

پیشگفتار

مطالعات و بررسیهای اکتشافی و تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی در مقیاس 1:100,000 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 1382 مطالعات یکی از این ورقه‌ها تحت عنوان:

پروژه "تهیه نقشه ژئوشیمیایی برگه 1:100,000 دیواندره" با شماره قرارداد 115/16/11687 مورخ 1382/8/10 از سوی سازمان مذکور به شرکت مهندسین مشاور تهران پادیر واگذار گردید.

ناحیه مورد بررسی به‌وسعت تقریبی 2500 کیلومتر مربع در عرضهای جغرافیایی 30'35° تا 36'00° و طولهای جغرافیایی 47'00° تا 47'30° واقع شده است.

با توجه به شرایط خاص آب و هوایی منطقه، از روش آبراهه‌ای برای نمونه‌برداری ژئوشیمیایی استفاده شده است. طراحی شبکه نمونه‌برداری بهینه با به‌کارگیری کلیه اطلاعات موجود از جمله اطلاعات نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی مقیاس 1:100,000، نقشه مغناطیس‌هوائی، اطلاعات مربوط به معادن و کانسارهای محدوده مورد بررسی انجام گرفته است.

در مجموع تعداد 758 نمونه ژئوشیمی از وسط آبراهه‌ها و از رسوبات جوانترین بستر برداشته شد که تعداد 30 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 4 اسید به روش ICP-OES و ICP-MS و اندازه‌گیری طلا به روش FIRE ASSAY مورد آنالیز قرار گرفته‌اند و مقادیر 43 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 100 نمونه به‌عنوان نمونه‌های کانی سنگین در گستره مورد مطالعه طراحی و برداشت گردید. علاوه بر این با توجه به ویژگیهای زمین‌شناسی منطقه، مشاهدات صحرایی و نتایج اولیه بررسیهای ژئوشیمیایی تعداد 50 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.

پیش‌گفتار نخست: کلیات

هر روش اکتشافی مجموعه علوم و فنونی است که به‌منظور حل یک یا چند مشکل اکتشافی ابداع و توسعه یافته است. این روشها عبارتند از: دورسنجی، نقشه‌برداری ژئوفیزیکی (هوائی و زمینی)، تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی، حفاری و ... هر یک از این روشها دارای مزایا و معایبی است. به‌عبارت دیگر هر یک دارای تواناییها و محدودیتهایی می‌باشد. در یک برنامه‌ریزی اکتشافی لازم است متناسب با ماهیت پیچیدگی و مشکلات اکتشافی روش بهینه‌ای، که حداکثر توانایی و حداقل محدودیت را ایجاد کند، به‌کار گرفته

شود. اکتشافات ناحیه‌ای در مقیاس 1: 100,000 در زمره اکتشافهای زیربنایی و اولیه محسوب می‌شود که طی آن نواحی با پتانسیل معدنی شناخته می‌شود و خود شامل اکتشافات ژئوشیمیایی، اکتشافات ژئوفیزیکی و بررسی اطلاعات ماهواره‌ای می‌باشد. اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای از جمله این روشها است که با نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای و رودخانه‌ای انجام می‌شود. پروژه حاضر بخشی از طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک است که در محدوده ورقه دیواندره انجام می‌پذیرد و هدف آن معرفی پتانسیلهای معدنی در این محدوده و به‌خصوص زون دگرگونی سنندج- سیرجان و اولویت‌بندی هر یک از آنها است.

1-1- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای

به‌طور تجربی ثابت شده است که رسوبات آبراهه‌ای (عموماً جزء 80-مش) در اکتشافات ناحیه‌ای (1: 100,000 و 1: 250,000) بسیار مفید واقع می‌شود. نتایج حاصل از این نوع بررسیهای اکتشافی می‌تواند در تحلیل ایالات ژئوشیمیایی و شناخت الگوهای ژئوشیمیایی ناحیه‌ای و همچنین نواحی که در آنها احتمال کشف نهشته‌های کانسارهای بیشتر می‌باشد، بسیار مؤثر واقع شود. علاوه بر کاربردهای مستقیم ذکر شده نقشه‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند کاربردهایی در زمینه کشاورزی و محیط زیست نیز داشته باشد. بدیهی است که اهداف اکتشافی این نوع بررسیها با اهدافی نظیر تشخیص الگوهای ناحیه‌ای برای توزیع عناصر، متفاوت است و به‌این جهت باید برای هر منظوری از روش مناسب آن استفاده کرد.

در مورد اول، که هدف اکتشاف آنومالی در هاله‌های ثانویه است، باید از تکنیکهای آماری بهره گرفت که اختلاف بین مقادیر آنومالی و روندهای ناحیه‌ای را به‌حداکثر مقدار خود برساند و در نتیجه از طریق شدت بخشی آنومالیها به‌شناسایی هرچه دقیقتر آنها پرداخت.

در حالت دوم، چون هدف دستیابی به‌روندهای ناحیه‌ای است، باید از تکنیکهای آماری استفاده کرد که تأثیر آنومالیها را در روندهای ناحیه‌ای به‌حداقل خود می‌رسانند. چگالی نمونه در این حالت یک نمونه برای چند کیلومتر مربع است که به‌وسیله سقف بودجه کنترل می‌شود.

2-1- جمع‌آوری اطلاعات (بند 1- شرح خدمات)

در این مرحله اسناد و مدارک مربوط به‌منطقه اکتشافی تحت پوشش به‌شرح زیر تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت:

1- نقشه‌های توپوگرافی 1: 50,000 منطقه شامل برکه‌های قره‌طوره، خاندان‌قلی، باقل‌آباد، دیواندره.

2- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس 1: 250,000 سنندج.

3- نقشه ژئوفیزیک هوایی (مغناطیس هوایی) با مقیاس 1: 250,000 سنندج.

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

3-1- موقعیت جغرافیایی

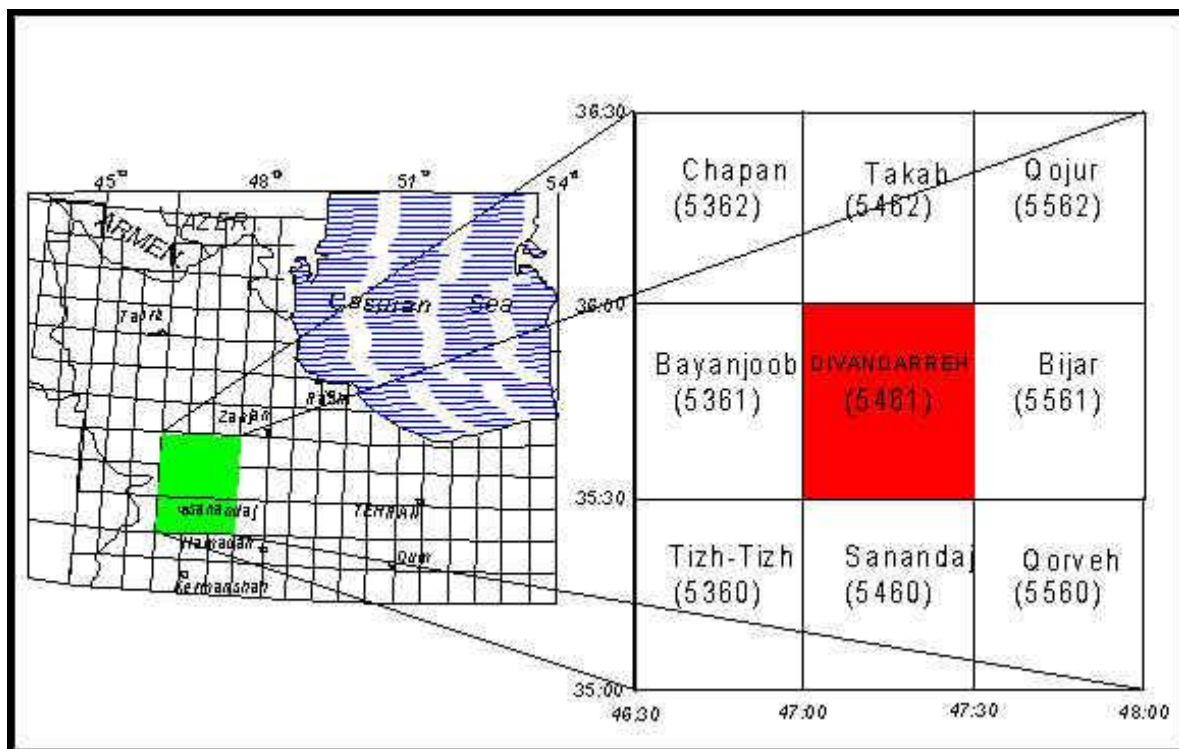
منطقه مورد مطالعه دارای وسعتی در حدود 2500 کیلومتر مربع می‌باشد و نقشه چهارگوش دیواندره نامیده می‌شود. این چهارگوش از شمال به مدار 36° ، از جنوب به مدار $35^{\circ}30'$ ، از شرق به نصف‌النهار $47^{\circ}30'$ و از غرب به نصف‌النهار 47° منتهی می‌شود. این ورقه از شمال به برگه تکاب، از جنوب به برگه سنندج، از شرق به برگه بیجار و از غرب به برگه باینجوب منتهی می‌شود، (شکل 1-1).

برگه دیواندره متشکل از نقشه‌های توپوگرافی قره‌طوره، خاندان‌قلی، باقل‌آباد و دیواندره می‌باشد. شهر دیواندره از جمله شهرهای مهم بوده که در منتهی‌الیه شمال باختری برگه 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 برگه و جاده دیواندره-سنندج در غرب منطقه می‌باشد.

میانگین بارندگی برپایه آمار 12 ساله، سالانه 537 میلیمتر گزارش شده است. این مقدار بارندگی موجب رونق دامداری در منطقه شده است.

از ارتفاعات مهم این منطقه می‌توان به کوه شیخ‌شریف (2400 متر)، کوه پیرمحمود (2445 متر) و کوه خلخال (2230 متر) اشاره کرد.



شکل 1-1 : موقعیت جغرافیایی ورقه مورد مطالعه.

4-1- زمین‌شناسی و چینه‌شناسی

1-4-1- پالئوزوئیک

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

1-4-2- مزوزوئیک

الف- شیل‌های سیلتی و ماسه‌سنگ (K₁)

در سمت باختر و در دامنه‌های جنوبی کوه چهل‌چشمه حدود 500 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 همسازي 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 برگه دیواندره این و احد رخنمون بسیار کوچکی در شمال شرقی برگه 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 200 متر در شمال منطقه تا بیش از 300 متر در جنوب تغییر می‌کند. بخش پایین آهکها کمتر مارنی بوده و به‌طور موضعی نیز از دولومیتهای خاکستری و زرد رنگ با دانه‌های کوارتز تشکیل یافته است. چینه‌های آهک مارنی، که دارای بوی ویژه مواد آلی هستند، بخش میانی و بالایی 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 اوربیتولین‌دار در کرتاسه پایین منطقه است. رسوبات آن که عدسی شکل است تا 350 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- شیلهاي خاکستري (شیل سنندج)

این واحد به عنوان پایینترین واحد کرتاسه بالایی مطرح می‌باشد. از این رسوبها که حدود 1700 متر ستبرا دارد در جنوب برگه توپوگرافی باقل‌آباد 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- سنگهاي آتشفشاني پورفيري آندزیتی (K9)

این واحد ولکانیکی پهنه گسترده‌ای از برگه توپوگرافی باقل‌آباد را به خود اختصاص داده است. ستبرای آن 300 تا 400 متر می‌باشد و آن را می‌توان به دو بخش پایین و بالا تقسیم کرد:

- بخش پایینی حدود 50 متر ستبرا دارد و از تناوبی از شیلهاي سیاه و آندزیت تشکیل شده است. شیلها دارای شیستوارگی بوده و ستبرای آن حدود یک متر است.

- بخش بالایی 250 تا 350 متر ستبرا 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 به سختی 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.

1-4-3- سنوزونیک

واحدهای الیگو- میوسن

رسوبات نسبتاً ستبر سازند قم بیشتر در این محدوده به صورت کوه‌های کم‌ارتفاع و تپه‌های سفید رنگ رخنمون دارد. ضخامت این رسوبات 1200 متر بوده و بیشتر شامل مارن، آهک و ماسه سنگ می‌باشد. سن اغلب این واحدها میوسن بوده و از بخشهای زیر تشکیل شده است:

1- ماسه‌سنگ و کنگلومرای (Mc)

این بخش که پی رسوبات را تشکیل می‌دهد و بر روی شیلهاي تیره رنگ کرتاسه بالا قرار دارد شامل کنگلومرای قرمز رنگی است که ضخامت لایه‌های آن 5 تا 8 متر بوده و به سمت بالا به آهک کنگلومرای تبدیل می‌گردد. ضخامت کنگلومرا از 5 تا 70 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 0/5 متر و حتی 20 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.

2- آهک رسی سفید رنگ (M1)

این واحد بیشتر توده‌ای بوده و ضخامت آن از 180 تا 200 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.

3- مارن با لایه‌های آهک و ماسه سنگ (Mm1)

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 1000 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 برگه توپوگرافی قره‌طوره را در بر می‌گیرد.

4- مارن و ماسه سنگ (Mms)

ضخامت این برش در حدود 450 متر است و از دو قسمت زیر تشکیل شده است :

الف- 20 متر ماسه سنگ درشت دانه.

ب- 430 متر مارن ماسه‌ای آبی رنگ و یکنواخت با میان لایه‌های ماسه سنگ. واحد مذکور به صورت محدود در بخش شمال خاوری برگه توپوگرافی قره‌طوره مشاهده می‌شود.

5- گدازه‌های آندزیتی و سنگ‌های ولکانیکی (Mv)

این سنگ‌های ولکانیکی که به صورت چینه‌های افقی به ضخامت 150 متر رخنمون دارد اغلب در بخش جنوب شرقی برگه توپوگرافی خاندان‌قلی مشاهده می‌شود.

1-4-4- پلیوسن

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

الف- رس و ماسه سنگ‌های آهکی

این رسوبها از حدود 180 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:

- 1- 2 متر کنگلومرا و ماسه سنگ.
 - 2- 40 متر رس سیلتی قرمز رنگ با لایه بندی ظریف که دارای ژیبس نیز می باشد.
 - 3- 88 متر مارن ماسه‌ای زرد رنگ.
 - 4- 32 متر ماسه سنگ آهکی با میان لایه‌های مارن.
 - 5- 17 متر تناوب آهک گچ دار سفید رنگ و مارن پرمایه از پوسته گاستروپود.
- این واحد به‌طور گسترده در شرق برگه یکصد هزارم دیواندره و بخش شمالی برگه توپوگرافی باقل آباد دیده می‌شود.

ب- گدازه‌های بازالتی (Pb)

گدازه‌های بازالتی جوان در این منطقه به‌خصوص جنوب خاوری برگه توپوگرافی قره‌طوره واحدهای آهکی (Pm) را می‌پوشاند. این گدازه‌ها از جنس بازالت اولیوین‌دار بوده و معمولاً از لاوهای تیره رنگ با بافت جریان‌ی به‌وجود آمده و دارای کاواکهای متعدد است و ضخامت میانگین آن به 20 متر می‌رسد. گدازه‌ها در دره کهن رودخانه شور نزدیک دهکده محمدصالح جریان پیدا کرده و بر روی افق‌های مختلف و فرسایش یافته رسوبهای پلیوسن قرار دارد. دهانه‌های آتشفشانی در هر جا که این گدازه‌های جوان مشاهده می‌گردد در حدود 20 تا 50 متر بالاتر از لاوهای جریان یافته قرار دارد.

1-4-5- کواترنر

- رسوبات دوران چهارم منطقه را می‌توان به‌افق‌های زیر تقسیم کرد.
- 1- پادگانه‌ها.
 - 2- سنگ‌های تراورتن.
 - 3- نهشته‌های رودخانه‌ای.
 - 4- آبرفت و زمینهای زراعتی.

1- تراس یا پادگانه (QT)

پادگانه‌ها که کهنترین رسوبات کواترنر منطقه‌اند بیشتر در نیمه خاوری چهارگوشه قرار دارند و از لایه کنگلومرا با قلوه‌های بزرگ و رسوبات آب‌های شیرین تشکیل یافته است. ضخامت کلی آنها از 10 تا 30 متر تغییر می‌کند.

2- 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 20 تا 80 متر تغییر می‌کند که دارای کاواکهای بسیار زیادی می‌باشد و در آن شمار زیادی لایه‌های کنگلومرایی وجود دارد.

یادآور می‌گردد که تراورتنها و آهکهای کاواکدار، بازماندهای رسوبات شیمیایی 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.

3- 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.

4- آبرفتها و زمینهای زراعی (Qal)

بر روی افقهای سه گانه یاد شده و دیگر سنگهای کهن رسوبات به‌ضخامت 20 تا 40 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 به‌طوری که زمینهای کشاورزی اغلب بر روی این رسوبات قرار دارد.

5-1- توده‌های نفوذی منطقه

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

6-1- مواد معدنی

از مواد معدنی مهم در محدوده برگه یکصد هزارم دیواندره می‌توان به‌نشانه بکسیت بین لایه‌های آهکی و دولومیتی کوه پیرمحمود واقع در جنوب برگه 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.

7-1- 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 به‌گسلهای گزان، کوه دودآغاج 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 :

- 1- تعیین بهترین و مناسبترین محیط نمونه برداری برای عناصر مورد جستجو.
- 2- رعایت نکات فنی نمونه برداری به منظور برداشت معرفترین آنها.
- 3- 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.

1-2- هدف

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

- 1- ترسیم نقشه‌های ژئوشیمیایی پراکنش برای عناصر :

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

2- بررسی و کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی از طریق مطالعه و بررسی کانیهای سنگین و نمونه‌های مینرالیزه و دگرسانی.

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

4- مدل‌سازی اولویت‌بندی مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف.

2-2- انتخاب محیط نمونه‌برداری

همانطور که قبلاً نیز عنوان شد، به‌طور 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 لیتوژئوشیمیایی نمی‌تواند مورد استفاده قرارگیرد چرا که آنقدر هزینه اکتشافی بالایی 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 به‌طور انحصاری روش بررسی رسوبات رودخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع بررسی مواد هر نمونه می‌تواند معرفی از ترکیب شیمیایی مواد بالادست خود باشد. به‌طور 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.

2-3- طراحی شبکه نمونه‌برداری بهینه (بند-2 شرح خدمات)

به‌منظور تشخیص آنومالیهای ژئوشیمیایی واقعی و تمیز انواع مرتبط با ذخایر معدنی از سایر انواع در هر ناحیه‌ای لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراهه‌ای (برای مثال جزء 80- مش) و یا کانی سنگین (جزء 20- مش) مورد آزمایش قرار گیرد. قطر این جزء ثابت تابع شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و فاصله از منشأ 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 به‌دست آمده صورت پذیرد. علاوه بر موارد فوق در بررسی رسوبات آبراهه‌ای 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 2 تا 3 کیلومتر مربع در نظر گرفته شود. در این برگه 1:100,000 با توجه به مساحت رخنمون‌ها تعداد 758 نمونه در نظر گرفته شده است که مساحت تحت پوشش یک نمونه تقریباً حدود 3 کیلومتر مربع می‌باشد. برای استفاده بهینه از داده‌های حاصل از هر نمونه سعی شده است تا توزیع نمونه‌ها در نواحی کوهستانی حتی‌الامکان به‌روش مرکز ثقل حوضه‌های آبریز باشد.

3-2- عوامل مؤثر در طراحی نمونه‌برداری (موضوع بند 2-1 شرح خدمات)

در زمینه طراحی اشراف به‌روندهای ساختاری، زونهای تکتونیکی، 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:

- 1- نقشه‌های توپوگرافی 50,000 : 1 منطقه شامل برگه‌های قره‌طوره، خاندان‌قلی، باقل‌آباد، دیواندره
- 2- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس 250,000 : 1 سنندج.
- 3- نقشه ژئوفیزیک هوایی (مغناطیس هوایی) با مقیاس 250,000 : 1 سنندج.

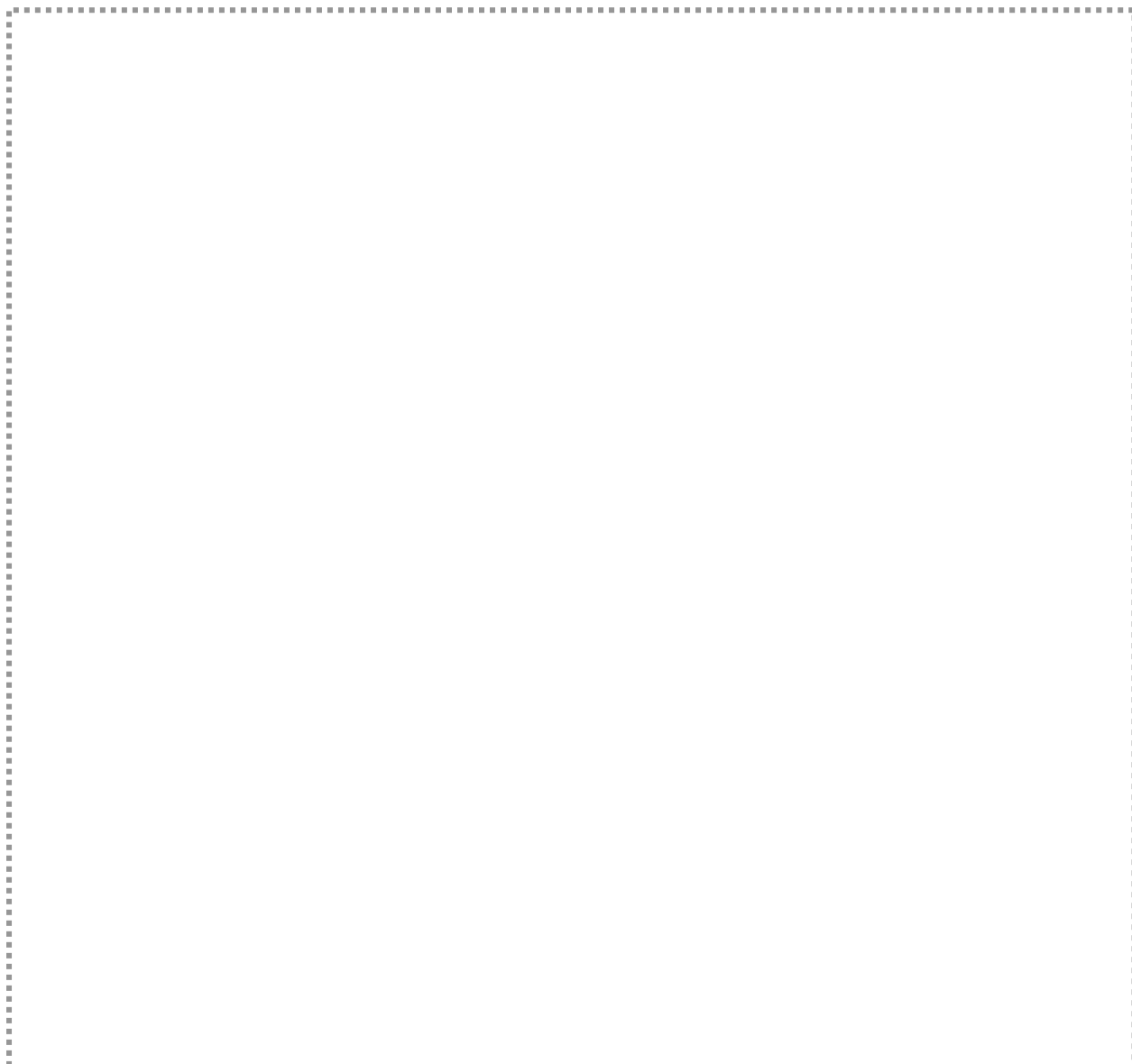
به‌منظور طراحی شبکه نمونه‌برداری نقشه آبراهه‌ای منطقه تهیه شد. سپس نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی و زمین‌شناسی محدوده طرح، به‌صورت لایه‌های اطلاعاتی بر روی نقشه آبراهه‌ای منطقه، که از قبل ترسیم شده بود، قرار گرفت. با توجه به عوارض موجود در این لایه‌های اطلاعاتی اقدام به طراحی شبکه نمونه‌برداری به‌تعداد 758 نمونه در پائین‌دست گسل‌ها، کنتاکتهای مهم زمین‌شناسی، آنومالیهای ژئوفیزیکی، مناطق با دانسیته گسلی بالا، گسل‌های پنهان و... شد، (نقشه شماره-1). نقشه مذکور که شامل سه لایه اطلاعاتی مهم می‌باشد به‌عنوان پایه طراحی شبکه نمونه‌برداری مطرح است. این لایه‌ها به‌شرح زیر می‌باشند:

1- لایه زمین‌شناسی: این لایه از نقشه زمین‌شناسی 250,000 : 1 سنندج (به‌دلیل نبود نقشه 100,000 : 1 دیواندره) استفاده شده است.

2- لایه ژئوفیزیکی: این لایه از نقشه 250,000 : 1 ژئوفیزیک هوایی سنندج 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.

3- لایه آبراهه : که از نقشه‌های توپوگرافی 50,000 : 1 استفاده شده است.

روشن است که این طراحی به‌عنوان یک طراحی تمام و کمال تلقی نمی‌شود و به‌کارشناسان 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 نمونه‌برداری طوری صورت گرفته است که 758 نمونه این برگه حداکثر سازگاری را با روش مرکز ثقل داشته باشد. درجه مرکز ثقل را عواملی نظیر چینه‌شناسی، سنگ‌شناسی و تکتونیک کنترل می‌کند. معمولاً در طراحی به روش مرکز ثقل چگالی نمونه‌برداری در اطراف توده‌های 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 توده‌های نفوذی نیمه عمیق قرار دارند (این توده‌ها از روی نقشه ژئوفیزیک هوایی مشخص می‌شوند) به علت پتانسیل معدنی بالاتر، از مقدار بالاتری برخوردار می‌باشند. معمولاً آبراهه‌هایی که به وسیله گسلهای عمیق مشخص شده در روش ژئوفیزیک هوایی قطع می‌شوند، 500 متر پائینتر از محل تلاقی آبراهه با گسل مورد نمونه‌برداری قرار می‌گیرند. 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 می‌دهند)، درجه مرکز ثقل آبراهه‌ها باید به طور محلی افزایش یابد. این امر به دلیل اهمیت چنین مناطقی می‌باشد. به دلیل فعال بودن پدیده رقیق شدگی و اثر سرشکن شدگی در حوضه‌های آبریز وسیع (با بیش از 30 سر شاخه) و کاهش شدت آنومالیهای احتمالی در محل اتصال آبراهه‌ها به یکدیگر لازم است چنین حوضه‌های آبریزی، بخصوص در مواردی که آبراهه سنگ بستر را قطع نمی‌کند، به حوضه‌های کوچکتر تقسیم گردند. این امر موجب می‌گردد تا اختلاط رسوبات از آبراهه‌های مرتبط با کانی‌سازی احتمالی با آبراهه‌های بدون کانی‌سازی موجب تضعیف بیش از حد شدت آنومالیها و ارزیابی منفی آنها نگردد. به علاوه این امر موجب می‌گردد تا احتمال قطع سنگ بستر در آبراهه افزایش یابد و این امر خود موجب افزایش ارزش داده‌ها می‌گردد. علاوه بر عوامل فوق، یکی دیگر از عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری تقسیم یک حوضه آبریز بزرگ به حوضه‌های کوچکتر، احتمال وجود آلودگیهای ناشی از فعالیتهای کشاورزی در حاشیه رودخانه‌هایی 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 می‌دهد. در چنین مواردی فقط مرکز ثقل بخشهای فوقانی آنها، که از آلودگی مصون می‌باشد، می‌تواند محاسبه گردد.

2-4- انجام عملیات نمونه‌برداری (بند-2 شرح خدمات)

عملیات صحرائی و نمونه‌برداری به عنوان مهمترین گام از یک گزارش اکتشافی است.

روشن است همه نتایج گرفته شده بر پایه داده‌هایی به‌دست خواهد آمد که خود از تجزیه نمونه‌ها به‌دست آمده‌اند. بنابراین اهمیت این مرحله و درستی و صحت آن تأثیر به‌سزایی در دقت يك گزارش ژئوشیمیایی دارد. کارشناسان معترفند که داده‌پردازی و محاسبات آماری و مطالعات بررسی فرآگیر نمی‌تواند خطای نمونه‌برداری را به‌گونه‌ای روشن و مشخص سازد و بی‌دقتی در نمونه‌برداری باعث بروز دشواریهای پرشماری خواهد شد، که افزون بر هدر رفتن هزینه‌ها، باعث به‌دست آمدن نتایج نادرست و ناهماهنگ با واقعیت خواهد شد. از این‌رو اهمیت این کار همچون سازه‌ای است که بایستی بر تکیه‌گاهی استوار و به‌دور از هرگونه کاستی و سستی نهاده شود.

پس از تعیین نقاط نمونه‌برداری بر روی نقشه و مشخص شدن شبکه نمونه‌برداری، پس از یافتن محل نمونه‌ها با استفاده از نقشه توپوگرافی و دستگاه جایاب¹ از نقاط از قبل تعیین شده بر روی نقشه، از جدیدترین رسوبات آبراه‌های نمونه برداشت گردید. در طی نمونه‌برداری برخی از معیارها به‌شرح زیر اعمال گردید.

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

2- به‌منظور کاهش خطای نمونه‌برداری 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 نکند. با توجه به‌عرض کم آبراهه‌ها امکان نمونه‌برداری دایره‌ای وجود نداشت. لذا اقدام به جمع‌آوری نمونه‌ها به‌صورت يك سري جزء نمونه از نقاط مناسب برای تجمع رسوبات در فواصل چند متری تا چند ده متری در طول آبراهه با رعایت شرایط بالا گردید.

3- از برداشت مواد آلی اجتناب شد، چرا که اغلب به‌دلیل 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.

4- در جاهایی که عرض آبراهه‌ها کم بوده، سعی شد تا حد امکان نمونه‌ها از وسط آبراهه‌ها 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 برگه مخصوص نمونه‌برداری ثبت شد. در مجموع پس از انجام عملیات نمونه‌برداری تعداد 758 نمونه از کل گستره مورد مطالعه برداشت گردید.

با توجه به‌زمان عملیات نمونه‌برداری در فصل بارندگی مشکلات زیادی ضمن نمونه‌برداری وجود داشت که منجر به‌تعویق افتادن زمان عملیات نمونه‌برداری شد. عملیات نمونه‌برداری از تاریخ 83/1/18 الی 83/2/10 توسط 8 اکیپ صورت گرفت.

¹-Global Positioning System• GPS.

5-2- آماده‌سازی نمونه‌ها (بند-3 شرح خدمات)

اهمیت مراحل اکتشافی و صحت هرکدام 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 نهایی داشته باشد. آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها نیز دانه‌هایی 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 به محل کمپ منتقل شده و همزمان با کنترل نهایی نمونه‌ها سعی بر آن بود که از هرگونه آلودگی جلوگیری به عمل آید. نمونه‌هایی که به صورت خیس برداشت شده، نخست در دمای محیط خشک شده و سپس با الک 80- مش دانه‌بندی و شماره‌گذاری شده و به آزمایشگاه ارسال شدند. مرحله آماده‌سازی در آزمایشگاه شامل پودرکردن و هم‌گن‌سازی می‌باشد. در این مرحله نمونه آبراهه‌ای به وسیله پودرکننده حلقوی تا زیر 200- مش پودر گردیده و از بخش پودر شده یک نمونه برای تجزیه انتخاب و مابقی بایگانی گردید.

6-2- آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی و حد حساسیت دستگاه‌ها (بند-4 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 43 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 بر این، از آنجا که در اکتشافات ژئوشیمیایی اهمیت و کاربرد مقادیر عددی مربوط به هر یک از عناصر صرفاً به منظور 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 100,000:1 دیواندره حد حساسیت دستگاه‌ها برای هر یک از عناصر در جدول زیر آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود تعداد 43 عنصر مورد آنالیز قرار گرفت که از این میان عناصر Te، Ag، B، و Hg به دلیل دارا بودن مقادیر زیاد سنسورد از پردازش حذف شدند. بور و تلوریم تماماً دارای مقادیر سنسورد بوده، نقره دارای 60 درصد مقادیر سنسورد و جیوه نیز تنها 4 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		

2-7- دقت آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی (بند-12، شرح خدمات)

یکی از سه مؤلفه اصلی در عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی، خطای آزمایشگاهی است و به‌دست آوردن این خطا برای اطلاع از میزان دقت آنالیز حائز اهمیت است. از آنجا که در پروژه ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای هدف سنجش نسبی مقادیر هر عنصر نسبت به یکدیگر به‌منظور معرفی مناطق امیدبخش می‌باشد، لذا دقت اندازه‌گیریها در مقایسه با صحت آنها از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است. به‌همین دلیل با آنالیز تکراری نمونه‌های ژئوشیمیایی دقت عملیات مورد بررسی قرار گرفت. در این پروژه 30 نمونه به‌صورت 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 10% خطاها، که توسط تامپسون (1976) ارائه شده، استفاده گردید. بدین منظور ابتدا جدولهای (2-1) تا (2-9) 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 به‌ترتیب 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 90% داده‌ها زیر خط معادل 10% و 99% داده‌ها زیر خط معادل 1% قرار گیرند، خطا در حد 10% خواهد بود. لذا بر اساس داده‌های موجود در جدولهای (2-1) تا (2-9) دیاگرامهای کنترلی هر یک از عناصر ترسیم گردید.

شکلهای (2-1) تا (2-11) 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 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 $CI = Z \cdot s$ استفاده کرد که در آن CI حدود اطمینان (نماینده دقت) و Z ضریب سطح اعتماد مطلوب است که در سطح اعتماد 95% برابر 1/96 است.

با توجه به جدول (2-10) مقادیر ضریب تغییرپذیری و خطای نسبی در سطح اعتماد 95% محاسبه شده است. همانگونه که در شکل (2-8) مشاهده می‌شود، خطای نسبی بالای 10% در عناصر Au (21/862%)، Bi (13/841%)، Mo (11/455) و S (10/3%) می‌باشد. بالا بودن خطای نسبی ارتباط مستقیم با ضریب تغییرات نسبی در این عناصر دارد.

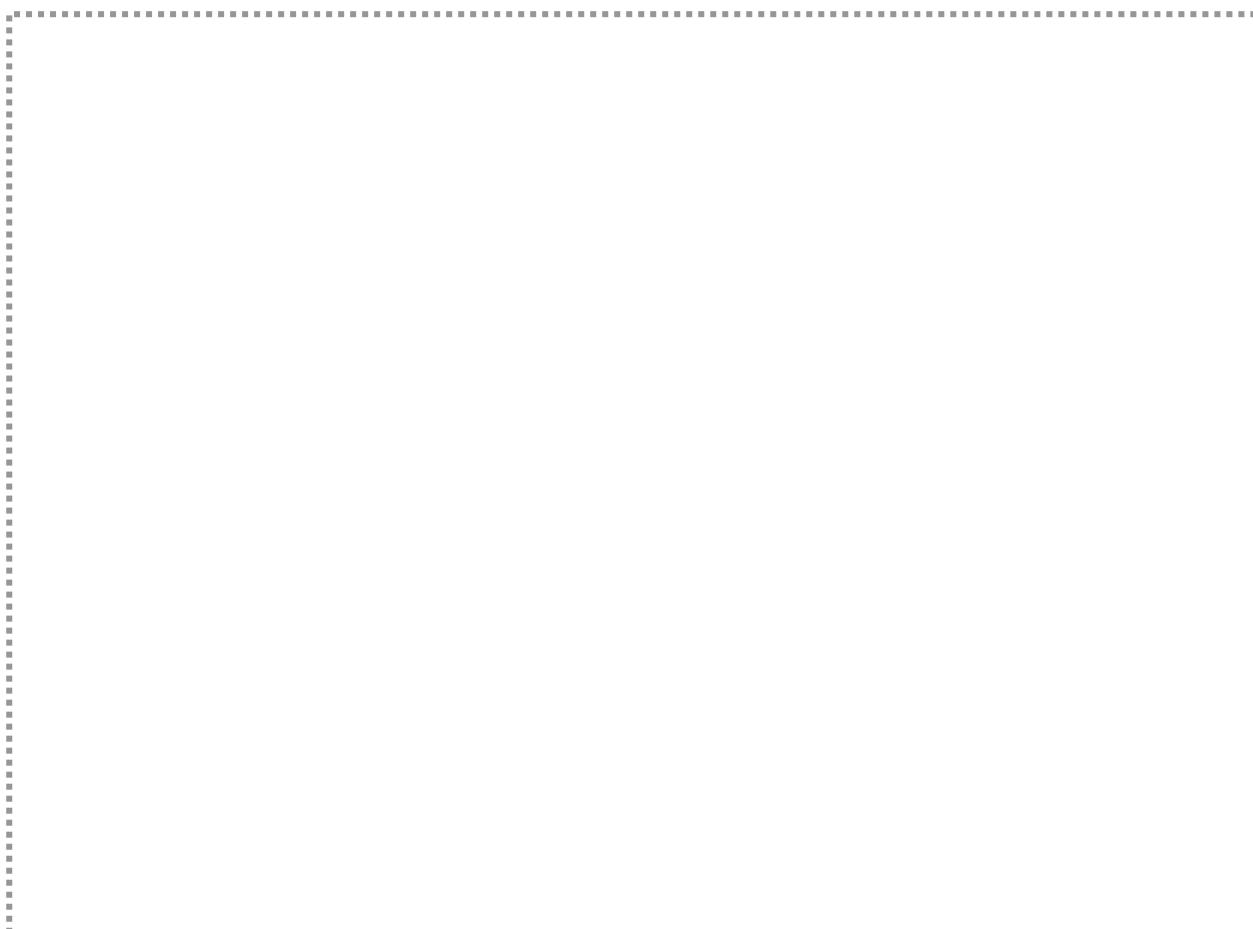
پیوسته‌های

بخش دوم

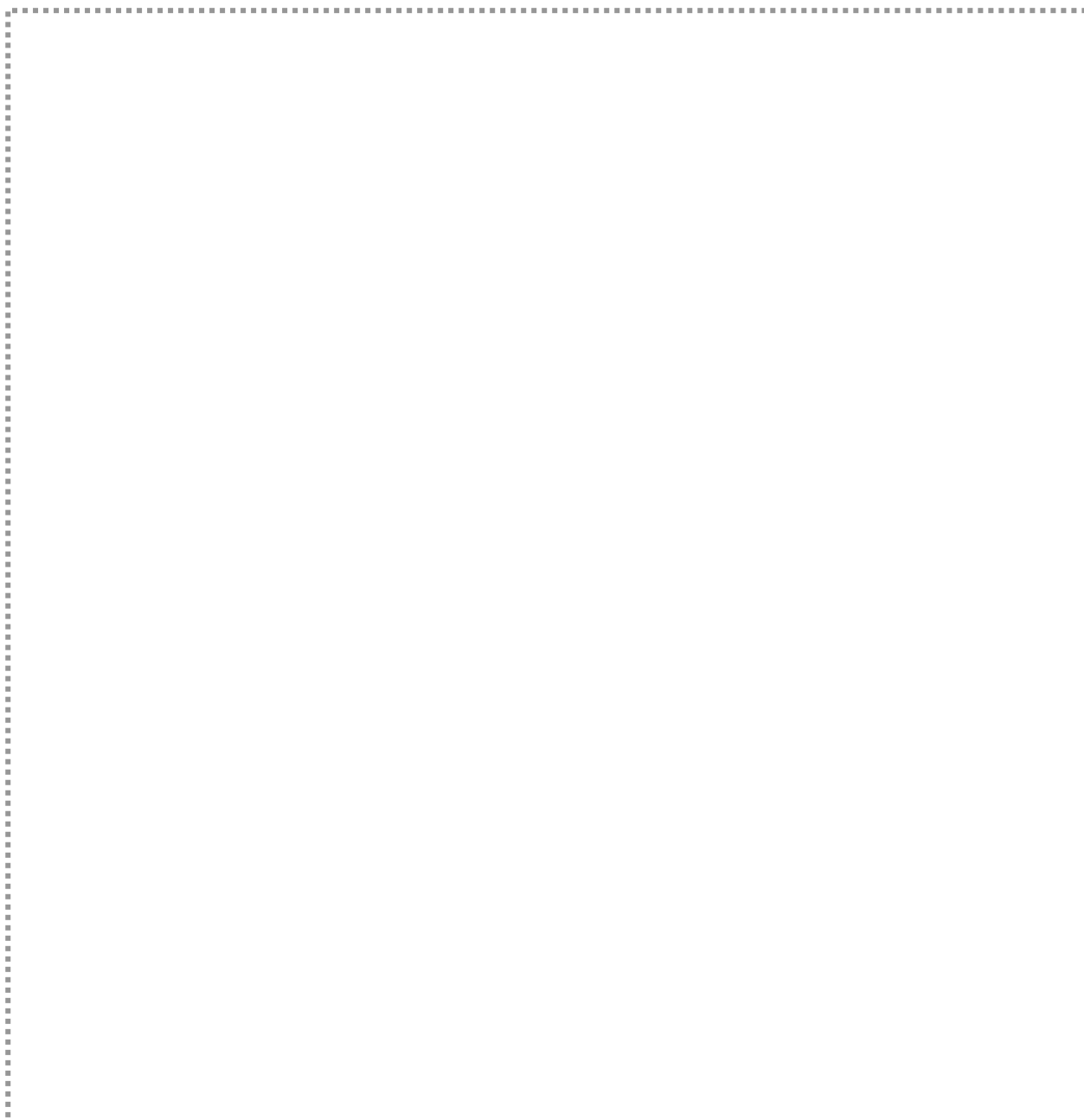
(نتایج آنالیز نمونه‌های تکراری و نمودارهای خطاگیری)



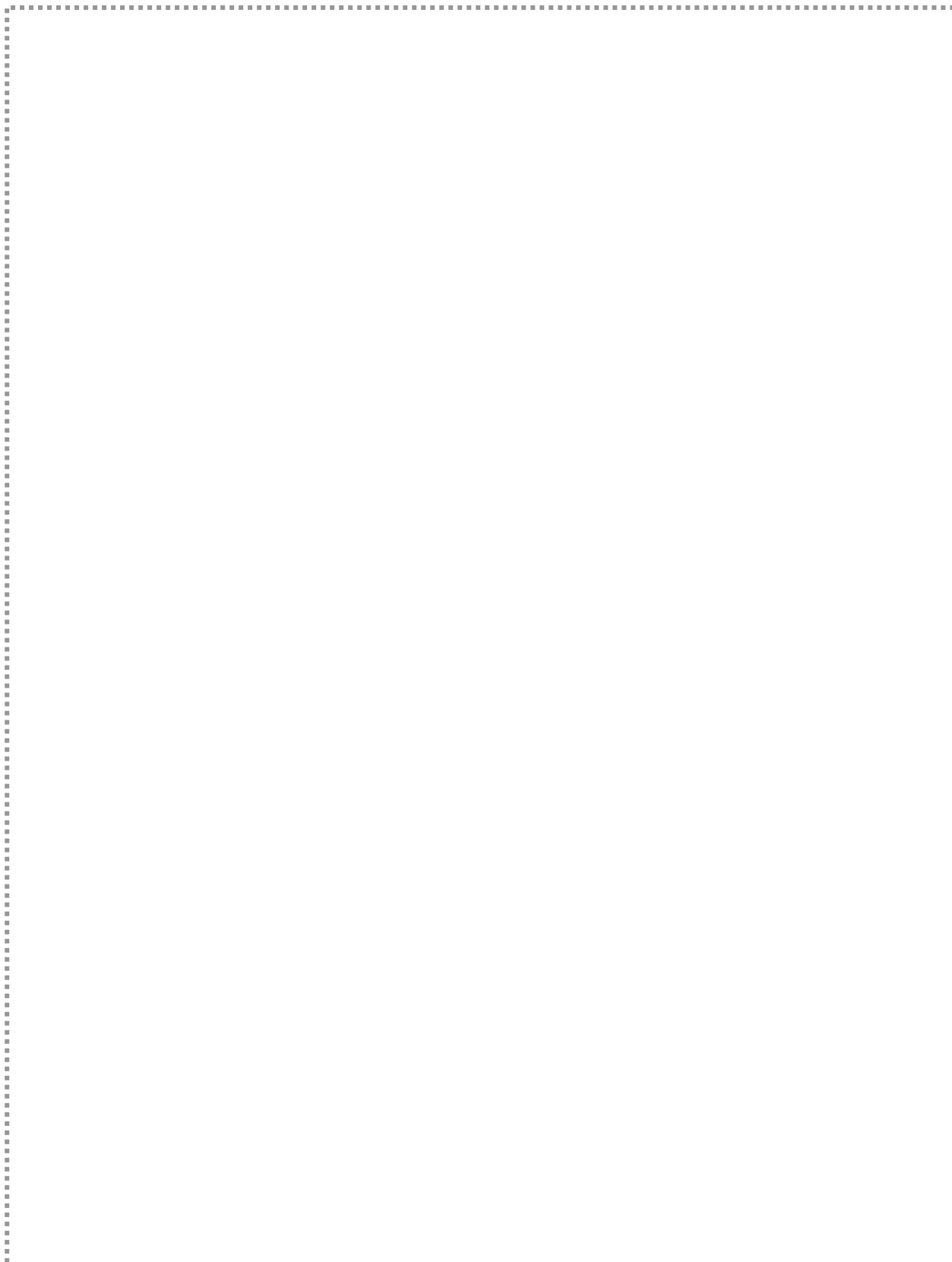
اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم ديواندره



اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم ديواندره

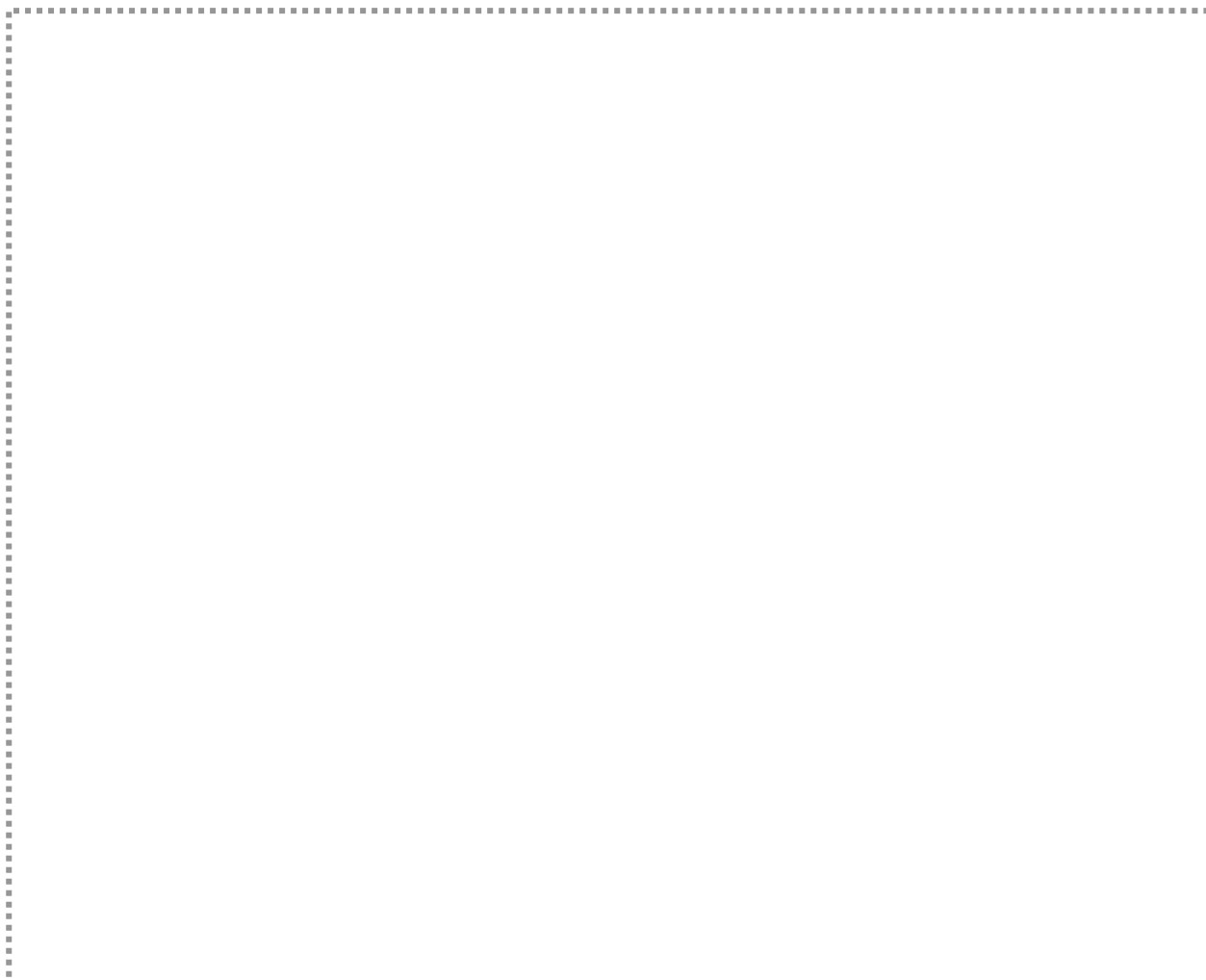


اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم بيواندره

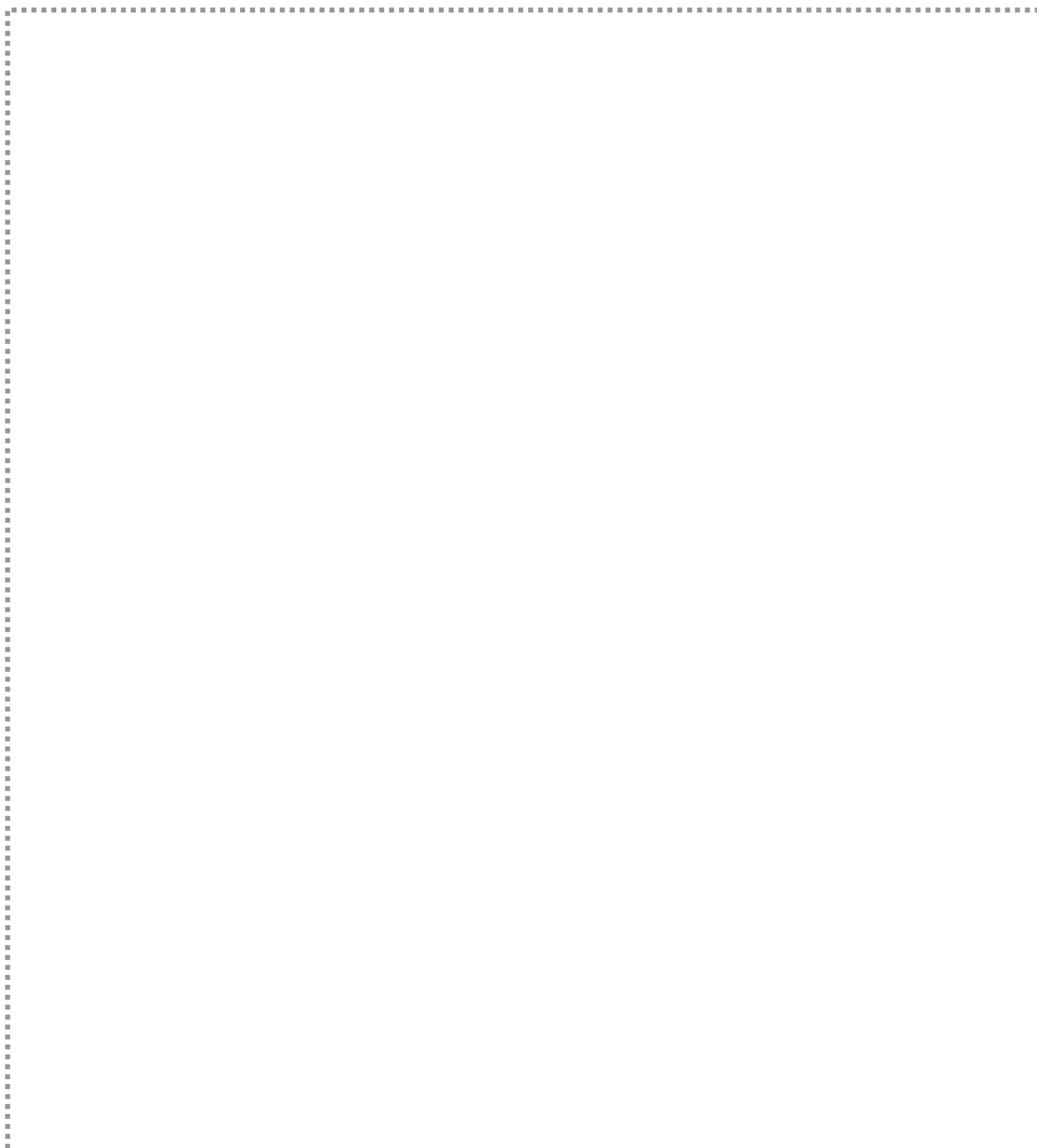


--

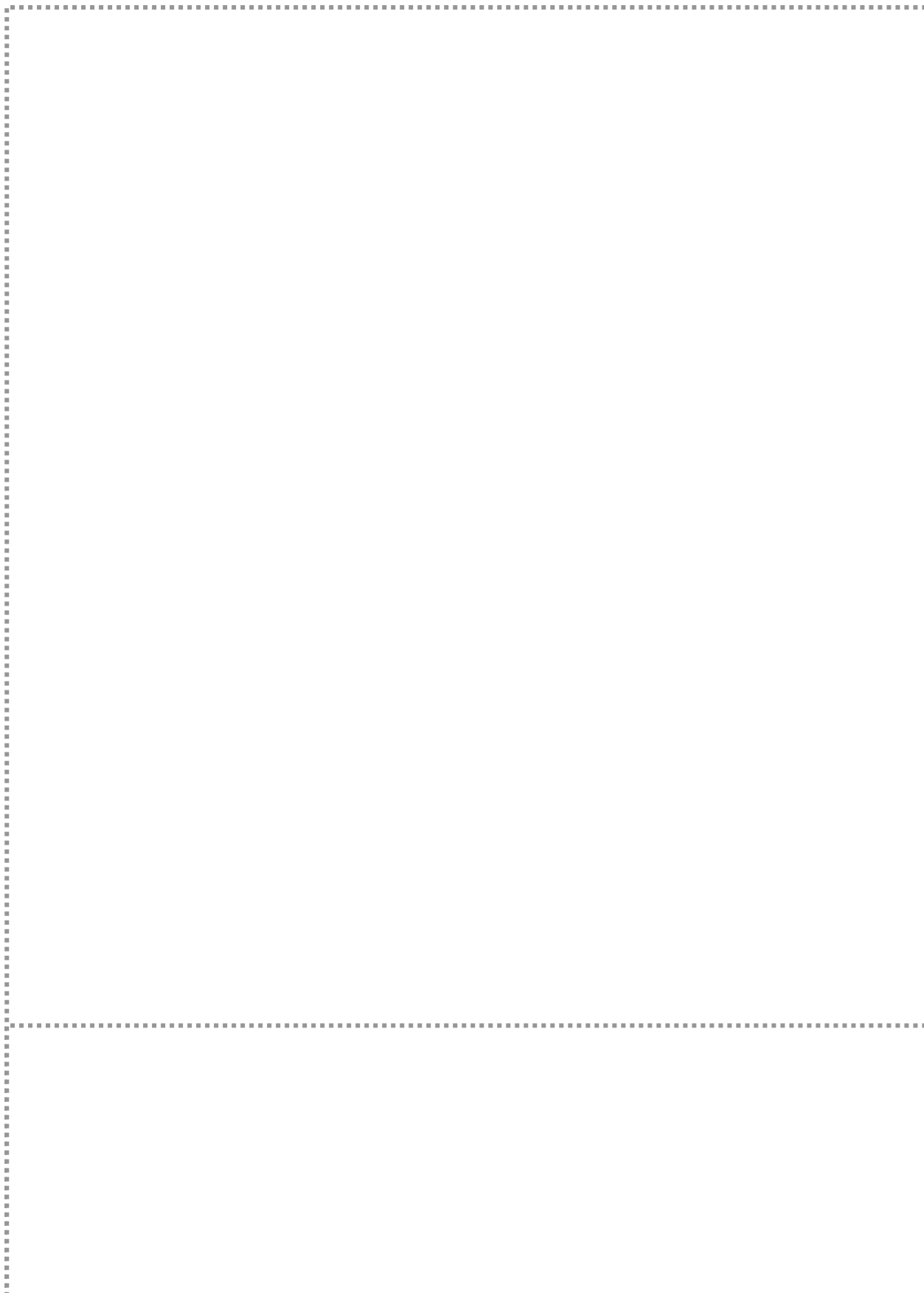
اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم بيواندره



اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم ديواندره



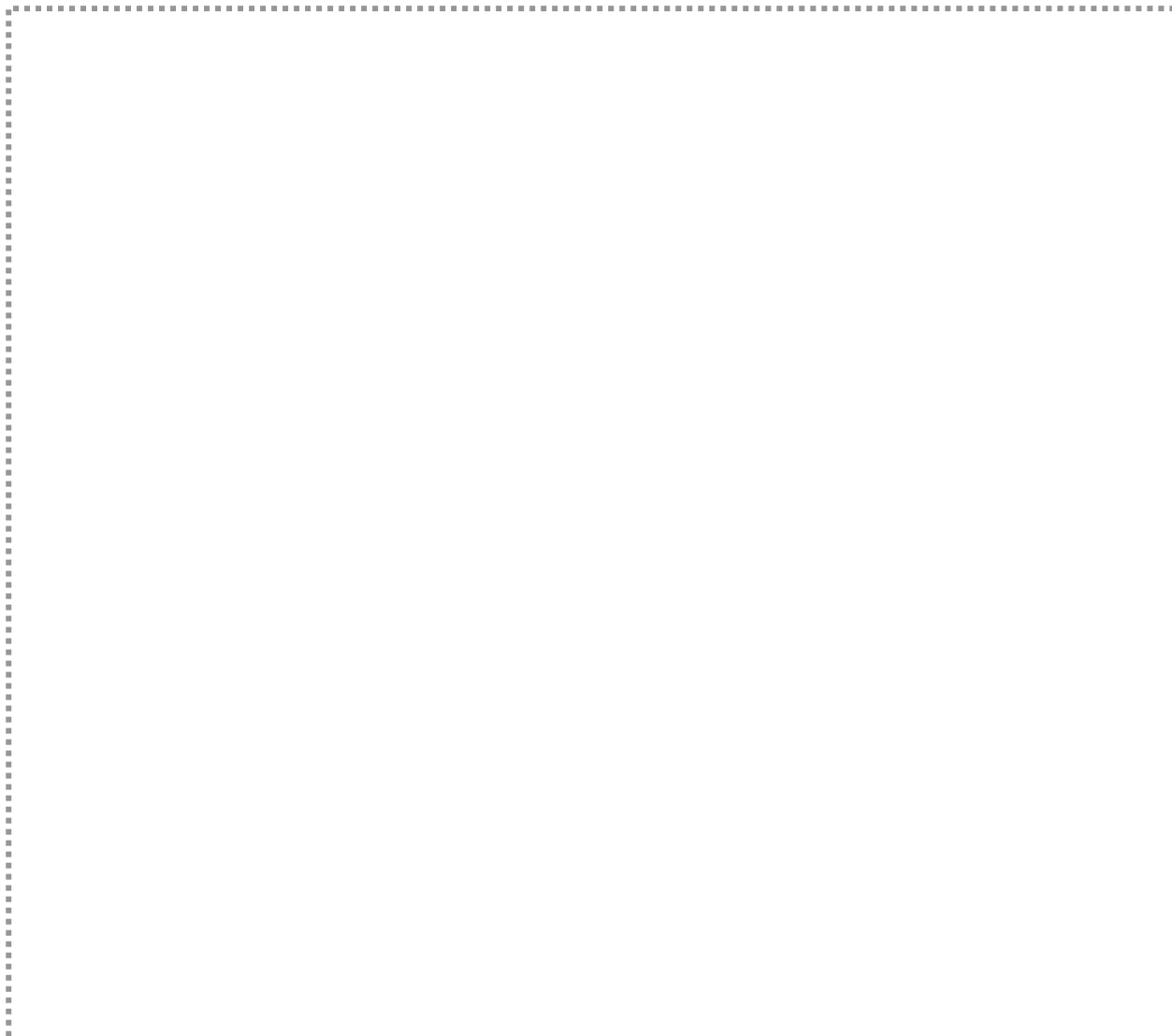
اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم بيواندره



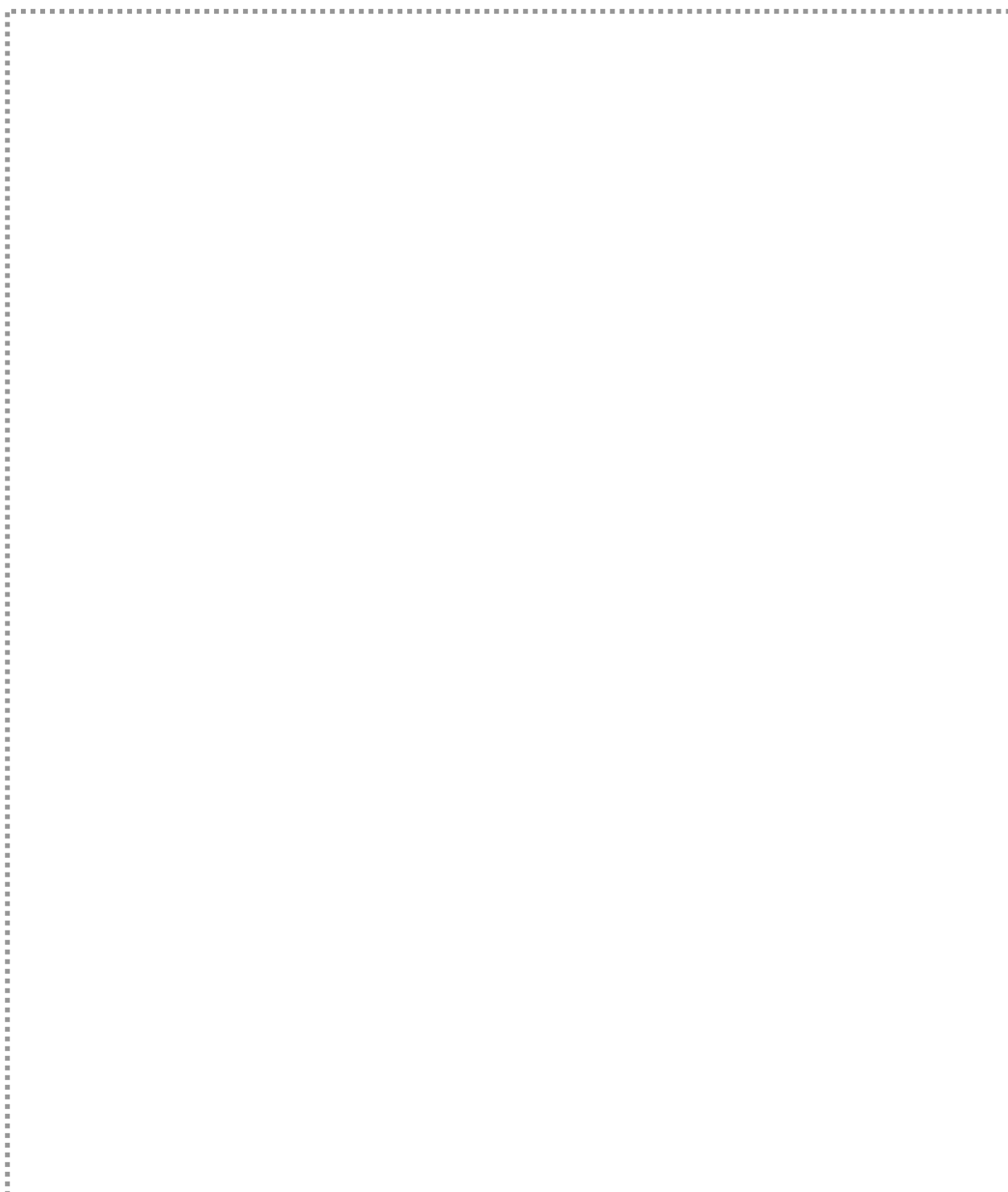
اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم بيواندره



اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم ديواندره

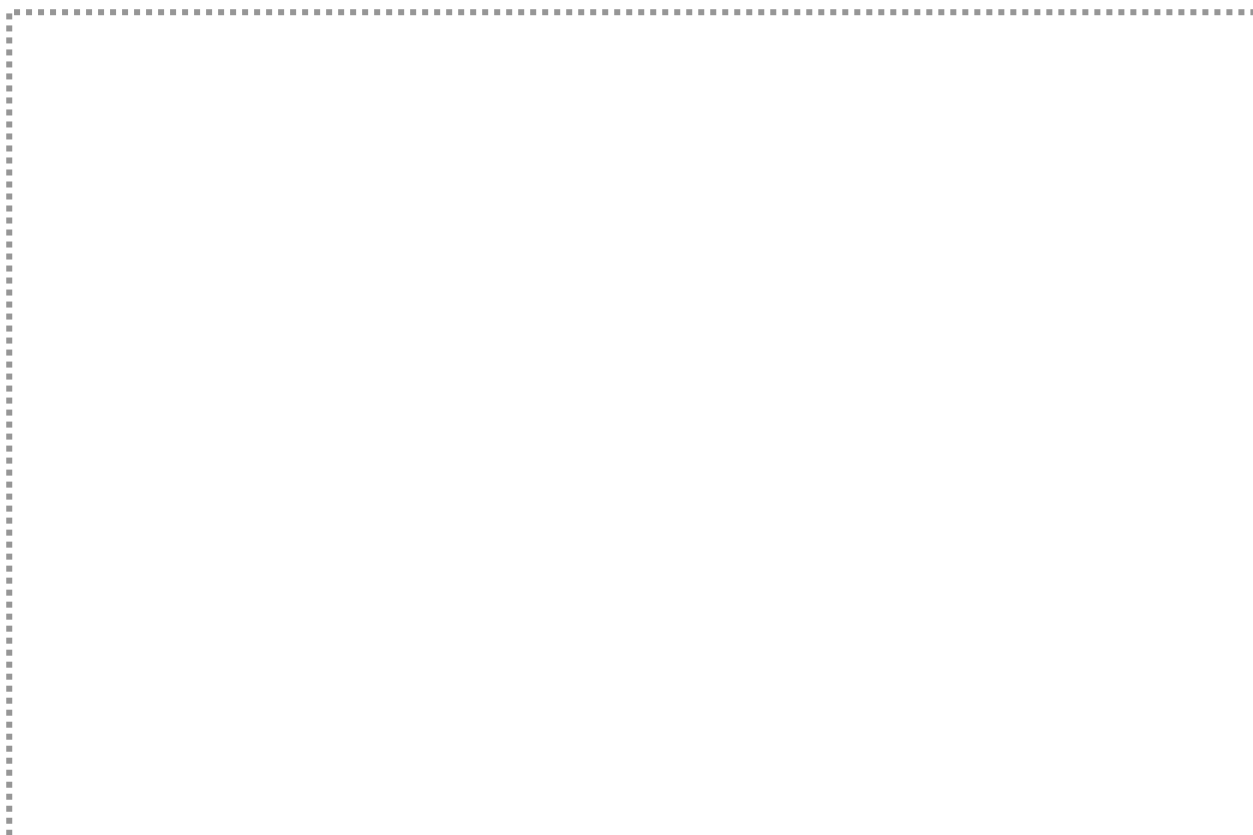


اكتشاف نو شيميائي سيستماتيك ورقه يكصد هزارم ديواندره

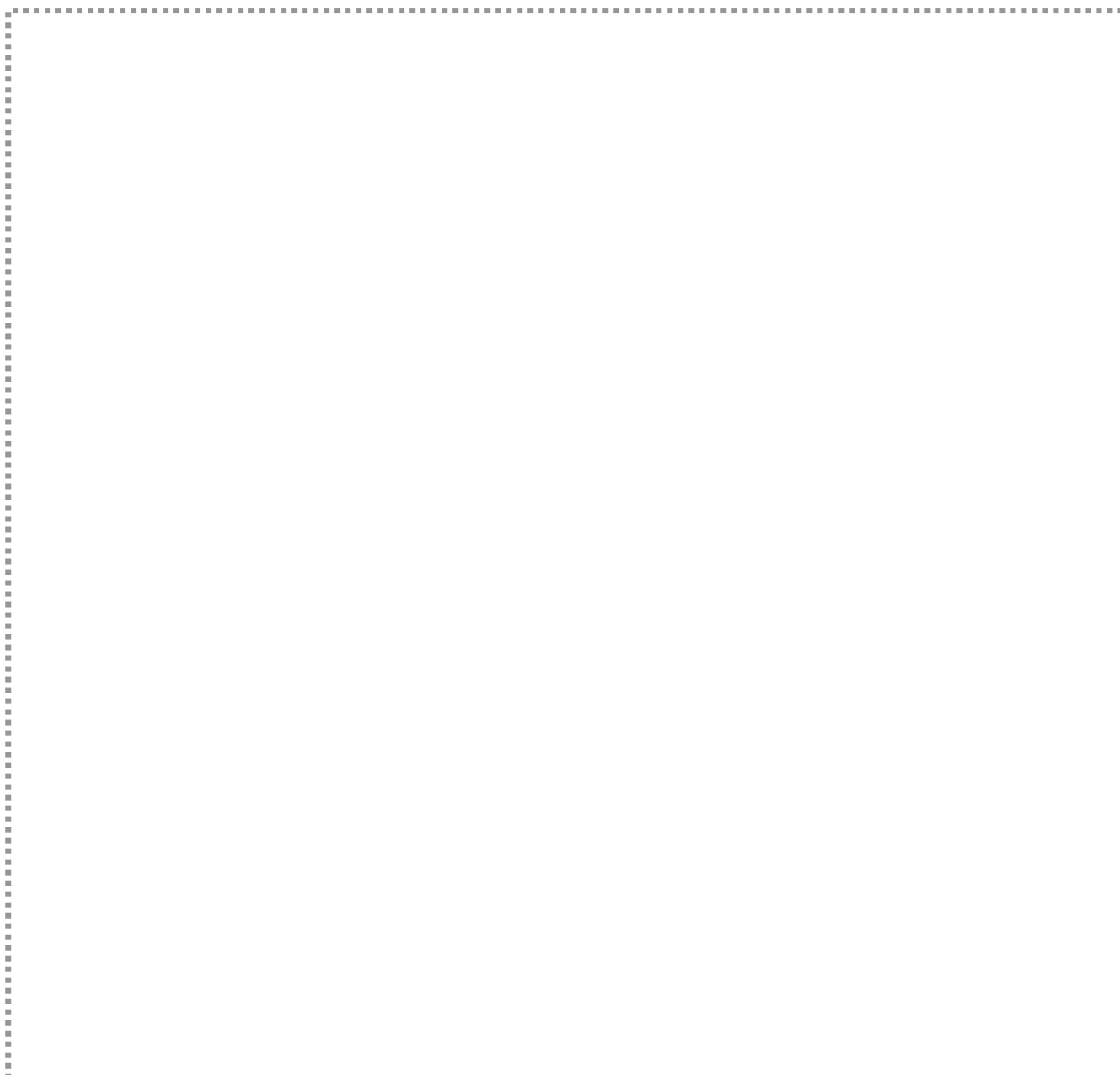


--

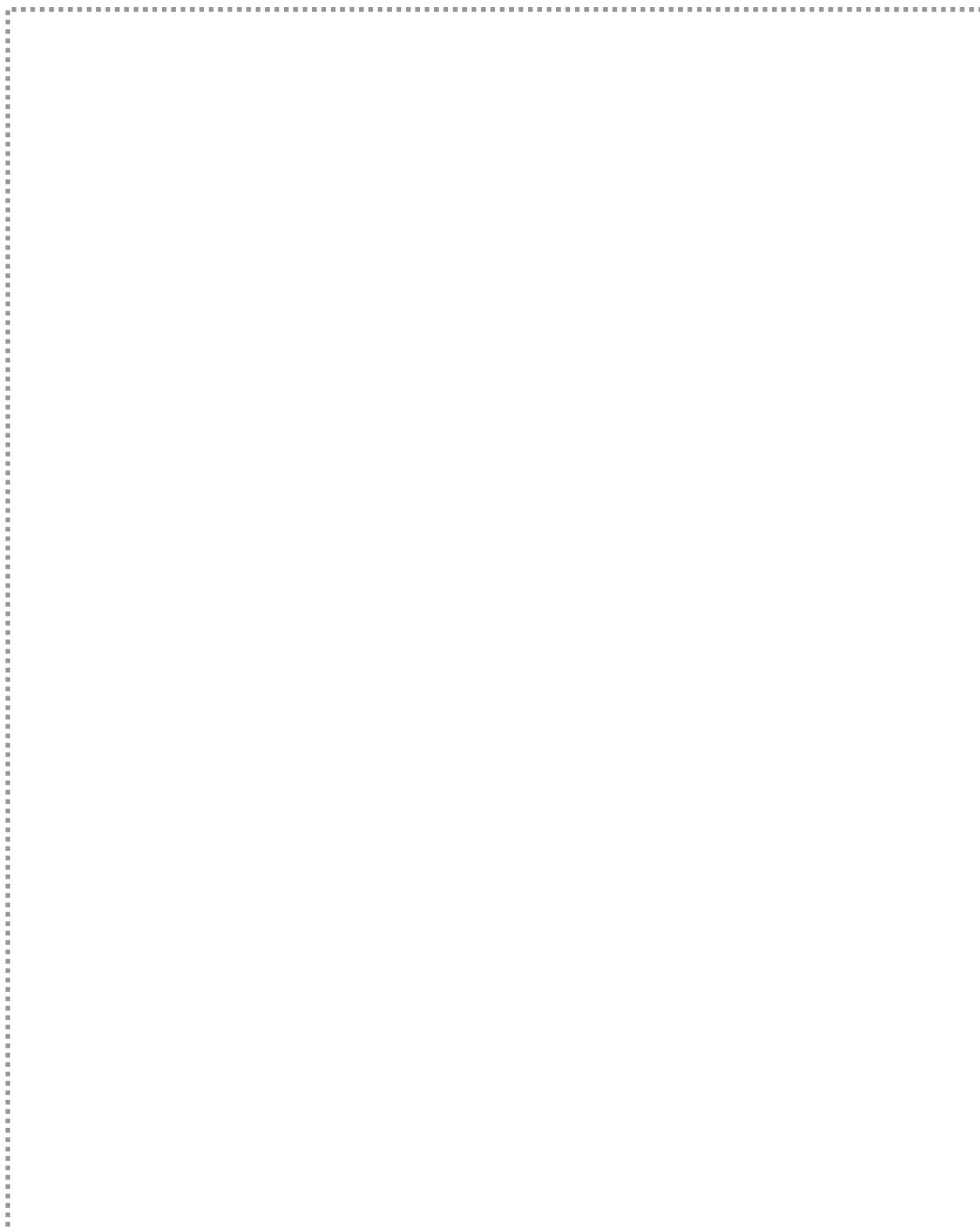
اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم ديواندره

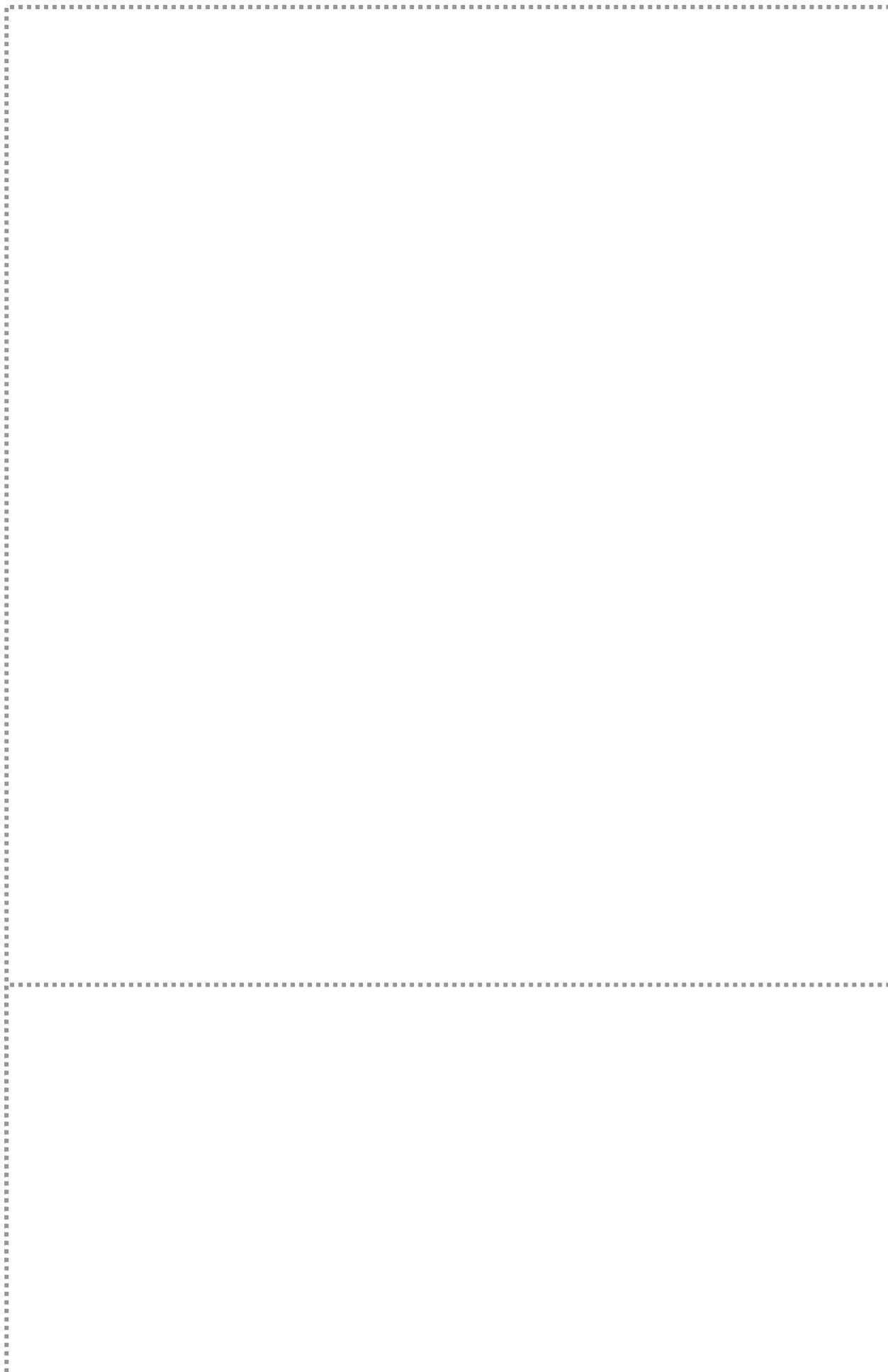


اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم ديواندره

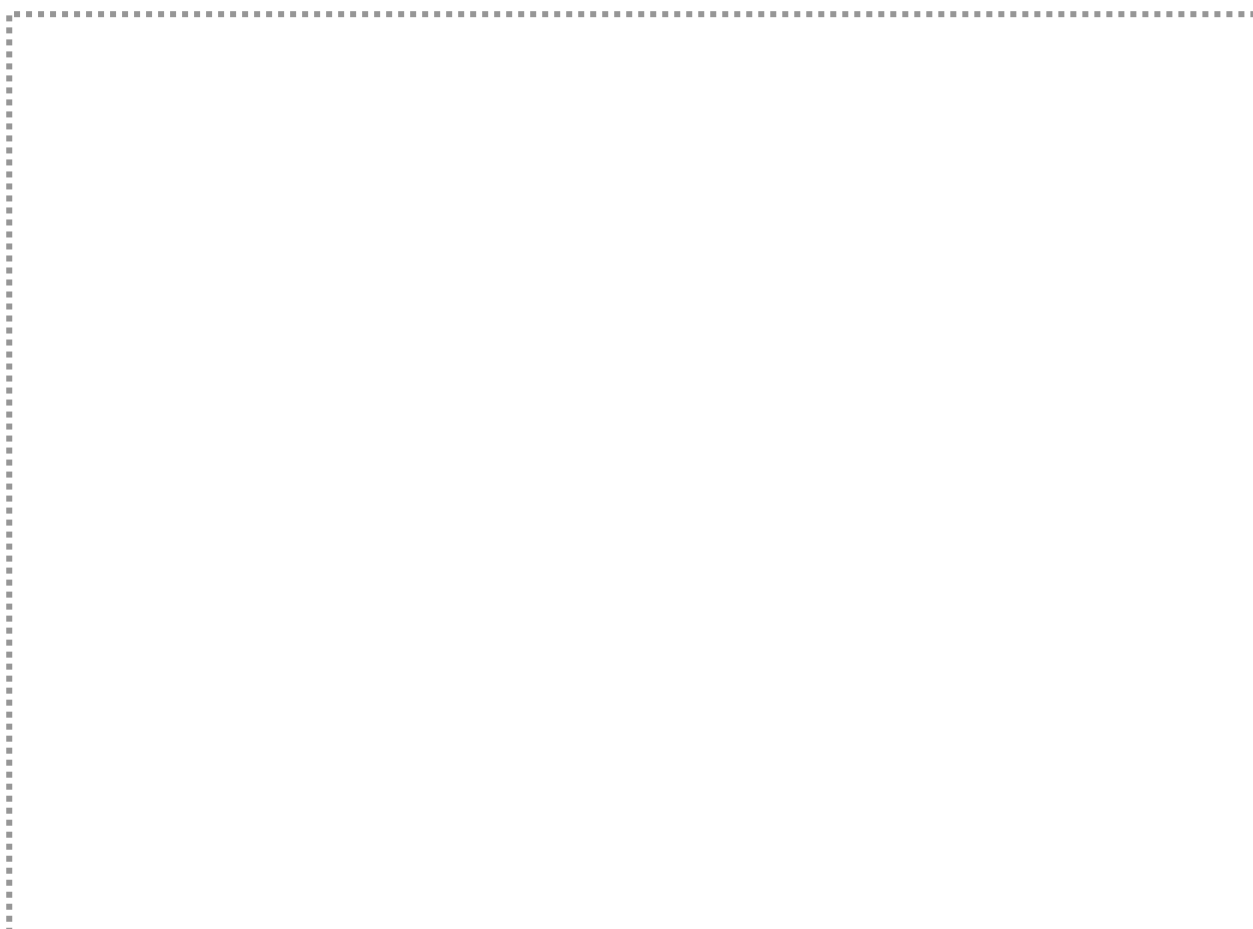


اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم بيواندره

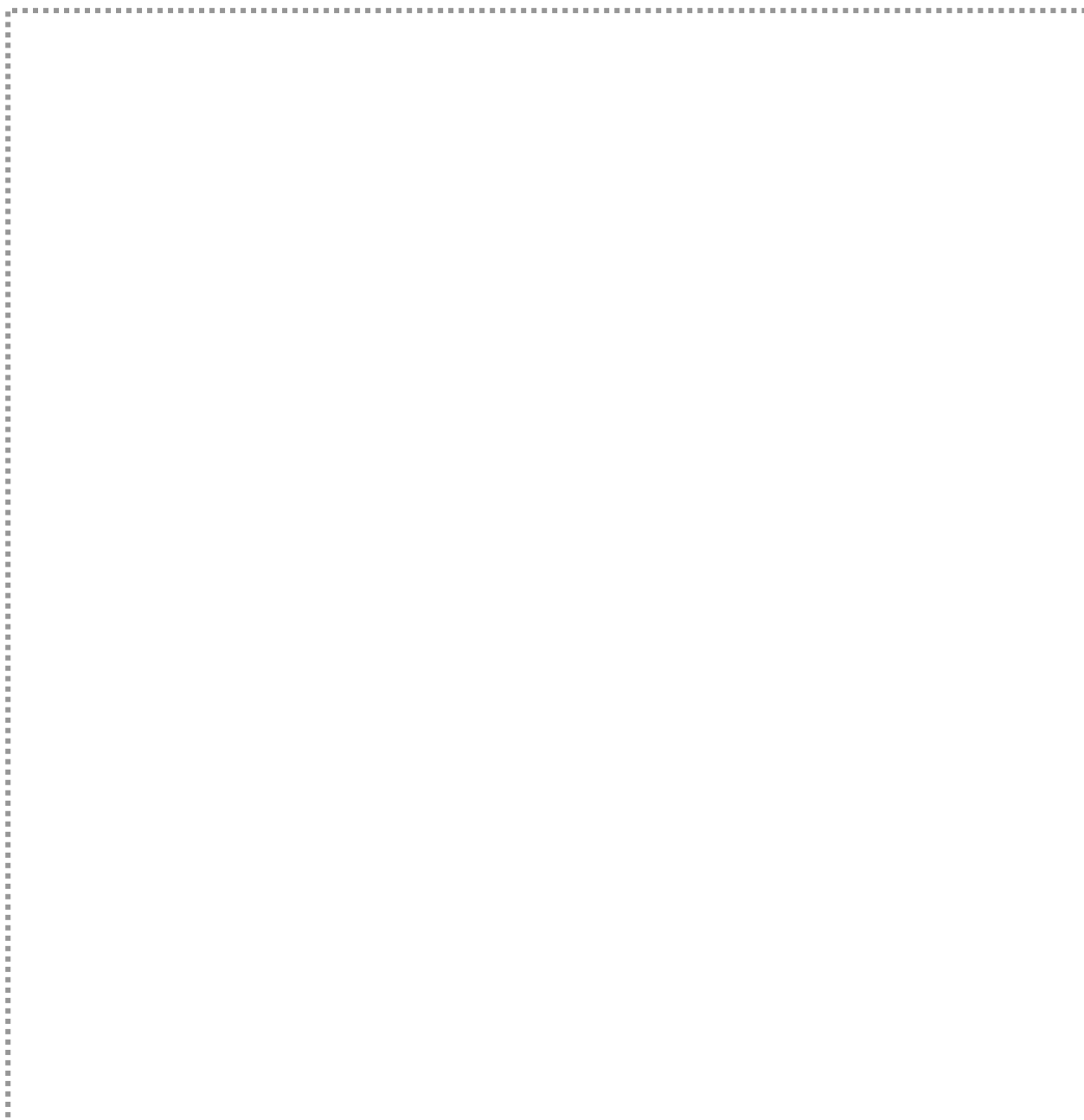




اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم ديواندره



اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم ديواندره



بخش سوم : پردازش داده‌ها (بند-6 شرح خدمات)

اجرای هر پروژه اکتشافی از آغاز تا پایان به‌طور خلاصه شامل مراحل کلی زیر است، (حسنی‌پاک، شرف‌الدین، 1380) :

- 1- فاز طراحی.
- 2- نمونه‌برداری و اندازه‌گیری (فاز تولید داده‌ها).
- 3- تحلیل داده‌ها و رسم نقشه‌های کاربردی.
- 4- بررسی امکان‌سنجی (فنی و اقتصادی).

در بخش پیشین راجع به طراحی شبکه نمونه‌برداری، نحوه نمونه‌برداری، آماده‌سازی و اندازه‌گیری داده‌ها بحث شد. در این بخش به‌بحث در مورد تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌پردازیم:

پردازش داده‌ها، طبقه‌بندی و تبدیل آنها به‌شکلی قابل تفسیر است. این کار با تنظیم اطلاعات در بانکهای اطلاعاتی آغاز و با اعمال محاسبات مختلف ریاضی، آماری یا زمین‌آماری 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 به‌صورت داده‌های خام ابتدا مقادیر سنسورد محاسبه شد. سپس، ضمن جدایش جوامع سنگی، به‌بررسی زمینه محلی و شاخص غنی‌شدگی برای هر جامعه پرداخته شد. پس از آن نمونه‌های خارج از رده شناسایی 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 نهایی با استفاده از داده‌های نرمال شده ضرایب همبستگی تعیین، آنالیز خوشه‌ای و تجزیه عاملی انجام و سرانجام به‌روش P.N آنومالی‌های واقعی شناسایی شدند.

3-1- برآورد مقادیر سنسورد (بند 6-1 شرح خدمات)

داده‌های سنسورد به‌داده‌هایی گفته می‌شود که در بین آنها، به‌علت بالا بودن حد حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری، تعدادی از داده‌ها به‌صورت 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 به‌عناصری که دارای بیش از 50% مقادیر سنسورد بودند کنار گذاشته شدند. هرچند پردازش این عناصر به‌علت بالا بودن مقادیر سنسورد حائز اهمیت نمی‌باشد، اما بررسی مقادیر غیرسنسورد این عناصر از لحاظ اکتشافی می‌تواند مفید باشد. عناصری که در این مرحله به‌علت بالا بودن تعداد داده‌های سنسورد کنار گذاشته شدند، شامل عناصر بور (B)، جیوه (Hg)، نقره (Ag) و تلوریم (Te) می‌باشند.

به‌هر صورت با بررسی همه جانبه داده‌های سنسورد و روش‌های مختلف جایگزینی آنها، تصمیم بر آن شد که به‌جای مقادیر کمتر از حد تشخیص، مقدار 3/4 حد آن جایگزین گردد (جدول 3-1). این روش جایگزینی مورد استفاده کارشناسان سازمان زمین‌شناسی آمریکا و کاربران نرم‌افزار STATPAC بوده است، (Vantrump, 1977).

جدول (3-1): 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

3-2- محاسبات آماری داده‌های خام

اولین گام در شناخت خصوصیات داده‌های اکتشافی محاسبه پارامترهای آماری داده‌ها، نظیر میانگین، انحراف‌معیار، پراش، چولگی و کشیدگی می‌باشد. این محاسبات در واقع ابتداییترین بررسی‌های آماری می‌باشد. پس از کنترل دقت آزمایشگاه و تخمین مقادیر سنسورد و حذف متغیرهایی که بیش از 50% 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 تک‌بعدي در راستای يك خط مقیاس‌بندی شده ارائه می‌شوند. هدف از نمایش داده‌ها، اخذ نتایج بهتر و ارائه يك روش تفسیر مناسبتر آمارهای توصیفی است که به‌طور خلاصه در يك محیط نرم‌افزاری محاسبه

شده و در یک محیط گرافیکی مطلوب به تصویر در می‌آیند. سه ویژگی موقعیت¹، پراکندگی² و شکل³ توسط هیستوگرام قابل بررسی و تفسیر اند. این ویژگیها به یک یا چند مقدار ثابت وابسته‌اند که به نام پارامترهای جامعه و یا پارامترهای توزیع فراوانی نامیده می‌شوند. محاسبه ریاضی این پارامترها وابسته به میانگین و تغییرپذیری داده‌ها است. 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 جمعی و جدول مربوط به پارامترهای آماری هر یک از عناصر مورد مطالعه به ترتیب در شکل‌های (1-3) تا (4-3) و جدول‌های (2-3) و (3-3) آورده شده است. با توجه به این نمودارها می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

1- اکثر عناصر دارای توزیع لاگ-نرمال هستند. از این میان عناصر آهن، تیتانیم، روبیدیم، نیوبیم، کبالت و وانادیم دارای توزیع نرمالتزی نسبت به دیگران می‌باشند.

2- شکل توزیع فراوانی برخی از عناصر مؤید وجود جوامع آماری می‌باشد که این مسأله در ساده‌ترین حالت می‌تواند به صورت دو جامعه آنومالی و غیر آنومالی تلقی شود. ولی با توجه به ماهیت نمونه‌برداری 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 ژئوشیمیایی حذف یا دست‌کم کاهش تأثیر عوامل غیرنرمال‌کننده 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 طویلی 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 (2-3) تا (3-3) می‌توان دریافت که با توجه به جدول پارامترهای آماری مقدار چولگی در تمام عناصر بسیار بالا می‌باشد. بالاترین مقدار آن 26/37 برای عنصر طلا است. بالاترین میزان کشیدگی نیز برای عنصر طلا به مقدار 714/437 می‌باشد. وجود نمونه‌های خارج از ردیف در این عنصر منجر به بالا رفتن میزان چولگی شده است.

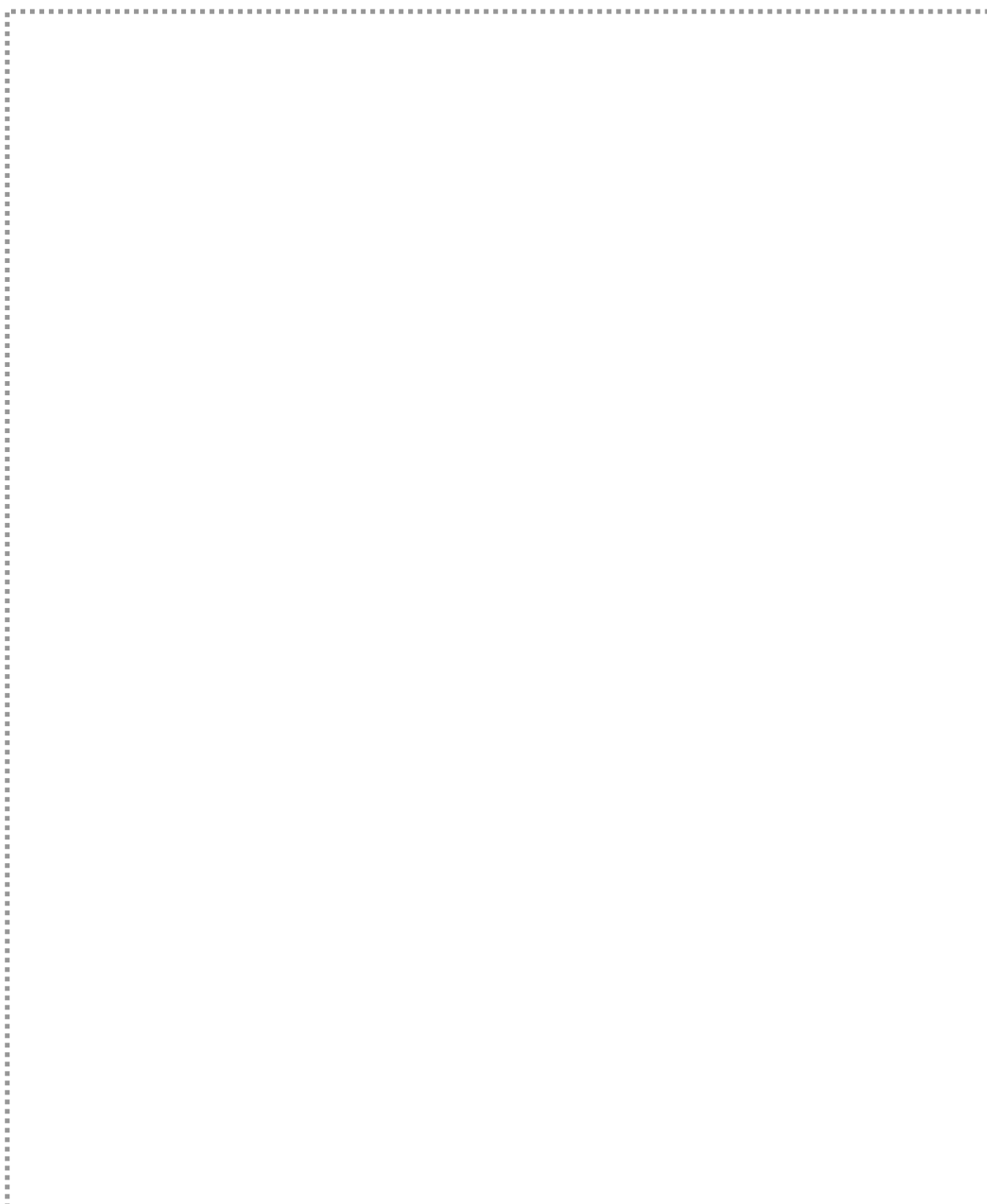
در این میان کمترین میزان چولگی مربوط به عناصر تالیم، آهن، روبیدیم و کادمیم به ترتیب به میزان 0/14، 0/35، 0/36، 0/01 می‌باشد. دلیل چولگی پایین در این عناصر پایین بودن میزان تغییرات در مقدار عناصر مذکور می‌باشد.

1-Location.

2-Dispersion.

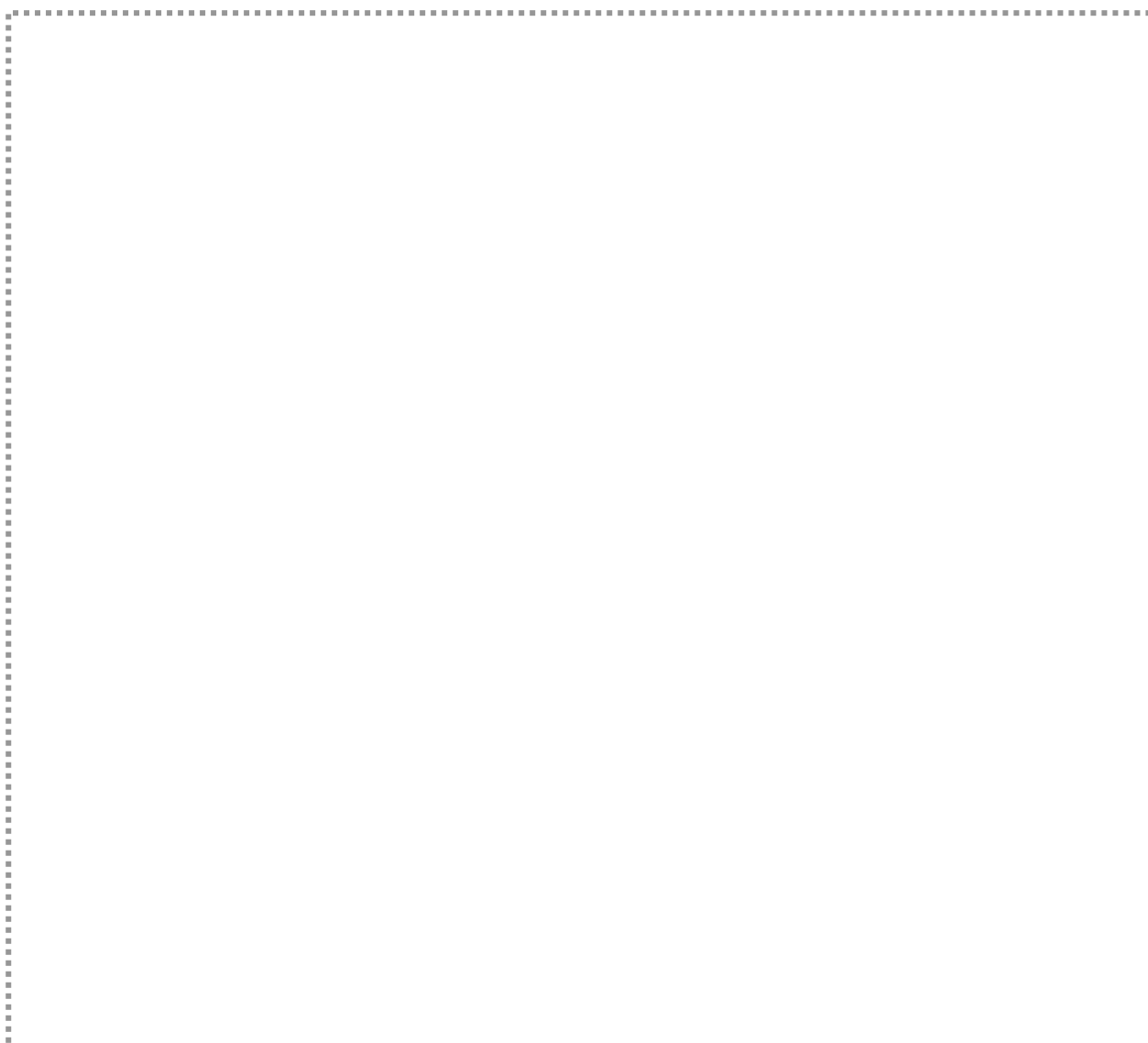
3-Shape.

اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم بيواندره

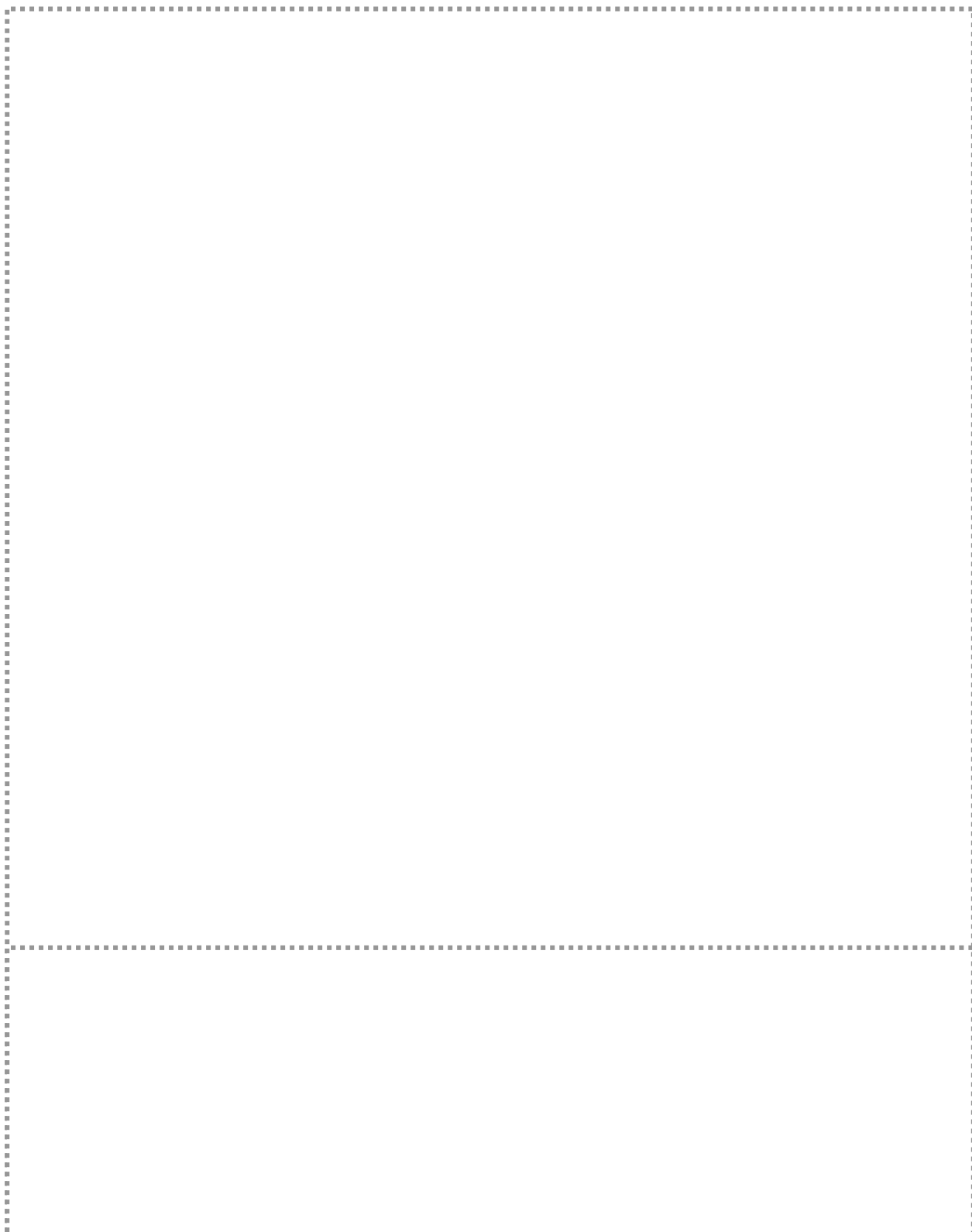


--

اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم بيواندره



اكتشاف نو شيميائي سيستماتيڪ ورقه يكصد هزارم بيواندره



3-3- شناخت و جدایش جوامع سنگی (بندهای 2-6، 3-6 و 4-6 شرح خدمات)

- در اکتشافات ژئوشیمیایی به روش رسوبات آبراهه‌ای و یا لیتوژئوشیمیایی (صرف نظر از مؤلفه آلودگی ژئوشیمیایی) تغییرپذیری دارای دو مؤلفه اساسی است، که عبارتند از :
- مؤلفه سن ژنتیک که مربوط به سنگ‌زانی و تغییرات لیتوژئوشیمیایی است.
 - مؤلفه اپی ژنتیک در ارتباط با فرآیند کانی‌سازی که به‌عنوان مؤلفه مفید اکتشافی شناخته شده است.

بنابراین آنچه که در اکتشافات ژئوشیمیایی 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 شناسایی 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 بهره‌جست. این مقدار را می‌توان برابر میانه جامعه مورد نظر در نظر گرفت. روشهای مختلفی برای خنثی‌سازی اثر لیتولوژی وجود دارد (حسنی‌پاک، 1380)، که عبارتند از :

3-3-1- 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.

3-3-2- روش مستقیم

در این مورد ابتدا نوع سنگها در منطقه تحت پوشش مورد شناسایی 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 ژئوشیمیایی 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 ژئوشیمیایی مطابق جدول (3-4) 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 (3-4) : علامت اختصاری به‌کار رفته مربوط به‌جوامع سنگی مختلف در ورقه دیواندره.

علامت اختصاری	ترکیب سنگ بالادست
Q	آبرفتهای قدیمی، آبرفتهای عهد حاضر، زمینهای کشاورزی، انباشته‌های آبرفتی حاوی بولدرها و گراولها و رسوبات رودخانه‌ای (QT, Qr, Qal)
Ls	تراورتن، آهک مارنی سفید، آهک اوربیتولین‌دار کرتاسه، آهک و دولومیت پرمین (Pl, K3, K7, MI, Qt)
Sh	شیل خاکستری تیره، شیل سیلتي و ماسه‌سنگ، شیست با میان‌لایه‌های آهک (Ps, K2, K8)
MA	مارن ماسه‌ای قرمز، مارن ماسه‌ای، مارن با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگ.
CON	کنگومرای پلیوسن، کنگومرا و ماسه سنگ (Mc, K1)
BA	لاوهای بازالتی (Pb)
An	آندزیت و سنگهای ولکانیک کرتاسه (K9, Mv)
Gd	توده‌های نفوذی گرانودیوریتی (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، شناسایی می‌شوند.

پس از ورود داده‌های حاصل از استخراج سنگ بالادست نمونه‌ها به نرم افزار EXCEL و کنترل دقت و صحت عملیات، با درج نتایج تجزیه شیمیایی نمونه در کنار ستونهای مربوط به سنگ بالادست، طبقه‌بندی نمونه‌ها بر اساس نوع سنگ بالادست آنها صورت گرفت. نمودارهای 3-5 و 3-6 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 ژئوشیمیایی 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 به‌ایجاد خطای بیشتر در تحلیل آماری منجر می‌شود.

--

3-4- 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 سن ژنتیک و اپی ژنتیک تقسیم کرد، لذا برخی از آنومالیهای ژئوشیمیایی 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 آهکی و دولومیتی غنی از باریت، سلسنتیت و آپاتیت بوده به طوری که ربطی به کانه‌زایی ندارد. از موارد دیگر می‌توان به شیلها اشاره کرد. شیلهای سیاه غنی از مواد آلی بوده و در نتیجه جذب کانسازی توسط مواد آلی مقدار زمینه این عناصر افزایش می‌یابد.

