دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی گرایش اقتصادی

عنوان:

بررسی ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای، واحدهای سنگی و رگه‌های معدنی در نخیلاب- شمال غرب زاهدان

اساتید راهنما:

دکترمحمد بومری

دکترعلی‌اکبر دایا

تحقیق و نگارش:

نفیصه مزراعی

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره‌مند شده است)

بهمن ۱۳۹۳

باسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان " بررسی ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای،واحدهای سنگی و رگه‌های معدنی در منطقهٔ نخیلاب- شمال غرب زاهدان "، قسمتی از برنامهٔ آموزشی دورهٔ کارشناسی ارشد زمین‌شناسی توسط نفیصه مزراعی با راهنمایی دکتر محمد بومری و دکتر علی‌اکبر دایا تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزهٔ تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می‌باشد.

نفیصه مزراعی

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می‌شود و در تاریخ ..... توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
استاد راهنما:	دکتر محمد بومری		
استاد راهنما:	دکتر علی‌اکبر دایا		
داور ۱:	دکتر علی احمدی		
داور ۲:	دکتر حبیب بیابانگرد		
نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر محمدرضا بخشی محبی		

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب **نفیصه مزراعی** تعهد می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: نفیصه مزراعی

امضاء

تقدیم به:

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است

به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پرمهر پدرم

به سرسبزترین نگاه زندگیم، چشمان پرمهر مادرم

به خواهران عزیزم که در امر تحصیل و سایر امورات زندگی مرا یاری کردند

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره‌ای از دریای بی‌کران مهربانی‌تان را سپاس نتوان گویم.

امروز هستی‌ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما

ره‌آوردی گران‌سنگ‌تر از این ارزان نداشتم تا به خاک پایتان نثار کنم، باشد که حاصل تلاشم، نسیم گونه غبار خستگی‌تان

را بزداید.

تقدیر و تشکر

من علمنی حرفاً فقد صیرنی عبداً

به تحقیق آنکسی که به من کلامی بیاموزد مرا بنده خویش گردانیده است.

خداوند متعال را سپاس می‌گذاریم که در پرتو عنایات خاصه‌اش توفیقی عطا فرمود تا راهی که همواره ممدوح اولیاء الهی بوده است، گام برداریم. درود بی‌پایان خود را به اندیشمندانی که سیر علم و تحقیق را با راهنمایی‌ها و هدایت‌های خود همواره پر رونق نگاه داشته‌اند، تقدیم می‌دارم. پژوهش انجام شده با هدایت و راهنمایی اساتید بزرگوار و گرامی جناب آقای دکتر محمد بومری و جناب آقای دکتر علی اکبر دایا به اتمام رسیده است و لازم می‌دانم صمیمانه‌ترین تشکرات قلبی خود را بخاطر راهنمایی‌های ارزشمند ایشان ابراز نمایم. از داوران گرانقدر جناب آقای دکتر علی احمدی و جناب آقای دکتر حبیب بیابانگرد که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شدند، کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر محمدرضا بخشی محبی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی که مدیریت جلسه را بر عهده داشتند، متشکرم. همچنین از کلیه اساتید گرامی و ارجمندی که از محضر آن‌ها در طول تحصیل کسب فیض نموده‌ام تشکر و قدردانی نموده از خداوند بزرگ توفیق روز افزون آن بزرگواران را مسئلت می‌نمایم.

از دوستان عزیزم سیده راضیه علوی، نجمه هدایتی، فاطمه یاوری، مهری نجفی، الهام بهرام نژاد، ندا غلامی ، افسانه ناصری، زهرا مختاری و تمام کسانی که در تکمیل این پایان نامه اینجانب را یاری کرده‌اند نهایت تشکر و قدردانی را دارم، امیدوارم که همیشه سربلند و شادکام باشند.

چکیده:

منطقهٔ نخیلاب واقع در ۱۴۵ کیلومتری شمال‌غرب زاهدان قرار دارد. از نظر زمین‌شناسی این منطقه در مرز زون فیلیش شرق ایران و بلوک لوت واقع شده است. سنگ‌های منطقه شامل فلیش‌ها، گدازه‌های آندزیتی کرتاسه، توف‌های آندزیتی – داسیتی ائوسن است که در آن یک استوک دیوریتی تا کوارتز دیوریت نفوذ کرده اند.

هدف از این مطالعه بررسی اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای، رگه‌های سولفیدی و واحدهای اکسیدشده می‌باشد. نمونه‌ها از سه واحد متفاوت شامل رگه‌های سولفیدی، سنگ‌های اکسیدشده و رسوبات وقطعات بستر آبراهه انتخاب شدند که مقادیر طلا و دیگر عناصر برای ۱۶ نمونه به ترتیب توسط روش fire assay و آنالیز ICP تعیین شدند. نتایج پس از تلفیق با داده‌های پیشین موجود توسط نرم افزارهای مختلف مورد تجزیه و تحلیل های آماری قرار گرفتند، پارامتر های آماری، هیستوگرام توزیع پراکندگی و ضریب همبستگی عناصر ترسیم و تعیین شد. سپس با استفاده از GIS نقشهٔ پراکندگی هر عنصر جهت تعیین مناطق امید بخش تعیین گردید و در نهایت مقادیر زمینه، آستانه و آنومالی برای عناصر با استفاده از روش فراکتال محاسبه گردید.

بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین مقدار طلا در نمونه‌ها ۳۹۱۲ppb و بیشترین مقدار مس ۱۷۷۵۲ppm تعیین و همبستگی مثبت بین طلا و مس مشاهده گردید. براساس نقشه‌های ترسیم شده آنومالی طلا و مس در غرب بخش مرکزی منطقه و مرتبط با توده دیوریتی می‌باشند.

نتایج حاصل از روش‌های فراکتالی بر روی نمونه‌های رسوبی تأیید کنندهٔ نتایج آمار کلاسیک بوده و عناصر مس، نقره و آرسنیک را نزدیک به حد اقتصادی و محل آنومالی را منطبق بر واحد دیوریتی نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: اکتشاف ژئوشیمیایی، رسوبات آبراهه‌ای، نخیلاب، شمال‌غرب زاهدان، زون فلیش

فهرست مطالب:

۱. فصل اول کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی ۲

۱-۳- وضعیت آب و هوایی منطقه ۳

۱-۴- ویژگی‌های توپوگرافی ۴

۱-۵- پیشینه تحقیق ۴

۱-۶- طرح مسأله و سؤالات تحقیق ۷

۱-۷- فرضیات تحقیق ۸

۱-۸- اهداف تحقیق ۸

۱-۹- روش انجام تحقیق ۹

۲. فصل دوم زمین شناسی ۱۰

۲-۱- مقدمه: ۱۲

۲-۲- زمین‌شناسی ناحیه‌ای منطقه ۱۴

۲-۲-۱- بلوک لوت ۱۴

۲-۲-۲- حوضهٔ فلیشی شرق ایران ۱۵

۲-۲-۱- مجموعهٔ رتوک و نه ۱۶

۲-۳- زمین شناسی ناحیه مورد مطالعه ۲۲

۲-۳-۱- واحدهای سنگ‌شناسی ۲۲

۲-۳-۲- سنگ‌های نفوذی ۲۶

۲-۴- زمین‌شناسی ساختمانی ناحیه‌ای ۲۶

۲-۴-۱- گسل‌ها ۲۶

۲-۴-۲- چین‌ها ۲۸

۳. فصل سوم بررسی‌های ژئوشیمیایی ۲۹

۳-۱- مقدمه ۳۰

۳-۲- انتخاب محیط نمونه‌برداری ۳۰

۳-۳- طراحی شبکهٔ نمونه‌برداری ۳۱

۳-۴- عملیات صحرایی ۳۲

۳-۴-۱- مرحلهٔ شناسایی ۳۲

۳-۴-۲- انجام عملیات نمونه‌برداری ۳۲

۳-۵- آماده‌سازی و تجزیهٔ شیمیایی نمونه‌ها ۳۵

۳-۶- مطالعات دفتری و پردازش داده‌ها ۳۶

۳-۷- جایگزینی مقادیر سنسورد ۳۷

۳-۷-۱- روش‌های جایگزینی ساده ۳۷

۳-۷-۲- روش ترسیمی ۳۷

۳-۷-۳- روش بیشترین درست‌نمایی کوهن ۳۸

۳-۸- آزمون مقادیر خارج از ردیف ۳۸

۳-۸-۱- پارامترهای آماری ۳۹

۳-۹- توزیع فراوانی در حالت ساده: ۴۲

۳-۱۰- بررسی توزیع آماری داده‌های ژئوشیمیایی در منطقه مورد مطالعه: ۴۲

۳-۱۰-۱- طلا(Au) ۴۳

۳-۱۰-۲- نقره (Ag) ۴۷

۳-۱۰-۳- مس (Cu): ۵۰

۳-۱۰-۴- روی(Zn) : ۵۵

۳-۱۰-۵- مولیبدن (Mo): ۵۸

۳-۱۰-۶- آرسنیک (As): ۶۲

۳-۱۱- تعیین مقادیر زمینه، حد آستانه، آنومالی، ضریب کانی‌سازی و شاخص غنی شدگی: ۶۶
۳-۱۲- بررسی همبستگی عناصر در منطقه نخیلاب ۶۷
۳-۱۳- آنالیز خوشه‌ای ۶۹
۳-۱۴- محاسبهٔ ضریب کانی‌سازی عناصر (K) ۷۰
۳-۱۴-۱- طلا: ۷۰
۳-۱۴-۲- نقره: ۷۱
۳-۱۴-۳- مس: ۷۱
۳-۱۴-۴- مولیبدن: ۷۱
۳-۱۴-۵- آرسنیک: ۷۱
۳-۱۵- کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی: ۷۲
۳-۱۶- شاخص غنی‌شدگی ۷۳
۳-۱۷- پردازش داده‌های کانی سنگین ۷۴
۳-۱۸- تعیین مناطق امیدبخش ۷۵
۳-۱۹- مقایسهٔ رسوبات آبراهه‌ای، واحدهای سنگی و رگه های معدنی ۷۵
