

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

پارامترهای موثر در وضعیت اقتصاد جهانی در انتهای قرن بیستم منجر به یک تلاش همه‌جانبه بین‌المللی برای اکتشاف ذخایر طلا شد. قبل از به وجود آمدن این وضع اقتصادی بجز برخی موارد توجه کمتری به اکتشاف ذخایر طلا می‌شده است.

به طور کلی در گذشته روش‌های اکتشاف ژئوشیمیایی طلا مستلزم کشف مناطق آنومالی برای عناصر ردیاب طلا مانند آرسنیک، آنتیموان یا جیوه بوده است. علت این امر تا حد زیادی به فقدان دقت لازم برای اندازه‌گیری خود طلا بر می‌گردد. نقاط ضعف این الگوریتم عبارتند از:

(۱) تیپ‌های مختلفی از کانی‌سازی طلا وجود دارد که در بعضی از آن‌ها این عناصر ردیاب هستند و در بعضی دیگر نیستند.

(۲) برعکس همه آنومالی‌های عناصر ردیاب ذکر شده با کانی‌سازی طلا همراه نمی‌باشد.

استفاده از عناصر ردیاب در اکتشافات ژئوشیمیایی طلا وقتی مفید واقع می‌شود که:

(۱) اطلاعات و داده‌های زمین‌شناسی در سطح بالایی در دسترس باشد.

(۲) تیپ ذخایر طلا از نوعی باشد که با کانی‌ها و عناصر ردیاب شناخته شده‌ای همراه باشد.

(اکتشاف ذخایر طلا حسنی‌پاک ۱۳۸۱)

از طرف دیگر در نواحی که سطح اطلاعات و داده‌های زمین‌شناسی پایه در رابطه با خصوصیات کانسارهای مورد انتظار در ناحیه مورد نظر کم است و یا پیدایش تیپ‌های مختلف ذخایر طلا با پارائزهای گوناگون محتمل باشد بنا نهادن تصمیمات اکتشافی بر روی نتایج حاصل از عناصر ردیاب با ریسک قابل ملاحظه‌ای قرین است و ممکن است چندان مفید واقع نشود. با توجه به این محدودیت‌ها لازم است در حد امکان به

توسعه روش‌های تجزیه‌ای با حد قابل ثبت بسیار پایین (در حد ppb) برای اندازه‌گیری خود عنصر طلا اقدام کرد و از عناصر ردیاب به عنوان متغیرهای کمکی بخصوص برای تحلیل چند متغیره استفاده کرد.

ذخایر طلا در انواع بسیار مختلفی از محیط‌های زمین‌شناسی تشکیل و توسعه می‌یابند از این رو پاراژنهای کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی متفاوت با ساختمان‌های زمین‌شناسی مختلفی در ارتباط می‌باشند و انواع مختلفی از فرایندها در تشکیل آن‌ها نقش دارد. نتیجتاً این ذخایر در محیط‌های مختلفی مورد نمونه‌برداری ژئوشیمیایی قرار می‌گیرند و برای خنثی‌سازی اثرات نامطلوب این ناهمگنی‌ها در عیارسنجی ذخایر طلا لازم است از روش‌های خاصی بهره جست. یکی از روش‌هایی که امروزه متداول است به روش (کل طلای استحصال شده به طریق شستشوی شیمیایی مشهور می‌باشد یا BLEG (bulk Leaching extractable gold) مشهور است. در ایران شرکت فرانسوی نورماندی (Normandy Lasource) بخش‌های متنوعی از ایران را مورد نمونه‌برداری قرار داده است که کشف یک کانسار پورفیری در شرق ایران بنام کانسار شادان از جمله نتایج ثمربخش این روش می‌باشد. لذا بنظر می‌رسد توسعه این روش می‌تواند تا حد بالایی، دقت اکتشاف طلا را بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های تیپ-های کانی‌سازی و آزاد بودن یا نبودن دانه‌های طلا و ... افزایش دهد. اجرای این پروژه در ایران مرکزی در ۲۹ برکه یک پنجاه‌هزارم توپوگرافی می‌تواند الگوی بسیار مناسبی از اکتشافات ژئوشیمیایی به روش BLEG باشد که در برگیرنده مشخصات یک اکتشاف ناحیه‌ای نیز می‌باشد.

۱-۲ تاریخچه روش BLEG

تکنولوژی BLEG (Bulk Leaching Extractable Gold) در دهه هشتاد به منظور توسعه کیفیت داده‌های حاصل از نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای (stream sediments) ابداع گردید. BLEG معمولاً جهت شناسایی حوضه‌های آبریز دارای مقادیر غیرعادی از طلا و پی‌گیری سریع منشاء مقادیر غیرعادی در مناطق فاقد

داده‌های اکتشافی به کار می‌رود. در این روش محلول‌های قلیایی سیانور جهت استحصال طلا از نمونه‌های آبراهه‌ای و خاک به کار می‌روند. به دلیل غلظت بسیار پایین محلول‌های قلیایی سیانور می‌توان حجم زیادی از نمونه (حداکثر ۲/۵ کیلوگرم) را با صرفه اقتصادی مورد آنالیز قرار داد. قابلیت کاربرد حجم بالای نمونه موجب کاهش موثر خطاهای ناشی از عدم همگنی نمونه می‌شود. طلا در واکنش با حلال قلیایی سیانور حل و با تشکیل کمپلکس‌های سیانوری از نمونه جدا شده و مورد آنالیز قرار می‌گیرد. حجم بالای نمونه و روش موثر جدایش طلا در BLEG موجب حساسیت فوق‌العاده این روش (۱/۰ ppb) شده است. BLEG در پروژه‌های اکتشاف ناحیه‌ای بسیار قدرتمند و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد. به دلیل حساسیت بسیار پایین BLEG می‌توان با استفاده از آن به سرعت حضور طلا در آبراهه‌های مورد مطالعه را تشخیص داد. در این روش حتی مقادیر کمتر از ۱۰ ppb نیز غیرعادی محسوب می‌شوند.

۳-۱ مقایسه روش BLEG باروش ژئوشیمی سنتی مبتنی بر ابعاد دانه‌ها

(fine-fraction geochemistry)

اغلب مطالعات انجام شده بر روی انواع متنوع کانه‌زایی طلا نشان می‌دهد دو روش فوق در مناطقی که هاله‌هایی با ابعاد مشابه، منطقه کانه‌زایی طلا را احاطه کرده‌اند، نتایجی مشابه داشته‌اند. اما در اغلب مطالعات میزان طلا در روش سنتی بالاتر از روش BLEG است. دلیل این امر احتمالاً تفاوت در ابعاد دانه‌های مورد مطالعه است. در BLEG ابعاد دانه‌های نمونه مورد مطالعه کمتر از ۲ میلی‌متر (۱۰ مش)^۱ است، و چون در روش BLEG تنها طلای آزاد نمونه توسط حلال‌های سیانوری حل شده و طلای محصور در دانه‌ها حل نمی‌شوند و از سوی دیگر حجم بالای نمونه منجر به رقیق‌شدگی نمونه توسط مواد فاقد کانه‌زایی (barren material) می‌گردد. توضیح اینکه، افزایش اختلاط دانه‌بندی موجب رقیق‌شدگی و پایین آمدن

۱ - در این مقاله، سایز دانه بندی نمونه BLEG کمتر از ۲ میلی‌متر است (الک ۱۰ مش)

جذب سطحی طلا توسط ابعادی در حد رس و سیلت می‌گردد. در این شرایط عیار طلا عمدتاً مربوط به ذرات طلای آزاد می‌باشد که از الک ۱۰ مش عبور کرده‌اند. در موارد حضور طلای دانه درشت، روش BLEG معمولاً مقادیر طلای بیشتری نسبت به روش سنتی ژئوشیمی نشان می‌دهد، که این امر به دلیل تاثیر ذرات درشت طلا (nugget effect) می‌باشد، که البته زیانی جهت شناسایی منطقه کانه‌زایی شده ندارد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد در هر دو روش هاله‌های طلا قابل شناسایی هستند، اما میزان طلا حاصل از دو روش متغیر بوده و در BLEG معمولاً کمتر است. بعنوان نمونه در اکتشاف معدن طلای تمبرا (Timbarra) علی‌رغم انطباق کامل هاله‌ها در دو روش، میزان طلا در روش سنتی ژئوشیمی با ابعاد کمتر از ۱۸۰ میکرومتر چند برابر روش BLEG با ابعاد کمتر از ۲ میلی‌متر است (۵ تا ۱۰ برابر بیشتر). از مزایای دیگر روش سنتی می‌توان به امکان آنالیز چند عنصری اشاره کرد. همچنین حجم بالای نمونه مورد نیاز جهت BLEG نمونه‌برداری و نگهداری نمونه‌ها را مشکل می‌سازد. اما مزیت بزرگ BLEG در مقابل روش سنتی امکان ردیابی مقادیر اندک طلا در فواصل بسیار دور از مرکز کانه‌زایی است، که این امر BLEG را به روشی بسیار سودمند در پروژه‌های اکتشاف ناحیه‌ای تبدیل نموده است.

با جمع‌بندی جملات فوق می‌توان امتیازات مثبت و منفی روش BLEG را به شرح زیر بیان نمود:

امتیازات مثبت این روش ۱- استفاده از نمونه‌های بزرگ با هزینه نسبتاً کم است (نمونه‌گیری با وزن بالا ۵-۲/۵ کیلوگرم). ۲- داده‌های این روش از کیفیت بالایی برخوردار است و در مواردی که ذرات طلای آزاد وجود دارد به طور موفقیت‌آمیزی قابل اجرا است. ۳- حد آشکارسازی و حد تشخیص پایین، ۴- عدم تداخل ماتریکس نمونه با طلا ۵- امکان ردیابی مقادیر اندک طلا در فواصل بسیار دور از مرکز کانه‌زایی است و ۶- رفع مشکل آنالیزی ناشی از پراکندگی‌های نامنظم از دیگر نکات مثبت این روش است. در روش بلگ کل حجم نمونه آنالیز شده و بخشی از نمونه جهت آنالیز جدا نمی‌گردد لذا پراکندگی منظم ذرات طلا در حجم نمونه تاثیری در عیار طلا نخواهد داشت.

از امتیازات منفی این روش به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

- ۱- نمونه‌برداری به روش بلگ به دلیل زیاد بودن وزن نمونه در انتقال و نگهداری نمونه‌ها سخت است.
- ۲- مصرف سیانید بالاست. ۳- مقدار طلای اندازه‌گیری شده با این روش معمولاً کمتر از کل مقدار موجود در نمونه است. زیرا تنها طلای آزاد حل شده و طلای درگیر در شبکه کانی‌ها (سیلیکاته و ...) حل نمی‌گردد.
- به علاوه ذرات بزرگ طلا ممکن است کاملاً حل نشود. ۴- متدولوژی آن هنوز استاندارد نشده است، از این رو ممکن است نتایج یک آزمایشگاه با آزمایشگاه دیگر تا حد قابل ملاحظه‌ای متفاوت باشد. در مواردی که مقدار طلای نمونه بسیار کم است (در حد جزئی از ppb) باید از حلال آلی استفاده شود و سپس برای اندازه‌گیری از روش جذب اتمی استفاده کرد. در این حالت می‌توان برای اندازه‌گیری از روش ICP-MS هم استفاده کرد که در این صورت نیازی به حلال آلی نخواهد بود. ۵- خطر کار با سیانید در تمام مراحل کار. ۶- نیاز به تفسیر دقیق.

۴-۱- نمونه‌های از موفقیت روش BLEG در اکتشاف طلا

یک نمونه معروف از کاربرد موثر BLEG، اکتشاف ذخیره بزرگ پورفیری مس-طلای Batu Hijau در یک منطقه مرطوب جنگلی در اندونزی است. این کانسار به دنبال تشخیص حضور طلا در آبراهه‌های اطراف کانسار و پی‌جویی منشاء آن کشف گردید. آنومالی BLEG در اطراف کانسار ۱۹۶ ppb و در فاصله ۱۵ کیلومتری ۷ ppb است، در حالیکه طلا در نمونه‌های الک ۸۰ مش تنها در فاصله ۱/۵ کیلومتری کانسار قابل شناسایی است. این ذخیره بزرگ حاوی ۴/۴ میلیون تن مس و ۱۱ میلیون انس طلا است.

در لائوس کاربرد BLEG در مقیاس ناحیه‌ای به همراه روش مغناطیس‌سنجی هوایی ناحیه‌ای موجب اکتشاف ۹ آنومالی عمده گردید. از این ۹ آنومالی ۳ محدوده هدف اکتشافی شده، که با مطالعات گسترده ژئوفیزیک زمینی با روش‌های نمونه‌برداری از خاک و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مورد مطالعه قرار گرفتند.

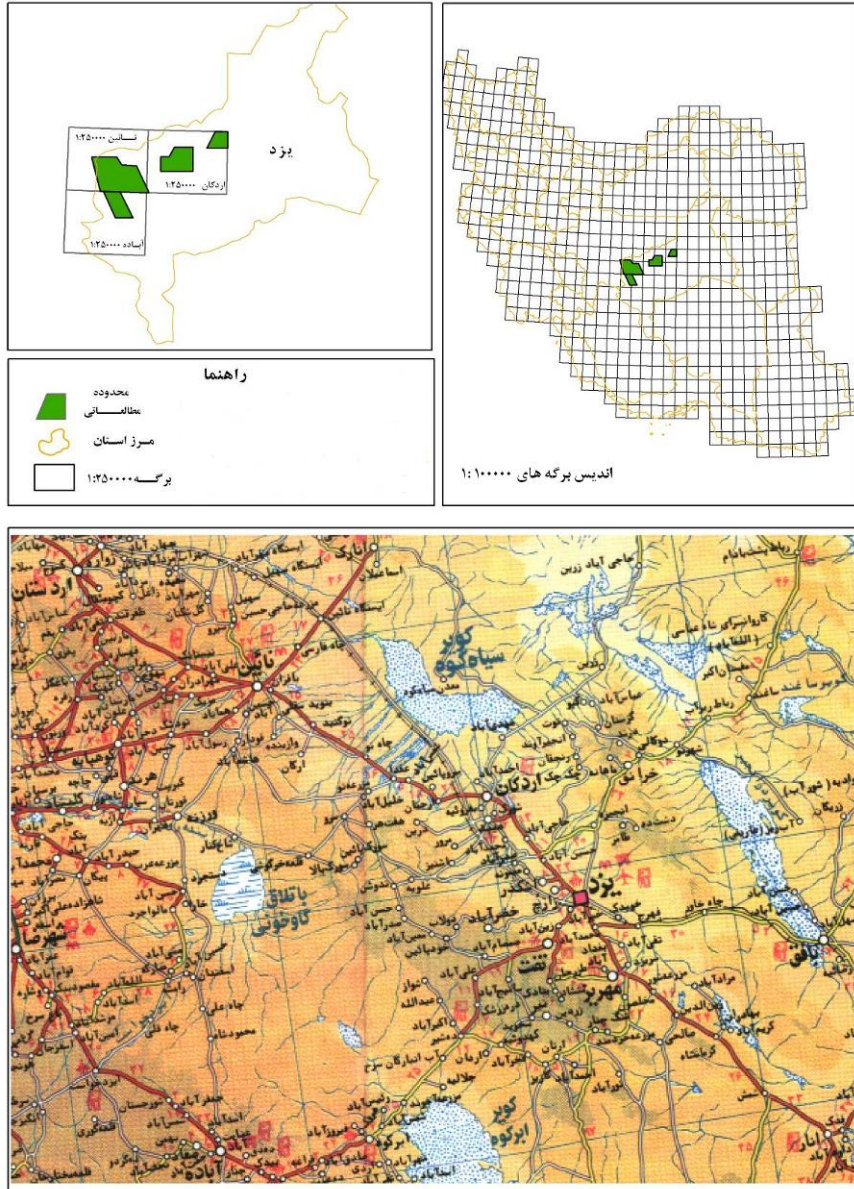
- Induced polarization (IP) – (پلاریزاسیون القایی)
- Time domain electromagnetics (TDEM) – (روش الکترومغناطیسی در حوضه زمان)
- Self potential (SP) – (روش پتانسیل خودزا)
- Ground spectrometry – (روش طیف سنجی زمینی)

در انتها، محدوده Phu Khaum با ذخیره ۱/۳ میلیون تن مس و ۱/۹ میلیون انس طلا معرفی گردید. در پرتغال اکتشاف ناحیه‌ای انجام شده به روش BLEG نشان از کارآیی بالای این روش داد. در ناحیه مورد مطالعه نه تنها آنومالی‌های مربوط به مراکز کانه‌زایی شناخته شده، بلکه آنومالی‌هایی از مراکز ناشناخته دارای کانه‌زایی طلا شناسایی شدند.

۱-۵ موقعیت جغرافیایی منطقه و راه‌های دسترسی

محدوده مورد بررسی در تقسیمات کشوری در محدوده استان یزد قرار می‌گیرد. این محدوده شامل ۲۹ برگه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ می‌باشد که در برخی از نقشه‌ها قسمتی از آن مورد مطالعه قرار گرفته است. محدوده مورد مطالعه ۳ چهارگوش ۲۵۰،۰۰۰: ۱ زمین‌شناسی (یا توپوگرافی) نائین، اردکان و آباده را شامل می‌شود. منطقه مورد مطالعه شامل سه محدوده جدا از یکدیگر می‌باشد که در این گزارش به نام‌های منطقه شماره یک: منطقه ندوشن (محدوده غربی)، منطقه شماره دو: منطقه شمال خرائق (محدوده میانی) و منطقه شماره سه: منطقه شمال ساغند (محدوده شرقی) نامگذاری شده است.

مهم‌ترین راه‌های دسترسی در منطقه شماره یک عبارتست از راه یزد- تفت- نصرآباد- صدرآباد- ندوشن و در منطقه شماره دو در شمال خرائق مهم‌ترین راه دسترسی عبارتست از راه اصلی یزد- خرائق و در منطقه شماره سه راه اصلی یزد- ساغند- مغستان- کویر الله‌آباد می‌باشد که در شکل شماره ۱-۱ و ۲-۱ دسترسی از این مناطق تا مکان روستاها نمایش داده شده است.



شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شکل شماره ۱-۲: محدوده مطالعاتی و راه‌های دسترسی آن

۶-۱ مطالعات پیشین

نمونه برداری و آنالیز بلگ در ایران چندان انجام نگرفته و هنوز به طور وسیع گسترش نیافته است و بجز مطالعات شرکت نورمندی که بصورت پراکنده از این روش استفاده کرده می توان تنها به پروژه " برداشت و بررسی نمونه های BLEG در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ آلوت" در مرز استان آذربایجان غربی و کردستان که توسط براتی بهزاد در سال های اخیر ۱۳۸۷ انجام گردیده است اشاره کرد.

مطالعات پیشین انجام گرفته در محدوده مورد مطالعه شامل موارد ذیل می باشد:

- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ نائین
- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ اردکان
- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ آباده
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ سرو بالا توسط سازمان زمین شناسی کشور و مطالعات ژئوشیمیایی آن توسط یوگسلاوها
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ کفه طاقستان توسط سازمان زمین شناسی کشور و مطالعات ژئوشیمیایی آن توسط یوگسلاوها
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ عقدا توسط سازمان زمین شناسی کشور و مطالعات ژئوشیمیایی آن توسط یوگسلاوها
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ خضرآباد توسط سازمان زمین شناسی کشور و مطالعات ژئوشیمیایی آن توسط یوگسلاوها
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ مهدی آباد توسط سازمان زمین شناسی کشور
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ اردکان توسط سازمان زمین شناسی کشور و مطالعات ژئوشیمیایی آن توسط یوگسلاوها

- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ زرین توسط سازمان زمین شناسی کشور و مطالعات ژئوشیمیایی آن توسط یوگسلاوها
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ خرائق توسط سازمان زمین شناسی کشور و مطالعات ژئوشیمیایی آن توسط یوگسلاوها
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساغند و مطالعات ژئوشیمیایی آن توسط سازمان زمین شناسی کشور
- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ نائین توسط سازمان زمین شناسی کشور

۷-۱ مقدمه ای بر روش آنالیز BLEG در آزمایشگاه

روش آنالیز BLEG به نام روش انحلال سیانیدی طلا (Bulk Leaching Extractable Gold) شناخته شده است و کاربرد این روش، در مطالعات ژئوشیمی می باشد.

روش نمونه برداری و آنالیز BLEG برای اولین بار در کشور استرالیا به کار گرفته شد و امروزه در بسیاری از کشورهای پیشرفته دنیا مورد استفاده قرار می گیرد.

به طور کلی در این روش تجزیه طلا به دو حالت مختلف ممکن است صورت گیرد. انتخاب مناسب هر یک از این دو روش با کارشناس اکتشافی است. این دو حالت عبارتند از : حالت استاتیک (بی-تحرك) و حالت فعال (باتحرك). در حالت اول عمل لیچینگ در شرایطی صورت می گیرد که محیط لیچینگ بدون تحرك است و در آن عمل اختلاط حلال با ذرات جامد به طور محدود از طریق بهم-زدن صورت می گیرد. در حالت دوم محیط لیچینگ مدام در فعالیت دینامیکی است و با چرخاندن محیط لیچینگ از ایجاد تعادل بین حلال و ذرات جامد جلوگیری بعمل می آید.

آزمایشگاه تخصصی نمونه برداری و آنالیز طلا (BLEG) برای نخستین بار در خاورمیانه از سوی مرکز پژوهش‌های کاربردی سازمان زمین شناسی ایران به بهره‌برداری رسید.

با راه‌اندازی این آزمایشگاه استفاده از روش‌های نوین و پیشرفته و دقیق آنالیزی، امکان شناسایی اندیس‌های طلا در مقیاس اکتشافات ناحیه‌ای و معرفی مناطق امیدبخش در سطح کشور میسر می‌شود.

در این روش نسبت نمونه و محلول به هم ۱ به ۱ بوده و نمونه‌های بلگ معمولاً در آزمایشگاه به مقدار ۲ کیلوگرم وزن شده به مقدار ۲۰۰۰ MI به آن محلول سیانیدی و آب اضافه می‌شود واکنش حل توسط اکسیژن تسریع می‌گردد، سپس به رول‌ها انتقال یافته و حرکت تامپلی روی آن صورت می‌گیرد. تا ۲۴ ساعت بعد از نمونه‌گیری و فیلتراسیون کمپلکس تشکیل شده توسط سیانید و طلا بوسیله استخراج از یکدیگر جدا خواهد شد که این کار توسط محلول DIBK و Aliquot صورت می‌گیرد سپس نمونه به ویال‌های دستگاه جذب اتمی از نوع کوره منتقل شده و آنالیز صورت می‌گیرد سپس تفسیر داده‌ها و محاسبات لازم روی غلظت‌ها و جذب‌های خروجی دستگاه صورت می‌پذیرد.