3-5- تحلیل ناهمگنیها (موضوع بند 7-1 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 بتوان 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 5 گروه تک‌سنگی، 7 گروه دوسنگی، 6 گروه سه‌سنگی و 2 گروه چهارسنگی است که در هر یک بیش از 7 نمونه وجود داشته است و از اینرو امکان محاسبه پارامترهای آماری تا حدی وجود داشته است.

3-6- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف بر اساس نوع سنگ بستر بالادست (موضوع بند 7-2 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 بر اساس 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 758 نمونه انجام گرفت.

سیمای ژئوشیمیایی، طبقه‌بندی عناصر در محیطهای سنگی متفاوت بر اساس فراوانی هرکدام 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

7-3- بررسی مقادیر کلارک سنگهای رخنمون دار منطقه (بند 5-3 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 ppm 4/5 غلظت دارد. لذا اگر جامعه نمونه‌های ژئوشیمیایی 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 (3-2) مقدار فراوانی عناصر را در تیپهای سنگی آذرین و رسوبی با گسترش نسبتاً زیاد نشان می‌دهد. بیشترین حساسیت از آن کبالت با ضریب 480 (ماکزیمم مقدار در سنگهای بازیک و حداقل در سنگهای آهکی)، سپس مس با ضریب 87، باریم 84، نیکل 65، استرانسیم 24/5، کروم 17 مولیبدن 13 و آرسنیک 13 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

3-8- به‌کارگیری آنالیز خوشه‌ای براساس منطق فازی به‌منظور رده‌بندی

نمونه‌های بیش از دو یا سه سنگ (موضوع بند 6-4 شرح خدمات) در مواردی که تعداد نمونه‌ها در جوامع آماری سنگ‌های بالادست کمتر از 5 نمونه باشد آن جامعه به‌علت کمی تعداد اعضاء نمی‌تواند مورد محاسبه آماری قرار گیرد. در این حالت ابتدا مجموع چنین جوامعی که متشکل از 38 نمونه بوده ترکیب شده تا به‌صورت یک جامعه مرکب درآید. سپس از طریق آنالیز خوشه‌ای به‌تعداد محدودی جوامع همگن‌تر که در هر یک از آنها نمونه کافی برای تحلیل آماری وجود داشته باشد تقسیم می‌شوند. آنگاه از طریق محاسبات مشابه، ضریب غنی‌شدگی آنها محاسبه می‌شود. این موضوع در مورد جوامع با یک نوع سنگ بالادست و جوامع با بیش از یک نوع سنگ بالادست نیز اعمال گردید، شکل (3-16) و آنالیز خوشه‌ای برای نمونه‌های این جامعه صورت گرفته است. مطابق این شکل نمونه‌ها به‌سه جامعه تقسیم می‌شود. جامعه نخست متشکل از 22 نمونه، جامعه دوم متشکل از 7 نمونه و جامعه سوم متشکل از 9 نمونه می‌باشد.

3-9- 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 کلی¹ یا همان زمینه محلی به صورت نمودارهای میله‌ای در شکل‌های (3-13) تا (3-17) نشان داده شده است. مطابق این نمودارها:

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

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

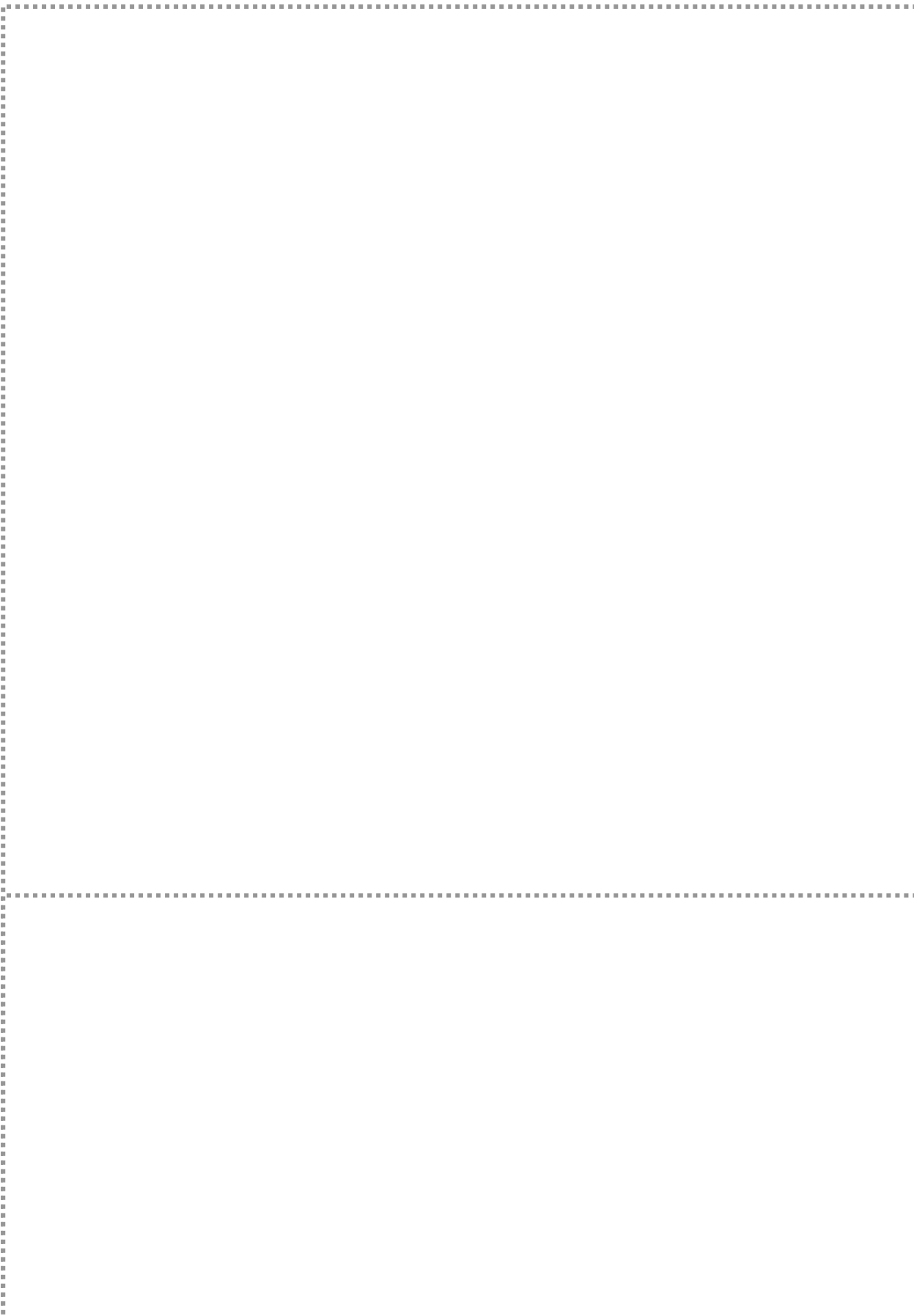
3- مقدار Sb جامعه دوسنگی MA-LS نسبت به مقدار زمینه و سایر جوامع سنگی افزایش یافته است. این در حالی است که این افزایش در جامعه Sh افزایش قابل ملاحظه‌ای از خود نشان

¹ Background.

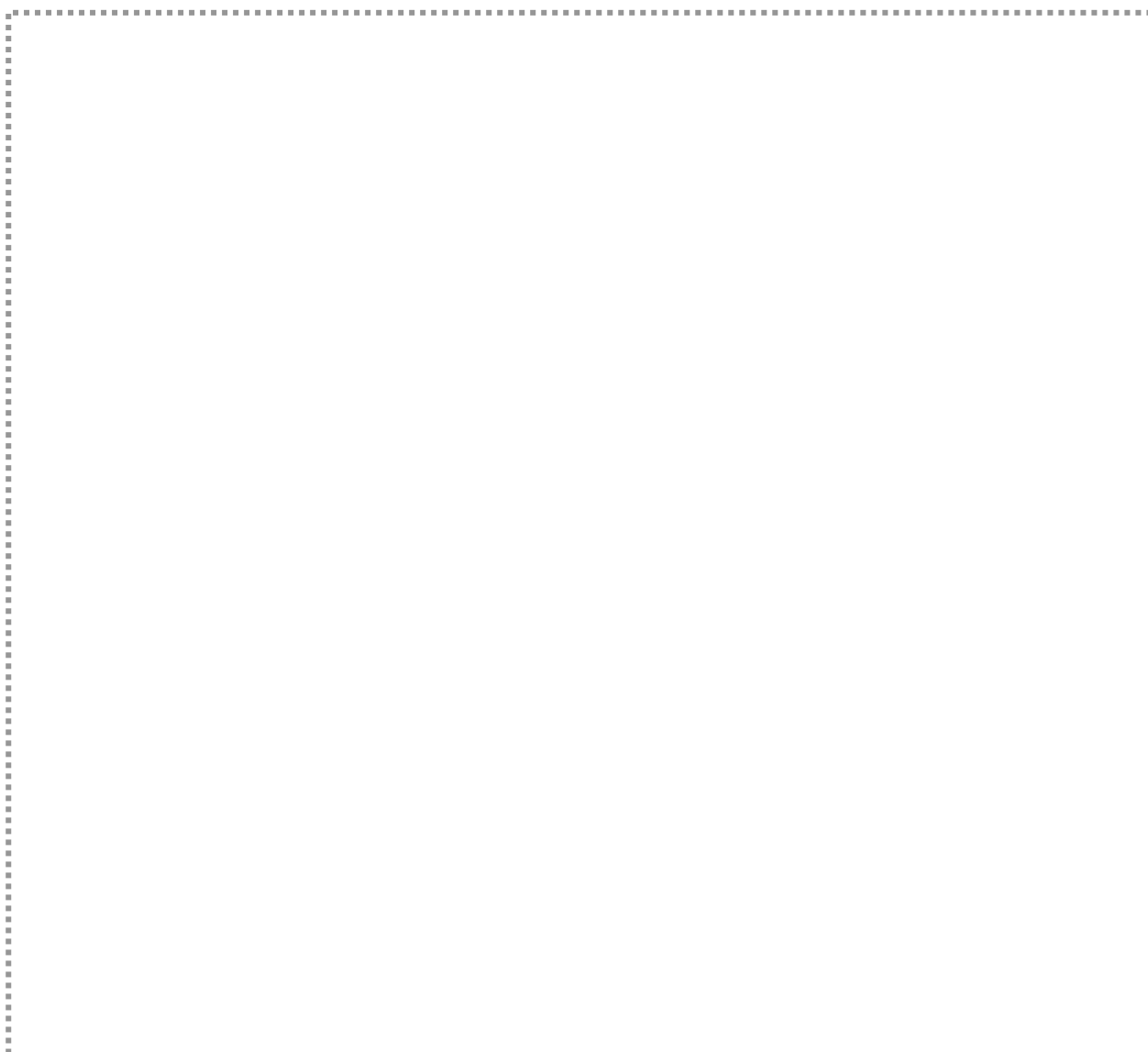
می‌دهد.

- 4- مقدار آرسنیک در جوامع سه‌سنگی SH-LS-Q و CON-LS-Q افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد.
- 5- مقدار As در جوامع تگ سنگ SH و CON نیز افزایش یافته است.
- 6- استرانسیم از جمله عناصری است که دارای مقادیر بالایی در جوامع چند سنگی MA می‌باشد. این در حالی است که آنومالیهای عنصر استرانسیم نیز در این جوامع دیده می‌شود.

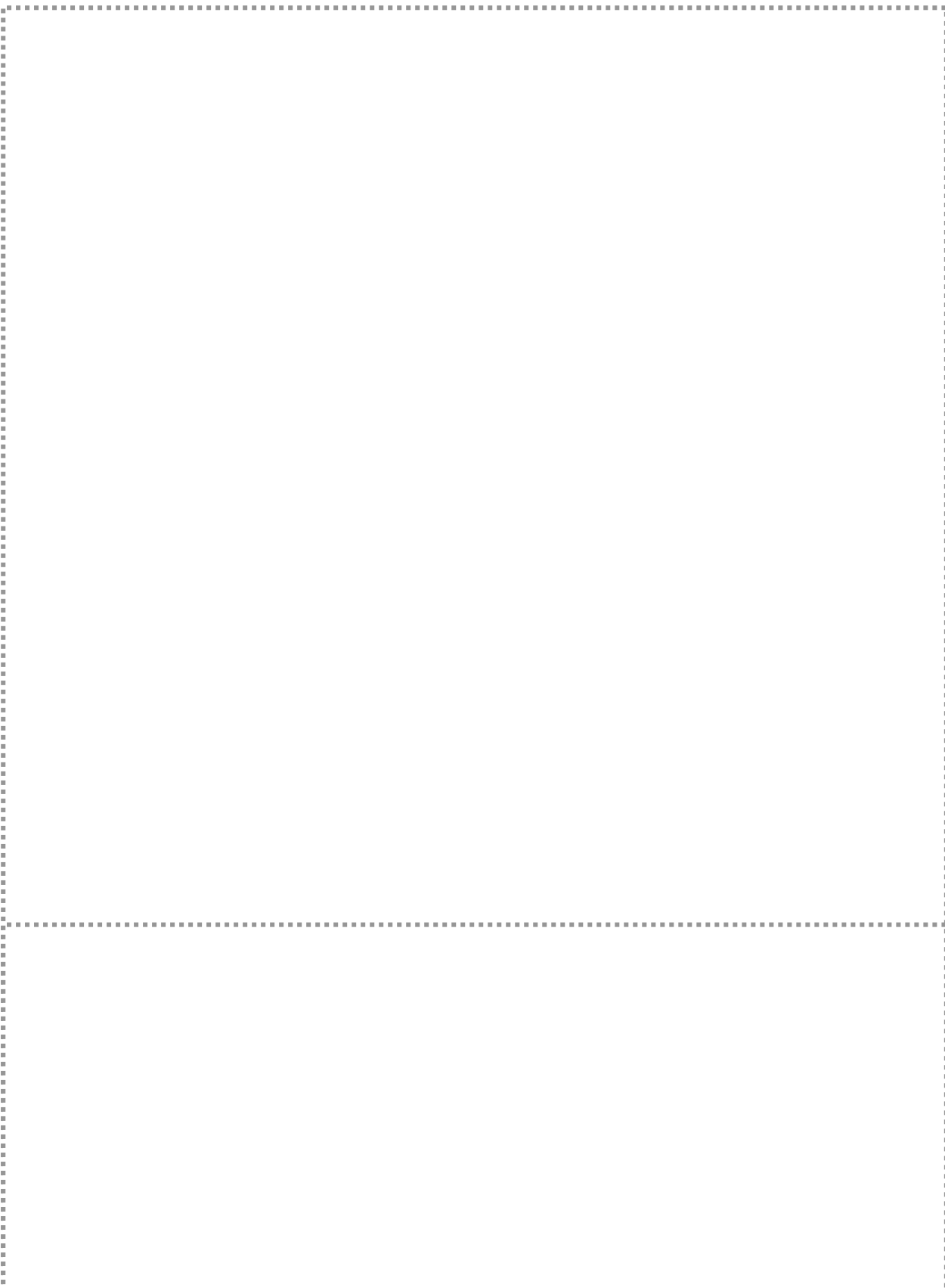
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



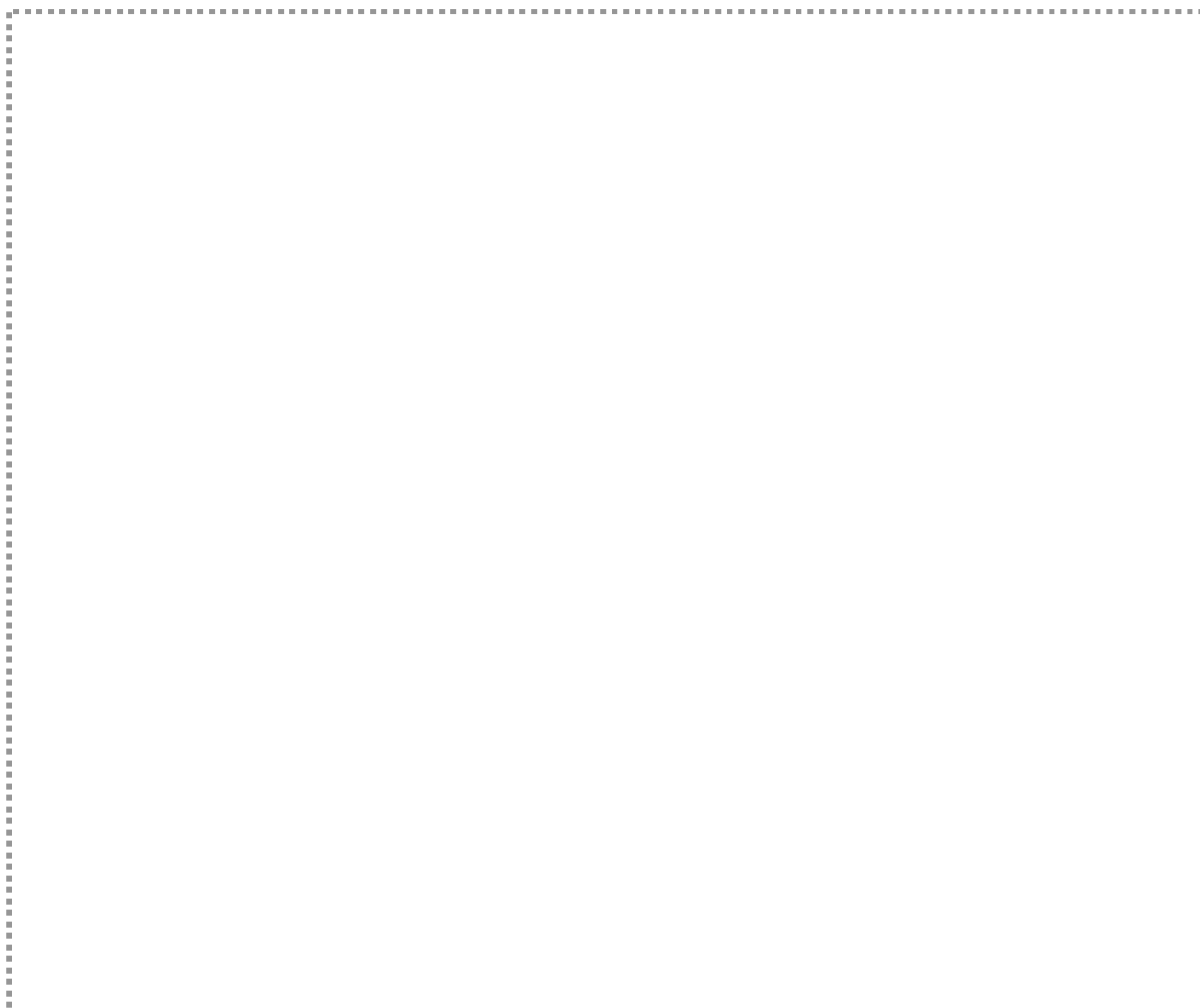
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



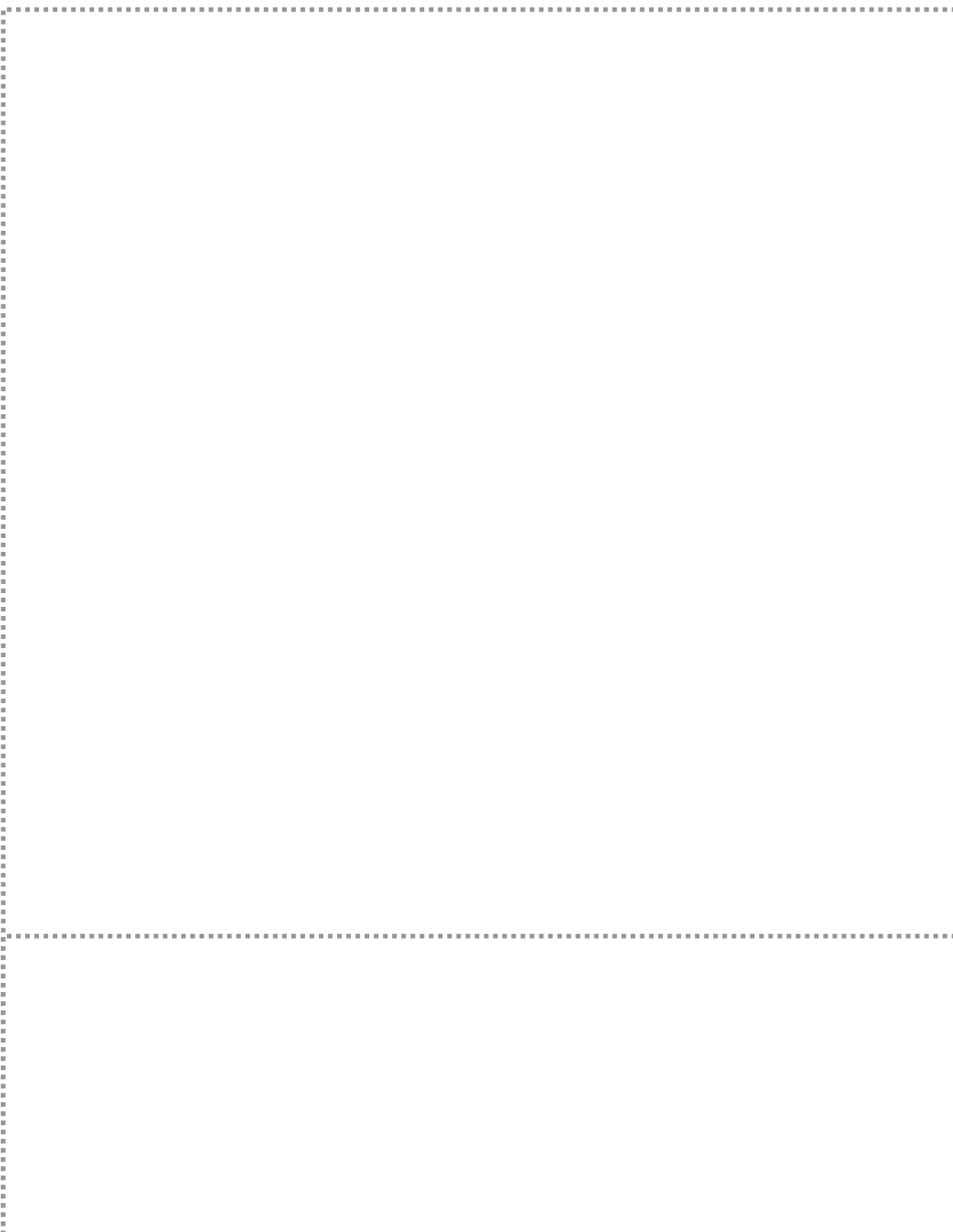
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



10-3- خنثی‌سازی مؤلفه سن‌ژنتیک با استفاده از محاسبه شاخص غنی‌شدگی (بند-7 شرح خدمات)

پس از آن که جوامع آماری بر اساس نوع سنگ بالادست جدا شدند، مؤلفه سن‌ژنتیک در هر یک از جوامع حذف یا حداقل کاهش می‌یابد. معمولاً از مقدار میانگین یا میانه هر یک از عناصر در هر یک از جوامع به عنوان مقدار زمینه استفاده می‌شود. میانگین، معیاری از مرکز ثقل داده‌ها است، به طوری که مجموع انحرافات داده‌ها از آن صفر است. بدین دلیل تحت تأثیر مقادیر کرانه‌ای توزیع است. میانه به دو علت نسبت به میانگین ترجیح داده می‌شود:

1- مستقل از توزیع داده‌ها است، زیرا میانه مقدار متناظر با 50% فراوانی تجمعی است و معمولاً از روی تابع توزیع محاسبه نمی‌شود. این پارامتر به خصوص برای این که داده‌ها در جوامعی با تعداد نمونه کم گروه‌بندی می‌شوند حائز اهمیت است، زیرا با تعداد نمونه کم تشخیص آنها مشکل و غیر مطمئن است. همچنین تبدیل این داده‌ها نیز با توجه به تعداد کم آنها مفید نیست.

2- مقدار میانه مستقل از مقادیر کرانه‌ای تابع توزیع است، زیرا میانه معادل غلظت مربوط به 50% فراوانی تجمعی است. این خصوصیت باعث می‌شود مقدار میانه تحت تأثیر مقادیر خارج از رده (انومالیها) قرار نگیرد، در حالی که میانگین تحت تأثیر این مقادیر قرار گرفته و

باعث بالارفتن مقدار زمینه و در نتیجه کاهش شدت آنومالیها می‌گردد.

پس از تعیین مقدار زمینه به‌دو صورت می‌توان اثر آن را خنثی کرد :

1- با کم کردن آن از هر یک از داده‌های مربوط به آن جامعه که در این حالت مقادیر به‌دست آمده را مقادیر **بازماند** می‌نامند.

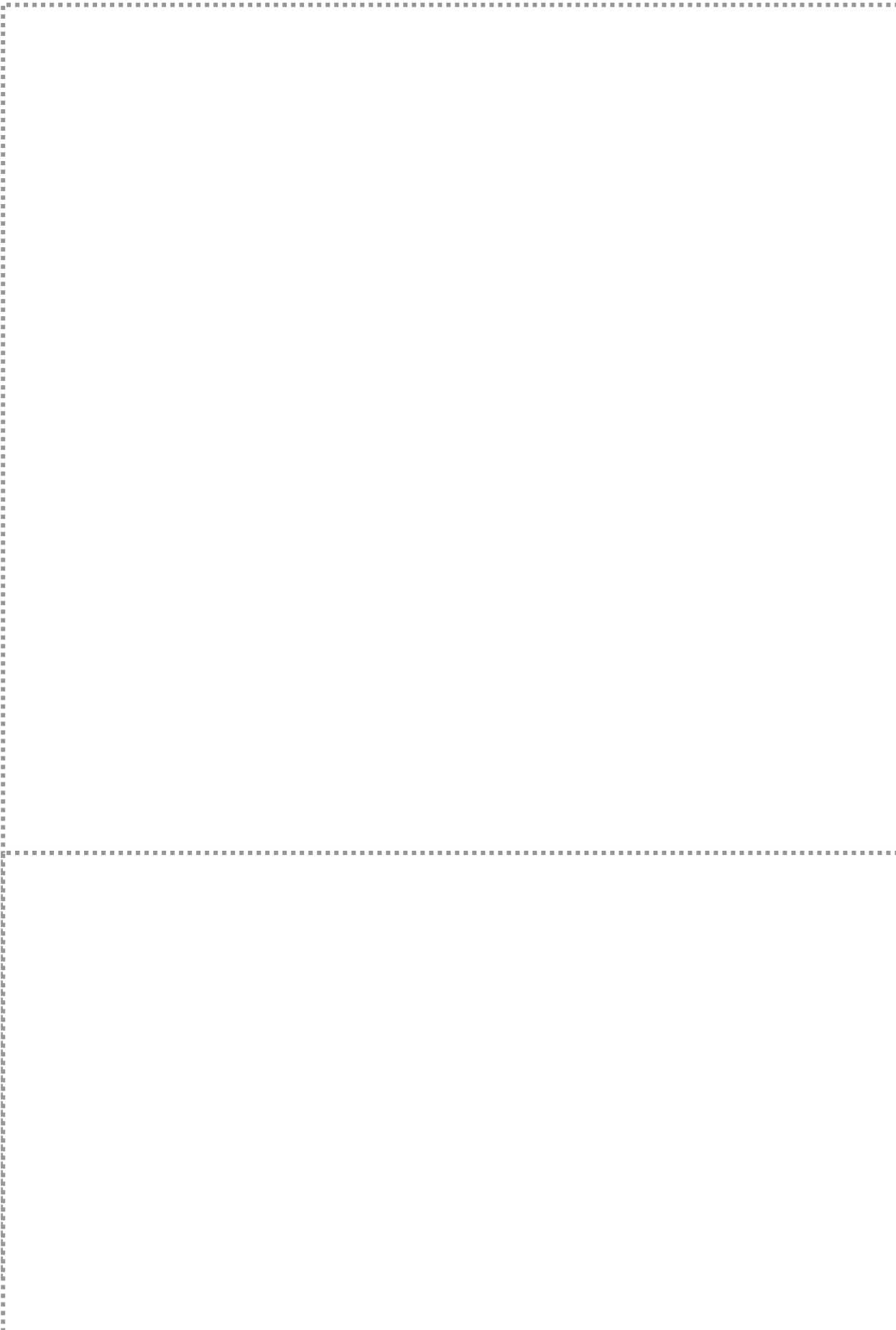
2- با تقسیم هر یک از داده‌ها بر مقدار زمینه، که این مقدار **شاخص غنی‌شدگی** شناخته می‌شود :

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

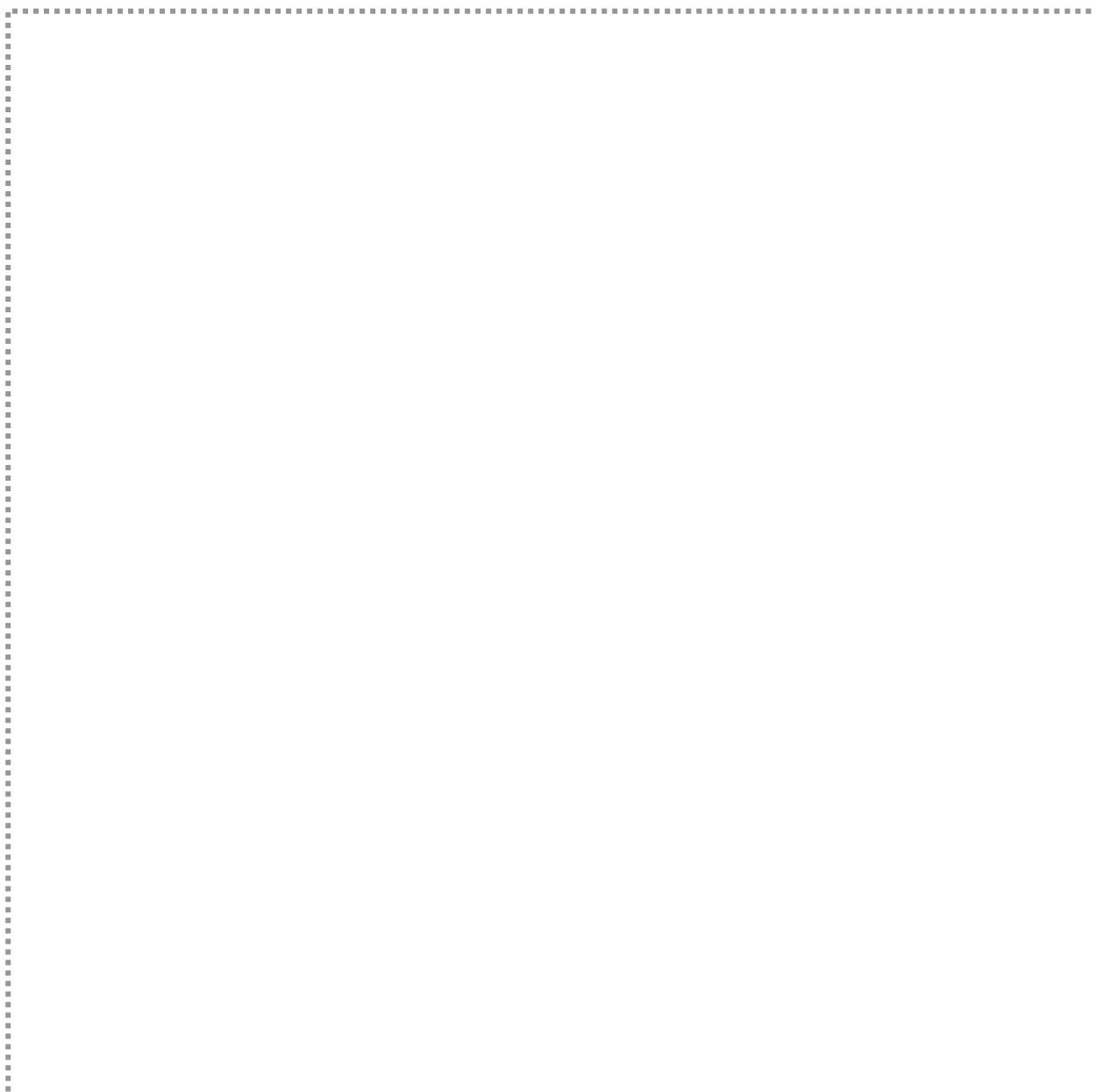
در این رابطه E_i شاخص غنی‌شدگی، C_i غلظت عنصر مورد نظر در نمونه i -ام از جامعه مورد نظر و بالاخره C_m مقدار زمینه (میانگین یا میانه) مربوط به جامعه مورد نظر است. شاخص غنی‌شدگی تا حد زیادی مستقل از تغییرات لیتولوژی است. پس از محاسبه شاخص غنی‌شدگی برای جوامع مختلف می‌توان آنها را با هم ادغام کرده و تحت 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 (3-3-17) تا (3-20) (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 3-8). 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 جامعه مجزا یا جامعه آنومالی ظاهر شده است، باشد.

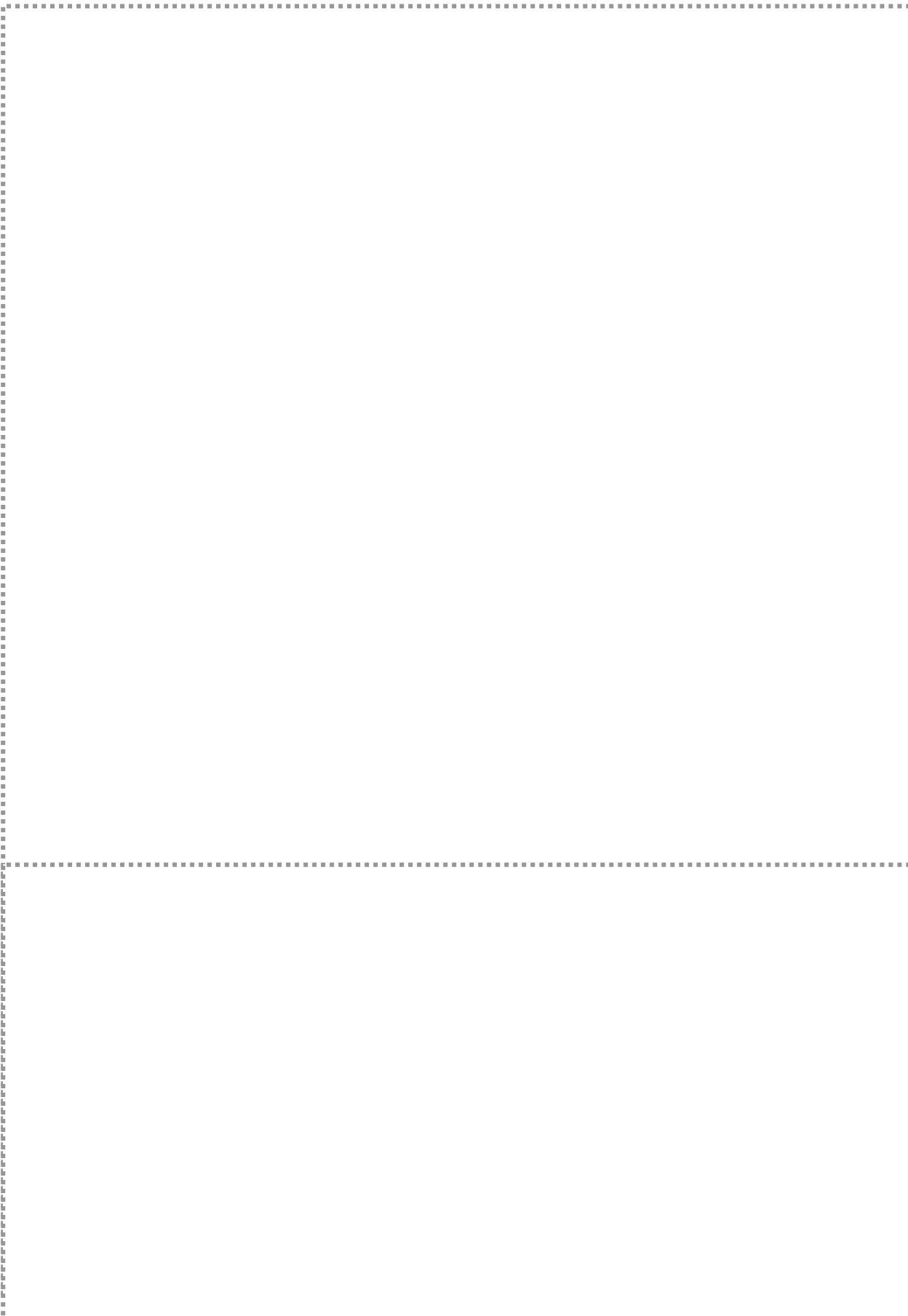
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



3-11- بررسی روشهای آماری آزمون مقادیر خارج از ردیف (بند-7 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 داده ها وارد می شوند. ولی گاهی هم به دلیل ناهمگنیهای موجود در جامعه داده های اکتشافی ایجاد می شوند. برای مثال در داده های اکتشافی ناحیه ای مقادیر آنومالی در این رده قرار می گیرند.

پرواضح است که چنین توزیعی را نمی توان توزیع نرمال در نظر گرفت. در صورتی که به خواهیم تنها مقادیر خارج از ردیف را شناسائی کرده و آنگاه آنها را از میان داده ها حذف کنیم، می توانیم از نمودارهای جعبه ای¹ استفاده کنیم. جدول (3-5) فهرست نمونه های دارای مقادیر خارج از ردیف را برای متغیرهای مختلف نشان می دهد.

جدول (3-5) : فهرست نمونه های دارای مقادیر خارج از ردیف.

Var	نمونه های خارج از ردیف	Var	نمونه های 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

¹-Box Plot.

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 دورفل¹ استفاده کنیم. این آزمون برای داده‌هایی با گسترش زیاد، نظیر داده‌های اکتشافی ناحیه‌ای، مورد استفاده قرار می‌گیرد. دورفل نموداری را برای تعیین حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف تهیه کرد، (شکل 3-17). این نمودار برای دو سطح معنی‌دار بودن 5% و 1% 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 (3-16) به دست می‌آید.

شکل (3-16) : حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف (g) به عنوان تابعی از تعداد نمونه (n) و سطح اعتماد.

3-12- نرمال‌سازی شاخصهای غنی‌شدگی (بند-7 شرح خدمات)

پس از جداسازی جوامع سنگی بالادست، خنثی‌سازی اثر لیتولوژی و همگن‌سازی

¹-DOERFFEL.

داده‌ها به‌کمک شاخص غنی‌شدگی، مشاهده می‌شود که هنوز داده‌ها به‌علت 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. به‌همین دلیل بایستی تابعهای توزیع نرمال شوند. معمولاً روشهای مختلفی جهت نرمال کردن توابع توزیع وجود دارد. مهمترین این روشها عبارتند از: تبدیل لگاریتمی سه‌پارامتری، تبدیل کاکس و باکس، استفاده از نمودار احتمال لگاریتمی، استفاده از نمودار فینی و...

در این پروژه جهت نرمال‌سازی داده‌ها از روش تبدیل لگاریتمی سه‌پارامتری استفاده شده است. در مواردی که با تبدیل لگاریتمی ساده نتوان توزیع داده‌ها را به‌توزیع نرمال نزدیک کرد با افزودن و یا کاستن عددی آن را می‌توان به‌توزیع نرمال نزدیک نمود. این روش، که به‌روش تبدیل لگاریتمی سه‌پارامتری معروف است، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

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

در عمل برای ساده کردن تبدیل، مقدار a را واحد در نظر می‌گیرند، لذا تنها مسأله تعیین مقدار مثبت یا منفی b است. معمولاً مقدار این عدد با سعی و خطا به‌دست می‌آید تا جایی که تابع توزیعی با ویژگی نرمال حاصل شود. برای اثبات نرمال شدن داده‌ها از هیستوگرامها و منحنی توزیع تجمعی و پارامترهای آماری مربوط به t_k عناصر استفاده شده است. شکل‌های (3-25) تا (3-35) در ضمیمه بخش سوم این نمودارها را نشان می‌دهند.

با توجه به‌این نمودارها و پارامترهای آماری هر متغیر می‌توان نتیجه گرفت که مقادیر چولگی و کشیدگی متغیرها در مقایسه با مقادیر متناظر شاخصهای غنی‌شدگی تا چه اندازه کاهش یافته و منحنی توزیع تجمعی آنها چطور به‌یک خط راست، که مبین توزیع نرمال می‌باشد، تبدیل شده است.

3-13- بررسی آماری دو متغیره (تعیین ضرایب همبستگی)

برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر، بدون وابستگی به‌واحد اندازه‌گیری داده‌ها، پارامتر آماری دیگری به‌نام ضریب همبستگی تعریف می‌شود. در محاسبه ضریب همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامترهای آماری دیگر فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد که توزیع داده‌های تبدیل یافته نرمال شود. البته اینگونه تعبیر و تفسیر متغیرها باید با دقت همراه باشد. در حالتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روشهای ناپارامتری، که به‌توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشند، 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 به‌نوع داده‌ها به‌دو 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. به عنوان مثال ممکن است در یک سطح اعتماد مشخص ضریب همبستگی 4% بین دو متغیر در یک جامعه دارای 100 نمونه معنی‌دار باشد ولی همین ضریب همبستگی برای این دو متغیر در یک جامعه دارای 10 نمونه معنی‌دار نباشد.

در جدولهای (3-9) و (3-10) ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرهای 22-گانه عناصر به روش 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.

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

2- $0.2 < r < 0.4$: همبستگی ضعیف.

3- $0.4 < r < 0.6$: همبستگی متوسط.

4- $0.6 < r < 0.8$: همبستگی قوی.

4- $r > 0.8$: همبستگی بسیار قوی.

مقایسه ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن نشانگر این است که مقادیر ضرایب همبستگی اسپیرمن بزرگتر از مقادیر ضرایب پیرسون می‌باشد. دلیل این امر وجود مقادیر خارج از ردیف در بین داده‌های خام است که باعث می‌شود ضریب همبستگی اسپیرمن غیرواقعی ارزیابی گردد. به عنوان مثال اگر مقادیر خارج از ردیف بزرگتر از داده‌ها باشد، ضریب همبستگی به‌طور غیرعادی بزرگتر برآورد می‌شود، بنابراین ضرایب همبستگی واقعیتر، ضرایب پیرسون بوده که برای داده‌های نرمال برآورد شده است. با توجه به جدول 3-10 نتایج زیر استنباط می‌شود.

1- طلا همبستگی بسیار ضعیفی با عناصر دیگر از خود نشان می‌دهد. به‌طوریکه بیشترین میزان همبستگی با عنصر روی می‌باشد که در حد 0/26 می‌باشد.

2- عنصر Cr بالاترین میزان همبستگی را با عناصر کبالت و نیکل به ترتیب 77% و 74% از خود نشان می‌دهد.

3- منگنز با عناصر دیگر همبستگی ضعیف و گاهی متوسط از خود نشان می‌دهد. بالاترین میزان همبستگی این عنصر با عنصر Fe به مقدار 0/6 می‌باشد.

4- استرانسیم اغلب همبستگی ضعیف تا متوسط و به صورت منفی با سایر عناصر از خود نشان می‌دهد.

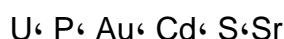
5- تیتانیوم همبستگی بسیار خوبی با عناصر آهن 0.91 ، سیلینیم 0.85 ، کبالت 0.73 و مس 0.74 از خود نشان می‌دهد.

6- فسفر معمولاً همبستگی در حد ضعیف با متوسط با عناصر دیگر از خود نشان می‌دهد.

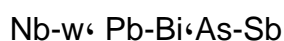
7- وانادیم همبستگی بسیار خوبی با عنصر آهن از خود نشان می‌دهد به طوری که ضریب همبستگی آن 0.95 می‌باشد.

8- به طور کلی عناصر از لحاظ همبستگی به چهار گروه تقسیم می‌شوند:

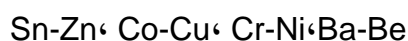
الف- عناصری که همبستگی ضعیفی با یکدیگر دارند. این عناصر عبارتند از :



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



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

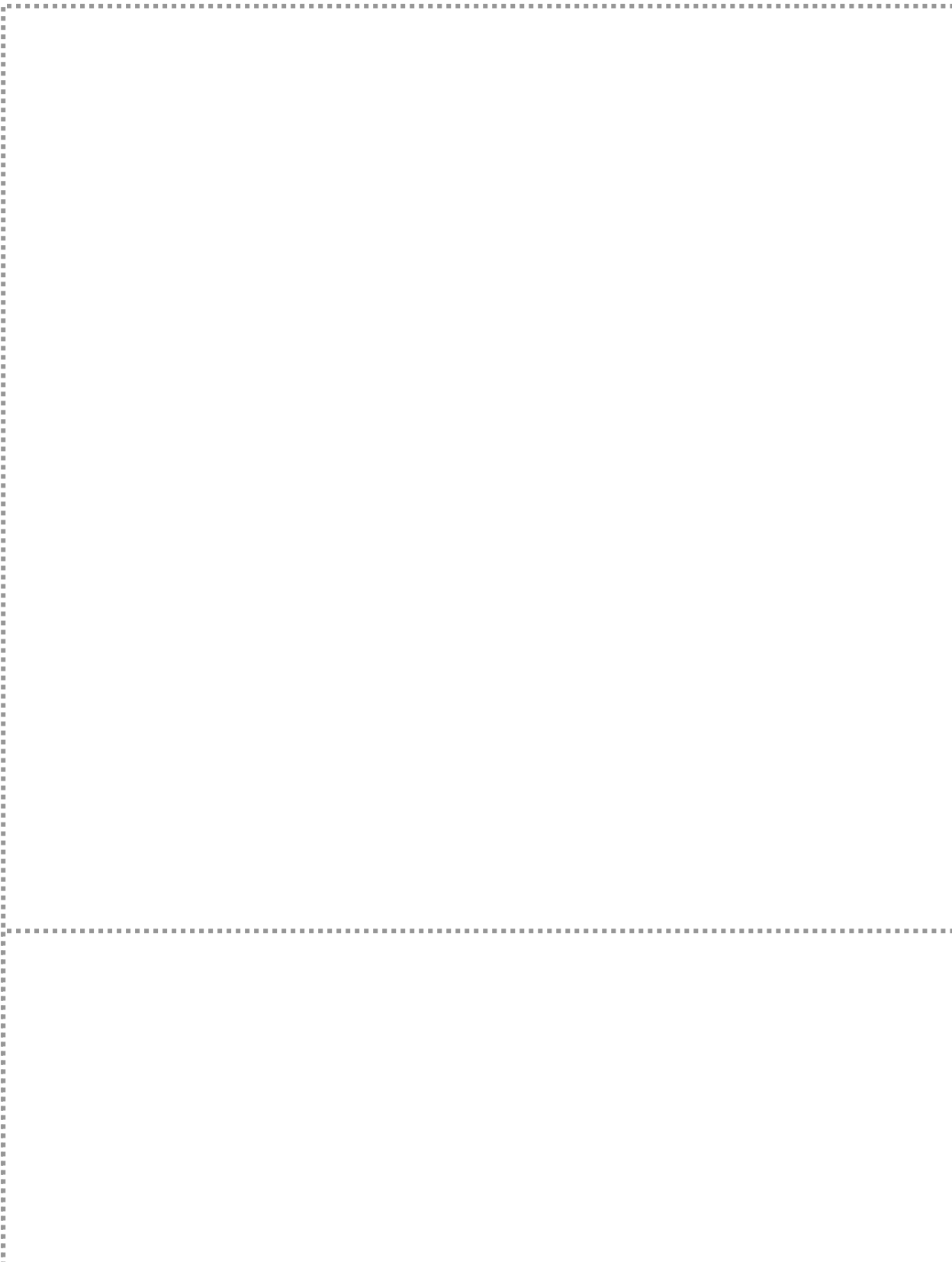


ت- عناصری که همبستگی خیلی خوبی با یکدیگر دارند. این عناصر عبارتند از :

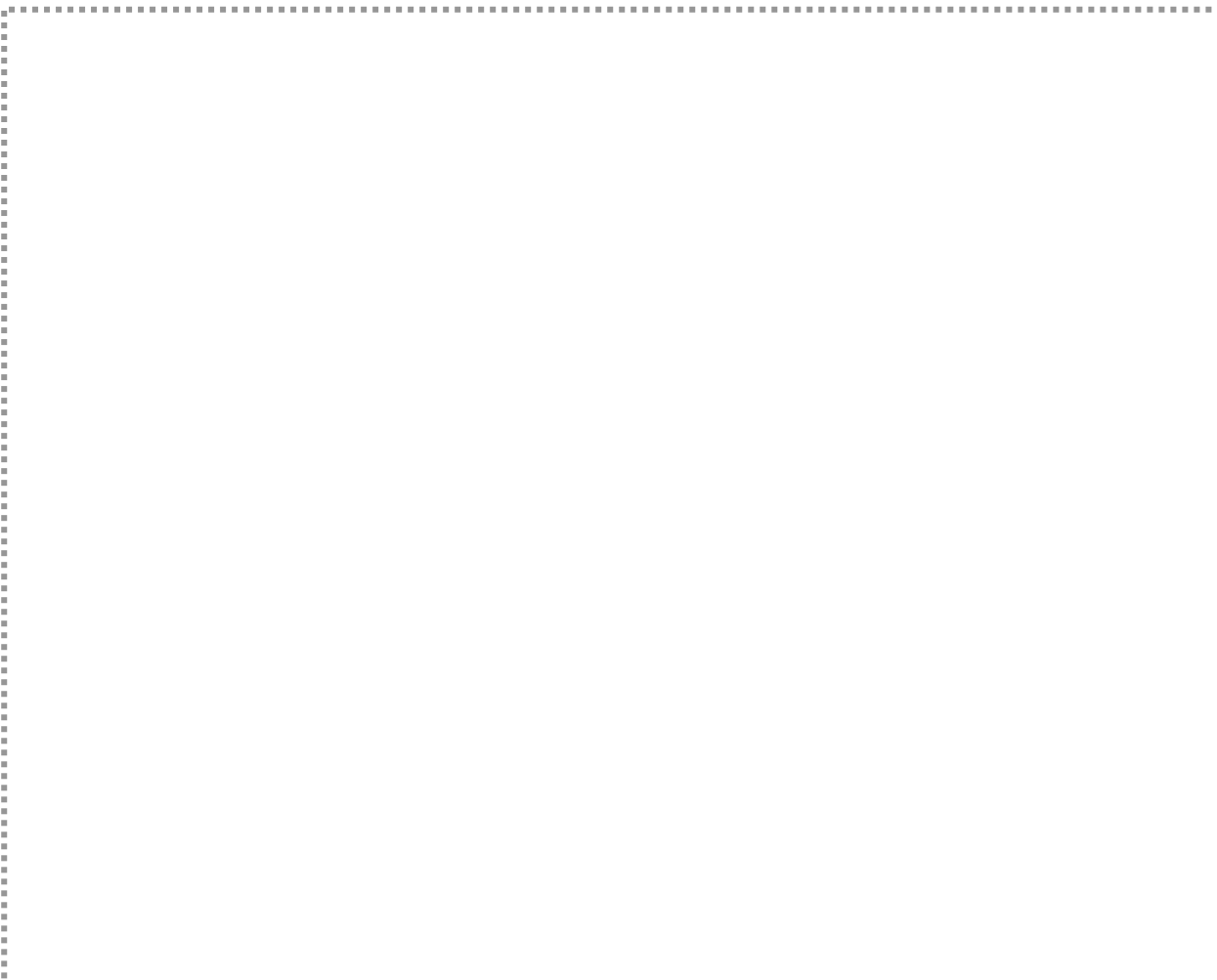


ضریب همبستگی خطی معیاری از درجه تمایل دو متغیر به داشتن رابطه خطی است و ممکن است همبستگی کلی دو متغیر را نشان ندهد. بنابراین لازم است برای درک بهتر ضریب همبستگی، آن را همراه با نمودار پراکنش مورد بررسی قرار داد. نمودار (3-22) پراکنش نمونه‌های ژئوشیمیایی برای تعدادی از عناصر مورد بررسی را نشان می‌دهند. با استفاده از این نمودارها می‌توان به دلایل همبستگی برخی عناصر و همبستگی ضعیف برخی دیگر پی برد. این نمودارها در واقع پراکنش نمونه‌های ژئوشیمیایی را برای عناصری به دست می‌دهند که در جدول ضرایب همبستگی پیرسون بیشترین میزان همبستگی را نشان می‌دهند.

اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



14-3- محاسبه احتمال رخداد هر يك از شاخصهاي غني‌شدگي (حاصل ضرب $P.N$) (بند 2-8 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:

1-14-3- احتمال پیدایش نمونه‌ای با مقدار مطلوب مورد نظر (p)

هرچه این احتمال کوچکتر باشد شدت آنومالی در نمونه معرف آن بیشتر خواهد شد. به‌عنوان مثال اگر احتمال رخداد نمونه‌ای با عیار یک گرم در تن طلا از رسوبات آبراهه‌ای منطقه خاصی 0/0001 و احتمال رخداد نمونه‌ای با 4 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 4 گرم در تن است.