۴. فصل چهارم تعیین آنومالی به روش فراکتال ۷۸
۴-۱- مقدمه: ۷۹
۴-۲- جداسازی آنومالی از زمینه با استفاده از هندسهٔ فرکتال: ۷۹
۴-۳- اندازه‌گیری بُعد فرکتال: ۷۹
۴-۴- روش‌های تعیین بُعد فرکتالی الگوهای ژئوشیمیایی: ۸۱
۴-۴-۱- طیف توان: ۸۱
۴-۴-۲- روش عیار - تعداد: ۸۱
۴-۴-۳- عیار- مساحت: ۸۱
۴-۴-۴- عیار – محیط: ۸۲
۴-۵- تخمین حدآستانه‌ای به روش فرکتالی: ۸۳

۴-۶- تعیین آنومالی با استفاده از روش عیار - تعداد (N-S): ۸۳
۴-۶-۱- طلا: ۸۳
۴-۶-۲- نقره: ۸۴
۴-۶-۳- مس: ۸۵
۴-۷- آرسنیک: ۸۶
۴-۷-۱- مولیبدن (Mo): ۸۶
۴-۸- تعیین آنومالی با استفاده از روش عیار- مساحت: ۸۸
۴-۸-۱- طلا: ۸۸
۴-۸-۲- نقره: ۸۸
۴-۸-۳- مس (Cu): ۸۹
۴-۸-۴- آرسنیک (As): ۹۰
۴-۸-۵- مولیبدن (Mo): ۹۰
۴-۹- تعیین آنومالی با استفاده از روش عیار – محیط: ۹۱
۴-۹-۱- طلا (Au): ۹۱
۴-۹-۲- نقره (Ag): ۹۲
۴-۹-۳- مس (Cu): ۹۲
۴-۹-۴- آرسنیک (As): ۹۳
۴-۹-۵- مولیبدن (M0): ۹۳
فصل پنجم نتیجه گیری ۹۴

شکل ۱-۱- موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در ایران و استان ۲
شکل ۱-۲- نقشهٔ راه‌های دسترسی به منطقهٔ مورد مطالعه ۳
شکل ۱-۳- الف) کاهش ارتفاع به سمت غرب منطقه. ب) دیوارهٔ آهکی..... ۴
شکل ۲-۱- موقعیت ایران در کمربند کوهزایی آلپ - هیمالیا(Camp and Griffis, 1982)..... ۱۲
شکل ۲-۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه در نقشه پهنههای رسوبی- ساختاری ایران (آقانباتی، ۱۳۸۳) ۱۴
شکل ۲-۳- بخش شمالی حوضهٔ فلیش شرقی ایران که از دو مجموعه رتوک و سفیدآبه تشکیل شده است.
بلوک سیستان (افغان) و بلوک نه در دو طرف آن واقع شده‌اند (Tirrul et al.,1983). ۱۷
شکل ۲-۴- نقشهٔ ۱/۴۰۰۰۰ واحدهای سنگشناسی منطقهٔ مورد مطالعه..... ۲۴
شکل ۲-۵- آهک کرم رنگ حاوی فسیل نومولیت ۲۴
شکل ۲-۶-تناوب شیل، ماسه و آهک ۲۵
شکل ۲-۷- کنگلومرای چند سازه‌ای سخت نشده ۲۵
شکل ۲-۸- تصویر ماهواره ای از ساختارهای تکتونیکی در منطقه ۲۷
شکل ۲-۹- تصویر ماهوارهای و موقعیت گسل‌های اصلی منطقه (یاوری، ۱۳۹۳) ۲۷
شکل ۳-۱- رگهٔ سولفیدی برداشت شده حاوی پیریت..... ۳۱
شکل ۳-۲- محل نمونه برداری ها در محدودهٔ مورد مطالعه..... ۳۴
شکل ۳-۳- نمودارهای پراکندگی عنصر طلا در رسوبات آبراهه‌ای منطقه ۴۴
شکل ۳-۴- نمودارهای پراکندگی طلا در رگه‌های سولفیدی ۴۶
شکل ۳-۵- نقشهٔ هالهٔ ژئوشیمیایی طلا در منطقه نخیلاب ۴۶
شکل ۳-۶- نمودارهای پراکندگی عنصر نقره در رسوبات آبراهه‌ای..... ۴۸
شکل ۳-۷- نمودارهای توزیع پراکندگی نقره در رگه های سولفیدی ۴۹
شکل ۳-۸- نقشهٔ هالهٔ ژئوشیمیایی نقره در منطقهٔ نخیلاب..... ۵۰
شکل ۳-۹- نمودارهای توزیع پراکندگی مس در رسوبات منطقهٔ نخیلاب..... ۵۲
شکل ۳-۱۰ نمودارهای پراکندگی عنصر مس در رگه‌های سولفیدی ۵۴
شکل ۳-۱۱- نقشهٔ هالهٔ ژئوشیمیایی مس در منطقه نخیلاب..... ۵۴

