

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره یازده، بهمن ماه ۹۹

بررسی اثرات زیست محیطی و زمین پزشکی عناصر سنگین با استفاده از تکنولوژی

سنجش از دور و ژئوشیمی (مطالعه موردی منطقه پلنگ دره و کانسار دالی واقع در استان مرکزی)

رها صالحی^۱

علیرضا قراگوزلو^{۲*}

a_gharagozlo@sbu.ac.ir

سارا یوسفی فر^۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: غلظت بالای عناصر بویژه عناصر سنگین در محیط زیست همواره مشکلات فراوانی را به دنبال دارد که تهدیدی برای جانوران و گیاهان محسوب می شود به همین دلیل تعیین غلظت عناصر سنگین برای ارزیابی کیفیت محیط زیست و ایجاد محیط امن تر در منطقه لازم و ضروری است. بالای عناصر سنگین به صورت زمین زاد (ژئوژنیک) و انتشار آن در منطقه بویژه در مناطق حفاظت شده، لطمات جبران ناپذیری را به محیط زیست وارد میسازد.

روش بررسی: در این پژوهش مطالعات دورسنجی با توجه به داده های ETM و ASTER برای تعیین آلتراسیون های منطقه و ساختارها و همچنین مطالعات ژئوشیمیایی به منظور تعیین نحوه گسترش و علل پراکندگی عناصر سنگین زیست محیطی و انتشار آن ها در منطقه پلنگ دره و معدن دالی و نهایتاً تفسیر زیست محیطی انجام شده است. حدود ۴۷۱ نمونه مورد پردازش قرار گرفته که ۶۲ نمونه در منطقه پلنگ دره قرار داشت. آنالیز مربوط به نمونه های منطقه پلنگ دره به روش ICP-OES، ICP انجام شده است.

یافته ها: پس از پردازش داده های شیمیایی و تجزیه و تحلیل آماری، نمودارها و نقشه های آنومالی عناصر رسم شده اند و در نهایت جوامع آماری نسبت به معیار جهانی (WHO (World Health Organization) مورد بررسی قرار گرفته است.

بحث و نتیجه گیری: در نهایت مشخص شده است که میزان بالای عناصر در منطقه به صورت زمین زاد می باشد. لذا با توجه به اینکه این منطقه بعنوان محل حفاظت شده حصار کشی شده است و معدن دالی نیز در این منطقه می باشد، از لحاظ زمین شناسی پزشکی بررسی و راهکارهای مناسب جهت کاهش عوامل محیطی و انسانی ارائه شده است.

واژه های کلیدی: پلنگ دره، کانسار دالی، عناصر سنگین، زمین پزشکی، اثرات زیست محیطی.

۱- کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

۲- دانشیار گروه حمل و نقل و ژئوتکنیک، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۳- استاد مدعو گروه زمین شناسی زیست محیطی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

Study of environmental impacts and geo-medical of heavy elements by using remote sensing technology and geochemistry

(A case study about Palang Dareh region and Dali deposits in central province)

Raha Salehi¹
Alireza Gharagozlou^{2*}
a_gharagozlo@sbu.ac.ir
Sara Youseffifar³

Admission Date: June 7, 2017

Date Received: December 7, 2016

Abstract

Background and objective: High concentration of elements (particularly heavy elements) have been always associated with environmental problems in terms of threats for local animals and plants, making it necessary to determine the concentration of heavy elements when assessing environmental quality. Geogenically high concentration of heavy elements and their spread across protected zones tend to impose irreparable damages to regional environment .

Method: In the present research, remote sensing studies based on ETM and ASTER data were undertaken to determine regional alterations and structures, and geochemical studies were performed to determine how and why environmentally heavy elements are spread across Palang-Darreh region and Dali deposit located in Markazi province, with the results finally compiled into an environmental interpretation. Approximately, a total of 471 samples were processed, of which 62 samples were taken from Palang-Darreh area. The samples taken from Palang-Darreh area were analyzed via ICP and ICP-OES methods.

Findings: Once finished with processing and statistically analyzing the chemical data, elemental anomaly diagrams and maps were prepared and, finally, statistical populations were investigated with respect to the international criteria set by WHO (World Health Organization) .

Discussion and Conclusion: It was indicated that, high concentration of some elements across the area was of geogenic nature. Since this location is a protected area and Dali mine is situated here, so survey of medical geology studies and proper solutions were presented to lower human and environmental of locations.

Keywords: Palang-Darreh, Dali Deposit, heavy elements, Environmental impact assessment.

1- Graduate school of the natural resources and environment, department of environmental geology, science and research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Associate Professor of Faculty of civil, water and environmental engineering, Shahid Beheshti University. *(Corresponding Author)

3- Assistant Professor, Graduate school of the natural resources and environment, department of environmental geology, science and research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

مقدمه

صحیح از نوع، غلظت و گسترش آلوده کننده های محیطی به همراه نحوه توزیع فضایی آن ها نه تنها می تواند موجب شناسایی خطر موجود برای سلامتی انسان و دیگر موجودات باشد بلکه از انتخاب گزینه مناسب برای جلوگیری از گسترش آلودگی و درمان آن بسیار اساسی است. (۳).

۲- موقعیت جغرافیائی و راه های دسترسی

منطقه حفاظت شده پلنگ دره در ورقه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ سلفچگان- خورمه با موقعیت جغرافیایی ۳۴°۱۸'N و ۵۰°۲۱'۳۰"E در استان مرکزی واقع شده است. این منطقه با وسعتی معادل ۳۱ هزار و ۷۳۵ هکتار در جنوب غربی و ۵۰ کیلومتری شهرستان قم واقع شده است (شکل ۱). همچنین کانسار دالی داخل منطقه پلنگ دره محدوده جغرافیایی ۳۰°۱۸' تا ۳۴°۱۸' عرض شمالی و در قسمت جنوب شرقی پلنگ دره (کوه سخت حصار) قرار گرفته است. کانسارمس- طلا پورفیری دالی در دویست کیلومتری جنوب غرب تهران و در ۶۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان اراک (مسیر جاده اراک- سلفچگان) قرار دارد (شکل ۲).