دستگاه مورد استفاده در آزمایشگاه جهت آنالیز دقیق نمونه‌های آماده‌سازی شده به روش بلگ به نام دستگاه طیف سنج جذب اتمی می‌باشد، این دستگاه به شکل اختصاصی Au را جواب می‌دهد اما برای نمونه‌های Ag هم می‌توان استفاده کرد.

شرکت سازنده، Varian می‌باشد که این دستگاه را در سال ۲۰۰۷ تولید کرده است و مدل آن AA240 می‌باشد، البته مدل AA220 نیز در مرکز موجود می‌باشد.

لوازم جانبی مورد استفاده در این دستگاه شامل گاز آرگون، کوره، چیلر، Auto sampler sps3، PSD120، می‌باشند.

مزایای دستگاه شامل، دقت بالا و حد تشخیص پایین در این روش و معایب آن این است که کار با دستگاه کوره مشکل است و تکرارپذیری به راحتی انجام نمی‌گیرد.

این دستگاه متشکل از دو بخش اصلی بدنه سخت افزاری و نرم‌افزاری است که در بخش اول آن کوره و تجهیزات مربوط به آن قرار گرفته است Auto sampler دستگاه از نوع SPS3 می‌باشد PSD آن مدل ۱۲۰ است و برنامه نرم‌افزاری که دستگاه با آن کار می‌کند SPECTRA است. دستگاه به شکل اتوماتیک مراحل خشک کردن و بخار کردن و اتمیزه کردن و تمیز کردن را انجام داده و در طول موج‌های تنظیم شده کار آنالیز انجام می‌گیرد.

دارای آشکار ساز فوتومولتی پلایر (PMT) بوده و حد آشکارسازی آن یک میلی‌گرم (ppb1) می‌باشد. نوع نمونه مورد آنالیز، نمونه (رسوب) Sediment و بازه طول موج ۱۹۰ نانومتر به بالا و حساسیت دستگاه بسیار بالا می‌باشد.

۸-۱ روش مطالعه و انجام پروژه

روش مطالعه این پروژه متأثر از روش‌های متداول در اکتشافات ناحیه‌ای و اکتشافات ژئوشیمیایی است. آن بخشی از این پروژه که مرتبط با تعیین حدود و مرز نمونه‌برداری و در حقیقت محل انجام پروژه است مرتبط با پارامترها و فاکتورهایی است که در یک پروژه شناسایی در مقیاس ناحیه‌ای مورد نظر می‌باشد. وجود تیپ‌های مختلف کانی‌سازی احتمالی که متأثر از مهندسی‌های شناخته شده می‌باشد از این نوع پارامترهای مهم می‌باشد. بخشی از روش مطالعه در انجام پروژه نیز متأثر از روش‌های انجام یک پروژه ژئوشیمیایی خصوصاً از نوع آبراهه‌ای است. لذا مراحل انجام پروژه که ترکیبی از مراحل مختلف ذیل می‌باشد به شرح زیر آورده شده است:

- ۱ - تعیین حدود و مرز دقیق پروژه با استفاده از مشخصات زمین شناسی، متالوژنی، ساختاری در یک مقیاس عمومی
- ۲ - جمع آوری کلیه اطلاعات قبلی و موجود شامل توپوگرافی (در مقیاس یک پنجاه هزار زمین شناسی در مقیاس یکصد هزارم)، مغناطیس سنجی هوایی (در مقیاس یک دویست و پنجاه هزارم) مطالعات ژئوشیمیایی قبلی، مطالعات دورسنجی (داده های ETM ماهواره لندست) و اندیس ها و نقاط معدنی شناخته شده در محیط Arc GIS در فرمت Shape و Geo Data base
- ۳ - طراحی نمونه برداری شامل :
 - ۳-۱- تعیین موقعیت ها و محدوده های مهم تر و کم اهمیت تر با استفاده از داده های فوق (آنومالی ها، دگرسانی ها، واحدهای زمین شناسی مهم و اندیس ها و....)
 - ۳-۲- رسم شبکه آبراه ها در مقیاس یک پنجاه هزارم
 - ۳-۳- رسم گسل های عمیق و واحدهای ساختاری با استفاده از نقشه مغناطیس سنجی هوایی و گسل های سطحی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و نقشه های زمین شناسی
 - ۳-۴- طراحی اولیه نقاط نمونه برداری با چگالی هر ۱۰ کیلومتر مربع یک نمونه
 - ۳-۵- تصحیح نقاط نمونه برداری با استفاده از لایه های نشانگر فوق الذکر به منظور افزایش چگالی در موقعیت های امیدبخش تر و کاهش نمونه ها در مناطق آبرفتی
 - ۳-۶- کنترل نهایی نقاط نمونه برداری و آماده سازی فایل گرافیکی نقشه های پنجاه هزارم توپوگرافی به همراه نقاط نمونه برداری
- ۴ - نمونه برداری و مطالعات صحرائی
- ۵ - آماده سازی، ارسال نمونه ها به آزمایشگاه و آنالیز نمونه ها

- ۶ - پردازش داده‌ها شامل محاسبات آماری، مقایسه نمونه‌های مختلف به منظور کنترل خطای آزمایشگاه و نمونه‌برداری (Duplicate & Replicate sample) و رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی
- ۷ - مشخص کردن نمونه‌های آنومال
- ۸ - تطبیق آنومالی‌ها با اطلاعات زمین‌شناسی، ژئوفیزیک هوایی، آلتراسیون و لایه اندیس‌های معدنی و معرفی مناطق نهایی آنومالی
- ۹ - گزارش نویسی

فصل دوم

زمین‌شناسی عمومی محدوده‌های مورد مطالعه

۱-۲ مقدمه

به طور کلی منطقه مورد مطالعه شامل ۳ محدوده مجزا می‌باشد که در این گزارش به نام‌های محدوده شماره یک: منطقه ندوشن، محدوده شماره دو: منطقه شمال خرائق و محدوده شماره سه: منطقه شمال ساغند نام‌گذاری شده است.

با توجه به تقسیم‌بندی سهندی (۱۳۸۲) بخش عمده‌ای از محدوده مورد مطالعه در زون ایران مرکزی واقع شده است. منطقه شماره دو و تقریباً نیمی از منطقه شماره یک در بلوک یزد واقع شده و منطقه شماره سه در بلوک بافق- پشت‌بادام قرار گرفته است. از نظر زمین‌شناسی ناحیه‌ای نیز بخش بالایی منطقه شماره یک در برگه ۱: ۲۵۰۰۰۰ نائین و بخش پایینی آن در برگه ۱: ۲۵۰۰۰۰ آباده قرار گرفته است، همچنین منطقه‌های شماره دو و سه در برگه ۱: ۲۵۰۰۰۰ اردکان واقع شده‌اند.

۲-۲ پالئوژئوگرافی ایران

اگرچه در حال حاضر پوسته ایران زمین یک پارچه و به ظاهر همگن می‌باشد ولی شواهد گوناگون زمین‌شناختی، به ویژه وجود مجموعه‌های افیولیتی در امتداد گسل‌های عمده ایران حاکی از زمین‌درزهای کهن است که بر شواهد جدایش‌های درون قاره‌ای عمیق گواهی می‌دهند. این جدایش‌ها تا گوشته ادامه داشته ولی درباره ماهیت، تعداد، جایگاه جغرافیایی و به ویژه اندازه گسترش آن‌ها اتفاق نظر وجود ندارد. در حالی که اسمیت، هامیلتون (۱۹۷۰) و تکین (۱۹۷۲) این جدایش‌ها را بسیار گسترده و به پهنای یک اقیانوس می‌دانند، نبود حجم کافی پوسته اقیانوسی سبب شده تا نبوی (۱۳۵۵) اشتقاق‌های پوسته ایران را از نوع دریای سرخ بداند که در طول شکاف‌های سراسری پدید آمده و موجب پیدایش پوسته‌های اقیانوسی شده است. جدا از پهنای و اندازه گسترش،

برای جدایش‌های درون قاره‌ای پوسته ایران زمین به ویژه واگرایی و همگرایی صفحه‌ها شواهد روشن وجود دارد که به استناد آن‌ها و با تکیه بر نظر بربریان و کینگ (۱۹۸۱) می‌توان بر روند تکامل ژئودینامیک ایران زمین مروری خلاصه داشت.

به باور بربریان و کینگ (۱۹۸۱) در زمان پرکامبرین (بیش از ۶۵۰ میلیون سال قبل) نواحی البرز، ایران مرکزی، سنندج- سیرجان و زاگرس در حاشیه شمالی قاره گندوانا قرار داشته‌اند و به وسیله اقیانوس تتیس (اقیانوس پرکامبرین) از پهنه کپه‌داغ و به تبع آن از قاره اوراسیا جدا بوده‌اند. آمیزه‌های کافی با سرشت قلیایی به همراه نهشته‌های تبخیری نظیر واحدهای سنگ چینه‌ای سری ریزو، سری دزو و سری راور در ایران مرکزی (کرمان) و یا مجموعه هرمز در جنوب خاوری زاگرس شواهدی هستند مبنی بر واگرایی دو قاره اوراسیا و گندوانا در زمان پرکامبرین پسین- کامبرین پیشین (۶۵۰-۴۰۰ میلیون سال) که حاصل آن فروافتادگی‌هایی در ایران مرکزی، سنندج- سیرجان و زاگرس مرتفع بوده است.

در چرخه رخداد هرسی‌نین (۴۰۰ تا ۲۷۰ میلیون سال)، حرکت دو قاره اوراسیا و گندوانا همگرا بوده و در نتیجه فرابوم‌هایی در ایران مرکزی، سنندج- سیرجان و زاگرس پدیدار شده‌اند که یکی از پیامدهای آن کاهش پهنای تتیس کهن (اقیانوس هرسی‌نین) و آغازی بر بسته شدن این محیط آبی بوده است.

از اوایل پرمین تا میانه تریاس (۲۷۰-۲۲۰ میلیون سال) ضمن ادامه فرورانش و کاهش گستره تتیس کهن در محل تقریبی راندگی اصلی زاگرس اشتقاق دیگری شکل گرفته که نام تتیس جوان دارد و بربریان برای آن نام اقیانوس آلیپا زاگرس را برگزیده است. در نتیجه این اشتقاق صفحه ایران از صفحه زاگرس- عربستان جدا شده و هم‌زمان با گسترش بستر تتیس جوان صفحه ایران به سمت شمال حرکت کرده است. در تریاس پسین (۲۱۰ میلیون سال) در اثر به هم پیوستن دو صفحه ایران

و توران، تتیس کهن به طور کامل بسته شده است و صفحه ایران که تا این زمان ویژگی‌های گندوانایی داشته از این زمان سرشت اوراسیایی پیدا کرده است.

از اوایل ژوراسیک تا آشکوب سنونین (۱۹۵-۹۰ میلیون سال) تتیس جوان، در اثر عمل فرورانش در دو محل بسته شده ولی بخش محوری آن گسترش یافته است. در ضمن جدایش‌های نوع تتیس جوان در ایران مرکزی، خاور ایران، جنوب خاوری ایران (مکران) و به احتمال خزر جنوبی شکل گرفته‌اند. گلنی (۲۰۰۰)، ستفال و همکاران (۲۰۰۳) به اشتقاق‌های هم خانواده تتیس جوان نام نئوتتیس ۲ داده‌اند.

در کرتاسه پسین تا میانه پالئوسن (۸۵-۶۰ میلیون سال)، بخشی از پوسته اقیانوسی بر روی صفحه زاگرس- عربستان فرورانش کرده‌اند ولی در ایران مرکزی با بسته شدن جدایش‌های نوع تتیس جوان (نئوتتیس ۲) آمیزه‌های رنگین دور کوچک قاره ایران مرکزی به وجود آمده است.

با ادامه گسترش نئوتتیس ۲ استرس‌های فشارشی خیلی قوی توسعه یافت. این استرس‌ها بوسیله ایجاد گودال به شیب سمت شرق به سمت پوسته اقیانوسی آزاد شد و بخش غربی نئوتتیس ۲ و نئوتتیس ۱ فرورانش نموده است. مناطق فرورانش دو نوع می‌باشند (گلانی ۱۹۹۵):

نوع آندی: پوسته اقیانوسی در لبه شرق صفحه اقیانوس آرام در حال حاضر به زیر رشته کوه‌های آند فرورانش می‌کند.

نوع فرورانش اقیانوسی- اقیانوسی: پوسته اقیانوسی نئوتتیس ۲ در ابتدا فرورانش احتمالاً ۱۰۰ میلیون سال سن داشته، بنابراین زمان کافی برای سرد شدن تشکیلات محل جداشدگی وجود داشته است. پوسته اقیانوسی قدیمی و سرد نسبتاً چگال بوده و ترجیحاً با شیب تند فرورانش نموده است. این امر به نوبه خود باعث خمش محور و چرخش به عقب گودال فرورانش گردیده و موجب کشش پوسته‌ای در ساختار زمین‌شناسی شده که در ابتدای فشارش پوسته‌ای گسترش داشته است. از زمان

آلپ پایانی (۵ میلیون سال) تا به حال، در اثر گسترش دریای سرخ، با به هم رسیدن کامل بلندهای زاگرس به زون سنندج- سیرجان اقیانوس آلپی زاگرس به طور کامل بسته شده است. اگرچه دیرینه جغرافیایی گفته شده با بسیاری از حقایق زمین‌شناختی ایران هماهنگی دارد ولی باید گفت که :

❖ به باور افتخارنژاد (۱۹۹۱) مجموعه افیولیتی و رسوب‌های پلاژیک جنوب باختری مشهد جدا کننده دو قاره اوراسیا و گندوانا نیست بلکه رخنمون این مجموعه‌ها معرف نوعی زمین درز در سکوی اپی‌کاتانگایی ایران است. به گفته‌ای دیگر زمین درز حقیقی بین اوراسیا و گندوانا در شمال کوه‌های کپه‌داغ در خارج از ایران است که اشتوکلین (۱۹۷۷) و افتخارنژاد (۱۹۹۱) به آن تتیس کهن اول نام داده‌اند.

❖ زمین درز شمال ایران که مرز دو صفحه توران و ایران دانسته شده، سن پرکامبرین ندارد و با توجه به شواهد موجود در جنوب- جنوب خاوری مشهد، اشتقاق مفروض به سن پرمین است که می‌توان در مقایسه به تتیس کهن اول به آن تتیس کهن دوم نام داد. زمین درزهای خاور ایران و مکران نوعی جدایش‌های هم خانواده تتیس جوان‌اند که در خاور ایران در زمان ائوسن میانی بسته شده است و در ناحیه مکران هنوز پدیده فرورانش و همگرایی صفحه‌ها ادامه دارد.

❖ اگرچه از دیدگاه‌های گفته شده بسته شدن تتیس جوان (۱) زمان نئوژن و به عبارتی به آخرین حرکت‌های رخداد‌های آلپی نسبت داده شده است ولی نشانه‌های چینه‌نگاری و ساختاری به ویژه پوشیده شدن مجموعه‌های افیولیتی نیریز با سنگ‌آهک‌های ریفتی سازند تاربور به سن ماستریشتین، شواهدی هستند که بسته شدن تتیس جوان را در زمان پیش از ماستریشتین تداعی می‌کنند.

۲-۳ زمین شناسی ایران مرکزی

خرده قاره ایران مرکزی، با زمین درزهای افیولیتی سیستان، نائین، بافت، گسل درونه و افیولیت‌های کاشمر- سبزوار احاطه شده و توسط گسل‌های طویلی که به سمت باختر خمیدگی دارند و از نوع امتداد لغز راستگرداند، قابل تقسیم به بلوک لوت، فرازمین شتری، فرونشست طبس، فرازمین کلمرد، بلوک پشت بادام، فروافتادگی بیاضه- بردسیر و بلوک یزد است.

در گذشته خرده قاره ایران مرکزی را بخشی از توده میانی ایران مرکزی می‌دانستند ولی به باور اشتوکلین (۱۹۶۸) پس از سخت شدن پی‌سنگ پرکامبرین، بخش یاد شده در زمان پالئوزویک ویژگی‌های سکویی داشته و در زمان‌های مزوزویک و سنوزویک به منطقه‌ای پرتحرک و پویا تبدیل شده است. با وجود این باید گفت که الگوی ساختاری حاکم بر این خرده قاره از نوع بلوک‌های جدا شده با گسل‌های عمده است که هر یک ویژگی جداگانه دارند و پویایی خرده قاره در همه جا یکسان نیست. شواهد موجود نشان می‌دهند که :

❖ کوهزایی کاتانگایی در این ناحیه در پرکامبرین پسین و پیش از یک رژیم سکویی حاکم شده است.

❖ به جز بلوک لوت و لبه جنوب باختری که سنگ‌های ماگمایی ترشیری برونزد دارند در سایر نواحی سنگ‌های ترشیری در کمترین مقدارند.

ناهمسانی‌های ساختاری- رسوبی گسترده سبب شده تا بتوان خرده قاره ایران مرکزی را به نواحی زیر تقسیم کرد :

۱- بلوک لوت: با حدود ۹۰۰ کیلومتر درازا میان دو گسل نایبند در باختر و گسل نهبندان در خاور قرار دارد. در مرز شمالی آن گسل درونه و در مرز جنوبی آن فرونشست جازموریان قرار دارد که حوضه پیش کمانی زون فرورانش مکران است. تکاپوهای آتشفشانی گسترده و ستر به سن

ترشیری و کواترنری، زمین لرزه‌های امروزی همراه با گسلش در رسوب‌های کواترنر نمونه‌های روشنی از پویایی بلوک لوت هستند به همین رو پندار همگان درباره پایداری بلوک لوت نمی‌تواند قابل قبول باشد.

۲- بلوک طبس: که میان گسل نایبند در خاور گسل کلمرود- کوهبنان در باختر قرار دارد بخشی از یک قلمروی ساختاری است که در کناره‌ها و بستر خود توسط گسل‌هایی از پی‌سنگ بریده شده به گونه‌ای که در پالئوزوئیک و مزوزوئیک توالی چینه‌شناسی متفاوتی از نواحی مجاور داشته است و از پایان مزوزوئیک به سبب عملکرد تنش‌های زمین ساختی همگرا در راستای بیشتر خاوری- باختری با خروج زمین‌ها و فراخاست کوه‌ها به خشکی تبدیل شده است (قاسمی و همکاران ۱۳۸۱). بدین ترتیب این باور وجود دارد که سیمای ریخت شناسی- زمین ساختی کنونی این بلوک در گرو تجدید فعالیت ساختارهای گسلی و چین خوردگی کهن در چرخه زمین- ساختی آلی است.

بلوک طبس از جمله مناطقی است که روند تکاملی پالئوزوئیک آن با مناطق مجاور هم‌خوانی و هماهنگی ندارد. برای نمونه:

- ❖ نبود رسوبی ایفلین در این ناحیه وضوح آشکار ندارد.
- ❖ سنگ‌های کربنیفر بالایی که در سایر مناطق وجود ندارد از این ناحیه گزارش شده است.
- ❖ تکاپوهای آتشفشانی مافیک و حدواسط هر چند ناچیز از ویژگی‌های پالئوزوئیک بلوک طبس است و از این نظر می‌توان بلوک طبس را با کوه‌های البرز مقایسه کرد.
- ❖ کانی‌سازی سرب، روی و مس در سنگ‌های پرمین تریاس و ژوراسیک البرز در بلوک طبس نیز عمومیت دارد که تائیدی بر همسانی میان این دو ناحیه است.

۳- بلوک کلمرد: بخشی کوچک از خرد قاره ایران مرکزی است که روند شمال خاوری دارد و میان گسل کلمرد در خاور و گسل پوشیده نائینی در باختر قرار دارد. سرگذشت این فرازمین به دو خروج طولانی وابسته به دو رخداد کوهزایی کاتانگایی و سیمیرین میانی اشاره دارد. به سخن دیگر در دو مقطع زمانی طولانی این بلوک ویژگی فرازمین داشته است.

کهن‌ترین سنگ‌های این فرازمین انباشته‌های شیلی- سنگ ماسه‌ای ستبر سازند کلمرد به سن پرکامبرین هستند که در اثر رخداد کاتانگایی به خوبی چین‌خورده و با دگرشیبی زاویه‌ای با نهشته‌های اردویسین (سازند شیرگشت) پوشیده شده‌اند که گواهی بر نخستین توقف رسوبی طولانی است. در این بلوک ردیف‌های اردویسین تا تریاس میانی، ضمن داشتن توقف‌های رسوبی پی‌درپی و چندباره، یک واحد زمین‌ساختی- چینه نگاشتی محدود میان رخداد کاتانگایی- سیمیرین پیشین‌اند که در محیط‌های سکوی کم ژرفا انباشته‌اند و سیر تکاملی آن با بلوک طبس تفاوت آشکار دارد. در اینجا سنگ‌های تریاس بالایی گزارش نشده و به نظر می‌رسد که وقفه رسوبگذاری ناشی از سیمیرین پیشین در مقایسه با بلوک طبس طولانی‌تر باشد. ردیف‌های ژوراسیک این بلوک محدود به رسوب‌های لیاس- دوگر میانی است و نبود نهشته‌های جوان‌تر از دوگر میانی (سازند بادامو) نشان می‌دهد که خروج طولانی دوم این فرازمین از دوگر میانی به بعد بوده که رخداد کوهزایی سیمیرین میانی عامل اصلی آن به شمار می‌آید. از نگاه ساختاری، در نیمه شمالی فرازمین کلمرد روند کلی چین‌ها شمال خاوری- جنوب باختری است که به ویژه در نهشته‌های پالئوزوییک نمود آشکار دارند. شیب لایه‌ها در پهلوی خاوری ساختارها زیاد و گاهی برگشته است ولی در پهلوی باختری شیب لایه‌ها ملایم‌تر است. عملکرد گسل‌های طولی برگشته سبب گردیده که ساختارهای برشی همروند با بلوک کلمرد در خور توجه باشند که تاقدیس برشی کوه راهدار از آن جمله است.