شکل ۳-۱۲- نمودارهای پراکندگی عنصر روی در رسوبات آبراهه‌ای ۵۶
شکل ۳-۱۳- نمودارهای پراکندگی عنصر روی در رگه‌های سولفیدی ۵۷
شکل ۳-۱۴- نقشهٔ هالهٔ ژئوشیمیایی روی در منطقه..... ۵۸
شکل ۳-۱۵- نمودارهای پراکندگی عنصر مولیبدن در رسوبات آبراهه‌ای ۶۰
شکل ۳-۱۶- نمودارهای پراکندگی عنصر مولیبدن در رگه‌های سولفیدی ۶۱
شکل ۳-۱۷نقشهٔ هالهٔ ژئوشیمیایی مولیبدن در منطقه ۶۲
شکل ۳-۱۸- نمودارهای پراکندگی عنصر آرسنیک در رسوبات آبراهه‌ای ۶۴
شکل ۳-۱۹ - نمودارهای پراکندگی عنصر آرسنیک در رگه‌های سولفیدی ۶۵
شکل ۳-۲۰- نقشهٔ هالهٔ ژئوشیمیایی آرسنیک در منطقه..... ۶۵
شکل ۳-۲۱- نمودار آنالیز خوشه ای ۷۰
شکل ۴-۱- نمودار لگاریتمی عیار- تعداد و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی طلا در منطقهٔ نخیلاب ۸۴
. شکل ۴-۲- نمودار لگاریتمی عیار- تعداد و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی نقره در منطقهٔ نخیلاب ۸۵
شکل ۴-۳- نمودار لگاریتمی عیار- تعداد و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی مس در منطقهٔ نخیلاب ۸۵
شکل ۴-۴- نمودار لگاریتمی عیار- تعداد و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی آرسنیک در منطقهٔ نخیلاب ... ۸۶
شکل ۴-۵- نمودار لگاریتمی عیار- تعداد و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی مولیبدن در منطقهٔ نخیلاب ... ۸۷
شکل ۴-۶- نمودار لگاریتمی عیار- مساحت و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی طلا در منطقهٔ نخیلاب ۸۸
شکل ۴-۷- نمودار لگاریتمی عیار- مساحت و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی نقره در منطقهٔ نخیلاب ۸۹
شکل ۴-۸- نمودار لگاریتمی عیار- مساحت و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی مس در منطقهٔ نخیلاب ۸۹
شکل ۴-۹- نمودار لگاریتمی عیار- مساحت و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی آرسنیک در منطقهٔ نخیلاب ۹۰
شکل ۴-۱۰- نمودار لگاریتمی عیار- مساحت و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی مولیبدن در منطقه ۹۱
شکل ۴-۱۱- نمودار لگاریتمی عیار- محیط و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی طلا در منطقهٔ نخیلاب ۹۱
شکل ۴-۱۲- نمودار لگاریتمی عیار- محیط و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی نقره در منطقهٔ نخیلاب..... ۹۲
شکل ۴-۱۳- نمودار لگاریتمی عیار- محیط و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی مس در منطقهٔ نخیلاب ۹۲
شکل ۴-۱۴- نمودار لگاریتمی عیار- محیط و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی آرسنیک در منطقهٔ نخیلاب ۹۳
شکل ۴-۱۵- نمودار لگاریتمی عیار- محیط و نقشه تعیین محدودهٔ آنومالی مولیبدن در منطقهٔ نخیلاب ۹۴

