم (0/700)، کادمیوم (0/550) و سرب (0/497) بیشترین همبستگی مثبت را نشان می دهد.

همبستگی مثبت عنصر سرب نیز با عناصر روی، مولیبدن، کادمیوم و بیسموت به ترتیب (0/578)، (0/497)، (0/450) و بیسموت (0/433) می باشد.

عنصر روی با عناصر سرب (0/578)، آهن (0/345) و منگنز (0/341) بیشترین همبستگی مثبت را نشان می دهد.

عنصر نقره با عناصر قلع (0/461)، جیوه (0/324) و روییدیم (0/320) دارای بیشترین همبستگی مثبت می باشد.

از همبستگی های عنصر تنگستن می توان به عناصر تیتانیوم (0/712)، قلع (0/574) و روییدیم اشاره نمود.

عنصر قلع نیز با عناصر تیتانیوم، روییدیم و تنگستن به ترتیب (0/613)، (0/608)، (0/574) بیشترین همبستگی مثبت را نشان می دهد.

از سایر همبستگی های مهم می توان به همبستگی بین عناصر آنتیموان و جیوه (0/160)، تلوریم و بیسموت (0/624)، جیوه و قلع (0/333)، جیوه و نقره (0/324) اشاره نمود.

10-2- مطالعات آماری چند متغیره

در این پروژه از میان روشهای چند متغیره از تکنیک تجزیه به عاملها و آنالیز خوشه ای به منظور تعیین ارتباط ژنتیکی عناصر بهره گرفته شد.

10-1-2- تجزیه عاملها (Factor Analysis)

در این پروژه برای ساخت متغیرهای مرکب و تعیین عناصر پارائنز و همراه با یکدیگر، از روش تجزیه به عاملها استفاده شده است.

برای نیل به این هدف ابتدا پارامترهای آماری شامل: مقادیر ویژه، واریانس و واریانس تجمعی هر مولفه، همراه با مقادیر مشارکت هر مولفه محاسبه و نتایج آن در جدول (2-8) آورده شده است. در این راستا از امکانات نرم افزار SPSS در محیط Windows بهره جسته ایم. برای نشان دادن مقادیر ویژه نسبت به تعداد مولفه ها نمودار صخره ای مقادیر ویژه نیز ترسیم شده است. (شکل 2-17)

با توجه به جدول (2-8) بیشترین مقدار ویژه در ارتباط با مولفه اول و برابر 5/869 و کمترین آن مربوط به مولفه بیست و ششم و مساوی 0/037 می باشد. حد اعتبار بکارگیری مقادیر ویژه در این منطقه 1/389 محاسبه شده و از آن برای تعیین مولفه های اصلی استفاده گردیده است. از طرفی با توجه به شکل (2-17) بعد از ششمین مولفه، شکستی بین مولفه ها بوجود آمده است که این شکست برای انتخاب مؤلفه های اصلی بکار گرفته می شود. یعنی از سری داده ها، مولفه اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم با توجه به این نمودار بعنوان مولفه های اصلی انتخاب و معرفی می شوند.

مقدار واریانس برای مولفه های اول تا ششم به ترتیب 22/574، 15/324، 13/715، 8/151، 6/769 و 5/341 درصد می باشد. با توجه به مقادیر ویژه بالای 1/389 بهتر است شش مولفه اول بعنوان مولفه انتخابی برگزیده شوند. (مؤلفه های اصلی با $Eigen\ value > 1$ و توسط نرم افزار انتخاب گردیده است). این شش مولفه در حدود 71/874 درصد واریانس و تغییرات عمومی محیط ژئوشیمیایی مورد مطالعه را پوشش می دهند.

بیشترین مشارکت عناصر در ارتباط با عنصر کروم می باشد که 0/901 بوده و به ترتیب عناصر نیکل، منیزیم، وانادیم، تیتانیم، آهن، کبالت، بیسموت، اسکاندیم، تلوریم، تنگستن، قلع، مولیبدن، روییدیم، باریم، منگنز، جیوه، آلومنیوم، روی، طلا، سرب، مس، نقره، کادمیوم، آرسنیک، آنتیموان در مراحل بعدی می باشند.