۴- بلوک پشت بادام: میان گسل پوشیده نایینی-کوهبنان در خاور و گسل پشت بادام در باختر قرار دارد. نکته اساسی این بلوک رخنمون‌های دگرگونی منسوب به پرکامبرین است که بیشتر از نوع سنگ‌های آتشفشانی، آتشفشانی- آواری و آذرآواری به همراه مرم‌های آهکی و دولومیتی است. این پی سنگ شبیه پی سنگ پروتروزوئیک عربستان است که مجموعه پان‌آفریکن نام دارد. سنگ‌های ماگمایی این بلوک محدود به پرکامبرین نیستند، ردیف‌های پرکامبرین پسین- کامبرین پیشین آن (سری ریزو و سری دزو) به ویژه در شمال کرمان، همراهانی از گدازه‌های قلیایی و خاستگاه کافتی دارند و به نظر می‌رسد که پدیده کافتی شدن از ویژگی‌های این بلوک باشد. در این بلوک سنگ‌های پالئوزوئیک بالایی- ژوراسیک گسترش محدود دارند و دگرگون‌اند و به نظر می‌رسد که تکرار فرایندهای دگرگونی در زمان‌های پرکامبرین پسین، تریاس پسین و ژوراسیک میانی می‌توانند همچنان از ویژگی‌های آن باشد. جوان‌ترین سنگ‌های بلوک پشت بادام کربنات‌های کوه‌ساز کرتاسه است که نادگرگون‌اند و تصور دگرگون شدن پی‌سنگ ناحیه را در زمان ترشیری پرسش آمیز می‌سازند.

۵- فرونشست بیاضه- بردسیر: میان گسل پشت بادام در خاور و گسل انار در باختر قرار دارد. اگرچه بسیاری از ویژگی‌های این فرونشست نظیر پی سنگ پرکامبرین دگرگونی، ردیف‌های سکویی پالئوزوئیک- تریاس میانی و نهشته‌های شیلی- سنگ ماسه‌ای تریاس بالایی- ژوراسیک میانی مشابه سایر نواحی خرد قاره است ولی این فرونشست دو ویژگی دارد یکی تأثیر شدیدتر رخداد سیمیرین میانی که با خروج گسترده و دگرگونی همراه بوده است. دوم، حوضه‌های فلیشی کرتاسه که معرف حوضه‌های با فرونشست شدیداند و به ویژه ردیف‌های کرتاسه بالایی آن را می- توان از خاور انار تا شمال بردسیر کرمان دید.

۶- بلوک یزد: بخش باختری خرده قاره ایران مرکزی است که از شمال به گسل دورونه و از باختر به نوار افیولیتی نائین- بافت محدود است. نکته ویژه بلوک یزد دوتا است، یکی دگرگونه‌های انارک، دوم ردیف‌های تریاس نخلک. در ناحیه انارک که گاهی به نام ماسیف انارک- خور از آن یاد می- شود، مجموعه‌ای از رسوبات پلیتی- پسامیتی به همراه سنگ‌های کربناتی و آتشفشانی متعلق به شیب قاره وجود دارند که به صورت ناحیه‌ای و در رخساره‌های شیست سبز و شیست آبی دگرگون شده‌اند و به صورت ورق‌های برخوردی با افیولیت‌ها سنگ آهک‌های پلاژیک و رسوب‌های آشفته همراه‌اند. اگرچه داودزاده و لنج (۱۹۸۱) افیولیت‌های انارک را بخشی از پوسته اقیانوسی تئیس کهن هرات می‌دانند که پس از چرخش خردقاره در مکان فعلی رخنمون یافته ولی به باور الماسیان (۱۹۷۷) افیولیت‌های انارک سن پروتروزویک بالایی دارند و می‌توان آن‌ها را در ارتباط با نواحی پشت کمان اقیانوسی دانست.

ردیف‌های تریاس ناحیه نخلک (گروه نخلک) تفاوت رخساره‌ای در خور توجهی با سایر نقاط خرد قاره ایران مرکزی دارند. به باور داودزاده و همکاران (۱۹۶۹) توالی‌های تریاس نخلک رخساره مشابه با تریاس آق دربند (اوراسیا) دارند که در نتیجه چرخش خرد قاره ایران مرکزی به میزان ۱۳۵ درجه در جهت خلاف عقربه ساعت به محل کنونی تغییر مکان داده‌اند. باید گفت که مسئله تریاس نخلک و سازندهای سازند گروه نخلک و حتی ساز و کار و مقدار چرخش خرد قاره پرسش آمیز است و نیاز به بازنگری جامع دارند.

۲-۴ چینه‌شناسی ایران مرکزی

ایران مرکزی یکی از کهن‌ترین پهنه‌های ایران زمین به شمار می‌رود که در آن لایه‌هایی از جنس سنگ‌های تخریبی- رسوبی پرکامبرین پسین و سری‌های کافتی پرکامبرین- پالئوزویک

رخنمون دارد. حقی پور (۱۹۷۷) در نقشه زمین شناسی ۱: ۵۰۰/۰۰۰ منطقه طبقات پرکامبرین را از قدیم به جدید به سه قسمت اصلی: کمپلکس چاپدون، کمپلکس بنه شور و سازند تاشک تقسیم می کند و مشخصات زیر را برای آن ها تعریف می نماید:

کمپلکس چاپدون:

متشکل از گنیس با درجه دگرگونی بالا، گرانیت آناتکسی، میگماتیت، آمفیبولیت، مرمر و غیره با سرشتی از سنگ های رسوبی - آتشفشانی.

کمپلکس بنه شور:

شامل شیست (میکاشیست، آمفیبول شیست و غیره) گنیس، آمفیبولیت، کوارتزیت و مرمر.

سازند تاشک:

مجموعه ای یکنواخت از تناوب سنگ های رسی، گری واک های دانه ریز با میان لایه های کوارتزیت و ماسه سنگ فلدسپاتی و دارای سنگ های آتشفشانی و آذرآواری که دگرگونی ضعیفی یافته و به صورت فیلیت و شیست در آمده اند. همبری این واحدها گسله قلمداد شده و مرز آن ها با اینفراکامبرین از نوع دگرشیبی ترسیم شده است. مولف مذکور طبقات تخریبی - رسوبی پرکامبرین را بالغ بر ۱۰۰۰۰ متر می پندارد و آن ها را در زیردگرشیبی آسینیتی (Assynitic) قرار می دهد و می نویسد که این طبقات در پی عموماً دانه درشت تا متوسط اند و به سمت بالا، سیلتی و رسی می شوند و میان لایه های آذرآواری دارند. این محقق می پندارد که در رخداد کوهزایی آسینیتی این مجموعه دستخوش دگرگونی ناحیه ای، گرانیته شدن و چین خوردگی گشته و به شدت تحت تأثیر از نفوذ سنگ های با ترکیب گابرو تا گرانیت واقع شده است.

سامانی (۱۳۷۲) بر اساس شواهد دلایل زیر به کارگیری نام سازند ناتک به جای کمپلکس های سه گانه حقی پور (۱۹۷۸) را مناسب تر می داند.

۱- هیچ‌گونه دگرشیبی بین کمپلکس‌های چاپدوننی و بنه‌شور یا بنه‌شور و تاشک وجود ندارد آن‌ها عموماً همبری گسله دارند و تغییر و یا توقفی از نظر دگرگونی در مرز سازندها دیده نمی‌شود و همبری سازند تاشک و کمپلکس بنه‌شور و تغییر رسوب‌گذاری نیز وجود ندارد. سرشت و رخساره سنگی سازندها مشابه هم است.

۲- اگرچه سه کمپلکس نام‌گذاری شده قبلی شدت‌های متفاوتی از دگرگونی را ثبت نموده‌اند ولی عموم آن‌ها در روندی تقریباً شمالی- جنوبی قرار دارند. در غرب ناحیه اورانیوم‌دار ساغند- سازند ناتک به صورت ناودیس پهنی دیده می‌شود که اختلاف چندانی بین شیب لایه‌ها در دو یال آن وجود ندارد.

۳- در نگاره‌های سنجش از دور TM بقایایی همانند سازند ناتک در داخل کمپلکس‌های دگرگونی چاپدوننی، گنیس نی‌باز و بنه‌شور و وجود دارد. این آثار حاکی از آن است که سازند ما در این کمپلکس‌ها همان سازند ناتک بوده است.

۴- حقی پور و همکاران (۱۹۶۹) می‌نویسند که کمپلکس بنه‌شور، با هم‌شیبی زیر سازند تاشک قرار دارد و از یک مرمر دولومیتی به عنوان طبقه راهنما (Key bed) نام می‌برد. این همبری در شمال شرق روستای ساغند از نوع گسله است و دو واحد با این ساختار در کنار هم قرار گرفته‌اند. هر دو واحد علی‌رغم نام‌های متفاوتشان هیچ‌گونه اختلافی در لیتولوژی و ترکیبات لیتولوژی نشان نمی‌دهند. افق مرمر دولومیتی از گونه همان میان لایه‌هایی است که در سازند ناتک وجود دارد که به سبب چین‌خوردگی محلی در مواردی فزونی ضخامت از خود نشان می‌دهد.

۵- اختلاف درجات دگرگونی در هر سه مجموعه به ظاهر نوعی انتظام از منطقه خشومی- نی باز به سمت شرق نشان می‌دهند. به سوی خاور از شدت درجه دگرگونی کاسته می‌شود ولی هیچ‌گونه مرز معینی برای آن‌ها نمی‌توان قایل شد. تنها اختلاف در کاسته شدن از تزریقات میگماتیسی و

محدود گشتن آن‌ها در سمت خاور است به عبارت دیگر مجموعه ناتک که دگرگونی ضعیف تا رخساره شیست سبز در پرکامبرین را متحمل شده بوده، در مزوزوییک- سنوزوییک مجدداً متحمل دگرگونی به مراتب شدیدتری بوده است.

۶- از مطالعات ژئوکرونولوژی ایزوتوپی و پراکندگی عناصر نادر خاکی چنین نتیجه شده است که دگرگونی در مزوزوییک روی داده و آمفیبولیت‌های موجود در مجموعه‌های دگرگونی چاپدونی و بنه شورو، همان میان لایه‌های بازالتی در سازند ناتک هستند.

۲-۵ زمین ساخت ایران مرکزی

در مورد ایران مرکزی نظریات مختلفی مطرح گردیده که از جمله آن‌ها می‌توان به نظریات فرورانش و کافتی شدن اشاره نمود. بنظر می‌رسد با توجه به کانی‌سازی‌های این زون (شامل مگنتیت آپاتیت‌های REE دار) با ریفتی شدن هماهنگ است. لذا در این مبحث ریفتینگ مورد بحث سامانی (۱۳۷۲) مطرح می‌گردد.

در اواخر پرکامبرین، ایران مرکزی وضعیت نسبتاً آرامی به خود گرفته است. سازند ناتک، با ترکیبی از طبقات تخریبی- رسوبی، فرایند این آرامش است. همزمان با فعال شدن و گسیخته شدن پوسته زمین در پرکامبرین پسین، همانند دیگر مناطق متأثر از این حادثه در ابر قاره گندوانا، ایران مرکزی محل ایجاد ساختارهای ریفتی می‌شود. کافت‌های ایجاد شده مشخصاتی دارد که اهم خاصه آن از این قرارند:

۱- این کمربند ریفتی ترکیبی از یک سری گسله‌های تقریباً موازی در راستای شمالی- جنوبی دیده می‌شود. این گسله‌ها عموماً از نوع نرمال با شیب تندند که در محدوده بین کویر خور- دره انجیر در سوی باختر و بهاباد- کوه بنان در سوی خاور جای دارند. روندهای گسلیده تقریباً خاوری-

باختری سیستمی از فراز و نشیب‌های متفاوت را به وجود می‌آورند. ترکیب حرکتی و جابه‌جایی‌های حاصل از گسله‌های خاوری- باختری نوعی خمش در روندهای شمالی- جنوبی به وجود می‌آورند و تحدب آن‌ها را به سمت باختر می‌نمایند.

۲- در امتداد و داخل حوضه‌هایی که با گسله‌های ژرف‌اند مجموعه‌ای از سنگ‌های رسوبی، گرمابی- شیمیایی، آتشفشانی، آذرآواری، تبخیری و کربناته نهشته شده است که بخش پایینی آن به نام سازند ساغند قبلاً معرفی شده (سامانی ۱۳۷۲) است. در این روندها سنگ‌های دگرنهادی (متاسماتیت) و آنچه به نام گرانیت زیرگان نامیده شده قرار دارند.

۳- سنگ‌های آتشفشانی- رسوبی در سیستم هورست و گرابن این کمربند جای گرفته‌اند و عموماً شامل شیل، سیلتستون، ماسه سنگ و دولومیت‌اند که حاوی مواد توفی و خاکسترهای آتشفشانی است. بعضی از این واحد اصولاً توف و توفیت و حتی شیل‌های سیاه رنگ (میزبان سرب و روی در کانسار کوشک)‌اند.

۴- مراحل کافی شدن را می‌توان به دو مرحله تقسیم کرد:

مرحله اول منجر به تشکیل سازند ساغند می‌شود و ریفت متعاقب آن خاستگاه نهشتن واحدهایی از طبقات آتشفشانی پتاسی، طبقات آهکی- دولومیتی، ماسه سنگ، شیل و سنگ‌های تبخیری است که از آن به نام سری دزو می‌توان یاد کرد. این دو سری ریفتی در مواردی مشخصات کاملاً متمایز از یکدیگر دارند که معرف نحوه و زمان تشکیل متفاوت آن‌هاست. مرز بالایی ساغند با طبقات ریفت ثانوی (دوم) دگرشیب است و حادثه متاسماتیسم و گرانیتی شدن در این مرز متوقف شده است.

۵- رسوبات گرمابی (Hydrothermal sediments) بارز در عضو سوم سازند ساغند و همچنین در سازند روی آن (سری دزو) گسترده است و ساختارهای لغزشی (Slump structures) و جریان واریزه‌ای (Debris-flow) در قاعده سری‌های ریفتی به وفور دیده می‌شود.

۶- در سری‌های ریفتی به خصوص سازند ساغند متاسماتیسیم قلیایی و فرایند آن یعنی انواع سنگ‌های دگرسان شده توسعه فراوان دارد. این پدیده شاخص محیط‌های کافتی است که در آن محلول‌های قلیایی در مراحل مختلف تشکیل می‌شوند و به درون نهشته‌های آن راه می‌یابند و تغییراتی را در سنگ‌های پیرامون معبر محلول‌ها باعث می‌شوند.

۷- تقریباً تمام منابع معدنی بلوک پشت بادام- بافق مانند آهن، مواد رادیواکتیو، سرب و روی، آپاتیت، عناصر نادر خاکی و منگنز در سری‌های ریفتی مذکور قرار دارند. سازند ساغند میزبان آپاتیت، اورانیوم، توریوم و آهن است حال آن که سری دزو میزبان فلزاتی مانند سرب و روی است.

۲-۶ متالورژی ایران مرکزی

ایران مرکزی یکی از واحدهای اصلی و عمده‌ای است که به شکل مثلث در مرکز ایران قرار دارد. حد شمالی این زون بلندی‌های البرز و حد جنوب- جنوب باختری آن سنگ‌های آتشفشانی ارومیه- دختر قرار دارد. حد خاوری این زون چندان مشخص نیست چرا که برخی زمین‌شناسان، بلوک لوت را جزء ایران مرکزی و برخی دیگر آن را قطعه‌ای جداگانه می‌دانند. ایران مرکزی از دیدگاه فلزایی بسیار متنوع بوده و دارای چند کمر بند معدنی و چندین منطقه فلزایی و معدنی است. در این ایالت کانی سازی گسترده‌ای از سرب و روی، منگنز، آهن، طلا، مس، بوکسیت، باریت، فسفات، فلوریت و اورانیوم در چندین برهه زمانی رخ داده است. به طور کلی مناطق فلزایی و معدنی مهم این ایالت عبارتند از :

منطقه فلززایی بافق، تکاب، انارک، تفت و آباد به توجه به قرار گرفتن محدوده مورد مطالعه در ایالت- های فلززایی بافق و انارک مشخصات و ویژگی‌های این دو ایالت به طور مختصر شرح داده می‌شود.

منطقه فلززایی بافق

منطقه مورد نظر، در قسمت خاوری زون ایران مرکزی واقع شده است و به آن منطقه فلززایی بافق گفته می‌شود. این منطقه از جنوب خاور به گسل کوه بنان، از شمال خاور به گسل نائین و کلمرد، از شمال به گسل چاپدونی و ساغند و از باختر به گسل کوه بنان منتهی می‌شود. این بلوک شامل سنگ‌های تخریبی- رسوبی و کمپلکس‌های دگرگونی و مجموعه‌هایی از سنگ‌های آتشفشانی و ماگمایی است. در منطقه فلززایی بافق کانی‌سازی گسترده سرب، روی، منگنز، آهن، اورانیوم و تشکیل شده است. کانی‌سازی سرب و روی که مرتبط با سنگ‌های رسوبی- آتشفشانی با میزبان شیل و دولومیت است، از جمله کانسارهای این منطقه کوشک، چامیر، گنده در، پرک و زیرگان می‌باشد. کانی‌سازی آهن و منگنز در ارتباط با سنگ‌های آتشفشانی اسیدی و توف‌های وابسته است که ممکن است با سنگ‌های رسوبی در آمیخته باشند. کانسار آهن و منگنز نارینگان بهترین شاهد این تیپ کانی‌سازی است. کانی‌سازی آهن که از مجموعه آتشفشانی- رسوبی به ویژه سنگ‌های آتشفشانی است که دارای مقادیر بالایی آهن است. در این منطقه توده‌های نفوذی با کانی‌زایی گسترده مگنتیت، آپاتیت- مگنتیت و گاه غنی از عناصر REE همراه هستند. خاستگاه بیشتر ذخایر آهن ناحیه بافق را می‌توان به توده‌های نفوذی یاد شده نسبت داد.

ذخایری چون آهن چغارت، چادرملو، میشدوان و آهن فسفات اسفوردی از این گروه می‌باشند. کان سنگ‌های این ذخایر به طور معمول از عناصر REE نیز غنی می‌باشند. همچنین می‌توان به معدن اورانیوم ساغند در ایران مرکزی اشاره نمود که ذخیره ای بالغ بر ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ تن اکسید اورانیوم را داراست.

منطقه فلززایی انارک

منطقه فلززایی انارک در بخش میانی ایران مرکزی قرار دارد. این منطقه از شمال به ادامه گسل درونه از جنوب باختری به زون افیولیتی نائین- زوار و از جنوب به فروافتادگی نائین- انارک محدود می‌شود. منطقه فلززایی انارک توسط کارشناسان روسی به شش بلوک تقسیم شده است. ۱- بلوک انارک- خور، ۲- بلوک پشت بادام، ۳- بلوک چین‌خورده چاه پلنگ- بیاضه، ۴- بلوک افیولیتی نائین- زوار (آمیزه رنگین)، ۵- بلوک کوه دم و قلعه سردار، ۶- فروافتادگی‌های آلپی پسین- حوضه‌های بین کوهستانی.

سنگ‌هایی که ناحیه انارک را تشکیل می‌دهند جزء پی‌سنگ ایران متعلق به پروتوزوئیک بالا- کامبرین زیرین هستند که به دگرگونی‌های انارک معروف می‌باشند. توالی کاملی از سنگ‌های پالتوزوئیک از اردویسین تا پرمین در این منطقه مشاهده می‌شود. همچنین توالی‌های رسوبی پرموتریاس تا الیگوسن و کواترنر قسمت‌های عمده‌ای از ناحیه انارک را تشکیل می‌دهد.

در ناحیه انارک ماگماتیسم گسترده‌ای دیده می‌شود که با کانی‌سازی گسترده همراه بوده است. فاز ماگمایی پروتوزوئیک پسین- کامبرین پیشین که با سنگ‌های مافیک، اولترامافیک، توف‌های بازیک و گرانیت‌های آناتکسی همراه است. این رخداد به احتمال زیاد در ارتباط با کافت قاره‌ای پرکامبرین پسین- کامبرین پیشین است. فازهای ماگمایی مزوزوئیک که بر دو دسته قابل تقسیم است. دسته اول توده‌های نفوذی اسیدی تا متوسط با ترکیب گرانودیوریت، گرانیت، سینوگرانیت و دیوریت که اغلب متعلق به تریاس و ژوراسیک است. دسته دوم متعلق به مجموعه افیولیتی است که مربوط به کرتاسه بوده و اغلب در بلوک نائین- زوار جای می‌گیرند و با کانی‌زایی کرومیت، منگنز و مس همراه می‌باشند. فازهای ماگمایی سنوزوئیک که حجم غالب سنگ‌های ماگمایی منطقه را تشکیل می‌دهند اغلب متعلق به ائوسن بوده و همگام با این رخداد ماگمایی کانی‌سازی گسترده مس، مولیبدن، نیکل،

کبالت، بیسموت، سرب، روی، طلا و تشکیل شده است. منطقه انارک یکی از غنی ترین مناطق معدنی ایران از نظر تنوع کانی سازی است. کانی سازی در منطقه انارک چه از نظر نوع ماده معدنی و چه از نظر خاستگاه، شکل و کانی سازی بسیار متنوع است به گونه ای که حاوی کانی سازی های آهن، مس، مولیبدن، آنتیموان، طلا، سرب، روی، آرسنیک، نیکل، کبالت، منگنز، کرومیت و استرانسیوم بوده و دارای خاستگاه های متفاوت مانند گرمابی، رسوبی، ماگمایی و دگرگونی می باشند.

کانی سازی مس به صورت مستقل و گاه به صورت کمپلکس چند فلزی Cu-Ni-Co، Cu-Mo مشخص شده اند. همه کانسارهای مس و رخدادهای آن در گروه گرمابی و در انواع پلوتونزاد- آتشفشانزاد، تله ترمال و اسکارن قرار می گیرند و اغلب مرتبط با توده های نفوذی ترشیری می باشند. کانسارها و نشانه های سرب و روی در منطقه انارک به طور گسترده دیده می شود. این کانسارها تنوع زیادی از نظر شکل، کانی سازی و ترکیب مواد کانسنگی دارند. بر اساس ویژگی های زایشی رخدادهای کانی سازی سرب و روی متعلق به گروه گرمابی هستند و تعداد کمی بصورت اسکارن تشکیل شده اند. کانی سازی آهن به صورت گرمابی، آتشفشانی زاد و اسکارن وجود دارد که مرتبط به فعالیت های ماگماتیسم و آتشفشانی سنوزوئیک است.