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

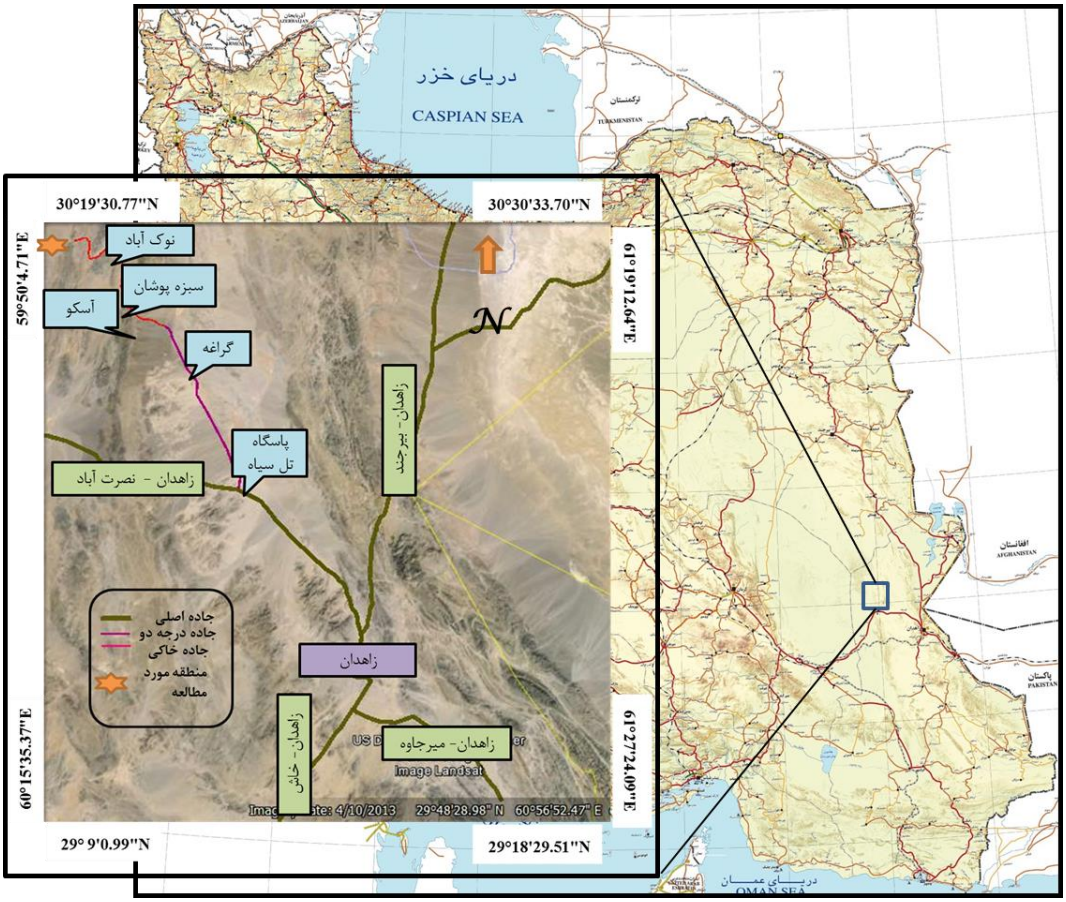
این پایان‌نامه، تحت عنوان "بررسی ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای، واحدهای سنگی و رگه‌های معدنی منطقهٔ نخیلاب" (شمال‌غرب زاهدان) نگارش شده است. این منطقه در جریان اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران به عنوان یکی از مناطق امیدبخش جهت اکتشاف مس و طلا معرفی گردیده است.

از آن‌جا که کوشش اصلی ژئوشیمی اکتشافی یافتن نهشته‌های جدید فلزی، غیرفلزی، ذخایر نفت خام و گاز طبیعی است، در تمام این موارد، انگیزهٔ این کوشش‌ها یکسان است و آن یافتن تمرکزهایی از یک یا چند عنصر، یا ترکیبات آن‌ها با غلظتی بالاتر از حد زمینه است، به نحوی که بتوان آن را تمرکز غیرعادی یا آنومالی تلقی کرد و امیدوار بود که این غلظت غیرعادی عناصر یا ترکیبات آن‌ها با کانی‌سازی و یا ذخایر هیدروکربوری در ارتباط باشد (حسنی پاک، ۱۳۸۱).

استفاده از چند روش ژئوشیمیایی بطور همزمان، می‌تواند حوضهٔ وسیع‌تری را تحت پوشش قرار دهد. لذا در این تحقیق کوشیده شده است تا با استفاده از ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای، لیتوژئوشیمی و مطالعهٔ کانی‌های سنگین به مطالعهٔ منطقهٔ موردنظر پرداخته تا مناطق امیدبخش جهت انجام مراحل اکتشاف تکمیلی معرفی گردد. کوشیده‌ایم با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی، روش‌های آماری و روش‌های جدید فراکتالی به پردازش آماری داده‌ها و ارائه الگوی پراکندگی عناصر و ارتباط بین دگرسانی و کانی‌سازی دست یابیم.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

نخیلاب از توابع استان سیستان و بلوچستان در ۱۴۵ کیلومتری شمال غرب زاهدان واقع شده است. منطقهٔ مورد مطالعه در موقعیت جغرافیایی "۱۵' ۱۸ ° ۳۰ تا" ۲۵ '۲۰ ° ۳۰ عرض شمالی و" ۱۵'۵۲° ۵۹ تا" ۳۰' ۵۳° ۵۹ طول شرقی قرار دارد. دسترسی به محدودهٔ مورد مطالعه از طریق جادهٔ آسفالتهٔ زاهدان- بم صورت می‌گیرد، با طی ۴۵ کیاومتر به سمت نصرت‌آباد پس از پاسگاه تل‌سیاه در مسیر گراغه - مس چهل‌کوره با پیمودن ۴۵ کیلومتر به جاده خاکی نوک‌آباد می‌رسیم. پس از طی ۳۵ کیلومتر به سمت روستای نوک‌آباد از کنار معدن منیزیت سفید سنگ پس از طی ۲۰کیلومتر در مسیر آبراهه‌ها به منطقهٔ مورد مطالعه می رسیم(شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- نقشهٔ راه‌های دسترسی به منطقهٔ مورد مطالعه

۱-۳- وضعیت آب و هوایی منطقه

آب و هوای منطقه معتدل متمایل به گرم و خشک بوده و تابستان‌های آن بسیار گرم و خشک و زمستان‌هایی سرد و خشک دارد. اختلاف دمای شبانه- روز در طول سال در منطقه زیاد است. ریزش‌های جوی به صورت باران‌هایی غالباً رگباری است که قسمت اعظم آن مربوط به فصول زمستان و اوایل بهار بوده و متوسط بارندگی سالانه در این منطقه ۵۰-۱۰۰ میلیمتر و میزان رطوبت نسبی آن کم می‌باشد. منطقه از نظر پوشش گیاهی فقیر و بیشتر، تیپ‌های رویش ماسه‌ای و بعضاً استپی می‌باشد (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، ۱۳۸۳).