2-14-3- تعداد نمونه‌های برداشت شده (N)

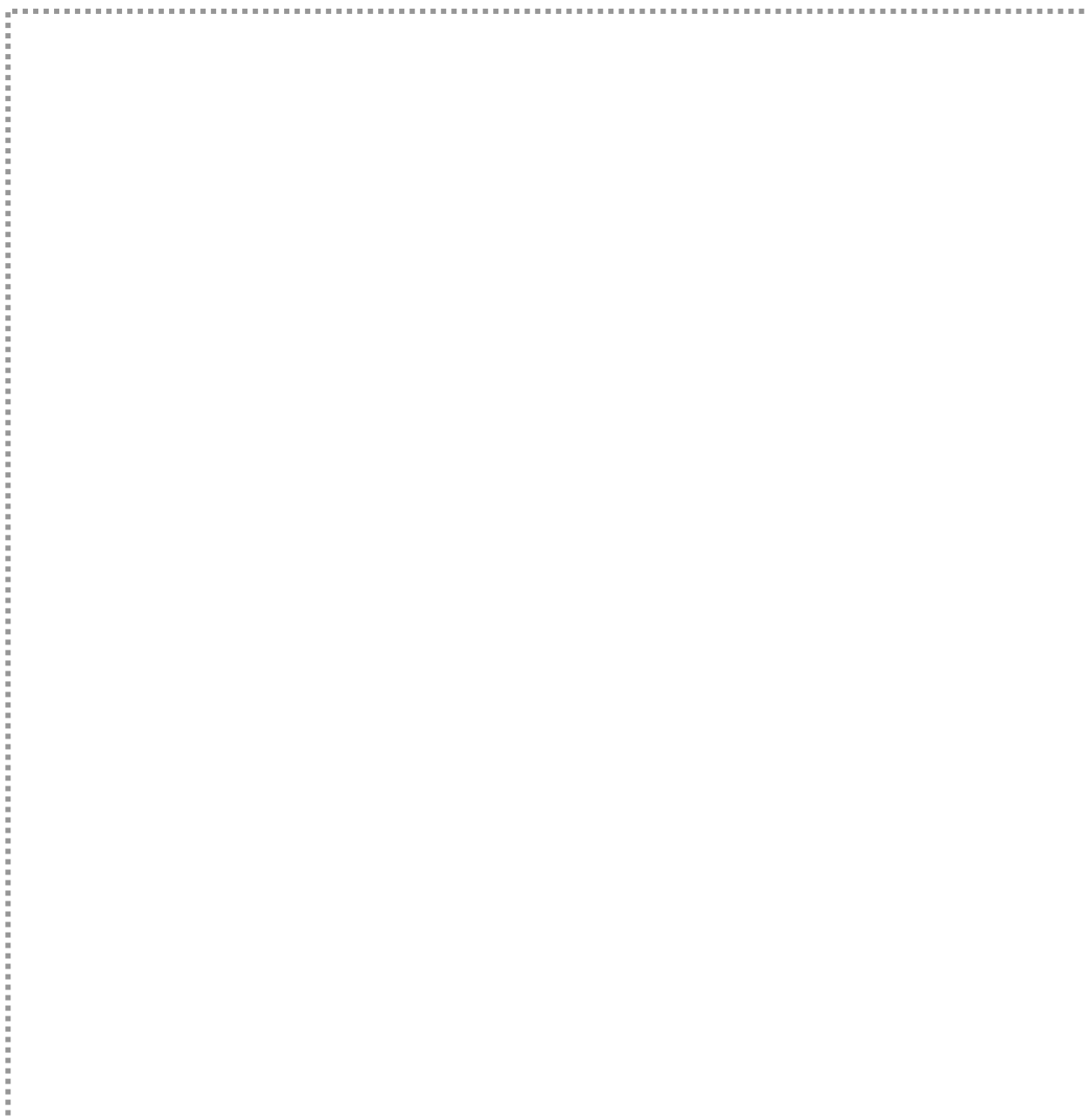
هرچه این مقدار کوچکتر باشد شدت آنومالی قویتر است، زیرا به‌طور متوسط وجود یک مقدار بزرگتر $X+3s$ در بین 1000 نمونه امری طبیعی است و جزئی از خصوصیات توزیع نرمال است اما اگر یک مقدار بزرگتر از $X+3s$ در بین 100 نمونه یافت شود غیرعادی است و می‌تواند ناشی از وجود مقادیر آنومالی باشد. بنابراین حاصلضرب دو عامل 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.

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

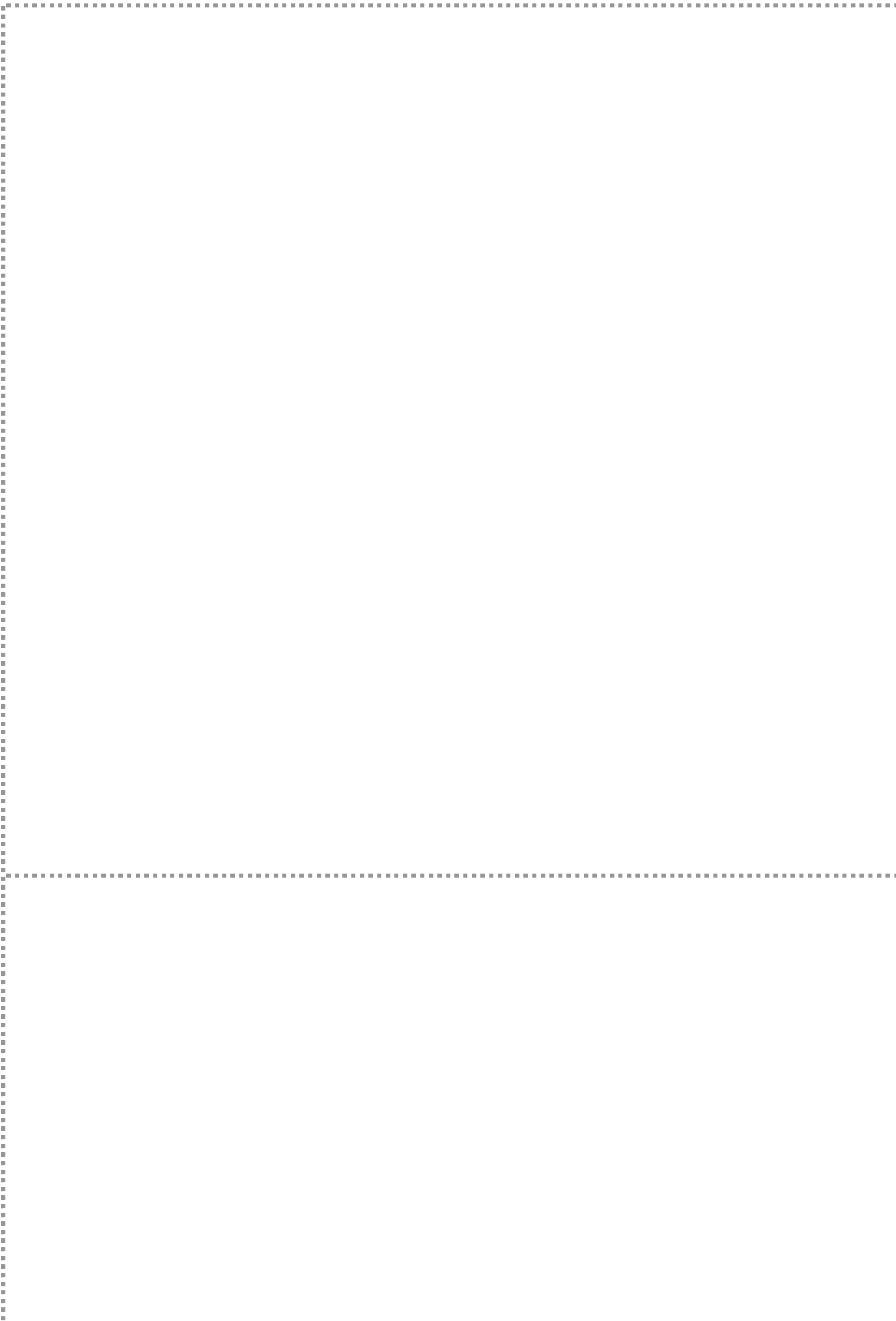
$$Z_0 = \frac{X_0 - X}{s}$$

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 $p < 1$ 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 (3-11) آورده شده است. جهت نشان دادن توزیع نمونه‌های دارای ناهنجاری $P.N$ نقشه‌های شماره-33، 32، 31 و 34 ارائه شده است.

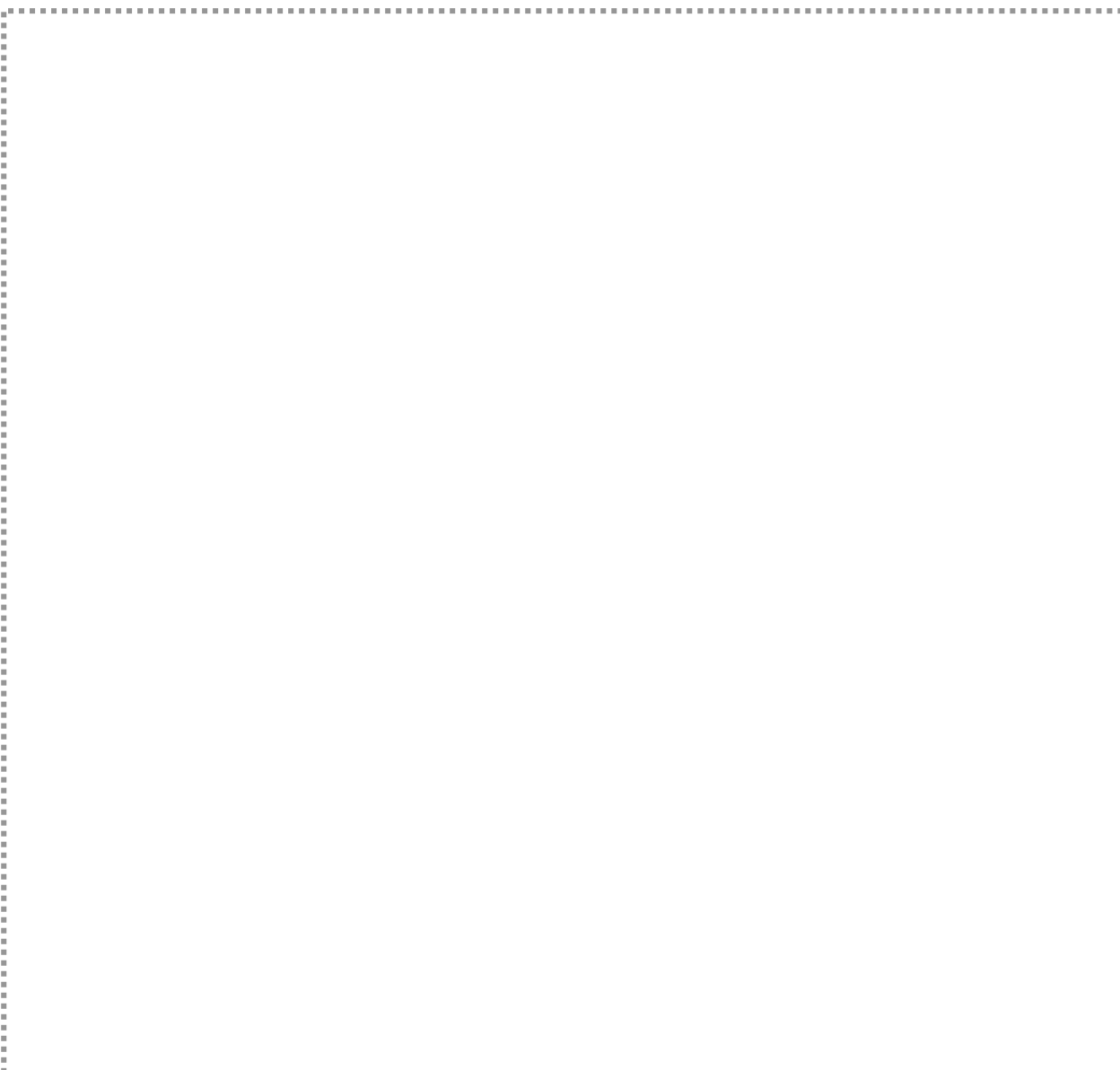
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



15-3- بررسیهای آماری چند متغیره 15-3-1- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (بند 3-8 شرح خدمات)

در تحلیل خوشه‌ای هدف دستیابی به ملاکی برای طبقه‌بندی هرچه مناسبتر متغیرها و یا نمونه‌ها¹ بر اساس تشابه هرچه بیشتر درون‌گروهی و اختلاف هرچه بیشتر میان‌گروهی است. لذا اگر مقدار عیار مس در یک نمونه X و در نمونه دیگر Y باشد، ما با $X-Y$ 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 بر حسب 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.

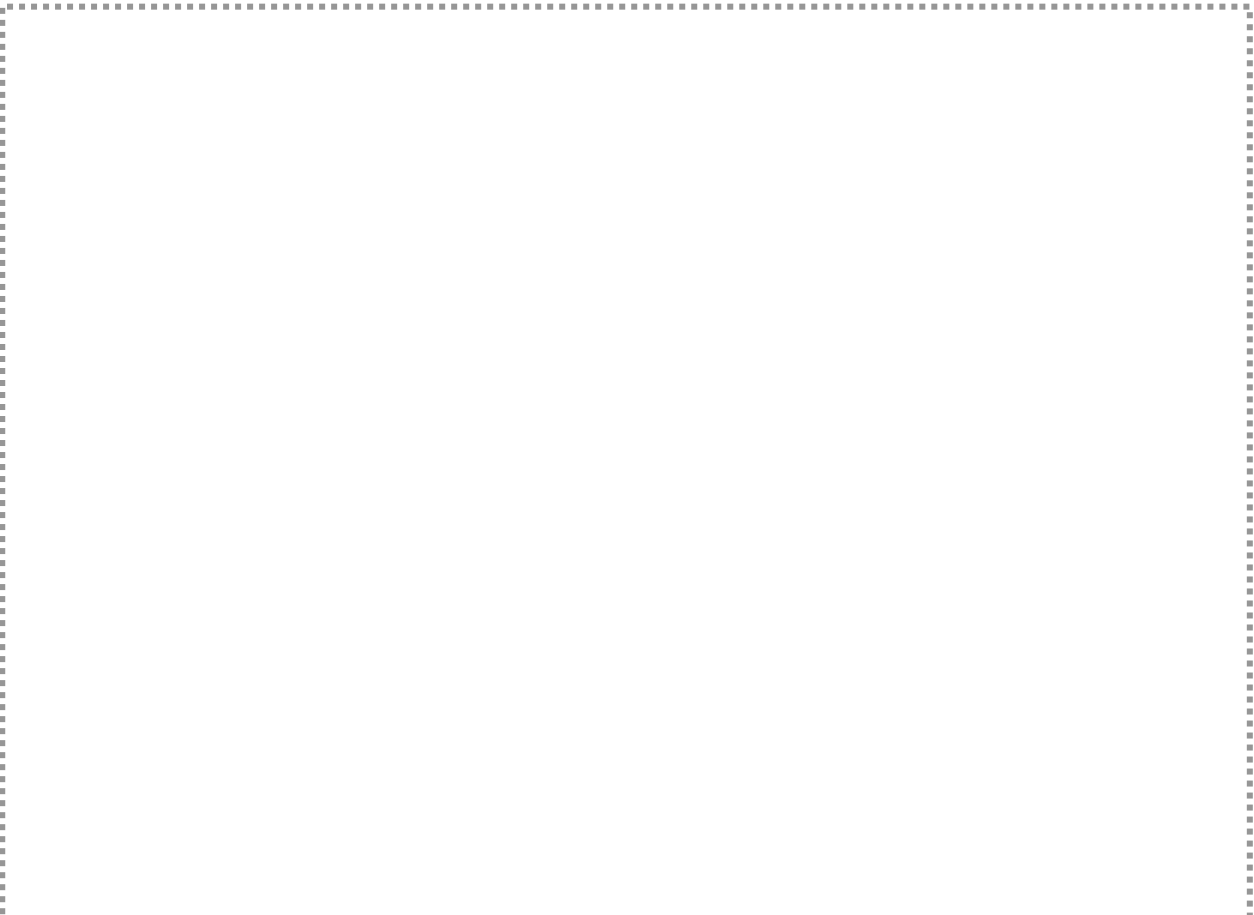
روشهای مختلفی برای خوشه‌بندی داده‌ها وجود دارد. یکی از این روشها، روش اتصال² است که در آن به ترتیب اشیاء (نمونه‌ها و متغیرها) با شباهت بیشتر با استفاده از روش بازگشتی به هم متصل می‌شوند. تمامی روشهای خوشه‌بندی مبتنی بر ماتریس شباهتها می‌باشند که با یکی از روشهای مندرج در بند قبل محاسبه می‌شود. در مرحله 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 شباهتها 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 (3-23) 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 10% 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 3-23)،

1-Variables and Cases.
2-Linkage.

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 بالایی برخوردار می‌باشند. این عناصر همگی به اتفاق به صورت هاله‌های ژئوشیمیایی مرتبط با سنگ‌های ولکانیکی و آندزیتی کرتاسه واقع در برکه توپوگرافی باقل‌آباد 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 W ، Nb ، Bi ، Pb ، As ، Sb ، Mo و Au می‌باشد. این عناصر دارای همبستگی متوسط تا ضعیف با یکدیگر می‌باشند. 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 ژئوشیمیایی مرتبط با سنگ‌های شیلی و مارنی واقع در برکه قره‌طوره می‌باشند و از همبستگی بسیار ضعیفی برخوردار می‌باشند.



3-15-2- تجزیه عاملی (آنالیز فاکتوری)، (بند 3-8 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:

1- کاهش ابعاد داده‌ها.

2- 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 PCA¹ 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:

- 1- بخش اعظمی از تغییرپذیری توسط تعداد محدودی از متغیرهای جدید قابل توجیه است.
- 2- 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:

- 1- محاسبه ضرایب همبستگی.
- 2- استخراج عاملها که شامل تعیین تعداد و روش محاسبه عاملها است.

¹-Principal Component Analysis.

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

4- محاسبه امتیاز هر عامل برای تک‌تک نمونه‌ها.

لازم به‌ذکر است که تجزیه و تحلیل فاکتوری 758 نمونه برای 29 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 (3-3) تا (12) آورده شده است. این جدولها حاصل مراحل گوناگون آنالیز فاکتوری است که در ذیل توضیح داده می‌شوند :

جدول آزمون KMO و پارتلت¹ (جدول 3-12)

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 0/91 بیانگر این است که انجام آنالیز فاکتوری از اعتبار بالایی برخوردار است. به‌همین ترتیب مقادیر 0/8 از اعتبار بالا، 0/7 متعادل، 0/6 اعتبار متوسط، 0/5 از اعتبار ناچیز و مقادیر KMO کمتر از 0/5 جهت انجام آنالیز فاکتوری فاقد اعتبار هستند. مقدار KMO محاسبه شده برای داده‌های مربوط به این پروژه برابر 0/9417 می‌باشد. این میزان بیانگر اعتبار بسیار بالایی آنالیز فاکتوری برای این داده‌ها است.

¹ - KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) and Bartlett's Test.

جدول مشارکتها¹ (جدول 3-13)

این جدول نشان دهنده برآورد اولیه عاملها و بیانگر میزان مشارکت عناصر در این روش است. همانطور که مشاهده می‌شود اکثر عناصر میزان Extraction بالا داشته که نشانه بالابودن میزان مشارکت آنها است. بیشترین درصد مشارکت با ضرایب بالای 0/7 مربوط به عناصر As، Sb، Au، Sr، Ba، Be، Ti، Fe، P، Cu، Cr، Mn (ضریب بالای 0/6) شامل Zr، Zn، V، Sc، La می‌باشند. سایر عناصر از قبیل Rb، Cd، U، Nb، W، Bi، Co، Pb، Mo، Ni دارای میزان مشارکت پایینی می‌باشد.

جدول توجیه تغییر پذیری کل² (جدول 3-14)

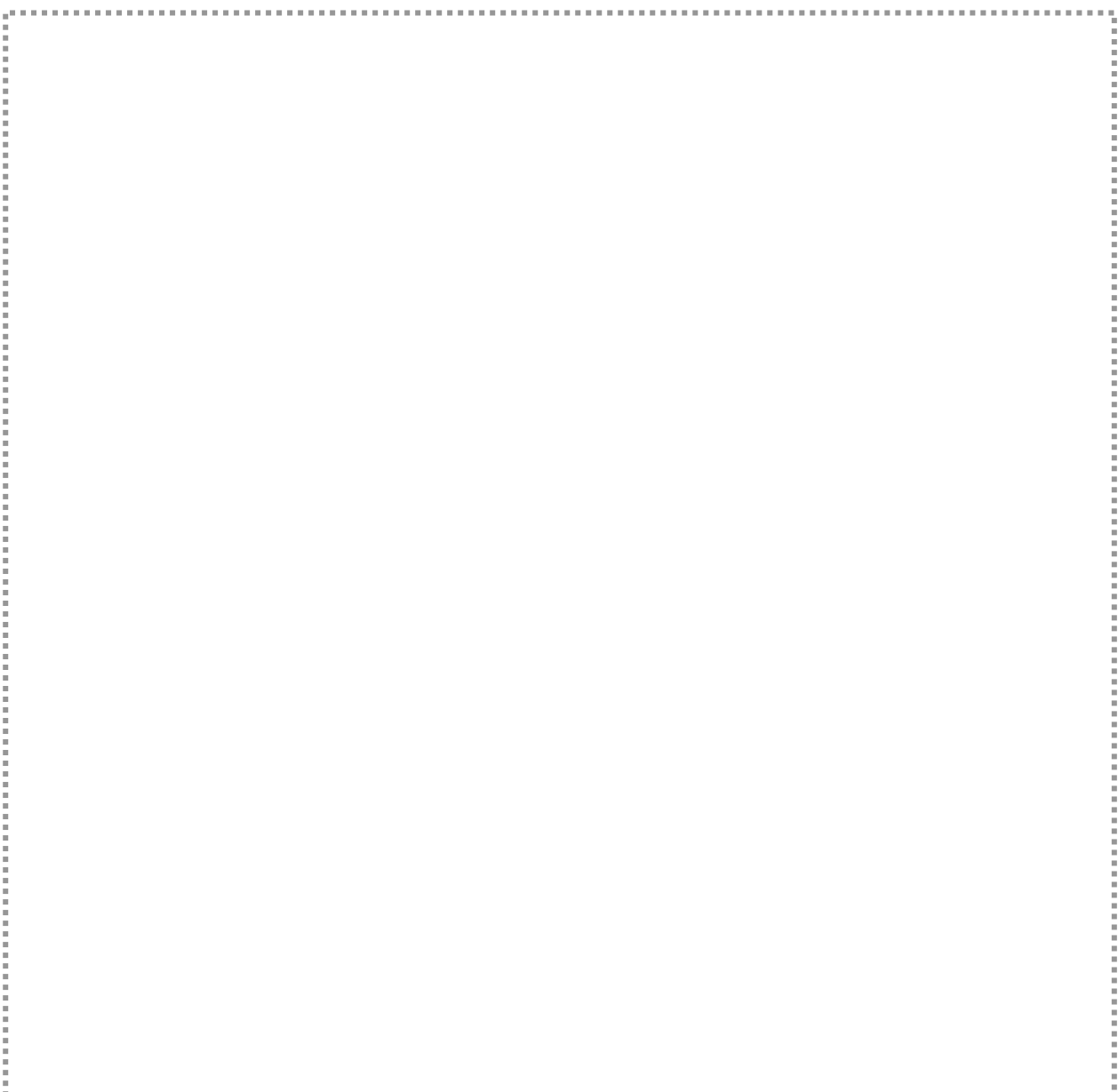
از این مرحله به بعد مرحله اصلی توصیف آنالیز فاکتوری آغاز می‌گردد. تفسیر صحیح این جدول نقش مهمی در تجزیه و تحلیل فاکتوری دارد، چرا که یکی از معیارهای اصلی انتخاب تعداد فاکتورها توجیه میزان تغییر پذیری داده‌ها است، به طوری که داده‌های جدید باید حداقل تعداد ابعاد را داشته باشند و بتوانند حداکثر میزان تغییر پذیری کل داده‌ها را توجیه کنند. تعداد ابعاد جدید با استفاده از این جدول تعیین می‌شود. در این جدول پارامترهای آماری شامل مقادیر ویژه واریانس و واریانس جمعی هر مؤلفه همراه با مقادیر مشارکت هر مؤلفه محاسبه گردیده است. بیشترین مقدار ویژه در ارتباط با مؤلفه اول (فاکتور-1) و برابر 31/65 و کمترین مقدار مربوط به مؤلفه

1-Communalities.

2-Total Variance Explained.

پنجم (فاکتور-4) و برابر 2/58 است. همانطور که گفته شد واریانس جمعی معیاری جهت تعیین تعداد فاکتورها می‌باشد.

با توجه به جدول مذکور مشاهده می‌شود که تعداد 4 فاکتور می‌توانند تقریباً 58/83% کل تغییرپذیری را توجیه کنند که با توجه به این تعداد فاکتور، مقدار قابل قبولی است. بنابراین براساس آنالیز فاکتوری برای داده‌های این پروژه 5 فاکتور معرفی شده است. این تعداد فاکتور از روی نمودار صخره‌ای¹ نیز قابل تأیید است. از بین 5 فاکتور انتخاب شده، دو فاکتور اول و دوم بیشترین واریانس را دارا می‌باشند و بخش زیادی از تغییرپذیری را به‌تنهایی توجیه می‌کنند، به‌طوری که میزان واریانس فاکتور اول تقریباً 31/65 و فاکتور دوم تقریباً 13/39% کل تغییرپذیری می‌باشد.



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 مؤلفه¹ و ماتریس چرخش مؤلفه² (جدول 3-15)

¹-Component Matrix.

²-Rotate Component Matrix.

فاکتورهای مذکور بیانگر جمع واریانس هر مؤلفه با واریانس مؤلفه قبلی است. با توجه به جدولهای مذکور و نمودار صخره‌ای 5 مؤلفه (فاکتور) انتخاب شده است. علت انتخاب این مؤلفه‌ها به دو پارامتر بستگی دارد:

پارامتر اول: شامل درصد تجمعی واریانس حدود 60% از یک جامعه ژئوشیمیایی که می‌تواند معرف تقریبی جامعه باشد. حال با در نظر گرفتن 5 مؤلفه، تقریباً 58% 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 0/5) 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 عوامل را با مشکل روبرو خواهد کرد. از این رو روشهایی به وجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک باعث تعبیر ساده عوامل می‌شود. این روشها همان دوران عاملها است. بنابراین مؤلفه‌های خام بایستی تحت تابع مشخصی چرخش داده شوند تا بهترین واریانس جامعه عمومی به دست آید. در بررسی‌های ژئوشیمیایی بیشتر از تابع VARIMAX استفاده می‌شود. با انتخاب این تابع دورانی متعامد بر روی ضرایب عامل صورت می‌گیرد. با این دوران تغییرات مربعات عناصر ستونی، برآورد ضرایب عاملها را ماکزیمم می‌کند.

این روش مقادیری نسبتاً بزرگ یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عاملها اختصاص می‌دهد. در نتیجه عواملی ایجاد می‌شوند که یا به شدت به متغیرها وابسته‌اند و یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده‌تر شدن تعبیر عاملها خواهد شد. مؤلفه‌های چرخش یافته جدید که به این ترتیب به دست می‌آیند مؤلفه‌های اصلی برای محاسبه امتیازات می‌باشند. مؤلفه‌های خام و چرخش یافته به ترتیب در جدول 3-15 آورده شده‌اند.

با استفاده از جدول عاملی مقادیر چرخش یافته، جدول (3-16)، 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 (3-16) و شکل 3-24 میزان تغییرات ضریب چرخش یافته هر متغیر در هر عامل را نشان می‌دهد. با عنایت به جدول و شکل مذکور نتایج زیر به دست می‌آید.

فاکتور-1: متشکل از عناصر P، Cr، Mn، Ba، Be، La، Sc، S، Sb، Cu می‌باشد. در این فاکتور بیشترین میزان تغییرات مربوط به عنصر P بوده و عناصر S، As، Sb

دارای ضرایب منفی بالایی می باشد.

فاکتور-2 : متشکل از عناصر Sb و As می باشد. طلا و فسفر در این فاکتور دارای مقادیر منفی می باشند.

فاکتور-3 : 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-4 : طلا از ضرایب تغییرات بالایی برخوردار می باشد به طوری که ضرایب تغییرات طلا، اثر ضرایب تغییرات سایر عناصر را محو می کند.

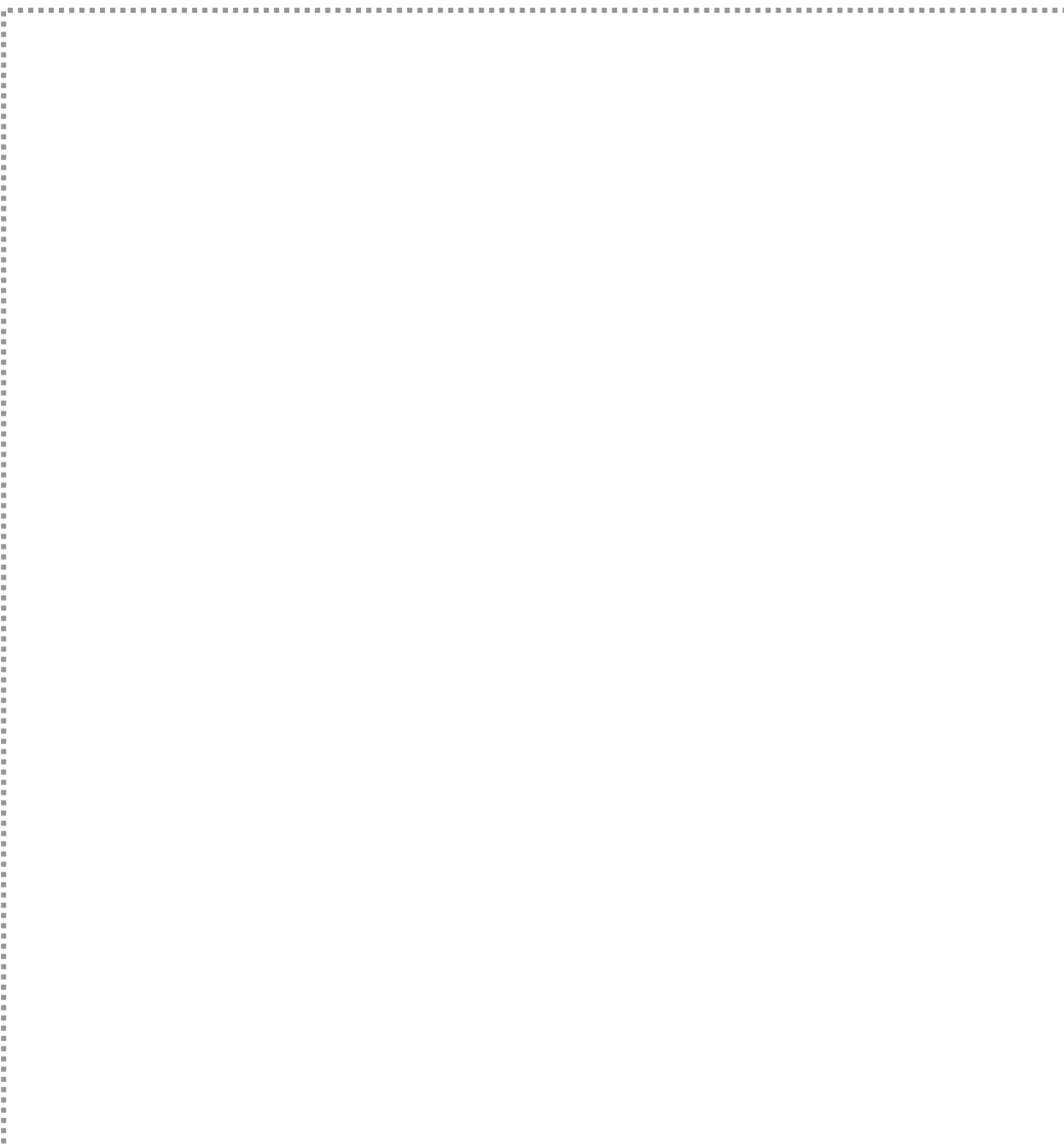
فاکتور-5 : عناصر Sb، As، Cb دارای تغییرات بیشتری نسبت به سایر عناصر می باشند. در این میان As دارای ضرایب تغییرات مثبت و Cb، Sb دارای ضرایب تغییرات منفی می باشد.

در تجزیه عاملی ابتدا ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها محاسبه می شود و متغیرهایی که به نظر می رسد وابستگی ضعیفی با سایرین دارند تعیین می گردند. سپس مرحله استخراج عاملها می رسد. 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 کانی سازی باشند. بنابراین فاکتور آنالیز می تواند منعکس کننده همراهیهای ژئوشیمیائی، که در خلال فرآیندهای یاد شده ایجاد می شوند، باشد. بنابراین فاکتور آنالیز یکی از بهترین روشها جهت آشکارسازی روابط پنهانی بین نمونه ها، متغیرها و فاکتورها است. در روش تجزیه عاملی، هر متغیر ابتدا به صورت یک بردار در دستگاه مختصات قائم نشان داده می شود، به طوری که طول بردار معرف بزرگی متغیرها است و کسینوس زاویه بین آنها میزان همبستگی و انطباق یک متغیر با متغیر دیگر را نشان می دهد.

اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



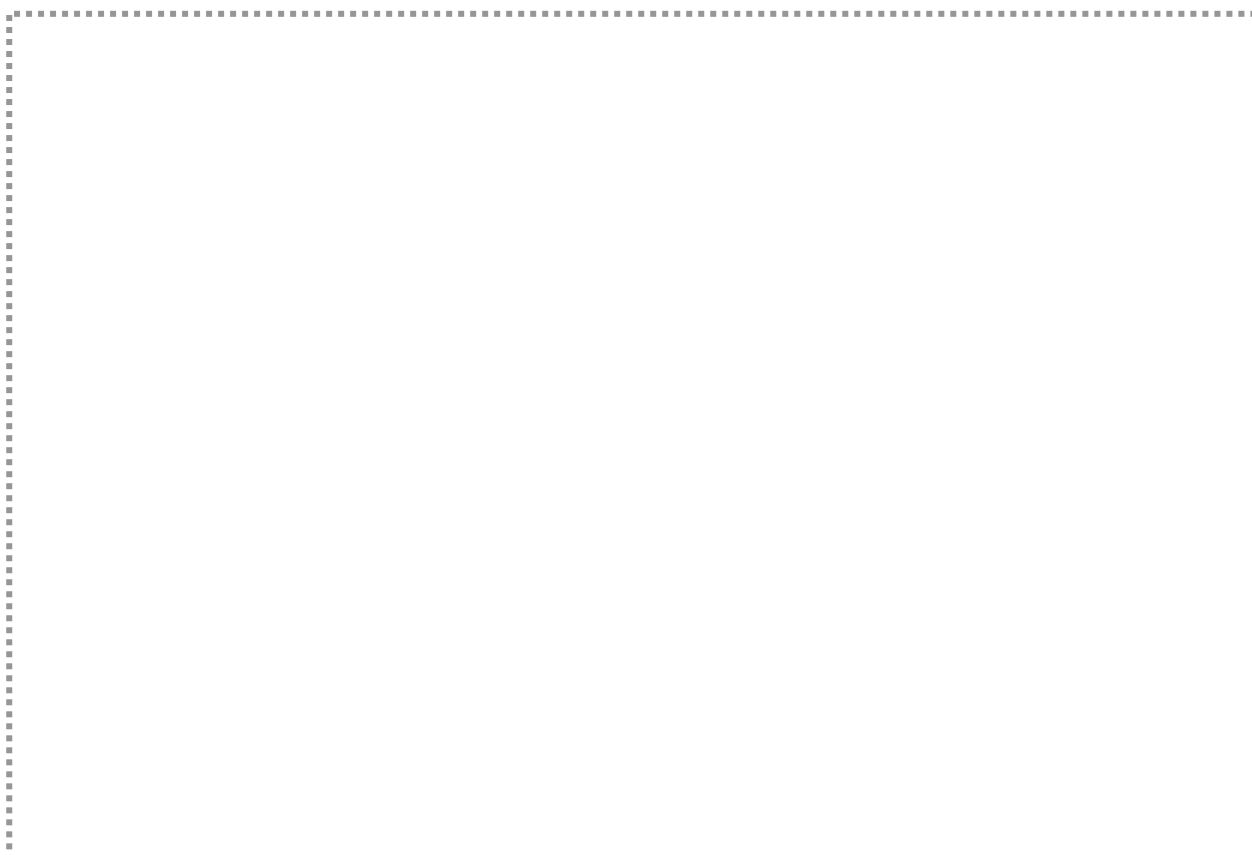
پیوسته‌های

بخش سوم

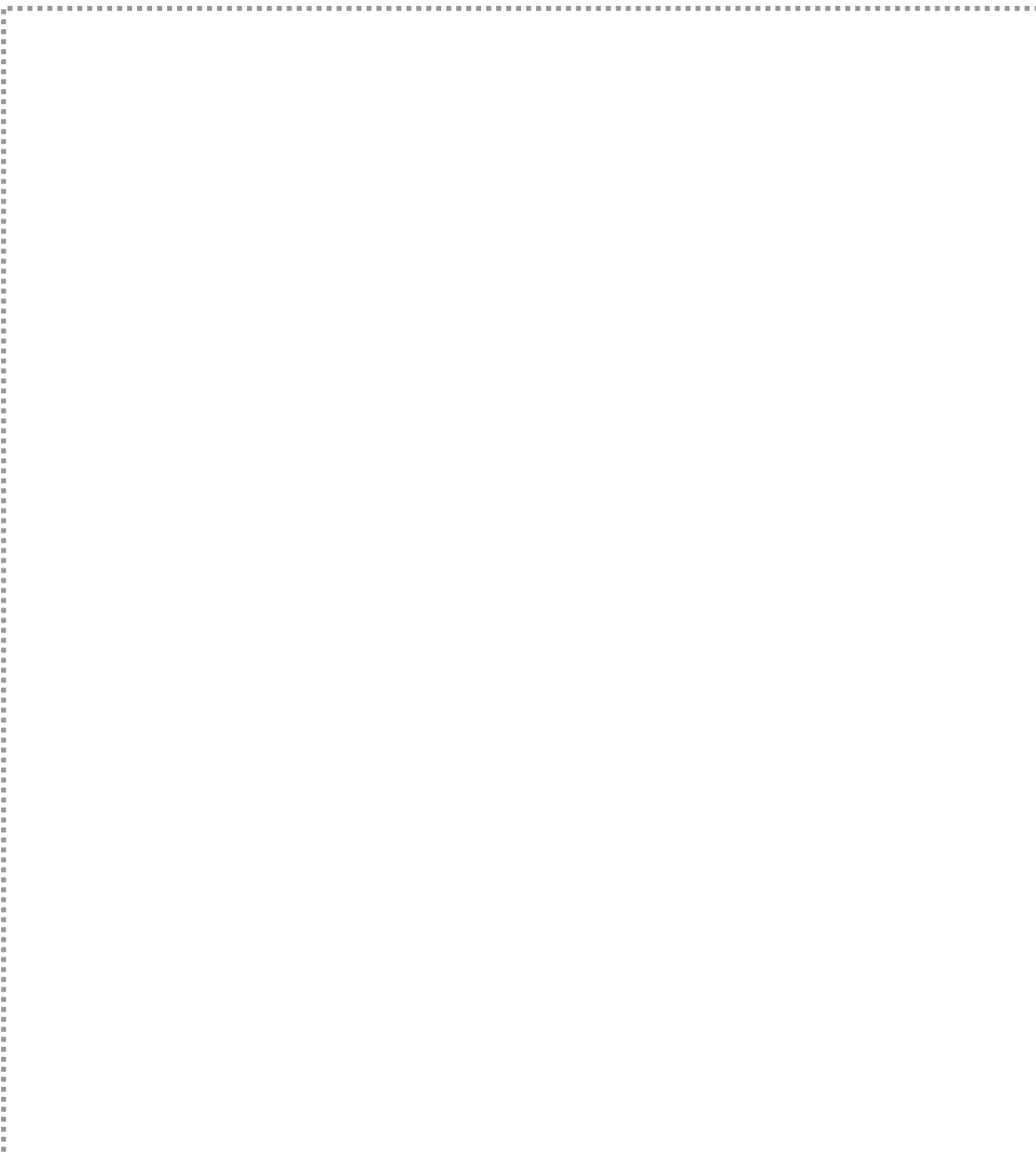
(پارامترهای آماری و نمودار توزیع داده‌های نرمال شاخص غنی‌شدگی)



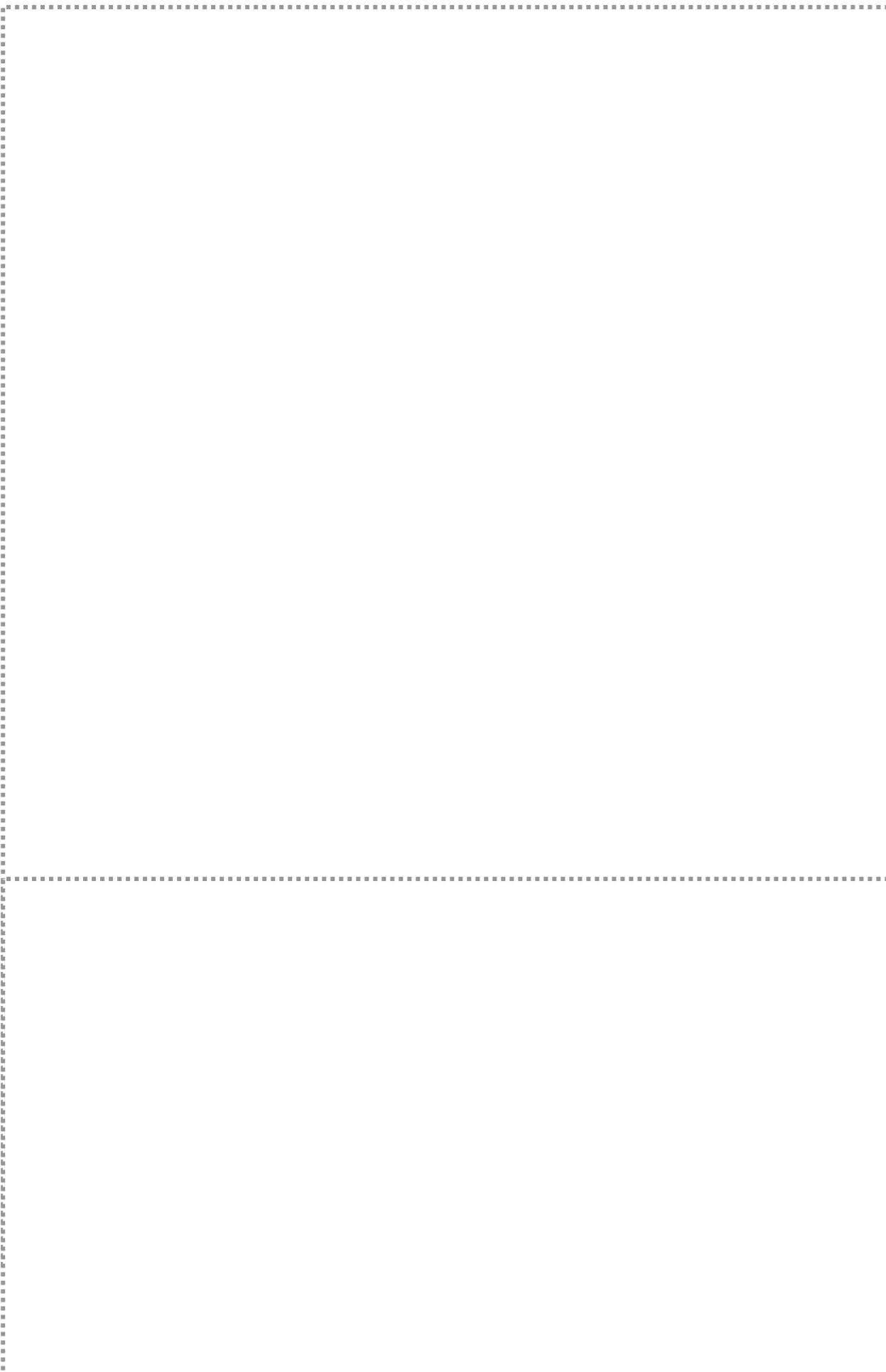
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



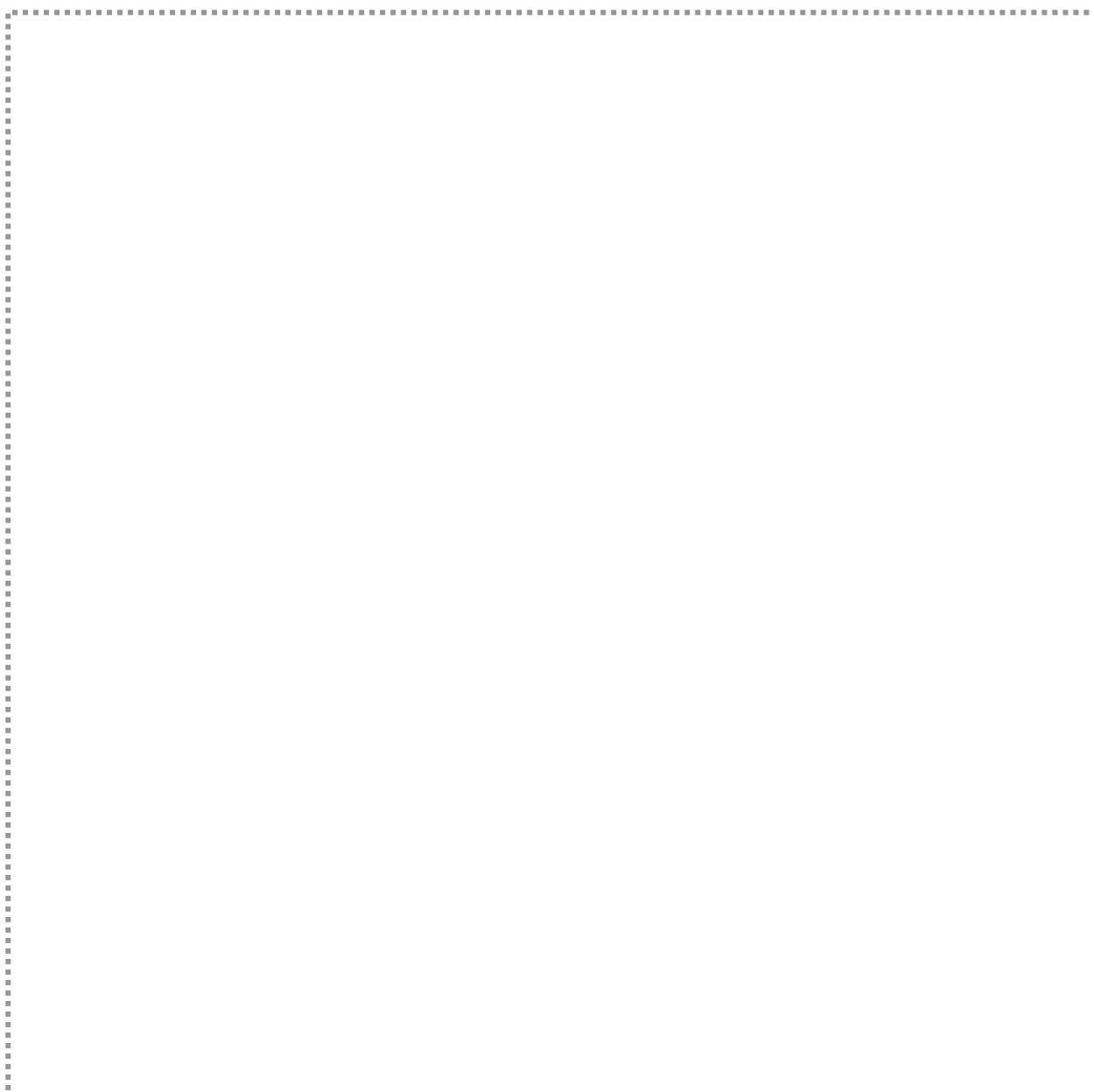
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



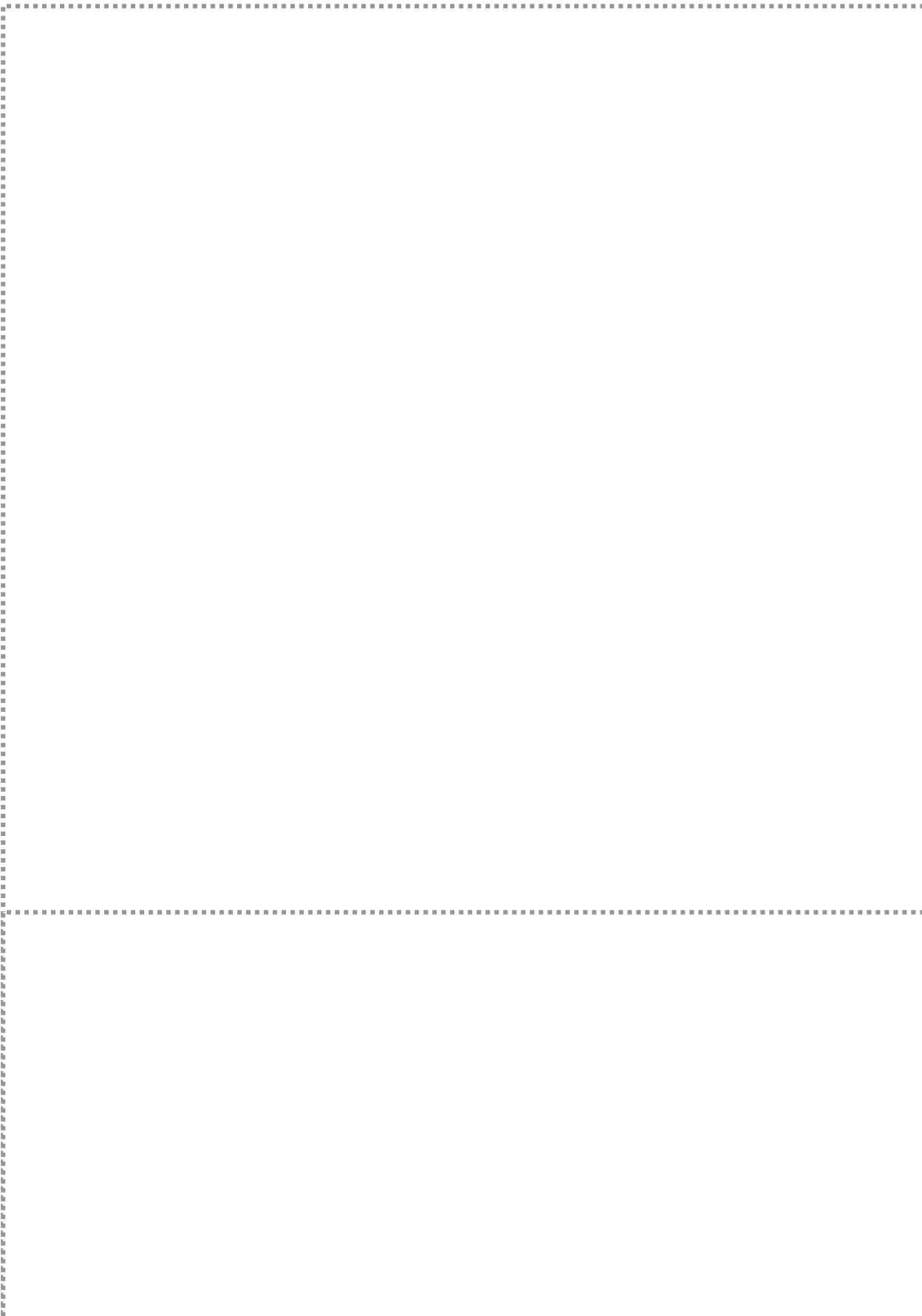
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



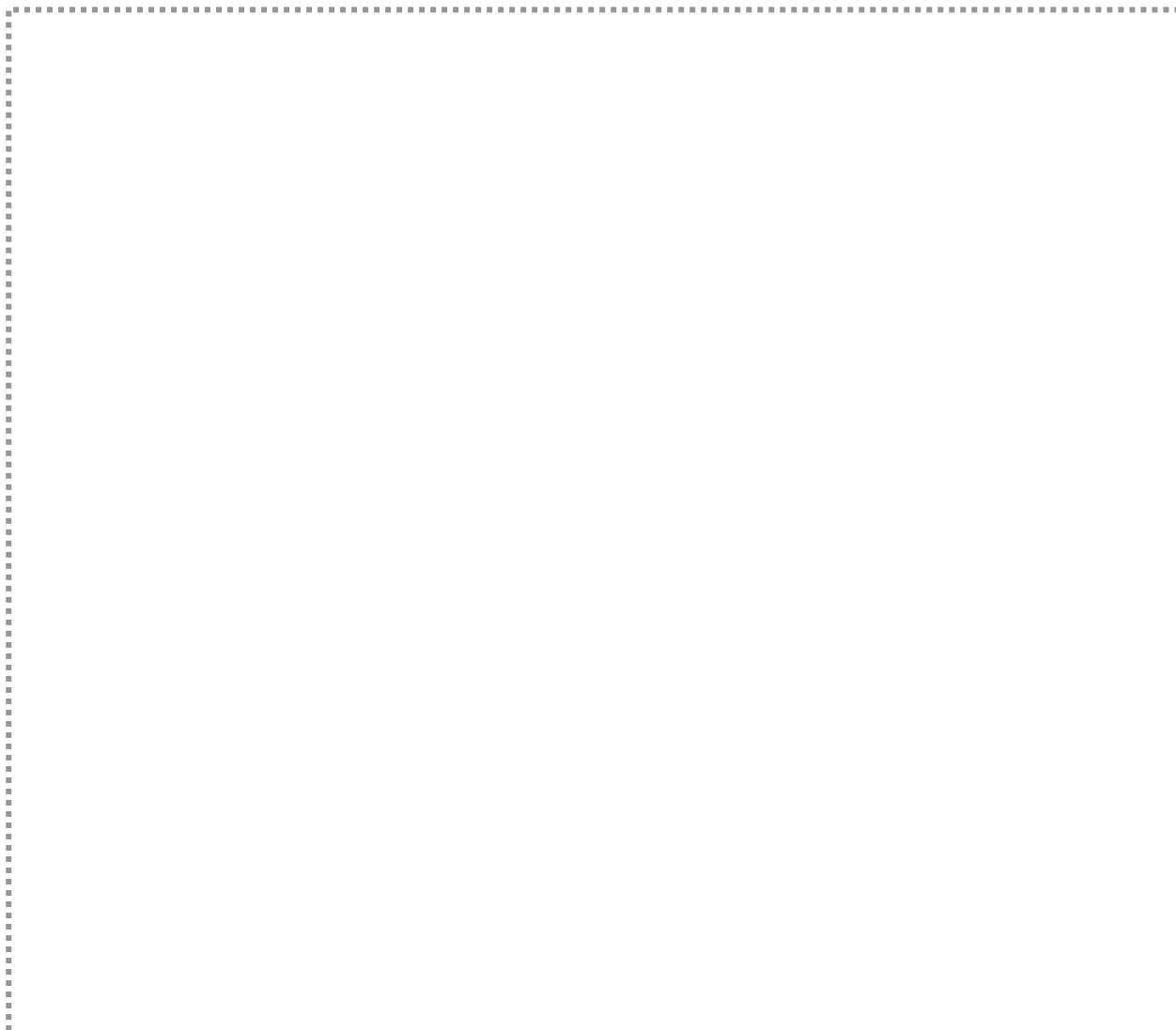
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



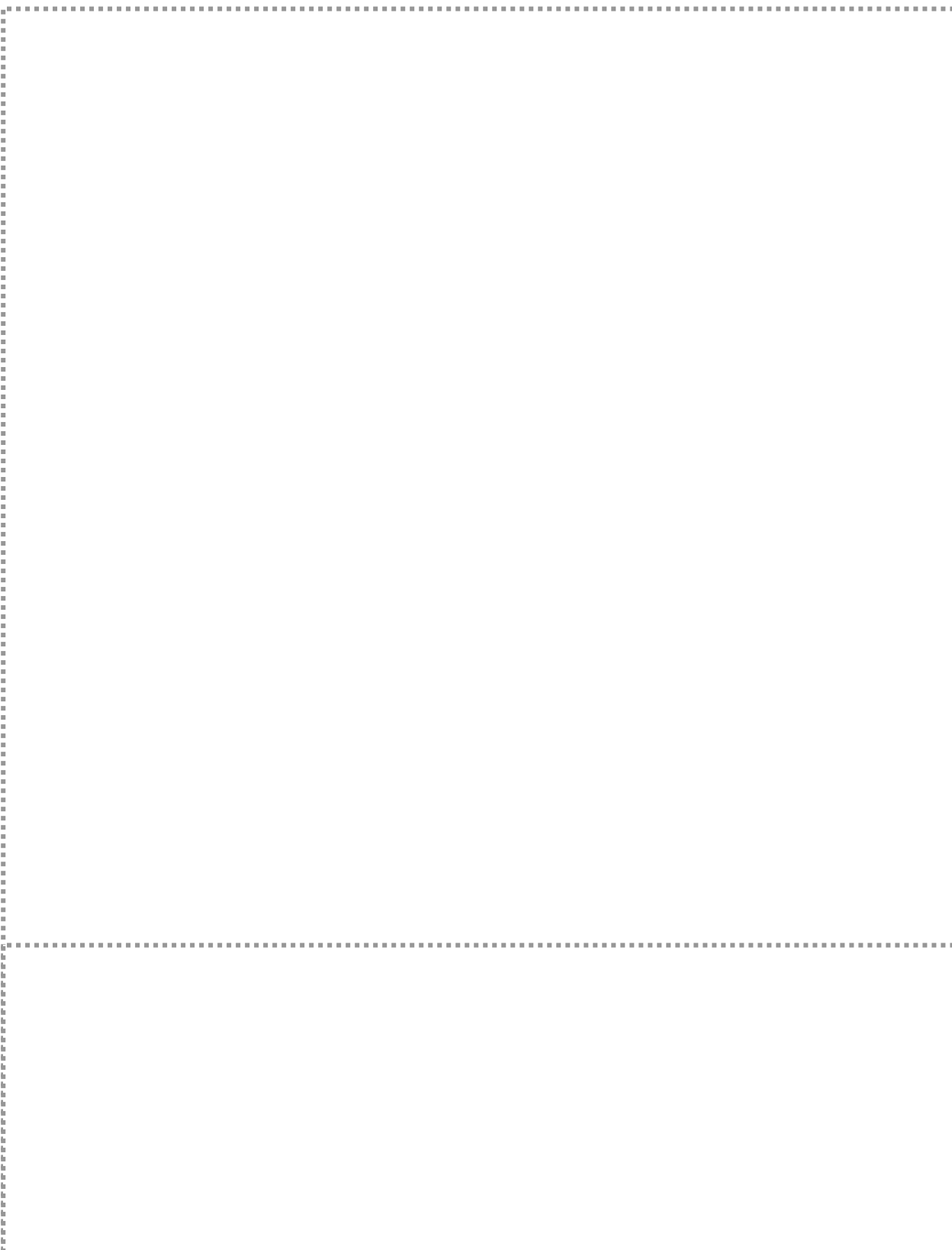
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



بخش چهارم

تخمین شبکه شاخص فنی‌شدگی و ترسیم نقشه‌های ژئوشیمیائی (پند-8 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 100,000:1 زمین‌شناسی در کشور ما معمولاً مساحتی بالغ بر 2500 کیلومتر مربع را دربر می‌گیرند. اگر چگالی یک نمونه را برای 3 کیلومتر مربع در نظر

بگیریم برای هر برگه حدود 800 نمونه باید برداشت شود. در چنین شرایطی چنانچه نقشه زمین‌شناسی را به 2500 سلول با مساحت یک کیلومتر مربع تقسیم نماییم کل 800 نمونه برداشت شده در 800 سلول توزیع خواهد شد و از 1700 سلول باقی مانده نمونه‌ای برداشت نمی‌شود. بدین ترتیب هیچ تخمین مستقیمی برای 70 درصد از مساحت نقشه صورت نمی‌گیرد.

