

پیشگفتار

مطالعات و بررسیهای اکتشافی و تهیه نقشه‌های ژئوشیمیائی در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ در قالب گستره زیر پوشش ورقه‌های توپوگرافی با همین مقیاس، یکی از اهداف و پروژه‌های اکتشافی سازمان صنایع و معادن استان کردستان می‌باشد که در سال ۱۳۸۲ مطالعات یکی از این ورقه‌ها تحت عنوان:

پروژه "تهیه نقشه ژئوشیمیائی برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دیواندره" با شماره قرارداد ۱۱۵/۱۶/۱۱۶۸۷ مورخ ۱۳۸۲/۸/۱۰ از سوی سازمان مذکور به شرکت مهندسی مشاور تهران پادیر واگذار گردید. ناحیه مورد بررسی به وسعت تقریبی ۲۵۰۰ کیلومتر مربع در عرضهای جغرافیائی ۳۵° ۳۰' تا ۳۶° ۰۰' و طولهای جغرافیائی ۴۷° ۰۰' تا ۴۷° ۳۰' واقع شده است.

با توجه به شرایط خاص آب و هوائی منطقه، از روش آبراهه‌ای برای نمونه‌برداری ژئوشیمیائی استفاده شده است. طراحی شبکه نمونه‌برداری بهینه با به‌کارگیری کلیه اطلاعات موجود از جمله اطلاعات نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰، نقشه مغناطیس هوائی، اطلاعات مربوط به معادن و کانسارهای محدوده مورد بررسی انجام گرفته است.

در مجموع تعداد ۷۵۸ نمونه ژئوشیمی از وسط آبراهه‌ها و از رسوبات جوانترین بستر برداشته شد که تعداد ۳۰ نمونه آن تکراری بوده است. موقعیت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه GPS برداشت گردید. نمونه‌های فوق در آزمایشگاه بین‌المللی AMDEL استرالیا پس از آماده‌سازی در ۴ اسید به روش ICP-OES و ICP-MS و اندازه‌گیری طلا به روش FIRE ASSAY مورد آنالیز قرار گرفته‌اند و مقادیر ۴۳ عنصر در آنها اندازه‌گیری شده است.

پردازش مقدماتی داده‌ها با تخمین داده‌های سنسورد، استفاده از روش جداسازی جوامع سنگی، خنثی‌سازی اثر مؤلفه سن‌ژنتیک در هر جامعه، نرمال‌سازی شاخصهای غنی‌شدگی، تخمین مقادیر زمینه و آنومالی و تخمین شبکه شاخص غنی‌شدگی و ترسیم نقشه‌های پراکنش عناصر ژئوشیمی انجام گرفت. با توجه به نتایج پردازش مقدماتی داده‌ها تعداد ۱۰۰ نمونه به‌عنوان نمونه‌های کانی سنگین در گستره مورد مطالعه طراحی و برداشت گردید. علاوه بر این با توجه به ویژگیهای زمین‌شناسی منطقه، مشاهدات صحرائی و نتایج اولیه بررسیهای ژئوشیمیائی تعداد ۵۰ نمونه نیز به‌عنوان نمونه‌های مینرالیزه برداشت و مورد مطالعه آزمایشگاهی و آنالیز لازم قرار گرفتند.

در اینجا لازم است از ریاست محترم سازمان صنایع و معادن استان کردستان و مجری طرح جناب آقای مهندس عبدالفتاح حسامی، معاونت محترم امور معادن سازمان و نیز آقای مهندس محمود لاله‌عباسی و همچنین ناظر محترم طرح آقای دکتر صمد علی‌پور عضو هیئت علمی دانشگاه ارومیه که ضمن فراهم آوردن امکانات پروژه، در هدایت آن با کارشناسان ذیربط هم‌فکری به‌عمل آورده‌اند کمال تشکر و سپاس‌گذاری به‌عمل آید.

بخش نخست : کلیات

هر روش اکتشافی مجموعه علوم و فنونی است که به منظور حل یک یا چند مشکل اکتشافی ابداع و توسعه یافته است. این روشها عبارتند از: دورسنجی، نقشه برداری ژئوفیزیکی (هوائی و زمینی)، تهیه نقشه های ژئوشیمیائی، حفاری و ... هر یک از این روشها دارای مزایا و معایبی است. به عبارت دیگر هر یک دارای توانائیها و محدودیتهائی می باشد. در یک برنامه ریزی اکتشافی لازم است متناسب با ماهیت پیچیدگی و مشکلات اکتشافی روش بهینه ای، که حداکثر توانائی و حداقل محدودیت را ایجاد کند، به کار گرفته شود. اکتشافات ناحیه ای در مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ در زمره اکتشافهای زیربنائی و اولیه محسوب می شود که طی آن نواحی با پتانسیل معدنی شناخته می شود و خود شامل اکتشافات ژئوشیمیائی، اکتشافات ژئوفیزیکی و بررسی اطلاعات ماهواره ای می باشد.

اکتشافات ژئوشیمیائی در مقیاس ناحیه ای از جمله این روشها است که با نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای و رودخانه ای انجام می شود. پروژه حاضر بخشی از طرح اکتشافات ژئوشیمیائی سیستماتیک است که در محدوده ورقه دیواندره انجام می پذیرد و هدف آن معرفی پتانسیلهای معدنی در این محدوده و به خصوص زون دگرگونی سندج-سیرجان و اولویت بندی هر یک از آنها است.

۱-۱- اهداف اکتشافات ژئوشیمیائی در مقیاس ناحیه ای

به طور تجربی ثابت شده است که رسوبات آبراهه ای (عموماً جزء ۸۰-مش) در اکتشافات ناحیه ای (۱:۱۰۰،۰۰۰ و ۱:۲۵۰،۰۰۰) بسیار مفید واقع می شود. نتایج حاصل از این نوع بررسیهای اکتشافی می تواند در تحلیل ایالات ژئوشیمیائی و شناخت الگوهای ژئوشیمیائی ناحیه ای و همچنین نواحی که در آنها احتمال کشف نهشته های کانساری بیشتر می باشد، بسیار مؤثر واقع شود. علاوه بر کاربردهای مستقیم ذکر شده نقشه های ژئوشیمیائی رسوبات آبراهه ای می تواند کاربردهائی در زمینه کشاورزی و محیط زیست نیز داشته باشد. بدیهی است که اهداف اکتشافی این نوع بررسیها با اهدافی نظیر تشخیص الگوهای ناحیه ای برای توزیع عناصر، متفاوت است و به این جهت باید برای هر منظوری از روش مناسب آن استفاده کرد.

در مورد اول، که هدف اکتشاف آنومالی در هاله های ثانویه است، باید از تکنیکهای آماری بهره گرفت که اختلاف بین مقادیر آنومالی و روندهای ناحیه ای را به حداکثر مقدار خود برساند و در

نتیجه از طریق شدت بخشی آنومالیاها به شناسائی هرچه دقیقتر آنها پرداخت. در حالت دوم، چون هدف دستیابی به روندهای ناحیه‌ای است، باید از تکنیکهای آماری استفاده کرد که تأثیر آنومالیاها را در روندهای ناحیه‌ای به حداقل خود می‌رسانند. چگالی نمونه در این حالت یک نمونه برای چند کیلومتر مربع است که به وسیله سقف بودجه کنترل می‌شود.

۲-۱- جمع‌آوری اطلاعات (بند ۱- شرح خدمات)

در این مرحله اسناد و مدارک مربوط به منطقه اکتشافی تحت پوشش به شرح زیر تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت:

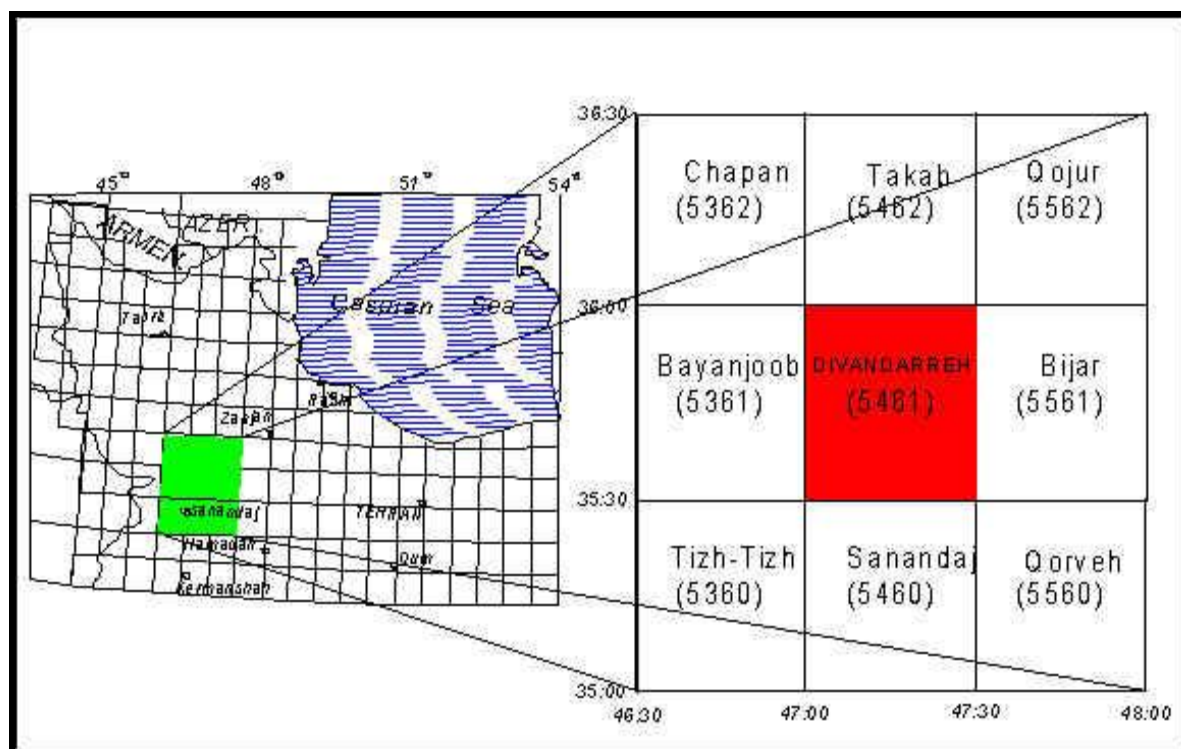
- ۱- نقشه‌های توپوگرافی ۵۰،۰۰۰: ۱ منطقه شامل برکه‌های قره‌طوره، خاندان‌قلی، باقل‌آباد، دیواندره.
- ۲- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ سنندج.
- ۳- نقشه ژئوفیزیک هوایی (مغناطیس هوایی) با مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ سنندج.

با توجه به اطلاعات حاصل از مدارک فوق برنامه عملیات نمونه‌برداری پی‌ریزی گردید و در هر مورد نقشه پارامترهای مؤثر در برنامه‌ریزی اکتشافی مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۱- موقعیت جغرافیائی

منطقه مورد مطالعه دارای وسعتی در حدود ۲۵۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد و نقشه چهارگوش دیواندره نامیده می‌شود. این چهارگوش از شمال به مدار 36° ، از جنوب به مدار $35^{\circ}30'$ ، از شرق به نصف‌النهار $47^{\circ}30'$ و از غرب به نصف‌النهار 47° منتهی می‌شود. این ورقه از شمال به برکه تکاب، از جنوب به برکه سنندج، از شرق به برکه بیجار و از غرب به برکه باینجوب منتهی می‌شود، (شکل ۱-۱). برکه دیواندره متشکل از نقشه‌های توپوگرافی قره‌طوره، خاندان‌قلی، باقل‌آباد و دیواندره می‌باشد. شهر دیواندره از جمله شهرهای مهم بوده که در منتهی‌الیه شمال باختری برکه واقع شده است. این منطقه در زمستان دارای آب و هوای سرد کوهستانی و در تابستان معتدل می‌باشد. جاده‌های دسترسی به منطقه شامل جاده دیواندره-بیجار در شمال برکه و جاده دیواندره-سنندج در غرب منطقه می‌باشد.

میانگین بارندگی برپایه آمار ۱۲ ساله، سالانه ۵۳۷ میلیمتر گزارش شده است. این مقدار بارندگی موجب رونق دامداری در منطقه شده است. از ارتفاعات مهم این منطقه می‌توان به کوه شیخ شریف (۲۴۰۰ متر)، کوه پیر محمود (۲۴۴۵ متر) و کوه خلخال (۲۲۳۰ متر) اشاره کرد.



شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی ورقه مورد مطالعه.

۴-۱- زمین‌شناسی و چینه‌شناسی

۴-۱-۱- پالئوزوئیک

کهنترین سنگهای منطقه شامل سنگهای دگرگون شده ناحیه‌ای از جنس فیلیت و اسلیت است. این واحدها اغلب در شمال باختری برکه واقع شده‌اند (PS). سنگهای متامورفیک دیگری در بخش جنوبی برکه توپوگرافی دیواندره و بخش شمالی برکه توپوگرافی باقل آباد حوالی کوه پیر محمود واقع شده است. این سنگها همه از فیلیت و شیست تشکیل یافته‌اند و به وسیله لایه‌های دولومیت و آهکهای چرت‌دار و بلورین به‌طور همساز پوشیده شده‌اند (PL).

۱-۴-۲- مزوزوئیک

الف- شیلهای سیلتی و ماسه‌سنگ (K₁)

در سمت باختر و در دامنه‌های جنوبی کوه چهل‌چشمه حدود ۵۰۰ متر شیل و ماسه سنگ ولکانیک (K₁)، که در درون آن لایه‌های نازک آهکی نیز قرار دارد، دیده می‌شود. این رسوبات با یک مرز ظاهراً تدریجی و با همسازی بر روی متامورفهای پالئوزوئیک قرار داشته و با راستای شمال خاوری- جنوب باختری تا نزدیکی شهر دیواندره ادامه دارد.

در این منطقه در میان شیستها، لایه‌های شیل کم متامورف شده (فیلیت) و چینه‌هایی از سنگهای متامورف شده ولکانیکی که ساختار ولکانیکی آنها حفظ شده است، یافت می‌گردند. ولکانیکها، که از گونه میانه تا بازیک‌اند، به‌سختی بلورین شده و دارای بافت پورفیری هستند.

ب- ماسه سنگ و کنگلومرای قرمز (K₂)

در محدوده برکه دیواندره این و احد رخنمون بسیار کوچکی در شمال شرقی برکه توپوگرافی باقل‌آباد دارد. این رخنمون به‌صورت نوار قرمز رنگی دیده می‌شود. این رسوبات با گذر تدریجی به‌آهک ماسه‌ای و آهکهای فسیل‌دار کرتاسه پایین تبدیل می‌گردد.

پ- آهکهای اوربیتولین‌دار (K₃)

کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز به‌طور همساز با گذار تدریجی از آهکهای مارنی اوربیتولین‌دار پوشیده شده‌اند. ستبرای چینه‌ها از ۲۰۰ متر در شمال منطقه تا بیش از ۳۰۰ متر در جنوب تغییر می‌کند. بخش پایین آهکها کمتر مارنی بوده و به‌طور موضعی نیز از دولومیهای خاکستری و زرد رنگ با دانه‌های کوارتز تشکیل یافته است. چینه‌های آهک مارنی، که دارای بوی ویژه مواد آلی هستند، بخش میانی و بالائی این رسوبات را تشکیل می‌دهند. آهکهای قسمت وسط به‌طور موضعی بلورین بوده و کاملاً خرد و شکسته شده‌اند.

ت- واحد آهکی (K7)

این واحد بالاترین چینه آهکی اوریتولین دار در کرتاسه پایین منطقه است. رسوبات آن که عدسی شکل است تا ۳۵۰ متر می‌رسد و از لایه‌های آهکی خاکستری رنگ تشکیل یافته است. رخنمون این آهکها تنها در بخش جنوب شهر دیواندره در غرب برگه توپوگرافی دیواندره دیده می‌شود.

ث- شیل‌های خاکستری (شیل سنندج)

این واحد به‌عنوان پایینترین واحد کرتاسه بالایی مطرح می‌باشد. از این رسوبها که حدود ۱۷۰۰ متر ستبراً دارد در جنوب برگه توپوگرافی باقل آباد و غرب برگه توپوگرافی دیواندره دیده می‌شود. مقطع نمونه این واحد حوالی شهر سنندج بوده و شهر سنندج بر روی آن ساخته شده است.

ج- سنگهای آتشفشانی پورفیری آندزیتی (K9)

این واحد ولکانیکی پهنه گسترده‌ای از برگه توپوگرافی باقل آباد را به‌خود اختصاص داده است. ستبرای آن ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر می‌باشد و آن را می‌توان به‌دو بخش پایین و بالا تقسیم کرد:
- بخش پایینی حدود ۵۰ متر ستبراً دارد و از تناوبی از شیل‌های سیاه و آندزیت تشکیل شده است. شیلها دارای شیستوارگی بوده و ستبرای آن حدود یک متر است.
- بخش بالایی ۲۵۰ تا ۳۵۰ متر ستبراً داشته و بخش اصلی ولکانیکهای این واحد را شامل می‌شود. سنگهای ولکانیکی این بخش اغلب پروپلیت است.

بافت بخشهای مختلف آن متغیر بوده و از شیشه‌ای تا پورفیری تغییر می‌کند. این واحد اغلب به‌سختی دگرسان شده و اپیدوتی گردیده و بافت آن گاهی بادامی شکل است. بادامکها با کوارتز پر شده و با کلریت احاطه گشته است. بررسی پتروگرافی نشان می‌دهد که این واحد یک آندزیت پورفیری دگرسان شده می‌باشد که بافت آن کاملاً حفظ شده است. پلاژیوکلازها تابولار بوده و بیشتر ایدئومورف که به‌آلیت تبدیل شده و گاهی کلسیت و کلریت جانشین آن گشته‌اند.

۱-۴-۳- سنوزوئیک

واحدهای الیگو-میوسن

رسوبات نسبتاً ستر سازند قم بیشتر در این محدوده به صورت کوه‌های کم ارتفاع و تپه‌های سفید رنگ رخنمون دارد. ضخامت این رسوبات ۱۲۰۰ متر بوده و بیشتر شامل مارن، آهک و ماسه سنگ می‌باشد. سن اغلب این واحدها میوسن بوده و از بخشهای زیر تشکیل شده است:

۱- ماسه‌سنگ و کنگلومرای (Mc)

این بخش که پی رسوبات را تشکیل می‌دهد و بر روی شیل‌های تیره رنگ کرتاسه بالا قرار دارد شامل کنگلومرای قرمز رنگی است که ضخامت لایه‌های آن ۵ تا ۸ متر بوده و به سمت بالا به آهک کنگلومرای تبدیل می‌گردد. ضخامت کنگلومرا از ۵ تا ۷۰ متر تغییر می‌کند. قلوها بیشتر شیلی بوده و در خمیره‌ای از آهک قرار دارد و لایه‌های ماسه سنگی نیز در بین چینه‌های کنگلومرا دیده می‌شود. در برخی از برشها ضخامت کنگلومرا کم شده و به ۰/۵ متر و حتی ۲۰ سانتیمتر کاهش می‌یابد و با تبدیل به یک لایه نازک آهک سفید رنگ با چند قلوه ریز شیل می‌گردد که به صورت لکه‌های سیاهی در این لایه دیده می‌شود. این واحد اغلب در بخش شمالی برگه توپوگرافی قره‌طوره دیده می‌شود.

۲- آهک رسی سفید رنگ (M1)

این واحد بیشتر توده‌ای بوده و ضخامت آن از ۱۸۰ تا ۲۰۰ متر تغییر می‌کند و گاهی در آن لایه‌های نازک مارن دیده می‌شود. آهک دارای گره‌های چرت می‌باشد. چینه‌های آهک در این بخش به صورت تقریباً افقی پیرامون پدیدار گشته و تپه‌های سفید رنگی را به وجود آورده است. رخنمون این واحد بیشتر در شمال شرق و غرب برگه توپوگرافی قره‌طوره و شرق برگه دیواندره مشاهده می‌شود.

۳- مارن با لایه‌های آهک و ماسه سنگ (Mml)

این بخش رخساره دیگری از آهک سفید رنگ (M1) می‌باشد که در بین لایه‌های آن چینه‌هایی از مارن و ماسه سنگ قرار دارد و ضخامت آن به بیش از ۱۰۰۰ متر می‌رسد. میان لایه‌های مارنی، که

نسبتاً ضخیم و گسترش یافته‌اند، به رنگهای خاکستری سبز و آبی دیده می‌شود. این واحد گستره وسیعی از بخش شمال باختری برکه توپوگرافی قره‌طوره را در بر می‌گیرد.

۴- مارن و ماسه سنگ (Mms)

ضخامت این برش در حدود ۴۵۰ متر است و از دو قسمت زیر تشکیل شده است:

الف- ۲۰ متر ماسه سنگ درشت دانه.

ب- ۴۳۰ متر مارن ماسه‌ای آبی رنگ و یکنواخت با میان لایه‌های ماسه سنگ. واحد مذکور به صورت محدود در بخش شمال خاوری برکه توپوگرافی قره‌طوره مشاهده می‌شود.

۵- گدازه‌های آندزیتی و سنگهای ولکانیکی (Mv)

این سنگهای ولکانیکی که به صورت چینه‌های افقی به ضخامت ۱۵۰ متر رخنمون دارد اغلب در بخش جنوب شرقی برکه توپوگرافی خاندان‌قلی مشاهده می‌شود.

۱-۴-۴- پلیوسن

سنگهای پلیوسن از دو بخش رسوبی و ولکانیک تشکیل شده است:

الف- رس و ماسه سنگهای آهکی

این رسوبها از حدود ۱۸۰ متر رسهای سیلتی، گچ، مارن ماسه‌ای، ماسه سنگ، کنگلومرا و آهک گچ‌دار تشکیل شده است که آنها را از پایین به بالا می‌توان به افقهای زیر تقسیم نمود:

۱- ۲ متر کنگلومرا و ماسه سنگ.

۲- ۴۰ متر رس سیلتی قرمز رنگ با لایه بندی ظریف که دارای ژیبس نیز می‌باشد.

۳- ۸۸ متر مارن ماسه‌ای زرد رنگ.

۴- ۳۲ متر ماسه سنگ آهکی با میان لایه‌های مارن.

۵- ۱۷ متر تناوب آهک گچ دار سفید رنگ و مارن پرمایه از پوسته گاستروپود.

این واحد به طور گسترده در شرق برگه یکصد هزارم دیواندره و بخش شمالی برگه توپوگرافی باقل آباد دیده می شود.

ب- گدازه های بازالتی (Pb)

گدازه های بازالتی جوان در این منطقه به خصوص جنوب خاوری برگه توپوگرافی قره طوره واحدهای آهکی (Pm) را می پوشاند. این گدازه ها از جنس بازالت اولیوین دار بوده و معمولاً از لاواهای تیره رنگ با بافت جریانی به وجود آمده و دارای کاواکهای متعدد است و ضخامت میانگین آن به ۲۰ متر می رسد. گدازه ها در دره کهن رودخانه شور نزدیک دهکده محمد صالح جریان پیدا کرده و بر روی افقهای مختلف و فرسایش یافته رسوبهای پلیوسن قرار دارد. دهانه های آتشفشانی در هر جا که این گدازه های جوان مشاهده می گردد در حدود ۲۰ تا ۵۰ متر بالاتر از لاواهای جریان یافته قرار دارد.

۱-۴-۵- کواترنر

رسوبات دوران چهارم منطقه را می توان به افقهای زیر تقسیم کرد.

۱- پادگانه ها.

۲- سنگهای تراورتن.

۳- نهشته های رودخانه ای.

۴- آبرفت و زمینهای زراعتی.

۱- تراس یا پادگانه (QT)

پادگانه ها که کهنترین رسوبات کواترنر منطقه اند بیشتر در نیمه خاوری چهار گوشه قرار دارند و از لایه کنگلومرا با قلوه های بزرگ و رسوبات آبهای شیرین تشکیل یافته است. ضخامت کلی آنها از ۱۰ تا ۳۰ متر تغییر می کند.

۲- سنگهای تراورتن (Qt)

رسوبات تراورتن و آهکی آبهای شیرین به‌طور پراکنده در بخش مرکزی برگه یکصد هزارم دیواندره مشاهده می‌شود و مهمترین آنها در نزدیکی کوه پیرمحمود واقع شده است. ضخامت تراورتنها بین ۲۰ تا ۸۰ متر تغییر می‌کند که دارای کاواکهای بسیار زیادی می‌باشد و در آن شمار زیادی لایه‌های کنگلومرایبی وجود دارد.

یادآور می‌گردد که تراورتنها و آهکهای کاواکدار، بازماندهای رسوبات شیمیائی در دریاچه‌ها و حوضچه‌های دوران چهارم است. این حوضچه‌ها اغلب در نزدیکی چشمه‌های کهن که آب آنها از بیکربنات کلسیم سیر شده تشکیل می‌شده است. هم اکنون نیز چشمه‌های همانند آنها در نزدیکی چنین رسوبات وجود دارد.

۳- نهشته‌های رودخانه‌ای (Qr)

این رسوبات به‌طور محدود در دو قسمت مسیر رودخانه‌های کنونی قرار دارد و از رسوبهایی که تراسها و تراورتنها را تشکیل می‌دهند، جوانتر هستند.

۴- آبرفتها و زمینهای زراعتی (Qal)

بر روی افقهای سه گانه یاد شده و دیگر سنگهای کهن رسوبات به ضخامت ۲۰ تا ۴۰ متر قرار دارد که بیشتر از مارنهای ماسه‌ای و یا کنگلومراهای سخت نشده تشکیل یافته است. این رسوبات سیلابی بوده و سطح فرسایش یافته آن مناسب برای کشاورزی منطقه است به طوری که زمینهای کشاورزی اغلب بر روی این رسوبات قرار دارد.

۱-۵- توده‌های نفوذی منطقه

تنها واحد نفوذی در محدوده برگه یکصد هزارم دیواندره واحد گرانودیوریت (Gd) می‌باشد. این واحد در بخش شمال خاوری برگه توپوگرافی باقل آباد به‌طور محدود رخمون دارد. این واحد متعلق به ژوراسیک می‌باشد.

۱-۶- مواد معدنی

از مواد معدنی مهم در محدوده برکه یکصد هزارم دیواندره می‌توان به نشانه بکسیت بین لایه‌های آهکی و دولومیتی کوه پیر محمود واقع در جنوب برکه توپوگرافی دیواندره، سنگ پا (پومس) در پیرامون دهانه‌های آتشفشانی جوان در شرق منطقه، آهکهای قرمز خاکستری و سبز رنگ در منطقه به‌عنوان سنگ ساختمانی اشاره کرد.

۱-۷- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک منطقه

از لحاظ تکتونیکی گستره مورد مطالعه در منتهی‌الیه بخش شمال باختری زون دگرگونی سنندج- سیرجان می‌باشد. گسلهای منطقه اغلب روند شرقی- غربی و شمال غرب- جنوب شرق دارند. از گسلهای این منطقه می‌توان به گسلهای گزان، کوه دودآغاچ و گسل ابراهیم‌آباد اشاره کرد.

بخش دوم : نمونه برداری

در ژئوشیمی اکتشافی سه بخش اساسی وجود دارد که شامل نمونه برداری، تجزیه نمونه‌ها و تفسیر نتایج می‌باشد. در صورتی که خطائی در نمونه برداری صورت گرفته باشد نه تنها باید بار دیگر آن را تکرار کرد، بلکه باید تجزیه نمونه‌ها و تفسیر داده‌ها را نیز دوباره انجام داد که در مجموع مخارج زیادی را در بر می‌گیرد. بنابراین نمونه برداری صحیح از اهمیت خاصی برخوردار است. در نمونه برداری حداقل سه پارامتر را بایستی در نظر داشت که عبارتند از:

۱- تعیین بهترین و مناسبترین محیط نمونه برداری برای عناصر مورد جستجو.

۲- رعایت نکات فنی نمونه برداری به منظور برداشت معرفترین آنها.

۳- طراحی شبکه نمونه برداری بهینه.

نمونه‌ها باید دقیقاً معرف مواد مورد آزمایش باشند و تعداد نمونه‌ها باید در حدی باشد که متناسب با کلیه تغییرات ترکیبی منطقه مورد مطالعه شود. انتخاب نمونه مناسب مستلزم داشتن اطلاعات کافی از ماده مورد بررسی و محیط در برگیرنده آنها است.

۱-۲- هدف

در انجام پروژه اکتشافات ژئوشیمیائی ورقه یکصد هزارم دیواندره همواره اهداف زیر مد نظر بوده است:

۱- ترسیم نقشه‌های ژئوشیمیائی پراکنش برای عناصر :

Zn, W, Ti, Sr, Sn, Sb, Pb, Ni, Mo, Mn, Hg, Fe, Cu, Cr, Co, Bi, Be, Ba, Au, As, Ag

۲- بررسی و کنترل آنومالیهای ژئوشیمیائی از طریق مطالعه و بررسی کانیهای سنگین و نمونه‌های مینرالیزه و دگرسانی.

۳- مشخص نمودن مناطق امیدبخش از میان آنومالیهای فوق با توجه به اطلاعات حاصل از مطالعه کانیهای سنگین، آنالیز نمونه‌های مینرالیزه و اطلاعات دیگر.

۴- مدل سازی اولویت بندی مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف.

۲-۲- انتخاب محیط نمونه برداری

همانطور که قبلاً نیز عنوان شد، به طور کلی هدف از بررسیهای اکتشافی ناحیه‌ای مشخص کردن مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف می‌باشد. با توجه به وسعت زیاد و گسترده محدوده اکتشافی، روش بررسی هاله‌های لیتوژئوشیمیائی نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد چرا که آنقدر هزینه اکتشافی بالائی دارد که از لحاظ اقتصادی قابل توجیه نمی‌باشد. لذا محیطهای در برگیرنده هاله‌های ثانویه عناصر در محیطهای سطحی نظیر خاکها، آبرفتها، رسوبات رودخانه‌ای، یخرفتها، شیب‌رفتها و غیره، که ضمن هوازگی سوپرژن کانسارها تشکیل می‌شوند، می‌تواند در این مرحله اکتشافی مورد توجه قرار گیرد.

در بررسیهای مقدماتی اکتشافی در حوضه‌های آبریز تحت شرایط آبراه‌های گوناگون، بویژه با بارندگی متوسط، اغلب و یا حتی به طور انحصاری روش بررسی رسوبات رودخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع بررسی مواد هر نمونه می‌تواند معرفی از ترکیب شیمیائی مواد بالادست خود باشد. به طور خلاصه پوشش وسیع یک نمونه، آسانی نمونه‌برداری و آماده‌سازی، وجود هاله‌های پراکندگی وسیع و سادگی اجرا از امتیازات مثبت این روش می‌باشد. بالا بودن احتمال آلودگی، تغییر وضعیت مورفولوژیکی و فعال بودن پدیده رسوبگذاری مجدد رودخانه‌ای و در نتیجه مشکل شدن تفسیر داده‌ها و روابط آنها با منبع تولید آنومالی از امتیازات منفی این روش می‌باشد.

۲-۳- طراحی شبکه نمونه برداری بهینه (بند-۲ شرح خدمات)

به منظور تشخیص آنومالیهای ژئوشیمیایی واقعی و تمیز انواع مرتبط با ذخایر معدنی از سایر انواع در هر ناحیه‌ای لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراه‌ای (برای مثال جزء ۸۰- مش) و یا کانی سنگین (جزء ۲۰- مش) مورد آزمایش قرار گیرد. قطر این جزء ثابت تابع شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و فاصله از منشاء کانی‌سازی می‌باشد. در مواردی که هاله‌های ثانوی اکسیدهای آهن و منگنز توسعه یافته‌اند، برداشت نمونه از چنین هاله‌هایی ممکن است موجب شدت بخشی به هاله‌های هیدرومرفیکی شود که در این صورت باید احتیاطهای لازم جهت تفسیر اطلاعات به دست آمده صورت پذیرد. علاوه بر موارد فوق در بررسی رسوبات آبراه‌ای برداشت نمونه‌هایی همچون قطعات کانی‌سازی شده کف آبراهه، قطعات پوشیده شده از اکسیدهای آهن و منگنز، قطعات حاوی سیلیس

برای آنالیز یک یا چند عنصر یا کانی خاص، می‌تواند مفید واقع شود. البته هر یک از محیطهای نمونه‌برداری فوق تحت شرایط خاصی می‌تواند بیشتر مفید واقع شوند. بطور کلی چگالی نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای، تابع دانسیته آبراهه‌ها در حوضه آبریز است. برای مناطق نیمه معتدل و خشک مانند منطقه تحت پوشش پروژه حاضر این مقدار می‌تواند یک نمونه برای هر ۲ تا ۳ کیلومتر مربع در نظر گرفته شود. در این بر گه ۱:۱۰۰,۰۰۰ با توجه به مساحت رخنمونها تعداد ۷۵۸ نمونه در نظر گرفته شده است که مساحت تحت پوشش یک نمونه تقریباً حدود ۳ کیلومتر مربع می‌باشد. برای استفاده بهینه از داده‌های حاصل از هر نمونه سعی شده است تا توزیع نمونه‌ها در نواحی کوهستانی حتی‌الامکان به‌روشن مرکز ثقل حوضه‌های آبریز باشد.

۲-۳- عوامل مؤثر در طراحی نمونه‌برداری (موضوع بند ۲-۱ شرح خدمات)

در زمینه طراحی اشراف به‌روندهای ساختاری، زونهای تکنیکی، واحدهای لیتواستراتیگرافی و لیتولوژی، گسلهای پنهان، توده‌های نفوذی فاقد رخنمون و غیره بایستی در نظر گرفته شود. جهت نیل به اهداف فوق جمع‌آوری اطلاعات زیر ضروری است:

- ۱- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه شامل بر گه‌های قره‌توره، خاندان‌قلی، باقل‌آباد، دیواندره
- ۲- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ سنندج.
- ۳- نقشه ژئوفیزیک هوایی (مغناطیس هوایی) با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ سنندج.

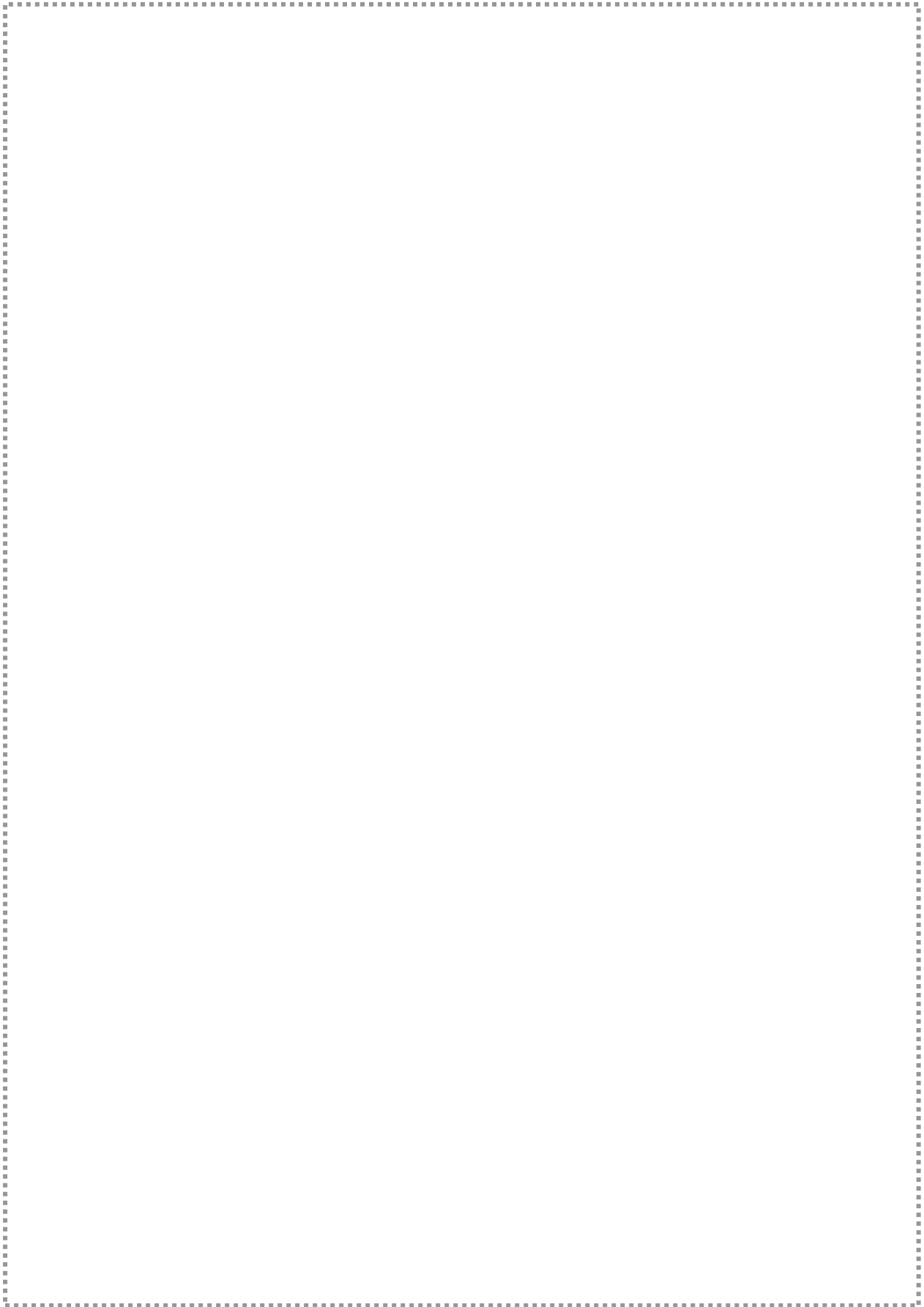
به‌منظور طراحی شبکه نمونه‌برداری نقشه آبراهه‌ای منطقه تهیه شد. سپس نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی و زمین‌شناسی محدوده طرح، به‌صورت لایه‌های اطلاعاتی بر روی نقشه آبراهه‌ای منطقه، که از قبل ترسیم شده بود، قرار گرفت. با توجه به عوارض موجود در این لایه‌های اطلاعاتی اقدام به طراحی شبکه نمونه‌برداری به‌تعداد ۷۵۸ نمونه در پائین‌دست گسلها، کنتاکتهای مهم زمین‌شناسی، آنومالیهای ژئوفیزیکی، مناطق با دانسیته گسلی بالا، گسلهای پنهان و... شد، (نقشه شماره-۱). نقشه مذکور که شامل سه لایه اطلاعاتی مهم می‌باشد به‌عنوان پایه طراحی شبکه نمونه‌برداری مطرح است. این لایه‌ها به‌شرح زیر می‌باشند:

۱- لایه زمین‌شناسی : این لایه از نقشه زمین‌شناسی ۱: ۲۵۰,۰۰۰ : ۱: ۲۵۰,۰۰۰ (به دلیل نبود نقشه ۱: ۱۰۰,۰۰۰ دیواندره) استفاده شده است.

۲- لایه ژئوفیزیکی : این لایه از نقشه ۱: ۲۵۰,۰۰۰ ژئوفیزیک هوایی سندج استفاده شده است. پدیده‌هایی که در این لایه جهت طراحی نمونه‌برداری مدنظر قرار گرفته‌اند شامل گسل‌های پنهان مغناطیسی واقع در شمال غرب و شمال شرق ورقه دیواندره و توده‌های کم‌عمق مغناطیسی که در شرق برگه‌های خاندان‌قلی و باقل‌آباد، شمال غرب برگه‌های باقل‌آباد و دیواندره دیده می‌شوند.

۳- لایه آبراهه : که از نقشه‌های توپوگرافی ۱: ۵۰,۰۰۰ استفاده شده است.

روشن است که این طراحی به‌عنوان یک طراحی تمام و کمال تلقی نمی‌شود و به کارشناسان سرپرست اکیپ‌های صحرائی این آزادی داده شد تا در صورت نیاز و مشاهده رخنمون و آبراهه‌های دربردارنده پتانسیل، که بنا به دلایلی در آنها نمونه طراحی نشده، اقدام به نمونه‌برداری و اضافه کردن نمونه در بررسی‌های صحرائی کنند.



طراحی نمونه برداری طوری صورت گرفته است که ۷۵۸ نمونه این برکه حداکثر سازگاری را با روش مرکز ثقل داشته باشد. درجه مرکز ثقل را عواملی نظیر چینه شناسی، سنگ شناسی و تکتونیک کنترل می کند. معمولاً در طراحی به روش مرکز ثقل چگالی نمونه برداری در اطراف توده های نفوذی و خروجی و نواحی مجاور آنها (کنتاکتها)، نواحی اطراف گسلها و تقاطع آنها، زونهای دگرسان شده بعد از ماگمایی و مناطقی که در بخش فوقانی توده های نفوذی نیمه عمیق قرار دارند (این توده ها از روی نقشه ژئوفیزیک هوایی مشخص می شوند) به علت پتانسیل معدنی بالاتر، از مقدار بالاتری برخوردار می باشند. معمولاً آبراهه هایی که به وسیله گسلهای عمیق مشخص شده در روش ژئوفیزیک هوایی قطع می شوند، ۵۰۰ متر پائینتر از محل تلاقی آبراهه با گسل مورد نمونه برداری قرار می گیرند. در مواردی که دگرسانی شدید مشاهده شده است، به خصوص در اطراف سنگهای نفوذی یا خروجی موجود در نواحی کم ارتفاع (این نواحی بیشترین مقدار دگرسانی را چه از نظر وسعت و چه از نظر شدت نشان می دهند)، درجه مرکز ثقل آبراهه ها باید به طور محلی افزایش یابد. این امر به دلیل اهمیت چنین مناطقی می باشد. به دلیل فعال بودن پدیده رقیق شدگی و اثر سرشکن شدگی در حوضه های آبریز وسیع (با بیش از ۳۰ سر شاخه) و کاهش شدت آنومالیهای احتمالی در محل اتصال آبراهه ها به یکدیگر لازم است چنین حوضه های آبریزی، بخصوص در مواردی که آبراهه سنگ بستر را قطع نمی کند، به حوضه های کوچکتر تقسیم گردند. این امر موجب می گردد تا اختلاط رسوبات از آبراهه های مرتبط با کانی سازی احتمالی با آبراهه های بدون کانی سازی موجب تضعیف بیش از حد شدت آنومالیها و ارزیابی منفی آنها نگردد. به علاوه این امر موجب می گردد تا احتمال قطع سنگ بستر در آبراهه افزایش یابد و این امر خود موجب افزایش ارزش داده ها می گردد. علاوه بر عوامل فوق، یکی دیگر از عوامل مؤثر در تصمیم گیری تقسیم یک حوضه آبریز بزرگ به حوضه های کوچکتر، احتمال وجود آلودگیهای ناشی از فعالیتهای کشاورزی در حاشیه رودخانه هایی است که نواحی با توپوگرافی آرام (قابل کشت) در اطراف آنها وجود داشته است. بدیهی است مصرف کودهای شیمیایی و سموم نباتی احتمال وجود آلودگی به عناصر کمیاب را در رسوبات پائین دست آنها افزایش می دهد. در چنین مواردی فقط مرکز ثقل بخشهای فوقانی آنها، که از آلودگی مصون می باشد، می تواند محاسبه گردد.

۲-۴- انجام عملیات نمونه برداری (بند-۲ شرح خدمات)

عملیات صحرائی و نمونه برداری به عنوان مهمترین گام از یک گزارش اکتشافی است. روشن است همه نتایج گرفته شده بر پایه داده‌هایی به دست خواهد آمد که خود از تجزیه نمونه‌ها به دست آمده‌اند. بنابراین اهمیت این مرحله و درستی و صحت آن تأثیر به‌سزائی در دقت یک گزارش ژئوشیمیائی دارد. کارشناسان معترفند که داده‌پردازی و محاسبات آماری و مطالعات بررسی فراگیر نمی‌تواند خطای نمونه برداری را به گونه‌ای روشن و مشخص سازد و بی‌دقتی در نمونه برداری باعث بروز دشواریهای پرشماری خواهد شد، که افزون بر هدر رفتن هزینه‌ها، باعث به دست آمدن نتایج نادرست و ناهماهنگ با واقعیت خواهد شد. از این رو اهمیت این کار همچون سازه‌ای است که بایستی بر تکیه‌گاهی استوار و به‌دور از هرگونه کاستی و سستی نهاده شود.

پس از تعیین نقاط نمونه برداری بر روی نقشه و مشخص شدن شبکه نمونه برداری، پس از یافتن محل نمونه‌ها با استفاده از نقشه توپوگرافی و دستگاه جایاب^۱ از نقاط از قبل تعیین شده بر روی نقشه، از جدیدترین رسوبات آبراهه‌ای نمونه برداشت گردید. در طی نمونه برداری برخی از معیارها به شرح زیر اعمال گردید.

۱- در محل هر نمونه پس از کنار زدن مواد سطحی بستر آبراهه توسط بیلچه اقدام به نمونه برداری شد.

۲- به منظور کاهش خطای نمونه برداری سعی شد تا حد امکان طول مسیر برداشت نمونه‌ها در آبراهه افزایش پیدا کند، مشروط بر آن که در طول مسیر شاخه فرعی جدیدی آبراهه را قطع نکنند. با توجه به عرض کم آبراهه‌ها امکان نمونه برداری دایره‌ای وجود نداشت. لذا اقدام به جمع‌آوری نمونه‌ها به صورت یک سری جزء نمونه از نقاط مناسب برای تجمع رسوبات در فواصل چند متری تا چند ده متری در طول آبراهه با رعایت شرایط بالا گردید.

۳- از برداشت مواد آلی اجتناب شد، چرا که اغلب به دلیل ارتباط با پدیده جذب، غلظت فلزات در آنها بالا است. تجربه نشان داده است که در مواردی آنومالی در این مواد از نوع بی‌اهمیت بوده و ارتباطی با کانی‌سازی ندارد.

۴- در جاهائی که عرض آبراهه‌ها کم بوده، سعی شد تا حد امکان نمونه‌ها از وسط آبراهه‌ها

^۱-Global Positioning System، GPS.

برداشت شود. در این زمینه کوشش زیادی برای اجتناب از برداشت واریزه‌های کنار آبراهه‌ها شد، زیرا این اجزاء معرف ترکیب میانگین رسوبات حوضه آبریز نیستند.

مشخصات هر نمونه شامل محیط نمونه‌برداری اعم از رسوبات رودخانه‌ای یا آبرفتی، وجود آلودگی و نوع آن، وضعیت قطع شدن و یا قطع نشدن سنگ بستر توسط آبراهه در برکه مخصوص نمونه‌برداری ثبت شد. در مجموع پس از انجام عملیات نمونه‌برداری تعداد ۷۵۸ نمونه از کل گستره مورد مطالعه برداشت گردید.

با توجه به زمان عملیات نمونه‌برداری در فصل بارندگی مشکلات زیادی ضمن نمونه‌برداری وجود داشت که منجر به تعویق افتادن زمان عملیات نمونه‌برداری شد. عملیات نمونه‌برداری از تاریخ ۱۸/۱/۸۳ الی ۱۰/۲/۸۳ توسط ۱۸ کیپ صورت گرفت.

۲-۵- آماده‌سازی نمونه‌ها (بند-۳ شرح خدمات)

اهمیت مراحل اکتشافی و صحت هر کدام از آنها در اخذ نتایج همچون دانه‌های زنجیری هستند که سرانجام منجر به کشف نهشته‌های پنهان می‌شود. گسیختگی هر یک از این حلقه‌ها می‌تواند تأثیری نامطلوب در نتیجه نهائی داشته باشد. آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها نیز دانه‌هائی از این زنجیر هستند که دقت در حسن اجرای آنها متضمن حصول نتایج واقعی است.

پس از تعیین دقیق محل نمونه‌ها و نمونه‌برداری صحیح از رسوبات آبراهه‌ای بر اساس طرح از پیش تعیین شده، نمونه‌ها به‌محل کمپ منتقل شده و همزمان با کنترل نهائی نمونه‌ها سعی بر آن بود که از هرگونه آلودگی جلوگیری به‌عمل آید. نمونه‌هائی که به‌صورت خیس برداشت شده، نخست در دمای محیط خشک شده و سپس با الک ۸۰- مش دانه‌بندی و شماره‌گذاری شده و به آزمایشگاه ارسال شدند. مرحله آماده‌سازی در آزمایشگاه شامل پودر کردن و همگن‌سازی می‌باشد. در این مرحله نمونه آبراهه‌ای به‌وسیله پودرکننده حلقوی تا زیر ۲۰۰- مش پودر گردیده و از بخش پودر شده یک نمونه برای تجزیه انتخاب و مابقی بایگانی گردید.

۲-۶- آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیائی و حد حساسیت دستگاهها (بند-۴ شرح خدمات)

نمونه‌ها در آزمایشگاه بین‌المللی AMDEL استرالیا پس از آماده‌سازی در چهار اسید به روشهای ICP-OES و ICP-MS و اندازه‌گیری طلا به روش FIRE ASSAY مورد آنالیز قرار گرفته‌اند و مقادیر ۴۳ عنصر در آنها اندازه‌گیری شده است.

مهمترین پارامتر در انتخاب روش آنالیز حد حساسیت آن می‌باشد. اصولاً وجود مقادیر سنسورد برای یک عنصر در تجزیه و تحلیلهای آماری اختلال ایجاد می‌کند. علاوه براین، از آنجا که در اکتشافات ژئوشیمیائی اهمیت و کاربرد مقادیر عددی مربوط به هر یک از عناصر صرفاً به‌منظور مقایسه نسبی آنها با یکدیگر برای تعیین مقادیر آنومالی می‌باشد، لذا حصول مقادیر غیرسنسورد برای یک عنصر در ارتباط با مقدار زمینه آن انتخاب و باید کوچکتر از آن باشد. با توجه به توضیحات فوق مقادیر حد حساسیت برای عناصر مورد نظر با توجه به تکنیکهای آزمایشگاهی موجود و مقدار زمینه عناصر تعیین شده تا با توجه به فراوانی کم عناصر در برخی از سنگها تا حد امکان مقادیر غیرسنسورد حاصل شود.

در آنالیز نمونه‌های ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ دیواندره حد حساسیت دستگاهها برای هر یک از عناصر در جدول زیر آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود تعداد ۴۳ عنصر مورد آنالیز قرار گرفت که از این میان عناصر B، Ag، Te، و Hg به‌دلیل دارا بودن مقادیر زیاد سنسورد از پردازش حذف شدند. بور و تلوریم تماماً دارای مقادیر سنسورد بوده، نقره دارای ۶۰ درصد مقادیر سنسورد و جیوه نیز تنها ۴ نمونه دارای مقادیر غیرسنسورد می‌باشد:

حد حساسیت دستگاهها برای هر یک از عناصر مورد بررسی

SAMPLE	DETECTION	SAMPLE	DETECTION	SAMPLE	DETECTION	SAMPLE	DETECTION
Ag	0.01	Co	0.2	Mo	0.1	Sr	0.1
Al	10	Cr	2	Na	10	Te	0.2
As	0.5	Cs	0.1	Nb	0.5	Ti	10
Au	1	Cu	0.2	Ni	2	Tl	0.1
B	0.5	Fe	100	P	5	U	0.02
Ba	0.2	Hg	0.05	Pb	0.2	V	2
Be	0.2	K	10	Rb	0.1	W	0.1
Bi	0.1	La	10	S	50	Y	0.05
Ca	10	Li	0.5	Sb	0.1	Zn	0.2

Cd	0.1	Mg	10	Sc	1	Zr	5
Ce	0.5	Mn	2	Sn	0.2		

۷-۲- دقت آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیائی (بند-۱۲، شرح خدمات)

یکی از سه مؤلفه اصلی در عملیات اکتشاف ژئوشیمیائی، خطای آزمایشگاهی است و به دست آوردن این خطا برای اطلاع از میزان دقت آنالیز حائز اهمیت است. از آنجا که در پروژه ژئوشیمیائی در مقیاس ناحیه‌ای هدف سنجش نسبی مقادیر هر عنصر نسبت به یکدیگر به منظور معرفی مناطق امیدبخش می‌باشد، لذا دقت اندازه‌گیریها در مقایسه با صحت آنها از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است. به همین دلیل با آنالیز تکراری نمونه‌های ژئوشیمیائی دقت عملیات مورد بررسی قرار گرفت. در این پروژه ۳۰ نمونه به صورت تکراری و کاملاً تصادفی در کل محدوده مورد بررسی انتخاب گردیدند. در مرحله نخست جهت بررسی وضعیت دقت عملیات از دیاگرام کنترلی طراحی شده برای ۱۰٪ خطاها، که توسط تامپسون (۱۹۷۶) ارائه شده، استفاده گردید. بدین منظور ابتدا جدولهای (۱-۲) تا (۲-۹) ترسیم شدند. در این جدولها در ستونهای اول و دوم شماره سریال نمونه‌های تکراری و جفت مربوط به هر یک، در ستونهای سوم و چهارم مقادیر اندازه‌گیری شده برای هر جفت نمونه، در ستون پنجم مقدار میانگین و در ستون ششم قدر مطلق تفاضل هر زوج نمونه آورده شده است. در دیاگرام کنترلی تامپسون محورهای افقی و قائم به ترتیب مقادیر میانگین و قدر مطلق تفاضل هر دو اندازه‌گیری را نشان می‌دهند.

پس از پیاده کردن نقاط مربوط به جفت نمونه‌های آنالیز شده در صورتی که ۹۰٪ داده‌ها زیر خط معادل ۱۰٪ و ۹۹٪ داده‌ها زیر خط معادل ۱٪ قرار گیرند، خطا در حد ۱۰٪ خواهد بود. لذا بر اساس داده‌های موجود در جدولهای (۱-۲) تا (۲-۹) دیاگرامهای کنترلی هر یک از عناصر ترسیم گردید.

شکلهای (۱-۲) تا (۱۱-۲) دیاگرام کنترلی عناصر مورد نظر را نشان می‌دهند. با بررسی این دیاگرامها دیده می‌شود که برای کلیه عناصر دقت آنالیز از شرایط قابل قبولی برخوردار است. شکلها و جدولها در ضمیمه بخش دوم آورده شده است.

علاوه بر روش فوق روش ساده دیگری برای محاسبه خطای نسبی اندازه‌گیریها وجود دارد که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$e = \frac{2}{n} \sum_{i=0}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i + y_i}$$

که در آن n تعداد نمونه‌های تکراری و x_i و y_i مقادیر اندازه‌گیری در نمونه‌های تکراری متناظر می‌باشد. روش دیگر محاسبه تغییرپذیری نمونه‌های تکراری محاسبه پراش دو سری اندازه‌گیری است:

$$s^2 = \frac{\pi}{4} \left[\frac{\sum (x_1 - x_2)}{N} \right]^2$$

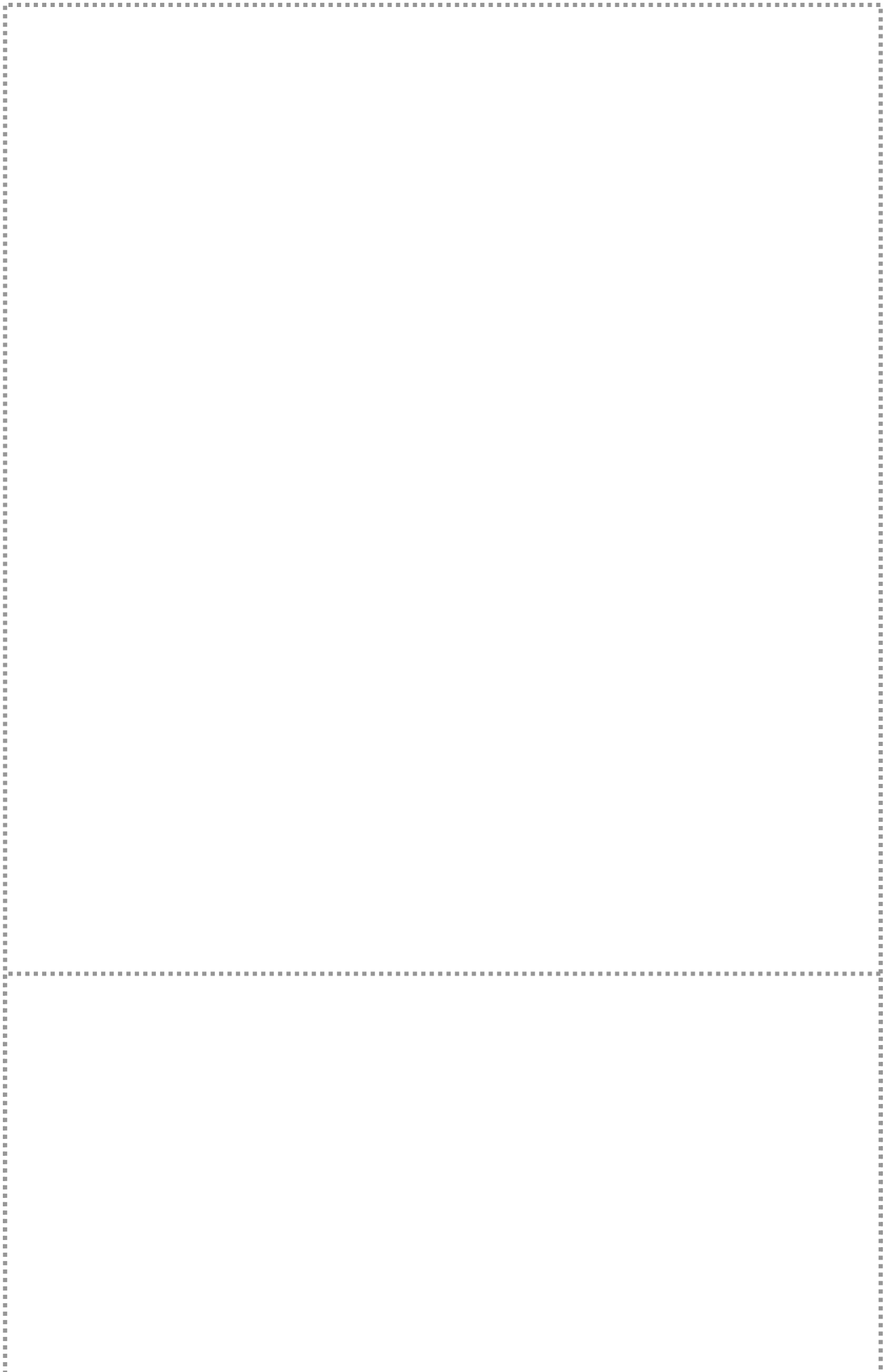
در این رابطه s^2 پراش دو سری اندازه‌گیری، N تعداد جفت تکراری و x_1 و x_2 مقادیر اندازه‌گیری شده یک جفت نمونه تکراری است. اگر بخواهیم دقت اندازه‌گیری را محاسبه کنیم می‌توان از رابطه $CI=Z.s$ استفاده کرد که در آن CI حدود اطمینان (نماینده دقت) و Z ضریب سطح اعتماد مطلوب است که در سطح اعتماد ۹۵٪ برابر ۱/۹۶ است.

با توجه به جدول (۲-۱۰) مقادیر ضریب تغییرپذیری و خطای نسبی در سطح اعتماد ۹۵٪ محاسبه شده است. همانگونه که در شکل (۲-۸) مشاهده می‌شود، خطای نسبی بالای ۱۰٪ در عناصر Au (۲۱/۸۶۲٪)، Bi (۸۳/۸۴۱٪)، Mo (۱۱/۴۵۵) و S (۱۰/۳٪) می‌باشد. بالا بودن خطای نسبی ارتباط مستقیم با ضریب تغییرات نسبی در این عناصر دارد.

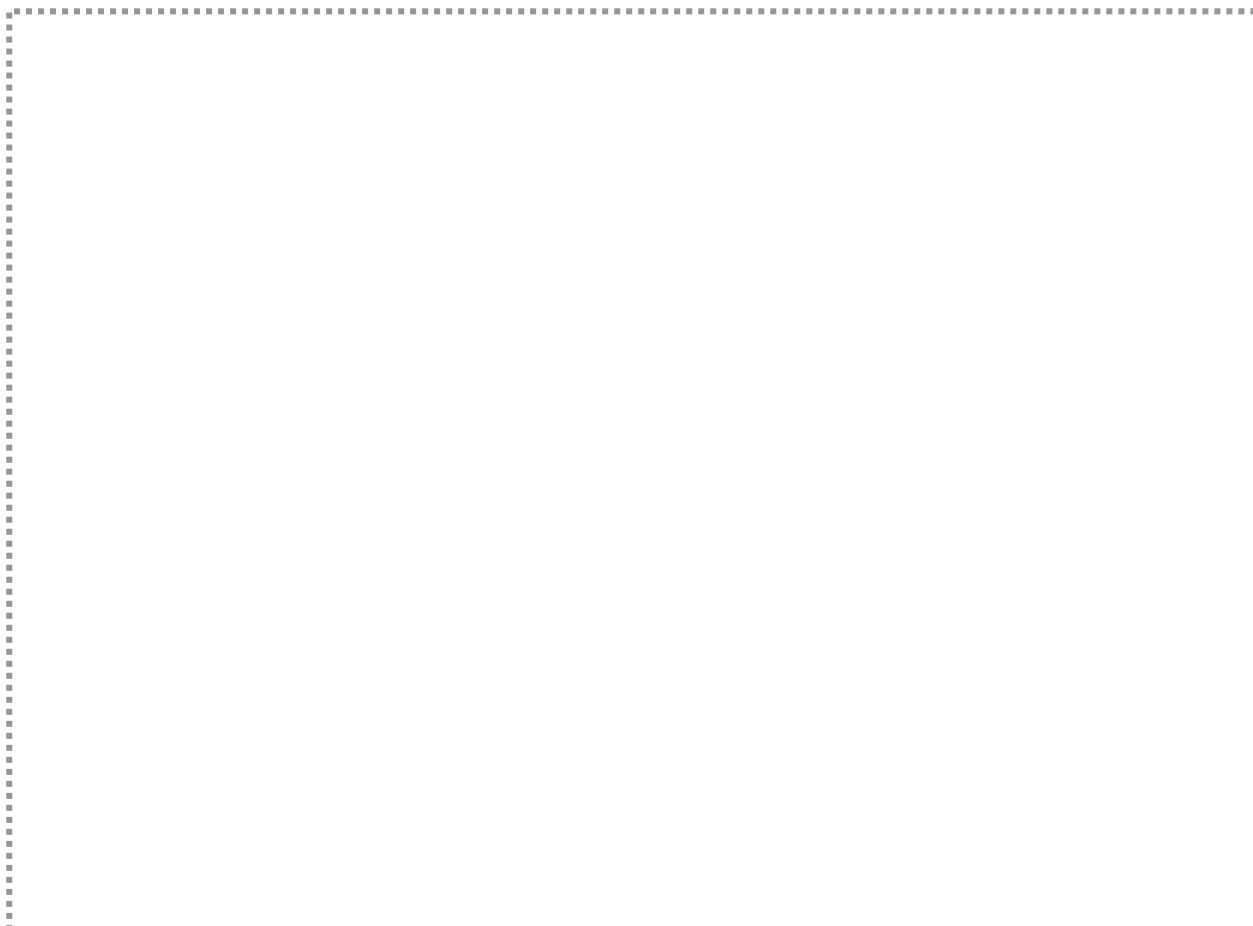
پیوسته‌های

بخش دوم

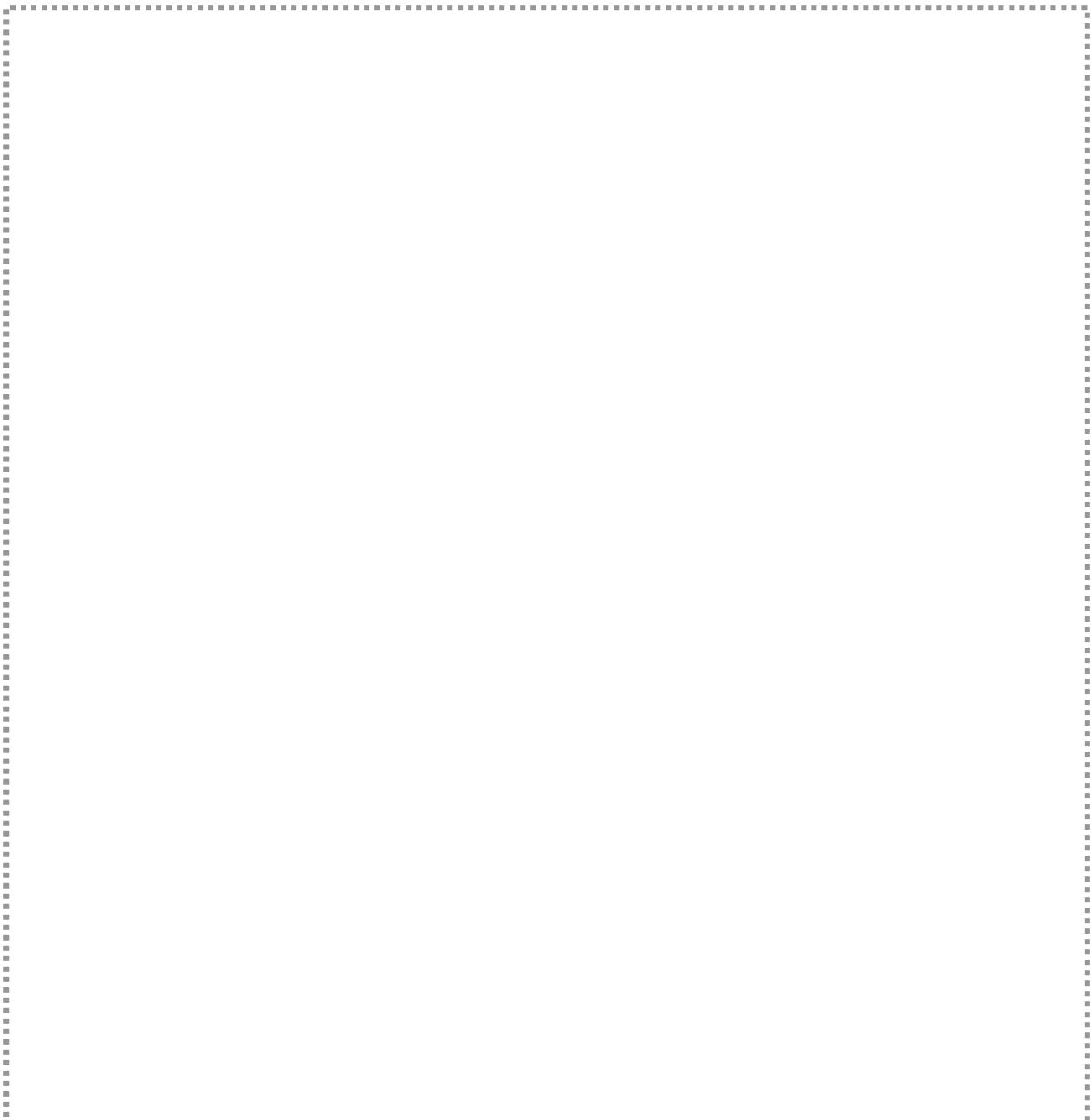
(نتایج آنالیز نمونه‌های تکراری و نمودارهای خط‌گیری)



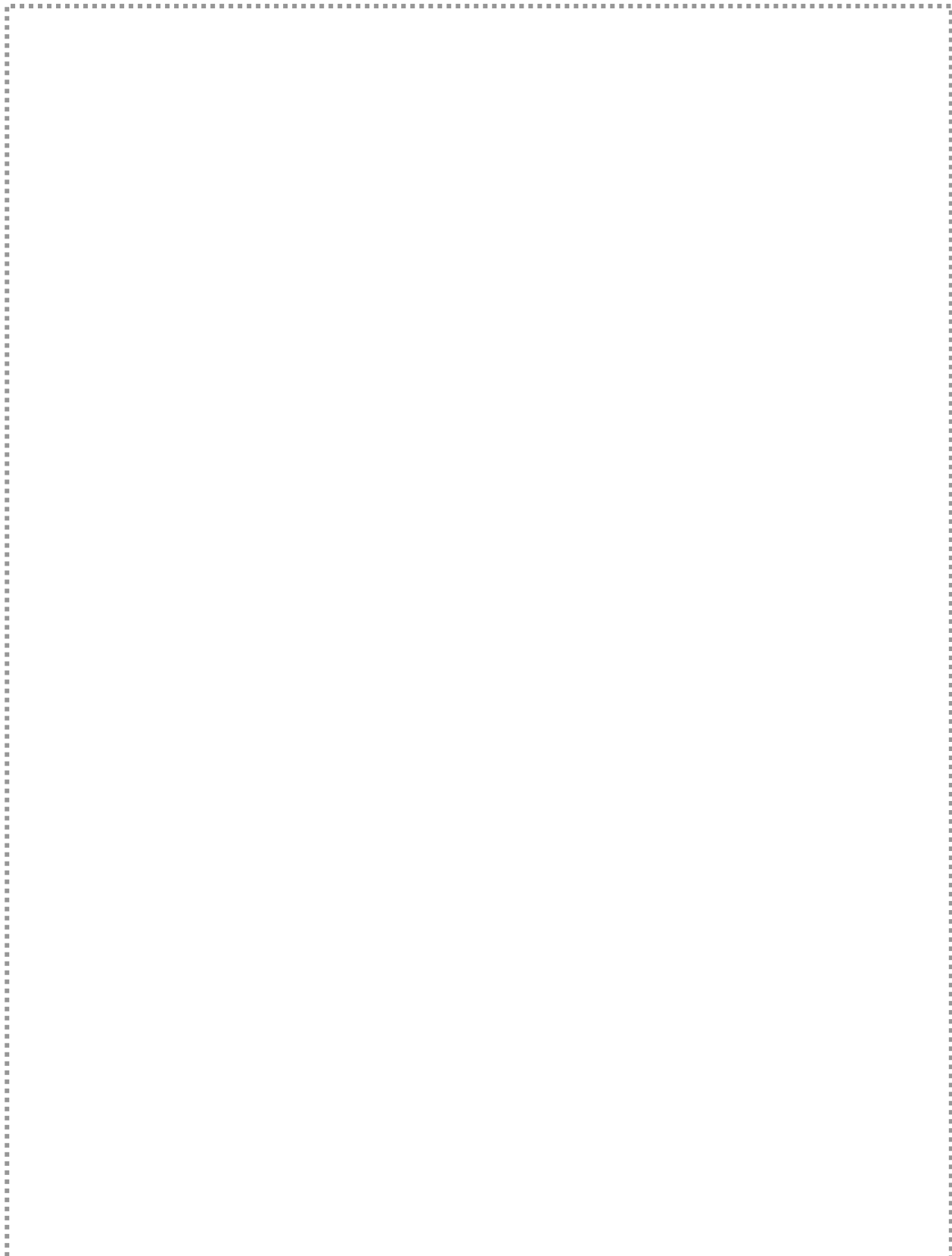
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره

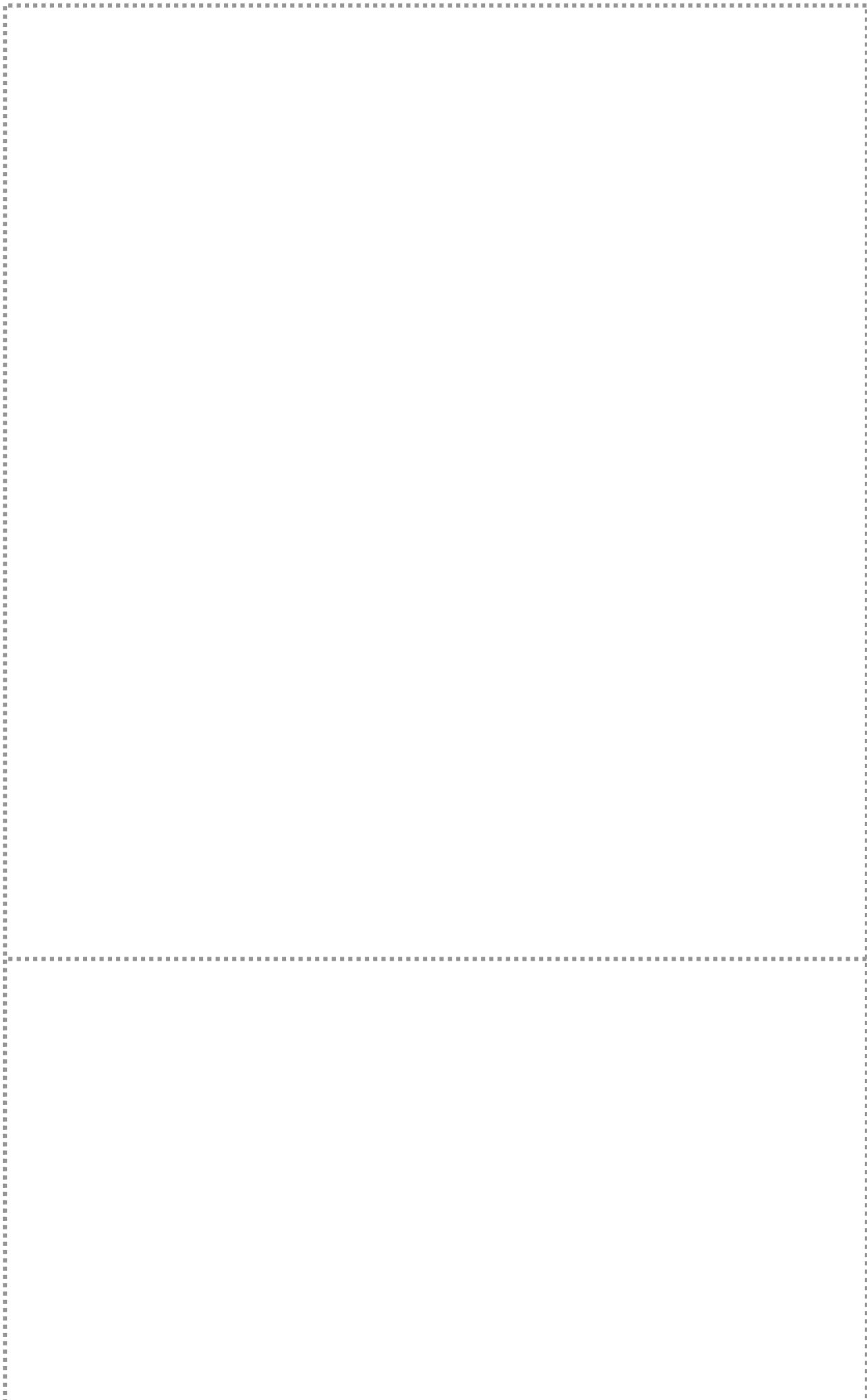


اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره

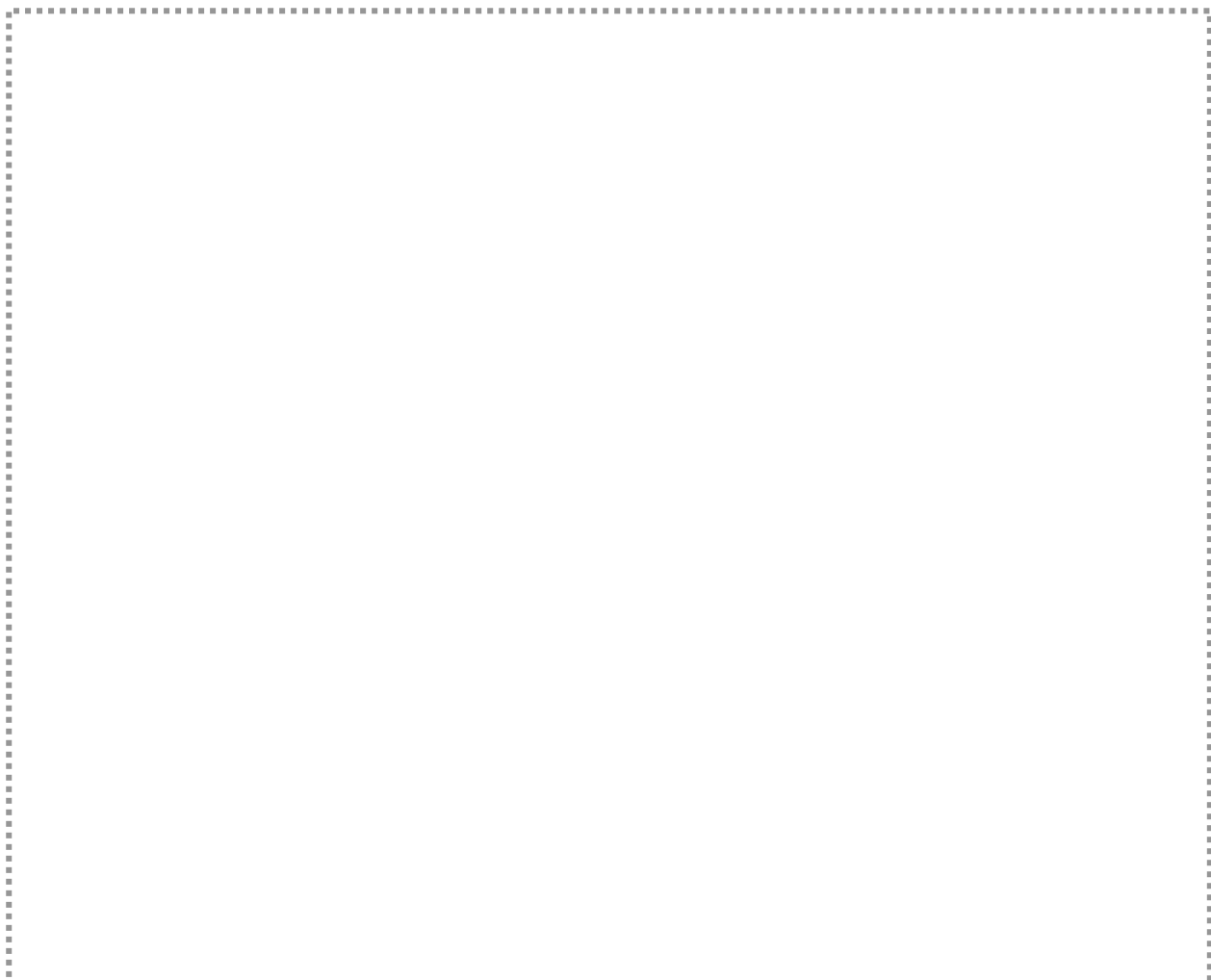


اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره

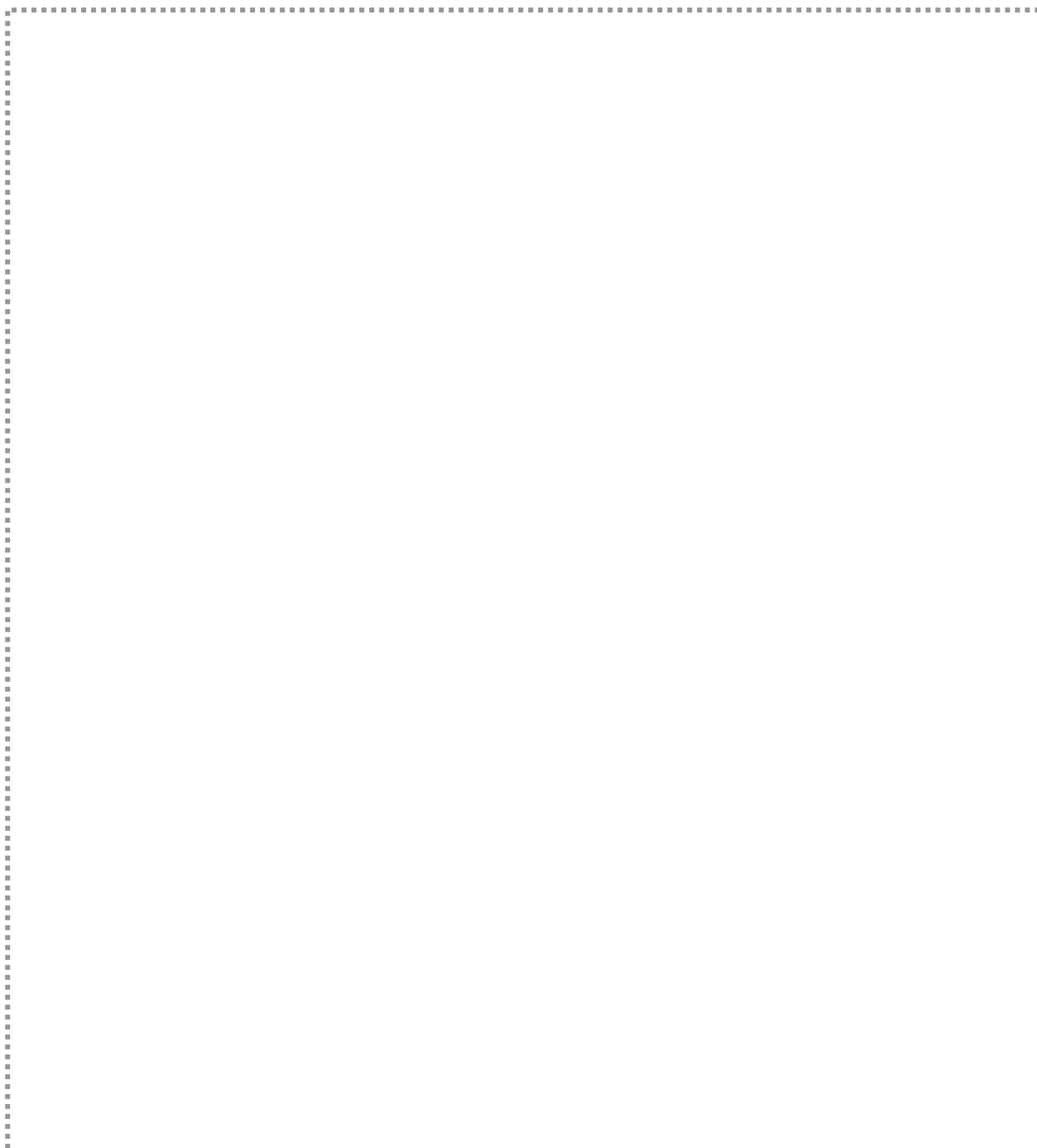




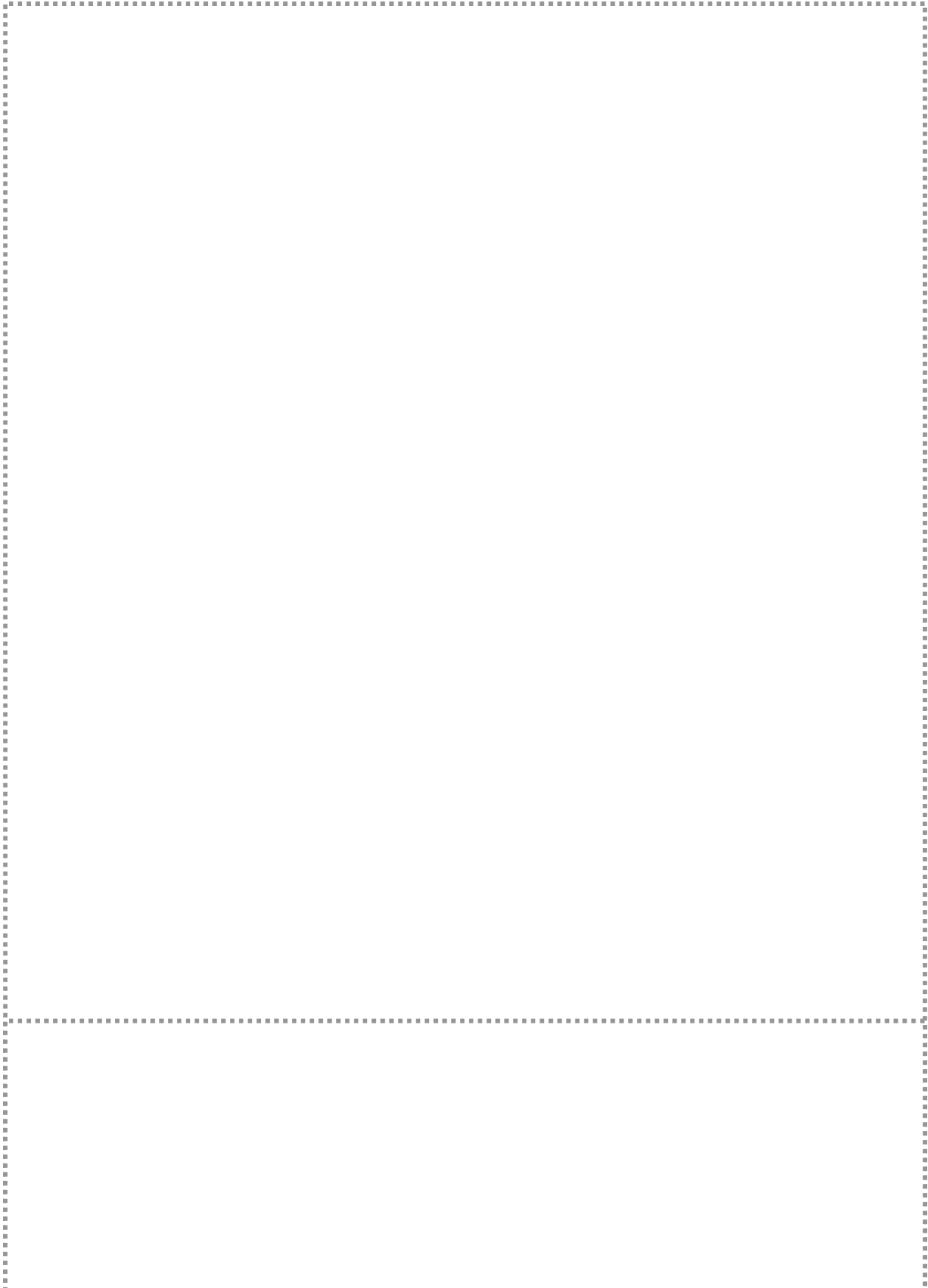
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



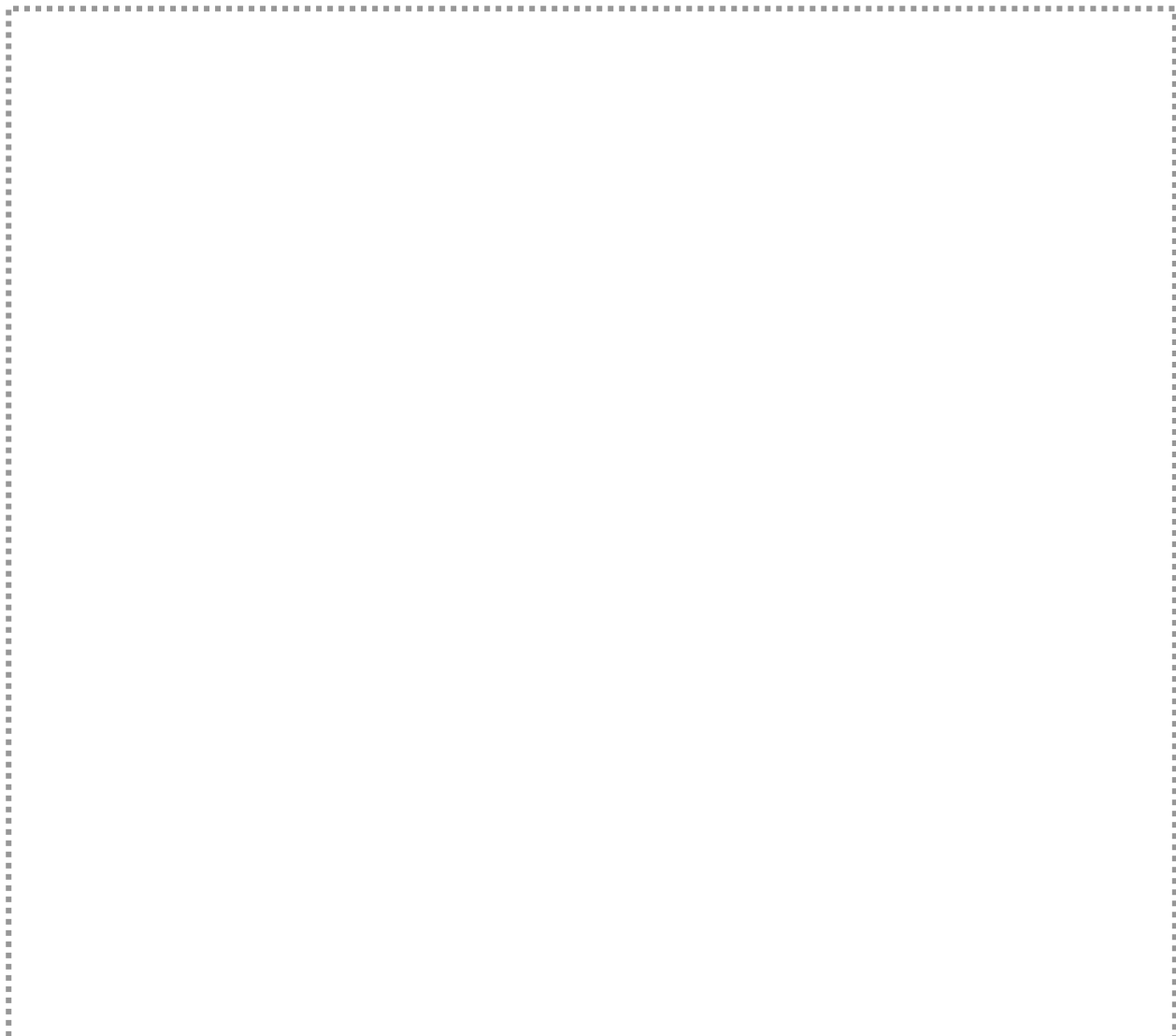
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