بعد از انتخاب شش مولفه اول، مقادیر خام هر مولفه نسبت به عنصر و مقادیر تبدیل یافته هر مؤلفه و ضرایب امتیازی هر مولفه محاسبه شده است. نتایج این محاسبات در جدول (2-9) به نمایش در آمده است. مقادیر خام تحت بردار خاص وریمکس (Varimax) قرار گرفته اند که این بردار در اثر چرخش محورهای بیشترین واریانس را برای هر مولفه محاسبه می نماید. مقادیر عددی چرخش یافته بالای 0/5 در هر مولفه چرخش یافته (Rotated Component) ملاک انتخاب هر فاکتور می باشد. مقادیر کمتر از 0/5 از سطح اعتماد غیر قابل اطمینانی برخوردارند.

بنابراین فاکتور اول شامل عناصر منیزیم، کروم، نیکل، کبالت، مس و آهن بوده که همیافتی این عناصر با توجه به حضور توده های نفوذی عمیق و نیمه عمیق (گابرو و دیوریت) در منطقه امری کاملاً منطقی بوده و متأثر از فرایندهای سنژنتیک در منطقه می باشد. فاکتور دوم در برگیرنده عناصر آهن، تیتانیم، تنگستن، وانادیم، روییدیم، آلومنیوم، اسکاندیم و قلع می باشد. با توجه به همبری توده های گابرویی و واحدهای آهکی خصوصاً در جنوب منطقه (کتناکت متامورفیسم) و همچنین حضور واحدهای مرمر، همیافتی عناصر موجود در فاکتور دوم توجه پذیر بوده و سیستم های حرارت بالا در منطقه را اثبات می نماید. در فاکتور سوم عناصر آهن، منگنز، مولیبدن، باریم، روی، کادمیوم و سرب جای گرفته است که پاراژنز این عناصر نشان دهنده حضور سیستم های رگه ای کم حرارت (اپی ترمال) در منطقه می باشد.

در فاکتور چهارم نیز عناصر بیسموت، تلوریم و آرسنیک جای گرفته اند. هر چند همیافتی این عناصر نیز سیستم های رگه ای حرارت پایین در منطقه را به اثبات می رساند اما نسبت به عناصر موجود در فاکتورهای سوم، پنجم و ششم از درجه حرارت بالاتری برخوردار می باشند. فاکتور پنجم شامل عناصر نقره، جیوه، طلا و قلع بوده و در فاکتور ششم نیز عناصر آرسنیک، جیوه و آنتیموان جای گرفته اند. همیافتی این عناصر در فاکتورهای پنجم و ششم نیز بیانگر حضور سیستم های اپی ترمال و حرارت پایین می باشد. این بدین معناست که کانی سازی پلی متال احتمالی در منطقه بیشتر در ارتباط با درجه حرارتهای کم و بصورت پرشدگی در درزه و شکافهای موجود می باشد.

در منطقه میانراهان 1 علاوه بر بررسی پارامترهای آماری و نتایج آنالیز فاکتوری که در بالا مفصلاً بحث شد نقشه فاکتوری (نقشه 2-2) نیز به روش تخمین شبکه ای ترسیم شد.

با توجه به نقشه شماره (2-2)، فاکتور اول که شامل عناصر منیزیم، کروم، نیکل، کبالت، مس و آهن بوده و متأثر از فرایندهای سنژنتیک و حضور توده های عمیق و نیمه عمیق (گابرو و دیوریت) در منطقه می باشد، بیشتر در بخش شمال شرقی منطقه (شمال روستای چشمه باد) جای گرفته و بخش کوچکی از آن با ناهنجاری فاکتور سوم منطبق شده است. فاکتور دوم بخش های جنوبی منطقه را در بر گرفته و شامل عناصر آهن، تیتانیوم، تنگستن، وانادیم، روییدیم، آلومنیوم، اسکاندیم و قلع می باشد. با توجه به اینکه در بخش های جنوبی منطقه شاهد همبری واحدهای آهکی با توده های گابرو و

دیوریتی می باشیم و همچنین حضور واحدهای مرمر و در نتیجه دگرگونی مجاورتی در این محدوده پاراژنز این عناصر کانی سازی اسکارن و درجه حرارت بالا را در این محدوده دور از انتظار نمی سازد.

فاکتور سوم که شامل عناصر آهن، منگنز، مولیبدن، باریم، روی، کادمیوم و سرب می باشد با یک روند شمال غرب - جنوب شرق و در امتداد گسل های موجود در منطقه جای گرفته است. این بدین معناست که کانی سازی کانساری پلی متال احتمالی در این منطقه متأثر از فرایندهای اپی ترمال و درجه حرارت های پایین و حضور سیستم های رگه ای بصورت پرشدگی درزه و شکاف در منطقه می باشد.

