چکیده

مطالعه ژئوشیمی ورقه 1/100000 اهر

بر اهل علوم زمین پوشیده نیست که یکی از کار آمدترین روشهای اکتشافی در مقیاس ناحیه ای و محلی، روش اکتشافات ژئوشیمیایی است. هر چند در اجرای این روش نیاز به نیروی انسانی توانمند و ماهر، یکی از اساسی ترین گزینه های اولیه است (با هزینه بالا) ولی بهره گیری از تجربه و دانش روز منجر به صرفه جوئی در زمان و هزینه ها خواهد شد. هنوز هم می توان به جرات گفت که این روش یکی از کم هزینه ترین روشهای اکتشافی به شمار می آید.

وسعت و گسترش سرزمین ایران و همچنین ذخائر معدنی فراوان و کشف نشده و خصوصیات جغرافیائی و اقلیمی آن در جهان امروز و شرایط اقتصادی حاکم بر آن، بی گمان این سرزمین را مورد توجه بسیاری از کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان قرار داده است . ضرورت کشف و استخراج مواد معدنی و جایگاه ویژه آن در چرخه اقتصاد و صنعت جهانی بر کسی پوشیده نیست و بر این اساس سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور با بکار گیری کاربردی ترین روشهای اکتشافی در راستای توسعه اقتصادی و اجرای برنامه های از پیش تعیین شده، گامهای بنیادین خود را برداشته و در قالب طرحهای اکتشافات سراسری و موضوعی، کشور پهناور ایران را زیر پوشش اکتشافی خود قرار داده است.

ورقه 1:100.000 اهر واقع در شمال باختری کشور یکی از ورقه هائی است که در پی اجرای پروژه ها و طرحهای مصوب، تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی قرار گرفته است. در این ورقه تعداد 620 نمونه ژئوشیمی و 28 نمونه تکراری جهت کنترل خطای آنالیز برداشت شده است. این نمونه ها پس از آماده سازی جهت آنالیز به آزمایشگاه امدل (Amdel) استرالیا ارسال و برای44 عنصر آنالیز شد. این عناصر عبارتند از:

Au , Ag , As, B, Ba, Be, Bi, Co, Cr,Fe,Al,La,Sc,Ca,Li,P,V,Mg,K,Na,S,Zr,Th,Y,Ce,

W, Zn, Pb, Hg, Mn, Ti, Cu,Mo, Ni, Sb, Sn, Sr,Cs,Nb,U,Te,Cd,Rb,Tl

دقت نتایج در حد قابل قبول می باشد. از میان44 متغیر آنالیز شده، تعداد 8 متغیر دارای داده های سنسورد بوده اند (Au,Hg,Ag,B,Bi,Te,Cd,Tl) که از این میان 3 عنصر Te,Hg ,B بدلیل تعداد بالای داده های سنسورد گزارش شده، از جریان پردازش حذف شدند. (بیش از 90٪ داده ها سنسورد بوده اند)

پس از جایگزینی مقادیر سنسورد ($^3/_4$ حد حساسیت برای مقادیر کوچکتر از حد حساسیت ، $^4/_3$ آن برای مقادیر بزرگتر از حد حساسیت) اقدام به جدایش مقادیر خارج از رده و نرمال سازی داده ها شده و پس از آن، تکنیکهای آماری چند متغیره و تک متغیره بر روی داده ها اجرا و موارد مختلف مورد نیاز از آنها استخراج شده است. رسم هیستوگرامها ، ماتریس همبستگی عناصر،آنالیزکلاستر و آنالیز فاکتور ها از کارهای صورت گرفته بر روی داده ها هستند. آنالیز فاکتوری صورت گرفته بر روی داده ها منجر به استخراج شش فاکتور (متغیر مرکب) به صورت زیر شده است.

فاکتور اول (F_1) =U,W,Sn(Pb)

فاکتور دوم (F_2) =Zn,Mn,Ti(Cu)

فاکتور سوم (F_3) = Ni,Cr

فاکتور چهارم(F_4) =Au,Ag,Pb(Sb)

فاکتور پنجم(F_5) =As,Ba,Sb,Zr

فاکتور ششم(F_6) =Cu,Mo

××× عناصر داخل پرانتز به معنی آنست که این عناصر با بار فاکتوری کمتر از فاکتور اصلی آنها ولی به صورت نسبتاً قوی در فاکتور مورد نظر شرکت دارند.

تهیه نقشه های تک عنصری تنها برای هجده عنصر به شرح زیر صورت پذیرفته است:

Au, Ba, Cr, Cu, Ni, Zn, Bi, Pb, As, Mo, W, Sb, Sn, Ag,Ti, Mn,U,Zr

نهایتاً نقشه های هر یک از 18 عنصر و فاکتورها جداگانه ترسیم و ناهنجاری های هر یک مورد شرح و بررسی قرار گرفته است. در نهایت با توجه به تمامی جوانب ، مناطق امید بخش معرفی، اولویت بندی و جهت کنترل ناهنجاری پیشنهاد شده اند.

همچنین تعداد 200 نمونه کانی سنگین آماده سازی و مطالعه شده اند که بدلیل برخورداری از الگوی دیداری می تواند راهنمای خوبی جهت تایید ناهنجاری های ژئوشیمیایی باشد.

بخش اول

کلیات

1-1- مقدمه

استفاده جهانی از ژئوشیمی رسوبات آبراهه ای ، به مدت تقریباً 50 سال، نشان داده است که این روش یک متد مستقل برای تشخیص نواحی با پتانسیل کانساری بالا می باشد. . بنیادی ترین پیش فرض در این روش آن است که یک رسوب آبراهه ای معرف محصولات هوازدگی و فرسایش در بالا دست محل نمونه است. برداشت و آنالیز سیستماتیک نمونه های آبراهه ای، یک روش معمول در اکتشافات کانساری، هم در مقیاس ناحیه ای و هم در عملیات تفصیلی تر، در اغلب نقاط جهان می باشد.

در انتخاب و تشخیص اهداف کانساری ما بدنبال محدود کردن مناطق از چند صد کیلومتر مربع به چند کیلومتر مربع بوسیله عملیات ژئوشیمیایی و مؤلفه های فضائی شناخته شده هستیم. از آنجا که تکنیکهائی که بعد از مرحله اکتشافات ناحیه ای مورد استفاده قرار می گیرند، تفصیلی و گران هستند ، ضروری است که طراحی و تعیین اهداف مورد نظر و محدود ساختن آنها به مناطق حتی الامکان کوچکتر با دقت هرچه تمام تر صورت گیرد.

با توجه به مقدمه فوق الذکر در راستای طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سراسری سیستماتیک، ورقه 1:100.000 اهر تحت پوشش عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی ناحیه ای قرار گرفت. از این ورقه تعداد 620 نمونه ژئوشیمی برداشت شد که نتیجه آن معرفی مناطق ناهنجاری متعدد از عناصر مختلف بوده است که شرح این نتایج در فصول بعد خواهد آمد.

به منظور انجام دقیق عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی و بویژه نمونه برداری از اطلاعات زیر بهره برداری شد :

الف- نقشه زمین شناسی 1:100.000 اهر.

ب- نقشه های توپوگرافی 000.1:50 منطقه.

ج- نقشه ژئوفیزیک هوائی در مقیاس 1:250.000به منظور تعیین محل توده های نفوذی کم عمق و گسلهای پنهان.

دت گزارشهای اکتشافات قبلی صورت گرفته در منطقه.

از ترکیب اطلاعات فوق بر روی نقشه های توپوگرافی 1:50.000، طراحی شبکه نمونه برداری با دقت زیاد صورت گرفته است. بعنوان مثال در اطراف گسلها و یا توده های نفوذی کم عمق (ثبت شده بر روی نقشه ژئوفیزیک هوایی)، چگالی شبکه نمونه برداری متراکم تر از مناطق دیگری است که این شرایط را ندارند. پس از طراحی ، در نهایت نمونه ها در صحرا برداشت ، شماره گذاری و به آزمایشگاه مربوطه ارسال شد.

1-2- موقعیت جغرافیایی و ریخت شناسی

ورقه 1:100000 اهر بین طولهای جغرافیایی 00و47 تا 30و47 و بین عرضهای جغرافیایی 00و38 تا 30و38 در استان آذربایجان شرقی و در غرب کوه سبلان واقع شده است.

