

فصل چهارم
پردازش آماری داده های
ژئوشیمیایی- کانی سنگین

۴-۱- مقدمه

در این فصل مراحل انجام پردازش داده‌ها، ترسیم نقشه‌ها و معرفی مناطق امید بخش مقدماتی شرح داده می‌شود. به این منظور ابتدا داده‌های حاصل از آنالیز شیمیایی رسوبات آبراهه‌ای در یک بانک اطلاعاتی وارد گردید. علاوه بر داده‌های ژئوشیمیایی، شماره نمونه، اطلاعات لیتولوژی (بر مبنای نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین شناسی طارم) مربوط به سنگهای بالادست هر نمونه نیز در همان بانک ذخیره شده است. پس از محاسبه خطای آنالیز بعد، برای بخشی از داده‌ها، که به صورت سنسورد گزارش شده بود مقادیر جانمایی محاسبه و جایگزین مقادیر سنسورد گردید. در مرحله بعدی با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS داده‌های همگن و جهت حذف اثر سنگ بالادست داده‌های شاخص غنی شدگی تهیه گردید و در نهایت داده‌های خام و داده‌های شاخص غنی شدگی و داده‌های پردازش شده حاصله، بر حسب مورد در مطالعات آماری و تهیه هیستوگرام‌ها، باکس پلات‌ها، دندروگرام‌ها و... به کار برده شدند. در این پروژه نقشه آنومالی‌های داده خام و پس از حذف اثر لیتولوژی نقشه‌های شاخص غنی شدگی نیز برای هر عنصر تهیه شده است. این نقشه‌های همگی در نرم‌افزار ArcGIS تهیه شده‌اند. در این فصل به پردازش‌های آماری انجام شده بر روی داده‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین پرداخته و مناطق امید بخش مقدماتی براساس این پردازش‌ها جهت انجام مرحله کنترل آنومالی‌ها معرفی خواهد شد.

۴-۲- پردازش آماری داده‌ها

۴-۲-۱- جایگزینی داده‌های سنسورد

گاهی مواقع به علت وجود عیارهای بسیار کم (کمتر از حد تشخیص پایینی دستگاه یا روش تجزیه) و یا عیارهای بسیار بالا (بیشتر از حد تشخیص بالایی دستگاه یا روش تجزیه) داده‌های دقیقی بدست نیامده و این مقادیر عیاری به صورت صفر (0)، یا مقادیر کمتر از حد پایینی دستگاه (<) و یا مقادیر بیشتر از حد بالایی دستگاه (>) گزارش می‌شوند. به این مقادیر داده‌های سنسورد گفته می‌شود. داده‌های سنسورد به صورت کمی نبوده و وجود آن‌ها در پردازش داده‌ها ایجاد اختلال می‌نماید. به همین دلیل می‌بایست با مقادیر عددی مناسب جایگزین گردند.

روش‌های مختلفی برای تعیین مقادیر جایگزین داده‌های سنسورد وجود دارد. از جمله این روش‌ها می‌توان از روش آماری بیشترین درست‌نمایی، روش جایگزینی مقدار $\frac{3}{4}$ حد تشخیص پایینی دستگاه برای داده‌های سنسورد کوچک تر از حد (<) و $\frac{4}{3}$ حد تشخیص بالایی دستگاه برای داده‌های سنسورد بزرگتر از حد (>) نام برد. در محدوده مورد مطالعه عناصر B و Te به دلیل عدم تغییرات کافی در مقدار عددی

وامکان اختلال در پردازش‌های آماری از گردونه محاسبات چند متغیره خارج شده‌اند. جدول ۴-۱ مقادیر جایگزین شده داده‌های سنسورد را نشان داده است.