محدوده مورد مطالعه در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی سلفچگان -خورفه قرار دارد و عواملی که ممکن است به طور طبیعی (ژئوژنیک) و یا به صورت انسان زاد (آنتروپوژنیک) بر روی خاک یا زیستگاهها تاثیر گذاشته باشد، با توجه به تصاویر ماهواره ای و همچنین مطالعات ژئوشیمی مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این مطالعه بررسی عناصر سنگین بر روی خاک و ارتباط آن با سلامتی موجودات بالاخص منطقه حفاظت شده پلنگ دره است. عناصر اصلی و غیر اصلی سنگ بستر یا خاک ممکن است تحت شرایط خاصی به تهدیدی مستقیم برای سلامتی انسان ها یا حیوانات تبدیل شوند و دلیل اساسی ناهنجاری ارگانسیم ها و مسمومیت ها باشند. وجود عناصر سمی در خاک و سنگ، چه بر اثر واکنش های ژئوشیمیایی طبیعی چه بر اثر فعالیت های انسانی، معمولا به طور غیرمستقیم بر سلامتی انسان اثر می گذارد. وجود عناصر سمی در خاک و سنگ، چه بر اثر واکنش های ژئوشیمیایی طبیعی چه بر اثر فعالیت های انسانی، معمولا به طور غیرمستقیم بر سلامتی انسان اثر می گذارد (۱). آلودگی های محیطی و انتشار آن می تواند سلامت موجودات از جمله انسان و حیوانات را تهدید نماید و منجر به بیماری هایی شود (۲). بنابراین درک



شکل ۲- الف) برگه ۱/۲۵۰۰۰۰ و محدوده مورد مطالعه

Figure 2. 1/250000 survey of Qom and location of the study area

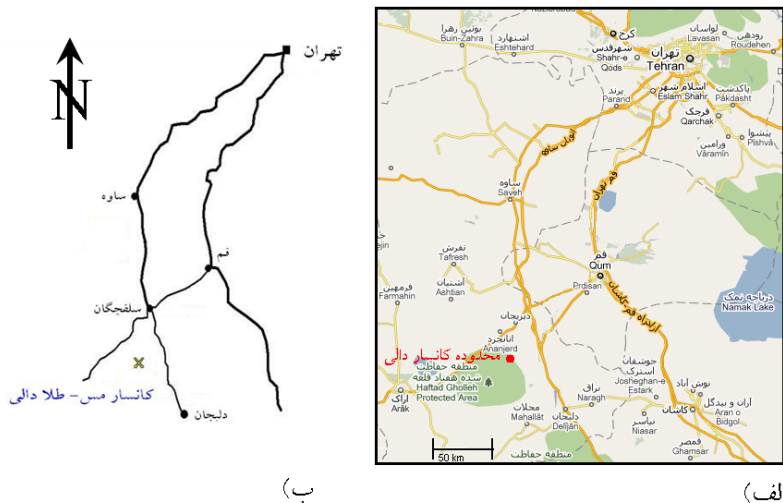
شمال شرق به سلفچگان محدود میشود (۴) (شکل ۳). همان طوری که در (شکل ۴) نشان داده شده است، محدوده اصلی دگرسانی و کانی سازی مس- طلای کانسار دالی در حدود چهار کیلومتر در یک و نیم کیلومتر را پوشش می دهد. (۵)



شکل ۱- محدوده پلنگ دره

Figure 1. Pallan Darrah Area

راه دسترسی به معدن دالی از طریق جاده اصلی اراک - دلیجان و جاده گاز و یا از طریق جاده دلیجان- سلفچگان و مسیر روستای راهه میسر می باشد. روستای راهه و کهک نزدیک ترین روستاها به محدوده اکتشافی هستند. این منطقه از جنوب به محلات، جنوب شرق به دلیجان، جنوب غرب به اراک و از



شکل ۳- الف) راههای دسترسی به محدوده مورد مطالعه

Figure 3. Access roads in the study area



شکل ۴- تصویر ماهواره ای موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه (سارا یوسفی فر ۱۳۸۹)

Figure 4. Satellite images of geographic location and access roads to the area (Sara Yousefifar 1390)

زمین شناسی منطقه

سال پیش) تشکیل شده است. سنگ های تشکیل دهنده آن اساسا سنگ های آتشفشانی با ترکیب متوسط (عمدتا دارای ترکیب آندزیتی) می باشد. در (شکل ۵) موقعیت کانسار دالی در کمان ماگمایی ارومیه دختر نشان داده شده است (۷).

محدوده مورد مطالعه از نظر زمین شناسی در نوار ماگمایی ارومیه- دختر و مرز زون آتشفشانی رسوبی سیرجان قرار گرفته است که هر دو زون در اثر پدیده فرورانش و بسته شدن اقیانوس نئوتتیس هستند (۶). نوار ماگمایی ارومیه- دختر در ارتباط با فرورانش صفحه اقیانوسی نئوتتیس و متعاقبا صفحه عربی به زیر ایران و در زمان میوسن میانی (حدود ۱۳ میلیون

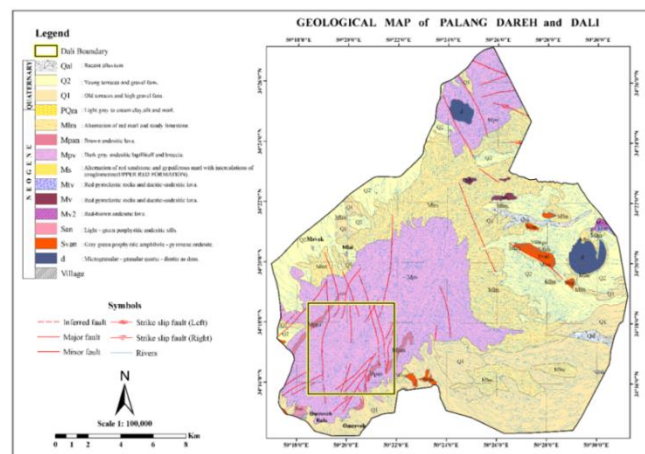


شکل ۵- موقعیت کانسار دالی در کمان ماگمایی ارومیه دختر (۷)