کانی سازی طلا به صورت نسبتاً گسترده در ناحیه انارک مشخص شده و مهمترین آن با رگه های کوارتز، توده های گرانیتوئیدی (کوه دم- خورین خاور)، خروجی های آتشفشانی - نفوذی ائوسن (چاه علیخان) و هیپر بازیت های سرپانتینیت شده در مناطق گسلی سه برز همراه هستند. طلا در کانسارهای پلی متال خونی، گرگاب و کالکافی دیده شده است مقادیری طلا در کانسارهای مس (دوما و تله سیاه)، گرگاب (مزرعه وار)، سرب و روی (گورچه)، آنتیموان (ترکمنی) و تنگستن (چاه پلنگ) و دیگر کانسارها مشاهده شده است. ایالت فلز زایی انارک همچنین حاوی کانسارهای تنگستن (چاه

پلنگ)، بیسموت (تل سیاه- کوه دم- خونی- کالکافی- گرگاب)، جیوه، آنتیموان (پتیار- ترکمنی) و استرانسیوم می باشد که اغلب با فعالیتهای ماگماتیسم و آتشفشانی سنوزوئیک مرتبط می باشند. در آخر می توان به کانسارها و رخدادهای غیرفلزی مانند باریت- آلونیت- آزیست- تالک- گرافیت- منیزیت- ژیپس- انیدریت- هالیت- فیروزه اشاره کرد که برخی از آنها در گذشته معدن کاری شده اند و برخی در حال حاضر در مقیاس کوچک در حال معدن کاری است.

فصل سوم

طراحی و نمونه برداری

۳-۱ مقدمه

در این فصل طراحی نمونه برداری بر اساس استفاده بهینه از اطلاعات موجود کسب شده تشریح می-گردد. این اطلاعات بخشی بصورت کیفی (توصیفی) و بخش کمی (نقشه‌ها) می‌باشد. کاربرد طراحی نمونه برداری در چند مرحله مقدماتی و تکمیلی است که در اکتشافات ذخایر فلزات پایه بسیار موفقیت‌آمیز بوده و برای اکتشافات ذخایر طلا در روش BLEG نیز بکار می‌رود. تجربه نشان داده است که کاربرد چنین تکنیک‌هایی در اکتشاف ذخایر طلا بر حسب محیط تحت اکتشاف نتایج بسیار متفاوتی را به بار می‌آورد زیرا طلا دارای برخی خصوصیات منحصر بوده است که در زیر تشریح می-شود.

الف) عیار آن در طبیعت بسیار کم می‌باشد (در حدود ppb)، ب) پیدایش آن اغلب بصورت ذرات طلای خالص است، ج) وزن مخصوص آن زیاد است، د) خاصیت چکش‌خواری دارد. (به دلیل تغییر شکل در اثر حرکت و جابه‌جایی ممکن است از حالت کروی خارج شده و به صورت صفحه‌ای، میله‌ای و نامنظم در آمده و از الک عبور نکرده باشد)

بنابراین دقت در طراحی نمونه‌ها می‌تواند در بالاتر رفتن درجه معرف بودن نمونه نقش بسزایی ایفا نماید. اطلاعات کیفی تأثیرگذار در طراحی نمونه برداری عبارتست از تعداد نمونه موجود در شرح خدمات، شرایط بودجه نمونه برداری، شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه، وجود پوشش‌های گیاهی و مزارع، ارتفاع محل نمونه برداری و ... می‌باشد. اطلاعات کمی تأثیرگذار در طراحی نمونه برداری مشخصات توپوگرافی (نقشه ۱:۵۰۰۰۰) منطقه و حوضه‌های آبریز می‌باشد. برخلاف روش اکتشاف ژئوشیمی که عواملی نظیر زمین‌شناسی، ژئوفیزیک هوایی (گسل‌های ژئوفیزیکی و توده‌های مدفون)، مناطق آلتراسیون حاصل از پردازش تصاویر دورسنجی در طراحی شبکه نمونه برداری و کاهش یا افزایش چگالی نمونه برداری نقش موثر دارد، در روش BLEG صرفاً براساس نقشه

توپوگرافی منطقه اقدام به طراحی نمونه برداری شده و چگالی نمونه برداری در نقاط مختلف نقشه یکسان می باشد. نمونه های برداشت شده جهت BLEG نمونه های آبراهه ای می باشند. در این روش (BLEG) که یک روش حجیم (bulk sample) است نمونه ای به وزن ۲/۵ کیلوگرم کافی است. چگالی نمونه برداری تابع شرایط بسیار متنوعی است و بستگی مستقیم به اهداف پروژه اکتشافی دارد. به عنوان یک الگو جهت اکتشاف با چگالی نمونه برداری پایین (low sampling density) در مناطق خشک چگالی ۱ نمونه در هر ۱۰ کیلومتر مربع و در مناطق مرطوب ۱ نمونه در هر ۱۵ کیلومتر مربع کافی است. دلیل این امر پراکندگی وسیع تر هاله های طلا در مناطق مرطوب نسبت به مناطق خشک می باشد. البته چگالی نمونه برداری با توجه به اهداف پروژه می تواند از ۱ نمونه در هر کیلومتر مربع تا ۱ نمونه در هر ۵۰ کیلومتر مربع تغییر نماید. در طراحی نمونه برداری بهینه لازم است چیدمان نمونه ها پس از در نظر گرفتن کلیه پارامترهای کمی و کیفی در محل های پیش بینی شده انجام گیرد تا بتواند مقدار تخمینی اولیه ای را از نقشه نمونه برداری (مقدماتی) ایجاد نمود سپس در مرحله تکمیلی، کنترل فرآیند تعیین موقعیت نمونه انجام خواهد گرفت تا بتوان نقش کلیه پارامترهای مؤثر در نمونه برداری را در نظر گرفت (ایجاد نقشه نمونه برداری تکمیلی). در این نقشه محل ایستگاه های کنترلی یعنی نمونه های تکراری Dupliate تعیین می گردد.

در این پروژه با توجه به تازگی روش سعی گردید از چگالی متراکمتر استفاده گردد، بهمین منظور تعداد ۱۲۵۴ نمونه در مساحت کل حدود ۹۴۱۶ کیلومتر مربع (سه محدوده) طراحی و برداشت شد که چگالی نمونه برداری ۶-۱۰ کیلومتر مربع به ازای ۱ نمونه می باشد. در نقشه های پیوست، موقعیت نمونه های برداشت شده در سه محدوده آورده شده است.

۳-۲ تعیین نوع هاله ژئوشیمیایی مورد نمونه برداری

بطور کلی هدف از بررسی‌های اکتشاف ناحیه‌ای مشخص کردن مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف می‌باشد. با در نظر گرفتن وسعت محدوده تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی ناحیه‌ای و تراکم یک نمونه در ۶-۱۰ کیلومتر مربع روش مطالعه هاله‌های لیتوژئوشیمیایی اولیه نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. لذا محیط‌های در برگیرنده هاله‌های ثانویه، تحت پوشش شناسایی و عملیات اکتشافی به روش BLEG قرار می‌گیرد. اساس این مطالعات، بررسی هاله‌های پراکنده ثانویه عناصر در محیط‌های سطحی نظیر خاک‌ها، آبرفت‌ها، رسوبات رودخانه‌ای، یخرفت‌ها، شیبرفت‌ها و غیره که ضمن هوازدگی سوپرژن کانسارها تشکیل می‌شوند، می‌باشند. از اینرو هاله پراکندگی ثانویه منطقه ایست که در آن تمرکزهای غیرعادی از عناصر معینی که معرف کانی‌سازی می‌باشند، وجود دارد. این منطقه شامل مواد سنگی سخت نشده‌ای است که رخنمون توده کانسار و حتی گاهی هاله‌های اولیه آن‌ها را احاطه می‌کند. در ژئوشیمی اکتشافی بروش مطالعه هاله‌های ثانویه به روش BLEG، بررسی رسوبات رودخانه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار است و بویژه در شرایط بارندگی متوسط اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. روش ژئوشیمی BLEG با این تراکم می‌تواند هرگونه هاله پراکنده وسیع یا غیروسیع به سهولت شناسایی نماید.

در نمونه برداری به روش رسوبات آبراهه‌ای (Stream sediment) بالا بودن احتمال آلودگی، تغییر وضعیت مورفولوژیکی و فعال بودن پدیده رسوب‌گذاری مجدد در آبراهه‌ها سبب مشکل شدن تفسیر داده‌ها و برقراری ارتباط بین آنومالی و منبع تولید آن می‌شود در حالیکه در روش BLEG با توجه به افزایش دقت آنالیز و وجود زیر نمونه‌ها Subsamples که موجب افزایش دقت نمونه می‌شود، ارتباط بین آنومالی‌ها و منبع تولید به سادگی قابل شناسایی است.

۳-۳ طراحی شبکه بهینه نمونه برداری

بطور کلی چگالی نمونه برداری پیشنهادی برای طراحی اولیه بر مبنای یک نمونه آبراهه‌ای به روش BLEG برای حداقل ۶ و حداکثر ۱۰ کیلومتر مربع یک نمونه در نظر گرفته شده. در طراحی شبکه نمونه برداری به روش رسوبات آبراهه‌ای (Stream sediment) پارامترهای گوناگون مانند زون‌های دگرسانی، تکتونیک (بویژه شکستگی‌های فرعی)، نواحی دارای توده‌های نفوذی و ولکانیک و غیره بر چگالی نمونه برداری تأثیر فراوان دارند در حالیکه همچنانکه گفته شد در این روش چگالی نمونه برداری در بخش‌های مختلف نقشه تقریباً یکسان است. در هر حال نخست با بررسی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه و محدوده حوضه‌های آبریز طراحی شبکه نمونه برداری با در نظر گرفتن دانسیته لازم (یک نمونه در هر ۶-۱۰ کیلومترمربع) که براساس مساحت محدوده مورد مطالعه و تعداد نمونه شرح خدمات بدست آمده است انجام می‌شود. با توجه به عدم دقت کافی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ در این زمینه این نقص حتی الامکان با کمک تصاویر ماهواره‌ای ETM پوشش داده شده است. بدین ترتیب این عمل سبب می‌شود تا در طراحی شبکه نمونه برداری به واسطه در نظر گرفته نشدن برخی آبراهه‌ها هیچ گونه اربیبی (Bias) در طراحی داده نشود.

برای طراحی بهینه نمونه‌ها و انتخاب مناسب‌ترین نقاط علاوه بر زمان و بودجه معیارهایی نیز بایستی مدنظر قرار گیرند.

- دستیابی به بیشترین توزیع یکنواخت نمونه‌ها در کل نقشه

- رعایت چگالی نمونه برداری ژئوشیمیایی BLEG بر اساس شرح خدمات پیشنهادی پروژه

- توزیع همگون و حتی الامکان یکنواخت نمونه‌ها متناسب با سطح حوضه آبریز و تعداد انشعابات آن

- اولویت به رسوب رودخانه‌ای که سنگ بستر خود را قطع می‌کنند.

- بررسی امکانات جاده‌ای و در نظر گرفتن شرایط اسکان موقت در مراکز روستایی و نزدیک‌ترین محل به نقشه

- واگذاری اختیار به کارشناسان نمونه‌بردار درباره حذف یا اضافه کردن نمونه‌ها در نقاط مورد نظر. پس از آنکه مرحله طراحی نمونه‌ها به انجام رسید نقشه‌های توپوگرافی مربوطه، برای رقومی شدن محل نمونه‌ها و پیش زمینه رقومی کردن آبراهه‌ها، جاده‌ها، روستاها و ... اسکن (Scan) شده و با کمک از نرم افزارهای Arc GIS, Excel لیست نمونه‌ها همراه با مختصات آن‌ها در سیستم (WGS 84) UTM تهیه و در اختیار گروه‌های صحرائی (نمونه‌برداران) قرار گرفت. مختصات دقیق هر نمونه همراه با نقشه‌های نمونه‌برداری و دستگاه GPS کمک شایانی را در برای تسهیل امر نمونه‌برداری می‌کنند. همانطور که ذکر شد برای طراحی شبکه نمونه‌برداری ضروری است واحدهای زمین‌شناسی- زمین‌شناسی ساختمانی، زمین‌شناسی اقتصادی و ژئوفیزیک هوایی بر روی نقشه‌های ۱:۵۰,۰۰۰ توپوگرافی منطبق گردد در ادامه هر سه محدوده مورد مطالعه به لحاظ واحدهای فوق مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

نقشه توپوگرافی که کاربردی‌ترین لایه در طراحی‌های نمونه‌برداری به روش رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد علاوه بر اینکه بصورت مقدماتی در طراحی اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد، لایه آبراهه آن و محل نمونه‌های طراحی شده اولیه آن در مراحل بعد و در تلفیق با دیگر لایه‌های زمین‌شناسی، اندیس‌های معدنی، تصاویر ماهواره‌ای و غیره مورد استفاده می‌باشد. استفاده از این نقشه‌ها در مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ در مطالعات نمونه‌برداری صحرائی، در طرح پیشرفت کار در محل کمپ در تقسیم وظایف نمونه- برداران کاربردهای فراوانی دارد. برای نمونه طراحی شبکه نمونه‌برداری بر روی یک برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ در ادامه آورده شده است.

شکل ۱-۳ : طراحی نمونه برداری بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه ندوشن

۳-۴ عملیات صحرائی نمونه برداری

بطور کلی مراحل مختلف اکتشافات ژئوشیمیایی به روش BLEG همچون طراحی نمونه‌ها، نمونه برداری آنالیز نمونه‌ها، داده‌پردازی، بررسی و تدوین گزارش همانند دانه‌های زنجیر بهم پیوسته می‌باشند و از آنجا که داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌ها در مرحله داده‌پردازی و تعیین نواحی آنومالی نقش اساسی را بر عهده دارند. لذا دقت در نمونه‌برداری همچون دیگر مراحل بسیار مهم است.

کارشناسان دست‌اندرکار در این پروژه به این واقعیت معترفند که خطای نمونه‌برداری به تقریب جبران‌ناپذیر است و باعث اتلاف وقت و هزینه و در نهایت اخذ نتایج نادرست خواهد شد. گروه‌های نمونه‌بردار با استفاده از نقشه توپوگرافی و مختصات نقاط ثبت شده نمونه‌ها را برداشت کردند. نمونه‌ها پس از مرحله آماده‌سازی صحرائی در کیسه‌های مناسب و دو لایه ریخته و شماره آن‌ها بصورت برجسب و همچنین بصورت اتیکت درون نمونه‌ها ثبت می‌شود. لیست نمونه‌های برداشت شده در پایان هر روز در محل کمپ صحرائی کنترل و با تبدیل شماره‌ها به شماره‌های نهایی و انتقال شماره نهایی به نقشه‌های اصلی پیشرفت کار ادامه می‌یابد.

نمونه‌های برداشت شده از بستر آبراهه‌ها و با استفاده از جزء زیر الک ۴۰ مش (۴۲۵ میکرون) (بر اساس استاندارد ASTM) برداشت شده است که خود در واقع نوعی آماده‌سازی مقدماتی نیز تلقی می‌شود. وزن نمونه برداشت شده حداقل ۲/۲ کیلوگرم است. شماره‌گذاری در کل سه محدوده پروژه بصورت شماره کد BN-0001 است که B مخفف BLEG و N حرف اول Number و 0001 اولین نمونه برداشت شده است. نمونه‌های معمولی دارای پسوند G، نمونه‌های کنترلی نمونه‌برداری با پسوند D (حرف اول Duplicate) و نمونه‌های کنترلی آزمایشگاه با پسوند R (مخفف Replicate) نامگذاری شده‌اند و به مقدار حداقل ۵ کیلوگرم در صورت خیس بودن محیط نمونه‌برداری، نمونه‌ها به صورت

الک نشده برداشته شده تا پس از خشک شدن در محل کمپ، آماده سازی و از الک ۴۰ مش عبور داده شوند.

شایان ذکر است رخدادهای قابل توجه در صحرا از جمله دگرسانی، کانی سازی، گسله های بزرگ، معادن قدیمی و فعال که در نقشه های زمین شناسی ثبت نشده اند، نیز مدنظر گرفته شده و به صورت شرح مختصری یادداشت می گردد. شماره نمونه ها بصورت رنگ اسپری، در محل مشخص می شوند تا در مراحل کنترل آنومالی و بازدیدهای بعدی، محل نمونه ها مشخص باشد.

۳-۵ نمونه برداری

بطور کلی در این پروژه در هریک از محدوده ها به نام های منطقه ندوشن (محدوده غربی) به مساحت ۶۴۳۱ کیلومتر مربع، منطقه شمال خرانق (محدوده میانی) به مساحت ۲۱۱۵ کیلومتر مربع و منطقه شمال ساغند (محدوده شرقی) به مساحت ۸۷۰ کیلومتر مربع به ترتیب تعداد ۸۷۰، ۲۷۰ و ۱۱۴ برداشت شد جمعاً ۱۲۴۵ نمونه و جهت آماده سازی و آنالیز به آزمایشگاه ارسال گردید.

۳-۶ آماده سازی و آنالیز نمونه ها

نمونه های خیس در محل کمپ در ظروف مخصوص پهن شده و در فضای بسته و بدون جریان هوا، خشک گردید. سپس با الک ۴۰ مش الک و بسته بندی شده و همراه بقیه نمونه ها به آزمایشگاه مرکز پژوهش های کاربردی سازمان زمین شناسی در کرج ارسال شد و مورد آنالیز قرار گرفت. روش آنالیز همچنان که گفته شد هضم در محلول سیانید پتاسیم و قرائت طلای حل شده توسط دستگاه جذب اتمی می باشد. توضیحات مفصل نحوه آنالیز در بند ۱-۷ گزارش آمده است. همچنانکه قبلاً نیز گفته

شد، آنچه که به عنوان غلظت طلا ثبت می‌گردد در واقع ذرات طلای خالص که با ابعاد متفاوت از رس تا ماسه ۴۲۵ میکرون در نمونه حضور دارد، می‌باشد.

۳-۷ محاسبه خطای نمونه برداری و خطای آنالیز

موضوع مهم که از مدت‌ها قبل از اکتشاف ژئوشیمیایی ذخایر طلا به آن توجه می‌شده است این می‌باشد که برداشت نمونه ژئوشیمیایی معرف، تابع غلظت طلا و بزرگی ذرات آن است. هر دو پارامتر از یک محیط به محیط دیگر می‌تواند بشدت تغییر کند.

در محیط‌های سطحی یا ثانوی، طلا ممکن است به صورت تلوریدها، ادخال در فاز سولفیدی، همراه با اکسیدهای آهن، منگنز، کانی‌های رسی و مواد آلی و یا به صورت ذرات مستقل، احتمال نامعرف بودن نمونه‌های برداشت شده بشدت افزایش می‌یابد و موجب بروز خطاهای ناهنجار می‌شود. این مسئله از آنجا ناشی می‌گردد که طلا به صورت ذرات مستقل دارای اختصاصاتی است (غلظت کم، وزن مخصوص زیاد و در نتیجه پراش توزیعی زیاد) که می‌تواند موجب افزایش درجه نامعرف بودن نمونه شود. فراوانی طلا در طبیعت در دامنه ppb بوده و مقدار طلایی که در یک نمونه اندازه‌گیری می‌شود معمولاً فقط از چند ذره طلای موجود در آن ناشی می‌گردد. این محدود بودن تعداد ذرات طلا در یک نمونه احتمال افزایش پراش بین نمونه‌ای را بشدت افزایش می‌دهد و موجب بروز مسائل جدی در رابطه با برداشت یک نمونه معرف (در مرحله اول) و سپس حفظ درجه معرف بودن نمونه در خلال تهیه یک زیر نمونه آزمایشگاهی می‌گردد. برای اندازه‌گیری خطای کل مراحل که شامل نمونه‌برداری، آماده‌سازی و آنالیز دستگاهی می‌باشد اقدام به برداشت ۴۵ نمونه به صورت Duplicate (کد D) به وزن ۲/۵ کیلوگرم همزمان با برداشت نمونه BLEG (کد G) گردید تا خطای نمونه‌برداری نیز کنترل گردد که نتایج آن در جدول ۳-۱ آمده است. همچنان که مشاهده می‌شود از ۴۵ نمونه فقط دو نمونه

دارای مقدار عددی بوده که بررسی خطا، با آن امکان پذیر نمی باشد. همچنین برای اندازه گیری خطای مرحله آماده سازی و آنالیز دستگاهی، اقدام به برداشت تعداد ۴۲ نمونه Replicate معادل ۳/۵٪ کل نمونه ها به وزن ۵ کیلوگرم گردید. از نمونه های Replicate با کد مخفی در حضور نماینده آزمایشگاه اقدام شد، بطوریکه همگن سازی و تقسیم نمونه ها انجام و تحویل مسئول آزمایشگاه گردیده است. جهت محاسبه خطا، نتایج آنالیز نمونه های اصلی و معادل تکراری آن طبق جدول ۱-۳ و ۲-۳ کنار هم قرار داده شده است.