جدول ۴-۱: داده‌های سنسورد در ورقه یکصد هزارم طارم

| عنصر | مقدار جایگزین | تعداد | درصد |
|-----------|---------------|-------|---------|
| B | حذف | تمامی | 100.00% |
| Te | حذف | 484 | 64.28% |
| Au | 0.75 | 169 | 22.44% |
| Hg | 0.035 | 160 | 21.25% |
| Bi | 0.075 | 62 | 8.23% |
| Cd | 0.075 | 7 | 0.93% |
| Tl | 0.075 | 6 | 0.80% |
| Sn | 0.15 | 3 | 0.40% |
| W | 0.75 | 3 | 0.40% |
| Be | 0.15 | 2 | 0.27% |
| S | 37.5 | 2 | 0.27% |
| Ni | 1.5 | 1 | 0.13% |
| Sc | 0.75 | 1 | 0.13% |

۴-۲-۲- بررسی پارامترهای آمار توصیفی

در جدول ۴-۲، پارامترهای آماری توصیفی داده‌های خام نشان داده شده است. در این جدول پارامترهای میانگین، میانه، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات نشان داده شده است. از پارامترهایی همچون چولگی، انحراف معیار و ضریب تغییرات می‌توان بهترین و مناسب‌ترین نتایج مربوط به تغییرات عناصر را در منطقه ردیابی کرد. همانگونه که ملاحظه می‌شود بیشترین چولگی مثبت (Skewness) به ترتیب در عناصر Cd, Hg, Mo, S, Pb, Ba, Sr و Zn دیده شده است. بیشترین انحراف معیار نیز مربوط به عناصری همچون Fe, Ca, Al, Mg, K و ... است. انحراف معیار بالای عناصر ذکر شده به این دلیل می‌باشد که این عناصر جزو عناصر اصلی سنگ ساز بوده و به طور معمول دارای عیارهای بالا می‌باشند بویژه که بر حسب ppm بیان گردند. به منظور حذف این مسئله از ضریب تغییرات یا ضریب غنی‌شدگی استفاده شده است که توسط فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$CV\% = \left(\frac{Std.Dev.}{Mean} \right) * 100$$

بر این اساس بیشترین ضریب تغییرات (CV%) در عنصر Cd با حداکثر مقدار و سپس به ترتیب در عناصر S، Hg، Pb، Mo، Au، Zn، Bi، W، Th و Cu مشاهده شده است. کمترین ضریب تغییرات نیز با وجود مقدار بالای انحراف معیار در عنصر Al مشاهده می‌شود. این بدان معناست که عناصری همچون Hg، Pb و با احتمال کمتر Au، Zn و Cu در محدوده مورد مطالعه بیشترین احتمال کانی‌سازی را دارند. در جدول ۴-۳، پس از حذف داده‌های خارج از ردیف مجدداً پارامترهای آماری مذکور محاسبه شده‌اند. با توجه در این جدول مشاهده می‌شود که کماکان بیشترین ضریب تغییرات را عناصر S، Cd، Pb و Au دارا می‌باشند. کمترین ضریب تغییرات نیز مربوط به Al است. این بدان مفهوم است عناصر رده بالای ضریب تغییرات به لحاظ میزان تغییرات و کانی‌زایی احتمالی مستعد می‌باشند.

۴-۲-۳- ترسیم هیستوگرام‌ها و شرح آن‌ها

هیستوگرام‌ها نمایش گرافیکی داده‌ها بر مبنای کلاسه‌های از پیش تعریف شده است. در این نمودارها محور x نمایانگر تعداد کلاسه^۱ بوده که قابل تعریف هم می‌باشد و محور y فراوانی هر کدام از این کلاسه‌ها را نشان می‌دهد. سه ویژگی موقعیت^۲، پراکندگی^۳ و شکل^۴ توسط هیستوگرام‌ها قابل ارائه است. محاسبه موقعیت در یک جامعه آماری با محاسبه میانگین حسابی و هندسی جامعه، مد و میانه امکان‌پذیر بوده و محاسبه پراکندگی آن را آمارهایی همچون حد^۵، انحراف درون چارکی^۶، واریانس و انحراف معیار بیان می‌کند. شکل یک هیستوگرام از پارامترهایی همچون چولگی و کشیدگی تاثیر می‌پذیرد.

هیستوگرام‌ها به همراه جدول پارامترهای آماری، اولین پارامترهایی هستند که امکان پردازش‌های بعدی را در اختیار کارشناسان قرار می‌دهند. تمام هیستوگرام‌های این محدوده با استفاده از داده‌های خام ترسیم و مجدداً بعد از حذف داده‌های خارج از ردیف تکرار گردیده است (شکل ۴-۱ و پیوست ۹).