Figure 5. Dali deposit location in magmatic arc Uromia Dokhtar (7)

گذازه های آندزیتی و منطقه دالی دارای لاپیلی توف و برش های آندزیتی خاکستری تیره به سن میوسن بالایی- پلیوسن پایینی می باشد (۸). این سنگ های آذرآواری با ترکیب، بافت و رنگ متفاوت دارای میان لایه هایی از گذازه های آندزیتی- آندزیتی بازالتی می باشند (۹ و ۱۰). سنگ های منطقه دالی هورنبلاند بیوتیت کوارتز دیوریت می باشد.

چینه شناسی منطقه مورد مطالعه براساس نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ سلفچگان- خورمه می باشد. همان طور که در (شکل ۶) مشاهده می شود در منطقه پلنگ دره نهشته های کواترنری و میوسن- پلیوسن و در منطقه دالی نهشته های میوسن - پلیوسن ، محدوده را دربر گرفته است که به ترتیب منطقه پلنگ دره شامل واحدهای آبرفتی قدیم و جدید، واحد مارن و آهک ماسه ای- سیلتی، لاپیلی توف و توف برش خاکستری تیره و



شکل ۶- موقعیت منطقه پلنگ و کانسار دالی بر روی نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ سلفچگان- خورمه (رها صالحی ۱۳۹۵)

Figure 6. Pallang Darre area and Dali deposit location on the part of geographical map 1:100000 Salafjegan-khorheh (Raha Salehi 1395)

شده است. این منطقه در شمال منطقه حفاظت شده ۷۰ قله استان مرکزی واقع شده و حدود چندین کیلومتر مرز مشترک

منطقه حفاظت شده پلنگ دره در استان مرکزی و با وسعتی حدود ۳۱ هزار و ۷۳۵ هکتار در جنوب غربی شهرستان قم واقع

۳. تجزیه و تحلیل نتایج

روش تحقیق

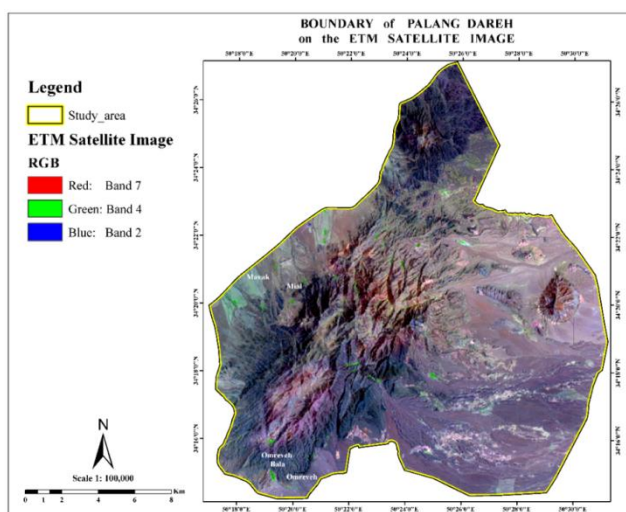
با استفاده از نرم افزار ENVI، ArcMap ، تصاویر ماهواره ای (ETM)، (ASTER) منطقه، مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین با استفاده از نرم افزار اکسل، SPSS ، میزان آنومالی عناصر مشخص و همچنین با روش فرکتال میزان عیار بعضی عناصر مشخص گردید و در نهایت نقشه های ژئوشیمیایی مربوطه رسم و مورد بررسی قرار گرفت.

مشخصات داده های ماهواره ای محدوده پلنگ دره و

کانسار دالی

در این منطقه با استفاده از داده های ماهواره ای ASTER و ETM^+ گروه های معینی از کانی ها مرتبط با دگرسانی ها در سطح شناسایی شده است. با توجه به داده های ASTER و ETM^+ استفاده از نرم افزار ArcMap و Envi منطقه پلنگ دره و محدوده دالی مورد بررسی قرار گرفت. داده های انعکاسی ماهواره لندست ETM^+ ، دارای دقت مکانی 30×30 متر مربع می باشد. در (شکل 7) با توجه به تصاویر ماهواره ای ETM^+ ، منطقه پلنگ دره و دالی مشخص شده است. همانطور که در تصاویر دیده می شود آلتراسیون ازلیک به رنگ گل بهی و پروپلیتیک ها به رنگ صورتی پر رنگ مشخص شده است . پوشش گیاهی در منطقه به رنگ سبز دیده می شود.