مهمترین شهر در این ناحیه اهر است که در شمال شرق تبریز و به فاصله 110 کلیومتری آن قرار گرفته است. از بخشهای مهم آن می توان هریس و مهربان را نام برد. راه آسفالته تبریز- اهر و بستان آبادت مهربان- اهر از راههای ارتباطی به این منطقه است.

کوه اوغلان داغ با ارتفاعی در حدود 2900 متر و بستر رود اهر(اهر چای) در حدود 350 متر از سطح دریا بلندترین و پست ترین محلهای موجود در منطقه می باشند.

رودهای مهمی منطقه را مشروب می نمایند که مهمترین آنها رود اهر (اهر چای) می باشد که از ارتفاعات پیرشفا سرچشمه گرفته و پس از پیوستن به رود قره سو و ارس به دریای خزر می ریزد .

رود قابل ذکر دیگر تلخه رود (آجی چای) است که پس از عبور از جنوب منطقه به دریاچه ارومیه می ریزد. دامنه شمالی کوه اوغلان داغ را جنگلهای انبوهی که از درختان بلوط، افرا و دیگر درختان جنگلی تشکیل شده، پوشانیده است.

در بخش جنوبی منطقه به علت اینکه بیشتر رخنونها را سنگهای رسوبی تشکیل داده است، دارای ساختمانهای تاقدیس و ناودیس بسیار مشخص است. در جنوب مهربان، ناودیس بزرگی از نهشته های نئوژن با محور شمال غربی- جنوب شرقی را می توان مشاهده کرد. در ناحیه شمال این ناودیس بعلت اینکه نهشته ها بیشتر مارنی هستند، ساختمانهای مشخصی دیده نمی شود و رخنمونها تا اندازه ای هموار و کم ارتفاع می باشند. در مرکز و شمال منطقه اکثر رخنمونها مربوط به سنگهای آذرین است که به علت داشتن مقاومت زیاد در برابر فرسایش، بیشتر ارتفاعات اصلی را تشکیل می دهند. نهشته های جوان دوره کواترنر به صورت نهشته های یخچالی و آبرفتهای رودخانه ای در یال شمالی گوشه داغ، اوغلان داغ و

در اطراف رود اهر دیده می شوند که به علت موقعیت خاص این نقشه ها آثار بسیاری از زمین لغزه ها در یال شمالی گوشه داغ مشاهده می شود.

1–3– زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

1-3-1- چینه شناسی

کرتاسه:

قدیمی ترین فسیلهای بدست آمده در منطقه مورد مطالعه مربوط به کرتاسه بالایی است . واحـدهای کرتاسه بالایی بیشتر از گدازه های آندزیتی تا آندزیتی بازالتی همـراه بـا مـواد آذر آواری و نهشـته هـای رسوبی تشکیل شده است که تنها در چند ناحیه در قسمت غربی و شمال غربی مشاهده و مشتمل اسـت بر واحدهایی همچون

1- سنگهای آذر آواری با ترکیب اسیدی همراه با شیلهای سیلیسی، سنگهای آتش فشانی بازیک که بیشتر در محیط زیر دریایی تشکیل گردیده اند.
2- آندزیت پورفیری، بازالتهای اولیوین دار همراه با مواد آذر آواری
3- کنگلومرا، ماسه سنگ و آهک میکرایتی
4- شیلهای سیلسی و مارنی، آهک، آهک ماسه ای دانه ریز و ماسه سنگ دانه درشت در گوشه شمال غرب تا غرب منطقه با گسترش زیاد

ترشیاری:

سنگهای آذرین بیرونی و درونی و سنگهای رسوبی مربوط به زمان ترشیاری، رخنمونهای نسبتاً زیادی دارد به طوریکه حدود 80 درصد کل سنگهای منطقه را تشکیل می دهد.

پالئوسن- ائوسن:

رخنمونهای این واحد بیشتر شامل سنگهای آذرین بیرونی مربوط به محیطهای قاره ای و دریاهای کم عمق می باشند.

واحدهای بعد از ائوسن(اولیگوسن):

شامل گنبدهای ریولیتی، برشهای داسیتی و در بعضی قسمتها ایگنمبریت می باشند که در نزدیکی آبادی نوقدوز- زای لیگ و صاحب دیوان رخنمون دارند.

واحدهای نئوژن:

نهشته های نئوژن در جنوب غرب روستای خلج و در اطراف بخش مهربان با یک کنگلومرای قرمز رنگ قاعده ای بر روی نهشته ها و سنگهای آتش فشانی زیر دریایی مربوط به کرتاسه بالا و ائوسن قرار گرفته است. در بعضی نقاط این کنگلومرا، لایه ای مارن گچ دار برنگ قرمز همراه می باشد.

2-3-1- مناطق دگرسان گرمابی

واحدهای دگرگون شده ، زمان و منشاء مختلف به صورت مجزا از یکدیگر تقسیم بندی شده اند. این تقسیم بندی بیشتر برمبنای بافت اولیه سنگهایی است که در اثر محلولهای گرمابی تجزیه شده و ساختمان اصلی خود را از دست داده اند. گرچه زمان رخداد مربوط به پدیده ماگمائی الیگوسن می باشد

ولی فومارولهای آتشفشانهای پلیوسن- کواترنر نیز به نوبه خود سنگهای مجاورشان را دگرسان نموده اند. تراکیت تا تراکی آندزیتهای ائوسن و میوسن بیشتر سنگهای آتش فشانی تحت تاثیر این پدیده قرار گرفته اند.

1-3-3- سنگهای نفوذی

این سنگها به صورت توده های گرانیت تا گرانودیوریت با بافت سنگ شناسی دانه ای می باشند. آپوفیزهایی نیز از این توده ها در سنگهای مجاور دیده می شود. توده های دیگری از سنگهای نفوذی شامل مونزوسیانیت تا مونزودیوریت در منطقه رزگاه رخنمون دارد.

1-3-4- زمین ساخت و ساختار

به نظر می رسد منطقه مورد مطالعه در اثر زمین ساخت کیمیرین پسین بالا آمده است . در این ناحیه هیچگونه آثاری از سنگهای کرتاسه پیشین دیده نمی شود وجود کنگلومرای قاعده ای مربوط به نهشته های کرتاسه پسین را می توان دلیلی بر وجود یک فاز تکتونیکی مرتبط با رخدادهای اتریشی دانست که خود نیز می تواند پی آمدهائی از چین خوردگی کیمیرین پسین باشد.

پس از آن رخداد زمین ساختی است که دوران نوزیستی یا ترشیاری با آن شروع می شود. آثار این رخداد مربوط به همان چین خوردگی لارامید است که دگر شیبی آشکاری در قاعده سنگهای ترشیاری ایجاد می نماید.

به طور کلی از نظر ساختمانی ناحیه مورد مطالعه را می توان به سه بخش :فلات اهر، جبال گوشه داغ و حوضه مهربان تقسیم نمود.

1-3-5- زمین شناسی اقتصادی

در شمال آبادی زرگاه در توده مونزوسیانیت تا مونزوسیانیت سودولوسیت دار آثاری از کانی سازی مس پورفیری دیده می شود که سنگ منشاء آن مونزوسیانیت با بافت پورفیری است کانی سازی مس بصورت کالکوپیریت ، مالاکیت و کالکوسیت می باشد. در این ناحیه مطالعاتی نیز جهت کاربرد سیانیت نفلین دار به منظور استفاده آلومینیوم آن در صنایع تولید آلومینا انجام شده است.

از کانیهای مهم دیگری که ارزش اقتصادی دارد آلونیت است که منشاء دگرسانی گرمابی داشته و در منطقه بصورت زونهای آلونیتی شده مشاهده می شود. گسترش آنها در شمال شرق منطقه و در نزدیکی آبادی زایلیگ بیشتر است. رخنمونهایی که بیشتر می توان از آنها به عنوان مصالح ساختمانی استفاده کرد افقهایی از گچ در بین لایه های نئوژن است. سنگهای کوارتز پورفیری تا ریولیتها در نزدیکی گردنه نقدوز آبادی زایلیگ که در حال حاضر به عنوان سنگ ساختمانی و پل سازی مورد بهره برداری می باشند، قابل ذکر هستند. سنگهای گرانیتی در نزدیکی گردنه نقدوز محل مناسبی جهت تهیه سنگ نما می باشد.

بر اثر نفوذ محلولهای گرمابی در توده های آندزیت تا تراکی آندزیت در شمال و شرق منطقه، فلدسپاتهای آلکالن موجود کانی ثانوی به نام کائولینیت را موجب شده است. برای آشنایی بیشتر با منطقه مورد مطالعه نقشه زمین شناسی 1:100000 اهر در صفحه بعد ارائه می شود.

