



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : معدن، نفت و ژئوفیزیک

با همکاری

سازمان انرژی اتمی ایران

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

پایان نامه کارشناسی ارشد

برداشت و تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی زمینی و ژئوشیمیایی جهت اکتشاف مواد

رادیو اکتیو در محدوده آنومالی ۶ ساغند- ایران مرکزی

رحمن سیف

اساتید راهنما :

دکتر علی مرادزاده

دکتر جلیل ایرانمنش

بهمن ۱۳۹۰



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک

با همکاری

سازمان انرژی اتمی ایران

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

برداشت و تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی زمینی و ژئوشیمیایی جهت اکتشاف مواد

رادیو اکتیو در محدوده آنومالی ۶ ساغند- ایران مرکزی

رحمن سیف

اساتید راهنما :

دکتر علی مرادزاده

دکتر جلیل ایرانمنش

استاد مشاور

مهندس محمد رضا کتابداری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

زمستان ۱۳۹۰

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه اکتشاف و استخراج

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای

تحت عنوان: برداشت و تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی زمینی و ژئوشیمیایی جهت اکتشاف مواد

رادیو اکتیو در محدوده آنومالی ۶ ساغند- ایران مرکزی

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد

مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

دانشجو تأیید می نماید که مطالب مندرج در این پایان نامه (رساله) نتیجه تحقیقات خودش می باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده است.

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود و سازمان انرژی اتمی ایران می باشد.

زمستان ۱۳۹۰

در ابتدا خدای کریم را شاکرم که به عبدش توفیق خدمتی کوچک در جهت اعتلای ایران اسلامی را داد و از آنجایی که شکر مخلوق، شکر خالق است سپس قدردانی و تشکر می‌کنم از حوصله و راهنمایی اساتید گرامی آقایان دکتر مرادزاده، دکتر ایرانمنش و مهندس کتابداری که در انجام این تحقیق یار و مددکار بنده بودند.

همچنین از زحمات مهندسین گرامی آقایان مداحی و کمندانی که در انجام عملیات‌های صحرایی همکار و همراه بنده بودند، از مهندسین جلیلیان که در مطالعه مقاطع نازک و صیقلی تهیه شده بنده را هدایت و یاری نمودند، از مسئولین پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران (به ویژه پژوهشکده چرخه سوخت) که با فراهم نمودن امکانات برداشت‌های صحرایی و آنالیز نمونه‌ها انجام این تحقیق را میسر نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در نهایت از پدر و مادر مهربان و دلسوزم که از بدو تولد حامی بنده هستند و همچنین از حوصله و صبر همسر فداکارم که امکان انجام این تحقیق را در کنار مسئولیت‌های خانواده برای بنده فراهم نمودند، تشکر می‌کنم.

چکیده

منطقه ساغند در بخش میانی زون ساختمانی ایران مرکزی قرار دارد. از میان ۹ آنومالی پرتوزای این منطقه، آنومالی شماره ۶ ساغند بر حسب ضرورت اکتشافی جهت مطالعات زمین‌شناسی، رادیومتری زمینی و مطالعات لیتوژئوشیمیایی انتخاب شد. با مطالعه مقاطع نازک و صیقلی تهیه شده و همچنین آنالیز نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی برداشت شده، مشخص شد که جنس بیشتر سنگ‌های آنومالی ۶ از انواع «دیوریت و کوارتز دیوریت (گرانودیوریت)» متعلق به ماگمای کالک آلکان (زون فرورانش) و «گابرو» متعلق به ماگمای تولییتی (زون گسترش کف اقیانوس) تشکیل یافته است با ذکر این مطلب که جنس نمونه‌های برداشتی که پرتوزایی بالاتری از خود نشان می‌دهند از نوع گابرو است. کانی پرتوزای موجود در این آنومالی «دیویدایت $(\text{Fe,U})\text{TiO}_3$ » است که همراهی آن با کانی آل بیت در نمونه‌های اکتیو موید این مطلب است که کانی زایی عناصر پرتوزا همراه با پدیده آل بیتیزاسیون می‌باشد.

از مساحت ۱/۱۳ کیلومتر مربعی آنومالی ۶ ساغند، در مطالعه حاضر محدوده‌ای مستطیلی به مساحت ۰/۴۵ کیلومتر مربع مورد رادیومتری سیستماتیک با پروفیل‌های شرقی- غربی به فاصله ۵۰ متر و قرائت‌های ۱۰ متری قرار گرفت؛ که از میان ۱۰۰۱ قرائت رادیومتری برداشت شده، ثبت ۱۱ قرائت با پرتوزایی بالاتر از 1000 cps^1 و ماکزیمم 6000 cps ، قابل ذکر می‌باشد. همچنین در اکثر قرائت‌های ثبت شده میزان غنی شدگی دو عنصر اورانیوم (U) و توریوم (Th) تقریباً یکسان بود؛ در حالی که میزان غنی شدگی این دو عنصر چندین برابر میزان غنی شدگی پتاسیم (K) می‌باشد. جامعه مختلط داده‌های رادیومتری به دو جامعه آنومالی و زمینه تفکیک شده و کنتورهای شمارش پرتو گاما (CPS) برای U,Th,K با در نظر گرفتن جامعه آنومالی جدا شده، نشان می‌دهند که تمرکز کنتورهای پرتوزا در گوشه شمال غربی و شمال محدوده مورد مطالعه قرار دارد.

نتیجه آنالیز ۴۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی برداشت شده از دو محل تمرکز کنتورهای پرتوزا نشان می‌دهد که از میان اکسیدهای عناصر اصلی و فرعی اندازه گیری شده تنها داده‌های سیلیس و اکسید آلومینیوم توزیع نرمال دارند. همچنین نتایج آنالیز داده‌های لیتوژئوشیمیایی با استفاده از روش‌های ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و نمودارهای پراکندگی، گویای این مطلب هستند که عنصر اورانیم (U) با اکسیدها و عناصر زیر همبستگی دارد.

¹ - Count Per Second

TiO₂ (0.720^۲), Ba (0.634), Nb (0.630), Y (0.595), Th (0.500), Fe₂O₃ (0.463)

در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعه مقاطع نازک و صیقلی تهیه شده، برداشت‌های رادیومتری زمینی و آنالیز نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی برداشت شده، محدوده‌ای به مساحت ۴۰۵ متر مربع جهت حفر گمانه و مغزه‌گیری پیشنهاد گردید.

کلمات کلیدی: آنومالی ۶ ساغند، مواد رادیواکتیو، رادیومتری، لیتوژئوشیمیایی.

^۲ - اعداد داخل پرانتز نشان دهنده‌ی ضریب همبستگی عنصر داده شده با اورانیوم می‌باشد.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و آب و هوای منطقه ساغند ۵

۱-۳- زمین‌شناسی ناحیه‌ای ساغند ۷

۱-۴- توپوگرافی منطقه ساغند ۹

۱-۵- سابقه و ضرورت انجام تحقیق ۱۲

۱-۶- هدف از مطالعه ۱۴

۱-۷- روش مطالعه ۱۶

فصل دوم: زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه ۱۸

۲-۱- زمین‌شناسی آنومالی ۶ ساغند ۱۹

۲-۲- توپوگرافی آنومالی ۶ ساغند ۲۱

۲-۳- پتروگرافی ۲۳

۲-۳-۱- مطالعات مقاطع نازک ۲۳

۲-۳-۲- مطالعات مقاطع صیقلی ۲۹

۲-۳-۳- نمودارهای رده بندی شیمیایی ۳۱

۲-۳-۴- نمودارهای سری ماگمایی ۳۶

۲-۳-۴-۱- نمودار TAS ۳۶

۲-۳-۴-۲- نمودار AFM ۳۷

۲-۴- اصلاح نقشه زمین‌شناسی ساغند ۴۰

۲-۵- متاسوماتیسم ۴۳

۲-۶- تکتونیک آنومالی ۶ ساغند ۴۴

۲-۷- کانی‌سازی مواد رادیو رادیواکتیو در منطقه مورد مطالعه ۴۶

فصل سوم: برداشت، مطالعه و تحلیل داده‌های اکتشاف ژئوفیزیکی..... ۴۹

۳-۱- مقدمه..... ۵۰

۳-۲- موقعیت منطقه نمونه برداری..... ۵۱

۳-۳- دستگاه‌های استفاده شده در برداشت‌های رادیومتری..... ۵۴

۳-۴- داده‌های برداشت شده..... ۵۶

۳-۵- آنالیز داده‌ها..... ۵۷

۳-۵-۱- بررسی توزیع داده‌ها..... ۵۷

۳-۵-۲- جداسازی جامعه آنومالی از جامعه زمینه با استفاده از نمودار احتمال..... ۶۲

۳-۵-۳- بررسی میزان همبستگی داده‌های اسپکترومتر..... ۷۲

۳-۶- ترسیم نقشه‌ها..... ۷۴

فصل چهارم: برداشت، مطالعه و تحلیل داده‌های اکتشاف ژئوشیمیایی..... ۷۹

۴-۱- مقدمه..... ۸۰

۴-۲- نمونه برداری..... ۸۱

۴-۳- تحلیل داده‌های بدست آمده از آنالیز XRF..... ۸۲

۴-۳-۱- تخمین داده‌های سنسورد..... ۸۲

۴-۳-۲- بررسی توزیع داده‌ها..... ۸۴

۴-۳-۳- ضریب همبستگی..... ۸۹

۴-۳-۴- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای..... ۹۴

۴-۳-۵- نمودارهای پراکندگی..... ۹۶

۴-۴- ترسیم نقشه‌های کنٹوری..... ۱۰۱

۴-۴-۱- اورانیوم..... ۱۰۱

۴-۴-۲- اکسید تیتانیوم (TiO_2)..... ۱۰۴

۴-۴-۳- باریم (Ba)..... ۱۰۷

۱۰۹.....	۴-۴-۴- نیوبیوم (Nb)
۱۱۱.....	۴-۴-۵- ایتیریم (Y)
۱۱۳.....	۴-۴-۶- تورיום (Th)
۱۱۵.....	۴-۴-۷- اکسید آهن (Fe_2O_3)
۱۱۸.....	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۱۹.....	۵-۱- نتیجه گیری
۱۲۳.....	۵-۲- پیشنهادات
۱۲۴.....	منابع
۱۲۸.....	پیوست‌ها
۱۲۹.....	پیوست الف: تصاویر ۱۶ مقطع نازک تهیه شده
۱۳۷.....	پیوست ب: تصاویر ۲ مقطع صیقلی تهیه شده
۱۴۰.....	پیوست ج: قرائت‌های رادیومتری انجام شده در جریان مطالعات و عملیات صحرایی مرحله اول
۱۷۸.....	پیوست د: نتایج آنالیز XRF نمونه‌های برداشت شده در جریان عملیات صحرایی مرحله دوم

فهرست اشکال

۱.....	فصل اول: کلیات
۶.....	شکل (۱-۱): آنومالی‌ها و مناطق امید بخش شناسایی شده کانی سازی اورانیوم در ایران
۷.....	شکل (۲-۱): موقعیت جغرافیایی منطقه معدنی ساغند که با دایره نسبت به شهر یزد مشخص شده است
۱۰.....	شکل (۳-۱): قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ناحیه ساغند
۱۱.....	شکل (۴-۱): راهنمای نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ناحیه ساغند
۱۵.....	شکل (۵-۱): محدوده مورد مطالعه از آنومالی ۶ ساغند که با چهار گوش ABCD نشان داده شده است
۱۸.....	فصل دوم: زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه

- شکل (۱-۲): نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ ساغند همراه با محدوده زون‌های آنومالی رادیواکتیو..... ۲۰
- شکل (۲-۲): راهنمای نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ ساغند..... ۲۱
- شکل (۳-۲): تصویر ماهواره‌ای آنومالی ۶ از بالا..... ۲۲
- شکل (۴-۲): تصویر ماهواره‌ای آنومالی ۶ از جلو (پایین)..... ۲۲
- شکل (۵-۲): محدوده مطالعاتی مشخص شده بر روی عکس ماهواره‌ای منطقه..... ۲۳
- شکل (۶-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-LA-2 با بزرگنمایی ۵۰×..... ۲۶
- شکل (۷-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-LA-4 با بزرگنمایی ۵۰×..... ۲۶
- شکل (۸-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-LA-6 با بزرگنمایی ۱۰۰×..... ۲۷
- شکل (۹-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه غیر رادیواکتیو RS-L-4 با بزرگنمایی ۵۰×..... ۲۷
- شکل (۱۰-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه غیر رادیواکتیو RS-L-9 با نور پلاریزه و بزرگنمایی ۵۰×..... ۲۸
- شکل (۱۱-۲): تصویر سمت چپ مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-LA-1 با نور طبیعی و بزرگنمایی ۵۰× و تصویر سمت راست مربوط به نمونه غیر رادیواکتیو RS-L-1 با پلاریزه و بزرگنمایی ۵۰×..... ۲۸
- شکل (۱۲-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع صیقلی مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-PA-2 با نور طبیعی..... ۲۹
- شکل (۱۳-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع صیقلی مربوط به نمونه RS-PA-1 با نور طبیعی و بزرگنمایی ۱۰۰×..... ۳۰
- شکل (۱۴-۲): نمودار رده بندی کاکس و همکاران برای سنگ‌های درونی..... ۳۱
- شکل (۱۵-۲): نمودار رده بندی میدلموست برای سنگ‌های درونی..... ۳۲
- شکل (۱۶-۲): موقعیت محدوده‌های آنومال efgh و abcd جهت برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی..... ۳۳
- شکل (۱۷-۲): محل قرار گیری نمونه‌ها بر روی نمودار کاکس و همکاران..... ۳۴
- شکل (۱۸-۲): محل قرار گیری نمونه‌ها بر روی نمودار میدلموست..... ۳۴

- شکل (۲-۱۹): نمودار تعیین سری ماگمایی ۳۶
- شکل (۲-۲۰): نمودار ترسیم شده با استفاده از نتیجه آنالیز XRF برای ۴۷ نمونه مورد برداشت ۳۷
- شکل (۲-۲۱): نمودار AFM برای داده‌های بدست آمده از آنالیز XRF ۳۸
- شکل (۲-۲۲): نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ اصلاح شده ساغند به همراه کنتورهای توپوگرافی و مقاطع زمین‌شناسی ۴۱
- شکل (۲-۲۳): اصلاحات انجام شده در نقشه ۱:۵۰۰۰ آنومالی ۶ به همراه مقاطع زمین‌شناسی ۴۲
- شکل (۲-۲۴): دایک برداشت شده در محدوده مورد مطالعه (دیده دوربین، مستقیم و به سمت شمال غرب است) ۴۴
- شکل (۲-۲۵): گسل برداشت شده در محدوده مورد مطالعه ۴۶
- فصل سوم: برداشت، مطالعه و تحلیل داده‌های اکتشاف ژئوفیزیکی ۴۹**
- شکل (۳-۱): محدوده ABCD تعیین شده برای انجام رادیومتری ۵۱
- شکل (۳-۲): موقعیت پروفیل‌های رادیومتری برداشت شده با استفاده از نرم افزار MapInfo ۵۲
- شکل (۳-۳): جلوه‌ای از توپوگرافی خشن منطقه ۵۳
- شکل (۳-۴): نحوه استفاده از دستگاه سینتیلومتر ۵۴
- شکل (۳-۵): دستگاه اسپکترومتر GR-410 در کنار دستگاه سینتیلومتر SPP2 ۵۵
- شکل (۳-۶): هیستوگرام درصد فراوانی داده‌های متغیر cps ۵۸
- شکل (۳-۷): نمودار احتمال معمولی داده‌های cps ۵۹
- شکل (۳-۸): هیستوگرام درصد فراوانی داده‌های $\log(cps)$ ۶۰
- شکل (۳-۹): نمودار احتمال لگاریتمی داده‌های $\log(cps)$ ۶۱
- شکل (۳-۱۰): نمودار احتمال داده‌های cps ۶۳
- شکل (۳-۱۱): نمودار احتمال داده‌های $\log(cps)$ و جدایش مرز ۱/۹۰۶۲۵ ۶۳
- شکل (۳-۱۲): هیستوگرام توزیع جامعه زمینه جدا شده با مرز ۱/۹۰۶۲۵ از داده‌های $\log(cps)$ ۶۴
- شکل (۳-۱۳): هیستوگرام توزیع جامعه آنومالی جدا شده با مرز ۱/۹۰۶۲۵ از داده‌های $\log(cps)$ ۶۵
- شکل (۳-۱۴): نمودار احتمال داده‌های $\log(cps)$ و انتخاب مرز جدایش ۲/۱۵ ۶۶
- شکل (۳-۱۵): هیستوگرام توزیع جامعه زمینه جدا شده با مرز ۲/۱۵ ۶۷
- شکل (۳-۱۶): نمودار احتمال جامعه زمینه جدا شده با مرز ۲/۱۵ ۶۸

- شکل (۳-۱۷): هیستوگرام توزیع جامعه آنومالی شده با مرز ۲/۱۵..... ۶۹
- شکل (۳-۱۸): نمودار احتمال جامعه آنومالی جدا شده با مرز ۲/۱۵..... ۶۹
- شکل (۳-۱۹): میزان همبستگی بین متغیرهای U , Th..... ۷۳
- شکل (۳-۲۰): میزان همبستگی بین متغیرهای U , K..... ۷۳
- شکل (۳-۲۱): میزان همبستگی بین متغیرهای K , Th..... ۷۴
- شکل (۳-۲۲): کنتورهای رسم شده برای مقادیر بزرگتر از $x+s$ برای متغیرهای U , Th..... ۷۵
- شکل (۳-۲۳): نقشه کنتوری جامعه آنومالی برای متغیر cps..... ۷۵
- شکل (۳-۲۴): نقشه کنتوری جامعه آنومالی برای متغیر K..... ۷۶
- شکل (۳-۲۵): نقشه کنتوری جامعه آنومالی برای متغیر U..... ۷۶
- شکل (۳-۲۶): نقشه کنتوری جامعه آنومالی برای متغیر Th..... ۷۷
- شکل (۳-۲۷): نقشه کنتورهای آنومالی cps برازش شده بر روی نقشه زمین شناسی آنومالی ۶
ساغند..... ۷۷
- فصل چهارم: برداشت، مطالعه و تحلیل داده‌های اکتشاف ژئوشیمیایی..... ۷۹**
- شکل (۴-۱): هیستوگرام فراوانی متغیرهای نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی..... ۸۴
- شکل (۴-۲): دندوگرام رسم شده برای متغیرهای حاصل از آنالیز نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی..... ۹۵
- شکل (۴-۳): نمودار پراکندگی متغیر U در مقایسه با متغیرهای مختلف..... ۹۷
- شکل (۴-۴): نقشه کنتورهای آنومالی U برازش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶
ساغند..... ۱۰۳
- شکل (۴-۵): نقشه کنتورهای آنومالی TiO_2 برازش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶
ساغند..... ۱۰۶
- شکل (۴-۶): نقشه کنتورهای آنومالی Ba برازش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶
ساغند..... ۱۰۸
- شکل (۴-۷): نقشه کنتورهای آنومالی Nb برازش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶
ساغند..... ۱۱۰
- شکل (۴-۸): نقشه کنتورهای آنومالی Y برازش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶
ساغند..... ۱۱۲

شکل (۹-۴): نقشه کنتورهای آنومالی Th برآزش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶	ساغند.....
۱۱۴	
شکل (۱۰-۴): نقشه کنتورهای آنومالی Fe_2O_3 برآزش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶	ساغند.....
۱۱۷	
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۱۸
شکل (۱-۵): محدوده مستطیلی مشخص شده با کادر آبی رنگ جهت عملیات حفاری.....	۱۲۳
پیوست‌ها.....	۱۲۸
شکل (الف-۱): عکس‌های گرفته شده از مقاطع نازک نمونه‌های اکتیو جدول (الف-۱).....	۱۳۱
شکل (الف-۲): عکس‌های گرفته شده از مقاطع نازک نمونه‌های غیر اکتیو جدول (الف-۱).....	۱۳۴
شکل (ب-۱): عکس‌های گرفته شده از مقاطع صیقلی مذکور در جدول (ب-۱).....	۱۳۸

فهرست جداول

فصل دوم: زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه.....	۱۸
جدول (۱-۲): خلاصه مطالعه میکروسکوپی انجام شده بر روی ۱۶ مقطع نازک.....	۲۵
جدول (۲-۲): نوع سنگ مشخص شده بر اساس نمودارهای طبقه بندی کاکس و میدلموست.....	۳۵
جدول (۳-۲): نوع سنگ و ماگمای نمونه‌های برداشت شده.....	۳۹
فصل سوم: برداشت ، مطالعه و تحلیل داده‌های اکتشاف ژئوفیزیکی.....	۴۹
جدول (۱-۳): مشخصات آماری داده‌های رادیومتری برداشت شده.....	۵۶
جدول (۲-۳): داده‌های ثبت شده برای قرائت‌های بالای ۱۰۰۰ cps.....	۵۷
جدول (۳-۳): مشخصات آماری داده‌های cps.....	۵۸
جدول (۴-۳): مشخصات آماری Log (cps)	۶۰
جدول (۵-۳): مشخصات آماری جامعه زمینه جدا شده با مرز ۱/۹۰۶۲۵ از داده‌های Log (cps)	۶۴
جدول (۶-۳): مشخصات آماری جامعه آنومالی جدا شده با مرز ۱/۹۰۶۲۵ از داده‌های Log (cps)	۶۵
جدول (۷-۳): مشخصات آماری جامعه زمینه جدا شده با مرز ۲/۱۵ از داده‌های Log (cps)	۶۷
جدول (۸-۳): مشخصات آماری جامعه آنومالی جدا شده با مرز ۲/۱۵ از داده‌های Log (cps)	۶۸

جدول (۳-۹): لیست داده‌های آنومالی با در نظر گرفتن مقدار ۲/۸۶۱ بعنوان حد آستانه‌ای.....	۷۱
جدول (۳-۱۰): مشخصات آماری متغیرهای مختلف در جامعه آنومالی جدا شده.....	۷۲
فصل چهارم: برداشت، مطالعه و تحلیل داده‌های اکتشاف ژئوشیمیایی.....	۷۹
جدول (۴-۱): لیست نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی، مقاطع نازک و صیقلی برداشت شده از محدوده‌های ABCD و EFGH آنومالی ۶ ساغند.....	۸۱
جدول (۴-۲): قسمتی از داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی.....	۸۲
جدول (۴-۳): مشخصات آماری داده‌های بدست آمده از آنالیز نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی.....	۸۸
جدول (۴-۴): ماتریس همبستگی محاسبه شده با روش اسپیرمن برای اکسیدهای عناصر اصلی با سرب، اورانیوم و توریوم.....	۹۲
جدول (۴-۵): ماتریس همبستگی محاسبه شده با روش اسپیرمن برای عناصر فرعی با اکسیدهای Si, Mg, K.....	۹۳
جدول (۴-۶): مقدار اورانیوم در کانی‌های اورانیوم.....	۱۰۲
جدول (۴-۷): مقدار اورانیوم کانی‌های سیلیکاته.....	۱۰۲
جدول (۴-۸): مقدار اورانیوم در سنگ‌ها.....	۱۰۲
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات.....	۱۱۸
جدول (۵-۱): مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی اورانیوم و عناصر وابسته به آن در محدوده مورد مطالعه.....	۱۲۱
پیوست‌ها.....	۱۲۸
جدول (الف-۱): خلاصه مطالعه میکروسکوپی انجام شده بر روی ۱۶ مقطع نازک.....	۱۲۹
جدول (ب-۱): خلاصه مطالعه میکروسکوپی انجام شده بر روی ۲ مقطع صیقلی.....	۱۳۷
جدول (ج-۱): قرائت‌های رادیومتری انجام شده با استفاده از سنتیلومتر و اسپکترومتر.....	۱۴۰
جدول (د-۱): نتایج آنالیز XRF برای اکسیدهای عناصر اصلی.....	۱۷۸
جدول (د-۲): نتایج آنالیز XRF برای عناصر فرعی و کمیاب.....	۱۷۹

فهرست فرمول‌ها

فصل سوم: برداشت، مطالعه و تحلیل داده‌های اکتشاف ژئوفیزیکی.....	۴۹
---	-----------

- فرمول (۱-۳): کالیبراسیون دستگاه اسپکترومتر..... ۵۶
- فرمول (۲-۳): کالیبراسیون دستگاه اسپکترومتر..... ۵۶
- فرمول (۳-۳): کالیبراسیون دستگاه اسپکترومتر..... ۵۶
- فرمول (۴-۳): کالیبراسیون دستگاه اسپکترومتر..... ۵۶
- فرمول (۵-۳): دسته بندی داده‌ها بر اساس فرمول لپلتیه..... ۵۸

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

با توسعه تکنولوژی هسته‌ای، شناسایی، اکتشاف و بهره‌برداری از عناصر پرتوزا در نیمه دوم سده بیستم و بخصوص در دو دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی به صورت فراگیر در بیشتر کشورها آغاز گردید. در این ارتباط و در ایران نیز اکتشاف منابع اورانیوم از طریق قرارداد همکاری سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و کمیساریای انرژی اتمی فرانسه به صورت شناسایی منابع نوع گرانیته و ماسه‌سنگی به اجرا در آمد؛ که حاصل آن در نهایت عدم استعداد و منابع قابل توجه در کشور بود و محدود به تعدادی آثار پرتوزا در انارک، نیشابور، تبریز، بایچه باغ و خراسان گردید [۱].

با تأسیس سازمان انرژی اتمی ایران در سال ۱۳۵۳ و در فاصله سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۵۵، برنامه اکتشافی وسیعی با استراتژی بهره‌گیری از تکنولوژی اسپکترومتری و مغناطیس‌سنجی^۱ هوابرد برای پوشش حدود ۶۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع آغاز و بخش‌هایی از شمال‌شرقی، جنوب‌شرقی، مرکز و شمال‌غربی کشور را تحت پوشش قرار داد. همزمان گروه‌های اکتشافی زمینی نیز عملیات شناسایی را در مناطق مستعد از جنبه زمین‌شناسی و احتمال کانی‌سازی آغاز کردند؛ که تا پیروزی انقلاب اسلامی شناسایی تعدادی بی‌هنجاری پرتوزا در آذربایجان و کار روی یافته‌های نیشابور، انارک و خسرین در شمال جازموریان ادامه یافت. این عملیات منجر به کشف ذخایر درخور توجهی نگردید؛ اما اطلاعات پایه مناسبی را فراهم ساخت [۱].

طبق بررسی‌های به عمل آمده، وجود پی سنگ قاره‌ای کهن با ترکیب سیالی از مهمترین معیارهای حاکم بر تشکیل منابع اورانیوم می‌باشد؛ که به صورت مستقیم و غیرمستقیم در ادوار مختلف می‌تواند تحرک یافته و در میزبان‌های مناسب جای گیرد. مهمترین حادثه متالوژنی تشکیل دهنده کانسارهای اورانیوم، تورنیوم و عناصر کمیاب در کشور به زمان پرکامبرین پسین تعلق دارد که در نهایت منجر به تشکیل کانسارهای گرمایی اورانیوم همراه مولیبدن (Mo)، کبالت (Co) و ایتربیوم

^۱ - دلیل استفاده از روش مغناطیس‌سنجی همبستگی مثبت و قوی اورانیوم با آهن و منیزیم است.

(Y) شده است. این ویژگی در ایالت متالوژنی ساغند- بافق حاکم بوده و به همین دلیل این محدوده از مهمترین اولویت‌های اکتشافی کشور به شمار می‌رود [۱].

گرچه یافته‌های عدیده‌ای از انواع رگه‌ای- گرمابی در جای جای کشور ایران یافت شده است، اما به دلیل جوانی و دارا بودن مشخصات متالوژنی چند فلزی با ساختار پیچیده، این گروه از منابع، ذخایر عمده را نمی‌سازند و از انواع گران‌قیمت و تولید همراه^۱ به حساب می‌آیند. مهمترین کانسارهای ارزان دنیا از گونه کانسارهای پالایشی- اکسیدان^۲ می‌باشند؛ که می‌توانند در میزبان‌های ماسه‌سنگی جای گیرند. در گذشته روی این گونه منابع پژوهش و کاوش صورت نگرفته، گرچه در برنامه سالهای ۷۷-۷۸ امور اکتشاف سازمان انرژی اتمی، دستیابی به این گونه منابع از جمله اهداف استراتژیک به حساب می‌آید.

آثار معدنی و ناهنجاری‌های پرتوزای کشف شده در ایران از جنبه تیپ کانی‌سازی به انواع زیر قابل تفکیک است: [۱]

۱. منابع وکانی‌سازی‌های بوجود آمده از تفریق ماگمایی همراه توده‌های مگنتیت- آپاتیت با همزادی (Th-REE-U) که در آن‌ها میزان اورانیوم محدود، اما تورיום عنصر اصلی است. این گونه یافته‌ها فاقد پتانسیل انفرادی و ذخیره‌سازی قابل توجه می‌باشند. نمونه‌هایی از این یافته‌ها در کنار معدن سنگ آهن چغارت، اسفوردی، سه چاهون و چاه گز شناسایی شده است؛ اما ذخایر معینی را نمی‌سازند.

۲. کانی‌سازی مرتبط با پدیده متاسوماتیسم Si (تشکیل لوکومتاسوماتیسم‌ها و طلایه بازیک آن‌ها) و مهاجرت عناصر Mg, Ca, Fe, REE, Th, Ti به حاشیه کانه‌های متاسوماتیسم با همزادی کانی‌های آلبیت، ترمولیت اکتینولیت، اسکاپولیت فلوگوپیت، کلریت، کوارتز و مگنتیت. در این حالت کانی‌سازی در رابطه مستقیم با پدیده متاسوماتیسم می‌باشد؛ که طی آن

¹ - by-product

² - Oxidation-Infiltration

عناصر نادر خاکی اورانیوم، توریوم و تیتانیوم، کانی‌هایی مانند دیویدیت، باستناسیت، لانتانیت، توریت، اورانوتوریت، اورانینیت، اورانوتوریانیت، برانریت را می‌سازد. ذخایر بوجود آمده از این گونه، دارای مقادیر قابل توجه با عیار کم تا متوسط از (Th,U 500-6000 ppm)، REE (1-2%) و Ti (2-4%) می‌باشند.

۳. کانی‌سازی‌های نوع آل‌بیتیت^۱ از بارزترین و شناخته‌شده‌ترین انواع کانی‌سازی‌های نوع متاسوماتیسم در روند گسل‌های ژرف محسوب می‌شوند؛ که ذخایر بزرگی را در اوکراین، سپر آلدان، زون پاتوس در برزیل و کانسار داشی چائو در شمال شرقی چین می‌سازند. این گونه ذخایر اغلب بین چند هزار تا چند صد هزار تن ذخیره دارند. کانه اصلی در این تیپ چوکینیت، برانریت و اکسیدهای UO_2 ، TiO_2 و REEO است و در اصطلاح به کانی‌های REE-Ti-V معروف هستند.

۴. کانی‌سازی‌های نوع رگه‌ای- گرمابی با همزادی اورانیوم همراه مولیبدن، کبالت، آرسنیک و در مواردی طلا (ناریگان) از شاخص‌ترین انواع مرتبط با فاز ماگماتیسیم فلسیک در واپسین گام‌های متالوژنی پان آفریکن و به عنوان آخرین فرآیند چرخه ماگمایی- متالوژنی مگنتیت- آپاتیت- مس- طلا- اورانیوم است، که کانسارهایی از چند صد تن تا چند هزار تن (به صورت استثناء کانسار المپیک دام^۲ با چند میلیون تن) ذخیره را در جهان می‌سازد. کانه اصلی در این تیپ از نوع اورانینیت^۳ و اورانینیت ایتريوم^۴ می‌باشد و همراه آن مولیبدنیت، کبالتیت و دیگر سولفیدهای فلزی کشف شده است.

۵. کانی‌سازی‌های مرتبط با گنبد‌های نمکی که هم‌ارز متالوژنی پان آفریکن در زون متالوژنی بافق- ساغند تشکیل شده و در سری هرمز در منطقه لارستان- بندرعباس می‌باشد که به دلیل

¹ - albitite

² - Olympic Dam

³ - UO_2

⁴ - Cleveite

زمین‌شناسی خاص محیط گنبد‌های نمکی، صورت و شکل پراکنده و ناپیوسته دارد. بارزترین نمونه آن در گنبد نمکی گچین به دو صورت رگه‌ای- گرمابی با کانی‌سازی بسیار غنی از نوع پیچبلند و در مواردی پیچبلندیت می‌باشد؛ که عیار بسیار بالا اما ذخیره محدود دارد. دیگر نوع کانی‌سازی به صورت ژئوپکریت^۱ در بلافصل سطح هوازده ریولیت‌ها قرار دارد [۲] و [۳].

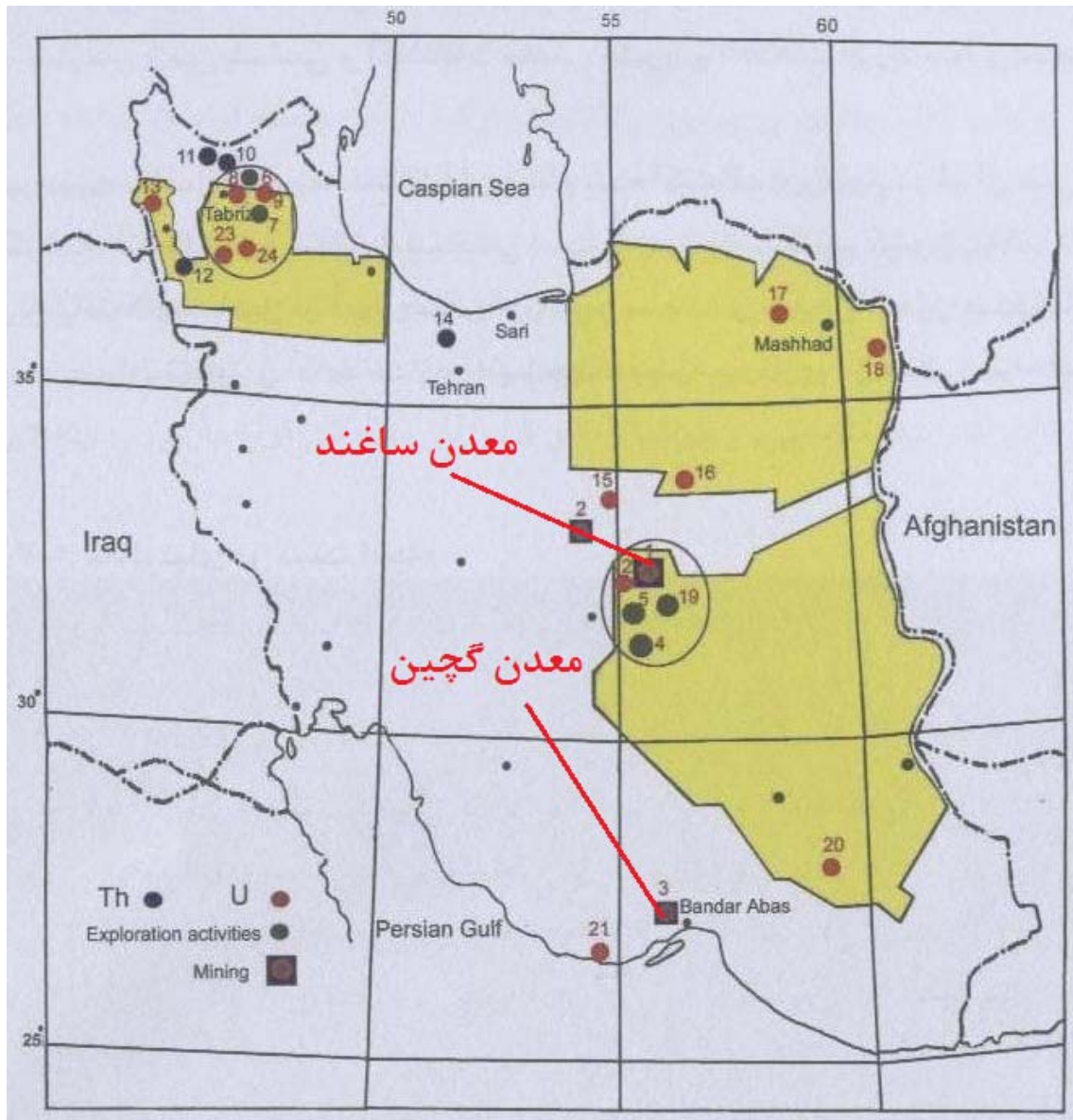
به هر حال حاصل مجموعه فعالیت‌های انجام شده اکتشاف اورانیوم در ایران طی ۳۰ سال گذشته، آنومالی‌ها و مناطق امیدبخشی است که در نقاط مختلف کشور پراکنده‌اند. مهمترین یافته‌های حاصل از آن‌ها «معدن اورانیوم ساغند و معدن گچین بندر عباس» است؛ که عملیات تجهیز و آماده سازی آن‌ها جهت بهره برداری در حال انجام است. این معادن در شکل (۱-۱) نمایش داده شده‌اند. لازم به ذکر است که در میان آنومالی‌های کشف شده در ایران مرکزی، ناحیه ساغند برای اورانیوم و ناحیه زیرگان از لحاظ تورنیوم و عناصر نادر مستعدترین نقاط هستند. آنومالی شمال و شمال‌غرب دوزخ دره که در ۴۰ کیلومتری شرق دهکده ساغند واقع می‌باشد؛ تحت عنوان آنومالی ساغند نام‌گذاری شده و به ۹ آنومالی کوچکتر تقسیم بندی شده است [۴].

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و آب و هوای منطقه ساغند

منطقه ساغند در فاصله‌ی ۱۸۰ کیلومتری شمال‌شرقی شهرستان یزد جای دارد و راه شوسه یزد- طبس از میان آن می‌گذرد (شکل ۱-۲). این ناحیه از جنوب به کویر بافق و دره انجیر، از شمال به دشت بیاضه، از خاور به بلندی‌های ناتک و کویر آبدوگی و از باختر به کویر زرین محدود می‌شود. آب و هوای این منطقه کویری با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نسبتاً سرد همراه است. بارندگی سالیانه در این منطقه بسیار کم و از هفتاد (۷۰) میلیمتر در سال بیشتر نمی‌شود. راه‌های آسفالت‌ه یزد- طبس که از میان ناحیه ساغند می‌گذرد و ساغند- چادرملو که معدن آهن چادرملو را

¹ - gypcrete

به راه یزد وصل می‌کند و مسیر آسفالته ساغند- مغستان از راه‌های ارتباطی منطقه است. دیگر راه‌های ارتباطی بیشتر خاکی هستند [۵].



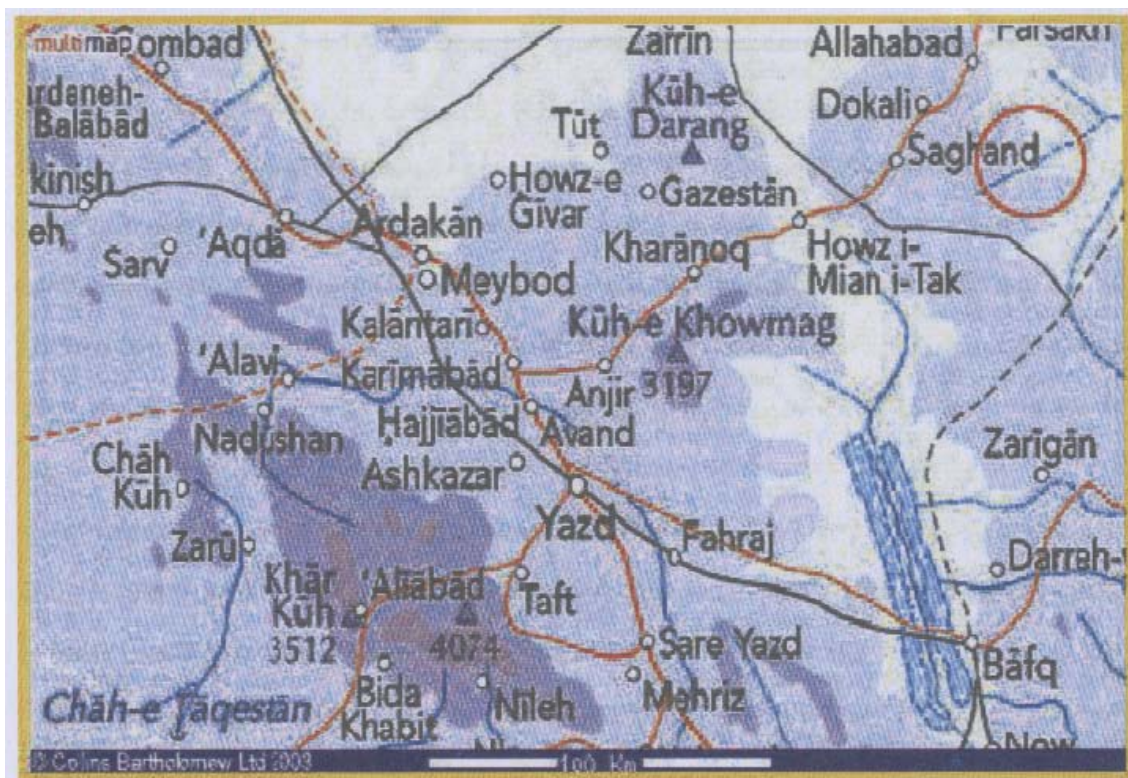
شکل (۱-۱): آنومالی‌ها و مناطق امید بخش شناسایی شده کانی سازی اورانیوم در ایران [۴]

بودن کفه‌های رسی، نمکی، تلماسه‌های بادی و بیابان‌های خشک و کشت ناپذیر، چهره‌ای خشن به این منطقه داده است. در منطقه رودخانه‌ای روان دیده نمی‌شود و اغلب رودخانه‌هایی که از کوه‌های

ساغند، اسکمیلو، نی‌باز، انارک و رهنشک سرچشمه می‌گیرند، در سراسر سال خشک بوده و تنها در هنگام ریزش باران آب در آن‌ها روان می‌گردد [۵].

از کوه‌های مهم منطقه، کوه ساغند به ارتفاع ۲۲۴۰ متر و کوه اسکمیلو به بلندی ۲۶۰۰ متر از سطح دریا را می‌توان نام برد. کوه‌ها از هم جدا و فاصله میان آن‌ها توسط دشت‌های آبرفتی پوشیده شده است.

تراکم جمعیت منطقه بسیار کم و تنها محدود به دو روستای کوچک ساغند و مغستان است. شغل بیشتر مردم این منطقه کار در معادن چادرملو، بافق و دوزخ دره است و شماری نیز به کار دامپروری و کشاورزی مشغولند. زبان مردم این نواحی فارسی و مذهب آن‌ها شیعه می‌باشد.



شکل (۱-۲): موقعیت جغرافیایی منطقه معدنی ساغند که با دایره نسبت به شهر یزد مشخص شده است [۴]

۱-۳- زمین‌شناسی ناحیه‌ای ساغند

منطقه مورد بررسی در بخش میانی زون ساختمانی ایران مرکزی قرار دارد؛ که در دوران پرکامبرین و پالئوزوئیک با شبه جزیره عربستان یکپارچه بوده است. کهن‌ترین سنگ‌ها در این ناحیه سنگ‌های

دگرگونی از گونه گنایس، میکاشیست، آمفیولیت و میگماتیت است؛ که پی سنگ دگرگونی ایران با زمان پرکامبرین را به صورت کمپلکس‌های دگرگونی چادونی، بنه شور و سرکوه تشکیل می‌دهد [۵].

روی این سنگ‌های دگرگونی را یک ردیف سنگ‌های رسوبی ستبر آواری و آذر آواری شامل شیل، ماسه‌سنگ و توف (فیلش‌گونه) پوشانده است، که با عنوان سری تاشک (برابر سازند مراد) و با زمان پرکامبرین گزارش شده است. بر روی سنگ‌های سازند تاشک مجموعه‌ای از سنگ‌های رسوبی کربناتی- آواری همراه با توف و گدازه‌های بازالتی و سنگ‌های آتشفشانی ریولیتی به نام سری ریزو و با زمان پرکامبرین-کامبرین زیرین گزارش گردیده است. این سنگ‌ها در بخش بالایی به یک آهک ریف جلبک سار (آهک زیریگان) به سن کامبرین زیرین پایان می‌یابد. در جنوب‌غربی ده پشت بادام مجموعه درهمی از دولومیت، شیل، گدازه‌های بازالتی و سنگ‌های اولترا بازیک دیده می‌شود، که از سوی توده‌های گرانیته، مونزونیتی و دیوریتی مزوزوئیک به شدت تحت تاثیر قرار گرفته و دگرگون شده‌اند. این مجموعه بهم‌ریخته و دگرگون به نام کمپلکس پشت بادام معرفی گردیده است؛ که مجموعه سنگ‌های پرکامبرین- پالئوزوئیک زیرین حتی پالئوزوئیک بالایی را شامل می‌شوند [۵].

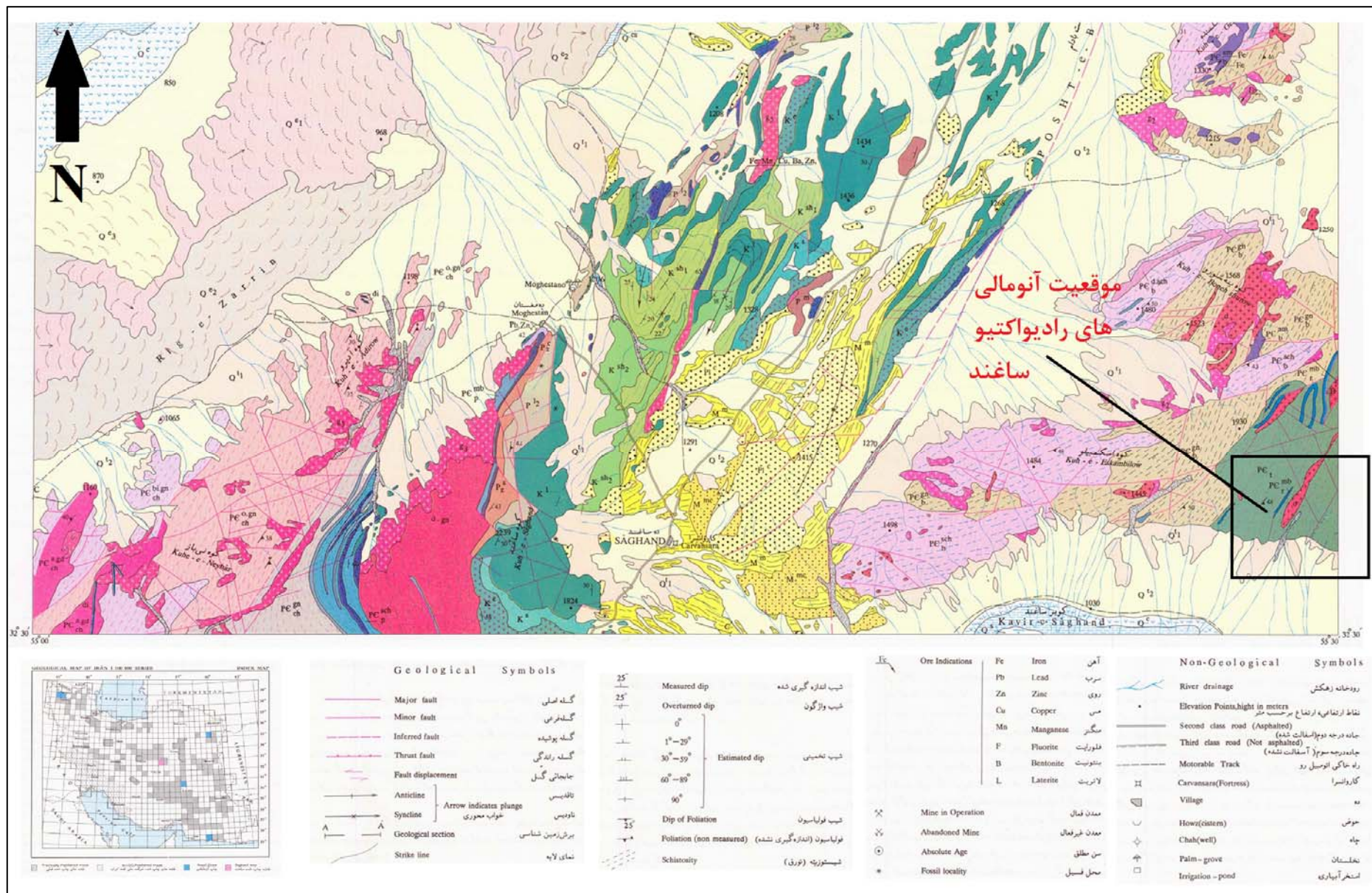
سنگ‌های رسوبی پالئوزوئیک شامل ماسه سنگ‌های لالون، دولومیت میلا، تناوب دولومیت و ماسه سنگ و شیل دونین- کربنیفر و آهک‌های پرمین سازند جمال است. سنگ‌های رسوبی مزوزوئیک با تناوب شیل و ماسه سنگ قرمز با دولومیت (سازند سرخ شیل) و دولومیت‌های تریاس میانی (شتری) آغاز می‌گردد، که به گونه دگرشیب بر روی سنگ‌های قدیم‌تر قرار گرفته‌اند. روی دولومیت‌های سازند شتری، سنگ‌های شیلی و ماسه سنگی سازند شمشک (تریاس بالایی- ژوراسیک زیرین) قرار می‌گیرد. کرتاسه شامل ترادف ستبری از سنگ‌های آواری شیل و ماسه سنگ شیل‌های بیابانک همراه با افق‌های ستبری از آهک‌های مرجانی اوربیتولین‌دار است، که در سراسر ایران مرکزی گسترش دارد (آهک تفت، آهک ساغند، آهک بیاضه). سنگ‌های رسوبی کرتاسه

بالایی (سنومانین) با یک قاعده پیشرونده کنگلومرای، شیل‌های بیابانک یا آهک‌های اوریتولین‌دار را می‌پوشانند [۵].

سنگ‌های وابسته به ترشیر که با کنگلومرای پایه بر روی سنگ‌های قدیم‌تر قرار می‌گیرند، شامل سنگ‌های رسوبی آواری، مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا، گچ و سنگ‌های ولکانیک آندزیتی هستند. توده‌های نفوذی منطقه شامل گرانیت زیریگان و نریگان (ناریگان)، گرانیت سفید، گرانیت اسماعیل آباد و توده‌های نفوذی گرانودیوریتی و دیوریت-گابرویی است؛ که گرانیت اسماعیل آباد به سن ژوراسیک و گرانیت‌های زیریگان، نریگان، سفید، توده‌های گرانودیوریتی و دیوریت گابرویی به سن پرکامبرین گزارش شده‌اند. در حالی که بررسی‌های اخیر، سن توده‌های دیوریتی را تریاس، مونوزونیت‌ها و گرانیت اسماعیل آباد را ژوراسیک میانی-بالایی، گرانیت زیریگان و گرانیت سفید را نیز مزوزوئیک نشان می‌دهد [۶، ۷ و ۸].

۱-۴- توپوگرافی منطقه ساغند

برجستگی‌های منطقه به پیروی از ساختار تکنونیک دارای روندی شمال‌شرقی- جنوب‌غربی است و آبراهه‌های ناحیه سوی جریان‌ی شمال‌غربی- جنوب‌شرقی دارند. شکل ظاهری کوه‌ها بستگی تنگاتنگی با لیتولوژی و تکتونیک دارد. در مناطقی که از سنگ‌های آهکی دولومیتی پیدایش یافته، کوه‌ها خشن و صخره ساز هستند (کوه‌های ساغند و انارک)، ولی در نواحی که سنگ‌های دگرگونی و سنگ‌های رسوبی شیل‌های کرتاسه گسترده‌اند، بلندی‌های ملایم و کوتاهی به صورت تپه‌هایی بلند دیده می‌شوند؛ که در اصطلاح محلی به آن‌ها کلوت گفته می‌شود (کلوت چاپدون، کلوت چاه تک و کلوت گلمنده). در مناطقی که سنگ‌های رسوبی مارنی و ماسه سنگی میوسن وجود دارد نیز توپوگرافی ملایم دیده می‌شود، که به صورت تپه‌هایی کم ارتفاع و بهم چسبیده‌اند و سیستم آبراهه رشته‌ای دارند [۵]. در شکل‌های (۱-۳) و (۱-۴) نقشه زمین‌شناسی منطقه ساغند به همراه راهنمای آن به تصویر کشیده شده است.



شکل (۳-۱): قسمتی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ناحیه ساغند [۵]

LEGEND

Quaternary		Q ^{al} : Recent alluvium (clay, sand, gravel, Conglomerate)	Q ^c : Clay flat	Q ^{al} : آبرفت های جوان رودخانه (ماسه، رس، کنگلومرا) : Q ^c : کفه رسی
		Q ^{cs} : Salty clay flat	Q ^s : Salt flat and saline water	Q ^{cs} : کفه رسی نمکی : Q ^s : کفه نمکی
Tertiary		Q ^{t2} : Young terraces and gravel fans (clay, silt, sand and conglomerate)	Q ^{t3} : Eolian sand sheets	Q ^{t2} : رسوبات آبرفتی دشت (رس، سیلت، ماسه، کنگلومرا) : Q ^{t3} : ماسه های روان
		Q ^{t1} : Old terraces (Conglomerate, sandstone, clay).	Q ^{t2} : Low hill eolian sand.	Q ^{t1} : تپه های ماسه ای بلند : Q ^{t2} : تپه های ماسه ای کوتاه
Miocene		P ^{lc} : Semi-consolidated polygenic Conglomerate.	P ^{lc} : کنگلومرای چند سازه با سیمان سست	my : Mylonitized, crushed zone of chapedony fault
		M ^{mc} : Marl and conglomerate.	M ^{mc} : مارن و کنگلومرا	h : Hydrothermal alteration zone
Eocene		M ^m : Gypsiferous marl and sandstone.	M ^m : رسوبات مارنی و ماسه سنگی گچ دار	h : زون دگرسان شده گرمایی
		M ^v : Pink-violet dacitic lava and tuff.	M ^v : افق گذاره و توف داسیتی صورتی بنفش رنگ	
Paleocene		E ^s : Alteration of greenish grey marl, sandstone and conglomerate containing of plant- remains and gypsum.	E ^s : تناوبی از مارن و ماسه سنگ و کنگلومرای سبز خاکستری رنگ همراه با فسیل های گیاهی و گچ	
		E ^v : Grey, violet, pink colour andesitic lavas and breccias.	E ^v : گدازه ها و برش های ولکانیکی آندزیتی خاکستری بنفش و صورتی رنگ	di : Diabasic dikes
Cretaceous		P ^{cl} : Alteration of grey-cherty limestone with shale.	P ^{cl} : تناوبی از آهک خاکستری چرت دار با شیل	di : دایک های دیابازی به سن ترشیر
		P ^{ck} : Polygenic conglomerate with volcanic and limestone pebbles (Kerman Conglomerate).	P ^{ck} : کنگلومرای چند سازه همراه با تکه های ولکانیکی و آهکی (کنگلومرای کرمان)	
Jurassic		P ^{cv} : Red to violet andesitic volcanics with silicious fillings, intercalated with limestone and sandstone.	P ^{cv} : ولکانیت های آندزیتی قرمز مایل به بنفش (با پرشدگی سیلیسی) و میان لایه های آهک و ماسه سنگ	
		K ^{sh2} : Alteration of light green-grey thin-bedded, silty shale and sandstone with intercalation of ammonites and blemnites-bearing limestone.	K ^{sh2} : تناوبی از شیل سیلینی و ماسه سنگ نازک لایه سبز خاکستری کم رنگ همراه با میان لایه های آهک آمونیت و بلمنیت های بارنده	
Permian		K ^{sh1} : Alteration of light green-grey thin-bedded shale and marl with intercalation of light green-grey, detritic limestone.	K ^{sh1} : تناوبی از شیل و مارن نازک لایه با میان لایه های آهک خاکی و شیل آهکی و سیلینی با آثار گیاهی	
		K ^l : Grey, porous, massive, Orbitolina, Lamellibranchiata limestone	K ^l : آهک توده ای خاکستری رنگ با حفره های لانه زنبوری دارای فسیل اوربیتولین و دو کفه ای	
Triassic		K ^s : Alteration of red shale and sandstone intercalated with detritic limestone	K ^s : تناوبی از شیل و ماسه سنگ قرمز با میان لایه های آهک آواری	
		K ^c : Polygenic conglomerate with sandstone and sandy limestone.	K ^c : کنگلومرای چند سازه همراه با ماسه سنگ و آهک ماسه ای	
Dev. - Car.		J ^s : Quartzitic sandstone and conglomerate with intercalation of limy-silty shale bearing plant remains.	J ^s : ماسه سنگ کوارتزی و کنگلومرا همراه با میان لایه های شیل آهکی و سیلینی با آثار گیاهی	
		J ^{sh} : Alteration of green-grey sandy and limy shale with sandstone and silty shale bearing plant remains.	J ^{sh} : تناوبی از شیل ماسه ای و آهکی سبز مایل به خاکستری با ماسه سنگ و شیل سیلینی همراه با آثار گیاهی	
Carboniferous		P ^{l2} : Marmorized, light colour, massive and thick-bedded dolomite and limestone.	P ^{l2} : دولومیت و آهک مرمری شده توده ای و ستر لایه روشن رنگ	
		P ^{l1} : Dark colour and well-bedded, fusulinid bearing limestone.	P ^{l1} : آهک تیره رنگ و لایه لایه فوسولین دار	
Permian		P ^m : Light colour marble and dolomite.	P ^m : مرمر و دولومیت روشن رنگ	
		P ^c : Conglomerate (Containing metamorphic Pebbles) accompanied by shale and limestone.	P ^c : کنگلومرا با تکه سنگهای دگرگونی همراه با شیل و آهک	
Triassic		P ^z : Alteration of marmorized dolomite and limestone with sandstone, conglomerate and red shale (Devonian-Carboniferous).	P ^z : تناوبی از دولومیت و آهک مرمری شده با ماسه سنگ و کنگلومرا و شیل قرمز (دوین - کربنیفر)	
		P ^z : Conglomerate and sandstone with quartzite and quartz-diorite pebbles.	P ^z : کنگلومرا و ماسه سنگ با تکه های کوارتزی و کوارتز دیوریت	
Jurassic		P ^{mb} : Marmorized, cherty, greyish-brown limestone and dolomite with intercalation of amphibolite.	P ^{mb} : آهک و دولومیت مرمری شده خاکستری و قهوه ای رنگ چرت دار با میان لایه های آمفیبولیت	
		P ^{mtv} : Metamorphosed, submarine basic volcanics, meta-diorite, meta-gabbro and ultra-mafic rocks.	P ^{mtv} : سنگهای آتشفشانی بازالت و دیر دریایی دگرگون شده، متادیاباز، متاگابرو و سنگهای ائترابازیک	
Cretaceous		P ^{sr} : Serpentinite (dunite, harzburgite)	P ^{sr} : سرپانتینیت (دونیت و هارزبورژیت)	
		P ^{am} : Amphibolite with intercalations of grey marble.	P ^{am} : آمفیبولیت با میان لایه های مرمر خاکستری رنگ	
Eocene		P ^{sch} : Alteration of mica-schist and quartzite, with intercalation of marble and amphibolite	P ^{sch} : تناوبی از میکاشیست و کوارتزیست با میان لایه های مرمر و آمفیبولیت	
		P ^{mb} : Dolomite and marble	P ^{mb} : دولومیت و مرمر	
Paleocene		P ^{gn} : Alteration of augen-gneiss with dolomite, quartzite and amphibolite.	P ^{gn} : تناوبی از گنایس چشمی، دولومیت، کوارتزیست و آمفیبولیت	
		P ^{bi.gn} : Dark colour, biotite-amphibole gneiss, migmatized.	P ^{bi.gn} : گنایس تیره رنگ میگماتیست سرشار از بیوتیت و آمفیبول	
Triassic		P ^{m.gn} : Migmatitic feldspathic-gneiss with amphibolite, cut by pegmatitic and aplite veins	P ^{m.gn} : گنایس میگماتیستی فلدسپاتی همراه با آمفیبولیت و رگه های آپلینی و پگماتیست قطع کننده	
		P ^{am} : Marmorized amphibolite	P ^{am} : آمفیبولیت مرمر	
Dev. - Car.		P ^{o.gn} : Migmatitic augen-gneiss (Metatexite)	P ^{o.gn} : گنایس چشمی میگماتیستی (متاکسیت)	
		P ^{ag.d} : Anatectic granodiorite.	P ^{ag.d} : گرانودیوریت آناتکسی	
Carboniferous		P ^{sch} : Mica-schist, quartzite, chlorite-epidote schist (Tashk Formation)	P ^{sch} : میکاشیست، کوارتزیست، کلریت-اپیدوت شایست (تاشک فورمیشن)	
		P ^{d.sch} : Disthene-schist, quartzite and marble.	P ^{d.sch} : شایست های دیستنه دار، کوارتزیست و مرمر	
Permian		P ^{gn} : Alteration of Biotite-amphibole-garnet gneiss with quartz-pink feldspar gneiss and amphibolite.	P ^{gn} : تناوبی از گنایس بیوتیت آمفیبول گارنت دار با	
		P ^{mb} : Marble and dolomite	P ^{mb} : مرمر و دولومیت	
Triassic		P ^{am} : Garnet amphibolite, Biotite-amphibole schist and marble	P ^{am} : آمفیبولیت گارنت دار، بیوتیت آمفیبول شایست و مرمر	
		P ^{sch} : Mica schist, garnet amphibolite, marble, quartzite and gneiss.	P ^{sch} : میکاشیست، آمفیبولیت گارنت دار، مرمر، کوارتزیست و گنایس	

شکل (۱-۴): راهنمای نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ناحیه ساغند [۵]

۱-۵- سابقه و ضرورت انجام تحقیق

بر اساس اطلاعات موجود، کانسنگ‌های اورانیوم‌دار ساغند با اکتشاف هواپرد ناحیه‌ای ایران مرکزی در ابتدای سال ۱۳۵۷ (۱۹۷۶ م) شناسایی شده‌اند. پس از آن گروه‌های اکتشاف سازمان انرژی اتمی در منطقه شروع به پی‌جویی و عملیات اکتشافی نموده؛ که حاصل آن کشف ۹ آنومالی به شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ بوده است (آنومالی‌های ۲ و ۳ بعداً تحت عنوان یک آنومالی در نظر گرفته شدند) [۴].

کانسنگ اورانیوم ساغند از نظر زمین‌شناسی به اواخر دوران پرتوزوئیک تعلق دارد. براساس مطالعات سنگ‌شناسی در ناحیه آنومالی ۱ و ۲ ساغند، سه سازند عمده وجود دارند: سازند تحتانی شامل سنگ‌های آواری، سازند فوقانی شامل سنگ‌های کربناته یا آذرآواری و سازند تدریجی یا انتقالی که از نظر سنگ‌شناسی مابین سازند تحتانی و فوقانی قرار گرفته و میزبان اصلی کانسنگ اورانیوم ساغند محسوب می‌شوند. کانسنگ اورانیوم موجود در این تشکیلات درون سنگ‌های متامورفیک ناشی از نفوذ رگه‌های گرمایی با درجه حرارت بالا تشکیل شده است. در اثر نفوذ این رگه‌های حاوی اورانیوم، سنگ‌های منشا که اغلب از نوع مرمر شامل مرمر حاوی ژیپس و مرمر دولومیتی هستند تغییر شکل داده و به تالک سرپانتین همراه مگنتیت تبدیل شده‌اند. در این میان عنصر اورانیوم بوسیله ذرات ریز مگنتیت که محیط احیایی ایجاد کرده‌اند؛ بصورت کانی اورانینیت راسب شده‌اند. لذا میان کانی‌های اکسید اورانیوم و مگنتیت همبستگی بسیار خوبی وجود دارد.

نوع دیگر کانی‌های اورانیوم، بیشتر از نوع اورانوفان بصورت ثانویه در سطوح سنگ‌های تالک سرپانتین- مگنتیت متاسوماتیت در داخل ساختارهای تکتونیکی و شکستگی‌ها تشکیل شده‌اند. با توجه به نوع تشکیل کانی‌های اورانیوم، می‌توان نتیجه گرفت که ساختمان شکستگی‌ها و گسل‌ها نقش اصلی را در کنترل حرکت رگه‌های گرمایی و تعیین ابعاد و شکل کانسنگ معدنی در کانسنگ‌های ۱ و ۲ ساغند داشته‌اند [۴].

به طور کلی در زون معدنی شماره ۱، ۲۵ توده معدنی با عیار حد ۵۰۰ ppm شناسایی شده‌اند که از این میان، ۷ توده معدنی مهم هستند. عمق این کانسنگ تا ۱۶۰ متری ادامه داشته و شیب قرار گیری آن بین ۴۰ تا ۷۰ درجه است. در زون معدنی شماره ۲، ۴۰ توده معدنی با عیار حد مذکور شناخته شده که ۶ توده معدنی آن مهمتر هستند. شیب توده معدنی شماره ۲ بین ۵ تا ۳۰ درجه به سمت جنوب تاقدیس است و عمق قرار گیری آن در حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ متری سطح زمین می‌باشد. گر چه ذخیره معدنی ساغند حدود ۱۳۶۷ تن اورانیوم محاسبه شده، اما این ذخیره منحصر به کانسنگ‌های زون‌های ۱ و ۲ بوده؛ در حالی که در این منطقه آنومالی‌های دیگری نیز وجود دارند؛ که می‌تواند از دو طریق زیر عملیات اکتشافی بعدی در آن‌ها انجام پذیرد [۴]:

۱. کشف منابع جدید از نوع ذخایر ۱ و ۲ در منطقه ساغند

۲. توسعه فرآوری معدنی و استحصال اورانیوم و تورיום از کانسنگ‌های آنومالی‌های ۴ تا ۱۰

از آن جایی که آنومالی شماره ۶ نیز یکی از آنومالی‌های منطقه ساغند می‌باشد و روی این آنومالی نیز هیچگونه مطالعات تفصیلی برای شناسایی دقیق‌تر زون‌های اکتیو صورت نگرفته است، بر همین اساس اکتشاف و بررسی هر چه دقیق‌تر این آنومالی از اولویت بالایی برخوردار است. از طرفی تنها داده‌های موجود از این آنومالی داده‌های رادیومتری (فقط ^۱cps) آن هم از تکه‌های منفکی از آنومالی ۶ می‌باشد. به همین دلیل مقرر شد تا بر روی قسمتی از این آنومالی که فاقد برداشت‌های رادیومتری بود عملیات رادیومتری و لیتوژئوشیمیایی انجام گیرد.

پژوهش‌هایی که پیش از این مطالعه به گونه‌ای در محدوده آنومالی ۶ ساغند صورت گرفته عبارت است از:

۱. مطالعه اینفراکامبرین منطقه کرمان- ساغند و نامگذاری آن‌ها به نام سری‌های ریزو و دزو

[۹].

^۱ - Count per second که شمارش تعداد پرتو گاما طبیعی دریافتی توسط دستگاه سینتیلومتر (کنتور جرفه‌ای) می‌باشد.

۲. مطالعه حالت ساختمانی هورست و گرابن‌های ایران مرکزی و ناشی دانستن آن از حرکات کوهزایی آسینیتیک [۱۰].

۳. مطالعه متامورفیسم و گرانیتیزاسیون توده چاپ‌دونی ایران مرکزی [۱۱].

۴. مطالعه زمین‌شناسی ناحیه‌ی بیابانک- بافق، پترولوژی و تکتونیک پی‌سنگ پرکامبرین و پوشش رسوبی آن و مطرح نمودن ۶ فاز دگرگونی و دو پدیده آلبیتیزاسیون و اسکاپولیتیزاسیون در این منطقه [۱۲].

۵. انجام مطالعاتی درباره شناخت مناطق اورانیوم‌خیز پرکامبرین ایران و مطرح نمودن مسئله ماگماتیسم کربناتیت در ایران مرکزی و زاگرس [۱۳].

۶. شرح نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰۰۰ آنومالی ۶ ساغند [۷].