جدول ۱-۳ : مقادیر آنالیز طلای اصلی و تکراری مربوط به نمونه های Duplicate

Row	Sample ID	Sample ID	Au(Main)	Au(Duplicate)
1	BN_0688G	BN_0688D	1.52	1.5
2	BN_0747G	BN_0747D	<1	<1
3	BN_0777G	BN_0777D	<1	<1
4	BN_0807G	BN_0807D	<1	<1
5	BN_0627G	BN_0627D	<1	<1
6	BN_0837G	BN_0837D	<1	<1
7	BN_800G	BN_800D	<1	<1
8	BN_802G	BN_802D	<1	<1
9	BN_809G	BN_809D	<1	<1
10	BN_0040G	BN_0040D	<1	<1
11	BN_0060G	BN_0060D	<1	<1
12	BN_0120G	BN_0120D	<1	<1
13	BN_0152G	BN_0152D	<1	<1
14	BN_0184G	BN_0184D	<1	<1
15	BN_0240G	BN_0240D	<1	<1
16	BN_0356G	BN_0356D	<1	<1
17	BN_0716G	BN_0716D	<1	<1
18	BN_0004G	BN_0004D	<1	<1
19	BN_0270G	BN_0270D	<1	<1
20	BN_0419G	BN_0419D	<1	<1
21	BN_0510G	BN_0510D	<1	<1
22	BN_0572G	BN_0572D	<1	<1
23	BN_0090G	BN_0090D	<1	<1
24	BN_0212G	BN_0212D	<1	<1
25	BN_0300G	BN_0300D	<1	<1
26	BN_0330G	BN_0330D	<1	<1
27	BN_0387G	BN_0387D	<1	<1

Row	Sample ID	Sample ID	Au(Main)	Au(Duplicate)
28	BN_0450G	BN_0450D	<1	<1
29	BN_0480G	BN_0480D	<1	<1
30	BN_0540G	BN_0540D	<1	<1
31	BN_0657G	BN_0657D	<1	<1
32	BN_0987G	BN_0987D	<1	<1
33	BN_1079G	BN_1079D	<1	<1
34	BN_1134G	BN_1134D	<1	<1
35	BN_1164G	BN_1164D	<1	<1
36	BN_1193G	BN_1193D	<1	<1
37	BN_1223G	BN_1223D	<1	<1
38	BN_1247G	BN_1247D	<1	<1
39	BN_0867G	BN_0867D	<1	<1
40	BN_0898G	BN_0898D	<1	<1
41	BN_0927G	BN_0927D	<1	<1
42	BN_0959G	BN_0959D	<1	<1
43	BN_1017G	BN_1017D	<1	<1
44	BN_1046G	BN_1046D	<1	<1
45	BN_1106G	BN_1106D	1	1.03

جدول ۳-۲: مقادیر آنالیز طلا نمونه های اصلی و تکراری مربوط به نمونه های Replicae

Row	Main No.	Duplicate	Au(Main)	Au(Rep)
1	BN-10R	BRZ209	<1ppb	<1ppb
2	BN-70R	B107BC	<1ppb	<1ppb
3	BN-100R	PK75UN	<1ppb	<1ppb
4	BN-124R	X3M1P8	<1ppb	<1ppb
5	BN-130R	7534LZ	<1ppb	<1ppb
6	BN-161R	89M37Q	<1ppb	<1ppb
7	BN-190R	VOA115	<1ppb	<1ppb
8	BN-220R	PY83RT	<1ppb	<1ppb
9	BN-250R	CPU186	<1ppb	<1ppb
10	BN-280R	3AMS12	<1ppb	<1ppb
11	BN-310R	AFG32L	<1ppb	<1ppb
12	BN-340R	SC1523	<1ppb	<1ppb
13	BN-368R	IRN7AD	<1ppb	<1ppb
14	BN-431R	19CHL6	<1ppb	<1ppb
15	BN-460R	8356HY	<1ppb	<1ppb
16	BN-490R	8FL935	<1ppb	<1ppb
17	BN-520R	ATL201	<1ppb	<1ppb
18	BN-537R	NY64PN	<1ppb	<1ppb
19	BN-550R	24FRN1	-	<1ppb
20	BN-580R	GS84NA	<1ppb	<1ppb
21	BN-607R	UTM444	<1ppb	<1ppb

Row	Main No.	Duplicate	Au(Main)	Au(Rep)
22	BN-637R	AM43G7	<1ppb	<1ppb
23	BN-676R	FZ3765	<1ppb	<1ppb
24	BN-697R	ZW66G7	<1ppb	<1ppb
25	BN-727R	PSD12N	<1ppb	<1ppb
26	BN-757R	C3E9H4	<1ppb	<1ppb
27	BN-787R	385ZYW	<1ppb	<1ppb
28	BN-817R	8NU13F	<1ppb	<1ppb
29	BN-849R	55PQ82	<1ppb	<1ppb
30	BN-877R	2NLP27	<1ppb	<1ppb
31	BN-907R	FR463P	<1ppb	<1ppb
32	BN-937R	1FE3SK	<1ppb	<1ppb
33	BN-967R	412RQD	<1ppb	<1ppb
34	BN-997R	NBA199	<1ppb	<1ppb
35	BN-1023R	DWL993	<1ppb	<1ppb
36	BN-1056R	77GKP8	<1ppb	<1ppb
37	BN-1086R	JBK763	<1ppb	<1ppb
38	BN-1115R	VZ4WY8	<1ppb	<1ppb
39	BN-1148R	7A3P6N	<1ppb	<1ppb
40	BN-1174R	DH114L	<1ppb	<1ppb
41	BN-1203R	75HI9X	<1ppb	<1ppb
42	BN-1233R	IR3TBF	<1ppb	<1ppb

فصل چهارم

پردازش داده‌ها

۴-۱ مقدمه

در مبحث اکتشافات ژئوشیمیایی، فصل پردازش داده‌های ژئوشیمیایی یکی از مهم‌ترین و پیچیده‌ترین قسمت‌ها محسوب شده چرا که تعداد کثیری از نمونه برای بالغ بر ۴۰ عنصر آنالیز شده و بررسی‌های آماری آن جز با تکیه بر نرم افزارهای تخصصی و محاسبات پیچیده ریاضی امکان‌پذیر نمی‌باشد. حتی مبحث مهم جداسازی آنومالی از زمینه که بطور نسبی و براساس درصد فراوانی انجام می‌گیرد، گاه با خطا همراه گشته و در صورت سهل‌انگاری امکان حذف بخشی از آنومالی می‌باشد. بهرحال مراحل مختلف داده‌پردازی در مبحث اکتشاف ژئوشیمی همواره با خطا همراه بوده و جدایش قسمت آنومال از زمینه به دلیل نسبی بودن بسیار حساس می‌باشد.

در روش BLEG بخش عمده‌ای از این مباحث مطرح نبوده و کار ساده‌تر است. اولاً نمونه‌ها صرفاً برای عنصر طلا آنالیز شده و پردازش تک متغیره بسیار ساده و بدون خطا انجام می‌گیرد. همچنین معیار کلی جهت جدایش جامعه آنومالی از زمینه در روش BLEG به صورت مطلق بوده (غالباً ۳ppb) که خود موجب سادگی روش و کاهش خطا می‌گردد. بهرحال اگر هر پردازش دیگری صورت گیرد صرفاً جهت بررسی‌های جانبی روش بوده و در اصول روش تغییری ایجاد نخواهد نمود.

۴-۲ بررسی داده‌های سنسورد و غیر سنسورد

همچنانکه گفته شد تعداد ۱۲۹۶ نمونه (شامل ۴۲ نمونه) تکراری مورد آنالیز قرار گرفت. لیکن با توجه به مقدار پایین زمینه طلا در محدوده‌های مورد مطالعه از تعداد کل ۱۲۹۶ نمونه، تعداد ۳۵ نمونه بالای ۱ ppb که حد حساسیت (D.L) دستگاه آنالیز می‌باشد، بصورت عدد و بقیه بصورت ppb < ۱ گزارش شده است. در جدول زیر وضعیت مقادیر آنالیز همراه با تعداد نمونه‌های مربوطه آمده است. شایان ذکر است تعداد ۳۳ نمونه وزن کمتر از ۲۰۰۰ gr داشته و آنالیز نشدند.

جدول ۴-۱: تعداد نمونه های آنالیز شده و تعداد داده های سنسورد و غیرسنسورد گزارش شده

مقادیر طلا	تعداد نمونه
۳ ppb به بالا	۵
۱-۳ ppb	۲۲
۱ ppb	۸
<۱ ppb	۱۱۷۹
جمع تعداد نمونه	۱۲۱۴

جدول ۴-۲: تعداد نمونه های تکراری، نمونه های آنالیز نشده، نمونه های شرکت داده شده در پردازش آماری

شرح نمونه	تعداد
کل نمونه های ارسالی برای آنالیز	۱۲۹۶
نمونه Duplicate	۴۵
نمونه Replicate	۴۲
نمونه کد مخفی آزمایشگاه	۴۲
نمونه آنالیز نشده (زیر ۲ کیلوگرم)	۳۳
نمونه مورد پردازش آماری	۱۱۳۴
کل نمونه های آنالیز شده	۱۲۶۳

همچنانکه در مقدمه ذکر گردید در روش BLEG با توجه به تک متغیر بودن داده آنالیز (فقط عنصر طلا) نیاز به محاسبات آماری نبوده و جدایش جامعه آنومال از زمینه بدون محاسبه درصد فراوانی و صرفاً براساس مقدار ثابت لحاظ می گردد. بهمین خاطر نیاز به جایگزینی مقادیر سنسورد نبوده چراکه این مقادیر خودبه خود در محدوده زمینه قرار گرفته و حذف می گردند.

۳-۴ پردازش‌های آماری متناسب با ماهیت داده‌ها

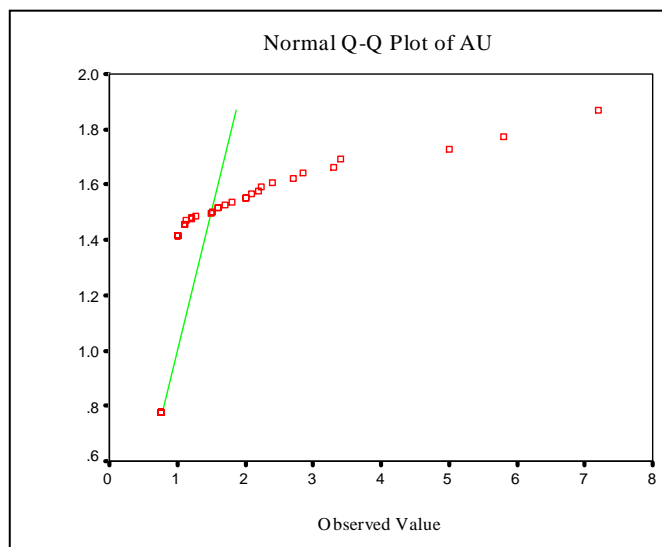
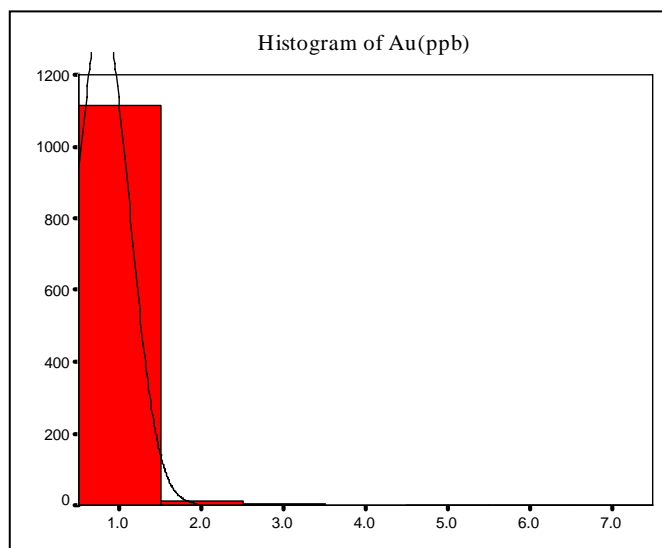
جهت بررسی داده‌ها در این روش بر خلاف روش ژئوشیمی پردازش ویژه‌ای نیاز نمی‌باشد و ملاک جدایش آنومالی از زمینه برای مشخص شدن محدوده‌های آنومال ۳ ppb می‌باشد. بهمین منظور صحت نتایج در این روش بسیار مهم است، چراکه در صورتی که بخشی از غلظت در فرایند آنالیز حذف گردد مستقیماً سبب حذف محدوده‌های آنومالی می‌گردد. به همین خاطر در آزمایشگاه اهمیت ویژه‌ای به استفاده از نمونه‌های استاندارد جهت کنترل صحت آنالیز به دفعات زیاد معطوف می‌باشد.

شایان ذکر است این مرز (۳ ppb) برمبنای تحقیقات و تجربیات استفاده کننده‌های از این روش (شرکت نورماندی و شرکت استرالیایی) بدست آمده است. براین مبنا پس از حصول نتیجه آنالیز مشخص گردید که زمینه طلا در منطقه بسیار پایین بوده و از ۱۲۶۳ نمونه آنالیز شده، فقط ۵ نمونه بالای این مرز ۳ppb می‌باشند که بسیار تعداد اندکی است. به همین خاطر برمبنای محاسبات آماری انجام شده (صفحه بعد) و مذاکرات انجام شده با ناظر محترم پروژه قرار شد مقادیر گزارش شده بالای ۱ppb بعنوان آنومالی لحاظ گردد. این تعداد که ۳۹ نمونه (۳۵ نمونه بالای ۱ppb و ۴ نمونه ۱ppb به علت قرارگیری در محدوده آنومالی، آنومال فرض شدند) می‌باشد، تقریباً ۰/۳٪ نمونه‌ها را شامل می‌شود.

البته بررسی‌های آماری صفحه بعد (هیستوگرام و نمودار Q-Q پلات داده‌ها) نشان داد که با وجود مقدار مشخص ۱ ppb برای جداسازی جامعه آنومال در روش مذکور، این مقدار می‌تواند مبنای درستی برای این کار باشد. در این فرایند مقادیر سنسورد (کمتر از ۱ppb) با مقدار ۰/۷۵ ppb جایگزین گردد.

Statistics

AU		
N	Valid	1134
	Missing	33
Mean		.7896
Median		.7500
Std. Deviation		.33062
Variance		.10931
Skewness		13.045
Std. Error of Skewness		.073
Kurtosis		203.193
Std. Error of Kurtosis		.145
Minimum		.75
Maximum		7.20
Percentiles	25	.7500
	50	.7500
	75	.7500



جدول ۴-۲: مشخصات آماری داده
 های حاصل از آنالیز طلا به روش
 BLEG (هیستوگرام و نمودار Q-Q)

۴-۵ معرفی مناطق آنومالی طلا

همچنانکه گفته شد تعداد ۳۹ نمونه از ۱۲۶۳ نمونه آنالیز شده مقادیر بالای ۱ ppb داشته که طبق پردازش صورت گرفته بعنوان جامعه آنومال قرار می‌گیرند که شرح کامل این نمونه‌های به تفکیک هر محدوده در جدول ۳-۴ آمده است. مشخصات ارائه شده در جدول، شامل شماره نمونه، مختصات نمونه، مقدار غلظت طلا، مساحت و لیتولوژی بالادست نمونه می‌باشد.

جدول ۳-۴: معرفی مناطق آنومالی طلا

No.	Name	X	Y	Zone	Au(ppb)
1	BN_0083G	716720	3537568	39N	7.2
2	BN_0194G	707677	3552316	39N	1
3	BN_0204G	720267	3568406	39N	1
4	BN_0269G	720708	3544512	39N	2.2
5	BN_0306G	743940	3585295	39N	1.6
6	BN_0319G	744108	3580794	39N	1.8
7	BN_0435G	759934	3550191	39N	1.1
8	BN_055G	711454	3571491	39N	1
9	BN_0581G	718992	3535004	39N	2.1
10	BN_0584G	732818	3531639	39N	1
11	BN_0586G	731597	3531457	39N	5.8
12	BN_0587G	731573	3531065	39N	3.3
13	BN_0588G	732117	3529894	39N	1.6
14	BN_0592G	732187	3528366	39N	1
15	BN_0594G	734594	3526788	39N	1.27
16	BN_0598G	732257	3526638	39N	1.2
17	BN_619G	717150	3525014	39N	1
18	BN_621G	714811	3530096	39N	1

No.	Name	X	Y	Zone	Au(ppb)
19	BN_663G	759475	3536909	39N	1.13
20	BN_664G	759575	3536605	39N	1
21	BN_665G	757575	3534435	39N	3.4
22	BN_688G	756889	3532716	39N	1.52
23	BN_0688D	756889	3532716	39N	1.5
24	BN_718G	740387	3533655	39N	1
25	BN_993G	259212	3602264	40N	1
26	BN_995G	263710	3602903	40N	2.24
27	BN_996G	256592	3603794	40N	1.5
28	BN_1008G	261448	3605065	40N	5
29	BN_1090G	291282	3604793	40N	1.7
30	BN_1091G	290219	3603076	40N	2
31	BN_1096G	290305	3600285	40N	2
32	BN_1022G	280649	3619041	40N	1
33	BN_1123G	254330	3597771	40N	1.22
34	BN_1141G	249255	3595313	40N	2.4
35	BN_1173G	277444	3595149	40N	2.7
36	BN_892G	355111	3651882	40N	1.1
37	BN_1106G	257511	3596135	40N	1
38	BN_1106D	257511	3596135	40N	1.03

فصل پنجم

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و

معرفی مناطق امیدبخش

۵-۱ مقدمه

همچنانکه در فصل قبل ملاحظه شد تعداد ۳۵ نمونه بعنوان نمونه‌های آنومالی طلا به روش BLEG در نظر گرفته شد و شرح کامل مشخصات این نمونه‌ها و موقعیت آن‌ها در نقشه‌های مربوطه نمایش داده شد. بهر حال با توجه به شرح خدمات ارائه شده توسط کارفرما، مراحل انجام شده شامل نمونه-برداری، آنالیز، پردازش و معرفی محدوده‌های آنومالی که در فصل قبل به آن اشاره شد، شرح وظایفی است که این مشاور بایستی در این پروژه انجام می‌دهد است و تلفیق لایه آنومالی طلا با لایه‌های زمین‌شناسی، لایه ژئوفیزیک هوائی، لایه اندیس‌های معدنی و لایه تصاویر ماهواره‌ای که در این فصل به آن پرداخته شده، در نهایت منجر به افزایش اطلاعات اکتشافی محدوده‌های آنومالی می‌گردد. مسلماً تلفیق اطلاعات اکتشافی اعتبار تصمیم‌گیری‌ها جهت ادامه عملیات اکتشافی بر روی محدوده‌های آنومالی را افزایش می‌دهد.

۵-۲ لایه زمین شناسی

همانطور که در نقشه‌های ۱-۵، ۲-۵ و ۳-۵ دیده می‌شود طرح اولیه نمونه‌برداری به همراه شبکه آبراهه‌ها (در مقیاس ۱:۵۰۰۰) بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی موجود (۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰) منطبق گردیده است. مسلماً کنترل زمین‌شناختی محدوده‌های آنومالی طلا، در تخمین تیپ‌های کانی‌سازی احتمالی کمک شایان توجهی خواهد نمود. این عمل با تشخیص واحدهای سنگ چینه‌ای در حوضه بالادست هر نمونه آنومالی طبق شکل‌های صفحه بعد امکان‌پذیر گردید. سپس اطلاعات مربوطه استخراج و در جدول توصیف نمونه‌های آنومالی (جدول ۱-۵) تکمیل گردید. بطور اجمال اطلاعاتی که می‌توان از نقشه زمین‌شناسی استخراج نمود در زیر آمده است:

۱ - موقعیت توده‌های نفوذی، نیمه عمیق، دگرسانی‌های موجود در نقشه‌های زمین‌شناسی

۲- موقعیت واحدهای شناخته شده رسوبی و ولکانی سدیمنت نابارور از جمله شیل‌ها، آهک‌ها و

مارن‌ها

۳- جابه‌جایی نقاط نمونه‌برداری از محل‌های آبرفتی و نزدیک‌تر کردن آن‌ها به رخنمون‌های سنگی

۴- دانستن موقعیت محل‌های با شکستگی‌های متراکمتر و خصوصاً محیط‌های کششی با استفاده از

نقشه زمین‌شناسی

۵- استفاده از سایر مشخصات موجود در نقشه‌های زمین‌شناسی از جمله ترکیب سنگ‌شناسی،

بافت‌ها و ساخت‌های مهم مثل برش‌ها و گوسن‌ها، افزایش غلظت اکسید آهن و.....

شکل ۵-۱: نقشه زمین شناسی منطقه خرانق در مقیاس ۱: ۲۵۰۰۰۰

شکل ۵-۲: نقشه زمین شناسی منطقه ساغند در مقیاس ۱: ۲۵۰۰۰۰

شکل ۳-۵: نقشه زمین شناسی منطقه ندوشن در مقیاس ۱: ۲۵۰۰۰۰

۳-۵ لایه ژئوفیزیک هوایی

اطلاعات ژئوفیزیک هوایی موجود در محدوده مورد مطالعه تنها اختصاص به اطلاعات مغناطیس-سنجی هوایی با فواصل پروازی ۷/۵ کیلومتر دارد که بصورت چهارگوش‌های ۱:۲۵۰,۰۰۰ و بصورت فایل اسکن شده مورد استفاده قرار گرفته. اسکن این فایل‌ها پس از مختصات‌دار شدن (Georeferencing) مورد رسم (digitized) گسل‌های عمیق و نقاط shallow depth قرار گرفته است. اشکال ۴-۵، ۵-۵ و ۶-۵ تصاویر مربوط به این پردازش می‌باشد. شناسایی دقیق‌تر نواحی پست و فروافتاده اصلی مثل دشت‌ها و تعیین حد کوهپایه و دشت و شکستگی‌های عمیق بوسیله این اطلاعات و به کمک دیگر اطلاعات چون اندیس‌های معدنی، دگرسانی‌های توده‌های نفوذی مهم در تفسیر قرارگیری و موقعیت مکانی آن‌ها نقش مهمی دارد.

جهت مشخص شدن ارتباط خطواره های ژئوفیزیکی و توده‌های مدفون با محدوده‌های آنومالی طلا، این محدوده‌ها بر روی تصاویر آورده شده و اطلاعات مربوطه استخراج گردید.

شکل ۴-۵: واحدهای ساختاری خرانق همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده

شکل ۵-۵: واحدهای ساختاری ساغند همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده

شکل ۵-۶: واحدهای ساختاری ندوشن همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده

۴-۵ لایه اندیس‌های معدنی

فایل اطلاعات رقومی اندیس‌های معدنی شامل عناصر Cu, Fe, Zn, Pb, Ba, Au که ارتباط پاراژنزی با کانی‌سازی طلا دارند از سه محدوده مورد مطالعاتی موجود بوده است. بررسی موقعیت مکانی این اندیس‌های معدنی با محدوده های آنومالی طلا می‌تواند بعنوان یکی از لایه‌های کنترلی مهم بکار گرفته شود. در اشکال ۷-۵، ۸-۵ و ۹-۵ نقشه اندیس‌های معدنی مورد استفاده در مناطق شمال ساغند، خرائق و ندوشن دیده می‌شود.

شکل ۵-۷: اندیس های معدنی خرانق همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده

شکل ۵-۸: اندیس های معدنی ساغند همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده

شکل ۵-۹: اندیس های معدنی ساغند همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده

۵-۵ لایه تصاویر ماهواره‌ای

شناسایی واحدهای دگرسان با استفاده از تصاویر ETM سنجنده لندست در محدوده مورد مطالعه و انطباق آن با محدوده‌های آنومالی طلا یکی از مهم‌ترین اطلاعات تکمیلی در این پروژه می‌باشد. شناسایی اکسیدهای آهن در ترکیب باندی (۱-۳-۵) بوسیله کارشناس خبره دورسنجی به همراه تفکیک مناطق دگرسان و کنترل آن‌ها با نقشه زمین‌شناسی و اندیس گذاری‌ها مهم‌ترین مراحل انجام گرفته در این بخش از مطالعات می‌باشد.

همچنین کنترل آبراهه‌های رسم شده از نقشه‌های ۱:۵۰,۰۰۰ با تصویر ماهواره‌ای خصوصاً در مناطقی که مسیر آبراهه به درستی رسم نشده یا مورد شک می‌باشد از دیگر موارد استفاده از این تصاویر می‌باشد.

در نهایت نمونه‌های دارای آنومالی طلا در سه محدوده مورد مطالعه، بر روی تصاویر ماهواره‌ای پردازش شده جانمایی شده تا در صورت تایید و انطباق مکانی در جدول تکمیلی اطلاعات مربوط به زون‌های دگرسانی محدوده‌ها آورده شود.