از رودخانه‌های معروف منطقه می‌توان به رودخانهٔ فصلی نخیلاب اشاره نمود، که از ارتفاعات شرقی منطقه سرچشمه می‌گیرد و در نهایت با روند شرقی - غربی به سمت کویر لوت جریان می‌یابد (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی، ۱۳۸۳).

۱-۴- ویژگی‌های توپوگرافی

در قسمت مرکزی محدودهٔ مورد مطالعه واحدهای آتشفشانی، ارتفاعات منطقه را میسازند. هر چه از مرکز به سمت غرب پیش می‌رویم، به دلیل افزایش فرسایش واحدهای سنگی که به سبب آلتراسیون سست شده‌اند، ارتفاع کم شده و در نهایت در بخش غربی به سطح صاف و پست کویر لوت می‌رسیم (شکل الف). در بخش شرقی واحد رسوبی آهکی فسیل‌دار بر روی واحدهای آتشفشانی رانده شده که به دلیل سختی و پایداری زیاد دیواره های مرتفعی را ایجاد کرده است (شکل ب)(شکل ۱-۳).

شکل ۱-۳- الف) کاهش ارتفاع به سمت غرب منطقه. ب) دیوارهٔ آهکی

۱-۵- پیشینه تحقیق

روش‌های آماری مختلفی برای جداسازی و تشخیص مناطق آنومالی از زمینه توسعه یافته است که می‌توان آن‌ها را به دو گروه روش‌های ۱. ساختاری و ۲. غیر ساختاری تقسیم نمود (حسنی پاک، ۱۳۸۰).

در این پژوهش از مقایسه روش غیر ساختاری "برآورد حد آستانه‌ای براساس میانه و انحراف معیار" و و روش ساختاری "جداسازی آنومالی از زمینه با استفاده از هندسه فرکتال" استفاده شده است.

مطالعات اکتشافی در گذشته، عمدتاً بر مبنای تجارب به دست آمده از معدن‌کاران بوده است. در آن زمان نهشته‌هایی که به نحوی در سطح زمین ظاهر می‌شدند (نهشته‌هایی که در نتیجهٔ پراکندگی کانی‌های سنگین در رسوبات رودخانه‌ای تشکیل شده‌اند، به ویژه آن‌هایی که در کمربندهای شناخته شدهٔ کانی‌سازی دنیا قرار داشته‌اند) بیشتر مورد توجه قرار می‌گرفت (Levinson, 1974).

روش‌های جدید ژئوشیمی اکتشافی در اوایل سال ۱۹۳۰ برای اولین بار در اتحاد جماهیر شوروی و پس از مدت کوتاهی در کشورهای اسکاندیناوی به ویژه سوئد به کار گرفته شد. اولین برنامهٔ اکتشافی در مقیاس بزرگ در سال ۱۹۳۲ به‌وسیلهٔ زمین‌شناسان اتحادجماهیر شوروی انجام شد.(Levinson, 1974).

در اغلب کشورهای غربی به‌جز در موارد بسیار خاص، ژئوشیمی اکتشافی تا بعد از جنگ جهانی دوم توجه چندانی را به خود جلب نکرد. در سال ۱۹۷۵ مطالعات بیوژئوشیمیایی وارن و همکارانش[1] در کانادا موجب کشف آنومالی‌هایی از عناصر Zn ,Cu در روی یک نهشتهٔ کانسار فلزی که از قبل شناخته شده بود گردید. به دنبال آن مطالعاتی در مورد خاک‌ها، آب‌ها و رسوبات رودخانه‌ای برای بدست آوردن ارتباط بین ماهیت آنومالی احتمالی و نهشته‌های کانساری انجام گرفت (Levinson 1974).

در کشور ما "ژئوشیمی اکتشافی" از اواسط دههٔ ۱۳۴۰ به عنوان روشی برای کشف توده‌های کانساری فلزی و غیرفلزی در سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی پیدایش و سپس توسعه یافته است (حسنی پاک، ۱۳۸۰)

اساس روش اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای بر مبنای هالهٔ ثانویهٔ انتقال یافتهٔ نمایان (بر مبنای طبقه بندی Solovov,1987) قرار دارد. این هاله‌ها در واقع بر اساس مهاجرت عناصر در رسوبات آبراهه‌ای ایجاد می‌شود (یزدی، ۱۳۸۱).