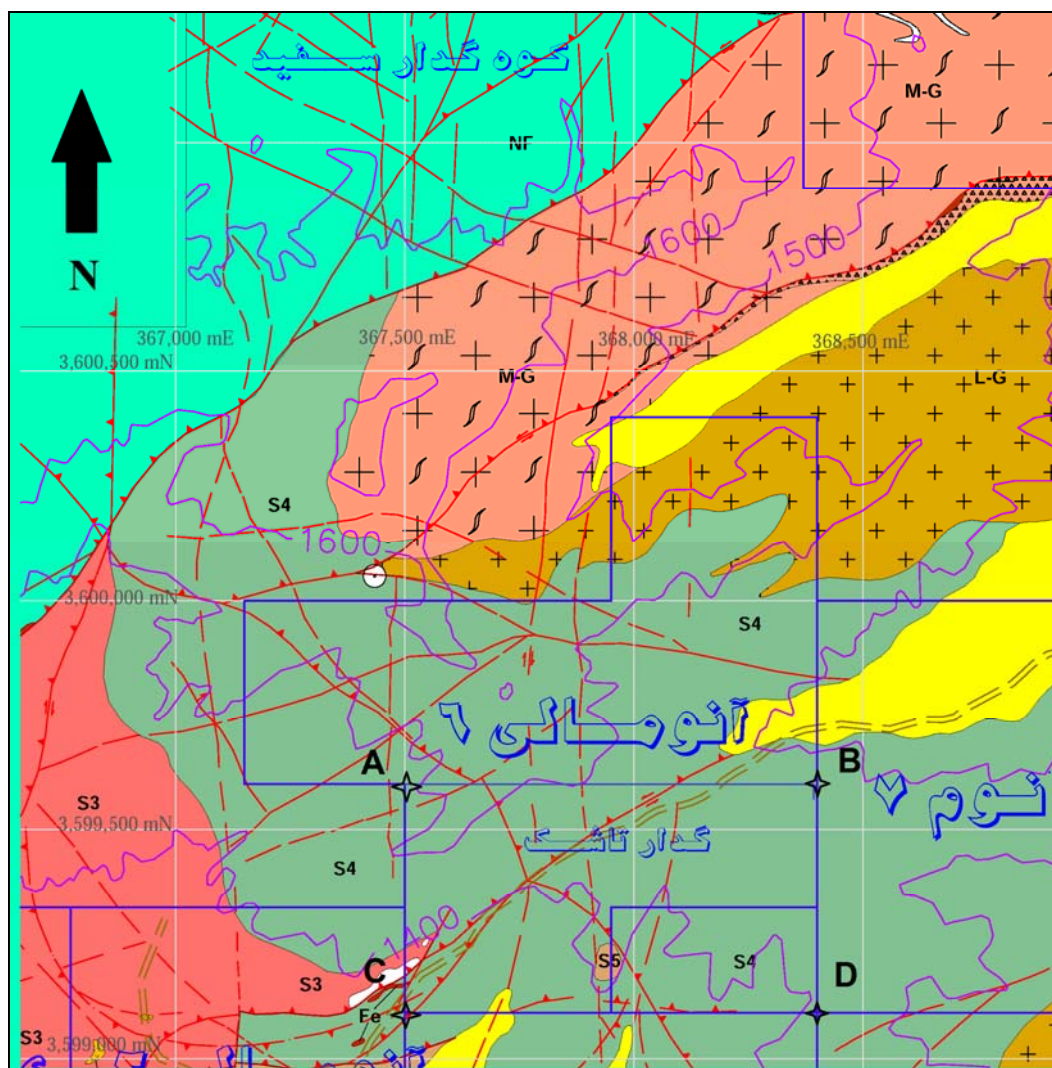
۷. انجام مطالعاتی درباره فلززایی عناصر نادر خاکی در پرکامبرین ایران مرکزی [۱۴].

۱-۶- هدف از مطالعه

بررسی و کاربرد عناصر پرتوزا، عناصر اصلی و فرعی در ارزیابی مناطق اکتشافی مواد رادیواکتیو از اساسی‌ترین سوالات مطرح شده در این مطالعه در محدوده آنومالی شماره ۶ ناحیه ساغند می‌باشد. به منظور ارزیابی دقیق‌تر لازم است که در ابتدا بر اساس مطالعات زمین‌شناسی و برداشت، مطالعه و تفسیر داده‌های رادیومتری زمینی اهداف اولیه مطالعاتی مشخص گردند و در ادامه، بررسی‌ها و مطالعات لیتوژئوشیمیایی بر روی این مناطق متمرکز گردد. تعیین الگوهای ژئوفیزیکی و رفتارسنجی ژئوشیمیایی گروه‌های مختلف عناصر می‌تواند منجر به طراحی الگوی اکتشافی در ناحیه مورد نظر گردد.

هدف اصلی مطالعه حاضر اکتشاف دقیق‌تر آنومالی‌های رادیواکتیو در محدوده حدود ۰/۴۵ کیلومتر مربعی آنومالی شماره ۶ ساغند به کمک برداشت و تفسیر مناسب داده‌های ژئوفیزیکی رادیومتری

زمینی در یک شبکه متراکم است؛ که در ادامه روی محدوده‌های آنومالی شناسایی شده، با بررسی‌های لیتوژئوشیمیایی و برداشت نمونه‌های سنگی و آنالیز عناصر مختلف، زون‌های آنومالی مورد بررسی بیشتر قرار می‌گیرند. این محدوده در شکل (۵-۱) با حروف ABCD مشخص شده است.



شکل (۵-۱): محدوده مورد مطالعه از آنومالی ۶ ساغند که با چهار گوش ABCD نشان داده شده است [۴].

۱-۷- روش مطالعه

جهت نیل به اهداف تعیین شده با توجه به اطلاعات زمین‌شناسی و ژئوفیزیک هوایی منطقه، ابتدا طرحی مناسب برای برداشت داده‌های رادیومتری زمینی با لحاظ نکات فنی (حداکثر نمودن احتمال اکتشاف) و اقتصادی (هزینه و زمان) تهیه می‌شود. در ادامه، برداشت‌های صحرایی داده‌های رادیومتری در یک شبکه متراکم برای کسب نتیجه حداکثری از احتمال اکتشاف عناصر پرتوزا صورت می‌گیرد. برای برداشت داده‌های رادیومتری زمینی از دستگاه سنتلومیتتر (SPP2) و اسپکترومتر (GR-410) سازمان انرژی اتمی استفاده شد. در ادامه پس از انجام تصحیحات، فیلتر نمودن داده‌ها و با انجام یکسری بررسی‌های آماری، جامعه آنومال از مقدار زمینه جدا شده و سپس نقشه‌های لازم برای شناسایی زون‌های آنومالی و محدوده گسترش آن‌ها تهیه خواهد شد.

در ادامه برای بررسی‌های بیشتر اکتشافی، در محدوده‌های آنومالی تعیین شده توسط روش رادیومتری، اقدام به طراحی شبکه برداشت نمونه‌های سنگی لازم برای انجام مطالعات ژئوشیمیایی خواهد شد. سپس بر روی این محدوده‌ها برداشت نمونه از محیط‌های لیتوژئوشیمیایی اولیه و ثانویه (در امتداد پروفیل‌های عمود بر ماده معدنی) صورت می‌گیرد. نمونه‌های مذکور تحت آنالیز شیمیایی برای سنجش میزان اکسید عناصر اصلی^۱ و فرعی^۲ قرار می‌گیرند.

فایل داده‌های بدست آمده پس از مطالعه مورد تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره قرار خواهد گرفت و بر اساس تلفیق نتایج مطالعات زمین‌شناسی، رادیومتری و لیتوژئوشیمیایی سعی خواهد شد تا مناطق آنومالی محتمل‌تر اکتشاف گردد.

۱-۸- ساختار پایان‌نامه

مجموعه حاضر در ۵ فصل ارائه می‌گردد که در هر یک از این فصول به موارد آتی پرداخته می‌شود.

^۱ -Major elements

^۲ -Trace elements

در فصل اول مطالبی در مورد تاریخچه اکتشاف اورانیوم در ایران، وضعیت جغرافیایی، زمین‌شناسی و توپوگرافی منطقه ساغند و همچنین سابقه بررسی‌های صورت گرفته، ضرورت و هدف مطالعه آورده می‌شود.

در فصل دوم مطالعات زمین‌شناسی محلی آنومالی ۶ با استفاده از مقاطع نازک و صیقلی گرفته شده در حین عملیات صحرایی انجام شده در خرداد ۱۳۹۰ پرداخته می‌شود. همچنین با قرار دادن داده‌های حاصل از آنالیز XRF نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی در نمودارهای طبقه‌بندی ژئوشیمیایی نوع سنگ و ماگمای تشکیل‌دهنده زون‌های رادیواکتیو آنومالی ۶ مشخص می‌گردد. سپس با استفاده از این نتایج، نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ ساغند اصلاح شده و ۳ مقطع زمین‌شناسی در محدوده مطالعاتی واقع در آنومالی ۶ ترسیم می‌گردد.

در فصل سوم داده‌های حاصل از انجام رادیومتری و اسپکترومتری زمینی در جریان عملیات صحرایی مورخ دی ۱۳۸۹ مورد مطالعه و آنالیز قرار می‌گیرد و بر این اساس جامعه داده‌ها به دو جامعه آنومالی و زمینه تفکیک می‌گردد.

در فصل چهارم با آوردن نتایج آنالیز XRF نمونه‌های حاصل از برداشت اکتشاف ژئوشیمیایی با استفاده از روش‌های تعیین ضریب همبستگی، نمودارهای پراکندگی و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (دندوگرام) مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد؛ تا همبستگی مثبت و قوی اورانیوم با اکسید تیتانیوم، باریت و آهن مشخص گردد. سپس با ترسیم کنتورهای اورانیوم و توریوم و همخوانی آن با کنتورهای رادیومتری و سنگ بستر، محدوده‌ای جهت انجام عملیات حفاری پیشنهاد می‌گردد.

در فصل پنجم، نتایج حاصل از مطالعه ارائه و مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد و پیشنهاداتی برای تکمیل مطالعات ارائه می‌شود.

فصل دوم

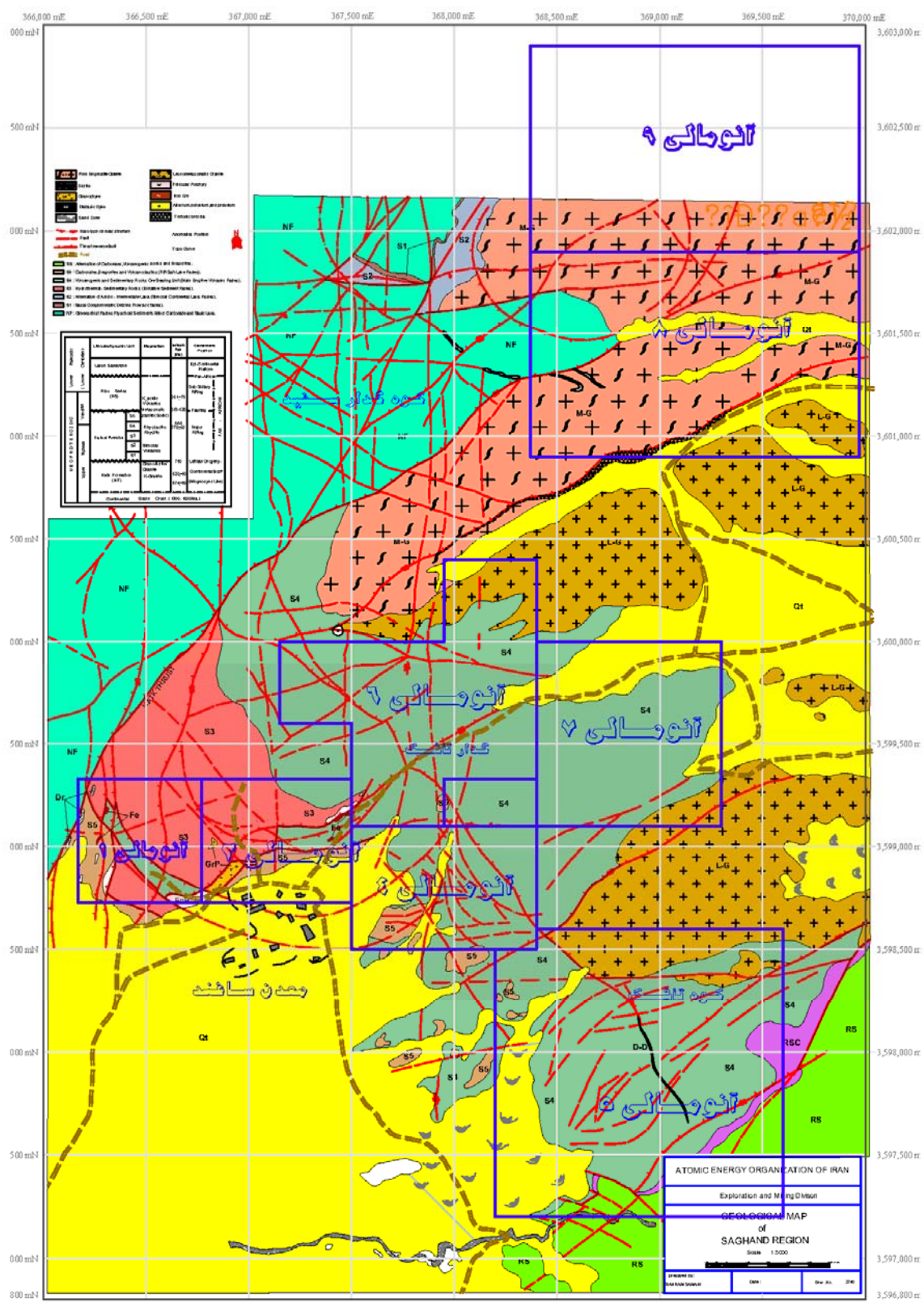
زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه

۲-۱- زمین‌شناسی آنومالی ۶ ساغند

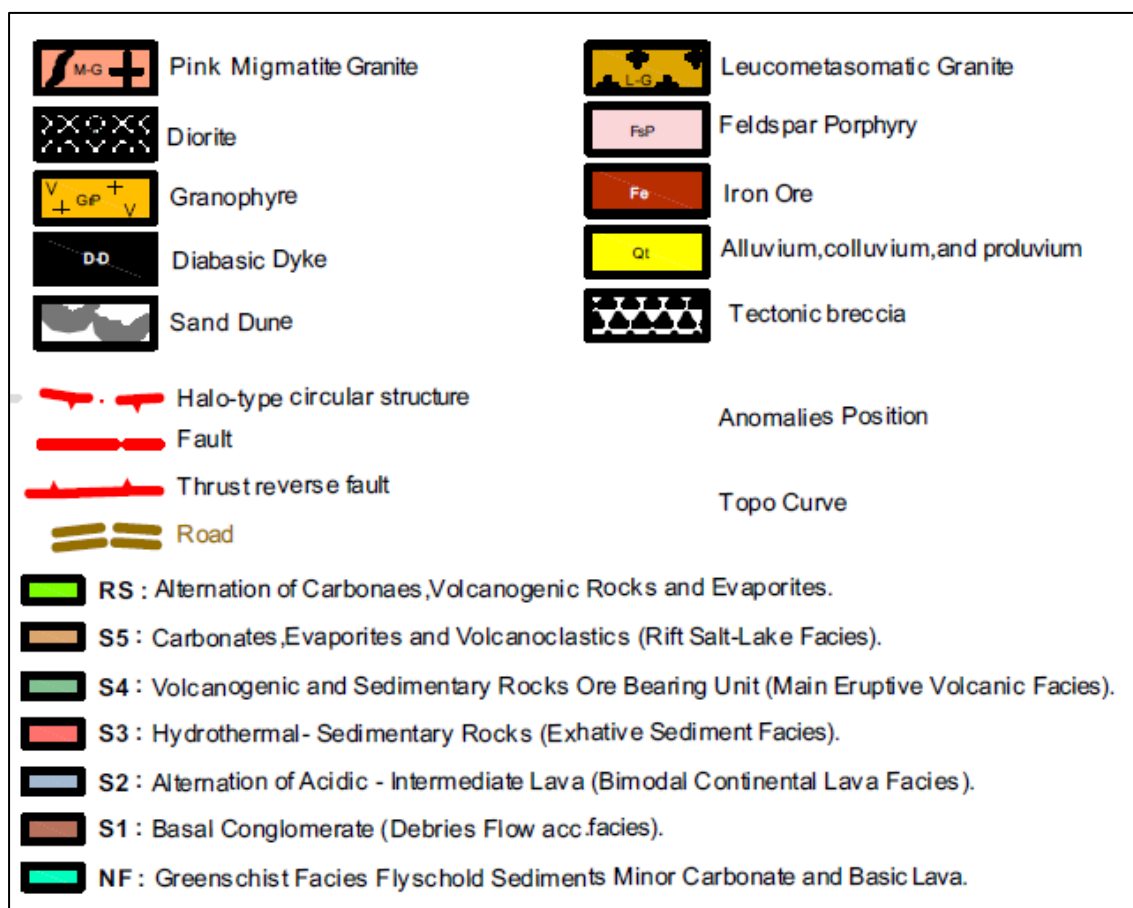
در آنومالی‌های ۹ گانه ساغند شکل (۲-۱) فقط سری تاشک رخمون دارد. جوانترین سنگ‌های موجود، گرانیت زیریگان بوده که بوسیله‌ی هیچ سازند جدیدتری در منطقه مورد مطالعه قطع نگردیده است. سنگ‌های قدیمی‌تر از گرانیت زیریگان تحت تاثیر پدیده‌ی متامورفیسم پرکامبرین قرار گرفته‌اند. گرانیت زیریگان کلیه سنگ‌های منطقه مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار داده و در فاز نهائی همراه با رگه‌های اسیدی ظاهر گشته است. فاز نهایی گرانیت زیریگان منجر به آل‌بیتیزاسیون در منطقه شده است. گرانیت‌هایی که هم‌جوار با آنومالی‌های رادیواکتیو بوده بر اثر پدیده متاسوماتیسمی که در منطقه اتفاق افتاده در آن‌ها آمفیبول‌زایی صورت گرفته است. البته ناگفته نماند که این آمفیبول از نوع هورنبلند است بر خلاف دیگر سنگ‌های آمفیبول‌دار منطقه که معمولاً آمفیبول آن‌ها از نوع ترمولیت-اکتینولیت است [۶، ۷ و ۸].

ماگماتیسیم پرکامبرین در ایران مرکزی متشکل از رده‌های آتشفشانی و آذرآواری است که خود بنابر دو مرحله از کافتی شدن، قابل تقسیم به دو ردیف متفاوت و متمایز از یکدیگر است. رده آذرین در این دوره از نوع تولئیتی^۱ نبوده بلکه به رده‌های بازالتی قلیایی متعلق است و شباهت به ماگماتیسیم دارد که در کافت‌ها و در روند گسل‌های ژرف دیده می‌شود اما منعکس کننده‌ی ماگماتیسیم جزایر قوسی، بستر اقیانوسی و حاشیه‌ی قاره‌ای نمی‌باشد [۶، ۷ و ۸].

^۱ - Tholeite



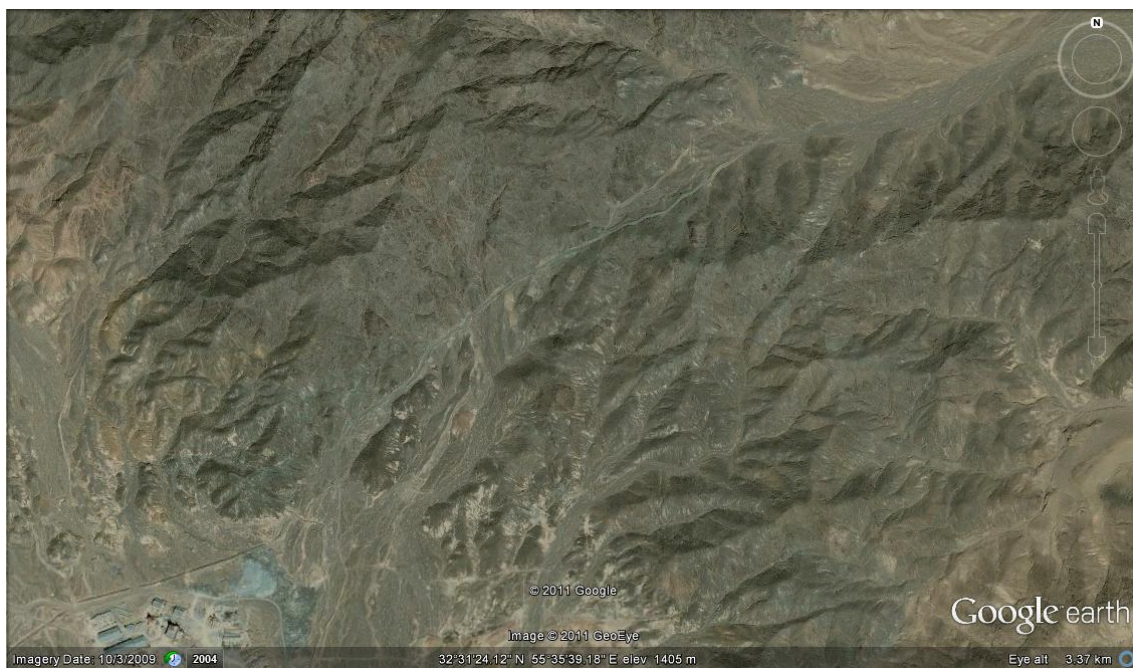
شکل (۲-۱): نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ ساغند همراه با محدوده زون‌های آنومالی رادیواکتیو [۴]



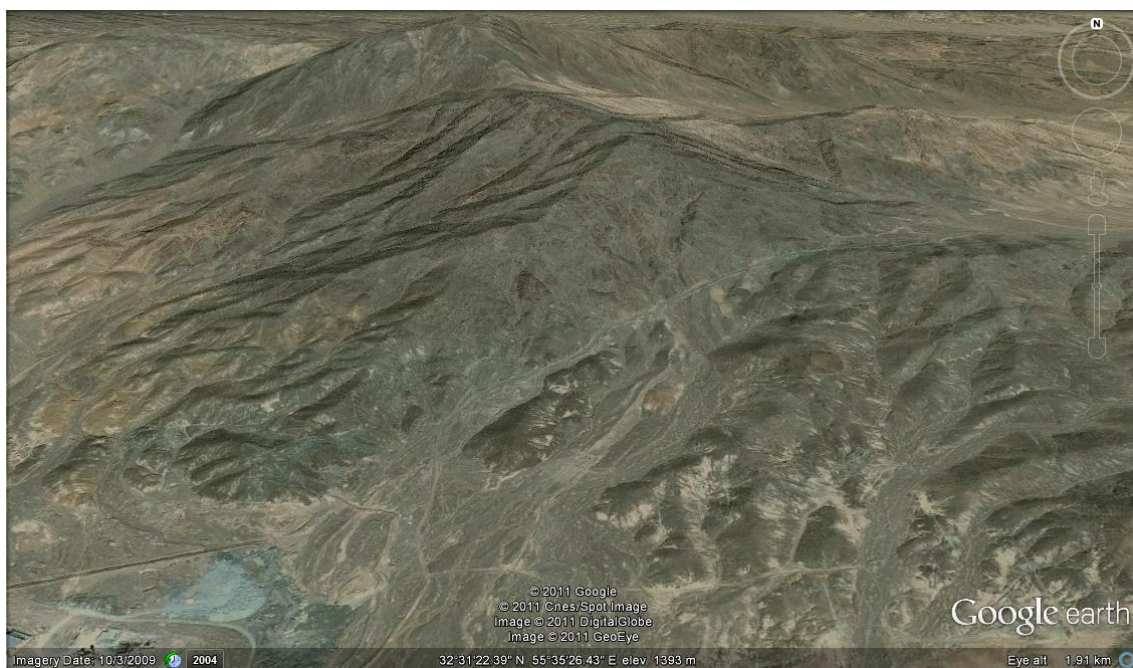
شکل (۲-۲): راهنمای نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ ساغند [۴]

۲-۲- توپوگرافی آنومالی ۶ ساغند

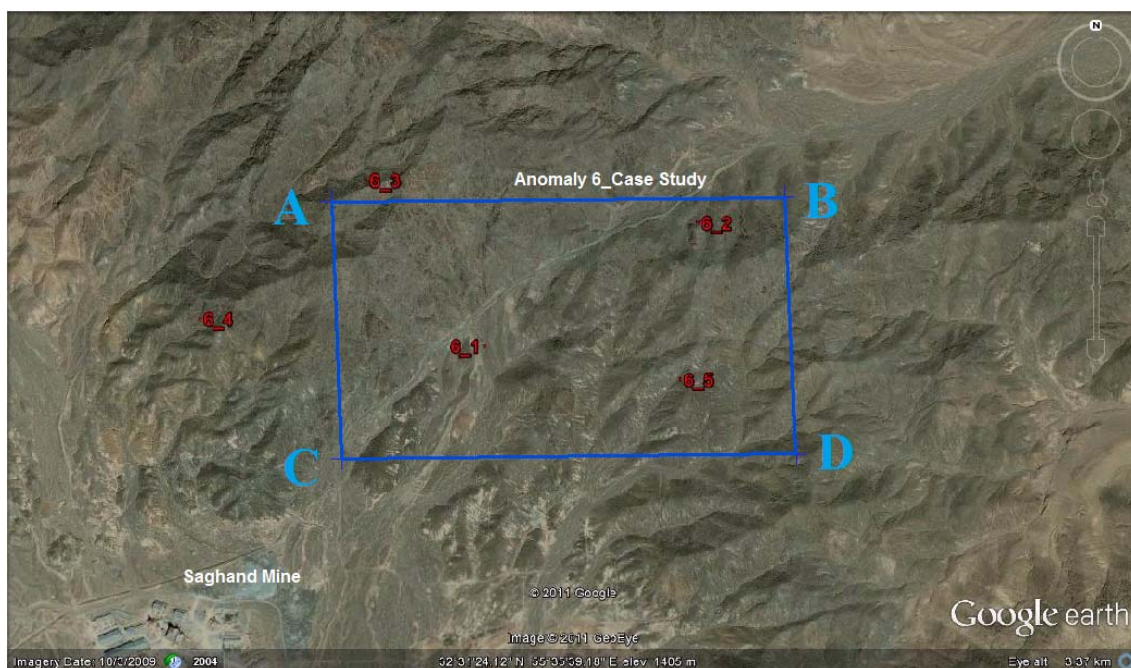
آنومالی ۶ ساغند از توپوگرافی خشنی برخوردار است؛ آن چنان که اجرای عملیات اکتشافی سیستماتیک با شبکه نمونه‌برداری منظم تقریباً غیر ممکن است. به همین دلیل در جریان برداشت‌های انجام شده، گاهی مجبور به دور زدن قله یا دامنه برای قرائت نقاط مورد نظر بودیم. در اشکال (۳-۲) و (۴-۲) سعی شده است تا از بالا و از جلو (پایین) این توپوگرافی خشن به تصویر کشیده شود. همچنین در شکل (۵-۲) محدوده مطالعاتی بر روی عکس هوایی منطقه مشخص شده است.



شکل (۲-۳): تصویر ماهواره‌ای آنومالی ۶ از بالا



شکل (۲-۴): تصویر ماهواره‌ای آنومالی ۶ از جلو (پایین)



شکل (۵-۲): محدوده مطالعاتی مشخص شده بر روی عکس ماهواره‌ای منطقه

۳-۲- پتروگرافی

به منظور اطلاع از وضعیت چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی آنومالی ۶ ساغند، در جریان عملیات صحرایی ۱۶ نمونه جهت تهیه مقاطع نازک، ۲ نمونه جهت تهیه مقاطع صیقلی و ۴۷ نمونه جهت آنالیز با دستگاه XRF و در محدوده مستطیلی ABCD (شکل ۵-۲) برداشت شد؛ که نتیجه مطالعات پتروگرافی هر یک به قرار زیر است.

۱-۳-۲- مطالعات مقاطع نازک^۱

۱۶ نمونه بصورت نامنظم از نقاط رادیواکتیو و غیر رادیواکتیو آنومالی ۶ ساغند برداشت شد و پس از تهیه مقاطع نازک، مورد مطالعات میکروسکوپی قرار گرفت؛ که خلاصه آن در جدول (۱-۲) ارائه

^۱ -Thin Section

شده است. همچنین تعدادی از تصاویر^۱ گرفته شده از مقاطع نازک در زیر میکروسکوپ در اشکال (۶-۲) تا (۱۰-۲) آورده شده است.

نتیجه مطالعات میکروسکوپی مقاطع نازک نشان می‌دهد که:

۱. جنس سنگ‌های محدوده‌های تعیین شده از نوع گرانیت یا متاسوماتیسم می‌باشد ولیکن

جنس سنگ نقاط رادیواکتیو بیشتر از نوع متاسوماتیسم می‌باشد.

۲. بیشتر آمفیبول‌های محدوده‌های تعیین شده از نوع ترمولیت اکتینولیت می‌باشد.

۳. وجود کانی‌های کوارتز، اسفن، آلبیت و کربنات بعنوان کانی‌های اصلی و همزمان عدم وجود

کانی‌های اپک از ویژگی‌های میکروسکوپی نمونه‌های رادیواکتیو است.

۴. دگرسانی مشاهده شده بیشتر از نوع سریسیتی است. در نتیجه سریسیت‌ها و کانی‌های

رسی به مقدار نسبتاً زیاد مشاهده می‌شوند که حاصل آلتراسیون ارتوزها می‌باشند.

۵. همان طور که در جدول (۱-۲) نیز مشخص است، سنگ‌های محدوده مورد مطالعه به

شدت تحت تاثیر کنتاکت متاسوماتیسم قرار گرفته‌اند.

در شکل (۶-۲) کانی‌های آمفیبول از نوع ترمولیت اکتینولیت هستند. کانی‌های کربنات در داخل

درزه‌ها، رگچه‌ها و شکستگی‌های کانی‌های دیگر به ویژه اسفن به چشم می‌خورند. بافت سنگ

درشت بلور و جنس آن کنتاکت متاسوماتیسم است.

در شکل (۷-۲) کانی‌های آلبیت در اندازه‌های متوسط دانه و بصورت بی شکل مشاهده می‌شوند؛ که

اغلب آلتره شده‌اند. کانی‌های کربنات به مقدار کم و داخل درزه‌ها و رگچه‌ها به چشم می‌خورند.

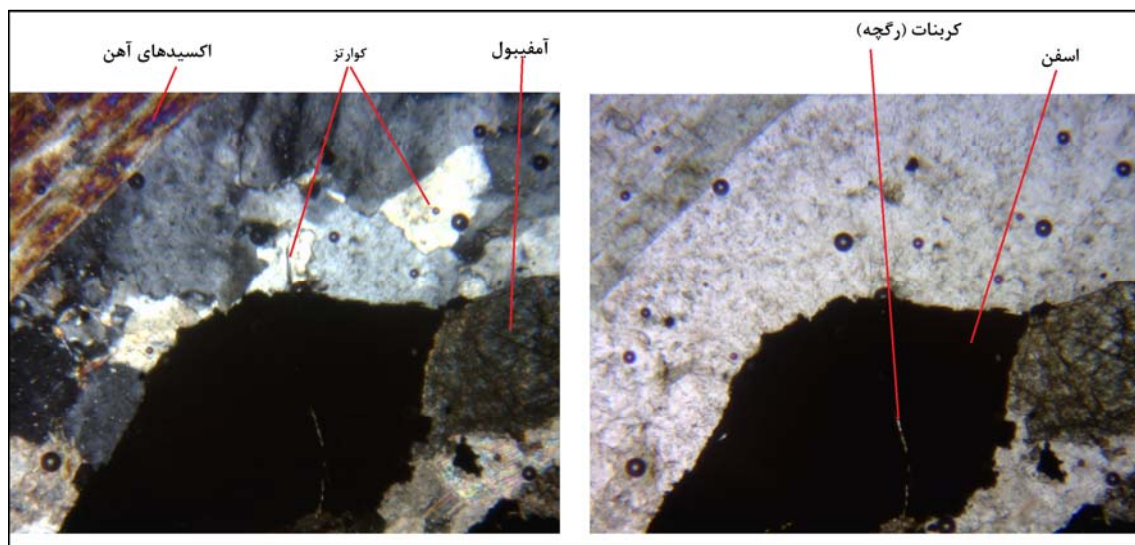
کانی‌های کلریت به مقدار نسبتاً زیاد و اغلب در داخل درزه‌ها و رگچه‌ها دیده می‌شوند. فرآیند

کانی‌سازی غالب سیلیسی شدن است.

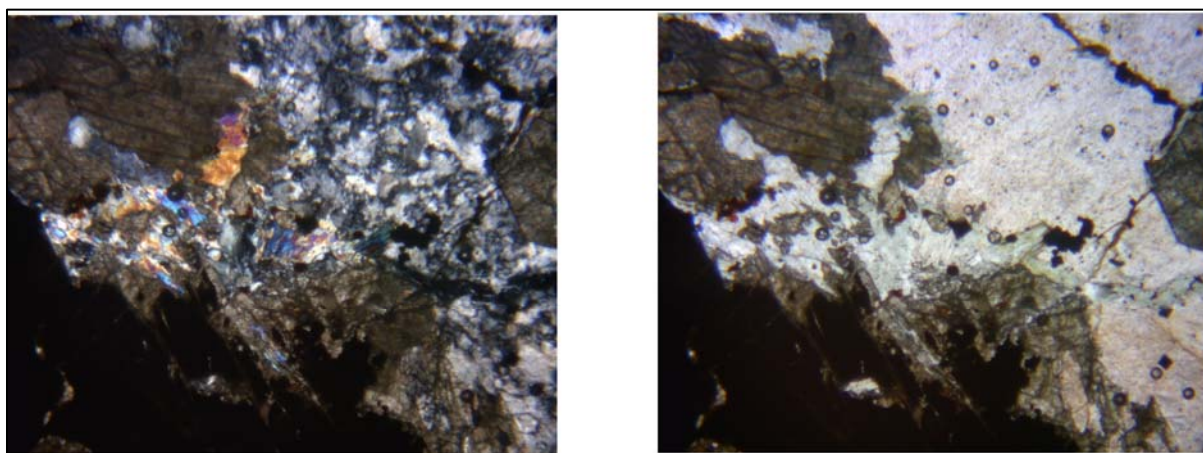
^۱ - کل تصاویر گرفته شده در پیوست الف ارائه شده است.

جدول (۱-۲): خلاصه مطالعه میکروسکوپی انجام شده بر روی ۱۶ مقاطع نازک

اسم سنگ	نوع بافت سنگ	نوع دگرسانی	کانی‌های فرعی	کانی‌های اصلی	cps	شماره نمونه
گرانیت	گرانولر درشت دانه	سریسیتی	کانی‌های اپک-اسفن-آلانیت	ارتوز-آمفیبول-کوارتز	150	RS-LA-1
اسفن تیتانو مگنتیت کوارتز کربنات متاسوماتیسم	درشت بلور		کانی‌های اپک	آلبیت-آمفیبول-کوارتز- اسفن	110	RS-LA-2
اسفن تیتانو مگنتیت ترمولیت اکتینولیت ارتوز متاسوماتیسم	درشت بلور	سریسیتی	کانی‌های اپک-کربنات	ارتوز-آمفیبول-کوارتز- اسفن-اکسیدهای آهن و تیتان	5000	RS-LA-3
آلبیت اسفن آمفیبول کوارتز متاسوماتیسم	گرانولار		کانی‌های اپک-کربنات- اکسیدهای آهن و تیتان- کلریت-آلانیت	آلبیت-آمفیبول-کوارتز- اسفن	450	RS-LA-4
ارتوز اپیدوت آمفیبول اسفن تیتانو مگنتیت متاسوماتیسم	گرانولار		کانی‌های اپک-کربنات- بیوتیت-کوارتز	ارتوز-آمفیبول-اپیدوت- اکسیدهای آهن و تیتان	1600	RS-LA-5
ارتوز آلبیت آمفیبول کربنات کوارتز متاسوماتیسم	گرانولار	سریسیتی	کانی‌های اپک-اکسیدهای آهن و تیتان-اسفن-بیوتیت-آلانیت	ارتوز-آمفیبول-کوارتز- کربنات-آلبیت	180	RS-LA-6
آلبیت آمفیبول ارتوز متاسوماتیسم	گرانولار و هتروژن	سریسیتی	کانی‌های اپک-اکسیدهای آهن و تیتان-اسفن-بیوتیت-کلریت	ارتوز-آمفیبول-آلبیت	1000	RS-LA-7
آمفیبول گرانیت	گرانولار		کانی‌های اپک-اپیدوت-اسفن- بیوتیت-آلبیت	ارتوز-آمفیبول-کوارتز	زمینه	RS-L-1
گرانیت پورفیری	پورفیری		کانی‌های اپک-اپیدوت-اسفن	ارتوز-آمفیبول-کوارتز- پلاژیوکلاز-آلبیت	زمینه	RS-L-2
آمفیبول ورمیکولیت تیتانو مگنتیت متاسوماتیسم	گرانولار		کانی‌های اپک-اسفن- فلوگوپیت-کوارتز	آمفیبول-ورمیکولیت- اکسیدهای آهن و تیتان	زمینه	RS-L-3
آلبیت آمفیبول کوارتز ورمیکولیت متاسوماتیسم	پورفیری		کانی‌های اپک-بیوتیت	آمفیبول-آلبیت-ورمیکولیت- کوارتز	زمینه	RS-L-4
آمفیبول اپیدوت آلبیت کوارتز ارتوز متاسوماتیسم	گرانولار و هتروژن	سریسیتی	سربانتین-اسفن-ورمیکولیت- کانی‌های اپک	ارتوز-آمفیبول-کوارتز- آلبیت-اپیدوت	زمینه	RS-L-5
آمفیبول اسفن ارتوز آلبیت متاسوماتیسم	گرانولار درشت دانه		بیوتیت-اکسیدهای آهن و تیتان-آلانیت	ارتوز-آمفیبول-اسفن-آلبیت	زمینه	RS-L-6
آمفیبول اپیدوت کربنات متاسوماتیسم	گرانولار		اکسیدهای آهن و تیتان- کانی‌های اپک	آمفیبول-کوارتز-کربنات- اپیدوت	زمینه	RS-L-7
آمفیبول کوارتز ارتوز متاسوماتیسم	گرانولار و هتروژن		اکسیدهای آهن و تیتان- کانی‌های اپک-پلاژیوکلاز-کربنات	ارتوز-آمفیبول-کوارتز	زمینه	RS-L-8
کوارتز پورفیر فلوگوپیتی شده	پورفیری		اکسیدهای آهن و تیتان- کانی‌های اپک-پلاژیوکلاز	ارتوز-آمفیبول-کوارتز- فلوگوپیت	زمینه	RS-L-9

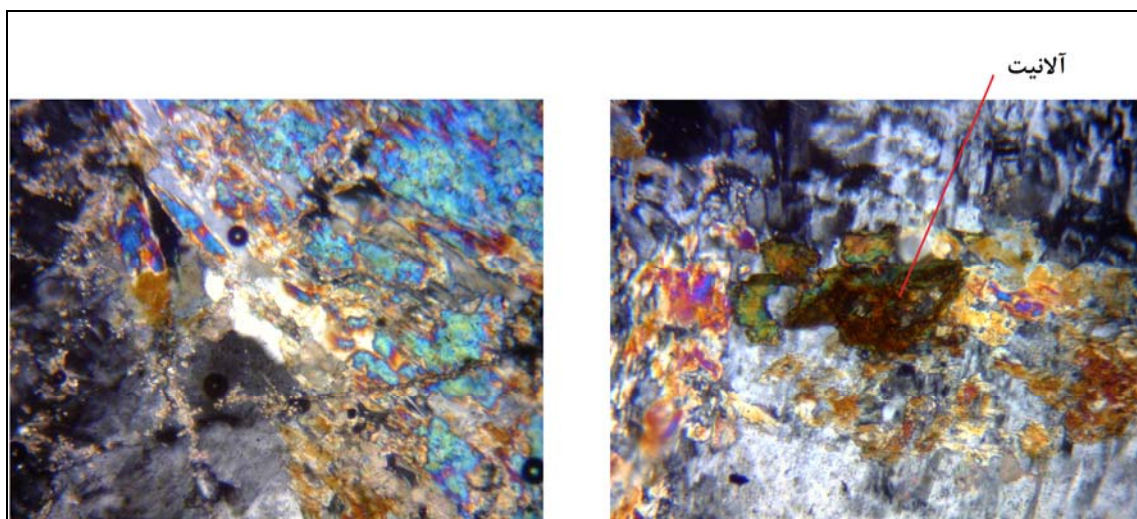


شکل (۶-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-LA-2 با بزرگنمایی $\times 50$
(شکل سمت راست با نور طبیعی و شکل سمت چپ با نور پلاریزه)

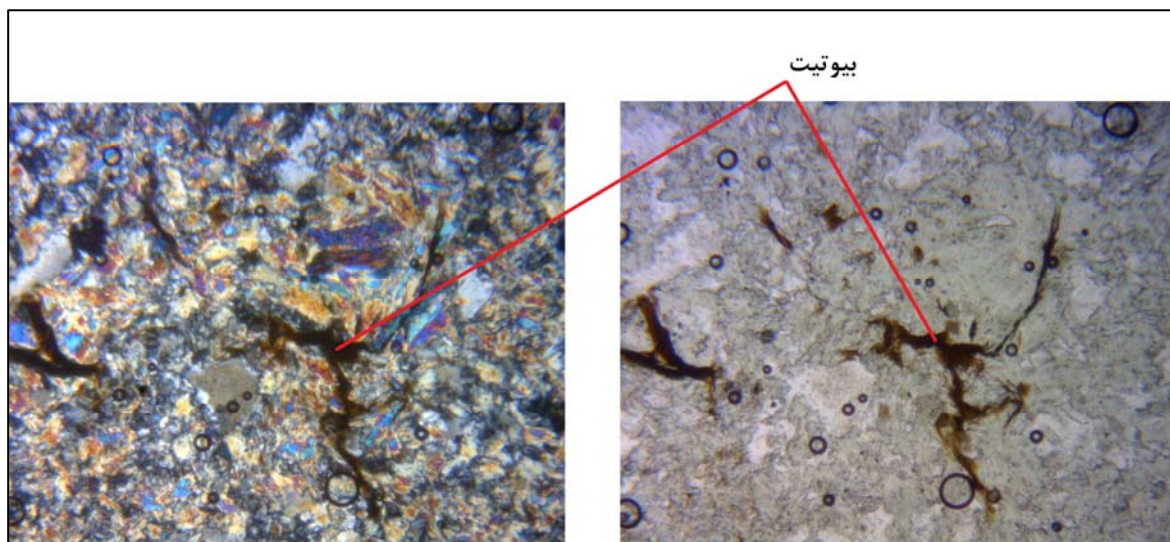


شکل (۷-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-LA-4 با بزرگنمایی $\times 50$
(شکل سمت راست با نور طبیعی و شکل سمت چپ با نور پلاریزه)

در اشکال (۸-۲) و (۹-۲) و (۱۰-۲) به ترتیب کانی‌های آلانیت، بیوتیت و فلوگوپیت به تصویر کشیده شده‌اند.

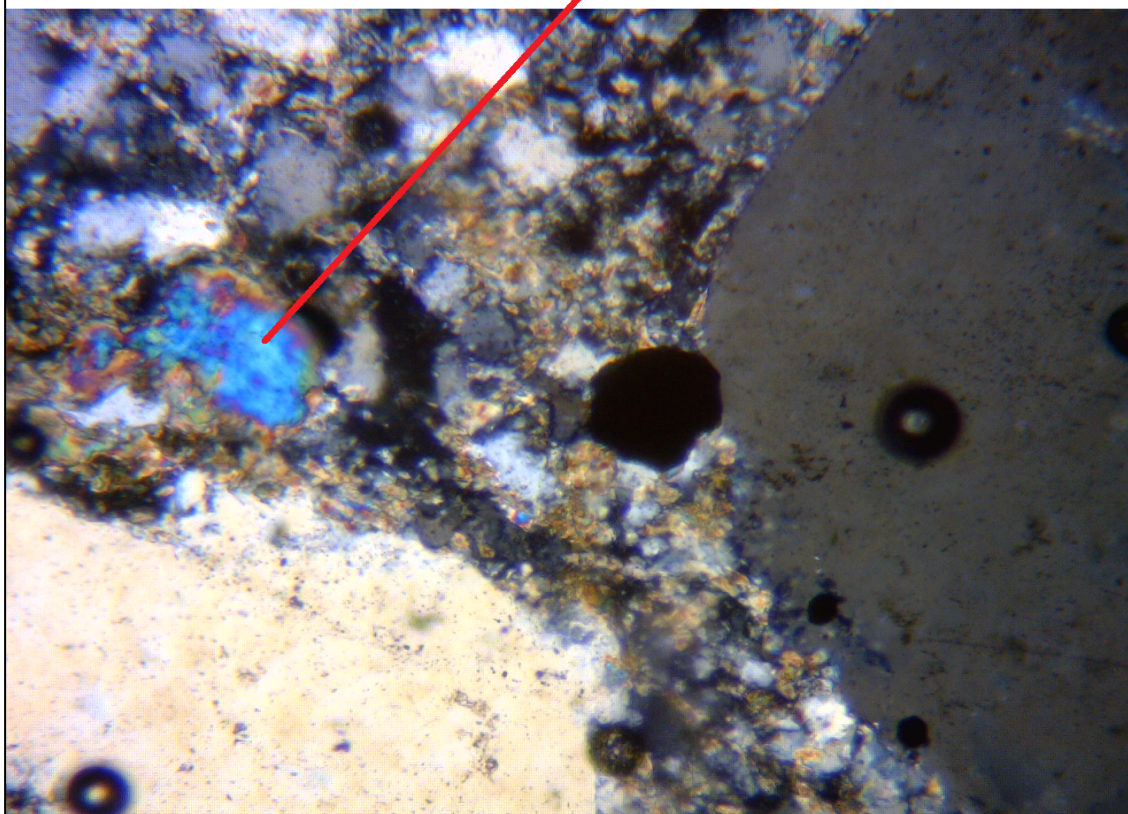


شکل (۸-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-LA-6 با بزرگنمایی $\times 100$
(هر دو شکل با نور پلاریزه است ولیکن در شکل سمت راست تلاش شده است تا با استفاده از پدیده خاموشی موجی
کانی آلنیت به تصویر کشیده شود)



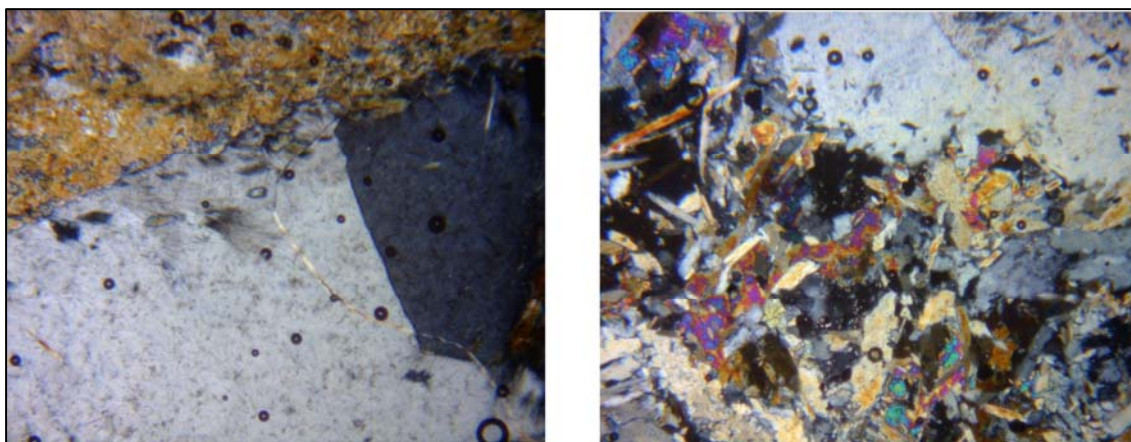
شکل (۹-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه غیر رادیواکتیو RS-L-4 با بزرگنمایی $\times 50$
(شکل سمت راست با نور طبیعی و شکل سمت چپ با نور پلاریزه)

فلوگوپیت



شکل (۱۰-۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به نمونه غیر رادیواکتیو RS-L-9 با نور پلاریزه و بزرگنمایی $\times 50$

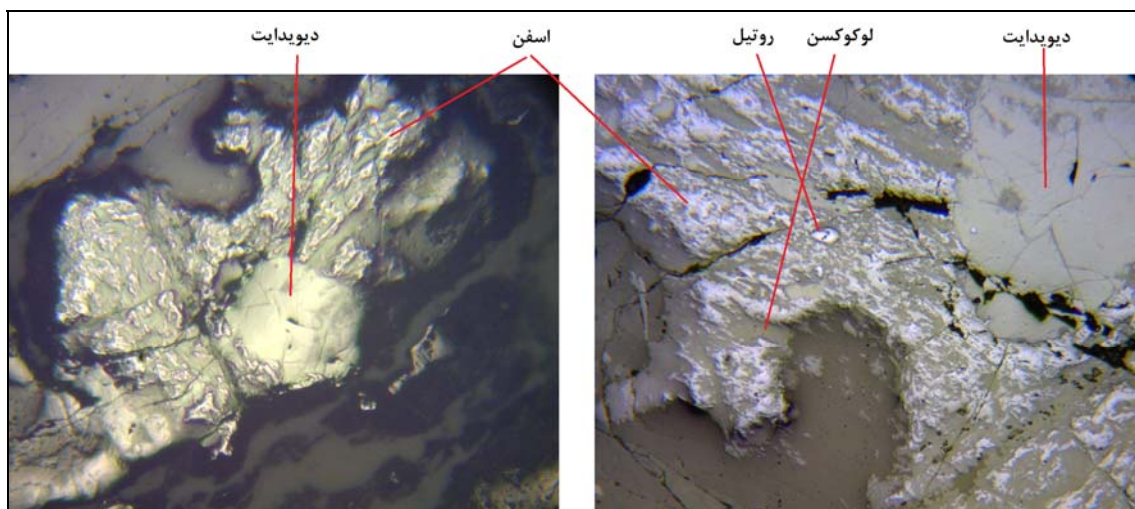
در شکل (۱۱-۲) دو مقطع از جنس گرانیت مشاهده می‌شود. بافت تصویر سمت چپ گرانولر درشت دانه است و بافت تصویر سمت راست گرانولر می‌باشد.



شکل (۱۱-۲): تصویر سمت چپ مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-LA-1 با نور طبیعی و بزرگنمایی $\times 50$ و تصویر سمت راست مربوط به نمونه غیر رادیواکتیو RS-L-1 با پلاریزه و بزرگنمایی $\times 50$

۲-۳-۲- مطالعات مقاطع صیقلی^۱

دو نمونه بصورت نامنظم از نقاط رادیواکتیو آنومالی ۶ ساغند به منظور تهیه مقاطع صیقلی برداشت شد و مورد مطالعات میکروسکوپی^۲ قرار گرفت. شکل (۲-۱۲) مربوط به مقاطع صیقلی تهیه شده RS-PA-2 از یک نمونه رادیواکتیو است که در نمونه دستی میزان پرتوایی cps ۱۶۰۰ را نشان می‌داد. همان طور که در شکل مشخص شده است کانه‌های اصلی این مقاطع عبارتند از: «دیویدایت، لوکوکسن، اسفن، روتیل، مگنیت و هماتیت»



شکل (۲-۱۲): تصویر میکروسکوپی مقاطع صیقلی مربوط به نمونه رادیواکتیو RS-PA-2 با نور طبیعی (شکل سمت راست با بزرگنمایی ۱۰۰× و شکل سمت چپ با بزرگنمایی ۵۰×)

دیویدایت (کانی رادیواکتیو) به صورت بخش‌های درشت یا کوچک بی شکل بعنوان بخش‌های باقیمانده از جانشینی با لوکوکسن و اسفن و روتیل دیده می‌شود. اسفن با حالت صفحه‌ای به همراه روتیل به شکل یک شبکه نامنظم در درون خود در همراهی با لوکوکسن که به صورت صفحه‌ای بقیه پزودومرف را پر می‌کند جانشین دیویدایت در بقیه کانی شده است. لوکوکسن جانشین اسفن و

^۱ - Polish Section

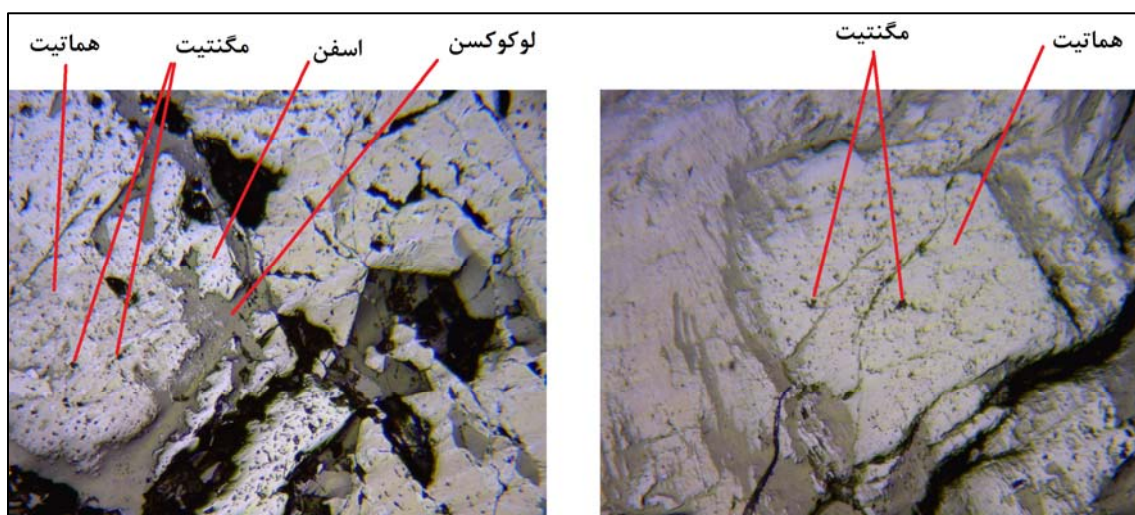
^۲ - کل تصاویر گرفته شده در پیوست ب ارائه شده است.

روتیل شده است. روندهای اسفن و روتیل نامنظم در همراهی با آن، در قالب کانی‌های بدون نظم و حاصل آلتراسیون هستند.

کانی‌های مگنتیت تیانوم دار در اندازه کوچک تا ریز بی شکل تا نیمه شکل دار در مقاطع دیده می‌شود که در امتداد رخ‌ها بصورت لکه ای با هماتیت جانشین شده است. همچنین کانی‌های بسیار ریز مگنتیت-هماتیت در مقاطع پراکنده است.

تیپ کانی‌سازی هیدروترمال است و به لحاظ میکروسکوپی نمونه در حد آمفیبولیت و مگنتیت می‌باشد.

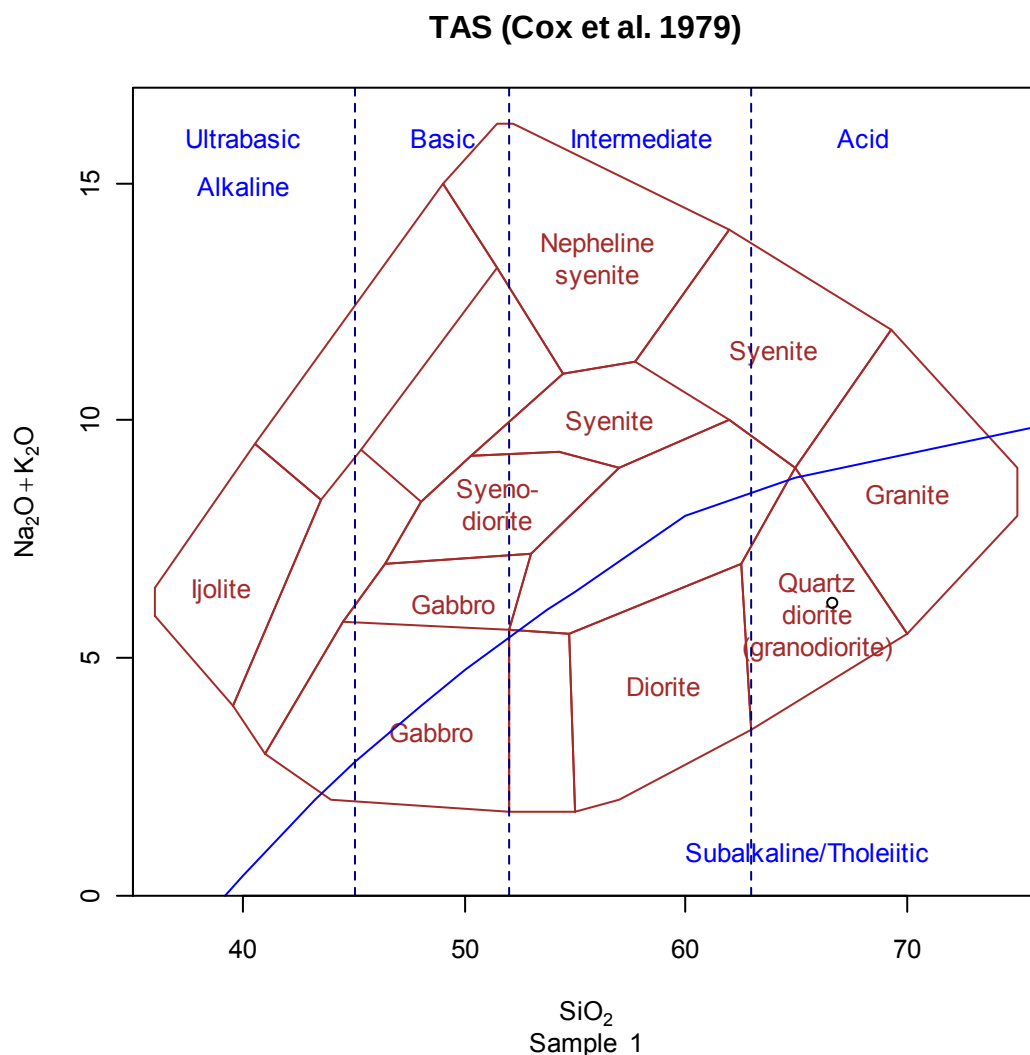
شکل (۲-۱۳) مربوط به مقاطع صیقلی تهیه شده RS-PA-1 می‌باشد؛ که در نمونه دستی میزان پرتو زایی cps ۵۰۰۰ را نشان می‌داد ولیکن در مطالعات میکروسکوپی به عمل آمده، هیچ اثری از کانی رادیواکتیو مشاهده نشد. نمونه آلتراسیون هیدروترمال را نشان می‌دهد و به لحاظ میکروسکوپی در حد آمفیبولیت شایست می‌باشد.



شکل (۲-۱۳): تصویر میکروسکوپی مقاطع صیقلی مربوط به نمونه RS-PA-1 با نور طبیعی و بزرگنمایی $\times 100$

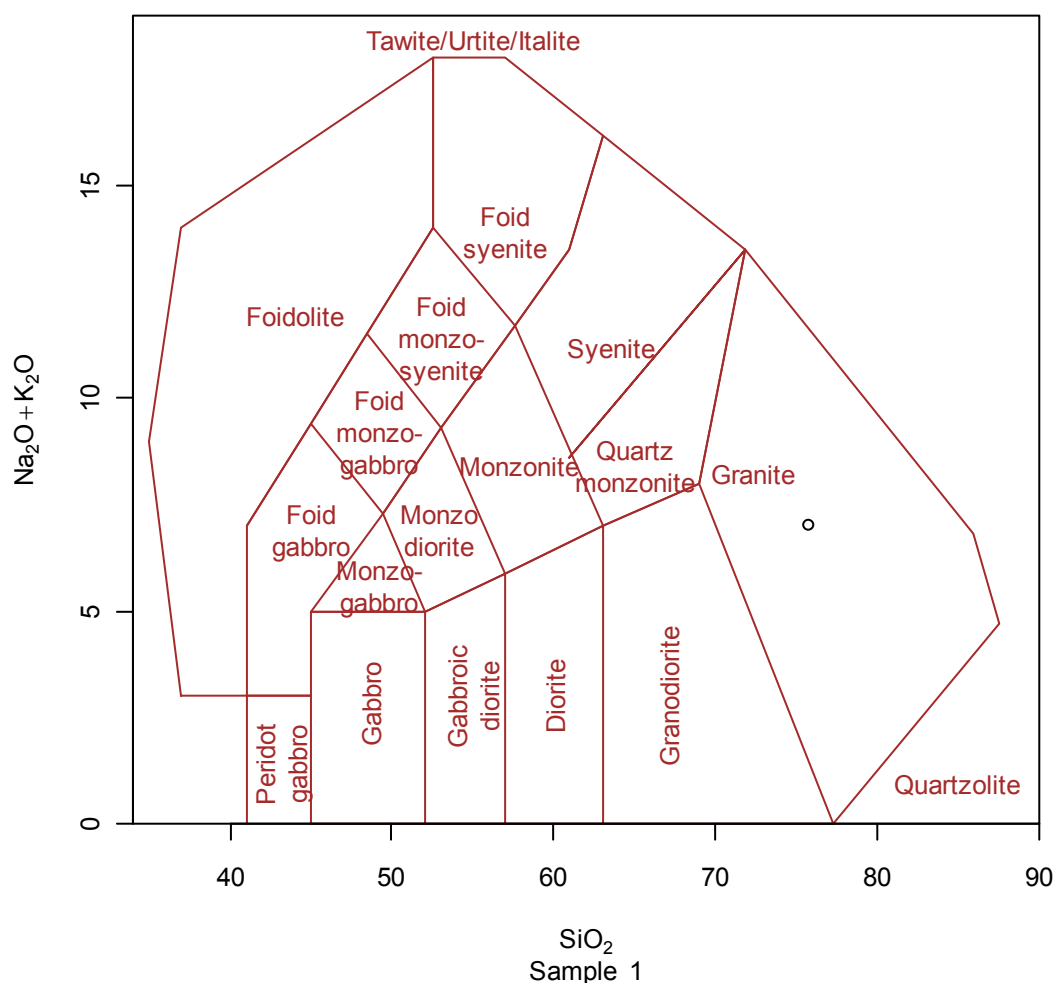
۲-۳-۳- نمودارهای رده بندی شیمیایی

نمودارهای رده بندی شیمیایی سنگ‌های آذرین از داده‌های تجزیه شیمیایی استفاده می‌کنند. یک نوع از این نمودارها، نمودارهای TAS می‌باشند. تاکنون سه نمودار مختلف از نوع TAS برای سنگ‌های آذرین پیشنهاد شده است. در ادامه نمودارهای سنگ‌های پلوتونیک توسط کاکس و همکاران (۱۹۷۹) و میدلموست (۱۹۹۴) ارائه شدند که در اشکال (۲-۱۴) و (۲-۱۵) قابل مشاهده هستند. در این نمودارها درصدی تجزیه شیمیایی سنگ به طور مستقیم استفاده می‌شوند [۱۶].



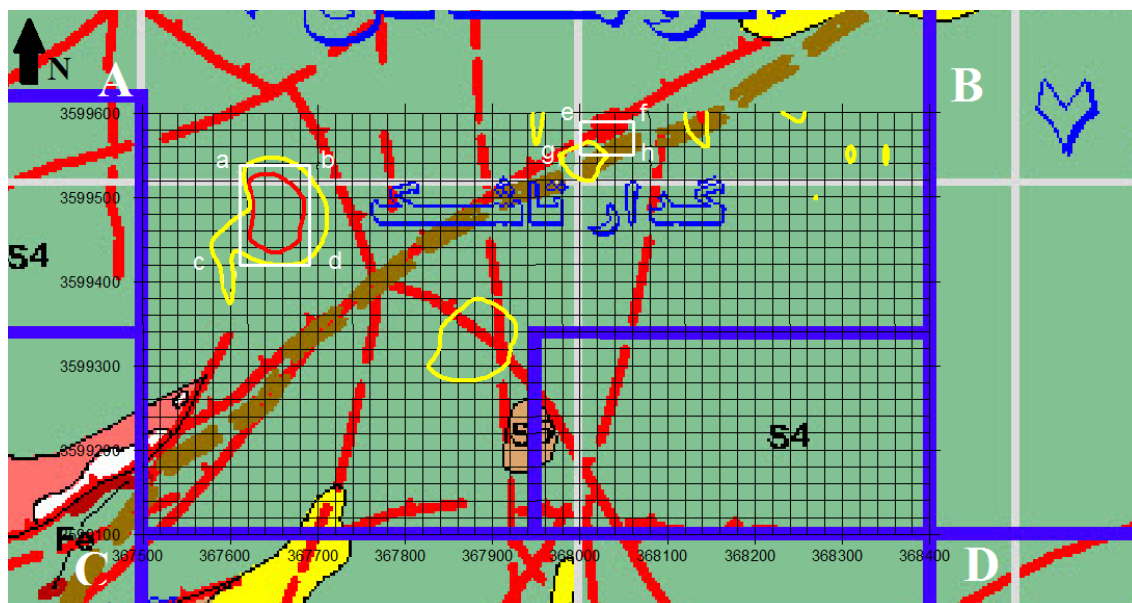
شکل (۲-۱۴): نمودار رده بندی کاکس و همکاران برای سنگ‌های درونی [۱۶]

Middlemost (1985)



شکل (۲-۱۵): نمودار رده بندی میدلموست برای سنگ‌های درونی [۱۶]

پس از انجام رادیومتری زمینی در طی عملیات صحرایی مرحله اول در محدوده مستطیلی ABCD، محدوده‌های آنومال efgh و abcd جهت برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی تعیین شدند که از این محدوده‌ها در مجموع ۴۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی به صورت منظم و با فواصل نمونه‌برداری 20×20 برداشت شد و مورد آنالیز با دستگاه XRF قرار گرفت (شکل ۲-۱۶). حال نتیجه آنالیز نمونه‌ها با استفاده از نمودارهای رده بندی شیمیایی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



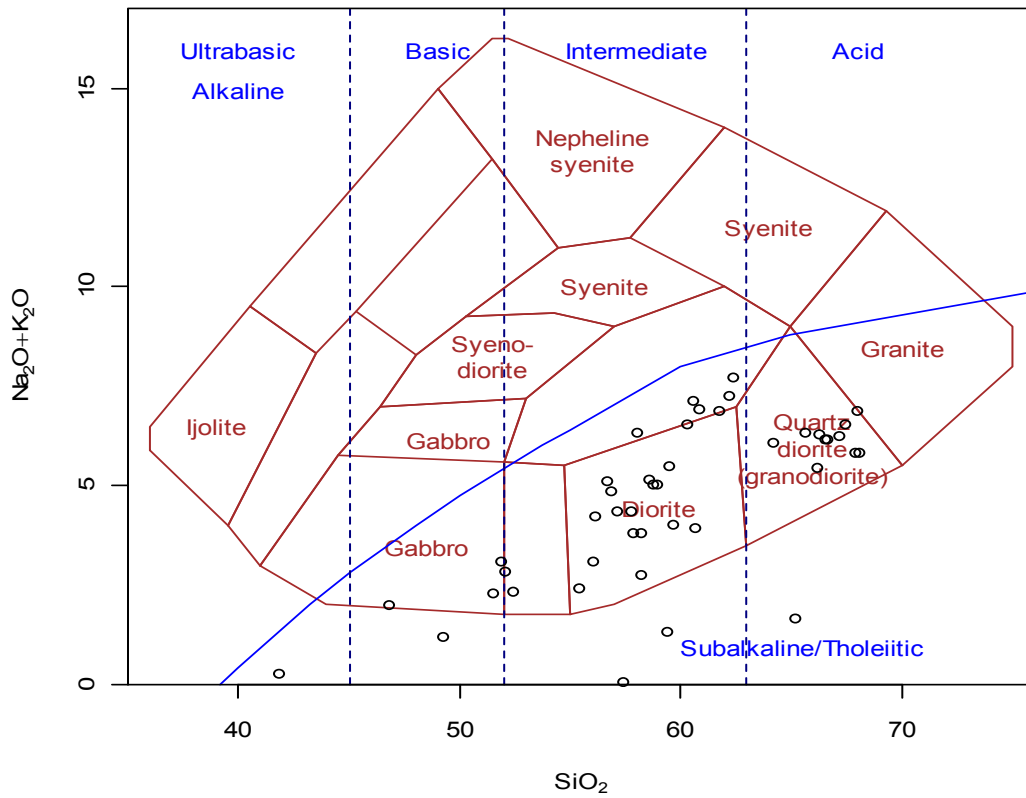
شکل (۲-۱۶): موقعیت محدوده‌های آنومال efgH و abcd جهت برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی

نتیجه آنالیز XRF برای ۴۷ نمونه وارد نرم افزار GCD شد و سپس نمودارهای کاکس و میدلموست برای همه نمونه‌ها ترسیم شد که در اشکال (۲-۱۷) و (۲-۱۸) قابل مشاهده است. همچنین خلاصه این رده بندی در جدول (۲-۲) ارائه شده است.

از شکل (۲-۱۷) چنین استنباط می‌شود که جنس سنگ ۴۷ نمونه برداشت شده بیشتر از نوع «دیوریت و کوارتز دیوریت (گرانودیوریت)» می‌باشد. همچنین تمامی نمونه‌ها متعلق به ماگمای ساب آکالن می‌باشند. البته این مطلب در ادامه با استفاده از نمودارهای خاص خود بیشتر تحقیق می‌شود.