با مشاهده هیستوگرام‌ها می‌توان به نوع تابع توزیع، وجود یا عدم وجود چولگی و میزان تقریبی آن پی‌برد. چنانچه شکل هیستوگرام عنصری در توزیع داده‌های همگن شده به یک شکل بالنسبه نرمال نزدیک باشد نمی‌توان آنومالی ارزشمندی را از آن انتظار داشت. آنچه از بررسی هیستوگرام‌های جوامع خام و همگن شده محدوده به دست آمده است به شرح ذیل می‌باشد.

¹ - Interval
² - Location
³ - Dispersion
⁴ - Shape
⁵ - Range
⁶ - Interquartile Devision

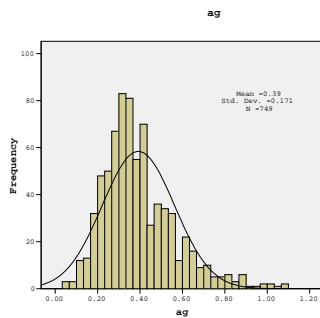
جدول ۴-۲: پارامترهای آمار توصیفی حاصل از پردازش داده های خام

| Variable | Mean | Median | Std. Devi. | Skewness | Kurtosis | Minimum | Percentiles | | | Maximum | CV% |
|----------|---------|--------|------------|----------|----------|---------|-------------|--------|--------|---------|---------|
| | | | | | | | 84 | 97.5 | 99 | | |
| Cd | 0.64 | 0.30 | 5.21 | 26.59 | 720.9 | 0.08 | 0.50 | 1.70 | 5.17 | 142.00 | 820.25% |
| S | 1374.82 | 460.00 | 5397.00 | 8.90 | 87.78 | 37.5 | 920 | 9170 | 30076 | 66000 | 392.56% |
| Hg | 0.08 | 0.07 | 0.20 | 26.06 | 702.3 | 0.04 | 0.11 | 0.17 | 0.20 | 5.43 | 234.89% |
| Pb | 41.22 | 26.20 | 69.36 | 8.68 | 88.14 | 3.30 | 51.74 | 138.15 | 308.88 | 839.00 | 168.27% |
| Mo | 2.06 | 1.80 | 2.50 | 19.64 | 468.9 | 0.50 | 2.70 | 4.62 | 6.64 | 62.90 | 121.29% |
| Au | 1.57 | 1.00 | 1.38 | 4.78 | 35.41 | 0.75 | 2.00 | 4.00 | 8.00 | 15.00 | 88.03% |
| Zn | 148.50 | 121.00 | 122.67 | 7.13 | 69.32 | 28.80 | 191.36 | 377.60 | 760.68 | 1660 | 82.61% |
| Bi | 0.25 | 0.20 | 0.20 | 4.19 | 27.56 | 0.08 | 0.40 | 0.70 | 1.10 | 2.20 | 80.55% |
| W | 1.74 | 1.50 | 1.12 | 3.09 | 20.16 | 0.08 | 2.54 | 4.70 | 5.80 | 13.60 | 64.38% |
| Th | 8.62 | 7.79 | 5.40 | 6.15 | 53.92 | 1.62 | 10.20 | 19.50 | 34.37 | 69.80 | 62.57% |
| Cu | 55.49 | 49.50 | 33.72 | 4.54 | 39.43 | 13.60 | 75.84 | 125.30 | 194.46 | 471.00 | 60.76% |
| Sr | 353.34 | 321.00 | 213.44 | 7.36 | 85.98 | 22.00 | 453.00 | 676.90 | 1001.1 | 3440.0 | 60.41% |
| Cr | 72.51 | 63.00 | 42.81 | 2.51 | 10.27 | 4.00 | 99.00 | 189.30 | 257.38 | 364.00 | 59.04% |
| As | 24.69 | 21.70 | 14.50 | 3.24 | 17.40 | 1.50 | 34.14 | 59.57 | 89.97 | 150.00 | 58.73% |
| Sb | 1.83 | 1.50 | 1.01 | 1.36 | 2.30 | 0.10 | 2.80 | 4.40 | 5.60 | 6.40 | 55.42% |
| Ag | 0.40 | 0.36 | 0.20 | 3.45 | 29.81 | 0.05 | 0.55 | 0.87 | 1.03 | 2.82 | 51.05% |
| Cs | 5.81 | 5.20 | 2.87 | 1.90 | 5.86 | 0.70 | 7.90 | 13.36 | 16.44 | 23.80 | 49.35% |