از نمونهٔ کارهای انجام گرفته در ایران در حوزهٔ ژئوشیمی اکتشافی در شاخهٔ رسوبات آبراهه‌ای می‌توان به کارهای مظفری،ع،. ۱۳۷۹، موسوی،م.،۱۳۷۹، اخلاقی،ج.، ۱۳۸۲، دایا،ع.ا.،۱۳۸۲، جاودانی،ع.،۱۳۸۳، طباطبایی،ی.،۱۳۸۴، درویشی وهمکاران ۱۳۹۰ و ... اشاره کرد.

بررسی ذخایر معدنی توسط مطالعات ژئوشیمی سنگ‌ها (لیتوژئوشیمی) از روش‌های مفید جهت شناسایی کانسارهای پنهان است. از جمله تحقیقاتی که به روش لیتوژئوشیمی بر روی این دسته از کانسارها، انجام شده است می‌توان موارد ذیل را نام برد:

نقش لیتوژئوشیمی در اکتشافات منطقه‌ای مواد (Koval,1984).

بررسی لیتوژئوشیمی نمونه‌های درون‌زاد، سوپرژن و سنگ‌پوش شسته شده، کانسار مس پورفیری برگ، بریتیش کلمبیا (Heberlin et.al.,1984).

[1] Warren et al.

در استان سیستان و بلوچستان پروژه‌های اکتشاف ژئوشیمیایی بسیاری توسط سازمان‌ها و افراد مختلف انجام گرفته است از این میان می‌توان به کارهایی چون:

بررسی‌های ژئوشیمیایی در حوزهٔ معدن چهل‌کوره (وثوق زاده، ۱۳۵۱).

اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه‌های اسپکه، بزمان چانف، هودیان، ایرانشهر و بمپور، (همتیان و همکاران ۱۳۸۲).

گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی آبراهه‌ای چانف و کاروانسر (سازمان زمین شناسی ۱۳۸۳) اشاره نمود.

به طور کلی در محدودهٔ نقشهٔ زمین‌شناسی نخیلاب و بر روی آنومالی‌های مورد نظر مطالعات چندانی صورت نپذیرفته است. از جمله مطالعات انجام شده در منطقه و در مقیاس‌های گوناگون می توان به :

مطالعات زمین‌شناسی انجام گرفته در قالب تهیهٔ نقشهٔ ۱/۲۵۰۰۰۰ نخیلاب (آبسرد)(باباخانی و همکاران، ۱۳۶۷).

گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی در محدودهٔ برگهٔ ۱/۱۰۰۰۰۰ نخیلاب که طی آن منطقه به عنوان آنومالی برای عناصر طلا و مس معرفی شده است(سازمان زمین‌شناسی ، ۱۳۸۳).

مطالعات لیتوژئوشیمیایی، کانی شناسی و دگرسانی آنومالی مس نخیله که در آن با توجه به منطقه‌بندی دگرسانی‌های موجود در منطقه که الگویی مشابه با کانسارهای پورفیری را تداعی می کند و نیز با توجه به پراکندگی و همبستگی عناصر مختلف در منطقه، کانی‌زایی مس در منطقهٔ نخیلاب را به عنوان یک اندیس پورفیری از نوع طلا و مس دانسته‌اند (یاوری،۱۳۹۳) اشاره نمود.

با توجه به اینکه روش‌های آمار کلاسیک بر مبنای برخی کمیّت‌ها مانند میانگین و انحراف معیار هستند، بنابراین قادر به تشخیص آنومالی‌ها با مقادیر بالای زمینه و حتی آنومالی‌های ضعیف در مناطقی با ذخایر معدنی شناخته شده نیستند (Bai et al., 2010).

نتایج حاصل از روش‌های سنتی مبتنی بر آمار کلاسیک تا مدّت‌ها به عنوان تنها روش‌های تحلیل مورد استفاده قرار می‌گرفتند که دارای نقایصی از قبیل شرط توزیع نرمال، حذف تعدادی از داده‌ها به عنوان خارج از ردیف، عدم توجه به توزیع فضایی داده‌ها و نیز عدم توجه به شکل هندسی آنومالی‌ها می‌باشد (Davis,2002).

در سال ۱۹۸۳ هندسهٔ فرکتال توسط پروفسور بنویت ماندلبروت[1] بنیان نهاده شد. روش‌های مبتنی بر هندسهٔ فرکتال با توجه به خصوصیاتی چون استفاده از تمام داده‌ها، در نظر گرفتن پارامتر ساختار و موقعیت فضایی نمونه‌ها و توجه به نوع توزیع داده‌ها از بهترین روش‌ها در جدایش آنومالی ژئوشیمیایی از زمینه می باشد (Chang et al., 1994).

در این میان، روش‌های عیار- مساحت، عیار- محیط، عیار- تعداد و طیف توان- مساحت در علوم زمین و در تحلیل اشکال پیچیدهٔ زمین‌شناسی بسیار کاربرد دارند. ذکر این نکته حائز اهمیت است که روش‌های فرکتالی برای جدایش زون‌های ژئوشیمیایی و کانی‌زایی در اکتشاف معدن، زمین‌شناسی اقتصادی و ژئوفیزیک و ... کاربرد دارند (صادقی، ۱۳۹۰).