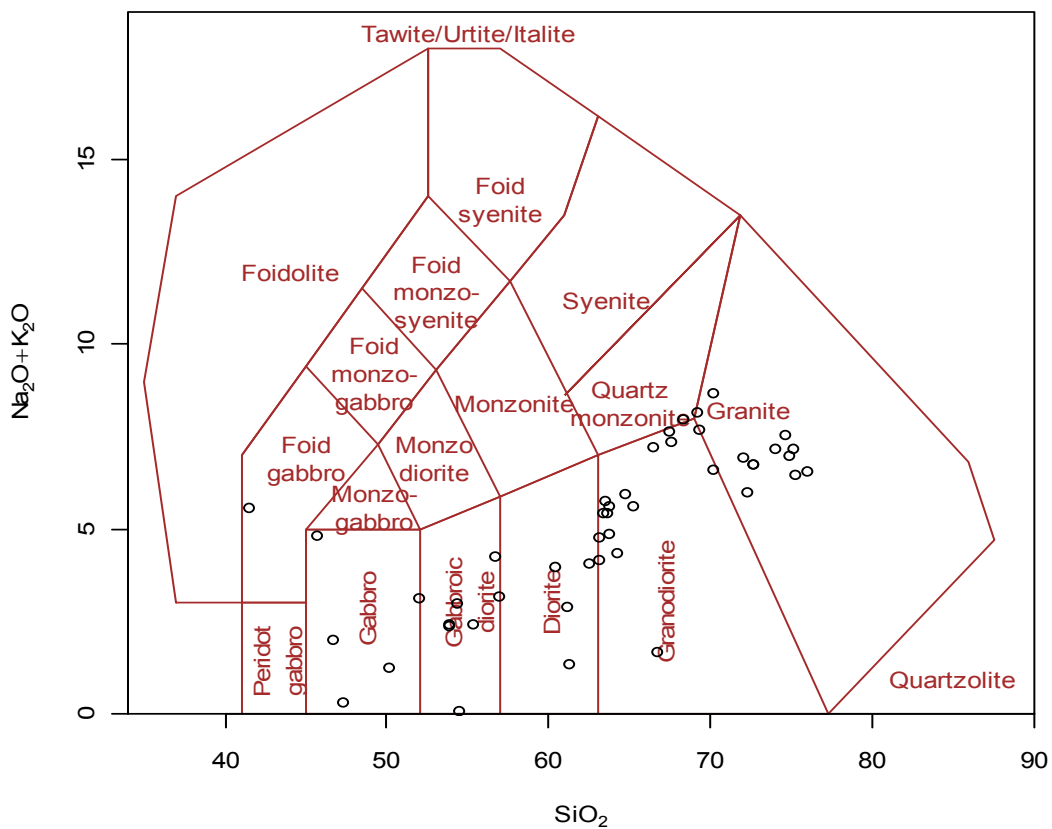
با توجه به جدول (۲-۲) نتیجه گرفته می‌شود که جنس نمونه‌هایی که پرتوزایی بالایی از خود نشان می‌دهند؛ از نوع گابرو است.

TAS (Cox et al. 1979)



شکل (۲-۱۷): محل قرار گیری نمونه‌ها بر روی نمودار کاکس و همکاران

Middlemost (1985)



شکل (۲-۱۸): محل قرار گیری نمونه‌ها بر روی نمودار میدلموست

جدول (۲-۲): نوع سنگ مشخص شده بر اساس نمودارهای طبقه بندی کاکس و میدلموست

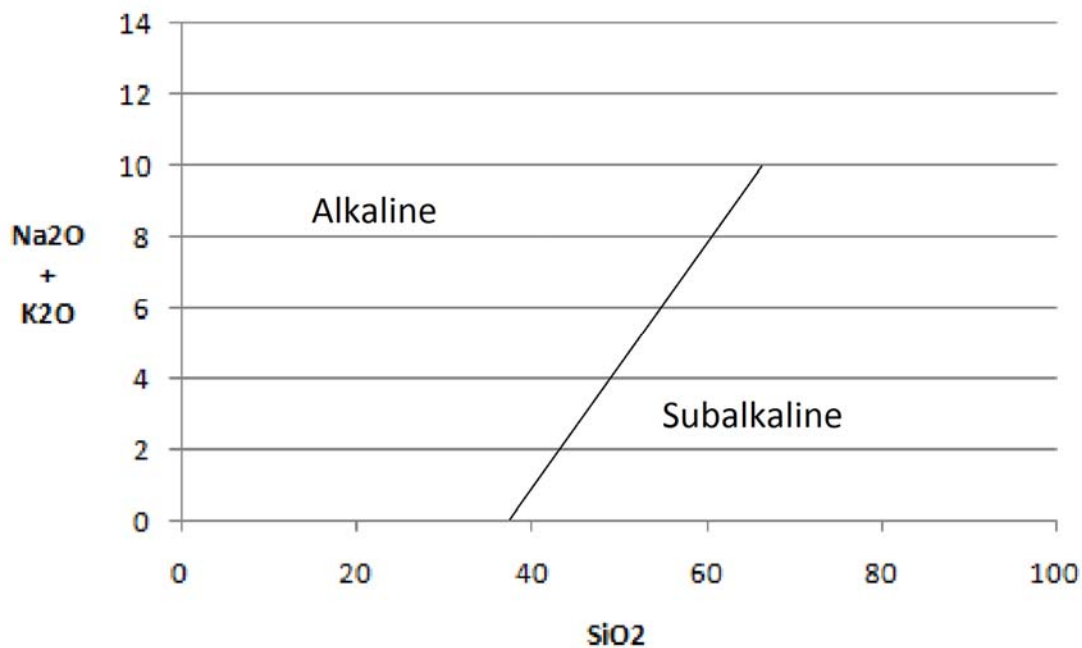
sample	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CPS	Middlemost.plut	Cox.plut
RS.01	66.649	5.892	0.251	100	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.02	66.551	5.91	0.2249	200	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.03	59.503	5.316	0.136	150	"granodiorite"	"diorite"
RS.04	67.919	5.73	0.096	150	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.05	52.491	0.866	1.463	2000	"gabbroic diorite"	"gabbro?"
RS.06	60.879	6.649	0.237	150	"granodiorite"	"undefined"
RS.07	62.228	6.666	0.574	150	"granite"	"undefined"
RS.08	66.201	5.271	0.17	170	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.09	68.02	6.78	0.076	180	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.10	46.865	1.605	0.37	1600	"gabbro"	"gabbro"
RS.11	57.49	0.009	0.021	350	"diorite"	"unclassified"
RS.12	58.112	0.102	0.166	900	"diorite"	"unclassified"
RS.13	90.829	10.13	1.9506	12000	"foid gabbro"	"unclassified"
RS.14	65.695	6.184	0.119	180	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.15	51.593	2.164	0.097	130	"gabbroic diorite"	"gabbro"
RS.16	56.921	4.43	0.425	120	"granodiorite"	"diorite"
RS.17	60.309	5.888	0.648	120	"granodiorite"	"diorite"
RS.18	41.867	0.19	0.06	110	"gabbro"	"unclassified"
RS.19	56.221	3.942	0.262	160	"diorite"	"diorite"
RS.20	59.394	1.124	0.156	170	"granodiorite"	"unclassified"
RS.21	61.816	6.732	0.113	120	"granite"	"diorite"
RS.22	62.4	7.604	0.087	180	"granite"	"undefined"
RS.23	51.897	2.823	0.266	5000	"gabbroic diorite"	"gabbro"
RS.24	67.238	6.151	0.08	140	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.25	66.321	6.222	0.066	180	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.26	58.603	4.67	0.46	120	"granodiorite"	"diorite"
RS.27	57.22	4.07	0.27	110	"granodiorite"	"diorite"
RS.28	59.687	3.913	0.101	110	"granodiorite"	"diorite"
RS.29	64.21	5.962	0.079	120	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.30	67.507	6.409	0.101	120	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.31	58.796	4.852	0.169	160	"granodiorite"	"diorite"
RS.32	58.257	2.592	0.127	130	"granodiorite"	"diorite"
RS.33	57.91	3.637	0.144	140	"granodiorite"	"diorite"
RS.34	58.252	3.439	0.36	160	"diorite"	"diorite"
RS.35	60.583	6.974	0.141	450	"granite"	"undefined"
RS.36	31.542	3.062	0.26	120	"gabbro"	"unclassified"
RS.37	68.122	5.639	0.176	160	"granite"	"quartz diorite (granodiorite)"
RS.38	58.087	6.033	0.267	350	"granodiorite"	"undefined"
RS.39	49.333	1.11	0.069	1600	"gabbroic diorite"	"unclassified"
RS.40	57.771	4.065	0.275	210	"granodiorite"	"diorite"
RS.41	58.97	4.481	0.529	150	"granodiorite"	"diorite"
RS.42	60.685	3.767	0.156	180	"granodiorite"	"diorite"
RS.43	55.48	2.019	0.386	280	"diorite"	"diorite"
RS.44	56.103	2.738	0.339	320	"diorite"	"diorite"
RS.45	65.221	1.43	0.187	450	"granodiorite"	"unclassified"
RS.46	52.149	2.294	0.536	170	"diorite"	"gabbro?"
RS.47	56.701	4.874	0.234	190	"granodiorite"	"diorite"

۴-۳-۲- نمودارهای سری ماگمایی

نمودارهای سری ماگمایی با استفاده از داده‌های عناصر اصلی به صورت استفاده مستقیم از این داده‌ها ترسیم می‌شوند شامل نمودارهای TAS و AFM [۱۶] می‌باشند.

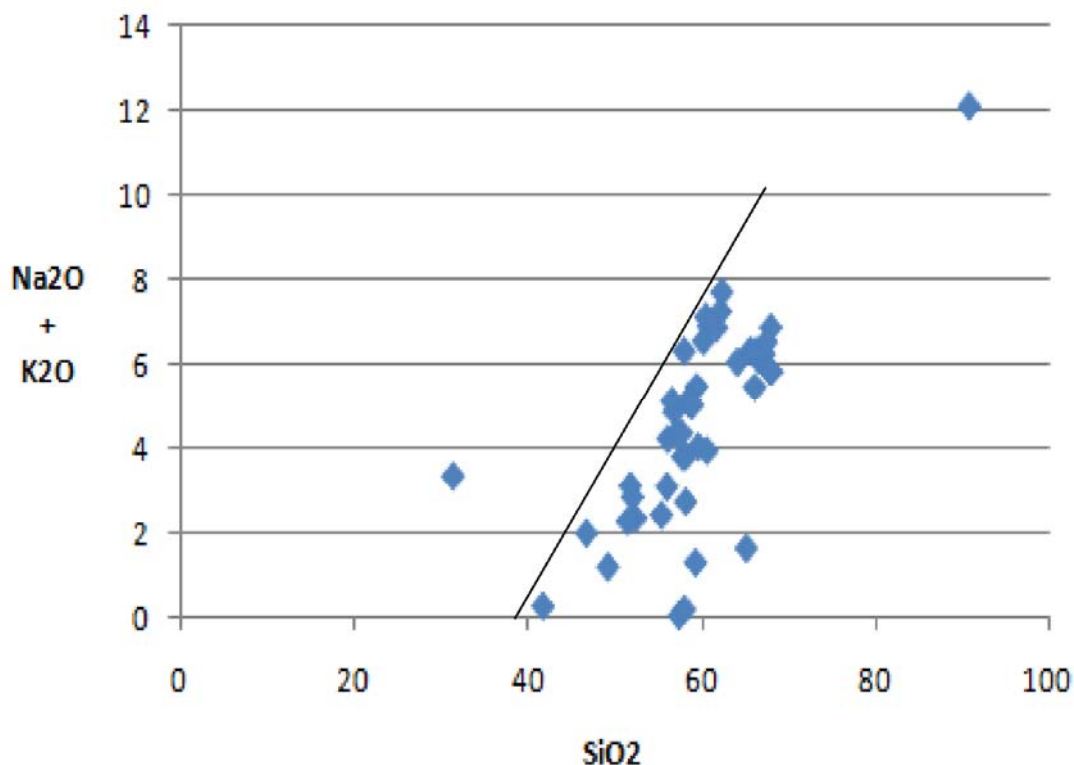
۴-۳-۲-۱- نمودار TAS

در این نمودار سنگ‌های آتشفشانی آکالن و ساب آکالن با یک خط مرزی از هم جدا می‌شوند. این خط مرزی توسط مولفین مختلفی ترسیم شده و تقریباً نزدیک به هم هستند. ولی متداول‌ترین آن‌ها مرز پیشنهادی ایرواین و باراگار (۱۹۷۱) است (شکل ۲-۱۹) [۱۶].



شکل (۲-۱۹): نمودار تعیین سری ماگمایی [۱۶]

با استفاده از نتایج آنالیز داده‌ها، نمودار فوق برای ۴۷ نمونه برداشت شده ترسیم شد که در شکل (۲۰-۲) قابل مشاهده است. همان طور که در این شکل دیده می‌شود اکثر نمونه‌ها متعلق به ماگمای ساب آکالن می‌باشند.



شکل (۲-۲۰): نمودار ترسیم شده با استفاده از نتیجه آنالیز XRF برای ۴۷ نمونه مورد برداشت

۲-۳-۴-۲- نمودار AFM

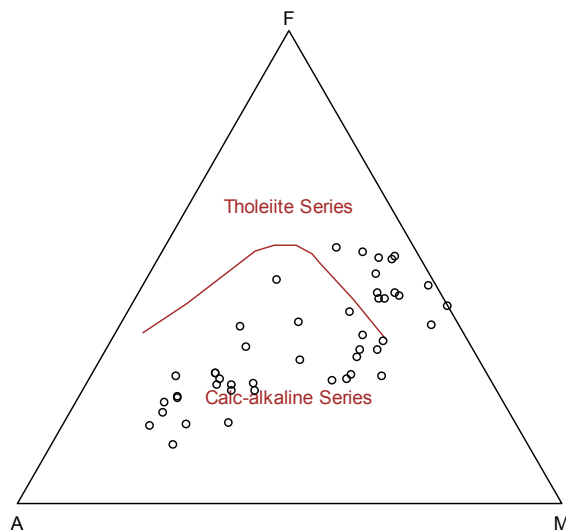
یکی از رایج ترین نمودارها برای تفکیک بیشتر سری‌های ماگمایی ساب آلكالن به دو سری تولییتی و کالکوالکالن و تشخیص روندهای تفریق در این سری‌ها، نمودار AFM است که نام آن از رئوس این نمودار مثلثی به شرح زیر گرفته شده است:

$$M=MgO, F=FeO+Fe_2O_3, A=Na_2O+K_2O$$

مرز جدایش سری تولییتی از سری کالکوالکالن توسط مؤلفین مختلفی ترسیم شده است که همانند نمودار قبلی، مرز پیشنهادی ایرواین و باراگار (۱۹۷۱) مرسوم‌تر است [۱۶].

این نمودار برای ۴۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی ترسیم شد که نتیجه آن در شکل (۲-۲۱) دیده می‌شود.

AFM plot (Irvine and Baragar 1971)



شکل (۲-۲۱): نمودار AFM برای داده‌های بدست آمده از آنالیز XRF

از نمودار فوق می‌توان چنین استنباط کرد که بیشتر نمونه‌های برداشت شده متعلق به ماگمای کالک آلکالین هستند و تعدادی نیز متعلق به ماگمای تولییتی می‌باشند. پس نتیجه گرفته می‌شود که نمونه‌ها متعلق به دو نوع ماگمای متمایز می‌باشند.

از طرفی می‌دانیم که ماگمای تولییتی به لحاظ تکتونیکی مربوط به حاشیه سازنده از نوع محیط گسترش کف اقیانوس است و سنگ‌هایی که در این ماگما ساخته می‌شوند عبارتند از: «بازالت‌ها (دولریت، دیاباز، افیولیت‌ها) و اولترامافیک (پریدوتیت‌ها، آنورتوزیت، دونیت) و کمات‌های» [۱۷ و ۱۸].

همچنین ماگمای کالکو آلکالین خاص حاشیه مخرب از نوع فروران‌ش است و سنگ‌های این ماگما بصورت زوج نفوذی- خروجی شامل «گابرو-بازالت، دیوریت-آندزیت، مونزونیت-لاتیت، تونالیت-داسیت، گرانودیوریت- ریوداسیت، گرانیت-ریولیت» و شیشه‌ها می‌باشند [۱۹ و ۲۰].

حال نتایج بدست آمده از نمودارهای رده بندی شیمیایی و نمودارهای سری ماگمایی را با هم ادغام نموده و در جدول (۳-۲) بصورت خلاصه ارائه می شود.

جدول (۳-۲): نوع سنگ و ماگمای نمونه های برداشت شده

sample	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CPS	Middlemost.plut	AFM
RS.01	66.649	5.892	0.251	100	"granite"	calc-alkaline series
RS.02	66.551	5.91	0.2249	200	"granite"	calc-alkaline series
RS.03	59.503	5.316	0.136	150	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.04	67.919	5.73	0.096	150	"granite"	calc-alkaline series
RS.05	52.491	0.866	1.463	2000	"gabbroic diorite"	tholeiite series
RS.06	60.879	6.649	0.237	150	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.07	62.228	6.666	0.574	150	"granite"	calc-alkaline series
RS.08	66.201	5.271	0.17	170	"granite"	calc-alkaline series
RS.09	68.02	6.78	0.076	180	"granite"	calc-alkaline series
RS.10	46.865	1.605	0.37	1600	"gabbro"	tholeiite series
RS.11	57.49	0.009	0.021	350	"diorite"	tholeiite series
RS.12	58.112	0.102	0.166	900	"diorite"	tholeiite series
RS.13	90.829	10.13	1.9506	12000	"foid gabbro"	calc-alkaline series
RS.14	65.695	6.184	0.119	180	"granite"	calc-alkaline series
RS.15	51.593	2.164	0.097	130	"gabbroic diorite"	tholeiite series
RS.16	56.921	4.43	0.425	120	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.17	60.309	5.888	0.648	120	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.18	41.867	0.19	0.06	110	"gabbro"	tholeiite series
RS.19	56.221	3.942	0.262	160	"diorite"	tholeiite series
RS.20	59.394	1.124	0.156	170	"granodiorite"	tholeiite series
RS.21	61.816	6.732	0.113	120	"granite"	calc-alkaline series
RS.22	62.4	7.604	0.087	180	"granite"	calc-alkaline series
RS.23	51.897	2.823	0.266	5000	"gabbroic diorite"	tholeiite series
RS.24	67.238	6.151	0.08	140	"granite"	calc-alkaline series
RS.25	66.321	6.222	0.066	180	"granite"	calc-alkaline series
RS.26	58.603	4.67	0.46	120	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.27	57.22	4.07	0.27	110	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.28	59.687	3.913	0.101	110	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.29	64.21	5.962	0.079	120	"granite"	calc-alkaline series
RS.30	67.507	6.409	0.101	120	"granite"	calc-alkaline series
RS.31	58.796	4.852	0.169	160	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.32	58.257	2.592	0.127	130	"granodiorite"	tholeiite series
RS.33	57.91	3.637	0.144	140	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.34	58.252	3.439	0.36	160	"diorite"	calc-alkaline series
RS.35	60.583	6.974	0.141	450	"granite"	calc-alkaline series
RS.36	31.542	3.062	0.26	120	"gabbro"	calc-alkaline series
RS.37	68.122	5.639	0.176	160	"granite"	calc-alkaline series
RS.38	58.087	6.033	0.267	350	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.39	49.333	1.11	0.069	1600	"gabbroic diorite"	tholeiite series
RS.40	57.771	4.065	0.275	210	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.41	58.97	4.481	0.529	150	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.42	60.685	3.767	0.156	180	"granodiorite"	calc-alkaline series
RS.43	55.48	2.019	0.386	280	"diorite"	tholeiite series
RS.44	56.103	2.738	0.339	320	"diorite"	tholeiite series
RS.45	65.221	1.43	0.187	450	"granodiorite"	tholeiite series
RS.46	52.149	2.294	0.536	170	"diorite"	tholeiite series
RS.47	56.701	4.874	0.234	190	"granodiorite"	calc-alkaline series

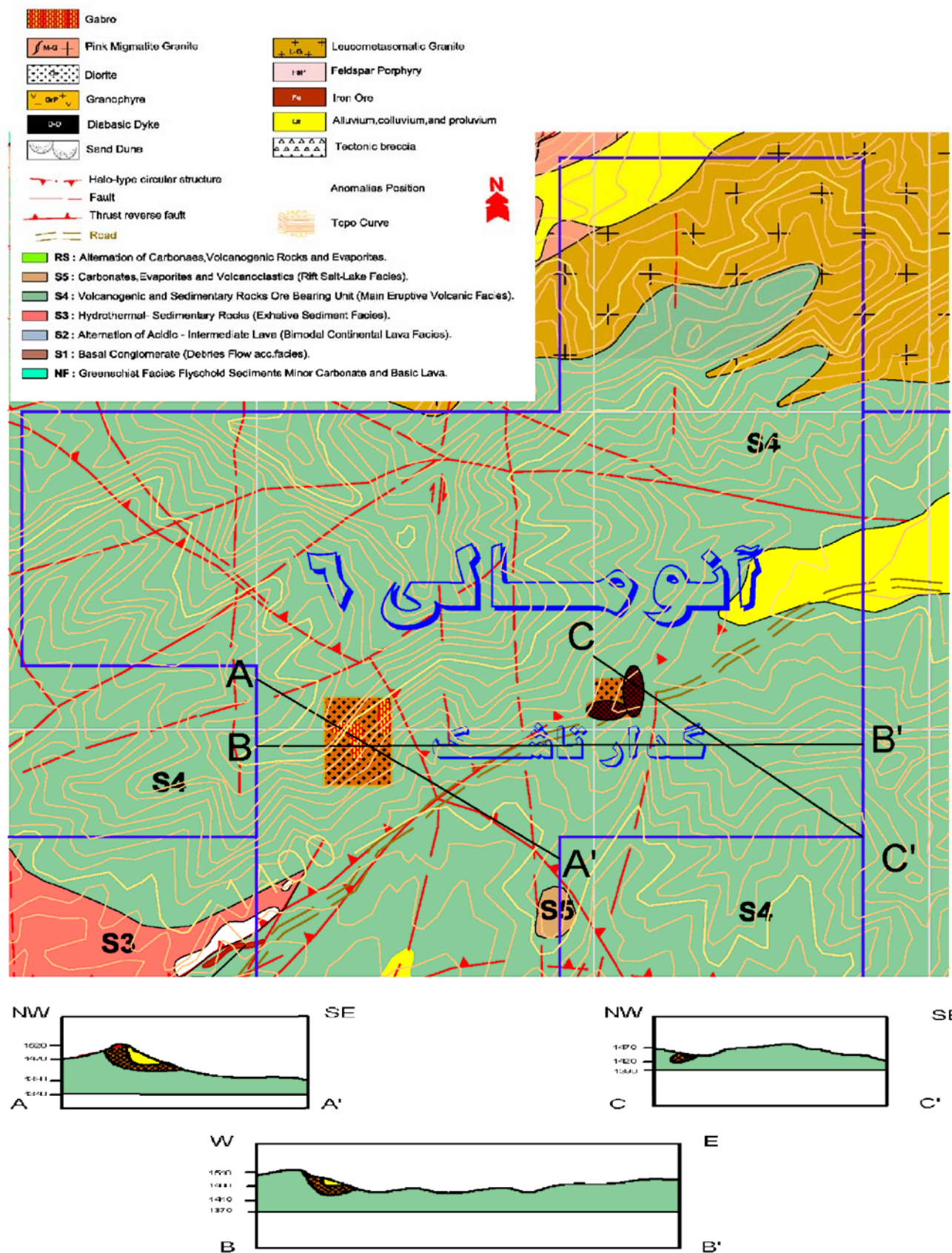
از جدول (۳-۲) نتیجه گرفته می‌شود که از ۴۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی برداشت شده، نمونه‌های رادیواکتیو از جنس گابرو (یا معادل خروجی آن بازالت) و متعلق به ماگمای تولئیتی زون گسترش کف اقیانوس بوده‌اند. این نمونه‌ها در جدول (۳-۲) با رنگ زرد پررنگ شده‌اند.

۲-۴- اصلاح نقشه زمین‌شناسی ساغند

پس از مشخص شدن جنس سنگ و نوع ماگمای ۴۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی برداشت شده در مرحله‌ی قبل، اقدام به کلاسه‌بندی نمونه‌ها بر اساس جنس سنگ و پیاده‌سازی بر روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ ساغند شد که در (شکل ۲-۲۲) قابل مشاهده است. در این شکل کنتورهای توپوگرافی بر نقشه زمین‌شناسی برازش شده است.

بر این اساس نمونه‌ها به سه نوع «گابرو، دیوریت و گرانودیوریت» تقسیم شدند و با استفاده از مختصاتشان بر روی نقشه پیاده‌سازی گردید. لازم به یادآوری است که میزان پرتوزایی نمونه‌های از جنس گابرو بیشتر از دیوریت و نمونه‌های از جنس دیوریت بیشتر از گرانودیوریت است.

همچنین به منظور اطلاع از وضعیت توپوگرافی و چینه‌شناسی منطقه اقدام به ترسیم سه مقطع زمین‌شناسی شد. خط مقاطع باید به گونه‌ای انتخاب شود که اولاً از محل نمونه‌ها عبور کند و ثانیاً تقریباً عمود بر کنتورهای توپوگرافی محلی باشد تا عوامل طولی همچون کوه‌ها و دره‌ها را در جهت بزرگترین شیب آن‌ها قطع نماید [۲۱]. مقاطع A-A' و C-C' با هدف اطلاع از وضعیت چینه‌شناسی محل نمونه‌ها ترسیم شدند که تقریباً هم‌راستا با خط راس‌های موجود در منطقه می‌باشند و مقطع B-B' بیشتر نشان‌دهنده وضعیت پستی و بلندی مسیری است که در طول یک پروفیل مورد قرائت رادیومتری قرار گرفته است. همچنین به منظور آگاهی دقیق‌تر از اصلاحات انجام شده در نقشه آنومالی ۶، نقشه جزئی تری از محدوده مورد مطالعه در شکل (۲-۲۳) ارائه شده است.



شکل (۲-۲۳): اصلاحات انجام شده در نقشه ۱:۵۰۰۰ آنومالی ۶ به همراه مقاطع زمین‌شناسی

۲-۵- متاسوماتیسم

در منطقه مورد مطالعه متاسوماتیسم دارای گسترش نسبتاً زیادی در شمال و شمال غرب کوه دوزخ دره می‌باشد. این متاسوماتیسم بیشتر به صورت آمفیبول‌زایی و آلبیت‌زایی است که نتیجه اعمال هیدروترمال و متاسوماتیسم در مرحله‌ی بعد ماگماتیسم^۱ بر روی تشکیلات اسپیلیتی و دیابازی منطقه بوده است، بنابراین زمان آن بعد از اینفراکامبرین می‌باشد که در جریان آن پلاژیوکلازهای بازیک و کانی‌های فرومنیزین تغییر کرده و کانی‌های جدیدی چون آلبیت و آمفیبول (از نوع ترمولیت- اکتینولیت) تشکیل شده است. این عمل در نتیجه تأثیر سیالاتی انجام گردیده است که در آن‌ها فشار گاز CO₂ بالا بوده است چرا که علاوه بر آلبیت و آمفیبول، کربنات نیز کم و بیش دیده می‌شود [۶، ۷ و ۸].

آلبیت‌ها بطور کلی به سنگ‌های اطلاق می‌شوند که در نتیجه اعمال متاسوماتیسم بوجود آمده باشند. در جریان عمل متاسوماتیسم تشکیل آلبیت، سنگ در درجه‌ی اول از آلبیت و سپس میکروکلین و بالاخره میکا تشکیل می‌شود، در جریان این اعمال معمولاً کانی‌های تیره (اپک) جدیدی جانشین می‌شوند، ابتدا آمفیبول‌های آلکالن و کلریت و هیدرومیکا و در بعضی موارد اپیدوت. بطور کلی تشکیل آلبیت‌ها با آزاد شدن آهن در سنگ‌ها همراه است و کانی‌سازی آهن در ارتباط تنگاتنگ با آلبیتزاسیون می‌باشد [۶، ۷ و ۸].

از دیگر حالات متاسوماتیسم در منطقه می‌توان اپیدوت‌زایی، فلوگوپیت‌زایی، تالک‌زایی و سریسیت‌زایی را نام برد که علاوه بر این که باعث ایجاد کانی‌های فوق شده، باعث کانی‌سازی اورانیوم و تورنیوم هم گردیده است به طوری که اصولاً کانی‌های رادیواکتیو را همراه با کانی‌های فوق می‌توان پی‌جویی نمود [۶، ۷ و ۸].

^۱ - Post Magmatism

۲-۶- تکتونیک آنومالی ۶ ساغند

بررسی‌ها نشان می‌دهد که سنگ‌های منطقه شدیداً تحت تأثیر عوامل تکتونیکی قرار گرفته‌اند و شکستگی متعددی در این سنگ‌ها ایجاد شده است، به طوری که اغلب توسط رگه‌های سیلیسی و دایک‌های اسیدی و بازیک قطع شده‌اند (شکل ۲-۲۴). همچنین شدت خرد شدگی در برخی نقاط به حدی است که سنگ به صورت برشی درآمده و فاصله بین آن‌ها به وسیله کانی‌های حاصل از محلول‌های هیدروترمال که با حرکت‌های تکتونیکی فوق همراه بوده، پر شده است. این محلول‌ها از نوع اکسید و کربنات بوده به طوری که اکسیدهای آهن و کربنات‌های نوع کلسیت و سیدریت را در این سنگ‌ها کانی‌سازی کرده و شدت آن در نمونه‌های مختلف فرق می‌کند. کانی کلریت که یکی از کانی‌های مشخص کننده فاز هیدروترمال می‌باشد در این سنگ‌ها دیده می‌شود. این سنگ‌ها دارای شکستگی است و شیار و شکاف‌های آن‌ها به وسیله کوارتز، کربنات، کانی‌های فلزی و کلریت به طور ثانوی پر شده است [۶، ۷ و ۸].



شکل (۲-۲۴): دایک برداشت شده در محدوده مورد مطالعه (دیده دوربین، مستقیم و به سمت شمال غرب است)

روند تکتونیک اصلی پرکامبرین با مشخصات (NNW- SSE, N-S) می‌باشد و روند تکتونیکی با جهت (NNE- SSE) به احتمال خیلی زیاد از روند پرکامبرین جوانتر است و در اثر همین روند جوان، کانی‌های رادیواکتیو موجود در منطقه و محلول‌های گرمایی، دوباره متحرک شده و در امتداد

گسل‌های جوان تجمع نموده است. شیب اکثر این سری گسل‌های جوان به طرف شمال‌غرب می‌باشد و از همان شیب گسل تراستی که سری تاشک فوقانی را بر روی سری ریزو قرار داده است، تبعیت می‌نماید [۶، ۷ و ۸].

منطقه مورد مطالعه ناحیه‌ای است شکسته و چین‌خورده که به طور کلی تحت تأثیر تکتونیک آلپین قرار گرفته و این تکتونیک مسئول ایجاد چین‌ها، شکستگی‌ها، درزه‌ها و به طور کلی گسل‌هایی است که مجموعه ساختمانی منطقه را به وجود آورده است [۱۰].

گسل‌های طولی منطقه را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول شامل یک سیستم گسل‌های موازی و یا نیمه موازی در جهت شمال غرب- جنوب شرق و شمال- جنوب بوده که معمولاً در امتداد ساختمان‌های زمین‌شناسی نیز می‌باشند. این دسته گسل‌ها از نوع گسل‌های طولی هستند که به طول چندین کیلومتر گسترش دارند و از نظر شیب زاویه زیادی با سطح افق می‌سازند و لذا بر اساس نیروی جاذبه زمین تشکیل شده‌اند و می‌توان آن‌ها را گسل‌های ثقیلی نامید. در بخش جنوبی منطقه بر اثر عملکرد این گسل‌ها تشکیلات تاشک ۲ در مجاورت سری‌های اینفراکامبرین و در بخش شمالی منطقه تشکیلات تاشک ۱ در مجاورت کربنات‌های اینفراکامبرین قرار گرفته‌اند. دسته دوم نیز یک سیستم گسل‌های موازی یا نیمه موازی در جهت شمال شرق- جنوب غرب و شرق- غرب به طول چندین کیلومتر که با دسته اول تقریباً تشکیل سیستم زوجی داده‌اند و شیب این دسته گسل‌ها زیاد و جز گسل‌های ثقیلی می‌باشند. این دسته گسل‌های منطقه گسل‌های بالا را قطع کرده و آن‌ها را جابجا کرده‌اند، بنابراین جوان‌تر می‌باشند. گسل‌های دسته اول کانال‌های (مجرای‌های) تخلیه مواد رادیو اکتیو بوده‌اند که به وسیله گسل‌های دسته دوم جلوگیری شده و بیشتر در محل تقاطع این دو سیستم تشکیل شده‌اند. در امتداد بعضی از این گسل‌ها بر اثر نفوذ محلول‌های هیدروترمال، رگه‌های آهن تشکیل گردیده است [۶، ۷ و ۸].

شکل (۲-۲۵) نمونه ای از گسل‌های دسته دوم را نشان می‌دهد که در حین انجام عملیات صحرایی در منطقه مورد مطالعه برداشت شده است.



شکل (۲-۲۵): گسل برداشت شده در محدوده مورد مطالعه

۲-۷- کانی‌سازی مواد رادیو رادیواکتیو در منطقه مورد مطالعه

کانی‌سازی منطقه اکثراً در طول گسل‌ها و زون‌های خرد شده بوده و در واقع تحت کنترل گسل‌ها و شکستگی‌های ناحیه قرار دارد. این شکستگی‌ها به علت آن که متقاطع می‌باشند در حکم مجاری و کانال‌های تخلیه مواد معدنی و محلول‌های اورانیوم‌دار بوده که پس از شستشو^۱ و روانه شدن، در محل‌های مناسب تجمع پیدا کرده است. در مجموع کانی‌سازی مواد رادیواکتیو منطقه ساغند به دو صورت انجام گرفته و دگرگونی منطقه مینرالیزه در حد رخساره آمفیبولیت شیست است [۶، ۷ و ۸].

^۱ - Leaching

اولین فرم کانی‌سازی اورانیوم-توریوم به صورت متاسوماتیت با گسترش زیاد می‌باشد. این تیپ کانی‌سازی در آنومالی‌های ساغند ۵ و ۶ دیده شده است و کانی‌های رادیو اکتیوی که به وسیله دستگاه XRD مشخص گردیده عبارتند از: «دیویدیت، اورانوتوریانیت^۱ همراه با مونازیت، آلانیت، پیروکلر و به ندرت اورانینیت-پیچبلند» [۶، ۷ و ۸].

دومین فرم کانی‌سازی اورانیوم، تیپ رگه‌ای بوده که اکثراً در مسیرهای تکتونیکی اصلی و زون‌های شکسته به وجود آمده است و به خوبی در سطح قابل رؤیت می‌باشد. طول این رگه‌ها متفاوت و بین ۵۰ تا ۱۵۰۰ متر و شیب آن‌ها نزدیک به قائم می‌باشد. کانی‌سازی اورانیوم در این فرم همراه مگنتیت صورت گرفته است. تیپ کانی‌سازی رگه‌ای در آنومالی‌های ساغند ۱، ۲، ۳ و ۴ مشاهده گردیده است و کانی‌های رادیواکتیوی که به وسیله دستگاه XRD مشخص گردیده عبارتند از: «اورانینیت^۲، پیچبلند، دیویدیت و همچنین سیلیکات‌های و فسفات‌های اورانیوم» [۶، ۷ و ۸].

در هر دو تیپ، متاسوماتیسم آلکالن سدیک عامل اصلی کانی‌سازی اورانیوم و توریوم در منطقه بوده و کانی‌ها در نتیجه آن تغییر یافته و حاصل آن «آلبیت، آمفیبول نوع ترمولیت-اکتینولیت، کلریت، فلوگوپیت، سرپانتین، اپیدوت، سریسیت، پیریت، آپاتیت، همتایت، تالک، کربنات‌های مختلف و به ندرت کوارتز» می‌باشد [۶، ۷ و ۸].

آلبیتیت به سنگ‌هایی اطلاق می‌شود که بیشتر از ۹۰٪ عناصر تشکیل دهنده‌ی آن آلبیت باشد. این سنگ‌ها معمولاً بر اثر آلبیتیزاسیون پلاژیوکلازهای بازیگر تشکیل می‌شوند. آلبیتیت‌های موجود در منطقه دو فرم‌اند: دسته‌ای که گوشتی رنگ بوده و پرتوزایی بالایی را تا حدود ۵۰۰۰ cps نشان می‌دهند و دسته‌ای که به رنگ سفید بوده و معمولاً اکتیویته‌ای از خود نشان نداده و شمارش آن در حد زمینه است. علت رنگ گوشتی رگه‌های آلبیتی وجود پلاژیوکلازها در مجاورت اورانینیت می‌باشد. [۶، ۷ و ۸].

^۱- Uranothorianite, (Th,U)SiO₄

^۲- Oraninite, UO₂

در سنگ‌های آلبیت- آمفیبول متاسوماتیسم و آمفیبول- آلبیت متاسوماتیسم دو مشخصه در روی زمین قابل مشاهده است، یکی آنکه نمونه‌هایی که دارای فلدسپات‌های قرمز رنگ بوده اکتیویته بهتری دارند دیگر این که هر جا این سنگ‌ها همراه با آهن باشند اکتیویته‌ی بالایی را نشان می‌دهند. منشا کانی‌سازی آهن در منطقه همین آمفیبول‌های آلتره شده می‌باشند [۶، ۷ و ۸].

فصل سوم

برداشت، مطالعه و تحلیل داده‌های اکتشاف ژئوفیزیکی

۳-۱- مقدمه

به منظور دستیابی به اهداف پروژه دو مرحله عملیات صحرایی طراحی و پیاده سازی شد که شرح هر یک از این دو مرحله به قرار زیر است:

مرحله اول: انجام رادیومتری و اسپکترومتری زمینی محدوده‌ی معینی از آنومالی ۶ ساغند در دی

۱۳۸۹ به مدت ۱۰ روز

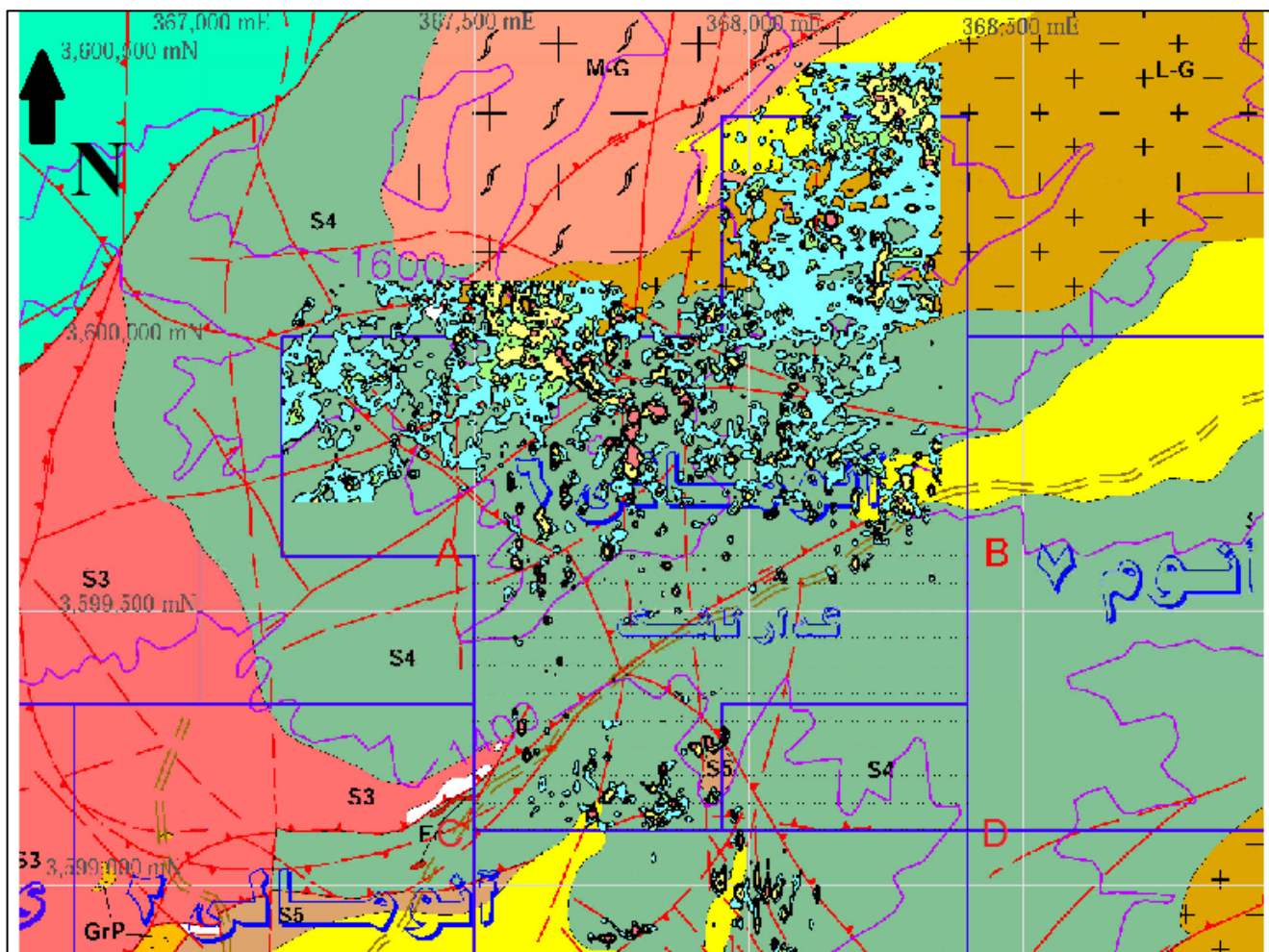
به منظور انجام این مرحله ابتدا یک فاز مطالعاتی انجام شد به گونه‌ای که تمامی گزارش‌های موجود سازمان انرژی اتمی در مورد آنومالی ۶ ساغند مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین تمامی گزارش‌ها و عکس‌های پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت با استفاده از نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ ساغند و یکسری داده‌های رادیومتری ناقص مربوط به آنومالی ۶ ساغند و اطلاع از شمالی- جنوبی بودن محور اصلی کانی زایی، ۱۱ پروفیل شرقی- غربی برای قرائت رادیومتری با دستگاه‌های سینتیلومتر و اسپکترومتر طراحی گردید. سپس این پروفیل‌ها مورد برداشت قرار گرفت و داده‌های بدست آمده با نرم افزارهای ArcGIS [22], AutoCAD [23], MapInfo [24], Surfer [25], SPSS [26] آنالیز و بر روی نقشه‌ها پیاده سازی شد و مورد مطالعه و تحلیل و تفسیر قرار گرفت.

آنگاه بر اساس نتایج مطالعات مرحله اول، دو محدوده جهت برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی در قسمت‌های شمالی و شمال غربی محدوده مورد مطالعه تعیین گردید.

در مرحله دوم با برداشت ۴۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی در خرداد ۱۳۹۰ در طی ۷ روز در محدوده‌های فوق و مطالعه و تجزیه و تحلیل آن‌ها این محدوده‌های آنومالی با جزئیات بیشتری مورد بررسی قرار گرفتند.

۳-۲- موقعیت منطقه نمونه برداری

از مساحت ۱/۱۳ کیلومتر مربعی آنومالی ۶ ساغند، محدوده‌ای مستطیلی به مساحت ۰/۴۵ کیلومتر مربع مورد برداشت رادیومتری قرار گرفت که در شکل (۳-۱) با حروف ABCD مشخص شده است.

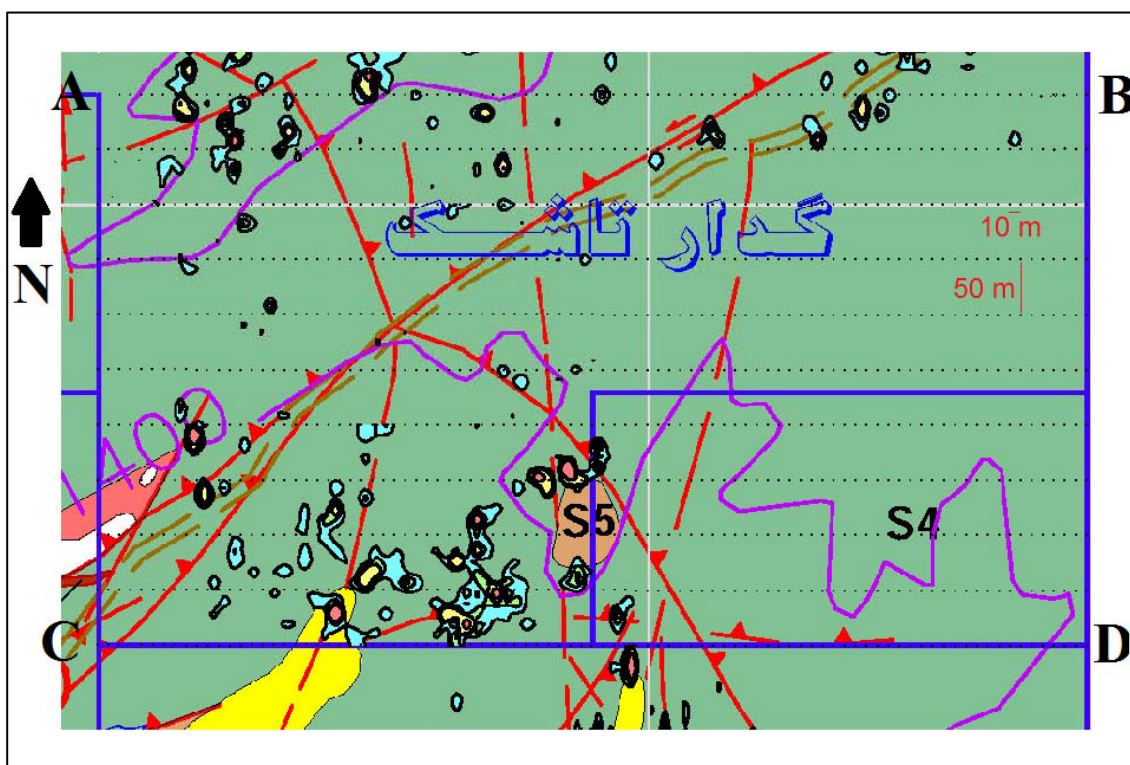


شکل (۳-۱): محدوده ABCD تعیین شده برای انجام رادیومتری (موقعیت پروفیل‌های برداشت شده بصورت نقطه چین مشخص شده است)

دلیل انتخاب این محدوده در شکل به وضوح دیده می‌شود. همان گونه که مشخص است پس از این که کنتورهای رادیومتری قدیمی بر روی نقشه زمین شناسی آنومالی‌های ساغند برازش شد، مشاهده گردید که محدوده مستطیلی ABCD فاقد هر گونه قرائت رادیومتری و ژئوشیمیایی

می‌باشد به همین دلیل به منظور تکمیل کردن اطلاعات مربوط به این آنومالی تصمیم گرفته شد تا عملیات‌های صحرایی بر این محدوده متمرکز گردد.

به منظور نمونه‌برداری سیستماتیک از محدوده تعیین شده، یک شبکه نمونه‌برداری منظم با پروفیل‌های شرقی-غربی به فاصله ۵۰ m و فواصل نمونه‌برداری ۱۰ m طراحی شد و مورد برداشت قرار گرفت که در اشکال (۱-۳) و (۲-۳) موقعیت پروفیل‌ها به صورت نقطه چین مشخص شده است.



شکل (۲-۳): موقعیت پروفیل‌های رادیومتری برداشت شده با استفاده از نرم افزار MapInfo

دلیل انتخاب پروفیل‌های شرقی-غربی روند تقریباً شمالی-جنوبی کانی‌سازی در منطقه است که در دیگر آنومالی‌های ساغند نیز دیده شده است.

لازم به یادآوری است که قسمتی از محدوده ABCD که در حاشیه شرقی جاده عبوری از وسط این محدوده قرار دارد از تپه‌های با شیب ملایم تا تند تشکیل شده است که همین امر باعث سهولت قرائت داده‌ها نسبت به حاشیه غربی می‌شد چرا که حاشیه غربی از رشته کوه‌های با شیب بسیار تند تشکیل یافته است که قرائت داده‌ها را در این قسمت با دشواری‌های خاص خود همراه کرده بود (شکل ۳-۳).



شکل (۳-۳): جلوه‌ای از توپوگرافی خشن منطقه
(دید دوربین با زاویه ۴۵ درجه با افق و به سمت شمال شرق)

۳-۳- دستگاه‌های استفاده شده در برداشت‌های رادیومتری

یکی از مهمترین روش‌های اکتشافی مواد پرتوزا بر روی زمین، تعیین مقدار پرتو گامای ساطع شده از سنگ‌ها است. این کمیت در ارتباط مستقیم با کانی‌زائی عناصر پرتوزا می‌باشد. به همین دلیل در اکتشافات مقدماتی میزان پرتوزائی محدوده‌های عملیاتی بطور سیستماتیک سنجیده می‌شود. نحوه برداشت بدین صورت است که دستگاه سینتیلومتر (آشکارساز پرتوگاما) را بر روی نقطه مورد نظر قرار داده و با دریافت مقدار اشعه گاما در هر ثانیه میزان آن در مانیتور دستگاه به صورت شمارش در ثانیه (cps) ثبت می‌شود [۲۷]. سپس قرائت‌های مذکور بصورت منحنی‌های میزان بر روی نقشه زمین‌شناسی منطقه ترسیم شده و تفسیرهای لازم جهت ادامه عملیات و یا کاربردهای دیگر نظیر پهنه‌بندی آلودگی (به لحاظ زیست محیطی) روی آن صورت می‌گیرد [۲۸].

در این پروژه نیز به منظور برداشت داده‌های رادیومتری زمینی از دستگاه سینتیلومتر (SPP2) سازمان انرژی اتمی استفاده شد که نحوه استفاده از آن در شکل (۳-۴) آمده است.



شکل (۳-۴): نحوه استفاده از دستگاه سینتیلومتر

البته از آنجایی که سینتیلومتر تنها میزان پرتوزایی کلی (total) پرتو گاما را آن هم به واحد cps نشان می‌دهد؛ تصمیم گرفته شد تا علاوه بر این از دستگاه اسپکترومتر (GR-410) نیز استفاده شود، چرا که اولاً میزان پرتوزایی را برای کل (TC)، پتاسیم (K)، اورانیوم (U) و تورיום (Th) به صورت مجزا نشان می‌دهد و ثانیاً اعداد نشان داده شده قابل تبدیل به واحد eppm^1 می‌باشند (شکل ۵-۳).



شکل (۵-۳): دستگاه اسپکترومتر GR-410 در کنار دستگاه سینتیلومتر SPP2

¹ -Equivalent part per million

به منظور تبدیل قرائت‌های اسپکترومتر به واحد eppm از فرمول‌های ارائه شده توسط کارشناسان سازمان انرژی اتمی استفاده شد که بسته به نوع دستگاه و نحوه کالیبراسیون آن، ممکن است متفاوت باشد. در این مطالعه از فرمول‌های (۱-۳)، (۲-۳)، (۳-۳) و (۴-۳) در تبدیل قرائت‌های اسپکترومتری استفاده شده است.

$$\text{Total eppm} = ((\text{Total count} - 150) \times 3000) / 100000 \quad (1-3)$$

$$K \% = ((550 \times (K_{\text{count}} - 55)) + (-450 \times (U_{\text{count}} - 25)) + (-130 \times (Th_{\text{count}} - 10))) / 100000 \quad (2-3)$$

$$U_{\text{eppm}} = ((-150 \times (K_{\text{count}} - 55)) + (6300 \times (U_{\text{count}} - 25)) + (-3200 \times (Th_{\text{count}} - 10))) / 100000 \quad (3-3)$$

$$Th_{\text{eppm}} = ((-200 \times (K_{\text{count}} - 55)) + (-400 \times (U_{\text{count}} - 25)) + (13500 \times (Th_{\text{count}} - 10))) / 100000 \quad (4-3)$$

۴-۳- داده‌های برداشت شده

در طی ۱۱ پروفیل و هر پروفیل ۹۱ قرائت، مجموعاً ۱۰۰۱ قرائت توسط دستگاه‌های سینتیلومتر و اسپکترومتر به طور همزمان برداشت شد؛ که مشخصات آماری این داده‌ها^۱ در جدول (۱-۳) ارائه شده است.

جدول (۱-۳): مشخصات آماری داده‌های رادیومتری برداشت شده

	cps	TC (ePPM)	K (%)	U (ePPM)	Th (ePPM)
Number of values	1001	1001	1001	1001	1001
Number of missing values	0	0	0	0	0
Minimum	40	2	0.0003	4.098	1.306
Maximum	6000	471.6	30.023	162.732	452.315
Mean	127	23.2362	1.0318846	14.97056	11.561661
Median	80	19.17	0.0696	13.1775	8.614
First quartile	80	16.32	0.0356	8.5205	6.345
Third quartile	100	21	0.109225	15.682	12.037
Standard deviation	339	27.8218	4.1825052	14.22257	18.727828
Skew	14.089	10.399	4.925	6.067	15.3
Kurtosis	224.526	136.095	24.385	46.475	321.91

همان طور که می‌دانیم از ویژگی‌های توزیع نرمال چولگی^۲ صفر و کشیدگی^۳ برابر سه می‌باشد [۲۹]. بنابراین از آنجایی که اعداد درج شده در جلوی ردیف‌های چولگی و کشیدگی جدول تفاوت

^۱ - کل قرائت‌های رادیومتری انجام شده در پیوست (ج) ارائه شده است.

^۲ - Skew

^۳ - Kurtosis

زیادی با مقادیر این پارامترها در توزیع نرمال دارد، پس نتیجه گرفته می‌شود که توزیع داده‌ها در هر یک از ستون‌های جدول غیر نرمال است. البته این موضوع در بخش آنالیز داده‌ها بیشتر تشریح می‌گردد.

بعلاوه در میان داده‌های برداشت شده، تعدادی نقطه داغ با مشخصات آمده در جدول (۳-۲) نیز ثبت گردید.

جدول (۳-۲): داده‌های ثبت شده برای قرائت‌های بالای ۱۰۰۰ cps

Reading Num	cps	TC (ePPM)	K (%)	U (ePPM)	Th (ePPM)
89.RS.0742	6000	441.3	3.1321	95.9715	59.498
89.RS.0744	6000	471.6	19.7015	99.688	452.315
89.RS.0653	5000	274.32	0.0853	144.892	97.552
89.RS.0975	2500	241.65	4.7731	160.1925	120.104
89.RS.0956	1700	249.54	6.3974	162.732	106.61
89.RS.0557	1500	165.03	0.02303	108.737	80.41
89.RS.0871	1500	103.08	0.0931	48.2425	137.4
89.RS.0986	1100	60.6	0.1845	41.2795	42.871
89.RS.0494	1000	93.51	0.0009	122.998	7.589
89.RS.0901	1000	209.67	2.3559	139.111	139.282
89.RS.0905	1000	141.9	2.6855	103.215	68.484

۳-۵- آنالیز داده‌ها

۳-۵-۱- بررسی توزیع داده‌ها

در این مرحله پیش از هر چیز بایستی به سوالاتی از قبیل موارد زیر پاسخ گوئیم:

۱. توزیع داده‌ها به چه صورت است؟

۲. داده‌های ما از یک جامعه تشکیل شده است یا ترکیبی از چند جامعه است؟

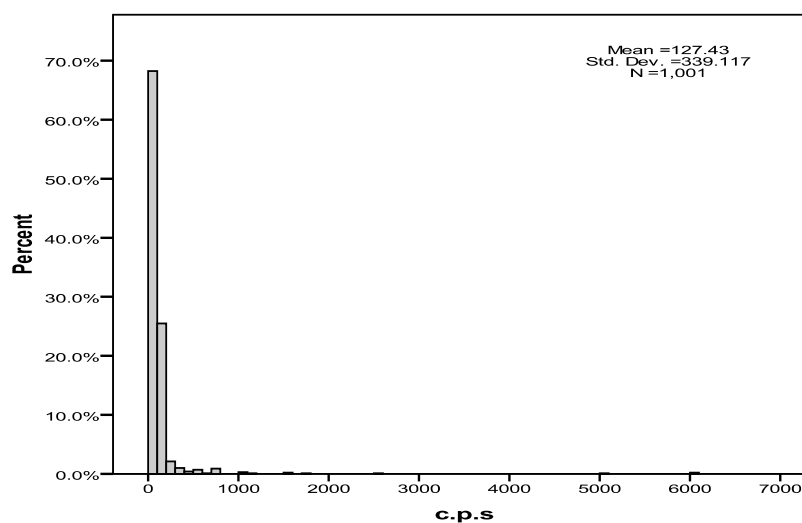
جهت پاسخ گویی به سوال اول، هیستوگرام توزیع داده‌ها برای متغیر پرتو گامای شمارش شده (cps) توسط نرم افزار SPSS ترسیم گردید که در شکل (۳-۶) قابل مشاهده است. همچنین مشخصات آماری این متغیر در جدول (۳-۳) ارائه شده است.

جهت دسته بندی داده‌ها در تمامی مراحل از فرمول لپلتیه [۳۰] استفاده شد که بر اساس این فرمول تعداد دسته (K) داده‌های cps برابر ۳۰ و با طول دسته ۲۰۰ انتخاب شد که در آن N تعداد کل داده‌ها است.

$$K=10 \times \text{LOG}(N)$$

فرمول (۳-۵)

$$K=10 \times \text{LOG}(1001)=30$$

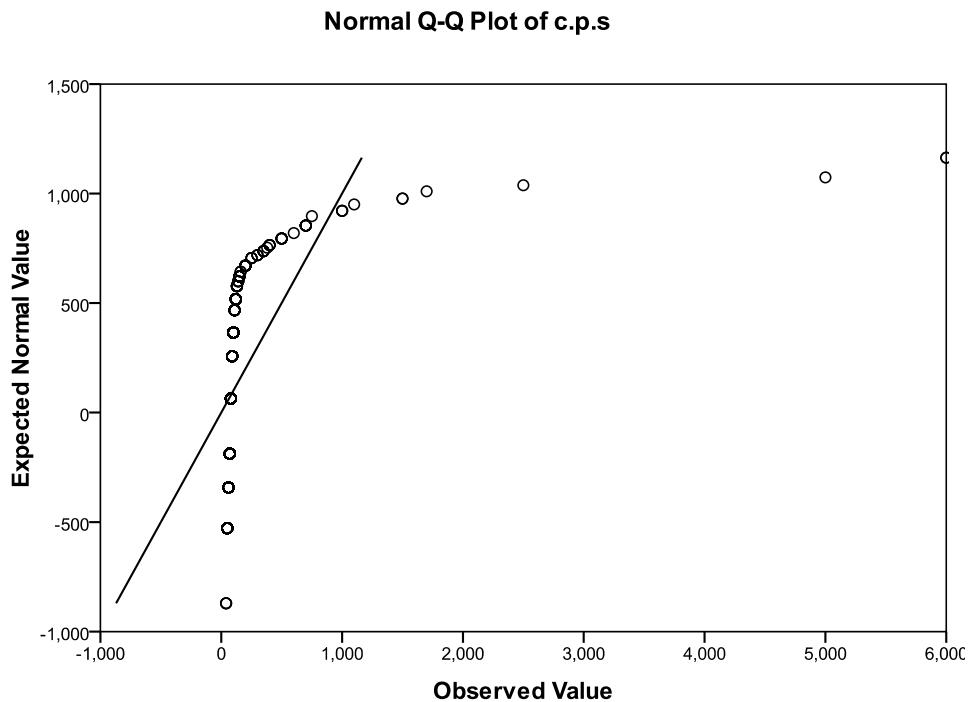


شکل (۳-۶): هیستوگرام درصد فراوانی داده‌های متغیر cps

جدول (۳-۳): مشخصات آماری داده‌های cps

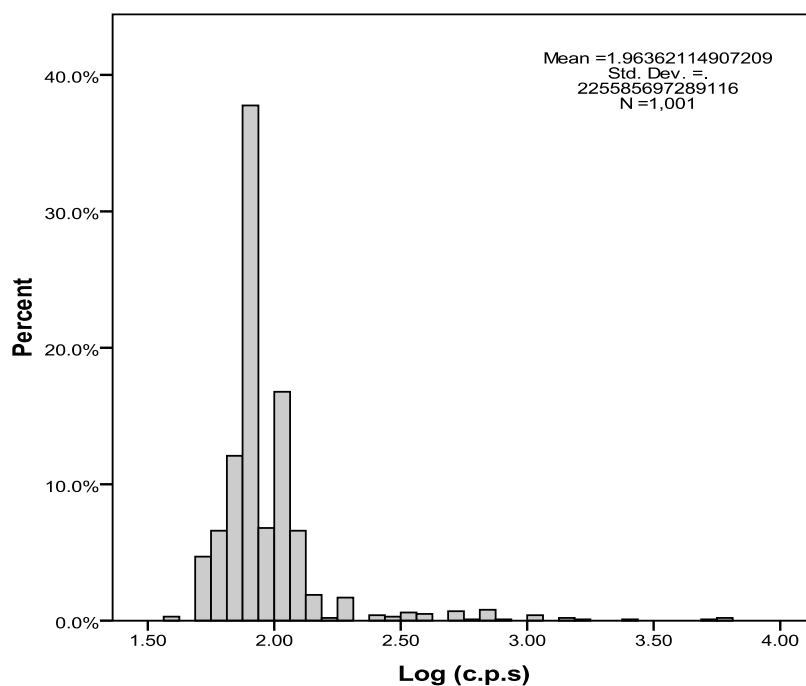
Statistics		
cps		
N	Valid	1001
	Missing	0
Mean		127.43
Median		80.00
Std. Deviation		339.117
Skewness		14.089
Std. Error of Skewness		.077
Kurtosis		224.526
Std. Error of Kurtosis		.154
Minimum		40
Maximum		6000
Percentiles	25	80.00
	50	80.00
	75	100.00

واضح است که این توزیع با توزیع نرمال بسیار فاصله دارد، ولیکن جهت اطمینان خاطر نمودار احتمال این داده‌ها بر روی کاغذ احتمال معمولی نیز ترسیم شد که در شکل (۷-۳) ارائه شده است.



شکل (۷-۳): نمودار احتمال معمولی داده‌های cps

پس از اطمینان نسبت به نرمال نبودن توزیع داده‌های cps، اولین مطلبی که به ذهن خطور خواهد کرد این است که ممکن است داده‌های cps مانند اغلب داده‌های معدنی، توزیع لاگ نرمال داشته باشند. بنابراین با رسم هیستوگرام و نمودار احتمال لگاریتمی این مطلب نیز مورد بررسی قرار گرفت که در اشکال (۸-۳) و (۹-۳) ارائه شده است.

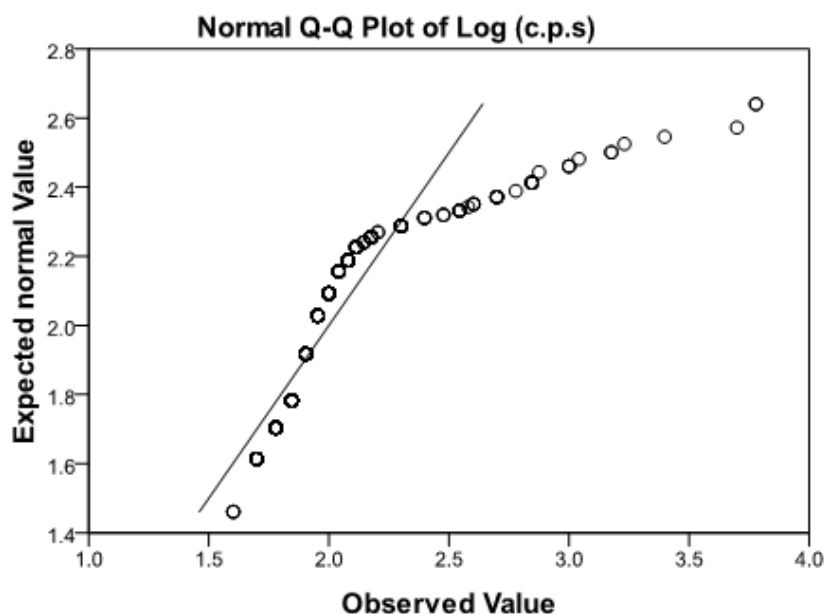


شکل (۳-۸): هیستوگرام درصد فراوانی داده‌های Log (cps)

جدول (۳-۴): مشخصات آماری Log (cps)

Statistics		
Log (cps)		
N	Valid	1001
	Missing	0
Mean		1.963E0
Median		1.903E0
Std. Deviation		0.2255
Skewness		3.695
Std. Error of Skewness		.077
Kurtosis		19.214
Std. Error of Kurtosis		.154
Minimum		1.602E0
Maximum		3.778E0
Percentiles	25	1.903E0
	50	1.903E0
	75	2.000E0

بدیهی است که توزیع لاگ نرمال نیز توصیف کننده توزیع داده‌های مورد بررسی نمی‌باشد؛ هر چند که به جهت اطمینان نسبت به این موضوع نمودار احتمال داده‌ها بر روی کاغذ لگاریتمی نیز ترسیم گردید که منطبق نبودن داده‌ها بر روی یک خط راست نظر قبلی را مورد تایید قرار می‌دهد.



شکل (۳-۹): نمودار احتمال لگاریتمی داده‌های Log (cps)

با استفاده از نرم افزار توزیع‌های دیگری شامل « دوجمله‌ای، پواسون، گاما و ... » نیز مورد ارزیابی قرار گرفت ولی توزیع داده‌های مورد بررسی منطبق بر هیچ یک از توزیع‌های مذکور نبود بنابراین محتمل شد که داده‌های cps از یک جامعه نباشند.

لازم به یادآوری است که تمامی مراحل این بخش بر روی داده‌های متغیرهای TC، K، U و Th نیز صورت گرفت که نتیجه بررسی توزیع این داده‌ها نیز مشابه نتیجه بدست آمده برای توزیع داده‌های cps، محتمل بودن ترکیب جوامع زمینه و آنومالی را مورد تایید قرار می‌داد.

همچنین دو نوع فیلتر میانگین آراسته تعدیلی^۱ و میانگین متحرک^۲ بر روی داده‌های متغیرهای مذکور امتحان شد ولیکن هیچ یک از فیلترها نتوانستند داده‌ها را بصورت همگن درآورند [۲۹].

^۱ -Adaptive Trimmed Mean Filter

^۲ -Moving Average

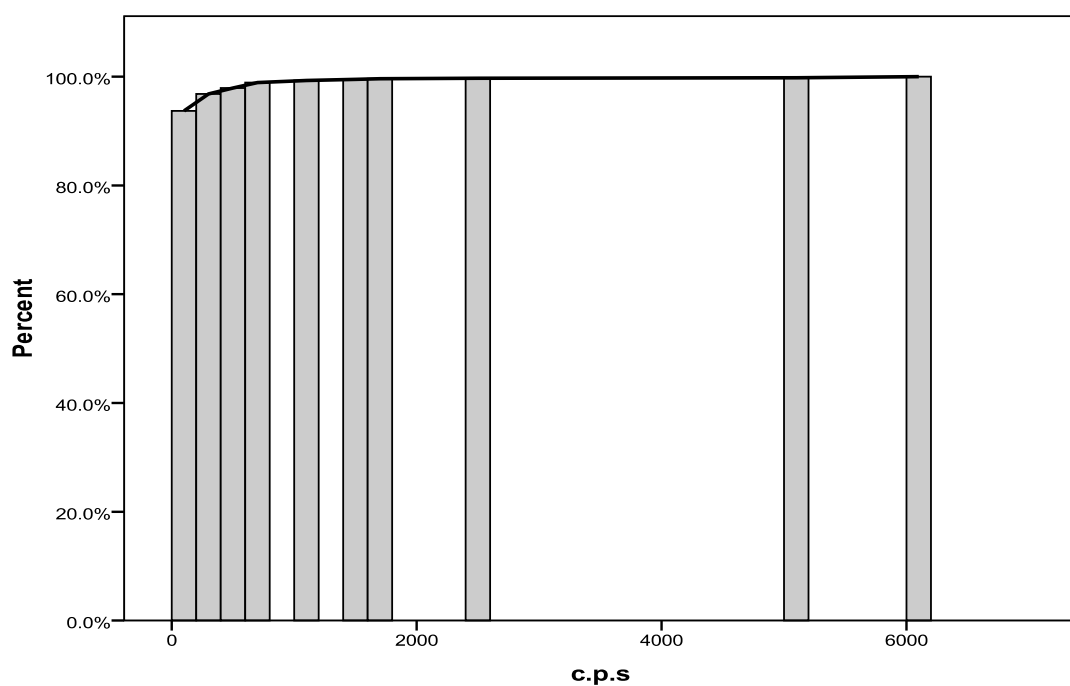
۳-۵-۲- جداسازی جامعه آنومالی از جامعه زمینه با استفاده از نمودار احتمال

نمودار احتمال داده‌هایی که از دو یا چند جامعه تشکیل شده است به صورت یک خط راست نیست؛ بلکه به صورت منحنی شکل با یک یا چند نقطه عطف ظاهر می‌شود. مهمترین مساله در جداسازی جوامع مختلط، تعیین نسبت اختلاط جوامع سازندهی آن و بدست آوردن مرز جدایش است [۲۹].