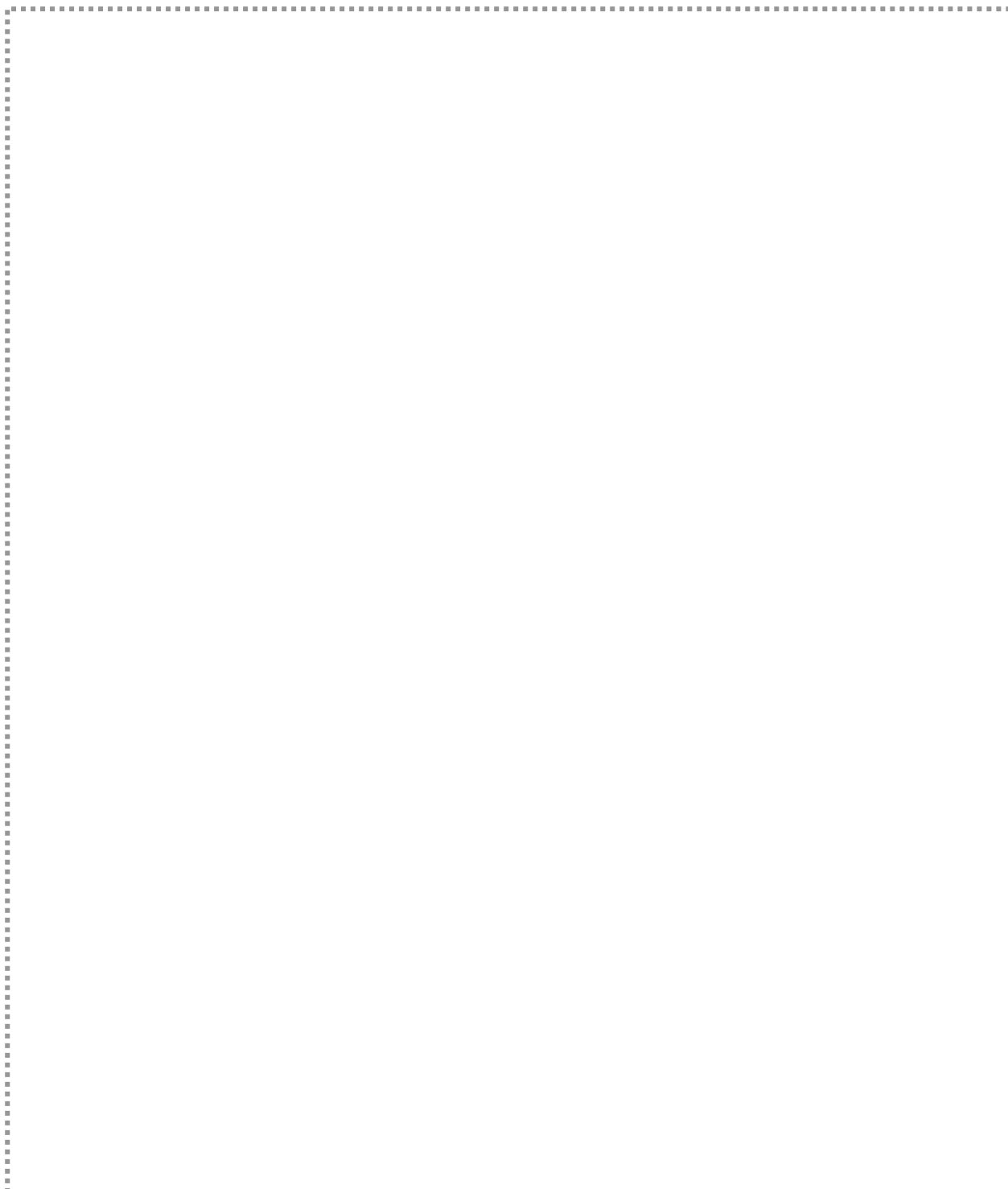
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



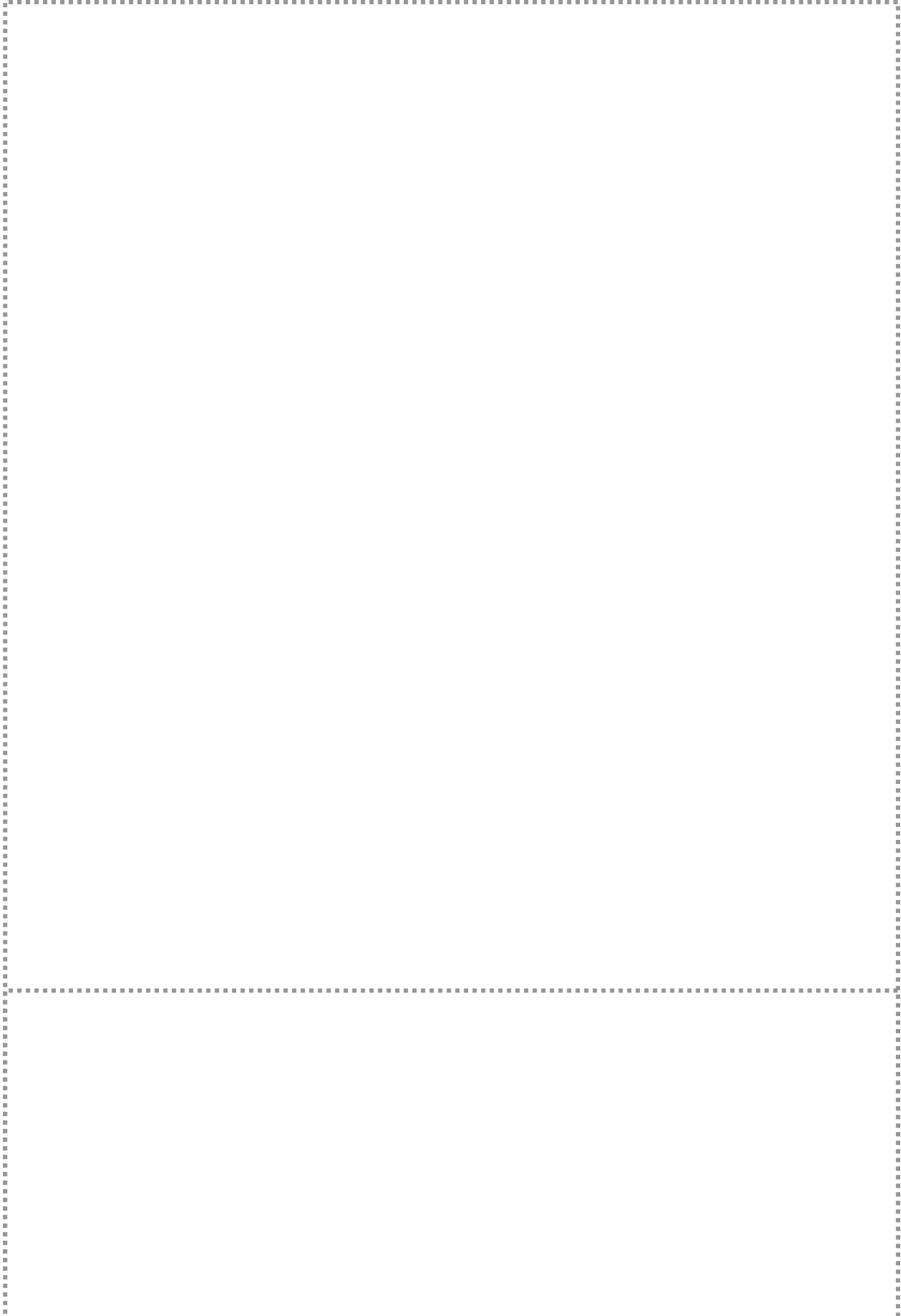
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



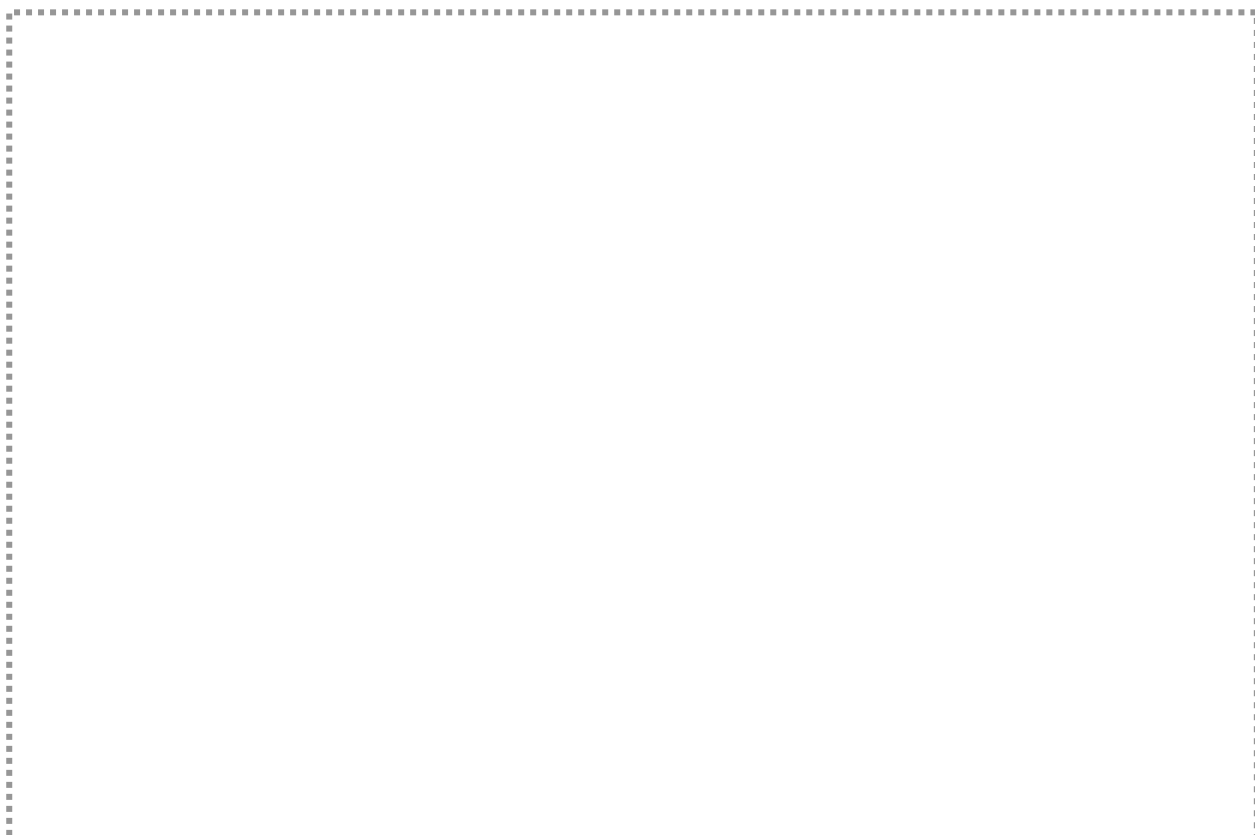
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



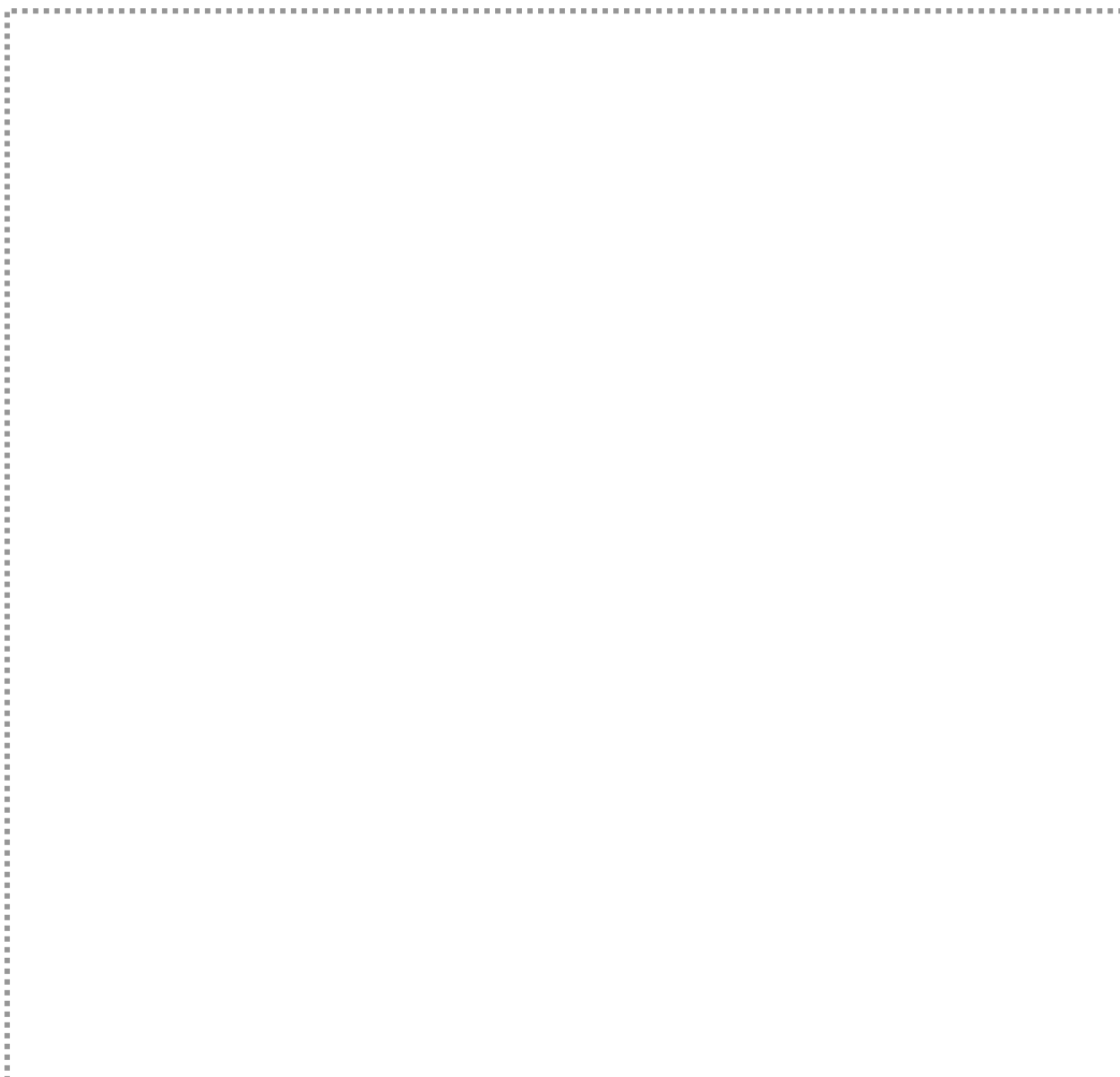
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



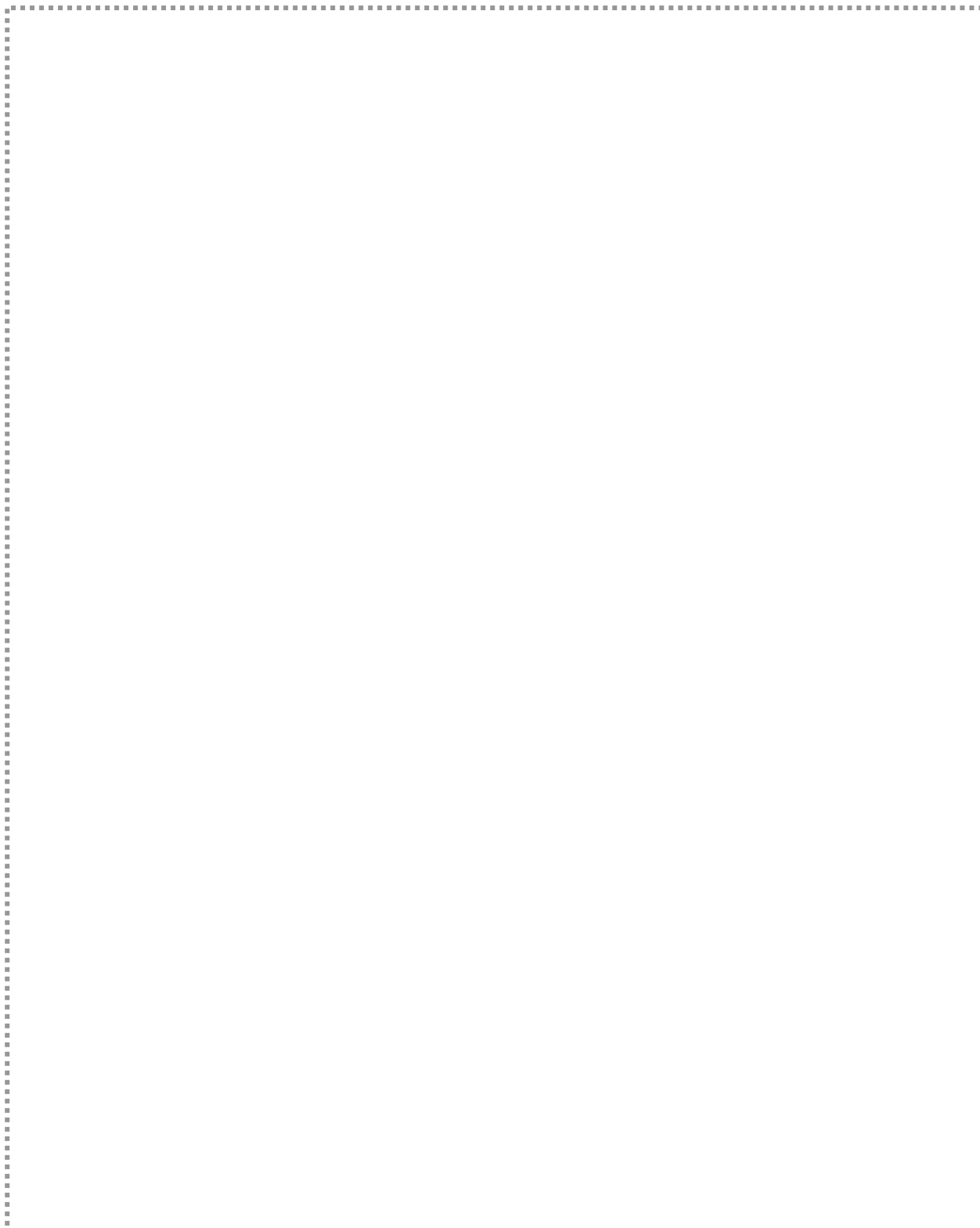
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقہ یکصدہزارم دیواندرہ



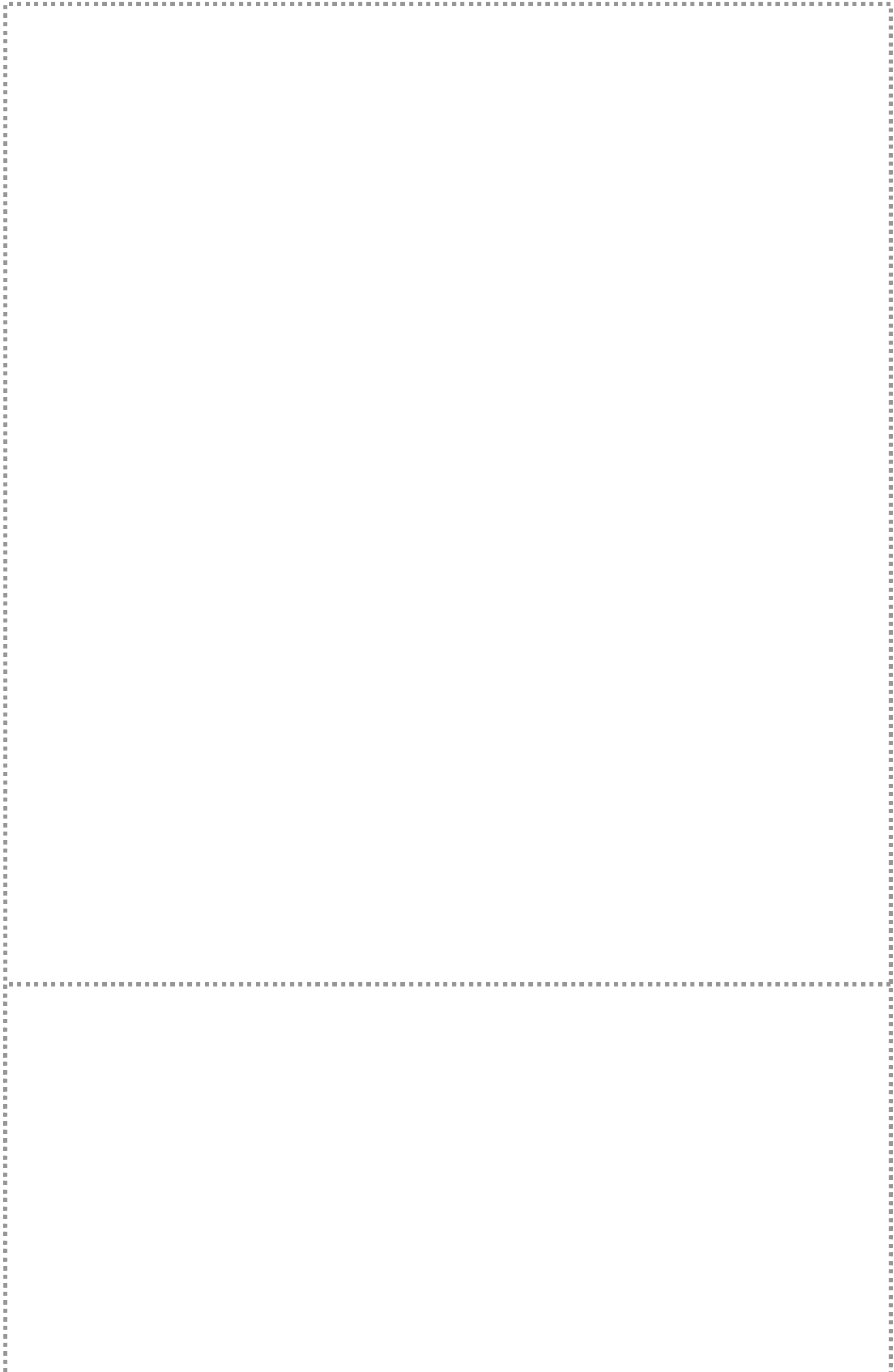
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



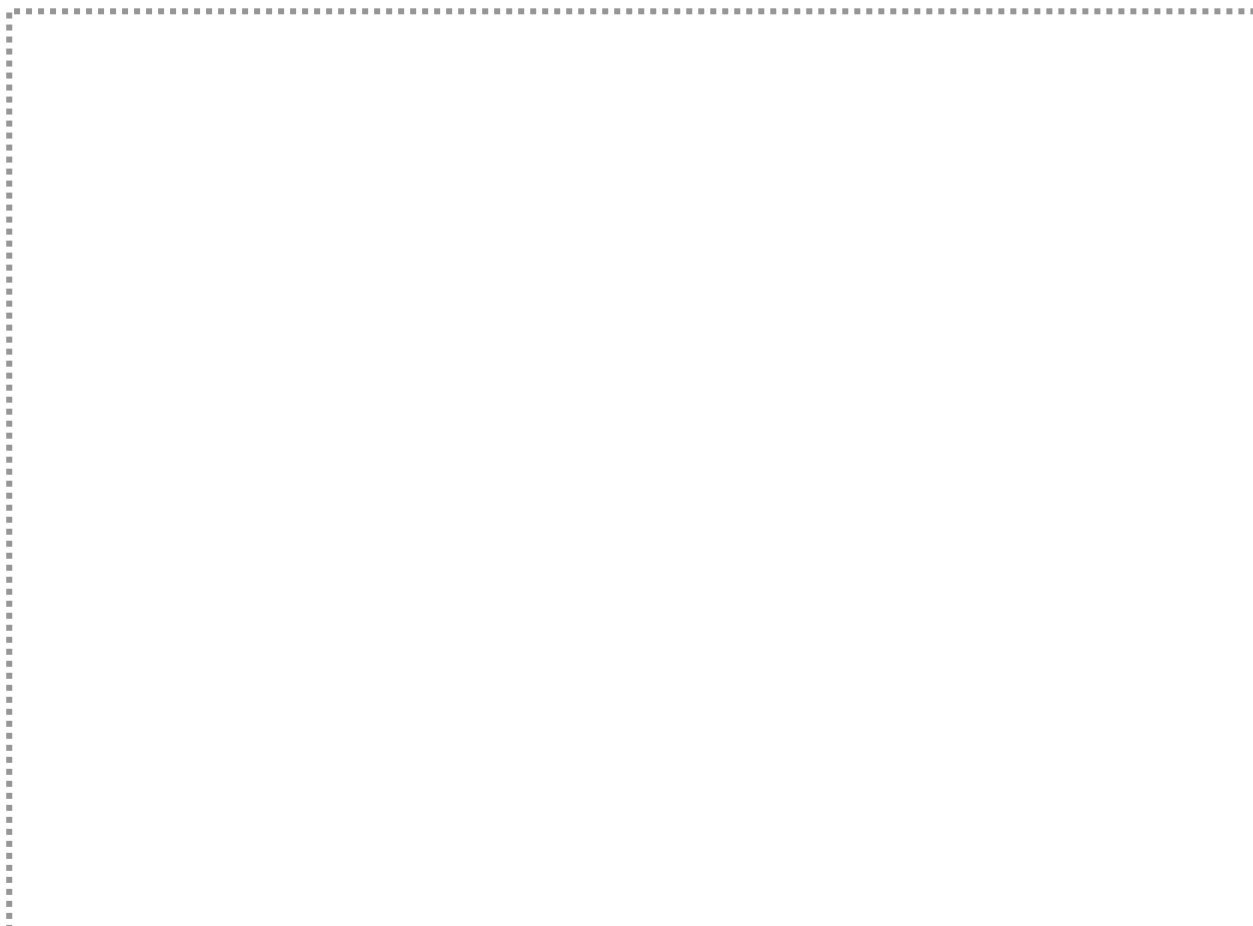
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



بخش سوم : پردازش داده‌ها (بند-۶ شرح خدمات)

اجرای هر پروژه اکتشافی از آغاز تا پایان به‌طور خلاصه شامل مراحل کلی زیر است،
(حسنی‌پاک، شرف‌الدین، ۱۳۸۰):

۱- فاز طراحی.

۲- نمونه‌برداری و اندازه‌گیری (فاز تولید داده‌ها).

۳- تحلیل داده‌ها و رسم نقشه‌های کاربردی.

۴- بررسی امکان‌سنجی (فنی و اقتصادی).

در بخش پیشین راجع به طراحی شبکه نمونه‌برداری، نحوه نمونه‌برداری، آماده‌سازی و اندازه‌گیری داده‌ها بحث شد. در این بخش به بحث در مورد تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌پردازیم:
پردازش داده‌ها، طبقه‌بندی و تبدیل آنها به شکلی قابل تفسیر است. این کار با تنظیم اطلاعات در بانکهای اطلاعاتی آغاز و با اعمال محاسبات مختلف ریاضی، آماری یا زمین‌آماري و یا رسم انواع نمودارها و نقشه‌ها اطلاعات قابل فهم تولید می‌کند. نکته خیلی مهم در اینجا این است که در هر مرحله باید با کنترل‌های مداوم از میزان خطاهای احتمالی کاست.

در این پروژه پس از دریافت نتایج آنالیز به صورت داده‌های خام ابتدا مقادیر سنسورد محاسبه شد. سپس، ضمن جدایش جوامع سنگی، به بررسی زمینه محلی و شاخص غنی‌شدگی برای هر جامعه پرداخته شد. پس از آن نمونه‌های خارج از رده شناسائی شده و با مقادیری جایگزین گردیدند و بالاخره نرمال‌سازی شاخصهای غنی‌شدگی انجام شد. این مرحله شامل بانک اطلاعاتی متشکل از جوامع سنگی هر نمونه، مختصات هر نمونه، مقادیر خام داده‌ها، شاخص غنی‌شدگی، لگاریتم مقادیر شاخص غنی‌شدگی و مقادیر نرمال شده شاخص غنی‌شدگی می‌باشد.

در مرحله نهائی با استفاده از داده‌های نرمال شده ضرایب همبستگی تعیین، آنالیز خوشه‌ای و تجزیه عاملی انجام و سرانجام به روش P.N آنومالیهای واقعی شناسائی شدند.

۳-۱- برآورد مقادیر سنسورد (بند ۶-۱ شرح خدمات)

داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شود که در بین آنها، به علت بالا بودن حد حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری، تعدادی از داده‌ها به صورت مقادیر کوچکتر از حد حساسیت دستگاه یافت می‌شوند. چنین اعدادی می‌تواند بررسیهای آماری را دچار اختلال کند. زیرا اولاً روشهای آماری نیاز به مجموعه کاملی از داده‌های غیرسنسورد دارد و ثانیاً در مواردی، نظیر جداسازی زمینه از آنومالی که سنجشهای نسبی صورت می‌گیرد، وجود داده‌های سنسورد موجب ارزیابیهای غیردقیق می‌شود. اگر داده‌های سنسورد تخمین زده شده و جایگزین گردند مقدار زمینه و شدت آنومالیها دقیقتر محاسبه خواهد شد.

پس از کنترل دقت آنالیز نمونه‌ها و بررسی خطاهای آنالیز در این مرحله ابتدا داده‌های خام مربوط به عناصری که دارای بیش از ۵۰٪ مقادیر سنسورد بودند کنار گذاشته شدند. هرچند پردازش این عناصر به علت بالا بودن مقادیر سنسورد حائز اهمیت نمی‌باشد، اما بررسی مقادیر غیرسنسورد این عناصر از لحاظ اکتشافی می‌تواند مفید باشد. عناصری که در این مرحله به علت بالا بودن تعداد داده‌های سنسورد کنار گذاشته شدند، شامل عناصر بور (B)، جیوه (Hg)، نقره (Ag) و تلوریم (Te) می‌باشند.

به هر صورت با بررسی همه جانبه داده‌های سنسورد و روشهای مختلف جایگزینی آنها، تصمیم

بر آن شد که به جای مقادیر کمتر از حد تشخیص، مقدار $\frac{3}{4}$ حد آن جایگزین گردد (جدول ۱-۳). این روش جایگزینی مورد استفاده کارشناسان سازمان زمین‌شناسی آمریکا و کاربران نرم‌افزار STATPAC بوده است، (Vantrump, 1977).

جدول (۱-۳): حد حساسیت و مقادیر جایگزینی هر یک از عناصر در ورقه دیواندره

Element	Total No.	Censored No.	Percent (%)	Detection	Replace Value
Ag	758	485	63.98	0.01	---
Au	758	107	14.11	1	0.75
Bi	758	20	2.63	0.1	0.075
Cd	758	8	1.05	0.1	0.075
La	758	1	0.13	10	7.5
S	758	2	0.26	50	37.5

۲-۳- محاسبات آماری داده‌های خام

اولین گام در شناخت خصوصیات داده‌های اکتشافی محاسبه پارامترهای آماری داده‌ها، نظیر میانگین، انحراف معیار، پراش، چولگی و کشیدگی می‌باشد. این محاسبات در واقع ابتدائیت‌ترین بررسی‌های آماری می‌باشد. پس از کنترل دقت آزمایشگاه و تخمین مقادیر سنسورد و حذف متغیرهایی که بیش از ۵۰٪ سنسورد داشتند، داده‌ها در چند مرحله برای پردازش و بررسی پارامترهای آماری حاصل از آن تحت مطالعه قرار گرفتند.

داده‌های تک‌متغیره با نمایش شماری از آرایه‌های تک‌بعدی در راستای یک خط مقیاس‌بندی شده ارائه می‌شوند. هدف از نمایش داده‌ها، اخذ نتایج بهتر و ارائه یک روش تفسیر مناسبتر آمارهای توصیفی است که به‌طور خلاصه در یک محیط نرم‌افزاری محاسبه شده و در یک محیط گرافیکی مطلوب به‌تصویر در می‌آیند.

سه ویژگی موقعیت^۱، پراکندگی^۲ و شکل^۳ توسط هیستوگرام قابل بررسی و تفسیراند. این ویژگیها به یک یا چند مقدار ثابت وابسته‌اند که به‌نام پارامترهای جامعه و یا پارامترهای توزیع فراوانی نامیده می‌شوند. محاسبه ریاضی این پارامترها وابسته به میانگین و تغییرپذیری داده‌ها است.

¹-Location.

²-Dispersion.

³-Shape.

در این مرحله با توجه به تعیین ماهیت نرمال یا لاگ- نرمال هر عنصر، پارامترهای آماری دقیقتری برای عناصر به دست می‌آید. هیستوگرام فراوانی، منحنی فراوانی تجمعی و جدول مربوط به پارامترهای آماری هر یک از عناصر مورد مطالعه به ترتیب در شکل‌های (۳-۱) تا (۳-۴) و جدول‌های (۳-۲) و (۳-۳) آورده شده است. با توجه به این نمودارها می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

۱- اکثر عناصر دارای توزیع لاگ- نرمال هستند. از این میان عناصر آهن، نیتانیم، روبیدیم، نیوبیم، کبالت و وانادیم دارای توزیع نرمالتتری نسبت به دیگران می‌باشند.

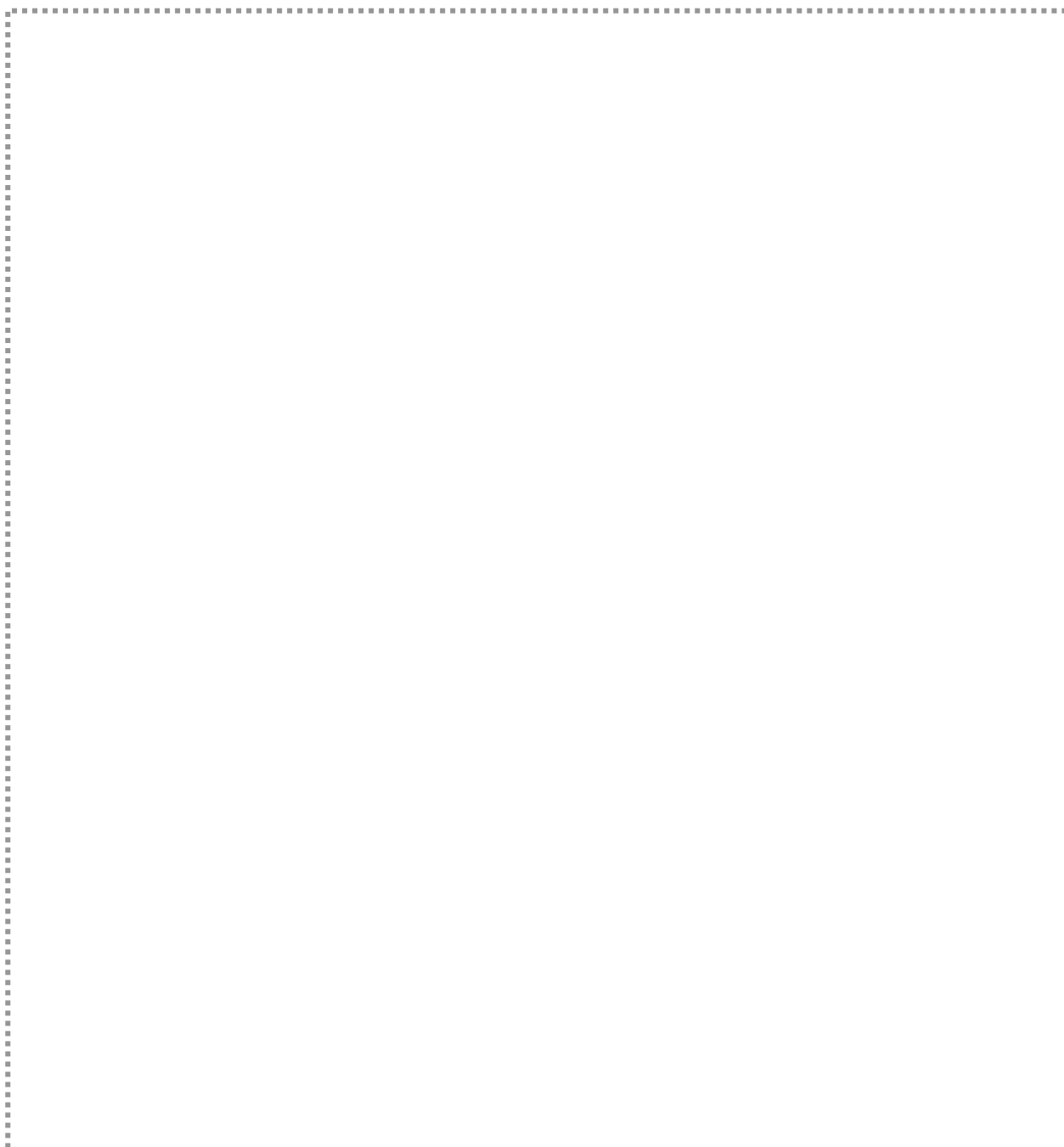
۲- شکل توزیع فراوانی برخی از عناصر مؤید وجود جوامع آماری می‌باشد که این مسأله در ساده‌ترین حالت می‌تواند به صورت دو جامعه آنومالی و غیرآنومالی تلقی شود. ولی با توجه به ماهیت نمونه برداری از رسوبات آبراهه‌ای می‌توان عوامل لیتولوژی و زمین‌شناسی را نیز در پیدایش چنین جوامعی مؤثر دانست. به عبارت دیگر عوامل مختلفی نظیر سنگ منشأ متنوع در بالادست نمونه آبراهه‌ای، فرآیند کانی‌سازی و غیره می‌توانند موجب بروز شکل غیرنرمال در توزیع فراوانی مقادیر عنصری شوند.

هدف اصلی مطالعات ژئوشیمیائی حذف یا دست کم کاهش تأثیر عوامل غیرنرمال کننده به جز عوامل کانساری می‌باشد تا با تشخیص نواحی آنومالی به مناطقی که احتمال کانی‌سازی در آنها بیشتر است نزدیکتر شویم. تنوع واحدهای آذرین، واحدهای آذرین نفوذی و خروجی و واحدهای رسوبی در ورقه دیواندره موجب شده است تا آبراهه‌ها، به خصوص آبراهه‌های طولی که در کل برگه گسترش یافته‌اند، از چند نوع واحد سنگی عبور نمایند و در نتیجه رسوبات آبراهه‌ای ویژگی چند منشائی به خود بگیرند.

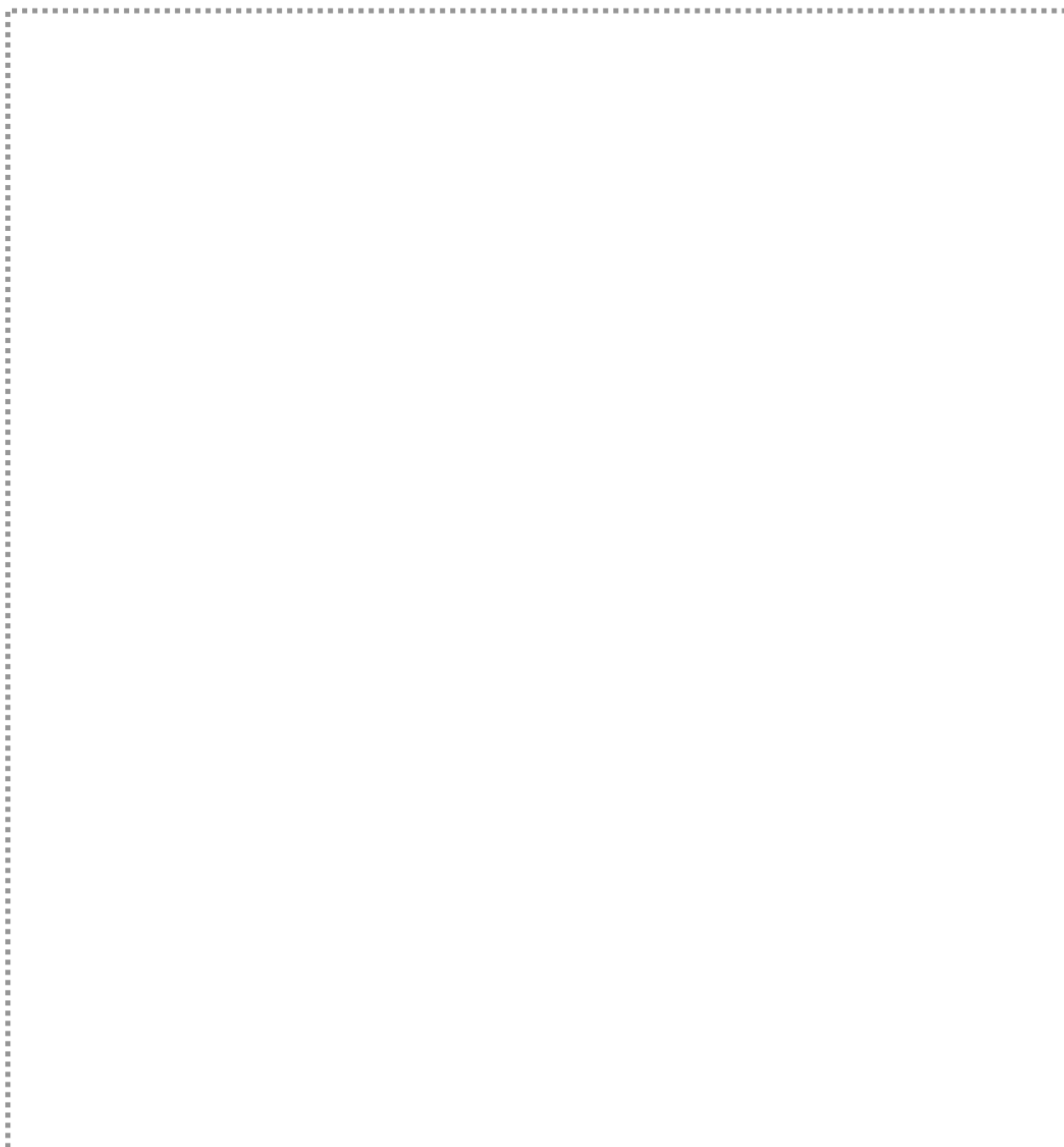
همچنین با توجه به جدول‌های (۳-۲) تا (۳-۳) می‌توان دریافت که با توجه به جدول پارامترهای آماری مقدار چولگی در تمام عناصر بسیار بالا می‌باشد. بالاترین مقدار آن ۲۶/۳۷ برای عنصر طلا است. بالاترین میزان کشیدگی نیز برای عنصر طلا به مقدار ۷۱۴/۴۳۷ می‌باشد. وجود نمونه‌های خارج از ردیف در این عنصر منجر به بالا رفتن میزان چولگی شده است.

در این میان کمترین میزان چولگی مربوط به عناصر تالیم، آهن، روبیدیم و کادمیم به ترتیب به میزان ۰/۱۴، ۰/۳۵، ۰/۳۶، ۰/۰۱ می‌باشد. دلیل چولگی پایین در این عناصر پایین بودن میزان تغییرات در مقدار عناصر مذکور می‌باشد.

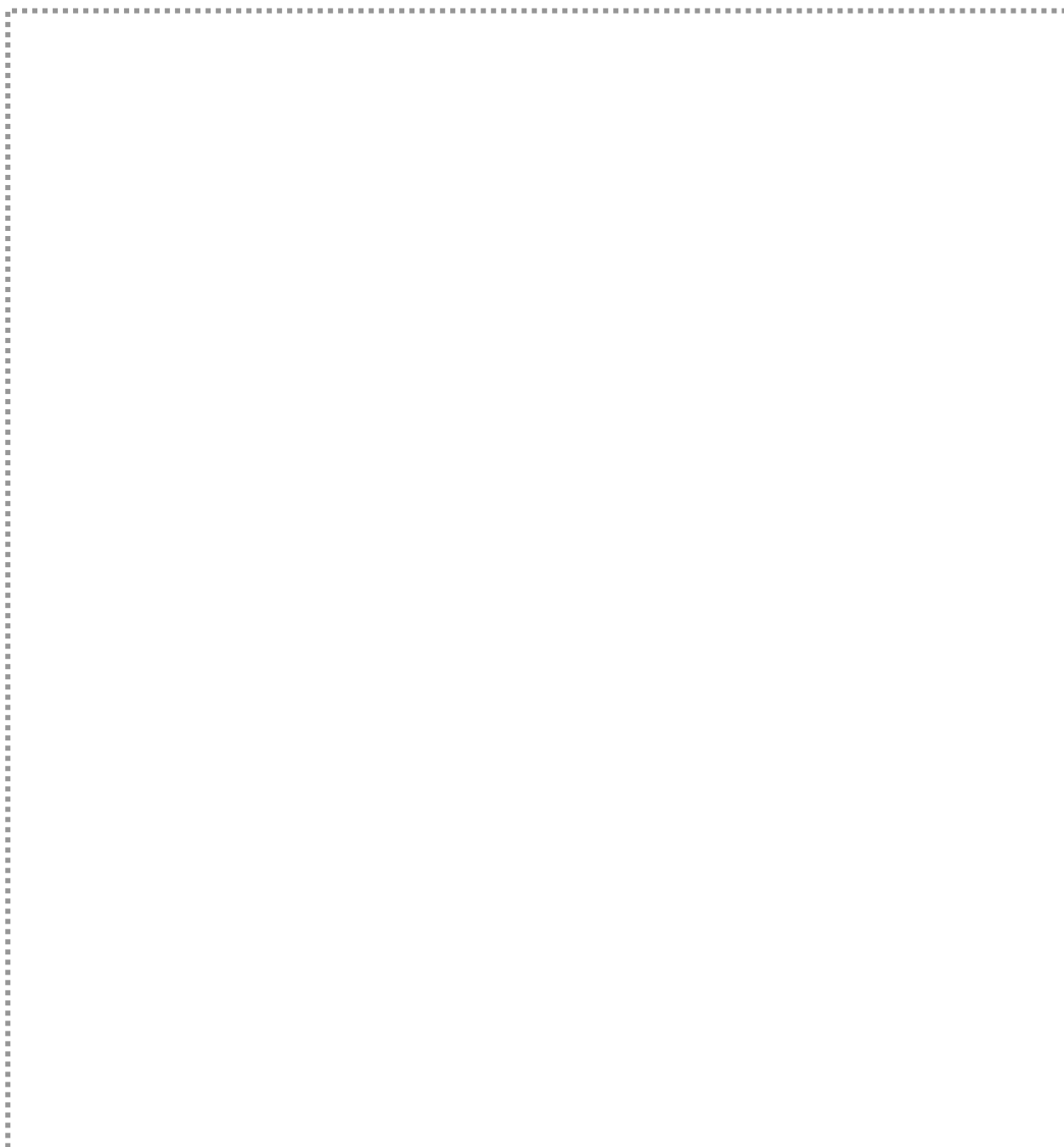
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



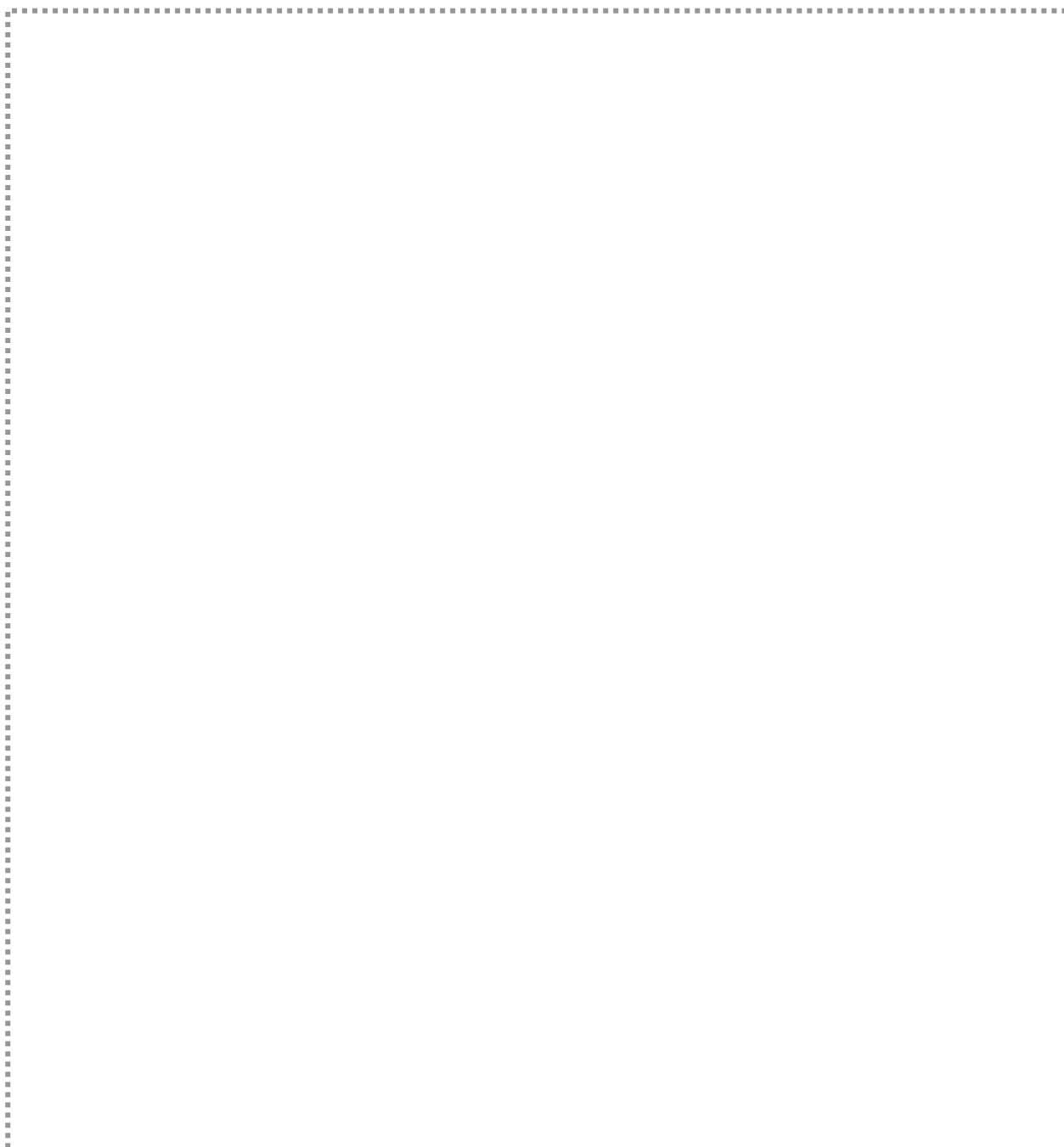
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



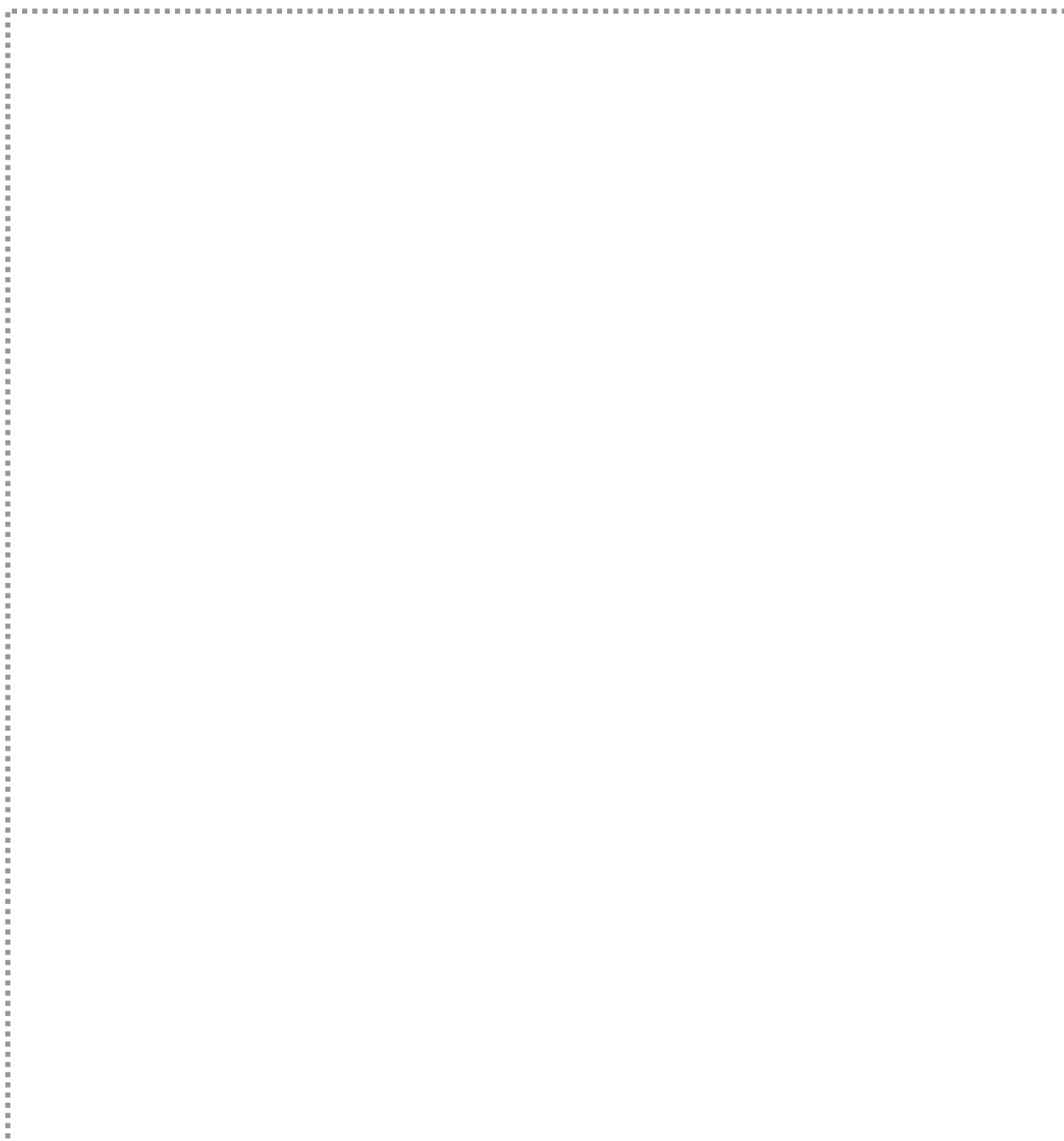
اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقہ یکصدہزارم دیواندرہ



۳-۳- شناخت و جدایش جوامع سنگی (بندهای ۲-۶، ۳-۶ و ۴-۶ شرح خدمات)

در اکتشافات ژئوشیمیائی به روش رسوبات آبراهه‌ای و یا لیتوژئوشیمیائی (صرف نظر از مؤلفه آلودگی ژئوشیمیائی) تغییرپذیری دارای دو مؤلفه اساسی است، که عبارتند از:

- مؤلفه سن ژنتیک که مربوط به سنگ‌زائی و تغییرات لیتوژئوشیمیائی است.
- مؤلفه اپی ژنتیک در ارتباط با فرآیند کانی‌سازی که به‌عنوان مؤلفه مفید اکتشافی شناخته شده است.

بنابراین آنچه که در اکتشافات ژئوشیمیائی به دنبال کشف آن هستیم مؤلفه اپی ژنتیک وابسته به فرآیندهای کانی‌سازی اقتصادی است. گاهی مؤلفه سن ژنتیک (تغییرات لیتولوژی) چنان قوی است که اثر مؤلفه اپی ژنتیک را کاملاً محو می‌کند و این رخداد شناسائی مؤلفه مرتبط با کانی‌سازی را دشوار می‌کند.

لازم به یادآوری است که مقدار زمینه یک سنگ از یک ناحیه به ناحیه دیگر ممکن است تغییر کند. در اکتشافات ناحیه‌ای مناسبتر آن است که به‌جای استفاده از کلارک جهانی از مقادیر زمینه ناحیه‌ای بهره جست. این مقدار را می‌توان برابر میانه جامعه مورد نظر در نظر گرفت. روشهای مختلفی برای خنثی‌سازی اثر لیتولوژی وجود دارد (حسنی‌پاک، ۱۳۸۰)، که عبارتند از:

۳-۳-۱- روش غیرمستقیم

در این روش داده‌های خام، پس از جایگزینی مقادیر سنسورد، مورد تحلیل چند متغیره (آنالیز فاکتوری) قرار می‌گیرند. در این حالت اثر تغییرات لیتولوژی و مؤلفه‌های تغییرپذیری مرتبط با آنها معمولاً در یکی دو سه فاکتور اول ظاهر می‌شود. اگر تنوع لیتولوژی زیاد باشد اثرات آنها در تعداد بیشتری فاکتور ظاهر می‌شود، ولی اگر تنوع لیتولوژی کم باشد ممکن است یک فاکتور کافی باشد. پس از شناخت فاکتورهای منعکس‌کننده، می‌توان اثر لیتولوژی را به روشهای مختلف از روی داده‌های خام خنثی کرد و سپس مقادیر باقیمانده را مورد تحلیل قرار داد. بدیهی است در مقادیر باقی‌مانده مؤلفه سن‌ژنتیک نقشی نخواهد داشت.

۳-۳-۲- روش مستقیم

در این مورد ابتدا نوع سنگها در منطقه تحت پوشش مورد شناسائی قرار می‌گیرد. سپس با انطباق نقشه نمونه‌برداری بر نقشه لیتولوژی، نمونه‌ها بر حسب لیتولوژی مشابه به‌جوامعی با پارامترهای آماری خاص تقسیم می‌گردند. برای خنثی‌سازی اثر لیتولوژی در هر جامعه کافی است مقدار هر متغیر ژئوشیمیائی به‌میان آن نرمالایز شود. در این صورت ضریب غنی‌شدگی مستقل از نوع سنگ حاصل می‌گردد که می‌تواند مبنای تحلیلهای بعدی باشد.

در این پروژه با استفاده از نقشه زمین‌شناسی دیواندره واحدهای سنگی محدوده مورد مطالعه براساس اختصاصات ژئوشیمیائی مطابق جدول (۳-۴) به‌چند گروه طبقه‌بندی گردید و با تهیه نقشه حاوی آبراهه‌ها، موقعیت نمونه‌ها و نقشه زمین‌شناسی، انواع سنگ بالادست هر نمونه استخراج و در جدول مربوطه درج گردید.

جدول (۳-۴) : علائم اختصاری به‌کار رفته مربوط به‌جوامع سنگی مختلف در ورقه دیواندره.

علامت اختصاری	ترکیب سنگ بالادست
---------------	-------------------

آبرفتهای قدیمی، آبرفتهای عهد حاضر، زمینهای کشاورزی، انباشتههای آبرفتی حاوی بولدرها و گراولها و رسوبات رودخانه‌ای (QT, Qr, Q ^{al})	Q
تراورتن، آهک مارنی سفید، آهک اوربیتولین‌دار کرتاسه، آهک و دولومیت پرمین (Pl, K3, K7, Ml, Qt)	Ls
شیل خاکستری تیره، شیل سیلتی و ماسه‌سنگ، شیست با میان‌لایه‌های آهک (Ps, K2, K8)	Sh
مارن ماسه‌ای قرمز، مارن ماسه‌ای، مارن با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگ.	MA
کنگلومرای پلیوسن، کنگلومرا و ماسه سنگ (Mc, K1)	CON
لاوهای بازالتی (Pb)	BA
آندزیت و سنگهای ولکانیک کرتاسه (K9, Mv)	An
توده‌های نفوذی گرانودیوریتی (Gd)	Gd

در این حالت با مشخص کردن حوضه آبریز هر نمونه تمامی واحدهای سنگی، که رسوبات حاصل از فرسایش آنها سهمی در تشکیل نمونه داشته‌اند، شناسائی می‌شوند.

پس از ورود داده‌های حاصل از استخراج سنگ بالادست نمونه‌ها به نرم‌افزار EXCEL و کنترل دقت و صحت عملیات، با درج نتایج تجزیه شیمیائی نمونه در کنار ستونهای مربوط به سنگ بالادست، طبقه‌بندی نمونه‌ها براساس نوع سنگ بالادست آنها صورت گرفت.

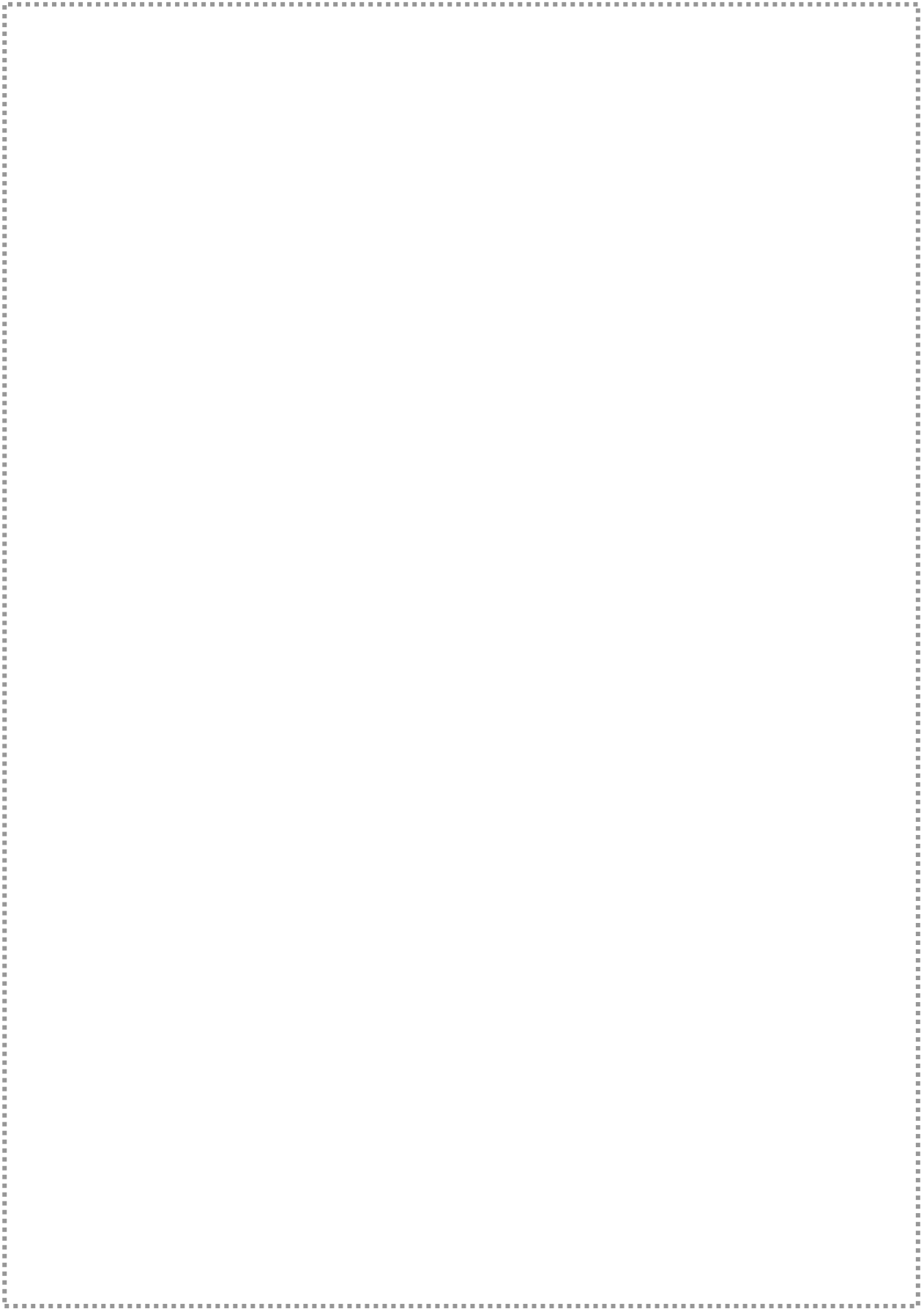
نمودارهای ۳-۵ و ۳-۶ تعداد نمونه‌های هر زیرجامعه یک‌سنگی، دوسنگی و سه‌سنگی و بیش از سه‌سنگ و نیز سهم هر یک در جامعه کل نمونه‌ها را نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌شود بیشترین سهم به نمونه‌های دو سنگی تعلق دارد.

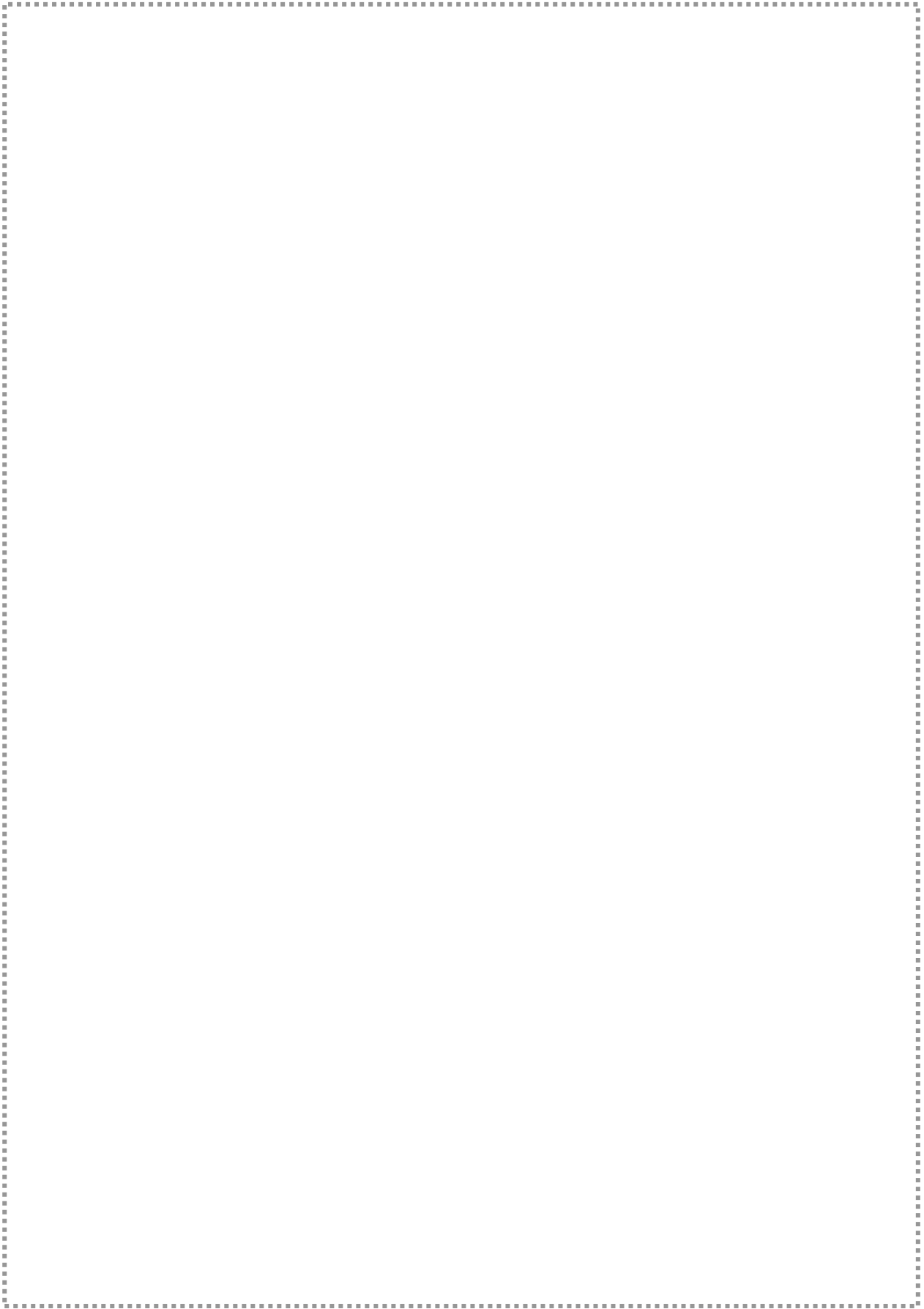
در زیرجامعه تک‌سنگی بیشترین نمونه‌ها مربوط به جامعه MRL، در دوسنگی مربوط به جامعه Q-Mrl و در سه‌سنگیها مربوط به جامعه Q-An-Mrl می‌باشد.

بدیهی است هرچه بر تعداد نمونه‌های زیرجامعه تک‌سنگی افزوده شود و از تنوع گونه‌های سنگ بالادست کاسته گردد، از نظر منشاء رسوبات آبراهه‌ای محیط همگنتری در منطقه وجود خواهد داشت و از شدت تأثیر این عامل بر غیرنرمال شدن جامعه نمونه‌های ژئوشیمیائی کاسته می‌شود. در جداسازی جوامع سنگی عامل زمانی مدنظر قرار نگرفته است. بدین معنی اگر سنگ بالادست رخنمون‌دار در آبراهه از جنس آهک باشد، چه این آهک متعلق به پالئوزوئیک باشد یا سنوزوئیک در طبقه‌بندی اثری ندارد و هر دو به‌عنوان یک جامعه سنگی با تعداد نمونه‌های اندک می‌باشد که

اکتشاف ژئوشیمیائی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم دیواندره

به ایجاد خطای بیشتر در تحلیل آماری منجر می شود.





۳-۴- نقش سنگ بستر در ارزیابی مقدار زمینه و حد آستانه‌ای

از آنجا که مقدار اندازه‌گیری شده هر عنصر در سنگ و یا رسوب آبراهه را می‌توان به دو مؤلفه سن‌ژنتیک و اپی‌ژنتیک تقسیم کرد، لذا برخی از آنومالیهای ژئوشیمیائی در ارتباط با کانی‌سازی نبوده، بلکه تغییرات لیتولوژی آنها را ایجاد می‌کند. عناصری که با سنگهای فلسیک همراهند از قبیل Be، Ba، Pb و Sr از این نوعند. در سنگهای رسوبی نیز همانند سنگهای آهنی و دولومیتی غنی از باریت، سلسیت و آپاتیت بوده به طوری که ربطی به کانه‌زائی ندارد. از موارد دیگر می‌توان به شیلها اشاره کرد. شیلهای سیاه غنی از مواد آلی بوده و در نتیجه جذب کانساری توسط مواد آلی مقدار زمینه این عناصر افزایش می‌یابد.

۳-۵- تحلیل ناهمگنیها (موضوع بند ۷-۱ شرح خدمات)

همانطور که قبلاً گفته شد، یکی از عوامل مهم در ایجاد ناهمگنی آماری در جوامع ژئوشیمیایی نمونه‌های برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای، تنوع و تغییرات لیتولوژی در سنگهای بالادست است. برای از بین بردن این عامل ناهمگن‌ساز و دستیابی به جوامع همگنی که به‌توان از طریق آنها به مقدار زمینه واقعی‌تری دست یافت، به جداسازی نمونه‌ها بر اساس سنگ بستر رخنمون‌دار در محدوده حوضه آبریز بالادست هر نمونه اقدام گردید. سپس نتایج حاصل از هر جامعه با یکدیگر مقایسه شده و تشابهات و یا تضادهای ژئوشیمیایی مربوط به هر یک به دست آمد. داده‌های مربوط به توزیع جوامع سنگی نشان می‌دهد که سنگهای بالادست شامل ۵ گروه تک‌سنگی، ۷ گروه دوسنگی، ۶ گروه سه‌سنگی و ۲ گروه چهارسنگی است که در هر یک بیش از ۷ نمونه وجود داشته است و از اینرو امکان محاسبه پارامترهای آماری تا حدی وجود داشته است.

۳-۶- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف بر اساس نوع سنگ بستر بالادست

(موضوع بند ۷-۲ شرح خدمات)

برای تعیین سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف نمونه‌های برداشت شده از حوضه‌های آبریز بر اساس سنگ بالادست آنها به صورت زیر عمل گردیده است:

الف: مقدار میانگین هر عنصر در هر کلاس از سنگهای بالادست (تک سنگی)، محاسبه شد.

ب : ردیفبندی عناصر در یک سری متوالی براساس کاهش مقدار فراوانی آنها صورت گرفت.

ج : مقایسه مکان قرارگیری هر عنصر در یک سری با سنگ بالادست معین نسبت به مکان قرارگیری همان عنصر در سری کلی مربوط به ۷۵۸ نمونه انجام گرفت.

سیمای ژئوشیمیایی، طبقه‌بندی عناصر در محیطهای سنگی متفاوت بر اساس فراوانی هر کدام از عناصر در ورقه دیواندره

ROCK	Bi	Cd	Tl	Mo	Be	Sb	U	W	Sn	Au	Cs	Sc
Background	0.2	0.2	0.3	0.8	1.3	1.3	1.5	1.6	1.7	2	4.3	13
MA	0.2	0.2	0.3	0.6	1.1	1	1.45	1.3	1.4	2	3.9	11
Q	0.2	0.3→	0.3	0.8	1.4→	1.6→	1.56→	1.7→	1.8→	2	4.2	14→
SH	0.3→	0.2	0.5→	0.9→	1.7→	9.7→	1.83→	2.5→	2.4→	2	10.2→	14→
CON	0.2	0.15	0.3	1.1→	1.2	1.55→	1.545→	2	1.8→	1.375	5→	10
AN	0.2	0.2	0.4→	0.8	1.3	1.4→	1.59→	1.8→	1.6	2	4.5→	15→

ROCK	Rb	Zr	Cr	Zn	V	Sr	S	Ba	P	Mn	Ti	Fe
Background	64.5	67	69	82.2	110	239	280	340	655.5	854	3815	36900
MA	56	58	58	66.9	89	259→	290→	296	546	813	3240	30300
Q	65.8→	75→	71→	85.6→	117→	255→	270	343→	706→	864→	4080→	40200→
SH	94.9→	80→	74→	107→	119→	177	190	408→	698→	803	4460→	39900→
CON	72.9→	62	40	81.4	89.5	235.5	260	331	582	573.5	3555	31550
AN	72.1→	75→	71→	89.2→	133→	236	230	415→	734→	983→	4490→	45000→

ROCK	Ni	La	Nb	Cu	Ce	As	Pb	Y	Co
Background	60.5	26	8.05	34.6	53	13.6	13.6	17	17.1
MA	56	23	7.1	26.9	45	11.4	12.7	15	14.5
Q	62→	27→	7.9	38.2→	56→	12.6	14.4→	17.1→	18→
SH	62→	37→	9.7→	35.1→	69→	66→	19.4→	15.4	15.4
CON	40	31.5→	8.9→	26.1	63→	51.5→	15.3→	14.5	12.35
AN	59	28→	7.1	41.5→	55	13.9→	14.7→	18.9→	18→

→ بالاتر از زمینه

۷-۳- بررسی مقادیر کلارک سنگهای رخنمون دار منطقه (بند ۵-۳ شرح خدمات)

بررسی جدول کلارک عناصر مختلف در سنگهای گوناگون نشان می‌دهد که توزیع عناصر کانی‌ساز در واحدهای سنگی مختلف متفاوت است. به‌عنوان مثال زمینه عنصر نیکل در سنگهای اولترابازیک حدود 200 ppm است، در حالی که در سنگهای گرانیتی $4/5 \text{ ppm}$ غلظت دارد. لذا اگر جامعه نمونه‌های ژئوشیمیائی برداشت شده از این دو محیط با هم تشکیل یک جامعه را بدهند اکثر نمونه‌های به‌ظاهر آنومال را نمونه‌های برداشت شده از مناطق تحت پوشش سنگهای اولترابازیک تشکیل خواهند داد. در حالی که ممکن است غلظت نیکل در این نمونه‌ها در حد زمینه سنگهای اولترابازیک بوده و از لحاظ کانی‌سازی اهمیتی نداشته باشد.

جدول (۲-۳) مقدار فراوانی عناصر را در تپه‌های سنگی آذرین و رسوبی با گسترش نسبتاً زیاد نشان می‌دهد. بیشترین حساسیت از آن کبالت با ضریب ۴۸۰ (ماکزیمم مقدار در سنگهای بازیک و حداقل در سنگهای آهکی)، سپس مس با ضریب ۸۷، باریم ۸۴، نیکل ۶۵، استرانسیم $24/5$ ، کروم ۱۷ مولیبدن ۱۳ و آرسنیک ۱۳ می‌باشد. این ارقام نشان می‌دهد که مقدار یک عنصر در حوضه آبریز، تا جایی که به‌لیتولوژی حوضه آبریز مربوط می‌شود، به‌شدت تغییرپذیر بوده و بدون نرمالایز کردن مقدار عنصر نسبت به‌جنس سنگهای بالادست در حوضه آبریز، امکان دستیابی به یک جامعه همگن که بتوان براساس آن مقدار زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالیها را در آن مشخص کرد غیرممکن می‌باشد. لازم به‌یادآوری است که مقدار زمینه یک سنگ از ناحیه‌ای به‌ناحیه دیگر ممکن است تغییر کند. در اکتشافات ناحیه‌ای مناسبتر آن است که به‌جای کلارک جهانی از مقدار زمینه ناحیه‌ای بهره جست. این مقدار را می‌توان معادل میانه جامعه در نظر گرفت.

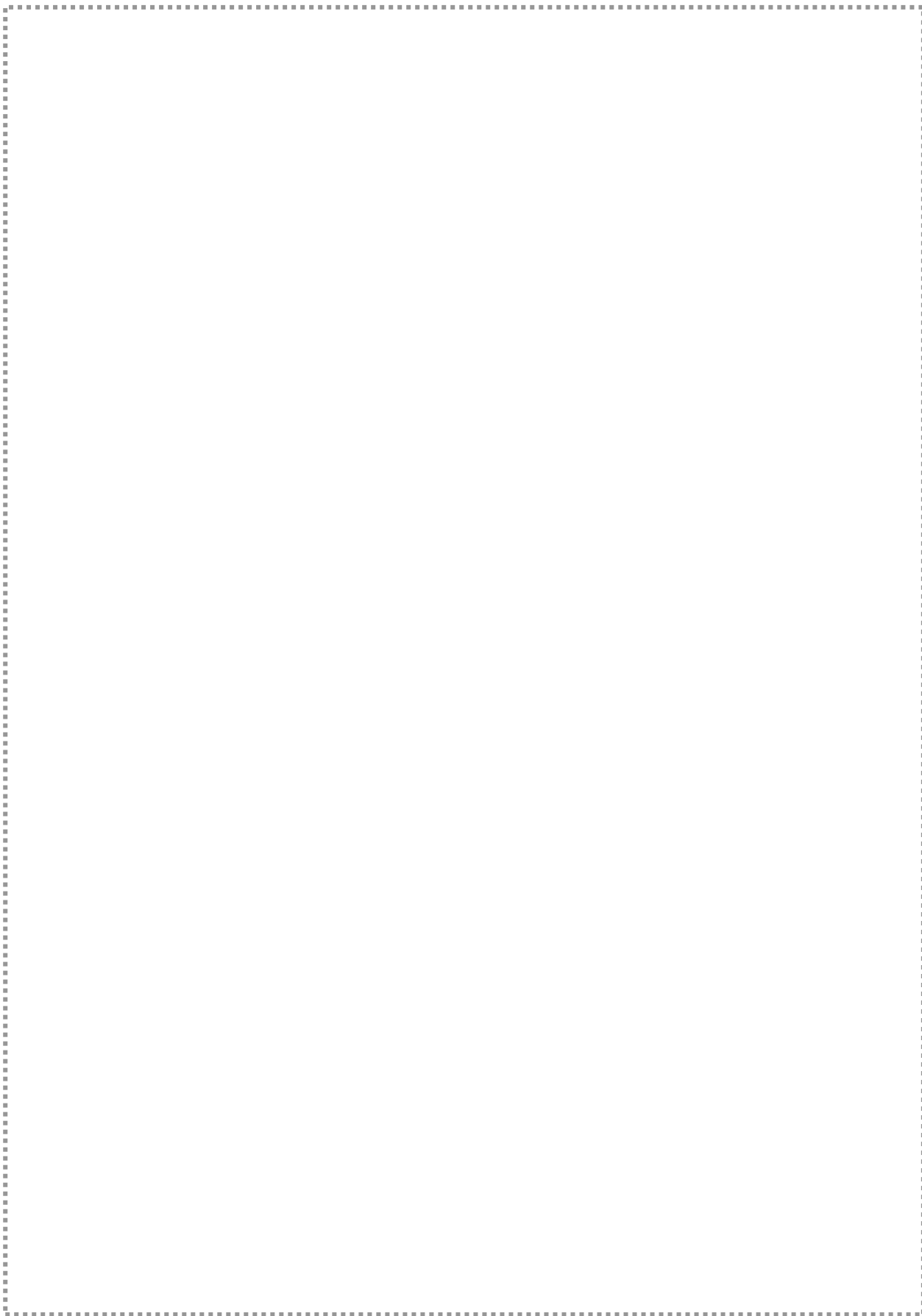
Table 6-3 : **Clark** values and Max/Min ratio of the **Clark** values for different Elements

VARIABLE	SEDIMENTARY ROCKS			IGNEOUS ROCKS			Max/Min
	LM	SH	CS	Acidic	Intermediate	Basic	
Ag	0.0n	0.07	0.0n	0.04	0.07	0.11	2.8
As	1	13	1	1.5	2	2	13
Au (ppb)	-	-	-	0.8	2.8	3.6	4.5
Ba	10	580	-	840	380	330	84
Bi	-	-	-	0.01	0.008	0.007	1.4
Co	0.1	19	0.3	1	9	48	480
Cr	11	90	35	10	55	170	17
Cu	4	45	1	10	40	87	87
Fe	8300	48000	28000	25000	55000	84000	10.1
Hg	45	65	74	67	75	65	1.7
Mn	400	800	400	400	1200	1200	3
Mo	0.4	2.6	0.2	1.3	1.1	1.5	13
Ni	2	6.8	2	4.5	50	130	65
Pb	9	20	7	19	12	6	3.3
Sb	20	150	0.n	20	20	20	7.5
Sn	0.n	6	0.n	3	1.6	1.5	4
Sr	19	26	220	100	440	465	24.5
Ti	1200	3800	3000	2700	6000	8000	6.7
W	0.6	1.8	1.6	2.2	1.2	0.7	3.7
Zn	20	95	16	39	75	105	6.6

۳-۸- به کار گیری آنالیز خوشه‌ای براساس منطق فازی به منظور رده بندی

نمونه‌های بیش از دو یا سه سنگ (موضوع بند ۶-۴ شرح خدمات) در مواردی که تعداد نمونه‌ها در جوامع آماری سنگهای بالادست کمتر از ۵ نمونه باشد آن جامعه به علت کمی تعداد اعضاء نمی تواند مورد محاسبه آماری قرار گیرد. در این حالت ابتدا مجموع چنین جوامعی که متشکل از ۳۸ نمونه بوده ترکیب شده تا به صورت یک جامعه مرکب درآید. سپس از طریق آنالیز خوشه‌ای به تعداد محدودی جوامع همگنتر که در هر یک از آنها نمونه کافی برای تحلیل آماری وجود داشته باشد تقسیم می شوند. آنگاه از طریق محاسبات مشابه، ضریب غنی شدگی آنها محاسبه می شود. این موضوع در مورد جوامع با یک نوع سنگ بالادست و جوامع با بیش از یک نوع سنگ بالادست نیز اعمال گردید، شکل (۳-۱۶) و آنالیز خوشه‌ای برای نمونه‌های این جامعه صورت گرفته است. مطابق این شکل نمونه‌ها به سه جامعه تقسیم می شود. جامعه نخست متشکل از ۲۲ نمونه، جامعه دوم متشکل از ۷ نمونه و جامعه سوم متشکل از ۹ نمونه می باشد.

اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۳-۹- بررسی زمینه محلی در هر یک از جوامع سنگی و مقایسه آنها با جامعه کلی

به منظور مقایسه جوامع سنگی مختلف با یکدیگر و تعیین میزان تأثیرپذیری جامعه نمونه‌های ژئوشیمیائی از نوع سنگ بالادست برای هر عنصر، میانه مقدار آن در هر یک از جوامع تک‌سنگی، دوسنگی، سه‌سنگی و چندسنگی و میانه آن در جامعه کلی^۱ یا همان زمینه محلی به صورت نمودارهای میله‌ای در شکل‌های (۳-۱۳) تا (۳-۱۷) نشان داده شده است. مطابق این نمودارها:

۱- بیشترین میزان تغییرات میانه عناصر در جوامع سنگی مختلف در عناصر Sb, As و Sr مشاهده می‌شود.

۲- در جامعه CON-SH-LS-Q مقادیر Sb, Be, Mo و Ti افزایش می‌یابد.

۳- مقدار Sb جامعه دوسنگی MA-LS نسبت به مقدار زمینه و سایر جوامع سنگی افزایش یافته است. این در حالی است که این افزایش در جامعه Sh افزایش قابل ملاحظه‌ای از خود نشان می‌دهد.

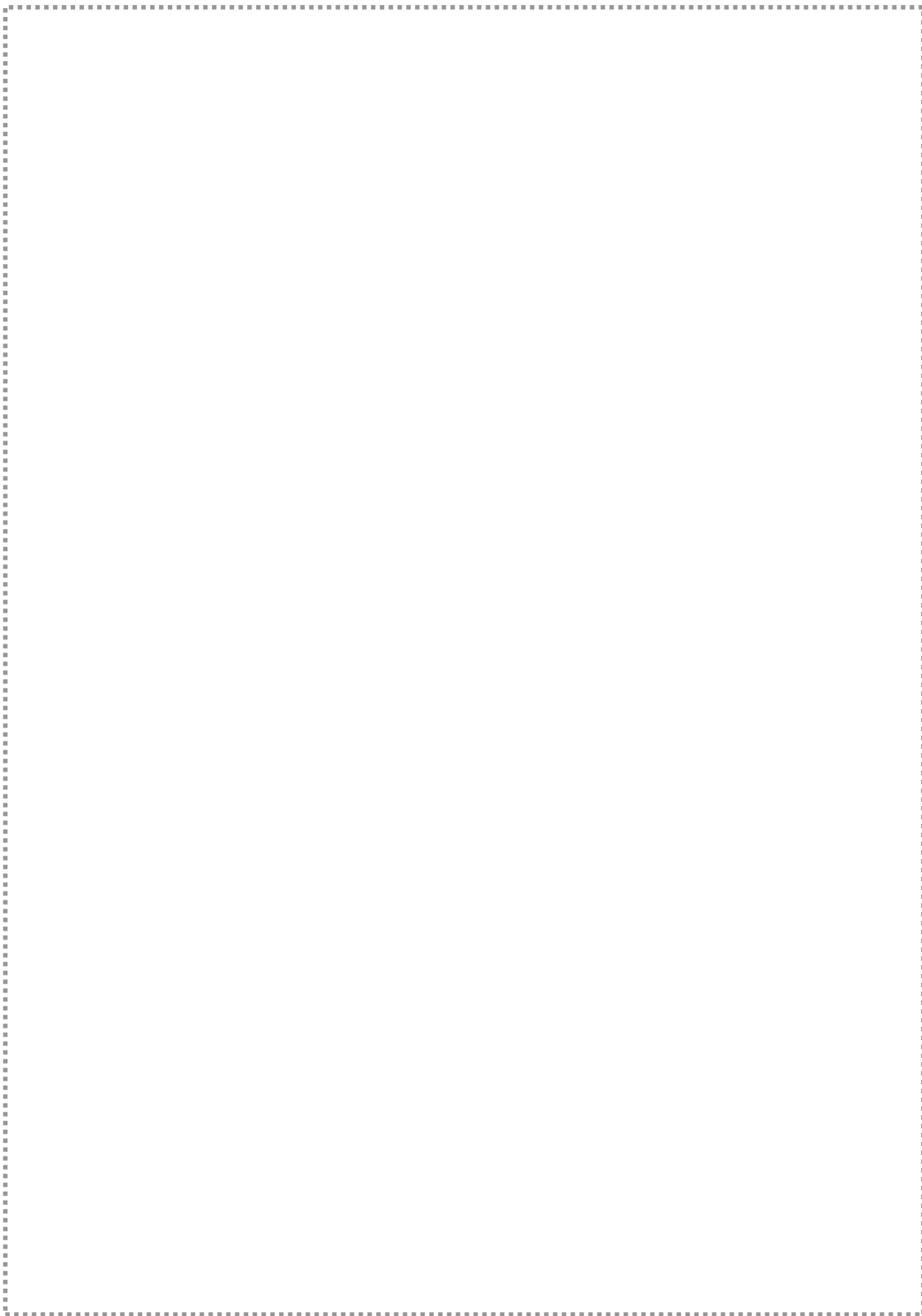
۴- مقدار آرسنیک در جوامع سه‌سنگی SH-LS-Q و CON-LS-Q افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد.

۵- مقدار As در جوامع تک سنگ SH و CON نیز افزایش یافته است.

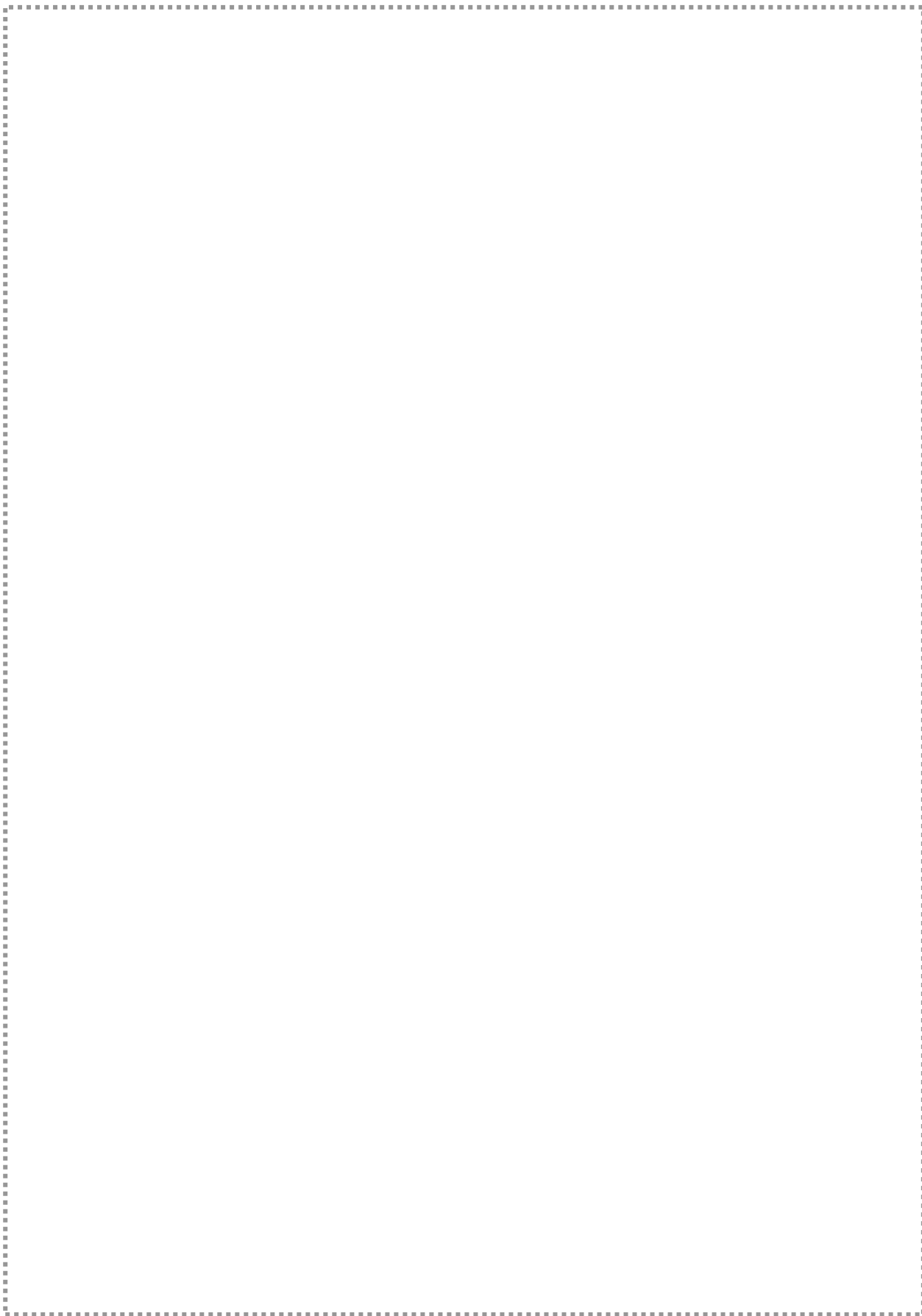
۶- استرانسیم از جمله عناصری است که دارای مقادیر بالائی در جوامع چند سنگی MA می‌باشد. این در حالی است که آنومالیهای عنصر استرانسیم نیز در این جوامع دیده می‌شود.