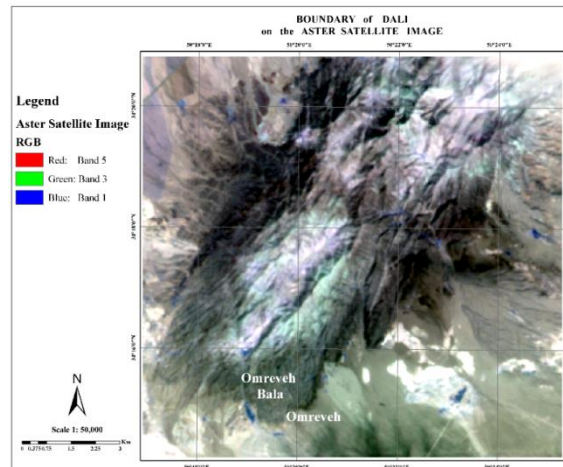
با این منطقه دارد. به علت وجود پلنگ و داشتن زیستگاه های جانوری و گیاهی در آن از دیر باز به این نام شهرت یافته است. از نظر مورفولوژی، صخره ای و در برخی مناطق تپه ماهوری و قسمت کمی را نیز دشت تشکیل می دهد این محدوده دارای پرتگاه ها و مکان های مناسبی برای حیات وحش از جمله کل و بز است و بخش کمی از منطقه بدلیل وجود پوشش گیاهی و چشمه محل مناسبی برای پرندگان و سایر جانوارن است. بر اساس گزارشات در دهه ۵۰ زیستگاه آهو بوده و هم اکنون دربردارنده پستانداران از جمله کل و بز، قوچ و میش، گرگ، روباه، شغال، خرگوش، گربه وحشی و... می باشد. پرندگان منطقه شامل کبک، تیهو، انواع کبوتر، پرندگان شکاری و خزندگان شامل مار، انواع مارمولک، سوسمار، بزجه، لاک پشت است. گونه های گیاهان مرتعی منطقه شامل کنگر، ریواس، گون، شیرین بیان و... انواع درختچه از جمله بادام کوهی، گز، پسته وحشی و ... می باشد. قمرود بزرگ ترین و یکی از دو رود دایمی استان قم از حاشیه این منطقه عبور میکند. منطقه پلنگ دره از سال ۱۳۷۵ به عنوان منطقه شکار ممنوع و در سال ۱۳۸۸ در لیست مناطق حفاظت شده کشور قرار گرفت.



شکل ۷- تصاویر ماهواره ای ETM^+ ، منطقه پلنگ دره و دالی - باندهای ۷ و ۴ و ۳ (رها صالحی ۱۳۹۵)

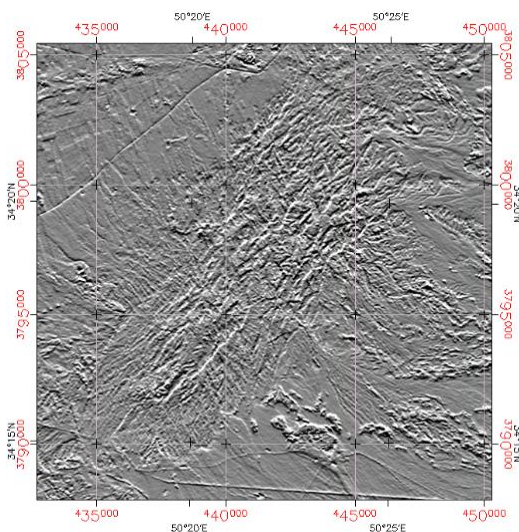
بوده و از کیفیت رادیومتری و هندسی مناسبی برخوردارند (۱۲). با توجه به (شکل ۸) در معدن دالی، همان طور که مشاهده می شود آلتراسیون های آرژلیک و پروپلیتیک به رنگ های گلبهی و سبز دیده می شود .

داده های ASTER در واقع مکمل ETM^+ بوده و معمولاً بعد از داده های ETM^+ پردازش می شوند. دارای دقت مکانی 15×15 متر در محدوده طیفی VNIR، 30×30 متر در محدوده طیفی SWIR و 90×90 متر در محدوده طیفی TIR



شکل ۸- تصویر ASTER531 منطقه دالی (رها صالحی ۱۳۹۵)

Figure 8. Aster 531 image of the Dali area (Raha Salehi 1395)



شکل ۹- آشکار سازی ساختارها (گسل و خطواره)

براساس داده های ماهواره ای ETM (رها صالحی ۱۳۹۵)

Figure 9. Detection structure (faults and lineaments) based on satellite data of ETM (Raha Salehi 1395)

با بررسی تصاویر ماهواره ای و همچنین جهت گسل ها و ساختارها (شکل ۹)، می توان به نوع عناصر منطقه پی برد و هم چنین با تعیین روند گسل ها و ساختارها، جهت گسترش آلودگی را مشخص کرد. توزیع عناصر در کانسار دالی با توجه به وجود گسل ها و واحدهای لیتولوژی در این محدوده، نشان دهنده رابطه ای متناسب بین گسل ها و ناهنجاری های عنصری با یکدیگر دارند. روند گسل ها در کوه سخت حصار واقع در منطقه پلنگ دره که کانسار دالی در آن واقع است در جهت شمال شرق به جنوب غرب می باشد.

۴- نمونه برداری و آماده سازی

به طور مختصر نمونه برداری نمونه های ژئوشیمیایی شامل طراحی شبکه نمونه برداری، انجام عملیات نمونه برداری،

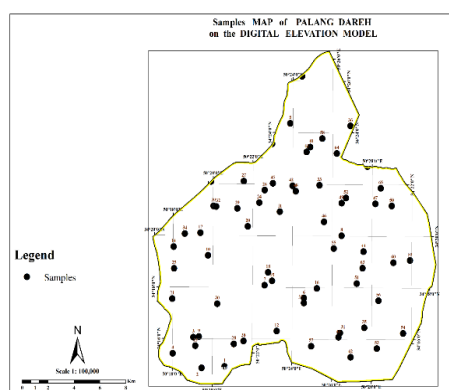
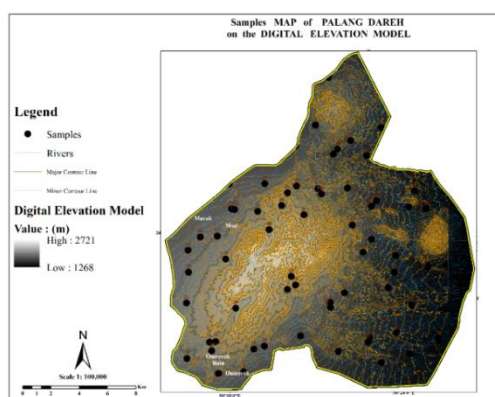
آزمایشگاه نمونه کوبی فرستاده و تمامی نمونه ها ابتدا با الک ۸۰ مش و سپس تا ابعاد ۲۰۰ مش پودر شد و در مرحله بعد تعداد ۲۰ نمونه تکراری جهت کنترل دقت آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی جدا شده و به همراه نمونه‌های اصلی به آزمایشگاه ارسال شد. آنالیز مربوط به نمونه های منطقه پلنگ دره به روش ICP, ICP-OES انجام شده است (۱۰).