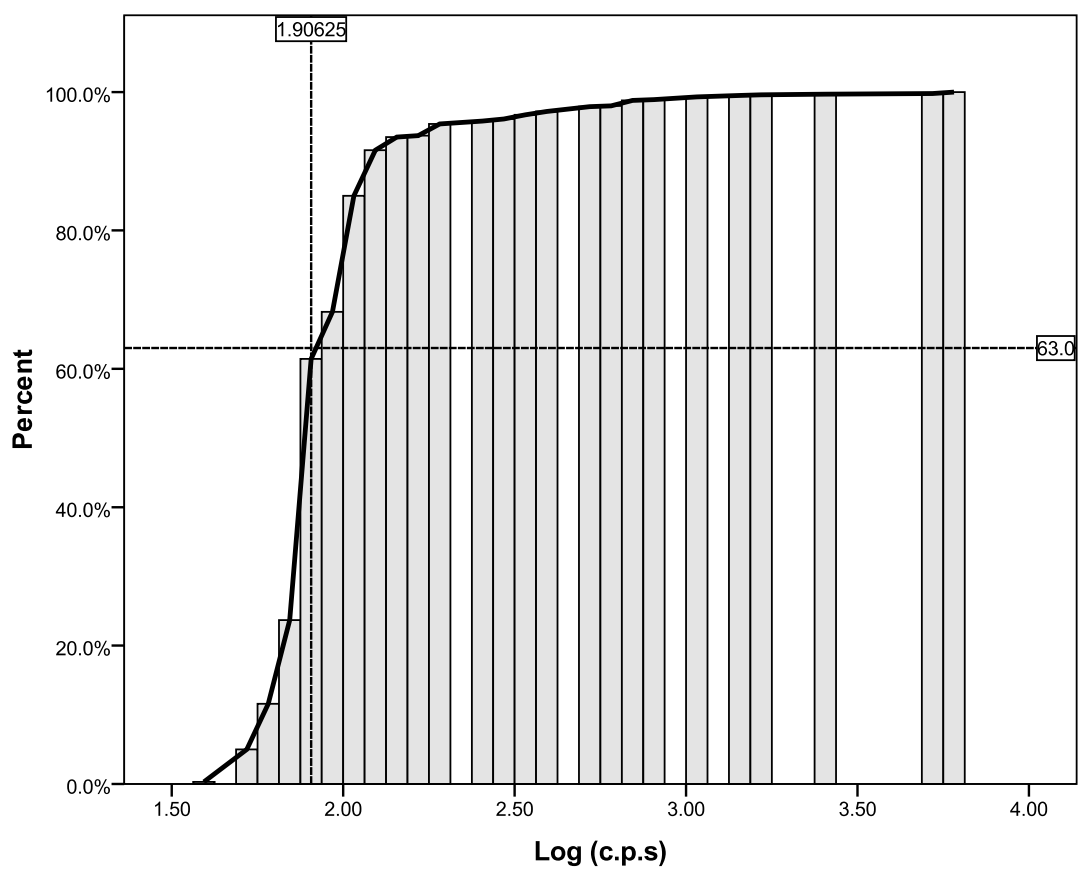
روش کار بدین صورت است که درصد فراوانی تجمعی در نقطه‌ی عطف منحنی احتمال توزیع جوامع مختلط برابر نسبت اختلاط دو جامعه‌ی سازنده آن، می‌باشد. همچنین مقدار متغیر متناظر با این درصد بعنوان مرز جدایش جوامع در نظر گرفته می‌شود [۲۹].

در عمل مشکلاتی در مورد تعیین نقطه عطف وجود دارد چرا که داده‌های واقعی دقیقاً روی یک منحنی مشخص قرار نمی‌گیرند بلکه حول یک روند مشخص پراکنده می‌شوند. این عمل سعی و خطا باید آنقدر ادامه یابد تا با نتایج قابل قبول بدست آید و یا فرض اختلاط جوامع رد گردد [۲۹].

اولین مرحله جدایش، ترسیم نمودار احتمال است. این کار برای داده‌ها انجام شد و با استفاده از نرم افزار یک خط به آن برازش شد ولیکن نقطه عطف مشخصی در نمودار (۳-۱۰) دیده نشد؛ به همین دلیل تصمیم گرفته شد تا همین نمودار برای داده‌های Log (cps) ترسیم گردد که همان گونه که در شکل (۳-۱۱) دیده می‌شود نمودار بهتری جهت تشخیص نقطه عطف بدست می‌دهد.



شکل (۳-۱۰): نمودار احتمال داده‌های cps

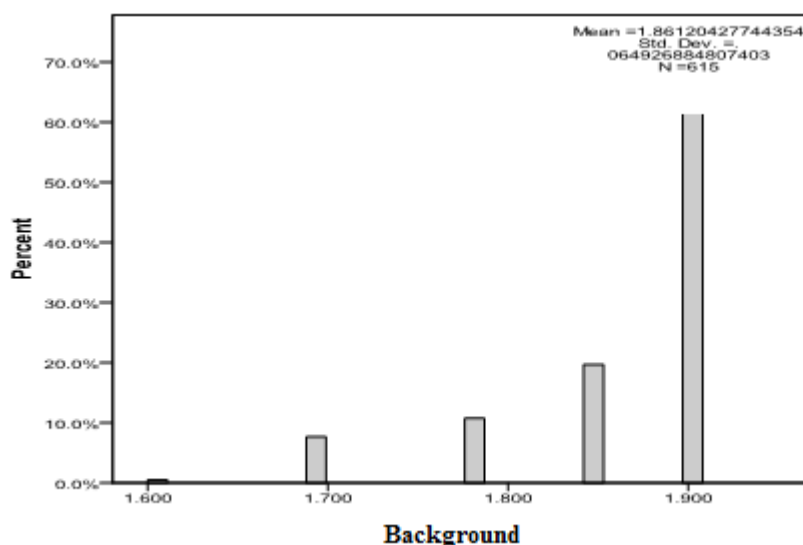


شکل (۳-۱۱): نمودار احتمال داده‌های Log (cps) و جدایش مرز ۱/۹۰۶۲۵

همانگونه که در شکل (۳-۱۱) دیده می‌شود به صورت چشمی مقدار متناظر با ۶۳٪ و ۱/۹۰۶۲۵ بعنوان نقطه عطف انتخاب گردید و بر این اساس مرز جدایش دو جامعه زمینه و آنومالی عدد ۱/۹۰۶۲۵ انتخاب شد. سپس بر اساس این مرز، داده‌ها در دو جامعه یکی کمتر از این مقدار بعنوان جامعه زمینه و دیگری بزرگتر از این مقدار بعنوان جامعه آنومالی از هم جدا گردید. مشخصات آماری و توزیع فراوانی هر یک از دو جامعه در جداول (۳-۵) و (۳-۶) و اشکال (۳-۱۲) و (۳-۱۳) ارائه شده است.

جدول (۳-۵): مشخصات آماری جامعه زمینه جدا شده با مرز ۱/۹۰۶۲۵ از داده‌های Log (cps)

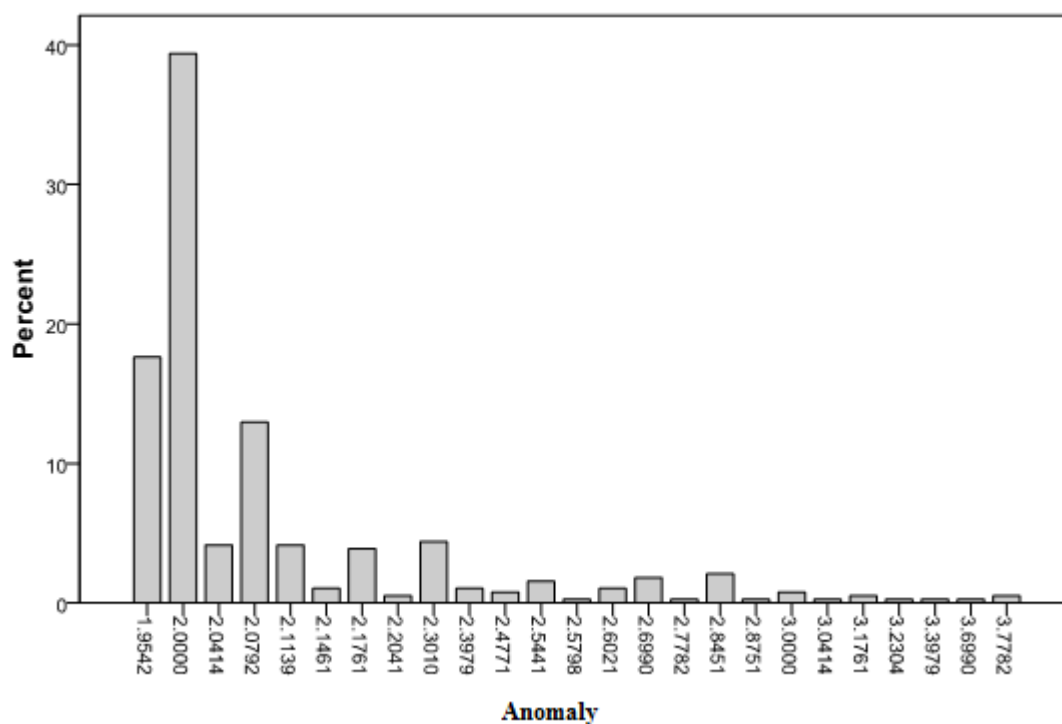
Statistics		
Background (1.90625)		
N	Valid	615
	Missing	386
Mean		1.8612
Median		1.9031
Std. Deviation		.06492
Skewness		-1.573
Std. Error of Skewness		.099
Kurtosis		1.650
Std. Error of Kurtosis		.197
Minimum		1.6021
Maximum		1.9031
Percentiles	25	1.8451
	50	1.9031
	75	1.9031



شکل (۳-۱۲): هیستوگرام توزیع جامعه زمینه جدا شده با مرز ۱/۹۰۶۲۵ از داده‌های Log (cps)

جدول (۳-۶): مشخصات آماری جامعه آنومالی جدا شده با مرز ۱/۹۰۶۲۵ از داده‌های Log (cps)

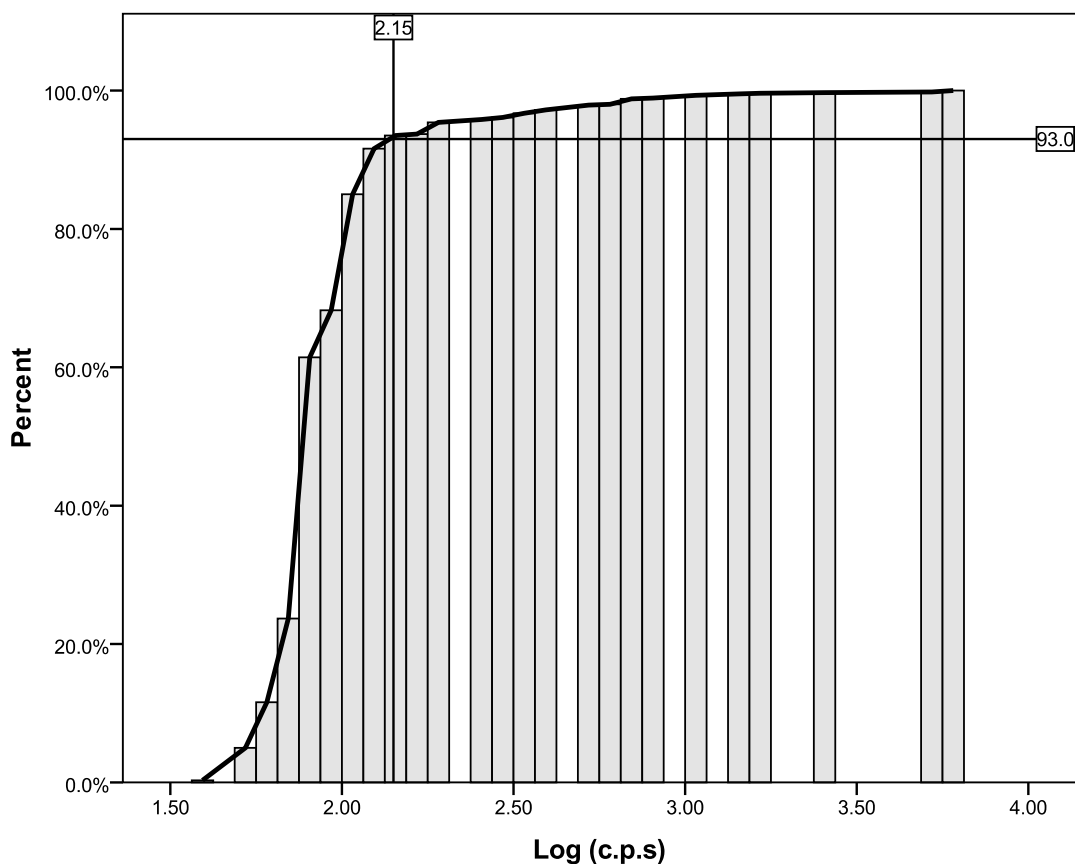
Statistics		
Anomaly (90625/1)		
N	Valid	386
	Missing	615
Mean		2.126798
Median		2.000000
Std. Deviation		.2863645
Skewness		2.993
Std. Error of Skewness		.124
Kurtosis		10.287
Std. Error of Kurtosis		.248
Minimum		1.9542
Maximum		3.7782
Percentiles	25	2.000000
	50	2.000000
	75	2.113943



شکل (۳-۱۳): هیستوگرام توزیع جامعه آنومالی جدا شده با مرز ۱/۹۰۶۲۵ از داده‌های Log (cps)

همانگونه که از جداول (۳-۵) و (۳-۶) و اشکال (۳-۱۲) و (۳-۱۳) برمی آید توزیع جوامع زمینه و آنومالی جدا شده حالت نرمال ندارند این بدان معنی است که هنوز جوامع بدرستی جدا نشده‌اند. بنابراین می‌بایست در تشخیص نقطه عطف جدید دقت بیشتری کرد. از طرفی همان گونه که در

هیستوگرام توزیع جامعه زمینه دیده می‌شود فقدان قسمت انتهایی توزیع، باعث خروج توزیع از حالت نرمال شده است. همچنین در هیستوگرام جامعه آنومالی وجود قسمت ابتدایی توزیع، باعث خروج آن از حالت نرمال است. در نتیجه می‌بایست دقت تطبیق مرز جدایش را افزایش دهیم. این مرز همان گونه که در شکل (۳-۱۴) دیده می‌شود برابر ۲/۱۵ انتخاب شده است.

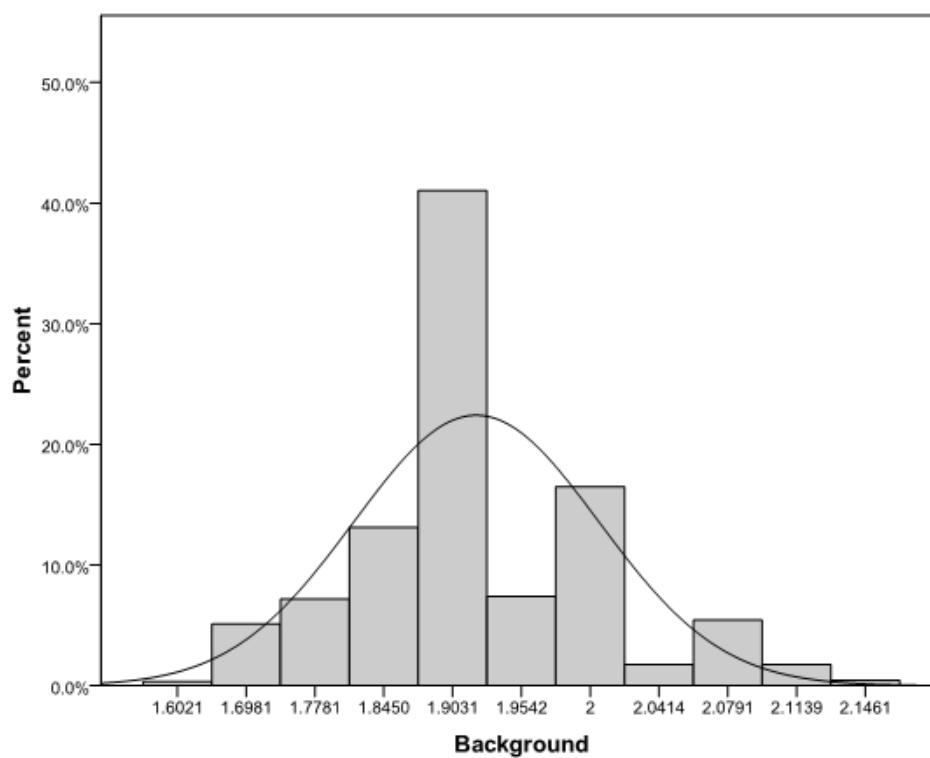


شکل (۳-۱۴): نمودار احتمال داده‌های Log (cps) و انتخاب مرز جدایش ۲/۱۵

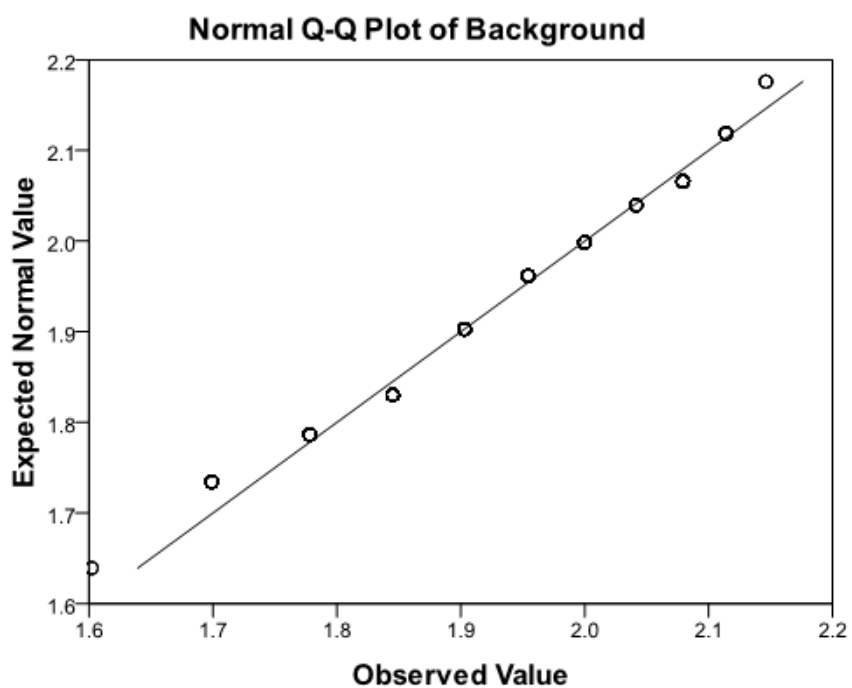
حال جوامع را بر اساس مرز جدید جدا می‌کنیم. مشخصات آماری و توزیع فراوانی و نمودار احتمال هر یک از دو جامعه جدید در جداول (۳-۷) و (۳-۸) و اشکال (۳-۱۵) و (۳-۱۶) و (۳-۱۷) و (۳-۱۸) ارائه شده است.

جدول (۷-۳): مشخصات آماری جامعه زمینه جدا شده با مرز ۲/۱۵ از داده‌های Log (cps)

Statistics		
Background (2.15)		
N	Valid	921
	Missing	80
Mean		1.911
Median		1.903
Std. Deviation		.0933
Skewness		-0.225
Std. Error of Skewness		0.081
Kurtosis		0.444
Std. Error of Kurtosis		0.161
Minimum		1.602
Maximum		2.146
Percentiles	25	1.845
	50	1.903
	75	2.000



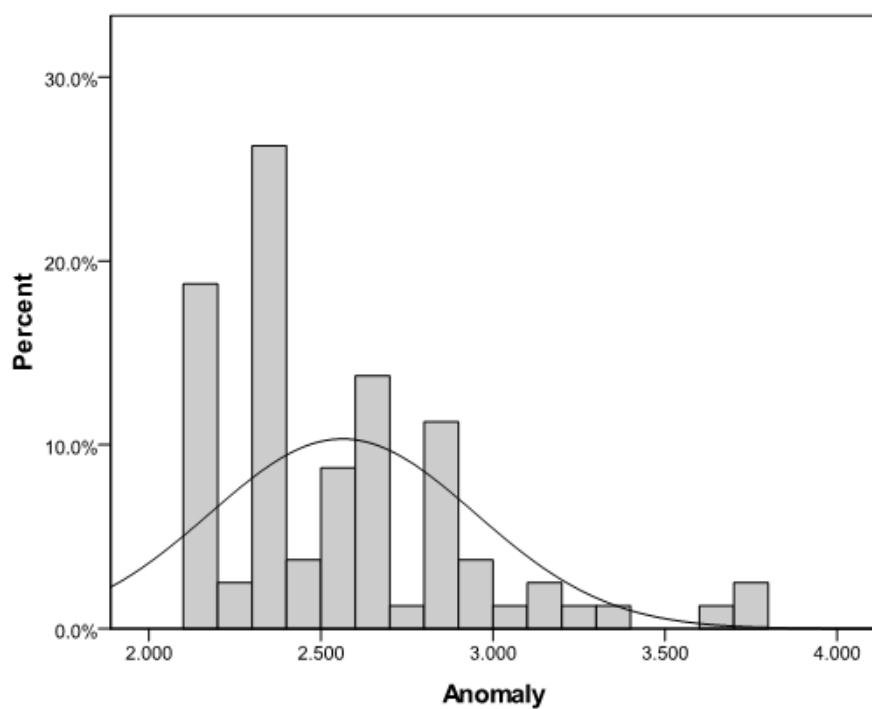
شکل (۱۵-۳): هیستوگرام توزیع جامعه زمینه جدا شده با مرز ۲/۱۵



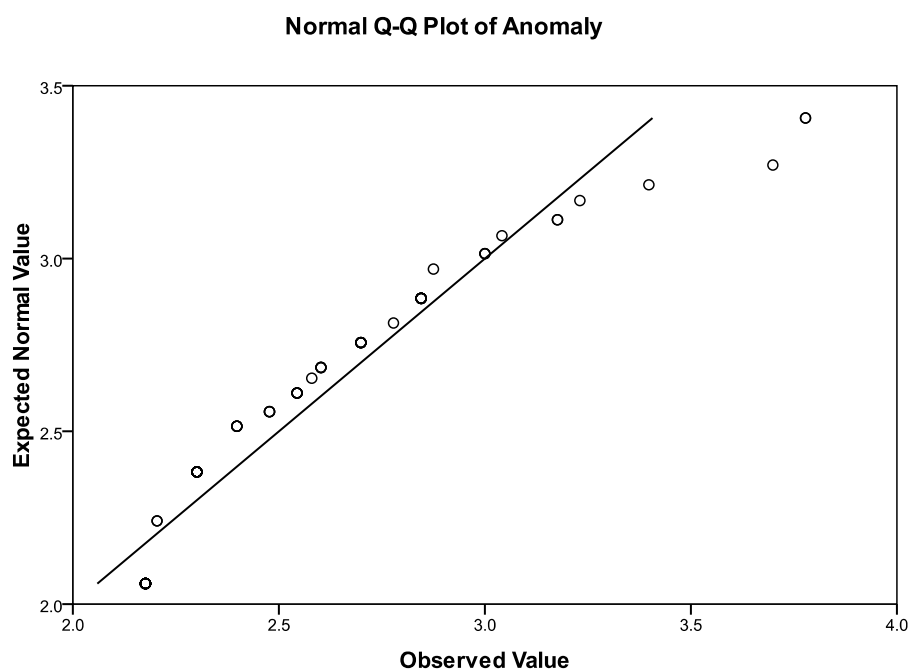
شکل (۳-۱۶): نمودار احتمال جامعه زمینه جدا شده با مرز ۲/۱۵

جدول (۳-۸): مشخصات آماری جامعه آنومالی جدا شده با مرز ۲/۱۵ از داده‌های Log (cps)

Statistics		
Anomaly (2.15)		
N	Valid	80
	Missing	921
Mean		2.562
Median		2.477
Std. Deviation		0.384
Skewness		1.308
Std. Error of Skewness		0.269
Kurtosis		1.696
Std. Error of Kurtosis		0.532
Minimum		2.176
Maximum		3.778
Percentiles	25	2.301
	50	2.477
	75	2.828



شکل (۳-۱۷): هیستوگرام توزیع جامعه آنومالی شده با مرز ۲/۱۵



شکل (۳-۱۸): نمودار احتمال جامعه آنومالی جدا شده با مرز ۲/۱۵

همان طور که مشاهده می‌شود مرز جدایش جدید (۲/۱۵) به خوبی دو جامعه را از هم جدا می‌کند چرا که توزیع دو جامعه جدید بسیار شبیه توزیع نرمال است. بنابراین با همین مرز ۲/۱۵ دو جامعه را از هم جدا کرده و کار ادامه می‌یابد.

پس از جداسازی جامعه آنومالی از زمینه، سوالی که مطرح می‌شود این است که حد آستانه‌ای برای جدایش مقادیر آنومال چقدر است؟ در پاسخ باید گفت که واژه آنومالی همیشه به طور نسبی سنجیده می‌شود یعنی آنومالی یا غیر عادی بودن یک خصوصیت نسبت به یک مبنایی است که تلقی می‌شود. لذا مناسب آن است که ابتدا جامعه آنومالی را مشخص کنیم و سپس در آن جامعه مقادیر واقعاً غیر عادی را بیابیم. عبارت دیگر جامعه آنومالی نشان دهنده زمینه محلی و مقادیر پر عیار آن نشان دهنده آنومالی‌های واقعی است [۲۹].

بنابراین بایستی نگاه دقیق تری به جدول (۳-۸) داشت. در این جدول مقادیر میانه، انحراف معیار، کمینه و بیشینه به ترتیب شامل: ۲/۴۷۷، ۰/۳۸۴، ۲/۱۷۶ و ۳/۷۷۸ می‌باشند.

حال اگر مقدار $x+s=2/477+0/384=2/861$ را بعنوان حد آستانه‌ای در نظر بگیریم تنها ۱۲ قرائت از جامعه ۸۰ قرائتی آنومالی بالاتر از این مقدار قرار می‌گیرند.

در صورتی که مقدار $x+2s=2/477+(2 \times 0/384)=3/245$ را بعنوان حد آستانه‌ای در نظر گرفته شود تنها ۴ قرائت بالاتر از این مقدار در جامعه آنومالی دیده می‌شود.

از طرفی از آنجا که مقادیر با cps بالای ۱۰۰۰ برای ما مهم است^۱ و این مقادیر با بکار بردن حد آستانه‌ای ۲/۸۶۱ از دیگر مقادیر جدا می‌شوند؛ بنابراین مقدار ۲/۸۶۱ را بعنوان حد آستانه‌ای آنومالی در نظر می‌گیریم. عبارت دیگر جامعه آنومالی نشان دهنده زمینه محلی و مقادیر بزرگتر از ۲/۸۶۱ نشان دهنده آنومالی هستند. بر این اساس مقادیر بزرگتر از ۲/۸۶۱ نشان دهنده آنومالی ممکن و مقادیر بزرگتر از ۳/۲۴۵ نشان دهنده آنومالی احتمالی است.

^۱ - طبق نظر کارشناسان سازمان انرژی اتمی در منطقه ساغند به لحاظ تجربی مقادیر با cps بالای ۱۰۰۰ از اهمیت اکتشافی برخوردار هستند.

این در حالی است که معمولاً در اکتشافات معدنی داده‌های بالاتر از $x+2s$ را بعنوان آنومالی در نظر می‌گیرند [۲۹]. لازم بذکر است که دلیل استفاده از میانه بجای میانگین این است که میانه نسبت به میانگین کمتر تحت تاثیر داده‌های کرانه‌ای قرار می‌گیرد و ثانیاً مستقل از تابع توزیع داده‌ها است. داده‌های آنومالی با در نظر گرفتن مقدار ۲/۸۶۱ در جدول (۳-۹) آمده است.

جدول (۳-۹): لیست داده‌های آنومال با در نظر گرفتن مقدار ۲/۸۶۱ بعنوان حد آستانه‌ای

Reading Num	cps	TC (ePPM)	K (%)	U (ePPM)	Th (ePPM)	Log (cps)
89.RS.0806	750	150.9	2.0305	108.018	80.142	2.875061
89.RS.0494	1000	93.51	0.0009	122.998	7.589	3
89.RS.0901	1000	209.67	2.3559	139.111	139.282	3
89.RS.0905	1000	141.9	2.6855	103.215	68.484	3
89.RS.0986	1100	60.6	0.1845	41.2795	42.871	3.041393
89.RS.0557	1500	165.03	0.02303	108.737	80.41	3.176091
89.RS.0871	1500	103.08	0.0931	48.2425	137.4	3.176091
89.RS.0956	1700	249.54	6.3974	162.732	106.61	3.230449
89.RS.0975	2500	241.65	4.7731	160.1925	120.104	3.39794
89.RS.0653	5000	274.32	0.0853	144.892	97.552	3.69897
89.RS.0742	6000	441.3	3.1321	95.9715	59.498	3.778151
89.RS.0744	6000	471.6	19.7015	99.688	452.315	3.778151

اگر شماره قرائت‌های جدول (۳-۹) را با جدول (۳-۲) مقایسه کنید خواهید دید که روش بکار رفته در جداسازی جامعه آنومالی و تعیین حد آستانه‌ای تا چه اندازه موفقیت آمیز بوده است. همان طور که مشاهده می‌شود تمامی قرائت‌های جدول (۳-۲) در جدول (۳-۹) وجود دارد، بعبارت دیگر روش بکار رفته تمامی قرائت‌های مد نظر (بالای ۱۰۰۰ cps) را بخوبی از مابقی قرائت‌ها جدا کرده است.

بر اساس روش بکار رفته در آنالیز داده‌های متغیر cps، جامعه ۱۰۰۱ قرائتی اولیه به دو جامعه زمینه ۹۲۱ قرائتی و آنومالی ۸۰ قرائتی تقسیم بندی گردید و در نتیجه ادامه تحلیل و تفسیر بر مبنای این دو جامعه انجام خواهد گرفت. مشخصات آماری جامعه آنومالی ۸۰ قرائتی جدا شده به همراه مقادیر حد آستانه‌ای برای متغیرهای مختلف در جدول (۳-۱۰) ارائه شده است.

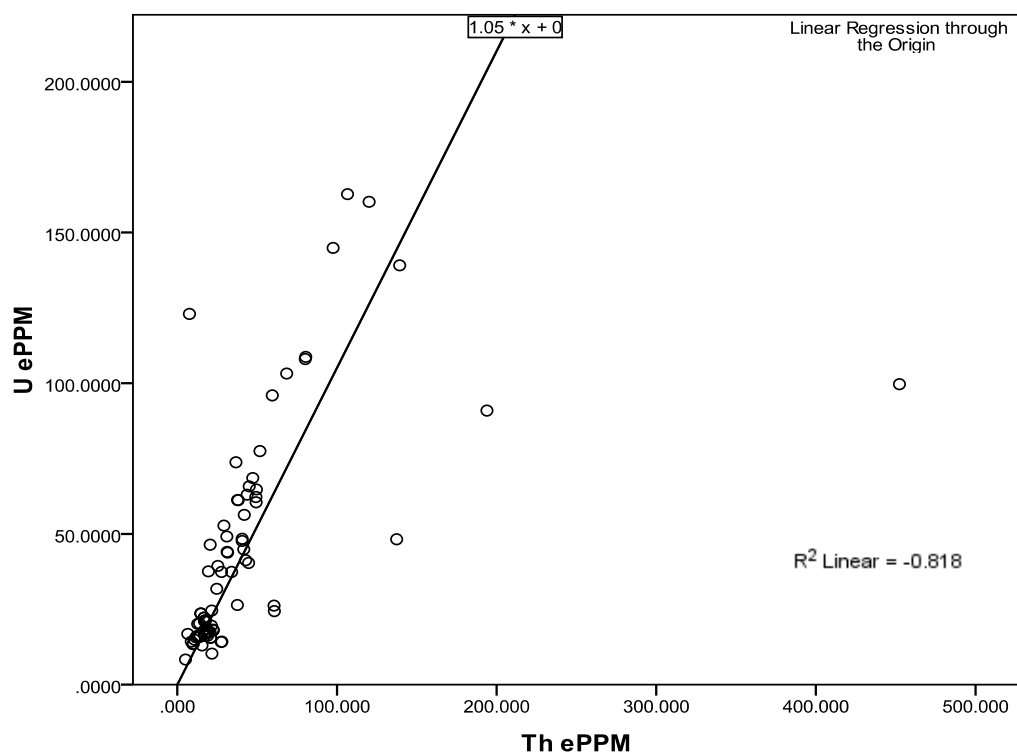
جدول (۳-۱۰): مشخصات آماری متغیرهای مختلف در جامعه آنومالی جدا شده

	Log (cps)	Log (K)	Log (U)	Log (Th)
Number of values	80	80	80	80
Minimum	2.176091	-3.52288	0.921088	0.709355
Maximum	3.778151	1.294499	2.211473	2.655441
Mean	2.562834	-0.84341	1.512528	1.449195
Median	2.477121	-1.01771	1.4046	1.373005
First quartile	2.30103	-1.36068	1.231011	1.228988
Third quartile	2.811625	-0.16775	1.784289	1.645407
Standard deviation	0.384162	0.837092	0.325475	0.346291
Skew	1.308	-0.081	0.468	0.753
Kurtosis	1.696	0.751	-0.879	1.132
x+s	861/2283	-0.18062	1.730074	1.719296
x+2s	3.245445	0.656476	2.055549	2.065587
AntiLog(x+s)	726.5798	0.659758	53.71235	52.39577
AntiLog(x+2s)	1759.727	4.533948	113.6446	116.302

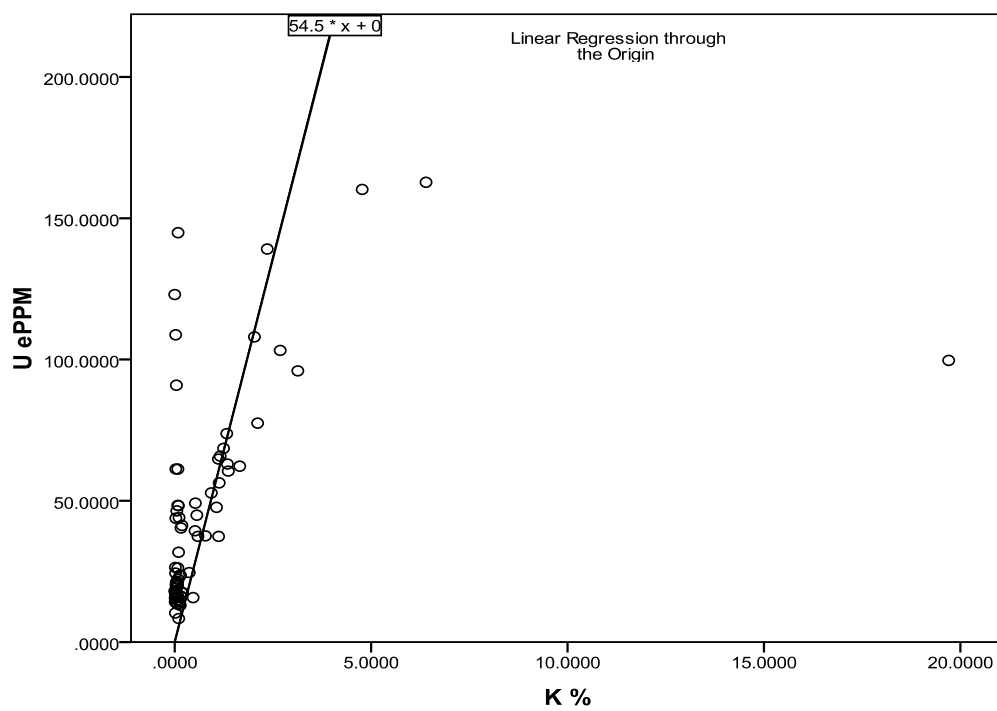
۳-۵-۳- بررسی میزان همبستگی داده‌های اسپکترومتر

قبل از ترسیم نقشه‌های کنتوری، بهتر است اطلاعی از میزان همبستگی متغیرهای اندازه گیری شده توسط اسپکترومتر نسبت به هم ارائه شود. به همین منظور با استفاده از مدل رگرسیون خطی امکان برازش یک خط به داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. این کار با استفاده از نمودارهای پراکندگی "Scatter plot" انجام شده است [۳۱].

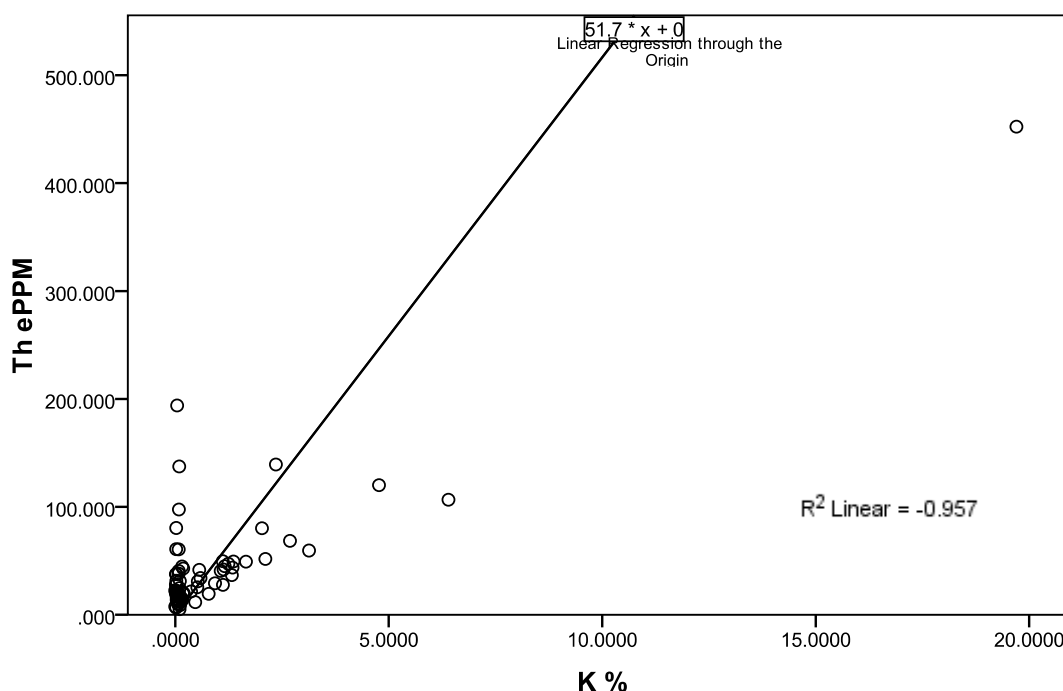
از جمله شرایط اصلی دستیابی به یک مدل رگرسیون معتبر این است که متغیرهای مورد بررسی دارای توزیع نرمال باشند [۲۹]. از آنجا که متغیرهای مورد بحث پس از جداسازی جامعه آنومالی از جامعه زمینه، توزیع نرمال پیدا کرده‌اند، بنابراین مدل رگرسیون ارائه شده نسبتاً معتبر خواهد بود. در شکل‌های (۳-۱۹) لغایت (۳-۲۱) میزان همبستگی متغیرهای مختلف ارائه شده است.



شکل (۳-۱۹): میزان همبستگی بین متغیرهای U , Th



شکل (۳-۲۰): میزان همبستگی بین متغیرهای U , K



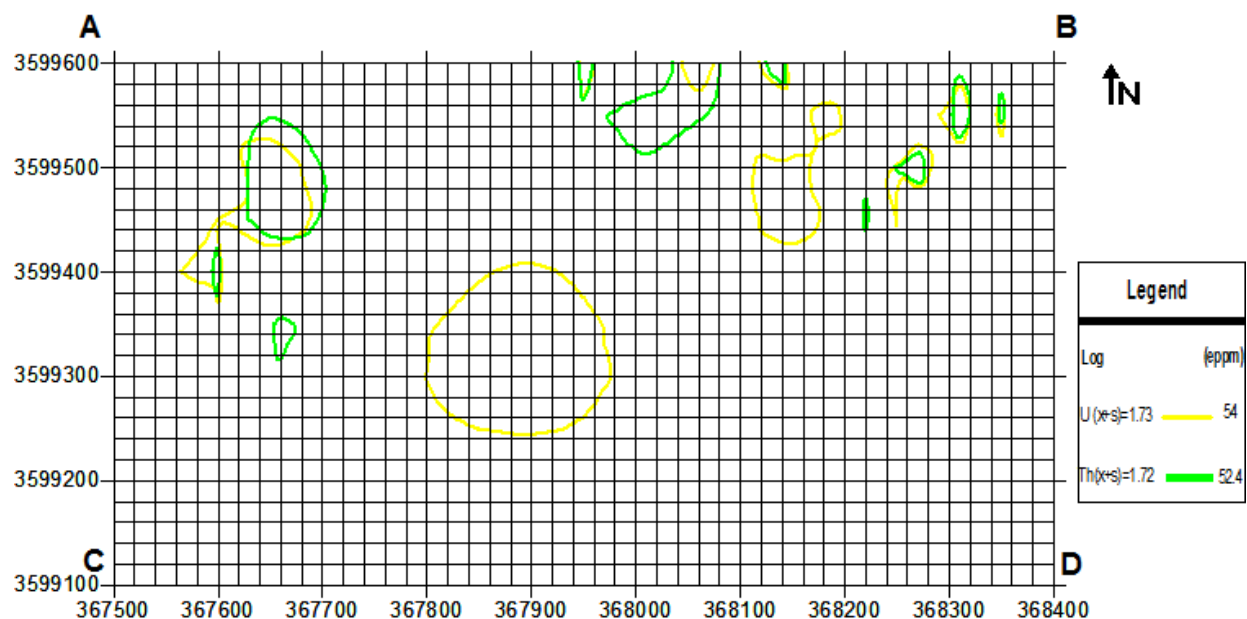
شکل (۳-۲۱): میزان همبستگی بین متغیرهای K , Th

همان‌طور که در شکل (۳-۱۹) مشاهده می‌شود، شیب معادله رگرسیون خطی میان U و Th نزدیک ۱ است؛ این بدان معنی است که میزان غنی‌شدگی U و Th در نمونه‌های مورد بررسی تقریباً یکسان است. به همین دلیل دور از انتظار نیست که کنتورهای رسم شده برای این دو متغیر تقریباً بر هم منطبق باشند. این مطلب در شکل (۳-۲۲) به تصویر کشیده شده است.

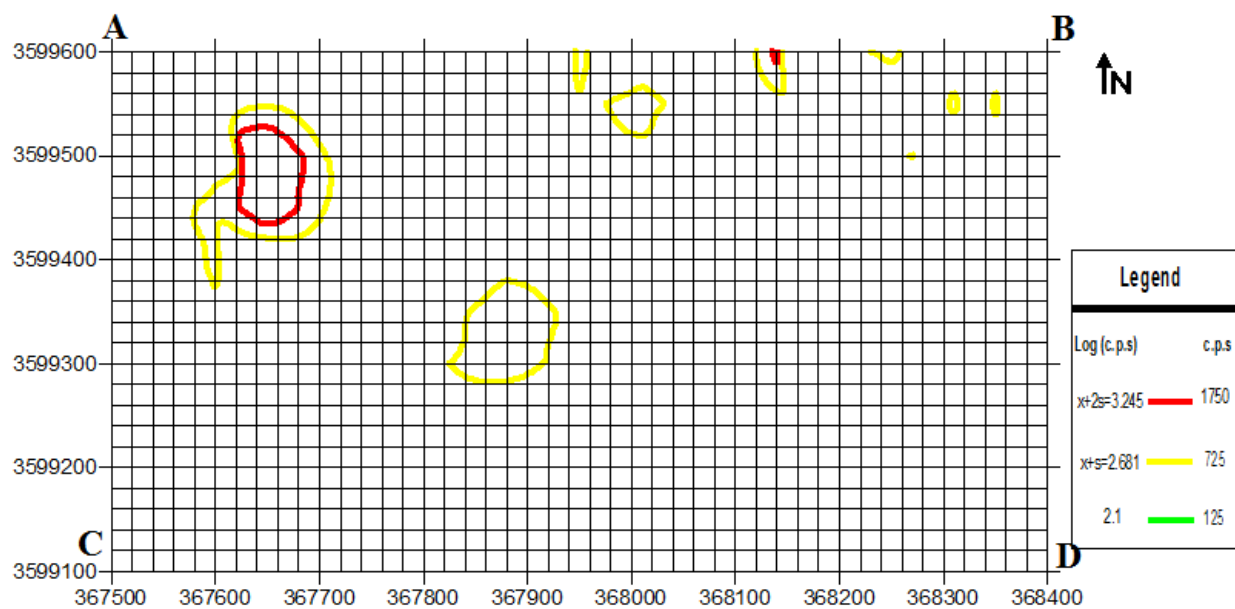
از طرفی از اشکال (۳-۲۰) و (۳-۲۱) نتیجه گرفته می‌شود که میزان غنی‌شدگی U و Th در اکثر نمونه‌ها چندین برابر میزان غنی‌شدگی K می‌باشد.

۳-۶- ترسیم نقشه‌ها

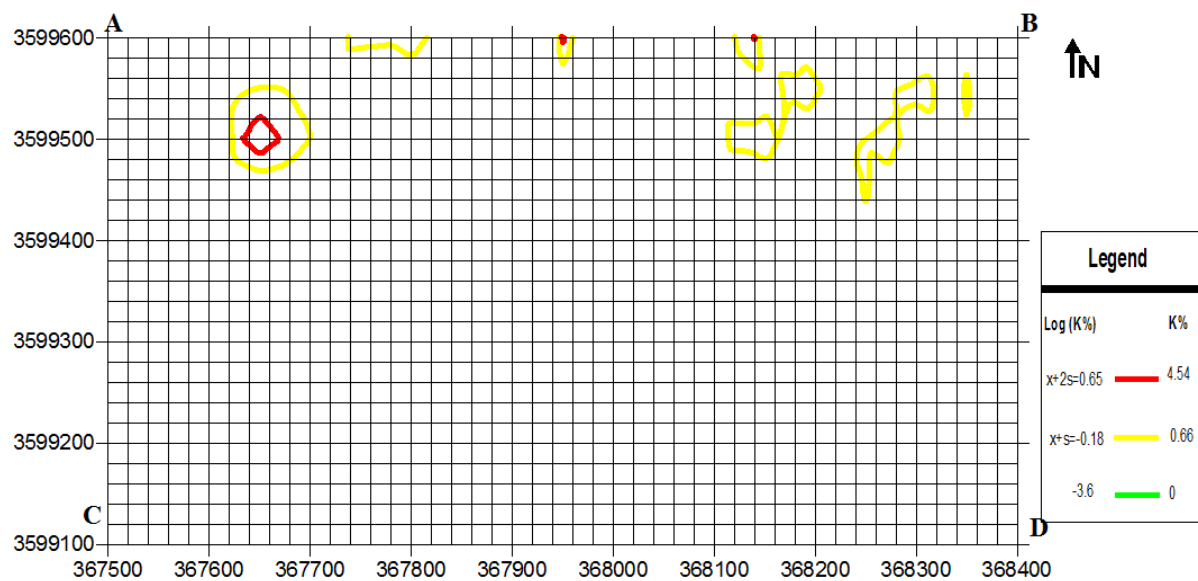
بر مبنای جامعه آنومالی جدا شده در قسمت قبل و با استفاده از نرم‌افزارهای Surfer و ArcGIS و بکارگیری روش درون‌یابی کریجینگ نقشه‌های کنتوری متغیرهای cps، K، U و Th بدست آمد که بترتیب در اشکال (۳-۲۳) و (۳-۲۴) و (۳-۲۵) و (۳-۲۶) ارائه شده است.



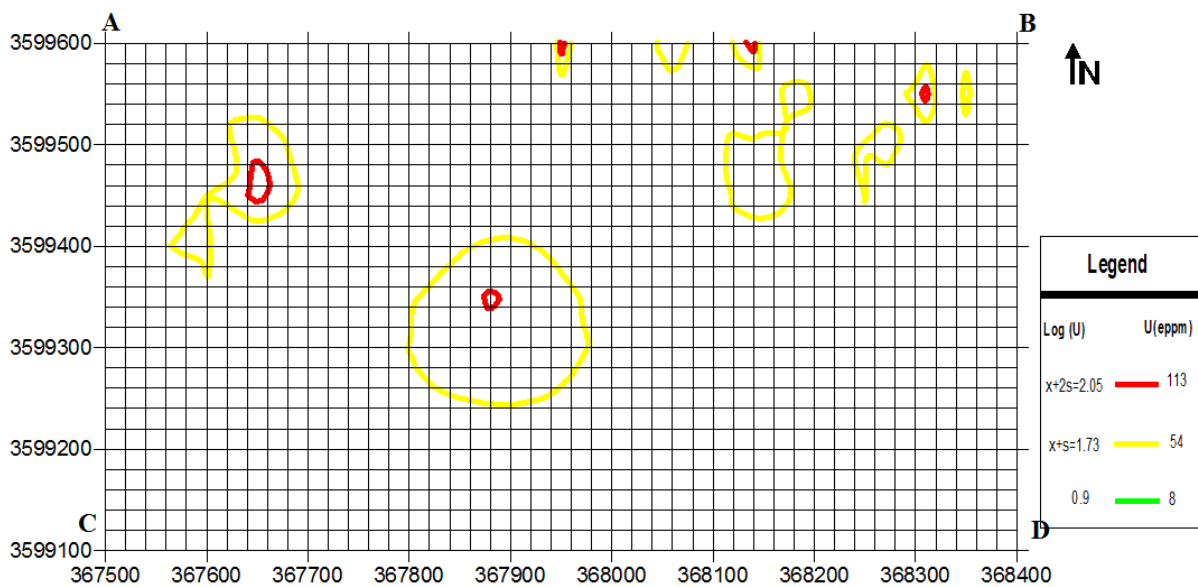
شکل (۳-۲۲): کننورهای رسم شده برای مقادیر بزرگتر از X+S برای متغیرهای U , Th



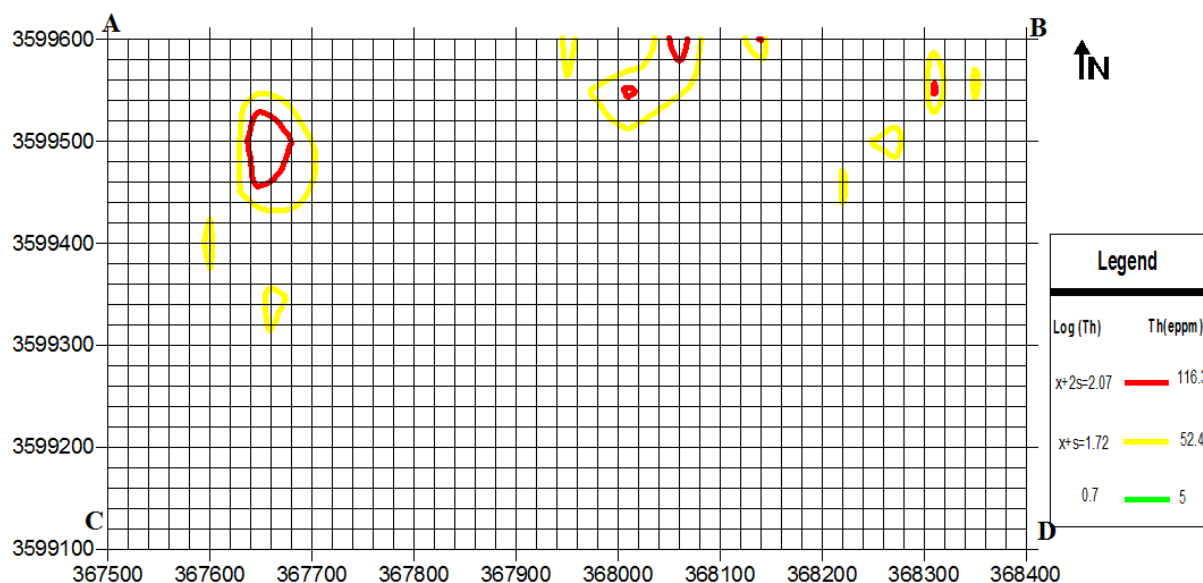
شکل (۳-۲۳): نقشه کننوری جامعه آنومالی برای متغیر cps



شکل (۳-۲۴): نقشه کنٹوری جامعہ آنومالی برای متغیر K

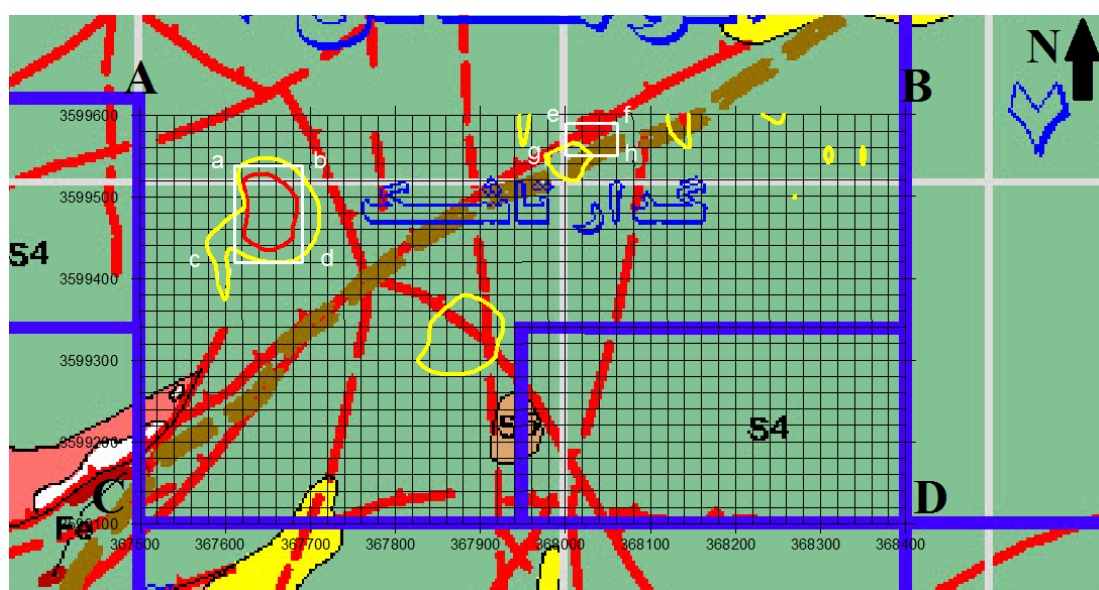


شکل (۳-۲۵): نقشه کنٹوری جامعہ آنومالی برای متغیر U



شکل (۳-۲۶): نقشه کنتوری جامعه آنومالی برای متغیر Th

همان طور که مشاهده می‌گردد تمرکز نقاط پرتوزا در گوشه شمال غربی و شمال محدوده مورد مطالعه قرار دارد. البته تمرکزی نیز در مرکز محدوده مشاهده می‌شود که بیشتر ناشی از ترانشه‌های حفر شده در قسمت‌های تپه‌ای کنار جاده می‌باشد. از این رو ادامه مطالعه بر روی محدوده‌های مشخص شده در شکل (۳-۲۷) متمرکز خواهد شد.



شکل (۳-۲۷): نقشه کنتورهای آنومال cps برازش شده بر روی نقشه زمین شناسی آنومالی ۶ ساغند

همان طور که در شکل (۳-۲۷) مشخص شده است محدوده‌های جدید abcd و efgh به منظور برداشت داده‌های ژئوشیمیایی انتخاب گردید. در مجموع در این دو محدوده، تعداد ۴۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی و ۱۸ نمونه جهت مطالعات پتروگرافی در خرداد ۱۳۹۰ در طی ۷ روز برداشته شد که در فصل بعد مطالعه و تجزیه و تحلیل آن‌ها انجام خواهد شد.

فصل چهارم

برداشت، مطالعه و تحلیل داده‌های اکتشاف ژئوشیمیایی

۴-۱- مقدمه

پس از انجام عملیات صحرایی مرحله اول و تعیین دو محدوده ABCD و EFGH جهت برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی در قسمت‌های شمالی و شمال غربی محدوده مورد مطالعه، مرحله دوم عملیات صحرایی به منظور برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی سیستماتیک از نقاط داغ مشخص شده و انجام رادیومتری، آغاز گردید. برای انجام کار، شبکه نمونه‌برداری سیستماتیک به فاصله ۲۰ متر به ۲۰ متر به منظور برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی در هر دو محدوده طراحی شد، به نحوی که در محدوده ABCD در مجموع ۳۵ نمونه و در محدوده EFGH، ۱۲ نمونه لیتوژئوشیمیایی برداشت شد. ضمناً همزمان با برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی، قرائت رادیومتری نیز با دستگاه سینتیلومتر انجام گرفت تا هم‌خوانی دو سری داده بدست آمده نیز مورد مقایسه قرار گیرد.

همچنین از لیتولوژی‌های رادیواکتیو، ۲ نمونه جهت تهیه مقاطع صیقلی و از لیتولوژی‌های مختلف، ۱۶ نمونه جهت تهیه مقاطع نازک به منظور مطالعات پتروگرافی برداشت شد که شرح آن‌ها در فصل دوم ارائه شده است.

نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی بوسیله دستگاه XRF (Phylipes 4100) برای اکسیدهای عناصر اصلی (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O , MgO , K_2O , TiO_2 , MnO , P_2O_5) و عناصر فرعی (Cl, S,) (Ba, Co, Cr, Cu, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, V, Y, Zr, Zn, Mo, U, Th) آنالیز گردید^۱ (البته مقدار عنصر Mo در تمامی ۴۷ نمونه گرفته شده، کمتر از حد تشخیص دستگاه بود و بنابراین هیچ داده‌ای از آنالیز این عنصر بدست نیامد). در ادامه این داده‌ها مورد مطالعه و تحلیل‌های آماری قرار می‌گیرد و نتایج آن بصورت کنتورهای آنومالی بر روی نقشه زمین‌شناسی برازش می‌شود.

^۱ - کل داده‌های حاصل از آنالیز XRF در پیوست د ارائه شده است.

۴-۲- نمونه برداری

پس از مشخص شدن محدوده‌های آنومالی در نتیجه عملیات صحرایی قبلی، عملیات صحرایی مرحله بعدی برای برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی، مقاطع نازک و مقاطع صیقلی در دستور کار قرار گرفت. بدین صورت که در یک شبکه مربعی ۲۰ متر در ۲۰ متر (در جهت شرقی- غربی و شمالی- جنوبی) در دو محدوده اشاره شده، ۴۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی به صورت سیستماتیک برداشت شد. بعلاوه در هر محدوده قرائت رادیومتری نیز بوسیله سینتیلومتر بعمل آمد. همچنین همان طوری که اشاره شد از برخی نقاط اکتیو و غیر اکتیو نیز تعداد ۱۶ نمونه جهت تهیه مقاطع نازک و ۲ نمونه جهت تهیه مقاطع صیقلی برداشت شد. در جدول (۴-۱) لیست نمونه های برداشت شده همراه با سایر مشخصات آمده است.

جدول (۴-۱): لیست نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی، مقاطع نازک و صیقلی برداشت شده از محدوده‌های ABCD و EFGH آنومالی ۶ ساغند

Sample Number		c.p.s	Thin Section ¹	Polish Section	Sample Number		c.p.s	Thin Section	Polish Section
RS.01	a	100			RS.25	bs4	180		
RS.02		200			RS.26	as5	120		
RS.03		150			RS.27		110		
RS.04		150			RS.28		110		
RS.05	b	2000	RS-LA ² -1		RS.29		120		
RS.06	as1 ³	150			RS.30	bs5	120		
RS.07		150			RS.31	c	160		
RS.08		170			RS.32		130		
RS.09		180			RS.33		140		
RS.10	bs1	1600			RS.34		160		
RS.11	as2	350			RS.35	d	450	RS-LA-5	
RS.12		900			RS.36	e	120		
RS.13		12000	RS-LA-2		RS.37		160		
RS.14		180			RS.38		350		
RS.15	bs2	130			RS.39	f	1600	RS-LA-6	RS-PA-2
RS.16	as3	120			RS.40	es1	210		
RS.17		120			RS.41		150		
RS.18		110	RS-LA-3		RS.42		180		
RS.19		160			RS.43	fs1	280		
RS.20	bs3	170			RS.44	g	320		
RS.21	as4	120			RS.45		450		
RS.22		180			RS.46		170		
RS.23		5000	RS-LA-4	RS-PA-1	RS.47	h	190		
RS.24		140							

^۱ - ۱۰ مقطع نازک هم از دیگر نقاط محدوده‌های ABCD و EFGH برداشت شده است که مختصاتشان با مختصات نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی هم خوانی نداشت.

^۲ - عبارت LA نشان دهنده لیتولوژی اکتیو است.

^۳ - یعنی از موقعیت a یک گام (۲۰ متر) به سمت جنوب حرکت شده است.

۴-۳- تحلیل داده‌های بدست آمده از آنالیز XRF

۴-۳-۱- تخمین داده‌های سنسورد

پس از اینکه نتایج آنالیز برای عناصر مختلف مشخص شد مشاهده گردید که برخی از داده‌ها^۱ سنسورد هستند، بنابراین می‌باید آن‌ها را با اعدادی که ماهیت بقیه داده‌ها را داشته باشند، جایگزین کرد [۲۹]. قسمتی از داده‌های حاصل از آنالیز در جدول (۴-۲) ارائه شده است.

جدول (۴-۲): قسمتی از داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌های لیتوژنوشیمیایی

Sample Number	SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	U(ppm)	Th(ppm)	Sample Number	SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	U(ppm)	Th(ppm)
RS.01	66.649	2.757	11	24	RS.25	66.321	1.948	1	26
RS.02	66.551	2.746	4	30	RS.26	58.603	4.532	6	16
RS.03	59.503	5.705	16	20	RS.27	57.22	4.4	1	10
RS.04	67.919	2.375	12	20	RS.28	59.687	5.132	28	11
RS.05	52.491	9.091	510	106	RS.29	64.21	3.497	10	21
RS.06	60.879	2.652	N ²	13	RS.30	67.507	2.264	11	18
RS.07	62.228	2.879	3	4	RS.31	58.796	3.422	12	20
RS.08	66.201	3.609	22	27	RS.32	58.257	6.149	7	15
RS.09	68.02	1.848	10	29	RS.33	57.91	4.814	8	6
RS.10	46.865	12.863	389	107	RS.34	58.252	5.261	N	3
RS.11	57.49	9.491	16	53	RS.35	60.583	2.495	44	18
RS.12	58.112	8.602	155	74	RS.36	31.542	1.815	N	8
RS.13 ³					RS.37	68.122	1.785	2	16
RS.14	65.695	2.752	11	21	RS.38	58.087	2.715	30	70
RS.15	51.593	7.749	N	N	RS.39	49.333	9.979	32	42
RS.16	56.921	3.52	11	4	RS.40	57.771	4.231	7	7
RS.17	60.309	3.092	19	9	RS.41	58.97	3.817	2	10
RS.18	41.867	8.904	1584	138	RS.42	60.685	5.46	73	16
RS.19	56.221	9.528	31	7	RS.43	55.48	9.504	5	19
RS.20	59.394	5.989	12	N	RS.44	56.103	8.069	52	2
RS.21	61.816	2.182	24	18	RS.45	65.221	7.468	188	17
RS.22	62.4	1.621	36	31	RS.46	52.149	7.796	26	11
RS.23	51.897	11.015	456	26	RS.47	56.701	3.433	7	2
RS.24	67.238	2.207	10	23					

داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شود که در بین آن‌ها به علت بالا بودن حد حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری، تعدادی داده به صورت مقادیر کوچکتر از حد حساسیت دستگاه^۴ یافت می‌شود و یا اینکه به علت بالا بودن مقدار یک داده، خارج از حد تشخیص دستگاه قرار گرفته و

^۱ - کل داده‌های حاصل از آنالیز XRF در پیوست د ارائه شده است.

^۲ - Not detection

^۳ - This sample has large amount of Barite and is out of calibration limit

^۴ - Not detection

مقداری برای آن ثبت نمی‌گردد. وجود چنین اعدادی در بین یک سری داده می‌تواند بررسی‌های آماری را دچار اختلال نماید [۲۹].

روش‌های مختلفی برای تخمین داده‌های سنسورد وجود دارد که هم برای داده‌های سنسورد شده از بالا و هم برای داده‌های سنسورد شده از پایین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در اینجا از روش جایگزینی ساده استفاده می‌گردد.

در روش جایگزینی ساده مقادیر بزرگتر از حد حساسیت دستگاه در مرز بالایی را با $\frac{4}{3}$ حد بالایی حساسیت و مقادیر کمتر از حد حساسیت در مرز پایینی را با $\frac{3}{4}$ آن جایگزین می‌کنیم. اگر تعداد داده‌های سنسورد در مقابل کل داده‌ها ناچیز باشد (کمتر از ۱۰ درصد) معمولاً می‌توان از این روش استفاده کرد [۲۹].

بطور مثال برای نمونه RS.13 که بزرگتر از حد حساسیت دستگاه است و هیچ یک از عناصر آن اندازه گیری نشده است، تخمین سنسورد با روش جایگزینی ساده برای SiO_2 به شرح زیر می‌باشد:

$$(4/3) \times 68.122 = 90.829 \%$$

مقدار 68.122 بزرگترین عدد ثبت شده توسط دستگاه برای متغیر SiO_2 می‌باشد.

همچنین برای نمونه RS.05 مقدار U ثبت نشده است چرا که کوچکتر از حد حساسیت دستگاه است و جلوی آن با حرف N مشخص شده است. با روش جایگزینی ساده برای این متغیر مقدار زیر بدست می‌آید.

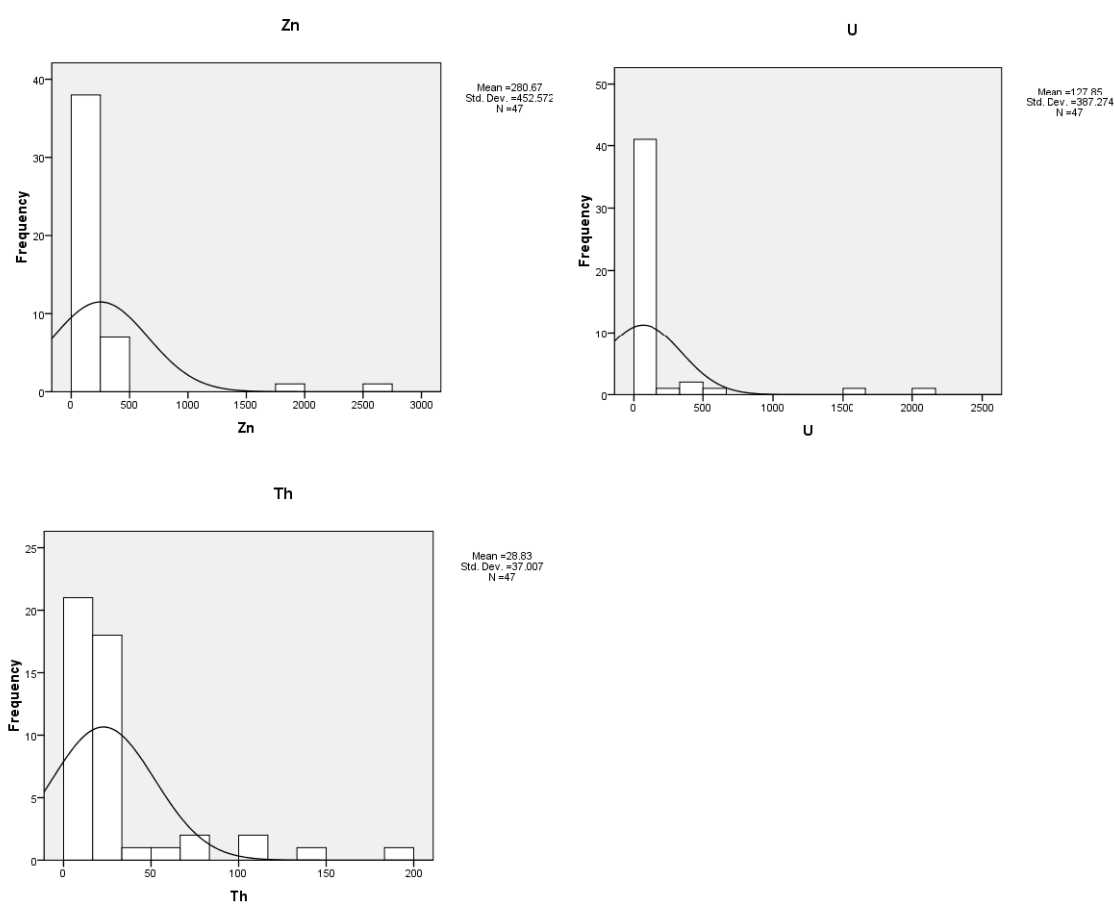
$$(3/4) \times 1 = 0.75 \text{ ppm}$$

مقدار ۱ کوچکترین عدد ثبت شده توسط دستگاه برای متغیر U است.