بخش دوم

اکتشافات ژئوشیمیایی

فصل اول
نمونه برداری و آنالیز نمونه ها

2-1-1- روش نمونه برداری

نظر به تنوع عملیات اکتشافات ژئوشیمیایی؛ در مقیاس 1:100.000 از روش اکتشاف رسوبات آبراهه ای بهره گیری شده است. این مطالعات به نحوه توزیع عناصر در هاله های ثانوی سطحی، مانند رسوبات رودخانه ای، آبرفتها ، یخرفتها و خاکها بستگی دارد. هدف از نمونه برداری و سایر عملیات اکتشافی در این مقیاس، کشف تمرکزهای غیر عادی از عناصر مرتبط با کانی سازی احتمالی در محیطهای ثانویه حاصل از فرسایش خواهد بود. در این خصوص هرچه هاله ثانویه وسیعتر و به هاله اولیه نزدیکتر باشد و یا الگوی توزیع آن همبستگی ژنتیکی و یا انطباق فضائی بیشتری را نسبت به هاله اولیه نشان دهد، از ارزش اکتشافی بالاتری برخوردار خواهد بود.

در این چهار چوب واضح است که رخدادهای بعدی که موجب ایجاد هاله های ثانویه توسعه یافته در بخش فوقانی مناطق کانی سازی شده ،می شوند، باعث مغشوش شدن همبستگی های ژنتیکی و انطباق فضائی بین هاله ها و مناطق کانی سازی می شوند. این نوع در هم آمیختگی ها کا ر تفسیر هاله های ثانویه را در جهت تعیین هر چه دقیق تر محل منبع آنها دشوار ساخته و از این نظر از ارزش اکتشافی آنها خواهد کاست. در این ارتباط مشخص است که رسوباتی که از سنگ بستر جدا شده اند از ارزش اکتشافی بالاتری نسبت به رسوباتی که از آبرفتها و یا محیط های ثانوی دیگر حمل شده اند، برخوردار هستند.

همانگونه که اشاره شد یکی از محیطهای تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس 1:100.000، محیط رسوبات رودخانه ای است که از آن نمونه برداری می شود. در این محیطها هر نمونه معرف حوضه بالا دست خود می باشد. از مزایای محیط رسوبات رودخانه ای وجود شرایط اکسیدان در اغلب آنهاست که خود موجب تحرک عناصر کانسار ساز و در نتیجه افزایش وسعت هاله

های آنها می شود . از دیگر مزایای این محیط بزرگی میدان اثر نمونه ها ، سهولت نمونه برداری و آماده سازی

است. در عین حال پتانسیل آلودگی برای این محیطها بالاست. بعلاوه در صورت وجود مواد آلی، تفسیر داده ها کمی پیچیده تر خواهد شد.

متغیرهای موثر در تمرکز عناصر در رسوبات رودخانه ای زیاد هستند. در حالت کلی نسبت اجزاء رسوبات آواری و دانه بندی آنها ، میزان مواد کلوئیدی در آن ، مقدار فراوانی عناصر در فازهای محلولی که از مسیر رودخانه عبور می کنند، مقدار مواد آلی موجود در رسوبات و بالاخره Eh وPH محیط از عمده ترین فاکتورها میباشند. در نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای که بطور عمده دارای اجزاء آواری باشند، الک کردن رسوبات و برداشت جزء 80- مش ضروری می نماید. در مواردی که رسوبات خیس هستند بخصوص مواردی که آب بصورت فاز سیال در آنها جریان دارد، باید نمونه ها را قبل از الک کردن خشک کرد.

در نمونه برداری از رسوبات رودخانه ای باید هر گونه تفریق ممکن را مد نظر داشت، زیرا فرآیند تفریق ممکن است موجب کاهش شدت تمرکز در رسوبات گردد. برای مثال تغییرات موسمی آب و هوا، افزایش شدت بارندگی در فصلی خاص و یا خشک یا آبدار بودن رودخانه های فصلی، بشدت در مقدار تمرکز عناصر کمیاب اثر می گذارد. بدین جهت توصیه می شود تا کل عملیات نمونه برداری از یک محدوده در یک فصل، آنهم در مدت زمان کوتاهی انجام پذیرد تا بتوان از ثابت بودن این متغیرها حداکثر بهره را برد.

با مطالعه نقشه های توپوگرافی 1:50.000به منظور تعیین حوضه های آبریز و تکمیل شبکه آبراهه ای آن، جهت انتخاب مناسبترین نقاط نمونه برداری ، طراحی نمونه ها بر اساس معیارهای زیر انجام گرفت:

الف- دستیابی به حداکثر توزیع یکنواخت نمونه ها

ب- رعایت چگالی نمونه برداری

پ ـ متناسب بودن توزیع تعداد نمونه ها با سطح حوضه آبریز و تعداد انشعابات آن

ت ـ اولویت دادن به رسوبات آبراهه هایی که سنگ بستر خود را قطع می کنند

ث ـ در مناطق با تعداد حوضه های آبریز کم، و مناطق با توپوگرافی متوسط تا آرام ،اولویت به رسوبات رودخانه ای که سنگ بستر را قطع نمی کنند داده شد

ج ـ در مناطقی که آبراهه های نوع اخیر وجود نداشتند، اولویت به آبرفتهای غیر کشاورزی داده شد.

چ– همواره سعی شد تا از رسوباتی که در اطراف آنها زمینهای کشاورزی دیده می شود، بخصوص هنگامی که زمینهای کشاورزی در بالا دست محل نمونه قرار داشتند ، نمونه برداری بعمل نیاید. البته در مواردی که چنین رعایتی غیر ممکن می نمود، از چنین محلهائی نمونه برداری صورت گرفت.

ح– امکان دسترسی به نقاط مورد نظر از طریق جاده های موجود نیز از پارامترهای موثر در انتخاب محل نمونه ها بود. این امر در کاهش مدت زمان نمونه برداری مؤثر می باشد.

به هنگام طراحی شبکه نمونه برداری یکسری اطلاعات اولیه بر روی نقشه های توپوگرافی آورده شد از جمله:

– محل توده های نفوذی نیمه عمیق، روندهای خطی از روی نقشه ژئوفیزیک مغناطیسی هوائی با مقیاس 1:250.000

– محل واحدها و لیتولوژیهای پتانسیل دار و از جمله توده های نفوذی عمیق و نیمه عمیق که به لحاظ کانی سازی محلهای مناسبی هستند (با استفاده از نقشه زمین شناسی)

– گسلها و تراستهای بزرگ زمین شناسی

چگالی شبکه نمونه برداری در آبراهه های منشعب از این پدیده ها کمی بیشتر از محلهای دیگر انتخاب شد تا در صورت وجود کانی سازی احتمالی بتوان به ثبت دقیق آن کمک کرد. همچنین به کارشناسان نمونه بردار اجازه داده شد تا در حین عملیات صحرائی با تشخیص مناطق پتانسیل دار بخصوص روندهای خطی از نوع زونهای دگرسان، دگرگونیهای مجاورتی و کنتاکت واحد های پرپتانسیل ، به تغییر محلهای از پیش تعیین شده و یا اضافه و کم کردن نمونه ها اقدام نمایند.

در مجموع در این ورقه تعداد 620 نمونه طراحی و برداشت شده است.

نقشه نمونه برداری (sampling map) (نقشه شماره 1) موقعیت محل نمونه های این ورقه را نشان می دهد.

2-1-2-آنالیز نمونه ها و تحلیل دقت آنالیزهای ژئوشیمیایی

نمونه های برداشت شده در این ورقه ، جهت آماده سازی به آزمایشگاه نمونه کوبی فرستاده و تمامی نمونه ها پس از پودر شدن تا ابعاد 200 مش به آزمایشگاههای مربوطه ارسال شدند.