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

4-1- روش کار

در ورقه 100,000: 1 دیواندره در مرحله طراحی تعداد 758 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.

به‌این صورت که ابتدا سنگ بالادست هر نمونه شناسائی شده و سپس نمونه‌های ژئوشیمیائی براساس جوامع سنگی به‌گروه‌هایی تقسیم شد. در مرحله بعدی مقدار شاخص غنی‌شدگی برای هر گروه از جوامع سنگی محاسبه و داده‌های حاصل از شاخص غنی‌شدگی به‌روش سه پارامتری نرمال شد. ضمن انجام این مرحله نمونه‌های خارج از ردیف طبق روش دورفل شناسائی و جایگزین شد. سپس بر روی داده‌های نرمال شده آنالیز فاکتوری یا تجزیه عاملی صورت گرفت و نتیجه آن تبدیل متغیرهای نرمال به‌چهار 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 به‌کمک نقشه‌های توپوگرافی انجام شد.

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

این پارامترها عبارتند از :

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

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

3- نحوه جستجوی نقاط.

4- 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 به‌هر سلول شبکه افزایش خواهد

یافت.

5- وزن نقاط کنترلی در تخمین نقطه مورد تخمین.

6- 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 آنومالیاها براساس حاصل ضرب P.N.
- ❖ جداسازی آنومالیاها براساس فواصل ماه‌لانو بیس.
- ❖ جداسازی آنومالیاها 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 به نام 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 16 تا 84 درصد فراوانی جمع‌ی توزیع استفاده شود. برطبق تجزیه و تحلیل آماری در یک توزیع نرمال 68/26 درصد از داده‌ها بین $X \pm s$ ، 95/44 درصد بین $X \pm 2s$ و بالاخره 99/74 درصد از داده‌ها بین $X \pm 3s$ قرار می‌گیرد. این بدان معنی است که در یک سری داده‌های ژئوشیمیائی به‌طور تئوری 683 نمونه از هر 1000 نمونه در فاصله $X \pm s$ قرار می‌گیرند.

از طرفی چون در برداشتهای اکتشافی، هدف یافتن آنومالیاها است لذا عبارت فوق را می‌توان به این صورت که 159 نمونه از هر 1000 نمونه دارای مقادیر بیش از $X + s$ می‌باشند بیان نمود. به همین ترتیب 23 نمونه از هر 1000 نمونه دارای مقادیر بیش از $X + 2s$ و یک نمونه از هر 1000 نمونه دارای مقادیر 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 $X + 2s$ به‌عنوان آنومالی مورد توجه قرار می‌گیرند، به‌طوری 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 (1-4) مقادیر $X+s$ ، $X+2s$ ، $X+3s$ و برای تمامی متغیرها در ورقه 100,000:1 دیواندره محاسبه شده‌اند.

جدول (1-4): پارامترهای آماری محاسبه شده برای داده‌های نرمال شاخص غنی‌شدگی جهت جداسازی آنومالیها 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.

2-4- شرح موقعیت محدوده آنومالیهای مقدماتی

اکتشافات ژئوشیمیائی در مقیاس 100,000:1 و تحت عنوان اکتشافات ناحیه‌ای در نهایت منجر به هدفدارترین بخش يك گزارش اکتشافی می‌شود که به نام نقشه ناهنجاری مهمترین و کارآمدترین قسمت يك 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 صحرایی مشاهدات اکتشافگران در همسویی با پدیده‌های زمین‌شناسی، زمین‌ساختی، کانه زائی، 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 29 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 غنی‌شدگی نرمال شده می‌باشد، (جدول 4-1).

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 50 درصد داده‌ها (نیمی از آن) کمتر از حد زمینه (X) می‌باشد. 36% داده‌ها بین X تا $X+S$ واقع می‌شود (86-50)، 11/5 درصد داده‌ها بین $X+S$ تا $X+2S$ دیده می‌شود و 1/5 درصد بین $X+2S$ تا $X+3S$ دیده می‌شود و یک درصد داده‌ها بالای $X+3S$ وجود دارد.

4-2-1- آنومالیهای عنصر آرسنیک (As)، نقشه شماره-2

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 5 منطقه گسترش یافته است :

1- بخش شمال برگه قره طوره.

2- بخش شمال غرب برگه خاندان قلی.

3- بخش جنوب شرق برگه خاندان قلی.

4- بخش جنوب برگه باقل آباد.

5- بخش مرکزی برگه توپوگرافی دیواندره.

در بخش شمال برگه قره طوره دو آنومالی دیده می شود که یکی از نوع درجه 1 و 2 و دیگری از نوع درجه 2 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 برگه خاندان قلی آنومالی گسترده ای از نوع درجه 1 و 2 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 برگه 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 برگه باقل آباد آنومالی با منشاء نمونه 375 دیده می شود. عیار آرسنیک در این نمونه 472 گرم در تن می باشد.

در بخش مرکزی برگه 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.



2-2-4- آنومالیهای عنصر طلا (Au)، نقشه شماره-3

آنومالیهای این عنصر بهطور پراکنده در تمام ورقه دیواندره دیده می‌شود. ماکزیمیم عیار طلا به مقدار 453 ppb در نمونه 240 دیده می‌شود. نمونه‌های دارای ناهنجاری به صورت زیر می‌باشند:

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

- 1- بخش مرکزی و جنوب شرق برگه خاندان قلی با منشاء نمونه‌های 240 و 267 سنگ بالادست در محدوده این آنومالیها عبارتند از مارن ماسه‌ای و لاوهای آندزیتی.
- 2- بخش جنوب برگه باقل‌آباد: در این محدوده آنومالیهای پراکنده‌ای با منشاء نمونه‌های 383، 386، 396 و 416 دیده می‌شود. سنگ بالادست در محدوده این آنومالیها اغلب شامل آندزیت و ولکانیکهای پورفیری می‌باشد.
- 3- بخش جنوبی برگه دیواندره با منشاء نمونه‌های 585 و 635 و سنگ بالادست شیبست با میان لایه‌های آهکی.
- 4- بخش شمالی برگه دیواندره آنومالیهایی با منشاء 673، 731 و 697 و سنگ بالادست مارن ماسه سنگی و توده‌های مغناطیسی کم عمق ژئوفیزیکی.

4-2-3- آنومالیهای عنصر باریم (Ba)، نقشه شماره-4

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 :

- 1- آنومالیهای جنوب شرق برگه خاندان قلی : با منشاء نمونه‌های 284، 271، 310، و 282 و سنگ بالادست مارن با میان لایه‌های آهکی و سنگ ولکانیکی آندزیتی.
- 2- بخش جنوب برگه خاندان قلی : شامل آنومالی درجه یک با منشاء 294 و 296 . سنگ بالادست در محدوده این آنومالی شامل مارنهای ماسه‌ای قرمز پلیوسن می‌باشد.
- 3- بخش مرکزی برگه باقل‌آباد : در این محدوده آنومالی درجه 1 و 2 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.
- 4- بخش مرکزی برگه قره‌طوره : در این محدوده آنومالی درجه یک با وسعت محدودی دیده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی آهک اوربیتولین‌دار توده‌ای می‌باشد. منشاء این آنومالی نمونه 53 می‌باشد.

4-2-4- آنومالیهای عنصر بریلیم (Be)، نقشه شماره-5

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 آنومالیها در سه بخش مشاهده می شوند. واحدهای لیتولوژیکی در محدوده این آنومالی شامل مارن، مارن ماسه ای و سنگهای آندزیتی می باشد.

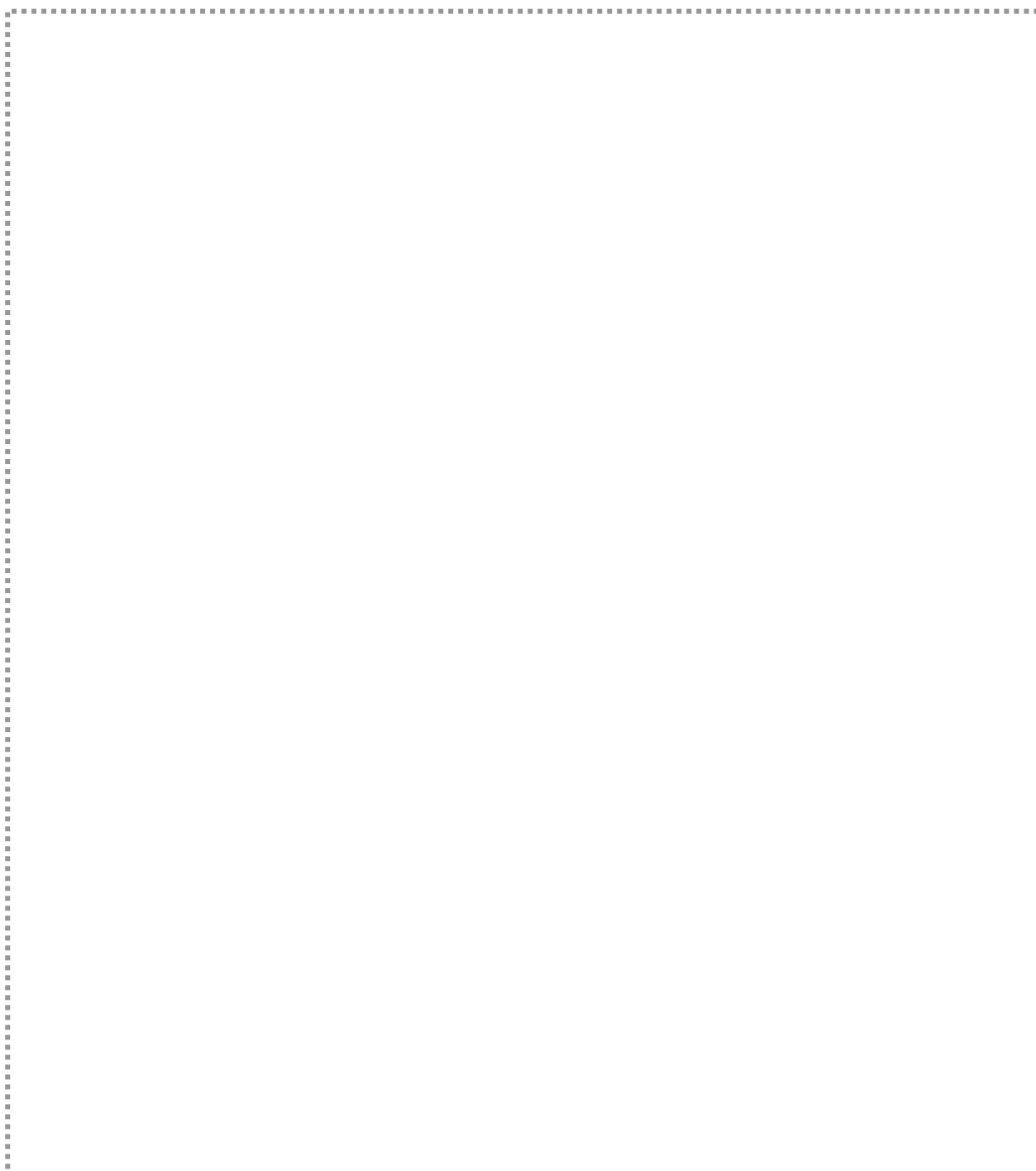


4-2-5- آنومالیهای عنصر بیسموت (Bi)، نقشه شماره-6

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 برگه توپوگرافی دیواندره مشاهده می‌شود. واحدهای سنگی در محدوده این آنومالیها شامل آهک تراورتن و شیست با میان‌لایه‌های آهک می‌باشد. علاوه بر این آنومالی در بخش شمال غرب برگه قره‌طوره و بخش جنوبی برگه خاندان‌قلی آنومالیهای دیگری از این عنصر دیده می‌شود.

اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



4-2-6- آنومالیهای عنصر کادمیم (Cd)، نقشه شماره-7

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 برگه قره طوره، بخش جنوب برگه خاندان قلی، بخش جنوب غربی برگه باقل آباد و بخش جنوب و شرق برگه دیواندره دیده می شود.

- در شمال خاوری برگه قره طوره آنومالی های این عنصر به طور پراکنده و از نوع درجه 1 و 2 دیده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارن، کنگلومرا و آهک اوربیتولین دار می باشد. نمونه های منشأ این آنومالی شامل نمونه های 41، 43، 42 و 46 می باشد.
- در بخش جنوبی برگه خاندان قلی آنومالی درجه 1 و 2 با منشأ نمونه های 290 و 291 دیده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی آندزیت و سنگهای ولکانیکی می باشد.
- در بخش جنوب غربی برگه باقل آباد آنومالی درجه یک با منشأ 406 دیده می شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی سنگهای ولکانیکی پورفیری و آندزیت می باشد.
- در بخش جنوب و شرق برگه دیواندره آنومالیهای درجه 1 و 2 با منشأ 541، 593، 592، 591 و 575 دیده می شود.

4-2-7- آنومالی عنصر کبالت (Co)، نقشه شماره-8

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 آنومالیها 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

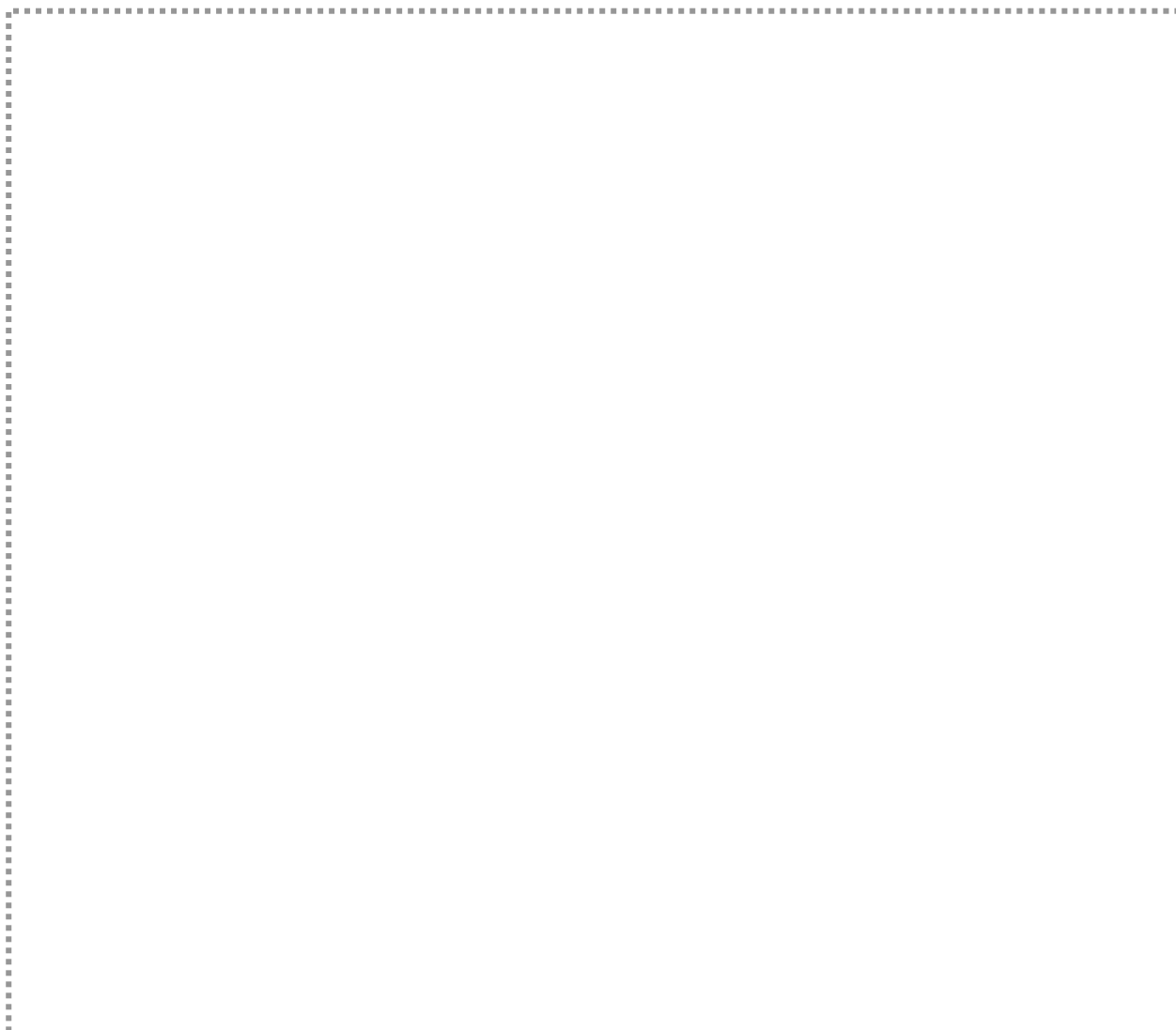
4-2-8- آنومالی عنصر کروم (Cr)، نقشه شماره-9

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.

اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

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



9-2-4- آنومالیهای عنصر مس (Cu)، نقشه شماره-10

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 150 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



10-2-4- آنومالیهای عنصر آهن (Fe)، نقشه شماره-11

ناهنجاریهای عنصر Fe تقریباً شبیه آنومالیهای عناصر Co،Cr و Cu می‌باشد. آنومالیهای این عنصر به‌طور پراکنده در برگه باقل‌آباد دیده می‌شوند. آنومالیهای این عنصر نیز مرتبط با واحدهای ولکانیکی پورفیری و آندزیت‌های کرتاسه می‌باشد. 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

11-2-4- آنومالیهای عنصر لانتانیم (La)، نقشه شماره-12
آنومالیهای این عنصر در دو بخش از منطقه بهطور گسترده دیده می‌شود:

1- بخش جنوب و جنوب خاوري برگه خاندان قلی : در این منطقه منشاء آنومالیهای این عنصر به شرح زیر می باشد :

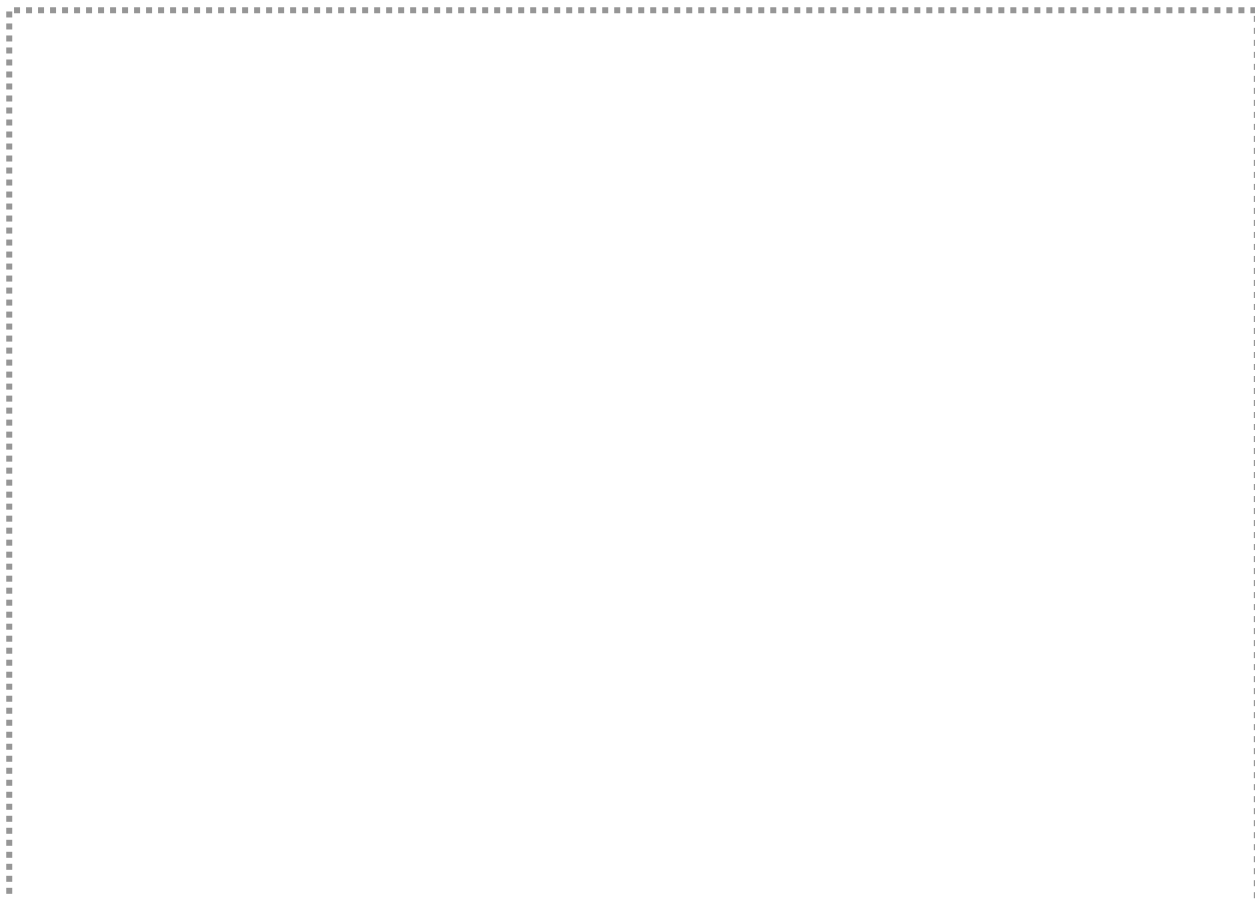
شماره نمونه	268	280	294	296	305	310
عیار (ppm)	92	71	291	162	72	87

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

2- بخش غرب برگه 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.



12-2-4- آنومالیهای عنصر منگنز (Mn)، نقشه شماره-13

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.

نمونه های ناهنجاری این عنصر به شرح زیر می باشند :

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

13-2-4- آنومالیهای عنصر مولیبدن (Mo)، نقشه شماره-14

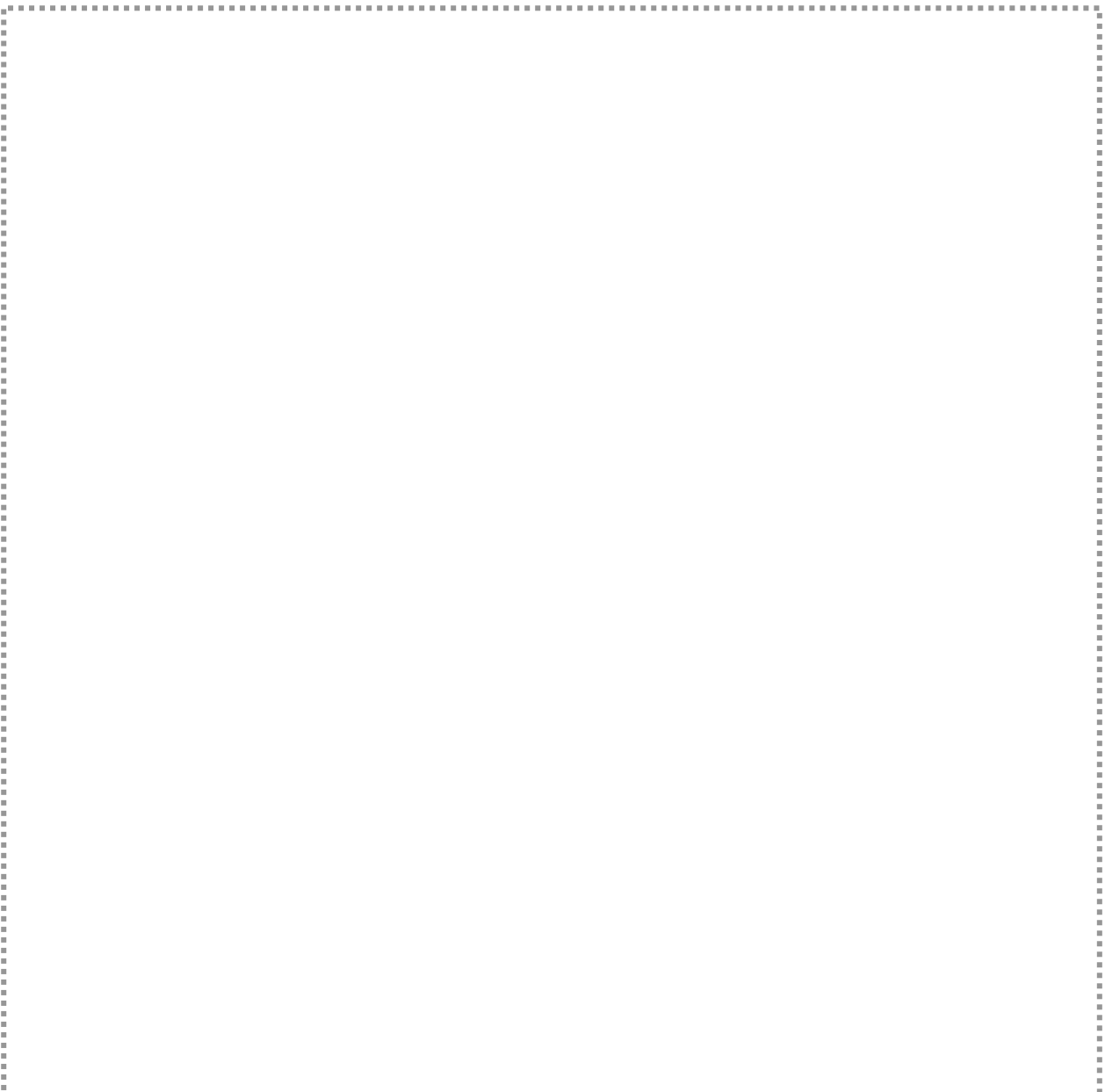
آنومالیهای این عنصر به طور کاملاً پراکنده در ورقه دیواندره مشاهده می شود. نمونه های شاهد ناهنجاری مربوط به این عنصر به شرح زیر می باشد:

شماره نمونه	54	67	122	267	291	373	444	537	538	556	560	586	620	621
عیار (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:

- 1- بخش مرکزی برگه قره طوره با واحدهای لیتولوژیکی کنگلومرا، شیل خاکستری تیره و آهک مارنی روشن می باشد.
- 2- بخش جنوب شرقی برگه خاندان قلی با واحدهای آندزیتی و ولکانیکی، آهک مارنی روشن.

- 3- بخش جنوبی برگه باقل آباد با واحدهای شیل خاکستری تیره.
- 4- بخش جنوب شرقی برگه دیواندره با واحدهای تراورتن و شیلهای خاکستری تیره.



14-2-4- آنومالیهای عنصر نیکل (Ni)، نقشه شماره-15

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 آنومالیها 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

4-2-15- آنومالیهای عنصر فسفر (P)، نقشه شماره-16

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

1- آنومالیهای بخش جنوب و جنوب خاوری برگه خاندان قلی : در این محدوده آنومالیهای درجه 1 و 2 با وسعت قابل ملاحظه دیده می‌شود. نمونه‌های شاهد ناهنجاری این آنومالیها شامل نمونه‌های 310 (3170 گرم در تن)، 300 (2210 گرم در تن)، 305 (1920 گرم در تن) و 255 (3570 گرم در تن) می‌باشد.

2- آنومالیهای بخش جنوبی برگه باقل‌آباد : در این منطقه همچنین آنومالی درجه 1 و 2 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

3- بخش جنوب خاوری برگه دیواندره : آنومالی نسبتاً محدودی از نوع درجه 1 در این منطقه دیده می‌شود. واحدهای لیتولوژیکی در محدوده این آنومالی تراورتن و مارن‌های ماسه‌ای می‌باشد. منشأ این آنومالی نمونه 585 با عیار 3580 گرم در تن می‌باشد.

4-2-16- آنومالیهای عنصر سرب (Pb)، نقشه شماره-17

آنومالیهای این عنصر در دو منطقه دیده می‌شود.

1- بخش جنوب و جنوب شرق برکه خاندان‌قلی : در این بخش آنومالیهای گسترده‌ای از نوع درجه 1 و 2 دیده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارنهای ماسه‌ای، آندزیت و سنگهای ولکانیکی می‌باشد. نمونه‌های ناهنجاری در این محدوده به شرح زیر می‌باشد :

اکتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

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

2- بخش جنوب برگه توپوگرافی دیواندره : در این محدوده آنومالیهای درجه 1 و 2 دیده می‌شوند. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیل‌های خاکستری تیره، دولومیت، آهک و شیست می‌باشد. نمونه‌های ناهنجاری در این منطقه به شرح زیر می‌باشد :

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

4-2-17- آنومالیهای عنصر روبیدیم (Rb)، نقشه شماره-18

آنومالیهای این عنصر در سه بخش گسترش دارد.

1- بخش جنوب خاوری برگه خاندان قلی : در این محدوده آنومالیهای درجه 1 و 2 با گسترش زیادی دیده می‌شوند. واحدهای لیتولوژی شامل سنگهای ولکانیکی و آندزیتی می‌باشد.

2- بخش جنوب غربی برگه باقل آباد : در این محدوده آنومالیهای درجه 1 و 2 در دو منطقه دیده می‌شوند. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیل‌های خاکستری تیره و سنگهای آندزیتی کرتاسه می‌باشد.

3- منطقه غرب برگه قره‌طوره : در این محدوده آنومالی پراکنده درجه 1 و 2 از این عنصر دیده می‌شوند. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیل‌های خاکستری تیره و کنگلومرا می‌باشد.

18-2-4- آنومالیهای عنصر گوگرد (s)، نقشه شماره-19

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 :

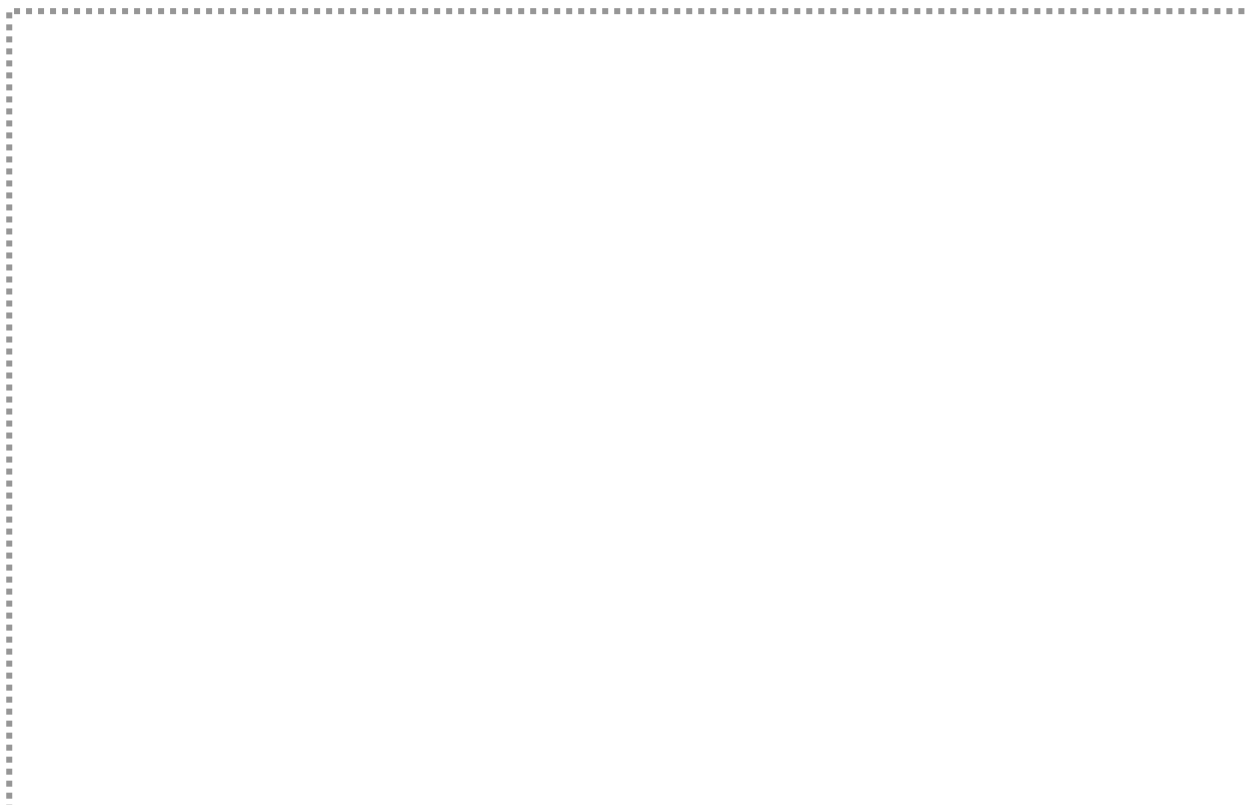
شماره نمونه	53	73	130	974
عیار (ppm)	2430	2520	1880	1440

اکتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

19-2-4- آنومالیهای عنصر آنتیموان (Sb)، نقشه شماره-20

آنومالیهای مهم این عنصر بهطور گسترده در بخش غرب و جنوب غرب برگه 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



20-2-4- آنومالیهای عنصر اسکاندیم (Sc)، نقشه شماره-21

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:

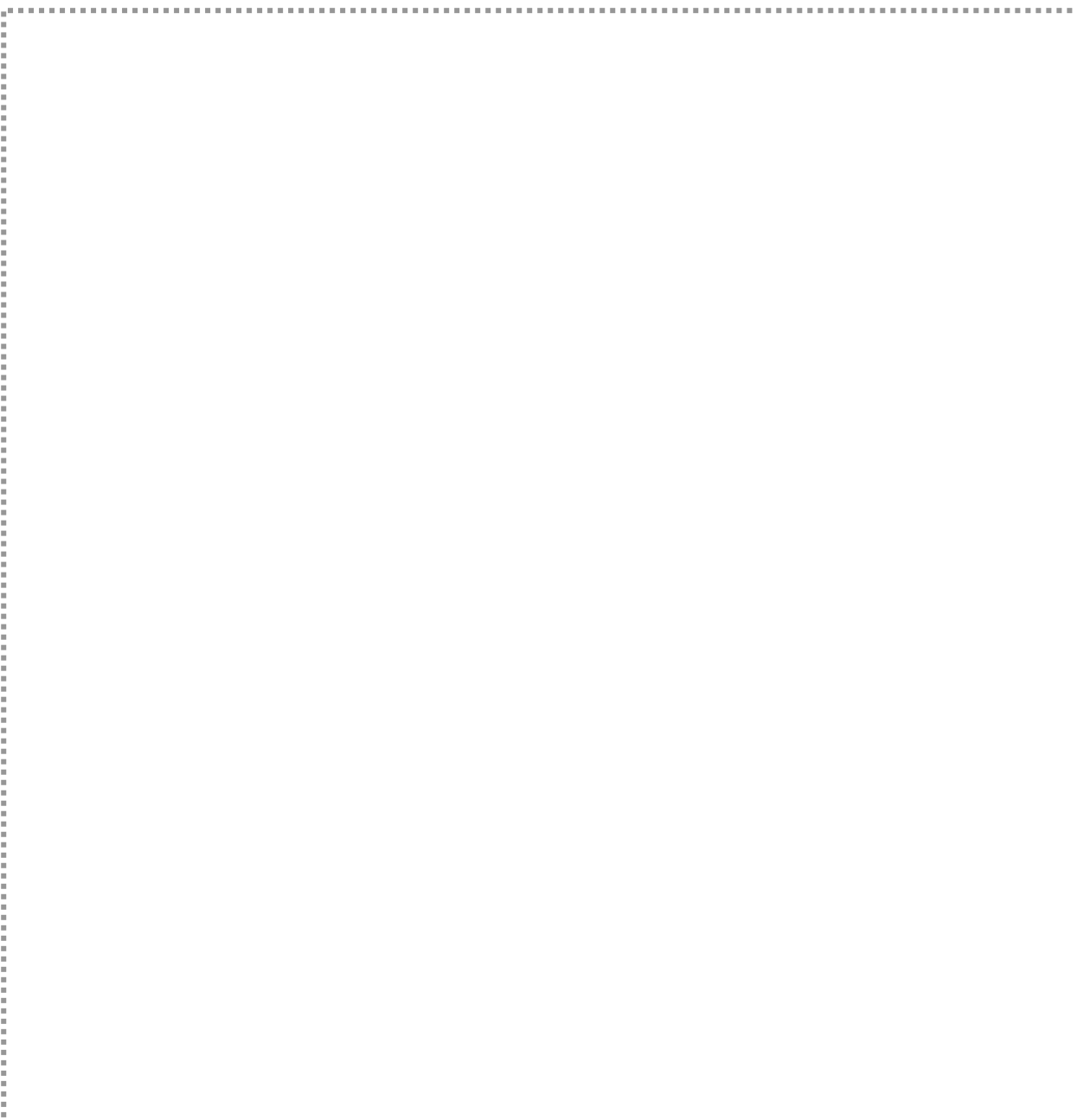
شماره نمونه	218	339	387	389	402	469
عیار (ppm)	36	31	33	31	53	40

4-2-21- آنومالیهای عنصر قلع (Sn)، نقشه شماره-22

آنومالیهای این عنصر بهطور پراکنده در تمام ورقه دیواندره گسترش دارد. مهمترین نمونه‌های شاهد ناهنجاری در این محدوده بهشرح 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

اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



22-2-4- آنومالیهای عنصر استرانسیم (Sr)، نقشه شماره-23

آنومالیهای این عنصر به طور گسترده در بخش شمال خاوری برگه 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.



23-2-4- آنومالیهای عنصر تیتانیم (Ti)، نقشه شماره-24

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 منشأ آنومالیهای این عنصر است. مهمترین نمونه های شاهد ناهنجاری در محدوده این آنومالی شامل نمونه های زیر می باشد :

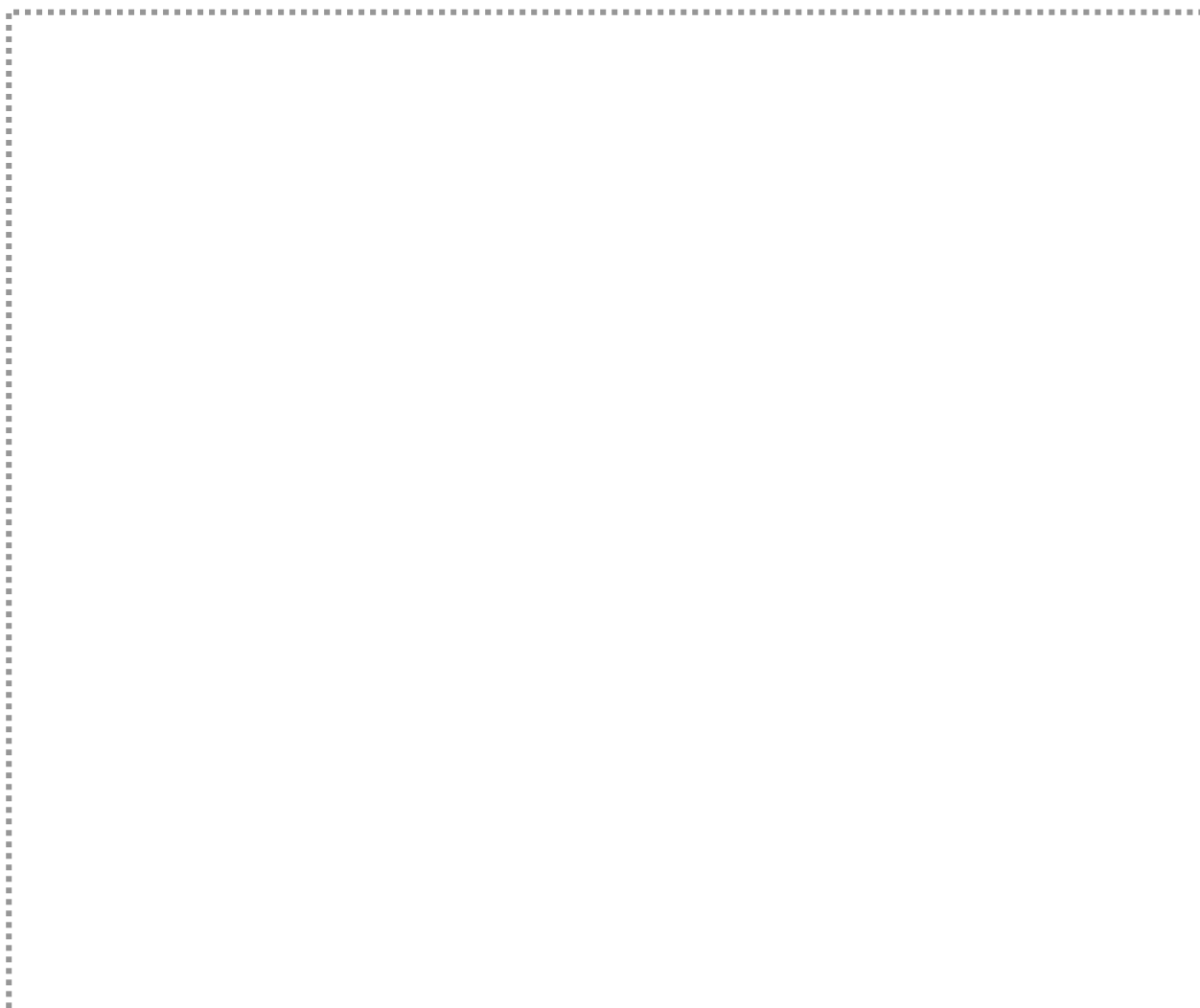
شماره نمونه	417	470	492
عیار (ppm)	7390	7540	7650

4-2-24- آنومالیهای عنصر اورانیم (U)، نقشه شماره-25

ناهنجاریهای این عنصر اغلب در بخش جنوب خاوری برکه خاندان کلی مشاهده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل سنگهای آندزیت و مارنهای ماسه‌ای است. مهمترین نمونه‌های شاهد ناهنجاری به شرح زیر می‌باشد:

اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

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



4-2-25- آنومالیهای عنصر وانادیم (V)، نقشه شماره-26

پراکنش عنصر وانادیم مشابه عناصر Fe، Co، Cr و Ni در بخش غربی و جنوب غربی برگه 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



4-2-26- آنومالیهای عنصر تنگستن (W)، نقشه شماره-27

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

1- منطقه شمال برگه قره‌طوره.

2- منطقه جنوب و جنوب خاوری برگه خاندان‌قلی.

3- بخش مرکزی و جنوب برگه باقل‌آباد.

4- بخش غربی برگه دیواندره.

در شمال برگه قره‌طوره آنومالی پراکنده تنگستن از نوع درجه 1 و 2 دیده می‌شود. واحدهای سنگی در محدوده این آنومالیها اغلب شامل مارن با میان لایه‌های آهک، کنگلومرا و آهک اوربیتولین‌دار و شیل خاکستری تیره می‌باشد. در جنوب و جنوب خاوری برگه خاندان‌قلی واحدهای لیتولوژی شامل سنگهای آندزیت، مارن و شیل خاکستری تیره می‌باشد. در بخش مرکزی و جنوب برگه باقل‌آباد واحدهای لیتولوژی اغلب شامل تراسها و آبرفت‌های قدیمی می‌باشد. در منطقه غربی برگه دیواندره واحدهای لیتولوژی شامل تراسهای عهد حاضر و شیلهای خاکستری تیره می‌باشد. نمونه‌های دارای ناهنجاری به شرح زیر می‌باشند:

اکتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

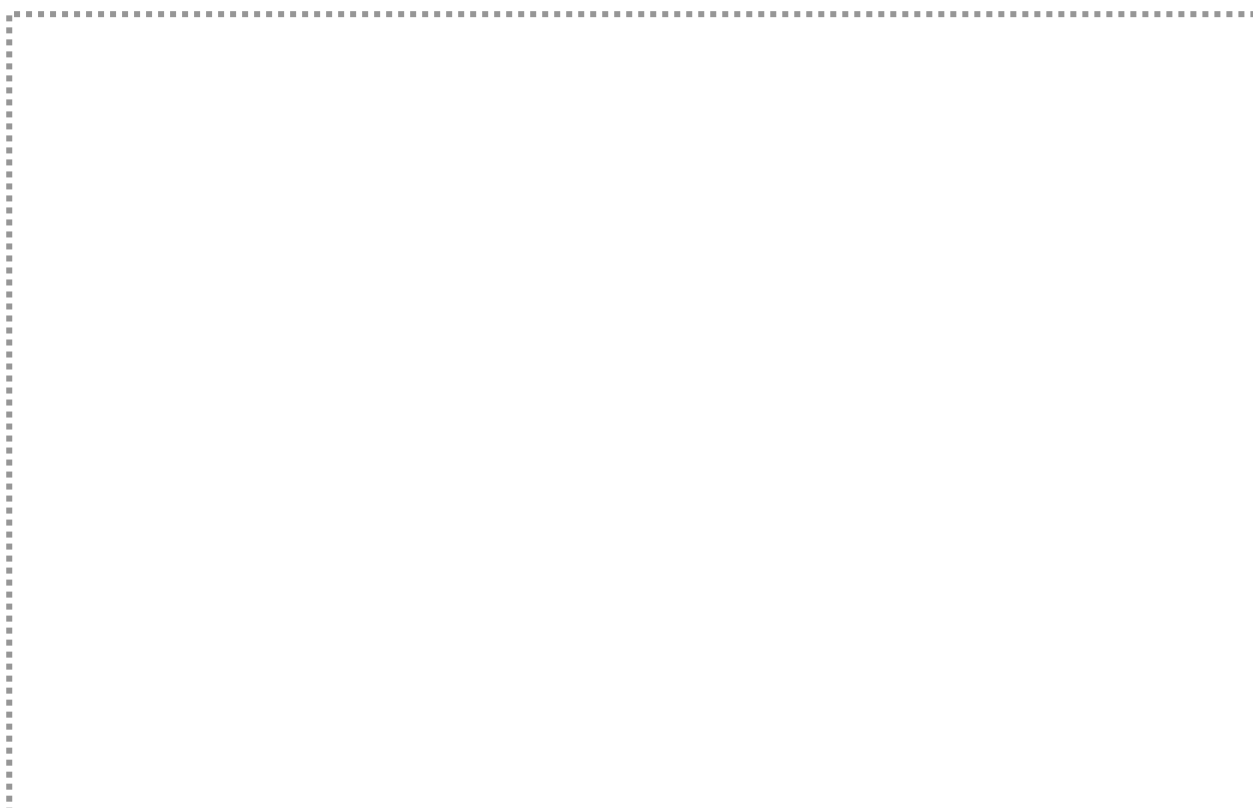
شماره نمونه	46	60	99	268	273	310	312	356	400	444	488	664
عیار (ppm)	4.4	4.2	7.8	3.7	4	4.1	4.9	4.1	3.7	4.4	3.9	4

4-2-27- آنومالیهای عنصر روی (Zn)، نقشه شماره-28

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

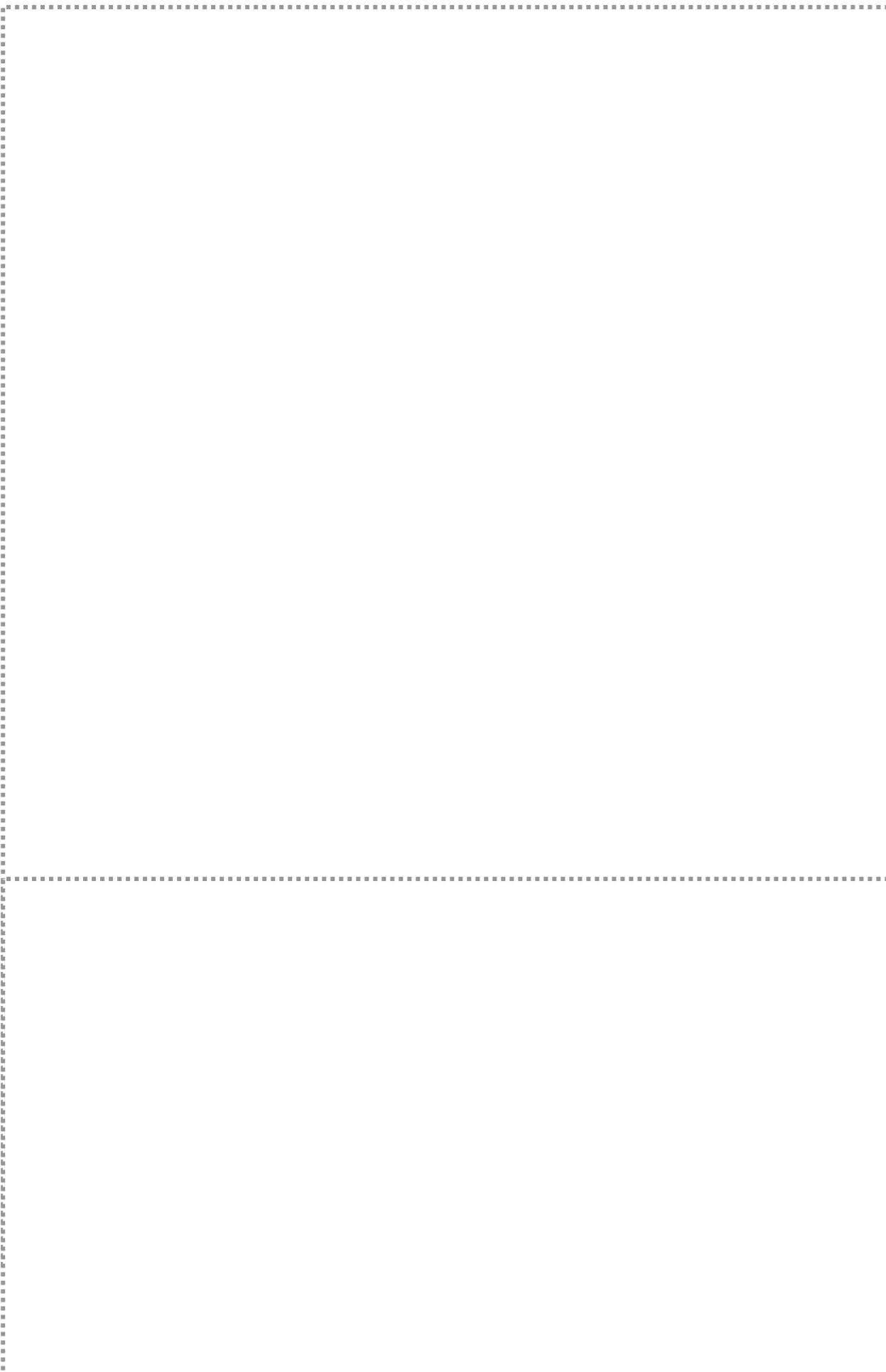
- پراکنش عنصر روی طوری است که مقادیر این عنصر در بخش غربی ورقه یکصد هزارم دیواندره بالاتر می‌باشد. آنومالی‌های آن شامل:
- 1- بخش مرکزی و غربی برگه قره‌طوره با سنگ بالادست مارن، شیل‌های خاکستری تیره و آهک اوربیتولین‌دار.
 - 2- بخش جنوب غربی برگه باقل‌آباد که شامل آنومالی‌های پراکنده متعدد می‌باشد. منشاء این آنومالی‌ها احتمالاً سنگ‌های ولکانیکی پرفیری و آندزیت‌های کرتاسه می‌باشد.
 - 3- بخش جنوب شرقی برگه دیواندره که واحدهای سنگی در محدوده آن اغلب تراورتن و شیست می‌باشد.