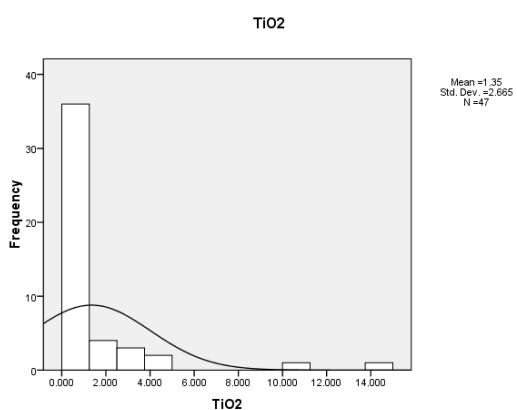
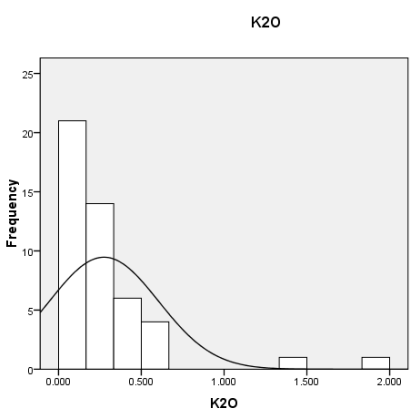
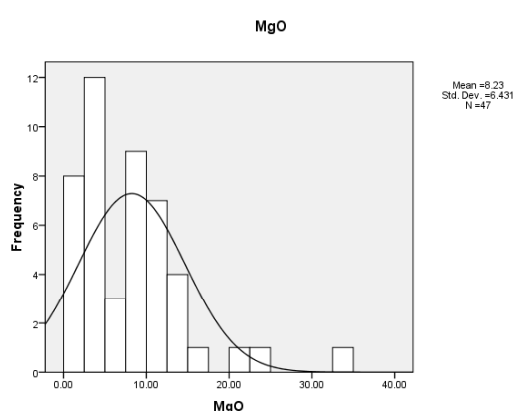
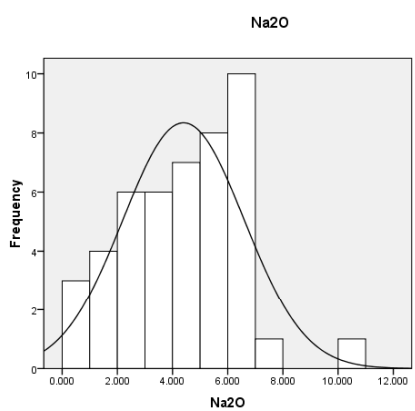
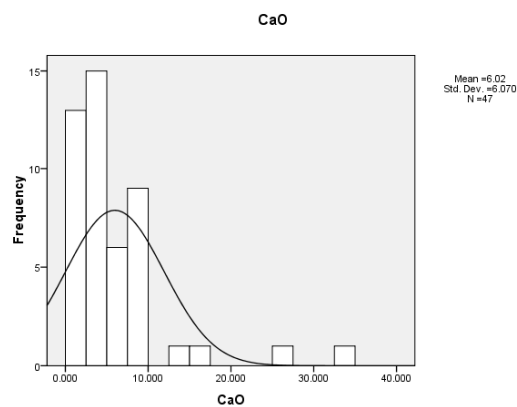
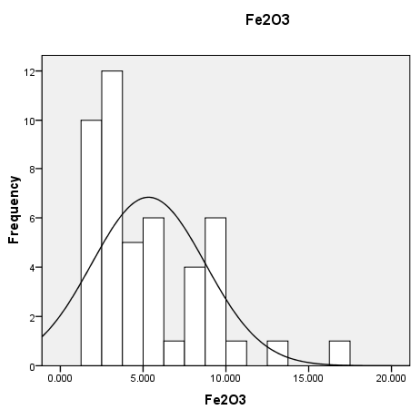
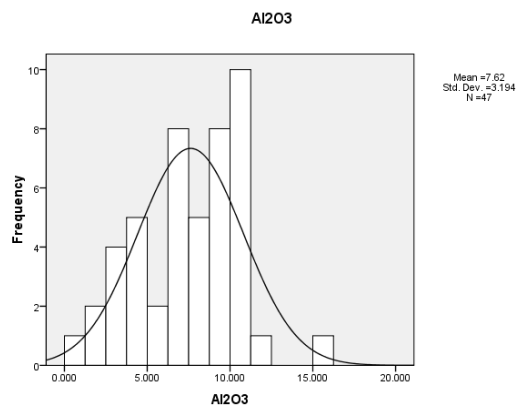
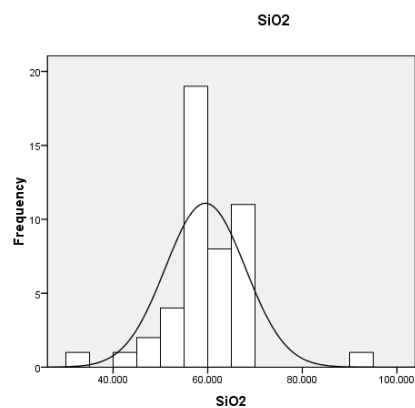
به همین روش مابقی داده‌های سنسورد را تخمین زده و لیست کاملی از اعداد را مورد مطالعات آماری قرار می‌دهیم.

۴-۳-۲- بررسی توزیع داده‌ها

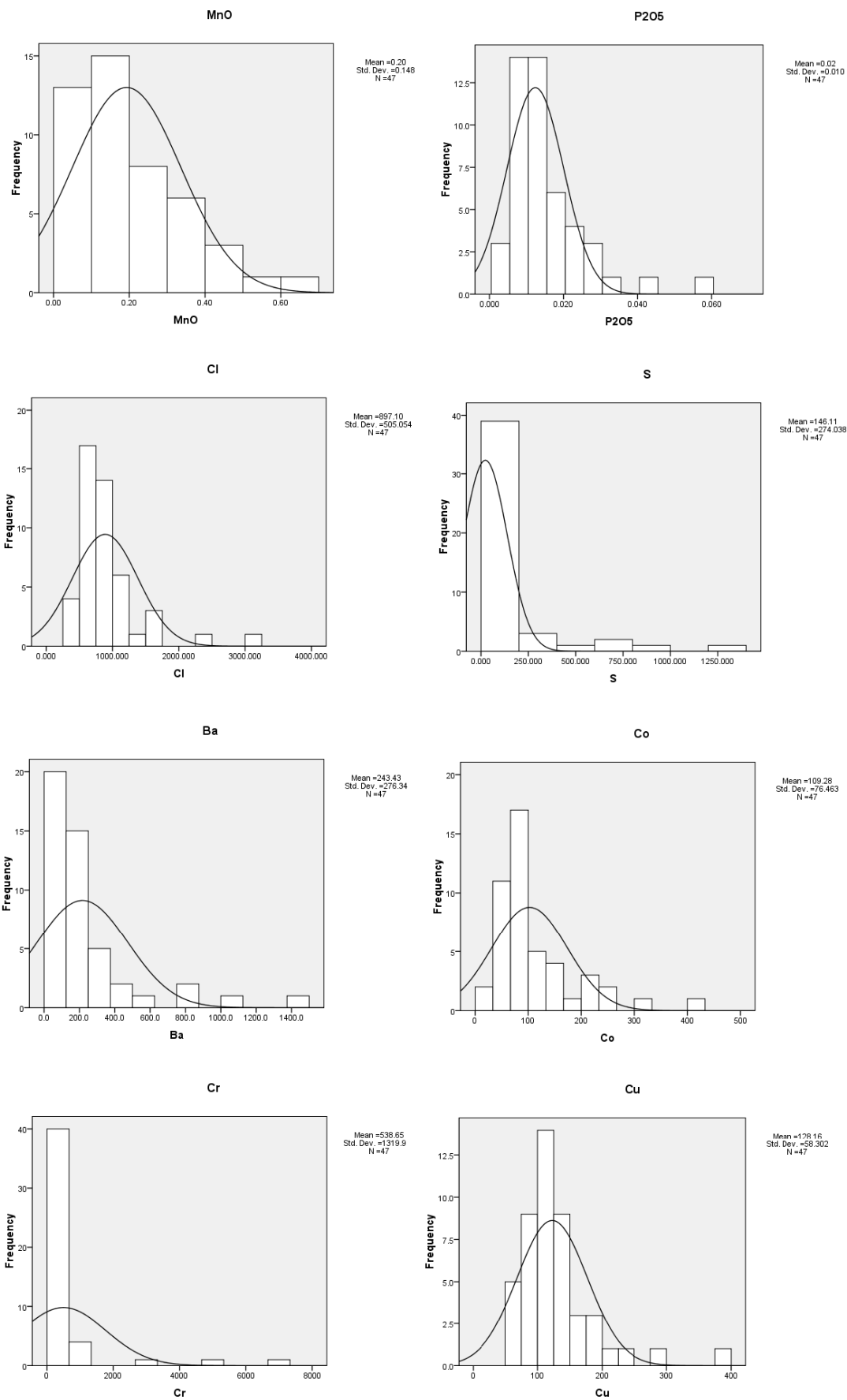
در ابتدا با استفاده از نرم افزار SPSS پارامترهای آماری برای متغیرهای مختلف نمونه‌ها بدست می‌آید. با توجه به هیستوگرام‌های فراوانی رسم شده در شکل (۴-۱) و داده‌های جدول (۴-۳)، نتیجه گرفته می‌شود که از میان متغیرهای مورد آنالیز تنها SiO_2 و Al_2O_3 توزیع نزدیک نرمال دارند و بقیه متغیرها از این توزیع پیروی نمی‌کنند.



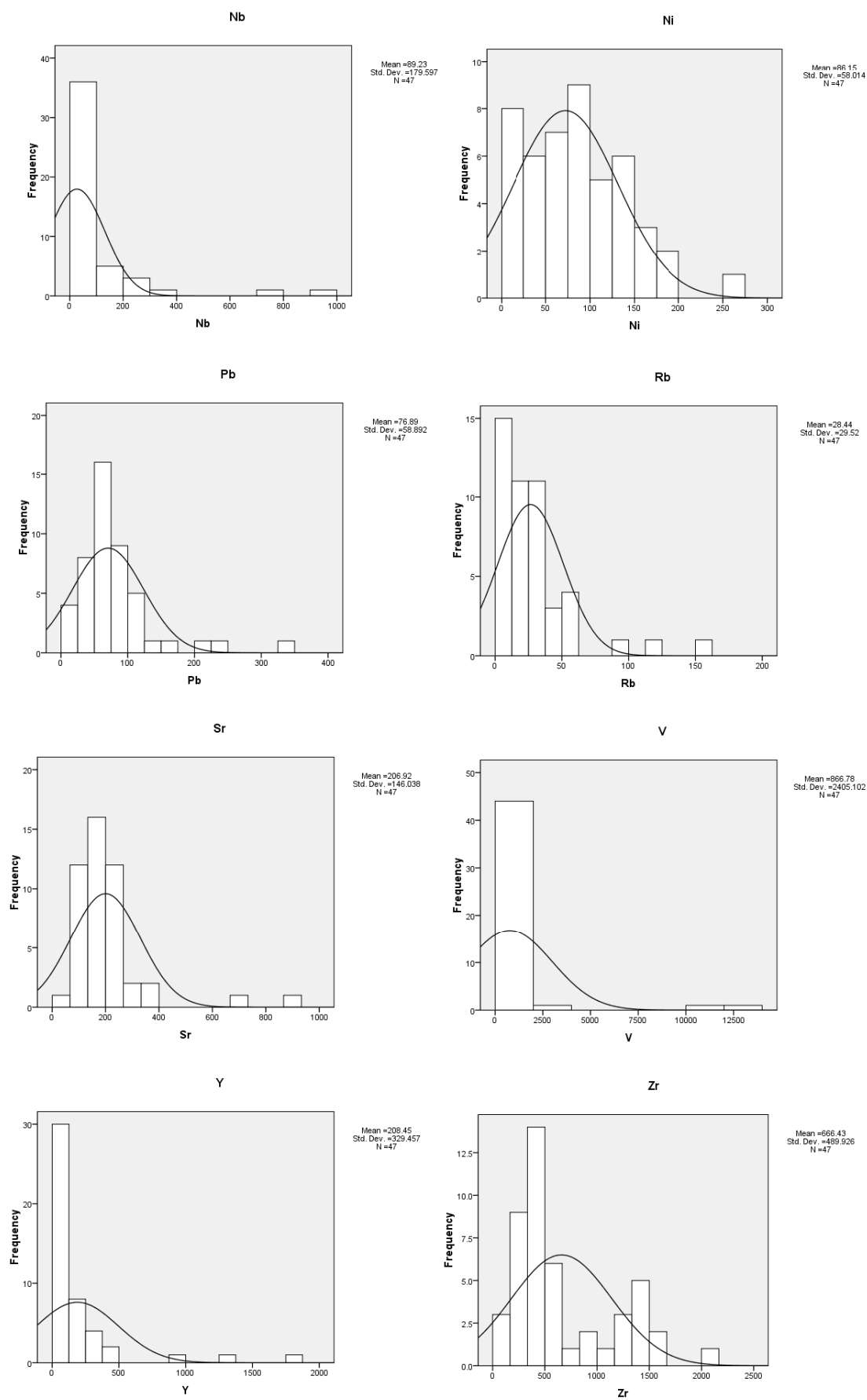
شکل (۴-۱): هیستوگرام فراوانی متغیرهای نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی



ادامه شکل (۴-۱): هیستوگرام فراوانی متغیرهای نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی



ادامه شکل (۴-۱): هیستوگرام فراوانی متغیرهای نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی



ادامه شکل (۴-۱): هیستوگرام فراوانی متغیرهای نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی

جدول (۴-۳): مشخصات آماری داده‌های بدست آمده از آنالیز نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی

		SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	Na2O	MgO	K2O	TiO2	MnO
N	Valid	47	47	47	47	46	47	47	47	47
	Missing	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Mean		59.502	7.618	5.326	6.021	4.398	8.233	0.287	1.350	0.203
Median		58.970	8.229	4.231	4.306	4.576	7.796	0.176	0.394	0.163
Mode		31.542 ^a	.310 ^a	1.621 ^a	4.867	.009 ^a	1.58 ^a	.101 ^a	.116 ^a	.06 ^a
Std. Deviation		8.458	3.194	3.429	6.070	2.199	6.431	0.341	2.665	0.148
Skewness		0.120	-0.291	1.280	2.923	-0.079	1.666	3.547	3.821	1.280
Kurtosis		5.296	-0.047	1.702	10.304	-0.227	4.003	14.450	15.717	1.554
Minimum		31.542	0.310	1.621	1.142	0.009	1.581	0.021	0.116	0.029
Maximum		90.829	15.656	17.151	33.652	10.139	32.892	1.951	14.516	0.699
Percentiles	25.000	56.701	4.958	2.715	2.129	2.702	3.033	0.101	0.306	0.080
	50.000	58.970	8.229	4.231	4.306	4.576	7.796	0.176	0.394	0.163
	75.000	65.221	10.031	7.796	7.753	6.063	11.607	0.339	0.858	0.290
		P2O5	Cl	S	Ba	Co	Cr	Cu	Nb	Ni
N	Valid	47	47	47	47	47	47	47	47	47
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		0.015	897.099	146.110	243.433	109.277	538.645	128.163	89.232	86.149
Median		0.013	780.000	41.000	138.000	80.000	143.000	114.000	22.000	85.000
Mode		0.007	683.000	1.500	93.000	43a	4a	68.000	0.750	3.750
Std. Deviation		0.010	505.054	274.038	276.340	76.463	1319.934	58.302	179.597	58.014
Skewness		1.859	2.602	2.827	2.994	1.896	4.010	2.370	3.450	0.557
Kurtosis		4.623	8.898	8.315	9.837	4.148	16.551	7.790	13.130	0.185
Minimum		0.003	288.000	1.500	49.000	25.000	4.000	50.000	0.750	3.750
Maximum		0.056	3154.667	1318.667	1481.333	404.000	7097.333	382.667	942.667	256.000
Percentiles	25.000	0.007	621.000	1.500	103.000	66.000	40.000	97.000	1.000	39.000
	50.000	0.013	780.000	41.000	138.000	80.000	143.000	114.000	22.000	85.000
	75.000	0.019	1007.000	142.000	250.000	134.000	362.000	139.000	83.000	129.000
		Pb	Rb	Sr	V	Y	Zr	Zn	U	Th
N	Valid	47	47	47	47	47	47	47	47	47
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		76.888	28.443	206.922	866.780	208.447	666.433	280.667	127.851	28.830
Median		64.000	21.000	166.000	228.000	93.000	485.000	175.000	12.000	18.000
Mode		37.000	16a	120a	127.000	65a	509.000	121.000	1a	16a
Std. Deviation		58.892	29.520	146.038	2405.102	329.457	489.926	452.572	387.274	37.007
Skewness		2.438	2.453	3.312	4.542	3.627	1.004	4.539	4.280	2.656
Kurtosis		7.532	7.319	13.357	20.797	13.829	-0.140	21.047	18.860	7.453
Minimum		6.750	0.750	62.000	62.000	47.000	64.000	57.000	0.750	1.500
Maximum		328.000	153.333	913.333	13458.667	1784.000	2017.333	2665.333	2112.000	184.000
Percentiles	25.000	46.000	10.000	132.000	144.000	70.000	318.000	119.000	6.000	9.000
	50.000	64.000	21.000	166.000	228.000	93.000	485.000	175.000	12.000	18.000
	75.000	85.000	31.000	241.000	508.000	166.000	1143.000	236.000	32.000	27.000

۴-۳-۳- ضریب همبستگی

برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر بدون وابستگی به واحد اندازه گیری داده‌ها، از پارامتر آماری «ضریب همبستگی» استفاده می‌شود. مقدار ضریب همبستگی بین ۱- و ۱+ قرار می‌گیرد. در محاسبه ضریب همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامترهای آماری دیگر، فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد، می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد که توزیع داده‌های تبدیل یافته نرمال شود. بالاخره در حالتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد، برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روش‌های ناپارامتری که به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشند استفاده کرد [۲۹].

یکی از روش‌های ناپارامتری محاسبه ضریب همبستگی، ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن است [۲۹] که در اینجا از این روش، برای محاسبه ضریب همبستگی میان دو به دوی متغیرها، استفاده شده است. جدول (۴-۴) نتایج این محاسبه را نشان می‌دهد.

همان طور که در جدول (۴-۴) مشاهده می‌شود متغیر U با برخی از متغیرها همبستگی مثبت دارد که برای ضریب همبستگی بالای ۰.۴+ ترتیب این متغیرها عبارت است از:

TiO₂ (0.72), V (0.65), Ba (0.634), Nb (0.630), Y (0.595), Cr (0.594), Th (0.500),
Co (0.476), Fe₂O₃ (0.463)

و با برخی متغیرهای دیگر غیر همبسته است که عبارتند از:

K₂O (-0.015), P₂O₅ (-0.036)

و با برخی دیگر همبستگی منفی دارد مانند:

SiO₂ (-0.127), Al₂O₃ (-0.150), Na₂O (-0.172)

همان طور که مشاهده می شود اورانیوم قوی ترین همبستگی مثبت را با اکسید تیتانیوم دارد که با نتایج بدست آمده از مطالعات میکروسکوپی همخوانی دارد. چرا که در اکثر مقاطع تهیه شده از نمونه های رادیواکتیو برداشت شده، وجود اکسید تیتان در مقاطع ثبت شده است. بعلاوه همراهی اورانیوم و تیتانیوم در کانی دیویدیت^۱ (کانی رادیواکتیو منطقه مورد مطالعه) مؤید این مطلب است. همچنین همبستگی متوسط تورنیوم و اکسید تیتان (+0.318)، همراهی TiO_2 را با مقاطع رادیواکتیو برداشت شده تایید می کند، چرا که بخش بزرگی از میزان پرتوزایی مربوط به دو عنصر اورانیوم و تورنیوم می باشد.

همبستگی مثبت و قوی اورانیوم با وانادیوم و ایتریم مورد انتظار است چرا که همراهی این عناصر با اورانیوم به ترتیب در کانی های برانریت^۲ و کارنوتیت^۳ دیده شده است.

نکته قابل توجه در این بخش همبستگی مثبت و قوی اورانیوم با باریوم است چنان که نمونه لیتوزئوشیمیایی RS.13 که حاوی مقدار زیادی باریت^۴ بود، هیچ یک از عناصر اصلی و فرعی آن توسط دستگاه XRF اندازه گیری نشد چرا که خارج از ظرفیت دستگاه اعلام شد. بعلاوه باریوم با ایتریم (+0.653)، وانادیوم (+0.605) و نیوبیوم (+0.545) نیز همبستگی قوی و بالایی نشان می دهد.

همبستگی مثبت و نسبتاً قوی اورانیوم با تورنیوم مؤید نتیجه بدست آمده از آنالیز داده های رادیومتری است چرا که در میان داده های رادیومتری نیز شیب خط رگرسیون ترسیم شده نیز نزدیک ۱ بدست آمد.

¹ - (Fe,U)TiO₃

² - (U,Ca,Th,Y)[Ti,Fe]₂O₆₁

³ - K₂O(UO₂)V₂O₈.H₂O

⁴ - BaSO₄

همبستگی مثبت و متوسط اورانیوم با اکسید آهن و اکسید منیزیم نیز قابل پیش بینی بود چرا که سنگ میزبان منطقه از نوع سنگ های گابرو و دیوریت می باشد که طبیعتاً میزان کانی های اپک (تیره) موجود در آن ها نسبتاً بالا است. به همین دلیل هم است که روش مغناطیس سنجی هوایی در اکتشافات اولیه آنومالی های رادیواکتیو در منطقه استفاده شده است.

عدم همبستگی اورانیوم با اکسید پتاسیوم موید نتیجه بدست آمده از آنالیز داده های رادیومتری است چرا که در تحلیل داده های رادیومتری نیز میزان اورانیوم و تورיום چندین برابر میزان پتاسیوم در قرائت های ثبت شده بود.

شاید جالب ترین نکته قابل توجه همبستگی منفی اورانیوم با سیلیس است چرا که طبیعتاً انتظار می رود که میزان اورانیوم در سنگ های اسیدی بیشتر باشد. البته سیلیس با دیگر عناصر و اکسیدهایی که با اورانیوم همبستگی مثبت و قوی دارند نیز همبستگی منفی دارد مانند: باریوم (-0.212)، وانادیوم (-0.444)، نیوبیوم (-0.202)، ایتریم (-0.385)، اکسید آهن (-0.594) و اکسید منیزیم (-0.6000) که این موضوع در جدول (۴-۵) دیده می شود.

همبستگی منفی اورانیوم با اکسید آلومینیوم و اکسید سدیم نیز قابل ذکر می باشد.

جدول (۴-۴): ماتریس همبستگی محاسبه شده با روش اسپیرمن برای اکسیدهای عناصر اصلی با سرب، اورانیوم و تورיום

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Pb	U	Th
SiO ₂	1.000	.706**	-.594**	-.697**	.748**	-.600**	-.249	-.339*	-.646**	.270	-.042	-.127	.194
Al ₂ O ₃		1.000	-.704**	-.673**	.960**	-.659**	-.002	-.343*	-.632**	.245	-.051	-.150	.113
Fe ₂ O ₃			1.000	.677**	-.732**	.894**	.264	.556**	.709**	-.253	.143	.463**	.079
CaO				1.000	-.675**	.669**	.277	.430**	.795**	-.107	.009	.196	-.174
Na ₂ O					1.000	-.701**	-.089	-.362*	-.611**	.251	-.043	-.172	.154
MgO						1.000	.338*	.457**	.772**	-.337*	.109	.311*	-.057
K ₂ O							1.000	-.074	.277	-.267	-.102	-.015	-.280
TiO ₂								1.000	.420**	.063	.258	.720**	.318*
MnO									1.000	-.062	.116	.205	-.104
P ₂ O ₅										1.000	.304*	-.036	.210
Pb											1.000	.206	.504**
U												1.000	.500**
Th													1.000

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Legend	
$r < 0$	
$0 < r < 0.2$	
$0.2 < r < 0.4$	
$0.4 < r < 0.6$	
$0.6 < r < 0.8$	
$0.8 < r$	

جدول (۴-۵): ماتریس همبستگی محاسبه شده با روش اسپیرمن برای عناصر فرعی با اکسیدهای Si, Mg, K

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Cl	S	Ba	Co	Cr	Cu	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Y	Zr	Zn	U	Th
SiO ₂	1.000	-.594**	-.600**	-.249	-.239	-.049	-.212	-.535**	-.572**	.277	-.202	-.453**	-.042	-.422**	-.022	-.444**	-.385**	.761**	-.430**	-.127	.194
Fe ₂ O ₃		1.000	.894**	.264	.422**	.238	.418**	.963**	.784**	-.199	.478**	.715**	.143	.384**	-.031	.841**	.657**	-.584**	.716**	.463**	.079
MgO			1.000	.338*	.194	.180	.278	.860**	.790**	-.309*	.322*	.772**	.109	.383**	-.181	.708**	.514**	-.608**	.805**	.311*	-.057
K ₂ O				1.000	.426**	.159	.239	.185	.208	.095	-.068	.370*	-.102	.717**	.107	.060	.039	-.143	.268	-.015	-.280
Cl					1.000	.051	.352*	.350*	.199	.163	.469**	.299*	.134	.455**	.387**	.408**	.342*	-.029	.064	.277	.077
S						1.000	.142	.200	.263	.039	-.011	.024	-.011	.228	.436**	.162	.125	-.119	.283	.134	-.087
Ba							1.000	.433**	.442**	.072	.545**	.198	.126	.402**	.383**	.605**	.653**	-.299*	.311*	.634**	.337*
Co								1.000	.779**	-.177	.519**	.664**	.173	.376**	-.049	.864**	.658**	-.567**	.712**	.476**	.105
Cr									1.000	-.086	.422**	.597**	.162	.411**	.153	.746**	.631**	-.626**	.662**	.594**	.139
Cu										1.000	.037	-.174	.060	.099	.251	-.107	-.055	.292*	-.271	.112	.121
Nb											1.000	.286	.352*	.188	.271	.678**	.568**	-.235	.252	.630**	.412**
Ni												1.000	.124	.343*	-.197	.528**	.412**	-.462**	.475**	.309*	-.060
Pb													1.000	.125	.063	.190	.160	-.016	.137	.206	.504**
Rb														1.000	.213	.287	.240	-.375**	.325*	.292*	-.016
Sr															1.000	.200	.232	.132	-.004	.359*	.223
V																1.000	.774**	-.492**	.638**	.650**	.171
Y																	1.000	-.555**	.418**	.595**	.268
Zr																		1.000	-.421**	-.282	.109
Zn																			1.000	.289*	-.019
U																				1.000	.500**
Th																					1.000

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Legend				
r<0	0<r<0.2	0.2<r<0.4	0.4<r<0.6	0.6<r<0.8

۴-۳-۴- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای

در تحلیل خوشه‌ای هدف یافتن ملاکی برای طبقه بندی هر چه مناسب تر متغیرها و یا نمونه‌ها بر اساس تشابه هر چه بیشتر درون گروهی و اختلاف هر چه بیشتر بین گروهی است. برای تشکیل ماتریس شباهت سه روش اصلی «ضرایب فاصله، ضرایب همبستگی و ضرایب اتحاد» وجود دارد. همچنین الگوریتم‌های مختلفی برای خوشه بندی داده‌ها وجود دارد که عبارتند از: «روش اتصال نزدیکترین همسایگی، روش دورترین همسایگی، روش اتصال میانگین و روش وارد^۱ و ...» که هر یک مزایا و معایب خاص خود را دارا می‌باشند [۲۹].

نتایج تجزیه و تحلیل خوشه‌ای اغلب مفید است و در بسیاری از موارد ساختار داده‌های چند متغیره را روشن می‌کند ولیکن معایبی هم دارد از جمله اینکه یک روش آماری قابل آزمون نیست یا اینکه در مراحل مختلف کاربر را با انتخاب‌هایی مانند انتخاب روش محاسبه ضریب شباهت، انتخاب روش اتصال خوشه‌ها و ... روبرو می‌کند [۲۹].

در اینجا از روش ضریب همبستگی برای بدست آوردن ضرائب ماتریس شباهت و از روش اتصال میانگین برای خوشه بندی متغیرها استفاده شد که نتیجه آن در شکل (۴-۲) قابل رویت است. در بالای دندوگرام نشان داده شده در شکل (۴-۲) و برای عناصر فرعی و اصلی، گروه‌های زیر قابل تشخیص است.

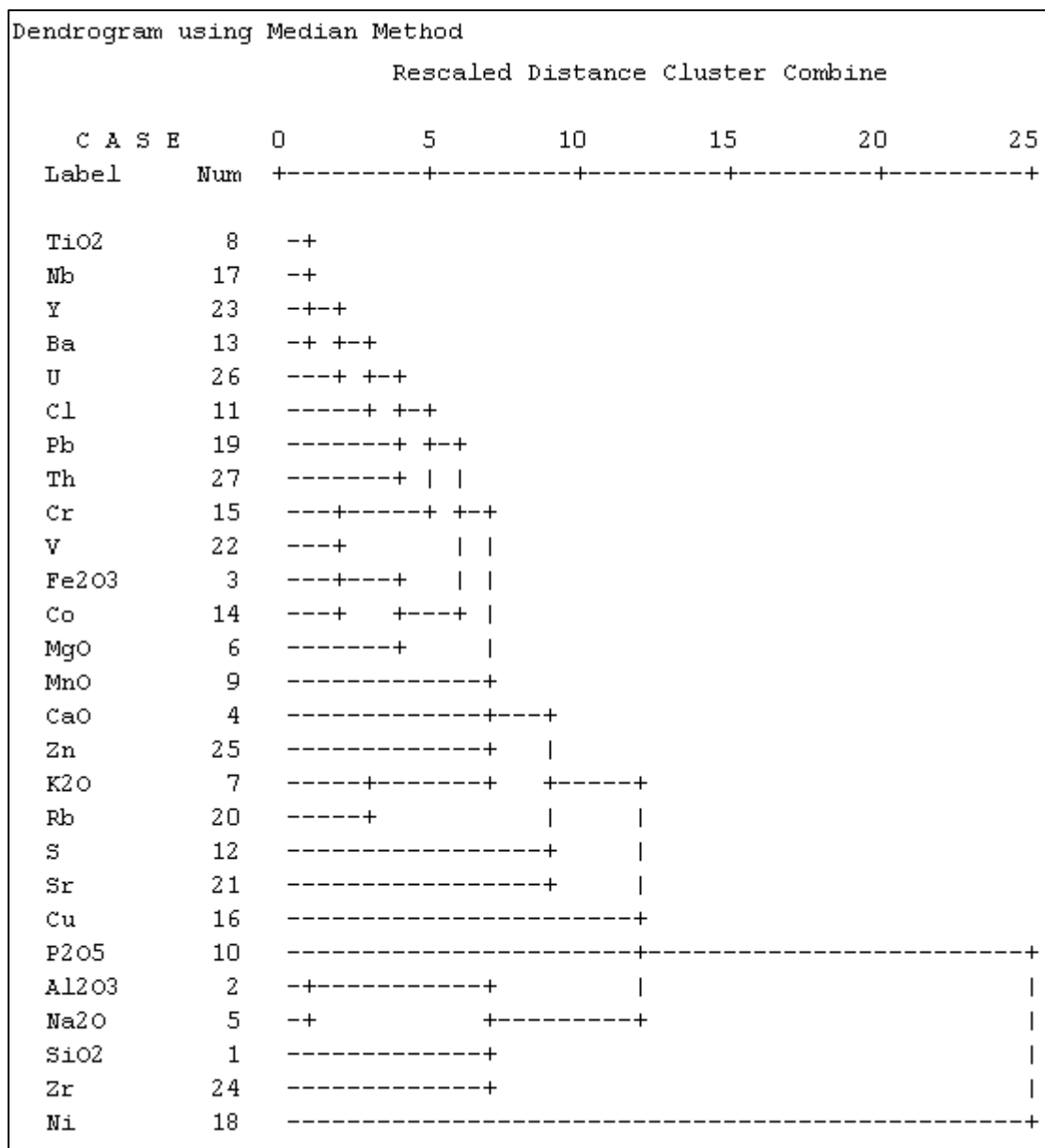
(TiO₂, Nb, Y, Ba)

(TiO₂, Nb, Y, Ba) , U

[(TiO₂, Nb, Y, Ba) , U] , Cl

([(TiO₂, Nb, Y, Ba) , U] , Cl) , (Pb , Th)

¹ - Ward Method



شکل (۴-۲): دندوگرام رسم شده برای متغیرهای حاصل از آنالیز نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی

در یک سطح پایین تر نیز عناصر در گروه‌های زیر قرار می‌گیرند.

Cr, V, Fe₂O₃, Co

(Cr,V, Fe₂O₃, Co), MgO

اگر این گروه‌ها را با نتایج بدست آمده از ضریب همبستگی برای متغیر U مقایسه کنیم مشاهده می‌گردد که چقدر نتایج بدست آمده شبیه به هم هستند. چرا که در آنجا نیز در میان متغیرهای همبسته به U ترتیب زیر برقرار بود:

TiO₂ (0.72), V (0.65), Ba (0.634), Nb (0.630), Y (0.595), Cr (0.594), Th (0.500),
Co (0.476), Fe₂O₃ (0.463)

جدا شدن پتاس و روبیدیوم بصورت یک گروه در میانه جدول نیز قابل توجه است.

K₂O, Rb

در پایین دندوگرام گروه‌های زیر قابل تشخیص است و این هم گروهی قابل پیش بینی بود، به این دلیل که سیلیس بالاترین همبستگی را با این اکسیدها دارا می باشد.

Na₂O, Al₂O₃

(Na₂O, Al₂O₃), SiO₂, Zr

جدا افتادن نیکل از اکسیدهای آهن و منیزیم و کبالت دور از انتظار است چرا که نیکل بالاترین ضریب همبستگی را با این اکسیدها و عناصر دارد و انتظار این است که با هم در یک گروه جدا شوند.

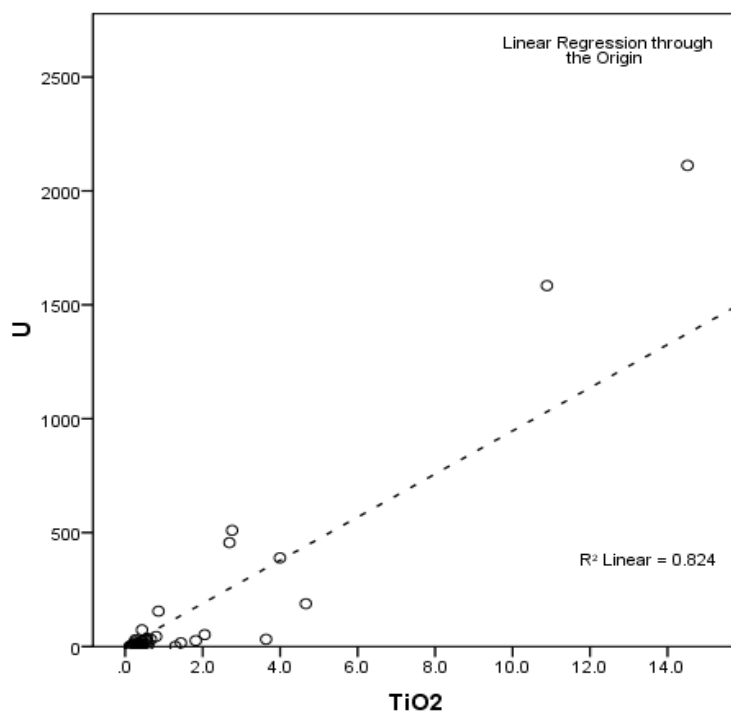
۴-۳-۵- نمودارهای پراکندگی

برای اطلاع از میزان همبسته بودن متغیر U نسبت به متغیرهای متمایز شده در قسمت‌های قبل، از رسم نمودارهای Scatter Plot و رگرسیون خطی استفاده شد [۳۱] که در شکل (۳-۴) به تصویر کشیده شده است.

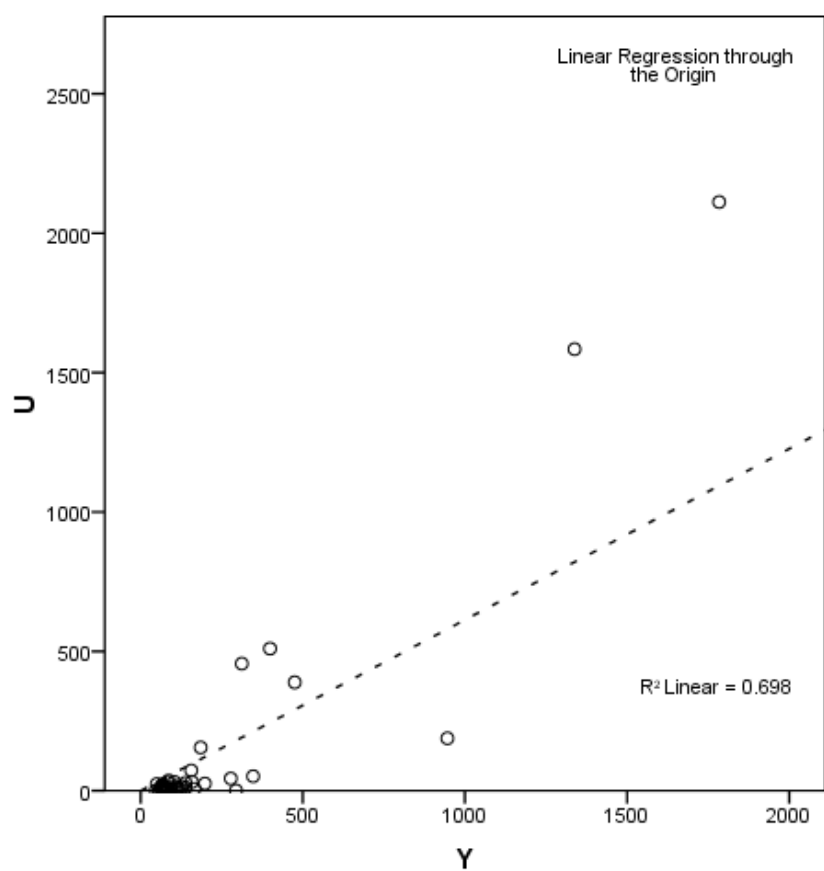
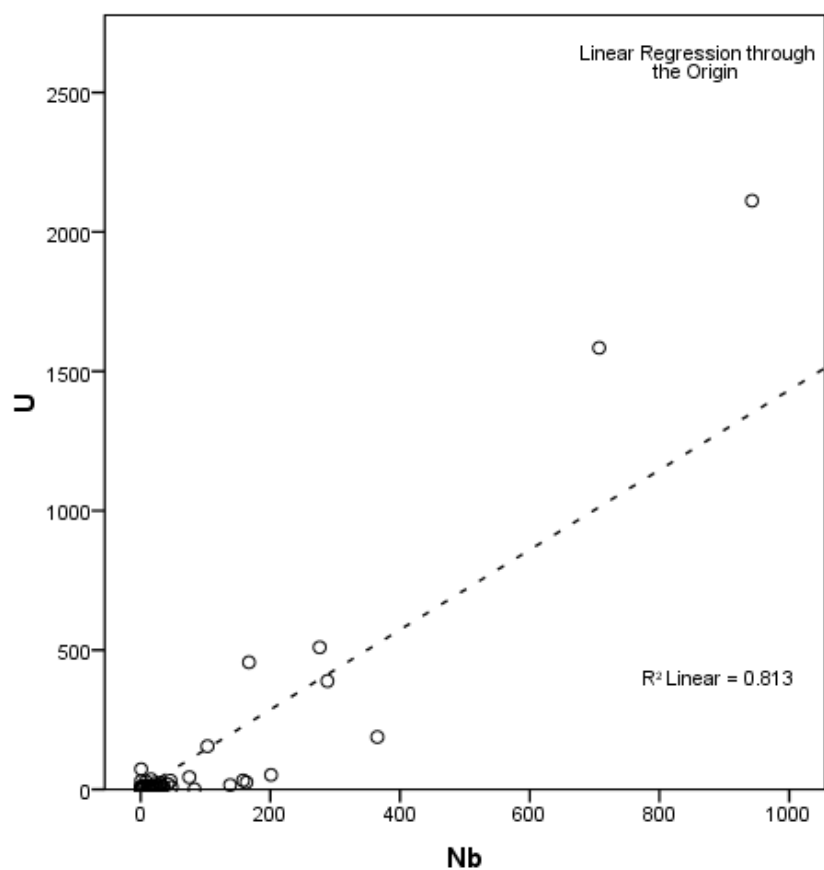
همان طور که در شکل (۳-۴) مشاهده می‌شود مقدار آماره R² (ضریب تعیین) برای نمودارهای مختلف روند کاهشی به قرار زیر دارد:

TiO₂, Nb, Y, Th, Ba, Pb, Fe₂O₃

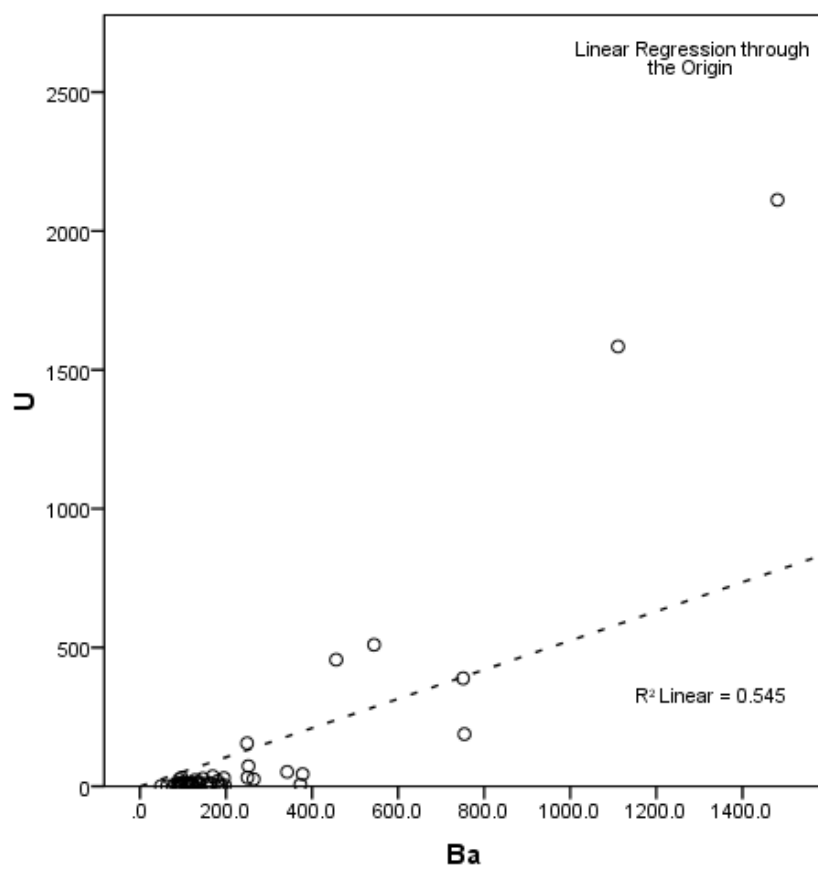
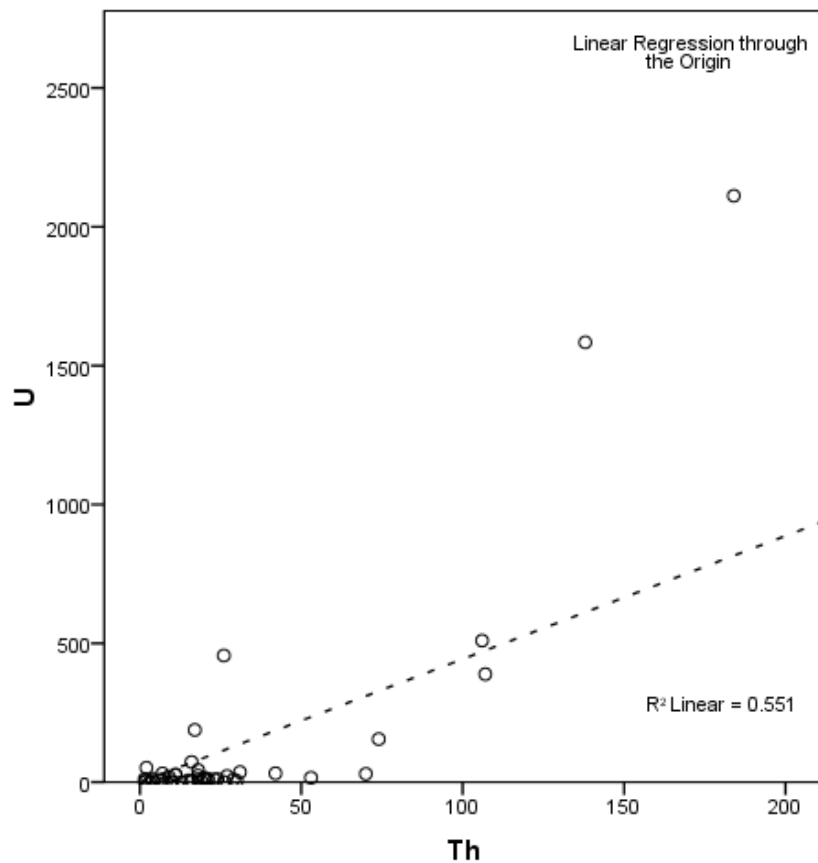
لازم به یادآوری است که آماره R^2 معیاری از نیکویی برازش است بدین معنی که تغییر پذیری قابل توجیه بوسیله مدل برازش شده را نسبت به تغییر پذیری کل متغیر وابسته نشان می‌دهد. مقدار R^2 بین صفر و یک متغیر است. اگر معادله برازش شده، کل تغییر پذیری وابسته را توجیح کند مقدار آن واحد و در حالت عکس صفر است [۲۷].



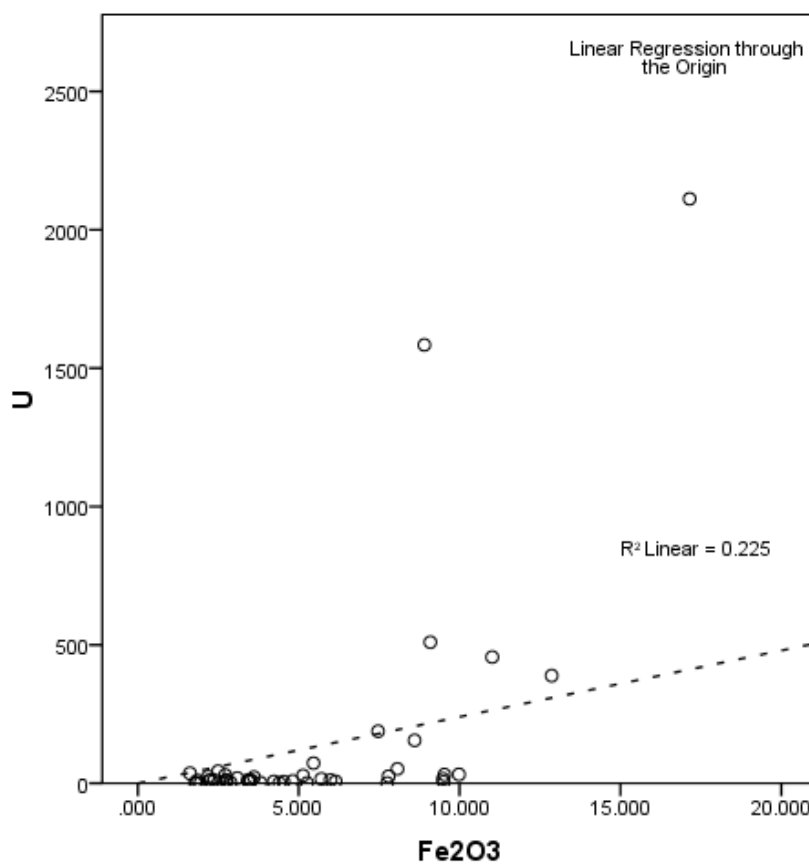
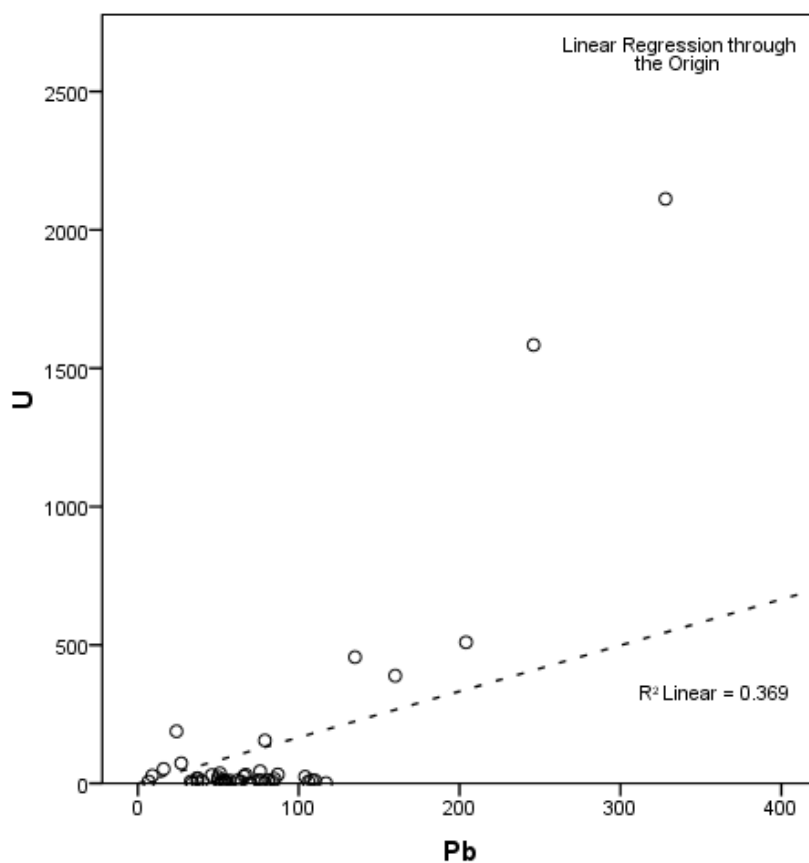
شکل (۴-۳): نمودار پراکندگی متغیر U در مقایسه با متغیرهای مختلف



ادامه شکل (۳-۴): نمودار پراکندگی متغیر U در مقایسه با متغیرهای مختلف



ادامه شکل (۳-۴): ادامه نمودارهای پراکندگی متغیر U در مقایسه با متغیرهای مختلف



ادامه شکل (۳-۴): ادامه نمودارهای پراکندگی متغیر U در مقایسه با متغیرهای مختلف

۴-۴- ترسیم نقشه‌های کنتوری

اگر نتایج حاصل از ضرایب همبستگی، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (ترسیم دندوگرام) و نمودارهای پراکندگی را کنار هم بگذاریم، مشاهده می‌شود که هر سه به وابسته بودن U با اکسیدها و عناصر زیر شهادت می‌دهند.

TiO₂ (0.72), Ba (0.634), Nb (0.630), Y (0.595), Th (500), Fe₂O₃ (0.463)

بنابراین در این بخش سعی می‌شود تا با تشریح وضعیت آنومالی اورانیوم و هر یک از اکسیدها و عناصر فوق در محدوده مورد مطالعه، چشم انداز بهتری از وضعیت کانی سازی در این محدوده پیدا کنیم. جهت ترسیم نمودارها در این بخش از نرم افزارهای Surfer [25], AutoCAD [23], ArcGIS [22] استفاده شده است.

۴-۴-۱- اورانیوم

به دلیل بزرگی شعاع یونی و بالا بودن بار یونی اورانیوم، این عنصر در سنگ‌های آذرین اسیدی متمرکز می‌شود. زینوتیم، زیرکون و مونازیت حداکثر اورانیوم و الیون حداقل اورانیوم را دارند. زینوتیم، زیرکون و مونازیت در سنگ‌های آذرین اسیدی تا حد واسطه آلکالن یافت می‌شوند و به همین دلیل میزان فراوانی اورانیوم در این نوع سنگ‌ها بالاست. میزان اورانیوم در کانی‌های اورانیوم، کانی‌های سیلیکاته و سنگ‌ها بترتیب در جداول (۴-۶)، (۴-۷) و (۴-۸) ارائه شده است. از میان کانی‌های اورانیوم، اورانیت و پیچ بلند مهمترین کانی‌های محیط احيایی و کارنولیت مهمترین کانی محیط اکسیدان است [۱۷]. ضمناً گیاه گون به لحاظ ژئوبوتانی می‌تواند معرف اورانیوم باشد [۳۲]. در محدوده مطالعاتی با استفاده از داده‌های آنالیز XRF، مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی اورانیوم بترتیب برابر ۱۲ ppm، ۳۹۹ و ۵۸۶ بدست آمد که نقشه پراکندگی آن در شکل (۴-۴) ارائه شده است.

جدول (۴-۶): مقدار اورانیوم در کانی‌های اورانیوم [۱۷]

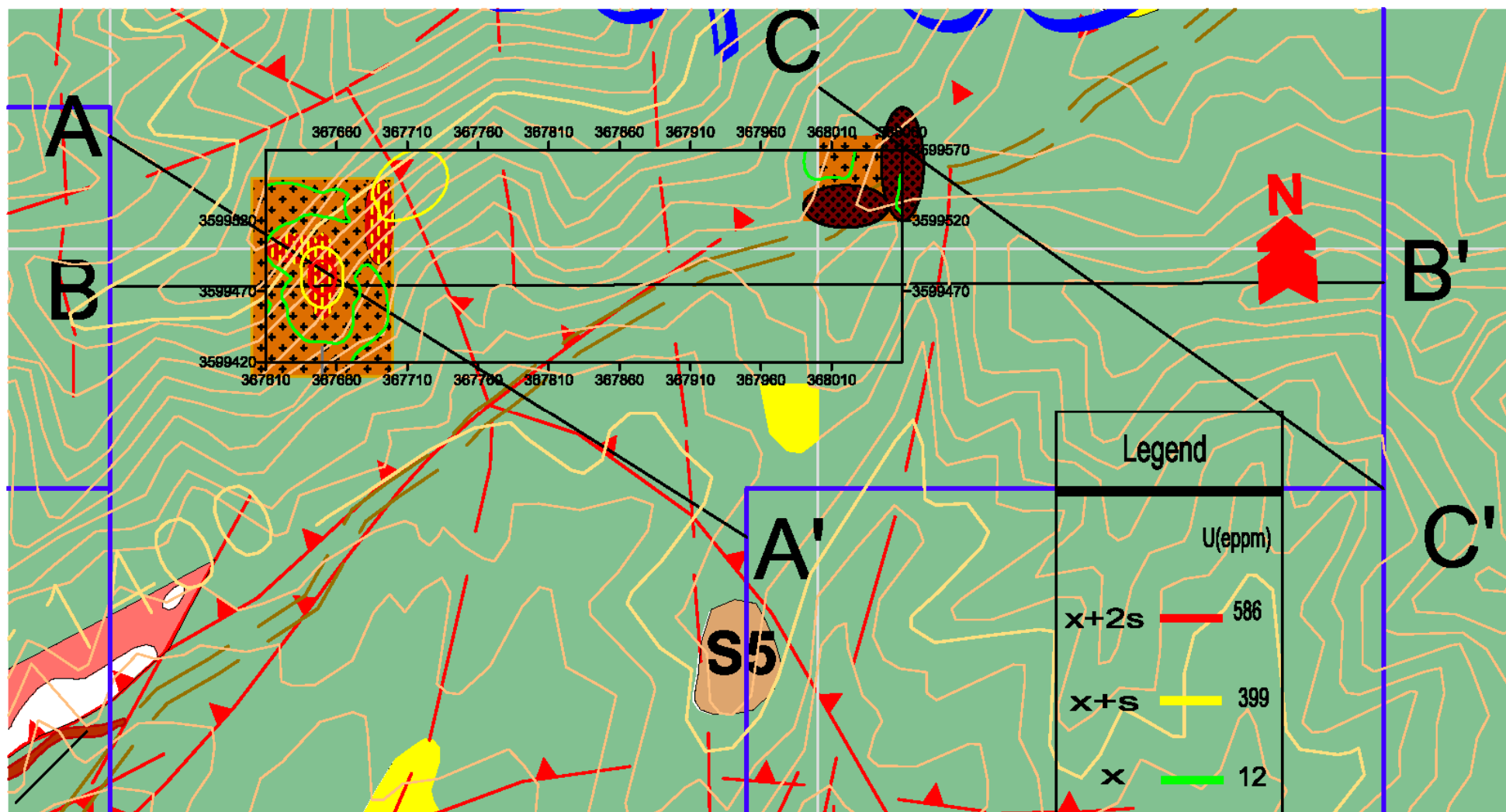
نام کانی	فرمول شیمیایی	درصد
اورانینیت	UO ₂	۹۲
کوفینیت	U(SiO) _{1-x} (OH) _{4x}	۶۸
اورانوفان	CaH ₂ [UO ₂ (SiO ₄)], 2xH ₂ O	۶۷
توربرنیت	Cu(UO ₂)PO ₄ ·8-12H ₂ O	۶۱
اوتونیت	Ca(UO ₂)PO ₄ ·10-12H ₂ O	۶۰
پچبلند	اکسید اورانیوم بی شکل (آمورف)	تا ۶۰
زنونریت	Cu(UO ₂ AsO ₄) ₂ ·10H ₂ O	۵۶
برانریت	(U,Ca,Th,Y)[Ti,Fe] ₂ O ₆₁	۲۸-۴۴
دیویدیت	(Fe,U)TiO ₃	۲۰
اورانوتوریت	(Th,Fe,U)SiO ₄ ·nH ₂ O	تا ۱۷
کارنوتیت	K ₂ O(UO ₂)V ₂ O ₈ ·H ₂ O	

جدول (۴-۷): مقدار اورانیوم کانی‌های سیلیکاته [۱۷]

نام کانی	مقدار اورانیوم (گرم در تن)	نام کانی	مقدار اورانیوم (گرم در تن)
زینوتیم	۳۰۰-۳۵۰۰	پیروکسن	۰/۰۱-۵۰
زیرکون	۱۰۰-۶۰۰۰	گارنت	۶-۳۰
مونازیت	۵۰۰-۳۰۰۰	مگنتیت	۱-۳۰
آلانیت	۳۰-۱۰۰۰	کوارتز	۰/۱-۱۰
اسفن	۱۰-۷۰۰	فلدسپات	۰/۱-۱۰
اپیدوت	۲۰-۲۰۰	موسکویت	۲-۸
آپاتیت	۵-۱۵۰	هورنبلند	۰/۲-۶
بیوتیت	۱-۶۰	الیوین	۰/۰۵
ایلمنیت	۱-۵۰		

جدول (۴-۸): مقدار اورانیوم در سنگ‌ها [۱۷]

نام سنگ	میزان متوسط اورانیوم (گرم در تن)	نام سنگ	میزان متوسط اورانیوم (گرم در تن)
شیل ارگانیکی	۱۰	ماسه سنگ	۱
گرانیت	۴	گابرو	۰/۹
شیل قرمز	۳	پیروکسینیت	۰/۷
گرانودیوریت	۲/۶	اکلوژیت	۰/۲
کربنات	۲	تبخیری‌ها	۰/۱
دیوریت	۲	دونیت	۰/۰۲



شکل (۴-۴): نقشه کنتورهای آنومالی U برازش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶ ساغند

۴-۴-۲- اکسید تیتانیوم (TiO_2)

در حال حاضر بیش از ۷۰ نوع کانی تیتانیوم شناخته شده است که تیتانیوم را بصورت ترکیب در خود جای داده اند. تولید تجاری تیتانیوم عمدتاً از کانی‌های ایلمنیت (FeTiO_3) و روتیل (TiO_2) صورت می‌گیرد این دو کانی همچنین دارای وانادیم، اسکاندیم، ناتالیم و نیوبیوم می‌باشند. از دیگر کانی‌های تیتانیوم لوکوکسن می‌باشد که محصول نهایی آلتراسیون‌های ایلمنیت و اسفن می‌باشد (ایلمنیت لوکوکسن حاوی ۹۶ درصد TiO_2 و اسفن لوکوکسن حاوی ۶۷ درصد TiO_2 می‌باشد). تیتانیوم را از آناتاز و لوپاریت نیز می‌توان بدست آورد [۱].

مهمترین کانی‌های تیتانیوم عبارتند از [۱]:

۱. ایلمنیت: این کانی با فرمول FeTiO_3 و وزن مخصوص ۴/۵-۵ بوده و دارای خاصیت

مغناطیسی ضعیف می‌باشد. این کانی دارای وانادیم، اسکاندیم، تانتالیم و نیوبیوم می‌باشد .

۲. لوکوکسن: محصول نهایی آلتراسیون ایلمنیت و اسفن می‌باشد. ایلمنیت لوکوکسن حاوی

۹۶٪ TiO_2 و اسفن لوکوکسن حاوی ۶۷٪ TiO_2 است .

۳. تیتانیت (اسفن): کانی اسفن یک سیلیکات کلسیم و تیتانیم دارای سختی ۵-۵/۵ ، چگالی

۳/۴۵ - ۳/۵۵ می‌باشد. این کانی عمدتاً بیرنگ و در برخی مواقع دارای چندرنگی زرد تا

قهوه‌ای و قرمز است. این کانی دارای شکل تا بی شکل و شکننده بوده و در مقاطع عرضی

لوزی شکل می‌باشد. تیتانیت به کانی لوکوکسن دگرسان می‌شود. وجه مشخصه این کانی

مقاطع عرضی لوزی یا گوه‌ای شکل آن می‌باشد. این کانی در مراحل نهایی انجماد ماگمایی

در سنگ‌های آذرین تشکیل می‌شود. همچنین این کانی در سنگ‌های دگرگونی هم دیده

می‌شود.

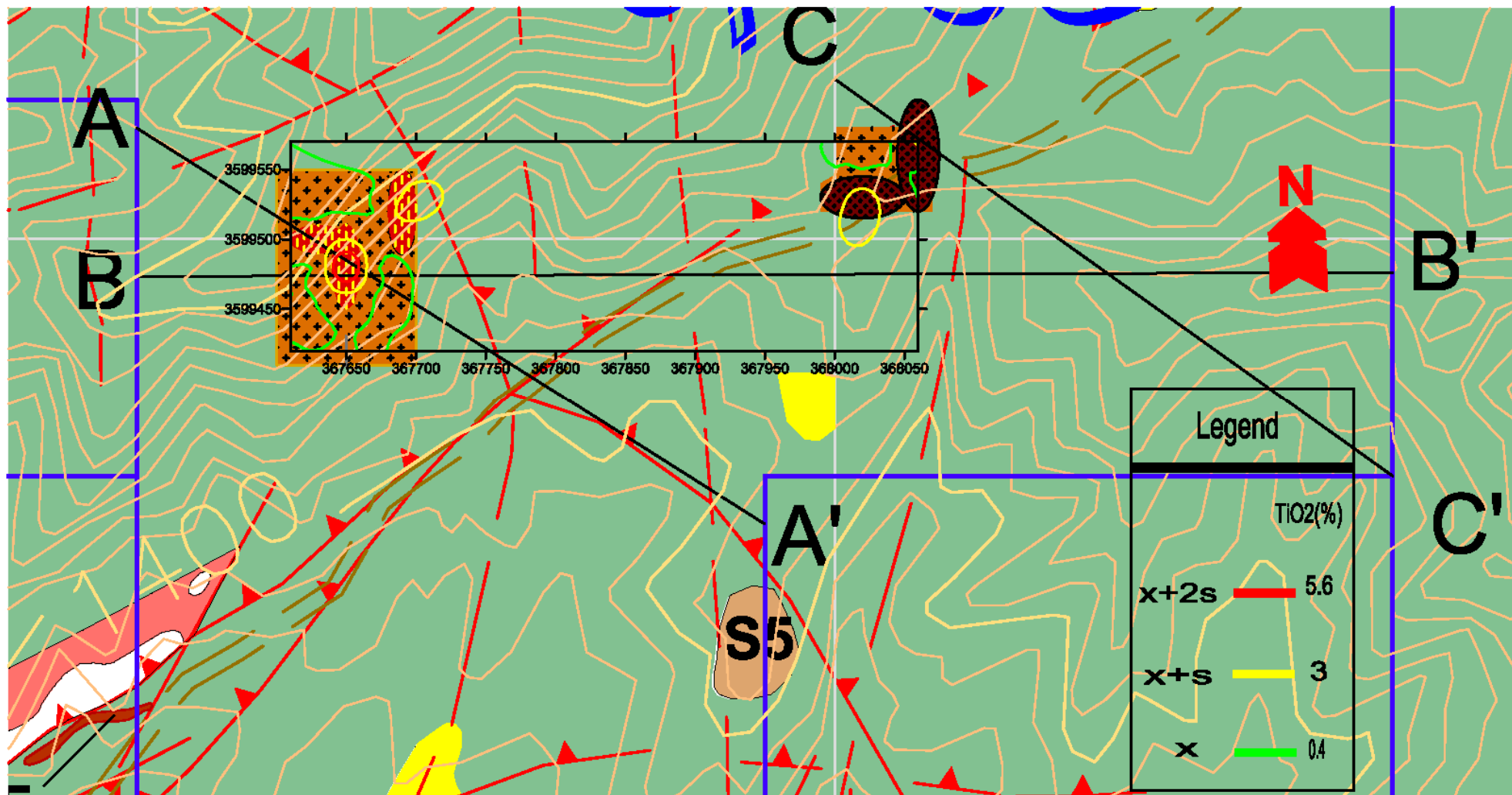
پلی مرف‌های اکسیدتیتان عبارتند از:

۴. روتیل: نام روتیل از کلمه لاتین روتیلوس Rutilos به معنی سرخی گرفته شده است. این کانی با فرمول TiO_2 و وزن مخصوص ۴/۳-۴/۲، جلای الماسی یا فلزی، سختی ۶ بوده و شکننده و غیر مغناطیسی می‌باشد.

۵. آناتاس یا آناتاز (TiO_2)، بروکیت، پروفسکیت $CaTiO_2$ ، مگنتیت یا هماتیت تیتانیوم دار، لوپاریت

مهمترین ذخایر اقتصادی تیتان در کنسارهای پلاسری، دریایی و نیز کنسارهای اولیه در سنگ‌های آذرین بازیک تا اولترابازیک نهفته اند. کنسارهای اقتصادی تیتانیوم نهشته هایی هستند که دارای بیش از ۱۰ درصد TiO_2 در کنسارهای اولیه و بیش از ۱۰ درصد ایلمنیت یا ۱/۵ درصد روتیل در نهشته‌های پلاسری می‌باشند. عناصر مزاحم در این کنسارها کروم، فسفر، گوگرد، کلسیم و منیزیم می‌باشد. سنگ‌های گابرو، آنورتیت و گرانیت در سنگ‌های آذرین و شیست سبز رنگ در سنگ‌های دگرگونی بعنوان منابع اولیه و سنگ‌های موجود در محیط‌های ساحلی، رسوبات رودخانه‌ای، تلماسه‌های بادی و ساحلی، افق‌های لاترینی بعنوان منابع ثانویه تیتانیوم بشمار می‌روند. کنسارهای اولیه تیتانیوم دار در مراحل تشکیل بزرگ ناودیس‌ها در ارتباط با سنگ‌های دونیت، پیروکسنیت و گابرو تشکیل می‌گردند [۱].

در محدوده مطالعاتی با استفاده از داده‌های آنالیز XRF، مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی اکسید تیتانیوم بترتیب برابر ۰/۴، ۳ و ۵/۶ درصد بدست آمد که نقشه پراکندگی آن در شکل (۴-۵) ارائه شده است.



شکل (۴-۵): نقشه کنتورهای آنومالی TiO_2 برازش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶ ساغند

۴-۴-۳- باریم (Ba)

مهمترین کانی‌های باریم دار عبارتند از: «باریت BaSO_4 ، ویتريت BaCO_3 » که میزان فراوانی باریت بیشتر از ویتريت است [۱۷]. باریت در طبیعت به اشکال زیر یافت می‌شود [۱۷]:

۱. رگه‌ای: همراه بعضی از کانسارهای گرمایی مانند نقره، سزب و روی و فلوریت یافت می‌شود.

۲. لایه‌ای: بیشتر با ذخایر ماسیو سولفید نوع کروکو و استراتی باند- استراتی فرم رسوبی در ارتباط هستند.

۳. بر جای مانده: باریت به دلیل وزن مخصوص زیاد و مقاومت شیمیایی در محل باقی می‌ماند و تشکیل کانسار بر جای مانده را می‌دهد.

باریت کانی حیاتی در صنعت حفاری نفت و گاز محسوب می‌شود به طوری که حدود ۹۰٪ از باریت تولیدی دنیا در گل حفاری به مصرف می‌رسد. باریت به دلیل وزن مخصوص بالا، سادگی مصرف در حین کار، خنثی بودن از نظر شیمیایی، نرمی و مناسب بودن از نظر قیمت، در گل حفاری مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۷].

در محدوده مطالعاتی با استفاده از داده‌های آنالیز XRF، مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی باریم بترتیب برابر ۱۳۸، ۴۱۴ و ۶۹۰ ppm بدست آمد که نقشه پراکندگی آن در شکل (۴-۶) به تصویر کشیده شده است.