فاکتور چهارم شامل عناصر بیسموت، تلوریم و آرسنیک بوده و بخش های مرکزی منطقه را در بر می گیرد. بخش هایی از این ناهنجاری با ناهنجاری فاکتور سوم از همپوشانی خوبی برخوردار می باشند.

فاکتور پنجم در بخش های شمالی و شمال شرقی منطقه جای گرفته و شامل عناصر نقره، جیوه، طلا و قلع می باشد. حضور این عناصر نیز بیانگر سیستمهای اپی ترمال و حرارت پایین در منطقه می باشد. وفور گسل و درزه و شکاف در محدوده ناهنجاری این عناصر نیز دلیل این مدعا می باشد.

فاکتور ششم که دربرگیرنده عناصر آرسنیک، جیوه و آنتیموان می باشد بخش جنوبی و مرکزی منطقه را شامل می گردد. با توجه به اینکه محدوده این ناهنجاری به لحاظ زمین شناسی از واحدهای آهکی پردرزه و شکاف سازمان یافته است، کانی سازی کانساری رگه ای و اپی ترمال در این محدوده دور از انتظار نمی باشد.

10-2-2- آنالیز کلاستر (خوشه ای)

نتیجه آنالیز خوشه ای منطقه مورد مطالعه به صورت یک نمودار درختی (شکل 2-18) ارائه شده است. لازم به ذکر است که در این مرحله تنها برخی از عناصر مهم که امید کانی سازی آنها در منطقه بیشتر می باشد مورد آنالیز خوشه ای قرار گرفته اند و عناصری که دارای مقادیر سنسورد زیاد بودند و همچنین عناصر نادر خاکی به دلیل عدم تغییرات (مناسب نبودن روش آنالیز برای این عناصر) در آنالیز خوشه ای شرکت داده نشده اند.

با توجه به نمودار درختی فوق گروه های اصلی زیر را می توان جدا نمود.

گروه اول: عناصری که در این گروه قرار گرفته اند شامل سه دسته می باشند در دسته اول بیشترین قرابت میان عناصر کروم، نیکل، منیزیم و کبالت بوده و عنصر مس با ضریب حدود 14 به آنها متصل شده است. همیافتی عناصر فوق که از قرابت خوبی برخوردار می باشند با توجه به حضور سنگ های نیمه عمیق و عمیق (گابرو و دیوریت) در بخش هایی از منطقه کاملاً منطقی بوده و بیانگر وجود سیستم های درجه حرارت بالا و نشأت گرفته از فرایندهای سنژنتیک در منطقه می باشد. دسته دوم شامل عناصر تنگستن، روییدیم و آلومنیوم بوده و در دسته سوم عناصر وانادیم، اسکاندیم، تیتانیم و آهن جای گرفته است.

گروه دوم: این گروه نیز عناصر شامل سه دسته می باشند. دسته اول شامل عناصر نقره، قلع، جیوه و طلا، دسته دوم شامل عناصر روی، سرب، مولیبدن، باریم، کادمیوم و منگنز و در دسته سوم عناصر بیسموت، تلوریم و آرسنیک قرار گرفته

اند. همیافتی این عناصر بدین معناست که کانی سازی احتمالی پلی متال در منطقه متأثر از فرایندهای اپی ژنتیک و حرارت پایین بوده و این امر با حضور درزه و شکاف و عملکرد گسله های موجود در منطقه دور از انتظار نمی باشد. لازم به ذکر است که عنصر آنتیموان در این آنالیز به تنهایی قرار گرفته و هیچگونه قرابتی با عناصر دیگر نشان نمی دهد.

11-2- جداسازی مقادیر ناهنجار و بررسی نقشه های ناهنجاری

در این پروژه همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد، در مرحله اول داده های خارج از رده مورد تغییر و جایگزینی قرار گرفت و در پی آن توسط روشهای لگاریتم گیری ساده و سه پارامتری نرمال گردید و سپس در مرحله بعد روش تخمین شبکه ای بر روی این داده ها صورت گرفت. همچنین علاوه بر روش فوق برای درک هر چه بهتر وضعیت ناهنجاریها ، مقادیر عددی مربوط به غلظت خام هر نمونه به همراه محل نقاط برداشت آنها محاسبه و بصورت توام در هر نقشه به نمایش گذاشته شد. لازم به ذکر است نقشه های تک متغیره و چند متغیره در پروژه خوشاب توسط نرم افزار GeostimateV.1.0 ترسیم گردیده است. در این بخش از گزارش ویژگی ناهنجاریهای عناصر در جداولی به همراه نقشه های تخمین شبکه ای آورده شده است.