اشکال ۵-۱۰، ۵-۱۱ و ۵-۱۲ تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده و بارزسازی زون‌های دگرسانی به همراه نمونه‌های آنومالی طلا در مناطق شمال ساغند، خرائق و ندوشن می‌باشد.

شکل ۵-۱۰: تصویر ماهواره ای منطقه خرائق با نمونه های دارای آنومالی واقع در محدوده

شکل ۵-۱۱ : تصویر ماهواره ای منطقه ساغند با نمونه های دارای آنومالی واقع در محدوده

شکل ۵-۱۲: تصویر ماهواره ای منطقه ندوشن با نمونه های دارای آنومالی واقع در محدوده

۵-۶ تکمیل داده‌های اطلاعاتی با آنومالی‌های طلای معرفی شده

بهر ترتیب شرح مختصری از هر یک از لایه‌های اطلاعاتی بکارگرفته شده در این فصل بیان گردید و در نقشه‌های مربوطه موقعیت نمونه‌های آنومال طلا آورده شد. در جدول ۵-۱ که تکمیل شده جدول ۳-۴ می‌باشد، اطلاعات مربوط به لایه‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیک هوایی، اندیس‌های معدنی و تصاویر ماهواره‌ای در محدوده‌های آنومالی طلا در صورت وجود آورده شده است. مسلماً تلفیق اطلاعات اکتشافی اعتبار تصمیم‌گیری‌ها جهت ادامه عملیات اکتشافی بر روی محدوده‌های آنومالی را افزایش می‌دهد.

جدول ۵-۱: موقعیت نمونه‌های آنومال طلا

Row	Sample	X	Y	Indication	Au(ppb)	Alteration	Geophysics	Geology	Area(Km ²)
1	BN_0586G	729310 (Z 39)	3532047		5/8	Phyllic & Iron Oxide		1-Rhyolite 2-Rhyolitic lava flows partly brecciated,ignimbrite 3- Aplite 4-Pyroclastics and andesitic lava flow 5- Andesitic rocks mainly lava flow	6/2
2	BN_1008G & BN_995G	263977 (Z 39)	3602888		5 , 2/24		0/5Km,SW,shallow depth with NW,SE Trend . 2/5Km,SE.Geophysic structure with NE,SW Trend	1-Mamorized limestone and dolomite, lower part sandstone, shale conglomerate 2-Shale and quartzite sandstone; plant remains	6/5
3	BN_0587G	729778 (Z 39)	3531028		3/3	Phyllic & Iron Oxide		1-Rhyolite 2-Rhyolitic lava flows partly brecciated,ignimbrite 3- Aplite 4-Andesitic rocks mainly lava flow 5- Pyroclastics	1/8
21	BN_664G& BN_665G& BN_688G	756733 (Z 39)	3533893	Cu	1, 3/4 ,1/52	Phyllic & Iron Oxide & adv_argillic		1- Shale,sandstone,limestone 2-Dolomite 3-Green shale,slate,tuffaceous slate 4-Trachytic lava 5- Travertine	20/2
4	BN_1093G & BN_1096G	290346 (Z 40)	3600893		2/86 , 2		inside.shallow depth with N,E Trend . Geophysic structure with N,,E Trend	1-Mamorized limestone and dolomite, lower part sandstone, shale conglomerate	3.5
5	BN_1173G	276473 (Z 40)	3596774		2/7		0/5Km,W,shallow depth with N,S Trend	1-Shale and quartzite sandstone; plant remains 2-Limestone and shale	2.6

ادامه جدول ۵-۱: موقعیت نمونه های آنومال طلا

Row	Sample	X	Y	Indication	Au(ppb)	Alteration	Geophysics	Geology	Area(Km ²)
6	BN_1141G	251191 (Z 40)	3593223		2/4	Patchy Clay	West inside.shallow depth with N,E Trend . Geophysic structure with N,,E Trend	1 Quartz-porphyr (rhyolite) 2 Shale, sandstone 3 Dolomite, cherty, massive	5/5
7	BN_0269G	721423 (Z 39)	3543773		2/2			1-Andesitic volcanics whit few tuffs	1.6
8	BN_0581G	719935 (Z 39)	3536482		2/1		3/5Km,SW.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Pyroclastics and andesitic lava flow	3.0
9	BN_1091G	288015 (Z 40)	3600860		2	Patchy Clay	inside.shallow depth with N,E Trend . Geophysic structure with N,,E Trend	1-Mamorized limestone and dolomite, lower part sandstone, shale conglomerate 2- Quartzite.dolomite alternation, some sandstone, shale, limestone 3- Dolomite, cherty, massive	8/2
10	BN_0319G	744315 (Z 39)	3579168		1/8	Phyllic & Iron Oxide	3/5Km,SW,shallow depth with NW,SE Trend . 4/5Km,NE.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Dolomite chert whit lower band,shale,sandstone	5/6
11	BN_1090G	289498 (Z 40)	3603648		1/7		inside.shallow depth with N,E Trend . Geophysic structure with N,,E Trend	1-Mamorized limestone and dolomite, lower part sandstone, shale conglomerate 2- Quartzite.dolomite alternatio 3- Limestone and shale 4- Shale and quartzite sandstone; plant remains 5- Tilted gravels	3/3
12	BN_0306G	742180 (Z 39)	3582450		1/6	Phyllic & Iron Oxide	2/5Km,SW,shallow depth with NW,SE Trend . 2Km,NE.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Dolomite chert whit lower band,shale,sandstone 2- Rhyolite tuff	8.4
13	BN_0588G	730128 (Z 39)	3530291		1/6	Phyllic & Iron Oxide		1-Rhyolite 2- Andesitic rocks mainly lava flow 3- Pyroclastics and andesitic lava flow	3.0

ادامه جدول ۵-۱: موقعیت نمونه های آنومال طلا

Row	Sample	X	Y	Indication	Au(ppb)	Alteration	Geophysics	Geology	Area(Km ²)
14	BN_996G	259546 (Z 40)	3599899	Zn_Pb (3 Km SW)	1/5	Patchy Clay	inside.shallow depth with NE,SW Trend . Geophysics structure with NE,SW Trend	1- Mamorized limestone and dolomite,lower part sandstone,shale conglomerate 2- Shale and quartzite sandstone; plant remains 3- Quartzite.dolomite alternation 4- cherty,massive 5- Quartze- porphyry(rhyolite)	10
15	BN_0594G & BN_0598G	731911 (Z 39)	3526743		1/27 , 1/2	Phyllic		1-Andesitic rocks 2- Pyroclastics and andesitic lava flow 3- Aplite 4-Rhyolitic lava flows partly brecciated,ignimbrite 5-Rhyolitic lava flows,ignimbrite	4.3
16	BN_1123G	255308 (Z 40)	3596783		1/22	Weak Argillic	1/5Km,SE,Geophysic structure with NE,SW Trend	1-Quartze-porphyry (rhyolite)	2.8
17	BN_663G	758192 (Z 39)	3536756		1/13	Phyllic		1-Green shale,slate,tuffaceous slate 2-Trachytic lava 3-Sandstone,shale,red	1/3
18	BN_0435G	759694 (Z 39)	3551361		1/1			1-Shale, sandstone, limestone and dolomite 2-Shale, sandstone, limestone and dolomite	1/2
19	BN_892G	353422 (Z 39)	3648864	Cu	1/1		1.Km,S,Geophysic structure with NW,SE Trend	1- Biotite-granite, granodiorite and quartz diorite 2- Pink biotite-granite 3- Marble 4- Schist, quartzites, amphibolites and igneous rocks	14/6
20	BN_1106D&G	258026 (Z 40)	3594239		1/03	Weak Argillic	inside.Geophysic structure with NE,SW Trend	1-Red micaceous sandstone and shale 2- Quartzite.dolomite alternation 3- Dolomite, cherty 4- Basic dyke 5- Dolomite, shale, oolitic limestone; trilobites 6- Quartzze- porphyry (rhyolite)	7/1
22	BN_0194G	710041 (Z 39)	3552497		1		5Km,SW.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Andesitic volcanics whit few tuffs	3/5

ادامه جدول ۵-۱: موقعیت نمونه های آنومال طلا

	Sample	X	Y	Indication	Au(ppb)	Alteration	Geophysics	Geology	Area (Km ²)
23	BN_0204G	720213 (Z 39)	3566826		1		1Km,SW.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Red bed: sandstone sandy marl, conglomerate	2.3
24	BN_0592G	730536 (Z 39)	3527974		1	Phyllic & Iron Oxide		1-Pyroclastics and andesitic lava flow 2-Aplite	3.1
25	BN_619G	722218 (Z 39)	3527956		1	Phyllic & Iron Oxide & adv_argillic	inside.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Granodiorite - diorite - microdiorite 2-Andesitic lava 3- Globotruncana limestone 4- Quartzitic sandstone,green 5- Low grade pelitic schist	15.9
26	BN_621G	721266 (Z 39)	3532131		1	Phyllic & Iron Oxide	inside.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Pyroclastics and andesitic lava flow 2-Rhyolitic phylitic pyromeride 3-Dacitic lava 4- Aplite 5-Granodiorite,diorite, microdiorite 6-Diorite,gabbro 7- limestone	26.6
27	BN_0584G	730875 (Z 39)	3533805		1	Phyllic & Iron Oxide	East inside.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Rhyolitic phylitic pyromeride 2-Rhyolitic lava flows partly brecciated,ignimbrite 3-Aplite 4- Pyroclastics and andesitic lava flow 5-Andesitic rocks mainly lava flow	20.9
28	BN_0083G	718168 (Z 39)	3538967		7.2		2.5Km,W.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Andesitic rocks mainly lava flow 2-Pyroclastics and andesitic lava flow 3- Rhyolitic tuff	3.7
29	BN_0208G	723352 (Z 39)	3566229		1.1	Weak Alteration	1Km,SW.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Sedimentary detrital & chemical. 2-Volcanic intermediate & pyroclastic tuff. 3-Volcanic pyroclastic tuff acid & pyroclastic tuff intermediate & acid & intermediate	3.9
30	BN_0314G	748575 (Z 39)	3583608		1.1	Weak Alteration	inside.Geophysic structure with NW,SE Trend	1- Sedimentary detrital & chemical. 2- Plutonic basic.3- Sedimentary chemical & detrita & biological	7.1

ادامه جدول ۵-۱: موقعیت نمونه های آنومال طلا

	Sample	X	Y	Indication	Au(ppb)	Alteration	Geophysics	Geology	Area (Km ²)
31	BN_0055G	711454 (Z 39)	3571491		1	Weak Alteration		1-Volcanic intermediate & pyroclastic tuff	17.0
32	BN_718G	740387 (Z 39)	3533655		1	Weak Alteration		1-Volcanic intermediate & pyroclastic tuff.2-Sedimentary	5.6
33	BN_993G	259212 (Z 40)	3602264		1	Weak Alteration	inside.shallow depth with NE,SW Trend .	1-Red sandstone and sandy shale. 2- Quartzite/dolomite alternation, some sandstone, shale, limestone. 3- Dolomite	3.2
34	BN_1022G	280649 (Z 40)	3619041		1	Weak Alteration		Pink biotite-granite	8.1

فصل ششم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱-۶ مقدمه

در فصل پنجم تعداد ۳۹ آنومالی طلا با لایه‌های اطلاعاتی دیگر از قبیل زمین‌شناسی، ژئوفیزیک هوائی و اندیس‌های معدنی و همچنین آلتراسیون و کانه‌زایی‌های احتمالی مشاهده شده در حین نمونه‌برداری تلفیق گردید. همچنانکه مشاهده گردید جهت نمایش چنین پردازشی، نمونه‌های آنومال بر روی تک‌تک نقشه‌ها بصورت جداگانه نمایش داده شد و نتیجه این تلفیق در جدول ۱-۵ ارائه گردید.

در نهایت با جمع‌بندی نتایج فوق تعداد ۸ محدوده آنومال که از لحاظ عیار طلا، داده‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیک هوائی و موارد دیگر حائز اهمیت می‌باشد، معرفی می‌گردد. که در بخش نتیجه‌گیری به آن اشاره می‌گردد. موقعیت این محدوده‌ها در نقشه‌های ۱-۶ تا ۸-۶ آمده است.

۲-۶ نتیجه‌گیری (معرفی نواحی امید بخش)

شرح کاملی از محدوده‌های آنومالی در زیر اشاره می‌گردد. همچنین در جدول ۱-۶ مشخصات هر یک از محدوده‌ها به اختصار آورده شده است.

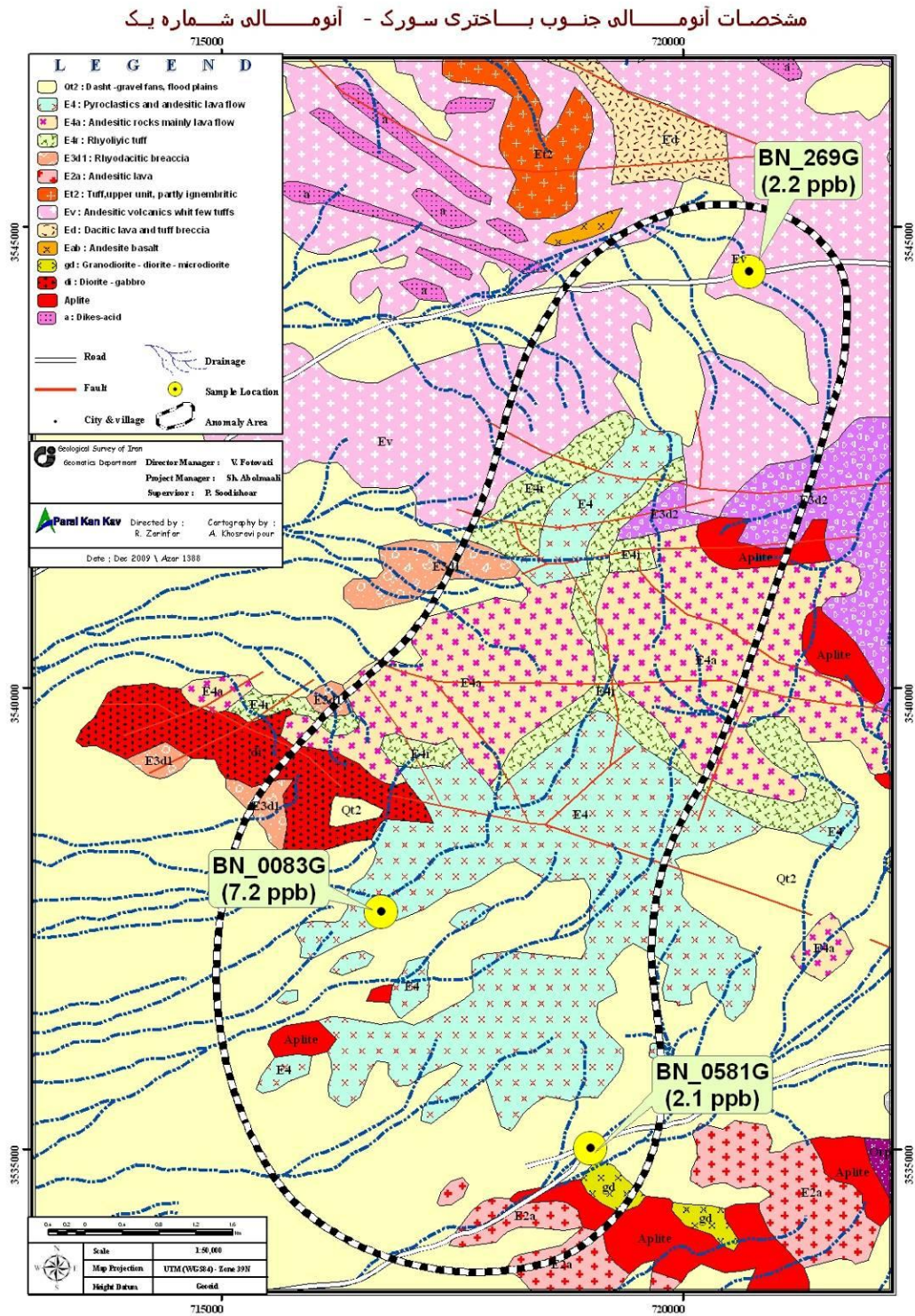
- محدوده شماره ۱ (شکل شماره ۱-۶):

موقعیت جغرافیایی مرکز محدوده به مختصات (Z- 39N، ۳۵۳۸۹۶۷ و ۷۱۸۱۶۸) و در ۴-۵ کیلومتری جنوب غربی و غرب ندوشن واقع می‌باشد.

- شامل نمونه‌های به شماره BN_0581G, BN_0083G, BN_0269G می‌باشد. عیار طلا به ترتیب ۲/۲، ۷/۲، ۲/۱ می‌باشد.

- مساحت محدوده آنومالی جمعاً به میزان ۴۴/۸ کیلومتر مربع می‌باشد.

- این محدوده از لحاظ زمین‌شناسی شامل سنگ‌های آندزیتی و پیروکلاستیکی و در بخش‌های ریولیت- توف می‌باشد همچنین دارای توپوگرافی نسبتاً هموار و تپه ماهور است.
- در ارتباط با داده‌های ژئوفیزیک هوایی در فواصل ۲-۳ کیلومتری در غرب و جنوب غرب ساختارهایی با روند NW-SE وجود دارد.
- در مشاهدات صحرایی آثار آلتراسیون شامل آلتراسیون فیلیک و اکسید آهن مشاهده نگردید.
- حضور اندیس‌های معدنی در این محدوده گزارش نشده است.



شکل ۶-۱: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۱

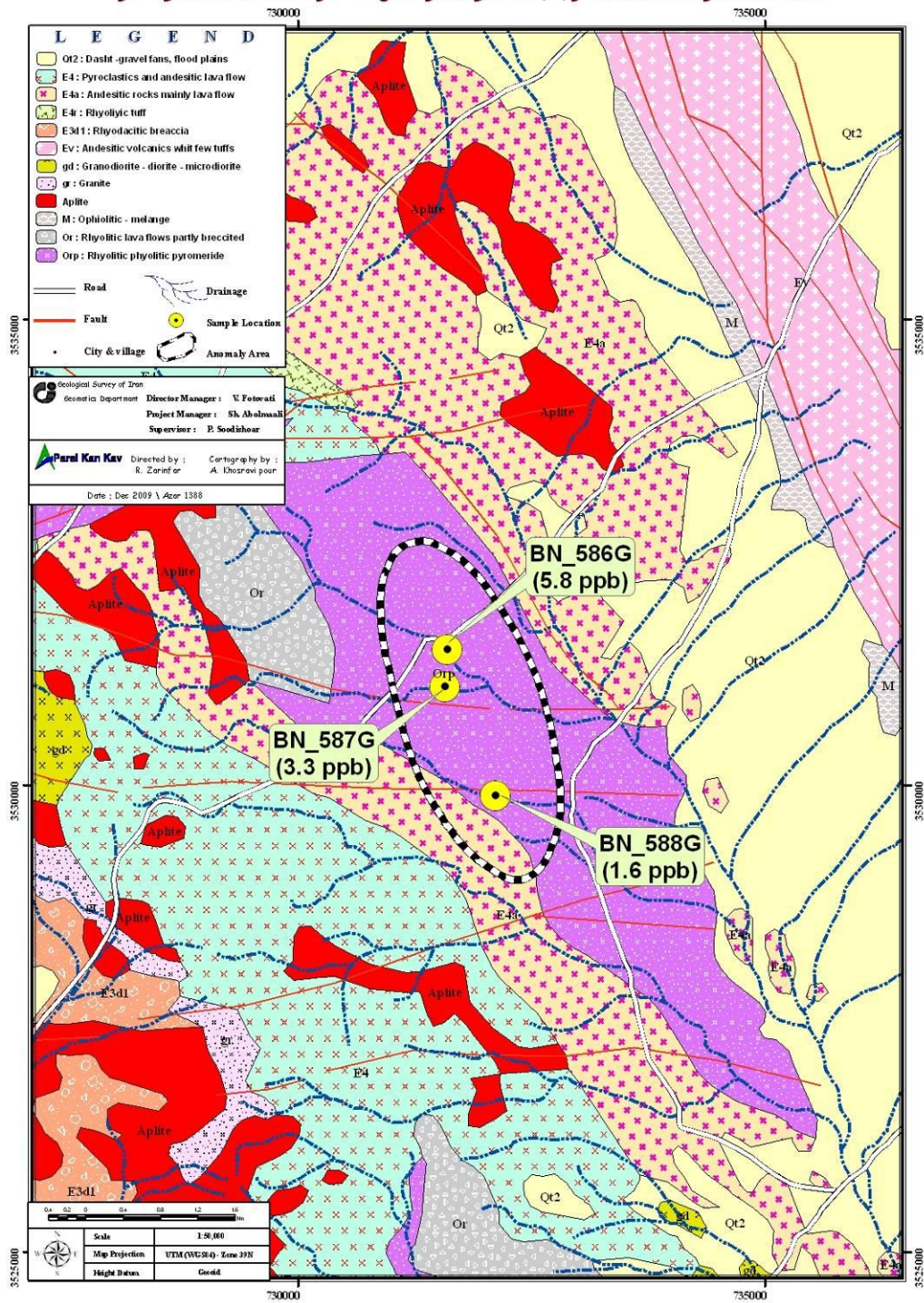
- محدوده شماره ۲ (شکل شماره ۶-۲):

- موقعیت جغرافیایی محدوده به مختصات (Z- 39N, ۷۲۹۷۷۸,۳۵۳۱۰۲۸) و در ۴ کیلومتری غرب روستای صدرآباد، جنوب ندوشن واقع می‌باشد.
- شامل نمونه‌های به شماره BN-0586G, BN-0587G, BN-0588G می‌باشد. عیار طلا به ترتیب ppb ۱/۶، ۳/۳، ۵/۸ می‌باشد. همچنین در جنوب این محدوده نمونه BN-0598G با عیار ۱/۲ ppb و نمونه BN-0594G با عیار ۱/۲۷ ppb از خود غنی شدگی نشان می‌دهد.
- مساحت محدوده آنومالی جمعاً به میزان ۴/۵ کیلومتر مربع می‌باشد.
- این محدوده از لحاظ زمین‌شناسی شامل ریولیت، ریولیت برشی شده، ایگنمبریت، آپلیت، سنگ‌های پیروکلاستیک و آندزیت می‌باشد.
- در ارتباط با داده‌های ژئوفیزیک هوایی ارتباط خاصی با این محدوده مشاهده نگردید.
- در مشاهدات صحرائی آثار آلتراسیون شامل آلتراسیون فلیک و اکسید آهن مشاهده گردید.
- حضور اندیس‌های معدنی در این محدوده گزارش نشده است.