۱-۶- طرح مسأله و سؤالات تحقیق

منطقهٔ نخیلاب ، از نظر زمین‌شناسی در مرز غربی حوضهٔ فیلیش شرق ایران و لبهٔ بلوک لوت قرار دارد. واحدهای سنگی منطقه برحسب ترتیب سنی از قدیم به جدید عبارتند از: گدازه‌های آندزیتی کرتاسه، گدازه های آندزیتی- داسیتی پورفیری ائوسن، سنگ آهک نومولیت‌دار، رسوبات فلیش‌گونه و رسوبات آبرفتی و رسوبات بادی کواترنری کویر لوت. سنگ‌های آذرین منطقهٔ نخیله، متأثر از سیالات گرمابی ناشی از نفوذ توده دیوریتی و آب‌های جوی دچار دگرسانی شده و هاله‌های دگرسانی را به وجود آورده‌اند. در منطقهٔ نخیله دو دگرسانی اصلی سریسیتیک (فیلیک) و پروپلیتیک به دلیل گسترش وسیع به راحتی قابل تشخیص است. در برخی از قسمت‌ها توده‌های آرژیلیکی شده نیز به چشم می‌خورد که گسترش محدودی دارند. سیلیسی‌شدن نیز سنگ‌های منطقه را تحت تأثیر قرار داده است. منطقه در حد فاصل دو شاخهٔ گسل نهبندان (گسل کهورک و نصرت آباد) واقع گشته است و به همین لحاظ برای کانی‌زایی منطقه‌ای مناسب و مستعد به شمار می رود. محدودهٔ مورد نظر یکی از مناطق امید بخش در ارتباط با عناصر طلا و مس می‌باشد که در برگهٔ ۱/۲۵۰۰۰۰ نخیلاب معرفی شده است. در نمونه‌های مینرالیزه از این منطقه طلا در حد آنومالی و در حد 6260ppb گزارش شده است (سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۸۳). تودهٔ دیوریتی در سنگ‌های آندزیتی نفوذ کرده و موجب دگرسانی و نیز کانی‌زایی در آن‌ها گردیده است.

[1] Mondelbort

در مطالعات پیشین رسوبات موجود در آبراهه‌های قطع کنندهٔ منطقهٔ کانی‌زایی شده و نیز رگه‌های حاوی پیریت و واحدهای سنگی مینرالیزه مورد توجه واقع نشده‌اند. . با توجه به اینکه در منطقه، مطالعات معدودی در زمینه مسائل اکتشافی انجام شده، پرسش‌های بی‌پاسخ بسیاری در رابطه با آن وجود دارد. لذا در این پژوهش سعی بر این است تا موارد نقصان بررسی شده و اطلاعات بیشتر و دقیق‌تری از منطقه فراهم آورده شود. چرا که اگر بواقع این منطقه به لحاظ آنومالی مس و طلا حائز اهمیت باشد، دورنمای مثبتی خواهد داشت. از این‌رو تلاش شده است تا حد امکان برای مسائل مطرح شده در ذیل پاسخ مناسب و صحیح ارائه گردد.

۱. آیا در بررسی ژئوشیمیایی رسوبات و سنگ‌ها می‌توان نشانه‌ای از کانی‌زایی در منطقه یافت؟

۲. منبع، محل، میزان و عوامل تمرکز کانی‌زایی و آنومالی‌ها چه بوده و آیا این تمرکز نشانه پتانسیل اقتصادی در محل است؟

۳. چه ارتباطی بین مقادیر عناصر آنومال در هر کدام از واحدهای مورد مطالعه وجود دارد؟

۱-۷- فرضیات تحقیق

با توجه به گزارش ارائه شده توسط سازمان زمین‌شناسی و منابع معدنی ایران و نیز کارهای انجام گرفته پیشین مبنی بر آنومال بودن مس و طلا در منطقهٔ مزبور و نیز احتمال حضور یک کانسار پورفیری فرضیات ارائه شده در ذیل مطرح می‌گردد:

۱- مقدار طلا و مس در رسوبات و واحدهای سنگی منطقهٔ نخیلاب آنومال هستند .

۲- منبع تأمین عناصر آنومال، رگه های معدنی و توده‌های نفوذی می‌باشند.

۱-۸- اهداف تحقیق

هدف کلی انجام مطالعات ژئوشیمیایی به منظور شناسایی آنومالی‌های احتمالی عناصر مختلف و الگوی تمرکز آن‌ها است از این‌رو به برای دست‌یابی به این مهم، موارد ذیل مورد بررسی قرار خواهند گرفت:

۱- بررسی ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای، سنگ‌ها و رگه‌های معدنی در جهت تعیین آنومالی مس و طلا.

۲- تعیین مقادیر مس و طلا و عناصر ردیاب معرف آن‌ها در واحدهای زمین‌شناسی مورد مطالعه .

۳- شناسایی تمرکز عناصر و عوامل آن .