تعیین موقعیت جغرافیایی نمونه ها در منطقه پلنگ دره و کانسار دالی

با استفاده از نرم افزار ARC MAP و تصویر ماهواره ای موقعیت نمونه‌ها روی نقشه در منطقه پلنگ دره طبق (شکل ۱۰) مشخص شده است.

آماده‌سازی نمونه‌ها، آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی، روش آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی و حد حساسیت دستگاه‌ها می‌باشد. در این مرحله از نمونه های برداشت شده برگه یکصد هزار سلفچگان استفاده شد. حدود ۴۷۱ نمونه مورد پردازش قرار گرفته که ۶۲ نمونه در منطقه پلنگ دره قرار داشت. نمونه ها از رسوبات آبراهه ای پس از طراحی شبکه نمونه برداری و تعیین نقاط نمونه برداری انجام شده است.

نمونه‌های ژئوشیمی (با تراکم یک نمونه در هر ۲/۵ کیلومتر مربع) و کانی سنگین (با تراکم یک نمونه در هر ۱۰ کیلومتر مربع) از سطح منطقه برداشت شد. شبکه نمونه برداری تنها مبتنی بر نتایج نمونه‌های ژئوشیمی و کانی سنگین طراحی شده است و در نهایت نقشه نهایی نمونه گیری تهیه شده است نمونه های برداشت شده در این منطقه جهت آماده سازی به



شکل ۱۰- محل نمونه ها در منطقه پلنگ دره (رها صالحی ۱۳۹۵)

Figure 10. place the samples in Plang Dareh (Raha Salehi 1395)

تخمین حد آستانه‌ای و تشخیص نمونه‌های آنومال (از داده های خام)، تعیین نواحی مستعد برای مطالعات تلفیق لایه‌های اکتشافی می‌باشند. تجزیه و تحلیل آماری شامل حداکثر، حداقل، میانگین و میانه و انحراف معیار (جدول ۱) و نیز ترسیم نمودار توزیع فراوانی عناصر می‌باشد (شکل ۱۱) و در نهایت میزان برآورد حد آستانه ای بر اساس میانگین و انحراف معیار بدست آورده شد (جدول ۲).

متغیرهای مورد مطالعه در این محث شامل عناصر ^{90}Sr ، ^{107}Ag ، ^{112}Cd ، ^{75}As ، ^{65}Zn ، ^{210}Pb ، ^{210}Cu ، ^{201}Hg می‌باشند که با توجه به مقادیر منفی در جیوه، کادمیوم و استرانسیوم در منطقه، این سه عنصر در این مرحله حذف شد. بدین ترتیب عناصر باقی مانده به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

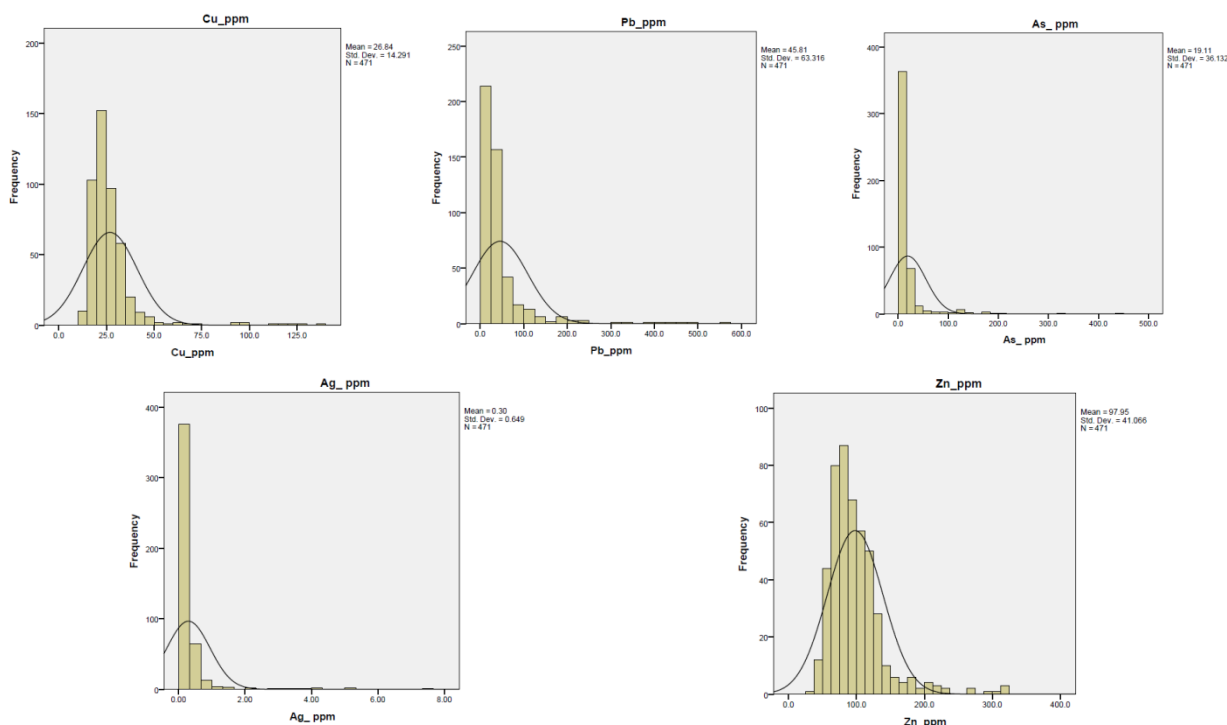
۶- پردازش داده های ژئوشیمیایی و تجزیه و تحلیل آماری