بمنظور کنترل دقت آزمایشگاه در ارائه نتایج تجزیه شیمیایی نمونه های ژئوشیمی، تعداد 28 نمونه تکراری بطور تصادفی انتخاب و تهیه شد. روش بکار برده شده جهت تخمین میزان خطای آنالیزهای شیمیایی در این پروژه، روشی است که توسط محققین کالج سلطنتی لندن در سال 1978 ارائه و در هند بوک ژئوشیمی اکتشافی استفاده از آن در بررسی های ژئوشیمیایی آبراهه ای توصیه شده است. در این روش دریک سیستم مختصات تمام لگاریتمی، بر روی محور افقی میانگین مقادیر اندازه گیری شده در نمونه اصلی و نمونه تکراری متناظر با آن و بر روی محور قائم قدر مطلق اختلاف بین دو اندازه گیری، آورده می شود. دیاگرام فوق بعنوان نمودار کنترلی خوانده شده و در این دیاگرام خطوط مایلی دیده می شوند که معرف سطح دقت مورد نظر (معادل1٪ و10٪) می باشند. حال اگر مجموعه نقاط طوری در نمودار کنترلی توزیع شوند که 90٪ آنها زیر خط پائینی و 99٪ آنها زیر خط بالائی قرار گیرند.، در اینصورت خطای آنالیز 10 درصد خواهد بود.

جدول شماره2-1 نتایج آنالیز نمونه های اولیه و تکراری را نشان می دهد. همچنین شکل 2-1 نمودار کنترل خطای 39 عنصر مهم مورد استفاده در تحلیل ها را نشان می دهند.

براساس مقایسه نمودارهای کنترلی با جداول احتمال موجود، بایستی تاکید کرد که با توجه به تعداد کم نمونه های تکراری و حد پایین برخی از عناصر مقدار خطای 18 عنصر به ترتیب زیر بالاتر از حد قابل قبول یعنی 10٪ بوده است. این بدان معنی است که تحلیل نتایج بدست آمده بر اساس عناصر یاد شده باید با احتیاط صورت گیرد. به عنوان مثال مقدار خطای عنصر طلا در حدود 44٪ می باشد.

Au, Be, K, S, As, Mo, Pb, Ni, Sb, W, Nb, Cs, U, Cd, Rb, Th, Ce, Tl

فصل دوم

پردازش داده ها

2–2–1– مقدمه

اصولاً پردازش داده های ژئوشیمیایی فاز مستقلی را در بین فازهای مختلف عملیات اکتشافی تشکیل می دهد که چنانچه بطریق مناسبی صورت پذیرد، موجب تسهیلات درفاز تحلیل داده ها می شود. این فاز یکی از مشکل ترین و مهمترین مراحل درکاربرد موفقیت آمیز ژئوشیمی اکتشافی است. اگر چه مقالات و نوشتارهای آماری متنوعی وجود دارد که دامنه وسیعی از تکنیکهای آماده سازی داده ها را در بر می گیرد ولی افراد معمولی و غیر متخصص با مسئله تصمیم گیری در مورد انتخاب روش مناسب برای پردازش داده های حاصل از یک عملیات ژئوشیمیایی روبرو هستند. برای این منظور روشهای مختلفی وجود دارد که هر یک امتیازات خاص خود را دارا هستند.

تجزیه و تحلیل داده ها در ژئوشیمی اکتشافی در بیشترین موارد آن تجربی بوده و این امر بعلت خصلت اساساً عددی این داده ها و نبود مدلهای ریاضی لازم جهت توصیف نوع منبع، چگونگی مهاجرت، تفریق،ته نشست و تمرکز عناصر کمیاب در سنگهاست. از اینرو جای تعجب نیست که داده های ژئوشیمیایی در معرض تجزیه و تحلیل آماری قرار گیرند. یکی دیگر از علل تجزیه و تحلیل آماری داده های ژئوشیمیایی ، شناسایی ناهنجاری های مرتبط با کانی سازی از انواع ناهنجاری های بی اهمیت است.

عملیات اکتشاف بطور کلی ژئوشیمیایی فقط وقتی می تواند موفقیت آمیز باشد که برای هر مورد خاص در انتخاب بهترین روش اکتشافی به محیط نمونه برداری، اندازه و بزرگی ذرات تشکیل دهنده

نمونه، فواصل بهینه نمونه برداری و روشهای آماری که باید به منظور تفسیر تغییرات موجود در داده ها بکار گرفته شوند، توجه لازم بعمل آید.

2–2–2– فایل بندی داده های خام

اولین قدم در انجام مراحل مختلف پردازش داده ها، وارد کردن و فایل بندی داده های حاصل از آنالیز در کامپیوتر و بانک اطلاعاتی مورد نظر است. این کار برای تمامی 620 نمونه ژئوشیمیایی و 28 نمونه تکراری، بهمراه مختصات و شماره هر نمونه انجام شده است. اعداد وارد شده برای بار دوم قرائت و کنترل شده اند تا از هر گونه اشتباه در وارد کردن داده ها جلوگیری بعمل آید. جداول ضمیمه1 داده های خام حاصل از آنالیز را نشان می دهند.

2–2–3– پردازش داده های سنسورد

در عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی بدلیل عدم تناسب بین حد حساسیت دستگاههای اندازه گیری غلظت عناصر و فراوانی آنها در طبیعت، معمولاً بخشی از داده ها بصورت اعدادی کوچکتر و یا بزرگتر از یک مقدار معین که همان حد قابل ثبت دستگاه اندازه گیری است، گزارش می شود. تکنیکهای آماری موجود این امکان را بدست می دهند که چنانچه فقط بخشی از داده های مربوط به یک عنصر سنسورد باشد، بتوان در مورد توزیع داده ها در زیر حد سنسورد شده ، تخمینهای لازم را انجام داد. این تخمینها بخصوص در مورد میانگین توزیع مقادیر زیر حد سنسورد الزامی است.

در تخمین میانگین مقادیر سنسورد برای عناصر، بکار بردن روش نصف حد حساسیت فقط در شرایطی می تواند صادق باشد که توزیع عنصر کمیاب در زیر حد قابل ثبت از توزیع نرمال برخوردار باشد. از آنجا که چنین امکانی بسیار نامحتمل است، بجای بکار بردن این روش از روش قرار دادن 3/4 حد حساسیت برای مقادیر کوچکتر از حد حساسیت و 4/3 حد حساسیت برای مقادیر بزرگتر از این حد استفاده شده که به واقعیت نزدیکتر است.

در ورقه اهر از میان 44 عنصر آنالیز شده،8 متغیر به شرح جدول ذیل، دارای تعداد متفاوتی از مقادیر سنسورد بوده اند.

جدول 2-2- داده های سنسورد

عنصر	تعداد نمونه های سنسورد
Au	95
Hg	620
Ag	333
B	619
Bi	149
Te	602
Cd	112
Tl	43

در این میان 3 عنصر Te,Hg,B بدلیل تعداد بالای مقادیر سنسورد (بیش از 90 درصد) از جریان پردازش حذف شده اند و عملیات بعدی بر روی متغیرهای باقی مانده صورت پذیرفته است.

برای تمامی متغیرهای باقی مانده مقدار جانشینی برابر 3/4 حد حساسیت برای مقادیر کوچکتر از حد حساسیت و 4/3 حد حساسیت برای مقادیر بزرگتر از این حد، جایگزین شده است.

2-2-4- مطالعات آماری تک متغیره (آمار کلاسیک)

روشهای تک متغیره پایه و اساس هر مطالعه جهت یافته ژئوشیمیایی آماری، صرفنظر از میزان پیچیدگی اهداف خاص مورد نظر در هر مطالعه، می باشند. بعلت سادگی نسبی آنالیزهای تک متغیره این روشها عموماً بصورت سطحی مورد استفاده قرار می گیرند. بویژه در مطالعاتی که اصولاً روشهای چند متغیره را مد نظر دارند. یک درک درست از متغیرهای منفرد، برای توصیف نتایج حاصل از روشهای چند متغیره الزامی است. در حقیقت در بسیاری از موارد، نتایج مطالعات چند متغیره را می توان بوسیله یک

روش تک متغیره تفصیلی پیش بینی کرد، بویژه اگر این روش با یک مطالعه همبستگی ساده همراه باشد.

2–2–4–1– جدایش مقادیر خارج از رده

در مباحث آماری به مقادیری که بطور معنی داری نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند،مقادیر خارج از رده گفته می شود. این مقادیر گاهی بدلیل وجود خطاهای تجربی مانند خطای آنالیز در داده ها وارد می شوند ولی گاهی هم به دلیل ناهمگنی های موجود در جامعه داده های اکتشافی بروز می کند. برای مثال در داده های اکتشافی ناحیه ای مقادیر ناهنجاری در این رده قرار می گیرند. واضح است که چنین توزیع هایی را نمی توان توزیع نرمال در نظر گرفت.

برای تشخیص مقادیر خارج از رده روشهای متفاوتی وجود دارد که در اینجا از روش تجربی که اساس آن بر مرتب کردن نزولی داده ها و آزمون آنها استوار است ، استفاده شده است.