لازم به ذکر است که در میان نمونه‌های برداشت شده، نمونه RS.13 بالاتر از حد تشخیص دستگاه غلظت داشت؛ به گونه‌ای که دستگاه نتوانست درصد یا غلظت هیچ یک از اکسیدها و عناصر را برای آن اندازه‌گیری کند. دلیل عدم اندازه‌گیری توسط دستگاه، بالا بودن مقدار باریت در نمونه بیان شده بود.

۴-۴-۴- نیوبیوم (Nb)

نیوبیوم هرگز به صورت آزاد یافت نمی‌شود و عمدتاً در کانی نیوبیت (Niobite) یا کلمبیت (Colombite) یافت می‌شود [۱].

مهمترین کانی‌های نیوبیوم عبارتند از [۱]:

۱. کانی نیوبیت یا کلمبیت با فرمول شیمیایی $[(Fe,Mn)(Nb,Ta)_2O_6]$ مهمترین کانی نیوبیوم دار است.

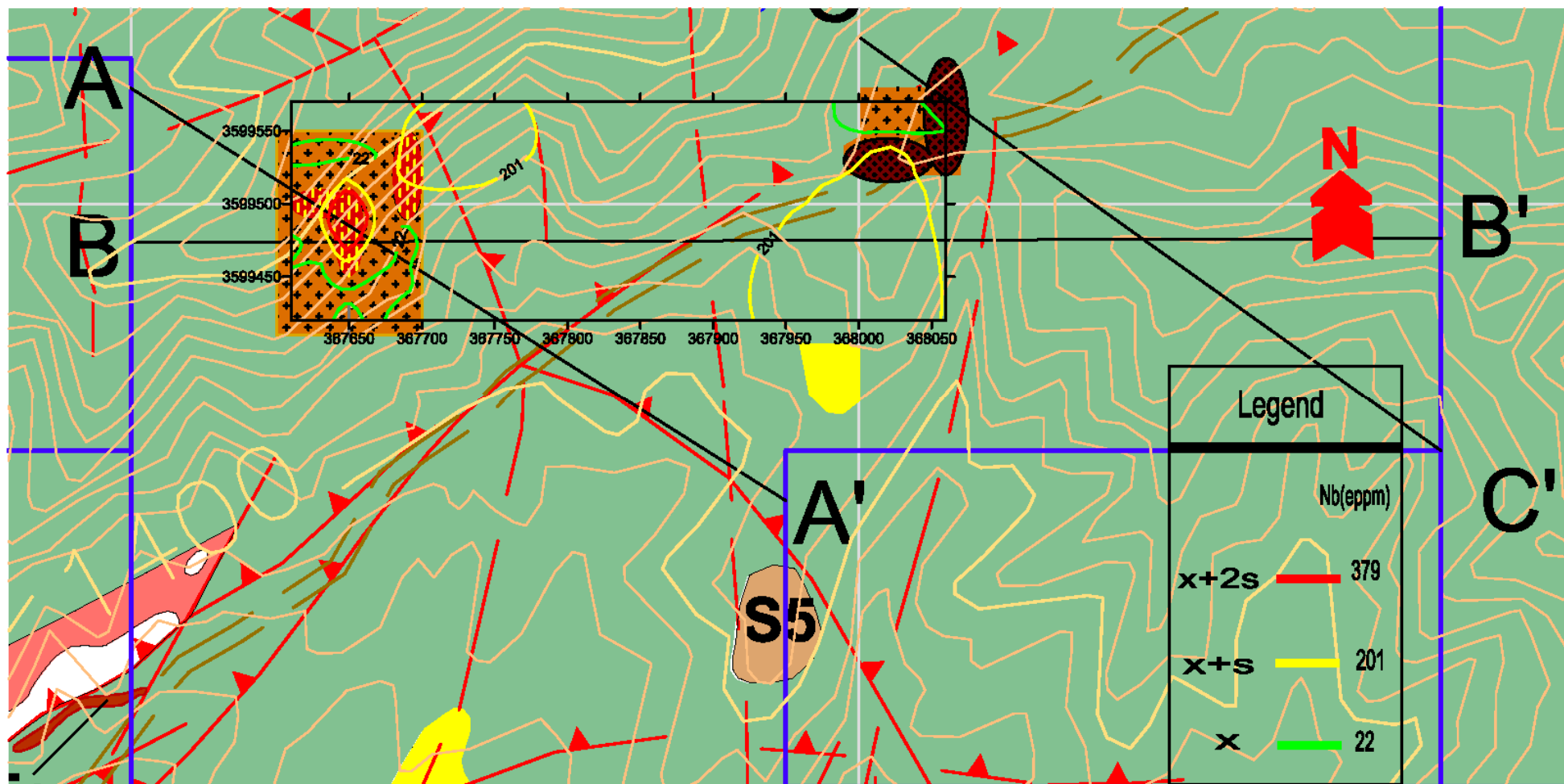
۲. کانی نیوبیت- تانتالیت با فرمول شیمیایی $[(Fe,Mn)(Ta,Nb)_2O_6]$ یکی از کانی‌های حاوی نیوبیوم است.

۳. کانی پیروکلر با فرمول شیمیایی $(NaCaNb_2O_6F)$ یکی از کانی‌های حاوی نیوبیوم است.

۴. Euxenite: این کانی با فرمول شیمیایی $[(Y,Ca,Ce,U,Th)(Nb,Ta,Ti)_2O_6]$ یکی از کانی‌های حاوی نیوبیوم است.

کانی‌هایی که حاوی نیوبیوم هستند اغلب حاوی تیتانیوم نیز می‌باشند. ذخایر بزرگ نیوبیوم وابسته به کربناتیت‌ها (سنگ‌های کربن- سیلیکاته) می‌باشند و یک جزء سازنده آن پیروکلر می‌باشد. همچنین تانتالیم همیشه با نیوبیوم یافت می‌شود [۱].

در محدوده مطالعاتی با استفاده از داده‌های آنالیز XRF، مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی نیوبیوم بترتیب برابر ۲۲، ۲۰۱ و ۳۷۹ ppm بدست آمد که نقشه پراکندگی آن در شکل (۴-۷) ارائه شده است.



شکل (۴-۷): نقشه کنترهای آنومالی Nb برآزش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶ ساغند

۴-۴-۵- ایتريم (Y)

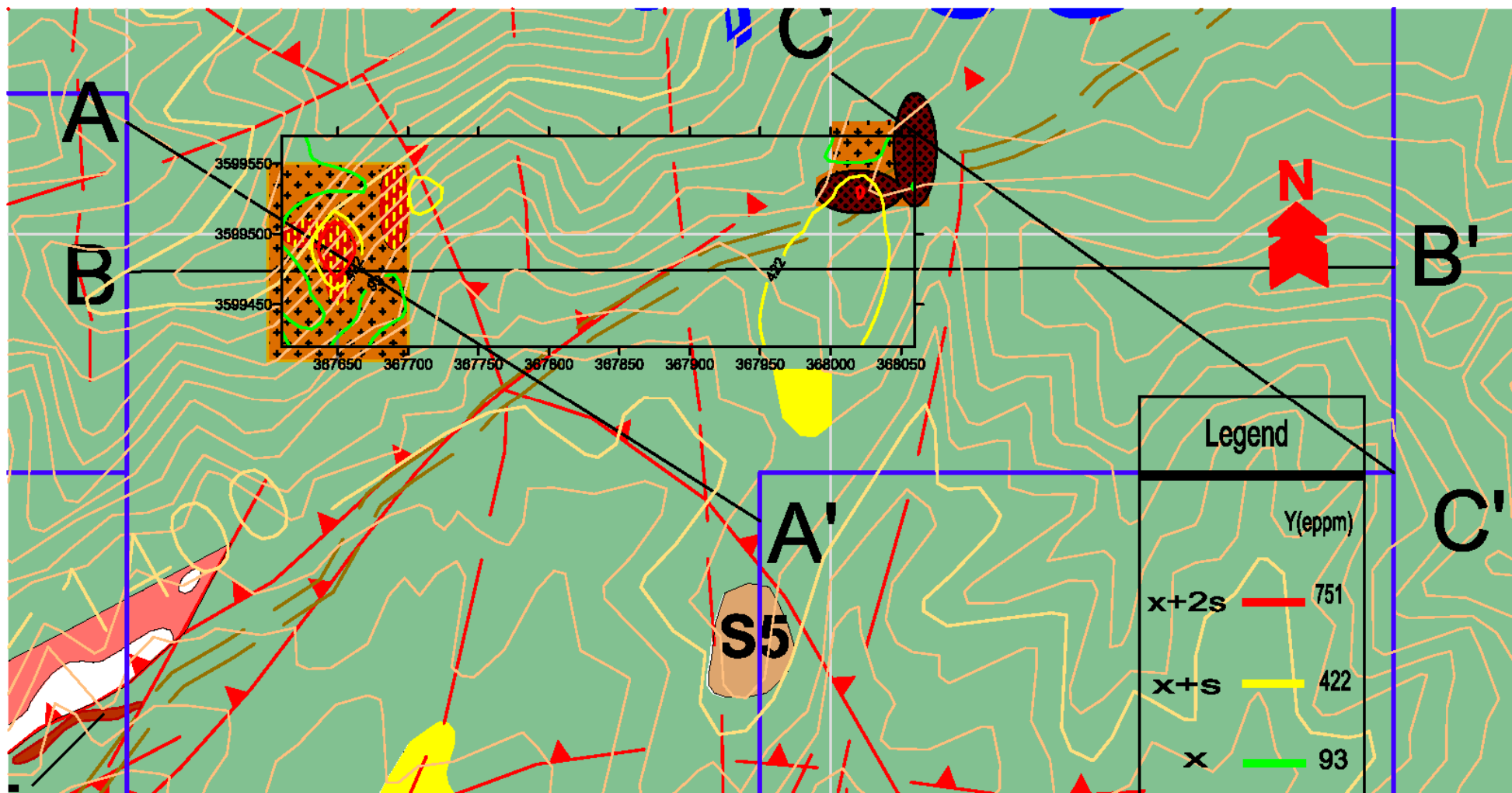
منابع تشکیل دهنده ایتريم در نزدیکی همه کانی‌های کمیاب یافت می‌شود. همچنین این عنصر در کانی مونازیت ماسه‌ای حدود ۳ درصد وجود دارد. اکسید ایتريم یکی از مهمترین ترکیبات ایتريم است که کاربرد وسیعی هم در صنایع دارد. از این عنصر برای نور و رنگ قرمز تیوپ‌های نوری در تلویزیون استفاده می‌شود. از این عنصر برای فیلترهای میکروویو نیز استفاده می‌شود [۱].

ایتريم آهن‌دار، که فرمول آن $Y_3Fe_5O_{12}$ است دارای خصوصیات مغناطیسی هستند. ایتريم آهن‌دار دارای خصوصیات فرستنده و ترانسفورماتور برای انرژی‌های صوتی است. این ترکیب دارای سختی ۸.۵ است که برای مصارف جواهرسازی کاربرد دارد. مقدار کمی ایتريم برای کاهش سایز کروم، مولیبدن، زیرکون و تیتان و برای افزایش استحکام و مقاومت ترکیبات آلومینیوم و منیزیم کاربرد دارد [۱].

از این فلز برای دی اکسید کردن وانادیم و دیگر فلزات غیر آهنی استفاده می‌شود. این فلز همچنین دارای استفاده هسته‌ای نیز می‌باشد. یکی از ایزوتوپ‌های مهم ایتريم ، ایتريم ۹۰ می‌باشد که کاربرد هسته‌ای ایتريم به این ایزوتوپ بر می‌گردد. ایتريم برای ساخت قالب‌های چدنی نیز کاربرد دارد. این فلز مثل آهن خاصیت مفتول شدن دارد [۱].

ایتريم همچنین برای سیستم‌های لیزری و به عنوان کاتالیزور برای واکنش‌های پلیمریزاسیون اتیلن کاربرد دارد. همچنین برای صنایع سرامیک و شیشه مورد استفاده قرار می‌گیرد همچنین اکسید این عنصر دارای نقطه ذوب بالا و مقاوم در برابر شوک حرارتی است [۱].

در محدوده مطالعاتی با استفاده از داده‌های آنالیز XRF، مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی ایتريم بترتیب برابر ۹۳، ۴۲۲ و ۷۵۱ ppm بدست آمد که نقشه پراکندگی آن در شکل (۴-۸) ارائه شده است.



شکل (۴-۸): نقشه کنتورهای آنومالی Y برازش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶ ساغند

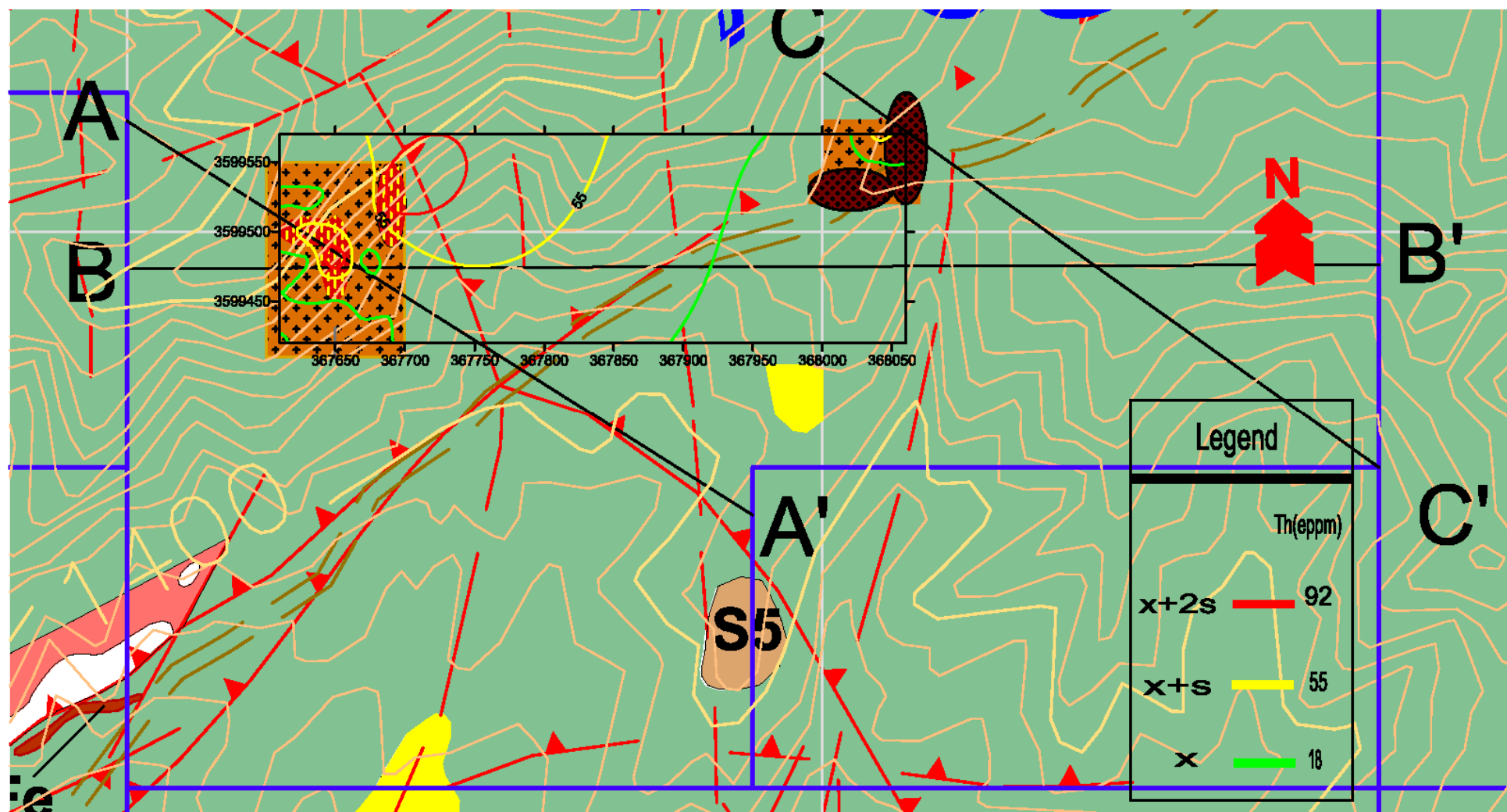
۴-۴-۶- تورיום (Th)

تورיום در کانیه‌های توریت (ThSiO_4) و توریانیت ($\text{ThO}_2 + \text{UO}_2$) وجود دارد. فراوانی تورיום حدود سه برابر اورانیوم است و تقریباً برابر با فراوانی سرب و مولیبدن است. توریم از نظر تجاری از سنگ معدن مونازیت، حاوی ۳ الی ۹ درصد ThO_2 ، استخراج می‌شود [۳۱].

این فلز یکی از منابع قدرتمند هسته‌ای است. انرژی تولید شده از تورיום برای تولید سوخت‌های فسیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی دیگر از موارد استفاده بزرگ تورיום در سوخت‌های هسته‌ای است. همچنین از سیکل تورיום برای مبدل سیستم راکتورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فلز در صورت خلوص به رنگ سفید نقره‌ای است. این عنصر در هوا پایدار است و درخشندگی خود را حفظ می‌کند. تورיום خالص نرم و مفتول پذیر و در سرما نورد و کشیده می‌شود [۱].

این عنصر دارای ۲۵ ایزوتوپ است که وزن اتمی آن از ۲۱۲ تا ۲۳۶ گرم است. همه ایزوتوپ‌های این عنصر ناپایدارند. تورיום ۲۳۲ به صورت طبیعی وجود دارد، این عنصر اشعه آلفا از خود ساطع می‌کند. تورיום ۲۳۲ دارای خصوصیات رادیواکتیو است [۱].

در محدوده مطالعاتی با استفاده از داده‌های آنالیز XRF، مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی تورיום بترتیب برابر ۱۸، ۵۵ و ۹۲ ppm بدست آمد که نقشه پراکندگی آن در شکل (۴-۹) ارائه شده است.



شکل (۴-۹): نقشه کنتورهای آنومالی Th برآزش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶ ساغند

۴-۴-۷- اکسید آهن (Fe_2O_3)

آهن در سنگ‌های آذرین قلیایی یا فرا قلیایی یافت می‌شود. کانی‌های مهم آهن عبارتند از [۱]:

۱. مگنتیت Fe_3O_4 : نام دیگر این کانی اکسید مغناطیسی است. در این کانی مقدار

$\text{FeO}=31\%$ و $\text{Fe}_2\text{O}_3=69\%$ مقدار آهن تا 72.4% می‌رسد. این کانی به صورت توده‌های

گرانولار متراکم یا به شکل خال‌هایی در سنگ‌های آذرین به ویژه انواع قلیایی آن یافت

می‌شود. آهن ربا این کانی را جذب می‌کند و گاهی خود کانی خاصیت مغناطیسی دارد اما

در دمای 580°C خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهد. ولی پس از سرد شدن

دوباره آن را بدست می‌آورد.

۲. هماتیت (اولیژیست) Fe_2O_3 : مقدار آهن در این کانی به 70% می‌رسد و مقدار بسیار کمی

آب دارد. هماتیت در محیط اکسیدان در بسترهای مختلف و در سنگ‌های آذرین و

دگرگونی (شیست‌های بلورین)، در بسترهای گرمایی، سنگ‌های آتش فشانی و سنگ‌های

رسوبی یافت می‌شود. در جزیره هرمز، خاک‌سرخ (خاک‌اخرا) دارای بلورهای زیبای هماتیت

می‌باشد. هماتیت بر اثر مارتیتی شدن به مارتیت $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ تبدیل می‌شود.

۳. لیمونیت $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$: نام این کانی از کلمه یونانی Lemon به معنی چمن آمده است.

این کانی $\text{Fe}_2\text{O}_3=89.9\%$ و $\text{H}_2\text{O}=10.1-14\%$ می‌رسد. این کانی عمدتاً در لایه‌های

رسوبی یافت می‌شود.

۴. پیریت FeS_2 : پیریت با فرمول FeS_2 نشان داده می‌شود. این کانی بر اثر ضربه، تولید جرقه

می‌کند و دارای جلای فلزی درخشانی است. مقدار $\text{Fe}=46.6\%$ و $\text{S}=53.4\%$ است و

گاهی ناخالصی‌هایی از $\text{Co}, \text{As}, \text{Ni}, \text{Sb}$ دیده می‌شود. در سنگ‌های ماگمای و دگرگونی

(شیست‌های متبلور) و سنگ‌های رسوبی یافت می‌شود و در جزیره هرمز بلورهایی از آن

تشکیل ماکل داده اند. پیریت در تهیه اسید سولفوریک اهمیت دارد.

۵. پیروتیت (پیریت مغناطیسی) با فرمول FeS نشان داده می‌شود. این کانی در سنگ‌های آذرین و دگرگونی (شیست‌های متبلور) و در بسترهای گرمابی وجود دارد. این کانی از نظر صنعت اهمیت کمی دارد. تفاوت این کانی با پیریت در مقدار گوگرد (پیریت مقدار S زیادتری دارد) و درجه حرارت (پیروتین درجه حرارت بالا 550°C) دارد.

۶. مارکاسیت با فرمول FeS_2 به صورت بلورهای اورتورومبیک زرد برنجی رنگ پریده دیده می‌شود و گوگرد در آن به عنوان محصول فرعی می‌باشد.

۷. کالکوپیریت با فرمول CuFeS_2 نشان داده می‌شود و به صورت بلور تتراگونال عموماً زرد رنگ دیده می‌شود و گوگرد در آن به عنوان محصول فرعی می‌باشد.

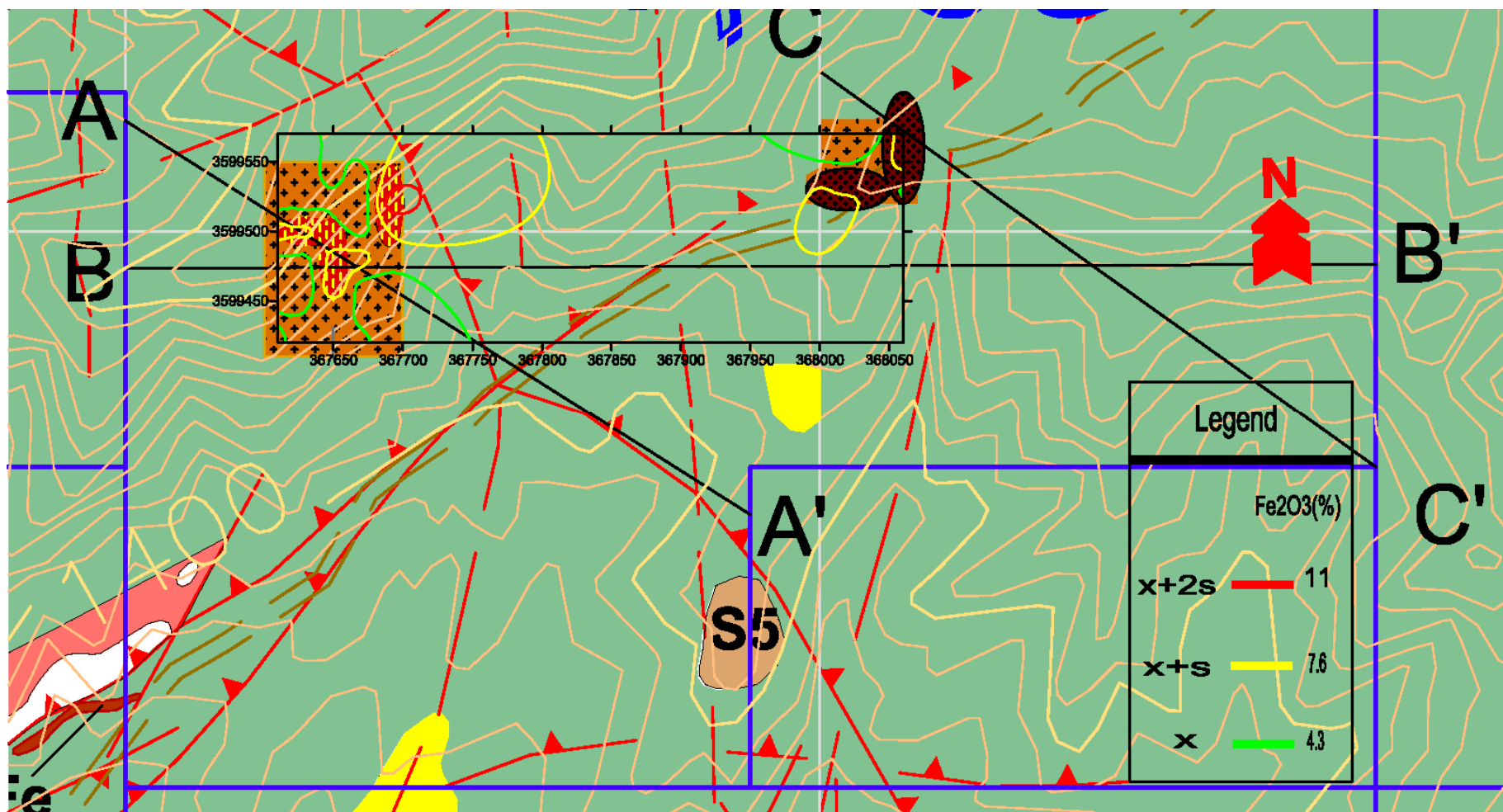
۸. سیدریت با فرمول FeCO_3 و با چگالی $3/8$ حاوی 48% آهن است.

۹. شاموزیت با فرمول $3\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ و با چگالی $3/2$ حاوی 33% آهن است.

۱۰. تورنژیت با فرمول $8(\text{Fe}, \text{Mg})\text{O} \cdot 4(\text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ و با چگالی $3/2$ حاوی

$29-31\%$ آهن است.

در محدوده مطالعاتی با استفاده از داده‌های آنالیز XRF، مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی اکسید آهن بترتیب برابر $4/3$ ، $7/6$ و 11 درصد بدست آمد که نقشه پراکندگی آن در شکل (۴-۱۰) ارائه شده است.



شکل (۴-۱۰): نقشه کنتورهای آنومالی Fe_2O_3 برازش شده بر روی نقشه زمین‌شناسی آنومالی ۶ ساغند

فصل پنجم

نتیجہ گیری و پیشہادات

۵-۱- نتیجه گیری

۱. بر اساس مطالعات پتروگرافی مشخص شد که کانی پرتوزای موجود در نمونه‌های گرفته شده دیویدایت است. همچنین نوع آمفیبول موجود در نمونه‌ها شامل ترمولیت- اکتینولیت است. علاوه بر آن وجود کانی‌های کوارتز، اسفن، آلبیت، روتیل و کربنات بعنوان کانی‌های اصلی و همزمان عدم وجود کانی‌های اپک از ویژگی‌های میکروسکوپی نمونه‌های رادیواکتیو است.

۲. وجود کانی آلبیت در مقاطع تهیه شده از نمونه‌های رادیواکتیو موید این مطلب است که کانی‌زایی عناصر پرتوزا همراه با پدیده آلبیتیزاسیون بوده است. چنان که در مطالعات کتابخانه‌ای نیز به این موضوع اشاره شده بود. علاوه در حین عملیات صحرایی نیز قرائت‌های نزدیک به رگه‌های گوشتی آلبیتی رادیومتری بالایی را از خود نشان می‌داد.

۳. جنس سنگ‌های محدوده‌های تعیین شده از نوع گرانیات یا متاسوماتیسم می‌باشد ولیکن جنس سنگ نقاط رادیواکتیو بیشتر از نوع متاسوماتیسم می‌باشد. این مطلب با مطالعات کتابخانه‌ای به عمل آمده درباره آنومالی‌های ۹ گانه ساغند مطابقت دارد. چرا که در مطالعات کتابخانه‌ای نیز فرم کانی سازی آنومالی ۶ را متاسوماتیسم با گسترش زیاد نقل شده بود.

۴. دگرسانی مشاهده شده بیشتر از نوع سریسیتی است. در نتیجه سریسیت‌ها و کانی‌های رسی به مقدار نسبتاً زیاد مشاهده می‌شوند؛ که حاصل آلتراسیون ارتوزها می‌باشند.

۵. جنس سنگ ۴۷ نمونه برداشت شده بیشتر از نوع دیوریت و کوارتز دیوریت (گرانودیوریت) می‌باشد؛ ولیکن جنس نمونه‌هایی که پرتوزایی بالایی از خود نشان می‌دهند از نوع گابرو است.

۶. از ۴۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی برداشت شده، نمونه‌های رادیواکتیو از جنس گابرو (یا معادل خروجی آن بازالت) و متعلق به ماگمای تولییتی زون گسترش کف اقیانوس بوده‌اند.

۷. برای اندازه‌گیری رادیومتری زمینی یک شبکه نمونه‌برداری منظم با پروفیل‌های شرقی - غربی به فاصله ۵۰ m و فواصل اندازه‌گیری ۱۰ m طراحی شد. دلیل انتخاب پروفیل‌های شرقی - غربی روند تقریباً شمالی - جنوبی کانی‌سازی در منطقه است؛ که در دیگر آنومالی‌های ساغند دیده شده است. با شبکه فوق در مجموع اندازه‌گیری رادیومتری در بیش از ۱۰۰۰ نقطه صورت گرفت. در میان قرائت‌های رادیومتری انجام شده، ۱۱ قرائت بالای ۱۰۰۰ cps به ثبت رسید که ماکزیمم آن ۶۰۰۰ cps می‌باشد.

۸. چولگی و کشیدگی قرائت‌های رادیومتری (cps, K, U, Th) تفاوت زیادی با مقادیر پارامترهای توزیع نرمال (چولگی صفر و کشیدگی سه) دارد، بنابراین توزیع داده‌های رادیومتری غیر نرمال است. پس از ارزیابی و آزمایش توزیع‌های مختلف بر روی داده‌های رادیومتری و منطبق نشدن توزیع این داده‌ها بر هیچ یک از توزیع‌های استاندارد، محتمل شد که داده‌های رادیومتری از یک جامعه نیستند بلکه ترکیبی از جوامع زمینه و آنومالی می‌باشند.

۹. مرز ۲/۱۵ که برابر با مقدار متغیر متناظر با درصد فراوانی تجمعی در نقطه‌ای عطف منحنی احتمال توزیع جوامع مختلط داده‌های رادیومتری است به عنوان مرز جدایش دو جامعه آنومالی و زمینه انتخاب شد. بر این اساس جامعه مختلط به دو جامعه ۸۰ قرائتی آنومالی و ۹۲۱ قرائتی زمینه جدا شد.

۱۰. جامعه آنومالی نشان دهنده زمینه محلی و مقادیر پر عیار آن نشان دهنده آنومالی‌های واقعی است. بنابراین با انتخاب مقدار $x+s=2/477+0/384=2/861$ به عنوان حد آستانه‌ای، ۱۲ قرائت از جامعه ۸۰ قرائتی آنومالی بالاتر از این مقدار قرار می‌گیرند که دقیقاً همان محل های با مقادیر cps بالای ۱۰۰۰ است. ضمناً در این جا x میانه جامعه آنومال است چرا که نسبت به میانگین کمتر تحت تاثیر داده‌های کرانه‌ای و خارج از ردیف قرار می‌گیرد.

۱۱. شیب معادله رگرسیون خطی میان U و Th نزدیک ۱ است، پس نتیجه گرفته می‌شود که میزان غنی‌شدگی U و Th در نمونه‌های مورد بررسی تقریباً یکسان است. به همین دلیل دور از انتظار نیست که کنتورهای رسم شده برای این دو متغیر تقریباً بر هم منطبق باشند. همچنین میزان غنی‌شدگی U و Th در اکثر نمونه‌ها چندین برابر میزان غنی‌شدگی K می‌باشد.

۱۲. بر مبنای مشاهدات صحرایی و نیز ترسیم کنتورهای رادیومتری نتیجه گرفته می‌شود که در آنومالی ۶، نقاط اکتیو بر روی محل‌های مرتفع واقع شده‌اند تا تپه‌های هموار، که قرار گرفتن شدن گوشه شمال‌غربی محدوده مورد مطالعه بر روی کوه‌های مرتفع منطقه، به منظور برداشت‌های لیتوژئوشیمیایی نیز مؤید این مطلب است. نتیجه برداشت و تفسیر داده‌های رادیومتری زمینی دو محدوده آنومال را در شمال‌غرب و شمال‌شرق محدوده برای بررسی‌های بیشتر اکتشافی معرفی می‌کند.

۱۳. برداشت و آنالیز نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی در دو محدوده فوق نتایج نشان می‌دهند که مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی برای اورانیوم و دیگر عناصر و اکسیدهای وابسته به آن بشرح جدول زیر بدست آمد:

جدول (۵-۱): مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی اورانیوم و عناصر وابسته به آن در محدوده مورد مطالعه

آنومالی	حد آستانه‌ای	زمینه	
۵۸۶	۳۹۹	۱۲	اورانیوم (ppm)
۵/۶	۳	۰/۴	اکسید تیتانیوم (%)
۶۹۰	۴۱۴	۱۳۸	باریم (ppm)
۳۷۹	۲۰۱	۲۲	نیوبیوم (ppm)
۷۵۱	۴۲۲	۹۳	ایتریم (ppm)
۹۲	۵۵	۱۸	توریوم (ppm)
۱۱	۷/۶	۴/۳	اکسید آهن (%)

۱۴. به دلیل نرمال نبودن داده‌های مربوط به دیگر متغیرهای غیر SiO_2 و Al_2O_3 ، برای محاسبه ضریب همبستگی از روش ناپارامتری ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن که به توزیع داده‌ها حساس نمی باشد استفاده شد و بر این اساس مشاهده شد که متغیر U با برخی از متغیرها همبستگی مثبت

TiO_2 (0.72), V (0.65), Ba (0.634), Nb (0.630), Y (0.595), Cr (0.594)

Th (0.500), Co (0.476), Fe_2O_3 (0.463)

و با برخی متغیرهای دیگر همبستگی منفی دارد.

K_2O (-0.015), P_2O_5 (-0.036)

۱۵. نتایج حاصل نشان می دهد که مقدار آماره R^2 (ضریب تعیین) که معیاری از نیکویی برازش است برای نمودارهای مختلف U در مقابل اکسیدها و عناصر مختلف، روند کاهشی به قرار زیر دارد:

TiO_2 , Nb, Y, Th, Ba, Pb, Fe_2O_3

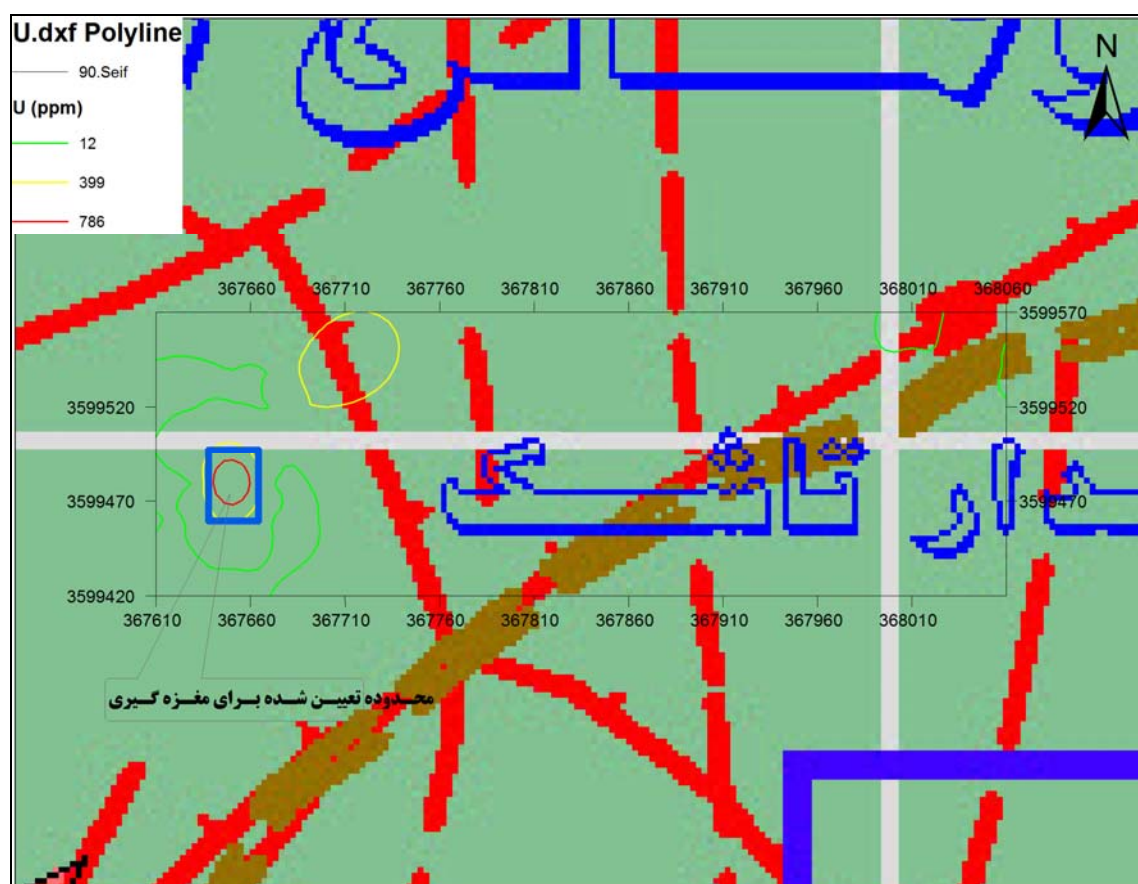
۱۶. نتایج حاصل از ضرایب همبستگی، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و نمودارهای پراکندگی مؤید وابسته بودن U با اکسیدها و عناصر زیر می‌باشند.

TiO_2 (0.72), Ba (0.634), Nb (0.630), Y (0.595), Th (0.500), Fe_2O_3 (0.463)

۱۷. نتیجه بررسی‌های ژئوشیمیایی صورت گرفته در دو محدوده معرفی شده توسط داده‌های ژئوفیزیکی نشان داد که محدوده واقع در شمال غرب منطقه از نظر وسعت و شدت غلظت مواد رادیواکتیو از اهمیت بیشتری برای مطالعات حفاری برخوردار است.

۵-۲- پیشنهادات

با توجه به نقشه‌های ترسیم شده و نیز همبستگی‌های تشخیص داده شده میان متغیرهای U ، TiO_2 و Th ، محدوده‌ای مستطیلی شکل به مساحت ۴۰۵ متر مربع در گوشه شمال غربی منطقه مورد مطالعه که در آن شدت پرتو گاما بزرگتر از ۱۷۵۰ cps و مقدار اورانیوم اندازه‌گیری شده در نمونه‌های سنگی بزرگتر از ۳۹۹ ppm است، به منظور مطالعات تفصیلی و عملیات حفاری پیشنهاد می‌گردد. این محدوده مستطیلی با کادر آبی رنگ در شکل زیر مشخص شده است.



شکل (۵-۱): محدوده مستطیلی مشخص شده با کادر آبی رنگ جهت عملیات حفاری و مغزه‌گیری

پوست

پیوست الف: تصاویر ۱۶ مقطع نازک تهیه شده

جدول (الف-۱): خلاصه مطالعه میکروسکوپی انجام شده بر روی ۱۶ مقطع نازک

شماره عکس	شماره نمونه	نور عادی یا پلاریزه	بزرگ نمایی	c.p.s	کانی های اصلی	کانی های فرعی	اسم سنگ
8	RS-LA-1	PL	×50	150	ارتوز-آمفیبول-کوارتز	کانی های اپک-اسفن-آلانی	گرانیت
9	RS-LA-2	PL	×50	110	آلبیت-آمفیبول-کوارتز-اسفن	کانی های اپک	اسفن تیتانو مگنتیت کوارتز کربنات متاسوماتیت
10	RS-LA-2	NL	×50	110	آلبیت-آمفیبول-کوارتز-اسفن	کانی های اپک	اسفن تیتانو مگنتیت کوارتز کربنات متاسوماتیت
11	RS-LA-3	PL	×50	5000	ارتوز-آمفیبول-کوارتز-اسفن-اکسیدهای آهن و تیتان	کانی های اپک-کربنات	اسفن تیتانو مگنتیت ترمولیت اکتینولیت ارتوز متاسوماتیت
12	RS-LA-3	NL	×50	5000	ارتوز-آمفیبول-کوارتز-اسفن-اکسیدهای آهن و تیتان	کانی های اپک-کربنات	اسفن تیتانو مگنتیت ترمولیت اکتینولیت ارتوز متاسوماتیت
13	RS-LA-4	PL	×50	450	آلبیت-آمفیبول-کوارتز-اسفن	کانی های اپک-کربنات-اکسیدهای آهن و تیتان-کلریت-آلانی	آلبیت اسفن آمفیبول کوارتز متاسوماتیت
14	RS-LA-4	NL	×50	450	آلبیت-آمفیبول-کوارتز-اسفن	کانی های اپک-کربنات-اکسیدهای آهن و تیتان-کلریت-آلانی	آلبیت اسفن آمفیبول کوارتز متاسوماتیت
15	RS-LA-5	PL	×100	1600	ارتوز-آمفیبول-اپیدوت-اکسیدهای آهن و تیتان-اسفن	کانی های اپک-کربنات-بیوتیت-کوارتز	ارتوز اپیدوت آمفیبول اسفن تیتانو مگنتیت متاسوماتیت
16	RS-LA-5	NL	×100		ارتوز-آمفیبول-اپیدوت-اکسیدهای آهن و تیتان-اسفن	کانی های اپک-کربنات-بیوتیت-کوارتز	ارتوز اپیدوت آمفیبول اسفن تیتانو مگنتیت متاسوماتیت
17	RS-LA-6	PL	×100	180	ارتوز-آمفیبول-کوارتز-کربنات-آلبیت	کانی های اپک-اکسیدهای آهن و تیتان-اسفن-بیوتیت-آلانی	ارتوز آلبیت آمفیبول کربنات کوارتز متاسوماتیت
18	RS-LA-6	PL	×100		ارتوز-آمفیبول-کوارتز-کربنات-آلبیت	کانی های اپک-اکسیدهای آهن و تیتان-اسفن-بیوتیت-آلانی	ارتوز آلبیت آمفیبول کربنات کوارتز متاسوماتیت

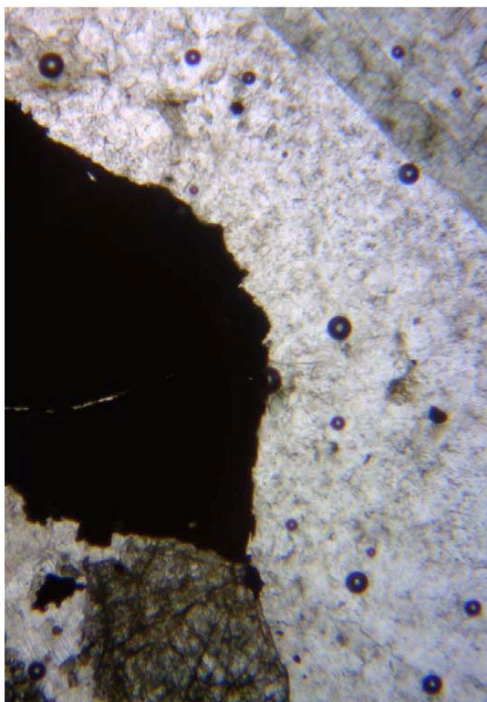
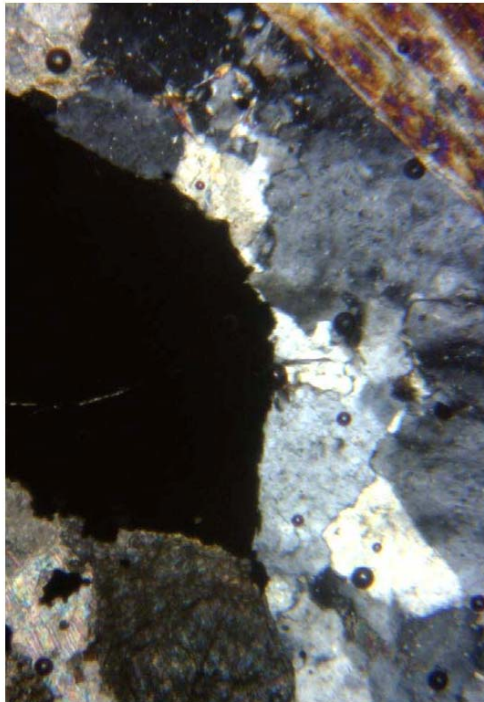
ادامه جدول (الف-۱): خلاصه مطالعه میکروسکوپی انجام شده بر روی ۱۶ مقطع نازک

شماره عکس	شماره نمونه	نور عادی یا پلاریزه	بزرگ نمایی	C.P.S	کانی های اصلی	کانی های فرعی	اسم سنگ
19	RS-LA-7	PL	×50	1000	ارتوز-آمفیبول-آلبیت	کانی های اپک-اکسیدهای آهن و تیتان-اسفن-بیوتیت-کلریت-ورمیکولیت	آلبیت آمفیبول ارتوز متاسوماتیت
20	RS-L-1	PL	×50	زمینه	ارتوز-آمفیبول-کوارتز	کانی های اپک-اپیدوت-اسفن-بیوتیت-آلبیت	آمفیبول گرانیٹ
21	RS-L-2	PL	×50	زمینه	ارتوز-آمفیبول-کوارتز-پلاژیوکلاز-آلبیت	کانی های اپک-اپیدوت-اسفن	گرانیٹ پورفیری
22	RS-L-3	PL	×50	زمینه	آمفیبول-ورمیکولیت-اکسیدهای آهن و تیتان	کانی های اپک-اسفن-فلوگوپیت-کوارتز	آمفیبول ورمیکولیت تیتانو مگنتیت متاسوماتیت
23	RS-L-4	PL	×50	زمینه	آمفیبول-آلبیت-ورمیکولیت-کوارتز	کانی های اپک-بیوتیت	آلبیت آمفیبول کوارتز ورمیکولیت متاسوماتیت
24	RS-L-4	NL	×50		آمفیبول-آلبیت-ورمیکولیت-کوارتز	کانی های اپک-بیوتیت	آلبیت آمفیبول کوارتز ورمیکولیت متاسوماتیت
25	RS-L-5	PL	×50	زمینه	ارتوز-آمفیبول-کوارتز-آلبیت-اپیدوت	سرپانتین-اسفن-ورمیکولیت-کانی های اپک	آمفیبول اپیدوت آلبیت کوارتز ارتوز متاسوماتیت
26	RS-L-6	PL	×50	زمینه	ارتوز-آمفیبول-اسفن-آلبیت	بیوتیت-اکسیدهای آهن و تیتان-آلانیٹ-کانی های اپک	آمفیبول اسفن ارتوز آلبیت متاسوماتیت
27	RS-L-6	NL	×50		ارتوز-آمفیبول-اسفن-آلبیت	بیوتیت-اکسیدهای آهن و تیتان-آلانیٹ-کانی های اپک	آمفیبول اسفن ارتوز آلبیت متاسوماتیت
28	RS-L-7	PL	×50	زمینه	آمفیبول-کوارتز-کربنات-اپیدوت	اکسیدهای آهن و تیتان-کانی های اپک	آمفیبول اپیدوت کربنات متاسوماتیت
29	RS-L-8	PL	×50	زمینه	ارتوز-آمفیبول-کوارتز	اکسیدهای آهن و تیتان-کانی های اپک-پلاژیوکلاز-کربنات	آمفیبول کوارتز ارتوز متاسوماتیت
30	RS-L-9	PL	×50	زمینه	ارتوز-آمفیبول-کوارتز-فلوگوپیت	اکسیدهای آهن و تیتان-کانی های اپک-پلاژیوکلاز-ورمیکولیت-اسفن	کوارتز پورفیر فلوگوپیتی شده

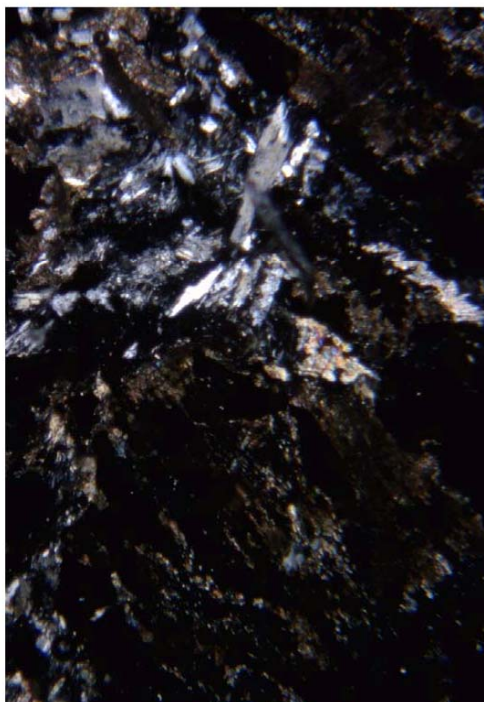
8 (RS-LA1)



9 (RS-LA2)



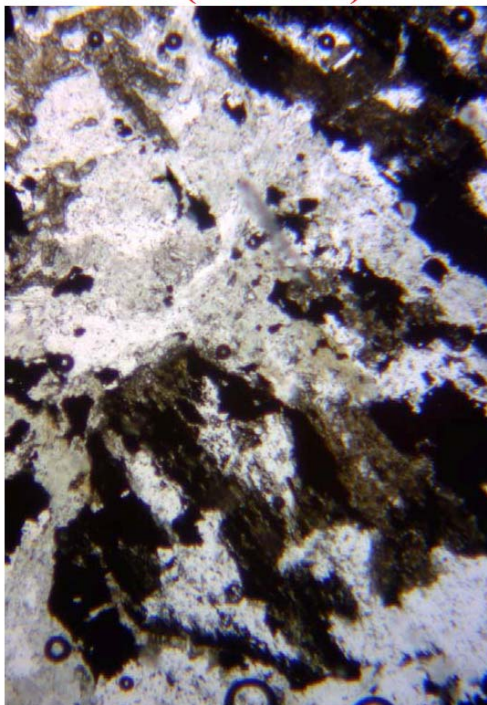
10 (RS-LA2)



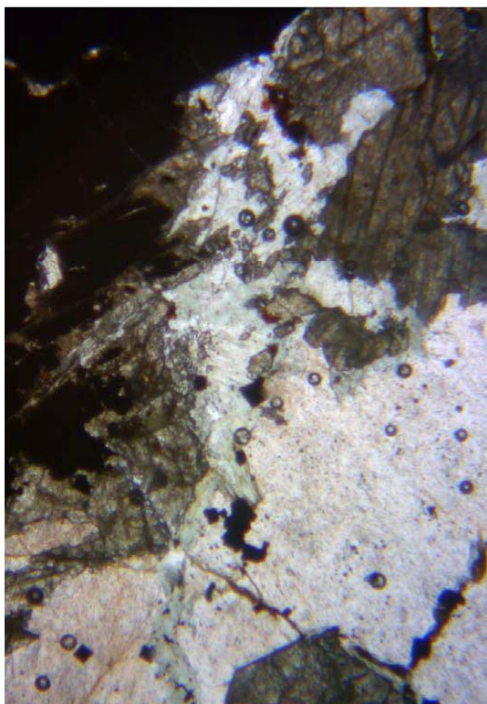
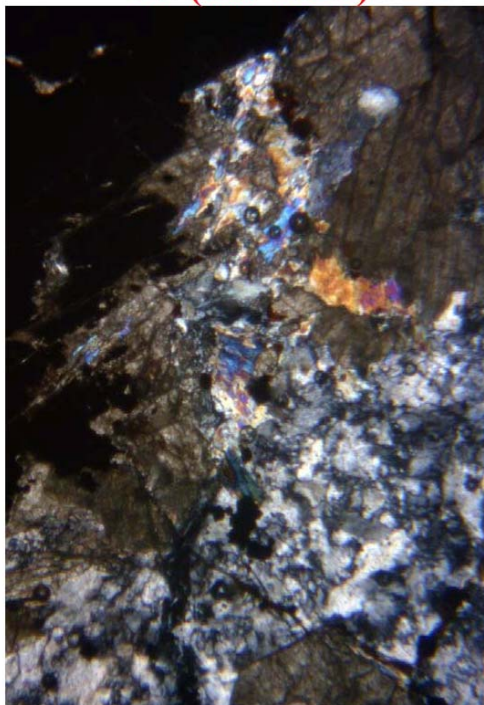
11 (RS-LA3)

شکل (الف-۱): عکس های گرفته شده از مقاطع نازک نمونه های اکتیو جدول (الف-۱)

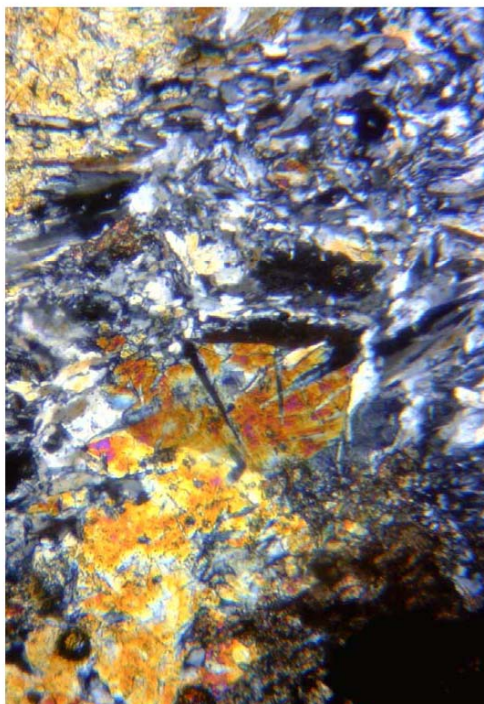
12 (RS-LA3)



13 (RS-LA4)



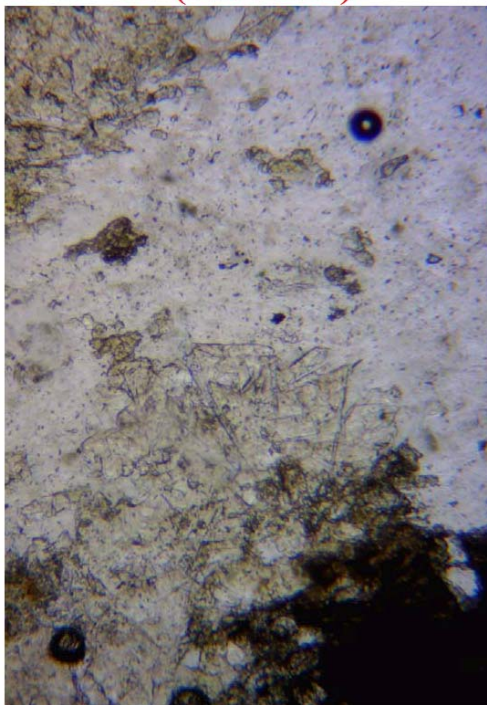
14 (RS-LA4)



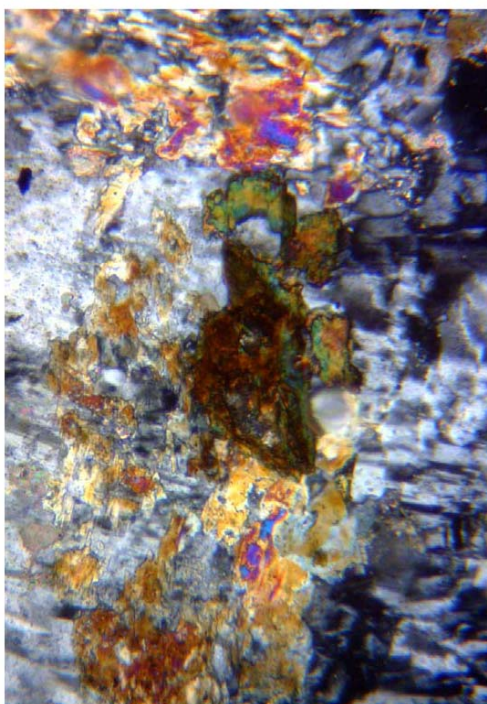
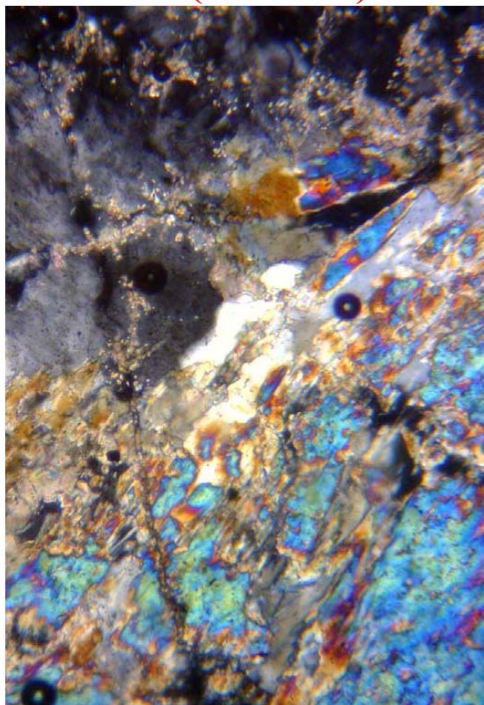
15 (RS-LA5)

ادامه شکل (الف-۱): عکس های گرفته شده از مقاطع نازک نمونه های اکتیو جدول (الف-۱)

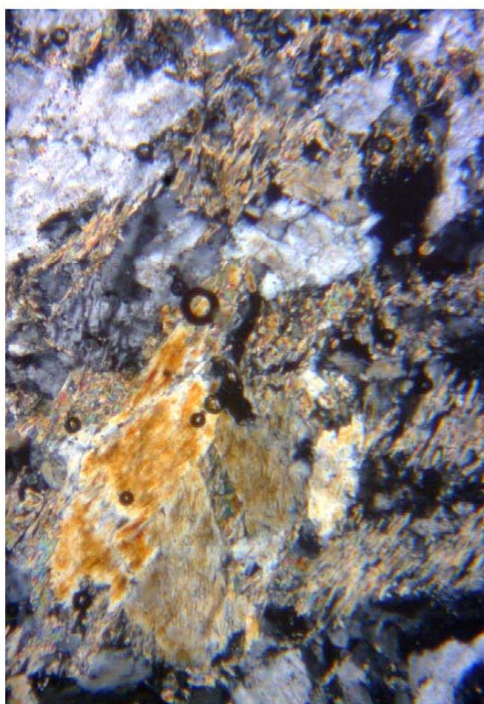
16 (RS-LA5)



17 (RS-LA6)



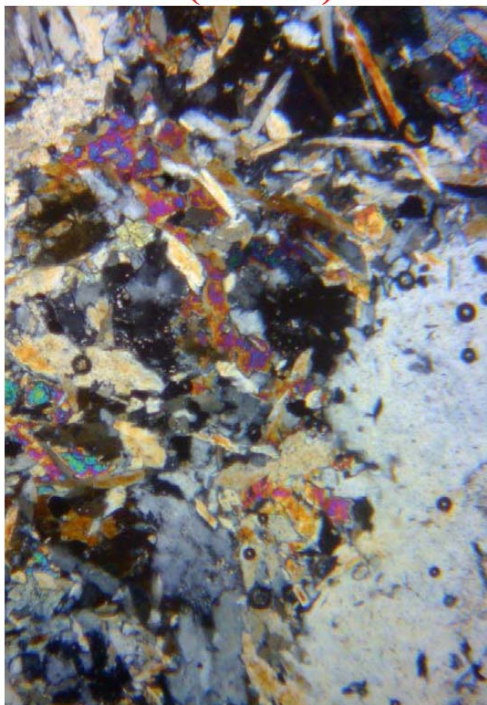
18 (RS-LA6)



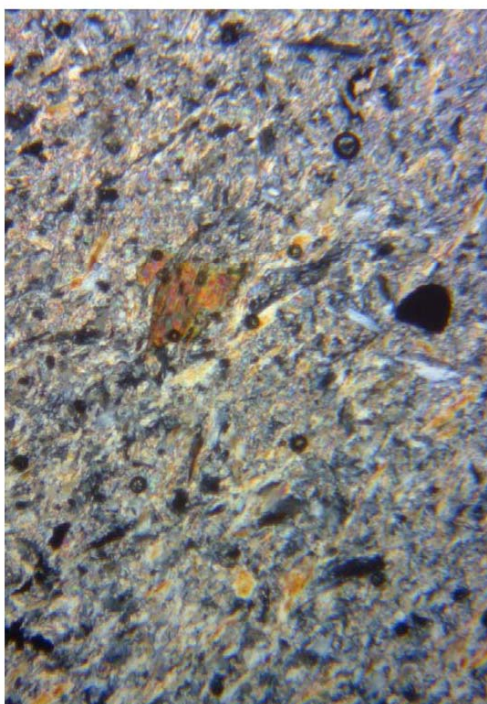
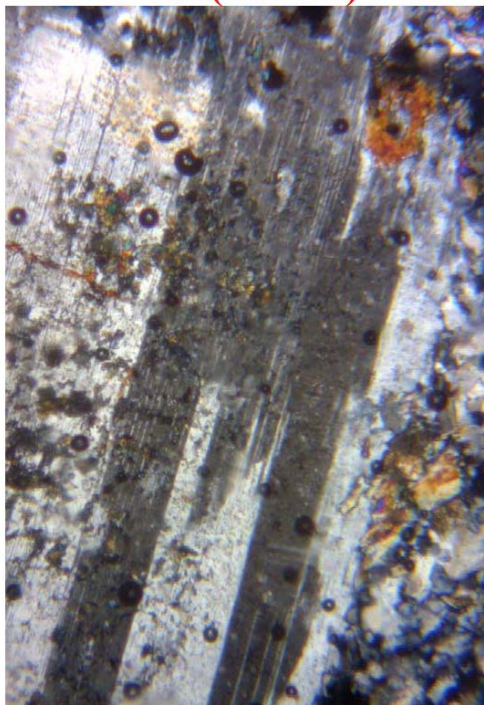
19 (RS-LA7)

ادامه شکل (الف-۱): عکس های گرفته شده از مقاطع نازک نمونه های اکتیو جدول (الف-۱)

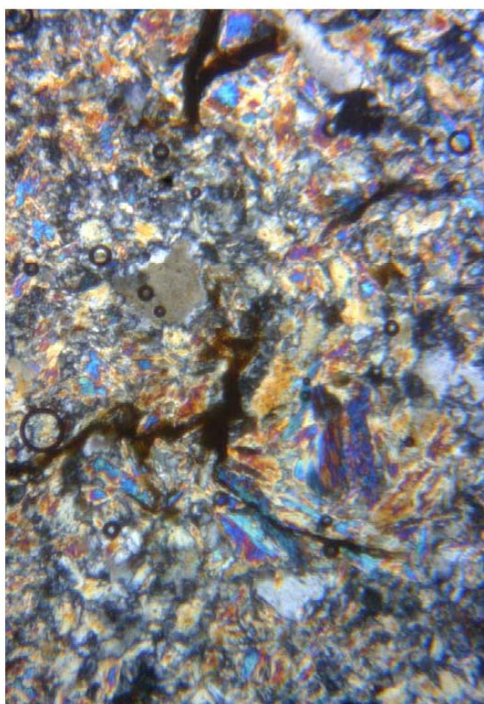
20 (RS-L1)



21 (RS-L2)



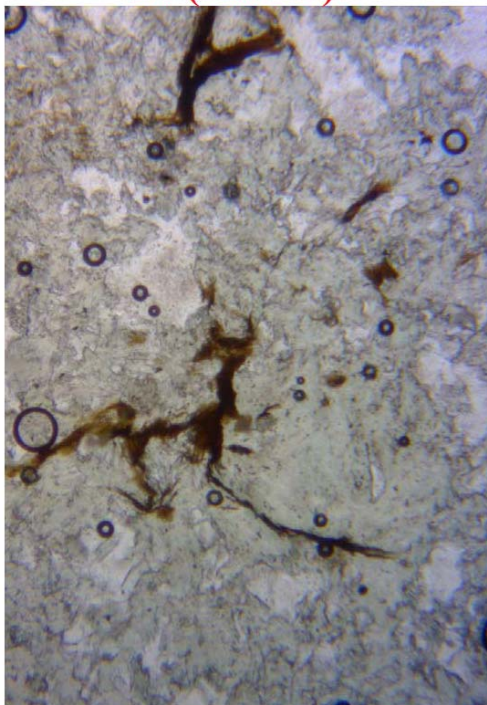
22 (RS-L3)



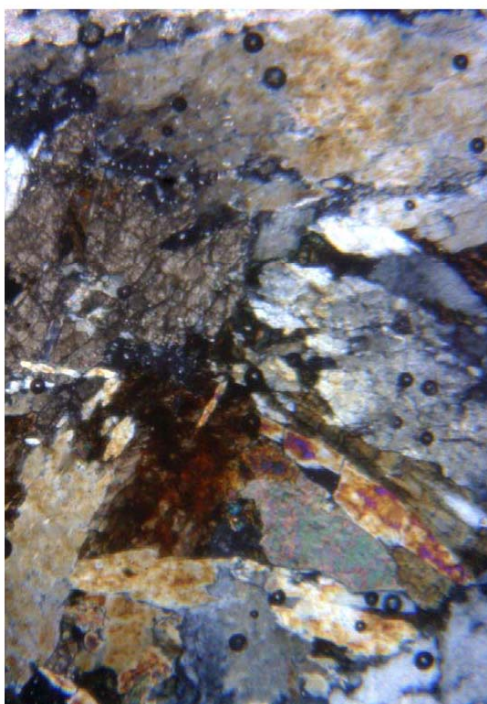
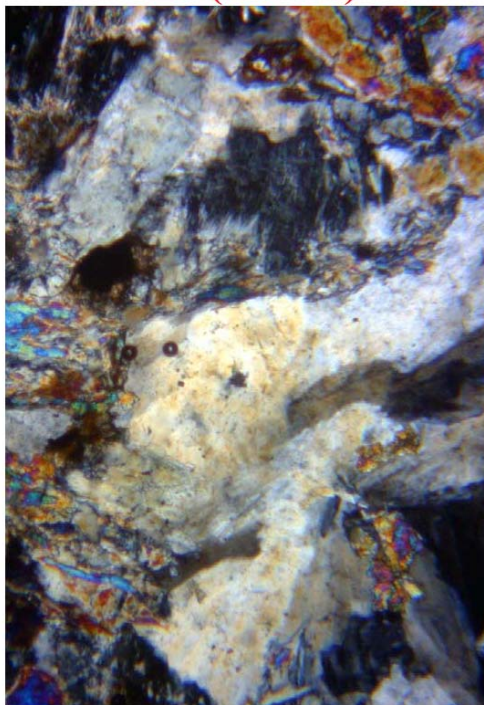
23 (RS-L4)

شکل (الف-۲): عکس های گرفته شده از مقاطع نازک نمونه های غیر اکتیو (زمینه) جدول (الف-۱)

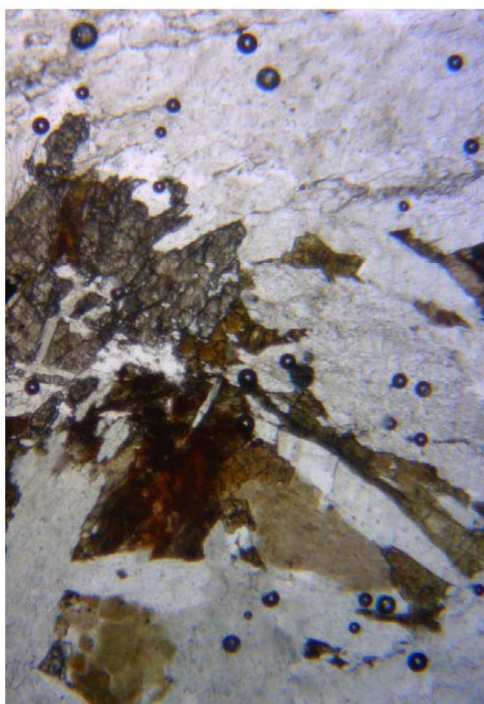
24 (RS-L4)



25 (RS-L5)



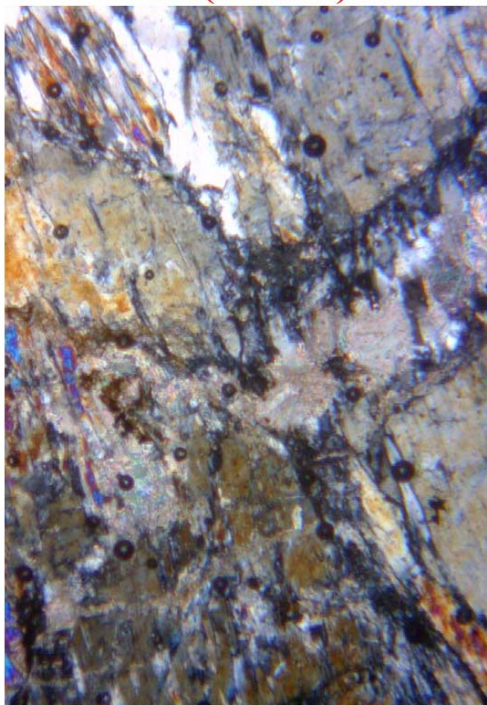
26 (RS-L6)