به طور کلی چند هدف از پردازش و مطالعه داده‌های ژئوشیمیایی منطقه مورد مطالعه دنبال می‌گردد که شامل

جدول ۱- آمارهای توصیفی پایه عناصر (Zn,Pb,Cu,As,Hg) اندازه گیری شده در منطقه (بر حسب ppm)

Table 1. Basic descriptive statistics of elements (Hg, As, Cu, Pb, Zn) measured in the area (in ppm)

عنصر	Mean	SD	Min	Max
Ag	۰/۳۰	۰/۶۴۹	۰/۰۱	۷/۳۷
As	۱۹/۱۱	۳۶/۱۳۲	۱/۶	۴۴۲
Cu	۲۶/۸۴	۱۴/۲۹۱	۱۱/۳	۱۳۶
Pb	۴۵/۸۱	۶۳/۳۱۶	۸/۳	۵۶۱
Zn	۹۷/۹۵	۴۱/۰۶۶	۳۵/۹	۳۲۰



شکل ۱۱- نمودارهای نرمال شده توزیع فراوانی عناصر (Ag, As, Cu, Pb, Zn) در منطقه مورد مطالعه

Fig 11- plots of the normalized frequency of the elements(Ag,As,Cu,Pb,Zn) in the study area

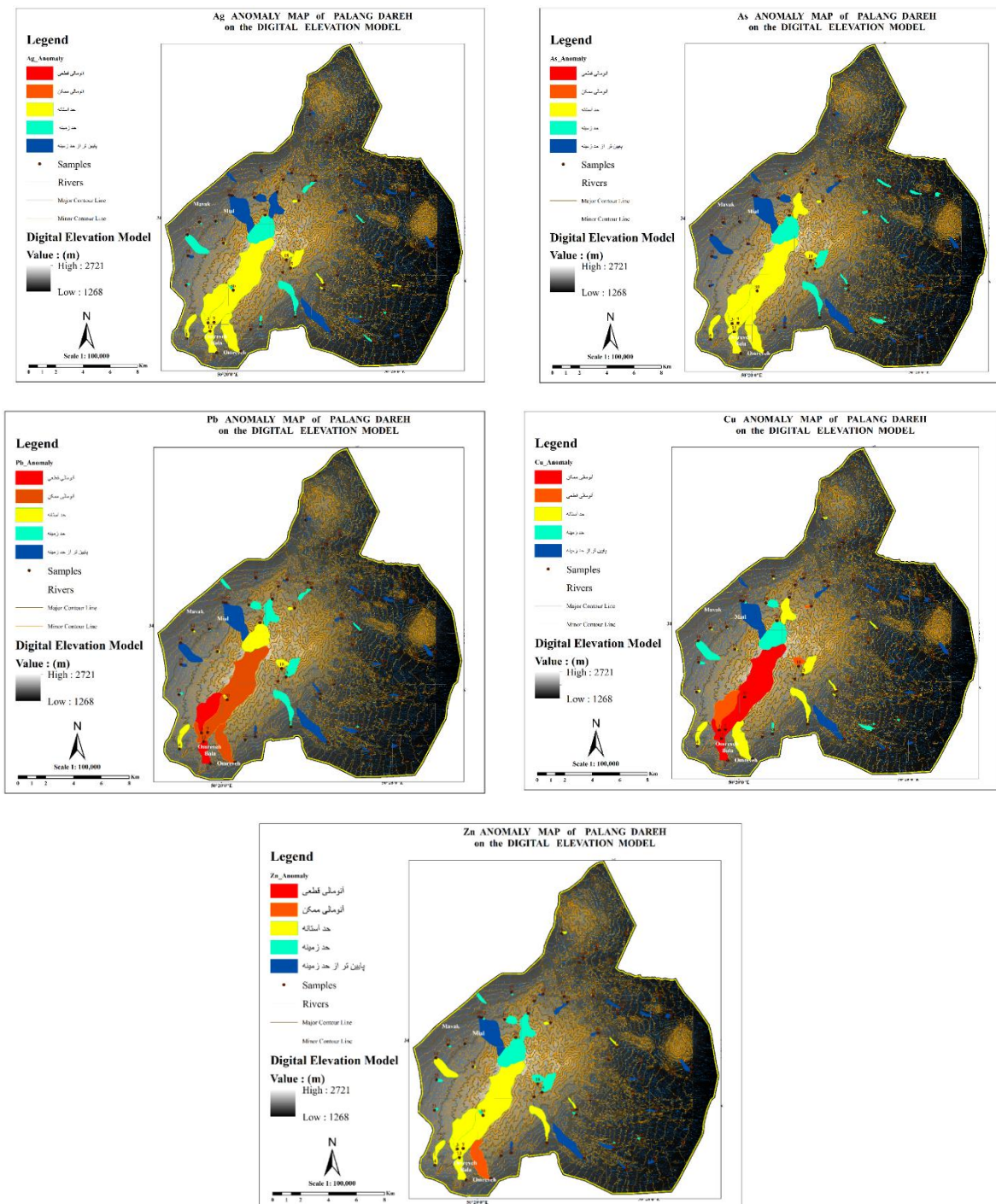
جدول ۲- پارامترهای آماری عناصر و آنومالی ها بر حسب PPM

Table 2. The statistical parameters of elements and anomalies in ppm

عنصر	حد زمينه	حد آستانه	آنومالی ممکن	آنومالی قطعی
Hg	۰/۹۴۹	۱/۵۹۸	۲/۲۴۷	۲/۸۹۶
As	۵۵/۲۴۲	۹۱/۳۷۴	۱۲۷/۵۰۶	۱۶۳/۶۳۸
Cu	۴۱/۱۳۱	۵۷/۴۲۲	۶۹/۷۱۳	۸۴/۰۰۴
Pb	۱۰۹/۱۲۶	۱۷۲/۴۴۲	۲۳۵/۷۵۸	۲۹۹/۰۷۴
Zn	۱۳۹/۶۱	۱۸۱/۲۷	۲۲۱/۱۴۸	۲۶۲/۲۱۴

نقشه آنامولی عناصر سنگین

پس از کلیه پردازش‌های صورت گرفت، نقشه‌های آنومالی عناصر طبق (شکل ۱۲) Hg, As, Zn, Pb, Cu ترسیم شده است.