^۱-Background.

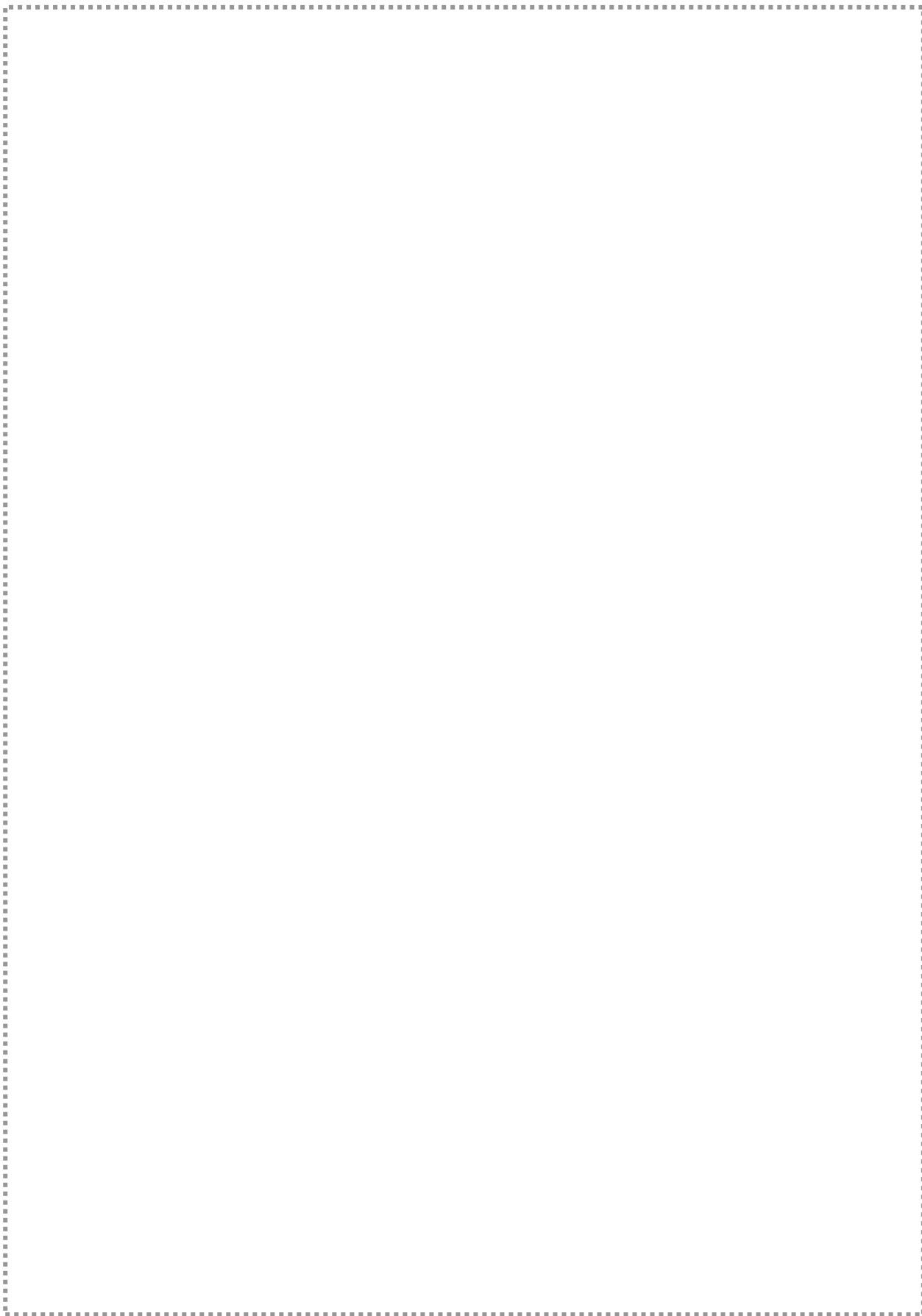
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

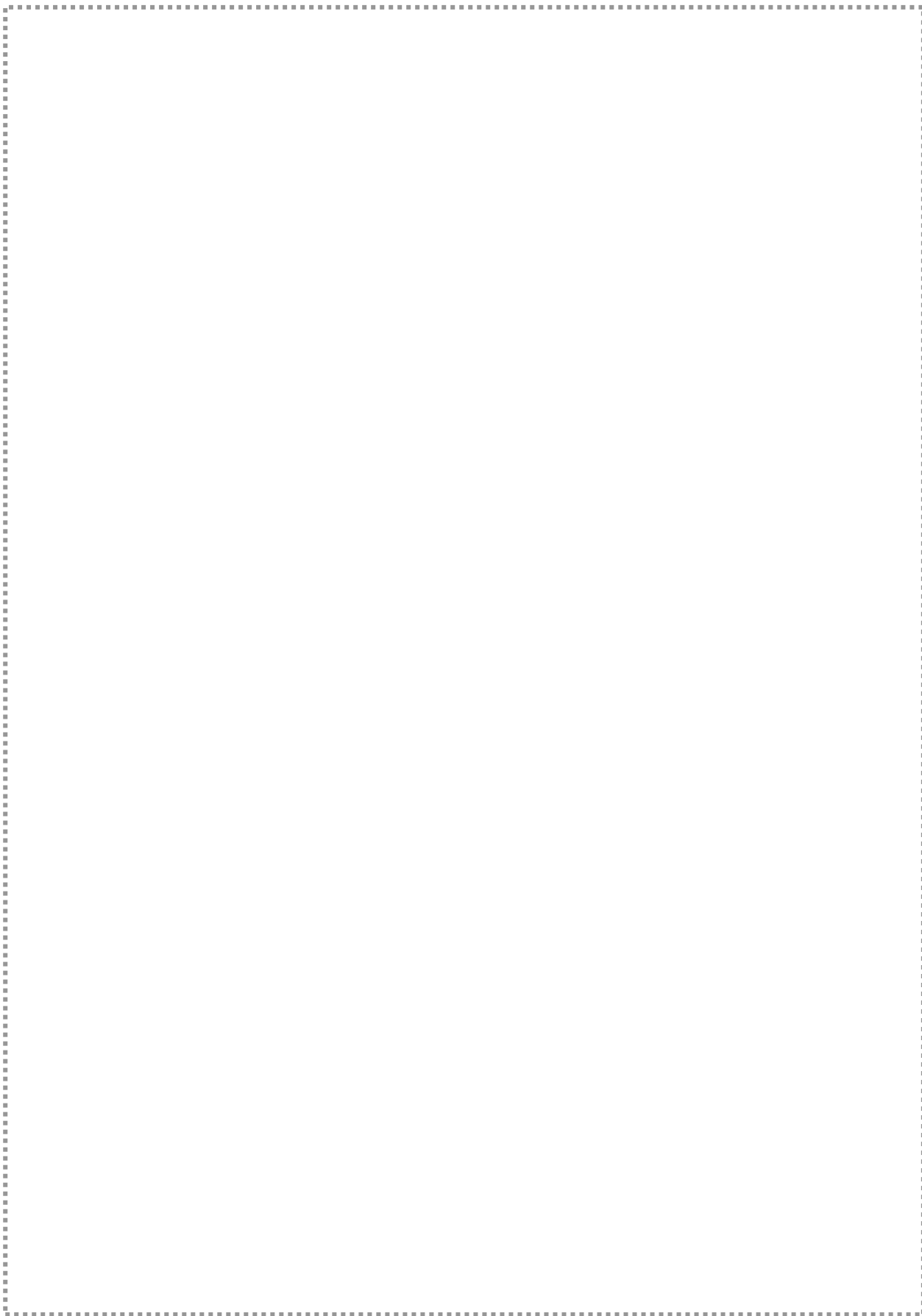


اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

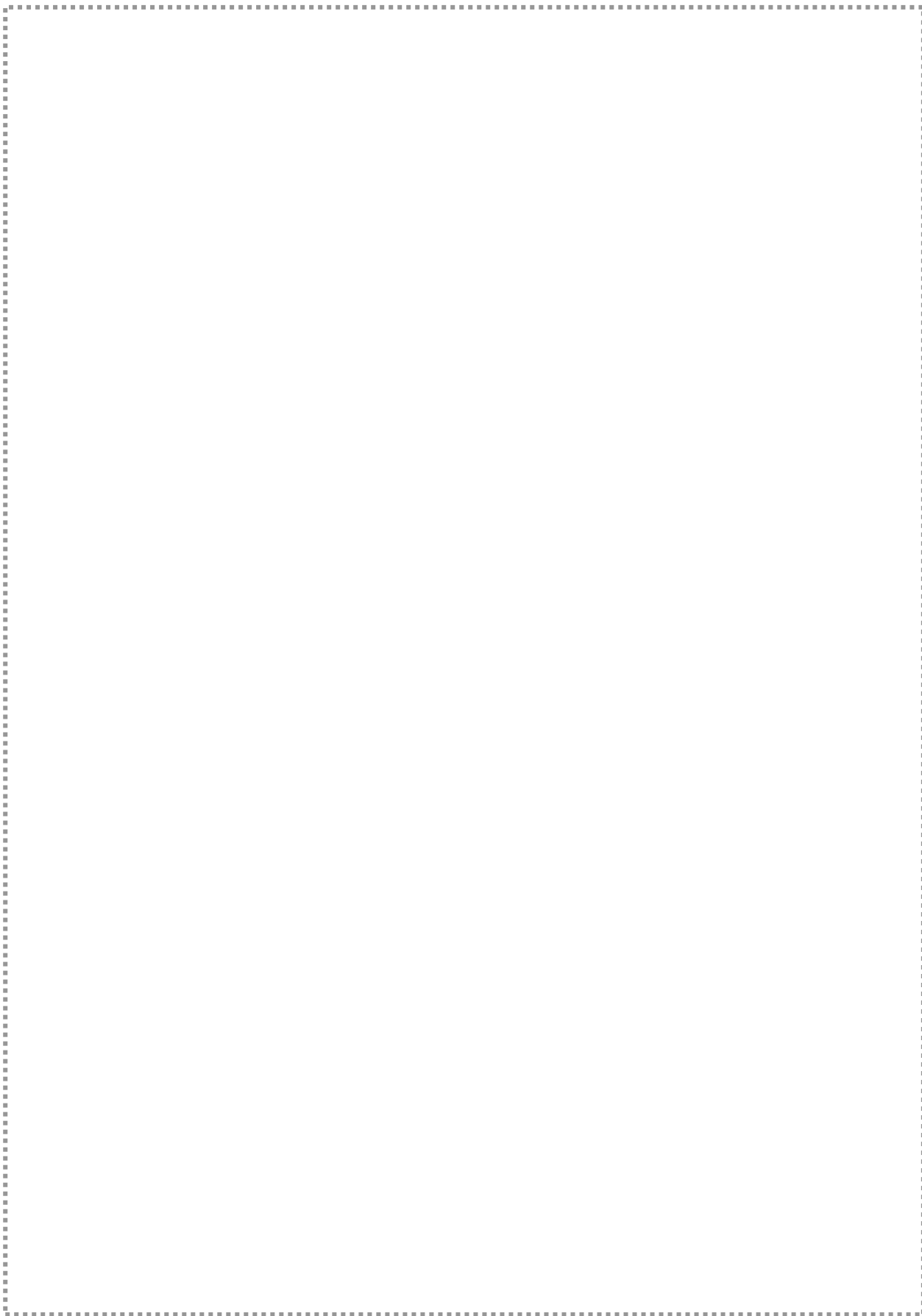


اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

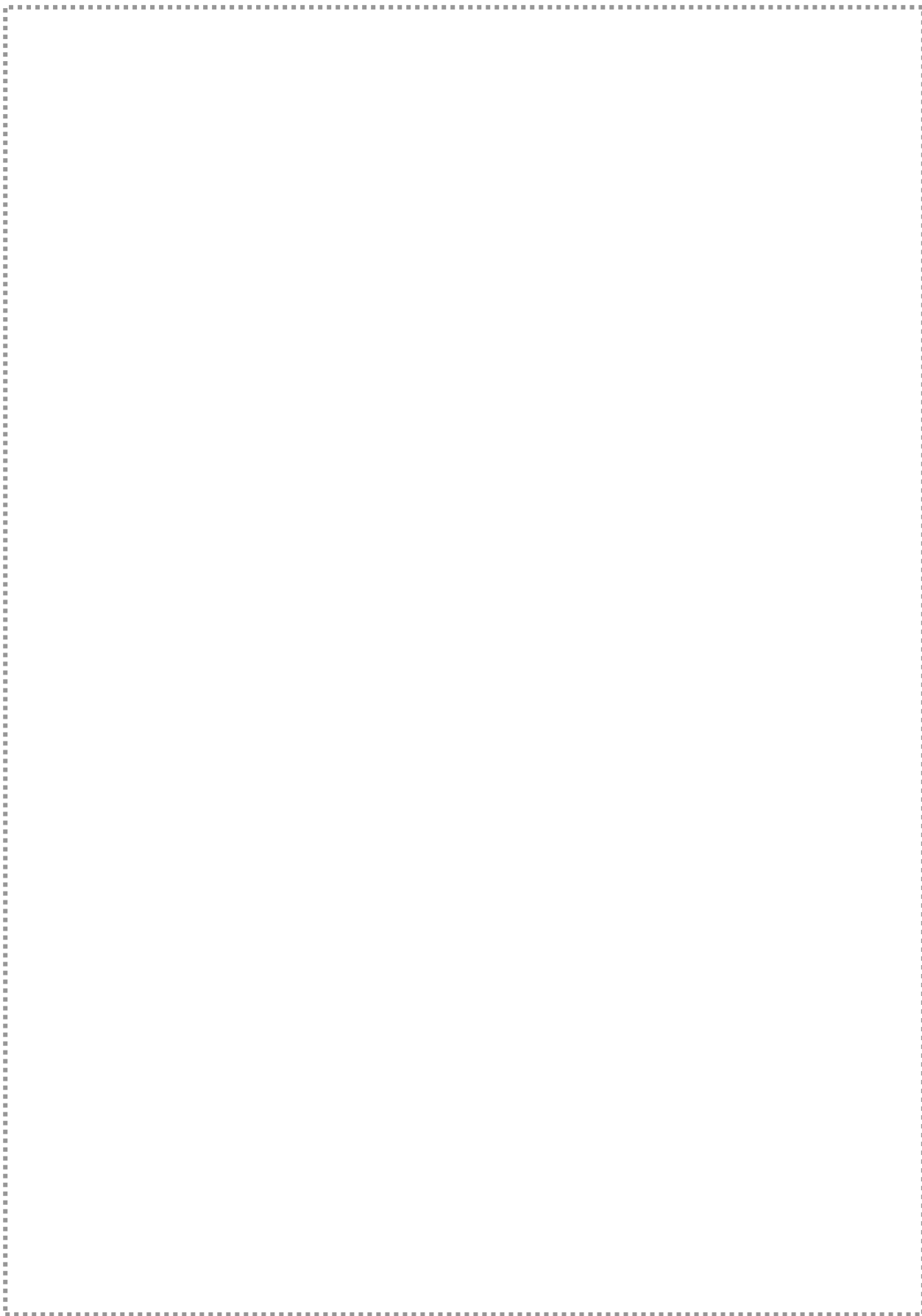


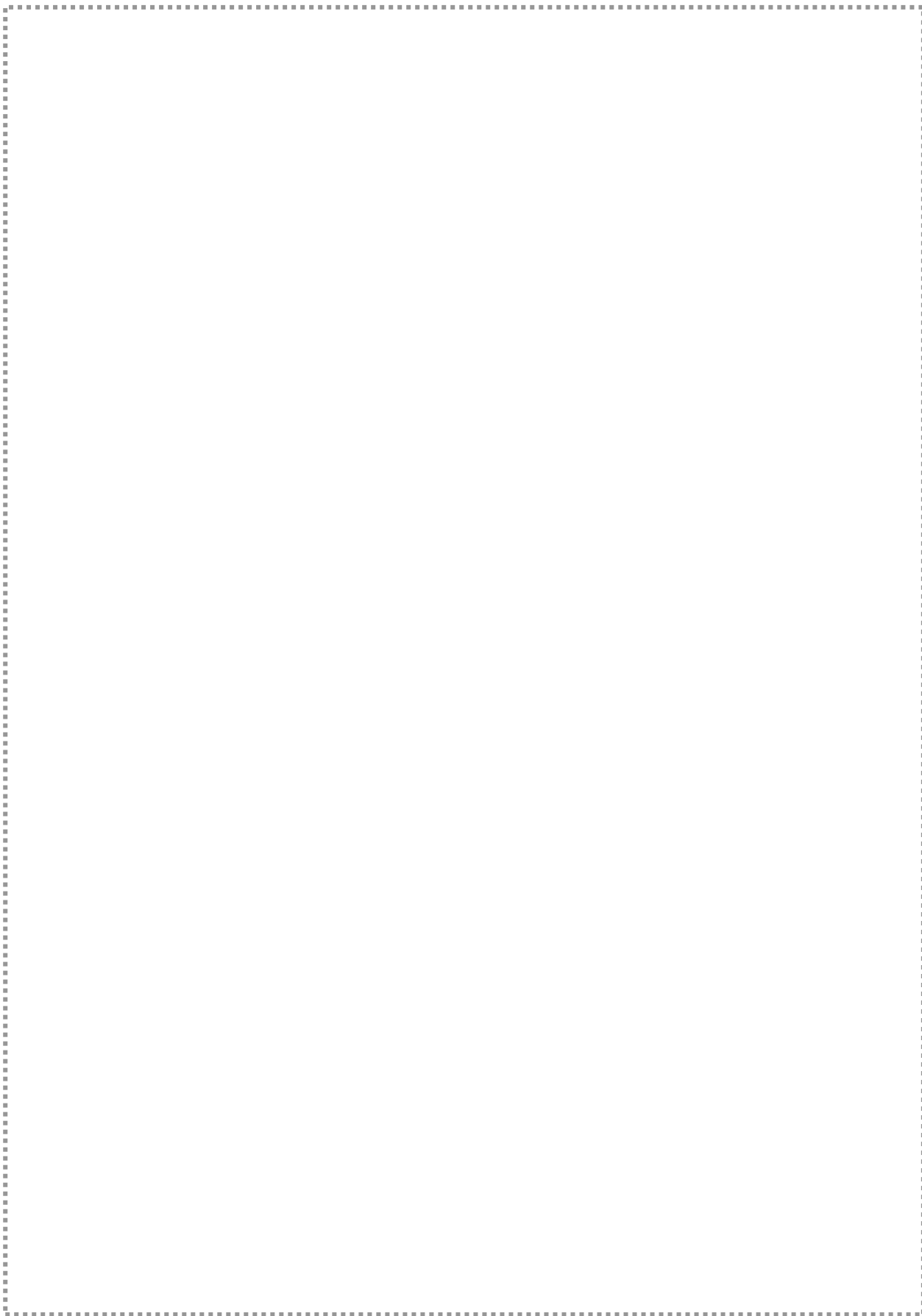


اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

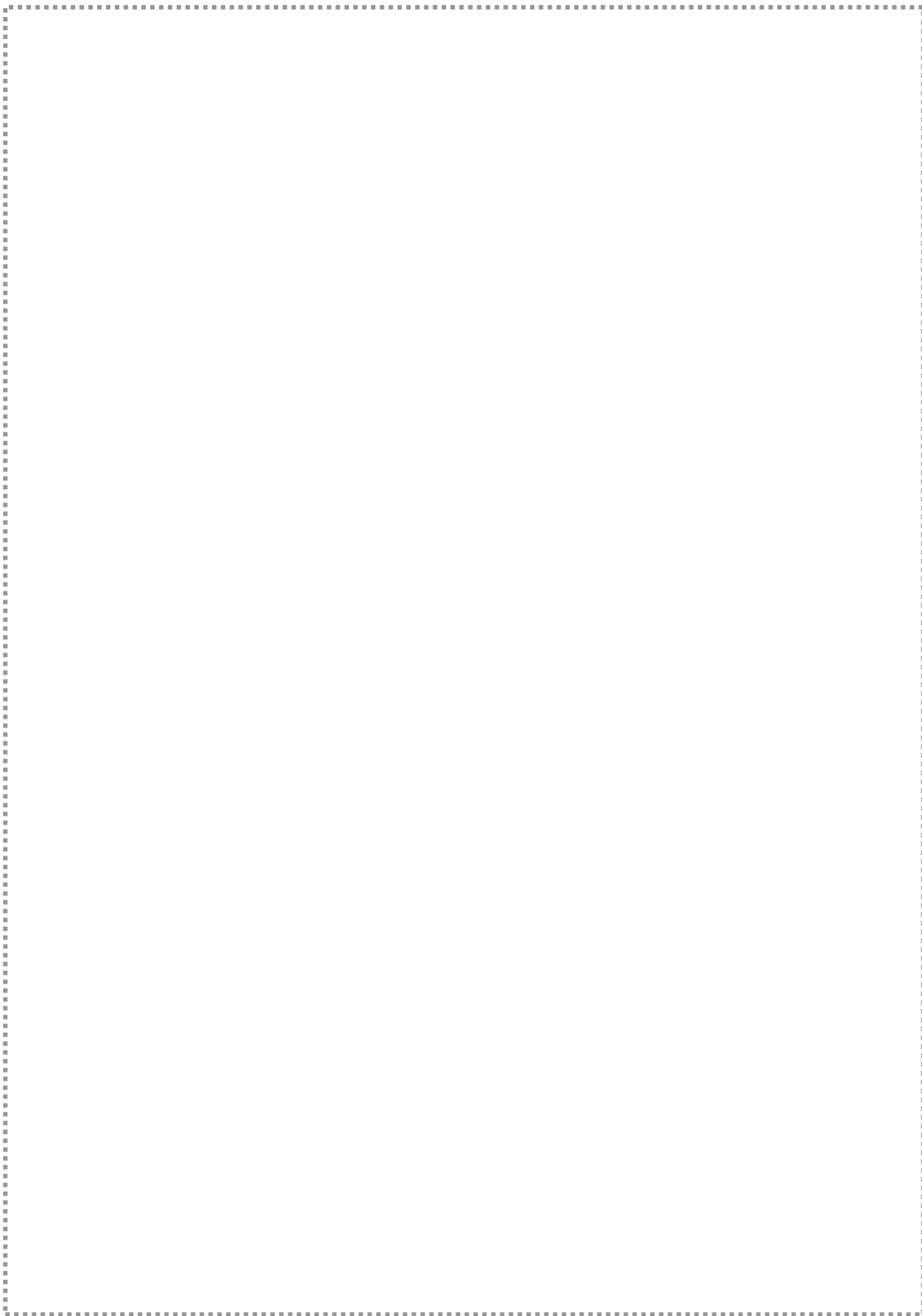


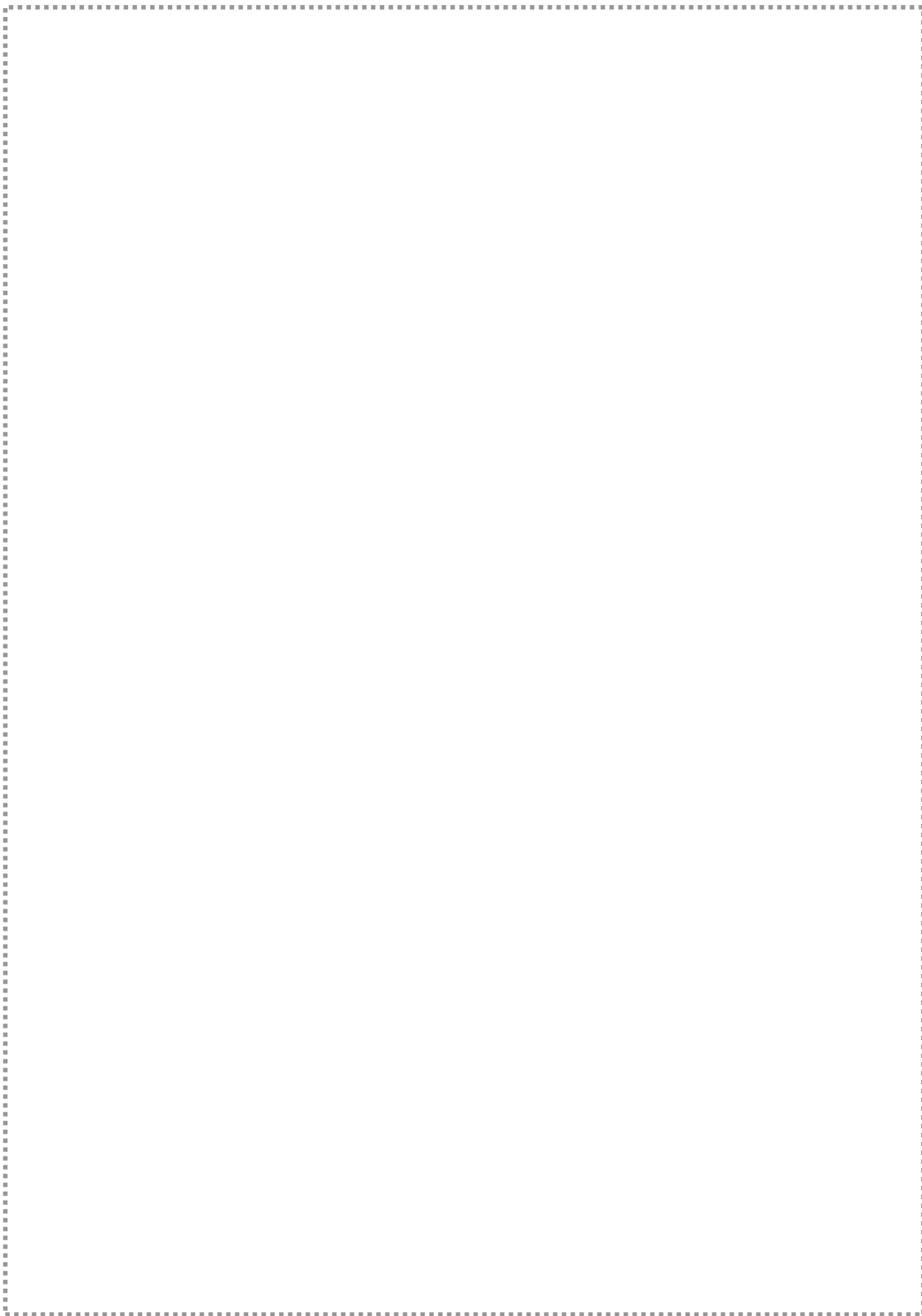
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره





اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره





۳-۱۰- خنثی سازی مؤلفه سن ژنتیک با استفاده از محاسبه شاخص غنی شدگی (بند ۷ شرح خدمات)

پس از آن که جوامع آماری براساس نوع سنگ بالادست جدا شدند، مؤلفه سن ژنتیک در هر یک از جوامع حذف یا حداقل کاهش می یابد. معمولاً از مقدار میانگین یا میانه هر یک از عناصر در هر یک از جوامع به عنوان مقدار زمینه استفاده می شود.

میانگین، معیاری از مرکز ثقل داده ها است، به طوری که مجموع انحرافات داده ها از آن صفر است. بدین دلیل تحت تأثیر مقادیر کرانه ای توزیع است. میانه به دو علت نسبت به میانگین ترجیح داده می شود:

۱- مستقل از توزیع داده ها است، زیرا میانه مقدار متناظر با ۵۰٪ فراوانی تجمعی است و معمولاً از روی تابع توزیع محاسبه نمی شود. این پارامتر به خصوص برای این که داده ها در جوامعی با تعداد نمونه کم گروه بندی می شوند حائز اهمیت است، زیرا با تعداد نمونه کم تشخیص آنها مشکل و غیر مطمئن است. همچنین تبدیل این داده ها نیز با توجه به تعداد کم آنها مفید نیست.

۲- مقدار میانه مستقل از مقادیر کرانه ای تابع توزیع است، زیرا میانه معادل غلظت مربوط به ۵۰٪ فراوانی تجمعی است. این خصوصیت باعث می شود مقدار میانه تحت تأثیر مقادیر خارج از رده (آنومالیها) قرار نگیرد، در حالی که میانگین تحت تأثیر این مقادیر قرار گرفته و باعث بالارفتن مقدار زمینه و در نتیجه کاهش شدت آنومالیها می گردد.

پس از تعیین مقدار زمینه به دو صورت می توان اثر آن را خنثی کرد:

۱- با کم کردن آن از هر یک از داده های مربوط به آن جامعه که در این حالت مقادیر به دست آمده را مقادیر **بازماند** می نامند.

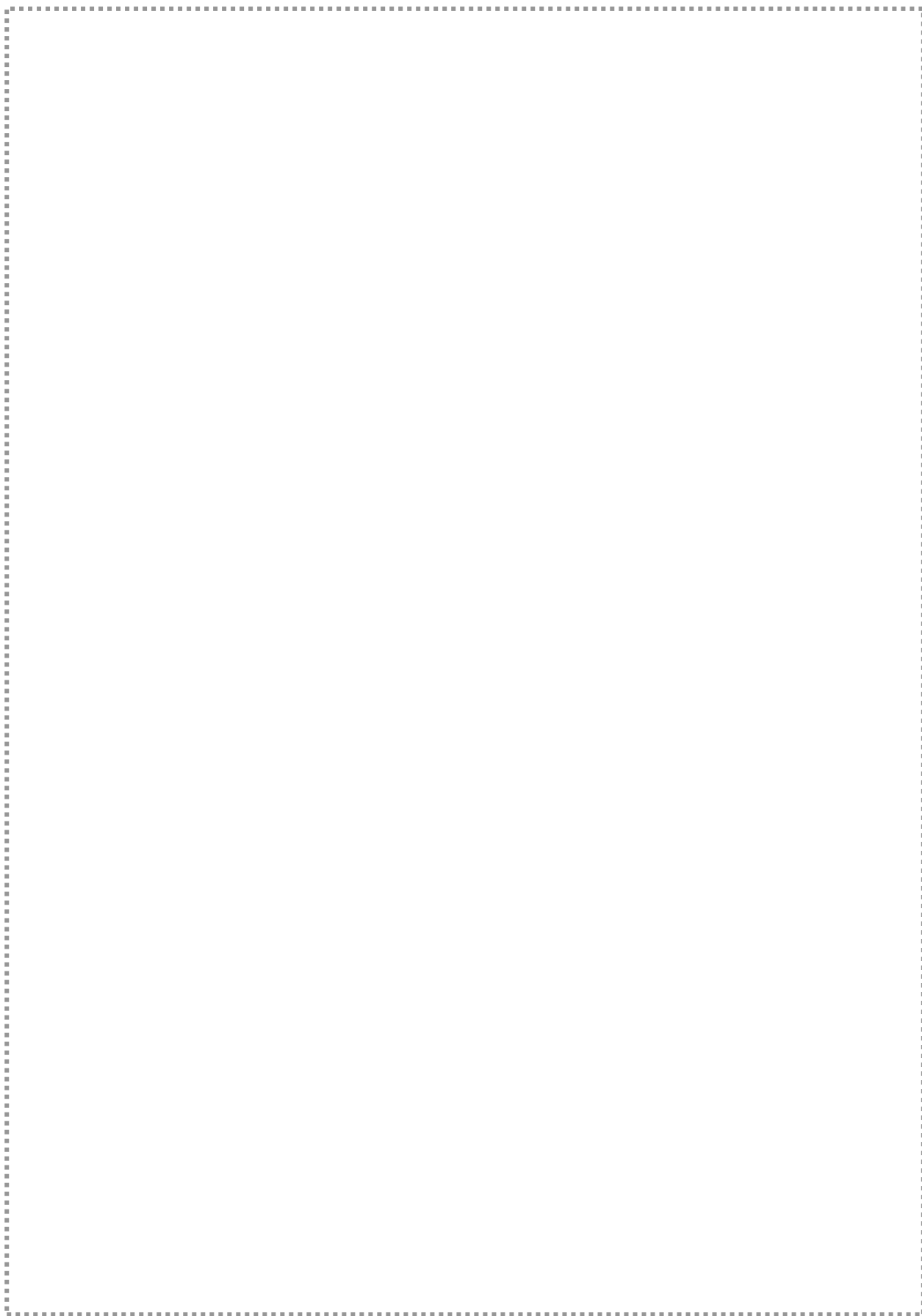
۲- با تقسیم هر یک از داده ها بر مقدار زمینه، که این مقدار شاخص غنی شدگی شناخته می شود:

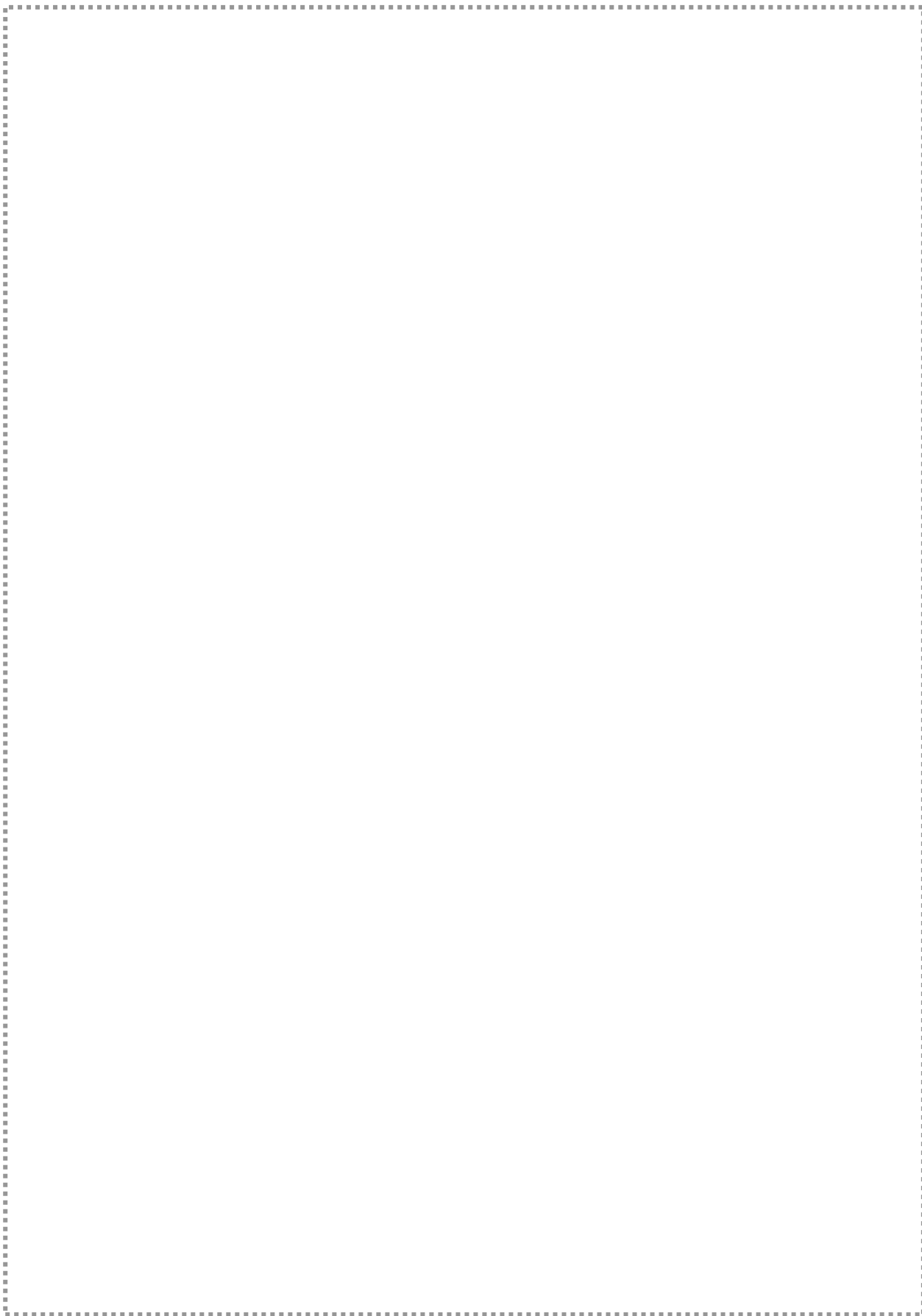
$$E_i = \frac{C_i}{C_m}$$

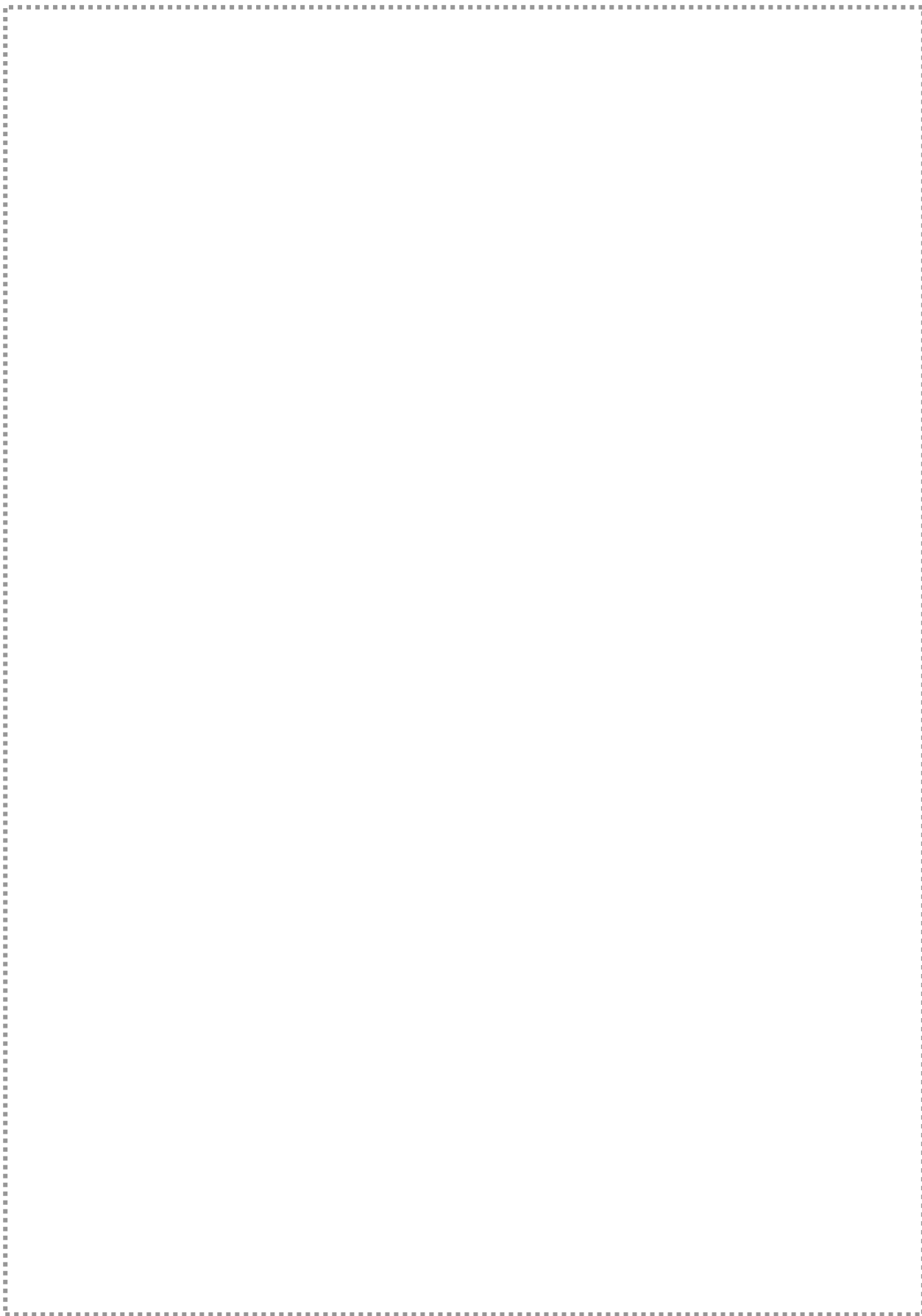
در این رابطه E_i شاخص غنی شدگی، C_i غلظت عنصر مورد نظر در نمونه i -ام از جامعه مورد نظر و بالاخره C_m مقدار زمینه (میانگین یا میانه) مربوط به جامعه مورد نظر است. شاخص غنی شدگی تا حد زیادی مستقل از تغییرات لیتولوژی است. پس از محاسبه شاخص غنی شدگی برای جوامع مختلف می توان آنها را با هم ادغام کرده و تحت یک جامعه آماری مورد بررسی قرار داد. از خواص دیگر

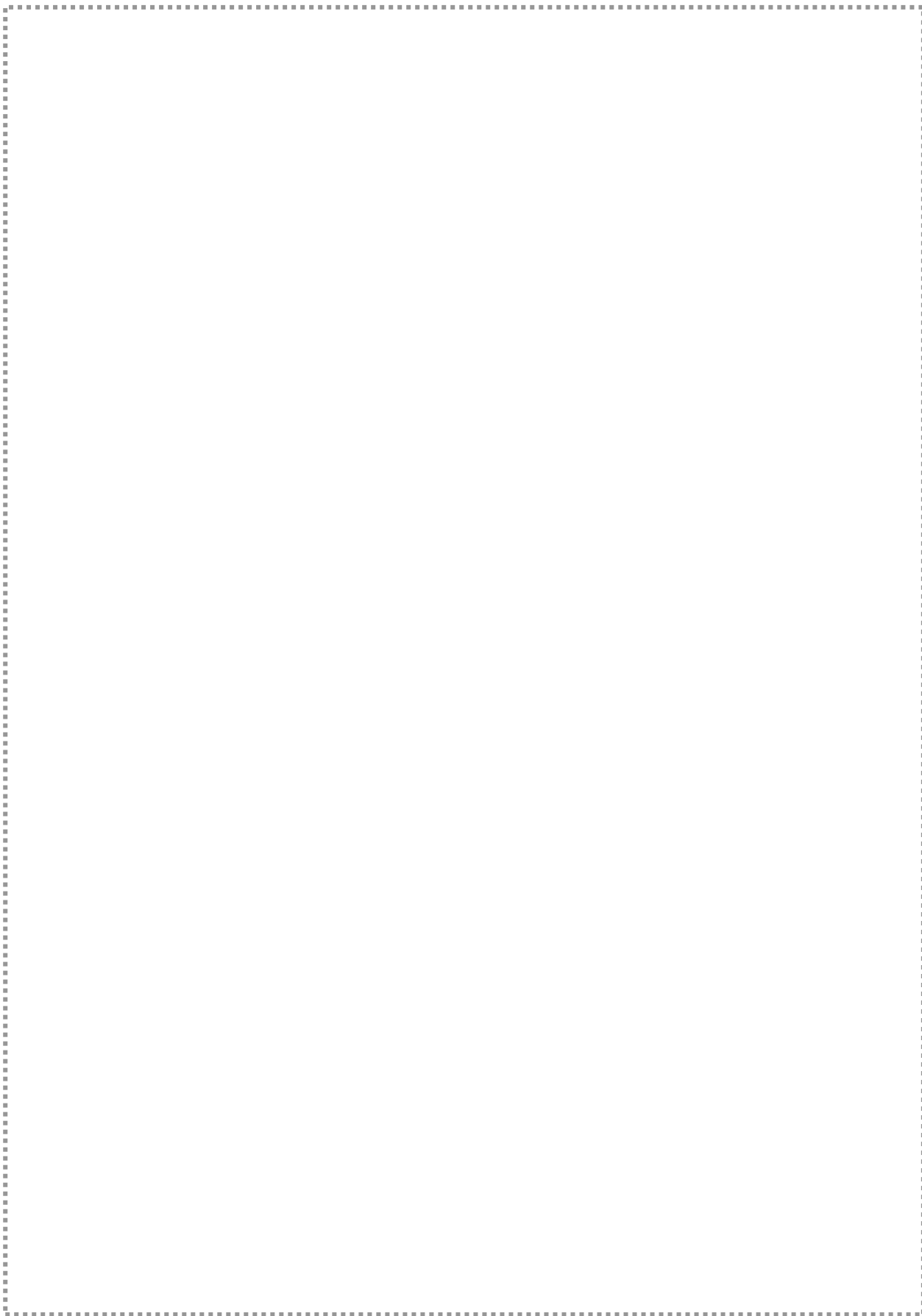
شاخص غنی‌شدگی آن است که تا حدودی خطاهای تصادفی را کاهش می‌دهد. پس از شکل‌گیری جامعه شاخص غنی‌شدگی می‌توان مانند هر جامعه آماری دیگر با محاسبه پارامترها و رسم نمودارهای متداول به بررسی آماری آن پرداخت. در شکل‌های (۳-۱۷) تا (۳-۲۰) (ضمیمه بخش سوم) هیستوگرام فراوانی و توزیع نرمال Q-Q شاخص غنی‌شدگی عناصر به‌همراه چند پارامتر آماری اصلی از جمله تعداد نمونه‌ها، حداقل، حداکثر، میانگین، میانه، چولگی و کشیدگی شاخص غنی‌شدگی آورده شده‌اند، (جدول ۳-۸). مقایسه هیستوگرام و پارامترهای آماری مربوط به جامعه شاخص غنی‌شدگی با جامعه داده‌های خام بیانگر این است که در برخی موارد شکل تابع توزیع همگنتر شده است و اثرات ناهمگنی، که به‌صورت جوامع آماری مختلف در هیستوگرام مشاهده می‌شد، تا حدودی از بین رفته است. با این حال اکثر متغیرها از خود همچنان ماهیت غیرنرمال نشان می‌دهند و با توجه به پارامترهای آماری و شکل توزیع لگاریتمی آنها می‌توان توزیع این عناصر را لاگ-نرمال فرض نمود. این امر نشان می‌دهد که وجود ناهمگنی صرفاً ناشی از عوامل لیتولوژیکی نبوده و عوامل کانی‌سازی احتمالی در این ناهمگنی تأثیر داشته است و نمی‌تواند ناشی از تغییرپذیری در یک جامعه همگن، که بخشی از این جامعه همگن به‌صورت مجزا یا جامعه آنومالی ظاهر شده است، باشد.

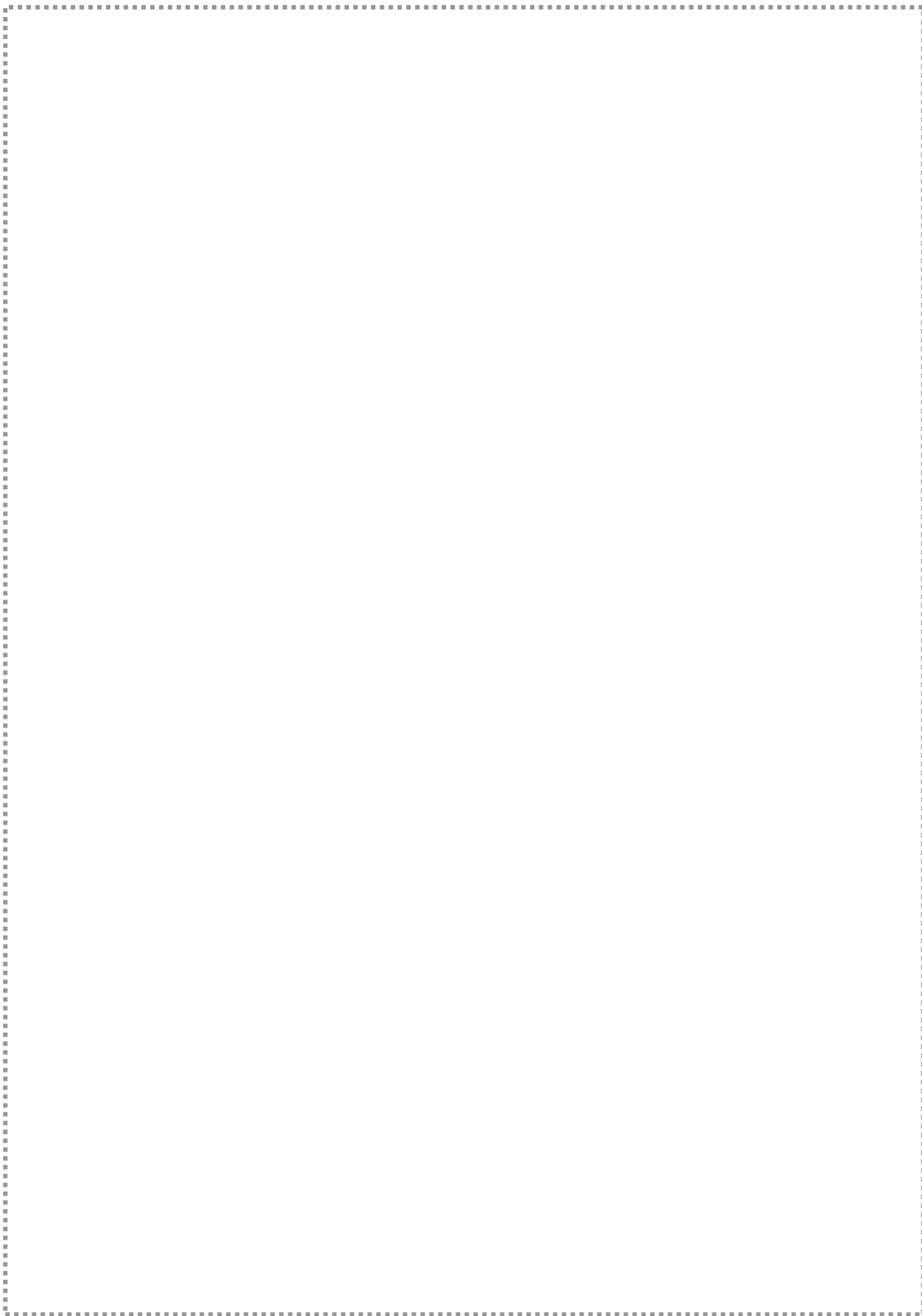
اکتشاف ژئوشیمیائی برکه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره











۱۱-۳- بررسی روشهای آماری آزمون مقادیر خارج از ردیف (بند-۷ شرح خدمات)

در مباحث آماری به مقادیری که به طور معنی داری نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند، مقادیر خارج از ردیف گویند. این مقادیر گاهی به دلیل وجود خطاهای تجربی، مانند خطای آنالیز، در داده‌ها وارد می‌شوند. ولی گاهی هم به دلیل ناهمگنیهای موجود در جامعه داده‌های اکتشافی ایجاد می‌شوند. برای مثال در داده‌های اکتشافی ناحیه‌ای مقادیر آنومالی در این رده قرار می‌گیرند. پرواضح است که چنین توزیعی را نمی‌توان توزیع نرمال در نظر گرفت. در صورتی که به‌خواهیم تنها مقادیر خارج از ردیف را شناسائی کرده و آنگاه آنها را از میان داده‌ها حذف کنیم، می‌توانیم از نمودارهای جعبه‌ای^۱ استفاده کنیم. جدول (۳-۵) فهرست نمونه‌های دارای مقادیر خارج از ردیف را برای متغیرهای مختلف نشان می‌دهد.

جدول (۳-۵): فهرست نمونه‌های دارای مقادیر خارج از ردیف.

Var	نمونه‌های خارج از ردیف	Var	نمونه‌های خارج از ردیف
Ag	628.711.625.733.277.330	Ni	-----
As	209.802.219	P	337
Au	240.731.585.697.386	Pb	46.617.733.741.475.293.654
Ba	310	Rb	310.391
Be	310	Sb	118
Bi	586.620	Sc	402
Cd	291.617.46.733.741	Sn	475
Ce	-----	Sr	53
Co	402.469.218	S	73.53.130
Cr	469.402.218.736	Ti	-----
Cs	294.296.65	Tl	118.309.310
Cu	402.522	U	310.271.273
Fe	-----	V	402
La	294.296	W	99
Mn	223.421	Y	-----
Mo	538	Zn	46
Nb	46.312.294.268	Zr	310

در صورتی که بخواهیم مقادیر خارج از ردیف را با مقادیر دیگر جایگزین کنیم می‌توانیم از روش آزمون سورفل^۲ استفاده کنیم. این آزمون برای داده‌های با گسترش زیاد، نظیر داده‌های اکتشافی

^۱-Box Plot.

^۲-DOERFFEL.

ناحیه‌ای، مورد استفاده قرار می‌گیرد. دورفل نموداری را برای تعیین حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف تهیه کرد، (شکل ۳-۱۷). این نمودار برای دو سطح معنی‌دار بودن ۵٪ و ۱٪ تهیه شده است. جهت انجام آزمون مقادیر خارج از ردیف میانگین (X) و انحراف معیار داده‌ها (S) بدون در نظر گرفتن بزرگترین مقدار محاسبه می‌شود. سپس بزرگترین مقدار داده‌ها، در صورتی که در رابطه زیر صدق کند، یک مقدار خارج از ردیف در نظر گرفته می‌شود.

$$x_A \geq x + s.g$$

g حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف است که از نمودار (۳-۱۶) به دست می‌آید.



شکل (۳-۱۶) : حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف (g) به‌عنوان تابعی از تعداد نمونه (n) و سطح اعتماد.

۳-۱۲- نرمال‌سازی شاخصهای غنی‌شدگی (بند ۷-شرح خدمات)

پس از جداسازی جوامع سنگی بالادست، خنثی‌سازی اثر لیتولوژی و همگن‌سازی داده‌ها به کمک شاخص غنی‌شدگی، مشاهده می‌شود که هنوز داده‌ها به علت وجود خصلت لاگ-نرمال کاملاً نرمال نشده‌اند.

از طرفی لازمه استفاده از برخی روشهای آماری، مانند محاسبه ضریب همبستگی پیرسون،

نرمال بودن تابع توزیع متغیرهای مورد مطالعه است. به همین دلیل بایستی تابعهای توزیع نرمال شوند. معمولاً روشهای مختلفی جهت نرمال کردن توابع توزیع وجود دارد. مهمترین این روشها عبارتند از: تبدیل لگاریتمی سه پارامتری، تبدیل کاکس و باکس، استفاده از نمودار احتمال لگاریتمی، استفاده از نمودار فینی و...

در این پروژه جهت نرمال سازی داده ها از روش تبدیل لگاریتمی سه پارامتری استفاده شده است. در مواردی که با تبدیل لگاریتمی ساده نتوان توزیع داده ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد با افزودن و یا کاستن عددی آن را می توان به توزیع نرمال نزدیک نمود. این روش، که به روش تبدیل لگاریتمی سه پارامتری معروف است، به صورت زیر تعریف می شود:

$$p(x) = L_n(ax \pm b)$$

در عمل برای ساده کردن تبدیل، مقدار a را واحد در نظر می گیرند، لذا تنها مسأله تعیین مقدار مثبت یا منفی b است. معمولاً مقدار این عدد با سعی و خطا به دست می آید تا جایی که تابع توزیعی با ویژگی نرمال حاصل شود. برای اثبات نرمال شدن داده ها از هیستوگرامها و منحنی توزیع تجمعی و پارامترهای آماری مربوط به تک تک عناصر استفاده شده است. شکلهای (۳-۲۵) تا (۳-۳۵) در ضمیمه بخش سوم این نمودارها را نشان می دهند.

با توجه به این نمودارها و پارامترهای آماری هر متغیر می توان نتیجه گرفت که مقادیر چولگی و کشیدگی متغیرها در مقایسه با مقادیر متناظر شاخصهای غنی شدگی تا چه اندازه کاهش یافته و منحنی توزیع تجمعی آنها چطور به یک خط راست، که مبین توزیع نرمال می باشد، تبدیل شده است.

۳-۱۳- بررسی آماری دو متغیره (تعیین ضرایب همبستگی)

برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر، بدون وابستگی به واحد اندازه گیری داده ها، پارامتر آماری دیگری به نام ضریب همبستگی تعریف می شود. در محاسبه ضریب همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامتری آماری دیگر فرض نرمال بودن داده ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد می توان داده ها را طوری تبدیل کرد که توزیع داده های تبدیل یافته نرمال شود. البته اینگونه تعبیر و تفسیر متغیرها باید با دقت همراه باشد. در حالتی که توزیع داده ها نرمال نباشد و نتوان داده ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روشهای ناپارامتری، که به توزیع داده ها حساس نمی باشند، استفاده کرد.

اصولاً ضریب همبستگی برای تأمین دو هدف زیر محاسبه می‌شود:

الف- کشف همبستگی بین متغیرها.

ب- تخمین مقدار یک متغیر از روی یک یا چند متغیر دیگر.

محاسبه ضریب همبستگی بسته به نوع داده‌ها به دو صورت انجام می‌شود. یکی از این روشها روش پیرسون می‌باشد. در این روش فرض نرمال بودن داده‌ها الزاماً باید صادق باشد. در صورتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد یا باید از داده‌های تبدیل یافته و یا از روشهای ناپارامتری استفاده کرد. یکی از این روشها محاسبه ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن می‌باشد.

در محاسبه ضریب همبستگی باید به سطوح معنی‌دار بودن آن نیز توجه کرد. به‌عنوان مثال ممکن است در یک سطح اعتماد مشخص ضریب همبستگی ۰.۴٪ بین دو متغیر در یک جامعه دارای ۱۰۰ نمونه معنی‌دار باشد ولی همین ضریب همبستگی برای این دو متغیر در یک جامعه دارای ۱۰ نمونه معنی‌دار نباشد.

در جدولهای (۳-۹) و (۳-۱۰) ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرهای ۲۲-گانه عناصر به‌روش اسپیرمن و پیرسون محاسبه شده‌اند. همانگونه که در این جدولها مشاهده می‌شود سطر (Sig(2-tailed) میزان معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی را مشخص می‌کند و سطر N تعداد نمونه‌هایی را که در آنالیز همبستگی شرکت کرده‌اند، نشان می‌دهد. تفسیر ضریب همبستگی دو جنبه دارد: یکی جنبه توصیفی و دیگری جنبه استنباط آماری آن است. تفسیر توصیفی آن شامل شدت یا ضعف همبستگی همراه با جهت تبعیت تغییرات دو متغیر نسبت به هم می‌باشد. تفسیر استنباط آماری آن، که مهمتر نیز می‌باشد، به معنی‌دار بودن یا به عبارت دیگر واقعیت بودن آن بر می‌گردد. بنابراین در تفسیر استنباطی ضریب همبستگی واقعی بودن همبستگی میان دو متغیر مطرح است نه سنجش مقدار آن. در بررسیهای اکتشافی از یک ضریب همبستگی معین معلوم، ممکن است بر حسب شرایط بررسی، برداشتهای متفاوتی به دست آید. رتبه‌بندی شدت همبستگی دو متغیر و رده‌بندی آنها به‌طور دلخواه صورت می‌گیرد. برای مثال می‌توان از رده‌بندی زیر استفاده کرد.

۱- $r < 0.2$: همبستگی بسیار ضعیف و ناچیز.

۲- $0.2 < r < 0.4$: همبستگی ضعیف.

۳- $0.4 < r < 0.6$: همبستگی متوسط.

۴- $0.6 < r < 0.8$: همبستگی قوی.

۴- $r > 0.8$: همبستگی بسیار قوی.

مقایسه ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن نشانگر این است که مقادیر ضرایب همبستگی اسپیرمن بزرگتر از مقادیر ضرایب پیرسون می باشد. دلیل این امر وجود مقادیر خارج از ردیف در بین داده های خام است که باعث می شود ضریب همبستگی اسپیرمن غیر واقعی ارزیابی گردد. به عنوان مثال اگر مقادیر خارج از ردیف بزرگتر از داده ها باشد، ضریب همبستگی به طور غیر عادی بزرگتر برآورد می شود، بنابراین ضرایب همبستگی واقعیتر، ضرایب پیرسون بوده که برای داده های نرمال برآورد شده است. با توجه به جدول ۳-۱۰ نتایج زیر استنباط می شود.

۱- طلا همبستگی بسیار ضعیفی با عناصر دیگر از خود نشان می دهد. به طوریکه بیشترین میزان همبستگی با عنصر روی می باشد که در حد ۰/۲۶ می باشد.

۲- عنصر Cr بالاترین میزان همبستگی را با عناصر کبالت و نیکل به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۷۴ از خود نشان می دهد.

۳- منگنز با عناصر دیگر همبستگی ضعیف و گاهی متوسط از خود نشان می دهد. بالاترین میزان همبستگی این عنصر با عنصر Fe به مقدار ۰/۶ می باشد.

۴- استرانسیم اغلب همبستگی ضعیف تا متوسط و به صورت منفی با سایر عناصر از خود نشان می دهد.

۵- تیتانیوم همبستگی بسیار خوبی با عناصر آهن ۰/۹۱، سیلینیم ۰/۸۵، کبالت ۰/۷۳ و مس ۰/۷۴ از خود نشان می دهد.

۶- فسفر معمولاً همبستگی در حد ضعیف با متوسط با عناصر دیگر از خود نشان می دهد.

۷- وانادیم همبستگی بسیار خوبی با عنصر آهن از خود نشان می دهد به طوری که ضریب همبستگی آن ۰/۹۵ می باشد.

۸- به طور کلی عناصر از لحاظ همبستگی به چهار گروه تقسیم می شوند:

الف- عناصری که همبستگی ضعیفی با یکدیگر دارند. این عناصر عبارتند از :

U, P, Au, Cd, S, Sr

ب- عناصری که همبستگی متوسط با یکدیگر دارند. این عناصر عبارتند از :

Nb-w, Pb-Bi, As-Sb

پ- عناصری که همبستگی خوبی با یکدیگر دارند. این عناصر عبارتند از :

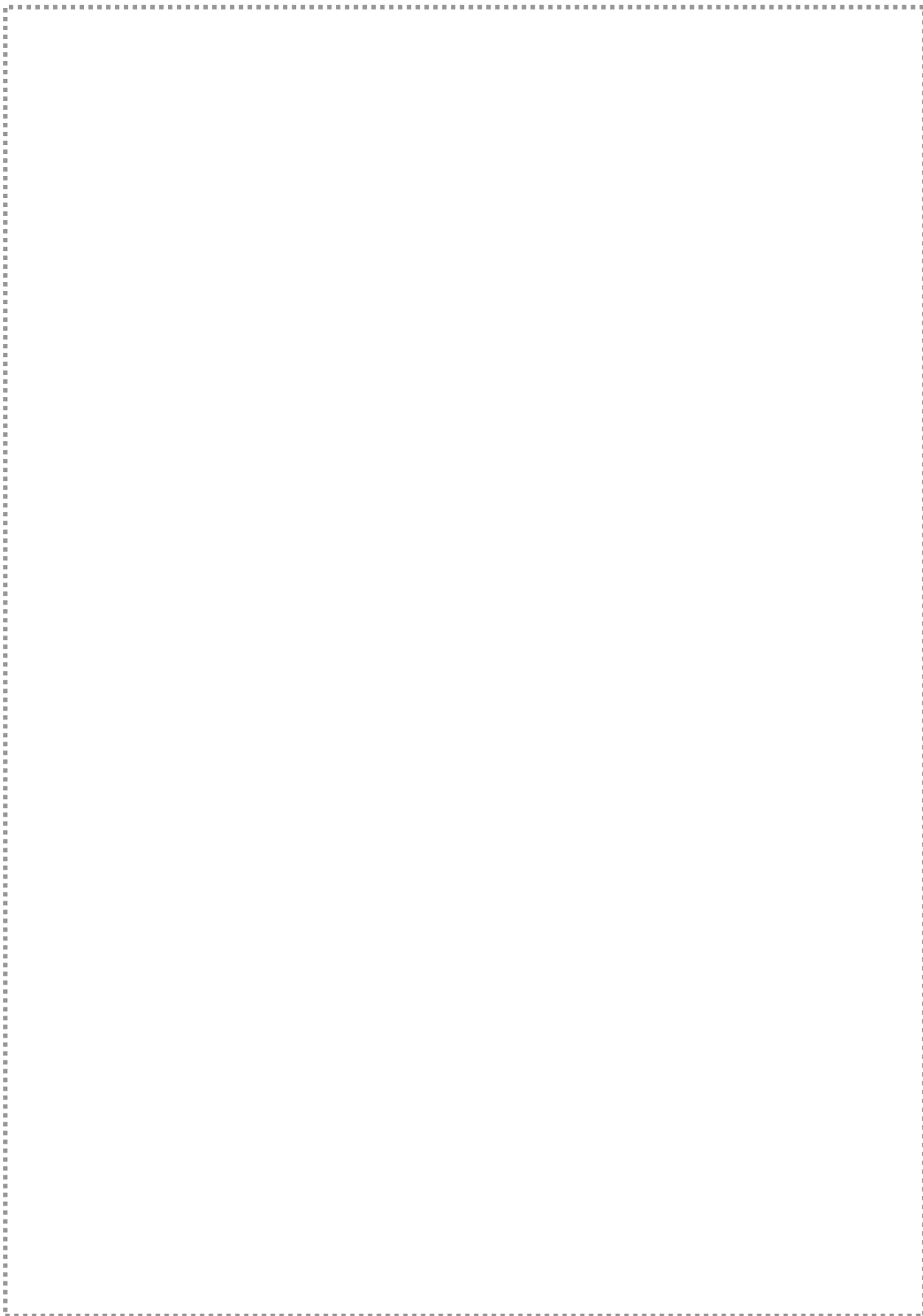
Sn-Zn, Co-Cu, Cr-Ni, Ba-Be

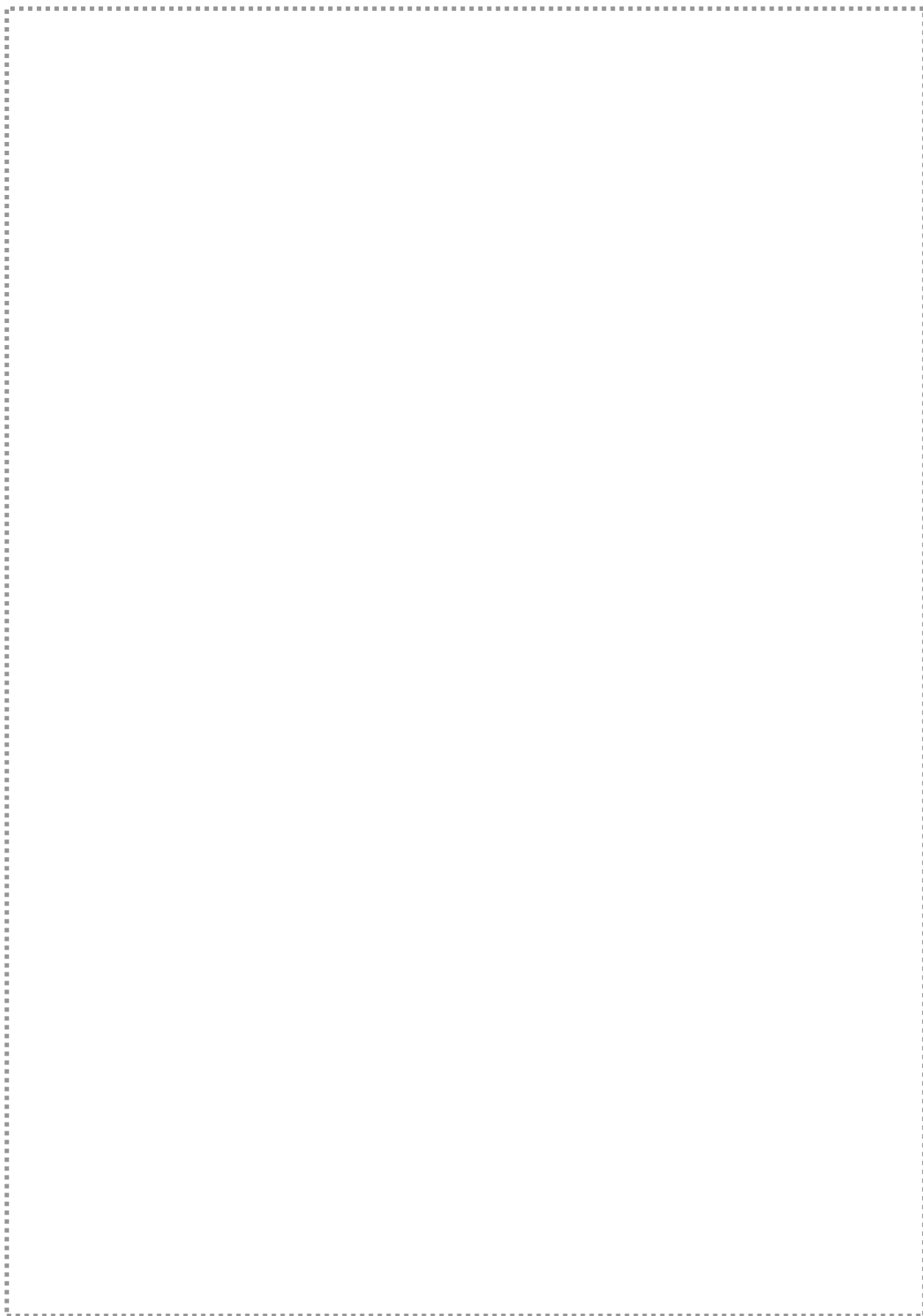
ت- عناصری که همبستگی خیلی خوبی با یکدیگر دارند. این عناصر عبارتند از :

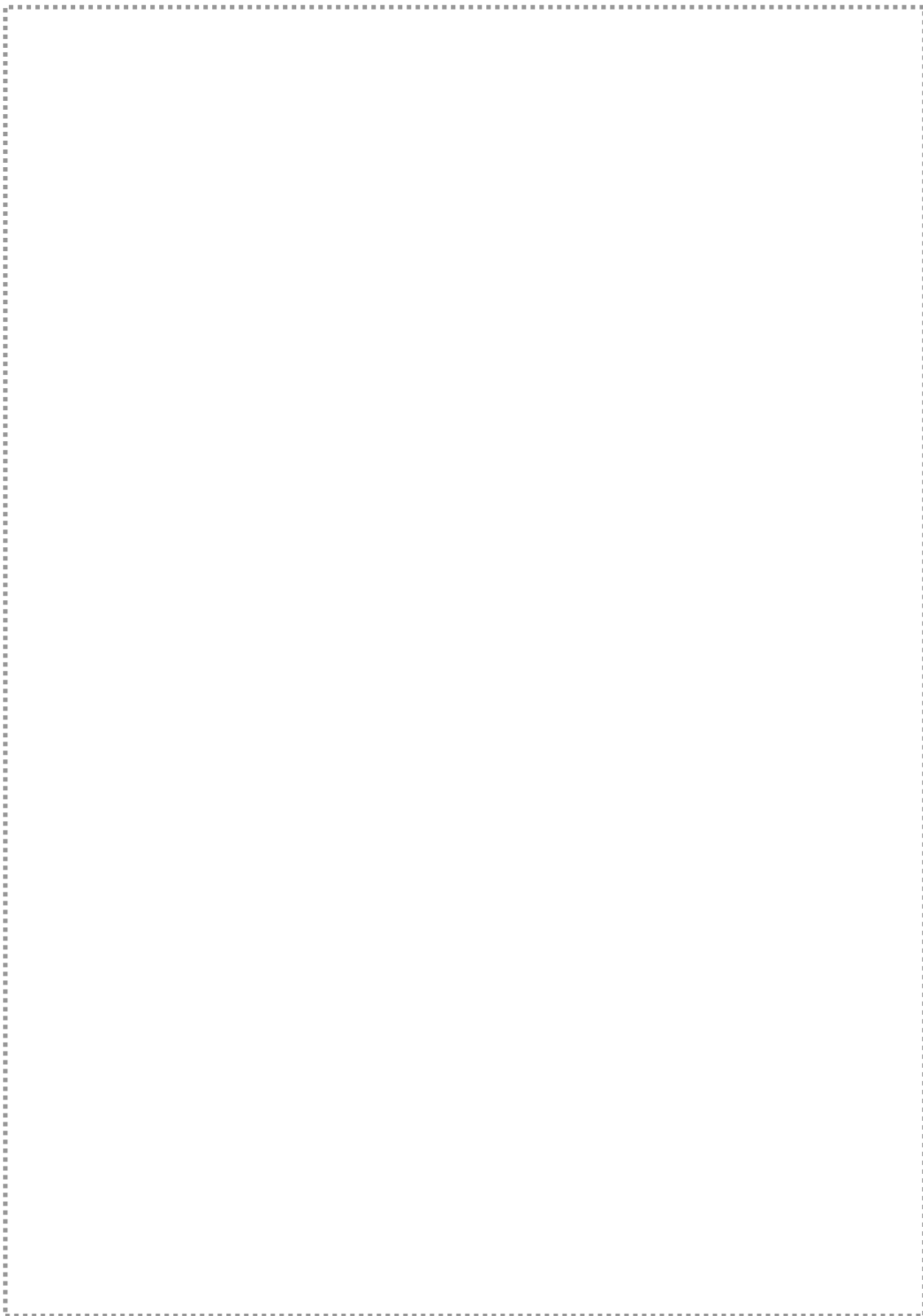
Ti-v, Fe-Ti, Fe-V

ضریب همبستگی خطی معیاری از درجه تمایل دو متغیر به داشتن رابطه خطی است و ممکن است همبستگی کلی دو متغیر را نشان ندهد. بنابراین لازم است برای درک بهتر ضریب همبستگی، آن را همراه با نمودار پراکنش مورد بررسی قرار داد.

نمودار (۳-۲۲) پراکنش نمونه‌های ژئوشیمیایی برای تعدادی از عناصر مورد بررسی را نشان می‌دهند. با استفاده از این نمودارها می‌توان به دلایل همبستگی برخی عناصر و همبستگی ضعیف برخی دیگر پی برد. این نمودارها در واقع پراکنش نمونه‌های ژئوشیمیائی را برای عناصری به دست می‌دهند که در جدول ضرایب همبستگی پی‌رسون بیشترین میزان همبستگی را نشان می‌دهند.







۳-۱۴- محاسبه احتمال رخداد هر یک از شاخصهای غنی‌شدگی (حاصل ضرب $P.N$) (بند ۸-۲ شرح خدمات)

منطق روش $P.N$ در تشخیص مقادیر آنومالی بر دو اصل استوار است. یکی افزایش مقدار متغیر و دیگری افزایش فراوانی نسبی آن. بنابراین شدت هر آنومالی تابع دو عامل است:

۳-۱۴-۱- احتمال پیدایش نمونه‌ای با مقدار مطلوب مورد نظر (p)

هرچه این احتمال کوچکتر باشد شدت آنومالی در نمونه معرف آن بیشتر خواهد شد. به عنوان مثال اگر احتمال رخداد نمونه‌ای با عیار یک گرم در تن طلا از رسوبات آبراهه‌ای منطقه خاصی 0.00001 و احتمال رخداد نمونه‌ای با ۴ گرم در تن طلا از همان رسوبات در همان منطقه 0.000001 باشد، رخداد یک مورد از هر یک از این مقادیر دلالت بر قویتر بودن آنومالی دوم یعنی ۴ گرم در تن است.

۳-۱۴-۲- تعداد نمونه‌های برداشت شده (N)

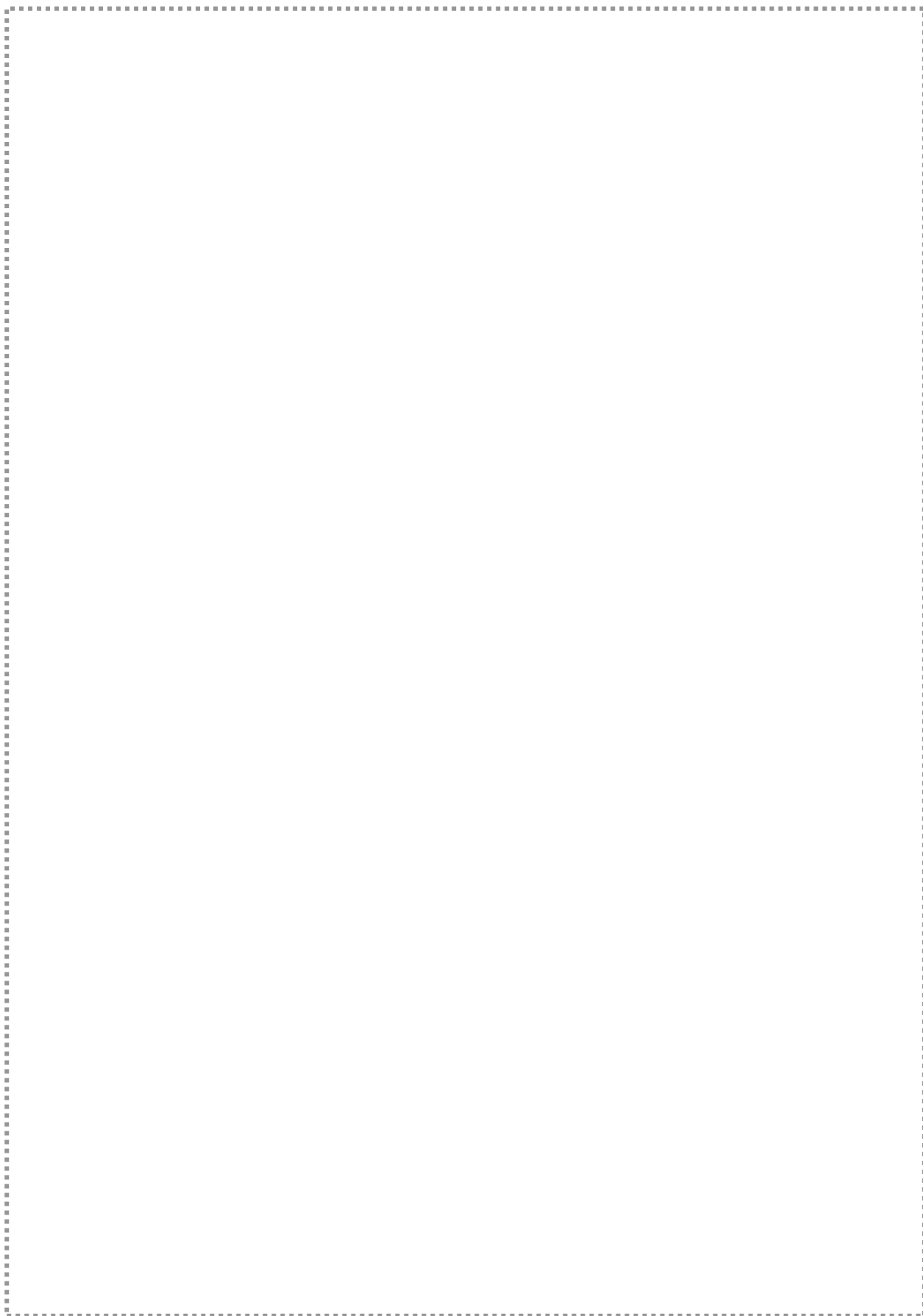
هرچه این مقدار کوچکتر باشد شدت آنومالی قویتر است، زیرا به‌طور متوسط وجود یک مقدار بزرگتر $X+3s$ در بین ۱۰۰۰ نمونه امری طبیعی است و جزئی از خصوصیات توزیع نرمال است اما اگر یک مقدار بزرگتر از $X+3s$ در بین ۱۰۰ نمونه یافت شود غیرعادی است و می‌تواند ناشی از وجود مقادیر آنومالی باشد. بنابراین حاصلضرب دو عامل فوق یعنی ($P.N$) می‌تواند به‌عنوان معیاری برای انتخاب آنومالیها باشد. هرچه این مقدار کوچکتر از واحد باشد آنومالیها دارای شدت بیشتری می‌باشند، زیرا در حالت نرمال بودن حاصلضرب تعداد نمونه با عیار مفروض در احتمال وقوع آن عیار واحد خواهد بود. مقدار P برای هر عنصر در هر نمونه برابر احتمال رخداد عیارهای بزرگتر یا مساوی مقدار متغیر مورد بررسی در نمونه مورد نظر است. بنابراین اگر مقدار متغیر مورد بررسی برای نمونه مورد نظر را X_0 بنامیم از روابط زیر می‌توان مقدار p را به‌دست آورد.

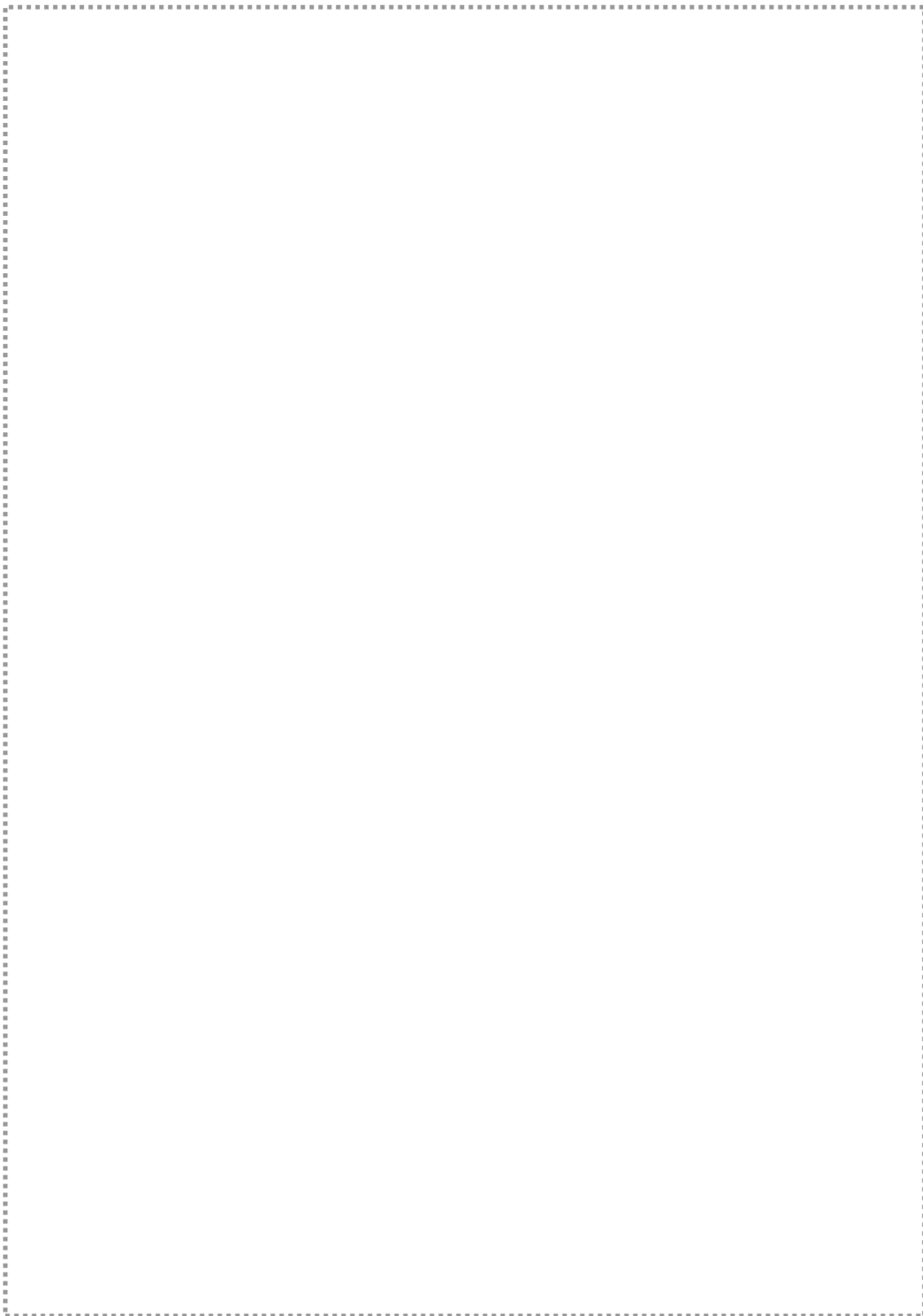
$$p = \Phi(Z > Z_0) = 0.5 - \Phi(Z \leq Z_0)$$

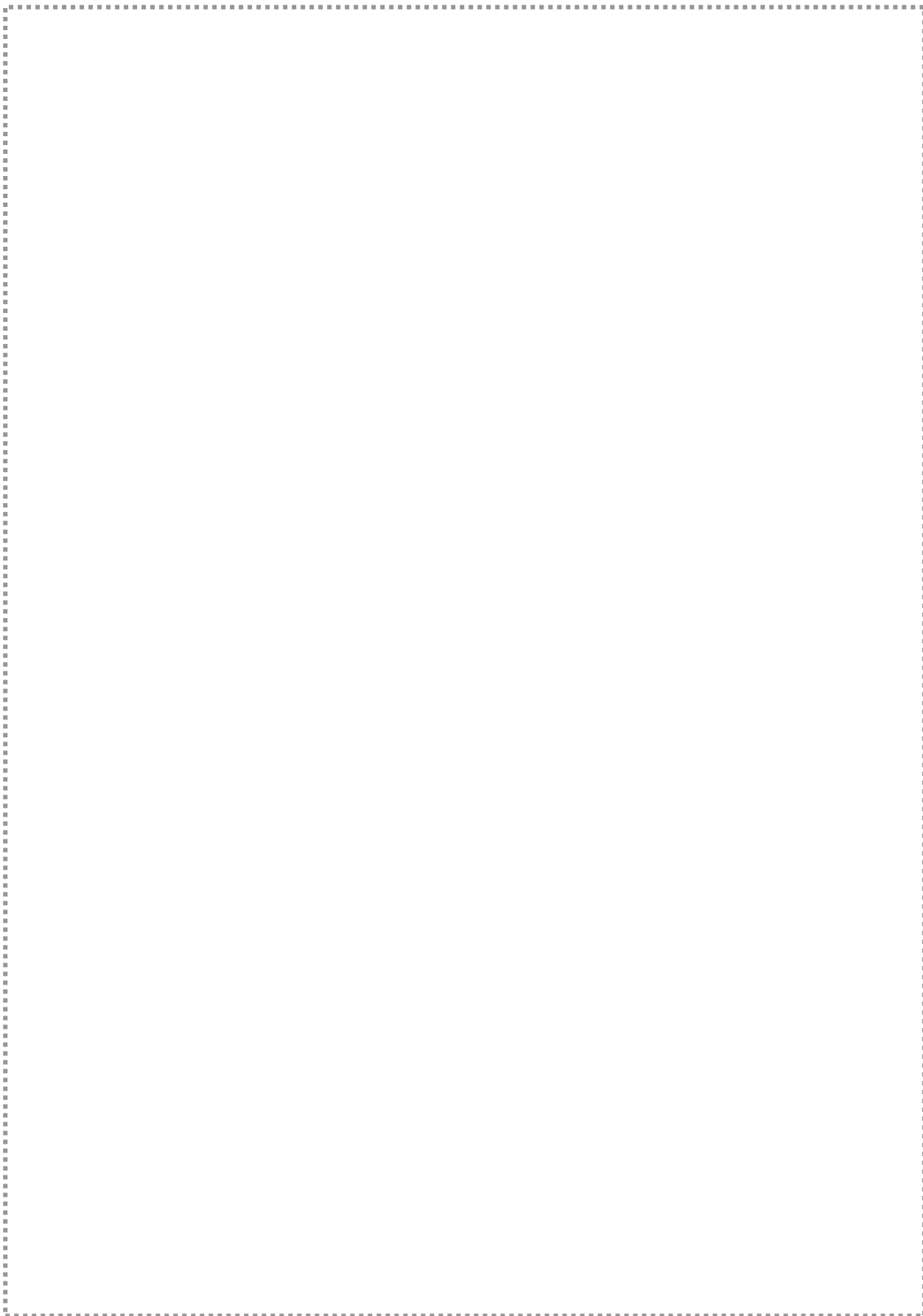
$$Z_0 = \frac{X_0 - X}{s}$$

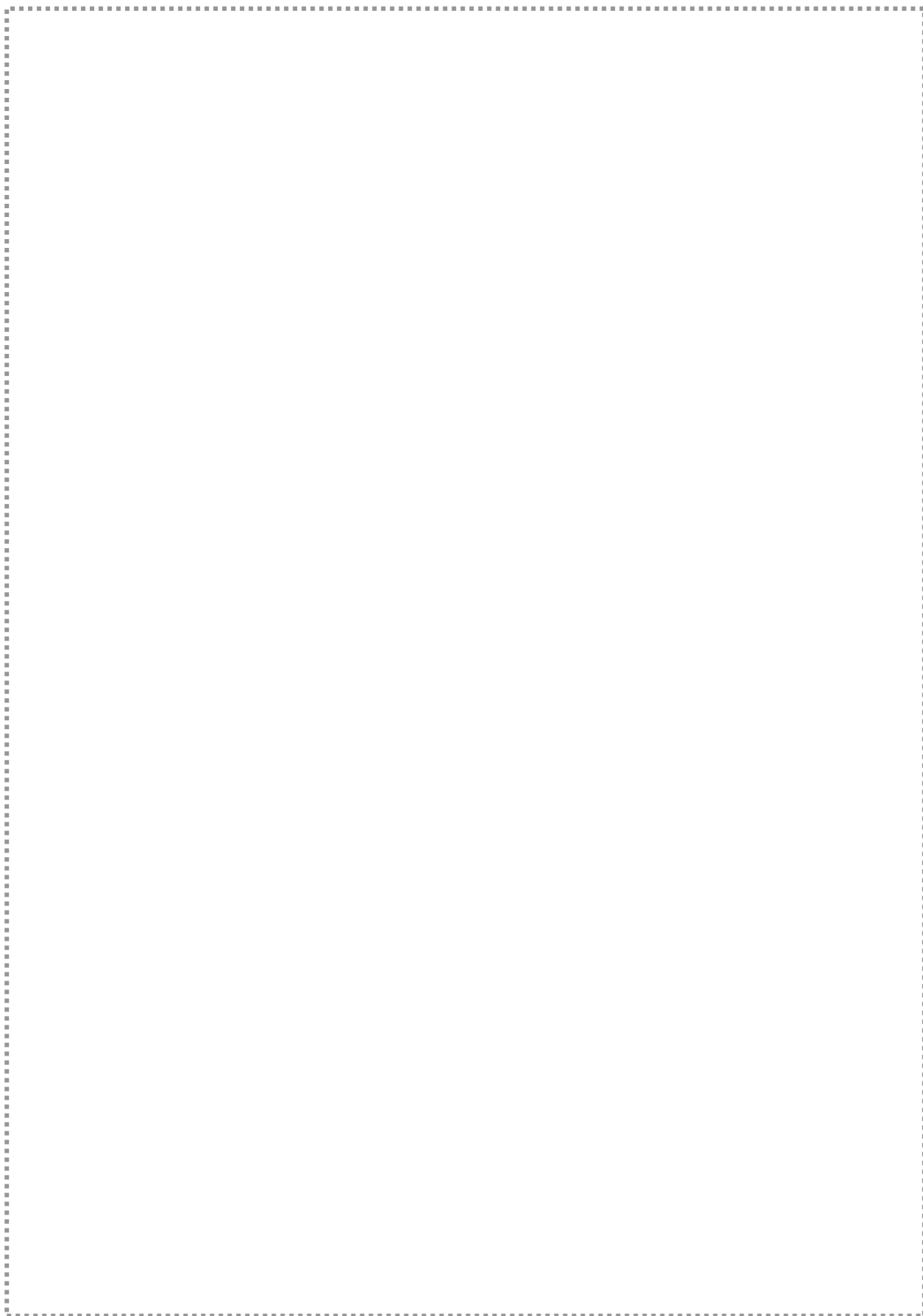
که در آن Z_0 مقدار استاندارد شده X_0 و X میانگین داده‌ها، s انحراف معیار داده‌ها و Φ چگالی توزیع نرمال است. معیار انتخاب یک نمونه به‌عنوان آنومالی آن است که $p \ll 1$ باشد، یعنی $P.N$ خیلی کوچکتر از واحد باشد. بنابراین از روش $P.N$ می‌توان به‌عنوان غربالی برای پالایش آنومالی‌های به‌دست آمده از روشهای قبلی و مرتب‌سازی آنها به‌ترتیب اهمیت استفاده کرد. معمولاً برای آنکه با مقادیر عددی خیلی کوچک سروکار نداشته باشیم، به‌جای $P.N$ می‌توان از مقدار $\frac{1}{P.N}$ استفاده کرد. در این صورت هرچه مقدار $\frac{1}{P.N}$ بزرگتر از واحد باشد، آنومالی مورد نظر با اهمیت است. نتایج حاصل از این محاسبات در محدوده ورقه یکصد هزارم دیواندره در جدول (۳-۱۱) آورده شده است. جهت نشان دادن توزیع نمونه‌های دارای ناهنجاری $P.N$ نقشه‌های شماره-۳۳، ۳۲، ۳۱ و ۳۴ ارائه شده است.