جدول ۶-۱: مشخصات مناطق هشت گانه امیدبخش

Row	Sample	X	Y	Indication	Au(ppb)	Alteration	Geophysics	Geology	Area(Km ²)
1	BN_0083G	718168	3538967		7.2		2.5Km,W.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Andesitic rocks mainly lava flow 2-Pyroclastics and andesitic lava flow 3-Rhyolitic tuff	8.358
	BN_0269G	721423	3543773		2.2		1-Andesitic volcanics whit few tuffs		
	BN_0581G	719935	3536482		2.1		3.5Km,SW.Geophysic structure with NW,SE Trend	1-Pyroclastics and andesitic lava flow	
2	BN_0586G	729310	3532047		5.8	Phyllic & Iron Oxide		1-Rhyolite 2-Rhyolitic lava flows partly brecciated,ignimbrite 3-Aplite 4-Pyroclastics and andesitic lava flow 5-Andesitic rocks mainly lava flow	11
	BN_0587G	729778	3531028		3.3	Phyllic & Iron Oxide		1-Rhyolite 2-Rhyolitic lava flows partly brecciated,ignimbrite 3-Aplite 4-Andesitic rocks mainly lava flow 5-Pyroclastics	
	BN_0588G	730128	3530291		1.6	Phyllic & Iron Oxide		1-Rhyolite 2-Andesitic rocks mainly lava flow 3-Pyroclastics and andesitic lava flow	
3	BN_1008G & BN_995G	263977	3602888		5 , 2.24		0.5Km,SW,shallow depth with NW,SE Trend . 2.5Km,SE.Geophysic structure with NE,SW Trend	1-Mamorized limestone and dolomite, lower part sandstone, shale conglomerate 2-Shale and quartzite sandstone; plant remains	6.554
4	BN_664G& BN_665G& BN_688G	756733	3533893	Cu	1, 3.4, 1.52	Phyllic & Iron Oxide & adv_argillic		1-Shale,sandstone,limestone 2-Dolomite 3-Green shale,slate,tuffaceous slate 4-Trachytic lava 5-Travertine	20.2342
5	BN_1093G BN_1096G BN_1090G BN_1091G	290346	3600893		2.86 , 2 , 2, 1.7		inside.shallow depth with N,E Trend . Geophysic structure with N,,E Trend	1-Mamorized limestone and dolomite, lower part sandstone, shale conglomerate	23.27
6	BN_1141G	251191	3593223		2.4	Patchy Clay	West inside.shallow depth with N,E Trend . Geophysic structure with N,,E Trend	1 Quartz-porphry (rhyolite) 2 Shale, sandstone 3 Dolomite, cherty, massive	5.554
7	BN_996G	259546	3599899	Zn_Pb	1.5	Patchy Clay	inside.shallow depth with NE,SW Trend . Geophysic structure with NE,SW Trend	1- Mamorized limestone and dolomite,lower part sandstone,shale conglomerate 2- Shale and quartzite sandstone; plant remains 3- Quartzite.dolomite alternation 4- cherty,massive 5- Quartz-porphry(rhyolite)	10.060
8	BN_1173G	277443	3595149		2.7		Beside (1 Km NE) shallow Depth with N-S trend	Jurassic Limestone & Sandstone & Shales	2.5

مشخصات آنومالی جنوب باختری ندوشن - آنومالی شماره دو

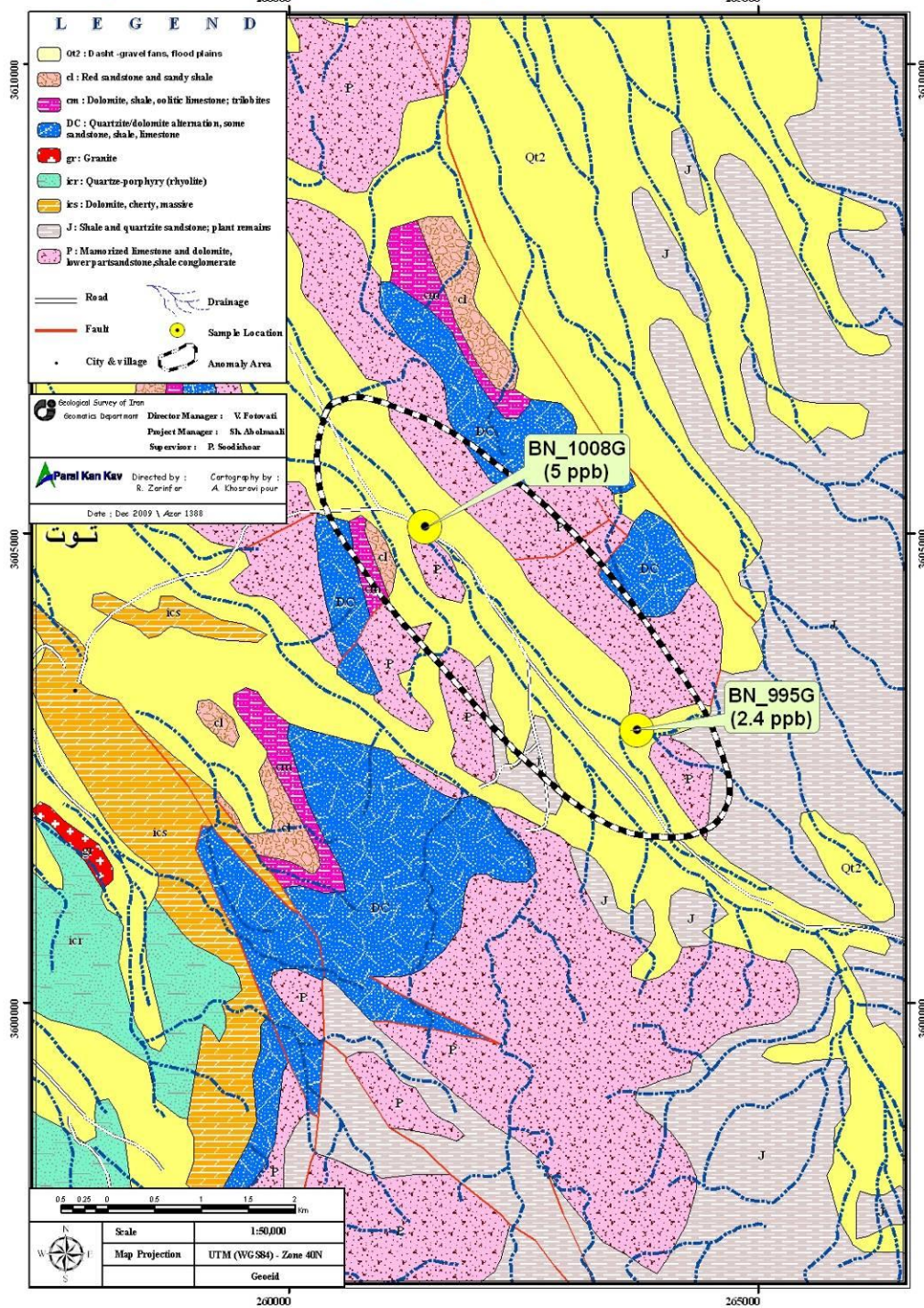


شکل ۶-۲: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۲

- محدوده شماره ۳ (شکل شماره ۶-۳):

- موقعیت جغرافیایی محدوده به مختصات (Z- 40N, ۲۶۳۹۷۷,۳۶۰۲۸۸۹) و در ۳ کیلومتری شرق روستای توت، منطقه شمال غربی خرائق واقع می‌باشد.
- شامل نمونه‌های به شماره BN-0995G, BN-1008G می‌باشد. عیار طلا به ترتیب ۵ و ۲/۴ ppb می‌باشد.
- مساحت محدوده آنومالی جمعاً به میزان ۹/۸ کیلومتر مربع می‌باشد.
- این محدوده از لحاظ زمین‌شناسی شامل آهک مرمری و دولومیت در قاعده ماسه سنگ، شیل و کنگلومرا، شیل و ماسه سنگ کوارتزیتی می‌باشد.
- در ارتباط با داده‌های ژئوفیزیک هوائی در جنوب غرب محدوده Shallow depth و در ۲/۵ کیلو متری جنوب شرق محدوده گسل ژئوفیزیکی با روند NE-SW مشاهده می‌گردد.
- در مشاهدات صحرائی آلتراسیون خاصی مشاهده نگردید.
- حضور اندیس‌های معدنی در این محدوده گزارش نشده است.

مشخصات آنومالی شمال باختری خرانق - آنومالی شماره سه

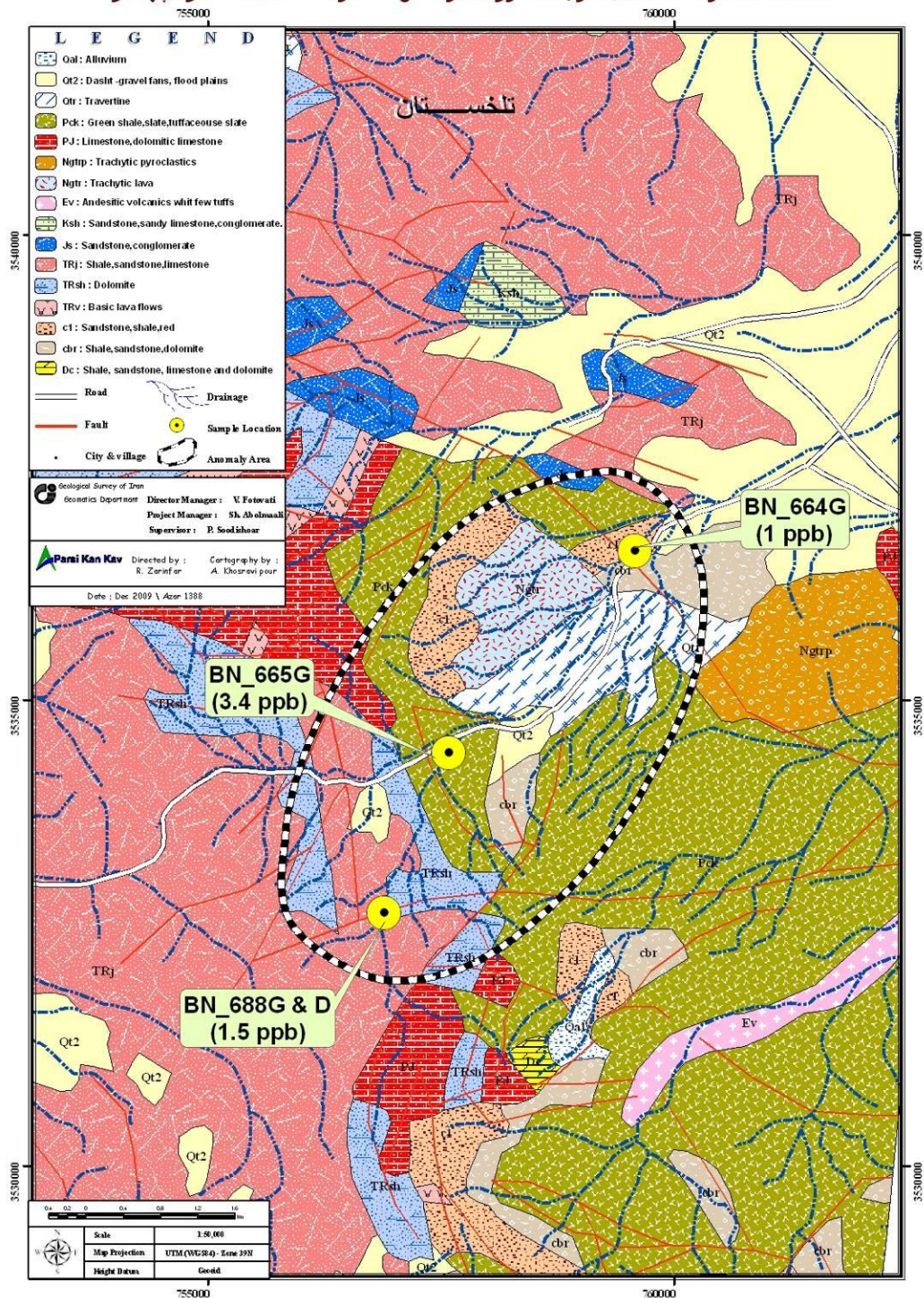


شکل ۳-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۳

- محدوده شماره ۴ (شکل شماره ۶-۴):

- موقعیت جغرافیایی محدوده به مختصات (Z- 39N, ۷۵۶۷۳۳,۳۵۳۳۸۹۴) و در ۲ کیلومتری جنوب شرقی روستای تلخستان، شرق روستای صدرآباد واقع می‌باشد.
- شامل نمونه‌های به شماره BN-664G , BN-0663G, BN-0665G, BN-0688G می‌باشد. عیار طلا به ترتیب ۱/۵۲، ۳/۴، ۱/۱۳ و ۱ می‌باشد.
- مساحت محدوده آنومالی جمعاً به میزان ۱۶/۷۷ کیلومتر مربع می‌باشد.
- این محدوده از لحاظ زمین‌شناسی شامل شیل، ماسه سنگ و آهک، دولومیت، اسلیت، شیل توفی، تراکیت و تراورتن می‌باشد.
- در ارتباط با داده‌های ژئوفیزیک هوایی ارتباط خاصی با این محدوده مشاهده نگردید.
- در مشاهدات صحرایی آثار آلتراسیون شامل آلتراسیون فیلیک، آرژلیک پیشرفته و اکسید آهن مشاهده گردید.
- در این محدوده اندیس معدنی مس گزارش شده است.

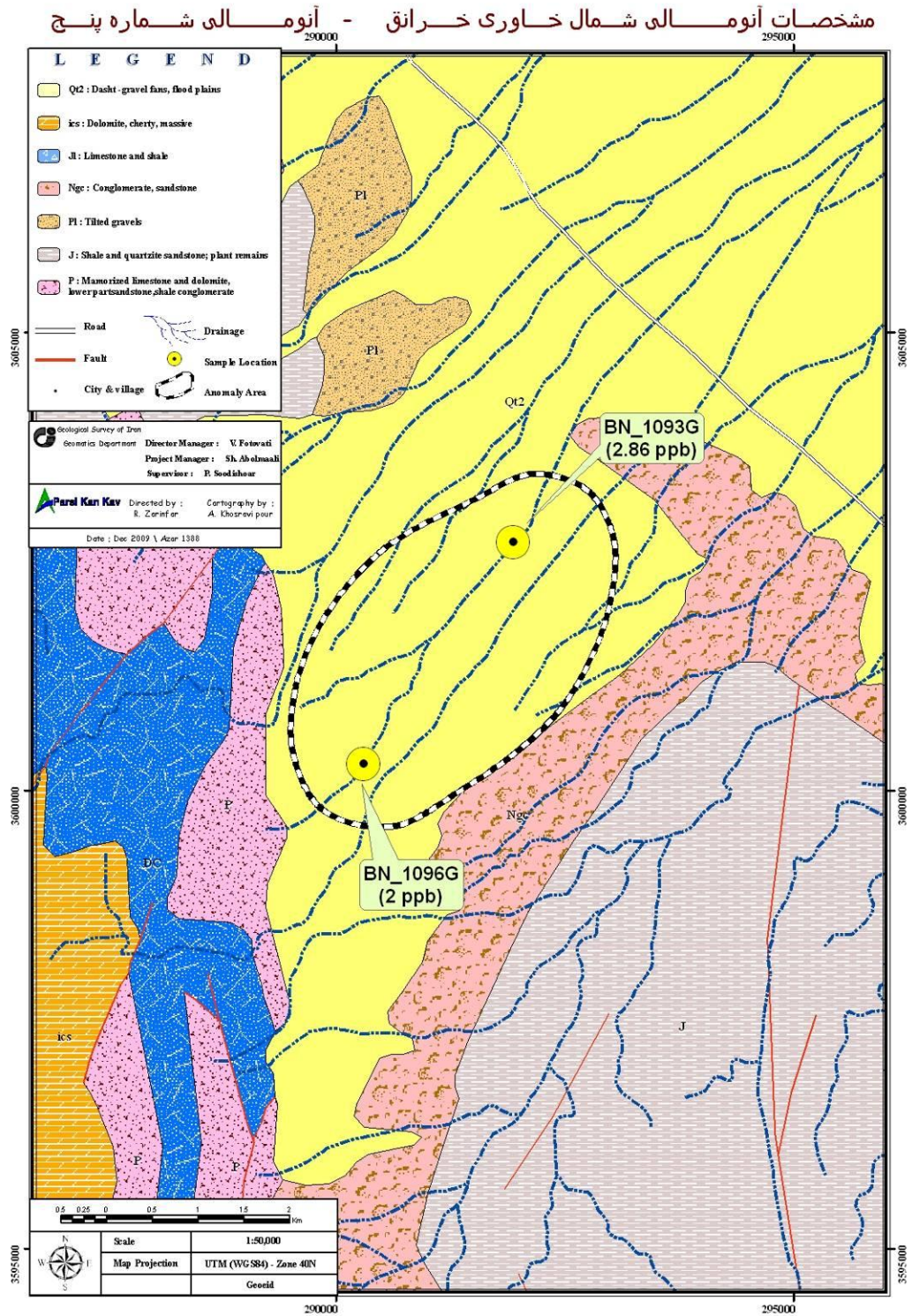
مشخصات آنومالی جنوب خاوری ندوشن - آنومالی شماره چهار



شکل ۴-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۴

- محدوده شماره ۵ (شکل شماره ۶-۵):

- موقعیت جغرافیایی محدوده به مختصات (Z- 40N, ۲۹۰۳۴۶,۳۶۰۰۸۹۴) و در ۶ کیلومتری شمال شرقی روستای حاجی باقر، در منطقه شمال خرائق واقع می‌باشد.
- شامل نمونه‌های به شماره BN-1093G, BN-1096G, BN-1090G, BN-1091G می‌باشد. عیار طلا به ترتیب ۲ ppb, ۷/۱, ۲, ۲/۸ می‌باشد.
- مساحت محدوده آنومالی جمعاً به میزان ۲۳/۲۷ کیلومتر مربع می‌باشد.
- این محدوده از لحاظ زمین‌شناسی شامل آهک مرمری و دولومیت در قاعده ماسه‌سنگ، شیل و کنگلومرا می‌باشد.
- در ارتباط با داده‌های ژئوفیزیک هوایی در مرکز محدوده Shallow depth و گسل ژئوفیزیکی با روند NE-SW مشاهده می‌گردد.
- در مشاهدات صحرائی آلتراسیون خاصی مشاهده نگردید.
- حضور اندیس‌های معدنی در این محدوده گزارش نشده است.

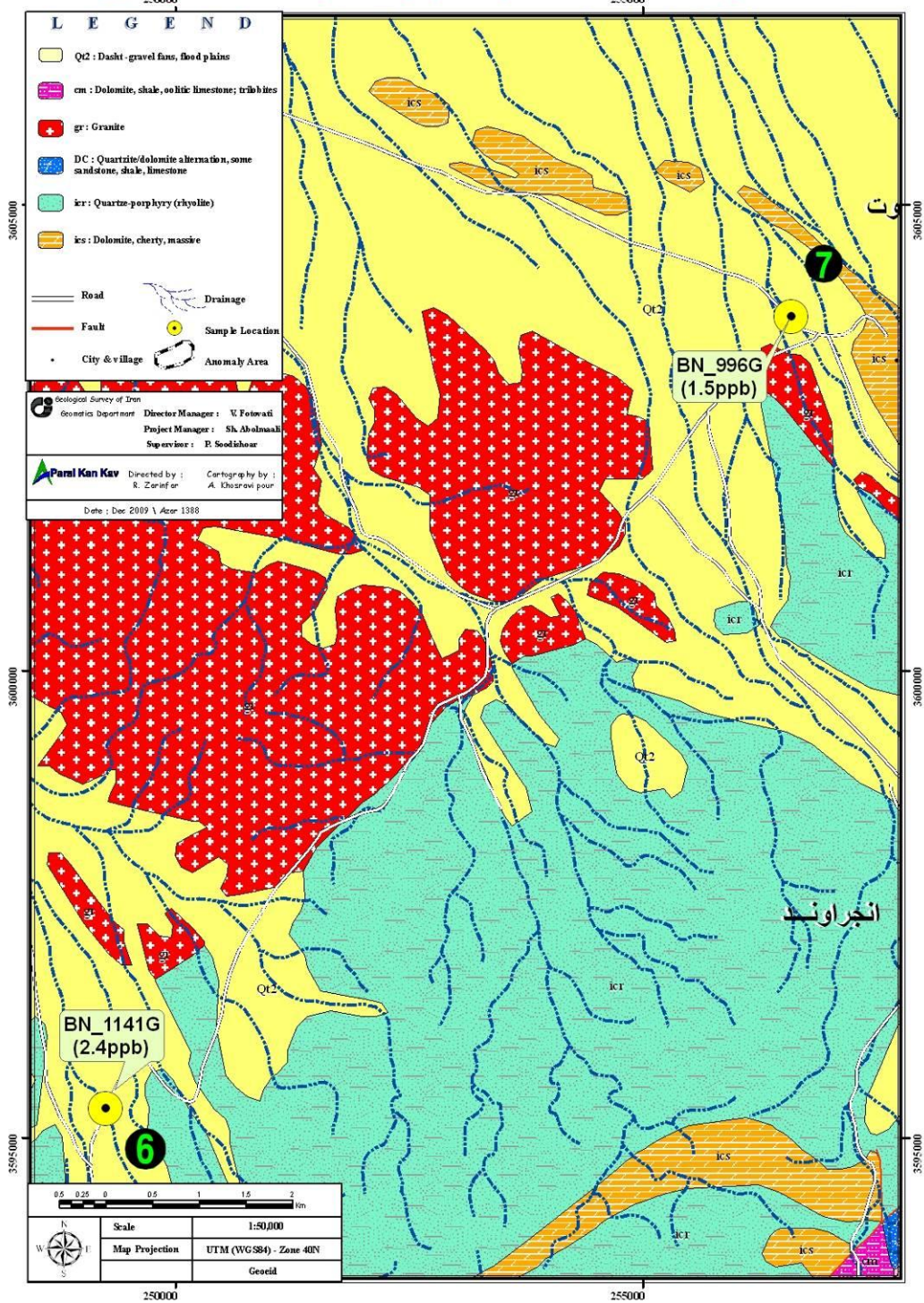


شکل ۵-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۵

- محدوده شماره ۶ (شکل شماره ۶-۶):

- موقعیت جغرافیایی محدوده به مختصات (Z- 40N, ۳۵۹۵۳۱۳, ۲۴۹۲۵۴) و در ۳ کیلومتری شمال روستای عباس آباد دائمه، در منطقه شمال غربی منطقه خراتق واقع می‌باشد.
- شامل نمونه به شماره BN-1141G و عیار طلا ۲/۴ ppb می‌باشد.
- مساحت محدوده آنومالی به میزان ۵/۵ کیلومتر مربع می‌باشد.
- این محدوده از لحاظ زمین شناسی شامل کوارتز پورفیری (ریولیت)، شیل، ماسه سنگ، دولومیت می‌باشد.
- در ارتباط با داده‌های ژئوفیزیک هوایی در غرب محدوده Shallow depth و گسل ژئوفیزیکی با روند NE-SW مشاهده می‌گردد.
- در مشاهدات صحرایی آلتراسیون رسی مشاهده می‌گردد.
- حضور اندیس‌های معدنی در این محدوده گزارش نشده است.