4-2-28- آنومالیهای عنصر زیرکیم (Zr)، نقشه شماره-29

- پراکنش این عنصر طوری است که مقادیر بالایی آن در برگه باقل آباد دیده می شود. آنومالیهای این عنصر به دو دسته تقسیم می شوند:
- 1- بخش جنوب شرقی برگه خاندان قلی : واحدهای سنگی در محدوده آنومالی شامل مارن ماسه ای و آندزیت می باشد. منشاء این آنومالی نمونه 310 می باشد.
 - 2- بخش مرکزی برگه باقل آباد : در این محدوده گستره وسیعی از آنومالیهای درجه 1 و 2 دیده می شود. احتمالاً منشاء این آنومالیها واحدهای ولکانیکی پورفیری و آندزیت های کرتاسه می باشد.

اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



4-2-29- آنومالیهای حاصل فاکتور آنالیز

همانگونه که در بخش قبل در مورد فاکتور آنالیز اشاره شد، متغیرهای ژئوشیمیائی به صورت 5 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-35 :

فاکتور اول : در برگیرنده تعداد زیادی از عناصر از جمله Fe، Ti، Be، Ba، Mn، Cr ،

Rb، Nb، W، Sn، Cu، Co، Zr، V، P، Sc، La می‌باشد. آنومالیهای حاصل

از این فاکتور در بخش جنوب شرقی برگه خاندان قلی و جنوب غرب

برگه باقل آباد دیده می‌شود، (نقشه شماره-35).

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-36).

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

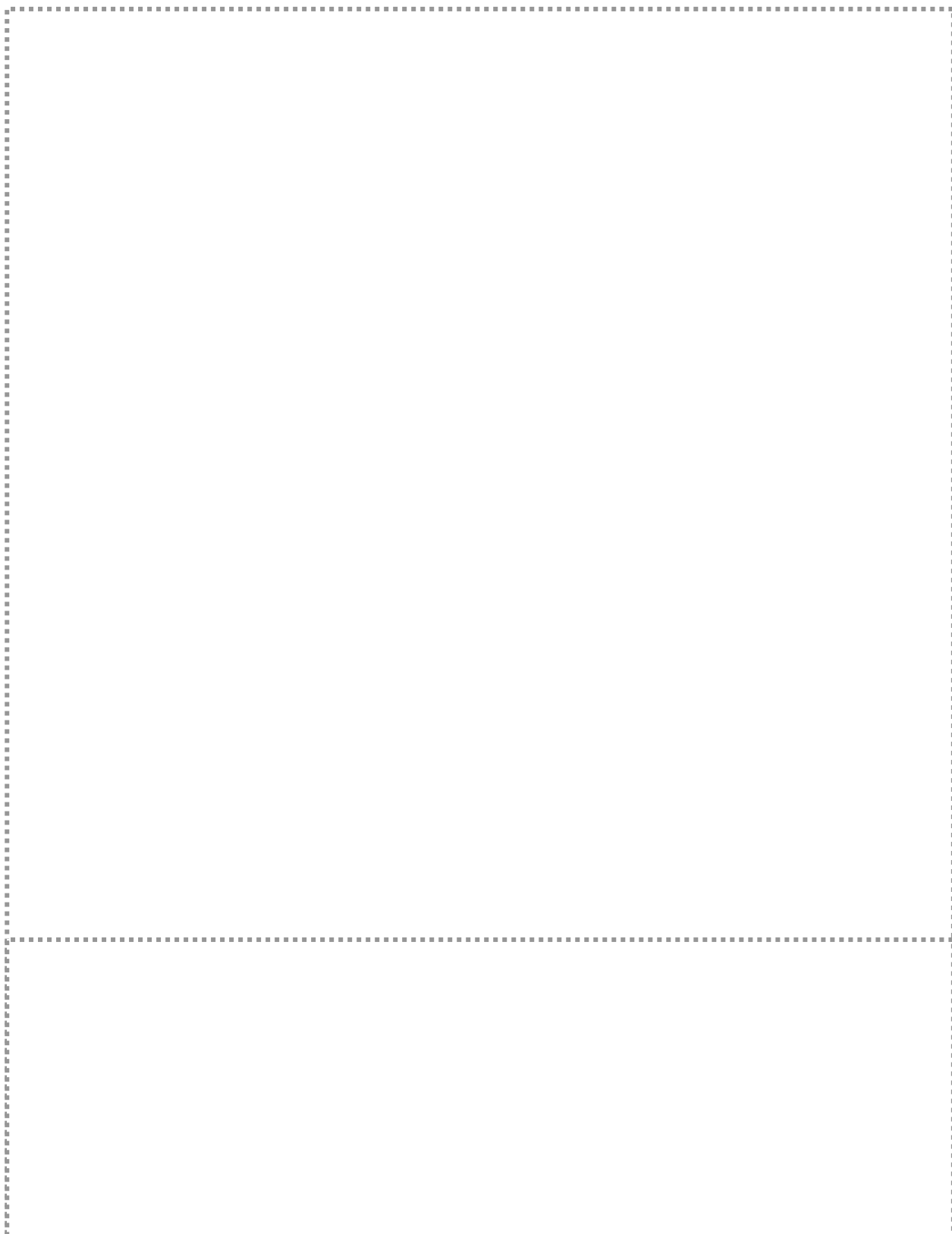
این فاکتور را می‌توان در حوالی رودخانه قزل‌اوزن و شرق ورقه

یکصد هزارم دیواندره ملاحظه نمود، (نقشه شماره-37).

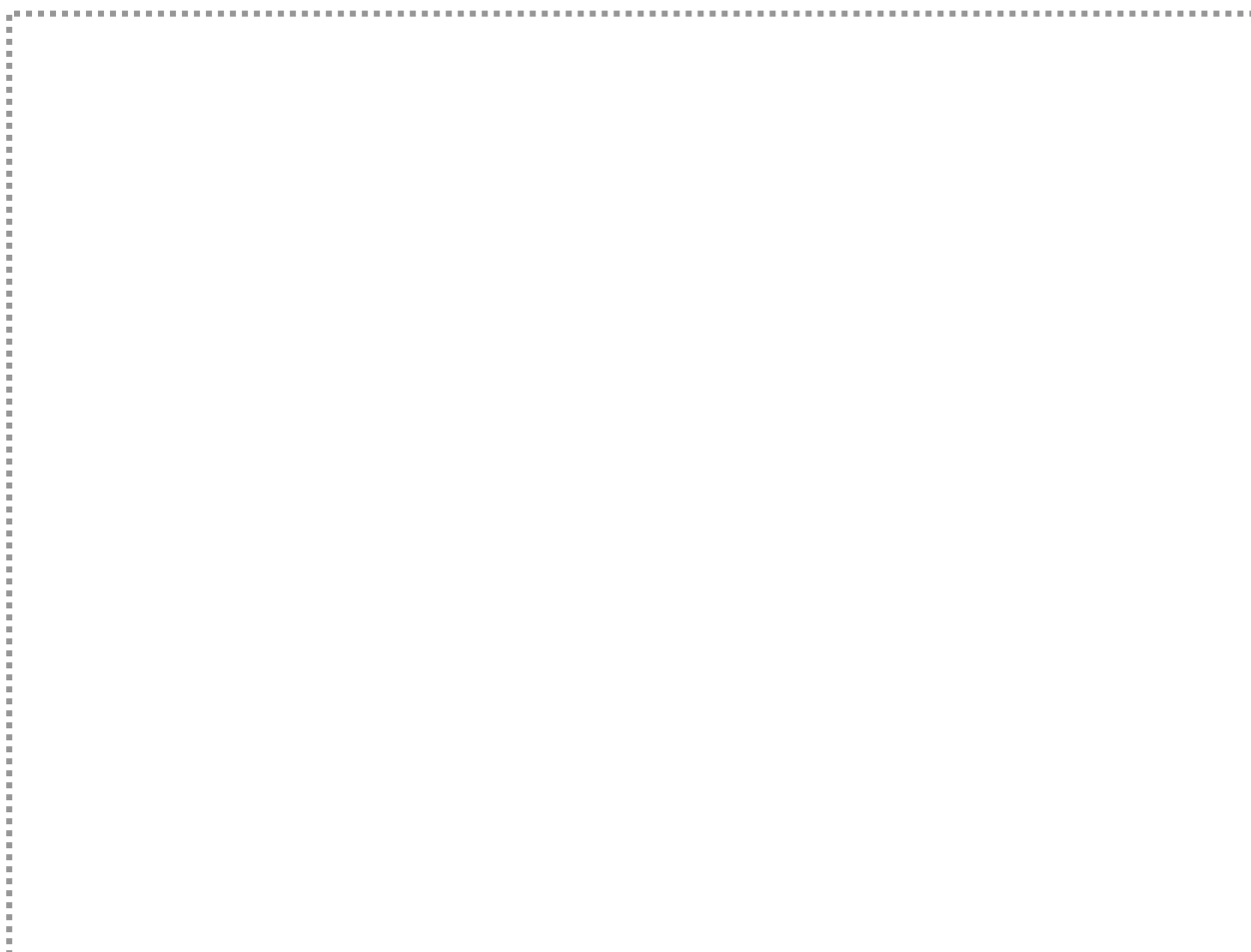
فاکتور چهارم : در برگیرنده عنصر طلا می‌باشد و پراکندگی آنومالیهای آن تشابه زیادی

با نقشه پراکندگی عنصر طلا دارد، (نقشه شماره-38).

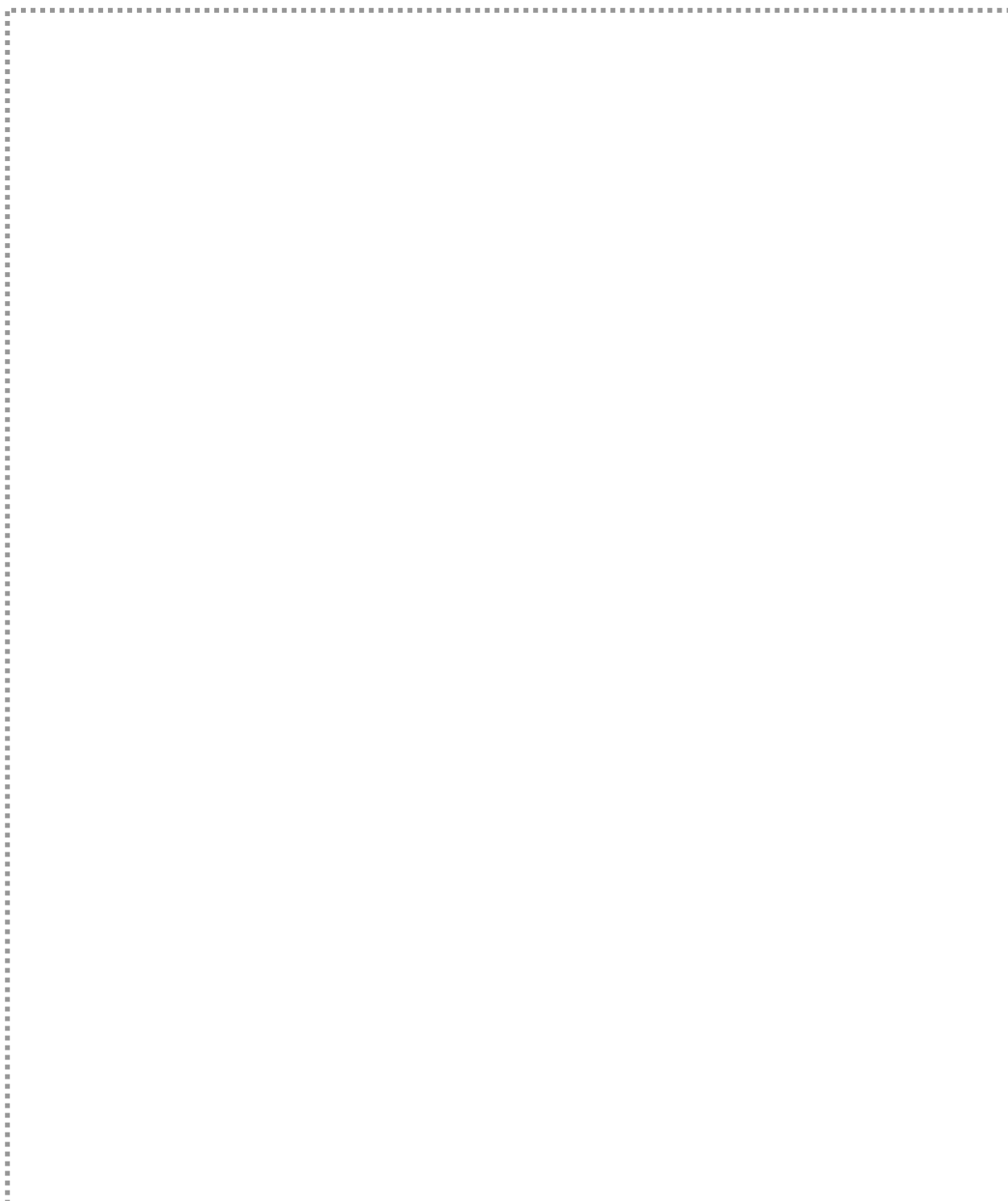
فاکتور پنجم : شامل عناصر Cd و Sb می باشد. آنومالیهای حاصل از این فاکتور را می توان در شمال برگه خاندان قلی و قره طوره و جنوب برگه باقل آباد مشاهده کرد، (نقشه شماره-39).



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



4-2-30- 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 به‌کار گرفته شود، هاله‌های ژئوشیمیایی در اطراف توده‌های کانساری بهتر مشخص می‌گردند. هرچند که در اکتشافات ناحیه‌ای به‌روش آبراهه‌ای 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 $Sb-As$ ، $Cr-Ni$ ، $Cu-Co$ ، $Bi-Pb$ ، $Nb-W$ ، $Ba-Be$ یک از مجموعه‌های عنصری فوق که دارای همبستگی خوبی هستند با هم ترکیب کرده و نقشه پرداختش ترسیم نموده‌ایم:

نقشه شماره-40 : شامل مجموع عناصر Fe، Ti، V،Sc می باشد. ترکیب این عناصر منجر به ایجاد آنومالی گسترده‌ای در جنوب غرب ورقه دیواندره شده است.

نقشه شماره-41 : شامل مجموع عناصر Ni،Cr می باشد. آنومالیهای این مجموعه در غرب ورقه دیواندره دیده می شود.

نقشه شماره-42 : شامل مجموع عناصر As،Sb می باشد. آنومالیهای این مجموعه مشابه فاکتور شماره-2 می باشد.

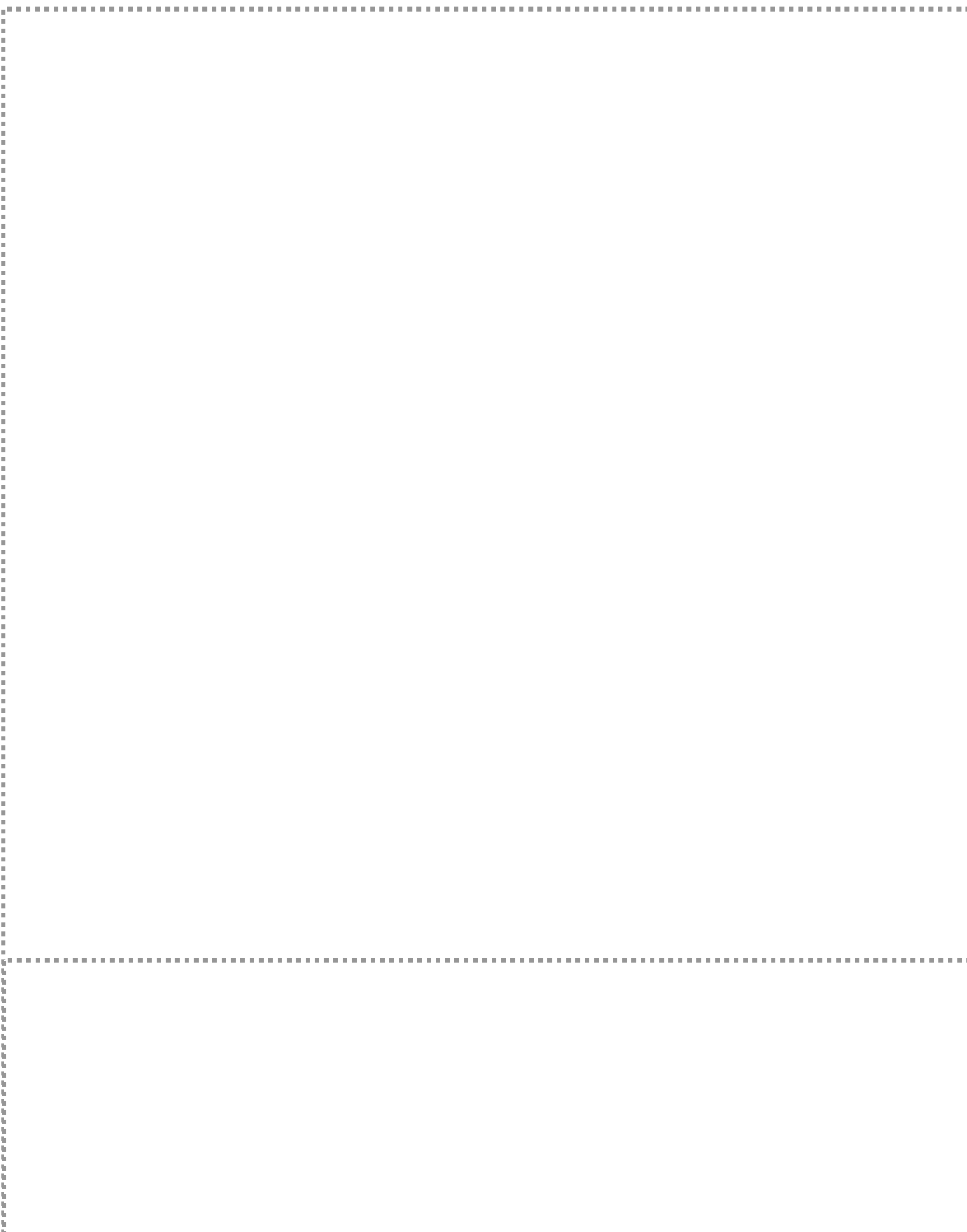
نقشه شماره-43 : شامل مجموع عناصر Ba،Be بوده و آنومالیهای آن در میان سنگهای ولکانیکی و پیروکلاستیک واقع در جنوب شرق ورقه یکصد هزارم دیواندره دیده می شود.

نقشه شماره-44 : شامل مجموع عناصر Nb،W می باشد. آنومالی عمده این مجموعه در جنوب شرق ورقه دیواندره، غرب برکه توپوگرافی دیواندره و حوالی رودخانه قزل اوزن دیده می شود.

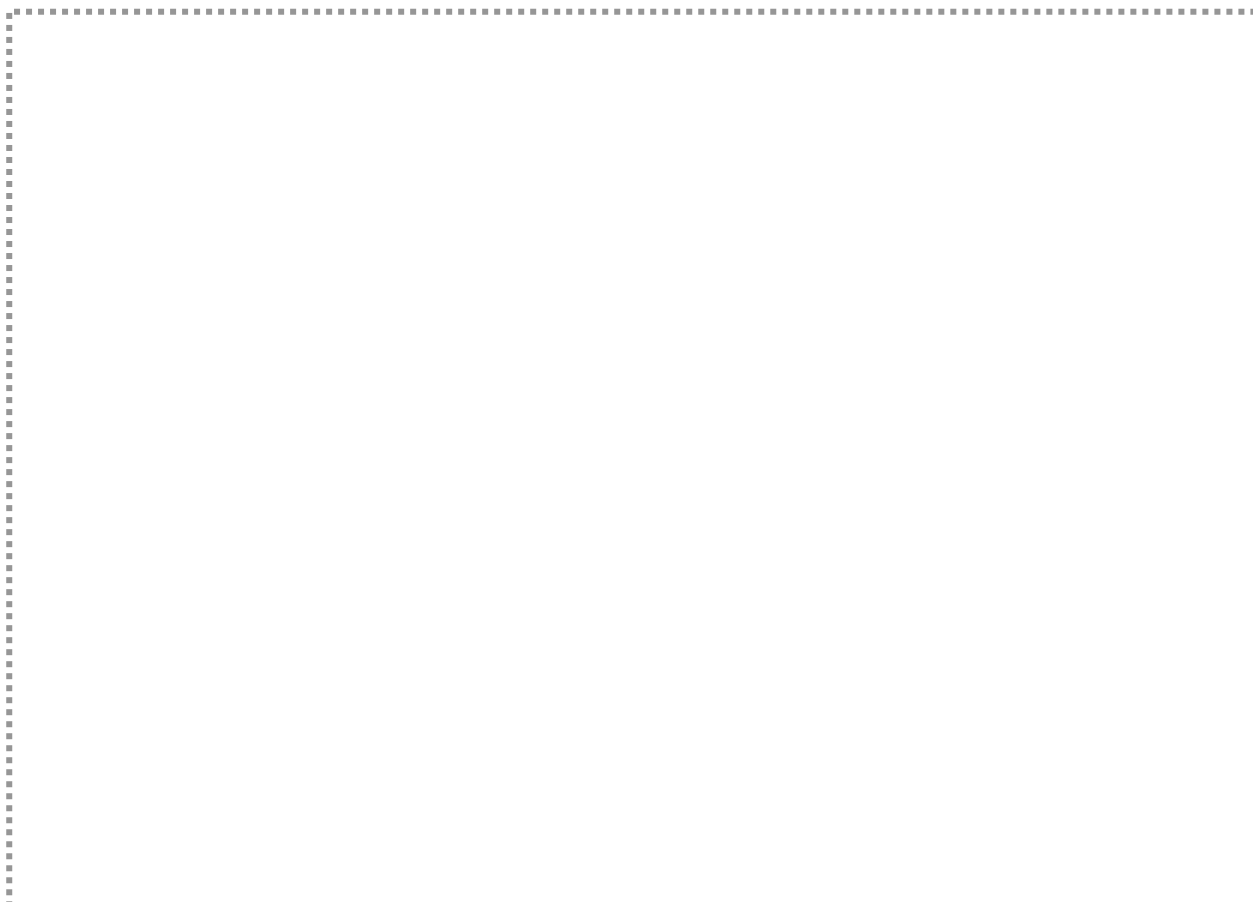
نقشه شماره-45 : شامل مجموع عناصر Bi،Pb بوده و آنومالیهای عمده آن در جنوب برکه خاندان قلی و جنوب برکه دیواندره دیده می شود.

نقشه شماره-46 : شامل مجموع عناصر Co،Cu می باشد. آنومالیهای این مجموعه مشابه نقشه‌های تک متغیره این عناصر در بخش شمالی و جنوبی برکه باقل آباد دیده می شود.

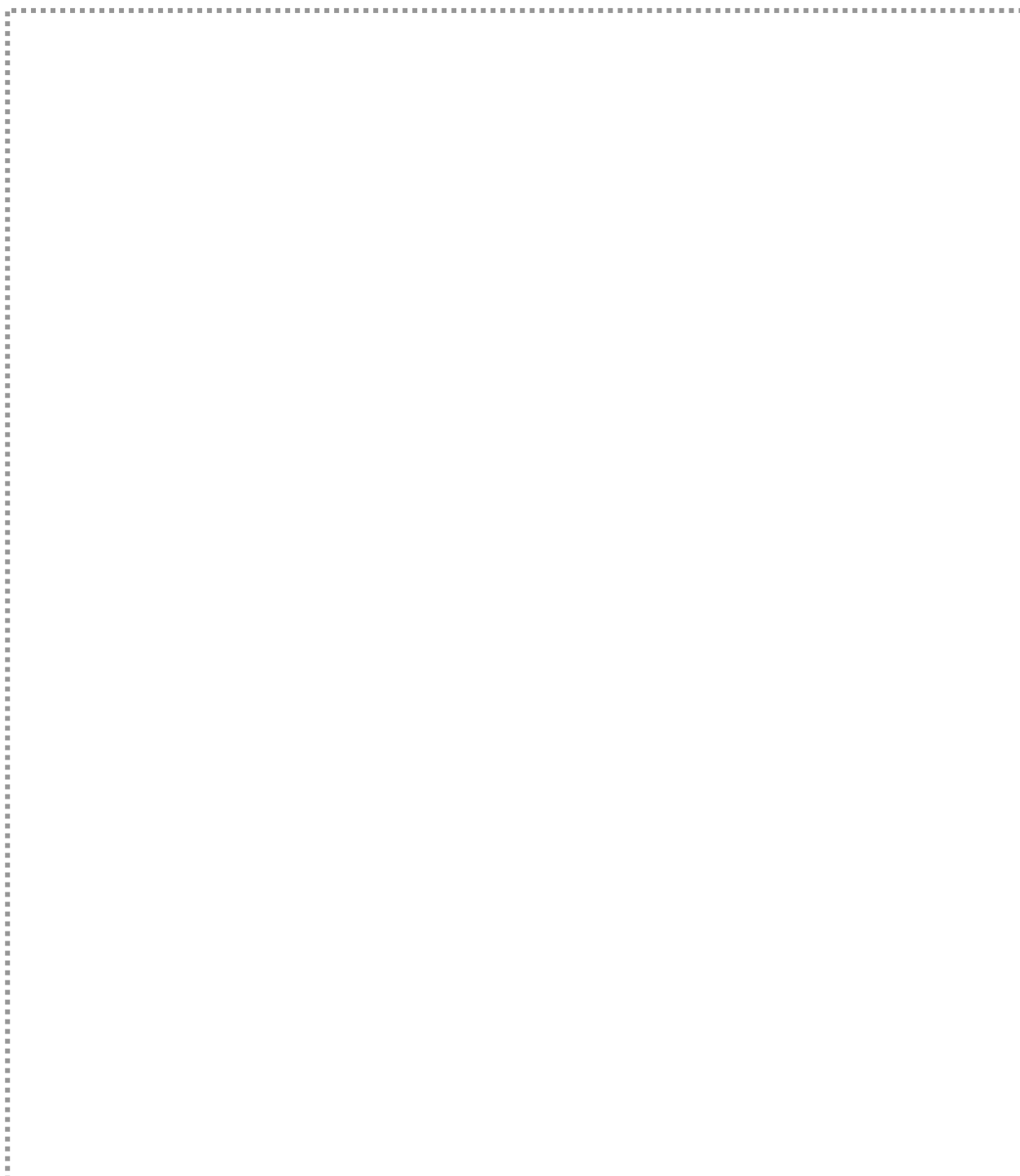
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



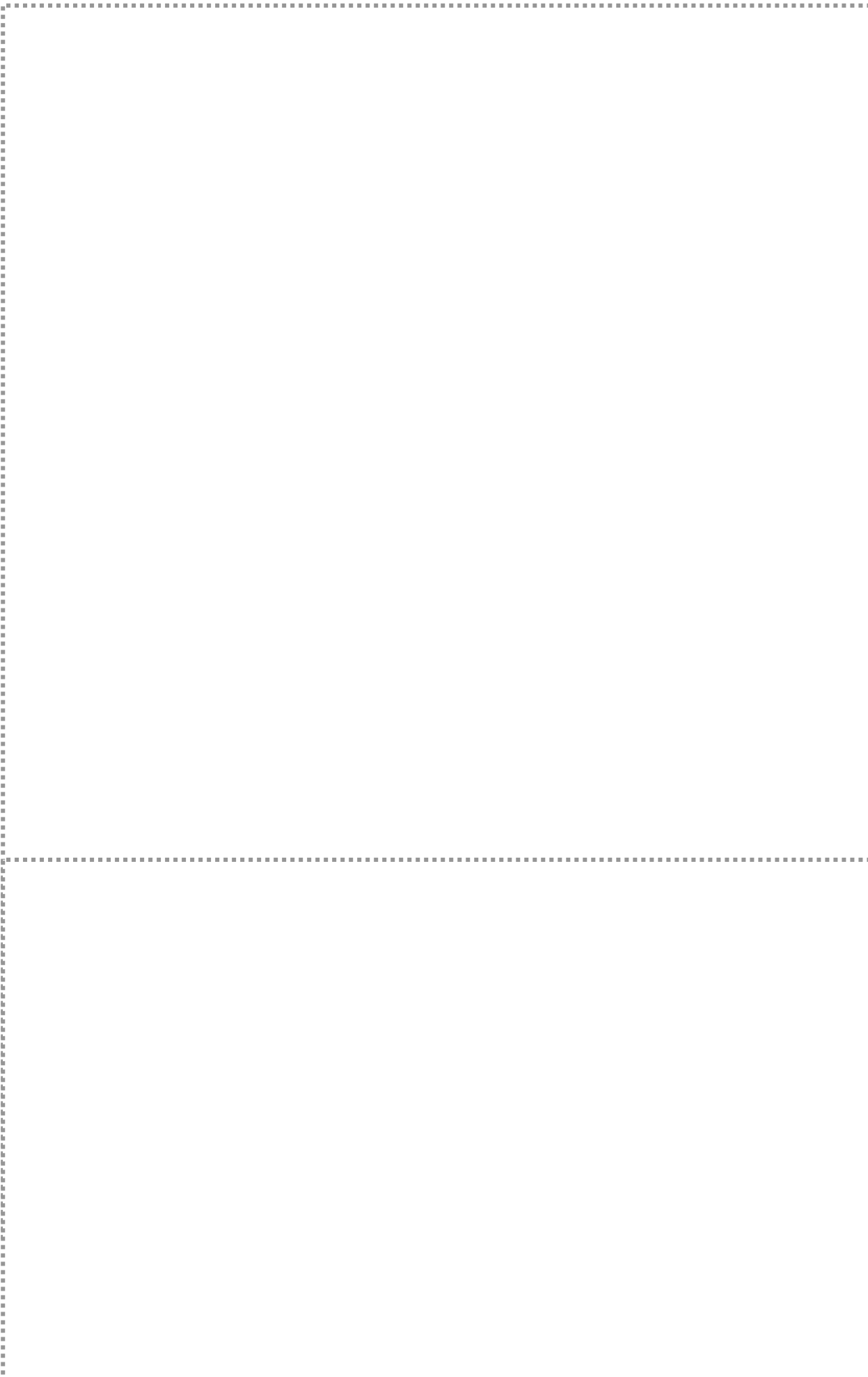
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



بخش پنجم

مطالعات دانسیته گسل و امتداد آنها

(بند-10 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 کانی‌سنگین 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 1: 100,000 اندازه‌گیری و مطالعه دقیق سازوکار تکتونیکی گسلها امکان‌پذیر نیست لذا توصیه شده است تا از طریق مطالعه دانسیته گسل‌ها به‌محدوده 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 1: 100,000 دیواندره استفاده شده است.

منطقه مورد مطالعه با توجه به این که در مرز بین دو زون زاگرس بلند و سنندج-سیرجان 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.

5-1- روش مطالعه دانسیته طول گسل

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

- 1- انتخاب مبدا مختصات در گوشه جنوب غربی برکه زمین‌شناسی
- 2- رسم شبکه مربعی به مساحت یک کیلومتر مربع بر روی نقشه زمین‌شناسی. به این ترتیب نقشه زمین‌شناسی به 2500 سلول با مساحت یک کیلومتر مربع تقسیم شد.
- 3- اندازه‌گیری طول گسل‌های موجود در هر واحد شبکه و سپس محاسبه حاصل جمع آنها بزاء 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.
- 4- اندازه‌گیری آزیموت گسل‌های مختلف موجود در هر واحد شبکه و سپس رسم رزیدیاگرام آنها و تحلیل نتایج حاصل از آن.
- 5- ترسیم نقشه دانسیته گسل بر روی نقشه توزیع گسل و آبراه‌های به‌منظور مشخص شدن موقعیت دقیق مناطق دارای دانسیته گسلی بالا.
- 6- مقایسه نقشه آنومالی ژئوشیمیایی با نقشه دانسیته گسل جهت شناسایی آنومالی‌های مرتبط با کانسارهای اپی‌ژنتیک

نقشه شماره-47 به‌عنوان دانسیته طول گسل و شکل (5-1) رزیدیاگرام 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 رنگ‌آمیزی آن بر اساس پارامترهای آماری مربوط به عامل تراکم (Z) می‌باشد. به‌طوری که :

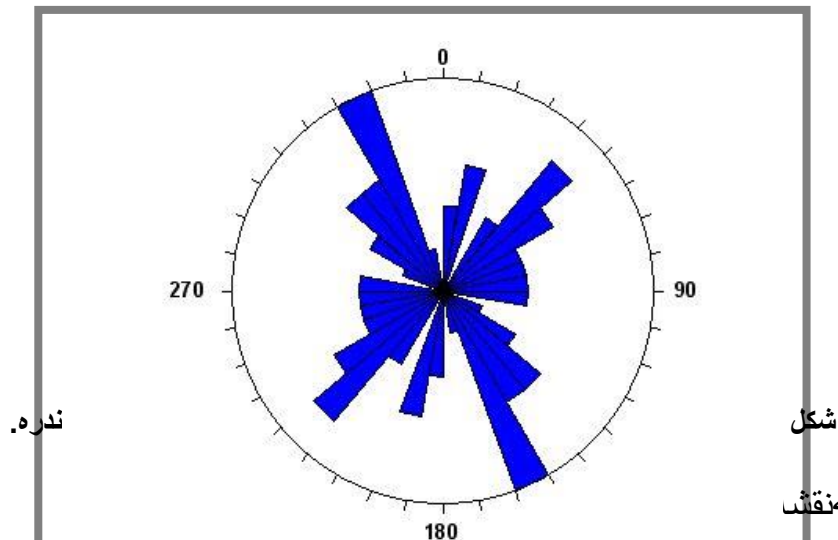
$$\checkmark \text{ آبی } Z < X + S$$

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

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

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

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



1- منطقه مورد مطالعه دارای تراکم حسی پایین بوده به صورتی که اغلب مناطق موجود در برکه دیواندره فاقد گسل می باشد. دلیل این امر می تواند اولاً استفاده از نقشه 1:250000 زمین شناسی و ثانیاً پوشیده شدن بخش گسترده ای از منطقه توسط آبرفت های عهد حاضر باشد.

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

الف) شمال تا شمال خاوری منطقه.

ب) غرب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه.

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

بخش ششم

فاز کنترل آنومالیهای ژئوشیمیائی

در اکتشافات ژئوشیمیائی با مقیاس ناحیه‌ای، که به‌منظور 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 به‌وجود 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 کانیزائی

از طرفی به دلیل اینکه در روش ژئوشیمیائی، هر عنصر مستقیماً مورد آنالیز قرار می‌گیرد توجهی به فاز 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:

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

6-1- برداشت نمونه‌های مینرالیزه و آتیره

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 به عمل 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 50 نمونه مینرالیزه و دگرسانی برداشت شد. سپس این نمونه‌ها به‌روش ICP مورد آنالیز شیمیائی قرار گرفتند. نتایج آنالیز شیمیائی این نمونه‌ها در جدول (6-1) آورده شده است.

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی این نمونه‌ها و مقایسه با جدول ژینزبرگ (جدول 6-2) 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 بالای بوده و در محدوده کانی‌سازی کانساری واقع می‌شود.

2-6- آنالیز ویژگی نمونه‌های مینرالیزه

این آنالیز جهت رتبه‌بندی اهمیت اکتشافی نمونه‌ها و عناصر (متغیرهای ژئوشیمیایی) صورت می‌پذیرد. برای این منظور از طریق جدول ژینزبرگ اعداد 0، 1 و 2 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 2، 1 و 0 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 (6-1) و نتایج حاصل از آنالیز ویژگی متغیرهای نمونه‌های مینرالیزه در جدول (6-3) آورده شده است. مطابق این جدول‌ها می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عناصر مس، آرسنیک، منگنز، آهن و تیتانیم در برکه دیواندره دارای بیشترین اهمیت اکتشافی می‌باشد.

اکتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

جدول (6-1) : نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه در برگه دیواندره.

اکتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

SAMPLE UNITS	Cr	Mn	Sr	Ba	Be	Ti	Fe	Hg	Ag	As	B	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	2	5	0.1	0.2	0.2	10	100	0.05	0.01	1	0.5	0.1	0.2	0.2	0.1	2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
DQ-133-M1	<	36	2	5	<	110	600	<	0.01	44	<	<	0.8	17	0.2	8	15	<	12.1	0.5	<
DQ-111-M2	44	18920	142	670	<	2130	163400	<	0.02	884	<	<	4.6	2.5	0.6	70	5	<	76	0.6	0.3
DQ-111-M1	37	4930	3	149	<	220	317000	<	0.02	304	<	<	0.3	1.2	0.5	24	6	<	8.4	<	0.9
DQ-060-M2	19	660	6	127	<	430	211500	<	0.05	693	<	<	45	20	0.3	19	10	0.2	10.3	<	<
DQ-060-M1	36	490	44	242	<	4290	20900	<	0.01	53	<	<	0.9	1450	0.1	18	9	0.4	8.4	0.4	<
DQ-046-M4	44	1300	164	273	0.4	4000	23400	<	0.01	61	<	<	2.4	18	0.1	34	17	<	90	0.5	0.4
DQ-046-M3	3	2350	120	149	<	1100	14050	<	0.06	54	<	<	0.5	9.2	0.2	26	17	0.7	6.5	0.6	<
DQ-046-M2	<	320	128	12	0.3	1370	15250	<	0.05	44	<	<	0.3	4.5	0.1	13	14	0.2	3	<	0.2
DQ-046-M1	<	45	19	1845	0.2	4150	9000	<	0.07	57	<	1.5	0.5	11000	0.2	19	212	0.3	2.5	<	0.6
DK-802-M	115	1860	580	59	<	6770	55650	<	0.03	42	<	<	33	44	0.2	73	6	<	87	<	<
DK-310-M	212	530	841	1576	<	11000	27900	<	0.02	330	<	<	8.9	14.2	0.1	37	27	<	18.7	<	<
DK-293-M1	51	2570	1084	1963	<	5650	15600	<	0.05	56	<	<	0.7	1.6	0.3	46	159	0.2	557	<	<
DK-291-M1	331	1160	807	1065	<	12400	43400	<	0.01	85	<	<	28.5	42.5	0.1	77	22	0.3	55	<	0.8
DK-284-M1	24	440	1167	1361	<	4000	10500	<	0.01	39	<	<	0.4	1.2	0.1	28	30	0.5	24.5	0.2	0.3
DK-282-M1	27	310	677	791	<	4230	5650	<	0.09	103	<	<	0.9	1.1	0.1	33	23	<	5.8	0.3	0.4
DK-273-M	242	350	1470	3072	<	8780	18800	<	0.05	78	<	<	1.5	7	0.5	92	45	<	48.6	<	<
DK-271-M	102	120	1056	1659	<	6000	16650	<	0.01	369	<	<	3.2	13.2	0.1	29	37	0.4	35.3	<	1.2
DK-270-M	195	580	1261	2754	<	9240	20400	<	0.03	48	<	<	7.5	16.5	0.1	76	44	0.5	43	<	0.4
DK-267-M	35	510	264	628	0.5	4240	4700	<	0.01	26	<	<	1.4	1.4	0.1	64	15	0.4	5.4	0.8	0.5
DK-223-M2	25	1530	42	364	0.2	4400	11650	<	0.01	33	<	<	11.6	1.2	0.1	39	16	0.2	32.3	0.4	<
DK-223-M1	6	100	175	195	<	3400	10850	<	0.01	22	<	<	0.4	1	0.4	23	9	0.3	8.9	0.6	<
DK-218-M2	<	580	62	121	<	980	600	<	0.02	748	<	<	4.8	3.2	0.8	21	7	0.3	8.4	0.5	0.6
DK-218-M1	<	9470	122	185	<	860	750	<	0.15	111	<	<	15.3	2.7	0.6	170	2	<	6.8	0.7	1.1
DD-697-M	296	700	3	198	<	390	298550	<	0.24	3643	<	<	13.3	310	0.5	44	6	<	787	0.8	0.5
DD-625-M	<	780	169	57	<	340	250	<	0.1	24	<	<	0.7	1.5	1.1	8	18	<	21.2	0.5	0.7
DD-575-M2	<	720	896	57	<	560	400	<	0.09	38	<	<	0.8	1.1	0.3	13	2	<	7.7	0.4	0.8
DD-575-M1	28	1100	252	316	<	6050	31500	<	0.34	43	<	<	11.6	225	0.2	38	11	<	22.3	0.9	0.3
DD-556-M1	22	70	13	1617	<	1340	33750	<	0.05	162	<	<	0.2	65	0.2	14	64	0.3	9.4	<	0.6
DB-545-M2	278	4650	291	322	0.2	6410	34700	<	0.06	7	<	<	31.6	16	0.4	122	4	0.5	47.5	<	<
DB-770-M2	<	2980	412	174	<	1430	450	<	0.05	69	<	<	0.5	2	0.5	17	6	0.3	12.5	<	1
DB-770-M1	9	1180	103	1226	<	10620	44200	<	0.02	106	<	<	20	245	0.3	32	9	1.2	63	<	0.7
DB-545-M1	449	1590	337	95	0.2	4940	51650	<	0.02	30	<	<	44	124	0.3	187	10	0.4	44.2	0.4	0.4
DB-539-M2	<	830	25	62	<	400	200	<	0.02	52	<	<	11.5	2.5	6.5	7	9	0.1	6.5	<	<
DB-539-M1	52	990	3	8	<	220	364000	<	0.09	156	<	<	4.6	1.4	35.5	29	57	0.9	245	0.2	<
DB-538-M2	19	1810	247	282	<	6790	52350	<	0.14	49	<	<	27.6	3.6	7.3	24	14	0.3	43.3	0.5	0.5
DB-538-M1	48	640	2	48	<	170	335250	<	0.11	217	<	<	40	5.1	8.2	15	113	<	189	0.2	0.5
DB-509-M2	<	4300	181	176	0.4	4880	30250	<	0.08	1777	<	<	3.5	9	0.4	21	9	0.3	18.6	<	0.8
DB-509-M1	7	7480	26	1294	<	1540	45150	<	0.05	68	<	<	8.8	1.1	0.8	42	7	1.3	54.2	<	<
DB-500-M	376	2020	382	91	<	4460	49950	<	0.02	32	<	<	52	101	0.8	194	16	0.1	35	0.2	0.5
DB-482-M1	<	1520	249	226	<	7400	35150	<	0.01	39	<	<	6.5	1.8	1.4	37	9	<	5	0.2	0.4
DB-464-M	4	1170	637	637	<	7460	42300	<	0.01	30	<	<	24	149	0.6	25	11	0.2	45.6	0.2	<
DB-415-M1	5	160	6	73	0.3	260	450	<	0.01	64	<	<	3.7	1.6	0.2	16	8	1.4	5.4	<	<
DB-391-M	<	460	58	125	<	1670	11250	<	0.06	50	<	<	7.9	46	0.1	18	6	0.6	6.5	<	<
DQ-115-M1	90	1130	49	114	<	2710	167800	<	0.05	28	<	<	64	115	0.2	42	55	0.5	73.6	0.2	0.5
DQ-133-M2	5	590	148	59	0.2	1860	7150	<	0.01	33	<	<	1.5	2.4	0.1	9	10	<	21.5	<	0.8
DB-417-M	<	1400	182	869	<	5680	20350	<	0.01	36	<	<	6.6	19.3	0.1	5	11	0.4	40.8	0.3	0.8
DB-417-M1	5	1990	78	598	<	7500	57300	<	0.08	25	<	<	17	68	0.3	4	12	0.4	71.3	0.4	<
DB-482-M2	<	1250	176	328	<	6940	32600	<	0.01	42	<	<	8.2	1.7	0.2	4	11	<	78	<	<
DB-522-M	<	730	428	598	0.2	7910	38200	<	0.01	19	<	<	24.5	110	0.5	19	8	<	112	<	<
DD-585-M	11	440	120	83	0.2	2780	11500	<	0.01	22	<	<	1.2	2.2	0.5	10	8	0.8	45.2	0.5	0.7

جدول (2-6) : حدود غلظت بعضی از عناصر برای هر یک از چهار نوع کانی سازی (عقیم، پراکنده، غنی شده، کانساری، (ژینزبرگ، 1960).

عنصر	کانی سازی عقیم	کانی سازی پراکنده	کانی سازی غنی شده	کانی سازی کانساری
Ag	--	1-6	> 7	-
As	--	300-600	700-1000	> 1000
Au	--	--	> 10	--
Ba	< 600	700-3000	-6000 4000	> 6000
Bi	--	60-100	110-600	> 600
Cd	--	100-300	400-600	> 600
Co	--	100-300	400-600	> 600
Cr	< 400	400-1000	-10000 1100	> 10000
Cu	< 60	70-600	700-3000	> 3000
Mn	< 300	400-1000	-10000 1100	> 10000
Mo	< 6	7-60	70-600	> 600
Ni	< 100	100-1000	-3000 1100	> 3000
Pb	< 60	70-600	700-3000	> 1%
Sb	--	100-300	400-1000	> 1000
Sn	--	60-600	700-1000	> 1000
Sr	< 600	700-3000	-6000 4000	> 6000
V	< 300	400-600	700-1000	> 1000
W	--	100	100-600	> 600
Zn	< 100	110-600	700-3000	> 3000

3-6- 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 سنگزائی.

در مورد هاله های ثانویه مرتبط با کانی سازی، کانیهای مستقل يك 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 سنگزائی پیدایش يك عنصر معمولاً به صورت ترکیب محلول جامد در ساختمان شبکه همراه با عناصر دیگر است.

بدیهی است تحرك يك ذره کانی سنگین داخل آبراهه نسبت به يك 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 100،000: 1 دیواندره در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیائی مقدماتی به برداشت 100 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.

6-3-1- عملیات مطالعه نمونه‌های کانی سنگین (موضوع بندهای 2-12، 2-9 و 3-9 شرح خدمات)

مطالعه نمونه‌های کانی سنگین شامل دو مرحله می‌باشد :
الف- آماده‌سازی نمونه کانی سنگین جهت مطالعه.
ب- مطالعه اجزاء مختلف آن.

آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین شامل گل‌شوئی و لاک‌شوئی است. قبل از انجام این مراحل، اندازه‌گیری حجم کل نمونه برای محاسبات بعدی الزامی است. در مرحله گل‌شوئی با شستشوی کامل نمونه، گل نمونه که عمدتاً شامل ذرات دانه‌ریز رسی است از آن جدا شده و نمونه آماده لاک‌شوئی می‌شود. در مرحله لاک‌شوئی، نمونه به‌درون ظرف مخصوص ریخته شده و پس از غوطه‌ور کردن نمونه در آب و حرکات دورانی مناسب آن، مواد سبک شستشو و از آن خارج شده و جزء سنگینتر باقی می‌ماند. این نمونه، که نسبت به نمونه اولیه حجم بسیار کمتری دارد، خشک شده و مورد حجم‌سنجی قرار می‌گیرد و اعداد حاصل در فرم مربوطه ثبت می‌شود. مرحله بعدی شامل کاهش وزن نمونه از طریق تقسیم‌کن شانه‌ای است. بخشی از این جزء از طریق بروموفرم به‌دو قسمت جزء سبک و جزء سنگین تقسیم می‌گردد. پس از بروموفرم‌گیری حجم هر یک از دو بخش سنجیده شده و سپس از طریق به‌کارگیری آهنربای دستی با بار معین جزء سنگین به‌سه بخش تقسیم و حجم هر یک تعیین می‌شود.

جزء فرومغناطیسی دارای خاصیت مغناطیسی شدید بوده و به‌طور عمده شامل منیتیت و گاهی ایلمنیت می‌باشد. 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 کانه‌ها در آن متمرکز می‌شوند. 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 می‌باشد. از این طریق نسبت درصد هر کانی در نمونه به‌طریق حجمی برآورد می‌گردد. برای محاسبه فراوانی نسبی کانیهای سنگین در نمونه اصلی (به‌صورت 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 بروموفرم‌گیری.

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 2/5 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-48).

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 پلاسز و 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 کانیهای 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

1- کانیهای سنگ‌ساز

2- کانیهای مرتبط با نهشته‌های مینرالیزه

3- کانیهای دگرسانی

6-3-2- 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 290H، 291H، 286H، 267H، 276H، 310H، 295H، 296H، 294H، 293H 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.

3-3-6- کانیهای مرتبط با نهشته‌های مینرالیزه

با توجه به مطالعات صورت گرفته این کانیها به ترتیب عبارتند از : طلا، نقره، سینابار، مالاکیت، آزوریت، مس طبیعی، سرب طبیعی و سروزیت. علاوه بر کانیهای مینرالیزه فوق کانیهای دیگری که هر يك مي‌تواند معرف تیپ خاصی از کانه‌زائی باشد نیز در نمونه‌های مورد مطالعه مشاهده شده‌اند. مهمترین کانیها شامل کانیهای دگرش یافته می‌باشد که عبارتند از : هماتیت، 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 برکه دیواندره به شرح زیر می‌باشد :

شماره نمونه	تعداد ذرات	شکل	اندازه
Dk-280H	2	صفحه‌ای	میکرون 80-135
DD-559H	6	کروی و زاویه دار	میکرون 80-250
DB-396	1	به صورت فیلم	میکرون 80
DB-406	3	لامپی و فیلم	میکرون 80-250
DB-444	1	به صورت فیلم و خوب گرد شده	میکرون 120
DB-538	1	به صورت فیلم و خوب گرد شده	میکرون 65

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 مالاکیت، 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 مالاکیت، مس طبیعی، بروشانتیت و آزوریت. نمونه‌هایی که در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده کانه‌زایی مس می‌باشند عبارتند از :

شماره نمونه	مس طبیعی	مالاکیت	آزوریت	بروشانتیت
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 شده‌اند. در نمونه DK-295H کانی بیسموتینیت به تعداد یک ذره مشاهده می‌شود. رالگار نیز همراه نقره در نمونه DQ-46H گزارش شده است.

کانیهای گروه فلئور

کانیهای این گروه به صورت فلئوریت 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 استرونسیانیت 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.

3-6-4- پردازش داده های کانی سنگین

الف- رسم هیستوگرام متغیرهای کانی سنگین : در ورقه 100,000: 1 دیواندره کانیهای مختلف سنگ ساز، دگرسانی و کانیهای کانساری در میان نمونه های کانی سنگین مشاهده شدند. از بین کانیهای مطالعه شده هیستوگرام 12 متغیر ترسیم شده است که در شکلهای 1-6 تا 3-6 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 4-6 آورده شده است. همان طور که ملاحظه می شود، پارامترهای آماری و منحنی احتمال تجمعی بدون 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 خوشه ای متغیرهای کانی سنگین : آنالیز خوشه ای، روش آماری چند متغیره است که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری بین آنها در قالب دسته ها و یا گروه های طبقه بندی می کند. در نتیجه آنالیز خوشه ای می تواند در پیدا کردن گروه های واقعی کمک کند. با این گروه بندی تا حدی می توان کانی سازی های منطقه را تشخیص داد. برای گروه بندی داده ها در گروه های متفاوت از روش خوشه بندی سلسله مراتبی استفاده شده است. این روش با محاسبه فاصله هر عضو از سایر اعضا شروع می شود و از ماتریس همبستگی میان عناصر استفاده می کند. به طور خلاصه می توان گفت برای تعیین ارتباط پارائزنی بین متغیرهای مختلف کانی سنگین، آنالیز خوشه ای انجام می شود. شکل 4-6 آنالیز خوشه ای 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.