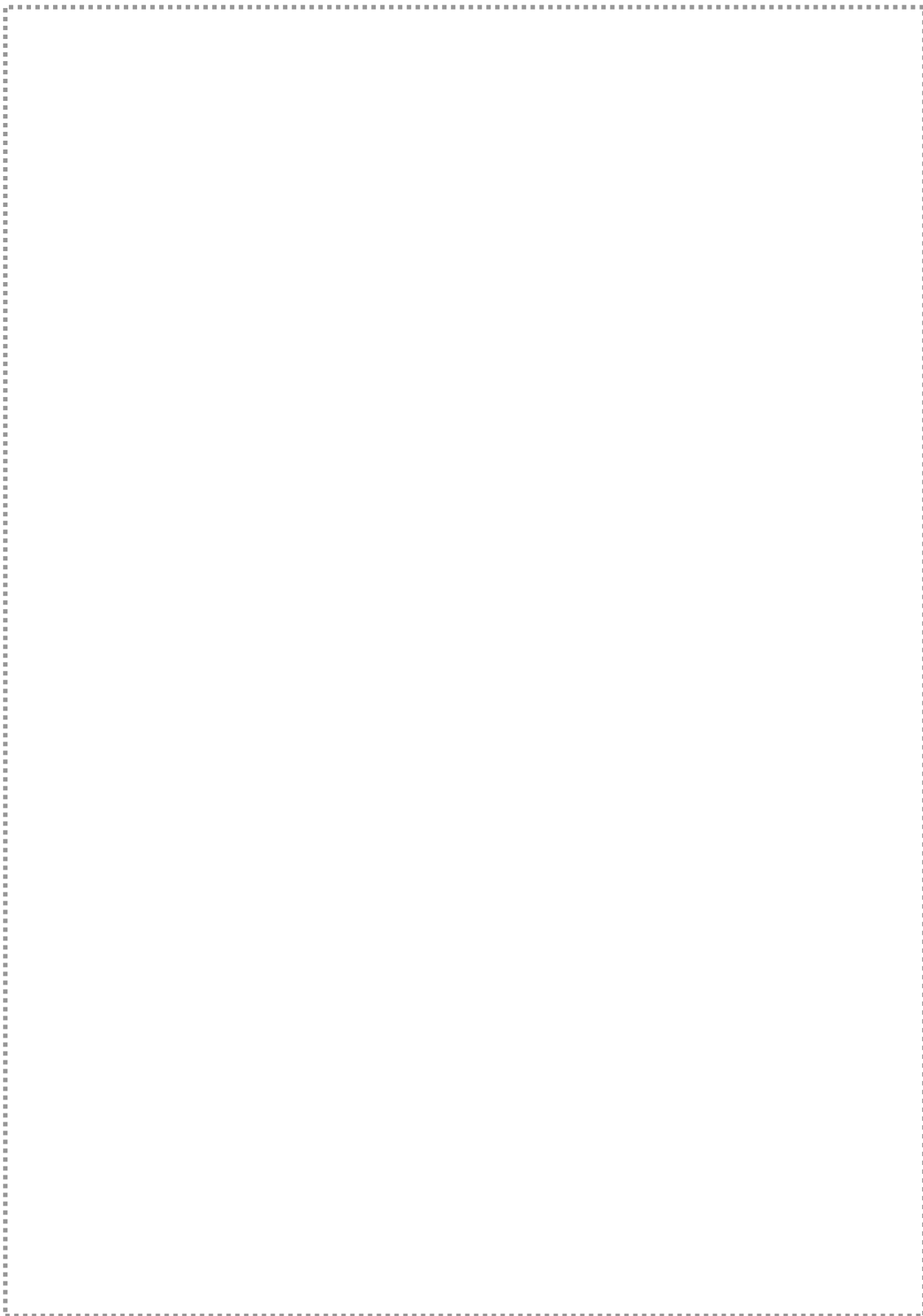
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره











۳-۱۵- بررسیهای آماری چند متغیره

۳-۱۵-۱- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (بند ۸-۳ شرح خدمات)

در تحلیل خوشه‌ای هدف دستیابی به ملاکی برای طبقه‌بندی هرچه مناسبتر متغیرها و یا نمونه‌ها^۱ براساس تشابه هرچه بیشتر درون گروهی و اختلاف هرچه بیشتر میان گروهی است. لذا اگر مقدار عیار مس در یک نمونه X و در نمونه دیگر Y باشد، ما با $Y-X$ سروکار داریم. این ویژگی کمک می‌کند تا بتوانیم متغیرها و نمونه‌ها را به صورت خوشه‌هایی که حداکثر تشابه ممکن را درون خود و حداکثر اختلاف را میان خود دارند رده‌بندی کنیم.

هنگامی که n نمونه را برای P متغیر مختلف مورد اندازه‌گیری قرار می‌دهیم، می‌توانیم برحسب میزان شباهتی که بین مقادیر این زوجها وجود دارد، نمونه‌ها و یا متغیرها را دسته‌بندی کنیم. این عمل هم می‌تواند منجر به گروه‌بندی واقعی و یا غیرانتظار شود که هم بررسی روابط جدید را به دنبال دارد و هم موجب کاهش داده‌ها و در نتیجه سهولت بررسی آنها می‌گردد. در روش آنالیز خوشه‌ای دو نوع گروه‌بندی وجود دارد:

- نوع اول به گروه‌بندی متغیرها می‌پردازد و نوع R نام دارد.
- نوع دوم به گروه‌بندی نمونه‌ها می‌پردازد و به نوع Q معروف است. از روش Q برای گروه‌بندی برخی جوامع سنگی نیز استفاده می‌شود.

روشهای مختلفی برای خوشه‌بندی داده‌ها وجود دارد. یکی از این روشها، روش اتصال^۲ است که در آن به ترتیب اشیاء (نمونه‌ها و متغیرها) با شباهت بیشتر با استفاده از روش بازگشتی به هم متصل می‌شوند. تمامی روشهای خوشه‌بندی مبتنی بر ماتریس شباهتها می‌باشند که با یکی از روشهای مندرج در بند قبل محاسبه می‌شود. در مرحله اول دو نمونه و یا دو متغیری که بیشترین شباهت را دارند به هم وصل می‌شوند. در هر تکرار شبیه‌ترین زوج خوشه‌ها و یا اشیاء به هم وصل می‌شوند. الگوریتمهای مختلفی برای محاسبه شباهتهای بین خوشه‌ای و بین خوشه و شیئی وجود دارد. این روشها عبارتند از: روش اتصال نزدیکترین همسایگی، روش دورترین همسایگی، روش وارد و روش اتصال عامل. شکل

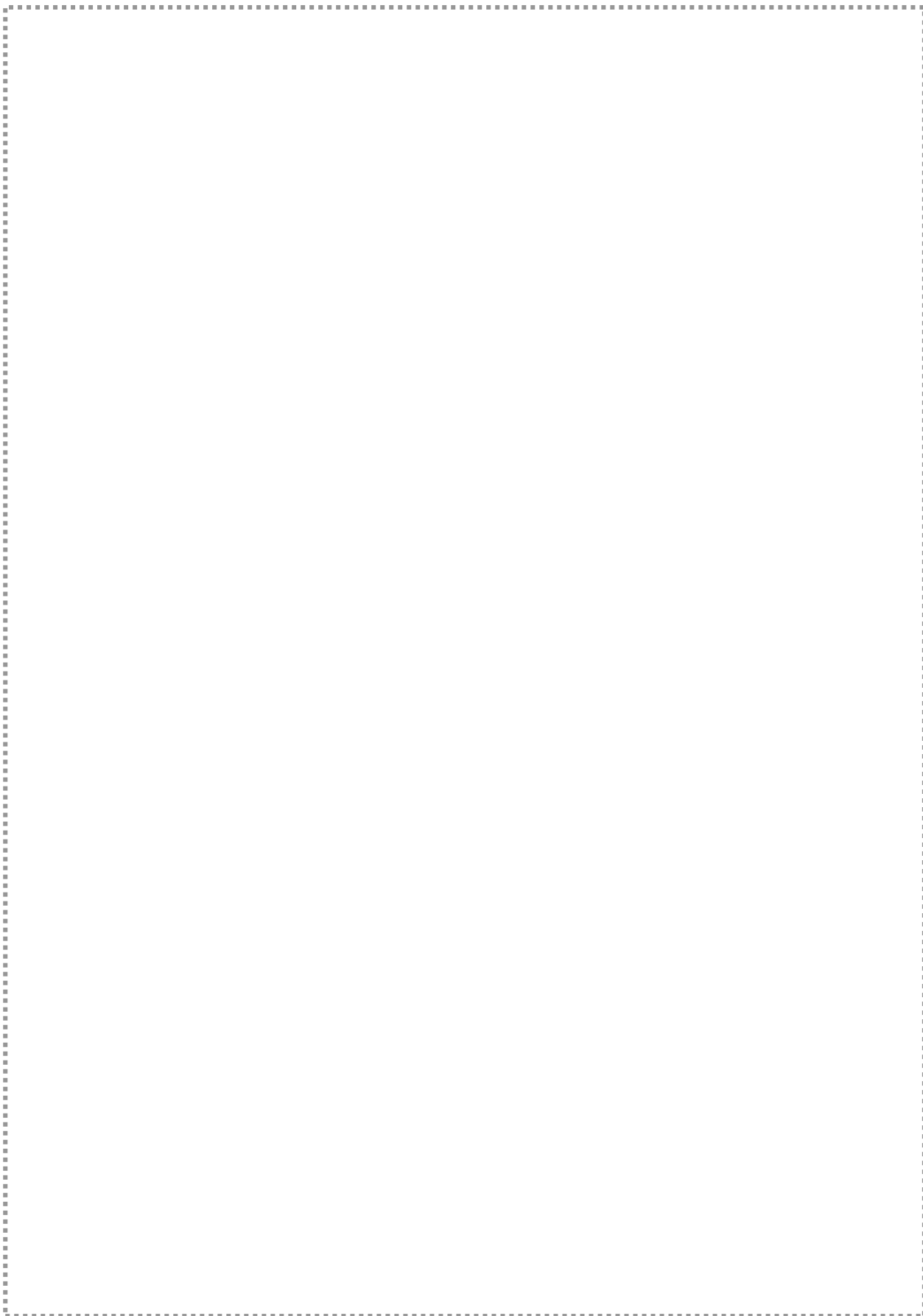
^۱-Variables and Cases.

^۲-Linkage.

(۳-۲۳) آنالیز خوشه‌ای عناصر را در حالت نرمال شده نشان می‌دهد.

همانطور که در بخش محاسبه خطای آنالیز عنوان گردید مقادیر خطای اندازه‌گیری شده برای تعدادی از عناصر از مقدار ۱۰٪ فراتر بوده است. اگر در تفسیر ساختار درختی داده‌ها موارد غیرعادی مشاهده گردیده به احتمال زیاد در ارتباط با خطائی است که در تجزیه نمونه‌ها اعمال شده است. با توجه به ساختار درختی داده‌ها (شکل ۳-۲۳)، متغیرهای ژئوشیمیایی به چهار گروه تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

- گروه اول شامل عناصر Ti، V، Fe، Sc، Co، Cu، Zr، Cr، Ni و Mn می‌باشد. این عناصر به خصوص سه عنصر ابتدایی از همبستگی بسیار بالائی برخوردار می‌باشد. این عناصر همگی به اتفاق به صورت هاله‌های ژئوشیمیائی مرتبط با سنگهای ولکانیکی و آندزیتی کرتاسه واقع در برکه توپوگرافی باقل آباد دیده می‌شوند.
- گروه دوم شامل عناصر Ba، Be، La، Zn، Sn، Rb، P و U می‌باشد. عناصر این گروه نسبت به گروه قبلی از همبستگی ضعیفتری برخوردار می‌باشند.
- گروه سوم شامل عناصر Au و W، Nb، Bi، Pb، As، Sb، Mo می‌باشد. این عناصر دارای همبستگی متوسط تا ضعیف با یکدیگر می‌باشد. طلا کمترین میزان همبستگی را از خود نشان می‌دهد، شاید دلیل این امر بالا بودن خطای نسبی طلا باشد.
- گروه چهارم شامل عناصر گوگرد، کادمیم و استرانسیم می‌باشد. این عناصر به صورت هاله‌های ژئوشیمیائی مرتبط با سنگهای شیلی و مارنی واقع در برکه قره‌طوره می‌باشند و از همبستگی بسیار ضعیفی برخوردار می‌باشند.



۳-۱۵-۲- تجزیه عاملی (آنالیز فاکتوری)، (بند ۸-۳ شرح خدمات)

یکی از مسائل پیچیده و مهم در اکتشافات ژئوشیمیائی بررسی همزمان عناصر مورد مطالعه است. یکی از روشهای بسیار قوی در این زمینه تجزیه و تحلیل فاکتوری است. این روش دو مزیت بسیار بزرگ دارد:

۱- کاهش ابعاد داده‌ها.

۲- بیان ارتباط موجود بین عناصر مختلف.

به‌خصوص با تعداد زیاد عناصر مورد بررسی و تعداد زیاد نمونه‌ها نقش تجزیه و تحلیل فاکتوری بیش از پیش نمایان می‌شود، به‌طوری که فهم و درک تغییرپذیری داده‌ها را بسیار ساده‌تر می‌کند.

تجزیه و تحلیل فاکتوری براساس روش PCA^۱ استوار است. این روش تکنیکی برای پیدا کردن ترکیب خطی از متغیرهای اولیه هم‌بستر است که تشکیل یک دستگاه محور مختصات جدید بدهند. این ترکیبات خطی را مؤلفه‌های اصلی می‌نامند و دارای خواص زیر هستند:

۱- بخش اعظمی از تغییرپذیری توسط تعداد محدودی از متغیرهای جدید قابل توجیه است.

۲- متغیرهای جدید، که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند، بین خود همبستگی نشان نمی‌دهند.

قبل از استفاده از روش PCA توجه به دو نکته ضروری است:

- اگر متغیرهای اولیه همبسته نباشند (ضریب همبستگی کوچکی داشته باشند)، دلیلی برای کاربرد این روش وجود ندارد، چرا که نتایج قابل قبولی از آنها به‌دست نمی‌آید.
- تجزیه و تحلیل فاکتوری زمانی صورت می‌گیرد که تعداد متغیرهای اولیه به‌حد کافی باشد.

تجزیه و تحلیل فاکتوری در چهار مرحله انجام می‌گیرد:

۱- محاسبه ضرایب همبستگی.

۲- استخراج عاملها که شامل تعیین تعداد و روش محاسبه عاملها است.

۳- دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی عاملها، برای آنکه روابط میان داده‌ها بهتر تفسیر شود.

^۱-Principal Component Analysis.

۴- محاسبه امتیاز هر عامل برای تک تک نمونه‌ها.

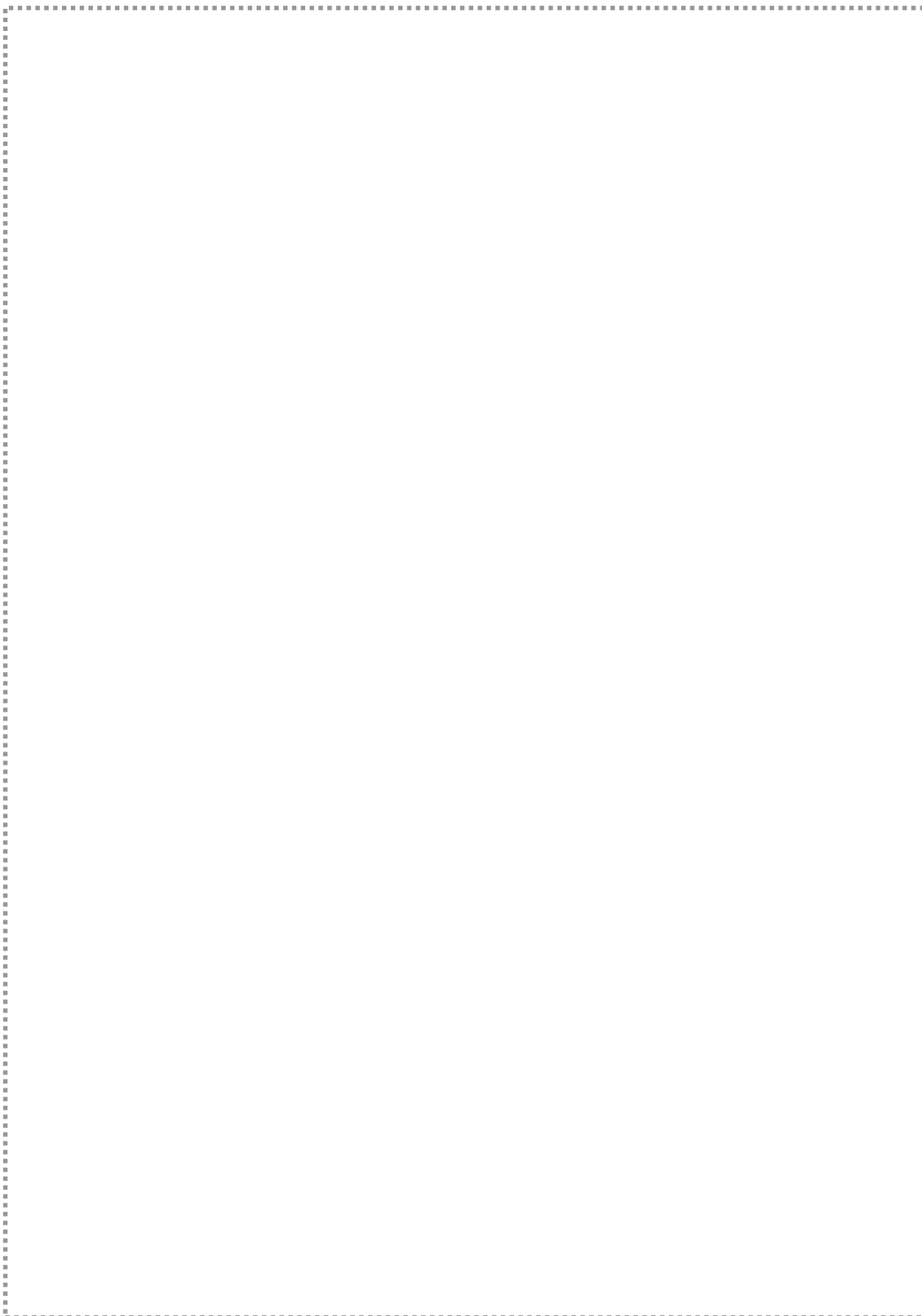
لازم به ذکر است که تجزیه و تحلیل فاکتوری ۷۵۸ نمونه برای ۲۹ عنصر کار بسیار طولانی و زمان‌بری خواهد بود، ولی محاسبات کامپیوتری این مشکل را برطرف کرده و با سرعت بسیار تمام محاسبات را انجام می‌دهد. نتایج حاصل از آنالیز فاکتوری در جدولهای (۳-۱۲) تا (۳-۱۶) آورده شده است. این جدولها حاصل مراحل گوناگون آنالیز فاکتوری است که در ذیل توضیح داده می‌شوند:

جدول آزمون *KMO* و بارتلت^۱ (جدول ۳-۱۲)

این جدول مربوط به تست *KMO* است که جهت بررسی میزان اعتبار آنالیز فاکتوری صورت می‌گیرد. در واقع این جدول جهت تأیید یا رد آنالیز فاکتوری کاربرد دارد. مقادیر *KMO* بزرگتر از ۰/۹۱ بیانگر این است که انجام آنالیز فاکتوری از اعتبار بالایی برخوردار است. به همین ترتیب مقادیر ۰/۸ از اعتبار بالا، ۰/۷ متعادل، ۰/۶ اعتبار متوسط، ۰/۵ از اعتبار ناچیز و مقادیر *KMO* کمتر از ۰/۵ جهت انجام آنالیز فاکتوری فاقد اعتبار هستند. مقدار *KMO* محاسبه شده برای داده‌های مربوط به این پروژه برابر ۰/۹۴۱۷ می‌باشد. این میزان بیانگر اعتبار بسیار بالای آنالیز فاکتوری برای این داده‌ها است.

^۱ - *KMO* (Kaiser-Meyer-Olkin) and Bartlett's Test.

اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



جدول مشارکتها^۱ (جدول ۳-۱۳)

این جدول نشان دهنده برآورد اولیه عاملها و بیانگر میزان مشارکت عناصر در این روش است. همانطور که مشاهده می شود اکثر عناصر میزان Extraction بالا داشته که نشانه بالابودن میزان مشارکت آنها است. بیشترین درصد مشارکت با ضرایب بالای ۰/۷ مربوط به عناصر Au، Sr، Ba، Be، Ti، Fe، P، As، Sb می باشد. بعد از این عناصر رده دوم عناصر دارای مشارکت بالا (ضریب بالای ۰/۶) شامل V، Zr، Zn، Sc، La می باشند. سایر عناصر از قبیل Rb، Cd، U، Nb، W، Bi، Co، Pb، Mo، Ni، Cu، Cr، Mn دارای میزان مشارکت پایینی می باشد.

جدول توجیه تغییرپذیری کل^۲ (جدول ۳-۱۴)

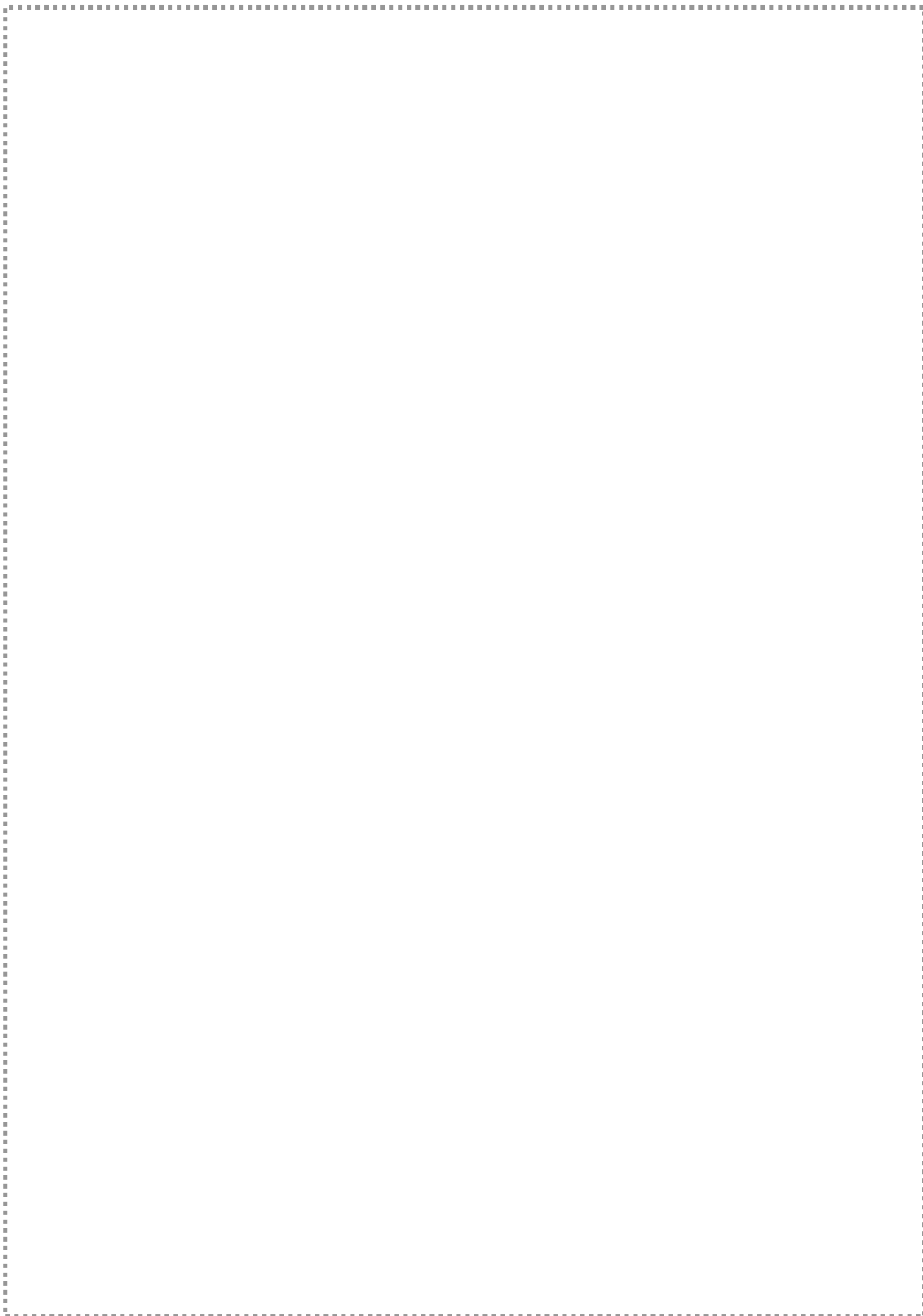
از این مرحله به بعد مرحله اصلی توصیف آنالیز فاکتوری آغاز می گردد. تفسیر صحیح این جدول نقش مهمی در تجزیه و تحلیل فاکتوری دارد، چرا که یکی از معیارهای اصلی انتخاب تعداد فاکتورها توجیه میزان تغییر پذیری داده ها است، به طوری که داده های جدید باید حداقل تعداد ابعاد را داشته باشند و بتوانند حداکثر میزان تغییرپذیری کل داده ها را توجیه کنند. تعداد ابعاد جدید با استفاده از این جدول تعیین می شود. در این جدول پارامترهای آماری شامل مقادیر ویژه واریانس و واریانس تجمعی هر مؤلفه همراه با مقادیر مشارکت هر مؤلفه محاسبه گردیده است. بیشترین مقدار ویژه در ارتباط با مؤلفه اول (فاکتور-۱) و برابر ۳۱/۶۵ و کمترین مقدار مربوط به مؤلفه پنجم (فاکتور-۴) و برابر ۲/۵۸ است. همانطور که گفته شد واریانس تجمعی معیاری جهت تعیین تعداد فاکتورها می باشد.

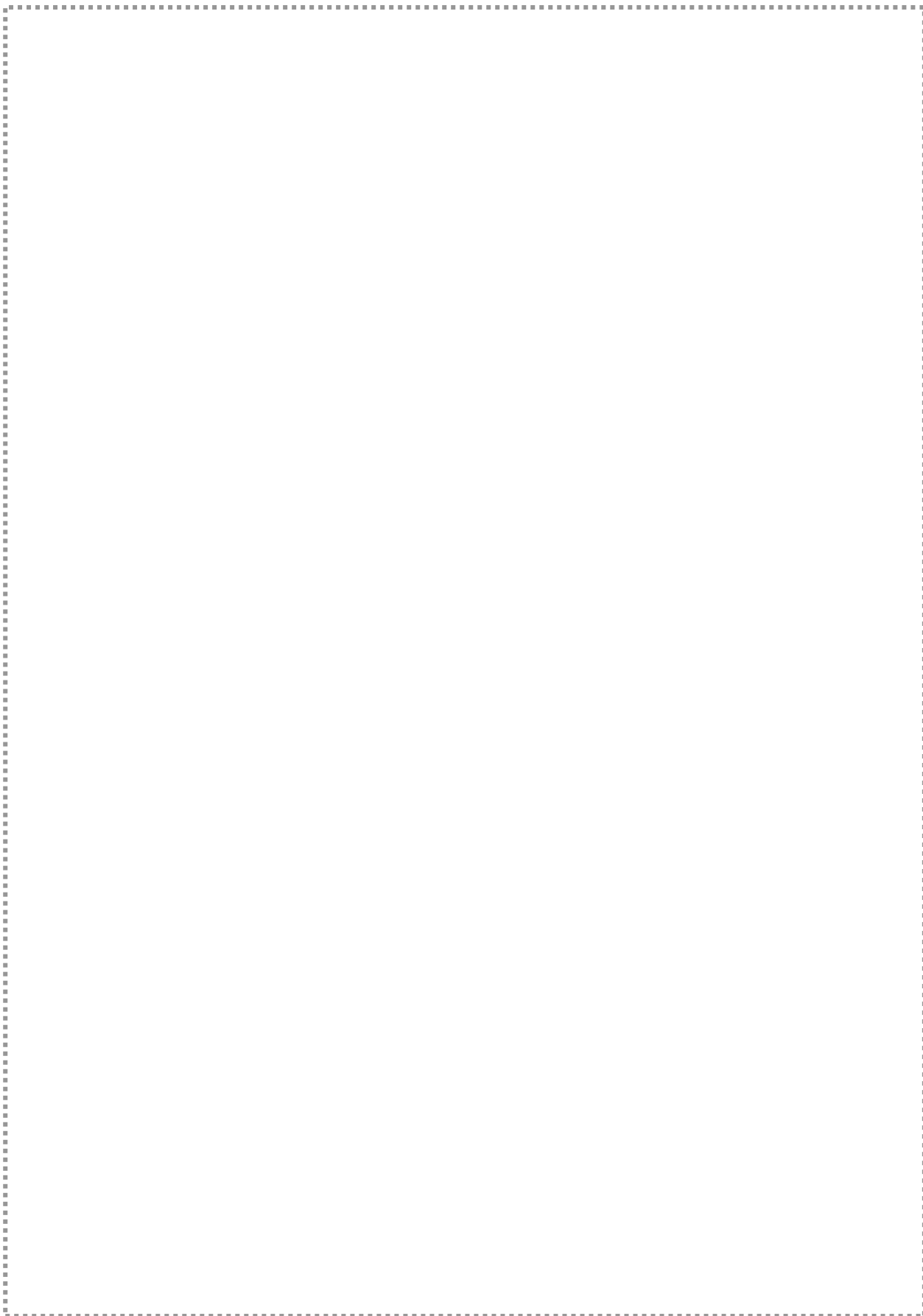
با توجه به جدول مذکور مشاهده می شود که تعداد ۴ فاکتور می توانند تقریباً ۵۸/۸۳٪ کل تغییرپذیری را توجیه کنند که با توجه به این تعداد فاکتور، مقدار قابل قبولی است. بنابراین براساس آنالیز فاکتوری برای داده های این پروژه ۵ فاکتور معرفی شده است. این تعداد فاکتور از روی نمودار صخره ای^۳ نیز قابل تأیید است. از بین ۵ فاکتور انتخاب شده، دو فاکتور اول و دوم بیشترین واریانس را دارا می باشند و بخش زیادی از تغییرپذیری را به تنهایی توجیه می کنند، به طوری که میزان واریانس فاکتور اول تقریباً ۳۱/۶۵ و فاکتور دوم تقریباً ۱۳/۳۹٪ کل تغییرپذیری می باشد.

1-Communalities.

2-Total Variance Explained.

3 Scree Plot





بعد از انتخاب پنج مؤلفه اول، مقادیر خام هر مؤلفه نسبت به هر عنصر و مقادیر تبدیل یافته و ضریب امتیازی هر مؤلفه محاسبه شده است. مقادیر خام تحت بردار خاص VARIMAX قرار گرفته‌اند. این بردار در اثر چرخش محورها بیشترین واریانس را برای هر مؤلفه محاسبه می‌نماید. همانطور که ملاحظه می‌شود بعد از چرخش فاکتورها از میزان واریانس فاکتور سوم، چهارم و پنجم کاسته شده و بر میزان واریانس فاکتور اول و دوم افزوده شده است. این نشان دهنده تأثیر بیشتر این فاکتورها در چرخش است.

جدولهای ماتریس مؤلفه^۱ و ماتریس چرخش مؤلفه^۲ (جدول ۳-۱۵)

فاکتورهای مذکور بیانگر جمع واریانس هر مؤلفه با واریانس مؤلفه قبلی است. با توجه به جدولهای مذکور و نمودار صخره‌ای ۵ مؤلفه (فاکتور) انتخاب شده است. علت انتخاب این مؤلفه‌ها به دو پارامتر بستگی دارد:

پارامتر اول: شامل درصد تجمعی واریانس حدود ۶۰٪ از یک جامعه ژئوشیمیایی که می‌تواند معرف تقریبی جامعه باشد. حال با در نظر گرفتن ۵ مؤلفه، تقریباً ۵۸٪ واریانس تجمعی جامعه پوشش داده می‌شود که برای تجزیه و تحلیل مؤلفه‌ها مناسب به نظر می‌رسد. دلیل پایین بودن میزان واریانس تجمعی پایین بودن میزان مشارکت اکثر عناصر در انجام آنالیز فاکتوری می‌باشد.

پارامتر دوم: در بررسیهای آماری ژئوشیمیایی از نمودار صخره‌ای استفاده می‌شود که در آن مقادیر ویژه برحسب اهمیت آنها از بزرگترین تا کوچکترین مقدار ردیف شده‌اند. با توجه به این نمودار مقادیر بالای دومین شکست (مقادیر ویژه بالای ۰/۵) معتبر برای انتخاب مؤلفه مورد استفاده قرار می‌گیرند. پس از این که مؤلفه‌ها انتخاب شدند، باید در نظر داشت که مؤلفه‌های خام (غیرچرخشی) نمی‌توانند تمام تغییرپذیری واقعی جامعه را نشان دهند. چون در بسیاری از موارد تعدادی از متغیرها به یک عامل ویژه یا حتی به تعدادی از عاملها بستگی دارد و در نتیجه تعبیر

^۱-Component Matrix.

^۲-Rotate Component Matrix.

عوامل را با مشکل روبرو خواهد کرد. از این رو روشهایی به وجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک باعث تعبیر ساده عوامل می شود. این روشها همان دوران عاملها است. بنابراین مؤلفه های خام بایستی تحت تابع مشخصی چرخش داده شوند تا بهترین واریانس جامعه عمومی به دست آید. در بررسیهای ژئوشیمیائی بیشتر از تابع VARIMAX استفاده می شود. با انتخاب این تابع دورانی متعامد بر روی ضرایب عامل صورت می گیرد. با این دوران تغییرات مربعات عناصر ستونی، برآورد ضرایب عاملها را ماکزیمم می کند.

این روش مقادیری نسبتاً بزرگ یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عاملها اختصاص می دهد. در نتیجه عواملی ایجاد می شوند که یا به شدت به متغیرها وابسته اند و یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده تر شدن تعبیر عاملها خواهد شد. مؤلفه های چرخش یافته جدید که به این ترتیب به دست می آیند مؤلفه های اصلی برای محاسبه امتیازات می باشند. مؤلفه های خام و چرخش یافته به ترتیب در جدول ۳-۱۵ آورده شده اند.

با استفاده از جدول عاملی مقادیر چرخش یافته، جدول (۳-۱۶)، بالاترین میزان ضریب چرخش یافته اساس انتخاب هر متغیر در هر عامل است. لازم به ذکر است اعداد مثبت رابطه معکوس با اعداد منفی خواهند داشت. با توجه به مطالب مذکور چهار عامل برگزیده شامل عناصر زیر است. جدول (۳-۱۶) و شکل ۳-۲۴ میزان تغییرات ضریب چرخش یافته هر متغیر در هر عامل را نشان می دهد. با عنایت به جدول و شکل مذکور نتایج زیر به دست می آید.

فاکتور-۱: متشکل از عناصر P، Cr، Mn، Ba، Be، La، Sc، S، Sb، Cu می باشد. در این فاکتور بیشترین میزان تغییرات مربوط به عنصر P بوده و عناصر S، As، Sb دارای ضرایب منفی بالایی می باشد.

فاکتور-۲: متشکل از عناصر Sb و As می باشد. طلا و فسفر در این فاکتور دارای مقادیر منفی می باشند.

فاکتور-۳: متشکل از عناصر Sr، S، Bi، Mo، U می باشد. در این میان عناصر Sr، S، U دارای مقادیر منفی بالا و عناصر Bi، Mo دارای مقادیر مثبت می باشد.

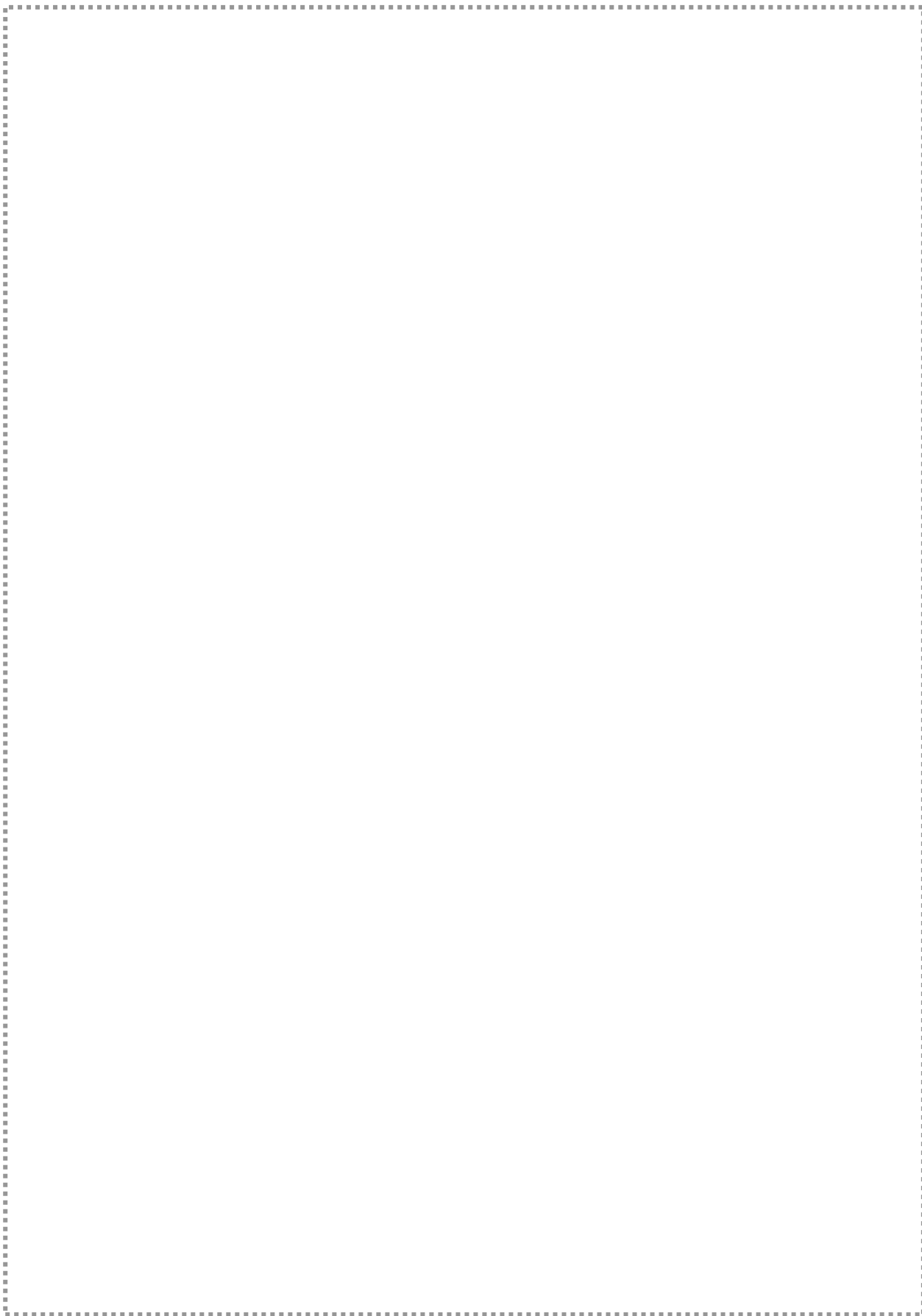
فاکتور-۴: طلا از ضریب تغییرات بالائی برخوردار می باشد به طوری که ضریب تغییرات طلا، اثر ضرایب تغییرات سایر عناصر را محو می کند.

فاکتور-۵: عناصر Sb، As، Cb دارای تغییرات بیشتری نسبت به سایر عناصر می‌باشند. در این میان As دارای ضریب تغییرات مثبت و Cb، Sb دارای ضریب تغییرات منفی می‌باشد.

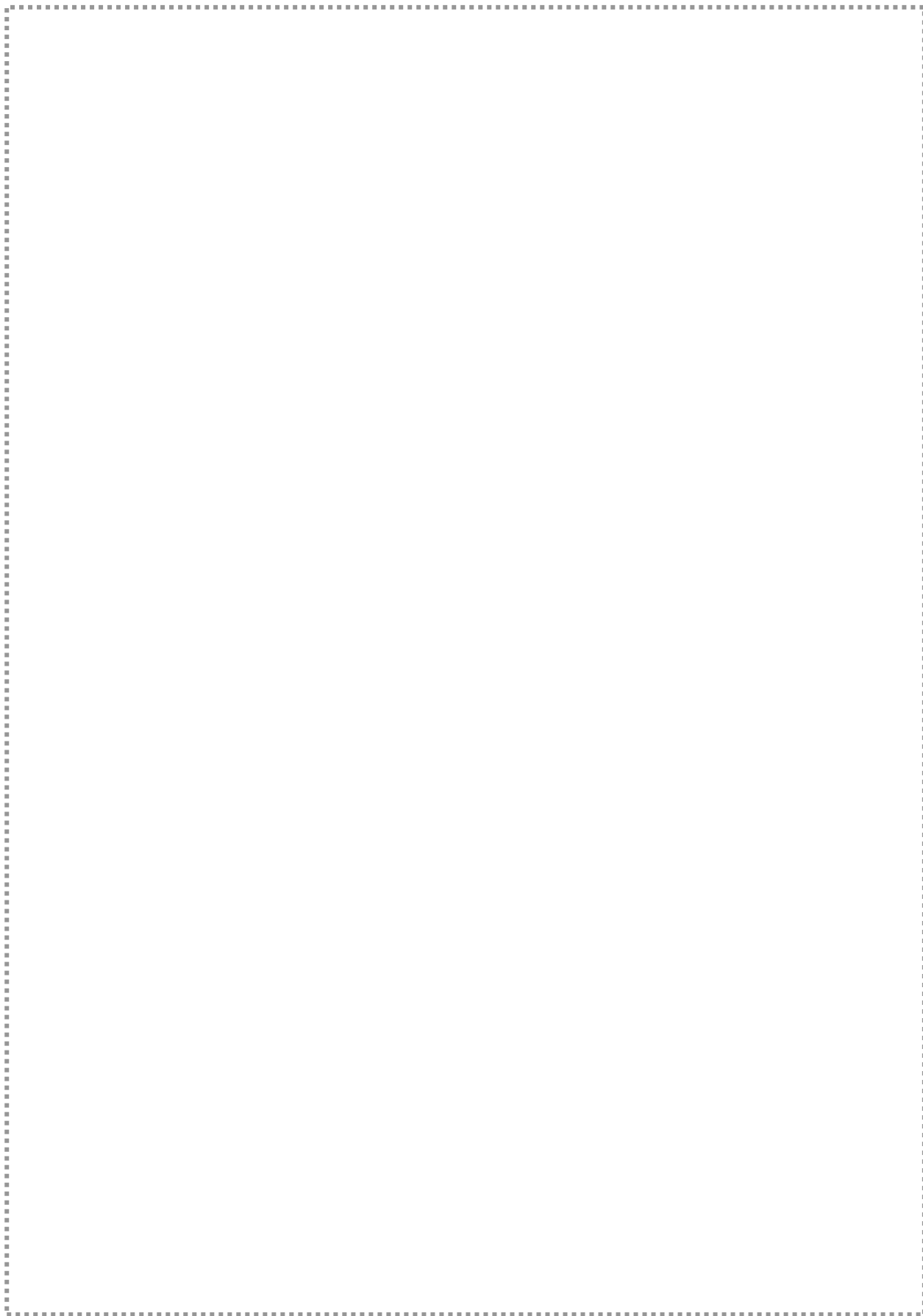
در تجزیه عاملی ابتدا ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها محاسبه می‌شود و متغیرهایی که به‌نظر می‌رسد وابستگی ضعیفی با سایرین دارند تعیین می‌گردند. سپس مرحله استخراج عاملها می‌رسد. این مرحله شامل تعیین تعداد و روش محاسبه عاملها است.

در اکتشافات ژئوشیمیائی فاکتورها ممکن است بیانگر آثار ترکیبی فرآیندهای ژئوشیمیائی متعددی مانند هوازدگی، توزیع ثانویه، جذب سطحی و یا حتی کانی‌سازی باشند. بنابراین فاکتور آنالیز می‌تواند منعکس کننده همراهیهای ژئوشیمیائی، که در خلال فرآیندهای یاد شده ایجاد می‌شوند، باشد. بنابراین فاکتور آنالیز یکی از بهترین روشها جهت آشکارسازی روابط پنهانی بین نمونه‌ها، متغیرها و فاکتورها است. در روش تجزیه عاملی، هر متغیر ابتدا به‌صورت یک بردار در دستگاه مختصات قائم نشان داده می‌شود، به‌طوری که طول بردار معرف بزرگی متغیرها است و کسینوس زاویه بین آنها میزان همبستگی و انطباق یک متغیر با متغیر دیگر را نشان می‌دهد.

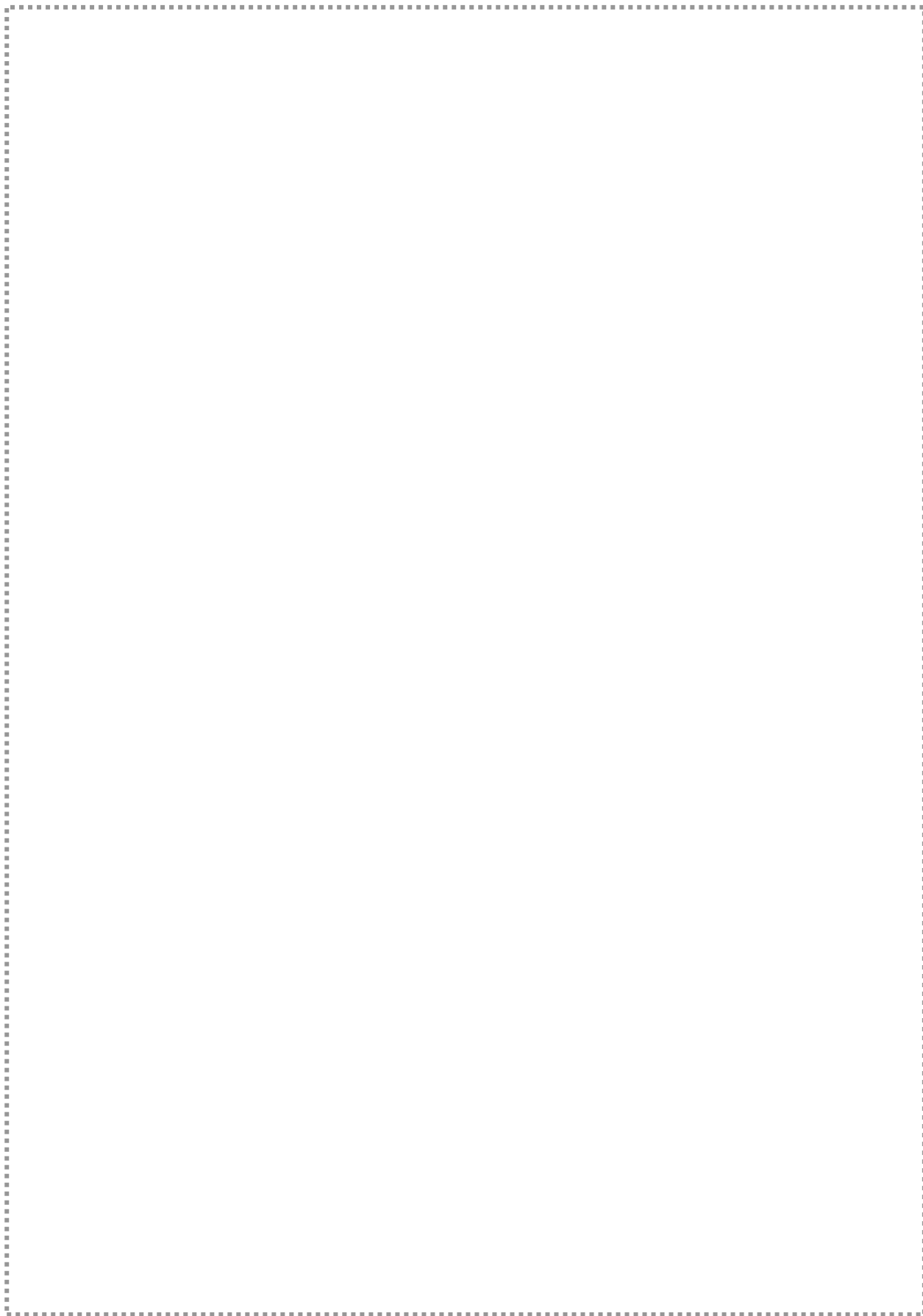
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

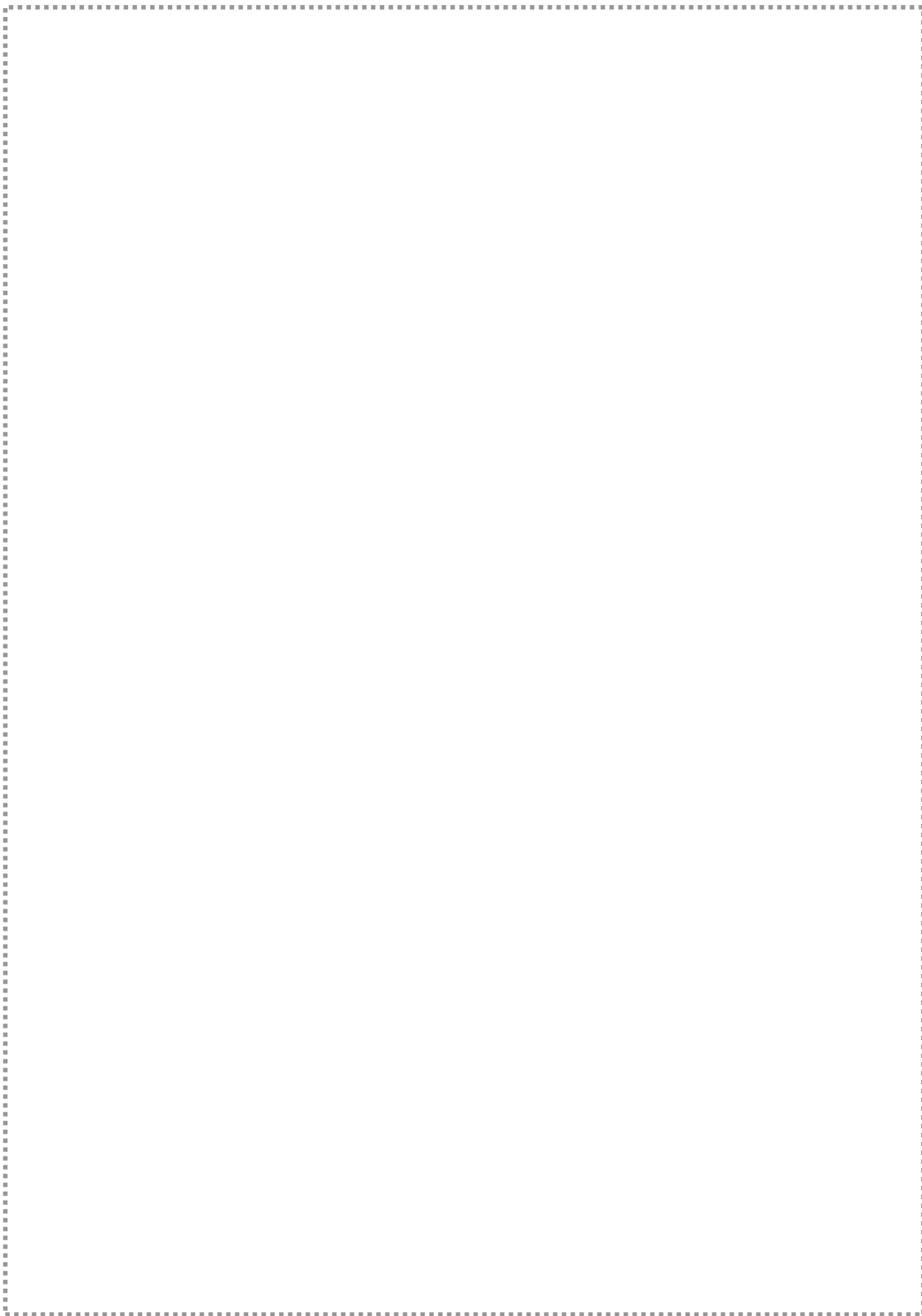


پیوسته‌های

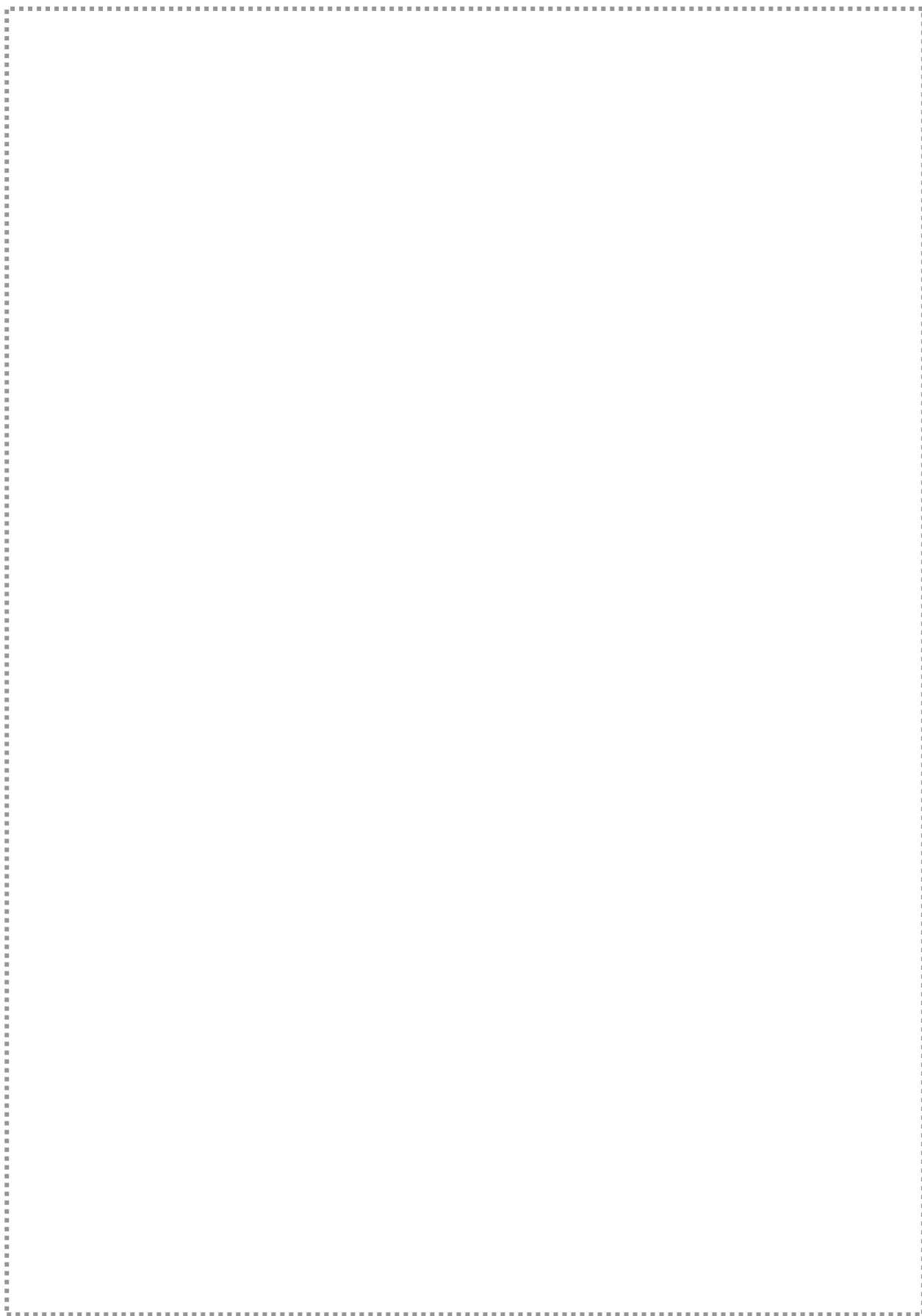
بخش سوم

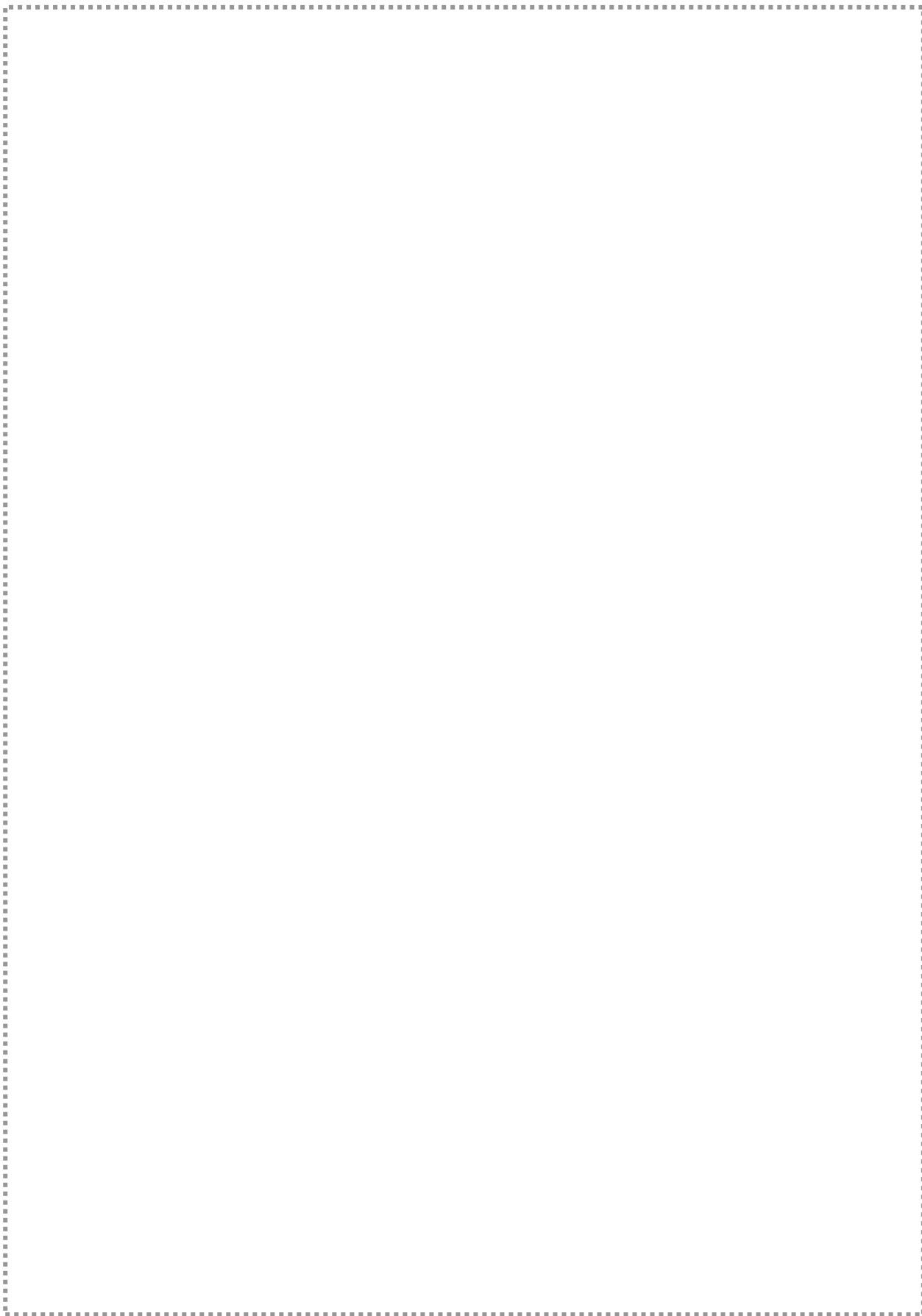
(پارامترهای آماری و نمودار توزیع داده‌های نرمال شاخص غنی‌شدگی)

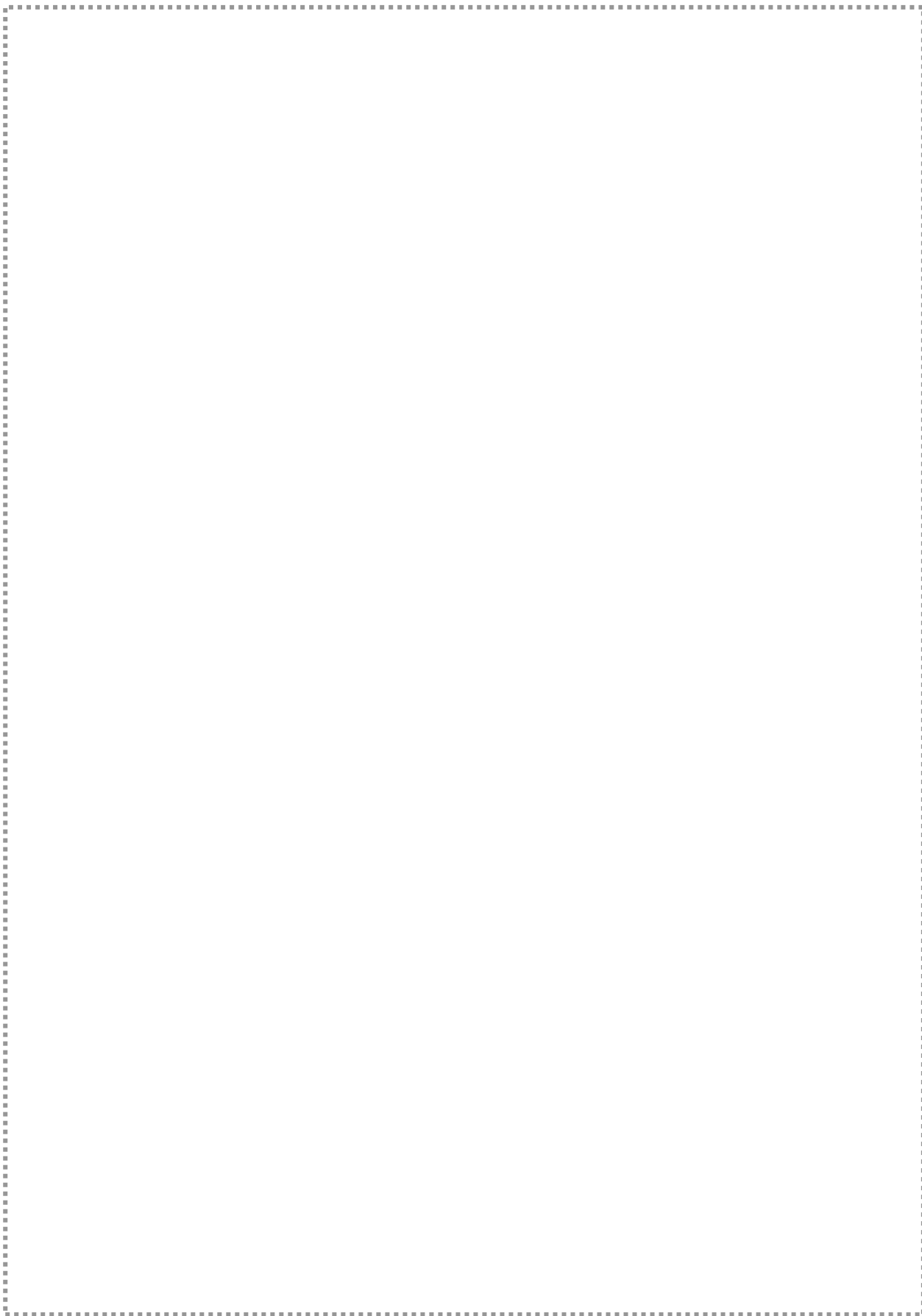
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

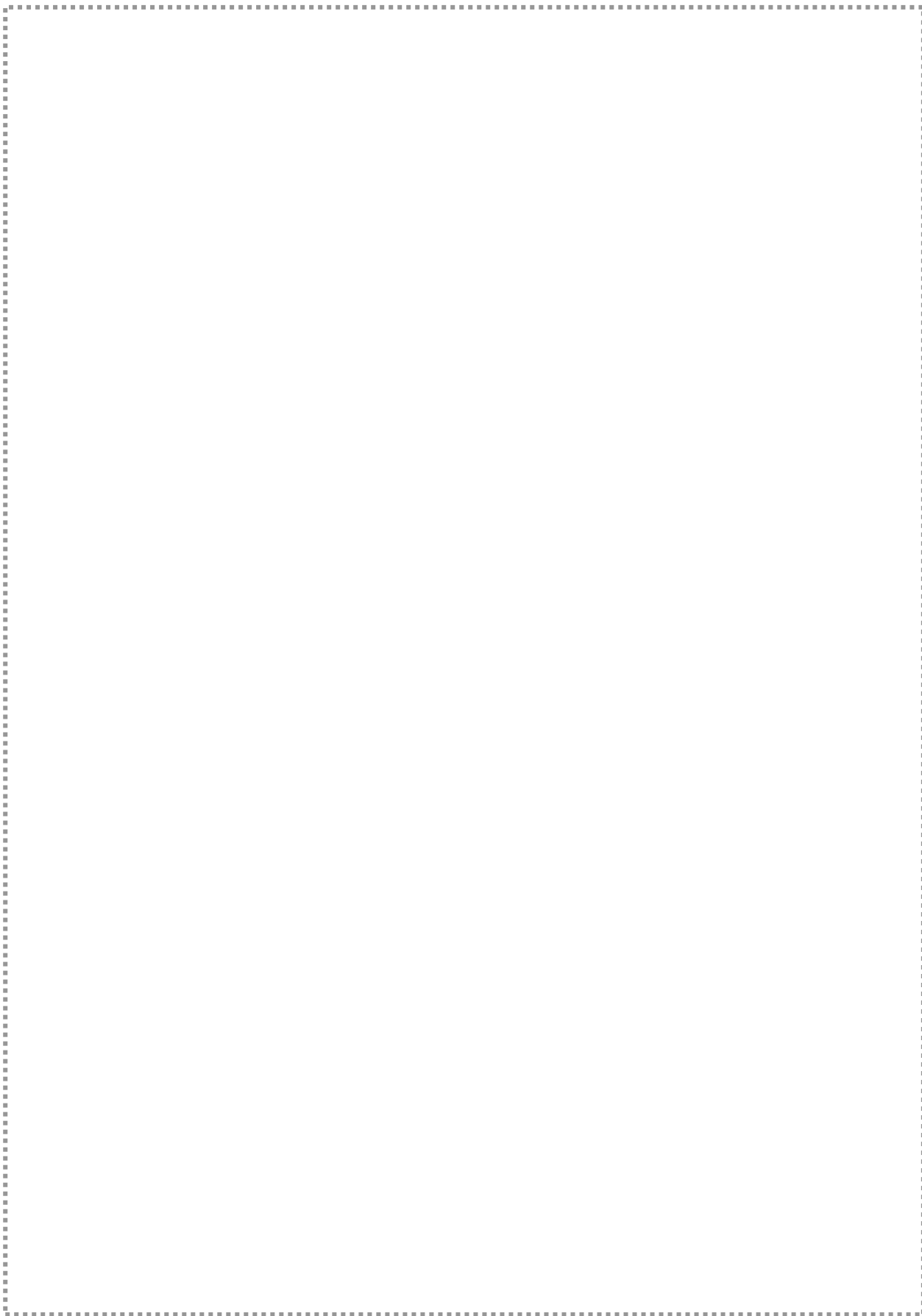


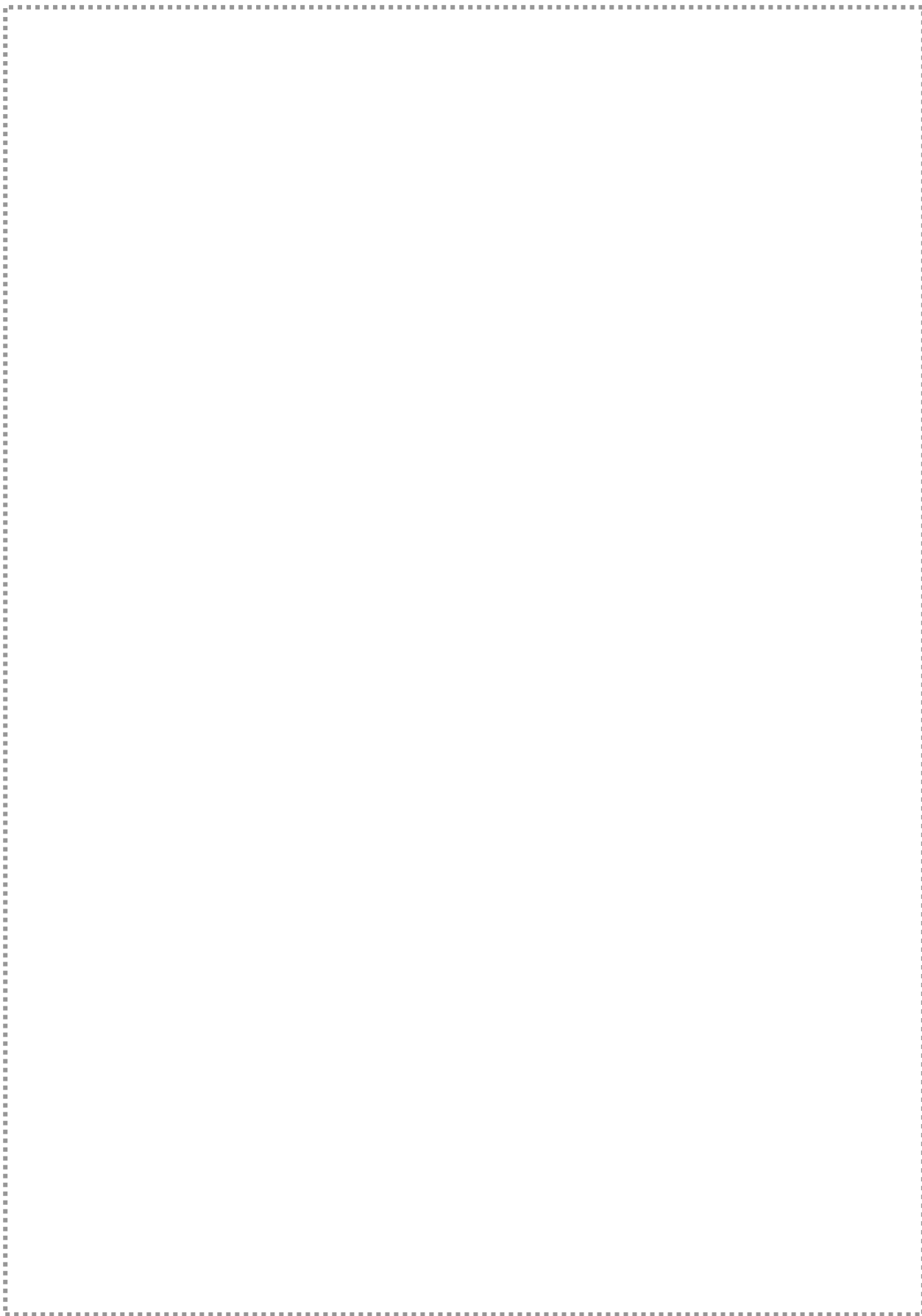
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



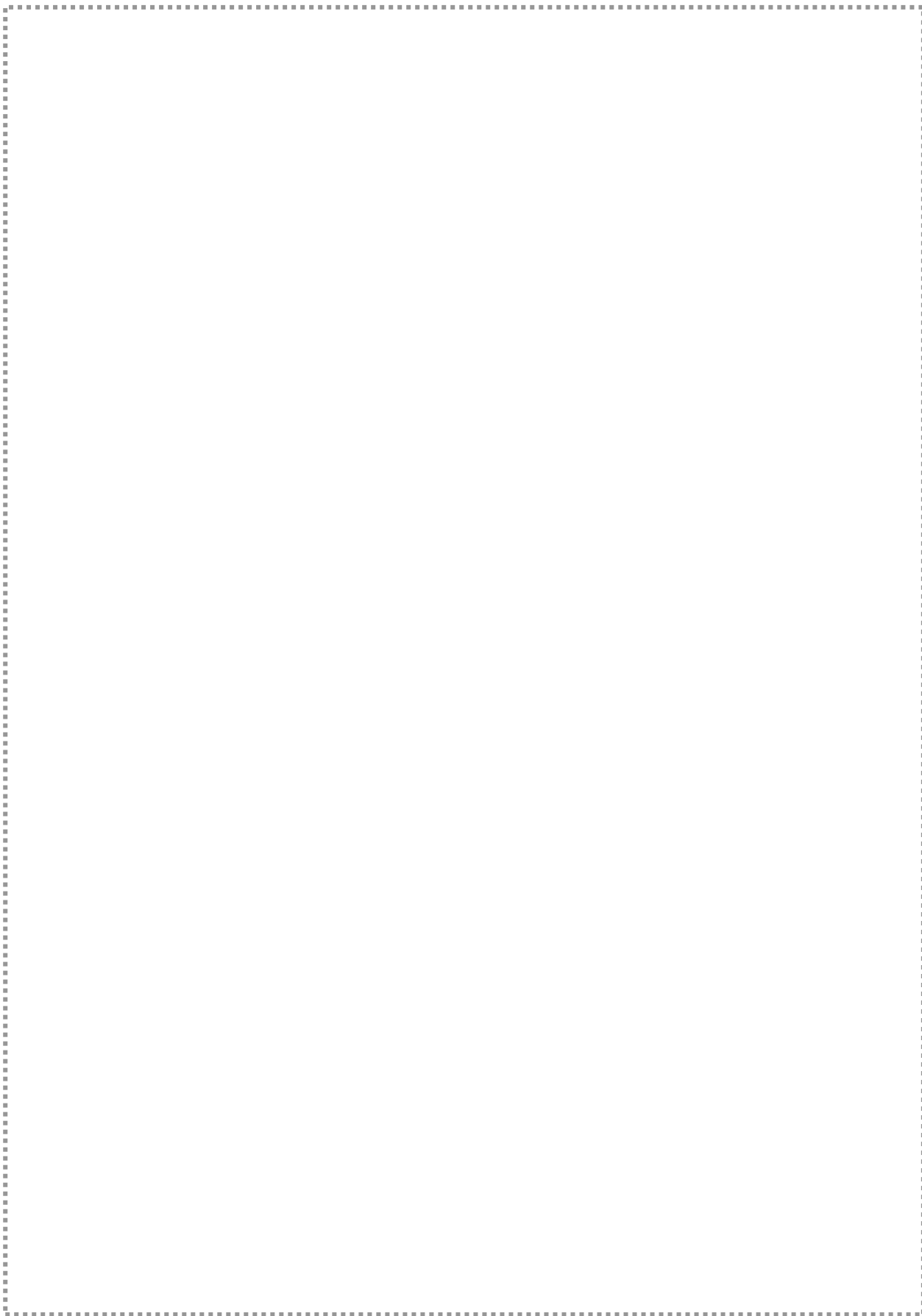




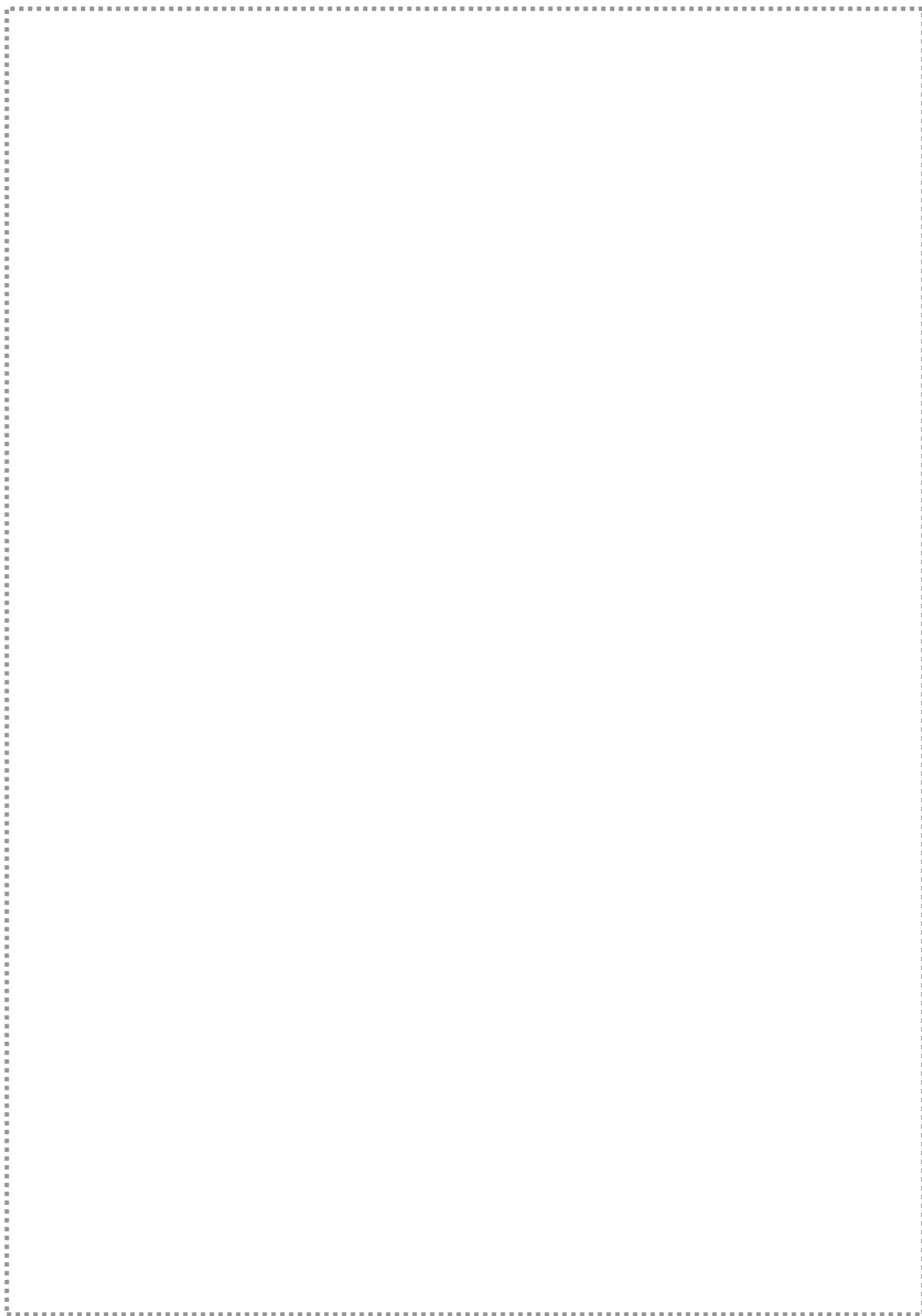




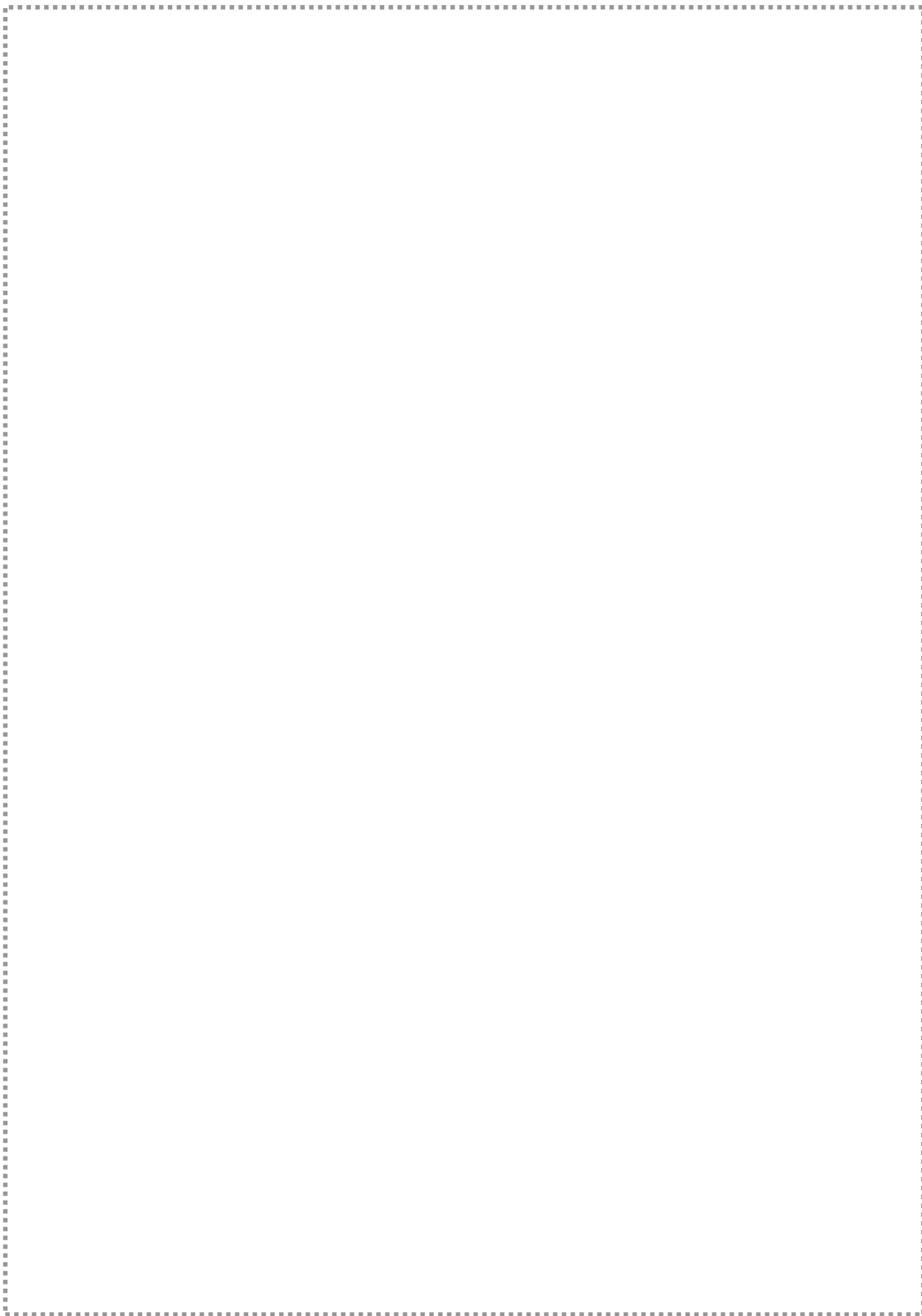
اکتشاف ژئوشیمیائی برکه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



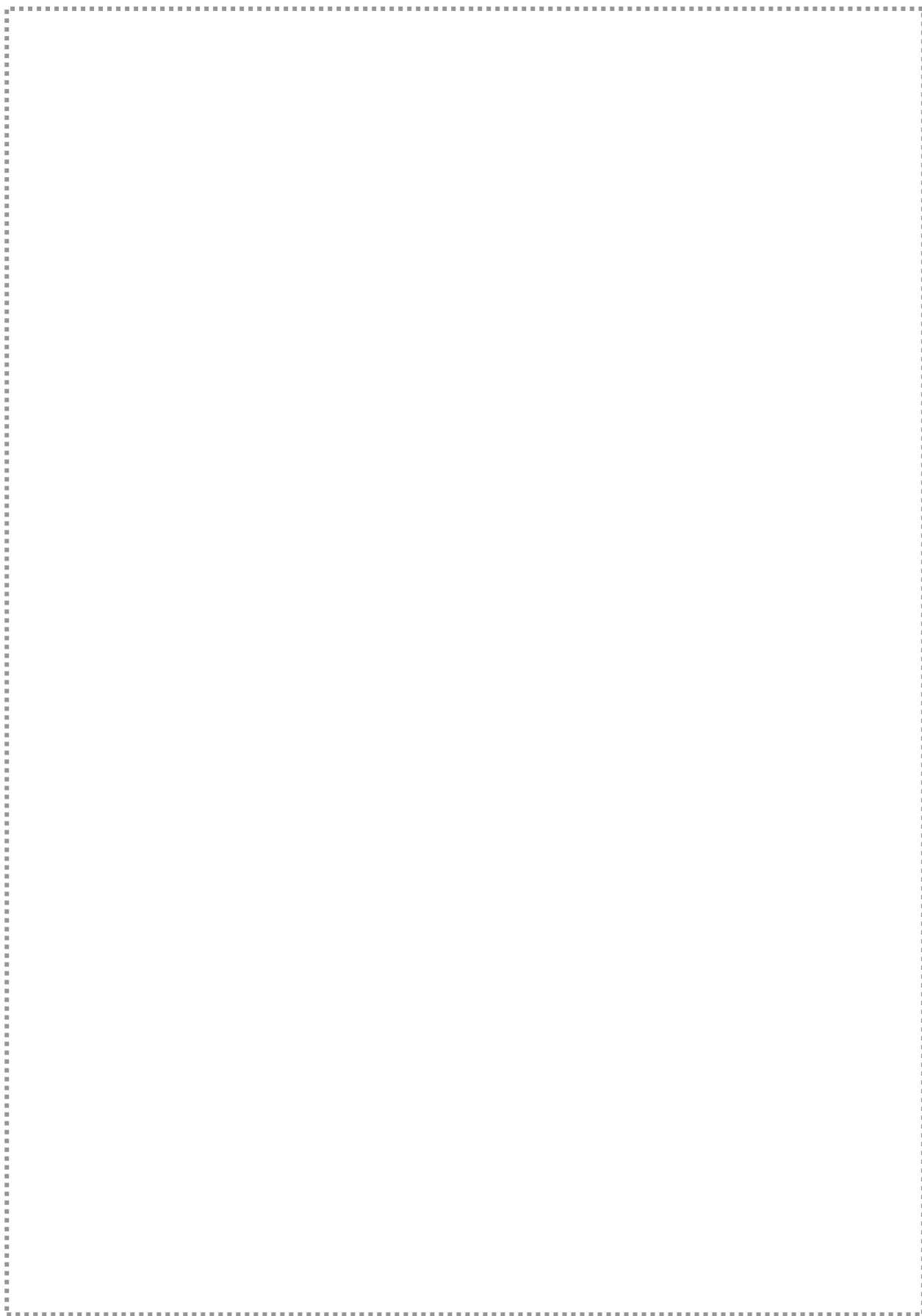
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



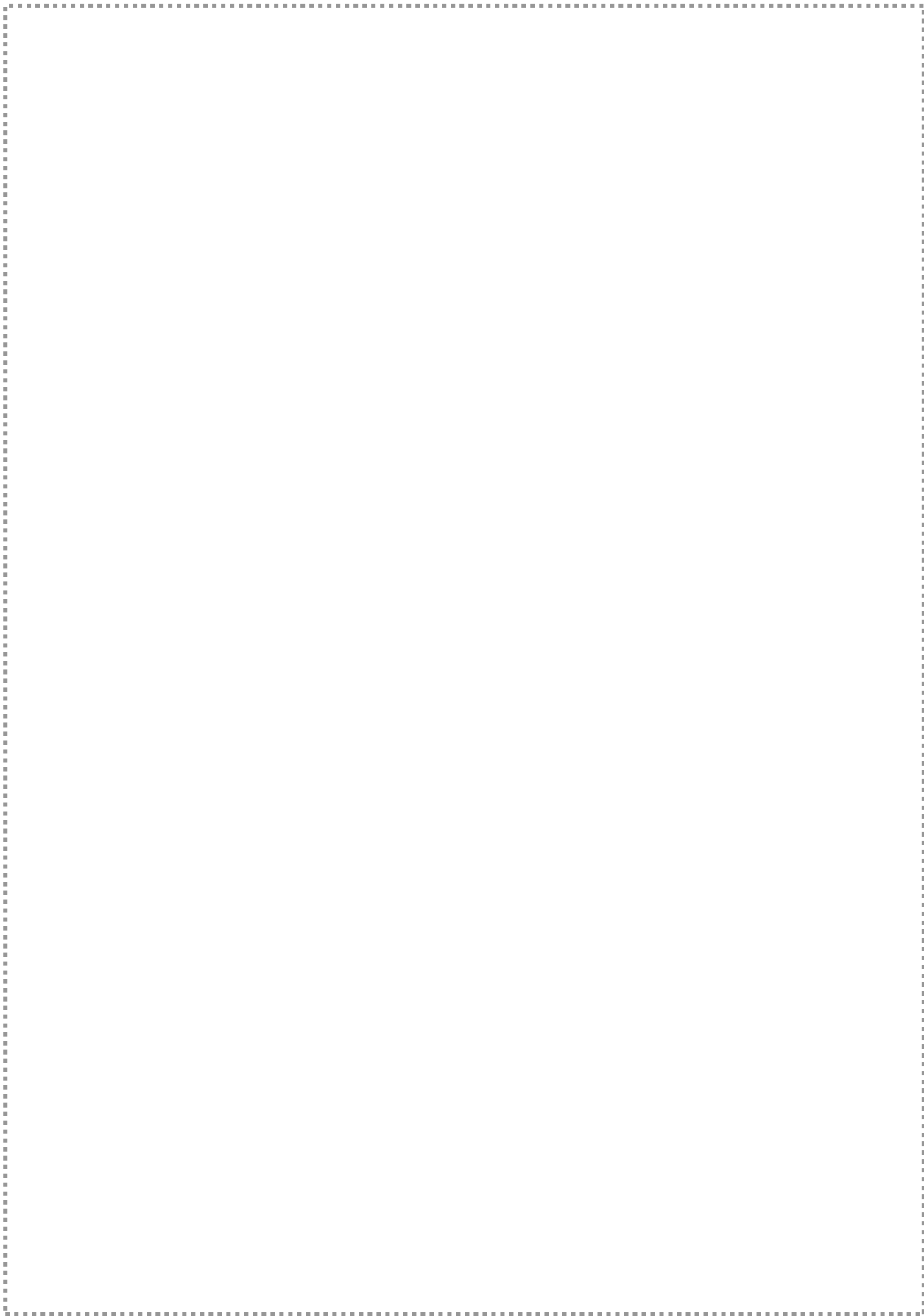
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



بخش چهارم

تخمین شبکه شاخص غنی‌شدگی و ترسیم نقشه‌های ژئوشیمیائی (پند-۸ شرح خدمات)

برای نمایش پیوسته تغییرات در کل نقشه لازم است مقادیر Z در تمام صفحه X-Y معلوم باشد. در عمل برای دستیابی به چنین شرایطی لازم است منطقه تحت پوشش را به شبکه منظمی تقسیم کرد. سپس مقدار متغیر مورد نظر را براساس داده‌های معلوم در نقاط مجهول تخمین زد. در این روش هرچه ابعاد سلول شبکه تخمین کوچکتر باشد حجم محاسبات بیشتر می‌شود. بنابراین شبکه‌بندی دارای محدودیت است و علاوه بر نظر کارشناس وجود امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری نیز در ابعاد شبکه تأثیر دارد.