شکل ۱۲- نقشه‌های آنومالی عناصر Zn, Ag, As, Pb, Cu براساس نمونه رسوبات آبراهه ای در منطقه مورد

مطالعه (رهاصالحی ۱۳۹۵)

Zn based on stream sediment samples in the study area (Raha, Ag, As, Pb, Cu) Figure 12. Anomaly map elements Cu Salehi 1395)

بحث و نتیجه گیری

منطقه حفاظت شده پلنگ دره زیستگاه انواع پستانداران و انواعی از خزندگان می باشد و وجود گیاهان متنوع ویژگی خاصی را به این منطقه بخشیده است بنابراین با برخورداری از زیستگاه های جانوری، جمعیت جانوری مناسبی را در خود جا داده است. لذا با توجه به این امر بررسی عوامل محیطی بسیار لازم و ضروری است. با توجه به نمودارهای (شکل ۱۱) می توان گفت شکل توزیع فراوانی برخی از عناصرها نشان دهنده وجود جوامع آماری مختلف می باشد که می تواند به صورت دو جامعه بهنجار و ناهنجار تلقی شود. با توجه به ماهیت نمونه برداری از رسوبات آبراهه های می توان دلیل آن را عوامل لیتولوژی و زمین شناسی دانست. به عبارت دیگر عوامل گوناگونی مانند سنگ منشأ با تنوع بالا در بالادست نمونه آبراهه ای، فرآیند کانی سازی و دگرسانی و موجب بروز شکل غیرنرمال در توزیع فراوانی مقادیر عنصری شوند.

با بررسی نقشه های آنومالی عناصر طبق شکل و مقایسه میزان مقادیر بدست آمده با استاندارد بهداشت جهانی WHO (جدول ۳) موارد زیر مشاهده می شود:

- بر اساس مقادیر بدست آمده، طبق نقشه آنومالی میزان نقره، آنومالی درجه ۳ تعریف شده است و با مقایسه با استاندارد جهانی WHO بالاتر از حد مجاز است. مهم ترین ناهنجاری های عنصر نقره در بخش جنوبی و جنوب شرقی ارتفاعات سخت حصار گسترش دارد. منشأ این آنومالی ها گسترش فعالیت های هیدروترمالی داخل مجموعه ولکانیکی توف و آندزیت است.

- میزان آرسنیک طبق نقشه آنومالی به عنوان آنومالی درجه ۳ تعریف شده است و در مقایسه با استاندارد جهانی WHO بالاتر از حد مجاز می باشد. ناهنجاری های این عنصر در جنوب منطقه و بخش سخت حصار مشاهده می گردد. از لحاظ زمین شناسی این ناهنجاری ها منطبق بر واحدهای توف و آندزیت دگرسان شده است. وجود فعالیت های

هیدروترمالی در این واحدها سبب گسترش زون دگرسانی و ایجاد آنومالی های عنصر آرسنیک شده است.

- میزان مس در منطقه کانسار دالی به صورت آنومالی قطعی و بالاتر از حد استاندارد WHO و بصورت آنومالی قطعی مشاهده شده است که با توجه به اینکه در این منطقه معدن مس به ثبت رسیده است، این میزان منطقی ولی بصورت ناهنجاری دیده می شود. مهم ترین آنومالی های این عنصر در بخش جنوب شرقی محدوده اکتشافی گسترش دارد. این آنومالی ها متأثر از فرایندهای هیدروترمالی بواسطه نفوذ دایک های آندزیتی به داخل واحدهای توف منطقه است.

- طبق نقشه آنومالی میزان سرب در کل منطقه کانسار دالی به صورت آنومالی درجه ۲ و در جنوب دالی، آنومالی درجه ۱ یک و بالاتر از حد استاندارد WHO می باشد. به عبارتی ناهنجاری های این عنصر در منطقه جنوب شرق ارتفاعات سخت حصار منطقه حوالی پلنگ دره گسترش دارد. این آنومالی ها مرتبط بر کانه زایی پلی متال با منشأ رگه ای در میان واحدهای توف و آندزیت دگرسان شده گسترش دارد.

- میزان روی در منطقه، در شرق و جنوب شرق محدوده وجود دارد. و در بخش جنوبی سخت حصار به صورت آنومالی درجه ۲ مشخص شده و با مقایسه با استاندارد WHO بالاتر از حد مجاز می باشد. این آنومالی ناشی از عملکرد فرایندهای هیدروترمالی در میان واحدهای ولکانیکی دگرسان شده است که نفوذ آن با رگه های پلی متال مشخص می شود.