6-3-5- محاسبه خطای مطالعات کانی سنگین

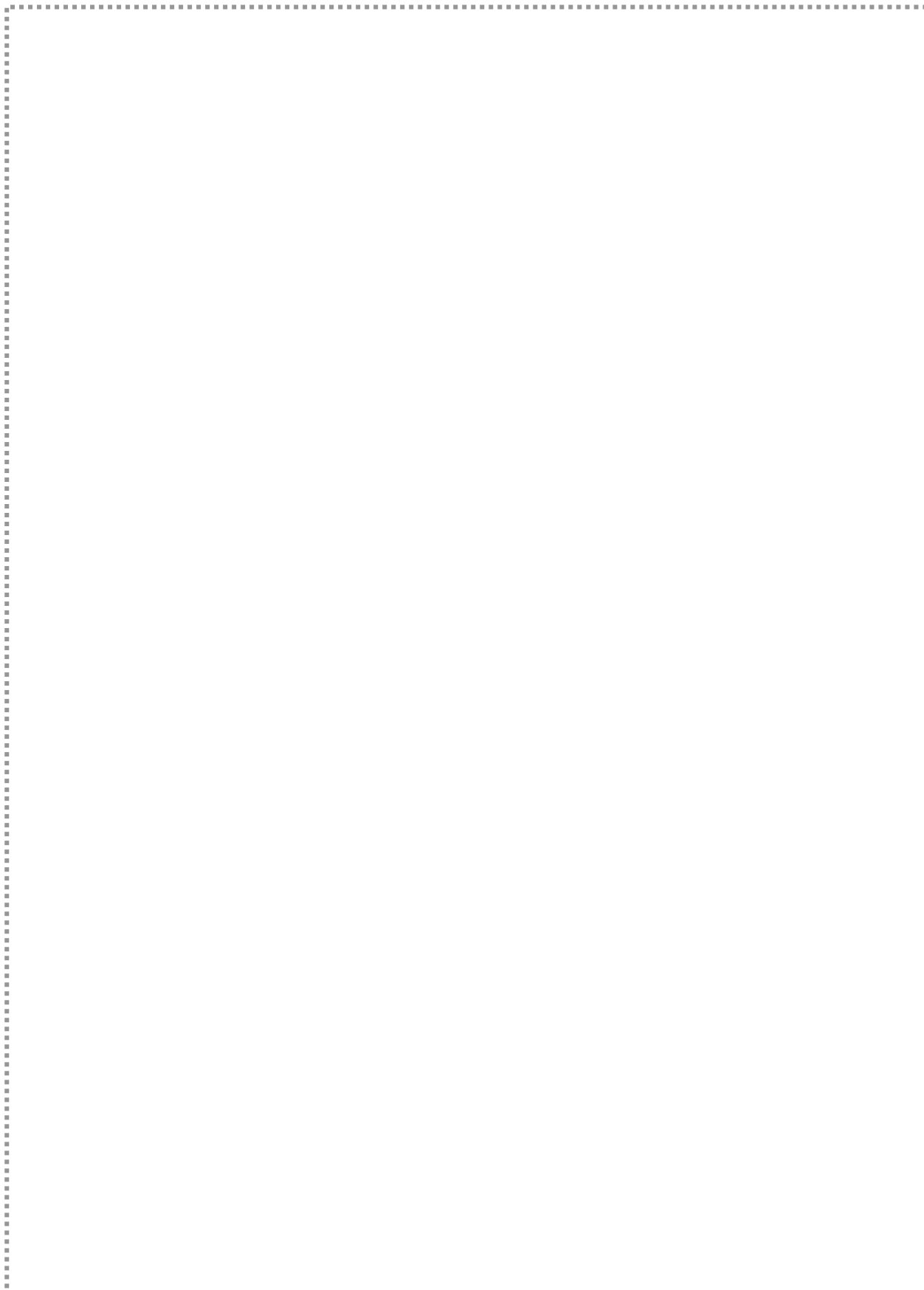
برای تخمین خطای اندازه‌گیری متغیرهای کانی سنگین در محدوده این برکه به‌برداشت 10 نمونه تکراری از رسوبات آبراهه‌ای، تحت دیگر شرایط یکسان اقدام گردیده است. این نمونه‌ها پس از انجام مراحل آماده‌سازی در شرایط مشابه، مورد آزمایش قرار گرفته‌اند و سپس نتایج حاصل از نمونه‌های تکراری به‌همان روشی که در بند قبل برای آنالیزهای شیمیائی تشریح گردید مورد خطاسنجی قرار گرفته‌اند. برای این کار ابتدا محاسبات لازم انجام و سپس اشکال مورد نظر برای دقت 10% ترسیم گردیده است. این اشکال برای متغیرهای کانی سنگین، که موارد اندازه‌گیری شده برای آنها کافی بوده، رسم شده است، (شکلهای 5-6 تا 9-6). میزان میانگین دو اندازه‌گیری و اختلاف اندازه‌گیریها برای متغیرهای کانی سنگین نیز در جدولهای 5-6 تا 7-6 آورده شده است.

پیوسته‌های

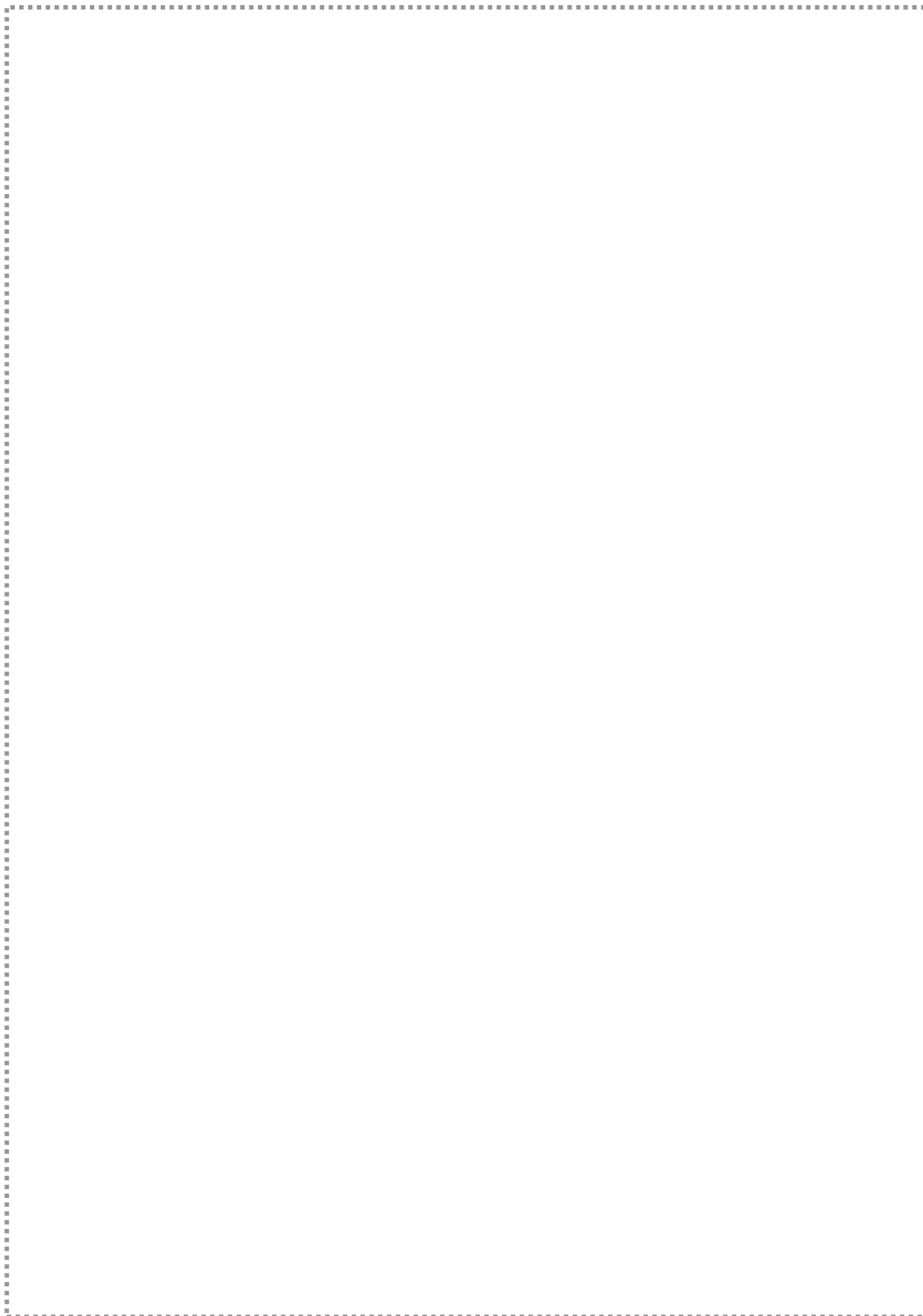
بخش ششم

- جدول پارامترهای آماری کانی سنگین
- نمودارهای فراوانی متغیرهای کانی سنگین
- آنالیز خوشه‌ای متغیرهای کانی سنگین

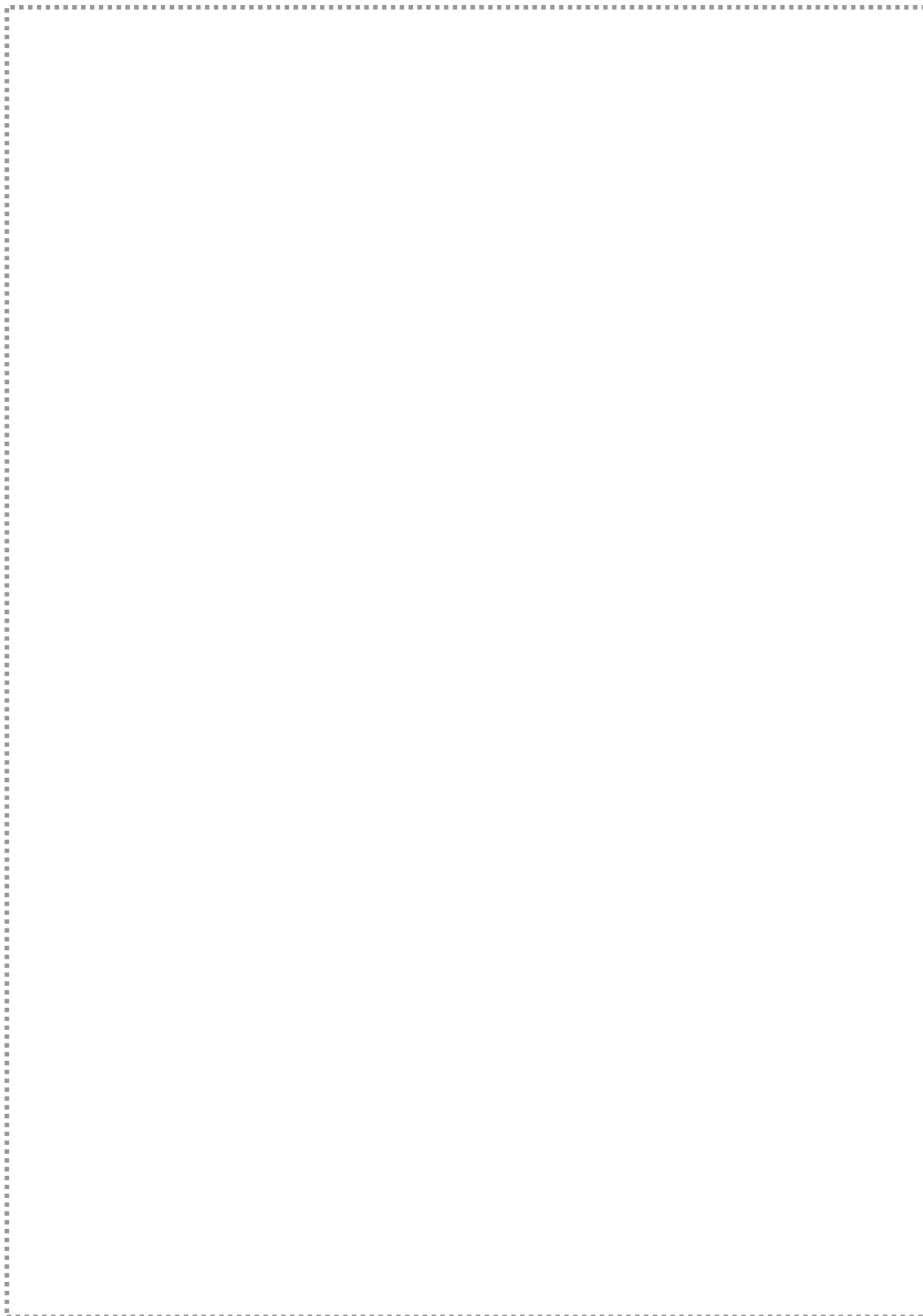
- جدول نمونه‌های تکراری و دیاگرامهای تامپسون
- مقادیر محاسبه شده نمونه‌های کانی سنگین بر حسب ppm



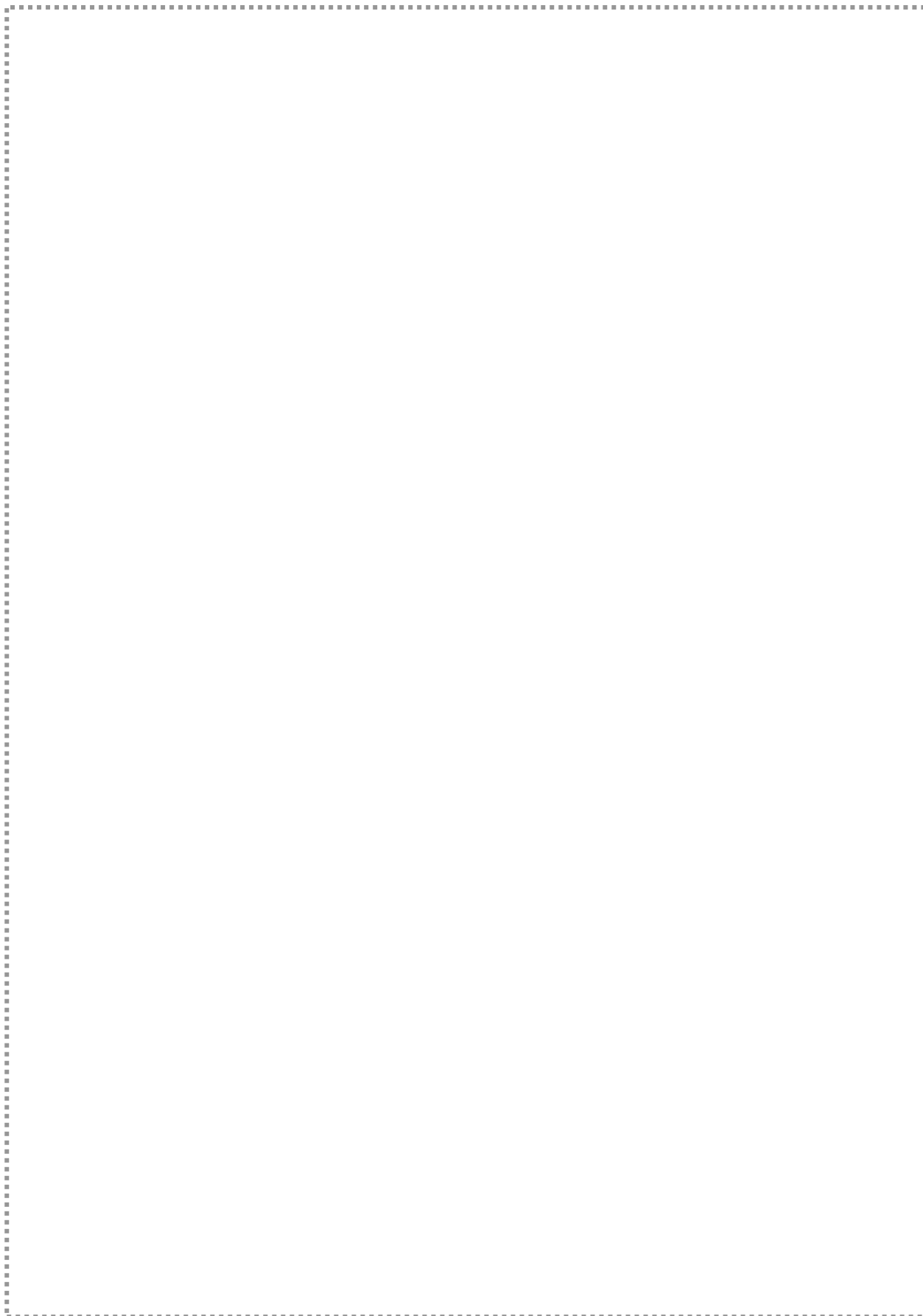
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



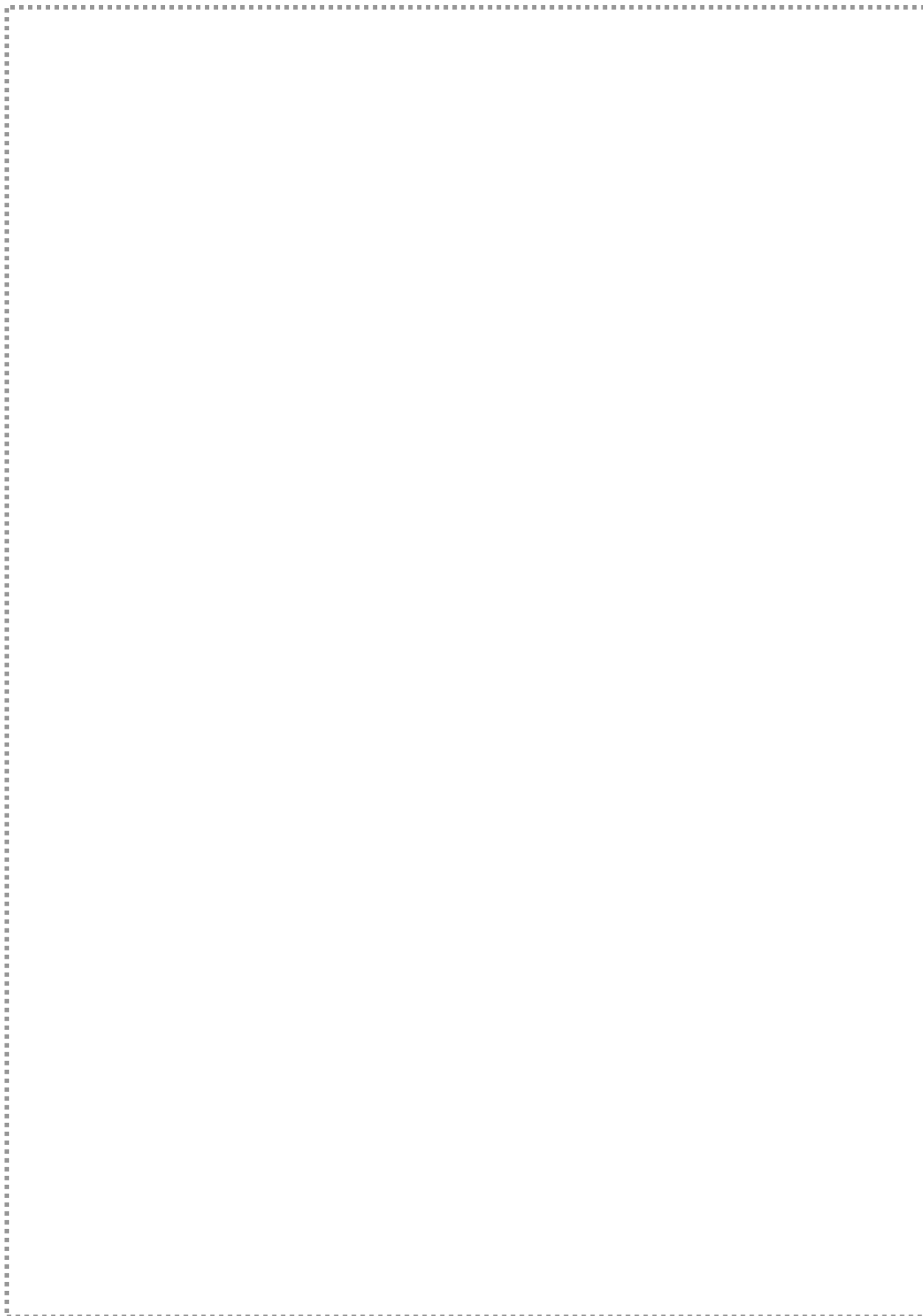
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

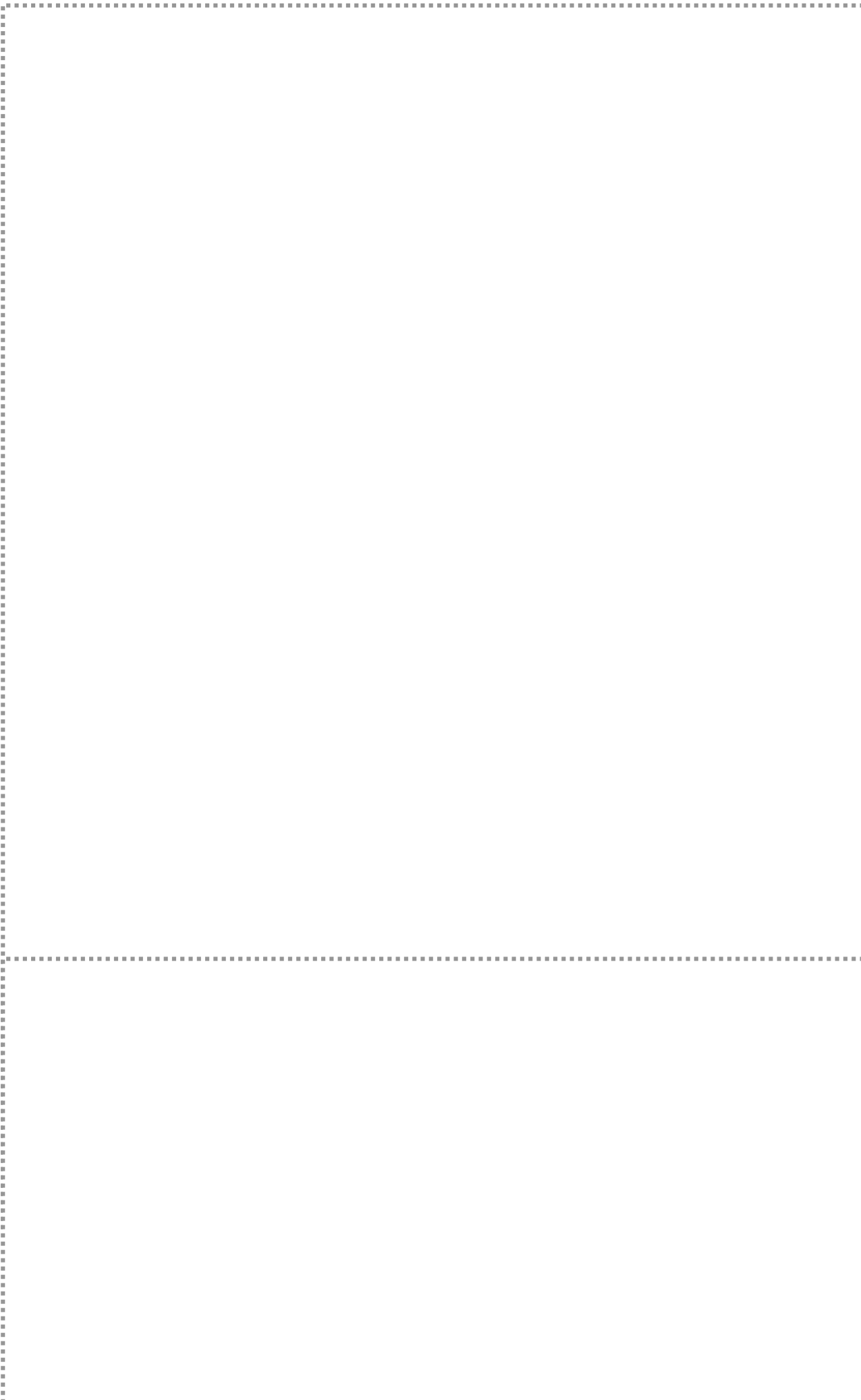


اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

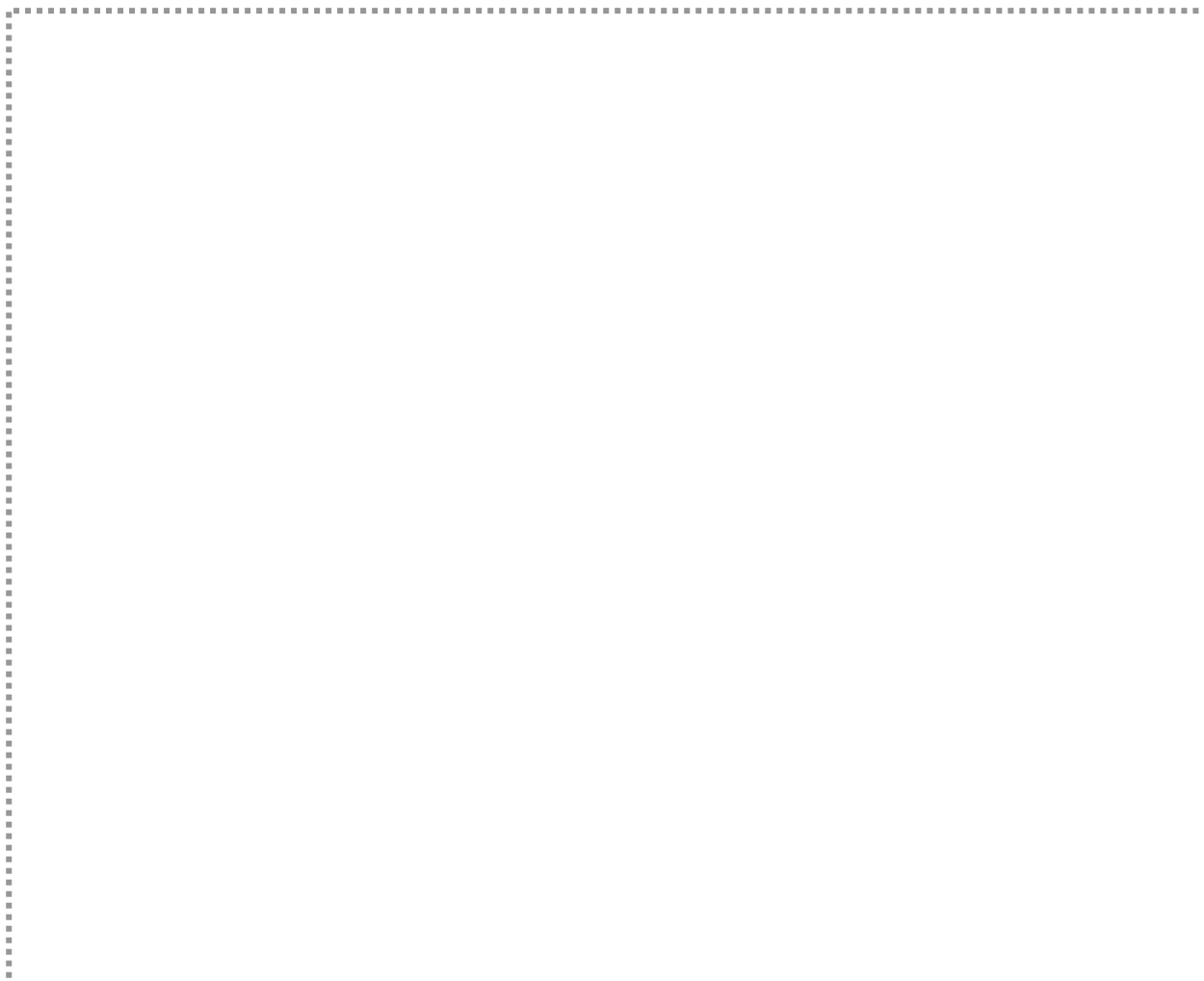


اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

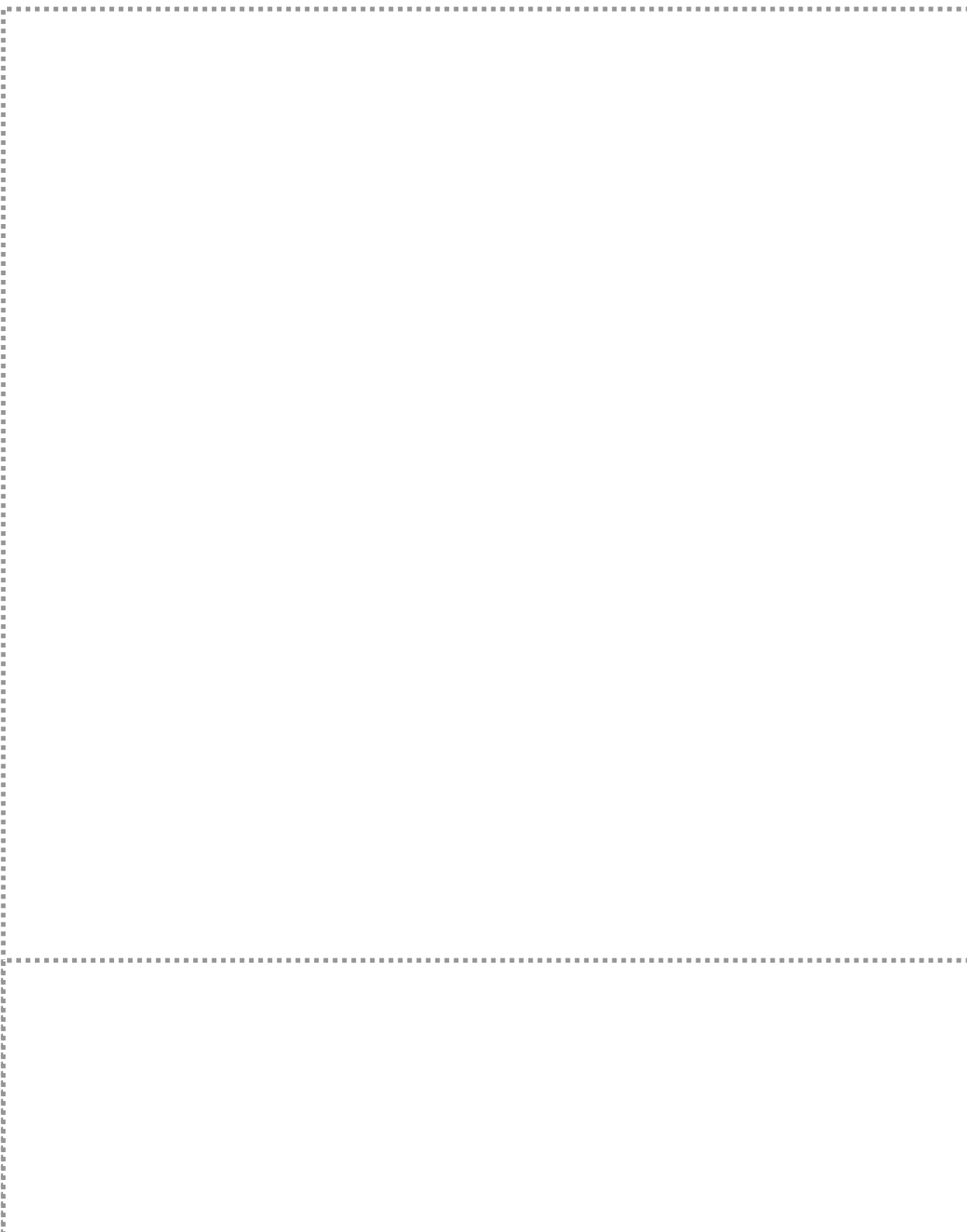
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



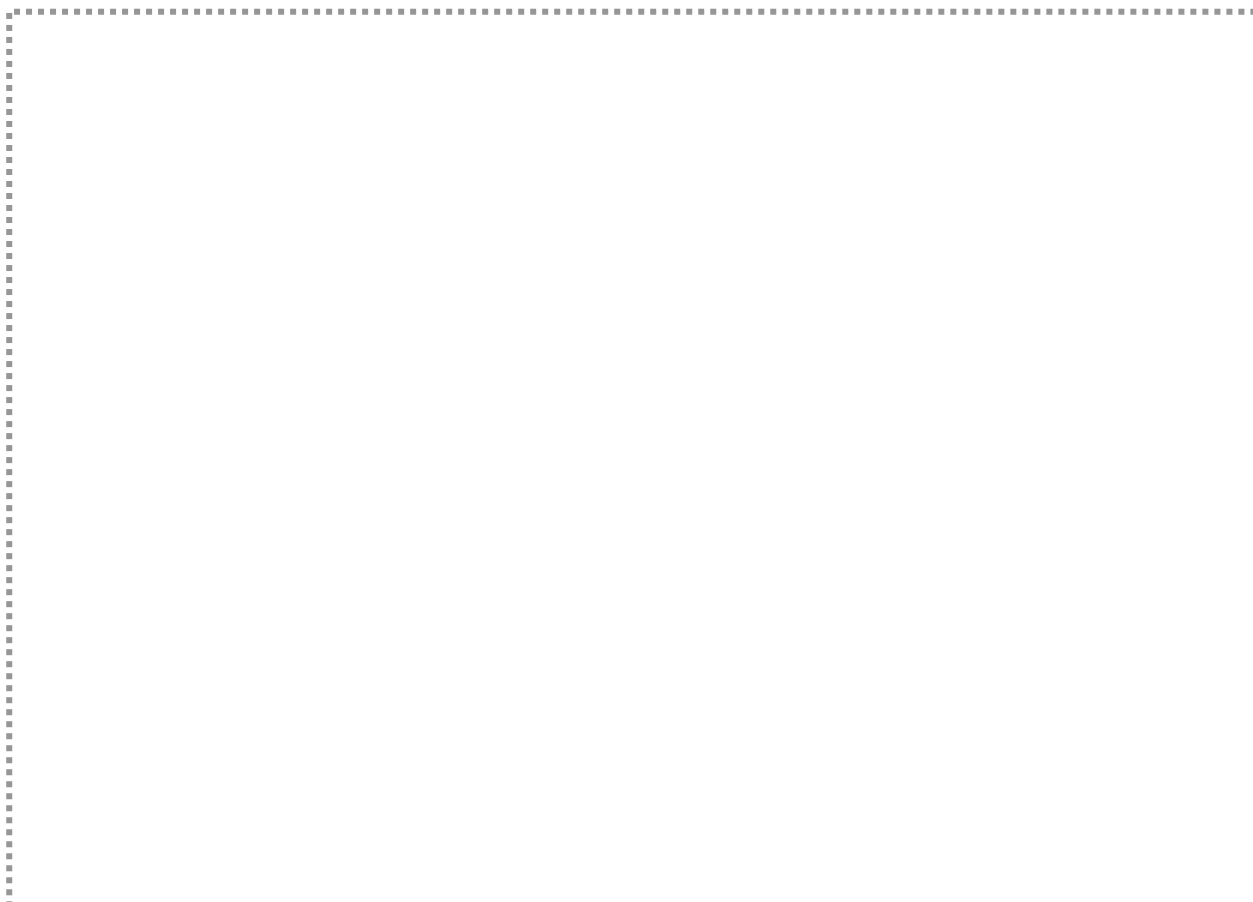
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

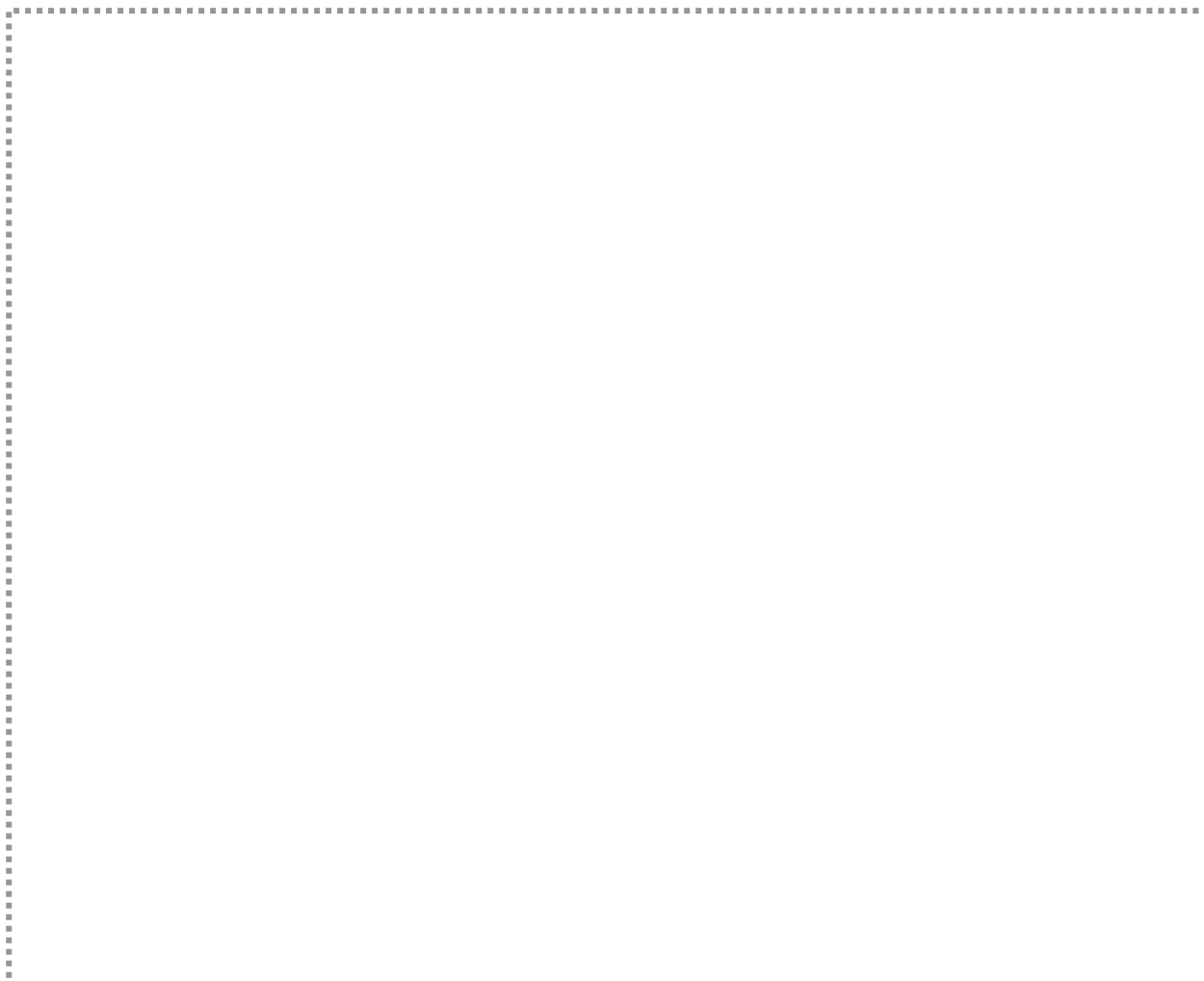


اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

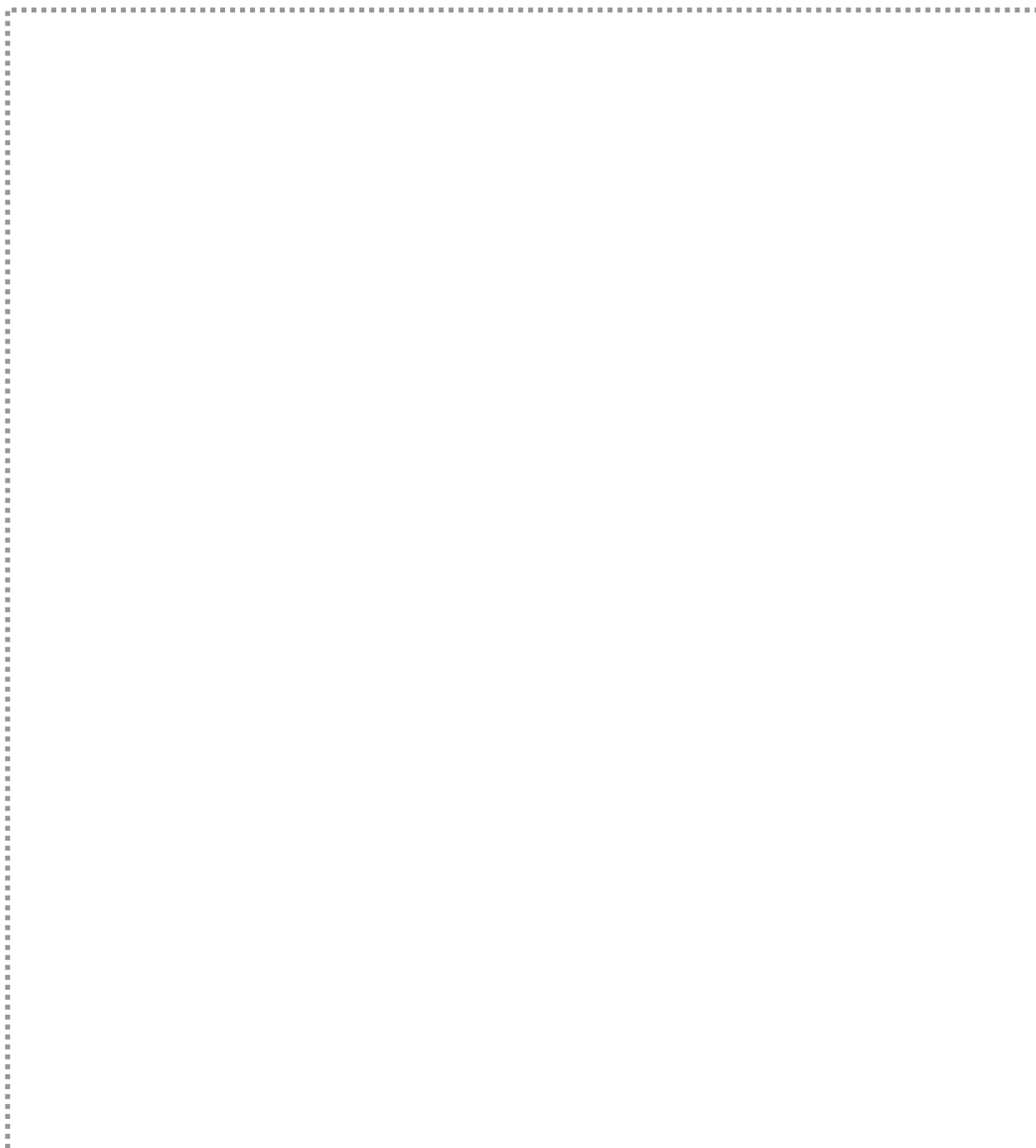
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره

A large rectangular area defined by a dotted border, intended for a drawing or diagram. The border is composed of small, evenly spaced dots, creating a clear frame for the content. The interior of the rectangle is completely blank, providing space for the user to draw or illustrate their findings.

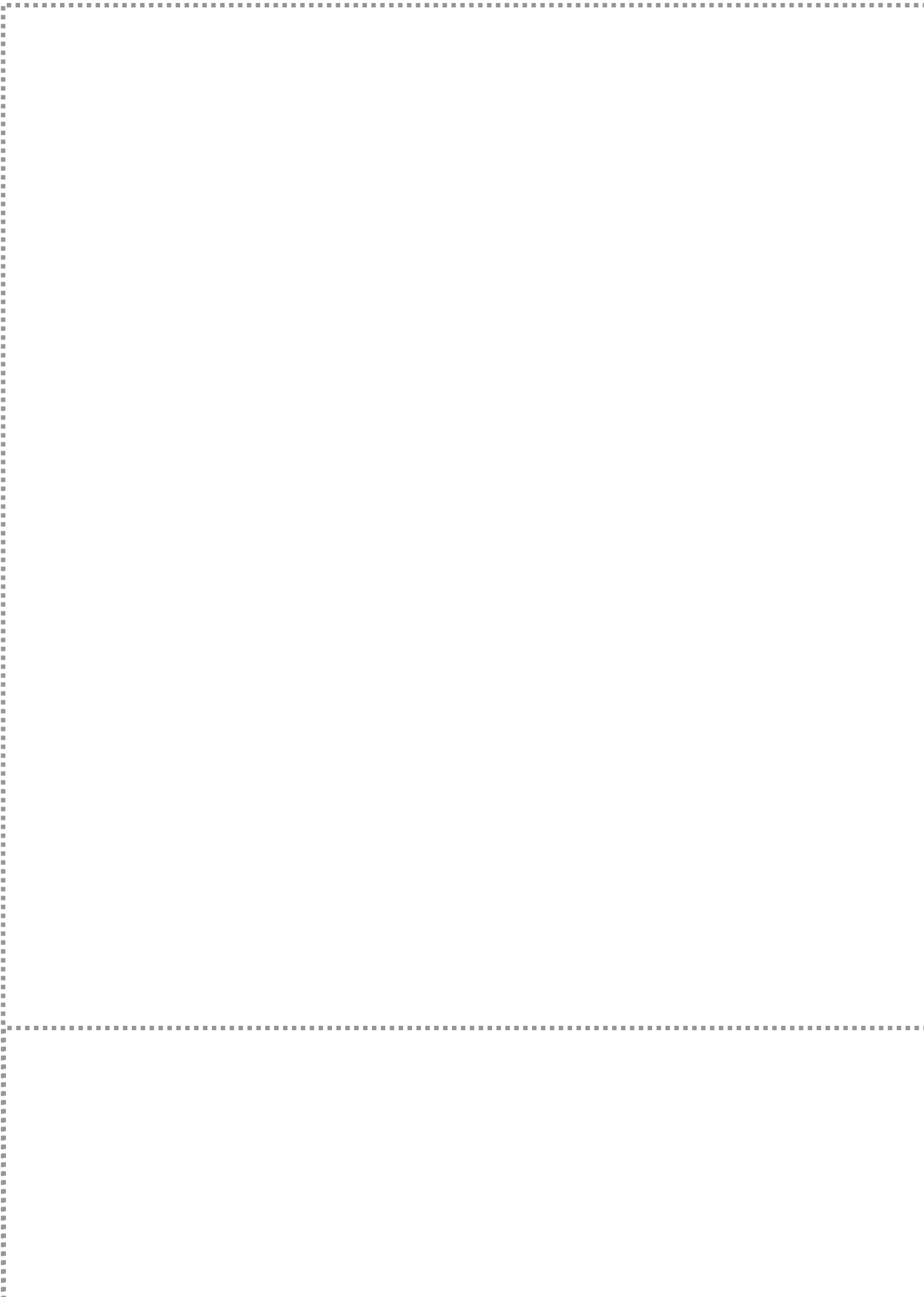
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



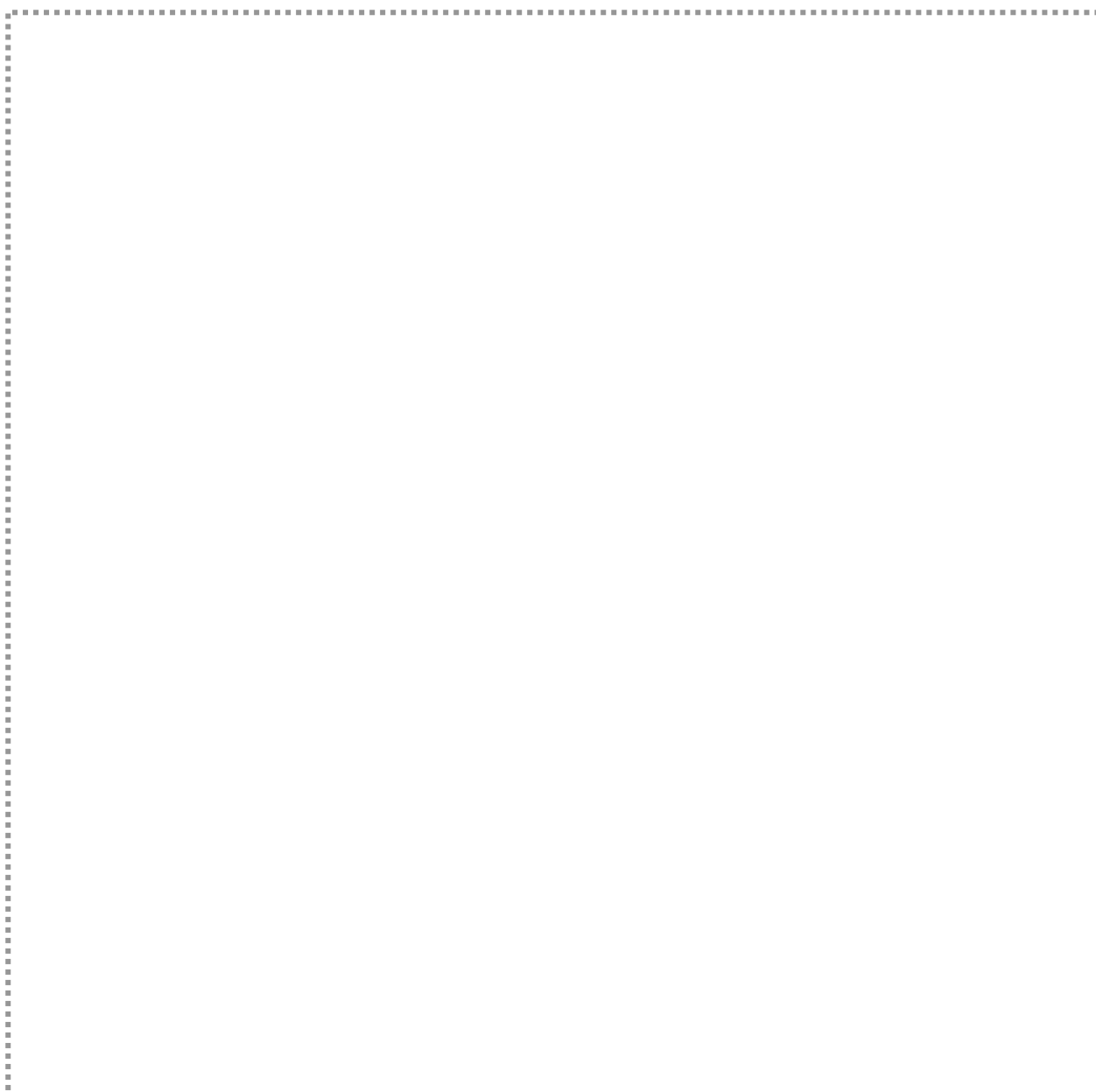
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



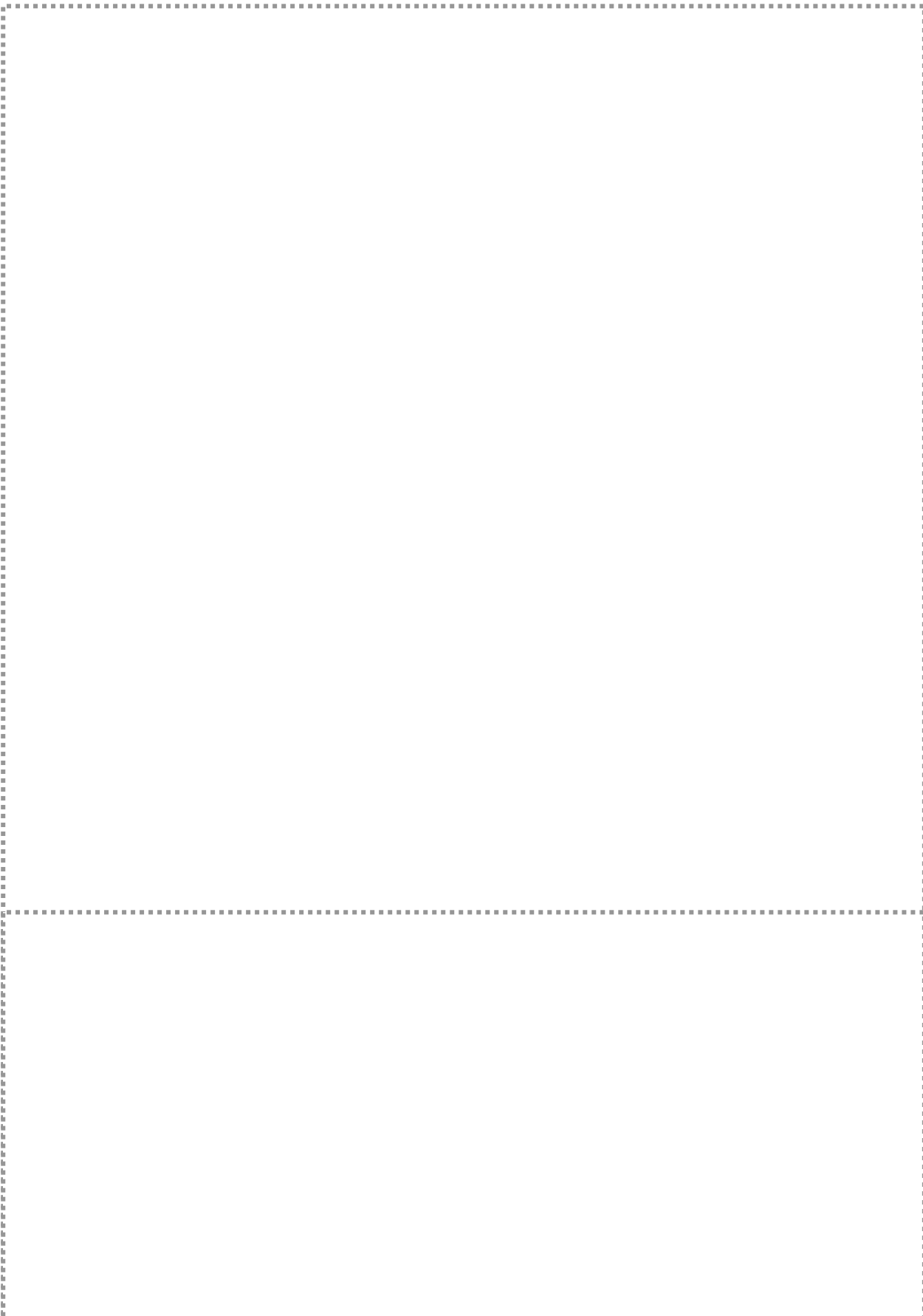
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