ورقه‌های ۱:۱۰۰،۰۰۰ زمین‌شناسی در کشور ما معمولاً مساحتی بالغ بر ۲۵۰۰ کیلومترمربع را دربر می‌گیرند. اگر چگالی یک نمونه را برای ۳ کیلومترمربع در نظر بگیریم برای هر برگه حدود ۸۰۰ نمونه باید برداشت شود. در چنین شرایطی چنانچه نقشه زمین‌شناسی را به ۲۵۰۰ سلول با مساحت یک کیلومترمربع تقسیم نماییم کل ۸۰۰ نمونه برداشت شده در ۸۰۰ سلول توزیع خواهد شد و از ۱۷۰۰ سلول باقی مانده نمونه‌ای برداشت نمی‌شود. بدین ترتیب هیچ تخمین مستقیمی برای ۷۰ درصد از مساحت نقشه صورت نمی‌گیرد.

این تحلیل نشان می‌دهد که تا چه اندازه تکنیکهای آماری می‌تواند دامنه تخمین مقدار متغیرها را به بخش اعظمی از نقشه افزایش دهد. این تکنیک تحت عنوان تخمین شبکه به ما اجازه می‌دهد با داشتن اطلاعات مستقیم از تعداد معدودی از سلولهای شبکه تخمینهای لازم از فراوانی عناصر و شاخصهای غنی‌شدگی مربوط به آنها به دست آید.

۴-۱- روش کار

در ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ دیواندره در مرحله طراحی تعداد ۷۵۸ نمونه ژئوشیمیائی طراحی گردید. همانگونه که در بخش قبل عنوان گردید بر روی داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیائی ابتدا

یک سری عملیات آماری صورت گرفت.

به این صورت که ابتدا سنگ بالادست هر نمونه شناسائی شده و سپس نمونه‌های ژئوشیمیائی براساس جوامع سنگی به گروه‌هایی تقسیم شد. در مرحله بعدی مقدار شاخص غنی‌شدگی برای هر گروه از جوامع سنگی محاسبه و داده‌های حاصل از شاخص غنی‌شدگی به روش سه پارامتری نرمال شد. ضمن انجام این مرحله نمونه‌های خارج از ردیف طبق روش مورفل شناسائی و جایگزین شد. سپس بر روی داده‌های نرمال شده آنالیز فاکتوری یا تجزیه عاملی صورت گرفت و نتیجه آن تبدیل متغیرهای نرمال به چهار فاکتور بود. در مرحله نهائی تخمین شبکه بر روی داده‌های نرمال شاخصهای غنی‌شدگی و فاکتورهای حاصل از آن صورت گرفت.

قبل از انجام عملیات تخمین شبکه لازم است ابتدا محدوده حوضه آبریز بالادست هر نمونه ژئوشیمیائی جدا شود. این کار به کمک نقشه‌های توپوگرافی انجام شد.

برای هر تخمین لازم است پارامترهایی با توجه به نوع داده‌ها، هدف از تخمین و ساختار فضائی داده‌ها تعیین شود. کارائی هر روش تخمین تا حدود زیادی بستگی به تعیین صحیح این پارامترها دارد. این پارامترها عبارتند از:

۱- تعیین نقاطی که باید در تخمین یک نقطه مجهول شرکت کنند (نمونه‌هایی که در بخش پایین دست هر نقطه از نقشه وجود دارند).

۲- حداقل و حداکثر تعداد نقاط کنترلی که باید در تخمین یک نقطه مجهول شرکت کنند.

۳- نحوه جستجوی نقاط.

۴- ابعاد شبکه تخمین هرچه کوچکتر در نظر گرفته شود، نمایش نتایج حاصل از درون‌یابی دقیقتر خواهد بود. لازم به‌ذکر است در صورت کاهش ابعاد شبکه، حجم محاسبات و حافظه مورد نیاز برای نگهداری اطلاعات مربوط به هر سلول شبکه افزایش خواهد یافت.

۵- وزن نقاط کنترلی در تخمین نقطه مورد تخمین.

۶- تخمین مقدار زمینه و آنومالی (جداسازی جامعه آنومالی از زمینه).

معمولاً در این زمینه روشهای آماری مختلفی برای جداسازی و تشخیص مناطق آنومال از زمینه توسعه یافته است. این روشها از انواع ساده (غیرساختاری) تا پیچیده (براساس ساختار فضایی داده‌ها) تغییر می‌کند. مهمترین این روشها عبارتند از:

- ❖ برآورد حد آستانه‌ای براساس میانه و انحراف معیار.
- ❖ جداسازی آنومالیها براساس حاصل ضرب P.N.
- ❖ جداسازی آنومالیها براساس فواصل ماه‌لانوبیس.
- ❖ جداسازی آنومالیها با استفاده از نمودار احتمال.
- ❖ روش آماری انفصال.
- ❖ استفاده از تحلیل تمایز.
- ❖ استفاده از تحلیل فاکتوری.

در این پروژه جامعه آنومالی از زمینه به کمک روش اول (براساس میانه و انحراف معیار). شناسائی شده است.

اگر فقط تعداد کمی نمونه آنومالی در منطقه تحت پوشش مورد انتظار باشد، آنگاه می‌توان آنومالیهای احتمالی را با استفاده از پارامترهای آماری جامعه کل مشخص کرد. وجود تعداد زیادی مقادیر زمینه و تعداد کمی مقادیر آنومالی ممکن، به‌طور معمول در اکتشافات ناحیه‌ای با برداشت رسوبات آبراهه‌ای مشاهده می‌شود که در آن وجود یک نمونه آنومالی معرف وجود یک محدوده کانی‌سازی است.

از مقادیر زمینه برای تشخیص حد آستانه‌ای استفاده می‌شود. در اکتشافات ناحیه‌ای مقدار میانه داده‌های ژئوشیمیائی می‌تواند به‌عنوان حد زمینه در نظر گرفته شود. به‌طوری که نیمی از اعضای جامعه پایینتر (در محدوده زمینه) و نیم دیگر بالاتر از آن می‌باشد.

برای تعیین حد آستانه‌ای نیاز به پارامتر دیگری به‌نام انحراف معیار است. با توجه به آن که قسمت انتهائی تابع توزیع تحت تأثیر مقادیر آنومال می‌باشد، لذا توصیه می‌شود در تعیین انحراف معیار داده‌ها فقط از داده‌های موجود بین ۱۶ تا ۸۴ درصد فراوانی تجمعی توزیع استفاده شود. برطبق تجزیه و تحلیل آماری در یک توزیع نرمال ۶۸/۲۶ درصد از داده‌ها بین $X \pm s$ ، ۹۵/۴۴ درصد بین $X \pm 2s$ و بالاخره ۹۹/۷۴ درصد از داده‌ها بین $X \pm 3s$ قرار می‌گیرد. این بدان معنی است که در یک سری داده‌های ژئوشیمیائی به‌طور تئوری ۶۸۳ نمونه از هر ۱۰۰۰ نمونه در فاصله $X \pm s$ قرار می‌گیرند.

از طرفی چون در برداشتهای اکتشافی، هدف یافتن آنومالیها است لذا عبارت فوق را می‌توان به‌این صورت که ۱۵۹ نمونه از هر ۱۰۰۰ نمونه دارای مقادیر بیش از $X + s$ می‌باشند بیان نمود. به‌همین ترتیب ۲۳ نمونه از هر ۱۰۰۰ نمونه دارای مقادیر بیش از $X + 2s$ و یک نمونه از هر ۱۰۰۰ نمونه دارای

مقداری بیش از $X+3s$ خواهد بود. در برداشتهای ژئوشیمیائی معمولاً $X+2s$ را برای تعیین حد آستانه‌ای انتخاب می‌کنند. به عبارت دیگر مقادیر بزرگتر از $X+2s$ به عنوان آنومالی مورد توجه قرار می‌گیرند، به طوری که مقادیر بین $X+2s$ تا $X+3s$ به عنوان آنومالی ممکن و مقادیر بزرگتر از $X+3s$ به عنوان آنومالی احتمالی طبقه‌بندی می‌شود. در جدول (۴-۱) مقادیر $X+s$ ، $X+2s$ ، X و $X+3s$ برای تمامی متغیرها در ورقه ۱:۰۰۰، ۱۰۰، ۱ دیواندره محاسبه شده‌اند.

جدول (۴-۱): پارامترهای آماری محاسبه شده برای داده‌های نرمال شاخص غنی‌شدگی جهت جداسازی آنومالیاها برای متغیرهای مختلف.

SAMPLE	X	s	X+s	X+2s	X+3s
LN-EI As	-0.22	1.230021464	1.010021464	2.240042927	3.470064391
LN-EI Au	-0.34	1.048252324	0.708252324	1.756504647	2.804756971
LN-EI Ba	-0.11	0.352910187	0.242910187	0.595820373	0.94873056
LN-EI Be	-0.11	0.34542529	0.23542529	0.58085058	0.92627587
LN-EI Co	0.41	0.174405534	0.584405534	0.758811067	0.933216601
LN-EI Cr	0.64	0.18964162	0.82964162	1.01928324	1.20892486
LN-EI Cu	-0.07	0.364537233	0.294537233	0.659074465	1.023611698
LN-EI Fe	1.1	0.0946669	1.1946669	1.2893338	1.3840007
LN-EI Mn	0.18	0.238049487	0.418049487	0.656098974	0.894148461
LN-EI Mo	-0.14	0.445090281	0.305090281	0.750180562	1.195270843
LN-EI Ni	0	0.255727756	0.255727756	0.511455512	0.767183269
LN-EI P	-0.53	0.652056659	0.122056659	0.774113318	1.426169978
LN-EI Pb	-0.43	0.472951856	0.042951856	0.515903713	0.988855569
LN-EI Sb	-0.37	0.981411577	0.611411577	1.592823154	2.574234731
LN-EI Sc	0.22	0.268839608	0.488839608	0.757679216	1.026518824
LN-EI Sn	0.15	0.23703776	0.38703776	0.62407552	0.861113279
LN-EI Sr	-0.37	0.813887781	0.443887781	1.257775562	2.071663342
LN-EI Ti	2.25	0.029832247	2.279832247	2.309664495	2.339496742
LN-EI U	-0.4	0.354755867	-0.045244133	0.309511735	0.664267602
LN-EI V	0.23	0.271568783	0.501568783	0.773137567	1.04470635
LN-EI W	0.05	0.308911384	0.358911384	0.667822768	0.976734152
LN-EI Zn	0.39	0.176334663	0.566334663	0.742669325	0.919003988
LN-EI Zr	0.34	0.185490732	0.525490732	0.710981463	0.896472195

با توجه به پارامترهای فوق مقادیر داده‌های نرمال شده شاخصهای غنی‌شدگی به همراه داده‌های حاصل از فاکتور آنالیز تخمین زده شده است. در نهایت نقشه‌های آنومالی با روش تخمین شبکه‌ای برای تمامی متغیرها و فاکتورهای حاصل از تجزیه عاملی در پیوست گزارش آورده شده است.

۲-۴- شرح موقعیت محدوده آنومالیهای مقدماتی

اکتشافات ژئوشیمیائی در مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ و تحت عنوان اکتشافات ناحیه‌ای در نهایت منجر به هدفدارترین بخش یک گزارش اکتشافی می‌شود که به نام نقشه ناهنجاری مهمترین و کارآمدترین قسمت یک پروژه ژئوشیمیائی است و نقش ویژه و ارزنده‌ای را در تعیین مناطق امیدبخش ایفا می‌نماید. در تعیین دقیق مناطق امیدبخش با پارامترهایی همچون طراحی مناسب و منطقی، نمونه‌برداری دقیق، آماده‌سازی و روش آنالیز مفید و کارساز با حد خطای مجاز و در نهایت داده‌پردازی مناسب انجام شده بر روی نتایج آنالیز، نقش اساسی و پایه را به‌عهده دارند.

در راستای صحت و درستی نواحی ناهنجاری معرفی شده برای هر عنصر، مراحل بررسی و کنترل آنومالیها نقش انکارناپذیری را ایفا می‌کنند. در این مرحله از عملیات صحرائی مشاهدات اکتشافگران در همسویی با پدیده‌های زمین‌شناسی، زمین‌ساختی، کانه‌زائی، دگرسانی و ... در تعبیر و تفسیر نواحی ناهنجار روشنگر بسیاری از رفتارهای غیرعادی ژئوشیمیائی خواهد بود.

در محدوده ورقه دیواندره پس از داده‌پردازیهای اولیه و پردازشهایی همچون خطاگیری، تخمین مقادیر سنسورد، فاکتور آنالیز، همبستگی، کلاستر نمودن، تعداد ۲۹ برگ نقشه تک متغیره به‌دست آمده است.

در نقشه ناهنجاریها سعی گردید تا شرح نسبتاً کاملی و عیار هر عنصر، روند، مساحت و ابعاد تقریبی و نشانی دقیق آنومالیها، تعداد و محل نمونه‌ها، انطباق آنومالیها بر واحدهای لیتولوژیکی و ساختارهای زمین‌شناختی منطقه ارائه گردد.

در این نقشه‌ها رنگ‌آمیزی و جداسازی آنومالیها براساس پارامترهای آماری داده‌های شاخص غنی شدگی نرمال شده می‌باشد، (جدول ۴-۱).

مناطق با رنگ قرمز به‌عنوان آنومالی درجه یک مطرح هستند. معمولاً مقادیر بالای $X+3S$ را دربرمی‌گیرد. مناطق با رنگ صورتی مقادیر بین $X+3S$ تا $X+2S$ را دربرمی‌گیرد. مناطق با رنگ سبز روشن مقادیر بین $X+2S$ تا $X+S$ را دربرمی‌گیرد. مناطق با رنگ زرد مقادیر $X+S$ تا X را دربرمی‌گیرد و مناطق با رنگ آبی به‌عنوان مقادیر زمینه مناطق کمتر از X را دربرمی‌گیرد (X میانه و S انحراف معیار). طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری در یک توزیع نرمال ۵۰ درصد داده‌ها (نیمی از آن) کمتر از حد زمینه (X) می‌باشد. ۳۶٪ داده‌ها بین X تا $X+S$ واقع می‌شود (86-50)، ۱۱/۵ درصد داده‌ها بین $X+S$ تا $X+2S$ دیده می‌شود و ۱/۵ درصد بین $X+2S$ تا $X+3S$ دیده می‌شود و یک درصد داده‌ها بالای $X+3S$ وجود دارد.

۴-۲-۱- آنومالیهای عنصر آرسنیک (As)، نقشه شماره ۵-۲

بیشترین مقدار این عنصر 9810 گرم در تن مربوط به نمونه 209 می باشد. با توجه به نقشه ناهنجاریهای این عنصر مشاهده می شود آنومالیهای این عنصر در ۵ منطقه گسترش یافته است:

۱- بخش شمال برکه قره طوره.

۲- بخش شمال غرب برکه خاندان قلی.

۳- بخش جنوب شرق برکه خاندان قلی.

۴- بخش جنوب برکه باقل آباد.

۵- بخش مرکزی برکه توپوگرافی دیواندره.

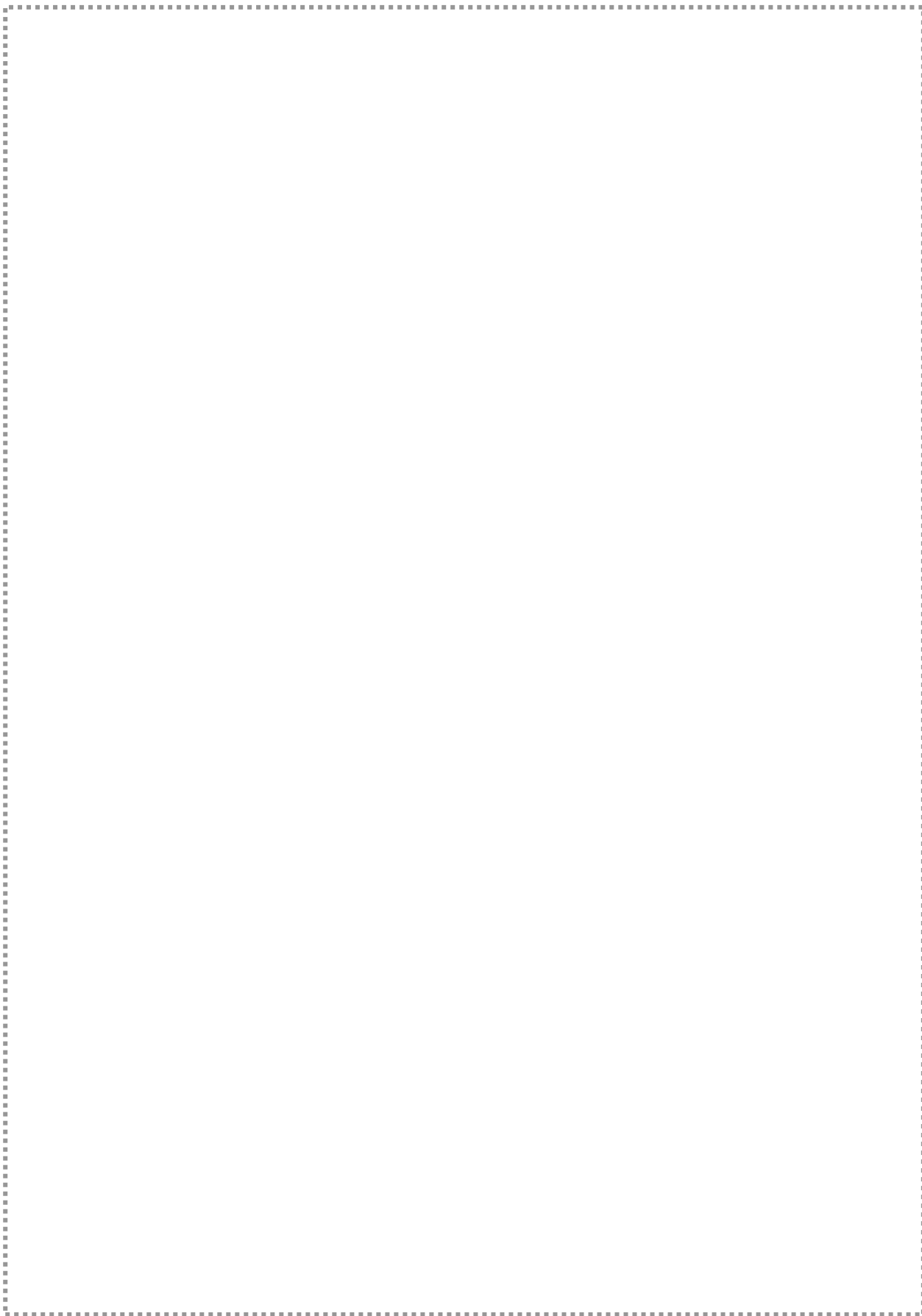
در بخش شمال برکه قره طوره دو آنومالی دیده می شود که یکی از نوع درجه ۱ و ۲ و دیگری از نوع درجه ۲ می باشد. واحدهای سنگی در محدوده آنومالیها شامل کنگلومرا، آهک و شیل می باشد. منشاء این آنومالی نمونه های 73 (253 گرم در تن)، 57 (520 گرم در تن)، 60 (325 گرم در تن) و 59 (284 گرم در تن) می باشد.

در بخش شمال غرب برکه خاندان قلی آنومالی گسترده ای از نوع درجه ۱ و ۲ دیده می شود. واحدهای سنگی در محدوده این آنومالی آهکهای تراورتن، مارن ماسه ای و شیل خاکستری تیره می باشد. منشاء این آنومالی نمونه های 214 (784 گرم در تن)، 802 (1060 گرم در تن)، 219 (1040 گرم در تن)، 133 (623 گرم در تن) و 220 (588 گرم در تن) می باشد.

در بخش جنوب شرق برکه خاندان قلی نیز آنومالی با وسعت محدودی دیده می شود. واحدهای سنگی در محدوده این آنومالی مارن ماسه ای و لاواهای آندزیتی می باشد. منشاء این آنومالی نمونه 237 با عیار 396 گرم در تن می باشد. در بخش جنوب برکه باقل آباد آنومالی با منشاء نمونه 375 دیده می شود. عیار آرسنیک در این نمونه 472 گرم در تن می باشد.

در بخش مرکزی برکه دیواندره آنومالی محدودی با منشاء نمونه 690 دیده می شود. عیار آرسنیک در این نمونه 375 گرم در تن می باشد. سنگ بالادست در محدوده این آنومالی مارن ماسه ای پلیوسن می باشد.

اکتشاف ژئوشیمیائی برکه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۴-۲-۲- آنومالیهای عنصر طلا (Au)، نقشه شماره ۵-۳

آنومالیهای این عنصر به طور پراکنده در تمام ورقه دیواندره دیده می شود. ماکزیمیم عیار طلا به مقدار 453 ppb در نمونه 240 دیده می شود. نمونه های دارای ناهنجاری به صورت زیر می باشند:

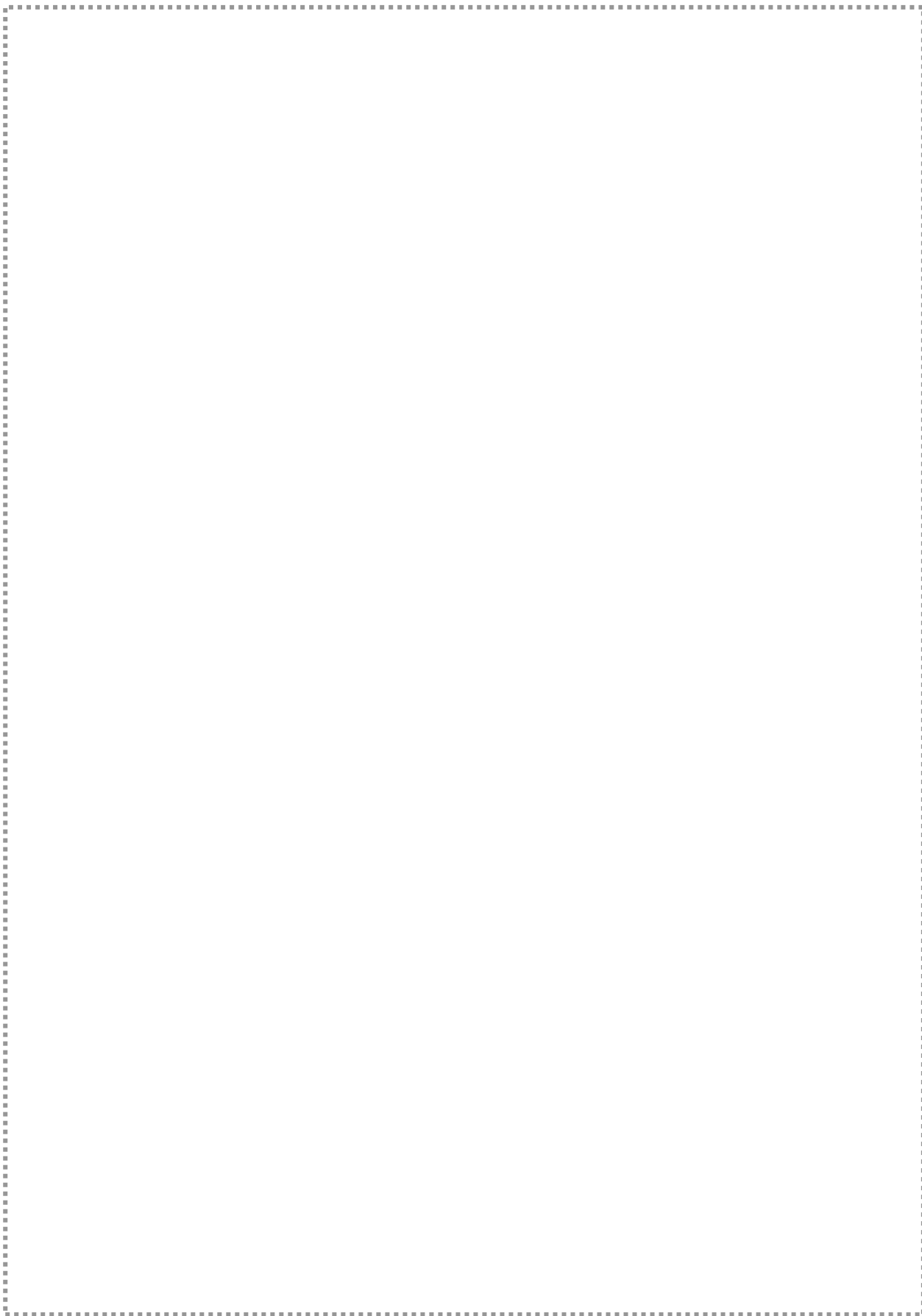
شماره نمونه	240	267	383	386	396	409	585	673	697	700	731
عیار (ppb)	453	16	17	29	14	306	31	19	31	13	34

۱- بخش مرکزی و جنوب شرق بر گه خاندان قلی با منشاء نمونه های 240 و 267 سنگ بالادست در محدوده این آنومالیا عبارتند از مارن ماسه ای و لاواهای آندزیتی.

۲- بخش جنوب بر گه باقل آباد: در این محدوده آنومالیهای پراکنده ای با منشاء نمونه های 386، 396، 383 و 416 دیده می شود. سنگ بالادست در محدوده این آنومالیا اغلب شامل آندزیت و ولکانیکهای پورفیری می باشد.

۳- بخش جنوبی بر گه دیواندره با منشاء نمونه های 585 و 635 و سنگ بالادست شیست با میان لایه های آهکی.

۴- بخش شمالی بر گه دیواندره آنومالیهایی با منشاء 673، 731 و 697 و سنگ بالادست مارن ماسه سنگی و توده های مغناطیسی کم عمق ژئوفیزیکی.



۴-۲-۳- آنومالیهای عنصر باریم (Ba)، نقشه شماره ۴-

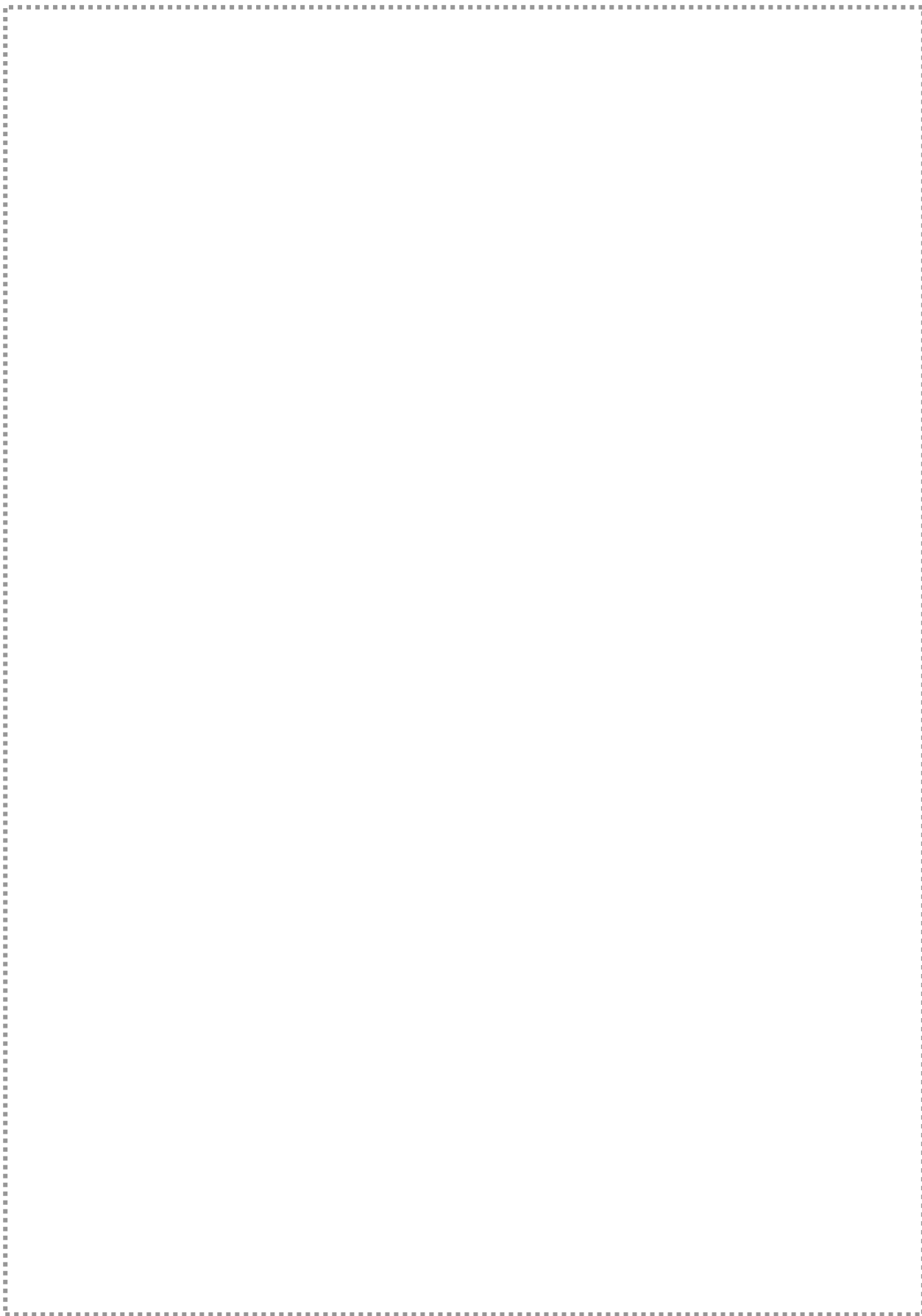
باریم از جمله عناصری است که در این محدوده بیشتر در بخش جنوبی ورقه دیواندره ناهنجاری نشان می‌دهد. ماکزیمم عیار باریم 290 گرم در تن و مربوط به نمونه 310 می‌باشد. نمونه‌های دارای ناهنجاری عبارتند از:

شماره نمونه	53	271	273	282	283	284	294	296	310	487
عیار (ppm)	830	841	825	884	934	849	907	1040	1290	973

آنومالیهای این عنصر عبارتند از:

- ۱- آنومالیهای جنوب شرق برکه خاندان‌قلی: با منشاء نمونه‌های 284، 271، 310 و 282 و سنگ بالادست مارن با میان لایه‌های آهکی و سنگ ولکانیکی آندزیتی.
- ۲- بخش جنوب برکه خاندان‌قلی: شامل آنومالی درجه یک با منشاء 294 و 296. سنگ بالادست در محدوده این آنومالی شامل مارنهای ماسه‌ای قرمز پلیوسن می‌باشد.
- ۳- بخش مرکزی برکه باقل آباد: در این محدوده آنومالی درجه ۱ و ۲ گسترده‌ای دیده می‌شود. منشاء این آنومالی نمونه 436 با 712 گرم در تن باریم می‌باشد. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل ولکانیکهای پورفیری و آندزیت می‌باشد.
- ۴- بخش مرکزی برکه قره‌طوره: در این محدوده آنومالی درجه یک با وسعت محدودی دیده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی آهک اوریتولین‌دار توده‌ای می‌باشد. منشاء این آنومالی نمونه 53 می‌باشد.

اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۴-۲-۴- آنومالیهای عنصر بریلیم (Be)، نقشه شماره ۵-

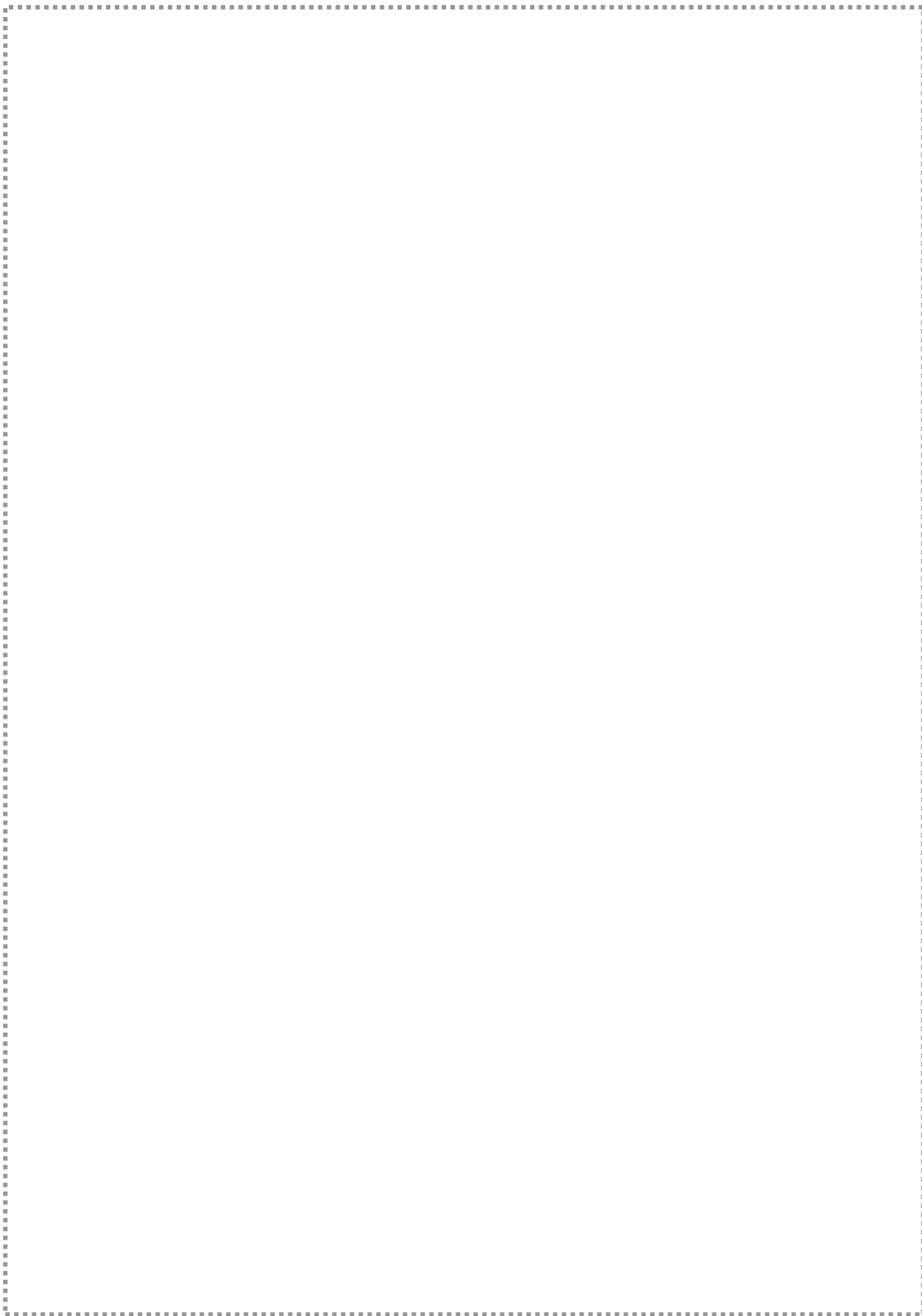
بیشترین عیار مشاهده شده در این پروژه مربوط به نمونه 310 می باشد. نمونه های دارای

ناهنجاری شامل نمونه های زیر می باشد :

شماره نمونه	271	273	282	283	284	293	296	310
عیار (ppm)	3.4	4.2	3.5	3.6	3.8	3.7	3.6	4.9

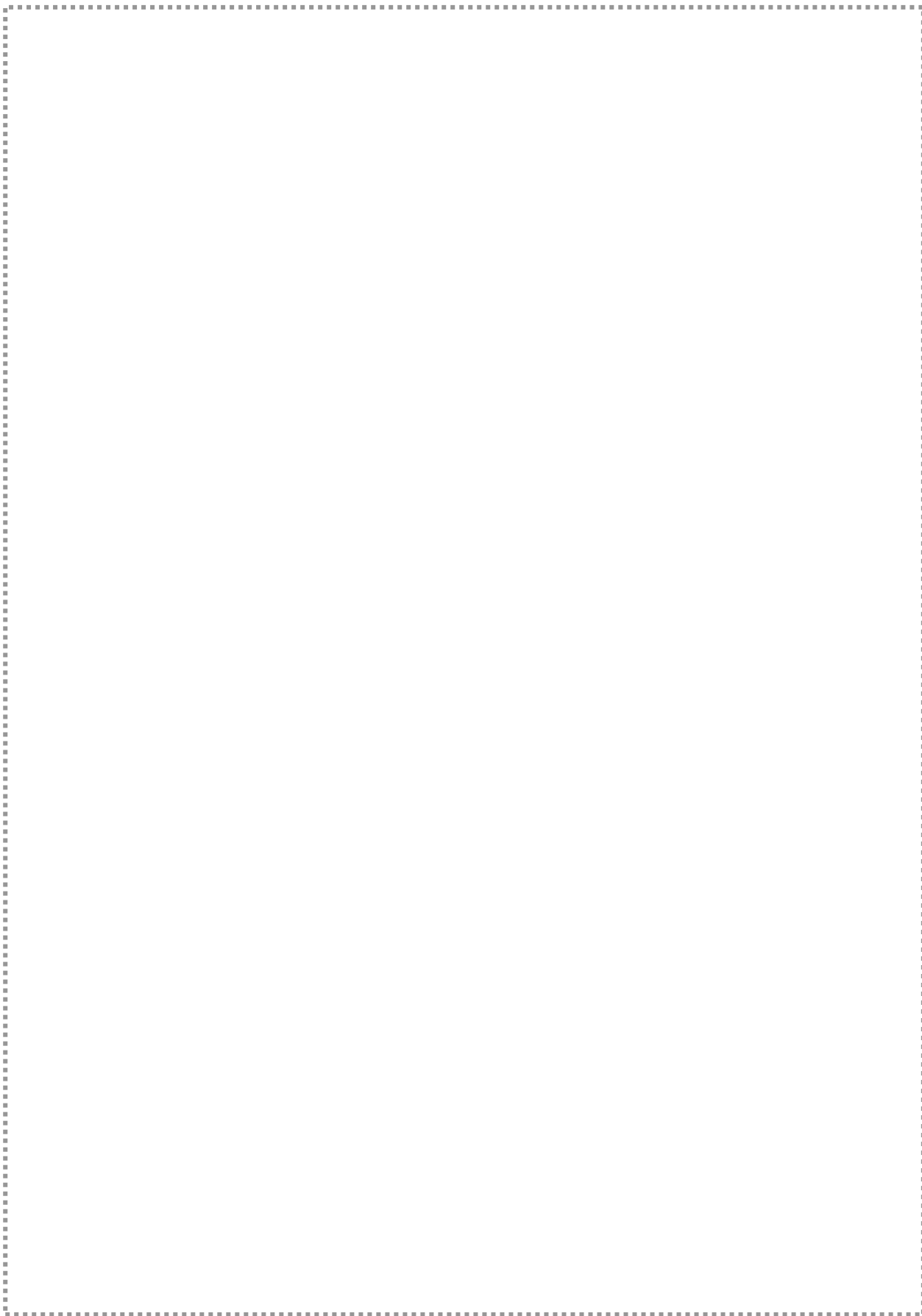
آنومالیهای این عنصر اغلب به طور گسترده در جنوب خاوری برکه خاندان قلی مشاهده می شود. این آنومالیا در سه بخش مشاهده می شوند. واحدهای لیتولوژیکی در محدوده این آنومالی شامل مارن، مارن ماسه ای و سنگهای آندزیتی می باشد.

اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۴-۲-۵- آنومالیهای عنصر بیسموت (Bi)، نقشه شماره ۵-۶

تغییرات مقادیر بیسموت در این محدوده زیاد نمی‌باشد. بیشترین مقدار آن مربوط به نمونه‌های 563 با عیار 5 گرم در تن، 586 با عیار 0.9 گرم در تن و 620 با عیار 0.9 گرم در تن می‌باشد. آنومالی مربوط به این نمونه‌ها در بخش جنوب و جنوب شرق برکه توپوگرافی دیواندره مشاهده می‌شود. واحدهای سنگی در محدوده این آنومالیا شامل آهک تراورتن و شیست با میان‌لایه‌های آهک می‌باشد. علاوه بر این آنومالی در بخش شمال غرب برکه قره‌طوره و بخش جنوبی برکه خاندان‌قلی آنومالیهای دیگری از این عنصر دیده می‌شود.

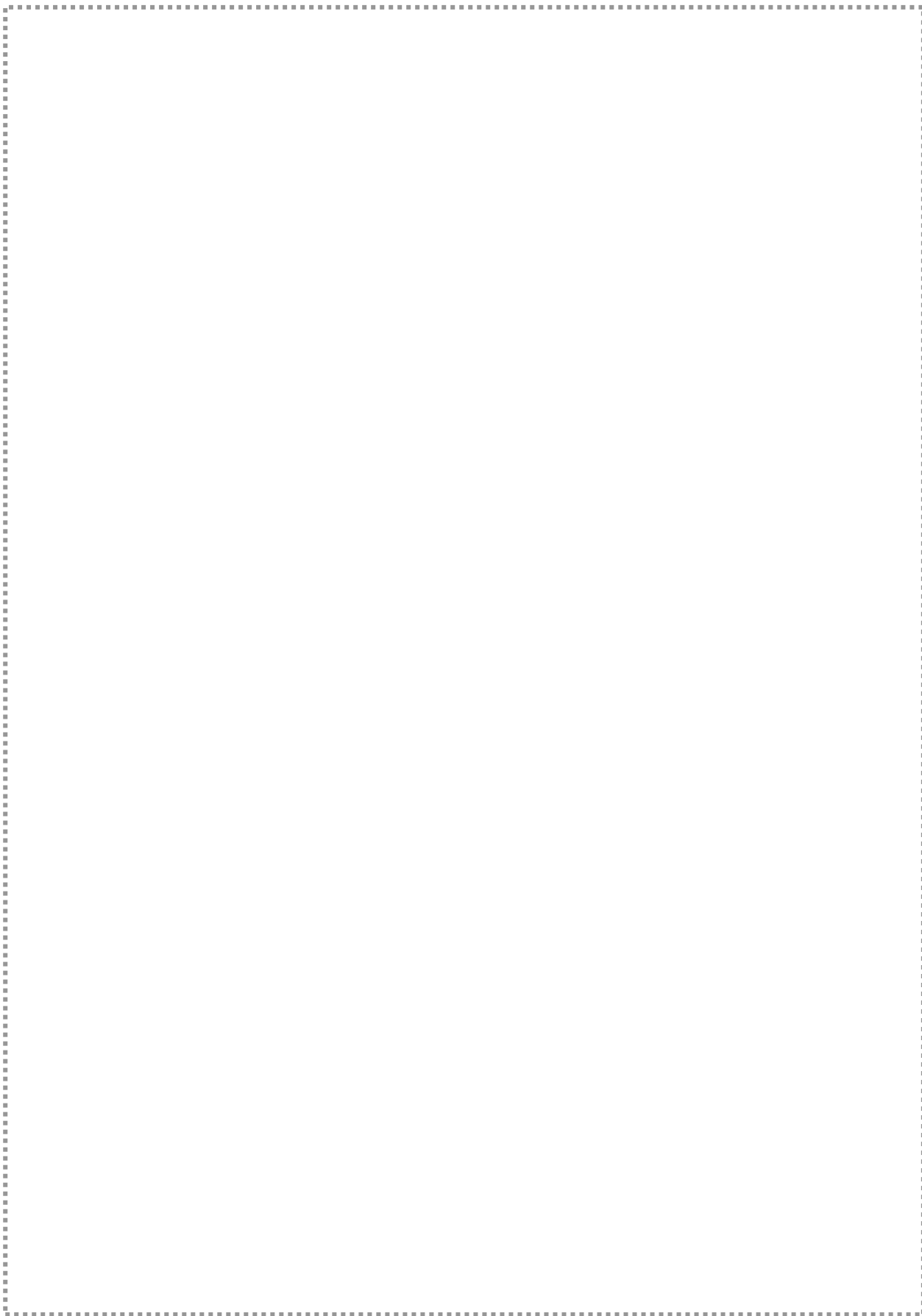


۴-۲-۶- آنومالیهای عنصر کادمیم (Cd)، نقشه شماره ۵-۷

بیشترین مقدار عنصر کادمیم با عیار 2.3 گرم در تن در نمونه 291 می باشد. نمونه های دارای ناهنجاری به شرح زیر می باشند:

شماره نمونه	41	42	43	46	290	291	406	554	591	593	617	733	741
عیار (ppm)	0.8	0.7	0.8	1.1	0.8	2.3	0.7	0.8	0.8	0.7	1.3	1	0.9

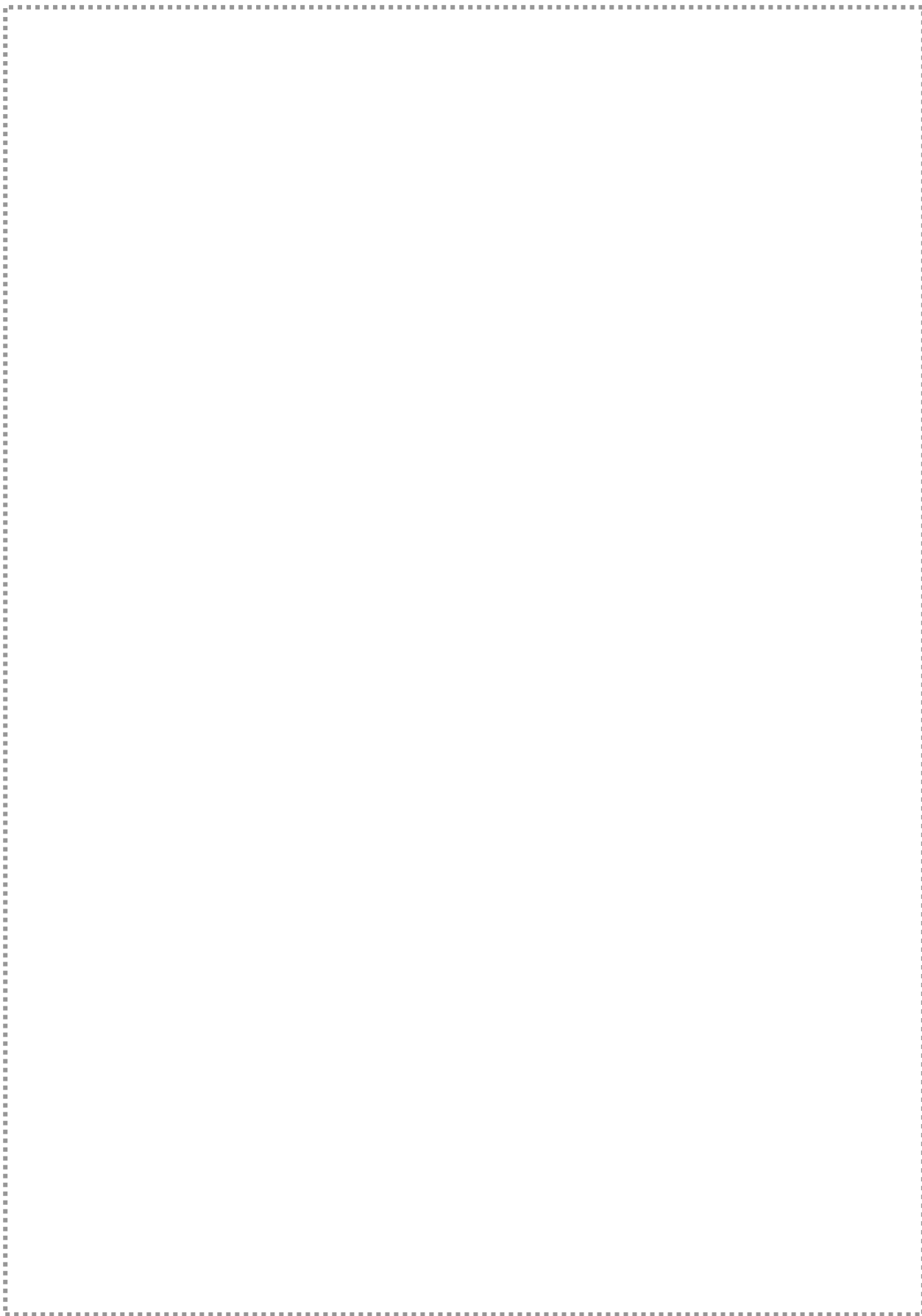
- آنومالیهای این عنصر اغلب در بخش شمال خاوری برکه قره طوره، بخش جنوب برکه خاندان قلی، بخش جنوب غربی برکه باقل آباد و بخش جنوب و شرق برکه دیواندره دیده می شود.
- در شمال خاوری برکه قره طوره آنومالی های این عنصر به طور پراکنده و از نوع درجه ۱ و ۲ دیده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارن، کنگلومرا و آهک اوریتولین دار می باشد. نمونه های منشاء این آنومالی شامل نمونه های 41، 43، 42 و 46 می باشد.
- در بخش جنوبی برکه خاندان قلی آنومالی درجه ۱ و ۲ با منشاء نمونه های 290 و 291 دیده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی آندزیت و سنگهای ولکانیکی می باشد.
- در بخش جنوب غربی برکه باقل آباد آنومالی درجه یک با منشاء 406 دیده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی سنگهای ولکانیکی پورفیری و آندزیت می باشد.
- در بخش جنوب و شرق برکه دیواندره آنومالیهای درجه ۱ و ۲ با منشاء 541، 593، 592 و 575 دیده می شود.



۴-۲-۷- آنومالی عنصر کبالت (Co)، نقشه شماره ۵-۸

آنومالیهای این عنصر بیشتر در برگه توپوگرافی باقل آباد دیده می شود که احتمالاً در ارتباط با واحدهای ولکانیکی آندزیتی و پورفیری کرتاسه می باشند. آنومالیهای مهم کبالت در بخش جنوب غرب برگه باقل آباد، بخش شمال خاوری برگه باقل آباد و غرب برگه دیده می شود. منشاء این آنومالیا نمونه های زیر می باشند :

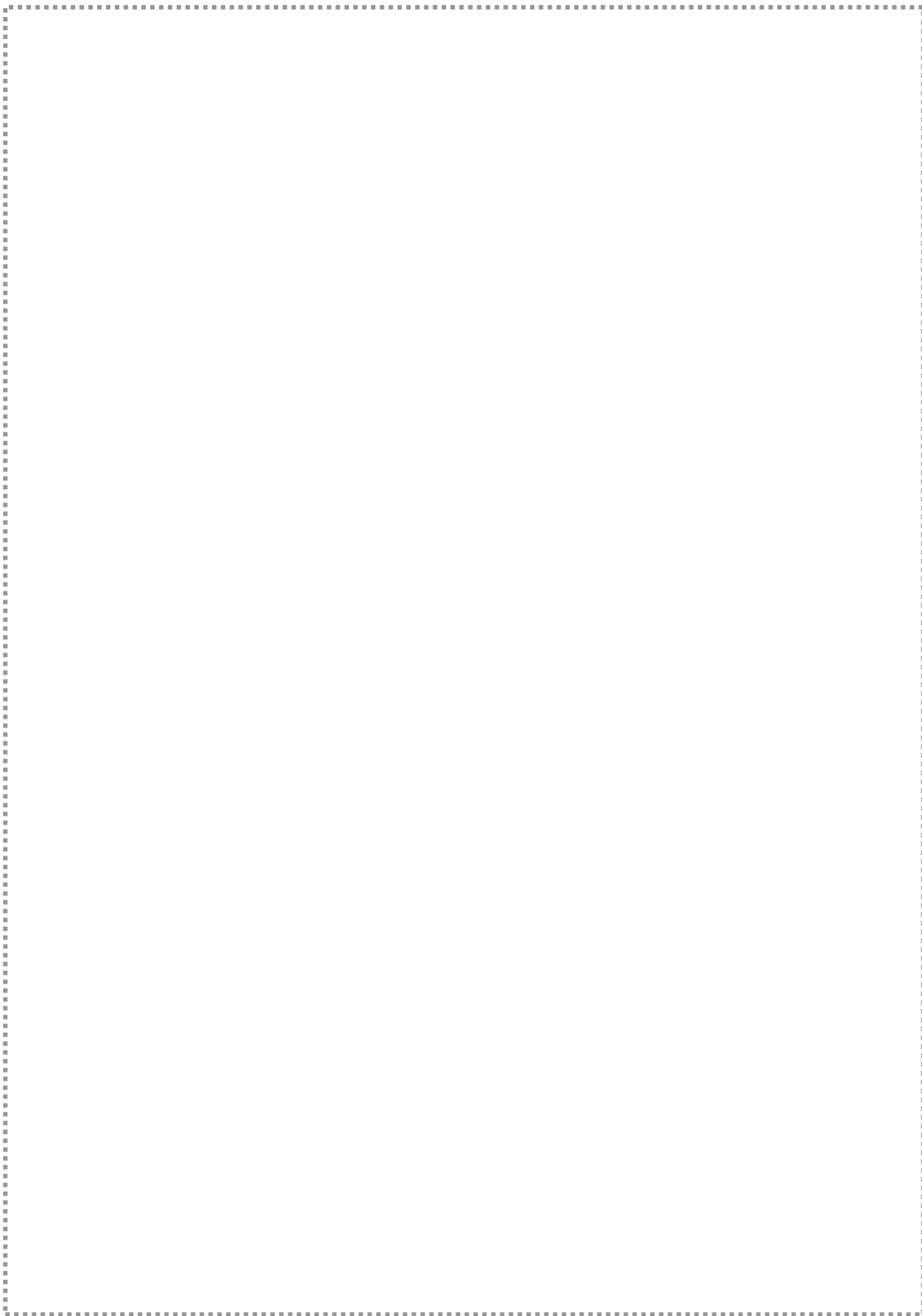
شماره نمونه	218	389	390	402	469	482	500	509	512	545	586
عیار (ppm)	37.8	30.4	32.7	41	38.2	28.9	31.2	30.9	29.4	28.2	32.5



۴-۲-۸- آنومالی عنصر کروم (Cr)، نقشه شماره ۹-۵

آنومالیهای این عنصر نیز همانند عنصر کبالت در بخش غرب ورقه یکصد هزارم دیواندره مشاهده شده و در ارتباط با واحدهای ولکانیکی پورفیری و آندزیت‌های کرتاسه می‌باشد. عیار کروم در کل نمونه‌های این پروژه پایین بوده و در حد کانسارسازی نمی‌باشد، با این حال نمونه‌هایی که دارای مقادیر بالاتری نسبت به سایرین می‌باشند به شرح زیر می‌باشند:

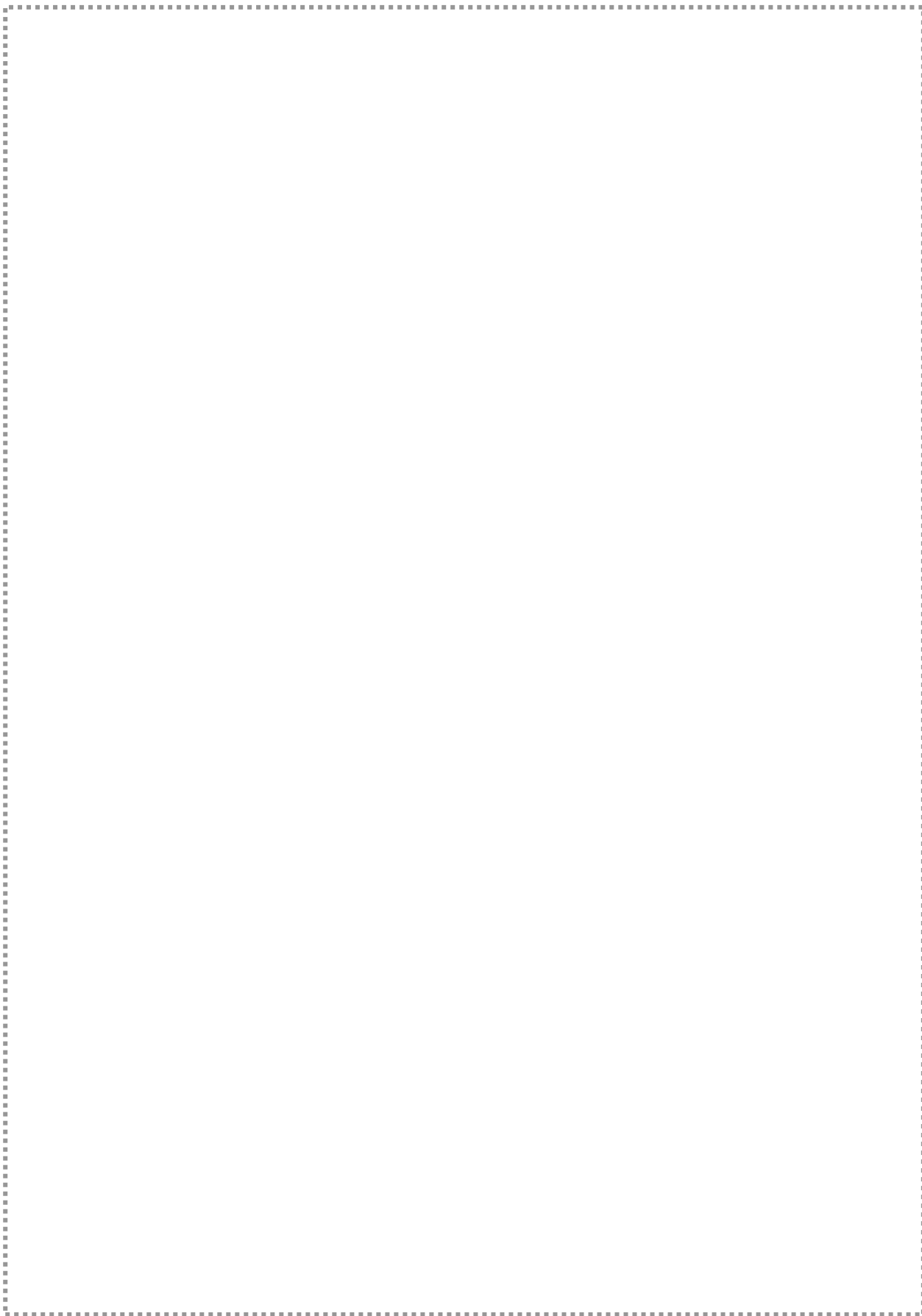
شماره نمونه	218	402	469	500	509	512	653
عیار (ppm)	246	256	327	170	182	168	150



۴-۲-۹- آنومالیهای عنصر مس (Cu)، نقشه شماره ۵-۱۰

آنومالیهای این عنصر نیز اغلب در بخش شمالی برگه باقل آباد به طور گسترده و در بخش جنوب این برگه به طور محدود دیده می شود. آنومالیهای این عنصر نیز در ارتباط با واحدهای آندزیتی و ولکانیکی کرتاسه می باشد. عیار مس در این محدوده پایین و کمتر از ۱۵۰ گرم در تن می باشد. با این حال نمونه های دارای ناهنجاری در این محدوده به شرح زیر می باشد:

شماره نمونه	218	402	406	458	466	469	496	502	522	527
عیار (ppm)	88	124	96.6	76	75.2	79.5	77.8	80.7	124	83

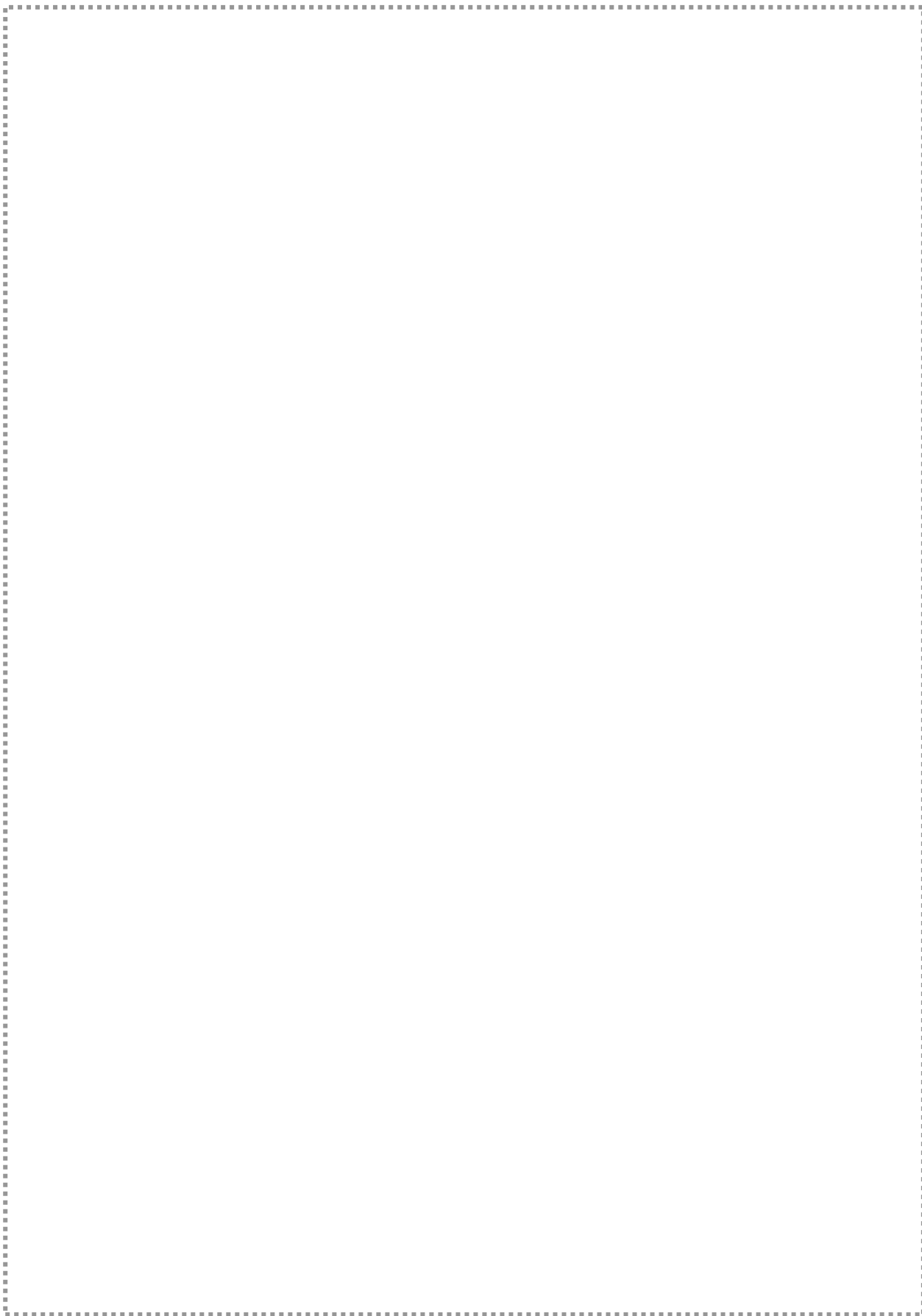


۴-۲-۱۰- آنومالیهای عنصر آهن (Fe)، نقشه شماره ۱۱-۵

ناهنجاریهای عنصر Fe تقریباً شبیه آنومالیهای عناصر Co،Cr و Cu می باشد. آنومالیهای این عنصر به طور پراکنده در برگه باقل آباد دیده می شوند. آنومالیهای این عنصر نیز مرتبط با واحدهای ولکانیکی پورفیری و آندزیت‌های کرتاسه می باشد. مهمترین نمونه‌های دارای ناهنجاری برای این عنصر عبارتند از:

شماره نمونه	218	402	417	466	469	485	487	499	522	770	792
عیار (ppm)	62900	78900	66700	66900	68300	64000	71200	66300	64000	64500	64200

اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۴-۲-۱۱- آنومالیهای عنصر لانتانیم (La)، نقشه شماره ۵-۱۲

آنومالیهای این عنصر در دو بخش از منطقه به طور گسترده دیده می شود:

۱- بخش جنوب و جنوب خاوری بر گه خاندان قلی : در این منطقه منشاء آنومالیهای این عنصر

به شرح زیر می باشد :

شماره نمونه	268	280	294	296	305	310
عیار (ppm)	92	71	291	162	72	87

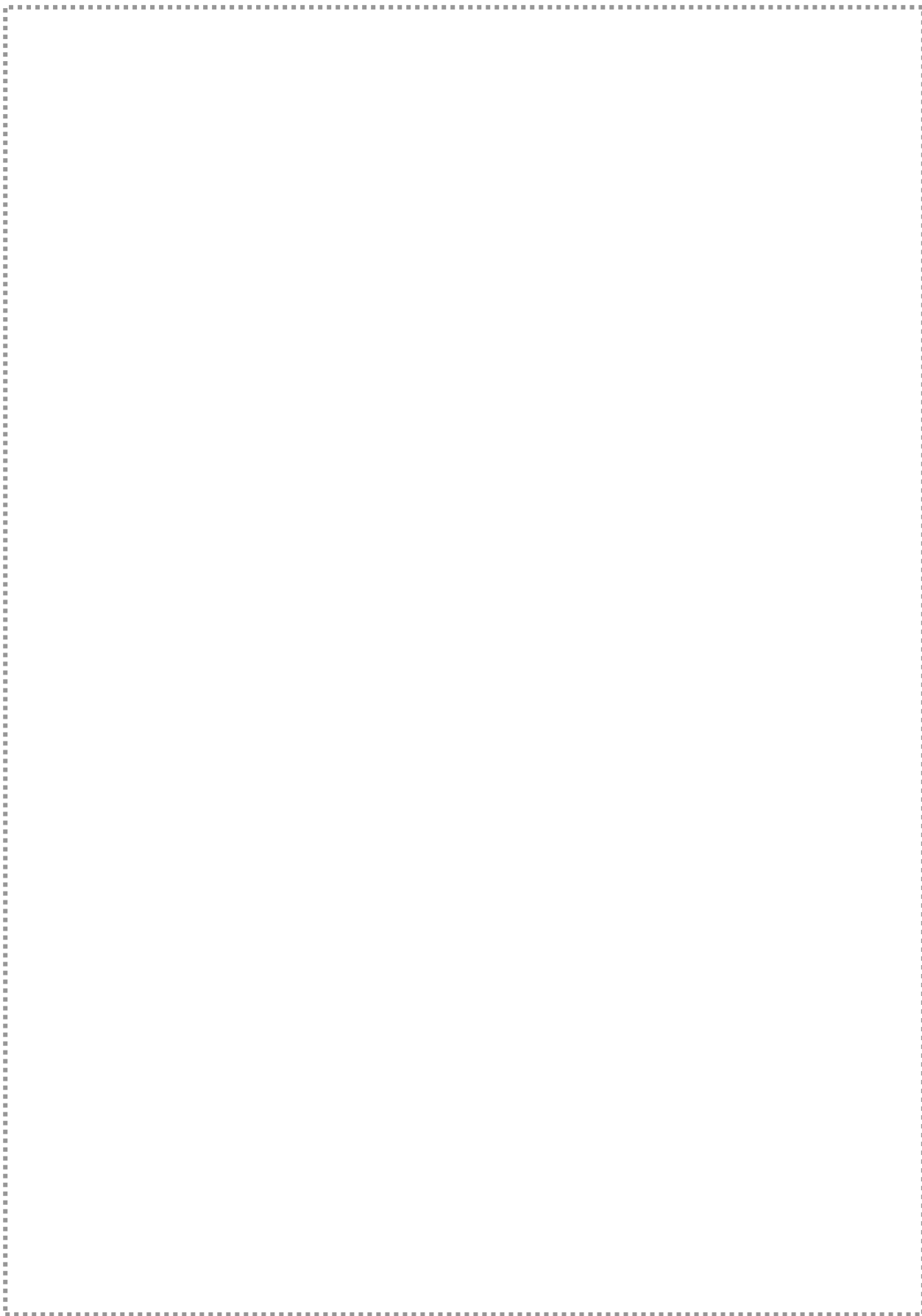
واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی اغلب شامل آندزیت و سنگهای ولکانیکی

می باشد.

۲- بخش غرب بر گه قره طور : منشاء این آنومالیها نمونه های زیر می باشد :

شماره نمونه	65	67	111	112	115	117
عیار (ppm)	100	85	89	87	74	75

واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل کنگلومرا و شیل خاکستری تیره می باشد.

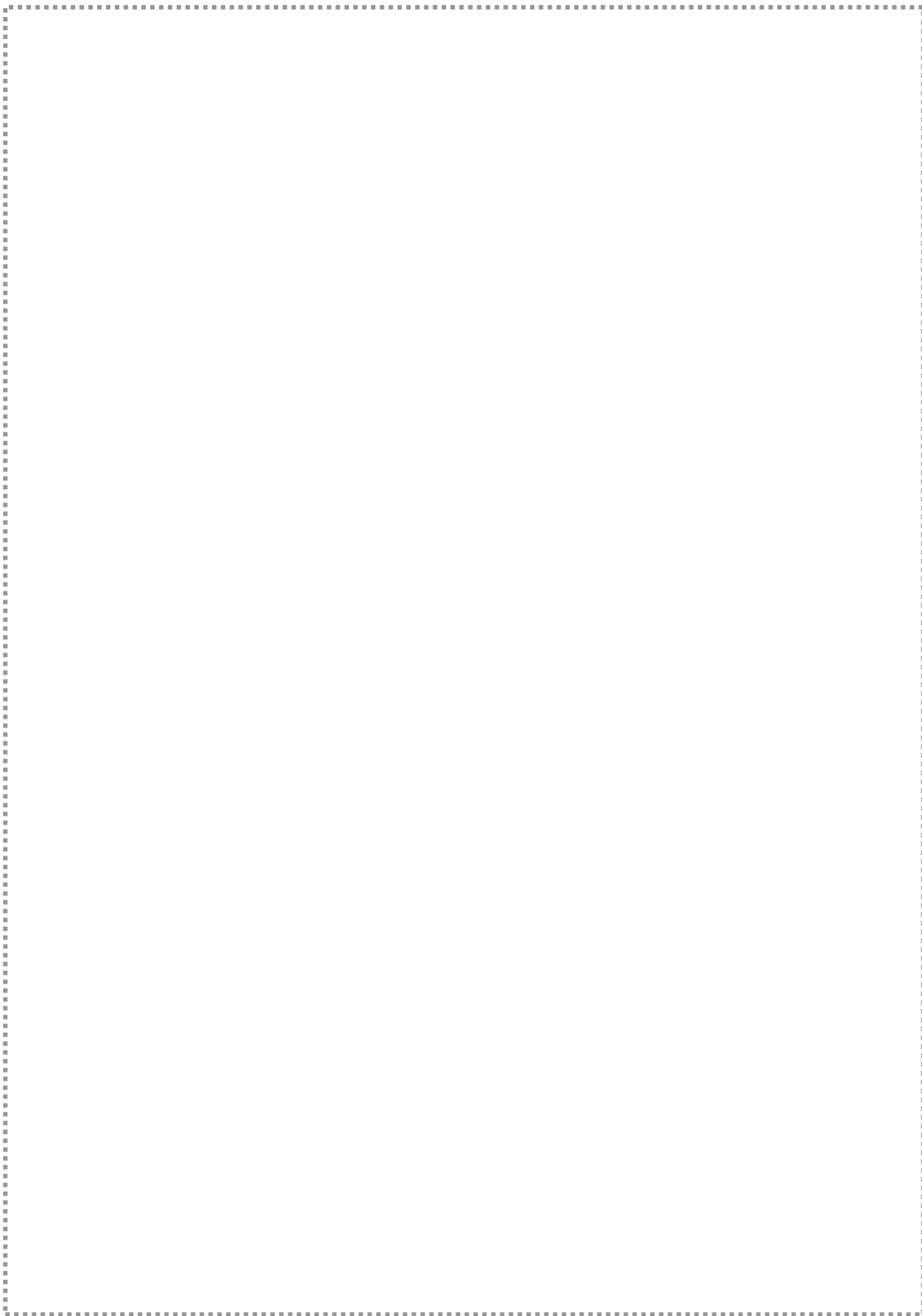


۴-۲-۱۲- آنومالیهای عنصر منگنز (Mn)، نقشه شماره-۱۳

آنومالیهای این عنصر تقریباً مشابه آنومالیهای عناصر Co،Cr و Fe در نیمه غربی ورقه یکصد هزارم دیواندره گسترش دارد. اغلب این آنومالیها در ارتباط با واحدهای آندزیتی و ولکانیکی کرتاسه می باشد.

نمونه‌های ناهنجاری این عنصر به شرح زیر می باشد:

شماره نمونه	46	112	123	131	223	390	402	421	499	545	547	632	656	733
عبار (ppm)	2240	1710	1780	2120	3240	2470	2790	3040	1650	2240	1710	1780	1820	1690



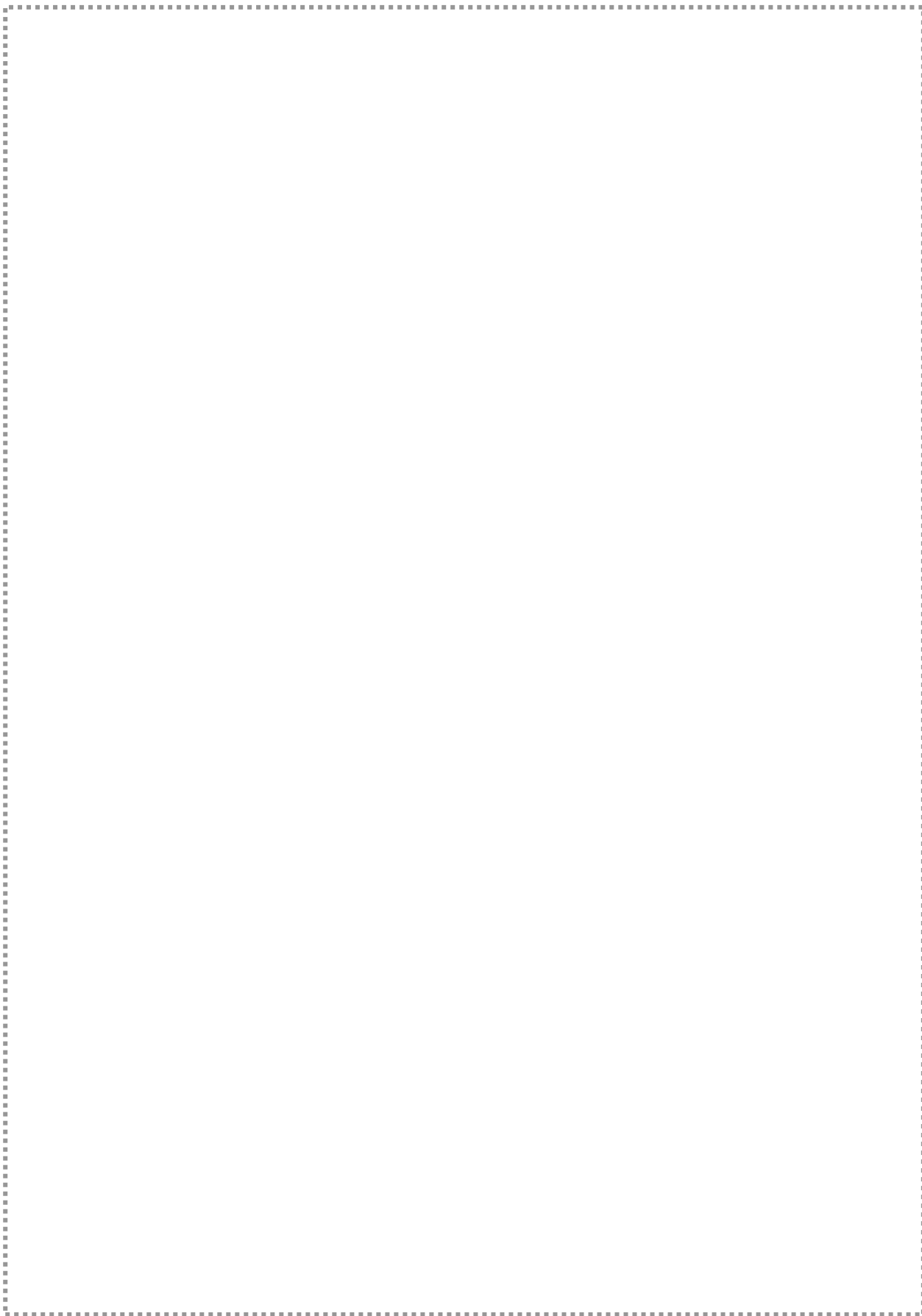
۴-۲-۱۳- آنومالیهای عنصر مولیبدن (Mo)، نقشه شماره ۵-۱۴

آنومالیهای این عنصر به طور کاملاً پراکنده در ورقه دیواندره مشاهده می شود. نمونه های شاهد ناهنجاری مربوط به این عنصر به شرح زیر می باشد :

شماره نمونه	54	67	122	267	291	373	444	537	538	556	560	586	620	621
عبار (ppm)	2.3	2.2	2.2	2.5	2.7	2.4	25	3.1	4.1	2.1	2.3	2.8	2.6	2.2

آنومالیهای این عنصر شامل :

- ۱- بخش مرکزی برگه قره طوره با واحدهای لیتولوژیکی کنگلومرا، شیل خاکستری تیره و آهک مارنی روشن می باشد.
- ۲- بخش جنوب شرقی برگه خاندان قلی با واحدهای آندزیتی و ولکانیکی، آهک مارنی روشن.
- ۳- بخش جنوبی برگه باقل آباد با واحدهای شیل خاکستری تیره.
- ۴- بخش جنوب شرق برگه دیواندره با واحدهای تراورتن و شیل های خاکستری تیره.

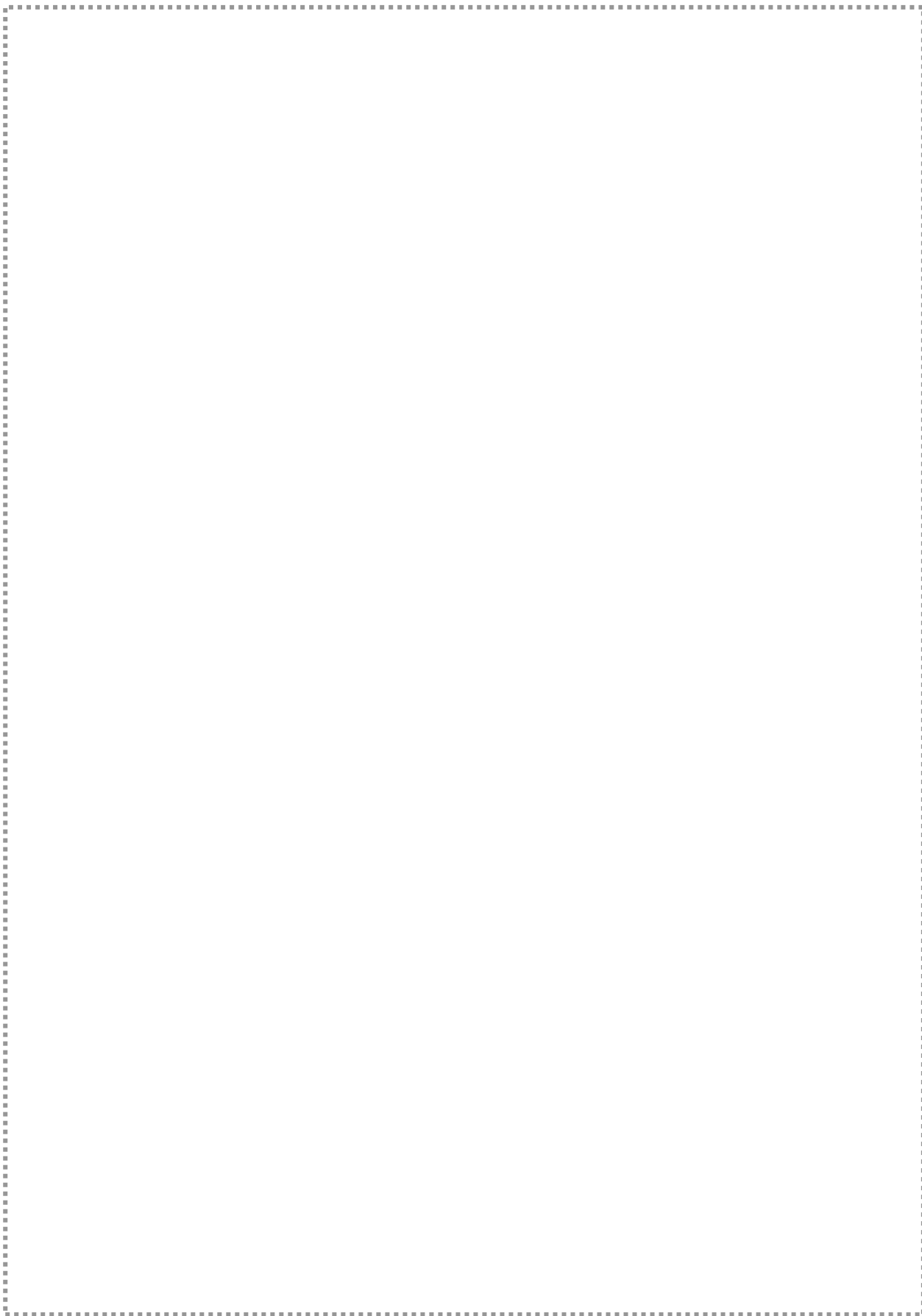


۴-۲-۱۴- آنومالیهای عنصر نیکل (Ni)، نقشه شماره-۱۵

آنومالیهای این عنصر نیز شبیه عنصر آهن در بخش غربی ورقه یکصد هزارم دیواندره دیده می‌شود. آنومالیهای این عنصر اغلب در ارتباط با واحدهای ولکانیکی و آندزیتی کرتاسه و شیل‌های خاکستری تیره می‌باشد. عیار نیکل در نمونه‌های این منطقه پایین می‌باشد، با این حال نمونه‌های شاهد ناهنجاری در محدوده آنومالیاها به شرح زیر می‌باشد:

شماره نمونه	218	500	509	550	554	617	618	619	621	622	655	949
عیار (ppm)	115	127	129	115	118	116	117	121	112	113	114	112

اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۴-۲-۱۵- آنومالیهای عنصر فسفر (P)، نقشه شماره-۱۶

آنومالیهای این عنصر بیشتر در بخش جنوبی ورقه یکصد هزارم دیواندره دیده می‌شود. این آنومالیا عبارتند از :

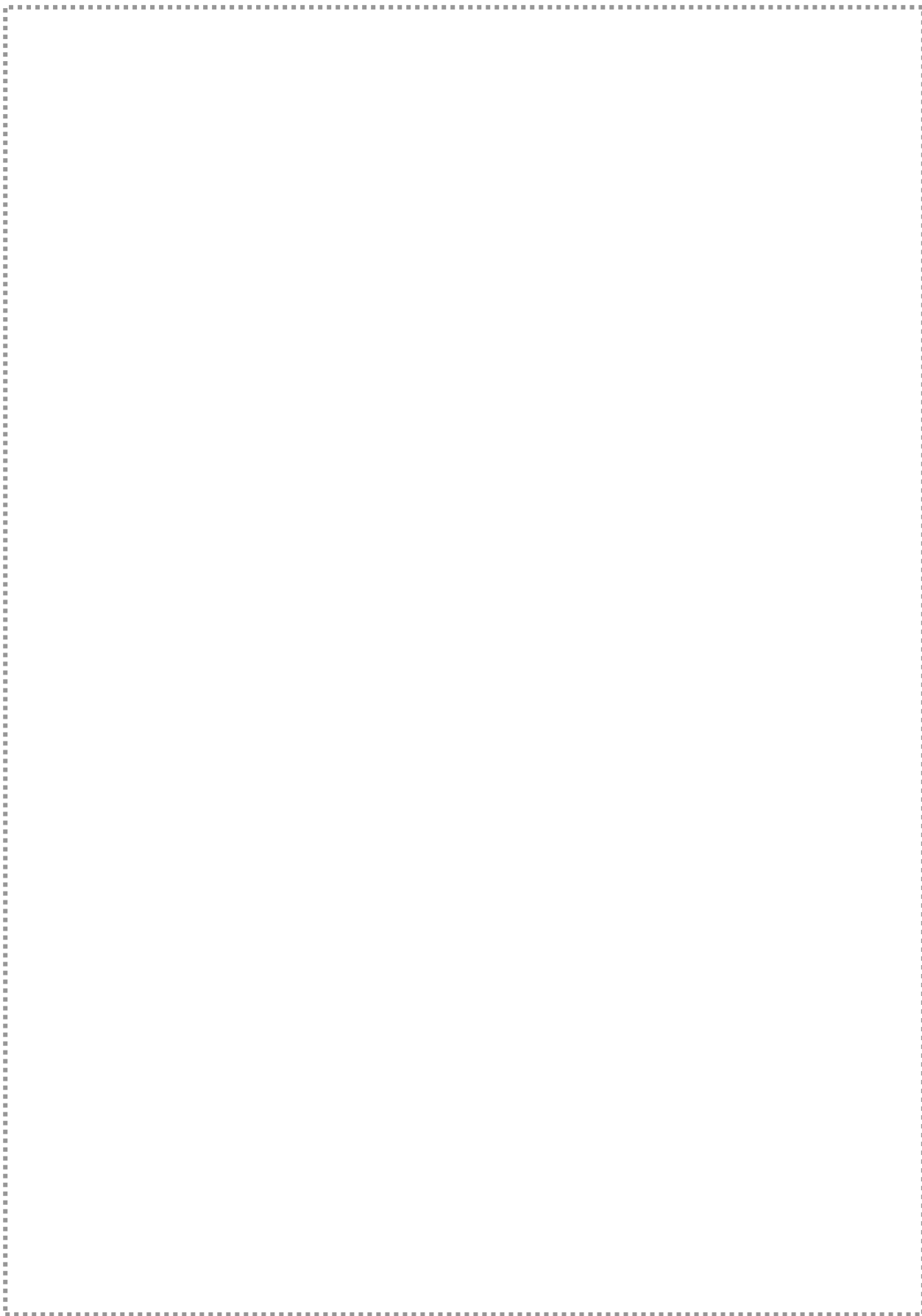
۱- آنومالیهای بخش جنوب و جنوب خاوری بر گه خاندان قلی : در این محدوده آنومالیهای درجه ۱ و ۲ با وسعت قابل ملاحظه دیده می‌شود. نمونه‌های شاهد ناهنجاری این آنومالیا شامل نمونه‌های 310 (3170 گرم در تن)، 300 (2210 گرم در تن)، 305 (1920 گرم در تن) و 255 (3570 گرم در تن) می‌باشد.