جدایش مقادیر خارج از ردیف به منظور نزدیک تر نمودن توزیع داده ها به نرمال و نرمال سازی راحت تر آنها بوسیله نرم افزارهای مختلف خاص این کار است. این مقادیر پس از نرمال سازی داده ها به حالت اولیه برگردانده شده و جامعه اصلی را تشکیل می دهند. جدول 2–3 نشان دهنده مقادیر خارج از رده 16 عنصر مورد بررسی می باشند.

2-2-4-2- نرمال سازی داده ها

همانگونه که می دانیم اکثر روشهای آماری (به جز روشهای غیر پارامتری) فرض نرمال بودن را دارا هستند. در این شرایط می توان با استفاده از توابع تبدیل مختلف، داده ها را طوری تبدیل کرد که مقادیر تبدیل یافته آنها دارای توزیع نرمال باشد. در مبحث تبدیل داده های آماری، بیشتر تبدیلات غیر خطی مورد نظر می باشند. هدف اصلی از تبدیل غیر خطی، تغییر شکل توزیع فراوانی است که این کار از یک تبدیل خطی ساخته نیست.

سه هدف عمده برای تغییر شکل توزیع فراوانی با استفاده از تبدیلات غیر خطی وجود دارد که عبارتند از:

1- تثبیت پراش 2- رسیدن به خاصیت جمع پذیری 3- بدست آوردن یک توزیع نرمال

در اینجا دو روش جهت نرمال سازی داده ها بکار رفته است که عبارتند از

1- لگاریتم چند متغیره

2- تابع تبدیل Ln

در این پروژه پس از اصلاح مقادیر خارج از رده اقدام به نرمال سازی داده ها گردید. اگر داده ها دارای توزیع نرمال باشند، میانگین جامعه نمونه، تخمین معتبرتری از میانگین جامع کل بدست می دهد. اصولاً نرمال سازی داده ها به منظور بدست آوردن مقادیر صحیحی از میانگین و انحراف معیار جهت تعیین حدود مختلف ناهنجاری است. جدول 2-5 چولگی و کشیدگی داده های نرمال برای عناصر مختلف نشان می دهد. همانطور که در این جدول دیده می شود به دلیل نزدیکی توزیع داده های Mn,Ba,Ti,Zr به تابع توزیع نرمال، این جوامع بدون اعمال نرمال سازی ، مد نظر واقع شده اند.

2–2–4–3– محاسبه پارامترهای آماری توزیع عناصرمختلف

پس از نرمال سازی داده ها،به منظور درک بصری نحوه توزیع عناصر و مقایسه داده های خام و نرمال، اقدام به رسم هیستوگرامهای توزیع عناصر شده است. شکل2–2 هیستوگرامهای داده های خام را نشان می دهد. همچنین جدول 2–4 پارامترهای آماری توزیع عناصر را برای داده های خام نشان می دهد. همانگونه که از اشکال و جداول پیدا است تمامی داده ها با تقریب نسبتاً خوبی به نرمال نزدیک شده اند.

2–2–4–4– محاسبه و رسم ماتریس ضرایب همبستگی عناصر

برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر بدون وابستگی به واحد اندازه گیری داده ها، از متغیری بنام ضریب همبستگی استفاده می شود در محاسبه ضریب همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامترهای آماری دیگر فرض نرمال بودن داده ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد، می توان داده ها را طوری تبدیل کرد که توزیع داده های تبدیل یافته نرمال شود. البته در اینگونه موارد تعبیر و تفسیر همبستگی متغیرها باید با دقت همراه باشد.

برای داده هایی که دارای توزیع نرمال هستند از ضریب همبستگی پیرسون استفاده می شود. در این پروژه نیز از این روش برای محاسبه ماتریس همبستگی استفاده شده است. در محاسبه ضریب همبستگی باید به سطح معنی دار بودن آن نیزتوجه شود. به عنوان مثال ممکن است در یک سطح اعتماد مشخص ضریب همبستگی 0/4 بین دو متغیر در یک جامعه دارای صد نمونه معنی دار باشد ولی همین ضریب همبستگی برای این دو متغیر در یک جامعه دارای دو نمونه معنی دار نباشد.

جدول 2-6 ماتریس ضرائب همبستگی بین 18 عنصر مورد بررسی را برای 620 نمونه نشان میدهد.

2–2–5– مطالعات آماری چند متغیره

روشهای چند متغیره امکان آنالیز آماری همزمان چندین متغیر را فراهم می کنند. مسائل مربوط به یک ، دو یا حتی سه متغیر را می توان تصور کرد و یا به طور گرافیکی نمایش داد، ولی گاهی در مسائل اکتشافی با یک فضای 10 و یا حتی 20 متغیره روبرو هستیم که بررسی روابط بین آنها را دشوار می کند. در اینگونه موارد لازم است، با استفاده از روشهای آماری چند متغیره به کاهش تعداد بعدها در فضای مورد بررسی پرداخت به طوری که نتایج این ابعاد جدید (متغیرهای جدید) با تعدادی به مراتب کمتر از حالت قبل بتواند بخش اعظم تغییرپذیری داده ها را تشریح کنند. به عنوان مثال در ژئوشیمی اکتشافی می توان تغییر پذیری همزمان چندین عنصر (متغیر) را برای کشف دقیق تر ناهنجاری های احتمالی آنها مورد بررسی قرار داد.

نکته ای که در آمار چند متغیره باید به آن توجه شود، تعداد نمونه ها در جوامع تحت بررسی است. معمولاً روشهای چند متغیره نیازمند تعداد زیادی نمونه هستند. از نظر تئوری با اندازه گیری دو متغیر در دو نمونه می توان ضریب همبستگی را محاسبه کرد. در اینحالت حتی اگر دو متغیر هیچگونه وابستگی نداشته باشند، ضریب همبستگی 1+ بدست می آید که غیر واقعی است. از اینرو اعتبار تحلیلهای چند متغیره تا حدودی تابع بزرگی جامعه نمونه تحت بررسی است.

2–2–5–1– آنالیز خوشه ای (کلاستر)

در تحلیل خوشه ای، هدف دست یافتن به ملاکی برای طبقه بندی هرچه مناسب تر متغیرها و یا نمونه ها بر اساس تشابه هرچه بیشتر درون گروهی و اختلاف هرچه بیشتر بین گروهی است. این

خصوصیت به ما کمک می کند که بتوانیم متغیرها و نمونه ها را به صورت خوشه هایی که حداکثر تشابه ممکن را درون خود و حداکثر اختلاف را بین خود دارند، طبقه بندی کنیم. همانطوری که فاصله دو نمونه و یا دو متغیر می تواند ملاک تشابه قرار گیرد، ضریب همبستگی دو متغیر نیز می تواند ملاک تشابه رفتاری آنهاباشد . اگر بخواهیم شباهت بین رفتار تغییر پذیری متغیرها (و نه نمونه ها) را محاسبه کنیم،

ضرائب همبستگی بین آنها معیار مناسب تری نسبت به فاصله در اختیار می گذارد. این روش، روشی است که در رسم دندروگرام حاصل از آنالیز خوشه ای در این پروژه به کار گرفته شده است.

– واقعیت این است که تجزیه و تحلیل خوشه ای یک روش آماری قابل آزمون نیست، بدین معنی که هیچ راهی برای دانستن اینکه داده ها بیشتر از آنچه که از یک جامعه تصادفی انتظار می رود خوشه بندی شده اند ، وجود ندارد. در این خصوص دو مشکل وجود دارد:

– آزمون معنی دار بودن اختلاف بین دو جامعه نمونه برای خوشه ها قابل استفاده نیست ، زیرا حتی برای داده های واقعاً تصادفی، خوشه های مجزا و بدون همپوشانی حاصل می شود.

– روش ارزیابی معنی دار بودن یک خوشه واضح نیست، بعلاوه مؤلفه غیر تصادفی داده ها در دندروگرام قابل تشخیص نمی باشد. نتایج تجزیه و تحلیل خوشه ای اغلب مفید می باشد و در بسیاری از موارد ساختار داده های چند متغیره را روشن می کند ولی نباید بر اساس اطلاعات نامطمئن نتیجه گیری اساسی کرد.

شکل 2–3 دندروگرام حاصل از آنالیز خوشه ای را برای داده های ورقه اهر نشان می دهد. همانگونه که گفته شد نتیجه این آنالیز مفید است ولی نباید بر اساس اطلاعات حاصل از آن نتیجه گیری های اساسی نمود.