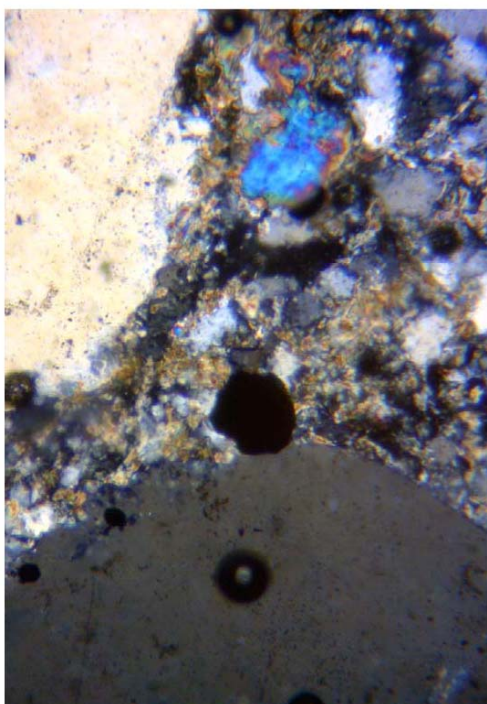
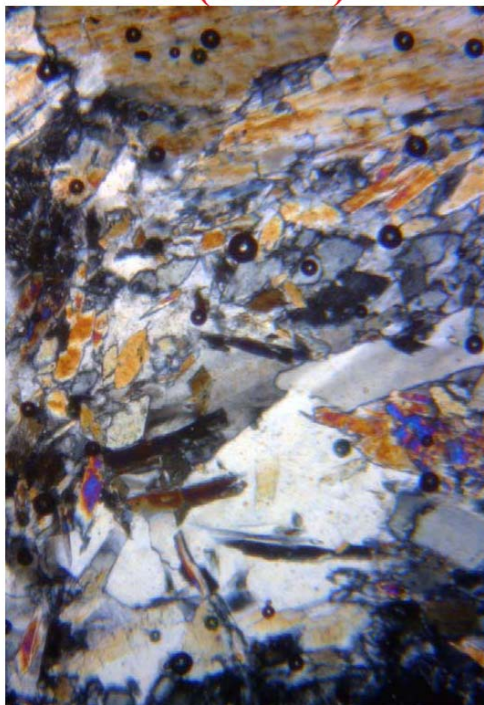
27 (RS-L6)

ادامه شکل (الف-۲): عکس های گرفته شده از مقاطع نازک نمونه های غیر اکتیو (زمینه) جدول (الف-۱)

28 (RS-L7)



29 (RS-L8)



30 (RS-L9)

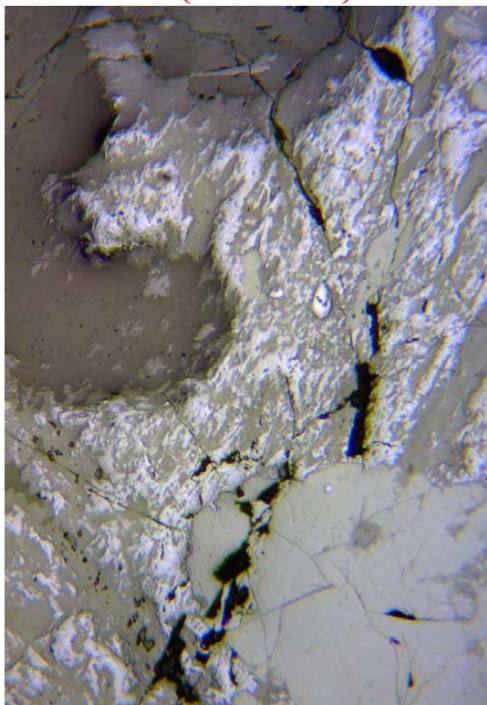
ادامه شکل (الف-۲): عکس های گرفته شده از مقاطع نازک نمونه های غیر اکتیو (زمینه) جدول (الف-۱)

پیوست ب: تصاویر ۲ مقطع صیقلی تهیه شده

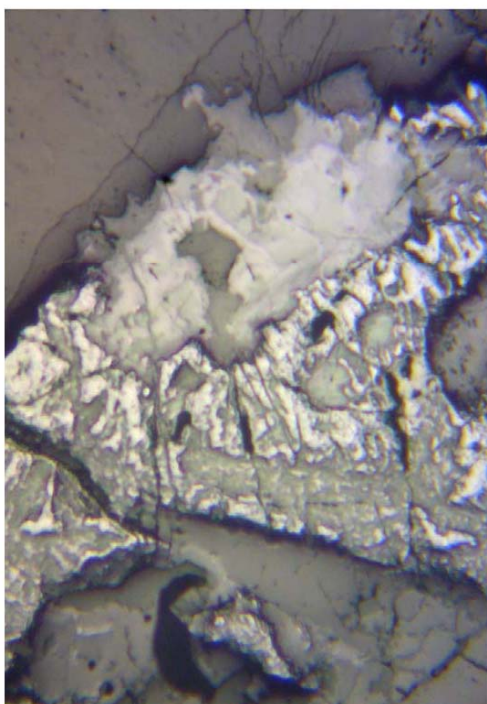
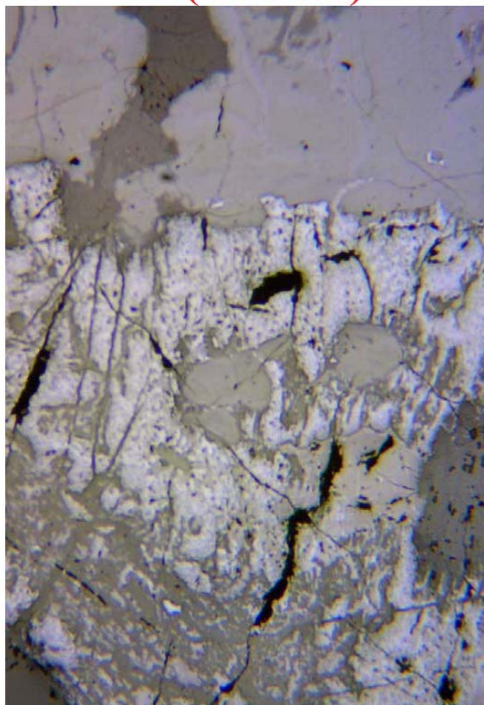
جدول (ب-۱): خلاصه مطالعه میکروسکوپی انجام شده بر روی ۲ مقطع صیقلی

شماره عکس	شماره نمونه	نور عادی یا پلاریزه	بزرگ نمایی	کانی های اصلی	تیپ کانی سازی	مشخصه ماکروسکوپی نمونه
1	RS-PA2	NL	×100	دیویدایت-اسفن-لوکوکسن-روتیل-مگنتیت-هماتیت	هیدروترمال	آمفیبولیت و مگنتیت
2	RS-PA2	NL	×100	دیویدایت-اسفن-لوکوکسن-روتیل-مگنتیت-هماتیت	هیدروترمال	آمفیبولیت و مگنتیت
3	RS-PA2	NL	×50	دیویدایت-اسفن-لوکوکسن-روتیل-مگنتیت-هماتیت	هیدروترمال	آمفیبولیت و مگنتیت
4	RS-PA2	NL	×50	دیویدایت-اسفن-لوکوکسن-روتیل-مگنتیت-هماتیت	هیدروترمال	آمفیبولیت و مگنتیت
5	RS-PA1	NL	×100	هماتیت-لوکوکسن-تیتانومگنتیت-اسفن	هیدروترمال	آمفیبولیت شایست
6	RS-PA1	NL	×100	هماتیت-لوکوکسن-تیتانومگنتیت-اسفن	هیدروترمال	آمفیبولیت شایست
7	RS-PA1	NL	×200	هماتیت-لوکوکسن-تیتانومگنتیت-اسفن	هیدروترمال	آمفیبولیت شایست

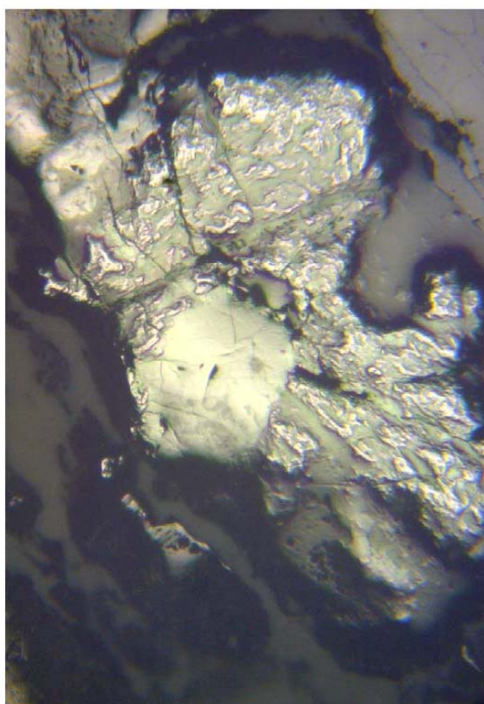
1 (RS-PA2)



2 (RS-PA2)



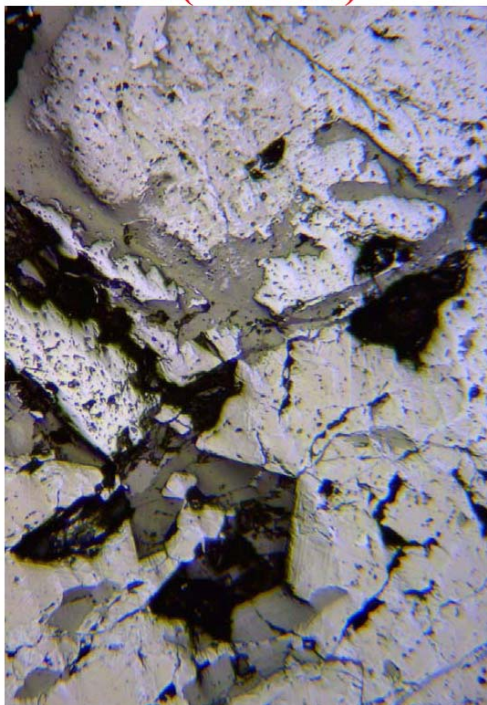
3 (RS-PA2)



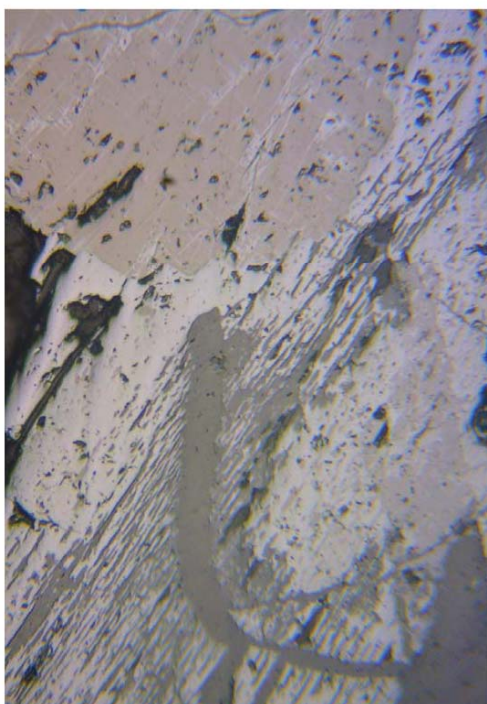
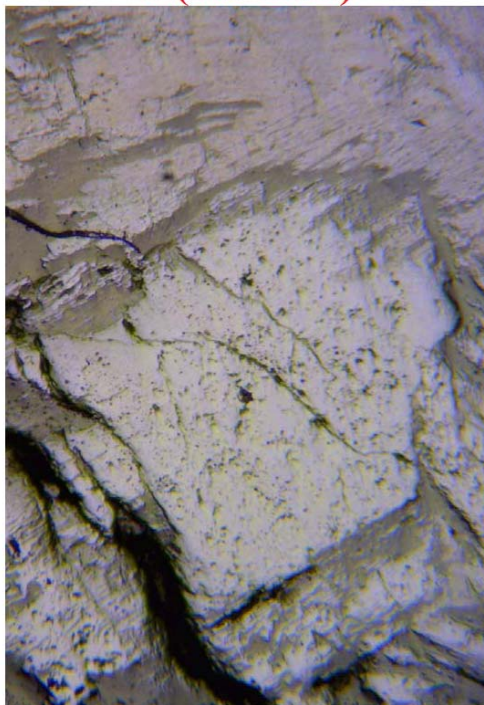
4 (RS-PA2)

شکل (ب-۱): عکس های گرفته شده از مقاطع صیقلی مذکور در جدول (ب-۱)

5 (RS-PA1)



6 (RS-PA1)



7 (RS-PA1)

ادامه شکل (ب-۱): عکس های گرفته شده از مقاطع صیقلی مذکور در جدول (ب-۱)

پیوست ج: قرائت‌های رادیومتری انجام شده در جریان مطالعات و عملیات صحرایی مرحله اول

جدول (ج-۱): قرائت‌های رادیومتری انجام شده با استفاده از سنتیلومتر و اسپکترومتر

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0001	1	367500	3599100	80	841	192	339	113	20.73	0.071035	16.04475	12.06066
89.RS.0002	1	367510	3599100	80	832	180	315	106	20.46	0.052175	14.79383	11.2611
89.RS.0003	1	367520	3599100	100	836	160	286	95	20.58	0.03269	13.36363	9.95184
89.RS.0004	1	367530	3599100	100	826	190	305	86	20.28	0.066525	14.81928	8.6217
89.RS.0005	1	367540	3599100	80	815	217	504	40	19.95	0.0825	28.596	1.306
89.RS.0006	1	367550	3599100	80	820	196	452	47	20.1	0.0104	25.177	2.567
89.RS.0007	1	367560	3599100	70	758	178	406	53	18.24	0.0666	22.126	3.613
89.RS.0008	1	367570	3599100	70	780	189	590	32	18.9	0.46875	34.06195	3.621
89.RS.0009	1	367580	3599100	70	878	241	705	20	21.84	0.136	41.1595	3.619
89.RS.0010	1	367590	3599100	70	899	243	715	32	22.47	0.0897	41.7575	3.623
89.RS.0011	1	367600	3599100	70	923	252	733	42	23.19	0.0009	42.6995	3.615
89.RS.0012	1	367610	3599100	70	892	232	620	45	22.26	0.0105	35.6195	1.351
89.RS.0013	1	367620	3599100	90	875	223	400	81	21.75	0.1837	20.8175	7.371
89.RS.0014	1	367630	3599100	90	840	219	356	88	20.7	0.12334	17.88948	8.58264
89.RS.0015	1	367640	3599100	80	818	207	305	93	20.04	0.057425	14.59528	9.5667
89.RS.0016	1	367650	3599100	80	825	212	310	94	20.25	0.06195	14.87055	9.6714
89.RS.0017	1	367660	3599100	100	833	213	334	95	20.49	0.08861	16.31347	9.66096
89.RS.0018	1	367670	3599100	100	840	212	320	85	20.7	0.0853	15.7731	8.3958
89.RS.0019	1	367680	3599100	90	845	213	304	79	20.85	0.07446	14.98182	7.68276
89.RS.0020	1	367690	3599100	90	838	235	315	82	20.64	0.083375	15.56183	8.0211
89.RS.0021	1	367700	3599100	100	830	243	324	87	20.4	0.08736	15.95492	8.64156
89.RS.0022	1	367710	3599100	100	890	262	356	88	22.2	0.12334	17.88948	8.58264

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0023	1	367720	3599100	100	1009	272	382	87	25.77	0.15493	19.51931	8.29008
89.RS.0024	1	367730	3599100	100	950	256	345	89	24	0.109225	17.18148	8.7843
89.RS.0025	1	367740	3599100	100	861	233	306	90	21.33	0.06249	14.75273	9.15564
89.RS.0026	1	367750	3599100	100	959	301	315	101	24.27	0.058675	14.95383	10.5861
89.RS.0027	1	367760	3599100	140	1143	326	383	146	29.79	0.079395	17.69277	16.24902
89.RS.0028	1	367770	3599100	140	1100	315	365	152	28.5	0.050625	16.39458	17.1681
89.RS.0029	1	367780	3599100	120	836	208	289	81	20.58	0.054385	13.996	8.04366
89.RS.0030	1	367790	3599100	120	822	195	288	65	20.16	0.07402	14.44654	5.88972
89.RS.0031	1	367800	3599100	60	696	145	287	57	16.38	0.083255	14.64109	4.81578
89.RS.0032	1	367810	3599100	60	706	152	268	61	16.68	0.05592	13.34544	5.47092
89.RS.0033	1	367820	3599100	60	714	164	247	62	16.92	0.030155	12.02289	5.73318
89.RS.0034	1	367830	3599100	60	715	162	243	63	16.95	0.024195	11.74507	5.89242
89.RS.0035	1	367840	3599100	60	713	161	243	61	16.89	0.026795	11.80907	5.62242
89.RS.0036	1	367850	3599100	60	715	160	242	63	16.95	0.02303	11.68361	5.89848
89.RS.0037	1	367860	3599100	60	709	159	242	65	16.77	0.02043	11.61961	6.16848
89.RS.0038	1	367870	3599100	60	702	151	235	49	16.56	0.033075	11.70143	4.0509
89.RS.0039	1	367880	3599100	50	689	148	322	35	16.17	0.15263	17.49601	1.63368
89.RS.0040	1	367890	3599100	50	702	152	326	42	16.56	0.14819	17.51783	2.55444
89.RS.0041	1	367900	3599100	80	934	215	482	91	23.52	0.26623	25.53681	8.22408
89.RS.0042	1	367910	3599100	80	932	214	480	92	23.46	0.2626	25.3819	8.3712
89.RS.0043	1	367920	3599100	80	929	213	479	93	23.37	0.260135	25.28845	8.51226
89.RS.0044	1	367930	3599100	80	928	212	473	92	23.34	0.254445	24.95172	8.41362
89.RS.0045	1	367940	3599100	80	926	212	469	91	23.28	0.251085	24.7379	8.30286
89.RS.0046	1	367950	3599100	60	605	110	185	45	13.65	0.01	8.7485	3.803
89.RS.0047	1	367960	3599100	60	599	106	179	37	13.47	0.0529	8.625	2.745
89.RS.0048	1	367970	3599100	60	601	110	182	42	13.53	0.0164	8.6585	3.414
89.RS.0049	1	367980	3599100	60	607	115	181	49	13.71	0.0173	8.37	4.361

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0050	1	367990	3599100	70	631	134	205	78	14.43	0.023	8.923625	8.1395
89.RS.0051	1	368000	3599100	80	824	160	331	90	20.22	0.128025	16.27918	8.9909
89.RS.0052	1	368010	3599100	70	799	162	323	81	19.47	0.035	16.3415	8.179
89.RS.0053	1	368020	3599100	70	791	161	310	72	19.23	0.023	15.812	7.018
89.RS.0054	1	368030	3599100	70	782	157	299	76	18.96	0.014	14.997	7.61
89.RS.0055	1	368040	3599100	70	773	154	285	81	18.69	0.016	13.9595	8.347
89.RS.0056	1	368050	3599100	70	761	151	259	67	18.33	0.035	12.774	6.567
89.RS.0057	1	368060	3599100	70	772	154	263	69	18.66	0.029	12.9575	6.815
89.RS.0058	1	368070	3599100	70	779	152	271	73	18.87	0.081	13.3365	7.327
89.RS.0059	1	368080	3599100	70	775	153	275	79	18.75	3.023	13.395	8.119
89.RS.0060	1	368090	3599100	70	784	157	283	81	19.02	3.025	13.829	8.349
89.RS.0061	1	368100	3599100	70	779	154	291	82	18.87	4.023	14.3055	8.458
89.RS.0062	1	368110	3599100	70	800	158	320	82	19.5	4.025	16.1265	8.334
89.RS.0063	1	368120	3599100	70	803	156	322	85	19.59	5.023	16.1595	8.735
89.RS.0064	1	368130	3599100	70	807	155	323	81	19.71	5.025	16.352	8.193
89.RS.0065	1	368140	3599100	70	810	156	321	82	19.8	6.023	16.1925	8.334
89.RS.0066	1	368150	3599100	70	809	157	324	85	19.77	6.025	16.284	8.725
89.RS.0067	1	368160	3599100	70	808	151	320	84	19.74	7.023	16.073	8.618
89.RS.0068	1	368170	3599100	70	817	154	319	81	20.01	7.025	16.1015	8.211
89.RS.0069	1	368180	3599100	70	812	155	325	83	19.86	8.023	16.414	8.455
89.RS.0070	1	368190	3599100	70	815	157	327	82	19.95	8.025	16.569	8.308
89.RS.0071	1	368200	3599100	70	819	158	328	84	20.07	9.023	16.5665	8.572
89.RS.0072	1	368210	3599100	70	823	160	324	85	20.19	9.025	16.2795	8.719
89.RS.0073	1	368220	3599100	70	821	159	322	83	20.13	10.023	16.219	8.459
89.RS.0074	1	368230	3599100	70	828	157	324	84	20.34	10.025	16.316	8.59
89.RS.0075	1	368240	3599100	70	829	161	322	86	20.37	11.023	16.12	8.86
89.RS.0076	1	368250	3599100	70	833	166	321	89	20.49	11.025	15.9535	9.259

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0077	1	368260	3599100	70	835	170	318	89	20.55	12.023	15.7585	9.263
89.RS.0078	1	368270	3599100	70	839	172	315	91	20.67	12.025	15.5025	9.541
89.RS.0079	1	368280	3599100	70	841	179	314	93	20.73	13.023	15.365	9.801
89.RS.0080	1	368290	3599100	70	844	183	312	89	20.82	13.025	15.361	9.261
89.RS.0081	1	368300	3599100	70	848	189	311	92	20.94	14.023	15.193	9.658
89.RS.0082	1	368310	3599100	70	845	192	312	94	20.85	14.025	15.1875	9.918
89.RS.0083	1	368320	3599100	80	850	191	313	96	21	15.023	15.188	10.186
89.RS.0084	1	368330	3599100	80	850	189	301	102	21	15.025	14.243	11.048
89.RS.0085	1	368340	3599100	80	841	187	291	109	20.73	16.023	13.392	12.037
89.RS.0086	1	368350	3599100	80	832	185	272	111	20.46	16.025	12.134	12.387
89.RS.0087	1	368360	3599100	80	821	182	265	118	20.13	17.023	11.4735	13.366
89.RS.0088	1	368370	3599100	80	822	182	269	113	20.16	17.025	11.8855	12.675
89.RS.0089	1	368380	3599100	80	825	181	273	115	20.25	18.023	12.075	12.931
89.RS.0090	1	368390	3599100	80	829	184	275	117	20.37	18.025	12.1325	13.187
89.RS.0091	1	368400	3599100	80	830	185	281	119	20.4	19.023	12.445	13.431
89.RS.0092	2	367500	3599150	50	809	197	309	108	19.77	19.025	14.543	11.81
89.RS.0093	2	367510	3599150	60	795	181	287	99	19.35	20.023	13.469	10.715
89.RS.0094	2	367520	3599150	80	778	175	258	90	18.84	20.025	11.939	9.628
89.RS.0095	2	367530	3599150	80	798	196	388	68	19.44	21.023	20.8015	6.096
89.RS.0096	2	367540	3599150	80	811	215	500	38	19.83	21.025	28.789	1.56
89.RS.0097	2	367550	3599150	90	834	209	389	75	20.52	22.023	20.621	7.011
89.RS.0098	2	367560	3599150	100	841	207	299	102	20.73	22.025	14.09	11.02
89.RS.0099	2	367570	3599150	100	825	209	305	89	20.25	23.023	14.881	9.237
89.RS.0100	2	367580	3599150	100	815	215	311	92	19.95	23.025	15.154	9.606
89.RS.0101	2	367590	3599150	100	809	217	319	85	19.77	24.023	15.879	8.625
89.RS.0102	2	367600	3599150	90	805	219	682	80	19.65	24.025	38.905	6.494
89.RS.0103	2	367610	3599150	90	816	230	685	72	19.98	25.023	39.3335	5.38

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0104	2	367620	3599150	100	1020	349	691	66	26.1	25.025	39.725	4.308
89.RS.0105	2	367630	3599150	100	990	341	652	69	25.2	26.023	37.184	4.885
89.RS.0106	2	367640	3599150	60	822	202	303	98	20.16	26.025	14.4775	10.474
89.RS.0107	2	367650	3599150	60	830	209	310	97	20.4	27.023	14.94	10.297
89.RS.0108	2	367660	3599150	70	880	215	322	99	21.9	27.025	15.623	10.507
89.RS.0109	2	367670	3599150	70	881	217	325	100	21.93	28.023	15.777	10.626
89.RS.0110	2	367680	3599150	70	885	220	330	102	22.05	28.025	16.0235	10.87
89.RS.0111	2	367690	3599150	70	879	214	329	103	21.87	29.023	15.9375	11.021
89.RS.0112	2	367700	3599150	70	875	209	330	101	21.75	29.025	16.072	10.757
89.RS.0113	2	367710	3599150	70	862	201	329	98	21.36	30.023	16.117	10.372
89.RS.0114	2	367720	3599150	60	709	149	328	78	16.77	0.071035	16.772	7.78
89.RS.0115	2	367730	3599150	60	719	156	332	72	17.07	0.052175	17.2055	6.94
89.RS.0116	2	367740	3599150	70	742	165	344	67	17.76	0.03269	18.108	6.199
89.RS.0117	2	367750	3599150	70	786	179	342	75	19.08	0.066525	17.705	7.259
89.RS.0118	2	367760	3599150	120	810	250	345	125	19.8	0.0825	16.1875	13.855
89.RS.0119	2	367770	3599150	120	852	269	359	119	21.06	0.0104	17.233	12.951
89.RS.0120	2	367780	3599150	150	1063	320	341	115	27.39	0.0666	16.1505	12.381
89.RS.0121	2	367790	3599150	150	968	301	331	109	24.54	0.46875	15.741	11.649
89.RS.0122	2	367800	3599150	80	820	230	315	80	20.1	0.136	15.7675	7.94
89.RS.0123	2	367810	3599150	80	825	232	312	81	20.25	0.0897	15.5435	8.083
89.RS.0124	2	367820	3599150	80	827	231	316	82	20.31	0.0009	15.765	8.204
89.RS.0125	2	367830	3599150	80	802	218	306	75	19.56	0.0105	15.3785	7.325
89.RS.0126	2	367840	3599150	60	640	131	282	39	14.7	0.1837	15.149	2.735
89.RS.0127	2	367850	3599150	60	645	133	285	38	14.85	0.12334	15.367	2.584
89.RS.0128	2	367860	3599150	60	648	135	288	40	14.94	0.057425	15.489	2.838
89.RS.0129	2	367870	3599150	60	645	133	281	45	14.85	0.06195	14.891	3.545
89.RS.0130	2	367880	3599150	60	641	132	277	51	14.73	0.08861	14.4485	4.373

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0131	2	367890	3599150	60	632	125	256	52	14.46	0.0853	13.104	4.606
89.RS.0132	2	367900	3599150	50	614	106	156	50	13.92	0.07446	6.8965	4.774
89.RS.0133	2	367910	3599150	50	613	107	152	46	13.89	0.083375	6.771	4.248
89.RS.0134	2	367920	3599150	50	611	105	151	42	13.83	0.08736	6.839	3.716
89.RS.0135	2	367930	3599150	50	619	108	153	50	14.07	0.12334	6.7045	4.782
89.RS.0136	2	367940	3599150	60	631	110	159	57	14.43	0.15493	6.8555	5.699
89.RS.0137	2	367950	3599150	60	639	119	165	61	14.67	0.109225	7.092	6.197
89.RS.0138	2	367960	3599150	50	706	174	286	68	16.68	0.06249	14.4085	6.548
89.RS.0139	2	367970	3599150	50	719	176	295	69	17.07	0.071035	14.9405	6.643
89.RS.0140	2	367980	3599150	60	761	179	299	69	18.33	0.052175	15.188	6.621
89.RS.0141	2	367990	3599150	70	768	181	313	71	18.54	0.03269	16.003	6.831
89.RS.0142	2	368000	3599150	70	779	182	335	72	18.87	0.066525	17.3555	6.876
89.RS.0143	2	368010	3599150	80	772	183	333	77	18.66	0.0825	17.068	7.557
89.RS.0144	2	368020	3599150	80	774	185	330	78	18.72	0.0104	16.844	7.7
89.RS.0145	2	368030	3599150	80	778	189	327	76	18.84	0.0666	16.713	7.434
89.RS.0146	2	368040	3599150	80	781	188	325	74	18.93	0.46875	16.6525	7.174
89.RS.0147	2	368050	3599150	80	785	187	329	79	19.05	0.136	16.746	7.835
89.RS.0148	2	368060	3599150	80	787	189	331	85	19.11	0.0897	16.677	8.633
89.RS.0149	2	368070	3599150	80	789	191	333	88	19.17	0.0009	16.704	9.026
89.RS.0150	2	368080	3599150	80	777	190	330	89	18.81	0.0105	16.4845	9.175
89.RS.0151	2	368090	3599150	80	782	189	327	91	18.96	0.1837	16.233	9.459
89.RS.0152	2	368100	3599150	70	789	192	323	93	19.17	0.12334	15.9125	9.739
89.RS.0153	2	368110	3599150	70	790	193	320	94	19.2	0.057425	15.69	9.884
89.RS.0154	2	368120	3599150	70	789	189	317	93	19.17	0.06195	15.539	9.769
89.RS.0155	2	368130	3599150	70	788	184	319	91	19.14	0.08861	15.7365	9.501
89.RS.0156	2	368140	3599150	70	782	181	321	88	18.96	0.0853	15.963	9.094
89.RS.0157	2	368150	3599150	70	785	179	325	89	19.05	0.07446	16.186	9.217

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0158	2	368160	3599150	70	786	176	322	90	19.08	0.083375	15.9695	9.37
89.RS.0159	2	368170	3599150	70	769	172	321	91	18.57	0.08736	15.8805	9.517
89.RS.0160	2	368180	3599150	70	767	170	320	90	18.51	0.12334	15.8525	9.39
89.RS.0161	2	368190	3599150	70	780	169	322	88	18.9	0.15493	16.044	9.114
89.RS.0162	2	368200	3599150	70	782	165	320	85	18.96	0.109225	16.02	8.725
89.RS.0163	2	368210	3599150	70	785	164	322	83	19.05	0.06249	16.2115	8.449
89.RS.0164	2	368220	3599150	70	789	163	318	85	19.17	0.071035	15.897	8.737
89.RS.0165	2	368230	3599150	80	791	161	316	84	19.23	0.052175	15.806	8.614
89.RS.0166	2	368240	3599150	70	781	153	301	80	18.93	0.03269	15.001	8.15
89.RS.0167	2	368250	3599150	60	717	128	251	76	17.01	0.066525	12.0165	7.86
89.RS.0168	2	368260	3599150	70	729	129	261	89	17.37	0.0825	12.229	9.573
89.RS.0169	2	368270	3599150	80	753	133	239	95	18.09	0.0104	10.645	10.463
89.RS.0170	2	368280	3599150	80	762	148	237	99	18.36	0.0666	10.3685	10.981
89.RS.0171	2	368290	3599150	90	781	159	241	109	18.93	0.46875	10.284	12.293
89.RS.0172	2	368300	3599150	100	792	167	247	121	19.26	0.136	10.266	13.873
89.RS.0173	2	368310	3599150	100	802	169	249	129	19.56	0.0897	10.133	14.941
89.RS.0174	2	368320	3599150	100	801	168	247	127	19.53	0.0009	10.0725	14.681
89.RS.0175	2	368330	3599150	100	799	163	244	126	19.47	0.0105	9.923	14.568
89.RS.0176	2	368340	3599150	100	793	167	246	124	19.29	0.1837	10.107	14.282
89.RS.0177	2	368350	3599150	100	799	166	241	122	19.47	0.12334	9.8575	14.034
89.RS.0178	2	368360	3599150	100	792	160	239	129	19.26	0.057425	9.5165	14.999
89.RS.0179	2	368370	3599150	100	798	154	238	127	19.44	0.06195	9.5265	14.745
89.RS.0180	2	368380	3599150	100	784	152	235	125	19.02	0.08861	9.4045	14.491
89.RS.0181	2	368390	3599150	90	765	151	230	121	18.45	0.0853	9.219	13.973
89.RS.0182	2	368400	3599150	90	762	150	221	119	18.36	0.07446	8.7175	13.741
89.RS.0183	3	367500	3599200	100	899	173	292	149	22.47	0.083375	12.196	17.461
89.RS.0184	3	367510	3599200	100	885	169	282	142	22.05	0.08736	11.796	16.564

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0185	3	367520	3599200	90	858	162	245	137	21.24	0.12334	9.6355	16.051
89.RS.0186	3	367530	3599200	90	852	160	243	138	21.06	0.15493	9.4805	16.198
89.RS.0187	3	367540	3599200	90	849	159	242	136	20.97	0.109225	9.483	15.934
89.RS.0188	3	367550	3599200	90	850	160	243	135	21	0.06249	9.5765	15.793
89.RS.0189	3	367560	3599200	90	848	158	241	133	20.94	0.058675	9.5175	15.535
89.RS.0190	3	367570	3599200	90	835	166	256	123	20.55	0.079395	10.7705	14.109
89.RS.0191	3	367580	3599200	80	782	230	421	49	18.96	0.050625	23.4375	3.331
89.RS.0192	3	367590	3599200	80	783	231	430	50	18.99	0.054385	23.971	3.428
89.RS.0193	3	367600	3599200	80	781	233	429	51	18.93	0.07402	23.873	3.563
89.RS.0194	3	367610	3599200	80	785	234	431	50	19.05	0.083255	24.0295	3.418
89.RS.0195	3	367620	3599200	80	789	235	433	48	19.17	0.05592	24.218	3.138
89.RS.0196	3	367630	3599200	80	787	233	440	45	19.11	0.030155	24.758	2.709
89.RS.0197	3	367640	3599200	80	788	231	450	40	19.14	0.024195	25.551	1.998
89.RS.0198	3	367650	3599200	80	790	225	460	38	19.2	0.026795	26.254	1.7
89.RS.0199	3	367660	3599200	60	791	208	473	39	19.23	0.02303	27.0665	1.817
89.RS.0200	3	367670	3599200	60	790	206	465	56	19.2	0.02043	26.0215	4.148
89.RS.0201	3	367680	3599200	60	789	202	445	70	19.17	0.033075	24.3195	6.126
89.RS.0202	3	367690	3599200	60	800	205	436	78	19.5	0.071035	23.492	7.236
89.RS.0203	3	367700	3599200	90	859	206	330	88	21.27	0.052175	16.4925	9.008
89.RS.0204	3	367710	3599200	90	856	208	329	87	21.18	0.03269	16.4585	8.873
89.RS.0205	3	367720	3599200	90	852	210	327	89	21.06	0.066525	16.2655	9.147
89.RS.0206	3	367730	3599200	90	850	209	326	88	21	0.0825	16.236	9.018
89.RS.0207	3	367740	3599200	80	841	202	321	81	20.73	0.0104	16.1555	8.107
89.RS.0208	3	367750	3599200	80	852	212	322	89	21.06	0.0666	15.9475	9.163
89.RS.0209	3	367760	3599200	120	934	268	329	104	23.52	0.46875	15.8245	11.048
89.RS.0210	3	367770	3599200	120	959	277	330	110	24.27	0.136	15.682	11.836
89.RS.0211	3	367780	3599200	130	1026	308	342	136	26.28	0.0897	15.5595	15.236

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0212	3	367790	3599200	130	1010	300	330	130	25.8	0.0009	15.0075	14.49
89.RS.0213	3	367800	3599200	110	978	291	312	110	24.84	0.0105	14.527	11.88
89.RS.0214	3	367810	3599200	110	965	285	303	99	24.45	0.1837	14.321	10.443
89.RS.0215	3	367820	3599200	80	739	174	282	54	17.67	0.12334	14.6045	4.674
89.RS.0216	3	367830	3599200	80	732	175	286	56	17.46	0.057425	14.791	4.926
89.RS.0217	3	367840	3599200	80	729	177	289	59	17.37	0.06195	14.881	5.315
89.RS.0218	3	367850	3599200	80	712	165	296	51	16.86	0.08861	15.596	4.231
89.RS.0219	3	367860	3599200	60	699	152	318	45	16.47	0.0853	17.1935	3.359
89.RS.0220	3	367870	3599200	60	697	150	322	47	16.41	0.07446	17.3845	3.617
89.RS.0221	3	367880	3599200	60	692	148	327	48	16.26	0.083375	17.6705	3.736
89.RS.0222	3	367890	3599200	60	682	145	322	45	15.96	0.08736	17.456	3.357
89.RS.0223	3	367900	3599200	50	673	141	321	42	15.69	0.12334	17.495	2.964
89.RS.0224	3	367910	3599200	50	659	132	310	45	15.27	0.15493	16.7195	3.431
89.RS.0225	3	367920	3599200	40	613	112	301	47	13.89	0.109225	16.1185	3.777
89.RS.0226	3	367930	3599200	40	625	119	310	52	14.25	0.06249	16.515	4.402
89.RS.0227	3	367940	3599200	50	660	130	312	49	15.3	0.058675	16.7205	3.967
89.RS.0228	3	367950	3599200	50	652	125	309	51	15.06	0.079395	16.475	4.259
89.RS.0229	3	367960	3599200	40	620	115	300	60	14.1	0.050625	15.635	5.53
89.RS.0230	3	367970	3599200	50	618	113	301	59	14.04	0.054385	15.733	5.395
89.RS.0231	3	367980	3599200	50	619	112	300	61	14.07	0.07402	15.6075	5.671
89.RS.0232	3	367990	3599200	50	621	111	302	62	14.13	0.083255	15.703	5.8
89.RS.0233	3	368000	3599200	50	622	114	303	65	14.16	0.05592	15.6655	6.195
89.RS.0234	3	368010	3599200	60	687	150	385	63	16.11	0.030155	20.8415	5.525
89.RS.0235	3	368020	3599200	60	682	156	392	56	15.96	0.024195	21.4975	4.54
89.RS.0236	3	368030	3599200	60	694	151	387	41	16.32	0.026795	21.67	2.545
89.RS.0237	3	368040	3599200	60	699	149	382	45	16.47	0.02303	21.23	3.109
89.RS.0238	3	368050	3599200	90	880	187	381	86	21.9	0.02043	19.798	8.572

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0239	3	368060	3599200	90	881	200	372	97	21.93	0.033075	18.8595	10.067
89.RS.0240	3	368070	3599200	90	891	201	380	101	22.23	0.071035	19.234	10.573
89.RS.0241	3	368080	3599200	100	901	220	381	140	22.53	0.052175	18.0205	15.796
89.RS.0242	3	368090	3599200	110	1020	230	387	170	26.1	0.03269	17.4235	19.802
89.RS.0243	3	368100	3599200	120	1108	240	392	177	28.74	0.066525	17.4995	20.707
89.RS.0244	3	368110	3599200	100	829	231	341	141	20.37	0.0825	15.452	16.069
89.RS.0245	3	368120	3599200	100	821	228	323	129	20.13	0.0104	14.7065	14.527
89.RS.0246	3	368130	3599200	100	815	222	314	117	19.95	0.0666	14.5325	12.955
89.RS.0247	3	368140	3599200	100	809	202	303	106	19.77	0.46875	14.2215	11.554
89.RS.0248	3	368150	3599200	100	801	175	292	98	19.53	0.136	13.825	10.572
89.RS.0249	3	368160	3599200	100	799	172	286	95	19.47	0.0897	13.5475	10.197
89.RS.0250	3	368170	3599200	100	797	171	284	93	19.41	0.0009	13.487	9.937
89.RS.0251	3	368180	3599200	100	796	170	282	91	19.38	0.0105	13.4265	9.677
89.RS.0252	3	368190	3599200	100	795	165	285	89	19.35	0.1837	13.687	9.405
89.RS.0253	3	368200	3599200	100	792	163	289	87	19.26	0.12334	14.006	9.123
89.RS.0254	3	368210	3599200	100	797	161	293	85	19.41	0.057425	14.325	8.841
89.RS.0255	3	368220	3599200	100	789	170	292	81	19.17	0.06195	14.3765	8.287
89.RS.0256	3	368230	3599200	100	786	175	301	79	19.08	0.08861	15	7.971
89.RS.0257	3	368240	3599200	90	793	179	308	78	19.29	0.0853	15.467	7.8
89.RS.0258	3	368250	3599200	90	799	176	319	83	19.47	0.07446	16.0045	8.437
89.RS.0259	3	368260	3599200	90	806	173	326	81	19.68	0.083375	16.514	8.145
89.RS.0260	3	368270	3599200	90	815	171	327	82	19.95	0.08736	16.548	8.28
89.RS.0261	3	368280	3599200	90	813	170	325	87	19.89	0.12334	16.2635	8.965
89.RS.0262	3	368290	3599200	90	809	165	324	89	19.77	0.15493	16.144	9.249
89.RS.0263	3	368300	3599200	80	808	163	322	97	19.74	0.109225	15.765	10.341
89.RS.0264	3	368310	3599200	70	842	173	263	107	20.76	0.06249	11.713	11.907
89.RS.0265	3	368320	3599200	70	839	171	266	105	20.67	0.058675	11.969	11.629

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0266	3	368330	3599200	70	838	170	265	104	20.64	0.079395	11.9395	11.5
89.RS.0267	3	368340	3599200	70	841	168	264	103	20.73	0.050625	11.9115	11.373
89.RS.0268	3	368350	3599200	70	842	172	263	102	20.76	0.054385	11.8745	11.234
89.RS.0269	3	368360	3599200	70	843	175	269	104	20.79	0.07402	12.184	11.474
89.RS.0270	3	368370	3599200	70	845	172	268	105	20.85	0.083255	12.0935	11.619
89.RS.0271	3	368380	3599200	70	850	174	271	102	21	0.05592	12.3755	11.198
89.RS.0272	3	368390	3599200	70	840	171	273	103	20.7	0.030155	12.474	11.331
89.RS.0273	3	368400	3599200	70	837	168	279	102	20.61	0.024195	12.8885	11.178
89.RS.0274	4	367500	3599250	80	816	207	250	140	19.98	0.026795	9.787	16.346
89.RS.0275	4	367510	3599250	80	815	204	244	133	19.95	0.02303	9.6375	15.431
89.RS.0276	4	367520	3599250	80	812	205	249	129	19.86	0.02043	10.079	14.869
89.RS.0277	4	367530	3599250	80	820	202	244	125	20.1	0.033075	9.8965	14.355
89.RS.0278	4	367540	3599250	80	822	201	241	120	20.16	0.071035	9.869	13.694
89.RS.0279	4	367550	3599250	80	850	209	249	119	21	0.052175	10.393	13.511
89.RS.0280	4	367560	3599250	100	875	213	257	115	21.75	0.03269	11.019	12.931
89.RS.0281	4	367570	3599250	90	815	189	255	90	19.95	0.066525	11.729	9.612
89.RS.0282	4	367580	3599250	80	747	163	254	68	17.91	0.0825	12.409	6.698
89.RS.0283	4	367590	3599250	60	699	143	239	60	16.47	0.0104	11.75	5.718
89.RS.0284	4	367600	3599250	50	651	120	220	51	15.03	0.0666	10.8755	4.625
89.RS.0285	4	367610	3599250	60	690	139	229	55	16.2	0.46875	11.286	5.091
89.RS.0286	4	367620	3599250	70	712	150	240	60	16.86	0.136	11.8025	5.7
89.RS.0287	4	367630	3599250	70	709	149	242	69	16.77	0.0897	11.642	6.909
89.RS.0288	4	367640	3599250	90	859	187	285	107	21.27	0.0009	13.078	11.791
89.RS.0289	4	367650	3599250	80	802	169	269	90	19.56	0.0105	12.641	9.596
89.RS.0290	4	367660	3599250	70	715	152	250	70	16.95	0.1837	12.1095	7.006
89.RS.0291	4	367670	3599250	60	706	150	246	65	16.68	0.12334	12.0205	6.351
89.RS.0292	4	367680	3599250	60	700	148	241	60	16.5	0.057425	11.8685	5.7

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0293	4	367690	3599250	60	706	149	246	55	16.68	0.06195	12.342	5.003
89.RS.0294	4	367700	3599250	70	711	148	240	50	16.83	0.08861	12.1255	4.354
89.RS.0295	4	367710	3599250	70	729	159	249	78	17.37	0.0853	11.78	8.076
89.RS.0296	4	367720	3599250	80	820	181	278	91	20.1	0.07446	13.158	9.671
89.RS.0297	4	367730	3599250	80	825	185	282	86	20.25	0.083375	13.564	8.972
89.RS.0298	4	367740	3599250	80	830	189	281	82	20.4	0.08736	13.623	8.428
89.RS.0299	4	367750	3599250	70	801	186	279	85	19.53	0.12334	13.4055	8.847
89.RS.0300	4	367760	3599250	60	771	185	259	81	18.63	0.15493	12.275	8.389
89.RS.0301	4	367770	3599250	60	776	192	263	90	18.78	0.109225	12.2285	9.574
89.RS.0302	4	367780	3599250	120	1080	321	422	125	27.9	0.06249	20.932	13.405
89.RS.0303	4	367790	3599250	120	1090	322	429	126	28.2	0.058675	21.3395	13.51
89.RS.0304	4	367800	3599250	700	2621	1085	993	355	74.13	0.079395	48.399	40.643
89.RS.0305	4	367810	3599250	120	1092	330	435	129	28.26	0.050625	21.6095	13.875
89.RS.0306	4	367820	3599250	70	761	192	302	67	18.33	0.054385	15.4215	6.313
89.RS.0307	4	367830	3599250	70	765	195	309	79	18.45	0.07402	15.474	7.899
89.RS.0308	4	367840	3599250	60	679	291	232	41	15.87	0.083255	11.695	2.885
89.RS.0309	4	367850	3599250	60	678	288	225	47	15.84	0.05592	11.0665	3.729
89.RS.0310	4	367860	3599250	50	660	280	212	50	15.3	0.030155	10.1635	4.202
89.RS.0311	4	367870	3599250	50	665	274	213	49	15.45	0.024195	10.2675	4.075
89.RS.0312	4	367880	3599250	50	670	270	210	51	15.6	0.026795	10.0205	4.365
89.RS.0313	4	367890	3599250	50	672	273	209	55	15.66	0.02303	9.825	4.903
89.RS.0314	4	367900	3599250	50	671	272	202	48	15.63	0.02043	9.6095	3.988
89.RS.0315	4	367910	3599250	50	668	265	200	49	15.54	0.033075	9.462	4.145
89.RS.0316	4	367920	3599250	50	663	280	190	45	15.39	0.4495	8.9375	3.615
89.RS.0317	4	367930	3599250	50	671	286	182	42	15.63	0.5224	8.5205	3.23
89.RS.0318	4	367940	3599250	50	572	290	171	43	12.66	0.5926	7.7895	3.401
89.RS.0319	4	367950	3599250	50	573	293	175	42	12.69	0.5924	8.069	3.244

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0320	4	367960	3599250	50	570	288	170	41	12.6	0.5887	7.7935	3.139
89.RS.0321	4	367970	3599250	50	571	285	175	49	12.63	0.5393	7.857	4.205
89.RS.0322	4	367980	3599250	50	573	286	177	48	12.69	0.5371	8.0135	4.06
89.RS.0323	4	367990	3599250	50	576	282	179	47	12.78	0.5074	8.1775	3.925
89.RS.0324	4	368000	3599250	50	581	270	181	51	12.93	0.4272	8.1935	4.481
89.RS.0325	4	368010	3599250	60	592	256	185	54	13.26	0.3283	8.3705	4.898
89.RS.0326	4	368020	3599250	70	777	254	189	56	18.81	0.2967	8.5615	5.156
89.RS.0327	4	368030	3599250	70	780	239	192	59	18.9	0.1968	8.677	5.579
89.RS.0328	4	368040	3599250	70	781	242	182	63	18.93	0.2531	7.9145	6.153
89.RS.0329	4	368050	3599250	70	782	232	187	69	18.96	0.1678	8.0525	6.963
89.RS.0330	4	368060	3599250	70	789	219	185	75	19.17	0.0975	7.754	7.807
89.RS.0331	4	368070	3599250	70	794	208	186	78	19.32	0.0286	7.7375	8.23
89.RS.0332	4	368080	3599250	70	796	201	192	81	19.38	0.071035	8.03	8.625
89.RS.0333	4	368090	3599250	70	792	205	199	86	19.26	0.052175	8.305	9.264
89.RS.0334	4	368100	3599250	70	800	196	205	89	19.5	0.03269	8.6005	9.663
89.RS.0335	4	368110	3599250	70	802	192	215	93	19.56	0.066525	9.1085	10.171
89.RS.0336	4	368120	3599250	70	805	185	225	97	19.65	0.0825	9.621	10.685
89.RS.0337	4	368130	3599250	70	808	183	271	99	19.74	0.0104	12.458	10.775
89.RS.0338	4	368140	3599250	70	801	173	270	85	19.53	0.0666	12.858	8.909
89.RS.0339	4	368150	3599250	70	800	165	262	81	19.5	0.46875	12.494	8.417
89.RS.0340	4	368160	3599250	70	797	143	253	82	19.41	0.136	11.928	8.632
89.RS.0341	4	368170	3599250	60	796	137	244	87	19.38	0.0897	11.21	9.355
89.RS.0342	4	368180	3599250	60	801	129	239	81	19.53	0.0009	11.099	8.581
89.RS.0343	4	368190	3599250	60	763	118	221	76	18.39	0.0105	10.1415	8
89.RS.0344	4	368200	3599250	60	752	126	217	69	18.06	0.1837	10.1015	7.055
89.RS.0345	4	368210	3599250	60	692	129	208	66	16.26	0.12334	9.626	6.68
89.RS.0346	4	368220	3599250	60	702	132	219	79	16.56	0.057425	9.8985	8.385

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0347	4	368230	3599250	60	716	143	242	84	16.98	0.06195	11.171	8.946
89.RS.0348	4	368240	3599250	80	785	169	273	92	19.05	0.08861	12.829	9.85
89.RS.0349	4	368250	3599250	80	828	208	310	128	20.34	0.0853	13.9495	14.484
89.RS.0350	4	368260	3599250	80	819	202	305	121	20.07	0.07446	13.8675	13.571
89.RS.0351	4	368270	3599250	80	817	200	302	119	20.01	0.083375	13.7455	13.317
89.RS.0352	4	368280	3599250	80	823	202	303	115	20.19	0.08736	13.9335	12.769
89.RS.0353	4	368290	3599250	100	841	201	296	112	20.73	0.12334	13.59	12.394
89.RS.0354	4	368300	3599250	110	854	202	294	109	21.12	0.15493	13.5585	11.995
89.RS.0355	4	368310	3599250	110	859	200	291	107	21.27	0.109225	13.4365	11.741
89.RS.0356	4	368320	3599250	120	891	199	289	102	22.23	0.06249	13.472	11.076
89.RS.0357	4	368330	3599250	120	899	203	291	127	22.47	0.058675	12.792	14.435
89.RS.0358	4	368340	3599250	110	902	204	296	130	22.56	0.079395	13.0095	14.818
89.RS.0359	4	368350	3599250	110	909	205	299	132	22.77	0.050625	13.133	15.074
89.RS.0360	4	368360	3599250	110	917	205	307	139	23.01	0.054385	13.413	15.987
89.RS.0361	4	368370	3599250	110	902	202	306	141	22.56	0.07402	13.2905	16.267
89.RS.0362	4	368380	3599250	110	885	201	309	140	22.05	0.083255	13.513	16.122
89.RS.0363	4	368390	3599250	110	884	203	301	137	22.02	0.05592	13.102	15.745
89.RS.0364	4	368400	3599250	110	881	200	304	132	21.93	0.030155	13.4555	15.064
89.RS.0365	5	367500	3599300	80	793	195	305	72	19.29	0.024195	15.446	6.97
89.RS.0366	5	367510	3599300	80	796	193	304	74	19.38	0.026795	15.322	7.248
89.RS.0367	5	367520	3599300	80	799	192	301	76	19.47	0.02303	15.0705	7.532
89.RS.0368	5	367530	3599300	80	800	189	303	76	19.5	0.02043	15.201	7.53
89.RS.0369	5	367540	3599300	80	801	189	299	77	19.53	0.033075	14.917	7.681
89.RS.0370	5	367550	3599300	80	806	185	300	81	19.68	0.071035	14.858	8.225
89.RS.0371	5	367560	3599300	80	807	187	298	80	19.71	0.052175	14.761	8.094
89.RS.0372	5	367570	3599300	80	810	180	296	90	19.8	0.03269	14.3255	9.466
89.RS.0373	5	367580	3599300	80	812	171	290	99	19.86	0.066525	13.673	10.723

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0374	5	367590	3599300	80	820	170	280	102	20.1	0.0825	12.9485	11.17
89.RS.0375	5	367600	3599300	80	823	169	270	106	20.19	0.0104	12.192	11.752
89.RS.0376	5	367610	3599300	80	826	163	264	108	20.28	0.0666	11.759	12.058
89.RS.0377	5	367620	3599300	80	829	162	260	109	20.37	0.46875	11.4765	12.211
89.RS.0378	5	367630	3599300	80	825	165	262	102	20.25	0.136	11.822	11.252
89.RS.0379	5	367640	3599300	70	819	161	250	90	20.07	0.0897	11.456	9.688
89.RS.0380	5	367650	3599300	80	829	172	285	100	20.37	0.0009	13.3245	10.876
89.RS.0381	5	367660	3599300	100	995	235	456	120	25.35	0.0105	23.363	12.766
89.RS.0382	5	367670	3599300	90	850	232	385	125	21	0.1837	18.7345	13.731
89.RS.0383	5	367680	3599300	90	828	186	242	119	20.34	0.12334	9.9865	13.585
89.RS.0384	5	367690	3599300	70	731	142	248	73	17.43	0.057425	11.9025	7.439
89.RS.0385	5	367700	3599300	70	732	141	249	82	17.46	0.06195	11.679	8.652
89.RS.0386	5	367710	3599300	100	868	204	314	99	21.54	0.08861	15.1355	10.561
89.RS.0387	5	367720	3599300	80	796	206	316	95	19.38	0.0853	15.3865	10.009
89.RS.0388	5	367730	3599300	80	795	204	315	92	19.35	0.07446	15.4225	9.612
89.RS.0389	5	367740	3599300	80	797	208	343	89	19.41	0.083375	17.2765	9.087
89.RS.0390	5	367750	3599300	100	892	203	317	97	22.26	0.08736	15.39	10.281
89.RS.0391	5	367760	3599300	100	895	198	284	125	22.35	0.12334	12.4225	14.203
89.RS.0392	5	367770	3599300	100	899	202	293	122	22.47	0.15493	13.0795	13.754
89.RS.0393	5	367780	3599300	120	1052	294	368	124	27.06	0.109225	17.6025	13.54
89.RS.0394	5	367790	3599300	120	1080	299	397	141	27.9	0.06249	18.878	15.709
89.RS.0395	5	367800	3599300	140	1284	435	492	148	34.02	0.058675	24.435	16.002
89.RS.0396	5	367810	3599300	130	1253	417	483	146	33.09	0.079395	23.959	15.804
89.RS.0397	5	367820	3599300	130	1234	402	482	142	32.52	0.050625	24.0465	15.298
89.RS.0398	5	367830	3599300	110	948	239	391	86	23.94	0.054385	20.35	8.428
89.RS.0399	5	367840	3599300	130	1398	529	539	184	37.44	0.07402	26.103	20.486
89.RS.0400	5	367850	3599300	110	917	412	399	92	23.01	0.083255	20.4025	8.86

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0401	5	367860	3599300	90	871	329	380	89	21.63	0.05592	19.426	8.697
89.RS.0402	5	367870	3599300	80	823	301	375	88	20.19	0.030155	19.185	8.638
89.RS.0403	5	367880	3599300	70	809	283	364	79	19.77	0.024195	18.807	7.503
89.RS.0404	5	367890	3599300	60	802	236	344	71	19.56	0.026795	17.8735	6.597
89.RS.0405	5	367900	3599300	60	788	223	343	70	19.14	0.02303	17.862	6.492
89.RS.0406	5	367910	3599300	60	777	217	332	69	18.81	0.02043	17.21	6.413
89.RS.0407	5	367920	3599300	60	762	209	339	73	18.36	0.033075	17.535	6.941
89.RS.0408	5	367930	3599300	60	752	205	340	72	18.06	0.071035	17.636	6.81
89.RS.0409	5	367940	3599300	60	746	199	341	67	17.88	0.052175	17.868	6.143
89.RS.0410	5	367950	3599300	60	739	193	332	63	17.67	0.03269	17.438	5.651
89.RS.0411	5	367960	3599300	60	728	162	323	59	17.34	0.066525	17.0455	5.209
89.RS.0412	5	367970	3599300	60	729	159	319	52	17.37	0.0825	17.022	4.286
89.RS.0413	5	367980	3599300	50	719	153	304	49	17.07	0.0104	16.182	3.953
89.RS.0414	5	367990	3599300	50	709	148	299	47	16.77	0.0666	15.9385	3.713
89.RS.0415	5	368000	3599300	50	717	148	298	60	17.01	0.46875	15.4595	5.472
89.RS.0416	5	368010	3599300	50	719	146	291	69	17.07	0.136	14.7335	6.719
89.RS.0417	5	368020	3599300	50	725	149	295	70	17.25	0.0897	14.949	6.832
89.RS.0418	5	368030	3599300	50	723	151	293	71	17.19	0.0009	14.788	6.971
89.RS.0419	5	368040	3599300	50	729	157	289	68	17.37	0.0105	14.623	6.57
89.RS.0420	5	368050	3599300	50	732	153	285	70	17.46	0.1837	14.313	6.864
89.RS.0421	5	368060	3599300	50	739	157	282	71	17.67	0.12334	14.086	7.003
89.RS.0422	5	368070	3599300	50	760	161	279	77	18.3	0.057425	13.699	7.817
89.RS.0423	5	368080	3599300	60	775	172	272	79	18.75	0.06195	13.1775	8.093
89.RS.0424	5	368090	3599300	80	859	173	204	97	21.27	0.08861	8.316	10.793
89.RS.0425	5	368100	3599300	80	857	201	305	99	21.21	0.0853	14.573	10.603
89.RS.0426	5	368110	3599300	80	853	205	309	101	21.09	0.07446	14.755	10.849
89.RS.0427	5	368120	3599300	80	857	207	311	103	21.21	0.083375	14.814	11.107

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0428	5	368130	3599300	80	854	203	309	102	21.12	0.08736	14.726	10.988
89.RS.0429	5	368140	3599300	80	850	201	307	101	21	0.12334	14.635	10.865
89.RS.0430	5	368150	3599300	80	860	203	315	102	21.3	0.15493	15.104	10.964
89.RS.0431	5	368160	3599300	80	847	202	317	105	20.91	0.109225	15.1355	11.363
89.RS.0432	5	368170	3599300	80	841	200	307	103	20.73	0.06249	14.5725	11.137
89.RS.0433	5	368180	3599300	80	837	205	302	99	20.61	0.058675	14.378	10.607
89.RS.0434	5	368190	3599300	70	809	172	299	92	19.77	0.079395	14.4625	9.74
89.RS.0435	5	368200	3599300	70	810	179	296	91	19.8	0.050625	14.295	9.603
89.RS.0436	5	368210	3599300	70	812	174	291	94	19.86	0.054385	13.8915	10.038
89.RS.0437	5	368220	3599300	80	821	189	299	98	20.13	0.07402	14.245	10.516
89.RS.0438	5	368230	3599300	70	816	179	292	99	19.98	0.083255	13.787	10.699
89.RS.0439	5	368240	3599300	70	822	182	297	92	20.16	0.05592	14.3215	9.728
89.RS.0440	5	368250	3599300	90	913	232	315	117	22.89	0.030155	14.5805	12.931
89.RS.0441	5	368260	3599300	90	911	219	310	121	22.83	0.024195	14.157	13.517
89.RS.0442	5	368270	3599300	90	902	212	281	125	22.56	0.026795	12.2125	14.187
89.RS.0443	5	368280	3599300	100	885	208	264	128	22.05	0.02303	11.0515	14.668
89.RS.0444	5	368290	3599300	100	892	212	283	172	22.26	0.02043	10.8345	20.524
89.RS.0445	5	368300	3599300	130	1014	214	320	207	25.92	0.033075	12.0425	25.097
89.RS.0446	5	368310	3599300	130	1190	219	339	201	31.2	0.071035	13.424	24.201
89.RS.0447	5	368320	3599300	120	1141	222	342	199	29.73	0.052175	13.6725	23.913
89.RS.0448	5	368330	3599300	120	1149	231	369	195	29.97	0.03269	15.488	23.247
89.RS.0449	5	368340	3599300	120	1202	292	389	189	31.56	0.066525	16.8485	22.235
89.RS.0450	5	368350	3599300	130	1354	371	446	185	36.12	0.0825	20.449	21.309
89.RS.0451	5	368360	3599300	130	1205	361	381	192	31.65	0.0104	16.145	22.534
89.RS.0452	5	368370	3599300	130	1192	359	387	195	31.26	0.0666	16.43	22.919
89.RS.0453	5	368380	3599300	130	1183	349	381	197	30.99	0.46875	16.003	23.233
89.RS.0454	5	368390	3599300	130	1171	342	375	195	30.63	0.136	15.6995	23.001

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0455	5	368400	3599300	130	1099	341	366	191	28.47	0.0897	15.262	22.499
89.RS.0456	6	367500	3599350	70	686	144	160	88	16.08	0.0009	5.8755	9.812
89.RS.0457	6	367510	3599350	80	743	153	276	80	17.79	0.0105	13.426	8.25
89.RS.0458	6	367520	3599350	90	804	180	281	93	19.62	0.1837	13.2845	9.931
89.RS.0459	6	367530	3599350	90	803	170	282	90	19.59	0.12334	13.4585	9.542
89.RS.0460	6	367540	3599350	90	803	173	267	81	19.59	0.057425	12.797	8.381
89.RS.0461	6	367550	3599350	90	810	178	226	82	19.8	0.06195	10.1745	8.67
89.RS.0462	6	367560	3599350	90	806	182	236	75	19.68	0.08861	11.0225	7.677
89.RS.0463	6	367570	3599350	90	805	169	272	81	19.65	0.0853	13.118	8.369
89.RS.0464	6	367580	3599350	90	804	175	270	74	19.62	0.07446	13.207	7.42
89.RS.0465	6	367590	3599350	90	801	182	233	88	19.53	0.083375	10.4175	9.444
89.RS.0466	6	367600	3599350	90	801	180	228	77	19.53	0.08736	10.4575	7.983
89.RS.0467	6	367610	3599350	90	810	184	246	84	19.8	0.12334	11.3615	8.848
89.RS.0468	6	367620	3599350	90	812	176	217	72	19.86	0.15493	9.9305	7.36
89.RS.0469	6	367630	3599350	90	806	171	249	70	19.68	0.109225	12.018	6.972
89.RS.0470	6	367640	3599350	90	813	185	225	91	19.89	0.06249	9.813	9.875
89.RS.0471	6	367650	3599350	100	816	139	218	57	19.98	0.058675	10.529	5.405
89.RS.0472	6	367660	3599350	350	1955	567	695	486	54.15	0.079395	26.21	60.556
89.RS.0473	6	367670	3599350	90	803	169	217	70	19.59	0.050625	10.005	7.104
89.RS.0474	6	367680	3599350	90	811	183	244	71	19.83	0.054385	11.653	7.103
89.RS.0475	6	367690	3599350	90	809	176	275	71	19.77	0.07402	13.6165	6.993
89.RS.0476	6	367700	3599350	90	809	184	250	84	19.77	0.083255	11.6135	8.832
89.RS.0477	6	367710	3599350	80	743	151	283	89	17.79	0.05592	13.582	9.441
89.RS.0478	6	367720	3599350	80	749	157	274	82	17.97	0.030155	13.23	8.52
89.RS.0479	6	367730	3599350	80	743	158	280	87	17.79	0.024195	13.4465	9.169
89.RS.0480	6	367740	3599350	80	746	159	275	84	17.88	0.026795	13.226	8.782
89.RS.0481	6	367750	3599350	80	745	157	270	75	17.85	0.02303	13.202	7.591

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0482	6	367760	3599350	80	750	151	281	76	18	0.02043	13.872	7.694
89.RS.0483	6	367770	3599350	80	742	154	274	89	17.76	0.033075	13.0105	9.471
89.RS.0484	6	367780	3599350	80	742	161	273	79	17.76	0.071035	13.257	8.111
89.RS.0485	6	367790	3599350	80	746	162	272	88	17.88	0.052175	12.9045	9.328
89.RS.0486	6	367800	3599350	120	641	348	226	67	14.73	0.03269	10.3995	6.305
89.RS.0487	6	367810	3599350	100	817	141	219	59	20.01	0.066525	10.525	5.667
89.RS.0488	6	367820	3599350	100	820	142	220	61	20.1	0.0825	10.5225	5.931
89.RS.0489	6	367830	3599350	100	821	143	222	62	20.13	0.0104	10.615	6.056
89.RS.0490	6	367840	3599350	100	817	144	224	63	20.01	0.0666	10.7075	6.181
89.RS.0491	6	367850	3599350	100	815	146	221	64	19.95	0.46875	10.4835	6.324
89.RS.0492	6	367860	3599350	100	814	147	223	65	19.92	0.136	10.576	6.449
89.RS.0493	6	367870	3599350	80	743	152	271	83	17.79	0.0897	13.0165	8.677
89.RS.0494	6	367880	3599350	1000	3267	1527	2083	149	93.51	0.0009	122.998	7.589
89.RS.0495	6	367890	3599350	80	743	162	277	82	17.79	0.0105	13.4115	8.498
89.RS.0496	6	367900	3599350	80	749	156	276	78	17.97	0.1837	13.4855	7.974
89.RS.0497	6	367910	3599350	80	743	150	278	80	17.79	0.12334	13.5565	8.248
89.RS.0498	6	367920	3599350	80	743	164	285	87	17.79	0.057425	13.7525	9.137
89.RS.0499	6	367930	3599350	80	744	165	274	85	17.82	0.06195	13.122	8.909
89.RS.0500	6	367940	3599350	80	744	154	278	84	17.82	0.08861	13.4225	8.78
89.RS.0501	6	367950	3599350	80	746	159	274	83	17.88	0.0853	13.195	8.651
89.RS.0502	6	367960	3599350	80	740	159	278	78	17.7	0.07446	13.607	7.96
89.RS.0503	6	367970	3599350	80	746	156	282	88	17.88	0.083375	13.5435	9.3
89.RS.0504	6	367980	3599350	80	744	159	278	75	17.82	0.08736	13.703	7.555
89.RS.0505	6	367990	3599350	80	742	165	275	87	17.76	0.12334	13.121	9.175
89.RS.0506	6	368000	3599350	80	743	165	278	80	17.79	0.15493	13.534	8.218
89.RS.0507	6	368010	3599350	80	740	158	276	75	17.7	0.109225	13.5785	7.565
89.RS.0508	6	368020	3599350	80	746	154	280	75	17.88	0.06249	13.8365	7.557

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0509	6	368030	3599350	80	749	152	284	84	17.97	0.058675	13.8035	8.76
89.RS.0510	6	368040	3599350	80	747	160	276	82	17.91	0.079395	13.3515	8.506
89.RS.0511	6	368050	3599350	80	749	163	274	84	17.97	0.050625	13.157	8.778
89.RS.0512	6	368060	3599350	80	747	161	278	78	17.91	0.054385	13.604	7.956
89.RS.0513	6	368070	3599350	80	750	158	276	88	18	0.07402	13.1625	9.32
89.RS.0514	6	368080	3599350	80	742	162	280	77	17.76	0.083255	13.7605	7.811
89.RS.0515	6	368090	3599350	80	746	152	270	75	17.88	0.05592	13.2095	7.601
89.RS.0516	6	368100	3599350	80	740	160	275	86	17.7	0.030155	13.1605	9.05
89.RS.0517	6	368110	3599350	80	747	156	279	88	17.91	0.024195	13.3545	9.312
89.RS.0518	6	368120	3599350	80	746	157	282	75	17.88	0.026795	13.958	7.543
89.RS.0519	6	368130	3599350	80	747	158	271	84	17.91	0.02303	12.9755	8.8
89.RS.0520	6	368140	3599350	80	744	158	278	76	17.82	0.02043	13.6725	7.692
89.RS.0521	6	368150	3599350	80	748	152	278	85	17.94	0.033075	13.3935	8.919
89.RS.0522	6	368160	3599350	80	747	161	277	83	17.91	0.071035	13.381	8.635
89.RS.0523	6	368170	3599350	80	744	162	277	88	17.82	0.052175	13.2195	9.308
89.RS.0524	6	368180	3599350	80	748	157	281	89	17.94	0.03269	13.447	9.437
89.RS.0525	6	368190	3599350	80	746	158	282	77	17.88	0.066525	13.8925	7.811
89.RS.0526	6	368200	3599350	80	746	160	270	85	17.88	0.0825	12.8775	8.935
89.RS.0527	6	368210	3599350	80	748	151	278	85	17.94	0.0104	13.395	8.921
89.RS.0528	6	368220	3599350	80	745	154	271	83	17.85	0.0666	13.0135	8.673
89.RS.0529	6	368230	3599350	80	748	158	276	87	17.94	0.46875	13.1945	9.185
89.RS.0530	6	368240	3599350	80	740	155	280	81	17.7	0.136	13.643	8.365
89.RS.0531	6	368250	3599350	80	744	163	285	77	17.82	0.0897	14.074	7.789
89.RS.0532	6	368260	3599350	80	748	162	283	84	17.94	0.0009	13.7255	8.744
89.RS.0533	6	368270	3599350	80	747	154	285	75	17.91	0.0105	14.1515	7.537
89.RS.0534	6	368280	3599350	80	745	151	283	78	17.85	0.1837	13.934	7.956
89.RS.0535	6	368290	3599350	80	750	151	284	75	18	0.12334	14.093	7.547