۲- آنومالیهای بخش جنوبی بر گه باقل آباد : در این منطقه همچنین آنومالی درجه ۱ و ۲ به‌طور پراکنده دیده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل آندزیت و ولکانیکهای پورفیری کرتاسه و شیل‌های خاکستری تیره می‌باشد. نمونه‌های شاهد ناهنجاری در این منطقه به‌شرح زیر می‌باشد :

شماره نمونه	336	359	360	413	415	449	474	497
عیار (ppm)	4900	3340	3740	3140	2880	2630	2230	2120

۳- بخش جنوب خاوری بر گه دیواندره : آنومالی نسبتاً محدودی از نوع درجه ۱ در این منطقه دیده می‌شود. واحدهای لیتولوژیکی در محدوده این آنومالی تراورتن و مارنهای ماسه‌ای می‌باشد. منشاء این آنومالی نمونه 585 با عیار 3580 گرم در تن می‌باشد.

اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۴-۲-۱۶- آنومالیهای عنصر سرب (Pb)، نقشه شماره ۵-۱۷

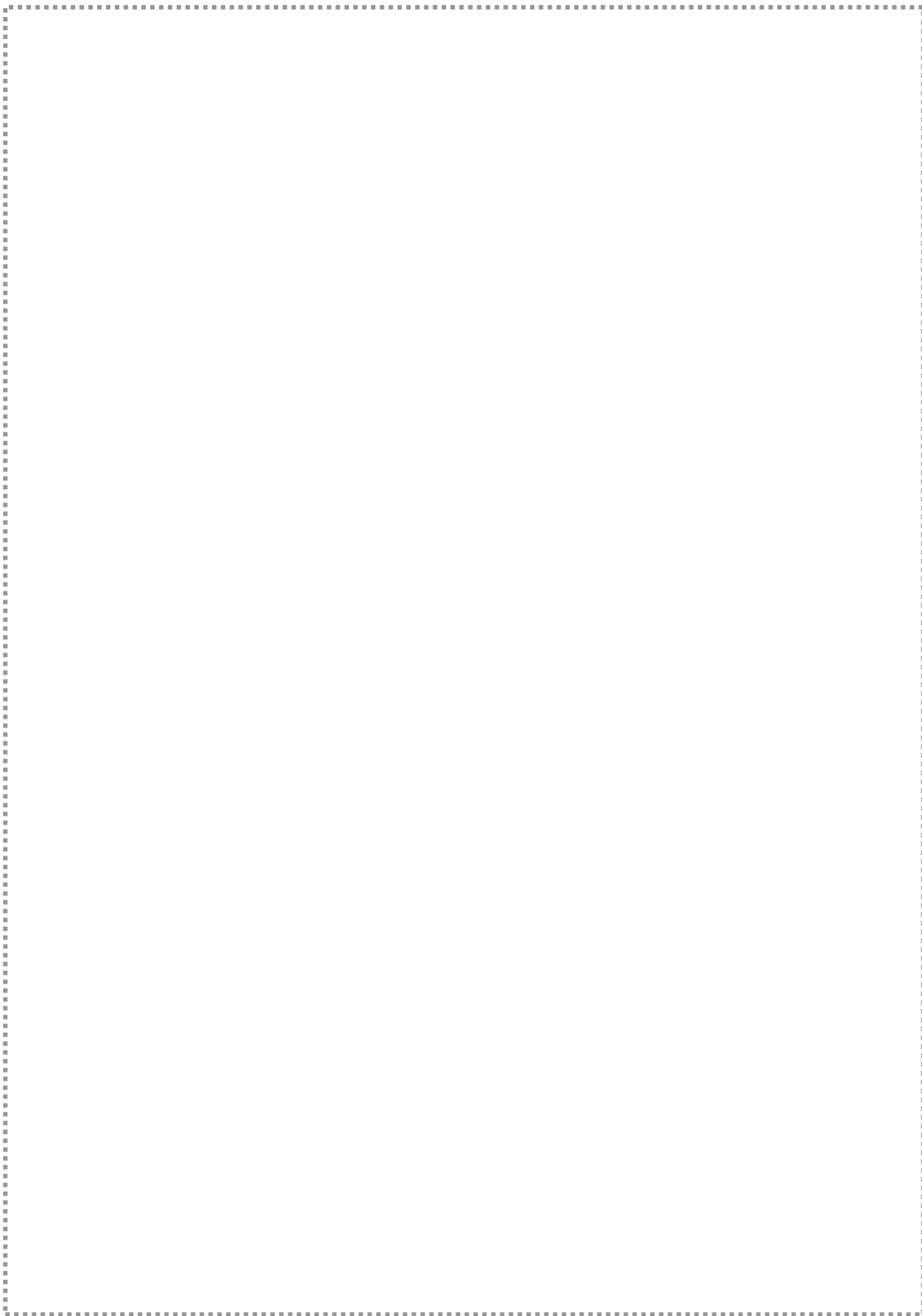
آنومالیهای این عنصر در دو منطقه دیده می شود.

۱- بخش جنوب و جنوب شرق بر که خاندان قلی : در این بخش آنومالیهای گسترده ای از نوع درجه ۱ و ۲ دیده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارنهای ماسه ای، آندزیت و سنگهای ولکانیکی می باشد. نمونه های ناهنجاری در این محدوده به شرح زیر می باشد :

شماره نمونه	223	282	283	284	293	294	295	296	310
عیار (ppm)	32	38.2	36	37.1	68.7	43.7	33.3	40.6	36.3

۲- بخش جنوب بر که توپوگرافی دیواندره : در این محدوده آنومالیهای درجه ۱ و ۲ دیده می شوند. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیلهای خاکستری تیره، دولومیت، آهک و شیست می باشد. نمونه های ناهنجاری در این منطقه به شرح زیر می باشد :

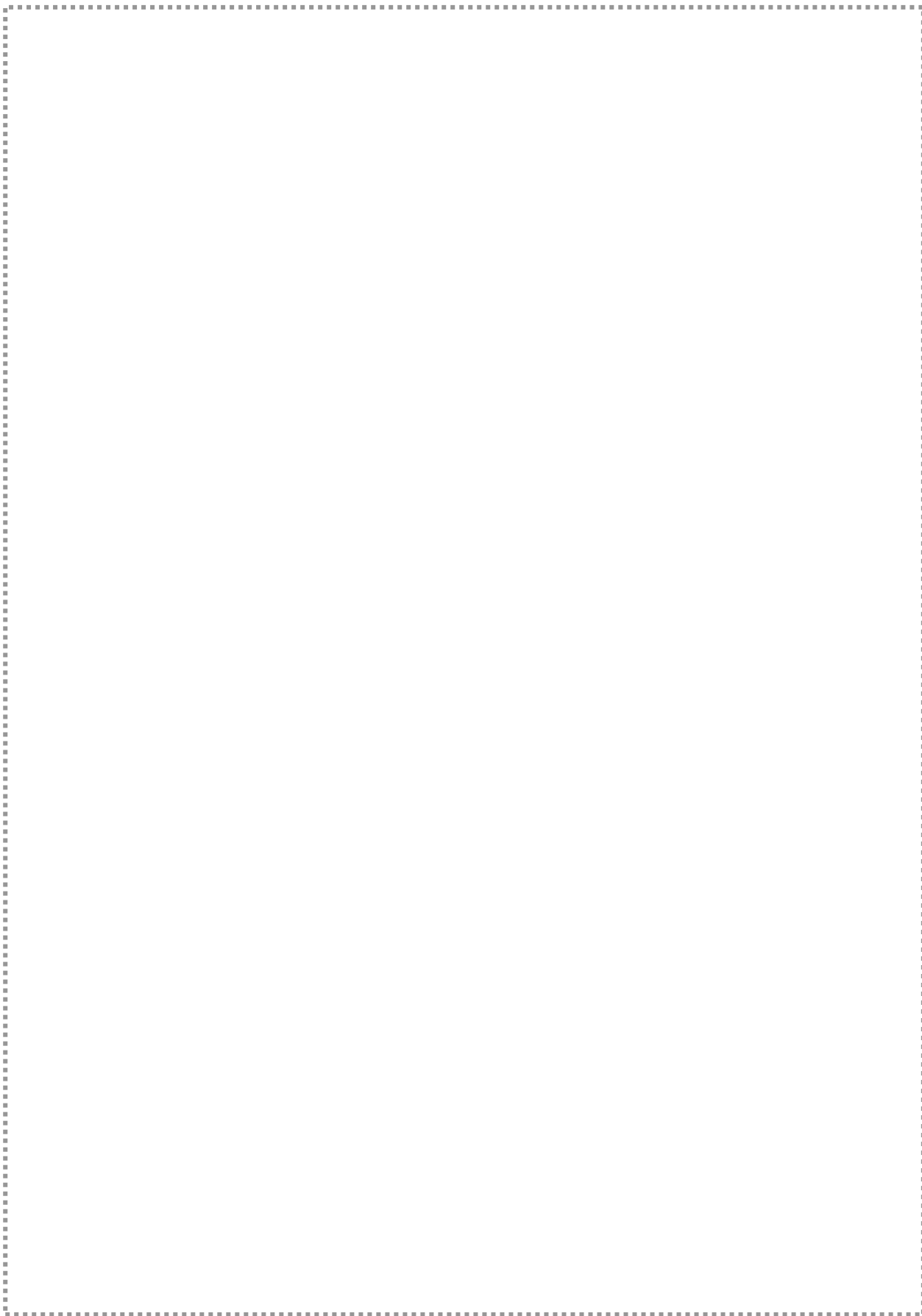
شماره نمونه	538	539	591	593	654
عیار (ppm)	38.4	35.3	44.9	41.3	67.2



۴-۲-۱۷- آنومالیهای عنصر روبیدیم (Rb)، نقشه شماره-۱۸

آنومالیهای این عنصر در سه بخش گسترش دارد.

- ۱- بخش جنوب خاوری برکه خاندانقلی : در این محدوده آنومالیهای درجه ۱ و ۲ با گسترش زیادی دیده می‌شوند. واحدهای لیتولوژی شامل سنگهای ولکانیکی و آندزیتی می‌باشد.
- ۲- بخش جنوب غربی برکه باقل آباد : در این محدوده آنومالیهای درجه ۱ و ۲ در دو منطقه دیده می‌شوند. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیل‌های خاکستری تیره و سنگهای آندزیتی کرتاسه می‌باشد.
- ۳- منطقه غرب برکه قره‌طوره : در این محدوده آنومالی پراکنده درجه ۱ و ۲ از این عنصر دیده می‌شوند. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیل‌های خاکستری تیره و کنگلومرا می‌باشد.

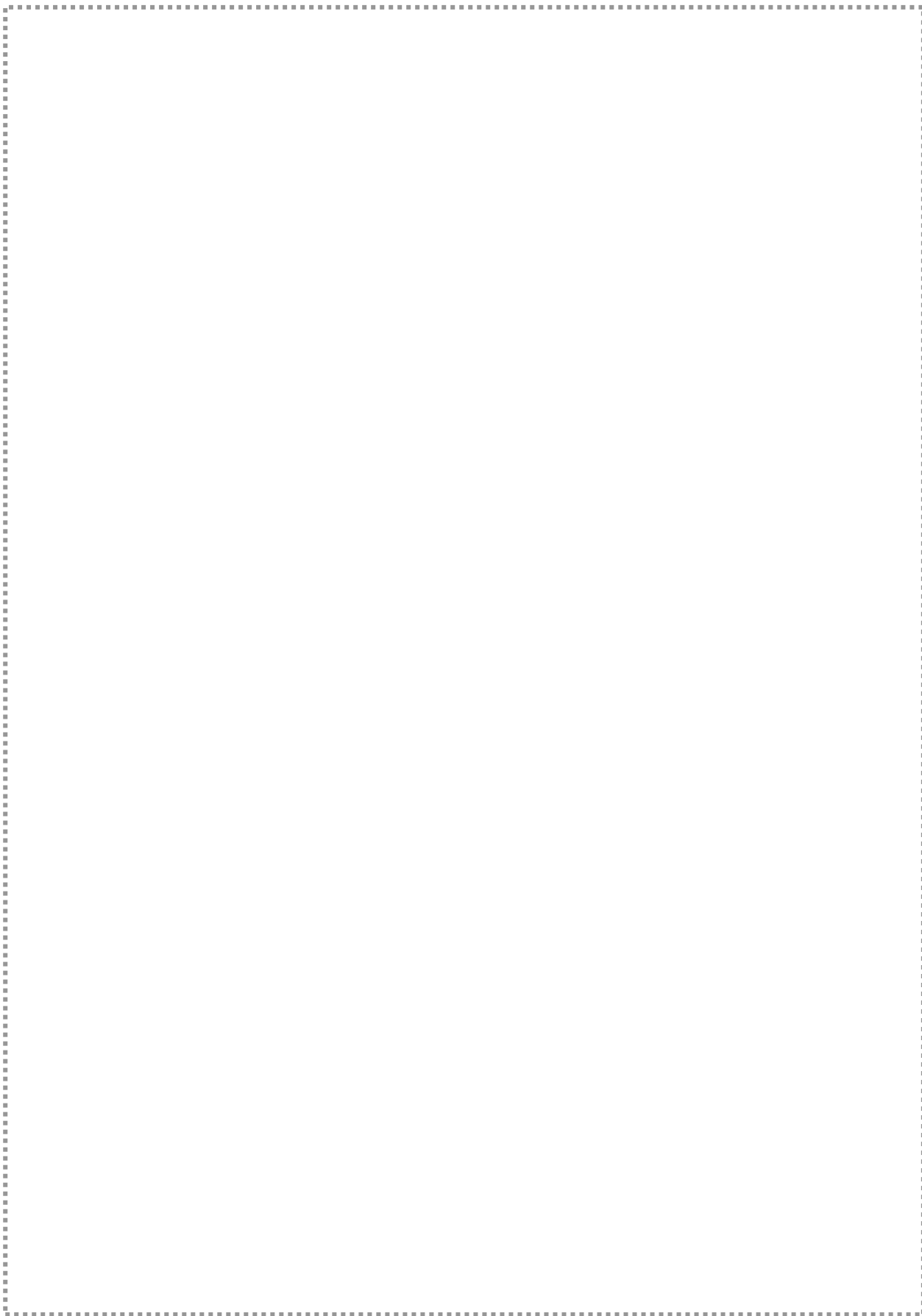


۱۸-۲-۴- آنومالیهای عنصر گوگرد (S)، نقشه شماره-۱۹

ناهنجاری این عنصر اغلب به صورت پراکنده در بخش شمالی ورقه دیواندره مشاهده می شود.

مهمترین نمونه های دارای ناهنجاری به شرح زیر می باشد :

شماره نمونه	53	73	130	974
عیار (ppm)	2430	2520	1880	1440

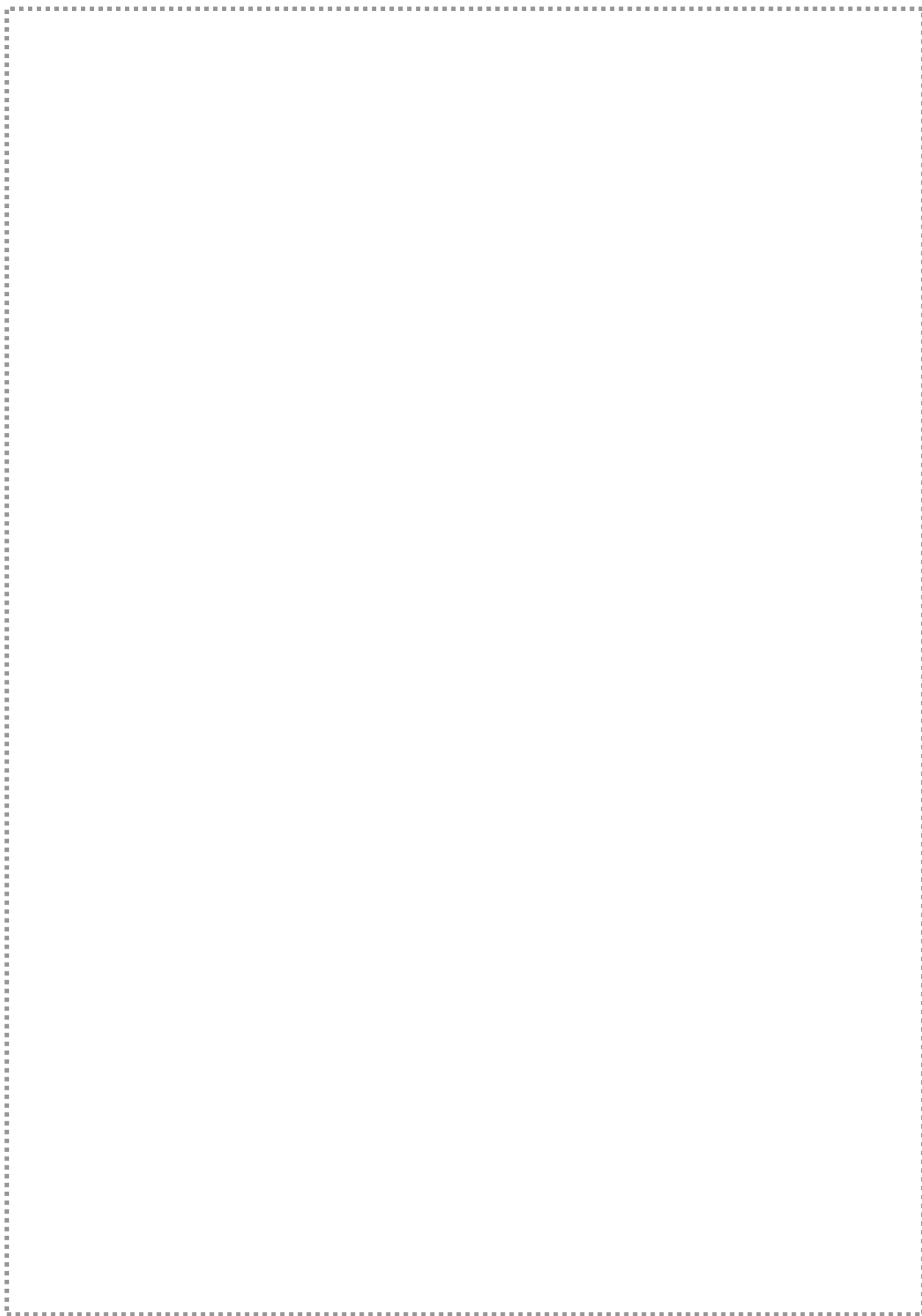


۴-۲-۱۹- آنومالیهای عنصر آنتیموان (Sb)، نقشه شماره ۵-۲۰

آنومالیهای مهم این عنصر به طور گسترده در بخش غرب و جنوب غرب برکه قره‌طوره دیده می‌شود. این آنومالیها انطباق جالبی با آنومالیهای S و Rb دارند. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شیل‌های خاکستری تیره، مارن‌های ماسه‌ای و تراورتن می‌باشند.

شماره نمونه	64	111	112	113	116	117	118	122	444	546	556	559	562	568
عیار (ppm)	33.6	23.2	27.5	31	29.4	33.8	122	23.5	18.1	18.7	15.6	20.5	26	16.8

اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

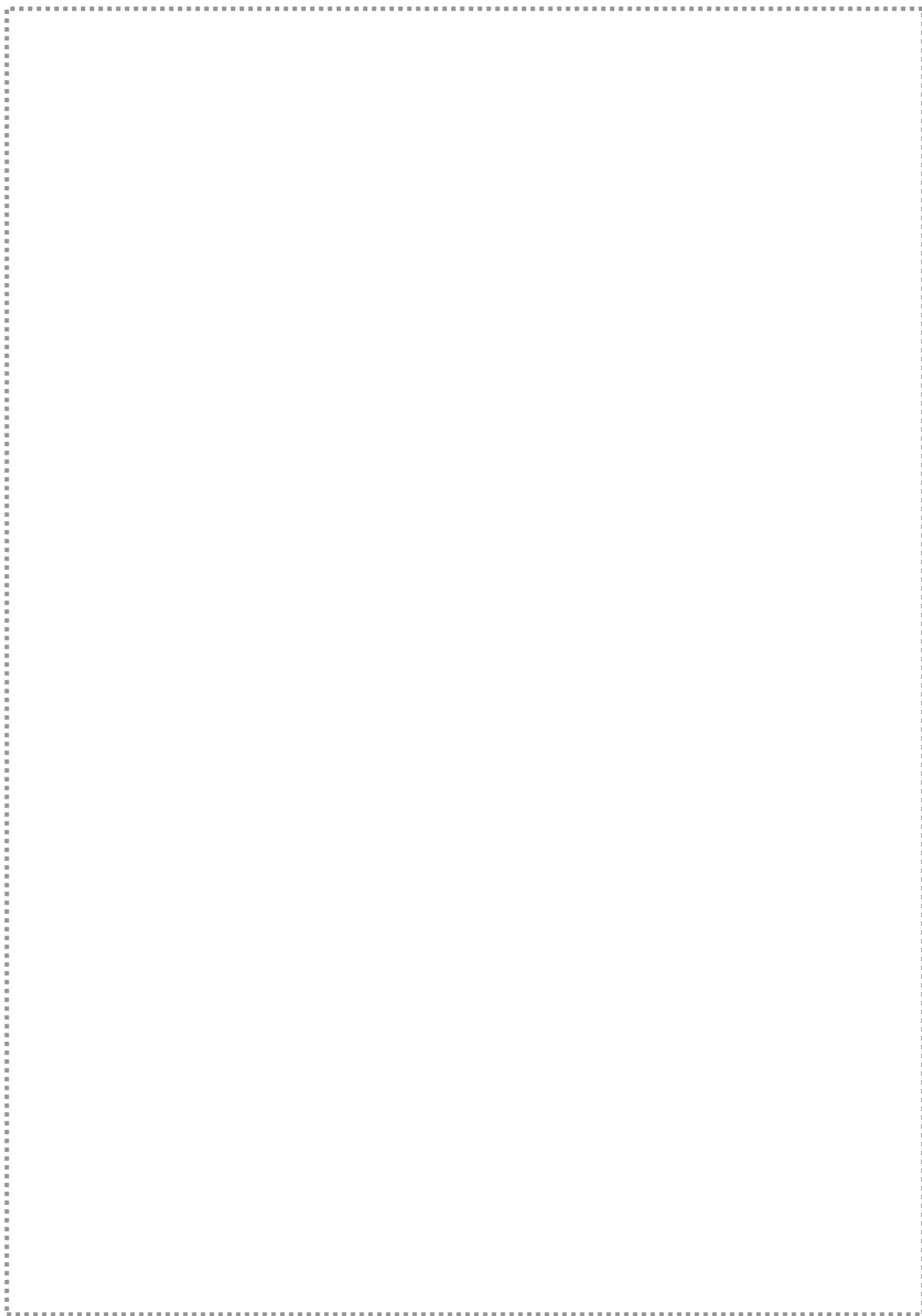


۴-۲-۲۰- آنومالیهای عنصر اسکاندیم (Sc)، نقشه شماره ۵-۲۱

آنومالی مهم و گسترده این عنصر در جنوب غرب برگه باقل آباد مشاهده می شود. علاوه بر آن در بخش شمال شرق برگه باقل آباد نیز آنومالی دیگری نیز دیده می شود. احتمالاً شکل گیری این آنومالی مربوط به گسترش واحدهای آندزیتی و ولکانیکی می باشد. نمونه های شاهد ناهنجاری به شرح زیر می باشد:

شماره نمونه	218	339	387	389	402	469
عیار (ppm)	36	31	33	31	53	40

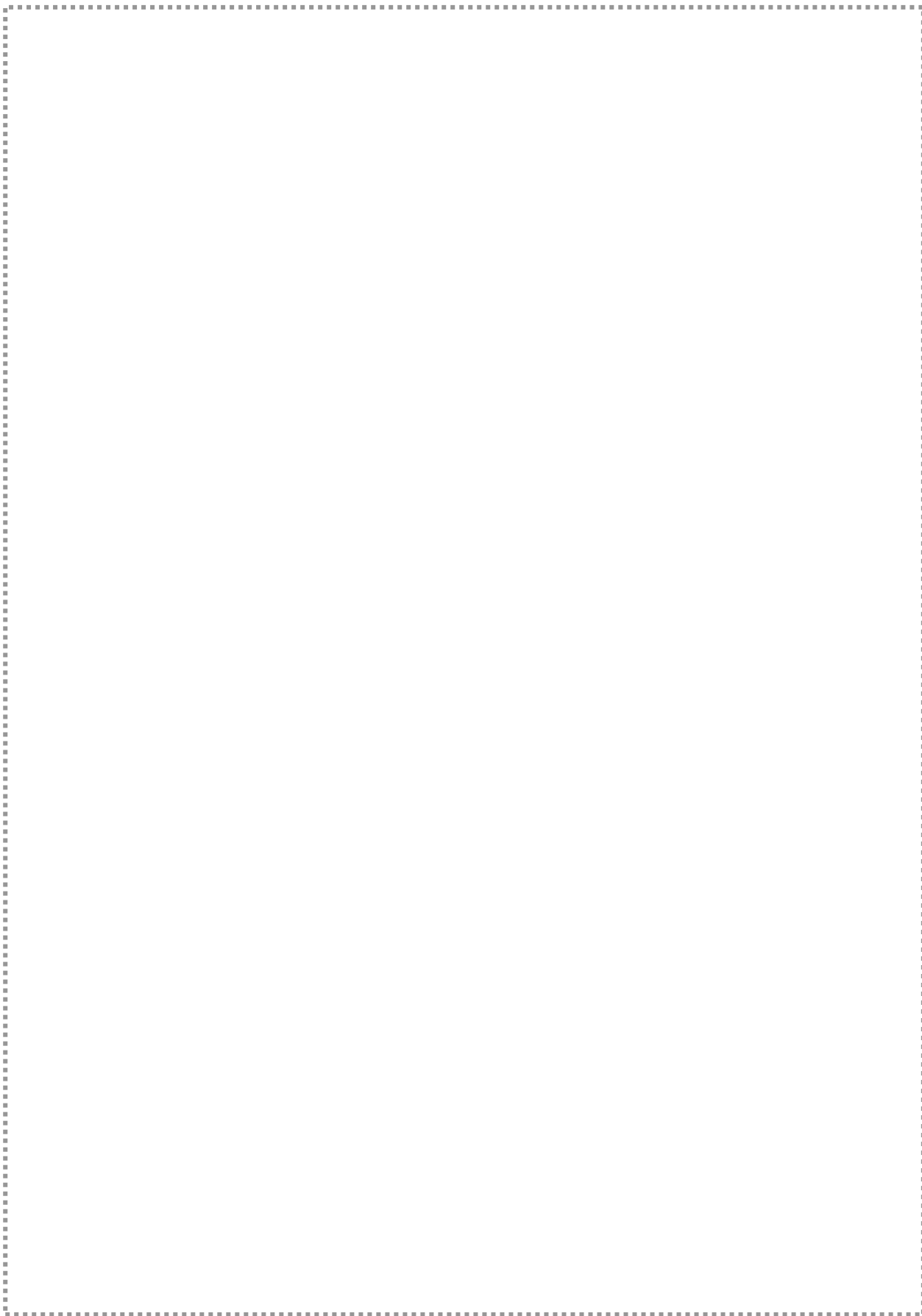
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۲-۲-۲۱- آنومالیهای عنصر قلع (Sn)، نقشه شماره ۵-۲۲

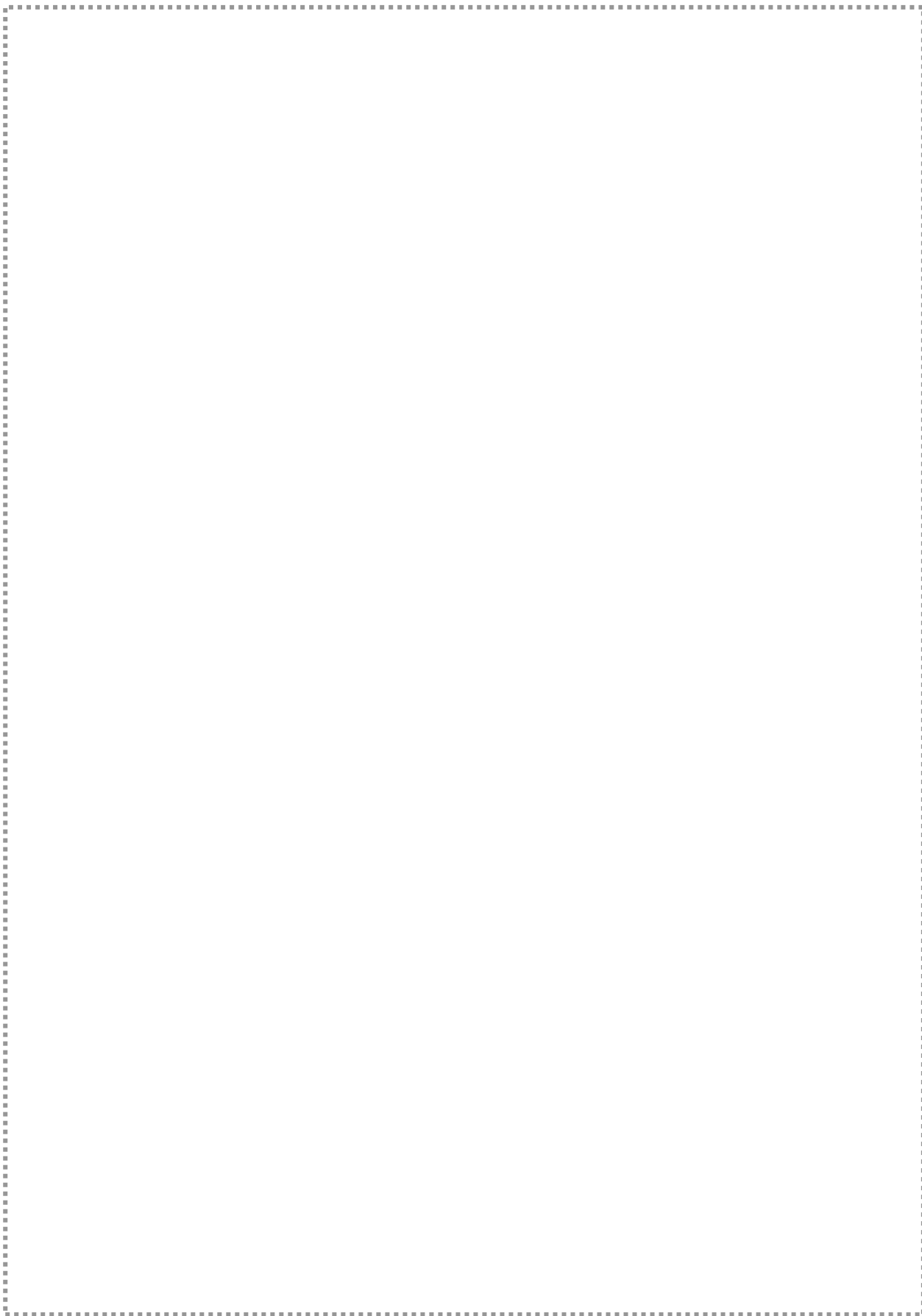
آنومالیهای این عنصر به طور پراکنده در تمام ورقه دیواندره گسترش دارد. مهمترین نمونه‌های شاهد ناهنجاری در این محدوده به شرح زیر می‌باشد:

شماره نمونه	87	245	255	310	359	360	370	390	415	416	475	585	697
عیار (ppm)	4.1	3.8	3.7	3.7	4.2	4.1	3.8	3.3	3.4	4.6	41.6	4.4	4.8



۲-۲-۲-۴- آنومالیهای عنصر استرانسیم (Sr)، نقشه شماره ۲۳-۵

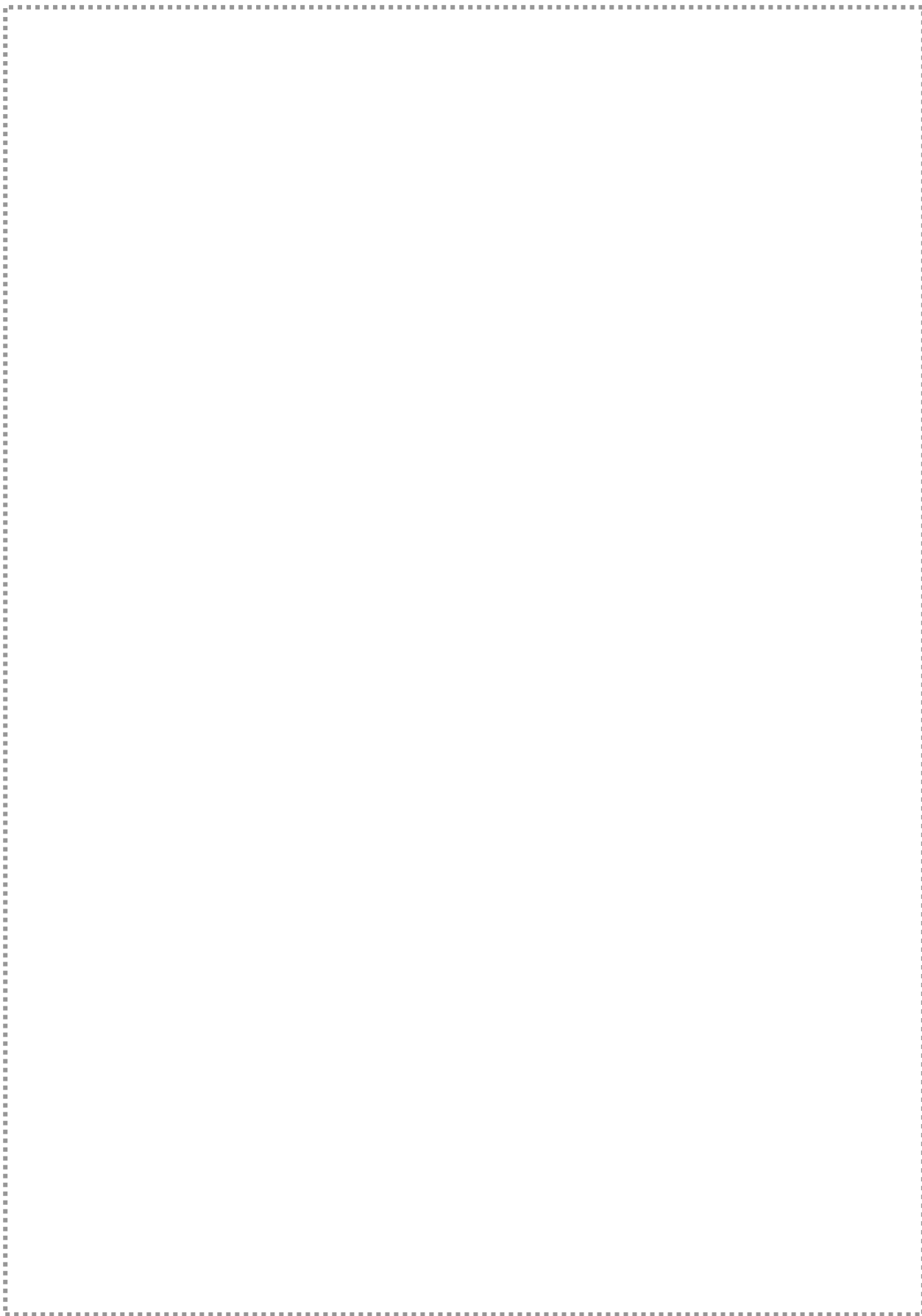
آنومالیهای این عنصر به طور گسترده در بخش شمال خاوری برکه توپوگرافی قره‌طوره مشاهده می‌شود. واحدهای لیتولوژیکی در محدوده این آنومالی گسترده مارن با میان لایه‌های ماسه سنگ و آهک می‌باشد. شاید گسترش این واحد مارنی در این منطقه دلیل گسترش آنومالیهای عنصر استرانسیم می‌باشد. ماکزیمم عیار استرانسیم 7610 گرم در تن مربوط به نمونه 53 می‌باشد.



۲-۲-۲۳- آنومالیهای عنصر تیتانیم (Ti)، نقشه شماره ۵-۲۴

ناهنجاریهای این عنصر به طور پراکنده و گسترده در بخش غرب، شمال شرق و مرکز برکه باقل آباد دیده می شود. واحدهای سنگی مهم و گسترده در محدوده آنومالیهای این عنصر شامل آندزیت و ولکانیکهای پورفیری کرتاسه می باشد و احتمالاً این واحدها منشاء آنومالیهای این عنصر است. مهمترین نمونه های شاهد ناهنجاری در محدوده این آنومالی شامل نمونه های زیر می باشد:

شماره نمونه	417	470	492
عیار (ppm)	7390	7540	7650

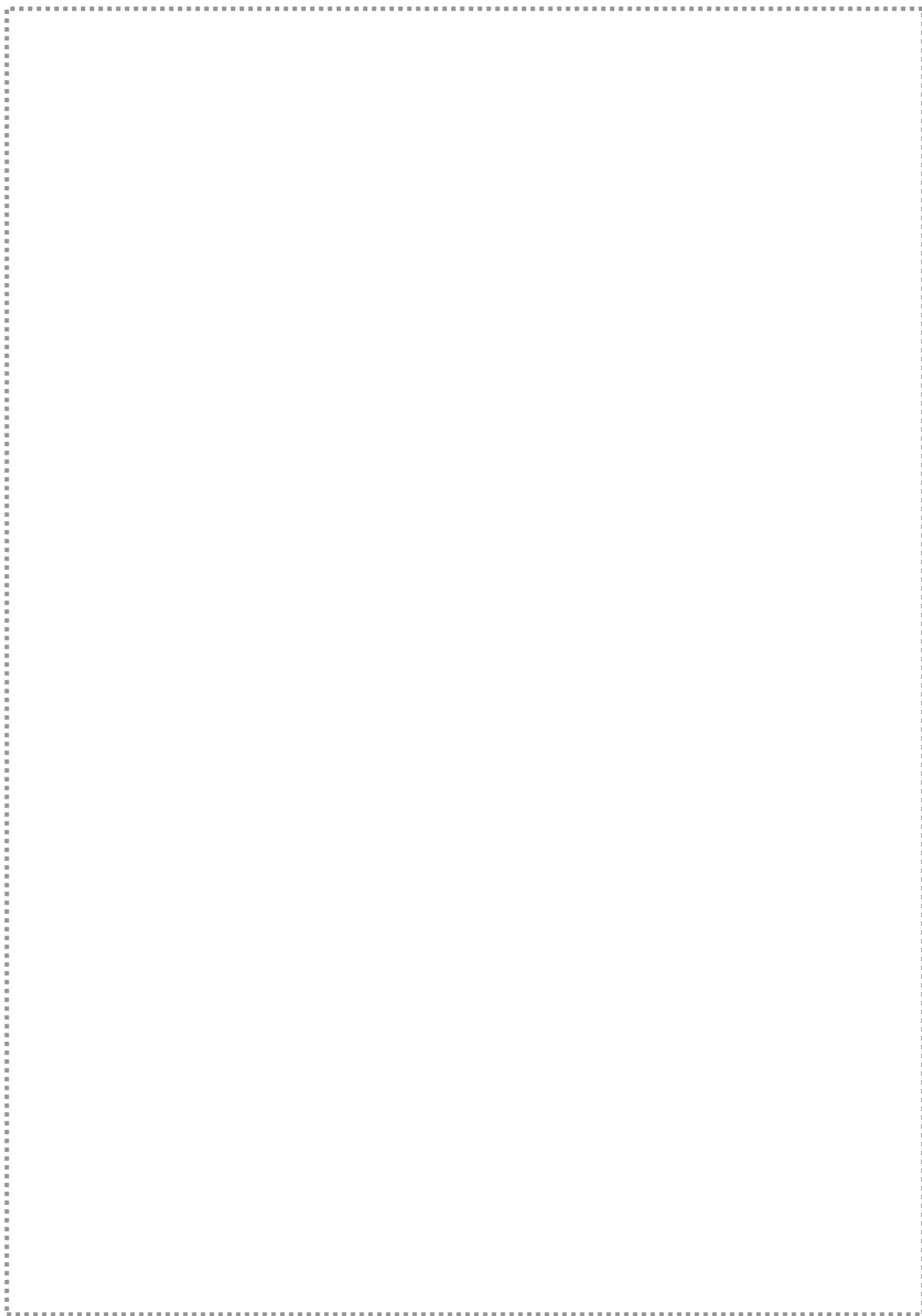


۲-۴-۲۴- آنومالیهای عنصر اورانیم (U)، نقشه شماره-۲۵

ناهنجاریهای این عنصر اغلب در بخش جنوب خاوری برگه خاندان کلی مشاهده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل سنگهای آندزیت و مارنهای ماسه ای است. مهمترین نمونه های شاهد ناهنجاری به شرح زیر می باشد:

شماره نمونه	271	273	277	278	279	294	296	310
عیار (ppm)	4.06	4.01	3.46	3.52	3.54	3.91	3.77	5.29

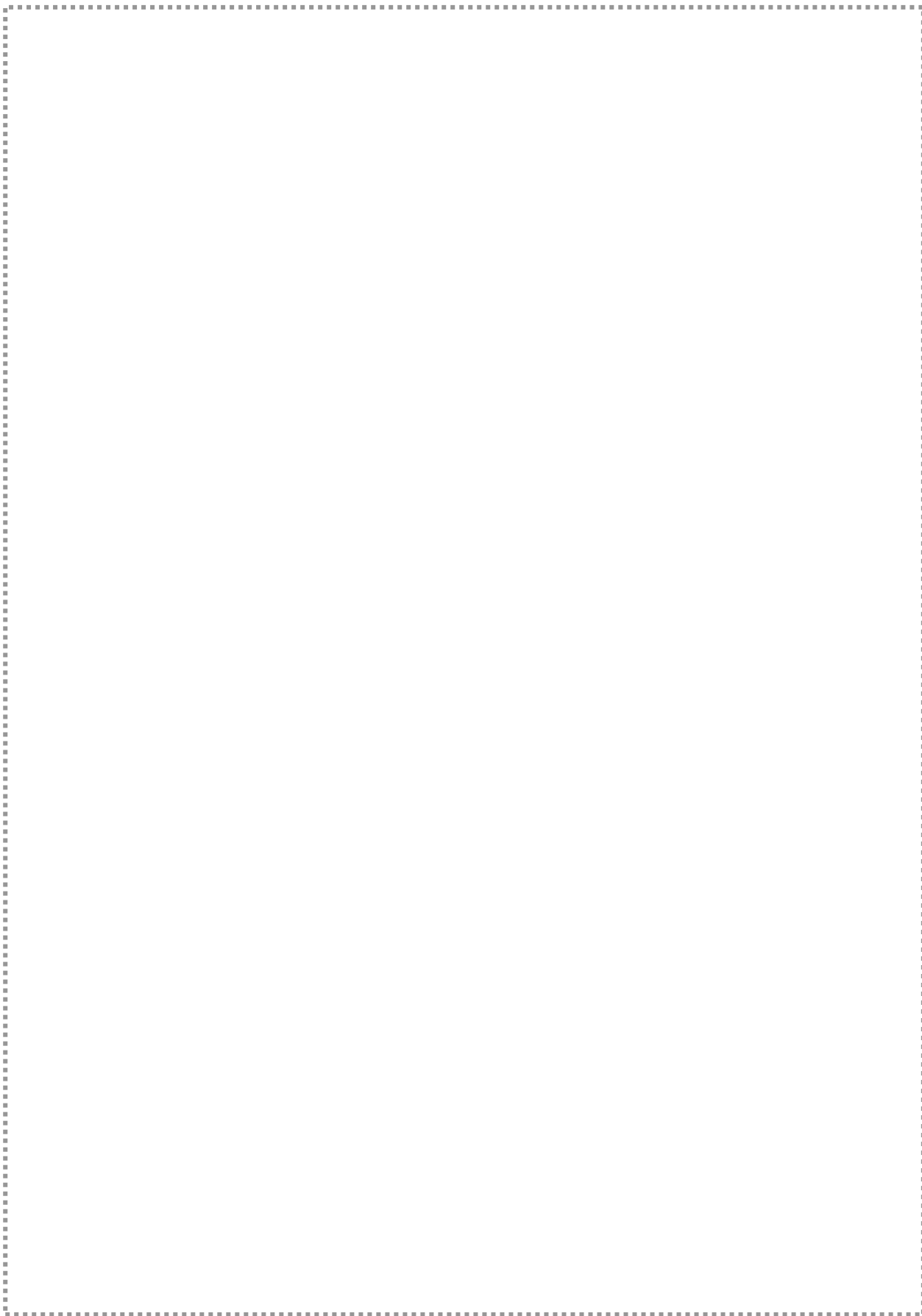
اکتشاف ژئوشیمیائی برکه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۴-۲-۲۵- آنومالیهای عنصر وانادیم (V)، نقشه شماره-۲۶

پراکنش عنصر وانادیم مشابه عناصر Fe، Co،Cr و Ni در بخش غربی و جنوب غربی برکه باقل آباد آنومالی نشان دهد. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالیها اغلب شامل آندزیت و سنگهای ولکانیکی و شیل می باشد. مهمترین نمونه های شاهد ناهنجاری این عنصر به شرح زیر می باشد:

شماره نمونه	339	372	387	389	402	408	470	522	642
عیار (ppm)	237	248	236	244	305	244	254	227	228



۴-۲-۲۶- آنومالیهای عنصر تنگستن (W)، نقشه شماره ۵-۲۷

تنگستن در این محدوده اغلب در چهار منطقه ناهنجاری نشان می‌دهد:

۱- منطقه شمال برکه قره‌طوره.

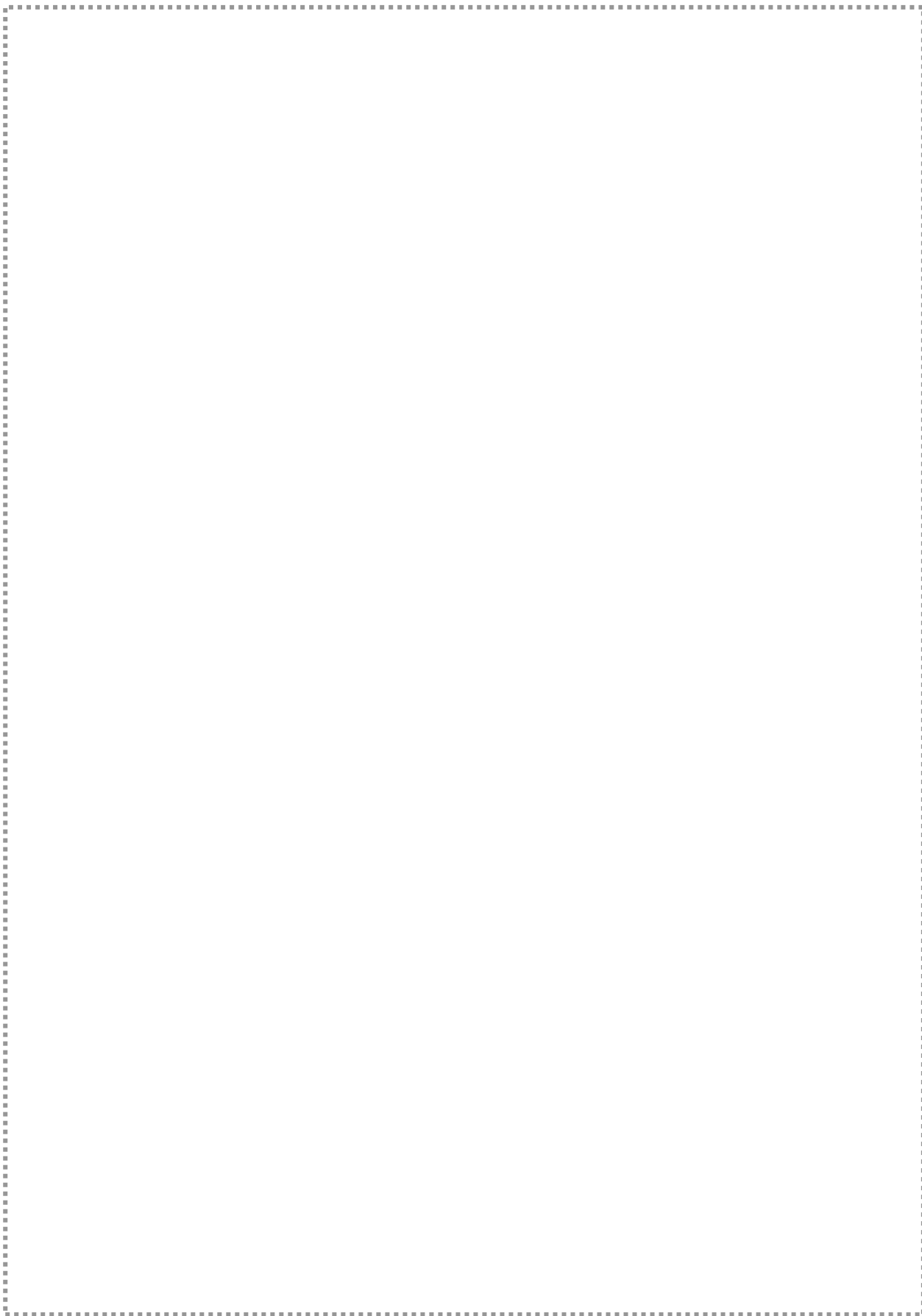
۲- منطقه جنوب و جنوب خاوری برکه خاندان‌قلی.

۳- بخش مرکزی و جنوب برکه باقل‌آباد.

۴- بخش غربی برکه دیواندره.

در شمال برکه قره‌طوره آنومالی پراکنده تنگستن از نوع درجه ۱ و ۲ دیده می‌شود. واحدهای سنگی در محدوده این آنومالیا اغلب شامل مارن با میان لایه‌های آهک، کنگلومرا و آهک اوربیتولین‌دار و شیل خاکستری تیره می‌باشد. در جنوب و جنوب خاوری برکه خاندان‌قلی واحدهای لیتولوژی شامل سنگهای آندزیت، مارن و شیل خاکستری تیره می‌باشد. در بخش مرکزی و جنوب برکه باقل‌آباد واحدهای لیتولوژی اغلب شامل تراسها و آبرفت‌های قدیمی می‌باشد. در منطقه غربی برکه دیواندره واحدهای لیتولوژی شامل تراسهای عهد حاضر و شیل‌های خاکستری تیره می‌باشد. نمونه‌های دارای ناهنجاری به شرح زیر می‌باشند:

شماره نمونه	46	60	99	268	273	310	312	356	400	444	488	664
عیار (ppm)	4.4	4.2	7.8	3.7	4	4.1	4.9	4.1	3.7	4.4	3.9	4



۲-۲-۲۷- آنومالیهای عنصر روی (Zn)، نقشه شماره ۵-۲۸

مقادیر روی در این محدوده پایین می‌باشد. ماکزیمم مقدار روی در نمونه 46 به مقدار 262 گرم در تن اندازه گیری شده است. مهمترین نمونه‌های دارای ناهنجاری به شرح زیر می‌باشند:

شماره نمونه	46	111	122	131	380	391	406	546	556	591	617	687	697	733	741
عیار (ppm)	262	137	159	155	138	160	168	148	158	165	156	158	157	184	163

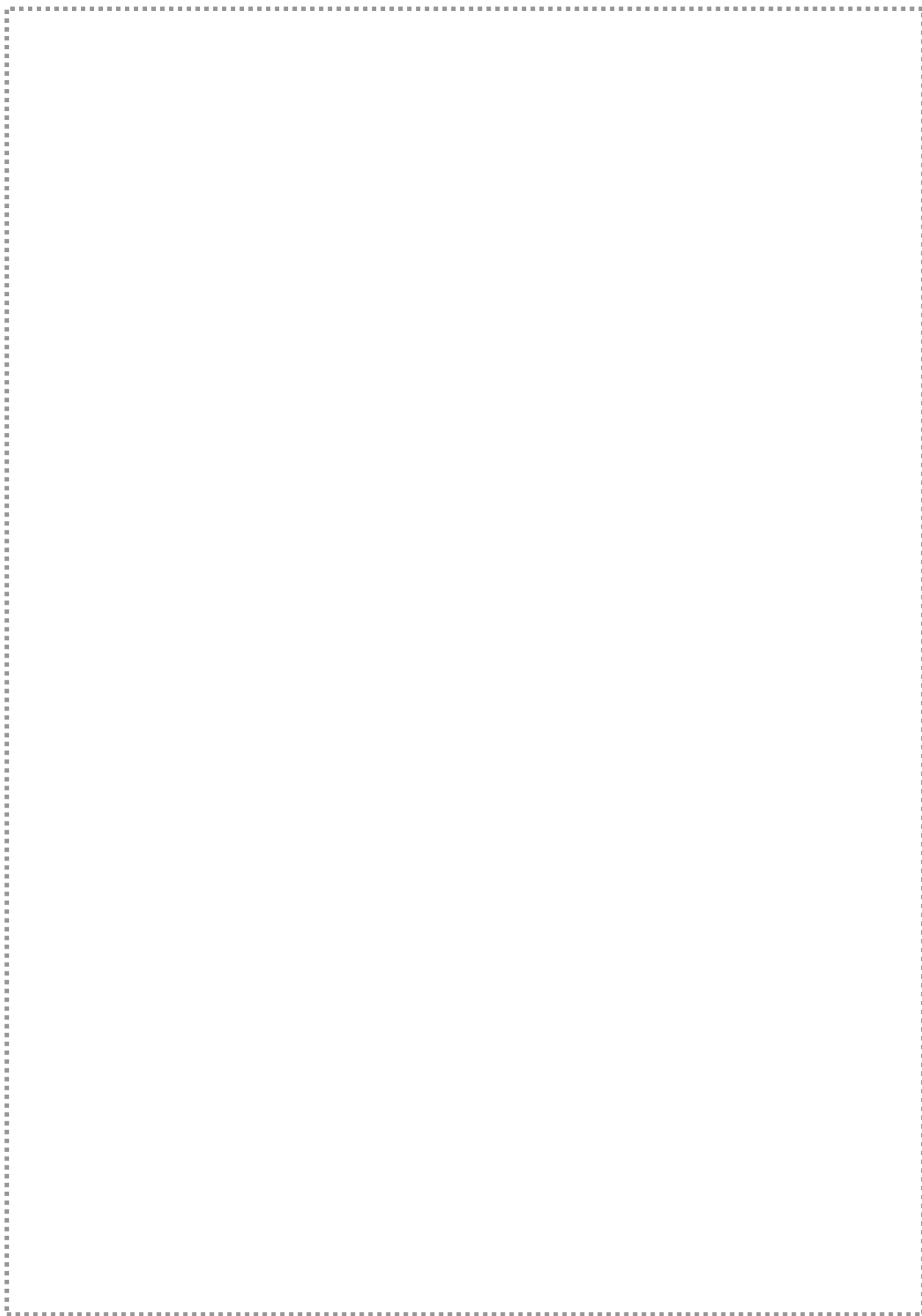
پراکنش عنصر روی طوری است که مقادیر این عنصر در بخش غربی ورقه یکصد هزارم دیواندره بالاتر می‌باشد. آنومالیهای آن شامل:

۱- بخش مرکزی و غربی برگه قره‌طوره با سنگ بالادست مارن، شیل‌های خاکستری تیره و آهک اوریتولین دار.

۲- بخش جنوب غربی برگه باقل آباد که شامل آنومالیهای پراکنده متعدد می‌باشد. منشاء این آنومالیها احتمالاً سنگهای ولکانیکی پرفیری و آندزیت‌های کرتاسه می‌باشد.

۳- بخش جنوب شرقی برگه دیواندره که واحدهای سنگی در محدوده آن اغلب تراورتن و شیست می‌باشد.

اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

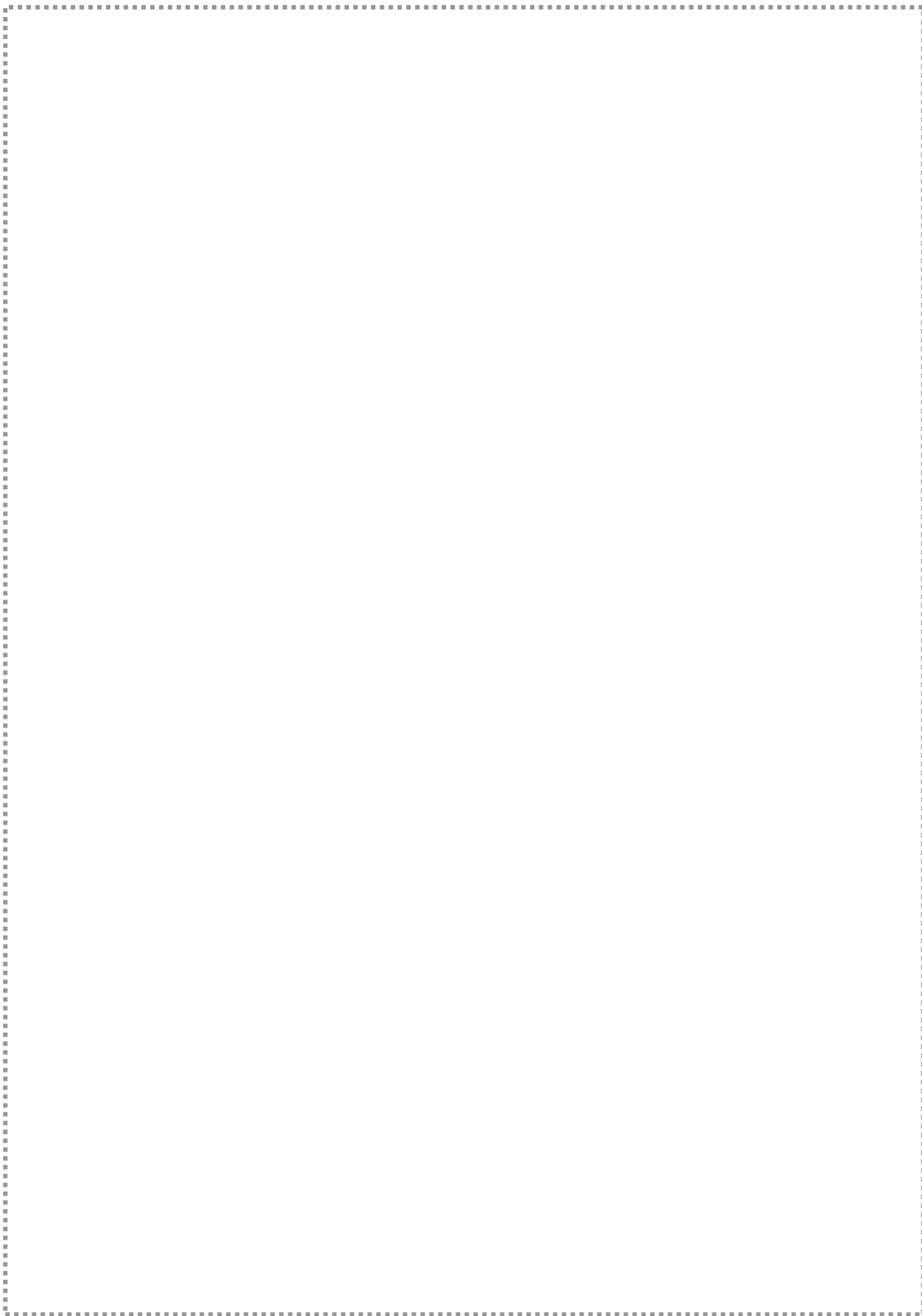


۴-۲-۲۸- آنومالیهای عنصر زیرکنیم (Zr)، نقشه شماره ۵-۲۹

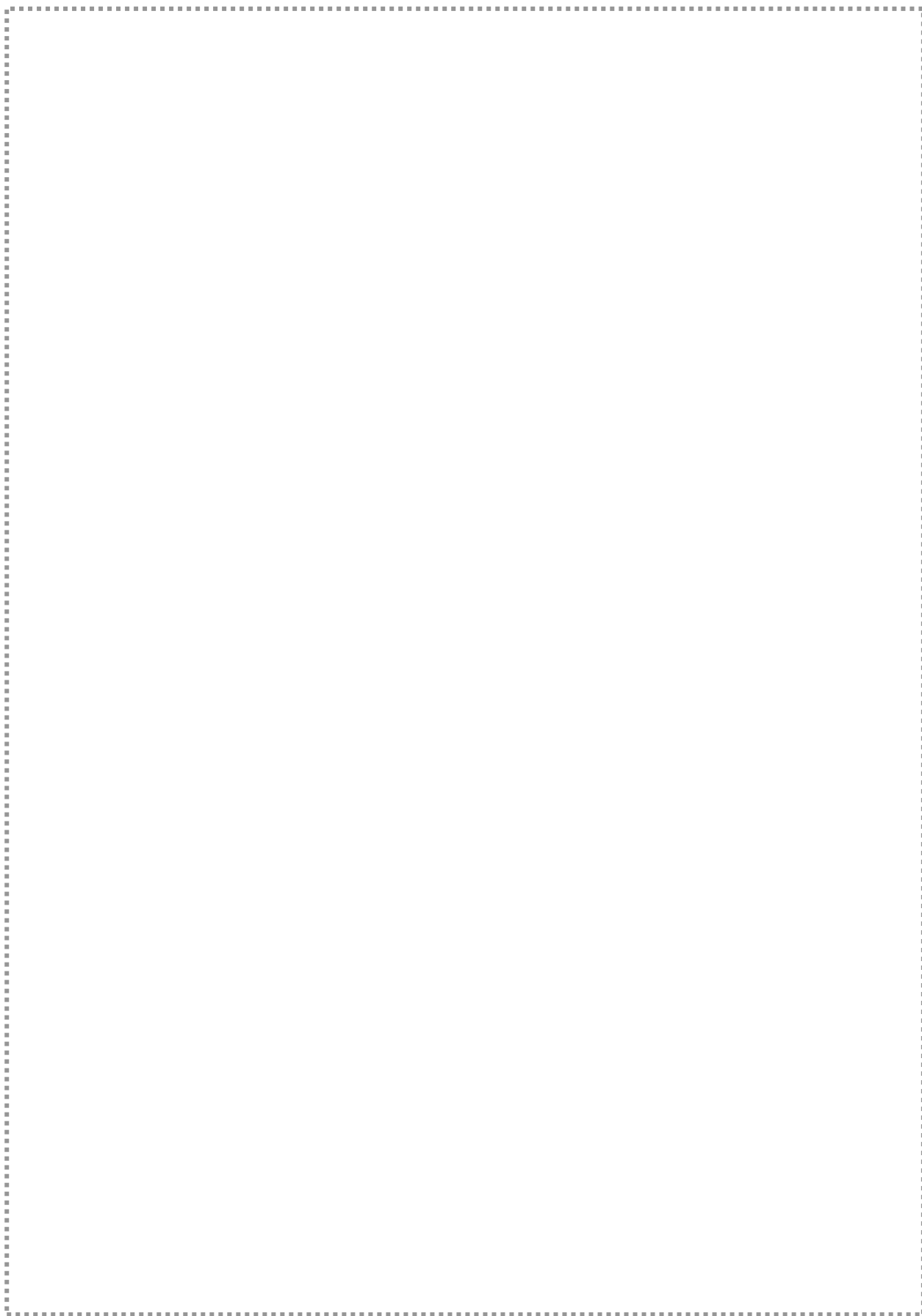
پراکنش این عنصر طوری است که مقادیر بالای آن در برگه باقل آباد دیده می شود. آنومالیهای این عنصر به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- بخش جنوب شرقی برگه خاندان قلی : واحدهای سنگی در محدوده آنومالی شامل مارن ماسه‌ای و آندزیت می باشد. منشاء این آنومالی نمونه 310 می باشد.

۲- بخش مرکزی برگه باقل آباد : در این محدوده گستره وسیعی از آنومالیهای درجه ۱ و ۲ دیده می شود. احتمالاً منشاء این آنومالیها واحدهای ولکانیکی پورفیری و آندزیت‌های کرتاسه می باشد.



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۴-۲-۲۹- آنومالیهای حاصل فاکتور آنالیز

همانگونه که در بخش قبل در مورد فاکتور آنالیز اشاره شد، متغیرهای ژئوشیمیائی به صورت ۵ عامل (فاکتور) نشان داده شده‌اند. در این بخش با استفاده از نقشه‌های تخمین شبکه پراکنش هر یک از متغیرهای مذکور نشان داده شده‌اند. مطابق نقشه شماره-۳۵:

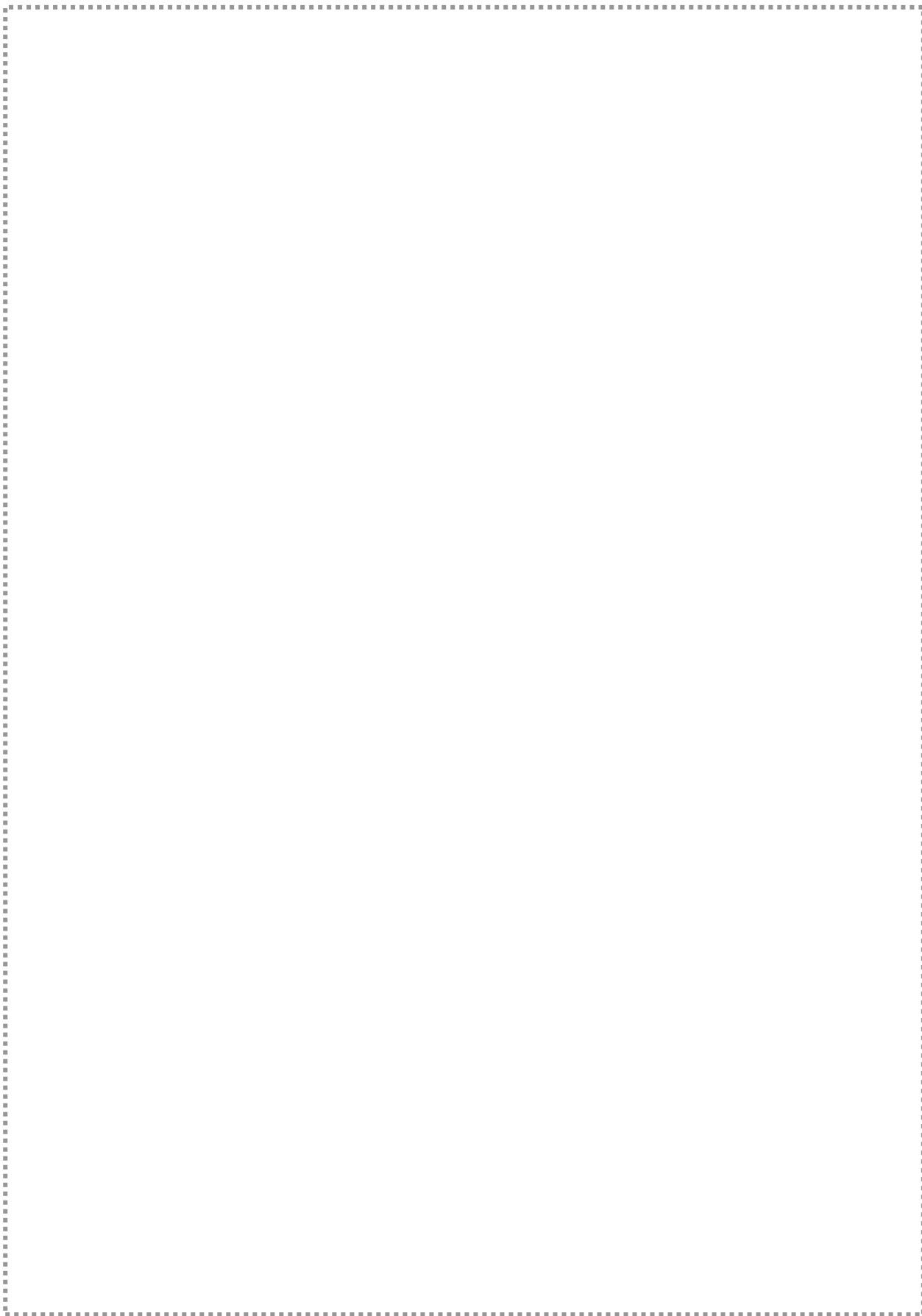
فاکتور اول: در برگیرنده تعداد زیادی از عناصر از جمله Sc، La، Fe، Ti، Be، Ba، Mn، Cr، Rb، Nb، W، Sn، Cu، Co، Zr، V، P می‌باشد. آنومالیهای حاصل از این فاکتور در بخش جنوب شرقی برگه خاندان قلی و جنوب غرب برگه باقل آباد دیده می‌شود، (نقشه شماره-۳۵).

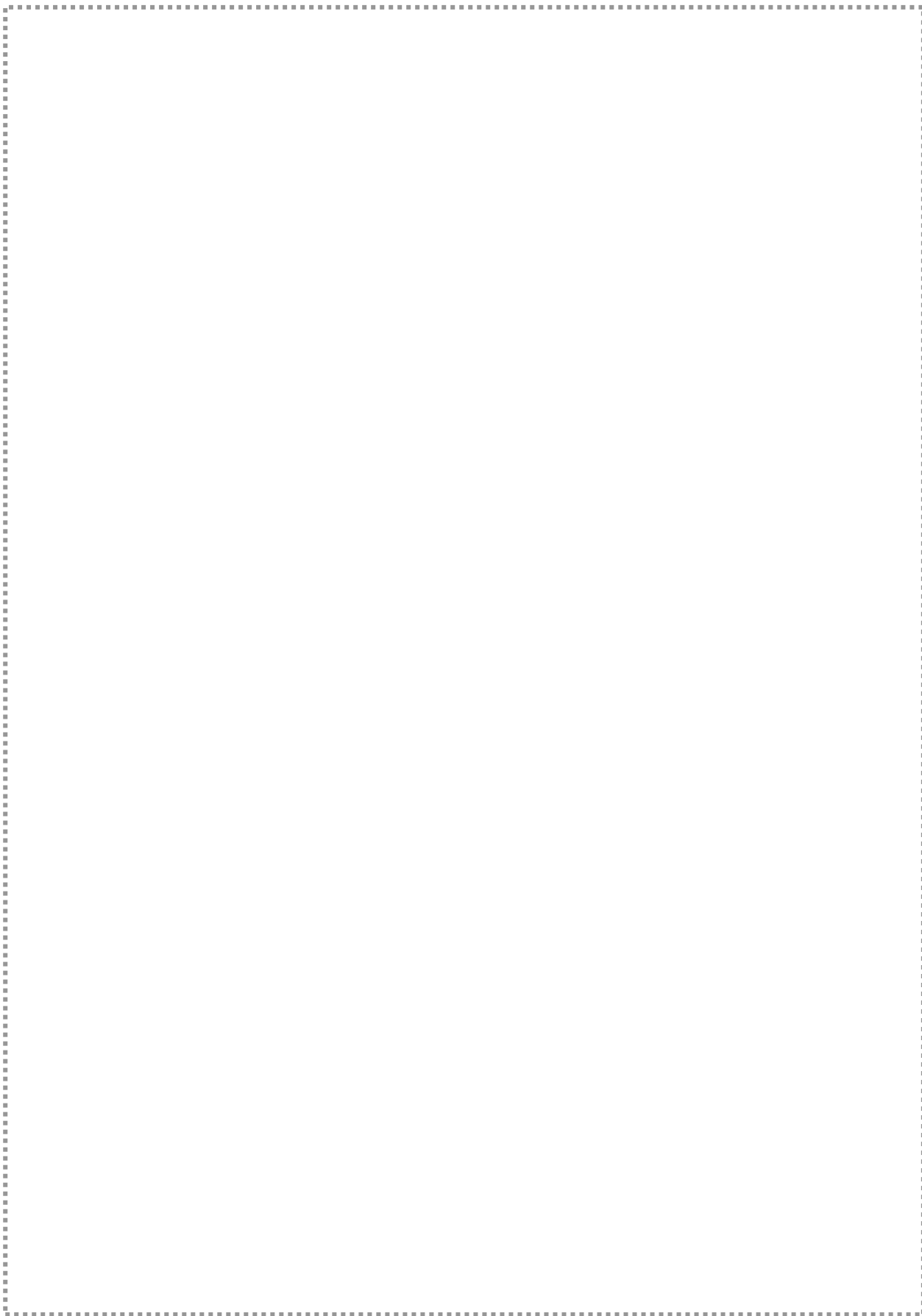
فاکتور دوم: شامل عناصر As، Sb و Mo می‌باشد. آنومالیهای این فاکتور در بخش مرکزی ورقه یکصد هزارم دیواندره و اطراف رودخانه قزل‌اوزن در غرب برگه قره‌طوره دیده می‌شود، (نقشه شماره-۳۶).

فاکتور سوم: شامل عناصر Sr، S، Ni، Bi و U می‌باشد. پراکندگی آنومالیهای این فاکتور در تمام ورقه دیواندره دیده می‌شود، به طوری که حضور آنومالی این فاکتور را می‌توان در حوالی رودخانه قزل‌اوزن و شرق ورقه یکصد هزارم دیواندره ملاحظه نمود، (نقشه شماره-۳۷).

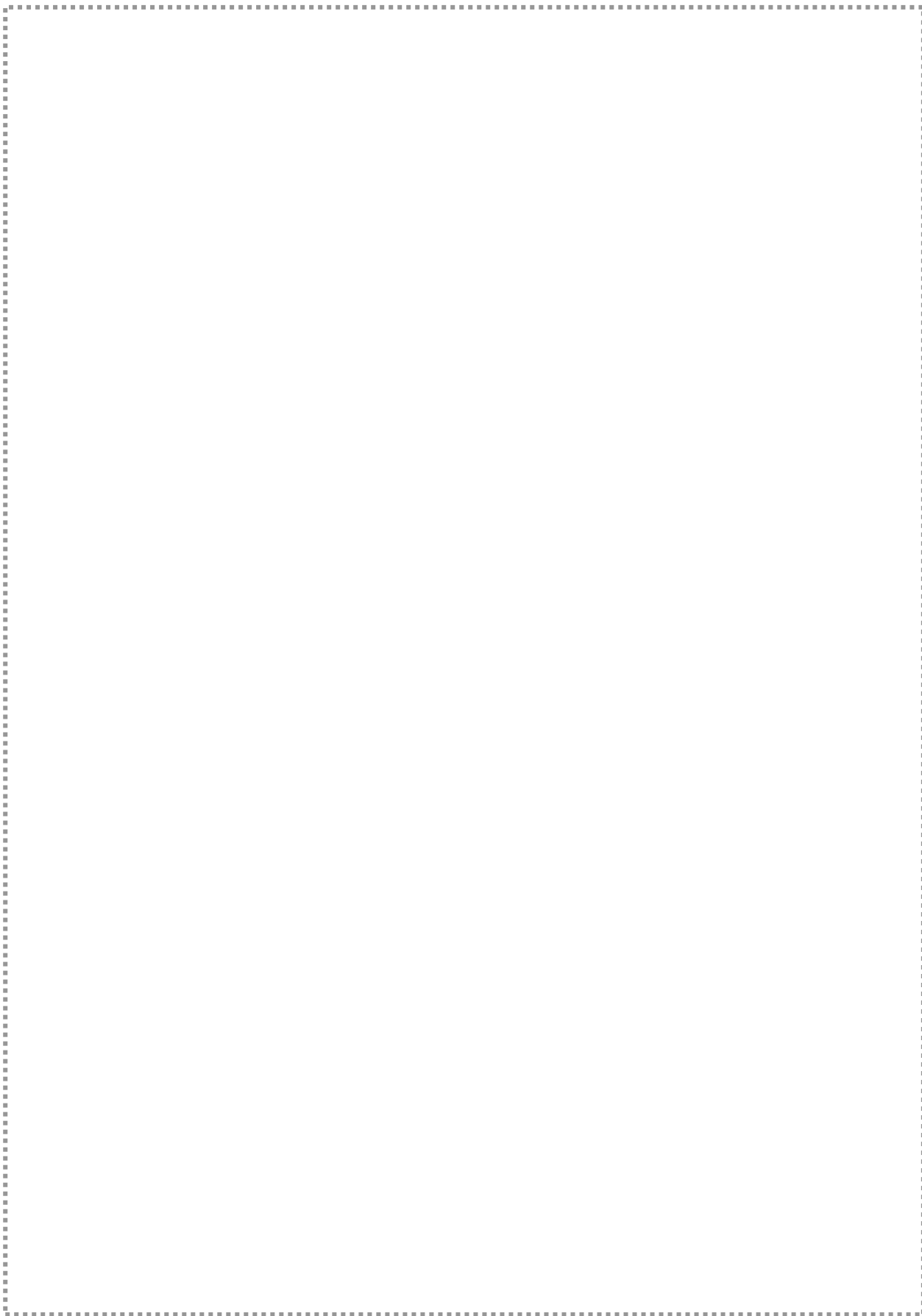
فاکتور چهارم: دربرگیرنده عنصر طلا می‌باشد و پراکندگی آنومالیهای آن تشابه زیادی با نقشه پراکندگی عنصر طلا دارد، (نقشه شماره-۳۸).

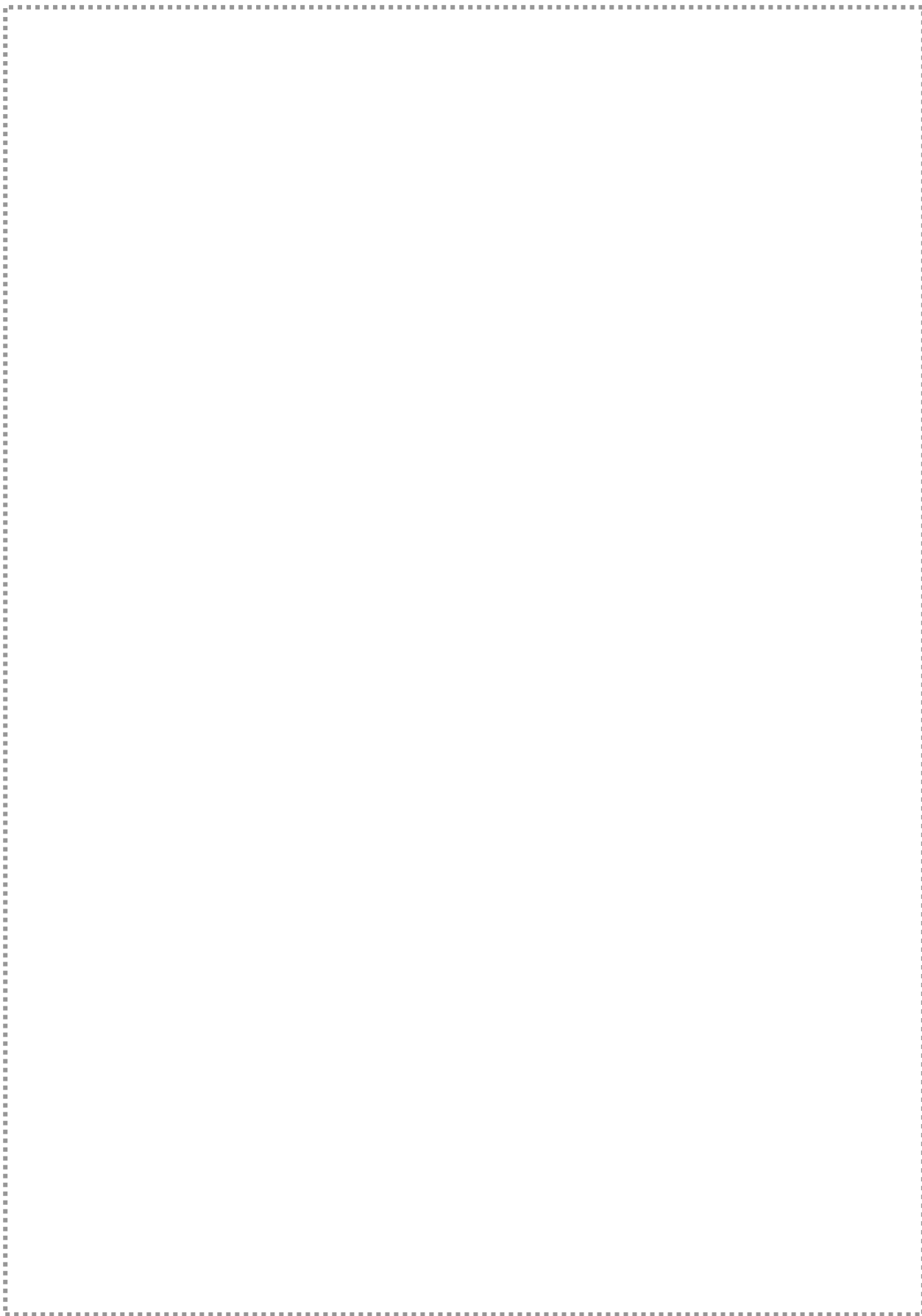
فاکتور پنجم: شامل عناصر Cd و Sb می‌باشد. آنومالیهای حاصل از این فاکتور را می‌توان در شمال برگه خاندان قلی و قره‌طوره و جنوب برگه باقل آباد مشاهده کرد، (نقشه شماره-۳۹).



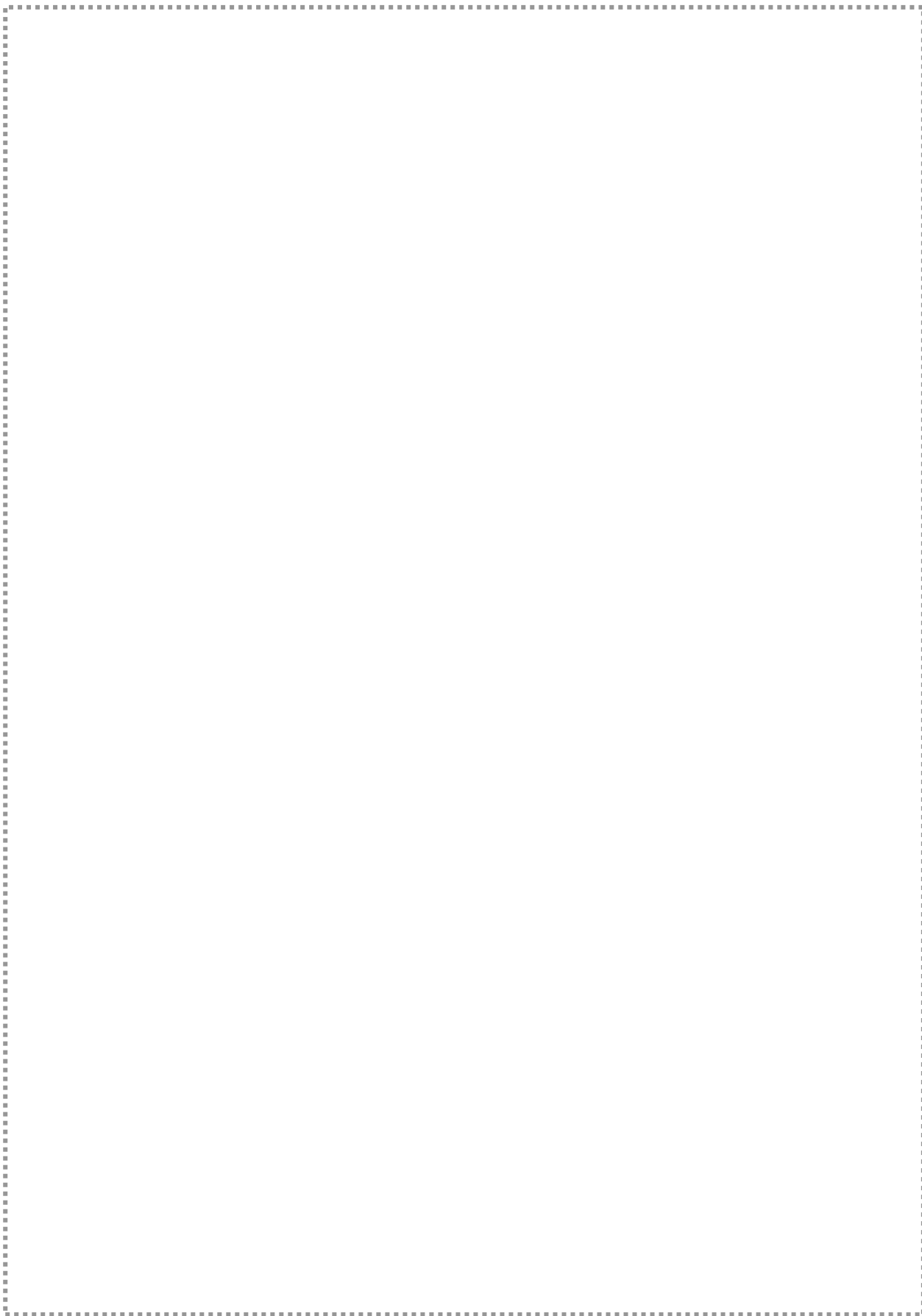


اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره





اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



۴-۲-۳۰- آنومالیهای ترکیبی

در این بخش با توجه به نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای در فصل قبل عناصری که بالاترین همبستگی را با یکدیگر از خود نشان داده با هم ترکیب نموده و نقشه‌های پراکندگی ترکیبی از این عناصر ترسیم نموده‌ایم. تجربه نشان داده است که اگر ترکیبی از مقادیر یک گروه از عناصر معرف بجای یک عنصر خاص به کار گرفته شود، هاله‌های ژئوشیمیایی در اطراف توده‌های کانساری بهتر مشخص می‌گردند. هرچند که در اکتشافات ناحیه‌ای به روش آبراه‌ای این شیوه زیاد موسوم نیست. با توجه به آنالیز خوشه‌ای عناصر در بخش قبل عناصر V، Sc، Ti، Fe بیشترین همبستگی را نشان می‌دهند. علاوه بر این عناصر، عناصر Sb-As، Cr-Ni، Cu-Co، Bi-Pb، Nb-W، Ba-Be نیز همبستگی نشان می‌دهند. در این بخش هر یک از مجموعه‌های عنصری فوق که دارای همبستگی خوبی هستند با هم ترکیب کرده و نقشه پرداختش ترسیم نموده‌ایم:

نقشه شماره-۴۰: شامل مجموع عناصر Fe، Ti، V، Sc می‌باشد. ترکیب این عناصر منجر به ایجاد آنومالی گسترده‌ای در جنوب غرب ورقه دیواندره شده است.

نقشه شماره-۴۱: شامل مجموع عناصر Ni، Cr می‌باشد. آنومالیهای این مجموعه در غرب ورقه دیواندره دیده می‌شود.

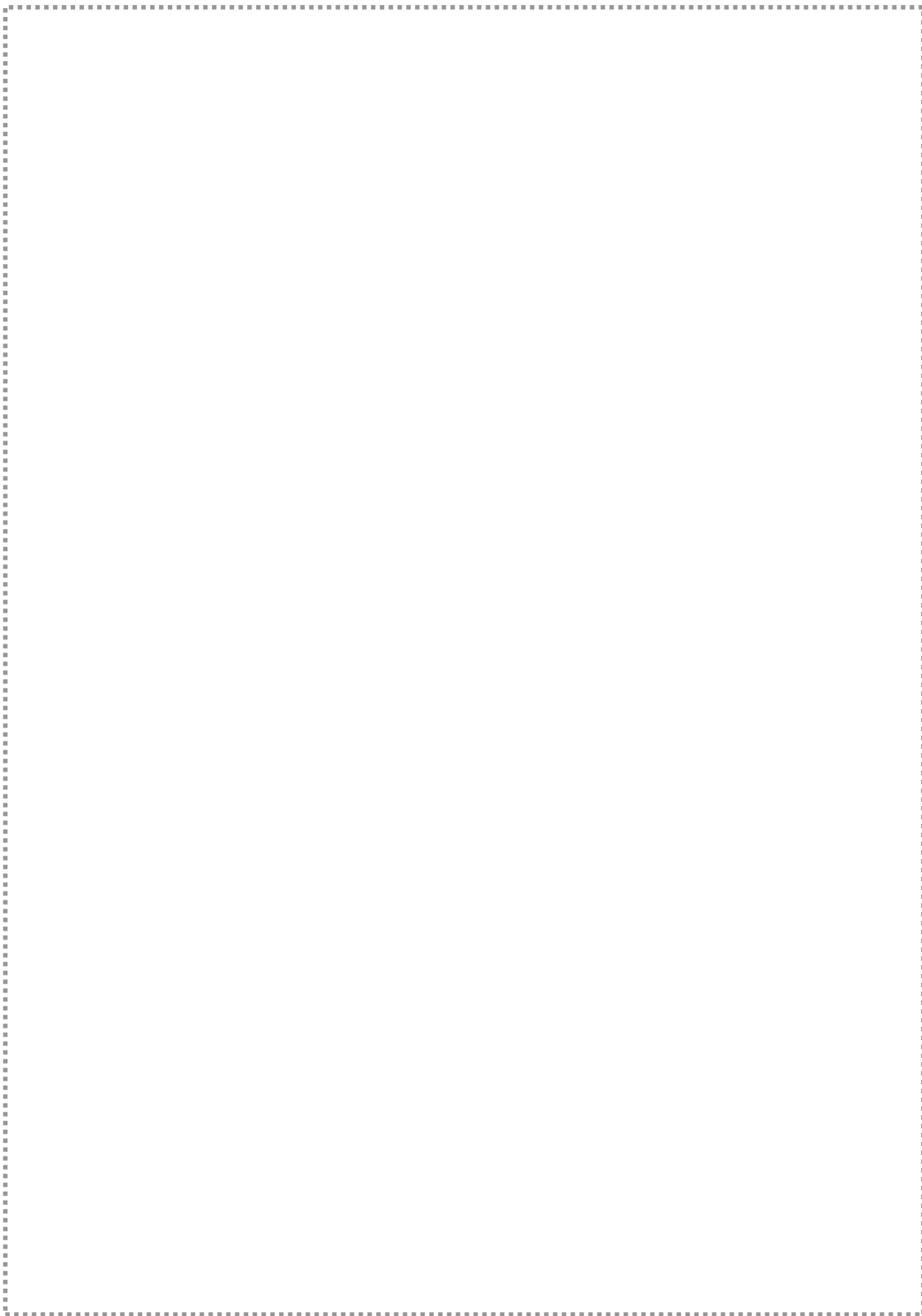
نقشه شماره-۴۲: شامل مجموع عناصر As، Sb می‌باشد. آنومالیهای این مجموعه مشابه فاکتور شماره-۲ می‌باشد.