2–2–5–2– آنالیز فاکتوری

در روشهای مبتنی بر بردارهای ویژه با استفاده از مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، جهت هایی با حداکثر تغییر پذیری شناسایی می شود. سپس با تعریف متغیرهای جدیدی که ترکیب خطی از متغیرهای اولیه هستند تعداد ابعاد (متغیرها) کاهش یافته و نقش هر یک از متغیرها در تغییر پذیری مشخص می شود. آنالیز فاکتوری یکی از این روشهاست. خصوصیت کاهش تعداد بعدها یا متغیرها ممکن است برای یک فضای دو بعدی چندان با اهمیت نباشد ولی وقتی یک فضای 45 بعدی را در نظر می گیریم (مثلاً نمونه های ژئوشیمیایی برای 45 عنصر اندازه گیری شده باشند) و آنرا به پنج بعد کاهش می دهیم، چه از نظر نمایش اطلاعاتی و فهم و درک تغییر پذیری و چه از نظر حجم محاسبات بسیار با اهمیت خواهد شد . روش تحلیل فاکتوری تکنیکی است برای پیدا کردن ترکیبات خطی از متغیرهای اولیه همبسته که تشکیل یک محور مختصات جدید را بدهند. این ترکیبات خطی که اصطلاحاً فاکتور نامیده می شوند دارای خواص زیر هستند:

– بخش اعظمی از تغییر پذیری می تواند بوسیله تعداد محدودی از متغیرهای جدید توجیه شود. در اینصورت گفته می شود که تعداد بعدها از P به K کاهش یافته است.

– متغیرهای جدید که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند، بین خود همبستگی نشان نمی دهند. این امر آزمون روش مورد نظر را آسان می کند.

جدول 2–7 نتایج آنالیز فاکتوری داده های نرمال را در ورقه 1:100.000 اهر نشان می دهد.

در مجموع پس از بررسی های مختلف و آزمون تعداد فاکتورهای متفاوت (جهت بدست آوردن حداکثر تغییر پذیری ها و معنی دار بودن فاکتورهای بدست آمده) تعداد شش فاکتور انتخاب شد. گفتنی

است که عملیات تحلیل فاکتوری تنها بر روی 18 عنصر صورت پذیرفته است تا بتوان به راحتی به نحوه ارتباط عناصرکانسار ساز و ردیابهای آنها پی برد. این شش فاکتور مجموعاً 73.8 در صد از واریانس جامعه تحت بررسی را پوشش می دهند و همانگونه که گفته شد پس از بررسی های مختلف این مقدارکافی به نظر می رسد. مقادیر بار فاکتوری درجدول 2-7 که معرف درجه عضویت هر عنصر در هر

فاکتور است، در بخش انتهائی همین جدول آورده شده است. با توجه به این بارهای فاکتوری، هر فاکتور به صورت زیر معرفی می شود:

فاکتور اول (F_1) =F1=Ba, Sr, Be U,W,Sn(Pb)

فاکتور دوم (F_2) =Zn,Mn,Ti(Cu)

فاکتور سوم (F_3) = Ni,Cr

فاکتور چهارم(F_4) =Au,Ag,Pb(Sb)

فاکتور پنجم(F_5) =As,Ba,Sb,Zr

فاکتور ششم(F_6) =Cu,Mo

فصل سوم

رسم نقشه ها

2–3–1– مقدمه

آخرین محصول هر برداشت معدنی اعم از اکتشافی یا استخراجی نقشه ای است که نتایج برداشت ها، تحلیل ها و تخمین ها را نشان می دهد. برای رسم نقشه لازم است مقادیر متغیری که مورد ترسیم قرار می گیرد مانند عیار، ضخامت، شدت میدان مغناطیسی و ۵ در دسترس باشد. این مقادیر شامل مقادیر اندازه گیری شده روی زمین و یا مقادیر حاصل از آنالیز نمونه های برداشت شده در ایستگاههای نمونه برداری که اصطلاحاً نقاط کنترلی نامیده می شود و یا مقادیر حاصل از فرآیند تخمین، می باشد.

در برداشتهای اکتشافی توزیع فراوانی داده ها به علت چولگی زیاد اغلب لاگ نرمال است.دراین برداشتها مقادیر بزرگ تابع توزیع، ناهنجاری هارا تشکیل می دهند. این مقادیر که از بقیه داده ها(زمینه) قابل تفکیک هستند، مناطق امیدبخش را تشکیل می دهند.

روشهای آماری مختلفی برای جداسازی و تشخیص مناطق ناهنجاری از زمینه وجود داردکه در زیر به بررسی روش بکار گرفته شده در این پروژه خواهیم پرداخت.

2–3–2– محاسبه مقادیر زمینه، حد آستانه و ناهنجاری های هر متغیر

همانگونه که گفته شد روشهای آماری مختلفی برای جداسازی و تشخیص مناطق ناهنجار از زمینه توسعه یافته است. این روشها از انواع ساده (بر اساس پارامترهای آماری توزیع) تا پیچیده (براساس

ساختار فضائی داده ها) تغییر می کنند. گروه دوم شامل روشهائی است که موقعیت نقاط نمونه برداری و ارتباط فضائی آنها را در تخمین مناطق ناهنجار در نظر می گیرد. بنابراین روشهای جداسازی ناهنجاری از زمینه را می توان به دو گروه شامل روشهای غیر ساختاری و روشهای ساختاری تقسیم بندی کرد.

در روشهای غیر ساختاری که در این پروژه نیز از یکی از این روشها استفاده شده است، فقط مقدار اندازه گیری شده برای هر نمونه مورد توجه قرار میگیرد و موقعیت فضائی نقاط نمونه برداری در نظر گرفته نمی شود. پایه و اساس این روشها حساب احتمالات است و این روشها را می توان به دو گروه طبقه بندی کرد :

1- روشهایی که سعی در تخمین حد آستانه ای دارند. این روشها در حالتی که تعداد نمونه های ناهنجار کم می باشند وقسمت اعظم داده ها را جامعه زمینه تشکیل می دهدکاربرد بیشتری دارند.

2- روشهائی که سعی در تخمین مرز جدایش جامعه داده های ناهنجار از جامعه داده های زمینه (هنجار) دارند. در این روشها ابتدا مرز جدایش جامعه ناهنجار و جامعه زمینه تخمین زده شده و سپس بر اساس آن حد آستانه ای مقادیر ناهنجار مشخص می شود. لازم به یاد آوری است که جامعه ناهنجار دامنه ای از مقادیر را در بر میگیرد که همه آنها از ارزش یکسان برخودار نمی باشند. این روش برای مواردی که تعداد نمونه های ناهنجار زیاد باشند قابل استفاده است .

روش مورد استفاده در این پروژه روشی است که سعی در تخمین حد آستانه ای دارد. پس از جایگزینی مقادیر سنسورد، جدایش مقادیر خارج از رده و نهایتاً نرمال سازی داده ها ، اقدام به محاسبه مقادیر میانگین (X) و انحراف معیار (S) شده است. در این روش مقدار X+0.5S بعنوان مقدار زمینه، X+1.5S بعنوان حد آستانه، X+2.5S بعنوان ناهنجاری های درجه دوم و مقادیر بزرگتر از آن به عنوان ناهنجاری های درجه یک طبقه بندی شده اند. این مقادیر به تفکیک برای هر عنصر در جدول 2-8 آمده است. (توجه : مقادیر Au بر حسب ppb و بقیه عناصر بر حسب ppm میباشند.)

این مقادیر برای فاکتور ها به ترتیب برای مقدار زمینه برابر5/ ، حد آستانه برابر 1/5 و برای ناهنجاری برابر2/5 است. این امر بدلیل آن است که مقادیر این فاکتورها نرمال استاندارد شده اند یعنی دارای مقدار میانگین برابر صفر و انحراف معیار برابر یک هستند. از مقادیر فوق جهت رسم نقشه ها استفاده شده است .

2–3–3– معرفی متغیرها، تکنیک و رنگهای بکار رفته و رسم نقشه ها

تعداد 18 متغیر تک عنصری که بتوانند پتانسیلهای کانساری را در این منطقه بطور مناسب تری منعکس نمایند، انتخاب و نقشه آنها ترسیم شده است.