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0536	6	368300	3599350	80	741	161	280	84	17.73	0.057425	13.538	8.758
89.RS.0537	6	368310	3599350	80	744	159	284	86	17.82	0.06195	13.729	9.016
89.RS.0538	6	368320	3599350	80	750	154	279	88	18	0.08861	13.3575	9.316
89.RS.0539	6	368330	3599350	120	911	294	273	80	22.83	0.0853	13.0255	7.98
89.RS.0540	6	368340	3599350	80	750	159	279	82	18	0.07446	13.542	8.496
89.RS.0541	6	368350	3599350	80	747	164	279	85	17.91	0.083375	13.4385	8.891
89.RS.0542	6	368360	3599350	80	746	156	278	81	17.88	0.08736	13.5155	8.371
89.RS.0543	6	368370	3599350	80	745	155	270	89	17.85	0.12334	12.757	9.485
89.RS.0544	6	368380	3599350	80	745	155	271	86	17.85	0.15493	12.916	9.076
89.RS.0545	6	368390	3599350	80	742	155	273	86	17.76	0.109225	13.042	9.068
89.RS.0546	6	368400	3599350	80	743	164	281	79	17.79	0.06249	13.7565	8.073
89.RS.0547	7	367500	3599400	100	864	223	274	87	21.42	0.058675	12.971	9.063
89.RS.0548	7	367510	3599400	90	646	118	174	86	14.88	0.079395	6.8605	9.538
89.RS.0549	7	367520	3599400	90	629	138	171	88	14.37	0.050625	6.5775	9.78
89.RS.0550	7	367530	3599400	90	636	129	174	88	14.58	0.054385	6.78	9.786
89.RS.0551	7	367540	3599400	90	637	133	167	85	14.61	0.07402	6.429	9.401
89.RS.0552	7	367550	3599400	90	634	118	161	75	14.52	0.083255	6.3935	8.105
89.RS.0553	7	367560	3599400	90	642	138	176	85	14.76	0.05592	6.9885	9.355
89.RS.0554	7	367570	3599400	90	647	131	163	81	14.91	0.030155	6.308	8.881
89.RS.0555	7	367580	3599400	90	639	137	170	72	14.67	0.024195	7.028	7.626
89.RS.0556	7	367590	3599400	700	2960	1244	1194	342	84.3	0.026795	61.2395	37.766
89.RS.0557	7	367600	3599400	1500	5651	2679	2168	708	165.03	0.02303	108.737	80.41
89.RS.0558	7	367610	3599400	200	950	232	327	70	24	0.02043	16.8405	6.538
89.RS.0559	7	367620	3599400	100	723	151	173	73	17.19	0.033075	7.164	7.721
89.RS.0560	7	367630	3599400	80	633	119	166	72	14.49	0.071035	6.803	7.678
89.RS.0561	7	367640	3599400	90	650	134	172	75	15	0.052175	7.0625	8.029
89.RS.0562	7	367650	3599400	200	1226	389	416	130	32.28	0.03269	20.292	13.968

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0563	7	367660	3599400	90	633	120	170	70	14.49	0.066525	7.1175	7.39
89.RS.0564	7	367670	3599400	90	636	136	163	65	14.58	0.0825	6.8125	6.711
89.RS.0565	7	367680	3599400	90	648	144	161	67	14.94	0.0104	6.6105	6.973
89.RS.0566	7	367690	3599400	90	633	134	175	75	14.49	0.0666	7.2515	8.017
89.RS.0567	7	367700	3599400	90	642	136	173	66	14.76	0.46875	7.4105	6.806
89.RS.0568	7	367710	3599400	110	860	212	246	133	21.3	0.136	9.7515	15.407
89.RS.0569	7	367720	3599400	100	861	202	243	135	21.33	0.0897	9.5135	15.709
89.RS.0570	7	367730	3599400	100	860	187	248	137	21.3	0.0009	9.787	15.989
89.RS.0571	7	367740	3599400	100	859	186	247	136	21.27	0.0105	9.7575	15.86
89.RS.0572	7	367750	3599400	80	653	119	173	79	15.09	0.1837	7.02	8.595
89.RS.0573	7	367760	3599400	80	651	117	171	77	15.03	0.12334	6.961	8.337
89.RS.0574	7	367770	3599400	80	632	115	169	75	14.46	0.057425	6.902	8.079
89.RS.0575	7	367780	3599400	80	630	114	165	74	14.4	0.06195	6.6835	7.962
89.RS.0576	7	367790	3599400	80	631	113	164	73	14.43	0.08861	6.654	7.833
89.RS.0577	7	367800	3599400	80	633	112	163	72	14.49	0.0853	6.6245	7.704
89.RS.0578	7	367810	3599400	80	649	118	165	89	14.97	0.07446	6.1975	9.979
89.RS.0579	7	367820	3599400	80	635	123	170	79	14.55	0.083375	6.825	8.599
89.RS.0580	7	367830	3599400	80	636	118	177	82	14.58	0.08736	7.1775	8.986
89.RS.0581	7	367840	3599400	80	649	113	178	81	14.97	0.12334	7.28	8.857
89.RS.0582	7	367850	3599400	80	654	122	172	80	15.12	0.15493	6.9205	8.728
89.RS.0583	7	367860	3599400	80	655	118	180	75	15.15	0.109225	7.5905	8.029
89.RS.0584	7	367870	3599400	80	644	113	166	83	14.82	0.06249	6.46	9.175
89.RS.0585	7	367880	3599400	80	650	113	178	88	15	0.058675	7.056	9.802
89.RS.0586	7	367890	3599400	80	655	119	168	77	15.15	0.079395	6.769	8.345
89.RS.0587	7	367900	3599400	80	653	125	167	90	15.09	0.050625	6.281	10.092
89.RS.0588	7	367910	3599400	80	632	113	176	76	14.46	0.054385	7.314	8.19
89.RS.0589	7	367920	3599400	80	633	117	179	85	14.49	0.07402	7.209	9.385

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0590	7	367930	3599400	80	632	115	172	83	14.46	0.083255	6.835	9.147
89.RS.0591	7	367940	3599400	80	639	119	175	82	14.67	0.05592	7.05	8.992
89.RS.0592	7	367950	3599400	80	635	116	178	85	14.55	0.030155	7.1475	9.391
89.RS.0593	7	367960	3599400	100	866	235	281	72	21.48	0.024195	13.874	6.986
89.RS.0594	7	367970	3599400	100	855	226	273	87	21.15	0.026795	12.9035	9.061
89.RS.0595	7	367980	3599400	100	856	226	272	89	21.18	0.02303	12.7765	9.335
89.RS.0596	7	367990	3599400	100	871	233	285	74	21.63	0.02043	14.065	7.244
89.RS.0597	7	368000	3599400	100	875	223	284	81	21.75	0.033075	13.793	8.213
89.RS.0598	7	368010	3599400	100	857	232	284	82	21.21	0.071035	13.7475	8.33
89.RS.0599	7	368020	3599400	100	857	228	277	90	21.21	0.052175	13.0565	9.446
89.RS.0600	7	368030	3599400	100	864	228	272	85	21.42	0.03269	12.9015	8.791
89.RS.0601	7	368040	3599400	100	860	234	280	75	21.3	0.066525	13.7165	7.397
89.RS.0602	7	368050	3599400	100	856	225	280	89	21.18	0.0825	13.282	9.305
89.RS.0603	7	368060	3599400	100	874	221	275	74	21.72	0.0104	13.453	7.308
89.RS.0604	7	368070	3599400	100	862	228	281	70	21.36	0.0666	13.9485	6.73
89.RS.0605	7	368080	3599400	100	874	225	277	87	21.72	0.46875	13.157	9.047
89.RS.0606	7	368090	3599400	100	867	226	276	85	21.51	0.136	13.1565	8.779
89.RS.0607	7	368100	3599400	100	857	223	276	84	21.21	0.0897	13.193	8.65
89.RS.0608	7	368110	3599400	100	859	222	285	85	21.27	0.0009	13.7295	8.751
89.RS.0609	7	368120	3599400	100	867	235	284	71	21.51	0.0105	14.095	6.839
89.RS.0610	7	368130	3599400	100	868	222	271	82	21.54	0.1837	12.9435	8.402
89.RS.0611	7	368140	3599400	100	867	228	275	80	21.51	0.12334	13.2505	8.104
89.RS.0612	7	368150	3599400	100	870	220	279	80	21.6	0.057425	13.5145	8.104
89.RS.0613	7	368160	3599400	100	858	230	278	80	21.24	0.06195	13.4365	8.088
89.RS.0614	7	368170	3599400	100	867	234	274	82	21.51	0.08861	13.1145	8.366
89.RS.0615	7	368180	3599400	100	866	228	283	85	21.48	0.0853	13.5945	8.747
89.RS.0616	7	368190	3599400	100	863	234	281	84	21.39	0.07446	13.4915	8.608

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0617	7	368200	3599400	100	857	233	285	75	21.21	0.083375	14.033	7.379
89.RS.0618	7	368210	3599400	100	870	234	281	90	21.6	0.08736	13.2995	9.418
89.RS.0619	7	368220	3599400	100	869	221	270	79	21.57	0.12334	12.978	8.003
89.RS.0620	7	368230	3599400	120	879	222	254	143	21.87	0.15493	9.9205	16.705
89.RS.0621	7	368240	3599400	500	2111	893	881	279	58.83	0.109225	44.063	31.215
89.RS.0622	7	368250	3599400	120	878	223	254	144	21.84	0.06249	9.887	16.838
89.RS.0623	7	368260	3599400	120	877	224	255	145	21.81	0.058675	9.9165	16.967
89.RS.0624	7	368270	3599400	120	875	225	256	146	21.75	0.079395	9.946	17.096
89.RS.0625	7	368280	3599400	120	876	226	257	147	21.78	0.050625	9.9755	17.225
89.RS.0626	7	368290	3599400	120	875	227	258	148	21.75	0.054385	10.005	17.354
89.RS.0627	7	368300	3599400	200	1211	378	409	121	31.83	0.07402	20.1555	12.803
89.RS.0628	7	368310	3599400	100	719	147	167	69	17.07	0.083255	6.92	7.213
89.RS.0629	7	368320	3599400	100	718	146	166	70	17.04	0.05592	6.8265	7.354
89.RS.0630	7	368330	3599400	100	717	145	165	71	17.01	0.030155	6.733	7.495
89.RS.0631	7	368340	3599400	100	716	144	164	72	16.98	0.024195	6.6395	7.636
89.RS.0632	7	368350	3599400	100	715	145	168	73	16.95	0.026795	6.858	7.753
89.RS.0633	7	368360	3599400	120	878	221	252	141	21.84	0.02303	9.86	16.445
89.RS.0634	7	368370	3599400	120	879	222	251	143	21.87	0.02043	9.7315	16.717
89.RS.0635	7	368380	3599400	120	880	223	250	142	21.9	0.033075	9.699	16.584
89.RS.0636	7	368390	3599400	120	881	224	249	142	21.93	0.071035	9.6345	16.586
89.RS.0637	7	368400	3599400	120	882	225	248	141	21.96	0.052175	9.602	16.453
89.RS.0638	8	367500	3599450	80	695	149	214	70	16.35	0.03269	9.846	7.156
89.RS.0639	8	367510	3599450	80	716	121	179	102	16.98	0.066525	6.659	11.672
89.RS.0640	8	367520	3599450	80	699	136	209	99	16.47	0.0825	8.6225	11.117
89.RS.0641	8	367530	3599450	80	694	136	183	105	16.32	0.0104	6.7925	12.031
89.RS.0642	8	367540	3599450	80	706	130	217	82	16.68	0.0666	9.6795	8.802
89.RS.0643	8	367550	3599450	80	696	135	190	82	16.38	0.46875	7.971	8.9

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0644	8	367560	3599450	80	695	138	211	80	16.35	0.136	9.3535	8.54
89.RS.0645	8	367570	3599450	80	705	146	194	99	16.65	0.0897	7.6625	11.157
89.RS.0646	8	367580	3599450	120	835	130	234	127	20.55	0.0009	9.3105	14.809
89.RS.0647	8	367590	3599450	140	1229	411	415	120	32.37	0.0105	20.516	12.578
89.RS.0648	8	367600	3599450	80	716	135	201	72	16.98	0.1837	8.984	7.506
89.RS.0649	8	367610	3599450	80	692	134	211	70	16.26	0.12334	9.6795	7.198
89.RS.0650	8	367620	3599450	80	704	146	200	94	16.62	0.057425	8.2005	10.458
89.RS.0651	8	367630	3599450	80	698	135	193	92	16.44	0.06195	7.84	10.238
89.RS.0652	8	367640	3599450	80	708	132	217	103	16.74	0.08861	9.0045	11.633
89.RS.0653	8	367650	3599450	5000	9294	3429	2840	866	274.32	0.0853	144.892	97.552
89.RS.0654	8	367660	3599450	100	101	316	310	112	-1.47	0.07446	14.2995	12.108
89.RS.0655	8	367670	3599450	130	874	184	238	159	21.72	0.083375	8.4575	19.005
89.RS.0656	8	367680	3599450	80	698	149	190	100	16.44	0.08736	7.374	11.302
89.RS.0657	8	367690	3599450	110	884	222	236	141	22.02	0.12334	8.8505	16.507
89.RS.0658	8	367700	3599450	80	706	143	204	103	16.68	0.15493	8.169	11.663
89.RS.0659	8	367710	3599450	80	693	126	191	90	16.29	0.109225	7.7915	9.994
89.RS.0660	8	367720	3599450	80	702	129	188	84	16.56	0.06249	7.79	9.19
89.RS.0661	8	367730	3599450	80	691	132	192	77	16.23	0.058675	8.2615	8.223
89.RS.0662	8	367740	3599450	80	713	131	212	87	16.89	0.079395	9.203	9.495
89.RS.0663	8	367750	3599450	200	1306	417	389	160	34.68	0.050625	17.589	18.07
89.RS.0664	8	367760	3599450	200	1132	307	860	191	29.46	0.054385	46.435	20.591
89.RS.0665	8	367770	3599450	150	978	318	287	94	24.84	0.07402	13.4235	9.766
89.RS.0666	8	367780	3599450	80	716	124	182	93	16.98	0.083255	7.1315	10.439
89.RS.0667	8	367790	3599450	80	710	141	204	84	16.8	0.05592	8.78	9.102
89.RS.0668	8	367800	3599450	80	701	128	213	87	16.53	0.030155	9.2705	9.497
89.RS.0669	8	367810	3599450	80	699	147	187	101	16.47	0.024195	7.156	11.453
89.RS.0670	8	367820	3599450	80	706	130	205	105	16.68	0.026795	8.1875	11.955

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0671	8	367830	3599450	80	705	134	187	93	16.65	0.02303	7.4315	10.399
89.RS.0672	8	367840	3599450	80	696	145	203	101	16.38	0.02043	8.167	11.393
89.RS.0673	8	367850	3599450	80	709	142	209	99	16.77	0.033075	8.6135	11.105
89.RS.0674	8	367860	3599450	100	825	210	213	127	20.25	0.071035	7.8675	14.733
89.RS.0675	8	367870	3599450	100	817	224	227	135	20.01	0.052175	8.4725	15.729
89.RS.0676	8	367880	3599450	100	812	200	226	128	19.86	0.03269	8.6695	14.836
89.RS.0677	8	367890	3599450	100	824	223	220	131	20.22	0.066525	8.161	15.219
89.RS.0678	8	367900	3599450	100	828	212	225	130	20.34	0.0825	8.5245	15.086
89.RS.0679	8	367910	3599450	100	827	211	228	138	20.31	0.0104	8.459	16.156
89.RS.0680	8	367920	3599450	100	812	206	223	135	19.86	0.0666	8.2475	15.781
89.RS.0681	8	367930	3599450	100	818	218	228	130	20.04	0.46875	8.7045	15.062
89.RS.0682	8	367940	3599450	100	828	209	221	125	20.34	0.136	8.437	14.433
89.RS.0683	8	367950	3599450	100	818	213	229	138	20.04	0.0897	8.519	16.148
89.RS.0684	8	367960	3599450	100	826	216	225	136	20.28	0.0009	8.3265	15.888
89.RS.0685	8	367970	3599450	100	830	214	213	126	20.4	0.0105	7.8935	14.59
89.RS.0686	8	367980	3599450	120	915	297	278	81	22.95	0.1837	13.304	8.089
89.RS.0687	8	367990	3599450	100	826	221	225	132	20.28	0.12334	8.447	15.338
89.RS.0688	8	368000	3599450	100	811	214	226	138	19.83	0.057425	8.3285	16.158
89.RS.0689	8	368010	3599450	100	819	209	222	135	20.07	0.06195	8.18	15.779
89.RS.0690	8	368020	3599450	100	830	212	227	140	20.4	0.08861	8.3305	16.428
89.RS.0691	8	368030	3599450	100	823	203	223	140	20.19	0.0853	8.092	16.462
89.RS.0692	8	368040	3599450	100	828	217	223	137	20.34	0.07446	8.167	16.029
89.RS.0693	8	368050	3599450	100	820	225	226	135	20.1	0.083375	8.408	15.731
89.RS.0694	8	368060	3599450	100	824	201	216	137	20.22	0.08736	7.75	16.089
89.RS.0695	8	368070	3599450	100	823	201	216	127	20.19	0.12334	8.07	14.739
89.RS.0696	8	368080	3599450	100	820	214	223	137	20.1	0.15493	8.1715	16.035
89.RS.0697	8	368090	3599450	100	824	222	224	126	20.22	0.109225	8.5745	14.53

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0698	8	368100	3599450	150	981	321	291	96	24.93	0.06249	13.607	10.014
89.RS.0699	8	368110	3599450	100	826	221	215	129	20.28	0.058675	7.913	14.973
89.RS.0700	8	368120	3599450	700	2961	1245	1195	345	84.33	0.079395	61.205	38.165
89.RS.0701	8	368130	3599450	100	819	200	225	127	20.07	0.050625	8.6385	14.705
89.RS.0702	8	368140	3599450	100	814	222	217	128	19.92	0.054385	8.041	14.79
89.RS.0703	8	368150	3599450	100	816	204	226	135	19.98	0.07402	8.3615	15.669
89.RS.0704	8	368160	3599450	100	823	225	215	140	20.19	0.083255	7.528	16.414
89.RS.0705	8	368170	3599450	100	827	218	221	125	20.31	0.05592	8.3845	14.363
89.RS.0706	8	368180	3599450	100	812	206	215	130	19.86	0.030155	7.845	15.06
89.RS.0707	8	368190	3599450	100	812	212	213	133	19.86	0.024195	7.6215	15.471
89.RS.0708	8	368200	3599450	500	2099	890	878	281	58.47	0.026795	43.8145	31.503
89.RS.0709	8	368210	3599450	250	1401	418	387	168	37.53	0.02303	17.2055	19.156
89.RS.0710	8	368220	3599450	350	1956	568	671	489	54.18	0.02043	24.389	60.773
89.RS.0711	8	368230	3599450	100	821	206	214	128	20.13	0.033075	7.852	14.802
89.RS.0712	8	368240	3599450	250	1415	429	391	171	37.95	0.2007	17.345	19.523
89.RS.0713	8	368250	3599450	700	2972	1251	1131	371	84.66	1.1317	56.332	41.919
89.RS.0714	8	368260	3599450	250	1419	432	397	178	38.07	0.1811	17.4945	20.438
89.RS.0715	8	368270	3599450	250	1418	429	395	171	38.04	0.1827	17.597	19.507
89.RS.0716	8	368280	3599450	100	810	214	212	135	19.8	0.0465	7.4945	15.745
89.RS.0717	8	368290	3599450	100	825	207	222	125	20.25	0.0145	8.4445	14.355
89.RS.0718	8	368300	3599450	100	824	206	219	125	20.22	0.028	8.2555	14.367
89.RS.0719	8	368310	3599450	80	696	151	215	71	16.38	0.1162	9.7315	7.093
89.RS.0720	8	368320	3599450	100	814	224	211	138	19.92	0.0471	7.3355	16.154
89.RS.0721	8	368330	3599450	100	828	203	224	127	20.34	0.0029	8.5065	14.617
89.RS.0722	8	368340	3599450	100	811	213	211	130	19.83	0.0575	7.5915	15.074
89.RS.0723	8	368350	3599450	100	813	205	213	131	19.89	0.0472	7.6855	15.201
89.RS.0724	8	368360	3599450	100	827	223	213	130	20.31	0.0485	7.7175	15.066

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0725	8	368370	3599450	100	814	204	219	132	19.92	0.0189	8.0315	15.312
89.RS.0726	8	368380	3599450	100	819	217	214	137	20.07	0.0349	7.5565	16.007
89.RS.0727	8	368390	3599450	100	827	205	216	130	20.31	0.035	7.9065	15.054
89.RS.0728	8	368400	3599450	100	830	217	216	127	20.4	0.0389	8.0025	14.649
89.RS.0729	9	367500	3599500	80	671	119	164	51	15.63	0.0472	7.247	4.715
89.RS.0730	9	367510	3599500	80	663	115	164	47	15.39	0.0524	7.375	4.175
89.RS.0731	9	367520	3599500	80	668	114	171	49	15.54	0.0183	7.752	4.417
89.RS.0732	9	367530	3599500	80	662	111	174	48	15.36	0.0061	7.973	4.27
89.RS.0733	9	367540	3599500	80	662	111	177	46	15.36	0.0612	8.208	3.964
89.RS.0734	9	367550	3599500	80	664	115	176	47	15.42	0.0644	8.113	4.103
89.RS.0735	9	367560	3599500	80	661	117	167	58	15.33	0.0906	7.194	5.624
89.RS.0736	9	367570	3599500	80	663	116	174	59	15.39	0.0578	7.603	5.731
89.RS.0737	9	367580	3599500	100	791	169	255	82	19.23	0.0484	11.865	8.372
89.RS.0738	9	367590	3599500	80	666	116	176	54	15.48	0.0553	7.889	5.048
89.RS.0739	9	367600	3599500	70	590	100	113	49	13.2	0.2793	4.098	4.649
89.RS.0740	9	367610	3599500	80	665	115	167	51	15.45	0.0337	7.436	4.703
89.RS.0741	9	367620	3599500	500	1920	570	520	192	53.1	0.3684	24.5885	21.56
89.RS.0742	9	367630	3599500	6000	14860	2258	1869	538	441.3	3.1321	95.9715	59.498
89.RS.0743	9	367640	3599500	100	840	210	207	57	20.7	0.0219	9.716	5.289
89.RS.0744	9	367650	3599500	6000	15870	7399	3593	3575	471.6	19.7015	99.688	452.315
89.RS.0745	9	367660	3599500	80	663	118	165	53	15.39	0.0346	7.2475	4.983
89.RS.0746	9	367670	3599500	80	667	112	170	55	15.51	0.015	7.497	5.231
89.RS.0747	9	367680	3599500	80	667	114	175	58	15.51	0.0161	7.7085	5.606
89.RS.0748	9	367690	3599500	80	664	118	171	48	15.42	0.0526	7.775	4.27
89.RS.0749	9	367700	3599500	80	673	119	174	61	15.69	0.0277	7.5465	6.011
89.RS.0750	9	367710	3599500	80	671	114	174	54	15.63	0.0368	7.7705	5.066
89.RS.0751	9	367720	3599500	80	662	118	170	57	15.36	0.0509	7.4225	5.487

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0752	9	367730	3599500	80	670	116	172	52	15.6	0.0484	7.7085	4.804
89.RS.0753	9	367740	3599500	100	735	172	207	56	17.55	0.0067	9.7525	5.16
89.RS.0754	9	367750	3599500	80	667	114	171	47	15.51	0.0594	7.8055	4.133
89.RS.0755	9	367760	3599500	80	671	113	174	54	15.63	0.0368	7.7705	5.066
89.RS.0756	9	367770	3599500	80	665	117	167	54	15.45	0.0683	7.3295	5.094
89.RS.0757	9	367780	3599500	80	667	117	168	49	15.51	0.0703	7.5525	4.415
89.RS.0758	9	367790	3599500	80	669	111	172	60	15.57	0.038	7.4525	5.884
89.RS.0759	9	367800	3599500	80	661	113	176	46	15.33	0.0382	8.1525	3.978
89.RS.0760	9	367810	3599500	80	664	119	171	57	15.42	0.0464	7.4855	5.483
89.RS.0761	9	367820	3599500	80	666	118	167	53	15.48	0.0696	7.3615	4.959
89.RS.0762	9	367830	3599500	80	671	119	168	48	15.63	0.0716	7.5845	4.28
89.RS.0763	9	367840	3599500	80	669	115	165	50	15.57	0.0825	7.3315	4.562
89.RS.0764	9	367850	3599500	80	669	116	176	52	15.57	0.0304	7.9605	4.788
89.RS.0765	9	367860	3599500	80	672	114	168	46	15.66	0.0742	7.6485	4.01
89.RS.0766	9	367870	3599500	80	664	115	174	45	15.42	0.0485	8.0585	3.851
89.RS.0767	9	367880	3599500	80	673	114	177	58	15.69	0.0181	7.8315	5.594
89.RS.0768	9	367890	3599500	80	666	117	167	49	15.48	0.0748	7.4895	4.419
89.RS.0769	9	367900	3599500	80	662	119	165	46	15.36	0.0877	7.4595	4.022
89.RS.0770	9	367910	3599500	80	661	119	171	56	15.33	0.0477	7.5175	5.348
89.RS.0771	9	367920	3599500	80	663	117	164	61	15.39	0.0727	6.9165	6.051
89.RS.0772	9	367930	3599500	80	661	115	172	57	15.33	0.0419	7.5485	5.479
89.RS.0773	9	367940	3599500	80	671	113	176	48	15.63	0.0356	8.0885	4.248
89.RS.0774	9	367950	3599500	80	663	119	166	53	15.39	0.0741	7.2985	4.963
89.RS.0775	9	367960	3599500	70	690	159	279	81	16.2	0.0957	13.367	8.085
89.RS.0776	9	367970	3599500	70	684	163	284	78	16.02	0.0771	13.778	7.66
89.RS.0777	9	367980	3599500	70	690	163	282	82	16.2	0.0809	13.524	8.208
89.RS.0778	9	367990	3599500	70	682	163	283	82	15.96	0.0764	13.587	8.204

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0779	9	368000	3599500	70	688	161	282	86	16.14	0.0757	13.396	8.748
89.RS.0780	9	368010	3599500	70	695	160	282	79	16.35	0.0848	13.62	7.803
89.RS.0781	9	368020	3599500	70	692	164	280	82	16.26	0.0899	13.398	8.216
89.RS.0782	9	368030	3599500	70	689	160	284	85	16.17	0.068	13.554	8.605
89.RS.0783	9	368040	3599500	70	689	158	281	84	16.17	0.0828	13.397	8.482
89.RS.0784	9	368050	3599500	70	682	166	285	84	15.96	0.0648	13.649	8.466
89.RS.0785	9	368060	3599500	150	1088	293	365	179	28.14	0.0158	15.5305	20.813
89.RS.0786	9	368070	3599500	150	1089	294	367	180	28.17	0.011	15.623	20.938
89.RS.0787	9	368080	3599500	100	681	174	240	66	15.93	0.2907	11.39	6.216
89.RS.0788	9	368090	3599500	100	680	175	241	67	15.9	0.2849	11.421	6.347
89.RS.0789	9	368100	3599500	100	679	176	242	68	15.87	0.2791	11.452	6.478
89.RS.0790	9	368110	3599500	100	678	177	243	69	15.84	0.2733	11.483	6.609
89.RS.0791	9	368120	3599500	400	3451	1466	1355	420	99.03	1.2425	68.5535	47.208
89.RS.0792	9	368130	3599500	350	3050	1401	1300	401	87	1.1572	65.794	44.993
89.RS.0793	9	368140	3599500	300	2980	1391	1250	390	84.9	1.3415	63.011	43.728
89.RS.0794	9	368150	3599500	700	3886	1774	1526	463	112.08	2.1111	77.4885	51.713
89.RS.0795	9	368160	3599500	70	692	160	280	78	16.26	0.1226	13.5185	7.666
89.RS.0796	9	368170	3599500	70	691	161	281	79	16.23	0.1333	13.545	7.791
89.RS.0797	9	368180	3599500	400	2352	864	872	378	66.06	0.1596	40.3715	44.674
89.RS.0798	9	368190	3599500	80	748	172	292	81	17.94	0.0757	14.1755	8.019
89.RS.0799	9	368200	3599500	80	747	171	290	82	17.91	0.0834	14.0175	8.162
89.RS.0800	9	368210	3599500	80	751	170	291	80	18.03	0.0705	14.1475	7.892
89.RS.0801	9	368220	3599500	80	745	168	289	81	17.85	0.1002	13.9835	8.027
89.RS.0802	9	368230	3599500	80	744	169	287	79	17.82	0.0843	13.929	7.775
89.RS.0803	9	368240	3599500	80	743	167	286	78	17.79	0.1121	13.892	7.636
89.RS.0804	9	368250	3599500	80	742	165	285	77	17.76	0.1399	13.855	7.497
89.RS.0805	9	368260	3599500	120	1070	304	397	91	27.6	0.0412	20.3475	8.785

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0806	9	368270	3599500	750	5180	2321	2144	700	150.9	2.0305	108.018	80.142
89.RS.0807	9	368280	3599500	120	1071	305	398	92	27.63	0.0299	20.38	8.918
89.RS.0808	9	368290	3599500	120	1073	306	400	94	27.69	0.0293	20.439	9.176
89.RS.0809	9	368300	3599500	160	1351	480	475	138	36.03	0.1461	23.6165	14.63
89.RS.0810	9	368310	3599500	160	1355	479	476	140	36.15	0.1335	23.617	14.898
89.RS.0811	9	368320	3599500	350	2347	984	965	281	65.91	0.5272	49.1545	30.967
89.RS.0812	9	368330	3599500	120	1070	306	395	92	27.6	0.0489	20.1895	8.928
89.RS.0813	9	368340	3599500	120	1071	307	394	91	27.63	0.0437	20.1615	8.801
89.RS.0814	9	368350	3599500	120	1069	308	393	90	27.57	0.044	20.132	8.672
89.RS.0815	9	368360	3599500	200	907	316	297	87	22.71	0.1114	14.2805	8.785
89.RS.0816	9	368370	3599500	80	743	315	286	85	17.79	0.158	13.653	8.561
89.RS.0817	9	368380	3599500	80	744	313	285	81	17.82	0.1567	13.721	8.029
89.RS.0818	9	368390	3599500	80	742	311	284	79	17.76	0.1528	13.725	7.767
89.RS.0819	9	368400	3599500	80	740	163	283	75	17.7	0.091	13.8095	7.257
89.RS.0820	10	367500	3599550	80	685	151	191	63	16.05	0.0696	8.5205	6.169
89.RS.0821	10	367510	3599550	80	691	156	191	64	16.23	0.0793	8.4855	6.3
89.RS.0822	10	367520	3599550	80	693	155	195	55	16.29	0.0455	9.033	5.079
89.RS.0823	10	367530	3599550	80	689	154	191	56	16.17	0.0732	8.746	5.226
89.RS.0824	10	367540	3599550	80	696	157	195	69	16.38	0.0438	8.5805	6.963
89.RS.0825	10	367550	3599550	80	697	154	187	69	16.41	0.0688	8.0795	6.999
89.RS.0826	10	367560	3599550	80	696	153	195	61	16.38	0.0377	8.841	5.889
89.RS.0827	10	367570	3599550	80	687	147	194	67	16.11	0.0289	8.5875	6.705
89.RS.0828	10	367580	3599550	80	692	157	188	64	16.26	0.0488	8.3085	6.328
89.RS.0829	10	367590	3599550	80	697	151	190	56	16.41	0.0997	8.677	5.222
89.RS.0830	10	367600	3599550	80	690	152	193	68	16.2	0.0376	8.491	6.842
89.RS.0831	10	367610	3599550	80	691	150	186	69	16.23	0.0788	8.015	7.001
89.RS.0832	10	367620	3599550	100	838	208	205	54	20.64	0.0293	9.6875	4.894

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0833	10	367630	3599550	100	970	308	378	119	24.6	0.0903	18.2545	12.641
89.RS.0834	10	367640	3599550	100	971	310	379	121	24.63	0.0557	18.261	12.917
89.RS.0835	10	367650	3599550	80	694	147	194	67	16.32	0.0509	8.5815	6.697
89.RS.0836	10	367660	3599550	80	693	154	191	67	16.29	0.0754	8.3895	6.705
89.RS.0837	10	367670	3599550	80	698	156	191	57	16.44	0.0609	8.717	5.365
89.RS.0838	10	367680	3599550	80	690	145	193	65	16.2	0.069	8.5795	6.427
89.RS.0839	10	367690	3599550	80	696	145	189	60	16.38	0.0825	8.4905	5.772
89.RS.0840	10	367700	3599550	80	697	149	192	64	16.41	0.0363	8.559	6.31
89.RS.0841	10	367710	3599550	80	693	147	193	55	16.29	0.082	8.8995	5.077
89.RS.0842	10	367720	3599550	80	695	149	195	57	16.35	0.0649	8.963	5.341
89.RS.0843	10	367730	3599550	150	667	147	184	55	15.51	0.1005	8.3385	5.121
89.RS.0844	10	367740	3599550	130	1383	491	447	164	36.99	0.0843	21.0625	18.308
89.RS.0845	10	367750	3599550	80	690	156	193	67	16.2	0.0719	8.514	6.695
89.RS.0846	10	367760	3599550	80	696	148	193	60	16.38	0.0645	8.7425	5.756
89.RS.0847	10	367770	3599550	80	697	155	192	57	16.41	0.0564	8.78	5.361
89.RS.0848	10	367780	3599550	80	693	145	186	69	16.29	0.0953	8.0105	6.995
89.RS.0849	10	367790	3599550	80	690	153	192	68	16.2	0.0751	8.419	6.834
89.RS.0850	10	367800	3599550	80	686	157	194	68	16.08	0.0441	8.551	6.834
89.RS.0851	10	367810	3599550	80	694	148	191	56	16.32	0.0677	8.7475	5.228
89.RS.0852	10	367820	3599550	80	698	145	195	69	16.44	0.0548	8.5775	6.959
89.RS.0853	10	367830	3599550	80	691	147	191	67	16.23	0.0699	8.391	6.707
89.RS.0854	10	367840	3599550	80	697	157	188	67	16.41	0.0779	8.2035	6.721
89.RS.0855	10	367850	3599550	80	698	150	187	63	16.44	0.0986	8.2655	6.181
89.RS.0856	10	367860	3599550	80	689	152	186	65	16.17	0.0895	8.1415	6.459
89.RS.0857	10	367870	3599550	80	688	147	194	62	16.14	0.0739	8.737	6.016
89.RS.0858	10	367880	3599550	80	695	155	191	58	16.35	0.0596	8.685	5.5
89.RS.0859	10	367890	3599550	80	694	151	193	67	16.32	0.0279	8.526	6.711

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0860	10	367900	3599550	80	691	156	187	62	16.23	0.0999	8.2975	6.046
89.RS.0861	10	367910	3599550	80	695	152	186	60	16.35	0.1015	8.3	5.782
89.RS.0862	10	367920	3599550	80	685	152	188	67	16.05	0.0779	8.2035	6.721
89.RS.0863	10	367930	3599550	80	697	149	187	59	16.41	0.0763	8.401	5.651
89.RS.0864	10	367940	3599550	80	692	153	188	61	16.26	0.0967	8.3925	5.907
89.RS.0865	10	367950	3599550	80	697	145	193	59	16.41	0.0823	8.77	5.615
89.RS.0866	10	367960	3599550	80	689	156	187	56	16.17	0.0857	8.4955	5.244
89.RS.0867	10	367970	3599550	80	689	153	190	66	16.17	0.0867	8.357	6.572
89.RS.0868	10	367980	3599550	120	910	291	342	132	22.8	0.0319	15.626	14.614
89.RS.0869	10	367990	3599550	80	688	150	188	60	16.14	0.087	8.4275	5.776
89.RS.0870	10	368000	3599550	80	694	145	194	62	16.32	0.0629	8.74	6.02
89.RS.0871	10	368010	3599550	1500	3586	980	1371	1088	103.08	0.0931	48.2425	137.4
89.RS.0872	10	368020	3599550	80	686	148	195	62	16.08	0.0529	8.8045	6.018
89.RS.0873	10	368030	3599550	80	689	157	192	69	16.17	0.0243	8.4005	6.987
89.RS.0874	10	368040	3599550	80	687	154	193	55	16.11	0.027	8.9145	5.097
89.RS.0875	10	368050	3599550	80	688	149	189	66	16.14	0.0362	8.309	6.596
89.RS.0876	10	368060	3599550	80	697	150	192	63	16.41	0.0431	8.5895	6.173
89.RS.0877	10	368070	3599550	80	690	153	195	62	16.2	0.0364	8.809	6.024
89.RS.0878	10	368080	3599550	80	696	156	193	59	16.38	0.0713	8.773	5.619
89.RS.0879	10	368090	3599550	80	695	154	192	58	16.35	0.0881	8.739	5.484
89.RS.0880	10	368100	3599550	80	697	154	195	61	16.41	0.0267	8.844	5.893
89.RS.0881	10	368110	3599550	80	695	150	186	69	16.35	0.0183	8.0315	7.023
89.RS.0882	10	368120	3599550	80	692	152	188	55	16.26	0.022	8.607	5.127
89.RS.0883	10	368130	3599550	80	686	153	193	57	16.08	0.0244	8.8505	5.367
89.RS.0884	10	368140	3599550	500	1136	372	346	122	29.58	0.1534	16.1635	13.202
89.RS.0885	10	368150	3599550	500	1140	380	350	130	29.7	0.169	16.1475	14.25
89.RS.0886	10	368160	3599550	600	1820	499	650	220	50.1	0.099	31.7865	24.692

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0887	10	368170	3599550	700	3371	1389	1231	431	96.63	1.3627	60.505	49.343
89.RS.0888	10	368180	3599550	700	3382	1402	1301	435	96.96	1.114	64.7675	49.577
89.RS.0889	10	368190	3599550	700	3463	1467	1261	432	99.39	1.6554	62.246	49.202
89.RS.0890	10	368200	3599550	50	630	132	174	51	14.4	0.0297	7.8695	4.665
89.RS.0891	10	368210	3599550	50	629	131	173	50	14.37	0.03	7.84	4.536
89.RS.0892	10	368220	3599550	50	628	130	172	49	14.34	0.0193	7.8135	4.411
89.RS.0893	10	368230	3599550	50	627	129	171	48	14.31	0.0306	7.781	4.278
89.RS.0894	10	368240	3599550	150	970	312	362	152	24.6	0.0809	16.201	17.174
89.RS.0895	10	368250	3599550	150	1001	329	371	151	25.53	0.0362	16.8015	17.005
89.RS.0896	10	368260	3599550	150	1041	342	389	150	26.73	0.0335	17.9465	16.77
89.RS.0897	10	368270	3599550	200	1240	379	450	160	32.7	0.0595	21.384	17.762
89.RS.0898	10	368280	3599550	300	2230	820	781	232	62.4	0.5169	39.3765	25.416
89.RS.0899	10	368290	3599550	400	2980	1100	1020	271	84.9	0.9307	52.7655	29.165
89.RS.0900	10	368300	3599550	500	3600	1500	1400	344	103.5	1.3258	73.7695	36.7
89.RS.0901	10	368310	3599550	1000	7139	3107	2896	1172	209.67	2.3559	139.111	139.282
89.RS.0902	10	368320	3599550	130	885	187	221	127	22.05	0.0109	8.319	14.631
89.RS.0903	10	368330	3599550	200	1238	372	442	154	32.64	0.0593	21.084	17
89.RS.0904	10	368340	3599550	200	1240	374	445	155	32.7	0.039	21.2425	17.125
89.RS.0905	10	368350	3599550	1000	4880	2319	2022	610	141.9	2.6855	103.215	68.484
89.RS.0906	10	368360	3599550	200	1159	307	372	232	30.27	0.0144	14.2485	27.904
89.RS.0907	10	368370	3599550	200	1155	305	369	229	30.15	0.0208	14.1585	27.515
89.RS.0908	10	368380	3599550	80	743	166	285	77	17.79	0.0739	13.873	7.521
89.RS.0909	10	368390	3599550	80	742	165	284	76	17.76	0.0797	13.842	7.39
89.RS.0910	10	368400	3599550	80	741	164	283	75	17.73	0.0965	13.808	7.255
89.RS.0911	11	367500	3599600	80	632	145	166	48	14.46	0.0036	7.4795	4.316
89.RS.0912	11	367510	3599600	80	632	150	156	49	14.46	0.0418	6.819	4.493
89.RS.0913	11	367520	3599600	80	635	145	157	47	14.55	0.0509	6.943	4.215

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0914	11	367530	3599600	80	639	148	157	45	14.67	0.0865	6.998	3.933
89.RS.0915	11	367540	3599600	80	630	148	164	63	14.4	0.0426	6.86	6.331
89.RS.0916	11	367550	3599600	80	644	146	162	55	14.82	0.062	6.99	5.259
89.RS.0917	11	367560	3599600	80	631	142	167	51	14.43	0.0337	7.436	4.703
89.RS.0918	11	367570	3599600	80	639	145	157	64	14.67	0.0508	6.393	6.502
89.RS.0919	11	367580	3599600	80	642	140	159	52	14.76	0.0464	6.906	4.878
89.RS.0920	11	367590	3599600	80	641	141	157	62	14.73	0.0644	6.454	6.228
89.RS.0921	11	367600	3599600	80	641	141	166	51	14.73	0.0327	7.3745	4.709
89.RS.0922	11	367610	3599600	80	632	142	163	52	14.46	0.0449	7.1535	4.856
89.RS.0923	11	367620	3599600	80	630	143	164	50	14.4	0.032	7.2835	4.586
89.RS.0924	11	367630	3599600	80	637	139	159	52	14.61	0.0464	6.906	4.878
89.RS.0925	11	367640	3599600	80	634	144	156	61	14.52	0.0372	6.432	6.109
89.RS.0926	11	367650	3599600	80	642	141	166	62	14.76	0.0514	7.0135	6.182
89.RS.0927	11	367660	3599600	150	1155	365	434	186	30.15	0.0537	19.556	21.352
89.RS.0928	11	367670	3599600	350	2496	986	937	359	70.38	0.5628	44.8915	41.605
89.RS.0929	11	367680	3599600	150	1068	347	339	124	27.54	0.0448	15.696	13.55
89.RS.0930	11	367690	3599600	200	2223	850	783	296	62.19	0.5897	37.4095	33.988
89.RS.0931	11	367700	3599600	80	650	145	162	51	15	0.0342	7.127	4.731
89.RS.0932	11	367710	3599600	100	686	151	178	59	16.08	0.0123	7.8625	5.725
89.RS.0933	11	367720	3599600	80	635	141	161	48	14.55	0.0481	7.1585	4.328
89.RS.0934	11	367730	3599600	300	1036	338	303	137	26.58	0.1404	13.0255	15.467
89.RS.0935	11	367740	3599600	400	2653	1113	982	355	75.09	1.064	47.664	40.631
89.RS.0936	11	367750	3599600	80	637	139	159	52	14.61	0.0464	6.906	4.878
89.RS.0937	11	367760	3599600	80	641	141	166	51	14.73	0.0052	7.382	4.719
89.RS.0938	11	367770	3599600	80	639	148	157	45	14.67	0.059	7.0055	3.943
89.RS.0939	11	367780	3599600	350	2003	815	729	186	55.59	0.7832	37.58	19.424
89.RS.0940	11	367790	3599600	80	630	143	164	50	14.4	0.0045	7.291	4.596

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0941	11	367800	3599600	380	2137	917	761	250	59.61	1.117	37.395	27.732
89.RS.0942	11	367810	3599600	80	630	143	164	50	14.4	0.01	7.2895	4.594
89.RS.0943	11	367820	3599600	80	637	139	159	52	14.61	0.0354	6.909	4.882
89.RS.0944	11	367830	3599600	80	634	144	156	61	14.52	0.0592	6.426	6.101
89.RS.0945	11	367840	3599600	80	642	140	159	52	14.76	0.0464	6.906	4.878
89.RS.0946	11	367850	3599600	80	641	141	157	62	14.73	0.0369	6.4615	6.238
89.RS.0947	11	367860	3599600	80	631	124	198	47	14.43	0.0204	9.484	3.995
89.RS.0948	11	367870	3599600	70	523	150	206	66	11.19	0.0092	9.3665	6.51
89.RS.0949	11	367880	3599600	80	630	143	164	50	14.4	0.0485	7.279	4.58
89.RS.0950	11	367890	3599600	70	616	114	183	47	13.98	0.0329	8.554	4.075
89.RS.0951	11	367900	3599600	80	630	143	164	50	14.4	0.0375	7.282	4.584
89.RS.0952	11	367910	3599600	80	637	139	159	52	14.61	0.0409	6.9075	4.88
89.RS.0953	11	367920	3599600	100	687	152	179	61	16.11	0.0107	7.86	5.989
89.RS.0954	11	367930	3599600	80	637	139	159	52	14.61	0.0409	6.9075	4.88
89.RS.0955	11	367940	3599600	200	893	256	282	182	22.29	0.0169	10.306	21.684
89.RS.0956	11	367950	3599600	1700	8468	4023	3181	952	249.54	6.3974	162.732	106.61
89.RS.0957	11	367960	3599600	80	631	142	167	51	14.43	0.0282	7.4375	4.705
89.RS.0958	11	367970	3599600	200	1204	355	370	166	31.62	0.0652	16.2465	19.018
89.RS.0959	11	367980	3599600	80	639	148	157	45	14.67	0.0645	7.004	3.941
89.RS.0960	11	367990	3599600	80	630	148	164	63	14.4	0.0041	6.8705	6.345
89.RS.0961	11	368000	3599600	80	644	146	162	55	14.82	0.018	7.002	5.275
89.RS.0962	11	368010	3599600	150	1010	271	315	102	25.8	0.0769	14.9165	10.714
89.RS.0963	11	368020	3599600	120	744	138	217	74	17.82	0.0098	9.787	7.524
89.RS.0964	11	368030	3599600	80	641	141	157	62	14.73	0.0259	6.4645	6.242
89.RS.0965	11	368040	3599600	80	630	143	164	50	14.4	0.0045	7.291	4.596
89.RS.0966	11	368050	3599600	80	637	139	159	52	14.61	0.0189	6.9135	4.888
89.RS.0967	11	368060	3599600	500	5937	1939	2302	1547	173.61	0.0424	90.916	193.919

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0968	11	368070	3599600	80	642	140	159	52	14.76	0.0134	6.915	4.89
89.RS.0969	11	368080	3599600	80	641	141	157	62	14.73	0.0149	6.4675	6.246
89.RS.0970	11	368090	3599600	80	637	139	159	52	14.61	0.0244	6.912	4.886
89.RS.0971	11	368100	3599600	200	1327	461	460	153	35.31	0.0896	22.22	16.753
89.RS.0972	11	368110	3599600	80	632	150	156	49	14.46	0.0253	6.8235	4.499
89.RS.0973	11	368120	3599600	80	631	142	167	51	14.43	0.0282	7.4375	4.705
89.RS.0974	11	368130	3599600	100	690	132	212	73	16.2	0.0171	9.5085	7.415
89.RS.0975	11	368140	3599600	2500	8205	3752	3183	1048	241.65	4.7731	160.1925	120.104
89.RS.0976	11	368150	3599600	200	1324	460	461	154	35.22	0.0783	22.2525	16.886
89.RS.0977	11	368160	3599600	80	639	148	157	45	14.67	0.026	7.0145	3.955
89.RS.0978	11	368170	3599600	80	630	148	164	63	14.4	0.0041	6.8705	6.345
89.RS.0979	11	368180	3599600	80	644	146	162	55	14.82	0.007	7.005	5.279
89.RS.0980	11	368190	3599600	120	989	238	311	138	25.17	0.0536	13.511	15.588
89.RS.0981	11	368200	3599600	120	990	239	313	139	25.2	0.0378	13.6065	15.717
89.RS.0982	11	368210	3599600	120	988	241	315	140	25.14	0.0165	13.7035	15.848
89.RS.0983	11	368220	3599600	120	986	236	312	142	25.08	0.0054	13.4565	16.138
89.RS.0984	11	368230	3599600	120	985	237	314	138	25.05	0.0071	13.709	15.588
89.RS.0985	11	368240	3599600	120	987	240	316	139	25.11	0.0243	13.7955	15.705
89.RS.0986	11	368250	3599600	1100	2170	872	880	365	60.6	0.1845	41.2795	42.871
89.RS.0987	11	368260	3599600	120	985	239	317	140	25.05	0.0075	13.8295	15.84
89.RS.0988	11	368270	3599600	120	986	240	315	141	25.08	0.0042	13.6745	15.987
89.RS.0989	11	368280	3599600	120	984	241	313	142	25.02	0.0174	13.515	16.128
89.RS.0990	11	368290	3599600	150	1225	311	413	194	32.25	0.0003	18.0145	22.566
89.RS.0991	11	368300	3599600	150	1227	313	416	192	32.31	0.0169	18.26	22.274
89.RS.0992	11	368310	3599600	200	1645	467	612	314	44.85	0.0158	26.4205	37.582
89.RS.0993	11	368320	3599600	120	986	240	317	142	25.08	0.0819	13.7445	16.082
89.RS.0994	11	368330	3599600	80	599	315	195	121	13.47	0.5207	6.768	13.785

Sample N	Profile N	X	Y	c.p.s	Total	K	U	Th	TC ePPM	K %	U ePPM	Th ePPM
89.RS.0995	11	368340	3599600	80	598	313	193	119	13.44	0.5213	6.709	13.527
89.RS.0996	11	368350	3599600	80	596	312	192	117	13.38	0.5229	6.7115	13.263
89.RS.0997	11	368360	3599600	80	594	309	189	115	13.32	0.5225	6.591	13.011
89.RS.0998	11	368370	3599600	80	598	307	191	119	13.44	0.4973	6.592	13.547
89.RS.0999	11	368380	3599600	80	596	308	192	120	13.38	0.497	6.6215	13.676
89.RS.1000	11	368390	3599600	80	593	306	189	121	13.29	0.4982	6.4035	13.827
89.RS.1001	11	368400	3599600	80	589	300	185	115	13.17	0.491	6.3525	13.045

پیوست د: نتایج آنالیز XRF نمونه‌های برداشت شده در جریان عملیات
صحرائی مرحله دوم

جدول (د-۱): نتایج آنالیز XRF برای اکسیدهای عناصر اصلی

sample	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	Na2O	MgO	K2O	TiO2	MnO	P2O5
RS.01	66.649	9.829	2.757	2.043	5.892	2.82	0.251	0.319	0.08	0.025
RS.02	66.551	9.857	2.746	2.045	5.91	2.819	0.2249	0.323	0.079	0.024
RS.03	59.503	8.229	5.705	3.959	5.316	4.611	0.136	0.327	0.188	0.012
RS.04	67.919	9.502	2.375	1.142	5.73	1.615	0.096	0.286	0.046	0.028
RS.05	52.491	3.393	9.091	7.753	0.866	14.259	1.463	2.759	0.47	0.014
RS.06	60.879	10.674	2.652	3.872	6.649	3.906	0.237	0.156	0.163	0.018
RS.07	62.228	10.884	2.879	2.301	6.666	4.045	0.574	0.203	0.117	0.006
RS.08	66.201	9.385	3.609	1.621	5.271	3.033	0.17	0.263	0.066	0.007
RS.09	68.02	10.721	1.848	1.57	6.78	1.665	0.076	0.394	0.058	0.013
RS.10	46.865	6.585	12.863	4.557	1.605	15.792	0.37	3.994	0.384	0.007
RS.11	57.49	0.31	9.491	8.757	0.009	21.083	0.021	1.437	0.31	0.006
RS.12	58.112	1.415	8.602	2.853	0.006	24.669	0.166	0.858	0.244	0.006
RS.13	90.8293	15.656	17.1506	33.652	10.1386	32.892	1.951	14.516	0.69866	0.056
RS.14	65.695	10.162	2.752	1.923	6.184	3.057	0.119	0.392	0.065	0.005
RS.15	51.593	4.958	7.749	9.725	2.164	12.579	0.097	1.295	0.524	0.013
RS.16	56.921	8.602	3.52	4.867	4.43	8.717	0.425	0.372	0.161	0.009
RS.17	60.309	10.166	3.092	2.727	5.888	4.592	0.648	0.577	0.211	0.029
RS.18	41.867	1.252	8.904	15.931	0.19	9.107	0.06	10.887	0.211	0.029
RS.19	56.221	7.081	9.528	4.675	3.942	9.264	0.262	0.666	0.113	0.012
RS.20	59.394	3.712	5.989	6.926	1.124	14.638	0.156	0.211	0.382	0.009
RS.21	61.816	10.921	2.182	2.633	6.732	3.964	0.113	0.438	0.126	0.012
RS.22	62.4	11.742	1.621	2.129	7.604	2.649	0.087	0.561	0.105	0.02
RS.23	51.897	7.067	11.015	5.302	2.823	11.633	0.266	2.69	0.225	0.011
RS.24	67.238	9.941	2.207	1.417	6.151	1.921	0.08	0.329	0.058	0.015
RS.25	66.321	9.816	1.948	1.529	6.222	1.711	0.066	0.306	0.086	0.022
RS.26	58.603	7.768	4.532	6.766	4.67	5.761	0.46	0.292	0.327	0.01
RS.27	57.22	9.03	4.4	1.963	4.07	9.707	0.27	0.116	0.155	0.011
RS.28	59.687	6.871	5.132	3.381	3.913	9.904	0.101	0.538	0.177	0.014
RS.29	64.21	9.374	3.497	2.554	5.962	3.721	0.079	0.314	0.103	0.019
RS.30	67.507	10.031	2.264	1.885	6.409	2.004	0.101	0.341	0.08	0.042
RS.31	58.796	8.712	3.422	4.306	4.852	7.796	0.169	0.495	0.127	0.007
RS.32	58.257	4.477	6.149	8.409	2.592	10.103	0.127	0.414	0.468	0.018
RS.33	57.91	7.327	4.814	3.504	3.637	10.845	0.144	0.596	0.221	0.017
RS.34	58.252	6.541	5.261	6.577	3.439	12.12	0.36	0.131	0.116	0.013
RS.35	60.583	11.246	2.495	3.203	6.974	1.877	0.141	0.798	0.043	0.018
RS.36	31.542	4.927	1.815	25.239	3.062	1.581	0.26	0.294	0.282	0.023
RS.37	68.122	10.126	1.785	2.003	5.639	2.183	0.176	0.332	0.029	0.014
RS.38	58.087	11.049	2.715	3.397	6.033	4.537	0.267	0.265	0.063	0.007
RS.39	49.333	2.702	9.979	14.8	1.11	11.379	0.069	3.636	0.357	0.032
RS.40	57.771	6.418	4.231	6.539	4.065	9.188	0.275	0.436	0.182	0.011
RS.41	58.97	7.13	3.817	5.528	4.481	9.605	0.529	0.259	0.15	0.008
RS.42	60.685	6.004	5.46	8.171	3.767	8.546	0.156	0.432	0.29	0.009
RS.43	55.48	3.697	9.504	8.133	2.019	12.671	0.386	0.355	0.2	0.006
RS.44	56.103	4.476	8.069	8.22	2.738	11.607	0.339	2.052	0.315	0.003
RS.45	65.221	5.533	7.468	4.867	1.43	6.882	0.187	4.663	0.059	0.007
RS.46	52.149	4.312	7.796	9.886	2.294	12.155	0.536	1.821	0.437	0.013
RS.47	56.701	8.432	3.433	7.724	4.874	5.717	0.234	0.324	0.174	0.004

جدول (د-۲): نتایج آنالیز XRF برای عناصر فرعی و کمیاب

sample	Cl	S	Ba	Co	Cr	Cu	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Y	Zr	Zn	U	Th
RS.01	866	1.5	135	66	27	114	32	20	62	8	166	145	81	1281	121	11	24
RS.02	780	1.5	138	67	33	136	26	91	84	11	149	154	84	1292	84	4	30
RS.03	1151	1.5	137	101	51	139	31	98	37	16	156	382	109	1338	157	16	20
RS.04	805	79	109	43	8	287	6	37	108	17	136	125	68	1329	92	12	20
RS.05	1568	142	544	211	3130	116	276	117	204	115	229	966	399	239	237	510	106
RS.06	869	989	93	57	87	113	0.75	3.75	34	16	357	115	68	834	236	0.75	13
RS.07	683	60	197	71	41	150	0.75	17	37	58	98	143	57	440	122	3	4
RS.08	691	96	128	85	40	130	22	28	50	16	203	127	67	936	144	22	27
RS.09	841	1.5	115	45	6	50	23	48	77	7	148	136	77	1493	106	10	29
RS.10	1504	1.5	751	303	5323	176	288	173	160	45	183	10094	475	199	448	389	107
RS.11	396	218	103	199	247	64	138	129	85	7	95	532	127	72	346	16	53
RS.12	351	1.5	249	236	236	84	103	172	79	43	62	322	185	64	429	155	74
RS.13	3154.6	1318.6	1481.3	404	7097.3	382.6	942.6	256	328	153.3	913.3	13458.	1784	2017.3	2665.3	2112	184
RS.14	854	1.5	122	62	29	128	35	15	50	0.75	241	169	115	1513	175	11	21
RS.15	610	10	190	147	362	100	83	89	70	2	120	548	294	271	402	0.75	1.5
RS.16	1060	118	164	78	194	136	13	133	54	31	264	180	65	718	200	11	4
RS.17	803	185	181	70	124	68	42	56	37	91	266	253	70	578	222	19	9
RS.18	2366	41	1111	235	1023	68	707	68	246	43	271	3186	1338	393	149	1584	138
RS.19	1592	1.5	97	219	504	109	46	177	67	25	100	508	104	347	163	31	7
RS.20	430	42	93	117	809	95	0.75	140	81	10	123	251	139	293	336	12	1.5
RS.21	508	1.5	91	43	205	122	30	70	104	9	238	150	50	524	140	24	18
RS.22	288	1.5	169	42	183	138	16	71	51	9	228	147	86	490	111	36	31
RS.23	1145	190	456	213	1008	153	167	87	135	62	258	1280	312	407	242	456	26
RS.24	621	47	158	35	4	99	19	3.75	57	5	152	144	71	1387	105	10	23
RS.25	568	1.5	93	66	9	154	21	77	117	12	137	127	65	1504	113	1	26
RS.26	681	590	373	87	143	111	0.75	68	106	21	350	264	113	521	260	6	16

sample	Cl	S	Ba	Co	Cr	Cu	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Y	Zr	Zn	U	Th
RS.27	567	694	63	80	151	103	1	106	69	28	120	73	47	509	236	1	10
RS.28	553	13	146	95	233	123	8	97	9	1	125	417	138	509	215	28	11
RS.29	668	25	91	80	33	115	12	3.75	53	0.75	166	203	74	1358	117	10	21
RS.30	701	2	116	55	22	210	18	3.75	110	6	136	164	62	1469	136	11	18
RS.31	679	77	108	79	195	92	12	78	75	28	239	228	64	485	213	12	20
RS.32	500	123	112	122	892	102	0.75	40	6.75	26	148	288	166	265	372	7	15
RS.33	743	1.5	183	104	119	68	48	70	40	13	132	271	70	486	219	8	6
RS.34	950	1.5	49	96	62	138	0.75	118	52	51	104	201	58	513	227	0.75	3
RS.35	778	169	378	73	74	178	75	5	76	35	254	256	278	198	150	44	18
RS.36	751	1.5	120	25	4	125	0.75	25	54	28	254	62	97	370	57	0.75	8
RS.37	717	5	97	32	16	114	15	54	79	20	133	99	84	1143	58	2	16
RS.38	528	1.5	195	52	409	139	0.75	39	46	30	147	104	82	460	121	30	70
RS.39	1007	322	250	125	541	105	158	103	87	15	685	875	158	138	214	32	42
RS.40	810	85	87	79	61	98	0.75	85	64	30	167	177	93	430	121	7	7
RS.41	827	39	154	74	43	80	0.75	154	52	22	124	127	73	434	119	2	10
RS.42	683	268	252	85	142	97	0.75	145	27	11	180	266	156	458	228	73	16
RS.43	1101	1.5	121	134	268	91	15	192	55	24	80	255	124	225	176	5	19
RS.44	927	74	342	137	347	110	201	143	16	30	183	767	347	318	203	52	2
RS.45	1461	129	754	145	482	193	365	102	24	25	323	1267	946	390	113	188	17
RS.46	1218	1.5	264	94	163	90	163	143	66	62	153	587	198	274	1999	26	11
RS.47	809	691	81	68	136	230	28	98	33	18	229	145	79	410	92	7	2

منابع:

۱. پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور به آدرس www.ngdir.com
2. Dahlkamp F.J. (2009), "**Uranium Deposits of the World, Asia**", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin.
3. Dahlkamp F.J. (1993), "**Uranium ore deposits**", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin
۴. قنادی مراغه م، (۱۳۸۸) "**چرخه سوخت هسته‌ای**" چاپ اول، زلال کوثر با همکاری پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، تهران.
۵. صحبایی م، دهقی ف و محبی ع ر، (۱۳۷۳) "**شرح نقشه زمین شناسی ورقه ساغند**", سازمان زمین شناسی کشور.
۶. متقیان م ع، (۱۳۶۴) پایان نامه ارشد "**مطالعه زمین شناسی و پترولوژی شرق ساغند (ایران مرکزی)**", دانشکده علوم، دانشگاه تهران.
۷. کرمی م، (۱۳۶۶) گزارش داخلی "**شرحی بر نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۲۰۰۰ آنومالی ۶ پروژه اکتشافی ساغند (ایران مرکزی)**", واحد اکتشاف، سازمان انرژی اتمی ایران.
۸. امیله ا، کرمی ا و دیرین ج، (۱۳۶۲) گزارش داخلی "**شرحی بر نقشه زمین شناسی ۱:۲۰۰۰ آنومالی‌های ۳ و ۶ منطقه ساغند در ایران مرکزی**", واحد اکتشاف، سازمان انرژی اتمی ایران.
9. Huckriede, R., et al. (1962), "**Zur geologie des Gebiets Zwischen Kerman und Saghand Iran**", Bertheftte Zum Geologischen Jahrbuch, 51 , 197p
10. Stocklin, J., et al. (1972) "**Central Lut reconnaissance, East Iran**". Geol. Surv. Iran, Rep. No. 22, 62 P.15.

۱۱. هوشمند زاده، (۱۹۶۹) تز دکترا " گرانیتیزاسیون توده چاپدونی ایران مرکزی"،

دانشگاه گرونوبل، فرانسه.

۱۲. حقی پور ع، (۱۹۷۴) تز دکترا "بررسی زمین شناسی ناحیه ی بیابانک - بافق"،

فرانسه.

۱۳. سامانی ب، (۱۳۶۳) گزارش داخلی "مناطق اورانیوم خیز پرکامبرین ایران"، واحد

اکتشاف، سازمان انرژی اتمی ایران.

۱۴. سامانی ب، (۱۳۷۷) گزارش داخلی "عناصر نادر خاکی در پرکامبرین ایران مرکزی"،

واحد اکتشاف، سازمان انرژی اتمی ایران.

15. Barretto P.M. (2001), "**Recent developments in uranium exploration**",

IAEA BULLETIN, VOL. 23, No.2.

۱۶. آسیابانها ع، (۱۳۸۶) "راهنمای ترسیم و تفسیر نمودارهای پترولوژی و ژئوشیمی"

چاپ اول، انتشارات دانشگاه بین المللی امام خمینی «ره» قزوین، قزوین.

۱۷. کریم پور م ح و سعادت س، (۱۳۸۵) "زمین شناسی اقتصادی کاربردی" چاپ سوم،

انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

18. Kelley K.A and Plank T. (2005), "**Subduction cycling of U, Th, and Pb**",

Earth and Planetary Science Letters 234.

۱۹. منصوری م، (۱۳۸۱) "جزوه سنگ شناسی آذرین و دگرگونی"، انتشارات دانشگاه

صنعتی اصفهان، اصفهان.

20. FROST, B. R., BARNES, C. G. and COLLINS W. J. (2001), "**A**

Geochemical Classification for Granitic Rocks", Journal of Petrology, Vol.

42, No.11.

۲۱. لوافان ع، (۱۳۸۰) "کارتوگرافی و عکس‌های هوایی"، انتشارات دانشگاه صنعتی

اصفهان، اصفهان.

22. ESRI Inc, (1999-2008), "**ArcGIS 9.3 Desktop includes a suite of integrated applications that allow you to perform GIS tasks, from simple to advanced, including mapping, geographic analysis, data editing and compilation, data management, visualization, and geoprocessing**".

23. Autodesk Inc, (2010), "**AutoCAD 2011**".

24. MapInfo Corporation, (1985-2005) "**MapInfo Professional 8.0**".

25. Golden Software Inc, (1993-2002) "**Surfer 8.0**".

26. Polar Engineering and Consulting, (1993-2007) "**SPSS Statistics 17.0**".

27. Sarangi, A. K. (2000), "**Uranium and its measurement in ore by radiometric method**", Published in "Journal Mines, Metals and Fuels, India.

۲۸. خیری م، (۱۳۸۸)، پایان نامه ارشد "زمین شناسی عناصر پرتوزا و رادیواکولوژی

منطقه ناریگان"، دانشگاه امام حسین (ع).

۲۹. حسنی پاک ع ا، شرف الدین م، (۱۳۸۴)، "تحلیل داده‌های اکتشافی"، چاپ دوم،

انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۳۰. حسنی پاک ع ا، (۱۳۸۳)، "اصول اکتشافات ژئوشیمیایی"، چاپ پنجم، انتشارات

دانشگاه تهران، تهران.

۳۱. ایرانمنش ج و قنبری ی، (۱۳۸۳)، گزارش داخلی "مطالعات ژئوشیمیایی در محدوده

آنومالی ۶ منطقه خشومی"، دفتر اکتشاف و استخراج، سازمان انرژی اتمی ایران.

۳۲. ایرانمنش ج، سیف ر و خیری م، (۱۳۸۹)، "بررسی زیست محیطی و رادیواکولوژیکی

منطقه ناریگان"، چهاردهمین کنفرانس زمین شناسی ایران، ارومیه.

۳۳. مدنی ح و یعقوب پور ع م، (۱۳۷۸) "تخمین و ارزیابی ذخایر معدنی" چاپ اول،

انتشارات دانشگاه تهران.

Abstract

Saghand region is in middle part of construction zone in central Iran. Among the nine regions of the radiation anomaly, the No. 6 were selected based on the exploratory in order to geological studies, radiometric ground-based and litho geochemical studies. By study polished and thin sections prepared and analysis taken samples of litho geochemical, it was found that genus of more anomaly 6 stones are formed of kinds of "diorite and quartz diorite (granodiorite)" calc-alkaline magma-owned (subduction zone) and "gabbroic" tholeiitic magma-owned (zone of the ocean floor); Genus of taken samples that show high content of radioactivity is the gabbro. Radioactive mineral in this anomaly is "davidiite [(Fe,U) TiO₃]" that comes with albite mineral in radioactive samples, confirming this radioactive elements mineralization is associated with the albitization phenomenon.

In this study, in 1.13 km² of anomaly 6 saghand, rectangular regional with area of 0.45 km² were studied for the systematic radiometric with profiles east-west by distance of 50 meters and 10 meter; that among 1001 taken radiometric readings, recorded 11 readings of radiation above the 1000 cps and maximum 6000 cps, is noteworthy. Also in most of the readings recorded, amount of enriched in the two-element uranium (U) and thorium (Th) was almost identical; while amount of enriched of these two elements is several fold amount of enriched in potassium (K). The radiometric data community separated to the two communities of anomaly and background and gamma ray counts contour (cps) for U, Th, K in terms of isolated anomaly, show that the radioactive contour focus in the northwest corner and north of the study area.

Analysis Result of 47 litho geochemical samples taken of two locations on radioactive contour focus shows that among the oxides of major and minor measured elements, only data for silica and aluminum oxide have a normal distribution. Also results of litho geochemical data analysis using spearman correlation coefficient, cluster analysis and scatter plots, indicates that element uranium (U) is correlated with the following elements and oxides.

TiO₂ (0.720), Ba (0.634), Nb (0.630), Y (0.595), Th (0.500), Fe₂O₃ (0.463)

Finally, according to the results of the study of polished thin prepared sections, impressions of radiometric ground-based and analysis of taken litho geochemical samples, regional about 405 m² was proposed for core drilling and borehole.

Keywords: Anomaly 6 of saghand, Radioactive materials, Radiometric, Litho geochemical.