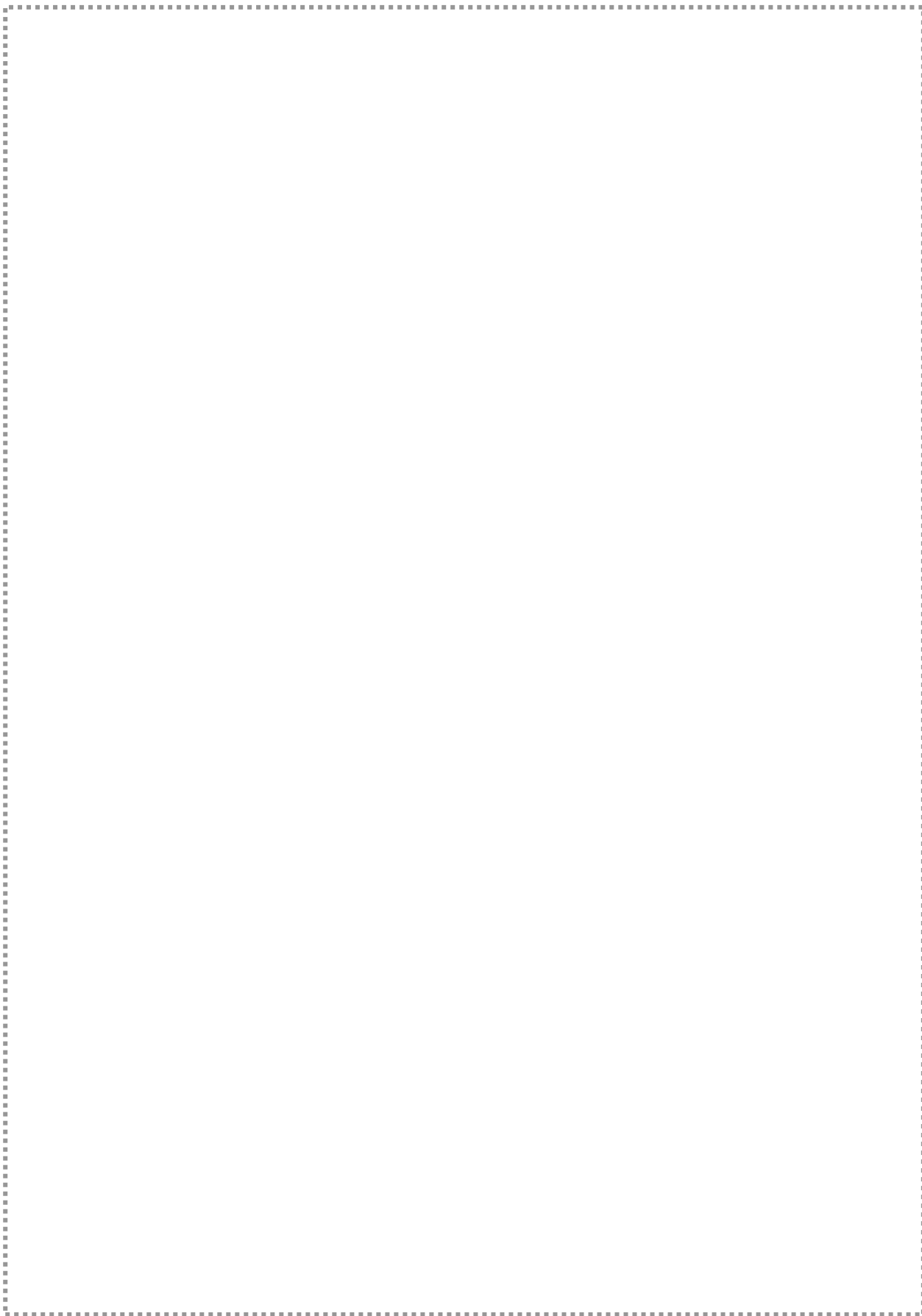
نقشه شماره-۴۳: شامل مجموع عناصر Ba، Be بوده و آنومالیهای آن در میان سنگهای ولکانیکی و پیروکلاستیک واقع در جنوب شرق ورقه یکصد هزارم دیواندره دیده می‌شود.

نقشه شماره-۴۴: شامل مجموع عناصر Nb، W می‌باشد. آنومالی عمده این مجموعه در جنوب شرق ورقه دیواندره، غرب برگه توپوگرافی دیواندره و حوالی رودخانه قزل‌اوزن دیده می‌شود.

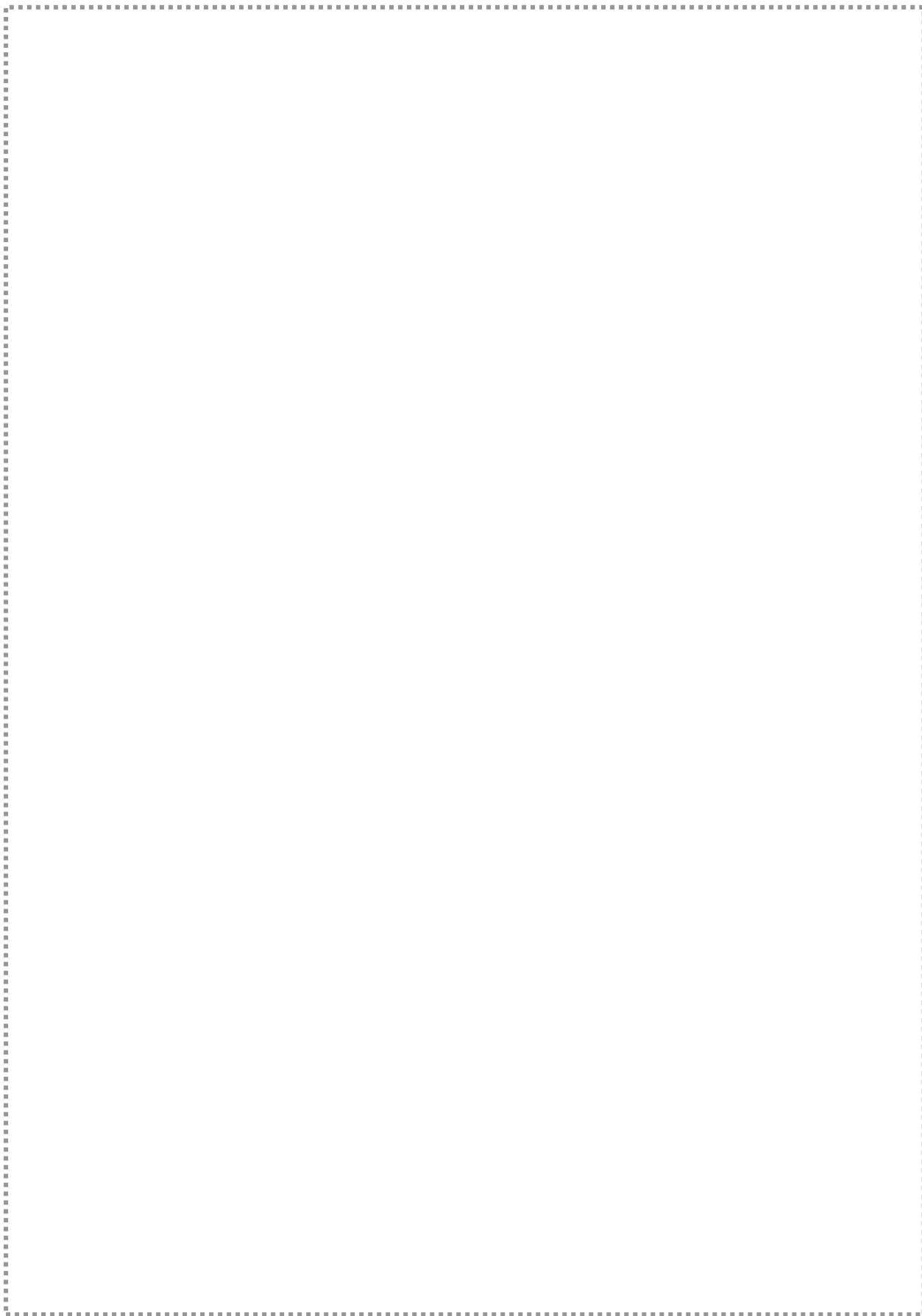
نقشه شماره-۴۵: شامل مجموع عناصر Bi، Pb بوده و آنومالیهای عمده آن در جنوب برگه خاندان‌قلی و جنوب برگه دیواندره دیده می‌شود.

نقشه شماره-۴۶: شامل مجموع عناصر Co، Cu می‌باشد. آنومالیهای این مجموعه مشابه نقشه‌های تک متغیره این عناصر در بخش شمالی و جنوبی برگه باقل‌آباد دیده می‌شود.

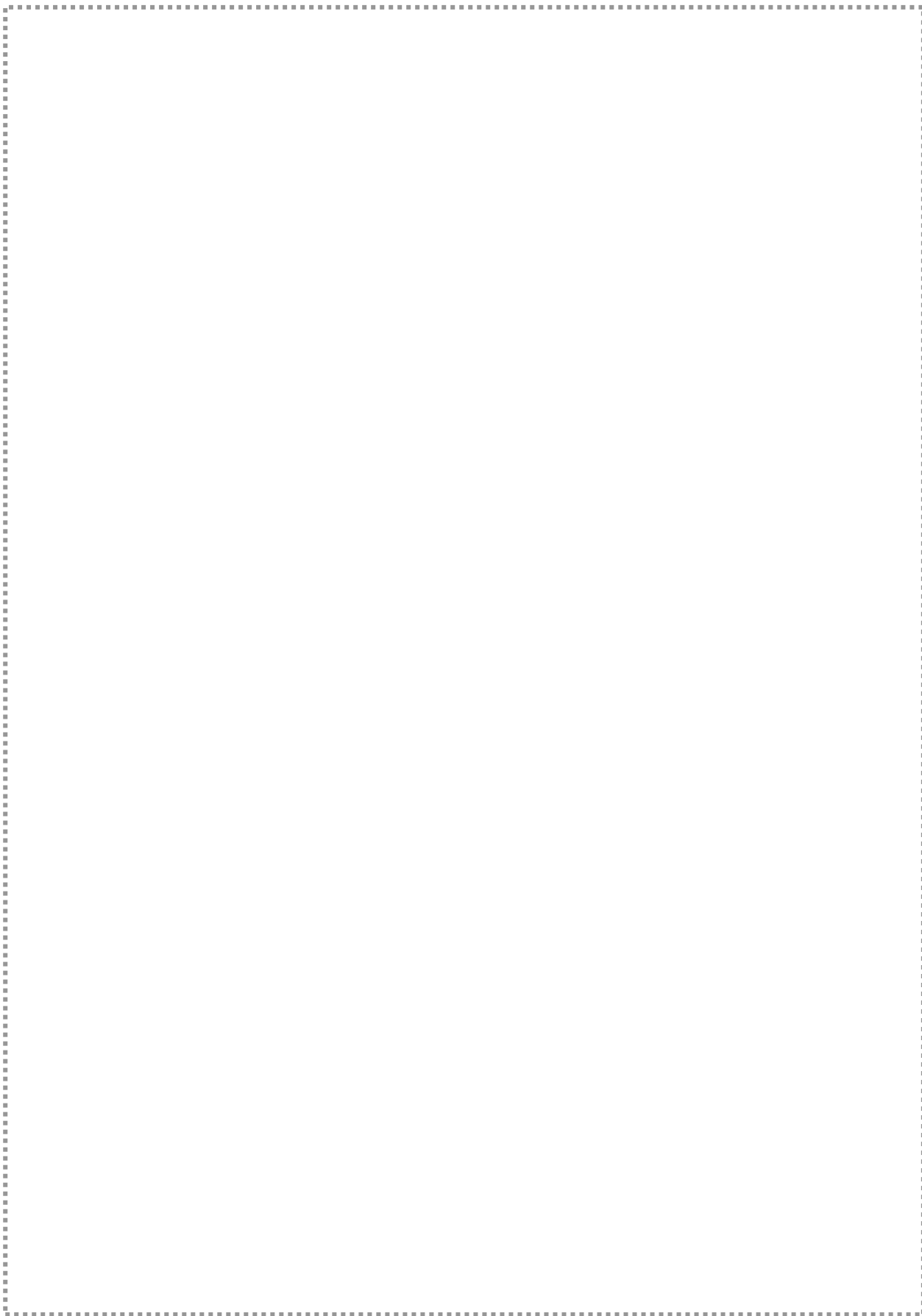




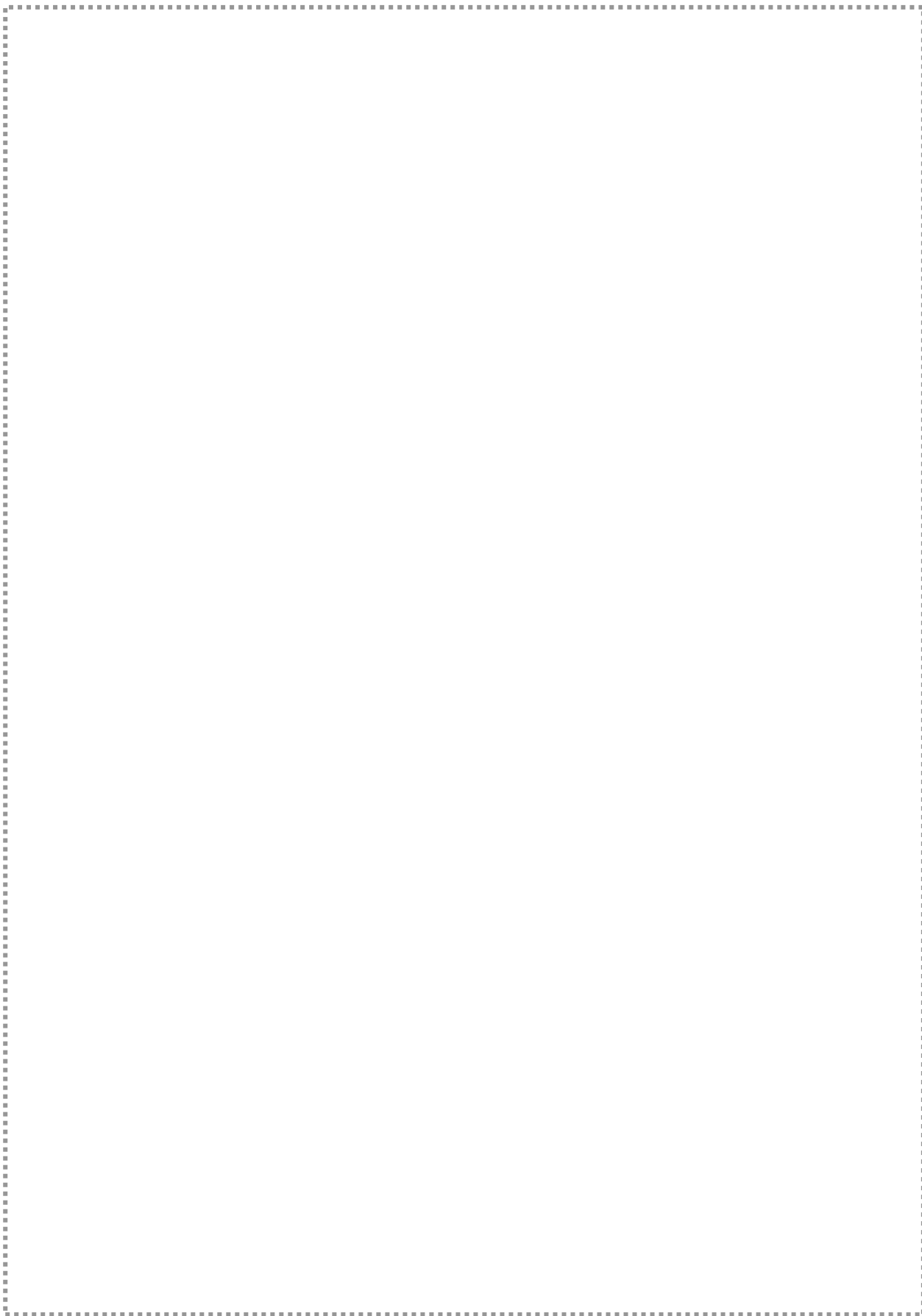
اکتشاف ژئوشیمیائی برکه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



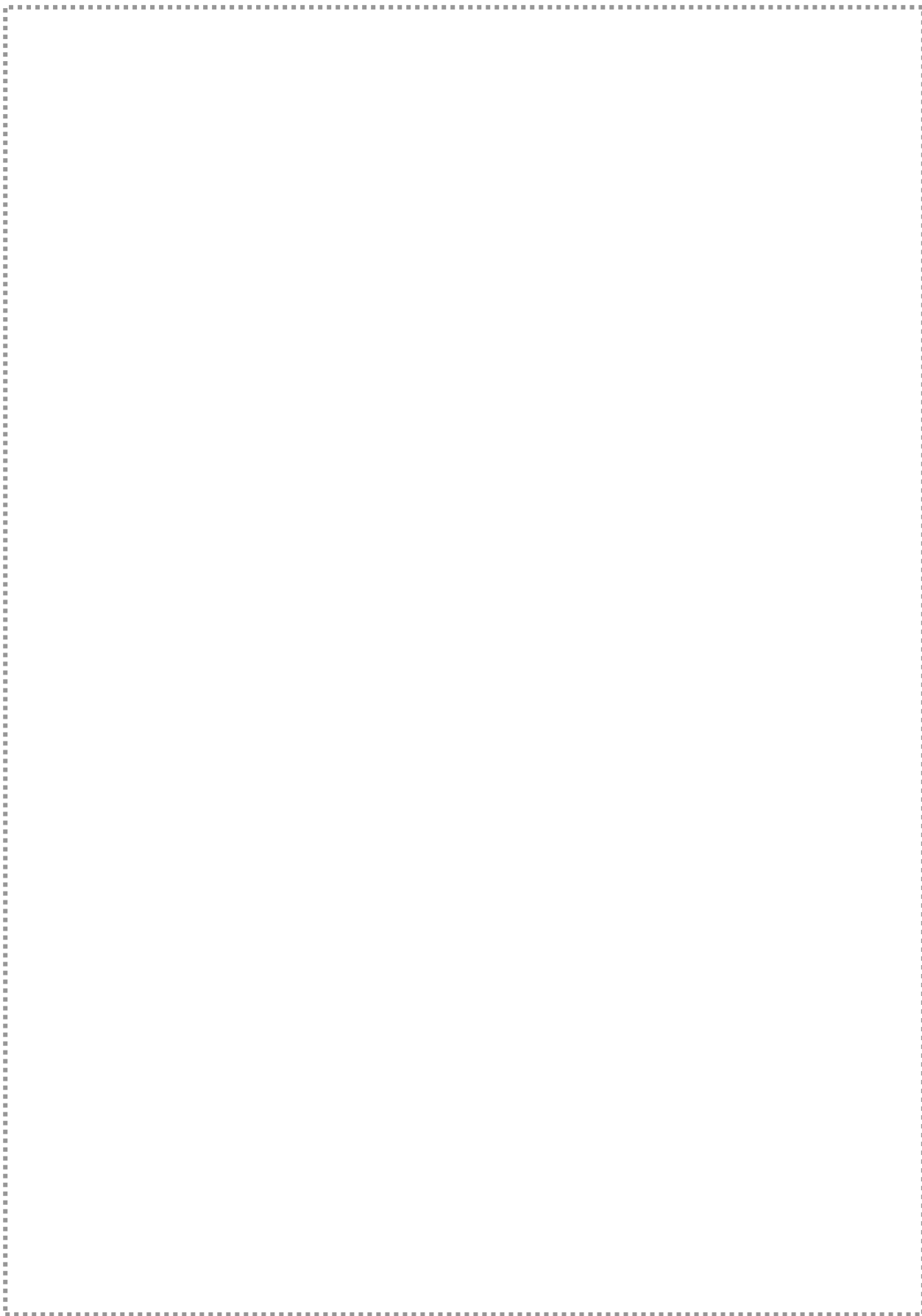
اكتشاف ژئوشیمیائی برکه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



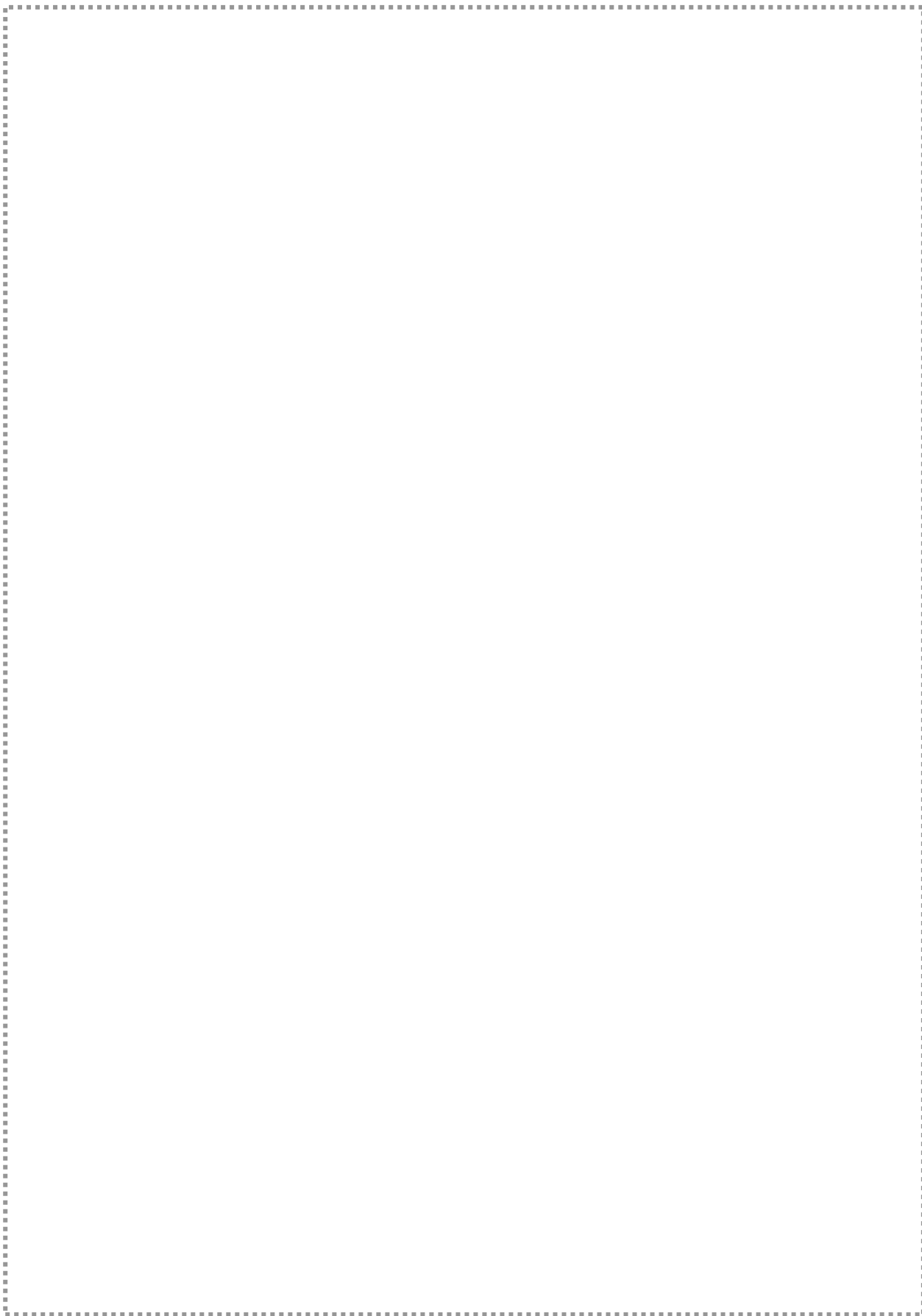
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اکتشاف ژئوشیمیائی برکه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



بخش پنجم

مطالعات دانسیته گسل و امتداد آنها

(بند- ۱۰ شرح خدمات)

از آنجا که در تشکیل بسیاری از کانسارها سیالات کانه‌ساز نقش اساسی دارند و برای حرکت آنها نیاز به کانال‌هایی در ابعاد مختلف می‌باشد و از طرفی توسعه چنین سیستم‌هایی در مجاری زونهای شکسته شده محتملتر است، لذا مطالعه زونهای شکسته شده در مقایسه توزیع آنومالیهای ژئوشیمیائی و کانی سنگین با نقشه توزیع شکستگیها می‌تواند در ارزیابی آنومالیها مفید واقع شود.

نکته اساسی در این مورد آن است که زمان تشکیل شکستگی در این خصوص بسیار با اهمیت است، زیرا تنها شکستگیهایی که قبل از فعال شدن پدیده کانی‌سازی توسعه یافته باشند می‌توانند در ایجاد کانالها و مجاری لازم جهت حرکت سیالات و تشکیل کانسارهای اپی‌ژنتیک مؤثر باشند. بنابراین شکستگیهایی که بعد از کانی‌سازی توسعه می‌یابند فقط می‌توانند در توسعه هاله‌های ثانویه آنها و تشکیل زون غنی‌شدگی اکسیدی و یا احیایی از نوع اپی‌ژنتیک سوپرژن مؤثر واقع شوند. از آنجا که در بررسیهای اکتشافی ناحیه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ اندازه‌گیری و مطالعه دقیق سازوکار تکتونیکی گسلها امکان‌پذیر نیست لذا توصیه شده است تا از طریق مطالعه دانسیته گسل‌ها به محدوده زون‌هایی که احتمال شکستگی در آنها بیشتر است، دست یافت. بدیهی است که در زون‌های کششی ممکن است شکستگی‌هایی توسعه یابند که همراه با گسلش نباشند. در این بررسی از گسلهای ترسیم شده در نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ دیواندره استفاده شده است.

منطقه مورد مطالعه با توجه به این که در مرز بین دو زون زاگرس بلند و سنج‌سیرجان واقع شده است دارای گسل خوردگی فراوان می‌باشد. از گسلهای عمده در این محدوده می‌توان گسل راستگرد و رورانده زاگرس با راستای شمال باختری- جنوب خاوری را نام برد. این گسل از بخش شمال خاوری محدوده می‌گذرد. از گسلهای اصلی دیگر گسل تراستی و راستگرد دنا است که ادامه گسل قطر- کازرون می‌باشد و از کناره جنوب غربی منطقه می‌گذرد. گسلهای دیگر این محدوده گسل هزاردره، گسل سبزه‌کوه و گسل راستگرد دارمه می‌باشند. با توجه به وجود این گسلها می‌توان نتیجه گرفت که این محدوده همواره متحمل دگرریختیهای تکتونیکی شدید بوده است.

از آنجا که اهداف ژئوشیمی اکتشافی، پی‌جویی کانسارهای اپی‌ژنتیک در درجه اول می‌باشد مطالعه دانسیته طول و امتداد و سازوکار گسلهای منطقه که در ارتباط با کانسارهای اپی‌ژنتیک می‌باشند می‌تواند بسیار مفید واقع شود.

۵-۱- روش مطالعه دانسیته طول گسل

مطالعه دانسیته طول گسل در ورقه دیواندره به شرح زیر انجام شد:

- ۱- انتخاب مبدا مختصات در گوشه جنوب غربی برگه زمین‌شناسی
- ۲- رسم شبکه مربعی به مساحت یک کیلومتر مربع بر روی نقشه زمین‌شناسی. به این ترتیب نقشه زمین‌شناسی به ۲۵۰۰ سلول با مساحت یک کیلومتر مربع تقسیم شد.
- ۳- اندازه‌گیری طول گسل‌های موجود در هر واحد شبکه و سپس محاسبه حاصل جمع آنها بازا واحد سطح. در این مورد گسلهایی که دارای امتداد مختلف هستند، طول آنها بدون در نظر گرفتن امتدادشان در نظر گرفته می‌شود، زیرا اثر آنها در ایجاد شکستگیها مشابه فرض می‌شود.
- ۴- اندازه‌گیری آزیموت گسلهای مختلف موجود در هر واحد شبکه و سپس رسم رزدياگرام آنها و تحلیل نتایج حاصل از آن.
- ۵- ترسیم نقشه دانسیته گسل بر روی نقشه توزیع گسل و آبراهه‌ای به منظور مشخص شدن موقعیت دقیق مناطق دارای دانسیته گسلی بالا.
- ۶- مقایسه نقشه آنومالی ژئوشیمیایی با نقشه دانسیته گسل جهت شناسایی آنومالیهای مرتبط با کانسارهای اپی‌ژنتیک

نقشه شماره ۴۷- به عنوان دانسیته طول گسل و شکل (۵-۱) رزدياگرام تغییرات دانسیته طول بر امتداد گسل در ورقه دیواندره ترسیم شده است. مطابق نقشه مذکور مناطق دارای دانسیته بالای گسلی در مجاورت گسلها دیده می‌شود. ترسیم نقشه در سیستم کریچینگ انجام شده است و رنگ آمیزی آن بر اساس پارامترهای آماری مربوط به عامل تراکم (Z) می‌باشد. به طوری که:

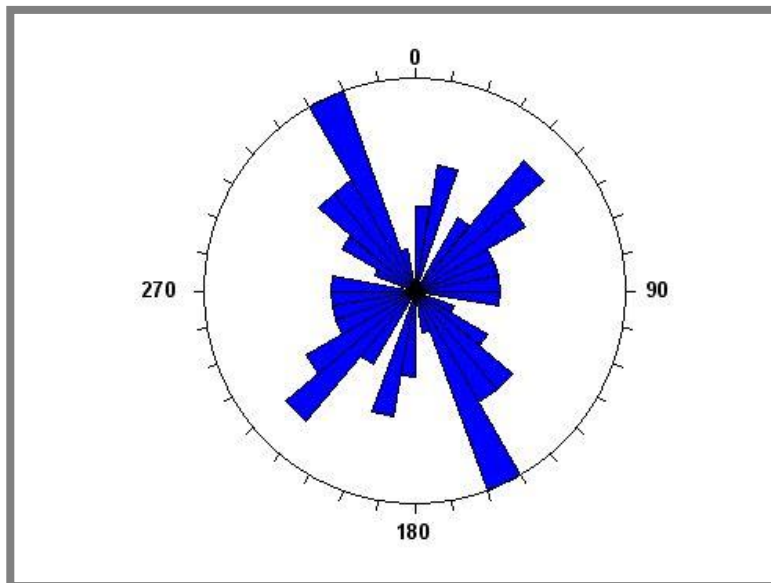
$$Z < X + S \quad \checkmark \text{ آبی}$$

$$X + S < Z < X + 2S \quad \checkmark \text{ سبز}$$

$$X + 2S < Z < X + 3S \quad \checkmark \text{ صورتی}$$

$$Z > X + 3S \quad \checkmark \text{ قرمز}$$

در این روابط X مقدار میانه عامل تراکم (Z)، S انحراف معیار و Z عامل تراکم گسلها می‌باشد.



شکل (۵-۱): رزددیاگرام تغییرات دانسیته طول بر امتداد گسل در ورقه دیواندره.

با توجه به نقشه شماره- ۴۷ و شکل ۵-۱ نتایج زیر حاصل می شود:

۱- منطقه مورد مطالعه دارای تراکم گسلی پایین بوده به طوریکه اغلب مناطق موجود در برگه دیواندره فاقد گسل می باشد. دلیل این امر می تواند اولاً استفاده از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی و ثانیاً پوشیده شدن بخش گسترده ای از منطقه توسط آبرفت های عهد حاضر باشد.

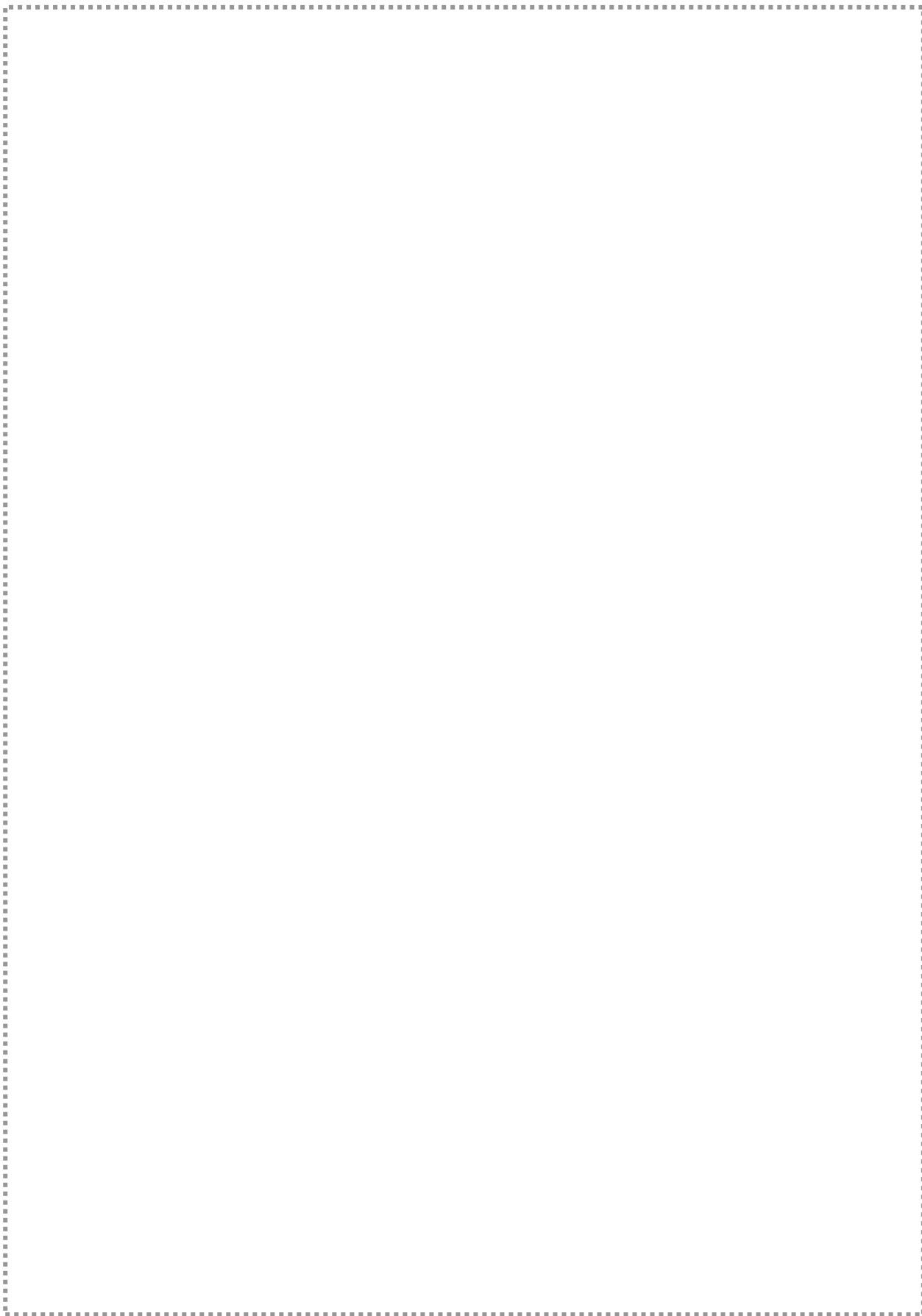
۲- تراکم بالای گسلها در دو منطقه مشاهده می شود:

الف) شمال تا شمال خاوری منطقه.

ب) غرب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه.

۳- با توجه به رزددیاگرام گسلهای منطقه، روند گسلها در درجه اول شمال غرب- جنوب شرق و در درجه دوم شمال شرق- جنوب غرب می باشد.

اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



بخش ششم

فاز کنترل آنومالیهای ژئوشیمیائی

در اکتشافات ژئوشیمیائی با مقیاس ناحیه‌ای، که به منظور کشف هاله‌های ثانوی کانسارهای احتمالی انجام می‌پذیرد، معمولاً منطقه وسیعی تحت پوشش اکتشافی قرار می‌گیرد. این روند سبب کشف آنومالیهای ظاهری موجود در محیطهای ثانویه می‌شود. این آنومالیها در اثر عوامل متعددی به وجود می‌آیند که عبارتند از:

- تأثیر سنگ بالادست
- آلودگیهای مختلف موجود در محیط (صنعتی، کشاورزی و...)
- آلوده شدن نمونه ضمن نمونه‌برداری و آماده‌سازی
- ناهمگنی موجود در نمونه آنالیز شده
- عوامل کانه‌زائی

از طرفی به دلیل اینکه در روش ژئوشیمیائی، هر عنصر مستقیماً مورد آنالیز قرار می‌گیرد توجهی به‌فاز پیدایش آن نمی‌شود، از اینرو هاله‌های ثانوی کشف شده نمی‌توانند همیشه معرف کانی‌سازی باشند، بنابراین برای تمیز دادن آنومالیهای واقعی (که در ارتباط با پدیده کانی‌سازی بوده و دارای مؤلفه اپی‌ژنتیک قابل ملاحظه می‌باشند)، از انواع کاذب مرتبط با پدیده‌های سنگ‌زائی (مؤلفه سین‌ژنتیک) باید به کنترل زمینی آنها پرداخت.

روشهای مختلفی برای کنترل آنومالیها وجود دارد که می‌توان به کمک آنها آنومالیهای مقدماتی ژئوشیمیائی عناصر را تأیید یا باطل کرد. این روشها عبارتند از:

- ۱- بررسی مناطق دگرسان شده و زونهای مینرالیزه احتمالی.
- ۲- برداشت نمونه از سیستمهای درز و شکاف پر شده توسط مواد معدنی.
- ۳- نمونه‌برداری کانی سنگین از محدوده آنومالیها.

۶-۱- برداشت نمونه‌های مینرالیزه و آلتره

نوع دیگری از شواهد واقعی بودن آنومالیهای ژئوفیزیکی یا ژئوشیمیائی پیدایش مناطق کانی‌سازی در سطح زمین است. اگر سطح فرسایش کنونی سطح کانی‌سازی احتمالی را قطع کرده باشد می‌توان آثار کانی‌سازی را مستقیماً رؤیت کرد. در این صورت لازم است از عوارض مرتبط با کانی‌سازی نمونه‌هایی برداشت نمود. این نمونه‌ها با این هدف برداشت می‌شوند که بیشترین عیار را نمایان سازند، بنابراین به‌طور نظام‌وار از مناطق پرعیار برداشت خواهند شد. از این نمونه‌ها نمی‌توان و نباید استنباطی در مورد عیار ماده معدنی به‌عمل آورد.

از دیگر نمونه‌هایی که لازم است برای کنترل آنومالیها برداشت گردد نمونه‌های مرتبط با دگرسانیهای وابسته به کانی‌سازی احتمالی است. معمولاً هاله‌های دگرسانی مانند غلافی هسته کانی‌سازی را در بر می‌گیرند و گاهی هم با آن هم‌آغوش می‌شوند. از آنجا که هاله‌های دگرسانی بزرگتر از توده‌های کانی‌سازی شده هستند، لذا احتمال این که سطح فرسایش کنونی آنها را قطع کند و نمایان شوند، بیشتر است. این امر به‌خصوص در مورد توده‌های کانی‌سازی پنهان، که اکتشاف آنها پرهزینه و ریسک آن بالاتر است، صادق است. از اینرو نمونه‌برداری از هاله‌های دگرسانی به‌منظور تعیین ترکیب کانی‌شناسی هاله‌های دگرسانی و همچنین عیارسنجی آن بسیار ضروری است و می‌تواند نتایجی را که دال بر تأیید و یا تکذیب آنومالی باشد، در اختیار گذارد.

در محدوده ورقه دیواندره مجموعاً تعداد ۵۰ نمونه مینرالیزه و دگرسانی برداشت شد. سپس این نمونه‌ها به‌روش ICP مورد آنالیز شیمیائی قرار گرفتند. نتایج آنالیز شیمیائی این نمونه‌ها در جدول (۶-۱) آورده شده است.

با توجه به نتایج آنالیز شیمیائی این نمونه‌ها و مقایسه با جدول ژینزبرگ (جدول ۶-۲) مشاهده می‌شود عیار اغلب نمونه‌ها در محدوده "کانی‌سازی عقیم" و "کانی‌سازی پراکنده" واقع شده است. در این میان برخی از نمونه‌ها دارای Fe، Mn، As، Cu بالایی بوده و در محدوده کانی‌سازی کانساری واقع می‌شود.

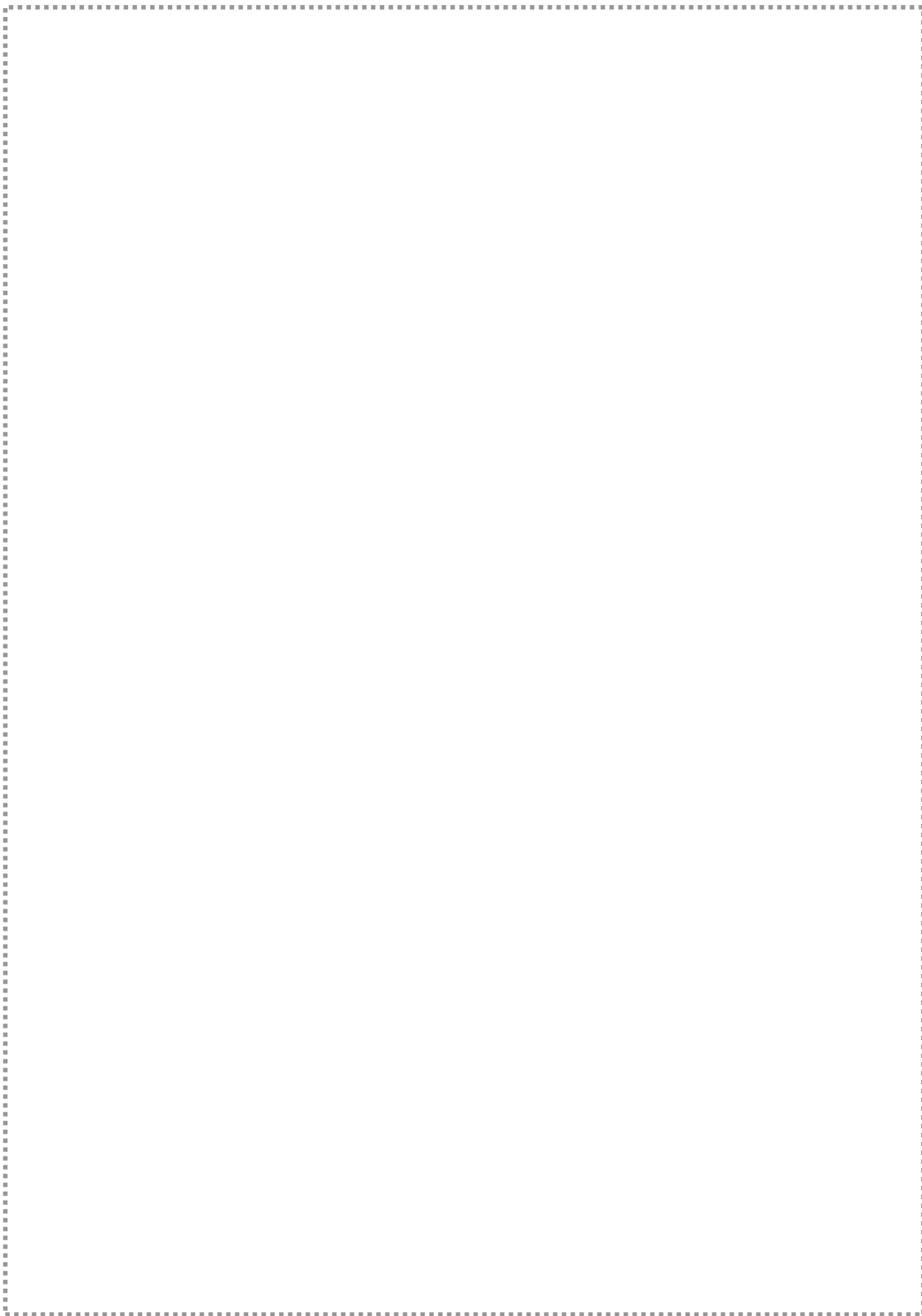
۶-۲- آنالیز ویژگی نمونه‌های مینرالیزه

این آنالیز جهت رتبه‌بندی اهمیت اکتشافی نمونه‌ها و عناصر (متغیرهای ژئوشیمیائی) صورت می‌پذیرد. برای این منظور از طریق جدول ژینزبرگ اعداد ۱، ۰، ۲ به ترتیب برای کانی‌سازی پراکنده و عقیم، کانی‌سازی غنی‌شده و کانی‌سازی کانساری در نظر گرفته می‌شود. سپس آنالیز ویژگی بر روی داده‌ها صورت می‌گیرد. برای این منظور ماتریس نمونه عنصر را تشکیل می‌دهیم. در این ماتریس فراوانی یک عنصر یا در حد کانی‌سازی کانساری، یا در حد کانی‌سازی غنی‌شده و یا در حد کانی‌سازی پراکنده و عقیم است. در این صورت برای هر یک به ترتیب اعداد ۲، ۱ و ۰ در ماتریس ذکر شده قرار داده می‌شود. ماتریس حاصل یک بار برای متغیرهای عنصری و یکبار برای نمونه‌ها مورد آنالیز ویژگی قرار می‌گیرد. داده‌های خام حاصل از آنالیز نمونه‌های مینرالیزه در جدول (۶-۱) و نتایج حاصل از آنالیز ویژگی متغیرهای نمونه‌های مینرالیزه در جدول (۶-۳) آورده شده است. مطابق این جدول‌ها می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عناصر مس، آرسنیک، منگنز، آهن و تیتانیم در برگه دیواندره دارای بیشترین اهمیت اکتشافی می‌باشد.

جدول (۶-۱): نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه در برگه دیواندره.

جدول (۶-۲) : حدود غلظت بعضی از عناصر برای هر یک از چهار نوع کانی سازی (عقیم، پراکنده، غنی شده، کانساری، (ژینزبرگ، ۱۹۶۰).

عنصر	کانی سازی عقیم	کانی سازی پراکنده	کانی سازی غنی شده	کانی سازی کانساری
Ag	--	۱-۶	> ۷	-
As	--	۳۰۰-۶۰۰	۷۰۰-۱۰۰۰	> ۱۰۰۰
Au	--	--	> ۱۰	--
Ba	< ۶۰۰	۷۰۰-۳۰۰۰	۴۰۰۰-۶۰۰۰	> ۶۰۰۰
Bi	--	۶۰-۱۰۰	۱۱۰-۶۰۰	> ۶۰۰
Cd	--	۱۰۰-۳۰۰	۴۰۰-۶۰۰	> ۶۰۰
Co	--	۱۰۰-۳۰۰	۴۰۰-۶۰۰	> ۶۰۰
Cr	< ۴۰۰	۴۰۰-۱۰۰۰	۱۱۰۰-۱۰۰۰۰	> ۱۰۰۰۰
Cu	< ۶۰	۷۰-۶۰۰	۷۰۰-۳۰۰۰	> ۳۰۰۰
Mn	< ۳۰۰	۴۰۰-۱۰۰۰	۱۱۰۰-۱۰۰۰۰	> ۱۰۰۰۰
Mo	< ۶	۷-۶۰	۷۰-۶۰۰	> ۶۰۰
Ni	< ۱۰۰	۱۰۰-۱۰۰۰	۱۱۰۰-۳۰۰۰	> ۳۰۰۰
Pb	< ۶۰	۷۰-۶۰۰	۷۰۰-۳۰۰۰	> ۱٪
Sb	--	۱۰۰-۳۰۰	۴۰۰-۱۰۰۰	> ۱۰۰۰
Sn	--	۶۰-۶۰۰	۷۰۰-۱۰۰۰	> ۱۰۰۰
Sr	< ۶۰۰	۷۰۰-۳۰۰۰	۴۰۰۰-۶۰۰۰	> ۶۰۰۰
V	< ۳۰۰	۴۰۰-۶۰۰	۷۰۰-۱۰۰۰	> ۱۰۰۰
W	--	۱۰۰	۱۰۰-۶۰۰	> ۶۰۰
Zn	< ۱۰۰	۱۱۰-۶۰۰	۷۰۰-۳۰۰۰	> ۳۰۰۰



۳-۶- نمونه برداری کانی سنگین

با توجه به نتایجی که از آنالیز کانیهای سنگین به دست می آید می توان هاله های ثانویه را به دو گروه تقسیم کرد که عبارتند از:

- هاله های ثانویه مرتبط با کانی سازی
- هاله های ثانویه مرتبط با پدیده سنگ زائی.

در مورد هاله های ثانویه مرتبط با کانی سازی، کانیهای مستقل یک عنصر معمولاً در جزء سنگین (به صورت فاز مستقل) رسوب آبراهه ای یافت می شوند، ولی در مورد هاله های ثانویه مرتبط با پدیده های سنگ زائی پیدایش یک عنصر معمولاً به صورت ترکیب محلول جامد در ساختمان شبکه همراه با عناصر دیگر است.

بدیهی است تحرک یک ذره کانی سنگین داخل آبراهه نسبت به یک یون بسیار کمتر است، لذا هاله های کانی سنگین نسبت به هاله های ثانویه ژئوشیمیائی دارای وسعت کمتری هستند. بدین لحاظ نمونه های کانی سنگین از داخل محدوده های آنومالیهای ژئوشیمیائی می تواند مفید باشد.

در ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ دیواندره در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیائی مقدماتی به برداشت ۱۰۰ نمونه کانی سنگین مبادرت گردید. هر نمونه کانی سنگین از چند محل، از قبیل پیچ آبراهه، پشت تخته سنگهای بزرگ در کف آبراهه و... که احتمال تمرکز کانی سنگین در آن بیشتر بود، برداشت شده است.

۳-۶-۱- عملیات مطالعه نمونه های کانی سنگین

(موضوع بندهای ۱۲-۲، ۲-۹ و ۳-۹ شرح خدمات)

مطالعه نمونه های کانی سنگین شامل دو مرحله می باشد:

الف- آماده سازی نمونه کانی سنگین جهت مطالعه.

ب- مطالعه اجزاء مختلف آن.

آماده سازی نمونه های کانی سنگین شامل گل شوئی و لاوک شوئی است. قبل از انجام این مراحل، اندازه گیری حجم کل نمونه برای محاسبات بعدی الزامی است. در مرحله گل شوئی با شستشوی کامل نمونه، گل نمونه که عمدتاً شامل ذرات دانه ریز رسی است از آن جدا شده و نمونه

آماده لاوک شوئی می شود. در مرحله لاوک شوئی، نمونه به درون ظرف مخصوص ریخته شده و پس از غوطه ور کردن نمونه در آب و حرکات دورانی مناسب آن، مواد سبک شستشو و از آن خارج شده و جزء سنگینتر باقی می ماند. این نمونه، که نسبت به نمونه اولیه حجم بسیار کمتری دارد، خشک شده و مورد حجم سنجی قرار می گیرد و اعداد حاصل در فرم مربوطه ثبت می شود. مرحله بعدی شامل کاهش وزن نمونه از طریق تقسیم کن شانه ای است. بخشی از این جزء از طریق بروموفرم به دو قسمت جزء سبک و جزء سنگین تقسیم می گردد. پس از بروموفرم گیری حجم هر یک از دو بخش سنجیده شده و سپس از طریق به کارگیری آهنربای دستی با بار معین جزء سنگین به سه بخش تقسیم و حجم هر یک تعیین می شود.

جزء فرومغناطیسی دارای خاصیت مغناطیسی شدید بوده و به طور عمده شامل منیتیت و گاهی ایلمنیت می باشد. جزء دیگر دارای خاصیت مغناطیسی متوسطی است و بیشتر شامل کانیهای مافیک مانند پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت است. جزء غیرمغناطیسی خاصیت مغناطیسی نداشته و اغلب کانیهای فرعی مانند آپاتیت، زیرکن و بسیاری از کانه ها در آن متمرکز می شوند. در این پروژه هر سه بخش با استفاده از میکروسکوپ بینوکولار مورد مطالعه چشمی قرار گرفته است. در این روش، مشخصات فیزیکی کانیها مانند رنگ، سیستم تبلور، جلا، سختی، شفافیت و... اساس تشخیص می باشد. از این طریق نسبت درصد هر کانی در نمونه به طریق حجمی برآورد می گردد. برای محاسبه فراوانی نسبی کانیهای سنگین در نمونه اصلی (به صورت برداشت شده) از فرمول زیر استفاده گردیده است:

$$\text{فراوانی کانی سنگین (گرم بر تن)} = \frac{X \times Y \times B \times D \times 10000}{A \times C \times D}$$

در این فرمول متغیرها عبارتند از:

X: درصد کانی مورد نظر ضرب در جرم فراکسیون مربوط به آن پس از جدایش مغناطیسی.

Y: حجم نمونه پس از بروموفرم گیری.

B: حجم نمونه پس از شستشو.

D: وزن مخصوص کانی مورد مطالعه.

A: حجم کل نمونه برداشت شده در صحرا (پس از الک کردن).

C: حجم نمونه انتخابی برای جدایش با بروموفرم.

D: وزن مخصوص رسوب برداشت شده در صحرا که در این پروژه معادل ۲/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب در نظر گرفته شده است.

در نقشه توزیع کانی سنگین تعدادی از نمونه‌ها جهت یک یا چند کانی سنگین معرفی شده‌اند. در فاز بعدی اکتشافی هدف انتخاب بهترین آنومالی‌ها و انجام پی‌جویی‌های مفصلتر در حوضه آبریز مربوطه است، (نقشه شماره-۴۸).

اما این مطلب که واقعاً کدام نمونه‌های آنومالی ارزش پی‌جویی‌های بیشتری را دارند تعمق و تفکر بیشتری را می‌طلبد. در بررسی‌های زمین‌شناسی شناخت ژنز کانسارهای پلاسرو مطالعه اقتصادی آنها، نوع و پاراژنز کانیها اهمیت ویژه‌ای دارد. در این ارتباط سه مطلب زیر را مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

الف) محتوای نمونه‌های آنومالی از چه نوع کانی‌هایی هستند.

ب) محتوای نمونه‌های آنومالی از چه تعداد کانی با ارزش تشکیل شده‌اند.

پ) کانی‌های مهم و با ارزش در کدام یک از نمونه‌ها از مقادیر آنومالی برخوردار هستند.

با توجه به نتایج مطالعات انجام گرفته بر روی نمونه‌های کانی سنگین منطقه مورد مطالعه کانیهای سنگین به سه دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از

۱- کانیهای سنگ‌ساز

۲- کانیهای مرتبط با نهشته‌های مینرالیزه

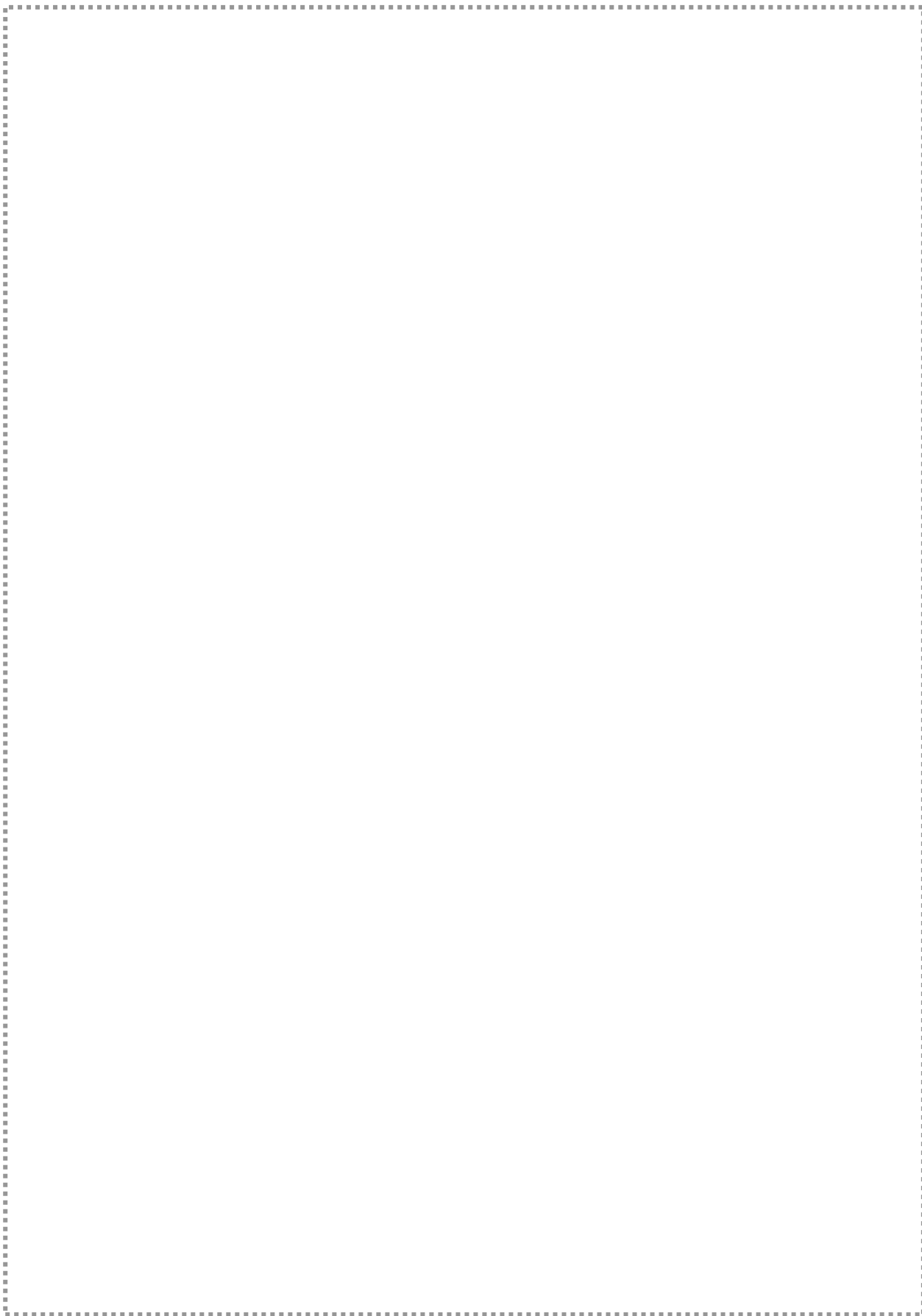
۳- کانیهای دگرسانی

۳-۲-۳-۶- کانیهای سنگ‌ساز

بر پایه مطالعات انجام شده کانیهای سنگ‌ساز زیرکن، آپاتیت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، کربنات کلسیم و مگنتیت مشاهده شده است.

برخی از نمونه‌های کانی سنگین دارای مقادیر بالایی از کانیهای زیرکن، آپاتیت، پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت می‌باشد. حضور این کانیها در مناطقی است که شاهد گسترش واحدهای آندزیتی و ولکانیکی پورفیری هستیم. منطقه مذکور در بخش جنوب شرق ورقه دیواندره گسترش یافته است. نمونه‌هایی از قبیل 295H، 296H، 294H، 293H، 290H، 291H، 286H، 267H، 276H، 310H و 305H از این قبیل هستند.

دومین دسته شامل قطعات کربنات کلسیم می‌باشد. مقدار این ذرات در نمونه‌هایی افزایش می‌یابد که در بالادست آن رخنمونهای آهکی وجود داشته باشد.



۳-۳-۶- کانیهای مرتبط با نهشته‌های مینرالیزه

با توجه به مطالعات صورت گرفته این کانیها به ترتیب عبارتند از : طلا، نقره، سینابار، ملاکیت، آزوریت، مس طبیعی، سرب طبیعی و سروزیت.

علاوه بر کانیهای مینرالیزه فوق کانیهای دیگری که هر یک می‌تواند معرف تیپ خاصی از کانه‌زائی باشد نیز در نمونه‌های مورد مطالعه مشاهده شده‌اند. مهمترین کانیها شامل کانیهای دگرش یافته می‌باشد که عبارتند از : همتایت، گوتیت، اپیدوت، پیریت اکسید، مارتیت و سیلیکاتهای دگرسانی. حضور این کانیها به مقدار قابل ملاحظه در نمونه‌ها می‌تواند معرف مناسبی برای دریابی نهشته‌های معدنی باشد.

برای بهتر مشخص شدن مطالب فوق در این بخش به شرح برخی از کانیهای مهم پرداخته می‌شود.

کانیهای گروه طلا

کانیهای این گروه با گسترش قابل ملاحظه در محدوده مورد مطالعه مشاهده می‌شوند. نمونه‌های طلا دار در محدوده بر که دیواندره به شرح زیر می‌باشد :

شماره نمونه	تعداد ذرات	شکل	اندازه
Dk-280H	۲	صفحه‌ای	میکرون ۸۰-۱۳۵
DD-559H	۶	کروی و زاویه دار	میکرون ۸۰-۲۵۰
DB-396	۱	به صورت فیلم	میکرون ۸۰
DB-406	۳	لامپی و فیلم	میکرون ۸۰-۲۵۰
DB-444	۱	به صورت فیلم و خوب گرد شده	میکرون ۱۲۰
DB-538	۱	به صورت فیلم و خوب گرد شده	میکرون ۶۵

در میان نمونه‌های فوق نمونه‌های DK-280 حاوی سینابار و نقره، نمونه DD-559H حاوی سینابار، نمونه DB-396 حاوی مس طبیعی، سرب و سروزیت، نمونه DB-406H حاوی نقره و سینابار، نمونه DB-444 حاوی ملاکیت، سروزیت، سرب و نقره و نمونه DB-538H حاوی سینابار نیز می‌باشد.

کانیهای گروه نقره

کانیهای این گروه به صورت نقره آزاد در این محدوده با گسترش قابل ملاحظه‌ای وجود دارد.

نمونه‌های نقره‌دار در محدوده ورقه دیواندره عبارتند از:

شماره نمونه	تعداد ذرات	کانی مینرالیزه همراه
DB-555H	1	--
DB-406H	1	طلا و سینابار
DB-414H	1	--
DB-444H	2	طلا، سرب، مالاکیت، سروزیت
DB-383H	1	--
DD-620H	1	--
DD-625H	1	سینابار
DD-591H	1	--
DQ-112H	1	سینابار
DK-267H	1	--
DK-280H	1	طلا و سینابار
DK-282H	3	سینابار، گالن، سروزیت، نیگرین
DK-283H	1	نیگرین
DK-284H	1	--
DK-223H	2	سینابار
DK-310H	1	--
DB-527H	1	سینابار
DQ-087H	1	مس طبیعی
DQ-047H	1	رالگاد

کانیهای گروه جیوه

جیوه در منطقه مورد مطالعه به صورت سینابار در میان نمونه‌های کانی سنگین گزارش شده است. این کانی در تعداد زیادی از نمونه‌های کانی سنگین و به تعداد زیادی مشاهده می‌شود. در موارد زیادی کانی مذکور به همراه طلا و نقره وجود دارد. نمونه‌های دارای سینابار به صورت زیر می‌باشد:

شماره نمونه	تعداد ذرات	کانی مینرالیزه همراه
DB-491H	10	--
DQ-111H	0.5%	--
DD-741H	1	--
DK-290H	1	--
DK-802H	1	--
DK-280H	2	طلا و نقره
DK-282H	3	نقره، نیگرین، گالن، سروزیت
DK-223H	6	نقره
DQ-053H	7	نیگرین و باریت
DQ-112H	2	نقره
DD-559H	1	طلا
DD-575H	13	--
DD-617H	1	--
DD-625H	1	نقره
DB-360H	2	--
DB-406H	2	طلا و نقره
DB-482H	3	--
DB-466H	2	--
DB-512H	4	--
DB-538H	1	طلا

کانیهای گروه سرب، روی و باریم

با توجه به مطالعات کانی سنگین، کانیهای گالن، سروزیت، سرب طبیعی و باریت گزارش شده‌اند. مهمترین نمونه‌های حاوی کانیهای این گروه عبارتند از:

شماره نمونه	گالن	سروزیت	سرب آزاد	باریت
DB-586H	*		*	
DB-444H	*	*	*	*
DB-396H		*	*	*
DQ-136H		*	*	
DQ67H		*	*	
DK-305H			*	*
DB-586H		*	*	*
DB-500H		*	*	*

کانیهای گروه مس

طبق مطالعات انجام شده، مهمترین کانیهای این گروه عبارتند از ملاکیت، مس طبیعی، بروشانیت و آزوریت. نمونه‌هایی که در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده کانه‌زایی مس می‌باشند عبارتند از:

شماره نمونه	مس طبیعی	ملاکیت	آزوریت	بروشانیت
DQ-87H	*			
DB-527H	*			
DQ-134H	*	*	*	
DD-585H				*
DB-444H		*		

کانیهای گروه آرسنیک و بیسموت

کانیهای این گروه به صورت جزئی تنها در دو نمونه مشاهده شده اند. در نمونه DK-295H کانی بیسموتینیت به تعداد یک ذره مشاهده می شود. رالگار نیز همراه نقره در نمونه DQ-46H گزارش شده است.

کانیهای گروه فلوئور

کانیهای این گروه به صورت فلوئوریت گزارش شده است. نمونه حاوی این کانی تنها نمونه DQ-134H می باشد که به همراه مس طبیعی، آزوریت و مالاکیت وجود دارد.

کانیهای گروه استرانسیم

در محدوده مورد مطالعه کانیهای این گروه به شکل استرونیسیانیت گزارش شده است. نمونه های حاوی این گروه شامل نمونه های DD-562H، DK-296H، DB-391H و DD-563H می باشد. حضور این کانی در این نمونه ها به دلیل گسترش واحدهای مارن، مارن ماسه ای و مارن با میان لایه های آهکی در بالادست آنها می باشد. در نهایت شرح کامل نمونه های کانی سنگین به صورت جدولی در ضمیمه فصل ششم آورده شده است.

۴-۳-۶- پردازش داده های کانی سنگین

الف- رسم هیستوگرام متغیرهای کانی سنگین: در ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ دیواندره کانیهای مختلف سنگ ساز، دگرسانی و کانیهای کانساری در میان نمونه های کانی سنگین مشاهده شدند. از بین کانیهای مطالعه شده هیستوگرام ۱۲ متغیر ترسیم شده است که در شکل های ۱-۶ تا ۳-۶ آورده شده است. برای کانیهای دیگر به علت نبود داده های عددی کافی هیستوگرام مربوطه ترسیم نشد. در مورد هیستوگرامهای ترسیم شده این نکته قابل ذکر است که ارزش آنها یکسان نمی باشد چرا که در برخی از آنها تعداد داده های اندازه گیری شده به حد کافی زیاد است، به طوری که می توان روند تغییرات را پیش بینی کرد. ولی در مورد بعضی دیگر به علت

کمی تعداد مورد اندازه گیری روند تغییرات در هیستوگرامها چندان مشخص نیست. پارامترهای آماری مربوط به کانیهای مختلف نیز در جدول ۶-۴ آورده شده است. همان طور که ملاحظه می شود، پارامترهای آماری و منحنی احتمال تجمعی بدون روند نشان دهنده توزیع لاگ- نرمال متغیرها است. با توجه به شکلهای مذکور تنها کانی هماتیت و سیلیکاتهای دگرسان شده از توزیع نرمال تری نسبت به سایر کانیها برخوردارند.

ب- آنالیز خوشه‌ای متغیرهای کانی سنگین : آنالیز خوشه‌ای، روش آماری چند متغیره است که عناصر را براساس شباهت تغییرپذیری بین آنها در قالب دسته‌ها و یا گروه‌هایی طبقه‌بندی می‌کند. در نتیجه آنالیز خوشه‌ای می‌تواند در پیدا کردن گروه‌های واقعی کمک کند. با این گروه‌بندی تا حدی می‌توان کانی‌سازی‌های منطقه را تشخیص داد. برای گروه‌بندی داده‌ها در گروه‌های متفاوت از روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی استفاده شده است. این روش با محاسبه فاصله هر عضو از سایر اعضا شروع می‌شود و از ماتریس همبستگی میان عناصر استفاده می‌کند. به طور خلاصه می‌توان گفت برای تعیین ارتباط پاراژنری بین متغیرهای مختلف کانی سنگین، آنالیز خوشه‌ای انجام می‌شود. شکل ۶-۴ آنالیز خوشه‌ای متغیرهای کانی سنگین را نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌شود بیشترین همبستگی بین آزوریت-مالاکیت-فلوریت، سرب آزاد - سروزیت، رالگار-ایلمنیت و مگنتیت-کرومیت مشاهده می‌شود.

۶-۳-۵- محاسبه خطای مطالعات کانی سنگین

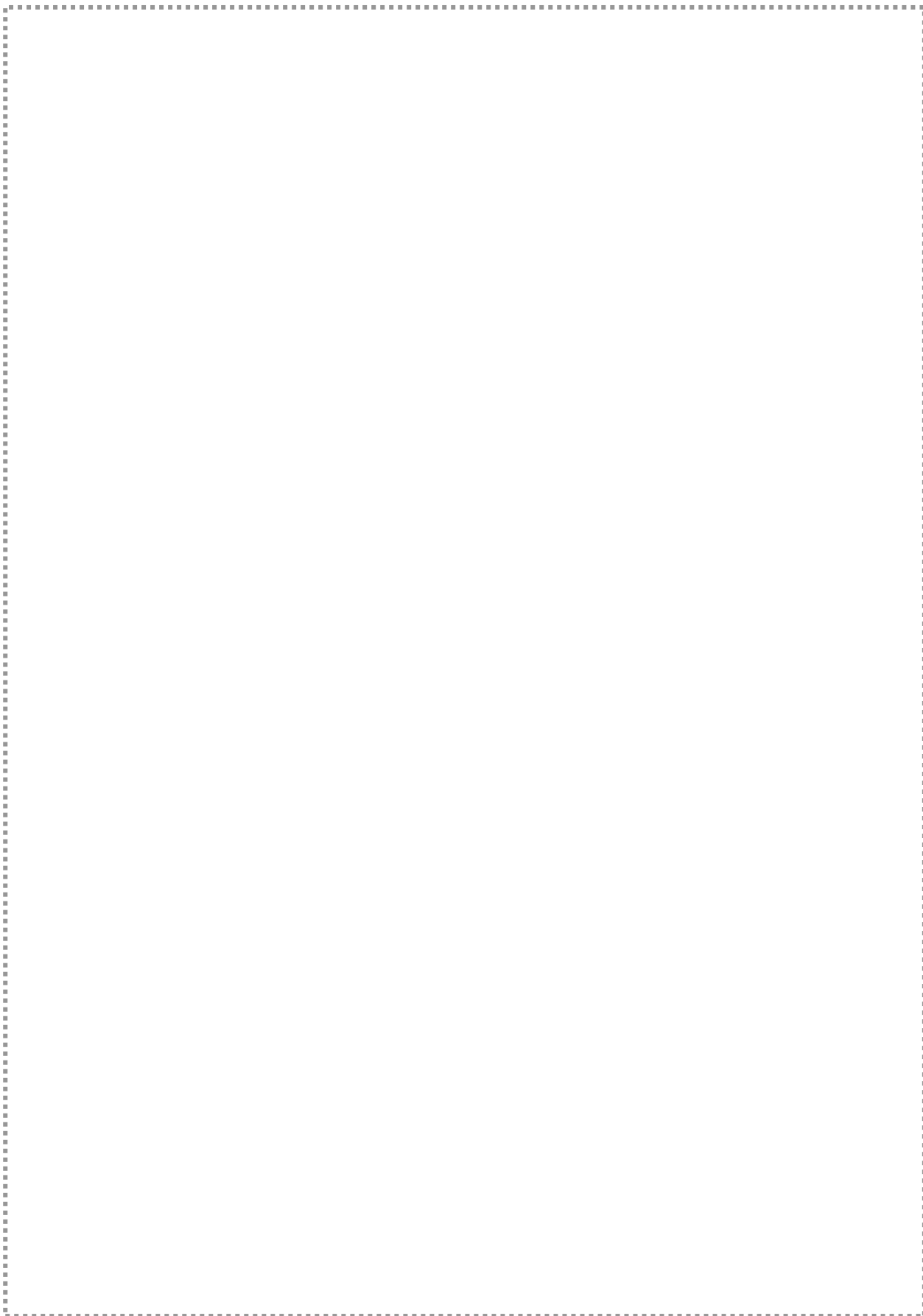
برای تخمین خطای اندازه‌گیری متغیرهای کانی سنگین در محدوده این برکه به‌برداشت ۱۰ نمونه تکراری از رسوبات آبراهه‌ای، تحت دیگر شرایط یکسان اقدام گردیده است. این نمونه‌ها پس از انجام مراحل آماده‌سازی در شرایط مشابه، مورد آزمایش قرار گرفته‌اند و سپس نتایج حاصل از نمونه‌های تکراری به‌همان روشی که در بند قبل برای آنالیزهای شیمیائی تشریح گردید مورد خطاسنجی قرار گرفته‌اند. برای این کار ابتدا محاسبات لازم انجام و سپس اشکال مورد نظر برای دقت ۱۰٪ ترسیم گردیده است. این اشکال برای متغیرهای کانی سنگین، که موارد اندازه‌گیری شده برای آنها کافی بوده، رسم شده است، (شکل‌های ۶-۵ تا ۶-۹). میزان میانگین دو اندازه‌گیری و اختلاف اندازه‌گیریها برای متغیرهای کانی سنگین نیز در جدول‌های ۶-۵ تا ۶-۷ آورده شده است.

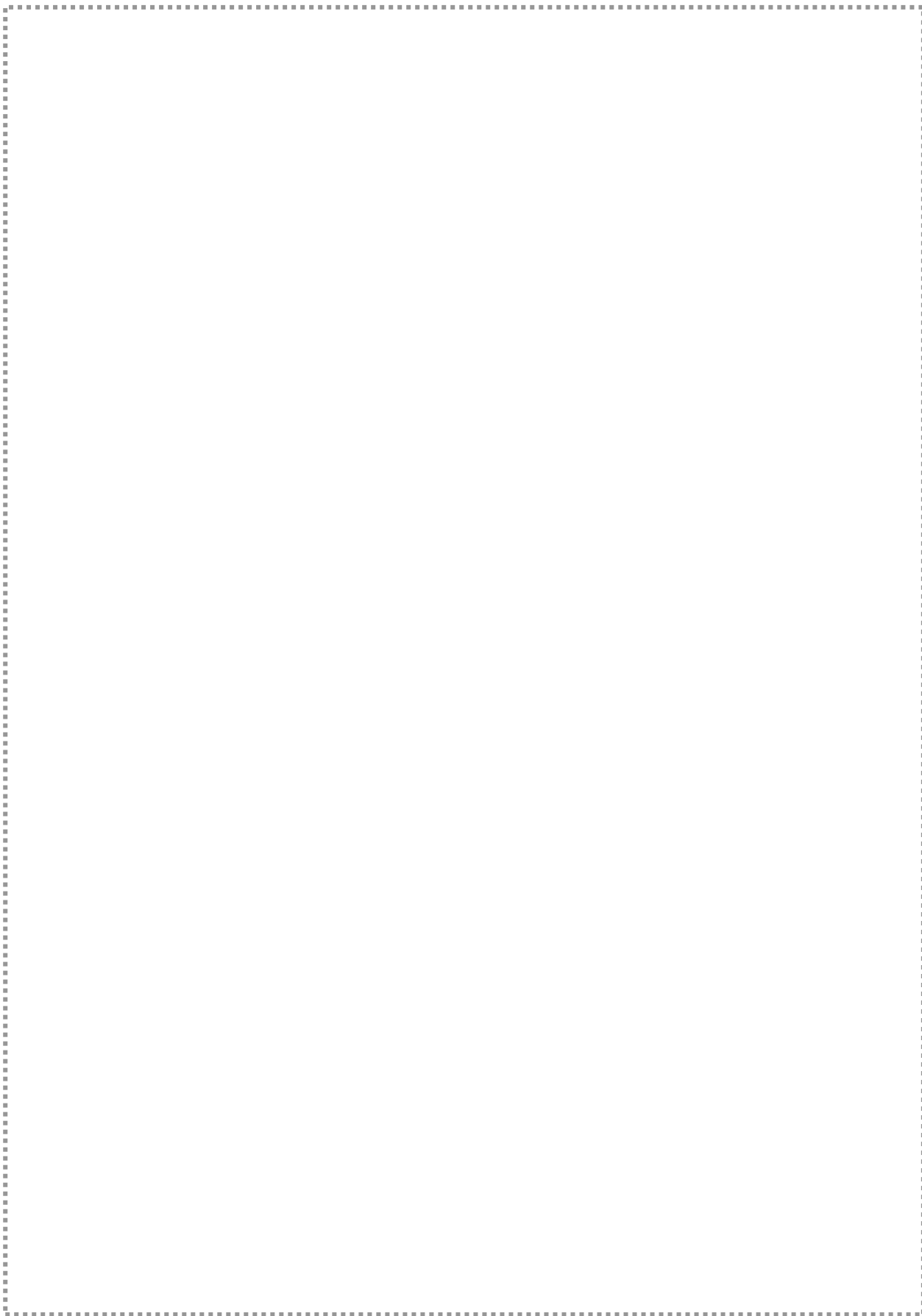
پیوسته‌های

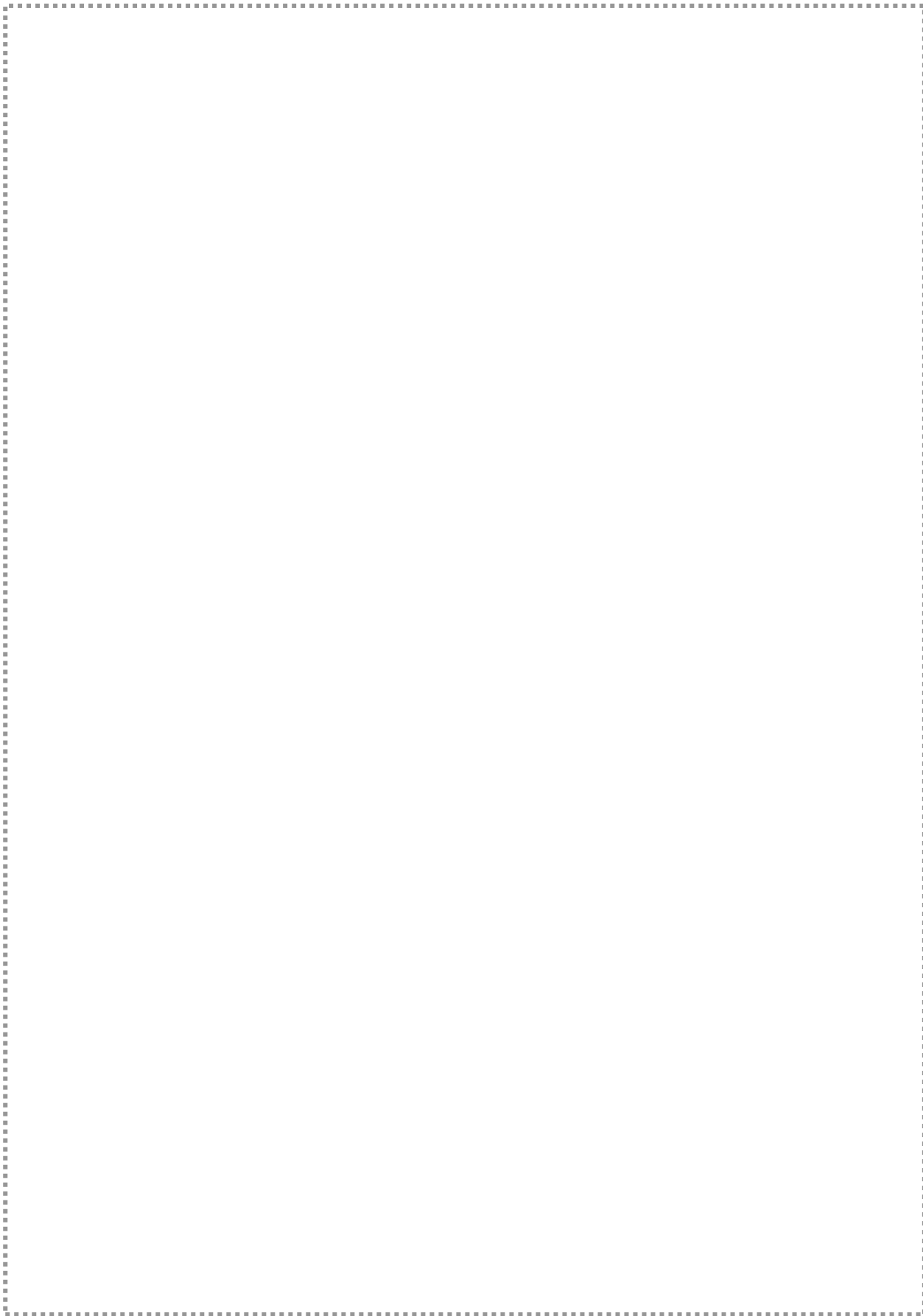
بخش ششم

- جدول پارامترهای آماری کانی سنگین
- نمودارهای فراوانی متغیرهای کانی سنگین
- آنالیز خوشه‌ای متغیرهای کانی سنگین
- جدول نمونه‌های تکراری و دیاگرامهای تامپسون
- مقادیر محاسبه شده نمونه‌های کانی سنگین بر حسب ppm

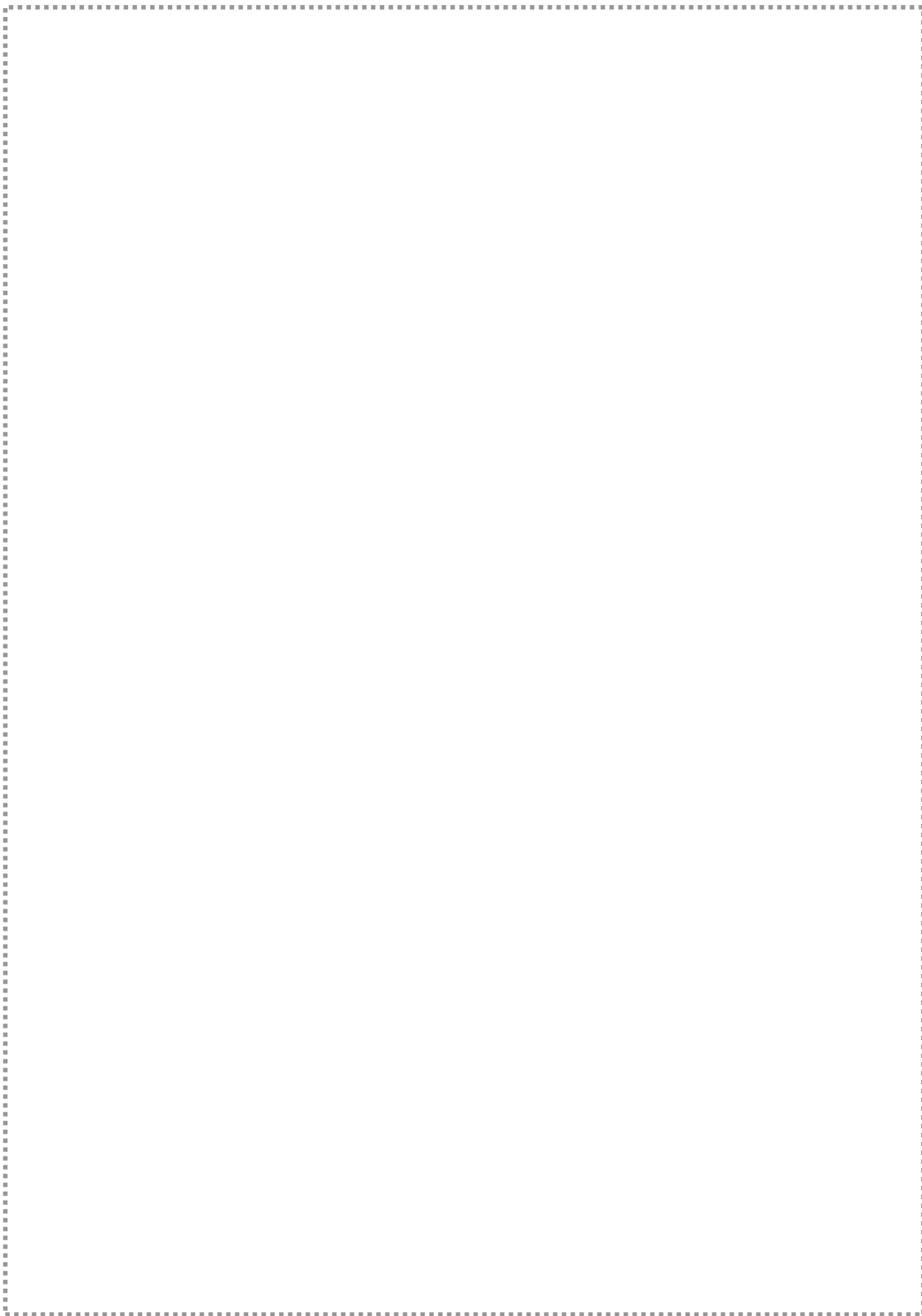
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



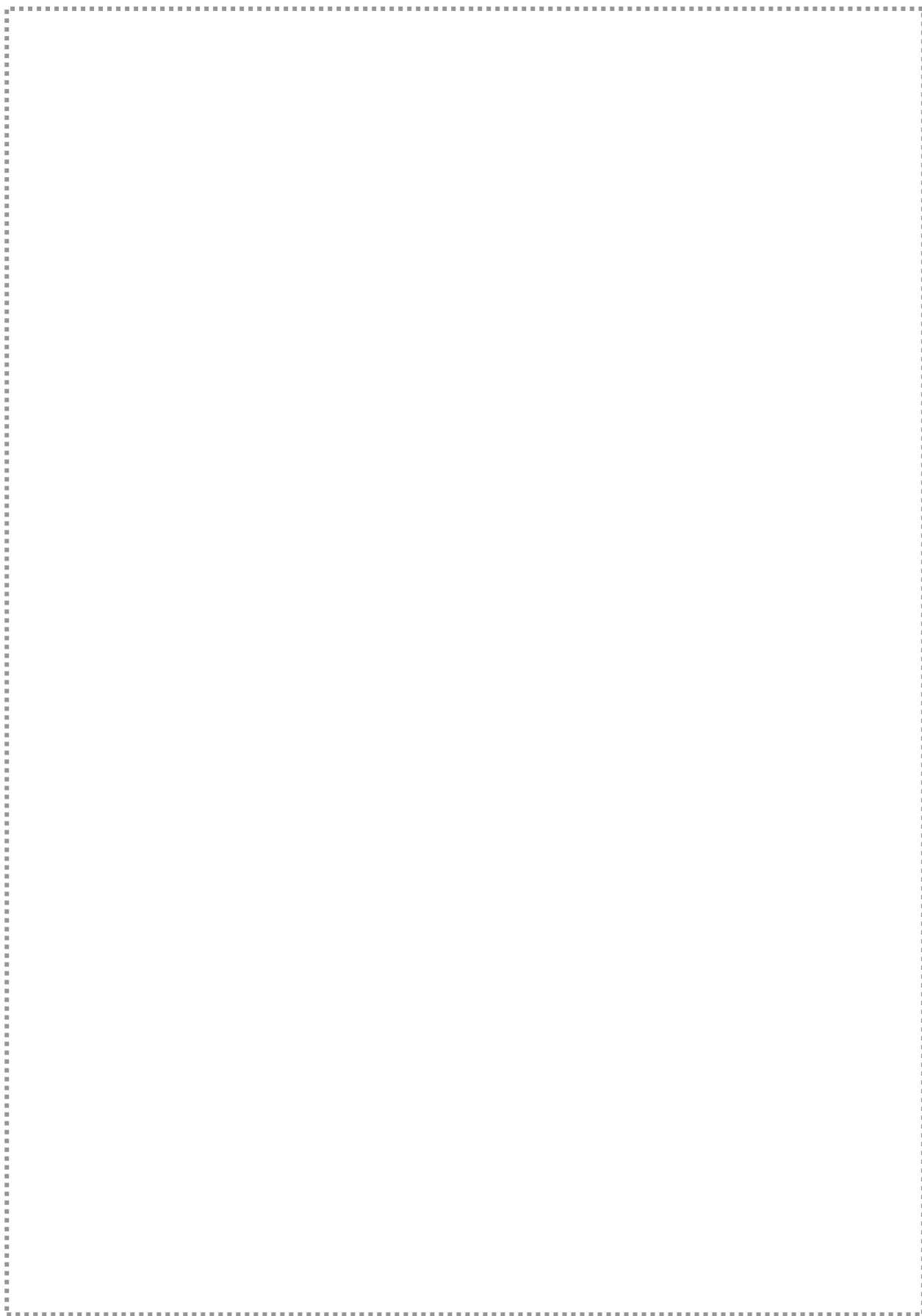




اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



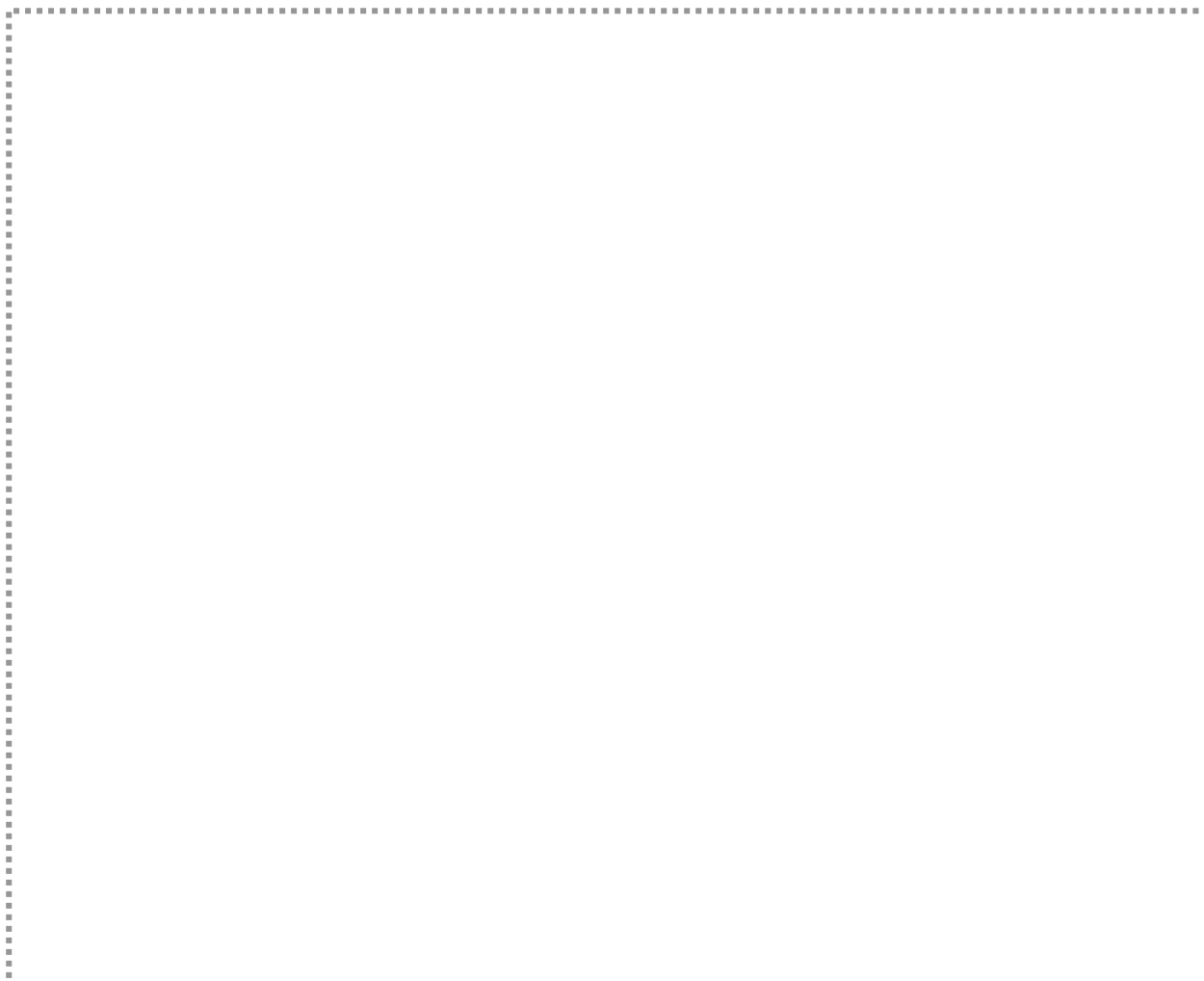
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



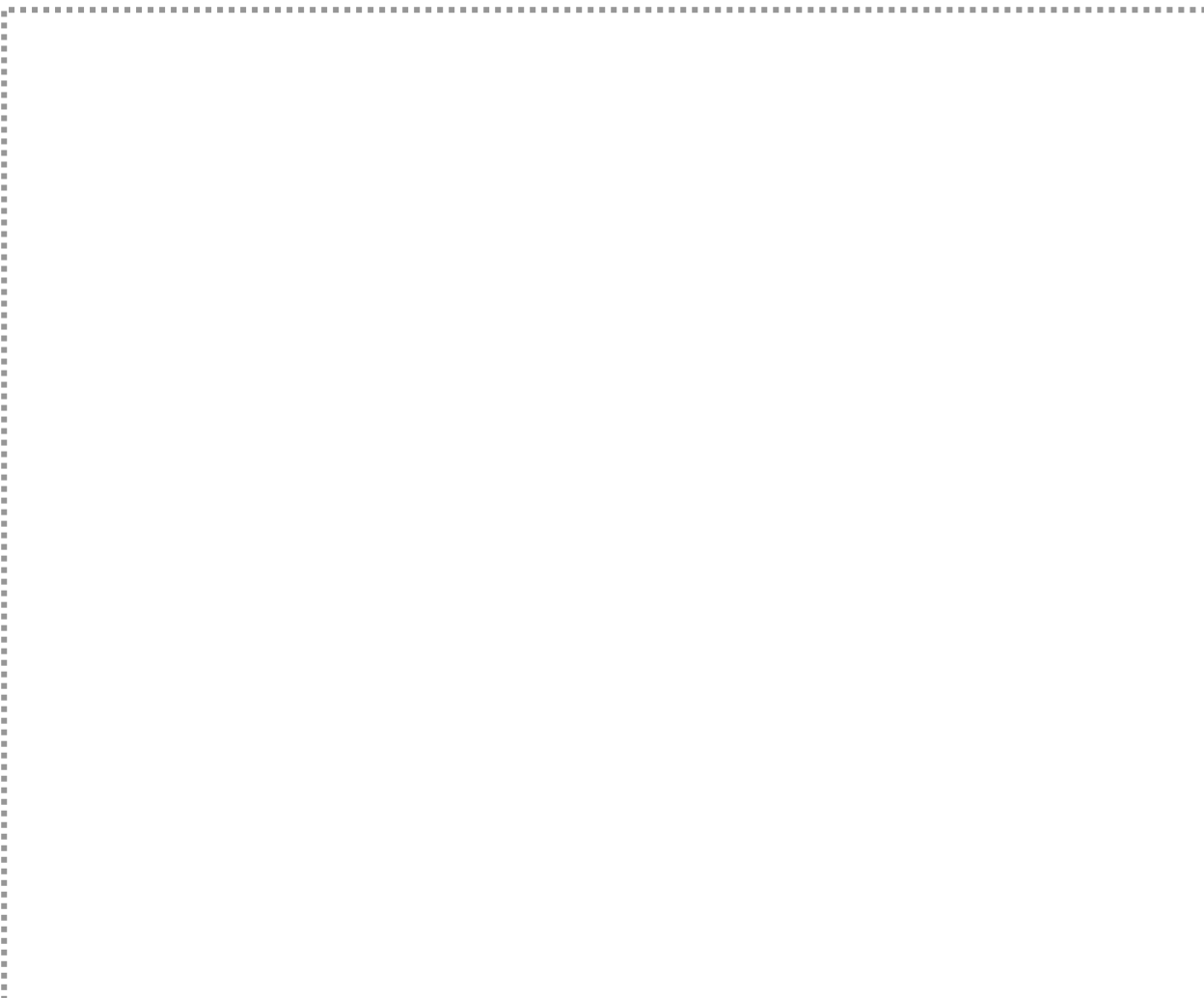
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

A large rectangular area defined by a dotted border, intended for content. The border is composed of small, evenly spaced dots, creating a clear frame for text or images. The interior of the rectangle is completely blank.