مشخصات آنومالی شمال باختری خرانق - آنومالی شماره نش و هفت

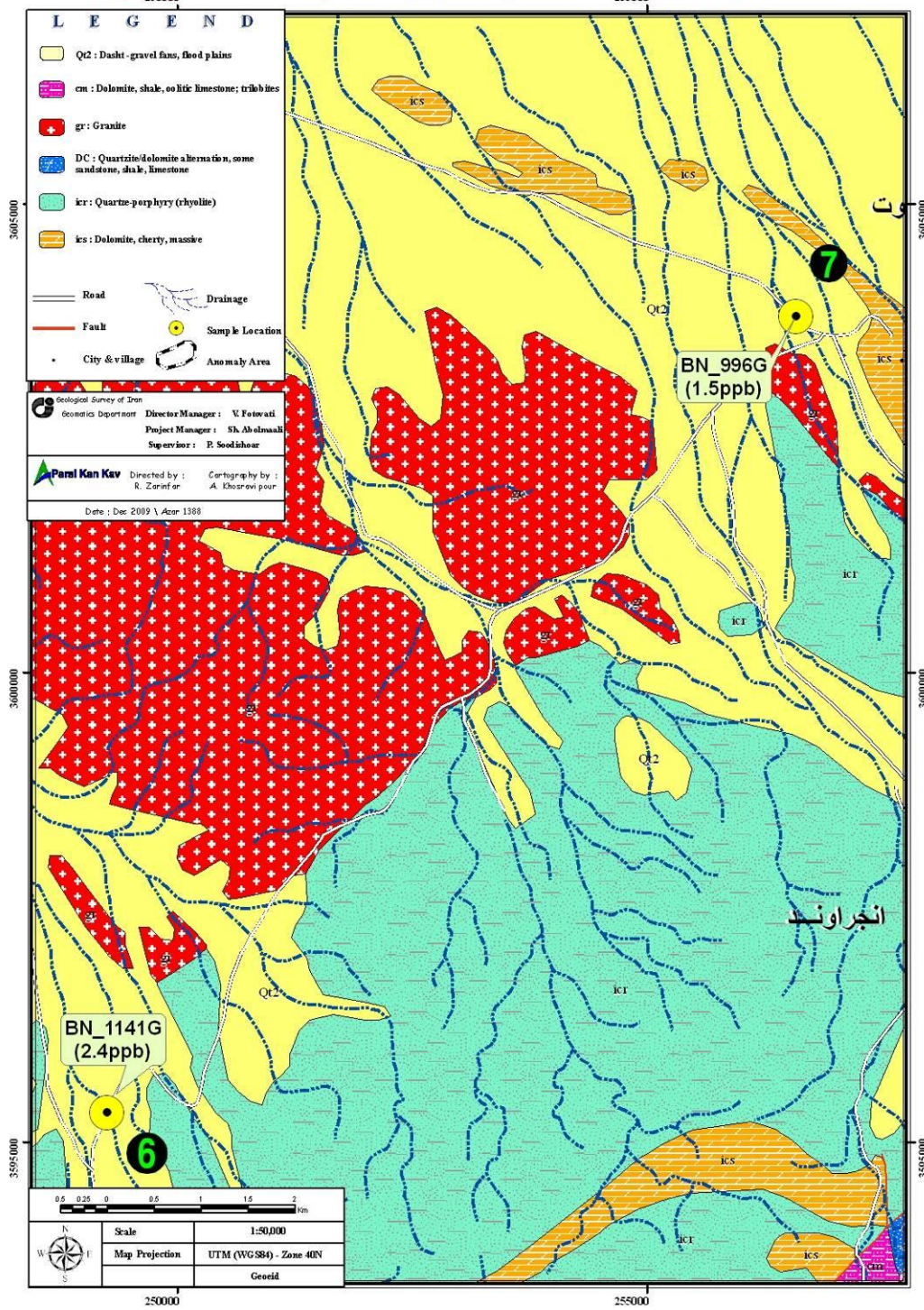


شکل ۶-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۶

- محدوده شماره ۷ (شکل شماره ۶-۷):

- شامل نمونه به شماره BN-996G و عیار طلا ۱/۵ ppb می باشد.
- موقعیت جغرافیایی محدوده به مختصات (Z- 40N، ۳۶۰۳۷۹۴، ۲۵۶۵۹۱) و در ۱ کیلومتری غرب روستای توت، منطقه شمال غربی خرانق واقع می باشد.
- مساحت محدوده آنومالی به میزان ۱۰ کیلومتر مربع می باشد.
- این محدوده از لحاظ زمین شناسی شامل آهک مرمری و دولومیت در قاعده ماسه سنگ، شیل و کنگلومرا، شیل و ماسه سنگ کوارتزیتی، تناوب دولومیت و کوارتزیت، کوارتز پورفیری (ریولیت) می باشد.
- در ارتباط با داده های ژئوفیزیک هوایی در مرکز محدوده Shallow depth و گسل ژئوفیزیکی با روند NE-SW مشاهده می گردد.
- در مشاهدات صحرائی آلتراسیون رسی مشاهده گردید.
- در این محدوده اندیس معدنی سرب و روی گزارش شده است.

مشخصات آنومالی شمال باختری خرانق - آنومالی شماره ۷ و ۶

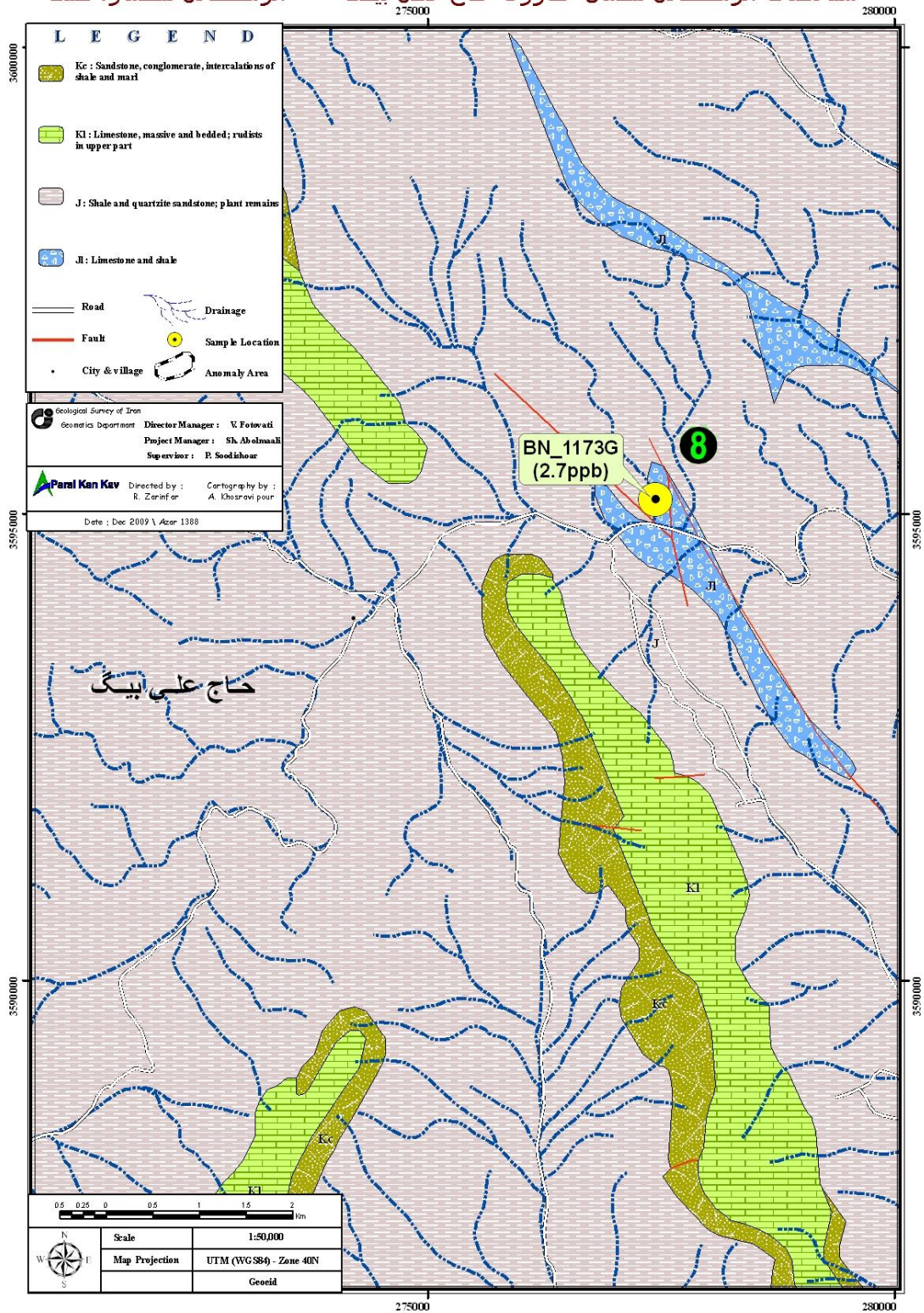


شکل ۶-۷: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۷

- محدوده شماره ۸ (شکل شماره ۶-۸):

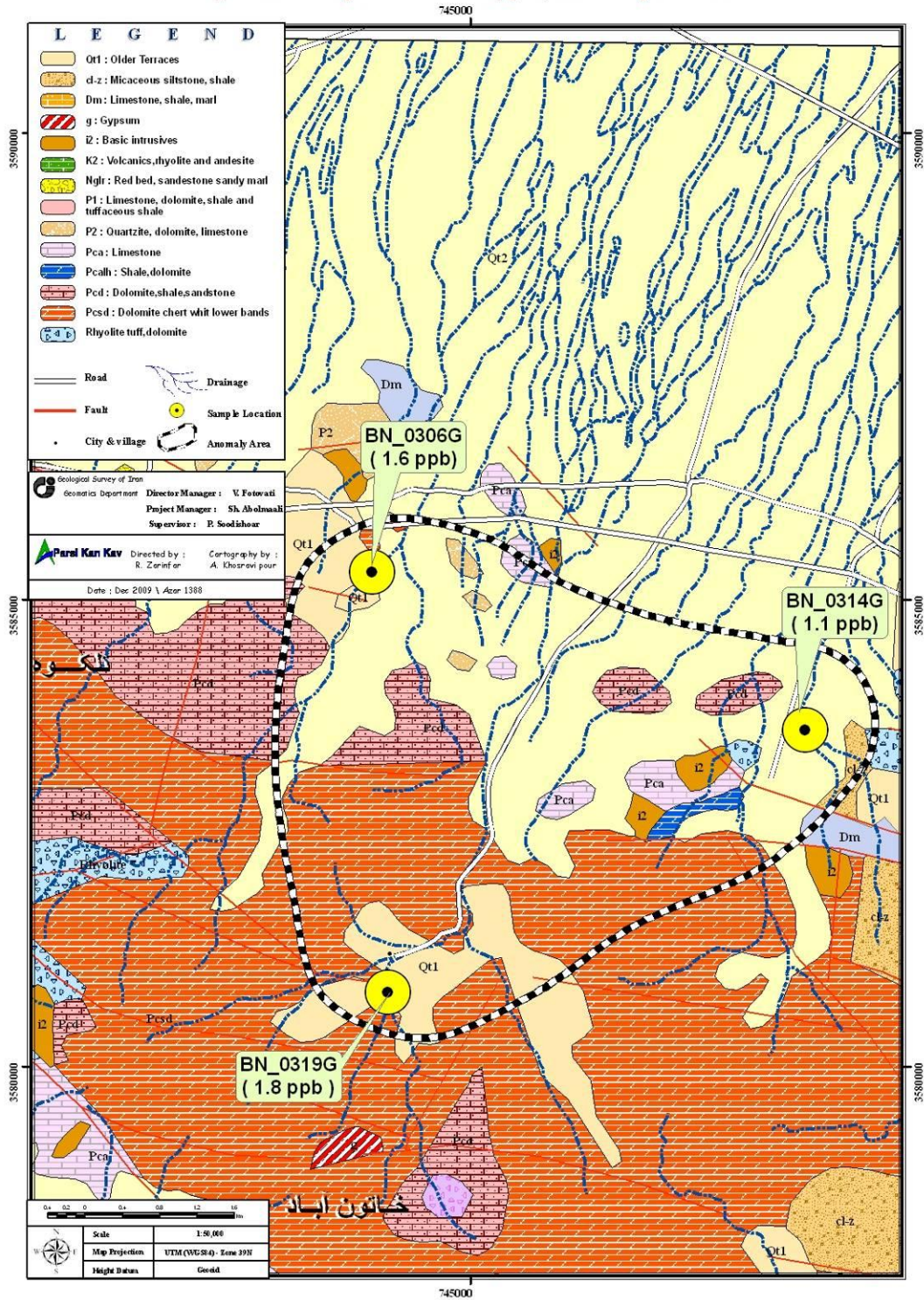
- شامل نمونه به شماره BN-1173G و عیار طلا ۲/۷ ppb می باشد.
- موقعیت جغرافیایی محدوده به مختصات (Z 40N ، ۳۵۹۵۱۴۹ ، ۲۷۷۴۴۳) و در ۳ کیلومتری شمال خاوری روستای حاج علی بیک واقع می باشد.
- مساحت محدوده آنومالی به میزان ۲/۵ کیلومتر مربع می باشد.
- این محدوده از لحاظ زمین شناسی شامل واحد آهک و شیل ژوراسیک بالایی و ماسه سنگ (ژوراسیک) می باشد.
- در ارتباط با داده های ژئوفیزیک هوایی این محدوده در خاور محدوده Shallow depth با روند N-S به فاصله ۱ کیلومتری قرار گرفته است.
- در پردازش تصاویر ماهواره ای و مشاهدات صحرایی دگرسانی مشاهده نگردید.
- حضور اندیس معدنی در اطراف این محدوده گزارش نشده است.

مشخصات آنومالی شمال خاوری حاج علی بیگ - آنومالی شماره هشت



شکل ۶-۸: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۸

مشخصات آنومالی جنوب عقدا - آنومالی ضعیف



شکل ۶-۹: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی ضعیف- جنوب عقدا

شکل ۶-۱۰: محدوده های امیدبخش شماره ۱ و ۳

شکل ۶-۱۱: محدوده های امیدبخش شماره ۲، ۴، ۵ و ۶

۳-۶ پیشنهادات

همچنانکه که مشاهده گردید در بخش نتیجه‌گیری تعداد ۸ محدوده که هر یک شامل یک یا چند نمونه می‌باشد، معرفی گردید که جهت ادامه عملیات اکتشافی پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد. موقعیت این محدوده‌ها در نقشه‌های ۶-۱ تا ۶-۷ آمده است.

- برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی (Silt sample) با چگالی بالا (حداقل ۵ نمونه بازای هر کیلومتر مربع) در محدوده‌های آنومالی

- کنترل صحرائی مناطق آنومال در حین نمونه‌برداری ژئوشیمیایی

- تفسیر نتایج حاصل از داده‌های ژئوشیمی و کنترل صحرائی حوضه‌های آنومال

- در صورت تایید کانه‌زایی طلا در هر یک از محدوده‌های آنومالی با توجه به وسعت هر محدوده می‌توان شرح خدمات متناسب ارائه نمود.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱.....	فصل اول کلیات
۲.....	۱-۱ مقدمه
۳.....	۲-۱ تاریخچه روش BLEG
۴.....	۳-۱ مقایسه روش BLEG با روش ژئوشیمی سنتی مبتنی بر ابعاد دانه‌ها
۶.....	۴-۱ نمونه‌های از موفقیت روش BLEG در اکتشاف طلا
۷.....	۵-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه و راه‌های دسترسی
۱۰.....	۶-۱ مطالعات پیشین
۱۱.....	۷-۱ مقدمه ای بر روش آنالیز BLEG در آزمایشگاه
۱۳.....	۸-۱ روش مطالعه و انجام پروژه
۱۶.....	فصل دوم زمین‌شناسی عمومی محدوده‌های مورد مطالعه
۱۷.....	۱-۲ مقدمه
۱۷.....	۲-۲ پالئوژئوگرافی ایران
۲۱.....	۳-۲ زمین‌شناسی ایران مرکزی
۲۵.....	۴-۲ چینه‌شناسی ایران مرکزی
۲۸.....	۵-۲ زمین‌ساخت ایران مرکزی
۳۰.....	۶-۲ متالوژنی ایران مرکزی
۳۵.....	فصل سوم طراحی و نمونه برداری
۳۶.....	۱-۳ مقدمه
۳۸.....	۲-۳ تعیین نوع هاله ژئوشیمیایی مورد نمونه برداری
۳۹.....	۳-۳ طراحی شبکه بهینه نمونه برداری
۴۲.....	۴-۳ عملیات صحرایی نمونه برداری
۴۳.....	۵-۳ نمونه برداری
۴۳.....	۶-۳ آماده سازی و آنالیز نمونه‌ها
۴۴.....	۷-۳ محاسبه خطای نمونه برداری و خطای آنالیز
۴۸.....	فصل چهارم پردازش داده‌ها
۴۹.....	۱-۴ مقدمه
۴۹.....	۲-۴ بررسی داده‌های سنسورد و غیر سنسورد
۵۱.....	۳-۴ پردازش‌های آماری متناسب با ماهیت داده‌ها
۵۳.....	۵-۴ معرفی مناطق آنومالی طلا
۵۵.....	فصل پنجم تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و معرفی مناطق امیدبخش
۵۶.....	۱-۵ مقدمه
۵۶.....	۲-۵ لایه زمین‌شناسی
۶۱.....	۳-۵ لایه ژئوفیزیک هوایی
۶۵.....	۴-۵ لایه اندیس‌های معدنی

.....۶۹	۵-۵ لایه تصاویر ماهواره‌های
.....۷۳	۵-۶ تکمیل داده های اطلاعاتی با آنومالی های طلای معرفی شده
.....۷۸	فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادات
.....۷۹	۶-۱ مقدمه
.....۷۹	۶-۲ نتیجه گیری (معرفی نواحی امید بخش)
.....۸۰	۶-۳ پیشنهادات

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۸	شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
۹	شکل ۲-۱: محدوده مطالعاتی و راه های دسترسی آن
۴۱	شکل ۱-۳: طراحی نمونه برداری بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه ندوشن
۵۸	شکل ۱-۵: نقشه زمین شناسی منطقه خرائق در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰
۵۹	شکل ۲-۵: نقشه زمین شناسی منطقه ساغند در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰
۶۰	شکل ۳-۵: نقشه زمین شناسی منطقه ندوشن در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰
۶۲	شکل ۴-۵: واحدهای ساختاری خرائق همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده
۶۳	شکل ۵-۵: واحدهای ساختاری ساغند همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده
۶۴	شکل ۶-۵: واحدهای ساختاری ندوشن همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده
۶۶	شکل ۷-۵: اندیس های معدنی خرائق همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده
۶۷	شکل ۸-۵: اندیس های معدنی ساغند همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده
۶۸	شکل ۹-۵: اندیس های معدنی ساغند همراه با نمونه های دارای آنومالی، واقع در محدوده
۷۰	شکل ۱۰-۵: تصویر ماهواره ای منطقه خرائق با نمونه های دارای آنومالی واقع در محدوده
۷۱	شکل ۱۱-۵: تصویر ماهواره ای منطقه ساغند با نمونه های دارای آنومالی واقع در محدوده
۷۲	شکل ۱۲-۵: تصویر ماهواره ای منطقه ندوشن با نمونه های دارای آنومالی واقع در محدوده
۸۱	شکل ۱-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۱
۸۴	شکل ۲-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۲
۸۶	شکل ۳-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۳
۸۸	شکل ۴-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۴
۹۰	شکل ۵-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۵
۹۲	شکل ۶-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۶
۹۴	شکل ۷-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۷
۹۶	شکل ۸-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی شماره ۸
۹۷	شکل ۹-۶: نقشه زمین شناسی و نمونه برداری در موقعیت آنومالی ضعیف- جنوب عقدا
۹۸	شکل ۱۰-۶: محدوده های امیدبخش شماره ۱ و ۳
۹۹	شکل ۱۱-۶: محدوده های امیدبخش شماره ۲، ۴، ۵ و ۶

فهرست جداول

صفحه

عنوان

.....۴۵.....	جدول ۳-۱ : مقادیر آنالیز طلای اصلی و تکراری مربوط به نمونه های Duplicate
.....۴۶.....	جدول ۳-۲: مقادیر آنالیز طلا نمونه های اصلی و تکراری مربوط به نمونه های Replica
.....۵:.....	جدول ۴-۱: تعداد نمونه های آنالیز شده و تعداد داده های سنسورد و غیرسنسورد گزارش شده
.....۵:.....	جدول ۴-۲: تعداد نمونه های تکراری، نمونه های آنالیز نشده، نمونه های شرکت داده شده در پردازش آماری
.....۵۲.....	جدول ۴-۲: مشخصات آماری داده های حاصل از آنالیز طلا به روش BLEG (هیستوگرام و نمودار Q-Q)
.....۵۳.....	جدول ۴-۳: معرفی مناطق آنومالی طلا
.....۷۳.....	جدول ۵-۱: موقعیت نمونه های آنومال طلا
.....۷۴.....	ادامه جدول ۵-۱: موقعیت نمونه های آنومال طلا
.....۷۵.....	ادامه جدول ۵-۱: موقعیت نمونه های آنومال طلا
.....۷۶.....	ادامه جدول ۵-۱: موقعیت نمونه های آنومال طلا
.....۷۷.....	ادامه جدول ۵-۱: موقعیت نمونه های آنومال طلا
.....۸۳.....	جدول ۶-۱: مشخصات مناطق هشت گانه امیدبخش