اصولاً نمایش داده ها و اطلاعات به صورت تصویری به درک ارتباط بین اجزای موجود در آن و تعبیر وتفسیر نتایج و نهایتاً طراحی بهینه فاز بعد کمک می کند . در بسیاری از موارد لازم است ابتدا داده ها و اطلاعات را به صورت نقشه در آورد تا بتوان براحتی ارتباط اجزاء را دریافت . از طرفی لازم است نتایج حاصل از فاز مطالعاتی هرپروژه معدنی به صورت نقشه ارائه شود تامورد استفاده قرارگیرد. این امر از آنجا ناشی می شود که موقعیت نسبی اطلاعات و نحوه توزیع آنها که بسیار مهم است در روی نقشه نمایان می باشد و درنتیجه کار تعبیر و تفسیر به راحتی انجام پذیر می شود. به لحاظ ریاضی رسم نقشه را می توان به معنی ایجاد پیوستگی بین یک سری داده ناپیوسته (منفصل) دانست . ایجاد این پیوستگی در آشکار سازی روابط بین اجزای مورد مطالعه مؤثر و مفید است.

در این پروژه از نوع خاصی از نقشه های سمبولیک استفاده شده است که در آنها رنگها مرز مشخص دارند و از سمبولها یا نشانه های رنگ شده جهت نشان دادن انومالی یا غیر انومال بودن هر نمونه استفاده شده است .

در نقشه های تهیه شده این پروژه از چهار رنگ برای نمایش حدود مختلف استفاده شده است. این حدود و رنگهای مرتبط با هر یک عبارتند از:

1- مقدار زمینه: آبی روشن

2- حد آستانه : زرد

3-ناهنجاری درجه دو: نارنجی

4- ناهنجاری درجه یک:قرمز

2–3–4– شرح ناهنجاریهای ژئوشیمیایی

در این بخش بمنظور جلوگیری از طولانی شدن کلام، توصیف ناهنجاری ها بصورت جداول ارائه شده است.

جداول2–9 تا2–32 شرح ناهنجاریهای عناصر بیست گانه و فاکتور ها را نشان می دهند.

بخش سوم

اکتشافات کانی سنگین

3-1- مقدمه

مطالعات کانی سنگین شامل مجموعه مراحلی است که از میان آنها می توان به نمونه برداری از آبرفتهای با جور شدگی پایین، شستشو، تغلیظ، جدایش با محلولهای سنگین، جدایش مغناطیسی و در نهایت مطالعه میکروسکوپی اجزاء باقی مانده اشاره کرد. آبرفتهای منشاء گرفته از توده های سنگی بالا دست در مواردی که خود تشکیل ذخیره پلاسری یک یا چند نوع کانی را نداده باشند می توانند به عنوان یک ابزار کلیدی اکتشافی همزمان و یا غیر همزمان با اکتشافات ژئوشیمیایی به کار روند.

با استفاده از این منطق اکتشافی در ورقه 1:100000 اهر علاوه بر نمونه های ژئوشیمی طراحی شده در منطقه در مجموع 200 ایستگاه نمونه برداری انتخاب و پس از نمونه برداری و طی مراحل آماده سازی به آزمایشگاه مطالعات کانی سنگین ارسال گردید.

از مجموع کانیهای مختلف سنگ ساز و یا غیر سنگ ساز تشخیص داده شده و بر اساس اهمیت و اولویت بندی 11 مجموعه کانی سنگین به شرح زیر انتخاب و نتایج به صورت نقشه های ناهنجاری شامل نقشه های کانی سنگین طلا، سینابار، خانواده مس، باریت، خانواده سرب، آپاتیت، مولیبدنیت، شئلیت، زیرکن، ایلمنیت و توریت، ترسیم گردید.

با توجه به نتایج بدست آمده ، شرح هر یک از کانیهای کانسار ساز و اقتصادی به ترتیب اهمیت و گسترش آورده می شود.

3-2- شرح ناهنجاریهای کانی سنگین

طلا:

در محدوده اکتشافی ورقه 1:100000 اهر از مجموع 200 ایستگاه نمونه برداری کانی سنگین تعداد 3 نمونه حاوی اثرات جزئی پراکنده از انتشار ذرات طلا به شرح زیر می باشد.

محدوده شماره 1: به شماره نمونه 439 واقع در شمال و مرکز ورقه 1:50000 هریس شامل 2 ذره طلا به صورت گرد شده متخلخل و لامپی شکل است که سایز آنها در حدود 177 تا 250 میکرون می باشد. مجموعه سنگهای بالا دست آبراهه شامل آندزیت و تراکی آندزیت مگاپورفیری تا پورفیری و به سن پالئوسن تا ائوسن و آندزیت پورفیری تراکی آندزیت همراه با دایکهای دیابازیک متعلق به همین سن می باشد.

محدوده شماره 2: واقع در جنوب شرقی ترین قسمت ورقه 1:500000 آلان و به شماره نمونه 824 است که تنها حاوی یک ذره طلای گرد شده و لامپی شکل با سایزی در حدود 250 تا 360 میکرون است. آبراهه اخیر از مجموعه سنگهایی شامل پادگانه های قدیمی به سن کواترنری و آندزیت تا تراکی آندزیت عبور کرده است

محدوده شماره 3: نمونه شماره 605 در جنوب شرق ورقه آلان و در مسیر آبراهه ای بـه موازات آبراهه نمونه 624 واقع شده است. طلای مشاهده شده در این نمونه تنها یـک ذره و بـه شکل گرد شده و لامپی شکل با سایزی در حدود 125 تا 177 میکرون است.

نمونه های فوق منطبق بر آندزیت تا تراکی آندزیتهای میوسن تا پلیوسن است کـه در برخـی نقاط آلتره شده اند.

جیوه:

آثار کانی زایی جیوه به شکل کانی سینابر در ورقه اهر در 13 نمونه به صورت پراکنده و یا مجتمع گزارش گردیده است که حداقل و حداکثر مقادیر جیوه به ترتیب در حدود 0.32 و 11.89 بوده است. محدوده های مهمی که جیوه به صورت مجتمع و یا همراه با کانیهای اقتصادی دیگر در نمونه ها گزارش گردیده است شامل :

محدوده شماره 1: به شماره نمونه 482,480,417 واقع در مرکز ورقـه 1:100000 اهر می باشد که از نقطه نظر سنگ شناسی منطبق بـر توفهـای برشـی، ایگنمبریـت، آنـدزیتهای پیروکسن دار و آلکالی گرانیت تا هورنبلند بیوتیت گرانیهای الیگوسن است که مجموعه سـنگهای پالئوسن، ائوسن را قطع کرده است.

محدوده شماره 2: در این محدوده نمونه های 168,157 واقع است باریت کانی همـراه با سینابار در نمونه 168 می باشد. سنگ همراه دو نمونـه اخیـر، بازالتهـای الیـوین دار، آنـدزیت، بازالت و آندزیتهای غنی از پیروکسن به سن پالئوسن ائوسن می باشد.

محدوده شماره 3: در این محدوده نمونه های 491,539,538,540 واقع اسـت کـه با کانیهای دیگری از قبیل باریت، کانیهای خانواده مس، آپاتیت ، همراهی شده اند. حوضه رسوبی اخیر در شمال غرب ورقه آلان به صورت آبراهه های شمالی جنوبی واقع شده اسـت کـه از نظـر سنگ شناسی بر واحد های سنگی مانند بیوتیت گرانیتهای الیگوسن، توفهای برشی، ایگنمبریت و آندزیت پیروکسن منطبق است.

مقادیری از جیوه به شکل کانی سینابار و به صورت پراکنده در بخشهای دیگر منطقه مشاهده و گزارش گردیده اند.

مس:

مس در ورقه 1:100000 اهر تحت عنوان کانیهای خانواده مس و در مجموع در 22 نمونه گزارش گردیده است. از نظر اهمیت تنها به ذکر چند محدوده اکتفا می کنیم که از این میان می توان به محدوده های زیر اشاره کرد.

محدوده شماره 1: شامل نمونه های 539,540 با همراهی کانیهائی همچون سینابار، باریت، آپاتیت، واقع در شمال غرب ورقه آلان و همراه با توفهای برشی، آندزیت پیروکسنهای پالئوسن، ائوسن و بیوتیت گرانتیهای الیگوسن

محدوده شماره 2: شامل نمونه های 20,561,142 که به نسبت بقیه مناطق از مقادیر بیشتری از کانیهای مس برخوردار بوده اند. بقیه نمونه ها پراکنده و یا بدون همراهی با دیگر کانیهای اقتصادی است.