جدول ۳- استاندارد جهانی WHO برای خاک

Table 3. WHO International standard for soil

نقره	آرسنیک	سرب	روی	مس
۰/۵	۱۲	۷۰	۲۰۰	۵۰

به طور کلی با توجه به شواهد در منطقه مورد مطالعه، عناصر مورد مطالعه در منطقه ی سخت حصار متمرکز و در بقیه مناطق به صورت پراکنده می باشد و در بعضی نقاط بصورت ناهنجاری بسیار بالا و بالاتر از حد استاندارد جهانی مشاهده شده است که این نشان دهنده این می باشد که برخی عناصر سنگین بصورت زمین زاد (ژئوژنیک) دارای آنومالی و ناهنجاری است و شعاع تاثیر آنومالی ها حدودا ۱۲ کیلومتر می باشد. این شعاع تاثیر صرفا در منطقه سخت حصار و کانسار دالی محاسبه شده است و آنومالی در منطقه پلنگ دره به صورت پراکنده می باشد. بنابراین با توجه به اینکه این منطقه مامنی برای جانوران می باشد می بایست بررسی های ژئوشیمیایی و دقیق تری لحاظ شود از قبیل نمونه گیری های دقیق از خاک، آب و گیاهان منطقه و مناطقی که بصورت زمین زاد آلودگی و ناهنجاری از خود نشان می دهد مشخص شده و بصورت منطقه ممنوعه برای حیوانات معین گردد و به جای حصار کشی در کل منطقه می بایست مناطقی به عنوان منطقه حفاظت شده تعیین گردد که از لحاظ آب، خاک و پوشش گیاهی مناسب برای زیستگاه جانوران باشد. با توجه به بالا بودن میزان آنومالی عناصر سنگین و مطالعات زمین پزشکی در منطقه لازم است آزمایشات دوره ای در خصوص جانوران و گیاهان منطقه صورت گیرد و با توجه به نتایج حاصله از این اقدامات، از خطرات احتمالی و بیماری های ناشی از فلزات سنگین جلوگیری به عمل آید. همچنین بهتر است سازمان حفاظت محیط زیست در مورد پهنه های زیست محیطی بازنگری انجام دهد و از نیروهای متخصص محیط زیست و زمین شناسی پزشکی برای شناسایی مناطق آلوده که هم اکنون در پهنه های زیست محیطی یا مناطق حفاظت شده قرار گرفته اند کمک بگیرد. کاربرد موثر سامانه های سنجش از دور و اطلاعات مکانی در پهنه بندی های زیست محیطی اهمیت بالائی دارد و کاربردهای متنوع آن در مطالعات زمین شناختی نیز فراوان

است (۱۱). در برخی از پهنه های زیست محیطی بویژه منطقه پلنگ دره پس از بررسی نقشه زمین شناسی به وضوح برخی از اندیس های فلزی در این پهنه ها قرار گرفته اند و این یعنی، محدوده به طور ذاتی در برخی جاها آلوده است و نیاز به بازنگری در برخی از مناطق حفاظت شده احساس می شود و حتی خروج برخی از این آنومالی ها یا اندیس ها از منطقه حفاظت شده در برنامه های آتی این سازمان قرار بگیرد.

با توجه به تمام موارد گفته شده و برای ایجاد محیطی امن و سالم برای موجودات تمهیدات زیر لازم و ضروری است :

- شناسایی منابع آلاینده منطقه بوسیله نمونه گیری های خاک، آب و حتی گیاهان
- تعیین کیفیت نمونه های آب و خاک و نوع عناصر آلود در این محیط
- بررسی نقش عوامل اقلیمی بر روند انتقال و آزادسازی عناصر در سیستم آب و رسوب و خاک
- آزمایشات مکرر و بررسی های ژئوشیمیایی منطقه به منظور بررسی آنومالی عناصر
- استفاده از نیروهای مجرب در زمینه زمین شناسی پزشکی در جهت تعیین عوامل محیطی بر جانوران و گیاهان منطقه

مشخص نمودن مناطق آلوده و محصور کردن آن مناطق برای جلوگیری از آسیب به موجودات

Reference

1. Eshtoklin, A. Application of study of geomorphology in human health, 5th conference on Geomorphology and environment, 1386. (In Persian)
2. Gharagozlou, A., Yousefifar, S., Asadiharooni, H., Extraction of hydrothermal alteration from aster data by SAM method in Dali Cu-Au porphyry deposit, central Iran, 22th national Geomatics conference, Tehran, Iran, 1394. (In Persian)

- monetary valuation, *Ecological Economics*, 161, pp61-72, 2019.
9. Mousazadeh, R., Ghaffarzadeh, H., Nouri, J. et al. Land use change detection and impact assessment in Anzali international coastal wetland using multi-temporal satellite images. *Environ Monit Assess* 187, 776 (2015).
<https://doi.org/10.1007/s10661-015-4900-0>
 10. Atri, S., Panahi, M., Arjmandi, R., Gharagozlou, A. (2021). Predictive modeling of the future of the Jajrood protected area, based on the evaluation of land use change trends of the past 30 years by using InVEST software. *Environmental Sciences*, 19(1), -. doi: 10.29252/envs.32021.
 11. Parchianloo, R., Rahimi, R. Kiani Sadr, M. Karbasi, A., Gharagozlo, A., Design a New Model to Evaluate the Ecological Potential Land for Urban Development and Service (City of Zanjan) *Journal of Ecology*, Vol.7 No.9, 581-590, 2017.
 3. Cappouyns, V., Swennen, R., Vandamme, A., Niclaes, M, Environmental impact of the former Pb-Zn mining and smelting in East Belgium. *Journal of Geochemical Exploration* 88(02):pp 6-9, 2006.
 4. Morton-Bermea, O., Hernandez-Alvarez E., Gonzalez-Hernandez, G., Assessment of heavy metal pollution in Urbontopsoils from the metropolitan area of Mexico city, *Journal of chemical Exploration* 101:pp 218-224, 2009.
 5. Alavi, M., Tectonic of the Zagros orogenic belt of Iran new data and interpretations. *Tectonophysics*, 229, pp 211-238., 1994.
 6. Shahabpour, J., Post-mineral breccia dyke from the Sar-Cheshmeh porphyry copper deposit, Kerman, Iran. *Exploration and Mining Geology*, 3, pp 39-43. 1994.
 7. Abrams, M., The Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER), data products for the high spatial resolution imager on NASA Terra Platform. *Int. J. Remote Sens.* 21, pp 847-859. 2000.
 8. Madad, A, Gharagozlo, A., A quantitative representation of the urban green building model, focusing on local climatic factors by utilizing