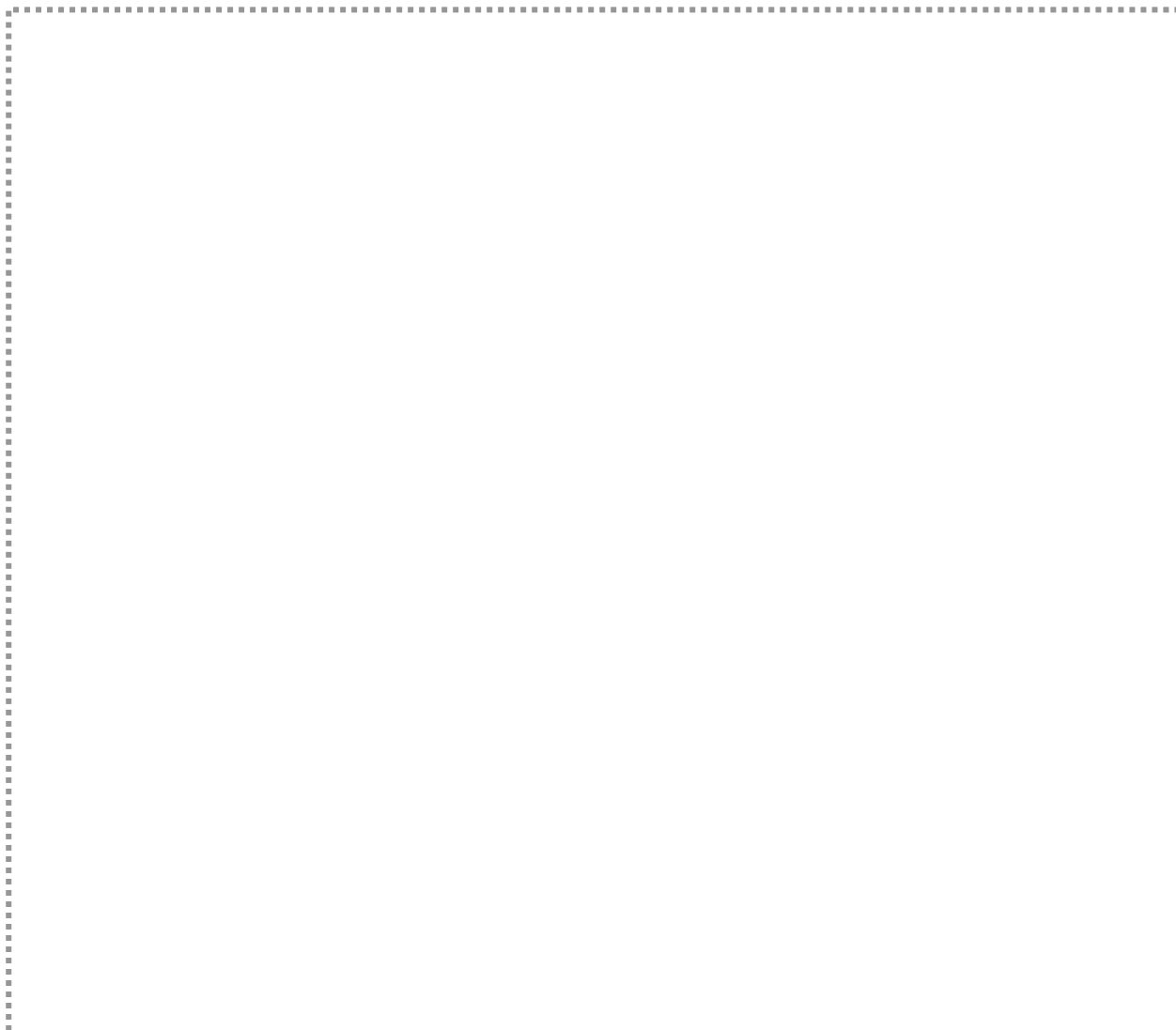
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



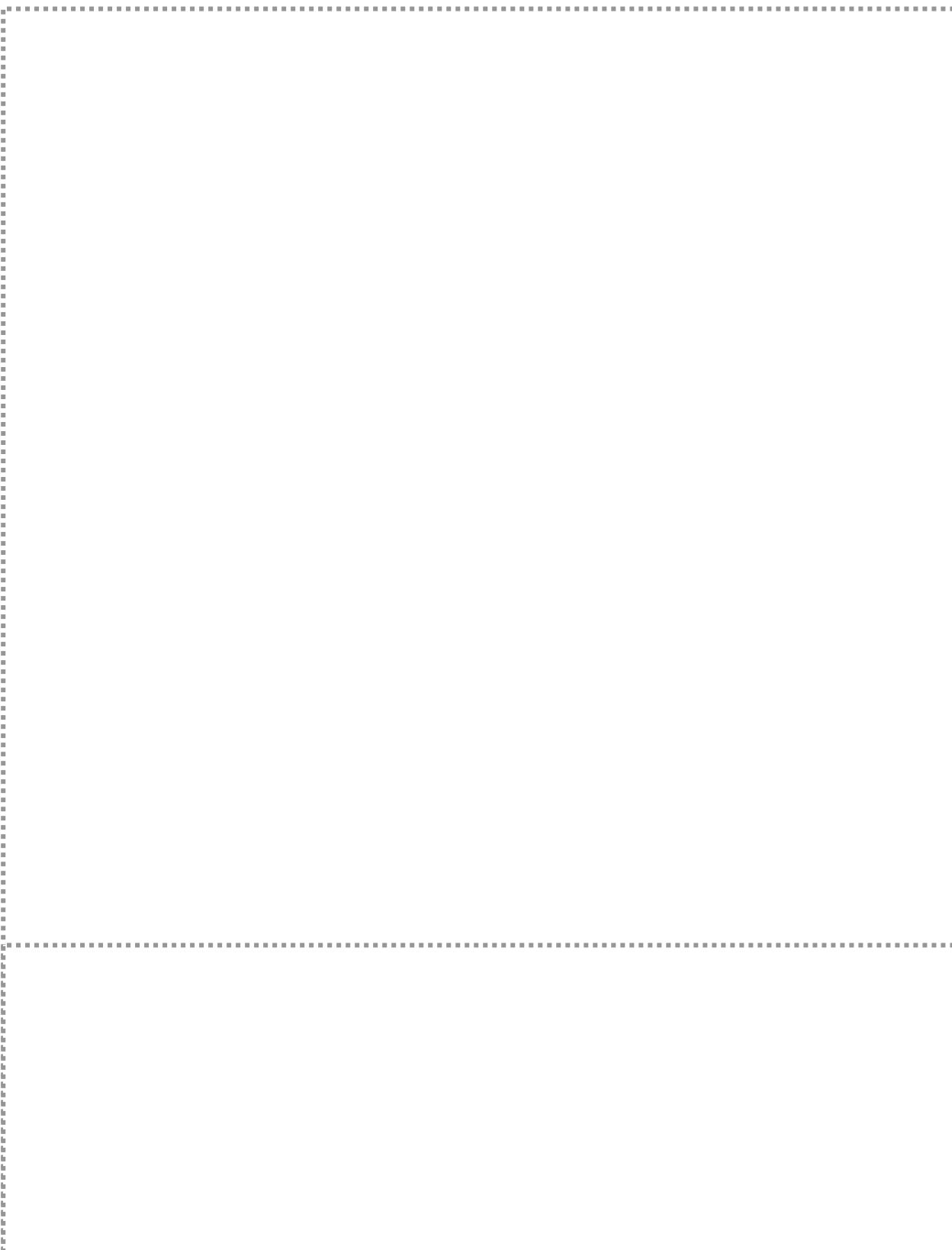
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



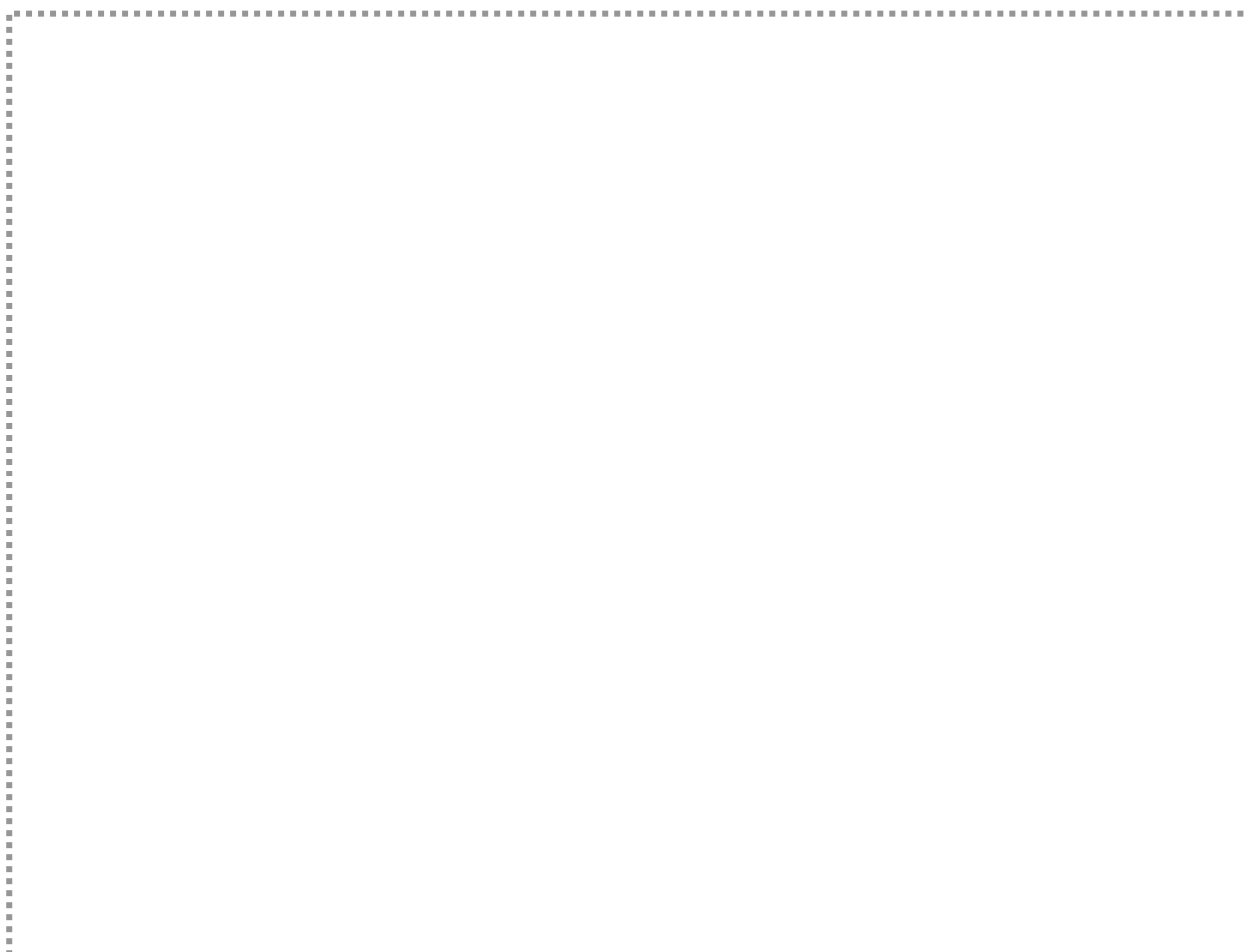
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



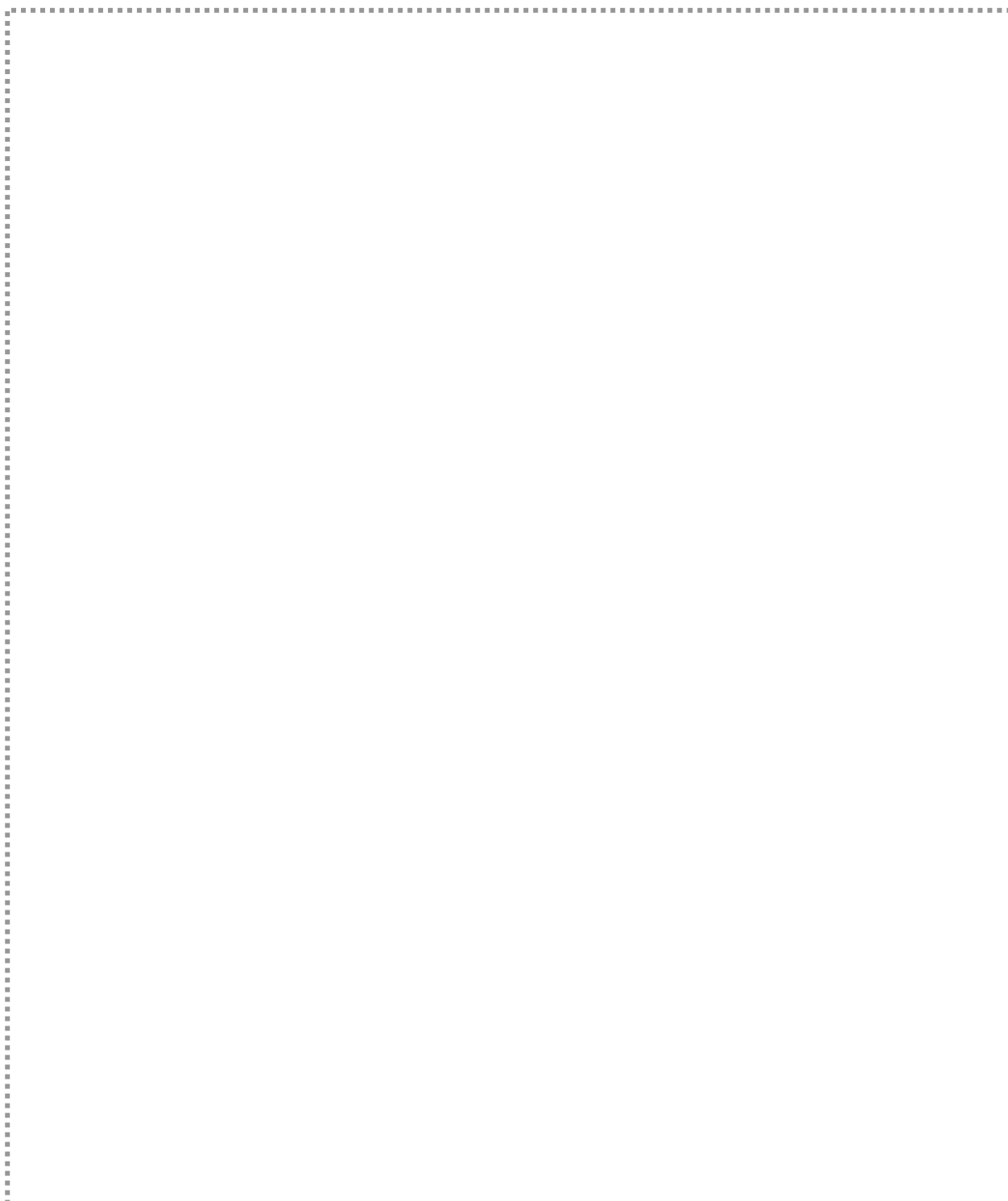
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



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 غنی‌شدگی و تخمین شبکه شاخص غنی‌شدگی، نقشه‌های پراکنش ژئوشیمیائی برای 29 عنصر ترسیم گردید.

با تلفیق آنومالیهای مقدماتی در مجموع در این مرحله تعداد 23 آنومالی ژئوشیمیائی مطابق نقشه شماره-36 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 بر اساس نوع آنومالیهای ژئوشیمیائی می‌باشد.

از ویژگیهای دیگر این آنومالیها تطابق برخی از آنها با مناطق دارای دانسیته بالای گسلی می‌باشد، (نقشه شماره-47). این آنومالیها شامل آنومالیهای شماره 5، 11، 13، 18، 19، 20 و 21 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.

1-7- آنومالی شماره-1

این آنومالی در شمال شرقی برکه 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 Sr و Sn 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.

2-7- آنومالی شماره-2

این آنومالی به‌طور محدود در بخش شمال برکه 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 به‌همراه گسلهای متعدد در میان واحدهای مارن و کنگلومرا مشاهده می‌شود.

3-7- آنومالی شماره-3

این آنومالی به‌طور 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 به‌طور 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 53H، 60H، 67H، 111H، 112H، 115H، 120H و 122H می‌باشد. لازم به‌ذکر است که از این محدوده نمونه‌های مینرالیزه $60M_1$ ، $111M_1$ ، $111M_2$ و $60M_2$ نیز برداشت شده است. در میان این نمونه‌ها، $60M_1$ دارای 1450 گرم در تن مس و $111M_2$ 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.

4-7- آنومالی شماره-4

این آنومالی در بخش شرقی برگه 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 تکنیکی در این محدوده گسل خوردگی در میان واحدهای لیتولوژی مشاهده می‌شود. همچنین با توجه به نقشه شماره-1 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 4 نمونه مینرالیزه به شماره‌های $46M_3$ ، $46M_1$ و $46M_1, 46M_2$ برداشت شده که از این میان نمونه شماره $46M_1$ 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.

5-7- آنومالی شماره-5

این آنومالی به‌طور گسترده در بخش مرکزی ورقه دیواندره مشاهده می‌شود. به‌طوریکه بخشی از آن در برگه قره‌طوره، بخشی در برگه خاندان‌قلی، بخشی در برگه باقل‌آباد و بخشی در برگه دیواندره دیده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل توده نفوذی گرانودیوریتی، شیل خاکستری تیره، تراورتن، کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز، شیست و آهک اوربیتولین‌دار می‌باشد. عناصر آرسنیک و آنتیموان در این محدوده به‌طور گسترده ناهنجاری نشان می‌دهند. علاوه بر این عناصر Pb, Zn, Bi, Cu و Mo نیز در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهد. از این محدوده تعداد زیادی نمونه کانی سنگین برداشت شده است. این نمونه‌ها عبارتند از:

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

از محدوده این آنومال 12 نمونه مینرالیزه برداشت شده است (نقشه شماره-49). مطابق نتایج آنالیز ویژگی نمونه‌های مینرالیزه، نمونه $538M_1$ دارای بالاترین ارزش اکتشافی می‌باشد. این نمونه 33/5% آهن دارد. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای نقره، سینابار، باریت، پیریت، هماتیت، پیروکسن، سیلیکاتهای آلتره، اپیدوت، گوتیت، آزوریت، مس طبیعی، فلئوریت، مالاکیت، سروزیت، سرب طبیعی و مارتیت می‌باشد.

6-7- آنومالی شماره-6

این آنومالی در بخش شمالی برکه خاندان قلی مشاهده می‌شود. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارن ماسه‌ای و ماسه سنگ مارنی قرمز به همراه تراورتن می‌باشد. عناصر دارای آنومالی در این محدوده As و Au بوده به‌طوریکه طلا عیاری در حدود 453 ppb دارا می‌باشد. نمونه 2404 از این محدوده به‌عنوان نمونه کانی سنگین برداشت شده است.

7-7- آنومالی شماره-7

این آنومالی به‌طور گسترده در بخش جنوب شرقی برکه خاندان قلی دیده می‌شود. لاهای 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. نمونه‌های کانی سنگین در این محدوده شامل 271H، 270H، 305H، 309H، 310H، 313H، 312H، و 273H می‌باشد. از این محدوده 4 نمونه مینرالیزه به‌شماره‌های 273M، 271M، 270M و 310M برداشت شده است. در این میان نمونه 310M به‌دلیل دارای بودن Fe و Ti بالا دارای بیشترین اهمیت اکتشافی می‌باشد. مطالعات کانی سنگین 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، هماتیت گوتیت و سیلیکاتهای دگرسانی نیز حضور دارند.

8-7- آنومالی شماره-8

این آنومالی در منتهی‌الیه جنوب شرق برکه خاندان قلی و بخش جنوبی آنومالی شماره-8 واقع شده است. واحدهای لیتولوژی در محدوده این آنومالی شامل مارن با میان لایه‌های آهک و ماسه سنگ، آندزیت و سنگهای ولکانیکی می‌باشد. عناصر دارای ناهنجاری در این محدوده شامل بریلیم، اورانیم و سرب در درجه اول و عناصر بریلیم، مولیبدن و تیتانیم در درجه دوم می‌باشد.

نمونه‌های کانی سنگین در این محدوده شامل 278H، 280H، 282H، 283H، 284H، 267H، 268H، 276H و 286H می‌باشد.

در این نمونه‌ها مشابه آنومالی قبلی به‌دلیل گسترش سنگهای ولکانیکی، کانیهای سنگ‌ساز پیروکسن، آمفیبول، آپاتیت و زیرکن دیده می‌شود. کانیهای مینرالیزه مهم در این محدوده شامل نقره طبیعی به‌همراه کانیهای دگرسانی می‌باشد.

از این محدوده سه نمونه مینرالیزه به‌شماره‌های 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.

9-7- آنومالی شماره-9

این آنومالی محدوده جنوب برگه خاندان قلی 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 296H، 290H، 291H، 293H، 294H، 295H 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.

10-7- آنومالی شماره-10

این آنومالی به‌طور محدود در بخش غرب برگه خاندان قلی 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.

11-7- آنومالی شماره-11

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 اوربیتولین دار و شیل خاکستری تیره می‌باشد. از لحاظ تکنیکی 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.

12-7- آنومالی شماره-12

این آنومالی به‌طور محدود در بخش جنوب غرب برگه باقل‌آباد 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 می باشد.

13-7- آنومالی شماره-13

این آنومالی منتهی الیه بخش جنوب غرب برکه باقل آباد را در بر می گیرد. واحدهای لیتولوژی عمده در این محدوده شامل آندزیت، سنگهای ولکانیکی پورفیری و شیلهای خاکستری تیره می باشد. عناصر دارای ناهنجاری در این محدوده شامل Pb، Sn، Co، Bi، Au، Zn و Mn می باشد. نمونه های کانی سنگین برداشت شده از این محدوده شامل 391H، 390H و 396H می باشد. از محدوده این آنومالی نمونه مینرالیزه به شماره 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 می باشد.

14-7- آنومالی شماره-14

این آنومالی در بخش شمال آنومالی شماره-14 واقع شده است. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل آندزیت و سنگهای ولکانیکی پورفیری می باشد. عناصر دارای آنومالی در این محدوده شامل مس، کرم، نیکل، آهن، کبالت، منگنز و آنتیموان می باشد. از این محدوده نمونه 402H به عنوان کانی سنگین برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای مگنتیت، هماتیت، پیریت اکسید و کانیهای دگرسانی است.

15-7- آنومالی شماره-15

این آنومالی در بخش شمالی آنومالی شماره-15 واقع شده است. این آنومالی با وسعت قابل ملاحظه ای حاوی عناصر منگنز، نیکل، روی، تیتانیم، قلع و باریت می باشد. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل شیلهای خاکستری، آبرفتیهای عهد حاضر، آندزیت و سنگهای ولکانیکی پورفیری است. از محدوده این آنومالی 4 نمونه کانی سنگین به شماره های 415H، 414H، 421H و 417H و سه نمونه مینرالیزه به شماره های 415M، 414M و 417M برداشت شده است. مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهای نقره، هماتیت، پیروکسن، آپاتیت، زیرکن، آمفیبول، پیریت اکسید، بیتویت و گوتیت می باشد.

16-7- آنومالی شماره-16

این آنومالی در بخش شرقی آنومالی شماره-15 با وسعت محدودی مشاهده می شود. سنگهای ولکانیکی پورفیری، آندزیت و شیلهای خاکستری تیره به عنوان واحدهای لیتولوژی در این محدوده مطرح هستند. عناصر دارای آنومالی در این محدوده شامل Cu، Pb و Zn می باشد، نمونه 406H از این محدوده به عنوان نمونه کانی سنگین برداشت شده است. نتایج

مطالعات کانی سنگین مؤید حضور کانیهایی طلا، نقره، سینابار، پیریت، هماتیت، پیروکسن، اپیدوت و سیلیکاتهای دگرسان می باشد.

17-7- آنومالی شماره-17

این آنومالی بخش جنوب شرق برکه باقل آباد را در بر می گیرد. واحدهای لیتولوژی در این محدوده شامل آبرفتیهای عهد حاضر، زمینهای کشاورزی و آبرفتیهای رودخانه ای می باشد. در بالادست این آنومالی آنومالیهای مغناطیسی ناشی از توده های نفوذی کم عمق نیز دیده می شود، (نقشه شماره-1). عناصر As, Sb, Pb, W و Mo 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 کانیهایی سروزیت، مالاکیت، طلا، نقره، سرب آزاد، پیریت، باریت، زیرکن، مگنتیت و هماتیت می باشد.

18-7- آنومالی شماره-18

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-1)، آنومالیهای ژئوفیزیکی به صورت توده های کم عمق در این محدوده مشاهده می شود. با توجه به نقشه دانسیته گسل (نقشه شماره-47) 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 تعدا 16 نمونه کانی سنگین و 7 نمونه مینرالیزه برداشت شده است. مطالعات کانی سنگین در این محدوده نشانگر حضور کانیهایی باریت، پیریت، سینابار، مس طبیعی، نقره، هماتیت، پیریت اکسید، گوتیت و لیمونیت می باشد.

19-7- آنومالی شماره-19

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 نمونه های این محدوده ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های کانی سنگین در این محدوده ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های کانی سنگین در این محدوده شامل $512H, 509H$ و $500H$ است. از این محدوده 3 نمونه مینرالیزه به شماره های $500M, 509M_1$ و $509M_2$ برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیهایی سروزیت، کرومیت، سرب آزاد، مارتیت، پیروکسن، سینابار و سیلیکاتهای دگرسانی می باشد.

20-7- آنومالی شماره-20

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 کانیه‌های سینابار، نقره، باریت، پیریت، هماتیت، پیروکسن و پیریت اکسید می‌باشد.

21-7- آنومالی شماره-21

این آنومالی با وسعت قابل ملاحظه در بخش شمال آنومالی 21 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 Cu، Mo، Zn، Pb و Bi می‌باشد. از این محدوده تعداد 4 نمونه کانی سنگین به‌شماره‌های 593H، 617H، 620H و 621H برداشت شده است. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیه‌های نقره، باریت، سینابار، پیریت، هماتیت، پیروکسن، پیریت اکسید و سیلیکات آلتره می‌باشد.

22-7- آنومالی شماره-22

این آنومالی در بخش شمال خاوری برکه دیواندره مشاهده می‌شود. منشاء این آنومالی نمونه‌های 733 و 741 می‌باشد. به‌همین 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 Ag، Zn، Pb و Mn در این محدوده ناهنجاری نشان می‌دهد. نتایج مطالعات کانی سنگین نشانگر حضور کانیه‌های سینابار، نیگرین، باریت، پیریت، هماتیت، گوتیت، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت، می‌باشد.

23-7- آنومالی شماره-23

این آنومالی بخش شمال باختری برکه 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 Zn، Au 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 30% می‌باشد. نتایج مطالعات کانی سنگین مؤید حضور کانیه‌های پیریت، هماتیت، اپیدوت، پیریت اکسید و سیلیکات آلتره می‌باشد.

بخش هشتم :

نتیجه‌گیری، اولویت‌بندی و مدل‌سازی مناطق امیدبخش (پند-11 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 به‌کار 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 سکناس‌های 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 به‌ذکر است مدل‌سازی کانساری براساس اطلاعات زمین‌شناسی، تکتونیک، ژئوشیمیائی، بافتی، دگرسانی، نوع کانه‌زایی 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 :

- 1- منطقه دیواندره در زون‌های دگرگونی سنندج- سیرجان و زاگرس رورانده قرار می‌گیرد که تکتونیک حاکم بر آن از نوع راندگی است.
- 2- بررسی‌های چینه‌شناسی نشانگر گسترش واحدهای رسوبی مزوزوئیک بخصوص کرتاسه و واحدهای ولکانیکی سنوزوئیک در منطقه می‌باشد.
- 3- با تلفیق آنومالی‌های مقدماتی در مجموع در این مرحله تعداد 23 آنومالی ژئوشیمیائی مطابق نقشه شماره-49 شناسائی شد. مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین نشانگر این است که در منطقه مورد بررسی، عناصر سرب و باریوم 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.

- 4- نقشه آنومالی ژئوشیمیایی مقدماتی بیانگر پراکنش عنصر مس در محدوده آنومالی‌های شماره 18 و 19، U، Be، Pb در محدوده آنومالی‌های 7، 8 و 9 و As، Sb در محدوده آنومالی‌های شماره 3 و 5 می‌باشد.
- 5- باتوجه به اطلاعات زمین‌شناسی، تکتونیکی، ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین مبادرت به مدل‌سازی آنومالی‌های مختلف گردید که نتیجه آن در پیوست آورده شده است. در این میان آنومالی‌های شماره 2، 10، 11 و 14 بدلیل ناچیز بودن اطلاعات مدل‌سازی نشدند. مدل‌سازی انجام شده به‌وسیله نرم‌افزار $ODM(V_2)$ انجام شده است.
- 6- در مرحله فاز کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی با توجه به نتایج مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین و نتایج نمونه‌های مینرالیزه تعداد 3 آنومالی که در محدوده ورقه دیواندره به‌ترتیب به‌عنوان مناطق امید بخش معرفی شوند :

1-8- اولویت نخست : آنومالی شماره-3

آنومالی‌های 7، 8 و 9

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. لاوهای 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 منشاء 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.

2-8- اولویت دوم : آنومالی شماره-7

آنومالی های 13، 16 و 17

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

3-8- اولویت سوم : آنومالی شماره-1

آنومالی شماره-4

این آنومالی در بخش شرقی برکه قره طوره و جنوب رودخانه قزل اوزن مشاهده می شود. واحدهای سنگی در محدوده این آنومالی شامل مارن با میان لایه های آهکی و ماسه سنگی و مارن ماسه ای می باشد. شواهد صحرایی نشان می دهد در میان این واحدها دایکهای دیابازی نیز نفوذ کرده است. از لحاظ تکنیکی در این محدوده گسل خوردگی در میان واحدهای لیتولوژی مشاهده می شود. همچنین با توجه به نقشه شماره-1 گسل احتمالی ژئوفیزیکی نیز در این محدوده دیده می شود. عناصر Pb ، Zn ، Mn ، Bi و W در این محدوده ناهنجاری نشان می دهند. از محدوده این آنومالی 4 نمونه مینرالیزه به شماره های $46M_3$ ، $46M_1$ ، $46M_2$ و $46M_1$ برداشت شده که از این میان نمونه شماره $46M_1$ دارای ارزش اکتشافی بالایی می باشد. در این نمونه عیار مس در حدود 1.1% می باشد. 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 می باشد.

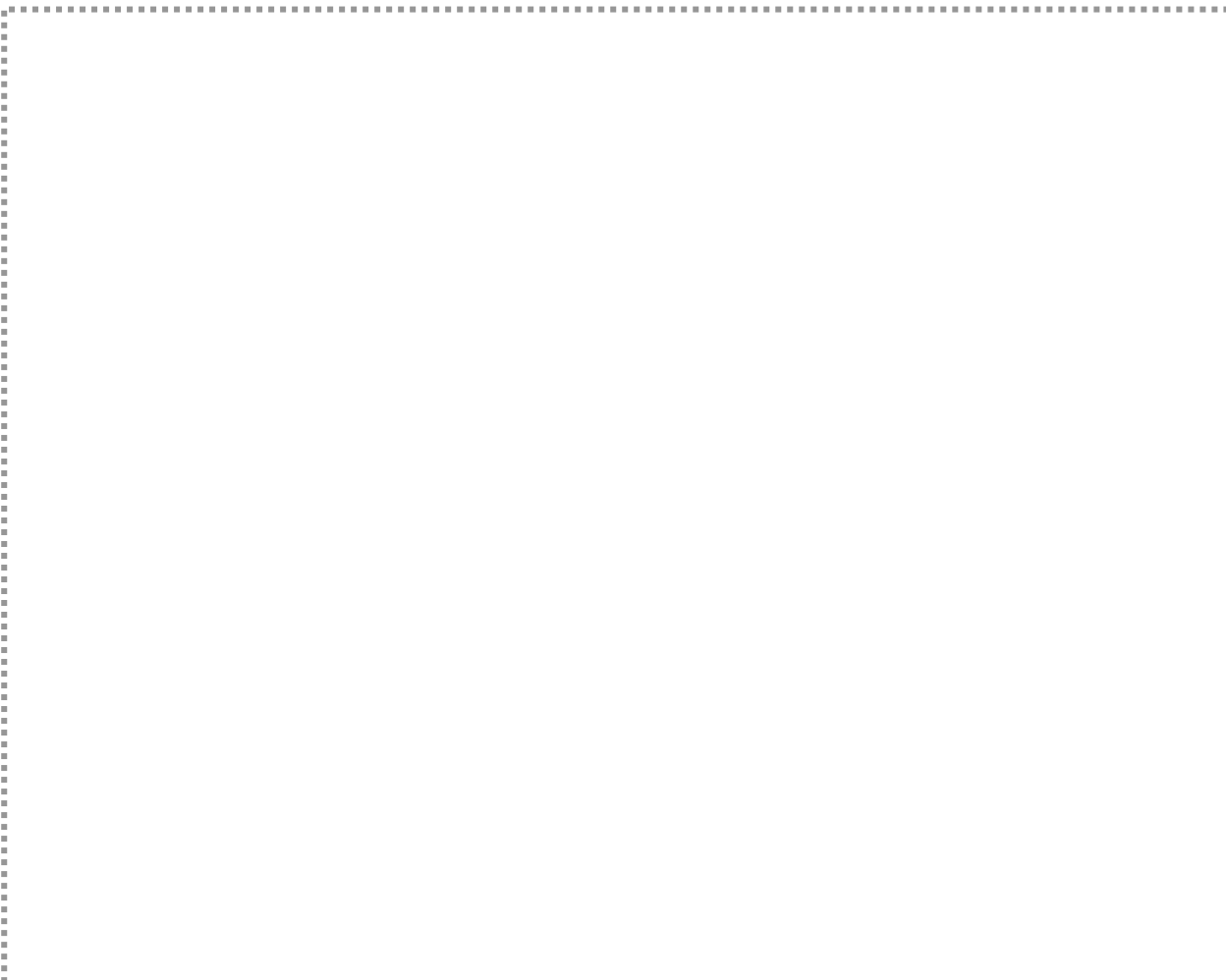
پیوسته‌های

بخش هفتم

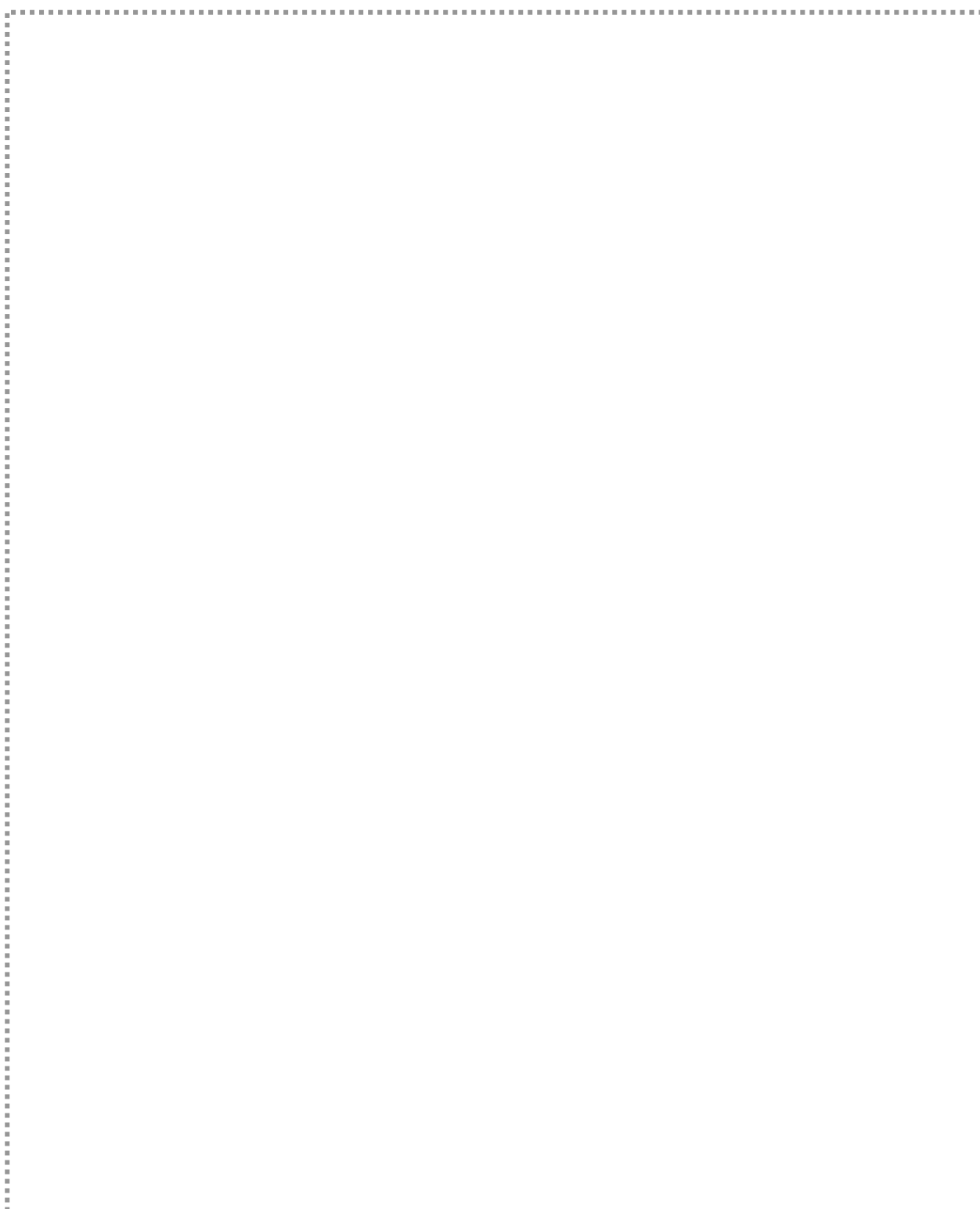
(نتایج حاصل از مدل‌سازی آنومالیهای ژئوشیمیائی)



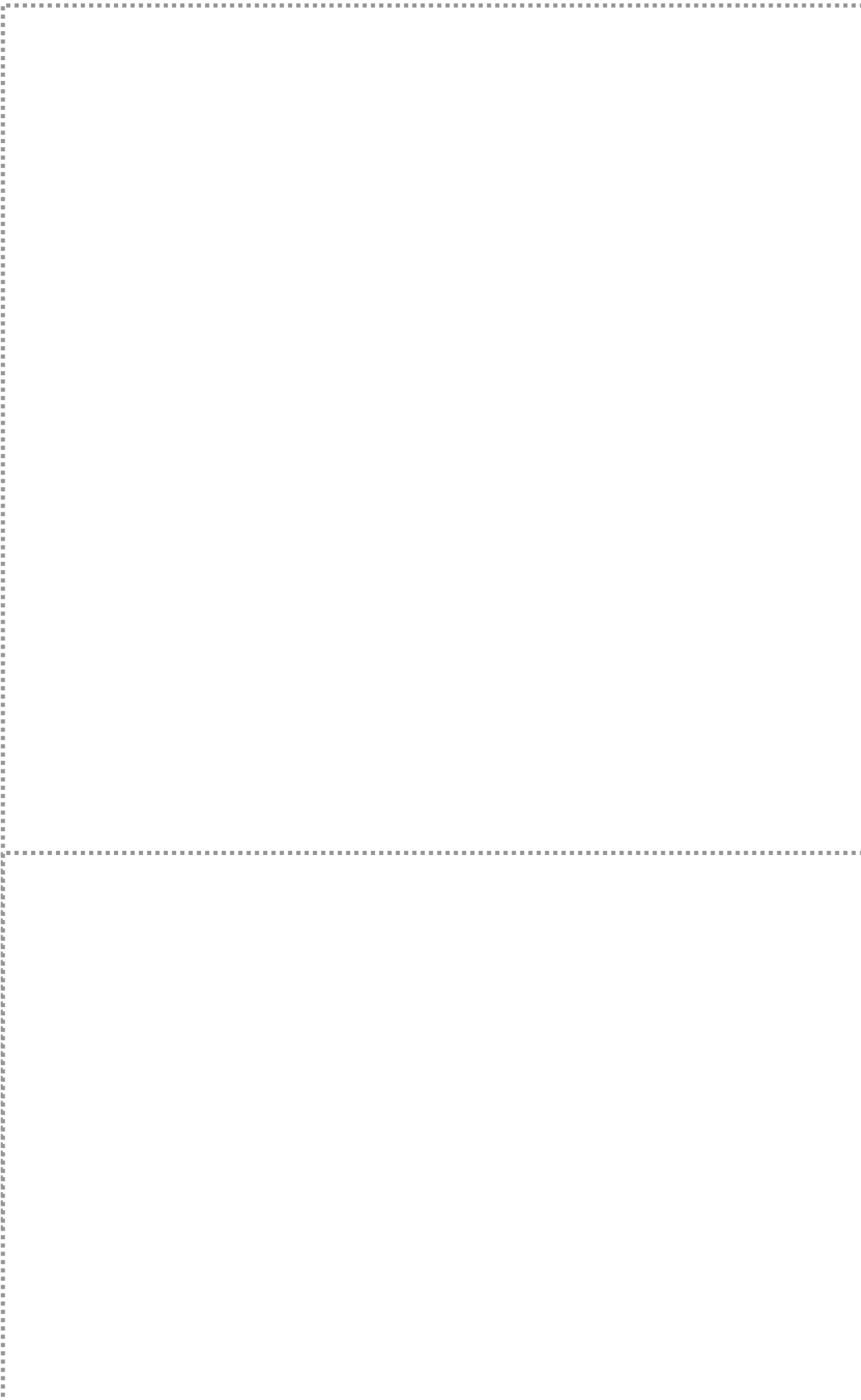
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



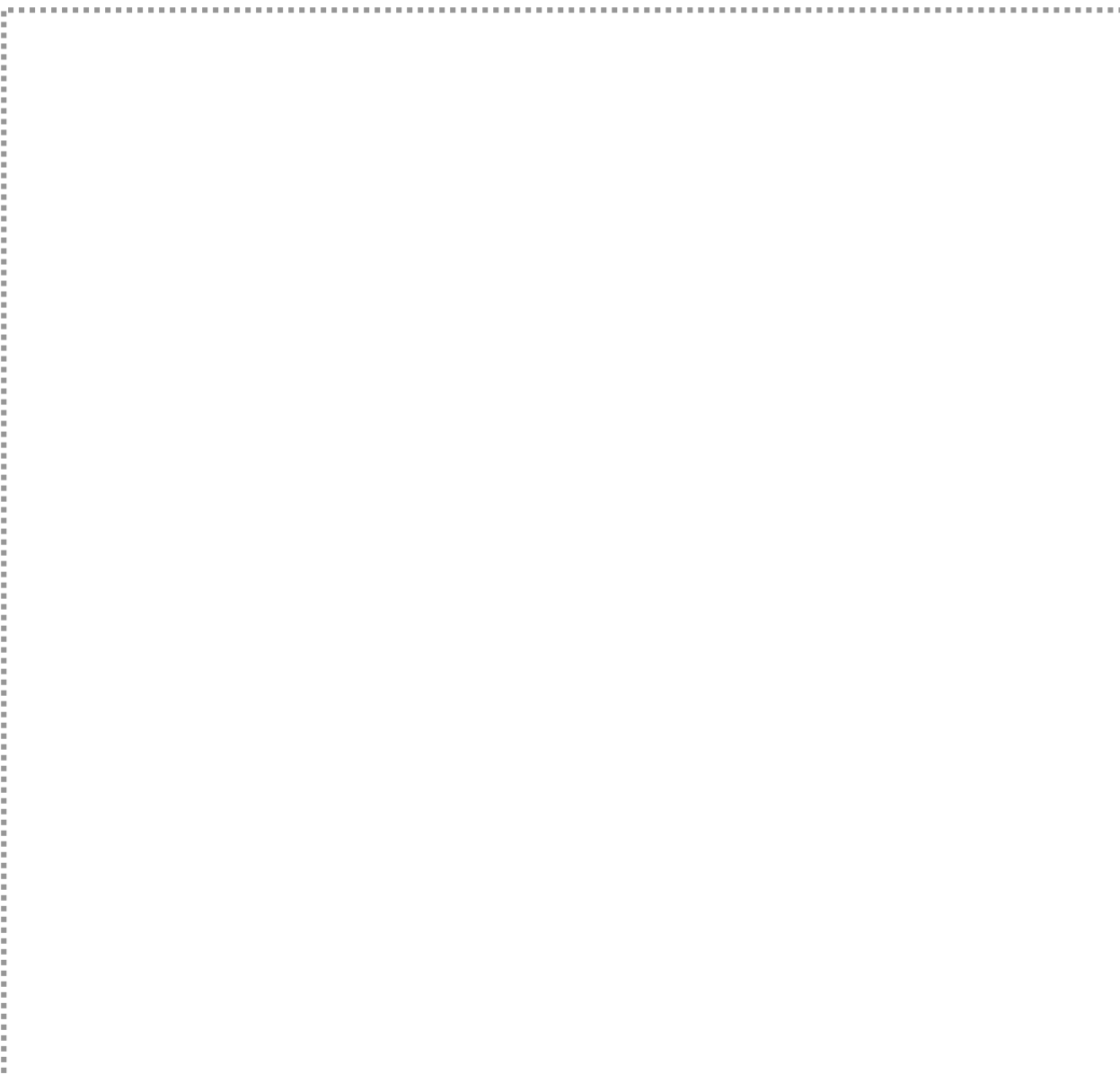
اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



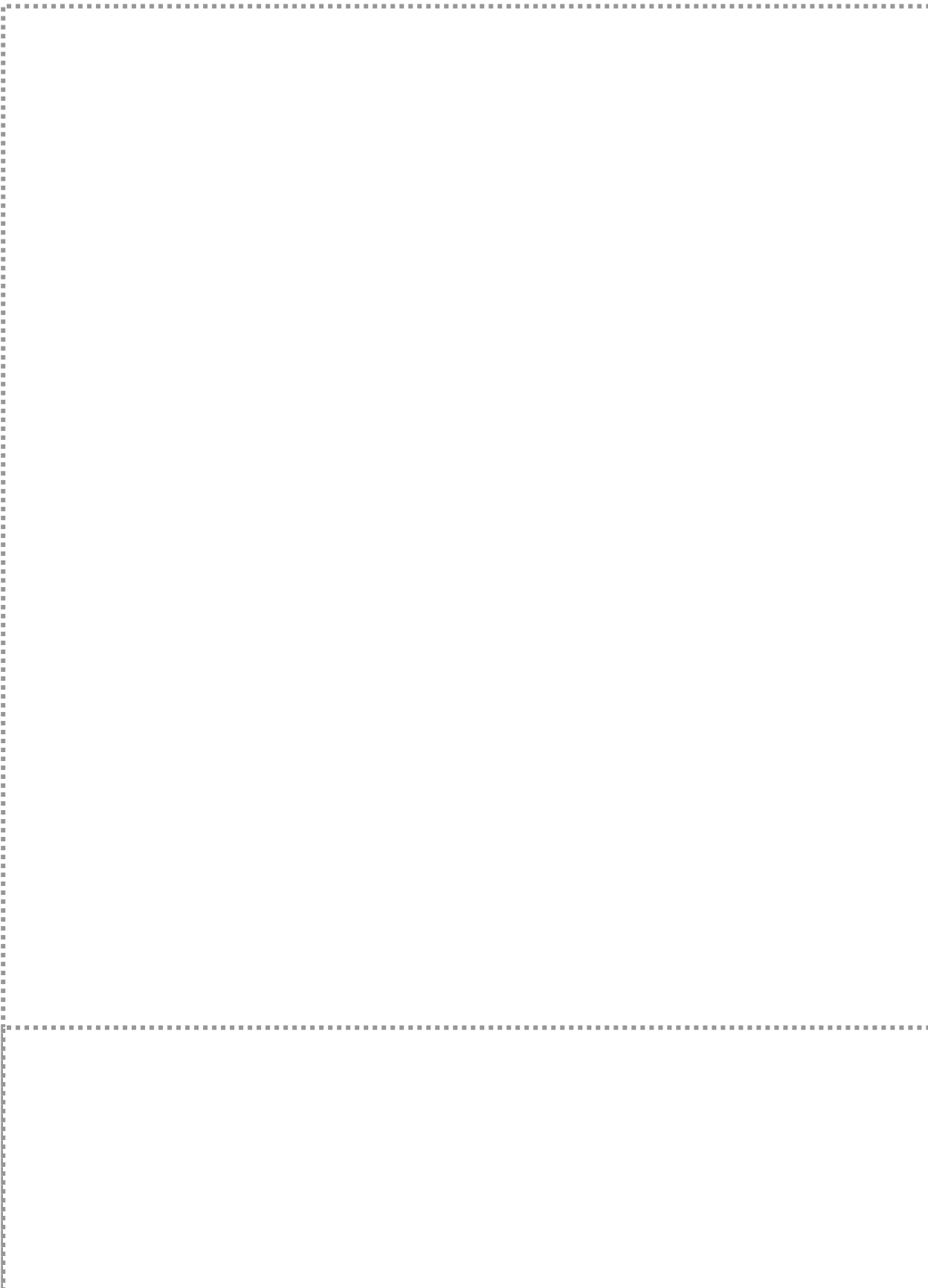
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



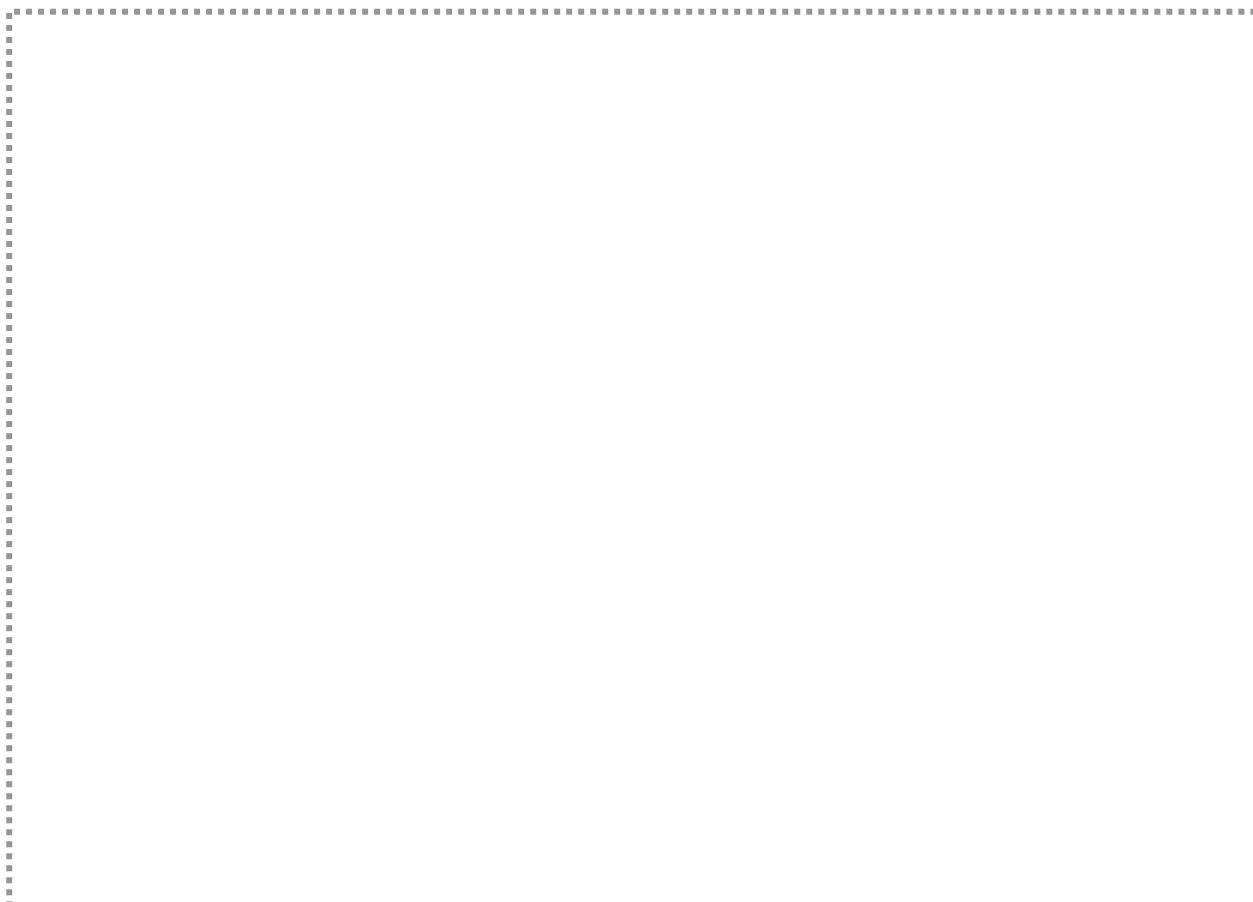
اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی بر گه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



اكتشاف ژئوشیمیائی برگه یکصد هزارم، شهرستان دیواندره



منابع

- 1- حسنی پاک، شرف‌الدین.م، 1370 : اصول اکتشافات ژئوشیمیائی، انتشارات دانشگاه تهران.
- 2- حسنی پاک، شرف‌الدین.م، 1380 : تحلیل داده‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران.
- 3- زاهدی، مصطفی؛ حاجیان، جواد، 1364 : نقشه زمین‌شناسی 1:250.000 سنندج، سازمان زمین‌شناسی کشور.

پیوست

(نتایج آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیائی، کانی‌سنگین و مینرالیزه)