سرب:

از کانیهای خانواده سرب می توان به گالن، سروزیت، میمتیت، و سرب طبیعی اشاره کرد که در ورقه اهر و از میان 200 نمونه طراحی شده تنها 18 نمونه حاوی کانیهای خانواده سرب بوده است.

سرب در برخی نمونه ها با کانیهای دیگری همچون کانیهای مس، توریت، ایلمنیت، زیرکن و مولیبدنیت همراه است.

باریت:

آنومالی قابل ذکر باریت تنها در دو ایستگاه به شماره نمونه های 540,168 تشـخیص داده شده است. با ذکر این که آنومالی باریت در نمونه 540 مطابق با دیگر آنومالیهـای مـس، جیـوه، آپاتیت بوده است. از نظر زمین شناسی این آنومالی در محدوده سنگهائی همچون بیوتیت گرانیت و گرانودیوریتهای الیگوسن و توفهای برشـی، ایگنمبریـت و آنـدزیتهای پیروکسـن دار پالئوسـن ،

ائوسن واقع شده است. محل نمونه در بخش شمال غرب ورقه آلان است . آنومالی دیگر باریت و به شماره نمونه 168 با همراهی سینابار در مجموعه ولکانیکی الیوین بازالت، آندزیت بازالت و بازالتهای غنی در پیروکسن ائوسن همراه می باشد. نمونه 168 در جنوب ورقه 1:50000 نقدوز واقع شده است.

سایر کانیها:

از دیگر کانیهایی که در گزارش و نقشه های اهر آورده شده است می توان به شئلیت در دو نمونه ، زیرکن، توریت که از جمله کانیهای اورانیوم دار است ، ایلمنیت، مولیبدنیت، آپاتیت اشاره کرد که نقشه های کلی و تکی هر کدام از کانیهای یاد شده در گزارش آورده شده است.

نتیجه گیری:

محدوده ای معرفی شده جهت هر یک از عناصر را می توان به عنوان کلید اکتشافی در اکتشافات تفصیلی و نیمه تفصیلی مد نظر قرار داد.

بخش چهارم

معرفی نواحی امید بخش

4–1– مقدمه

اکتشافات ژئوشیمیایی به عنوان اصلی ترین لایه اطلاعات در اکتشافات همراه با داده های دیگری از قبیل اطلاعات زمین شناسی ژئوفیزیک و زمین شناسی اقتصادی و استفاده از عکسهای ماهواره ای در صورت رعایت اصول و پیروی از استانداردهای هر روش ابزاری قدرتمند در اکتشافات کانساری است. با توجه به مطالب فوق ذکر نکات زیر در بخش تعبیر و تفسیر که شاید مهمترین بخش از هر گزارش ژئوشیمیایی محسوب میشود، ضروری به نظر می رسد.

در اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای و با توجه به تعدد پارامترهای درگیر در مسئله، تنوع زمین شناسی، فقدان یک استاندارد ثابت در هر ناحیه و نارسایی و نوپایی نسبی این شاخه از علم، نواحی معرفی شده به عنوان مناطق امید بخش را هرگز نمی توان به عنوان یک آنومالی واقعی و یا توده کانساری معرفی کرد بدین جهت است که همواره اکتشافات ژئوشیمیایی جهت تعیین صحت و یا سقم آنومالیهای معرفی شده و در مراحل بعد به اکتشافات نیمه تفصیلی، تفصیلی، حفر ترانشه، حفاری و مطالعات اقتصادی و امکان سنجی تبدیل می شود.

4-2- معرفی نواحی امید بخش

با توجه به موارد یاد شده، بررسی برخی از عناصر مهم کانسار ساز در محدوده ورقه 1/100000 اهر به شرح زیر است:

4-2-1- طلا

مهمترین ذخایر اقتصادی طلا، کانسارهای طلای پلاسری، کانسارهای طلای موجود در سپرهای قدیمی، رگه ای، پورفیری و اسکارنی تشکیل می دهد.

عمده ترین منابع طلای ایران با توجه به جوان بودن نسبی پوسته ایران زمین، کانسارهای پورفیری و لیسونیتی-افیولیتی و کانسارهای رگه ای می باشد.

در محدوده ورقه 1/100000 اهر از 200 نمونه کانی سنگین مطالعه شده، 3 نمونه حاوی ذرات پراکنده طلا بوده است که محدوده های به دست آمده منطبق با سنگهای آذرین مانند تراکی آندزیت مگا پورفیری و تراکی آندزیت بوده است در حالی که بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی حاصل از قریب به 670 نمونه، 5 محدوده کوچک و بزرگ ناهنجار مشخص گردیده است که از جمله مهمترین مناطق می توان به بخش های غربی ورقه آلان و بخش شمال و شمال غرب ورقه 1/50000 اهر اشاره کرد. همراهی طلا و برخی از عناصر در ورقه روستای اسمائیل کندی واقع در ورقه 1/50000 آلان، اهمیت این دره را از نظر اکتشافی دو چندان کرده است.

4-2-2- مس

کانسارهای مس را بدون در نظر گرفتن اهمیت اقتصادی می توان به کانسارهای پورفیری، رگه ای، اسکارن و ماگمایی تقسیم بندی کرد.

در ورقه اهر و در مطالعات کانی سنگین در مجموع 22 نمونه، مقادیری از کانیهای مس را دارا بوده است، که در این میان می توان به دو محدوده اشاره کرد:

1- محدوده دره روستای اسمائیل کندی و آتمیان

2- محدوده دره واقع در جنوب ورقه 1/50000 نقدوز. بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی نیز دره اسمائیل کندی و آتمیان و نواحی مرکزی ورقه نقدوز از اهمیت اکتشافی بالاتری نسبت به بقیه مناطق برخوردار می باشند.

4-2-3- سرب

عمده ترین کانسارهای سرب را کانسارهای سرب نوع می سی سی پی، کانسارهای سولفیدهای توده ای و رگه ای تشکیل می دهد، در منطقه اهر آنومالیهای معرفی شده در مطالعات کانی سنگین و ژئوشیمیایی تا حد زیادی قابل انطباق بر یکدیگر می باشند و در این میان محدوده های دوره آتمیان و جنوب روستای نقدوز از اهمیت بالاتری نسبت به بقیه نقاط برخوردار می باشند.

4-3- نتیجه گیری

1- بنا بر دلایل زمین شناسی و غیره در برخی موارد محدوده های معرفی شده توسط روش کانی سنگین و ژئوشیمی بر یکدیگر منطبق نمی باشند بدین جهت مرحله دیگری تحت عنوان کنترل ناهنجاریها پاسخگوی برخی ابهامات خواهد بود.

2- منطقه اهر به دلیل تعدد و تنوع سنگ شناسی و به خصوص وجود رخدادهای آذرین درونی و بیرونی و قطع شدگی توالی سنگ شناسی توسط توده های مذکور و همچنین به دلیل تکتونیزه بودن از اهمیت بالای اکتشافی برخوردار می باشد.

3- در صورت وجود کانه زایی اعم از اقتصادی و یا غیر اقتصادی به نظر می رسد که مهمترین نوع کانسار سازی مرتبط با فرایندهای گرمایی و به خصوص در مناطق تکتونیزه و دگرسان شده باشد. کانسار سازی از نوع اسکارن در برخی مناطق و در مجاورت توده های نفوذی نیمه عمیق و عمیق با سنگهای رسوبی تا رسوبی آتش فشانی محتمل است.

4- شش محدوده مهم در ورقه 1/100000 اهر به ترتیب زیر معرفی می شود:

الف- مرکز و شمال ورقه 1/50000 نقدوز و در مجاورت توالی سنگ شناسی منطقه با سنگهای آذرینی همچون گرانودیوریتهای خانکندی و آلکالی گرانیتهای الیگوسن

ب- شمال ورقه اهر و در بخشهای غربی شهرستان اهر از نظر اکتشافات و ناهنجاریهای طلا

ج- جنوب شرق ورقه اهر و در مجاورت گسلهای متقاطع واقع در جنوب روستای ینگجه

د- شمال غرب ورقه 1/50000 آلان و در تمامی مسیر دره موسوم به اسمائیل کندی و آتمیان به دلیل تنوع ناهنجاریهای مختلف عنصری

ه- شرق و جنوب شرق ورقه 1/50000 آلان و با توجه به دگرسانی گسترده و آنومالیهای متنوع یافت شده در جنوب کوه اوغلان داغ

و- مرکز و شمال ورقه 1/50000 هریس در محدوده ای واقع در شمال شهرستان مهربان