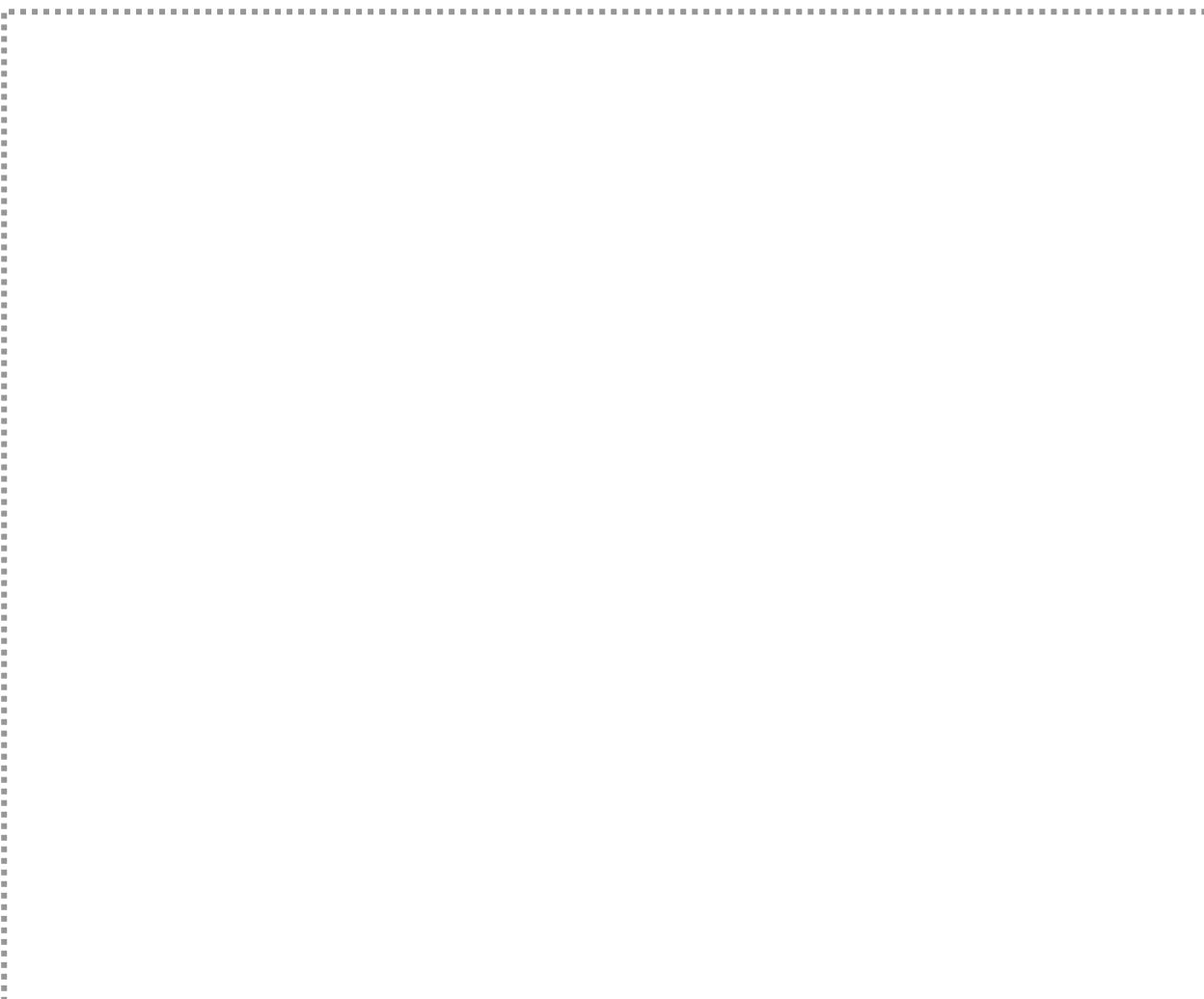
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



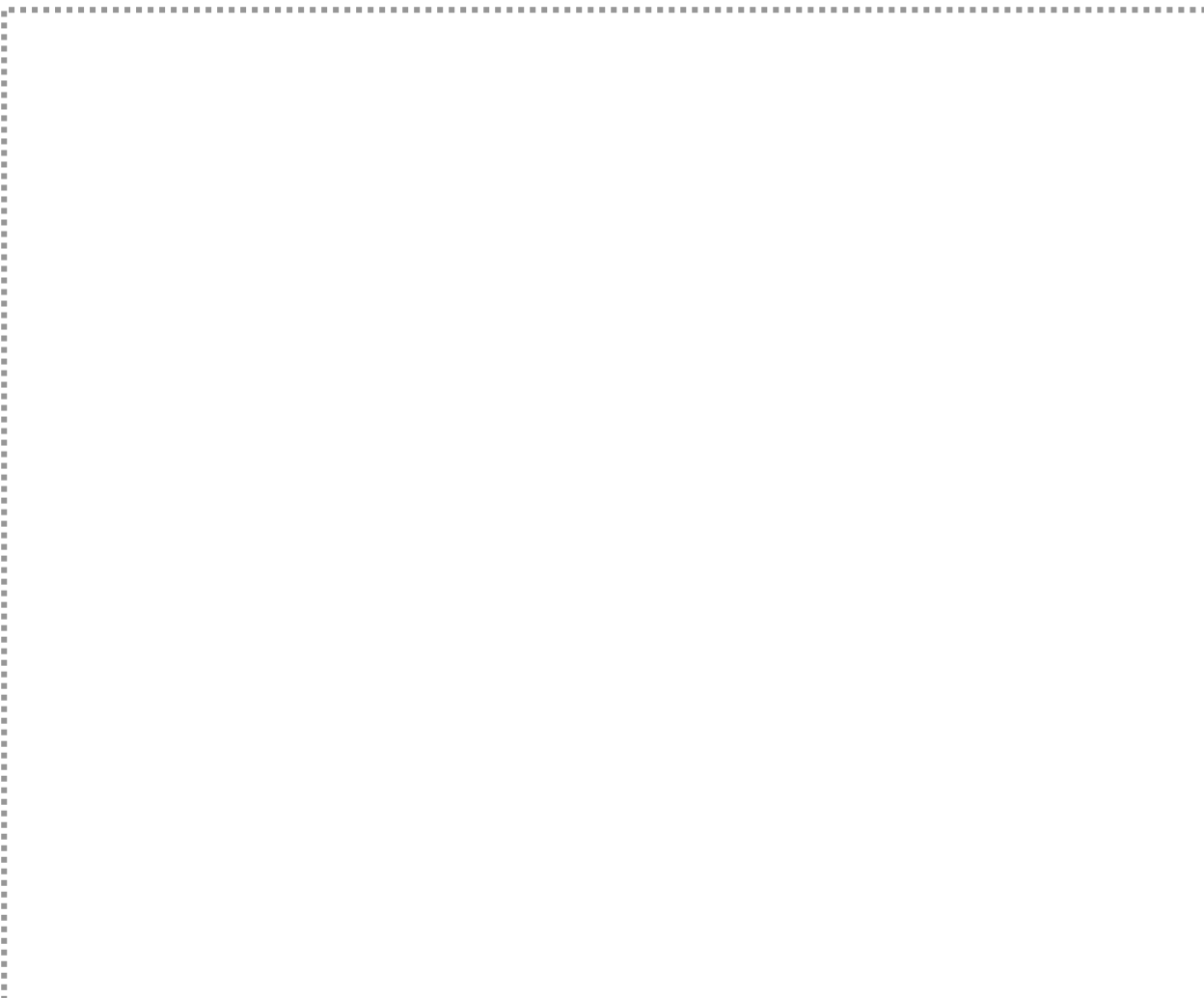
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

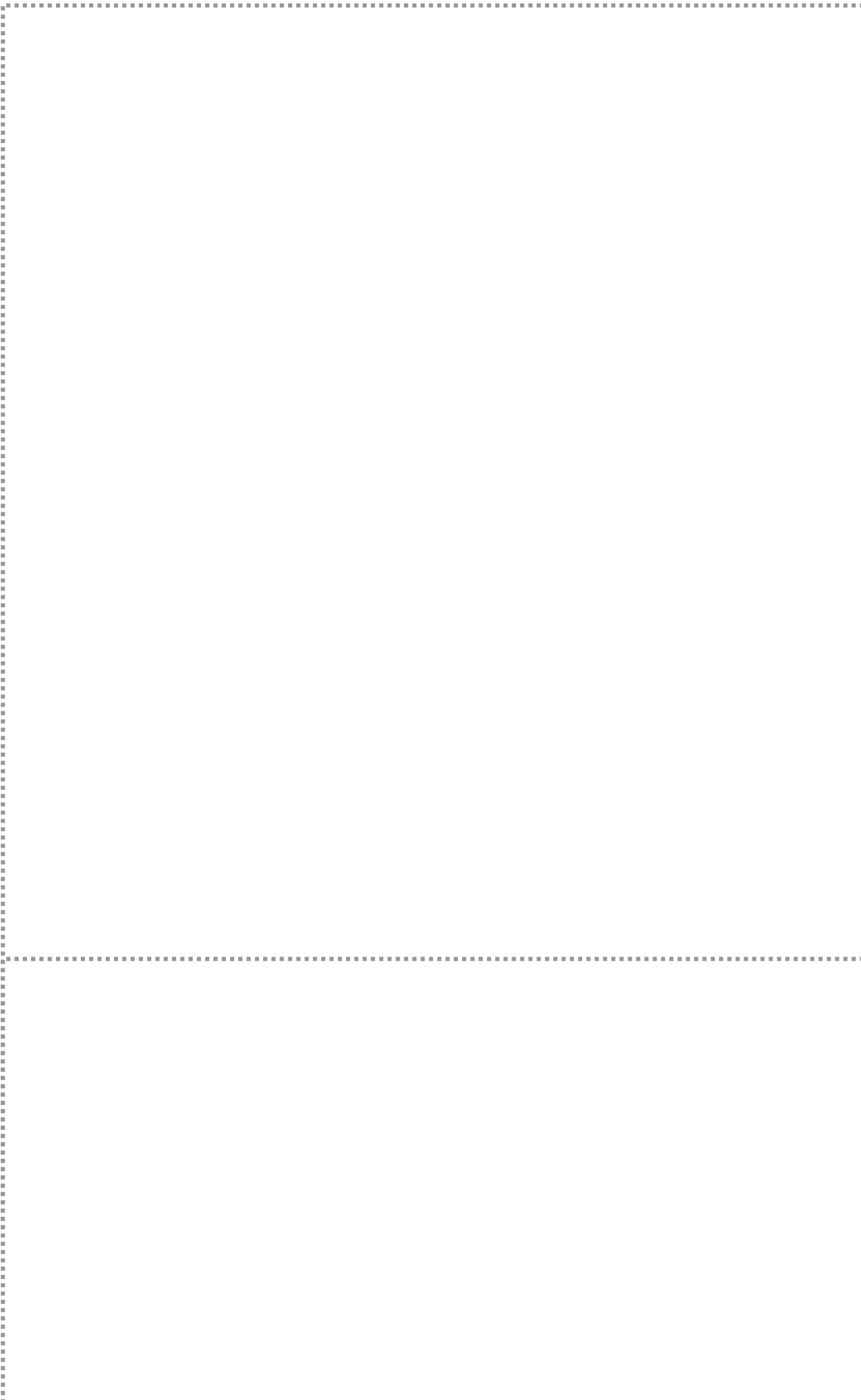


اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

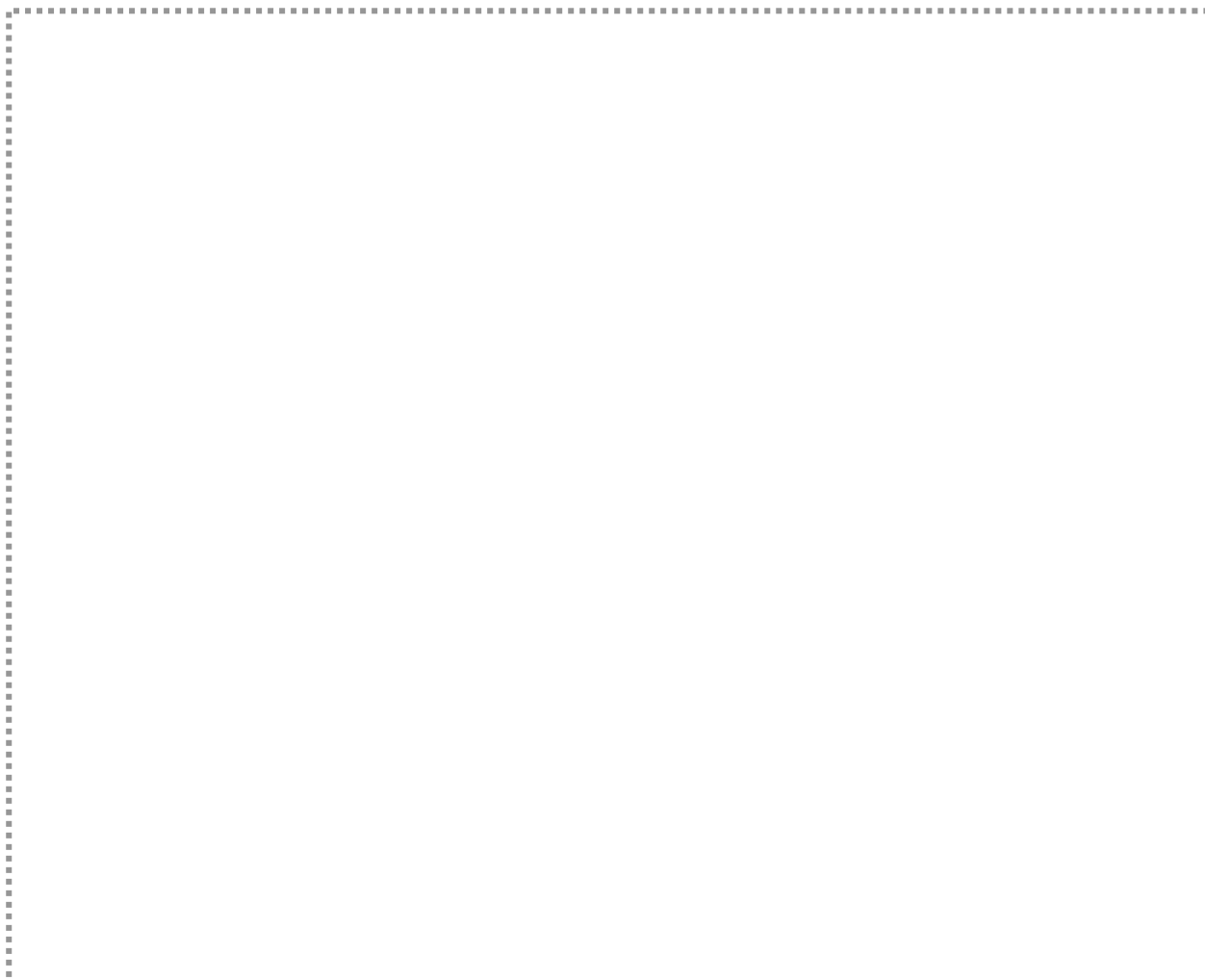


اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، *شهرستان دیواندره*

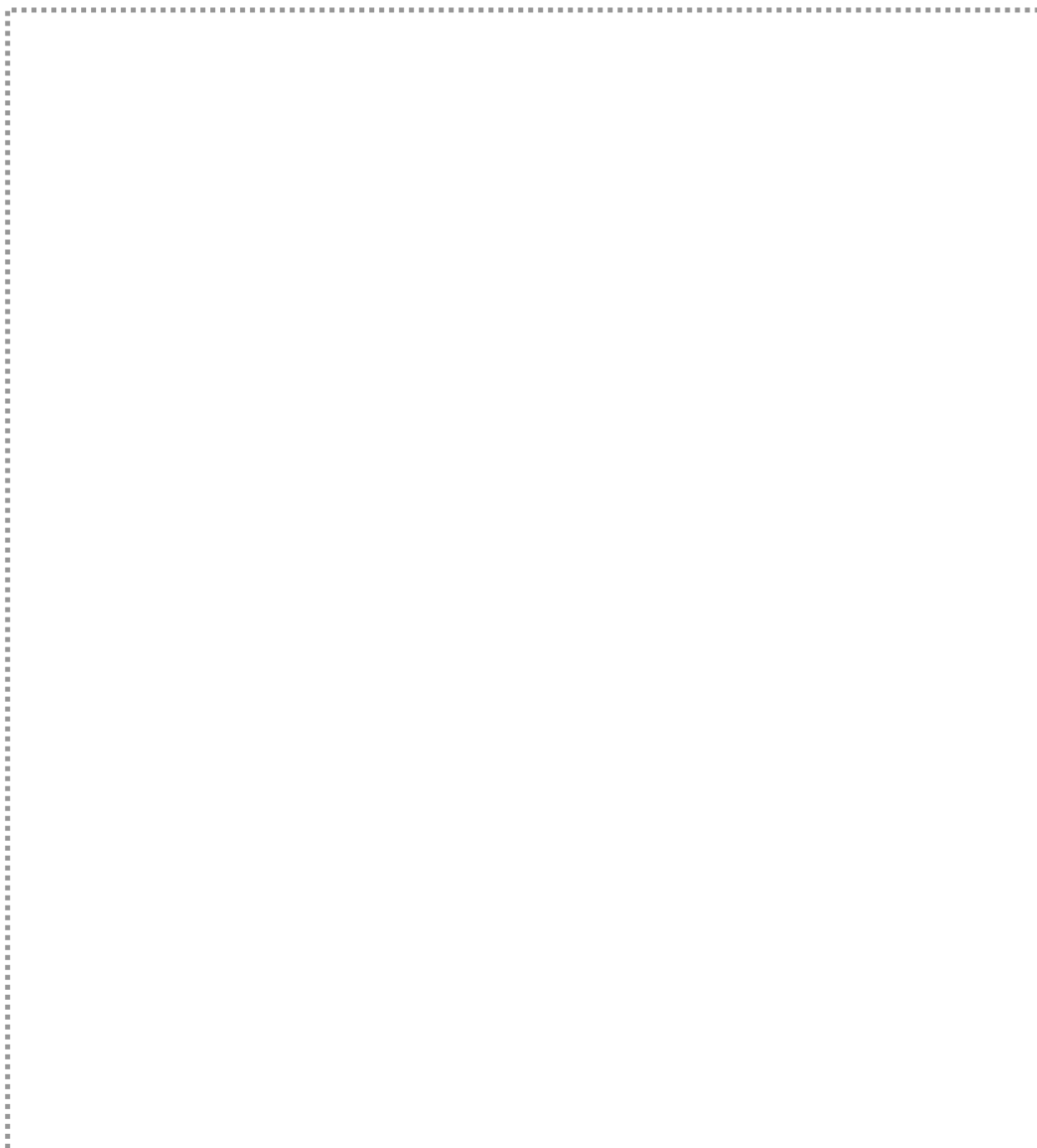
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



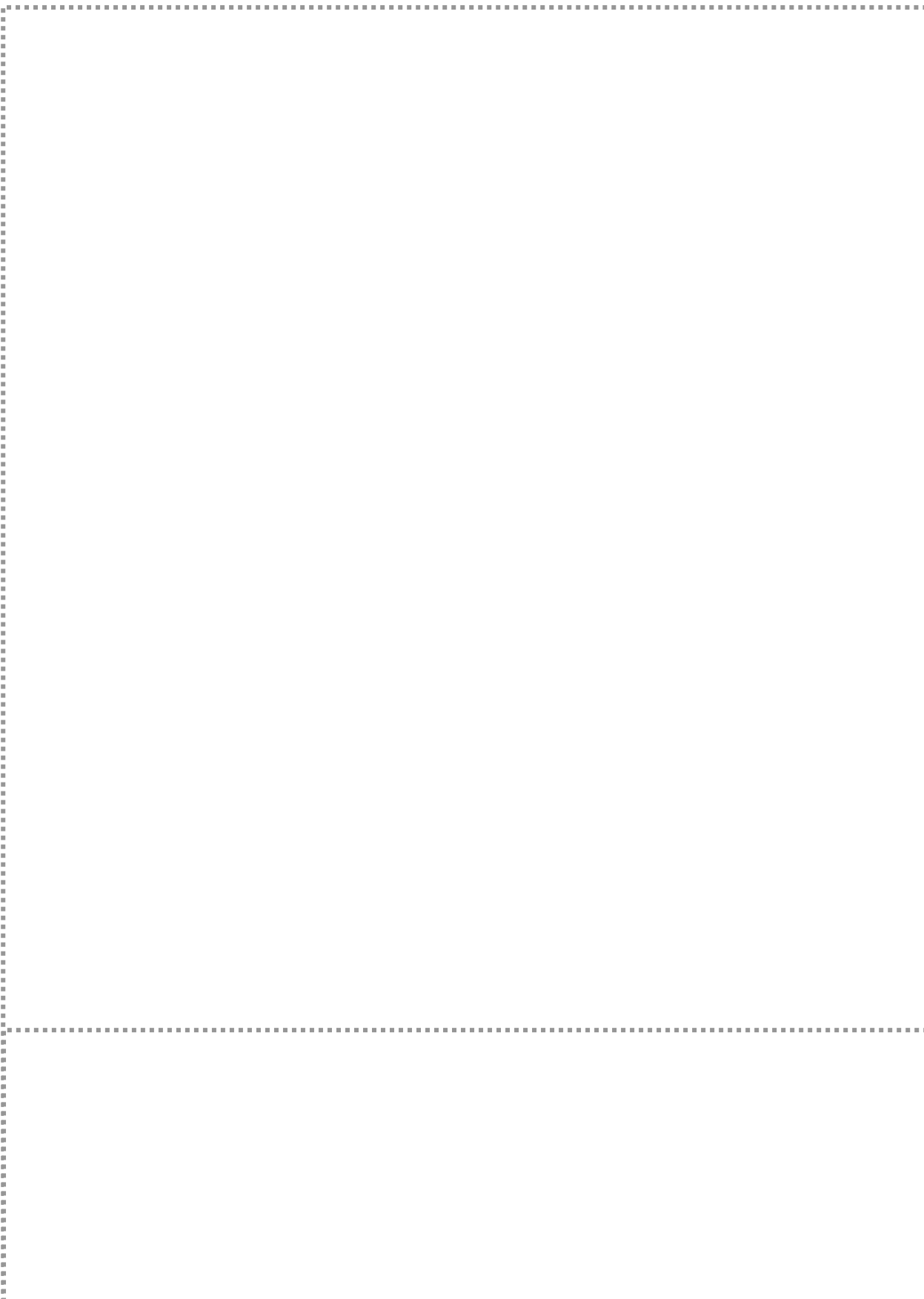
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



بخش هفتم : تلفیق آنومالیهای ژئوشیمیائی

مقدمه

پس از پردازش داده‌های ژئوشیمیائی شامل تخمین مقادیر سنسورد، جدایش جوامع سنگی، محاسبه شاخص غنی‌شدگی، جدا کردن نمونه‌های خارج از ردیف، نرمال کردن داده‌های شاخص

غنی شدگی و تخمین شبکه شاخص غنی شدگی، نقشه‌های پراکنش ژئوشیمیائی برای ۲۹ عنصر ترسیم گردید.

با تلفیق آنومالیهای مقدماتی در مجموع در این مرحله تعداد ۲۳ آنومالی ژئوشیمیائی مطابق نقشه شماره-۳۶ شناسائی شد. مطابق نقشه مذکور، آنومالیهای نامبرده از لحاظ وسعت تفاوت‌های زیادی دارند به طوری که وسعت برخی آنچنان کوچک است که محدود به حوضه بالادست یک نمونه می‌شود و برخی دیگر آنچنان وسیعند که بخش عمده‌ای از منطقه را در بر می‌گیرند. نحوه جدایش این آنومالیها براساس نوع آنومالیهای ژئوشیمیائی می‌باشد.

از ویژگیهای دیگر این آنومالیها تطابق برخی از آنها با مناطق دارای دانسیته بالای گسلی می‌باشد، (نقشه شماره-۴۷). این آنومالیها شامل آنومالیهای شماره ۵، ۱۱، ۱۳، ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱ می‌باشد. در این بخش به شرح مختصر راجع به زمین‌شناسی، تکتونیک، ویژگیهای ژئوشیمیائی و کانیهای مینرالیزه موجود در محدوده هر یک از این آنومالیها می‌پردازیم.

۱-۷- آنومالی شماره-۱

این آنومالی در شمال شرقی بر که قره‌طوره و در بخش غربی رودخانه قزل‌اوزن واقع شده است. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارن با میان لایه‌های ماسه‌سنگ و آهک می‌باشد. عناصر Sn و Sr در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهند. از این محدوده نمونه کانی سنگین 87H برداشت شده است. نتیجه مطالعه این نمونه کانی سنگین حاکی از وجود کانیهای مهمی چون نقره طبیعی، مس طبیعی، پیریت، اپیدوت، پیریت اکسید و سیلیکاتهای دگرسانی می‌باشد.

۲-۷- آنومالی شماره-۲

این آنومالی به طور محدود در بخش شمال بر که قره‌طوره دیده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارن با میان لایه‌های آهک و ماسه سنگ، شیل خاکستری تیره و کنگلومرا می‌باشد. عناصر W و Sr در این محدوده آنومالی نشان می‌دهند. از این محدوده نمونه کانی سنگین 99H برداشت شده است. در محدوده این آنومالی گسل احتمالی ژئوفیزیکی به همراه گسلهای متعدد در میان واحدهای مارن و کنگلومرا مشاهده می‌شود.

۳-۷- آنومالی شماره ۳-

این آنومالی به طور گسترده در بخش غربی برکه قره‌طوره در دو طرف رودخانه قزل‌اوزن مشاهده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیل خاکستری تیره، کنگلومرا و آهک مارنی روشن است. آرسنیک و آنتیموان از عناصری هستند که به طور گسترده در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهند. علاوه بر این عناصر Sr، Mo، Bi، و Ba نیز دارای ناهنجاری هستند. نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده از این محدوده شامل نمونه‌های 111H، 67H، 60H، 53H، 120H، 115H، 112H و 122H می‌باشد. لازم به ذکر است که از این محدوده نمونه‌های مینرالیزه 60M₁، 111M₁، 111M₂، 115M₁، 60M₁ و 111M₂ نیز برداشت شده است. در میان این نمونه‌ها، 60M₁ دارای 1450 گرم در تن مس و 111M₂ دارای 18920 گرم در تن منگنز می‌باشد. نتایج مطالعات نمونه‌های کانی سنگین مؤید حضور کانیهای مینرالیزه مهمی چون سینابار، سرب آزاد، سروزیت و نقره در این محدوده می‌باشد.

۴-۷- آنومالی شماره ۴-

این آنومالی در بخش شرقی برکه قره‌طوره و جنوب رودخانه قزل‌اوزن مشاهده می‌شود. واحدهای سنگی در محدوده این آنومالی شامل مارن با میان لایه‌های آهکی و ماسه سنگی و مارن ماسه‌ای می‌باشد. شواهد صحرائی نشان می‌دهد در میان این واحدها دایکهای دیابازی نیز نفوذ کرده است. از لحاظ تکتونیکی در این محدوده گسل خوردگی در میان واحدهای لیتولوژی مشاهده می‌شود. همچنین با توجه به نقشه شماره ۱- گسل احتمالی ژئوفیزیکی نیز در این محدوده دیده می‌شود. عناصر Pb، Zn، Mn، Bi و W در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهند. از محدوده این آنومالی ۴ نمونه مینرالیزه به شماره‌های 46M₁، 46M₂، 46M₃ و 46M₁ برداشت شده که از این میان نمونه شماره 46M₁ دارای ارزش اکتشافی بالایی می‌باشد. در این نمونه عیار مس در حدود 1.1% می‌باشد. از محدوده این آنومالی یک نمونه کانی سنگین به شماره 46H نیز برداشت شده است. مطالعات کانی سنگین حاکی از وجود کانیهای نقره طبیعی، رالگار، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید، مارتیت و کانیهای دگرسانی می‌باشد.

۷-۵- آنومالی شماره ۵

این آنومالی به طور گسترده در بخش مرکزی ورقه دیواندره مشاهده می شود. به طوریکه بخشی از آن در برگه قره طوره، بخشی در برگه خاندان قلی، بخشی در برگه باقل آباد و بخشی در برگه دیواندره دیده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل توده نفوذی گرانودیوریتی، شیل خاکستری تیره، تراورتن، کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز، شیست و آهک اوربیتولین دار می باشد.

عناصر آرسنیک و آنتیموان در این محدوده به طور گسترده ناهنجاری نشان می دهند. علاوه بر این عناصر، Pb، Zn، Bi، Cu و Mo نیز در این محدوده ناهنجاری نشان می دهد. از این محدوده تعداد زیادی نمونه کانی سنگین برداشت شده است. این نمونه ها عبارتند از:

802H، 214H، 219H، 221H، 220H، 556H، 549H، 560H، 559H، 563H، 562H، 586H، 585H
136H، 134H، 133H، 223H، 218H

از محدوده این آنومال ۱۲ نمونه مینرالیزه برداشت شده است (نقشه شماره ۴۹). مطابق نتایج آنالیز ویژگی نمونه های مینرالیزه، نمونه 538M₁ دارای بالاترین ارزش اکتشافی می باشد. این نمونه ۳۳/۵٪ آهن دارد. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای نقره، سینابار، باریت، پیریت، هماتیت، پیروکسن، سیلیکاتهای آلتره، اپیدوت، گوتیت، آزوریت، مس طبیعی، فلونوریت، مالاکیت، سروزیت، سرب طبیعی و مارتیت می باشد.

۷-۶- آنومالی شماره ۶

این آنومالی در بخش شمالی برگه خاندان قلی مشاهده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارن ماسه ای و ماسه سنگ مارنی قرمز به همراه تراورتن می باشد. عناصر دارای آنومالی در این محدوده As و Au بوده به طوریکه طلا عیاری در حدود 453 ppb دارا می باشد. نمونه 2404 از این محدوده به عنوان نمونه کانی سنگین برداشت شده است.

۷-۷- آنومالی شماره ۵-۷

این آنومالی به طور گسترده در بخش جنوب شرقی برکه خاندان قلی دیده می شود. لاواهای آندزیتی و سنگهای ولکانیکی به همراه مارن ماسه‌ای قرمز به عنوان مهمترین رخنمون سنگی در این محدوده مطرح هستند. گسل ژئوفیزیکی نیز با روند شمال شرق-جنوب غرب در این محدوده دیده می شود. اورانیم، سرب و بریلیم به عنوان عناصری هستند که در این محدوده به طور گسترده ناهنجاری نشان می دهند. علاوه بر آن باریم، تنگستن و آرسنیک نیز در این محدوده ناهنجاری نشان می دهند. به احتمال زیاد منشأ این ناهنجاریها واحدهای ولکانیکی منطقه می باشند. نمونه‌های کانی سنگین در این محدوده شامل 273H، 312H، 313H، 310H، 309H، 305H، 270H، 271H می باشد. از این محدوده ۴ نمونه مینرالیزه به شماره‌های 270M، 271M، 273M و 310M برداشت شده است. در این میان نمونه 310M به دلیل دارای بودن Fe و Ti بالا دارای بیشترین اهمیت اکتشافی می باشد. مطالعات کانی سنگین نشان می دهد به دلیل گسترش سنگهای ولکانیکی و آندزیت در این محدوده کانیهای سنگ ساز از قبیل پیروکسن، آمفیبول، آپاتیت و زیرکن در این نمونه‌ها به وفور یافت می شود. علاوه بر کانیهای مذکور کانیهای مینرالیزه و دگرسانی از قبیل نقره، باریت، پیریت و سرب طبیعی، هماتیت گوتیت و سیلیکاتهای دگرسانی نیز حضور دارند.

۷-۸- آنومالی شماره ۸-۷

این آنومالی در منتهی‌الیه جنوب شرق برکه خاندان قلی و بخش جنوبی آنومالی شماره ۸-۷ واقع شده است. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارن با میان لایه‌های آهک و ماسه سنگ، آندزیت و سنگهای ولکانیکی می باشد. عناصر دارای ناهنجاری در این محدوده شامل بریلیم، اورانیم و سرب در درجه اول و عناصر بریلیم، مولیبدن و تیتانیم در درجه دوم می باشد. نمونه‌های کانی سنگین در این محدوده شامل 276H، 278H، 280H، 282H، 283H، 284H، 267H، 268H و 286H می باشد.

در این نمونه‌ها مشابه آنومالی قبلی به دلیل گسترش سنگهای ولکانیکی، کانیهای سنگ ساز پیروکسن، آمفیبول، آپاتیت و زیرکن دیده می شود. کانیهای مینرالیزه مهم در این محدوده شامل نقره طبیعی به همراه کانیهای دگرسانی می باشد.

از این محدوده سه نمونه مینرالیزه به شماره‌های 282M، 284M و 267M برداشت شده است. در میان نمونه‌های کانی سنگین کانیهای مینرالیزه مهم شامل نقره، باریت، سینابار، گالن، سروزیت، سرب آزاد و نیگرین می‌باشد.

۹-۷- آنومالی شماره ۹-

این آنومالی محدوده جنوب برگه خاندان‌قلی را دربرمی‌گیرد. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل آندزیت و سنگهای ولکانیکی، مارن با میان لایه‌های ماسه سنگ و آهک می‌باشد. باریم، سرب و اورانیم به‌طور گسترده در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهند. علاوه بر آنها باریم و بریلیم نیز ناهنجاری نشان می‌دهند. نمونه‌های کانی سنگین در این محدوده شامل 295H، 290H، 291H، 293H، 294H و 296H می‌باشد. نتایج مطالعات کانی سنگین در این نمونه حاکی از فراوانی کانیهای پیروکسن، آمفیبول، زیرکن و آپاتیت بوده که دلیل آن گسترش واحدهای ولکانیکی و آندزیت می‌باشد. کانیهای مینرالیزه و دگرسانی سینابار، هماتیت، اپیدوت، گوتیت و بیسموتینیت در نمونه‌های این محدوده زیاد دیده می‌شود.

۱۰-۷- آنومالی شماره ۱۰-

این آنومالی به‌طور محدود در بخش غرب برگه خاندان‌قلی مشاهده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیل‌های خاکستری تیره و آبرفتهای عهد حاضر می‌باشد. عناصر روی و قلع در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهند. نمونه‌های 359H و 360H به‌عنوان نمونه‌های کانی سنگین از محدوده برداشت شده‌اند.

نتایج مطالعات کانی سنگین در این محدوده مؤید حضور کانیهای سینابار، هماتیت، پیریت، پیریت اکسید، سیلیکات دگرسان شده و اپیدوت می‌باشد

۱۱-۷- آنومالی شماره ۱۱-

این آنومالی به‌طور محدود بخش جنوب برگه باقل‌آباد را در بر می‌گیرد. محدوده این آنومالی تنها بالادست نمونه 383 را در بر می‌گیرد که به‌عنوان نمونه کانی سنگین نیز برداشت شده است.

واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل آهک اوریتولین دار و شیل خاکستری تیره می‌باشد. از لحاظ تکتونیکی واحدهای مذکور حاوی گسل می‌باشد. طلا به‌عنوان تنها عنصر دارای ناهنجاری مطرح می‌باشد. در این محدوده آهکها در اثر دگرگونی متبلور شده و حاوی رگه‌های سیلیسی می‌باشد. نتایج مطالعات کانی سنگین در این محدوده نشانگر حضور کانیهای دگرسانی هماتیت، اپیدوت، پیریت اکسید، اولیژیست و سیلیکاتهای دگرسانی می‌باشد.

۱۲-۷- آنومالی شماره ۵-۱۲

این آنومالی به‌طور محدود در بخش جنوب غرب برکه باقل آباد مشاهده می‌شود. واحدهای لیتولوژی شامل آندزیت و سنگهای ولکانیکی کرتاسه حاوی گسلهای متعدد می‌باشد. طلا در این محدوده به‌عنوان تنها عنصر ژئوشیمیائی ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه 386H به‌عنوان تنها نمونه کانی سنگین از این محدوده برداشت شده است. در محدوده این آنومالی قطعاتی از آندزیت مشاهده می‌شود که حاوی پلمپینگ سیستمهای کوارتزی و کلسین می‌باشد. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای مگنتیت، زیرکن، پیریت، باریت، هماتیت، گوتیت، پیروکسن، لیمونیت و پیریت اکسید می‌باشد.

۱۳-۷- آنومالی شماره ۵-۱۳

این آنومالی منتهی‌الیه بخش جنوب غرب برکه باقل آباد را در بر می‌گیرد. واحدهای لیتولوژی عمده در این محدوده شامل آندزیت، سنگهای ولکانیکی پورفیری و شیلهای خاکستری تیره می‌باشد. عناصر دارای ناهنجاری در این محدوده شامل Au، Zn، Pb، Sn، Co، Bi و Mn می‌باشد. نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده از این محدوده شامل 390H، 391H و 396H می‌باشد. از محدوده این آنومالی نمونه مینرالیزه به‌شماره 391M نیز برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای مس طبیعی، سرب، طلا، سروزیت، باریت، پیریت، گوتیت، پیروکسن، اپیدوت و سیلیکاتهای دگرسانی می‌باشد.

۱۴-۷- آنومالی شماره ۱۴-

این آنومالی در بخش شمال آنومالی شماره-۱۴ واقع شده است. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل آندزیت و سنگهای ولکانیکی پورفیری می‌باشد. عناصر دارای آنومالی در این محدوده شامل مس، کرم، نیکل، آهن، کبالت، منگنز و آنتیموان می‌باشد. از این محدوده نمونه 402H به‌عنوان کانی سنگین برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای مگنتیت، هماتیت، پیریت اکسید و کانیهای دگرسانی است.

۱۵-۷- آنومالی شماره ۱۵-

این آنومالی در بخش شمالی آنومالی شماره-۱۵ واقع شده است. این آنومالی با وسعت قابل ملاحظه‌ای حاوی عناصر منگنز، نیکل، روی، تیتانیم، قلع و باریم می‌باشد. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیل‌های خاکستری، آبرفت‌های عهد حاضر، آندزیت و سنگهای ولکانیکی پورفیری است. از محدوده این آنومالی ۴ نمونه کانی سنگین به‌شماره‌های 415H، 414H، 421H، و 417H و سه نمونه مینرالیزه به‌شماره‌های 415M، 414M و 417M برداشت شده است. مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای نقره، هماتیت، پیروکسن، آپاتیت، زیرکن، آمفیبول، پیریت اکسید، بیتوتیت و گوتیت می‌باشد.

۱۶-۷- آنومالی شماره ۱۶-

این آنومالی در بخش شرقی آنومالی شماره-۱۵ با وسعت محدودی مشاهده می‌شود. سنگهای ولکانیکی پورفیری، آندزیت و شیل‌های خاکستری تیره به‌عنوان واحدهای لیتولوژی در این محدوده مطرح هستند. عناصر دارای آنومالی در این محدوده شامل Cu،Pb و Zn می‌باشد، نمونه 406H از این محدوده به‌عنوان نمونه کانی سنگین برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین مؤید حضور کانیهای طلا، نقره، سینابار، پیریت، هماتیت، پیروکسن، اپیدوت و سیلیکات‌های دگرسان می‌باشد.

۱۷-۷- آنومالی شماره ۱۷-

این آنومالی بخش جنوب شرق برکه باقل آباد را در بر می گیرد. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل آبرفت‌های عهد حاضر، زمینهای کشاورزی و آبرفت‌های رودخانه‌ای می باشد. در بالادست این آنومالی آنومالیهای مغناطیسی ناشی از توده‌های نفوذی کم عمق نیز دیده می شود، (نقشه شماره-۱). عناصر Mo و As, Sb, Pb, W در این محدوده ناهنجاری نشان می دهند. نمونه 444H به عنوان نمونه کانی سنگین از این محدوده برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای سروزیت، مالاکیت، طلا، نقره، سرب آزاد، پیریت، باریت، زیرکن، مگنتیت و هماتیت می باشد

۱۸-۷- آنومالی شماره-۱۸

این آنومالی نیز از آنومالیهای گسترده و مهم در منطقه مورد مطالعه می باشد. آنومالی مذکور بخش وسیعی از برکه باقل آباد را در بر می گیرد. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی اغلب شامل آندزیت، سنگهای ولکانیکی پورفیری و شیل‌های خاکستری تیره می باشد. با توجه به نقشه طراحی شبکه نمونه برداری (نقشه شماره-۱)، آنومالیهای ژئوفیزیکی به صورت توده‌های کم عمق در این محدوده مشاهده می شود.

با توجه به نقشه دانسیته گسل (نقشه شماره-۴۷) منطقه دارای دانسیته بالای گسل در محدوده این آنومالی دیده می شود. عناصر مهم دارای ناهنجاری در این محدوده Fe, Ti و Cu می باشد. علاوه بر آنها عناصر Ba, As, Mn, Co و Sn نیز ناهنجاری نشان می دهند. از محدوده این آنومالی تعداد ۱۶ نمونه کانی سنگین و ۷ نمونه مینرالیزه برداشت شده است. مطالعات کانی سنگین در این محدوده نشانگر حضور کانیهای باریت، پیریت، سینابار، مس طبیعی، نقره، هماتیت، پیریت اکسید، گوتیت و لیمونیت می باشد.

۱۹-۷- آنومالی شماره-۱۹

این آنومالی بخش شمال غربی برکه باقل آباد را در بر می گیرد. واحدهای لیتولوژی در این محدوده اغلب شامل سنگهای ولکانیکی پورفیری و آندزیت به همراه شیل‌های خاکستری است. عناصر دارای ناهنجاری در این محدوده شامل U, Ni, Co و Cr می باشد. وضعیت ناهنجاریها در این محدوده طوری است که مس در اغلب نمونه‌های این محدوده ناهنجاری نشان می دهد. نمونه‌های کانی سنگین

در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی سنگین در این محدوده شامل 512H، 509H و 500H است. از این محدوده ۳ نمونه مینرالیزه به شماره‌های 500M، 509M₁ و 509M₂ برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای سروزیت، کرومیت، سرب آزاد، مارتیت، پیروکسن، سینابار و سیلیکاتهای دگرسانی می‌باشد.

۲۰-۷- آنومالی شماره ۲۰

این آنومالی با وسعت خیلی محدود در بخش جنوبی برکه توپوگرافی دیواندره مشاهده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل آبرفت‌های عهد حاضر، دولومیت و آهک است. از لحاظ تکتونیکی واحدهای مذکور حاوی گسل‌های متعدد می‌باشد. عناصر Ag و Mo در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهند. نمونه 625H از محدوده این آنومالی به‌عنوان نمونه کانی سنگین برداشت شده است. از این محدوده نمونه مینرالیزه 625M برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای سینابار، نقره، باریت، پیریت، هماتیت، پیروکسن و پیریت اکسید می‌باشد.

۲۱-۷- آنومالی شماره ۲۱

این آنومالی با وسعت قابل ملاحظه در بخش شمال آنومالی ۲۱ دیده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل آهک، دولومیت و شیست و دارای گسل‌های متعدد می‌باشد. عناصری که در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهند شامل Mo، Cu، Zn، Pb و Bi می‌باشد. از این محدوده تعداد ۴ نمونه کانی سنگین به شماره‌های 593H، 617H، 620H و 621H برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای نقره، باریت، سینابار، پیریت، هماتیت، پیروکسن، پیریت اکسید و سیلیکات آلتره می‌باشد.

۲۲-۷- آنومالی شماره ۲۲

این آنومالی در بخش شمال خاوری برگه دیواندره مشاهده می‌شود. منشاء این آنومالی نمونه‌های 733 و 741 می‌باشد. به همین دلیل این نمونه‌ها به‌عنوان کانی سنگین از این محدوده در مرحله فاز کنترل آنومالی برداشت شده است.

واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارن ماسه‌ای و ماسه سنگ مارنی و آبرفت‌های عهد حاضر می‌باشد. عناصر Pb، Zn، Ag و Mn در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهد. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای سینابار، نیگرین، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت، می‌باشد.

۲۳-۷- آنومالی شماره ۲۳

این آنومالی بخش شمال باختری برگه دیواندره را در بر می‌گیرد. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل آبرفت‌های عهد حاضر و آهک مارنی سفید می‌باشد. نکته قابل توجه در این محدوده حضور آنومالی ژئوفیزیکی به‌صورت توده نفوذی کم‌عمق می‌باشد. عناصر Au، Zn و Sn در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهد.

از این محدوده یک نمونه کانی سنگین به‌شماره 697H و یک نمونه مینرالیزه به‌شماره 697M برداشت شده است. آنالیز نمونه مینرالیزه نشان می‌دهد که عیار As در آن 3643 گرم در تن می‌باشد. عیار آهن حدود ۳۰٪ می‌باشد. نتایج مطالعات کانی سنگین مؤید حضور کانیهای پیریت، هماتیت، اپیدوت، پیریت اکسید و سیلیکات آلتره می‌باشد.

بخش هشتم :

نتیجه‌گیری، اولویت‌بندی و مدل‌سازی مناطق

امپد بخش (پند-۱۱ شرح خدمات)

یکی از مشکلات اکتشافات ژئوشیمیائی انتخاب مناطق امیدبخش و اولویت‌بندی آنها برای اکتشاف نیمه‌تفصیلی است. ملاک ژئوشیمیائی معینی برای این کار تعریف نشده است و اگر هم تعریف شود، ممکن است نتواند به‌طور مؤثر به کار برده شود. زیرا مجموعه داده‌های ژئوشیمیائی، کانی‌سنگین، نمونه‌های مینرالیزه و آلتراسیون تا زمانی که در چارچوب یک مدل کلی مورد سنجش قرار نگیرد و میزان سازگاری کلیه مشاهدات مشخص نشود از اعتبار لازم برای تصمیم‌گیری برخوردار نخواهد بود و تکیه بر آن می‌تواند ریسک عملیات اکتشافی را بالا برده و پیامدهای ناخوشایندی را به‌همراه داشته باشد.

اطلاعات ناحیه‌ای که هاله‌های ثانویه را در بر می‌گیرد شامل سکانس‌های موجود در منطقه سنگ درونگیر، دامنه سنی آنها و شرایط تکتونیکی مربوط به آنها می‌باشد. شرایط محلی بیشتر محدود به ویژگی‌های موجود در محدوده هاله‌های ثانویه است که شامل ویژگی‌های محیط آنومالی از قبیل پدیده‌های ماگمائی، دگرگونی و رسوبی فعال در محدوده آنومالی و همچنین شرایط زمین‌شناسی ساختمانی محدوده آنومالی، پاراژنهای ژئوشیمیائی توسعه یافته در محدوده آنومالی، ویژگی‌های کانی‌شناسی فرآیندهای بعد از ماگمائی شامل انواع آلتراسیون‌ها و ساخت و بافت سنگ‌های و زون‌های کانی‌سازی احتمالی و بالاخره آنومالی‌های ژئوفیزیکی در محدوده آنومالی می‌باشد.

مناسب‌ترین منطق برای این کار منطقی است که در آن هر کانسار مانند شیئی با خواص و ویژگی‌های معین احتمال پذیر مورد مطالعه قرار گیرد. بنابراین در محل هر آنومالی تعدادی از خواص که مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است به‌عنوان خواص احتمالی آن شیئی معلوم می‌باشد. وجود هر یک از خواص در اثبات تشابه با کانساری معین از امتیازات معینی برخوردار است و نبود آن خاصیت در رد آن کانسار نیز امتیاز تعیین شده معینی دارد. با توجه به مراتب فوق می‌توان با مطمئن بودن از وجود بعضی از خواص و نبود برخی از خواص دیگر محتمل‌ترین تیپ کانسار وابسته را که بیشترین سازگاری و کمترین ناسازگاری را با مجموعه خواص مشاهده شده در محل توسعه آنومالی‌ها داشته باشد را پیش‌بینی کرد. چون در مورد بعضی از خواص نه به‌وجود و نه به‌عدم وجود آن اطمینان کافی در دست نیست، لذا لازم است در نرم‌افزار مورد نظر حق انتخاب دیگری به‌مفهوم خاصیت تعیین نشده وجود داشته باشد که در سنجش سازگاری مجموعه خواص بی‌اثر باشد.

بالاترین امتیاز کاربرد چنین مدلی این است که پس از رتبه‌بندی آنومالی‌ها براساس سازگاری آنها با تیپ معینی از کانسارها، عملیات اکتشافی احتمالی که باید در محدوده آن صورت پذیرد را با اولویت‌بندی پیشنهاد می‌نماید. این کار از طریق مقایسه خواص داده شده در محل آنومالی با خواصی که مربوط به محتمل‌ترین تیپ کانسار می‌باشد انجام می‌پذیرد. لازم به ذکر است مدل‌سازی کانساری براساس اطلاعات زمین‌شناسی، تکتونیکی، ژئوشیمیائی، بافتی، دگرسانی، نوع کانه‌زائی و غیره صورت می‌گیرد. چنانچه اطلاعات مذکور ناقص باشد احتمالات مربوط به مدل‌های حاصله پایین خواهد بود.

با توجه به مطالعات انجام شده در محدوده برکه دیواندره و اطلاعات جمع‌بندی شده از قبیل آنومالی مقدماتی ژئوشیمیائی، نتایج مطالعات کانی‌سنگین، نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه، مطالعات مربوط به دانسیته طول و امتداد گسل‌ها و همچنین نحوه گسترش رخنمون‌های سنگی در منطقه می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

۱- منطقه دیواندره در زون‌های دگرگونی سنندج- سیرجان و زاگرس رورانده قرار می‌گیرد که تکتونیک حاکم بر آن از نوع راندگی است.

۲- بررسی‌های چینه‌شناسی نشانگر گسترش واحدهای رسوبی مزوزوئیک بخصوص کرتاسه و واحدهای ولکانیکی سنوزوئیک در منطقه می‌باشد.

۳- با تلفیق آنومالی‌های مقدماتی در مجموع در این مرحله تعداد ۲۳ آنومالی ژئوشیمیائی مطابق نقشه شماره ۴۹- شناسائی شد. مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین نشانگر این است که در منطقه مورد بررسی، عناصر سرب و باریم پتانسیل بیشتری نسبت به سایر عناصر دارند. آنومالی‌های جدا شده در این نقشه براساس حداکثر انطباق آنومالی‌های مقدماتی ژئوشیمیائی با یکدیگر و آنومالی‌های مربوط به نمونه‌های کانی‌سنگین می‌باشد.

۴- نقشه آنومالی ژئوشیمیایی مقدماتی بیانگر پراکنش عنصر مس در محدوده آنومالی‌های شماره ۱۸ و ۱۹، U، Be، Pb در محدوده آنومالی‌های ۸، ۷ و ۹ و As، Sb در محدوده آنومالی‌های شماره ۳ و ۵ می‌باشد.

۵- با توجه به اطلاعات زمین‌شناسی، تکتونیک، ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین مبادرت به مدل‌سازی آنومالی‌های مختلف گردید که نتیجه آن در پیوست آورده شده است. در این میان آنومالی‌های شماره ۲، ۱۱، ۱۰ و ۱۴ بدلیل ناچیز بودن اطلاعات مدل‌سازی نشدند. مدل‌سازی انجام شده به وسیله نرم‌افزار ODM(V2) انجام شده است.

۶- در مرحله فاز کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیائی با توجه به نتایج مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین و نتایج نمونه‌های مینرالیزه تعداد ۳ آنومالی که در محدوده ورقه دیواندره به ترتیب به‌عنوان مناطق امید بخش معرفی شوند:

۸-۱- اولویت نخست: آنومالی شماره ۳-۵

آنومالی‌های ۷، ۸ و ۹

این منطقه بخش گسترده‌ای از جنوب خاوری ورقه دیواندره را در بر می‌گیرد. این آنومالی‌ها از لحاظ ویژگی‌های زمین‌شناختی، ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین شبیه به یکدیگر هستند. لاواهای آندزیتی و سنگهای ولکانیکی به‌همراه مارن ماسه‌ای قرمز به‌عنوان مهمترین رخنمون سنگی در این محدوده مطرح هستند. گسل ژئوفیزیکی نیز با روند شمال شرق-جنوب غرب در این محدوده دیده می‌شود. اورانیم، سرب و بریلیم به‌عنوان عناصری هستند که در این محدوده به‌طور گسترده ناهنجاری نشان می‌دهند. علاوه بر آن باریم، تنگستن و آرسنیک نیز در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهند. به‌احتمال زیاد منشأ این ناهنجاریها واحدهای ولکانیکی منطقه می‌باشند. مطالعات کانی‌سنگین نشان می‌دهد به‌دلیل گسترش سنگهای ولکانیکی و آندزیت در این محدوده کانیهای سنگ‌ساز از قبیل پیروکسن، آمفیبول، آپاتیت و زیرکن در این نمونه‌ها به‌وفور یافت می‌شود. علاوه بر کانیهای مذکور کانیهای مینرالیزه و دگرسانی از قبیل نقره، باریت، پیریت و سرب طبیعی، گالن، سروزیت، بیسموتینیت، نیگرین، هماتیت، گوتیت و سیلیکاتهای دگرسانی نیز حضور دارند.

۸-۲- اولویت دوم: آنومالی شماره ۵-۷

آنومالی‌های ۱۳، ۱۶ و ۱۷

این آنومالی‌ها بخش جنوب غربی ورقه دیواندره را در بر می‌گیرند. واحدهای لیتولوژی عمده در این محدوده شامل آندزیت، سنگهای ولکانیکی پورفیری و شیل‌های خاکستری تیره می‌باشد. عناصر دارای ناهنجاری در این محدوده شامل Au، Zn، Pb، Sn، Co، Bi و Mn می‌باشد. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای مس طبیعی، سروزیت، مالاکیت، طلا، نقره، سرب آزاد، پیریت، باریت، زیرکن، مگنتیت و هماتیت می‌باشد

۸-۳- اولویت سوم: آنومالی شماره ۱-

آنومالی شماره ۴-۵

این آنومالی در بخش شرقی برکه قره‌طوره و جنوب رودخانه قزل‌اوزن مشاهده می‌شود. واحدهای سنگی در محدوده این آنومالی شامل مارن با میان لایه‌های آهکی و ماسه سنگی و مارن ماسه‌ای می‌باشد. شواهد صحرایی نشان می‌دهد در میان این واحدها دایکهای دیابازی نیز نفوذ کرده است. از لحاظ تکتونیکی در این محدوده گسل خوردگی در میان واحدهای لیتولوژی مشاهده می‌شود. همچنین با توجه به نقشه شماره ۱- گسل احتمالی ژئوفیزیکی نیز در این محدوده دیده می‌شود. عناصر Pb، Zn، Mn، Bi و W در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهند. از محدوده این آنومالی ۴ نمونه مینرالیزه به شماره‌های 46M₁، 46M₂، 46M₃ و 46M₁ برداشت شده که از این میان نمونه شماره 46M₁ دارای ارزش اکتشافی بالایی می‌باشد. در این نمونه عیار مس در حدود 1.1% می‌باشد. از محدوده این آنومالی یک نمونه کانی سنگین به شماره 46H نیز برداشت شده است. مطالعات کانی سنگین حاکی از وجود کانیهای نقره طبیعی، رالگار، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید، مارتیت و کانیهای دگرسانی می‌باشد.

پیوسته‌های

بخش هفتم

(نتایج حاصل از مدل‌سازی آنومالیهای ژئوشیمیائی)



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



منابع

- ۱- حسنی پاک، شرف‌الدین. م.، ۱۳۷۰: اصول اکتشافات ژئوشیمیائی، انتشارات دانشگاه تهران.

اکتشاف ژئوشیمیائی برکه یکصد هزارم، *شهرستان دیواندره*

۲- حسنی پاک، شرف‌الدین.م، ۱۳۸۰: تحلیل داده‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران.

۳- زاهدی، مصطفی؛ حاجیان، جواد، ۱۳۶۴: نقشه زمین‌شناسی ۲۵۰،۰۰۰:۱ اسنندج، سازمان زمین‌شناسی کشور.

پیوست

(نتایج آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیائی، کانی سنگین و مینرالیزه)

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیایی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۱	697H	Au Zn Sn	31 157 4.8	دیواندره	689773 3979926	مارن قرمز ماسه‌ای، آبرفت	--	--	--	پیریت، هماتیت، پیروکسن، اپیدوت، پیریت اکسید، سیلیکات آلتزه
۲	733H	Ag Pb Mn Zn	1.35 82.9 1710 184	دیواندره	695050 3979696	مارن قرمز ماسه‌ای، آبرفت	--	--	--	پیریت، هماتیت، پیروکسن، اپیدوت، پیریت اکسید
۳	741H	Mn Pb Zn	1590 74.9 163	دیواندره	700346 3978344	مارن قرمز ماسه‌ای، آبرفت	--	--	--	سینابار، نیگرین، مگنتیت، باریت، پیریت هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت.
۴	575H	U Sr	2.93 1150	دیواندره	700746 3972963	آهک مارنی سفید رنگ	--	--	--	سینابار، باریت، پیریت، هماتیت، پیریت اکسید، اولیژیست و کانیهای دگرسانی
۵	556H	Zn Sb Mo As	158 15.6 2.1 155	دیواندره	7001744 3959342	تراورتن، آهک اوربیتولین دار شیت	--	گسل درزه	--	باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت.
۶	559H	Pb Sb Mo As	35.2 20.5 2 200	دیواندره	701975 3962125	تراورتن، آهک اوربیتولین دار شیت	--	گسل درزه	--	طلا (۶ ذره)، سینابار، باریت، پیریت، پیریت لیمونیت، پیریت اکسید، هماتیت، گوتیت.
۷	560H	Mo Pb	2.2 29.7	دیواندره	701400 3961876	تراورتن، آهک اوربیتولین دار، شیت	--	گسل درزه	--	پیریت، هماتیت، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت، سیلیکاتهای دگرسانی.
۸	562H	Mo Sb	1.9 2.6	دیواندره	701448 3964156	آبرفت، تراورتن	--	--	--	استرونیانیت، پیریت، هماتیت، پیریت اکسید، اپیدوت، گوتیت
۹	563H	As Bi	262 0.5	دیواندره	700874 3963986	آبرفت، تراورتن	--	--	--	استرونیانیت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیایی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۱۰	586H	Mo Bi Cu Co Pb	2.8 0.9 69.1 32.5 41.1	دیواندره	699438 3963592	تراورتن، آهک اوریتولین‌دار، شیت	--	--	گسل درزه	سروزیت، سرب، پیریت، هماتیت، پیریت اکسید، سیلیکات دگرسان شد.
۱۱	585H	Au Zn Sn	31 137 4.4	دیواندره	698578 39654509	آبرفت، زمین کشاورزی	--	--	--	برونشانیت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید، سیلیکاتهای آلتره
۱۲	591H	Bi Pb Zn	0.4 44.9 165	دیواندره	696644 3959149	شیت، آهک و دولومیت	--	--	گسل درزه	نقره، پیریت، هماتیت، گوتیت، پروکسن، آمفیبول، سیلیکات آلتره
۱۳	593H	Ni Pb	102 41.3	دیواندره	694793 3961405	شیت، آهک و دولومیت	--	--	گسل درزه	پیریت، هماتیت، پیریت اکسید، سیلیکات آلتره
۱۴	617H	Pb Zn Ni	84.3 156 113	دیواندره	693580 3965157	آهک و دولومیت، آبرفت	--	--	گسل درزه	سینابار، باریت، پیریت، هماتیت، پروکسن، پیریت اکسید، سیلیکات آلتره
۱۵	620H	Pb Mo Bi Cu	38.4 2.6 0.8 69.8	دیواندره	690266 3964605	آهک و دولومیت، آبرفت	--	--	گسل درزه	نقره، باریت، پیریت، هماتیت، پروکسن، پیریت اکسید، سیلیکات آلتره
۱۶	621H	Ni Mo	104 2.2	دیواندره	689575 3964632	آهک و دولومیت، آبرفت	--	--	گسل درزه	پیریت، پروکسن، پیریت اکسید، اولیژیست، کانیهای دگرسانی
۱۷	625H	Ag Mo	3.9 2	دیواندره	690129 3959438	آهک و دولومیت، آبرفت	--	--	گسل درزه	نقره، سینابار، باریت، پیریت، هماتیت، پروکسن، پیریت اکسید
۱۸	391H	Zn	160	باقل آباد	684854 3930411	آندزیت ولکانیک پورفیری شیل خاکستری	پروپلیتی	--	گسل درزه	استرونسانیت، پیریت، هماتیت، اپیدوت سیلیکاتهای دگرسانی
۱۹	390H	Mn Co Bi Pb Sn	2470 32.7 0.4 31.3 3.2	باقل آباد	685786 3930433	آندزیت ولکانیک پورفیری شیل خاکستری	پروپلیتی سیلیسی	--	گسل درزه	پیریت، پروکسن، هماتیت و کانیهای دگرسانی
۲۰	396H	Au	14	باقل آباد	686523 3931355	آندزیت ولکانیک پورفیری شیل خاکستری	پروپلیتی	--	گسل درزه	مس طبیعی، سرب، طلا، سروزیت، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پروکسن، اپیدوت، سیلیکاتهای دگرسانی

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیائی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۲۱	386H	Au	29	باقل آباد	689425 3931507	آبرفت، آندزیت ولکانیک پورفیری	پروپلیتی	--	--	مگنتیت، زیرکن، پیریت، باریت، هماتیت، گوتیت، پروکسن، پیریت لیمونیت، پیریت اکسید
۲۲	383H	Au	17	باقل آباد	697208 3931624	آهک اوریتولین دار	--	--	گسل درزه	پیریت، هماتیت، اپیدوت، پیریت اکسید، اولیژیست، سیلیکات دگرسان شده
۲۳	406H	Cu Zn Pb	96.6 168 30.6	باقل آباد	689416 3934783	آندزیت ولکانیک پورفیری شیل خاکستری	--	--	گسل درزه	طلا، نقره، سینابار، پیریت، هماتیت، پروکسن، اپیدوت، سیلیکات دگرسان شده
۲۴	402H	Mn Cu Ni Co Sb Fe Cr	2790 124 101 41 12.4 78900 256	باقل آباد	683230 3936614	آندزیت ولکانیک پورفیری شیل خاکستری	--	--	گسل درزه	مگنتیت، هماتیت، پروکسن، پیریت اکسید، کانیهای دگرسانی
۲۵	417H	Fe Ti	66700 7390	باقل آباد	686134 3938950	آندزیت بازالت، شیل خاکستری	--	--	--	پیریت، هماتیت، اپیدوت، پروکسن، پیریت، اکسید، سیلیکات دگرسانی
۲۶	415H	Sn	3.3	باقل آباد	688370 3941439	آندزیت بازالت	--	--	--	مگنتیت، آپاتیت، زیرکن، باریت، پیریت، هماتیت، پروکسن و پیریت اکسید
۲۷	421H	Mn Ti Ni	3040 6230 102	باقل آباد	684070 3940390	شیل خاکستری، آبرفت، آندزیت	--	--	--	مگنتیت، هماتیت، پیریت، بیوتیت، آاناتاز، گوتیت، پروکسن، فلوگوپیت، اپیدوت، پیریت اکسید و کانیهای دگرسانی
۲۸	414H	Ba Ti	704 6380	باقل آباد	687900 3941129	آندزیت بازالت	--	--	--	نقره، هماتیت، اپیدوت، پروکسن، پیریت، پیریت اکسید.
۲۹	487H	Be Fe Ba Ti	2.5 71200 973 6150	باقل آباد	691815 3942810	آندزیت بازالت	پروپلیتی	--	--	هماتیت، پیریت، پروکسن، مارتیت، پیریت اکسید، سیلیکات دگرسان شده

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیایی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۳۰	491H	Cu	69.4	باقل آباد	689553 3945805	آندزیت آبرفت	پروپلئیتیک	--	--	سینابار، مگنتیت، آپاتیت، هماتیت، گوتیت، پیروکسن، اپیدوت، کرومیت و مارکیت
۳۱	492H	Fe Ti	64200 7650	باقل آباد	691225 3946746	شیل خاکستری، آندزیت ولکانیک پرفیری	پروپلئیتیک لیمونیتی	--	درزهای نوع K و X گسل	پیریت، هماتیت، پیروکسن، سیلیکات دگرسان شده، پیریت اکسید
۳۲	499H	Fe Ti	66300 1690	باقل آباد	687843 3948671	شیل خاکستری، آندزیت ولکانیک پرفیری	لیمونیتی پروپلئیتی	توده‌های نفوذی کم عمق ژئوفیزیکی	گسل درزه	هماتیت، گوتیت، پیروکسن، اپیدوت، مارتیت و کانیهای دگرسانی
۳۳	500H	Co Cr Ni	31.2 170 127	باقل آباد	683146 3948911	آندزیت ولکانیک پرفیری	پروپلئیتیک	--	گسل درزه	سرب طبیعی، سروزیت، پیروکسن، کرومیت، مارتیت و کانیهای دگرسانی
۳۴	444H	Mo As Pb Sb W	2.5 196 29.9 18.1 4.4	باقل آباد	696939 3938703	آبرفت، زمین کشاورزی، آندزیت بازالت	پروپلئیتیک	--	--	طلا، نقره، سرب، سروزیت، مالاکیت، پیریت، باریت، زیرکن، مگنتیت، هماتیت، پیریت اکسید.
۳۵	359H	Sn	4.2	باقل آباد	702220 3938846	شیل خاکستری، آبرفت	--	--	--	پیریت، پیروکسن، پیریت اکسید، هماتیت، سیلیکات دگرسان شده
۳۶	360H	Sn Zn	4.1 138	باقل آباد	702325 3939149	آندزیت و شیل	پروپلئیتیک سیلیسی	--	گسل درزه	سینابار، هماتیت، پیروکسن، اپیدوت، پیریت اکسید، سیلیکات دگرسان شده
۳۷	475H	Sn Pb	41.6 70.9	باقل آباد	695354 3942393	آبرفت و زمین کشاورزی	--	توده‌های کم عمق ژئوفیزیکی	--	هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، پیریت اکسید، سیلیکات دگرسان شده
۳۸	478H	Ti Ba	6120 721	باقل آباد	694781 3943596	آبرفت، آندزیت ولکانیکهای پرفیری	--	توده‌های کم عمق ژئوفیزیکی	گسل درزه	پیریت، هماتیت، پیروکسن، پیریت اکسید، مارتیت، سیلیکات دگرسان شده
۳۹	770H	Fe Ti	64500 6140	باقل آباد	695030 3945979	بازالت پیولارا	لیمونیتی	--	گسل درزه	هماتیت، پیروکسن، پیریت اکسید، مارتیت، سیلیکات دگرسانی

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیائی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۴۰	482H	Ti Co	6210 28.9	باقل آباد	691103 3948397	آندزیت و بازالت شیل	--	--	گسل درزه	سینابار، پیریت، اپیدوت، هماتیت، پیروکسن، پیریت اکسید
۴۱	464H	Cu	71.7	باقل آباد	700491 3946109	آندزیت ولکانیک پورفیری، شیل خاکستری، آهک، گرانودیوریت	--	توده نفوذی گرانودیوریت	گسل درزه	هماتیت، پیریت، سیلیکات آلتره، اولیژیست، مارتیت، پیریت اکسید
۴۲	466H	Cu Fe	75.2 66900	باقل آباد	70054 39477876	شیل خاکستری، آهک، گرانودیوریت	--	توده نفوذی گرانودیوریت	گسل درزه	سینابار، باریت، پیریت، هماتیت، پیروکسن، اپیدوت، مارتیت، سیلیکات دگرسان شده
۴۳	469H	Cu Fe Cr Co	79.5 68300 327 38.2	باقل آباد	700330 3950721	شیل خاکستری	--	--	گسل درزه	هماتیت، گوتیت، پیریت، پیروکسن، آپاتیت، مارتیت، زیرکن، پیریت اکسید
۴۴	527H	As Cu	170 83	باقل آباد	692637 3952040	شیل خاکستری	--	--	گسل درزه	نقره، مس طبیعی، باریت، زیرکن، مگنتیت، هماتیت، پیریت اکسید، گوتیت، لیمونیت
۴۵	528H	Cu	73.8	باقل آباد	691640 3953717	شیل خاکستری	--	--	گسل درزه	هماتیت، گوتیت، پیروکسن، اپیدوت، پیریت اکسید
۴۶	555H	Cu	71.6	باقل آباد	690331 3953974	شیل خاکستری، آبرفت آندزیت ولکانیک پورفیری	--	--	گسل درزه	نقره، پیریت، هماتیت، پیروکسن، اپیدوت، سیلیکات، دگرسان شده
۴۷	522H	Cu Fe	124 64000	باقل آباد	688709 3954436	شیل خاکستری، آبرفت، آندزیت ولکانیک پورفیری	--	--	گسل درزه	پیریت، هماتیت، پیروکسن، پیریت اکسید، مارتیت، سیلیکات دگرسان شده
۴۸	545H	Co Mn	28.2 2240	باقل آباد	694487 3952364	شیل خاکستری	--	--	گسل درزه	هماتیت، پیروکسن، کانیهای دگرسانی و پیریت اکسید
۴۹	546H	Sb Zn	18.7 148	باقل آباد	694154 3951879	شیل خاکستری	--	--	گسل درزه	هماتیت، گوتیت، پیروکسن، پیریت اکسید
۵۰	509H	Cr Ni Co	182 129 30.9	باقل آباد	684607 6954768	شیل خاکستری، آندزیت بازالت	--	--	گسل درزه	پیروکسن، آمفیبول، زیرکن، پیریت، پیریت اکسید، هماتیت، گوتیت

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیائی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۵۱	512H	Cr Co Cu	168 29.4 74	باقل آباد	684583 3956321	شیل خاکستری، آندزیت ولکانیک پورفیری	--	--	گسل درزه	سینابار، پیریت، هماتیت، پیروکسن، مارتیت، سیلیکات دگرسان شده
۵۲	538H	Bi Mo Pb	0.4 4.1 38.4	باقل آباد	695360 3956383	آهک، دولومیت، آبرفت	--	--	گسل درزه	طلا، سینابار، باریت، پیریت، هماتیت، پیریت اکسید، سیلیکات دگرسان شده
۵۳	539H	Pb	35.3	باقل آباد	695233 3955408	آهک، دولومیت، آبرفت	--	--	گسل درزه	پیریت، هماتیت، پیریت اکسید، سیلیکات دگرسان شده
۵۴	549H	Pb	29.7	باقل آباد	699512 3958044	شیست، آهک، دولومیت	--	--	گسل درزه	پیریت، هماتیت، پیروکسن، اپیدوت، آمفیبول، بیوتیت، مارتیت
۵۵	99H	W Sr	7.8 1240	قره‌طوره	712489 3986335	مارن ماسه‌ای، ماسه‌سنگ مارنی کنگومرا، شیل خاکستری	--	--	--	مگنتیت، کربنات‌ها، قطعات سنگی، هماتیت
۵۶	87H	Sr Sn	1120 4.1	قره‌طوره	718775 3982164	مارن ماسه‌ای، ماسه سنگ مارنی	--	--	--	نقره، مس طبیعی، پیریت، اپیدوت، پیریت اکسید، کانیهای دگرسانی
۵۷	46H	Pb Bi Zn Mn W	119 0.4 262 2240 4.4	قره‌طوره	718247 3976011	مارن، آهک مارنی	--	--	گسل ژئوفیزیکی	نقره طبیعی، رالگار، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید، کرومیت، مارتیت، کانیهای دگرسانی
۵۸	131H	Zn Mo Mn	155 1.9 2120	قره‌طوره	704421 3962450	تراورتن، آبرفت، مارن قرمز	--	--	--	پیریت، هماتیت، پیروکسن، اپیدوت، سیلیکات دگرسان شده
۵۹	134H	As	179	قره‌طوره	705783 3961463	تراورتن، مارن قرمز، آبرفت کنگومرا، شیست	--	--	--	آزوریت، مس طبیعی، فلئوریت، مالاکیت، باریت، پیریت، پیریت اکسید، هماتیت
۶۰	133H	As W	623 3.6	قره‌طوره	705484 3961160	مارن قرمز، کنگومرای قرمز	--	--	--	مگنتیت، پیریت، هماتیت، پیروکسن، کانیهای دگرسانی، مارتیت، پیریت اکسید
۶۱	136H	As Sb	208 12	قره‌طوره	709711 3961469	مارن ماسه‌ای قرمز	--	--	--	سرب طبیعی، سروزیت، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید، مارتیت

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیائی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۶۲	122H	Ba As Sb Zn Mo	696 556 23.5 159 2.2	قره‌طوره	707580 3971766	آهک مارنی، شیل خاکستری، آبرفت	--	--	--	هماتیت، گوتیت، مارتیت، پیریت اکسید، سیلیکاتهای دگرسانی
۶۳	120H	As Sb	198 14.2	قره‌طوره	707398 3974075	شیل خاکستری، آهک مارنی، آبرفت	--	--	--	پیریت، مگنتیت، هماتیت، گوتیت، اپیدوت، کانیهای دگرسانی
۶۴	60H	As W	325 4.2	قره‌طوره	709398 3974087	آبرفت، شیل خاکستری، آهک مارنی	--	--	--	استرونیسانیت، آپاتیت، زیرکن، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، کانیهای دگرسانی
۶۵	53H	Sr	7619	قره‌طوره	711423 3974947	آهک مارنی، آبرفت	--	--	--	سینابار، باریت، پیریت، نیگرین، هماتیت، سیلیکاتهای آلتره
۶۶	73H	As Sr Mn	253 986 1570	قره‌طوره	709218 3978073	کنگومرا، آبرفت	--	--	گسل درزه	مگنتیت، پیریت، زیرکن، هماتیت، اپیدوت، پیریت اکسید، کانیهای دگرسانی
۶۷	67H	As Mo	409 2.1	قره‌طوره	706584 3976061	کنگومرا، شیل خاکستری	--	--	گسل درزه	سرب طبیعی، سروزیت، باریت، پیریت، هاتیت، گوتیت، مارتیت
۶۸	111H	Zn Sb Bi	137 23.2 0.4	قره‌طوره	705073 3975681	شیل خاکستری، کنگومرا	--	--	گسل درزه	سینابار، مگنتیت، هماتیت، پیریت اکسید و کانیهای دگرسانی
۶۹	112H	Mn Sb Bi	1710 27.5 0.4	قره‌طوره	705261 3975395	شیل خاکستری	--	--	--	نقره، سینابار، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، مارتیت
۷۰	115H	Sb Bi	10 0.4	قره‌طوره	705213 3974324	شیل خاکستری	--	--	--	پیریت، هماتیت، گوتیت، مارتیت، پیریت اکسید
۷۱	214H	As	784	خاندان قلی	709115 3958545	مارن ماسه‌ای قرمز، تراورتن آبرفت، شیل خاکستری، گرانودیوریت	--	گرانودیوریت	گسل درزه	باریت، پیریت، مگنتیت، هماتیت، گوتیت، پیروکسن، اپیدوت، پیریت، اکسید و سیلیکاتهای دگرسانی شده

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیائی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۷۲	218H	Cr Fe Ni Co Cu	246 62900 110 37.8 88	خاندان قلی	706615 3956646	شیل خاکستری، آبرفت	--	--	--	زیرکن، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت اکسید، سیلیکاتهای دگرسانی شده فلوگویت
۷۳	219H	As	1040	خاندان قلی	707753 3958503	مارن ماسه‌ای قرمز، شیل خاکستری، آبرفت، گرانودیوریت	--	گرانودیوریت	گسل درزه	باریت، پیریت، هماتیت، پیروکسن، مگنتیت، پیریت اکسید، اپیدوت، سیلیکاتهای دگرسان شده
۷۴	802H	As	1060	خاندان قلی	708891 3958569	تراورتن، مارن ماسه‌ای قرمز، شیل، خاکستری، گرانودیوریت	--	گرانودیوریت	گسل درزه	سینابار، آپاتیت، زیرکن، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیروکسن، آمفیبول، مارتیت
۷۵	220H	As	588	خاندان قلی	706317 3958596	مارن ماسه‌ای قرمز، آبرفت	--	--	--	هماتیت، پیروکسن، کانیهای دگرسانی مارتیت، پیریت
۷۶	221H	As Sb	183 13.9	خاندان قلی	705228 3957753	آبرفت، کنگلومرا و ماسه سنگ، آهک اوربیتولین دار	--	--	--	هماتیت، پیروکسن، بیوتیت، پیریت اکسید و کانیهای دگرسانی
۷۷	223H	Mn Pb Mo	3240 32 2.3	خاندان قلی	704887 3954798	مارن ماسه‌ای قرمز، شیل خاکستری، گرانودیوریت	--	گرانودیوریت	--	نقره، سینابار، هماتیت، پیروکسن، باریت، پیریت، سیلیکاتهای آلتزه، گوتیت، اپیدوت
۷۸	240H	Au	453	خاندان قلی	715630 3951714	مارن ماسه‌ای قرمز	--	--	--	آپاتیت، زیرکن، پیریت، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، سیلیکاتهای دگرسان شده
۷۹	270H	U As	3.21 192	خاندان قلی	723289 3941800	مارن ماسه‌ای قرمز	--	--	گسل ژئوفیزیکی	آپاتیت، زیرکن، هماتیت، گوتیت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، سیلیکاتهای دگرسان شده
۸۰	271H	Ba As Pb U W Be	841 164 28.5 4.06 3.6 3.4	خاندان قلی	723000 3941781	مارن ماسه‌ای قرمز، ولکانیک و آندزیت، آبرفت	--	--	گسل ژئوفیزیکی	آپاتیت، زیرکن، آمفیبول، پیروکسن، پیریت، سیلیکاتهای آلتزه

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیائی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۸۱	273H	Bu U As Pb Ba W	4.2 396 28.7 825	خاندان قلی	722163 3940472	شیل خاکستری، سنگهای ولکانیکی آندزیت	--	--	گسل ژئوفیزیکی	مگنتیت، آپاتیت، زیرکن، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت
۸۲	313H	Hg W	0.06 3.4	خاندان قلی	722037 3943245	شیل خاکستری	--	--	--	آپاتیت، زیرکن، مگنتیت، هماتیت، پیریت، پیروکسن، آمفیبول
۸۳	312H	Hg W	0.08 4.9	خاندان قلی	721024 3943135	شیل خاکستری	--	--	--	آپاتیت، مگنتیت، زیرکن، پیریت، هماتیت، کانیهای دگرسانی، پیریت اکسید، بیوتیت
۸۴	310H	U Ba Be As Pb Sn W	5.29 1290 4.9 172 36.3 3.4 4.1	خاندان قلی	720363 3942515	شیل خاکستری، سنگ ولکانیکی آندزیت	--	--	--	نقره طبیعی، آپاتیت، زیرکن، باریت، پیریت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، فلوگویت، سیلیکات دگرسان شده
۸۵	309H	U Pb	3.32 30.1	خاندان قلی	719434 3942411	شیل خاکستری، سنگهای ولکانیکی آندزیت آبرفت	--	--	--	مگنتیت، پیریت، آپاتیت، زیرکن، کانیهای دگرسانی، پیریت اکسید، کلریت
۸۶	305H	Ba Be U	731 2.9 3.32	خاندان قلی	718578 3941476	شیل خاکستری، سنگهای ولکانیکی آندزیت	--	--	--	آپاتیت، سرب، طبیعی، زیرکن، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، سیلیکاتهای دگرسان شده
۸۷	267H	Au Ti Mo	16 6300 2.5	خاندان قلی	726061 3938445	آبرفت و زمین کشاورزی	--	--	--	نقره طبیعی، آپاتیت، زیرکن، باریت، پیریت، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، اپیدوت، سیلیکاتهای دگرسان شده
۸۸	268H	Be Pb U W	2.9 29.7 3.25 3.7	خاندان قلی	726416 3938246	آبرفت، مارن ماسه‌ای قرمز آندزیت سنگهای ولکانیکی	--	--	--	مگنتیت، آپاتیت، زیرکن، باریت، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، سیلیکات دگرسان شده

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیائی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۸۹	278H	U	3.52	خاندان قلی	726622 3936306	آبرفت	--	--	--	پیریت، پیروکسن، هماتیت، سیلیکات دگرسان شده زیرکن، آپاتیت، آمفیبول
۹۰	276H	Be Pb U	3.1 30.8 2.92	خاندان قلی	7255086 3936290	آبرفت، مارن ماسه‌ای قرمز آندزیت سنگهای ولکانیکی	--	--	--	مگنتیت، آپاتیت، زیرکن، باریت، پیریت، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، پیریت اکسید، سیلیکات دگرسان شده
۹۱	280H	Be U	3 2.69	خاندان قلی	726681 3933941	آبرفت و زمین کشاورزی	--	--	--	طلا، سینابار، نقره، آپاتیت، زیرکن، باریت، پیریت، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، سیلیکاتهای آلتره
۹۲	284H	Be Pb Ba Bi	3.8 37.1 849 0.4	خاندان قلی	724754 3933781	مارن ماسه‌ای قرمز، آبرفت سنگهای ولکانیکی آندزیت	--	--	گسل ژئوفیزیکی	نقره، آپاتیت، زیرکن، سیلیکاتهای آلتره، پیروکسن، آمفیبول
۹۳	283H	Ba Be Pb Bi	934 3.6 36 0.4	خاندان قلی	724391 3933390	آبرفت، مارن ماسه‌ای قرمز	--	--	--	نقره، نیگرین، آپاتیت، زیرکن، پیروکسن، آمفیبول، سیلیکاتهای آلتره، بیوتیت.
۹۴	282H	Ba Bi Be Pb	884 0.4 3.5 38.2	خاندان قلی	724995 3932265	آبرفت	--	--	--	نقره، سینابار، آپاتیت، زیرکن، گالن، سروزیت، نیگرین، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، هماتیت، سیلیکاتهای آلتره
۹۵	286H	U Bi	2.67 0.4	خاندان قلی	720529 3932006	مارن با میان لایه‌های ماسه سنگ و آبرفت	--	--	--	زیرکن، آپاتیت، پیروکسن، آمفیبول، هماتیت، پیریت، پیریت اکسید

مشخصات نمونه کانی سنگین برداشت شده در محدوده ورقه دیواندره

ردیف	شماره نمونه	عنصر دارای آنومالی	عیار عنصر	برگه توپوگرافی	موقعیت جغرافیایی	سنگ بالادست	آلتراسیون	توده نفوذی	زمین‌شناسی ساختمانی	مطالعه کانی سنگین
۹۶	291H	U Mo	2.95 2.7	خاندان قلی	716302 3932851	مارن با میان لایه‌های ماسه سنگ و آهک آبرفت و آندزیت	پروپلیتیک لیمونیتی	--	گسل ژئوفیزیکی	مگنتیت، آپاتیت، زیرکن، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت اکسید، و سیلیکات‌های دگرسانی
۹۷	290H	U Sr	3.07 1070	خاندان قلی	716215 3931185	مارن با میان لایه‌های ماسه سنگ و آهک آبرفت و آندزیت	پروپلیتیک لیمونیتی	--	گسل ژئوفیزیکی	سینابر، آپاتیت، زیرکن، مگنتیت، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیروکسن، آمفیبول
۹۸	293H	U Be Pb Ba	2.6 3.7 68.7 813	خاندان قلی	713838 3931108	مارن ماسه‌ای ماسه سنگ مارنی آبرفت و زمین کشاورزی	--	--	--	آپاتیت، زیرکن، مگنتیت، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، باریت، پیریت
۹۹	294H	Bi Be Ba U Pb	0.4 3.1 907 3.91 43.7	خاندان قلی	713719 3931272	مارن ماسه‌ای، ماسه سنگ مارنی آبرفت و زمین کشاورزی	--	--	--	مگنتیت، آپاتیت، زیرکن، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، سیلیکات‌های دگرسان شده
۱۰۰	295H	Bi Be U Pb	0.4 2.9 2.94 33.3	خاندان قلی	711698 3931160	مارن ماسه‌ای، ماسه سنگ مارنی آبرفت و زمین کشاورزی	--	--	--	آپاتیت، زیرکن، باریت، پیریت، بیسموتینیت، پیروکسن، آمفیبول، مگنتیت
۱۰۱	296H	Bi Be Ba U Pb	0.4 3.6 1040 3.77 40.6	خاندان قلی	711715 3931205	مارن ماسه‌ای و ماسه سنگ مارن	--	--	--	استرونیسیانیت، آپاتیت، زیرکن، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، و کانیهای دگرسانی