| V | 200.07 | 180.00 | 98.27 | 2.84 | 21.40 | 6.00 | 279.00 | 433.15 | 526.00 | 1290.0 | 49.12% |
| P | 1088.08 | 1060 | 510.20 | 4.79 | 44.20 | 60.00 | 1370 | 1903 | 2876.8 | 6990 | 46.89% |
| Sn | 2.47 | 2.30 | 1.15 | 1.52 | 4.77 | 0.15 | 3.40 | 5.24 | 7.00 | 9.40 | 46.37% |
| Ca | 41061.9 | 39300 | 18611.1 | 1.21 | 4.31 | 2220 | 58900 | 82540 | 95138 | 164000 | 45.32% |
| Tl | 0.48 | 0.50 | 0.21 | 1.21 | 4.65 | 0.08 | 0.60 | 1.00 | 1.20 | 1.90 | 44.00% |
| Mg | 15951.2 | 14600 | 6183.38 | 1.30 | 2.69 | 1440 | 21672 | 31415 | 35722 | 51000 | 38.76% |
| Ba | 566.68 | 543.00 | 216.64 | 8.49 | 132.7 | 125.0 | 686.00 | 917.45 | 1141.4 | 4360 | 38.23% |
| Ni | 32.44 | 30.00 | 12.37 | 0.74 | 0.59 | 1.50 | 45.00 | 61.00 | 67.46 | 81.00 | 38.13% |
| Mn | 1315.56 | 1220.0 | 494.10 | 1.79 | 5.29 | 361.0 | 1673.6 | 2696.0 | 3081.4 | 4610.0 | 37.56% |
| Rb | 71.90 | 65.80 | 26.91 | 1.34 | 3.13 | 15.10 | 95.84 | 136.00 | 163.84 | 221.00 | 37.43% |
| Fe | 60584.4 | 56700 | 21781.8 | 3.38 | 33.63 | 10500 | 77636 | 106150 | 128600 | 334000 | 35.95% |
| Zr | 82.54 | 82.00 | 29.44 | 0.47 | 0.28 | 18.00 | 112.00 | 149.30 | 168.30 | 183.00 | 35.67% |
| Be | 1.45 | 1.40 | 0.51 | 0.81 | 1.05 | 0.15 | 2.00 | 2.60 | 3.10 | 3.70 | 35.36% |
| U | 2.05 | 1.99 | 0.72 | 2.52 | 14.63 | 0.50 | 2.54 | 3.68 | 5.02 | 8.33 | 34.88% |
| Sc | 19.00 | 18.00 | 6.55 | 1.51 | 6.13 | 0.75 | 25.00 | 34.15 | 39.46 | 70.00 | 34.47% |
| Nb | 11.46 | 10.90 | 3.78 | 1.84 | 9.56 | 2.60 | 14.80 | 19.62 | 23.82 | 41.00 | 33.01% |
| Ti | 6626.43 | 6480 | 2048.92 | 1.80 | 10.43 | 322 | 8224 | 11200 | 13030 | 24900 | 30.92% |
| Li | 26.31 | 25.10 | 8.06 | 0.92 | 1.62 | 4.80 | 32.90 | 47.08 | 51.83 | 60.30 | 30.63% |
| Co | 19.51 | 18.80 | 5.68 | 0.67 | 0.69 | 2.90 | 24.94 | 32.32 | 34.05 | 44.40 | 29.11% |
| Na | 15048.0 | 15100 | 4337.30 | 0.14 | 0.29 | 944 | 19336 | 23400 | 25530 | 32900 | 28.82% |
| K | 19307.9 | 18600 | 5515.26 | 0.56 | 0.39 | 5000 | 24900 | 31230 | 34976 | 40700 | 28.56% |
| La | 30.17 | 29.00 | 8.10 | 1.81 | 8.13 | 12.00 | 36.00 | 48.00 | 62.46 | 91.00 | 26.85% |
| Ce | 61.52 | 59.10 | 16.27 | 1.85 | 6.89 | 26.10 | 73.64 | 104.30 | 128.46 | 171.00 | 26.45% |
| Y | 20.74 | 20.40 | 4.62 | 0.48 | 2.03 | 7.55 | 24.90 | 30.80 | 34.35 | 48.10 | 22.30% |
| Al | 77313.9 | 78200 | 10635.2 | -0.56 | 1.18 | 39000 | 86400 | 96930 | 102000 | 113000 | 13.76% |

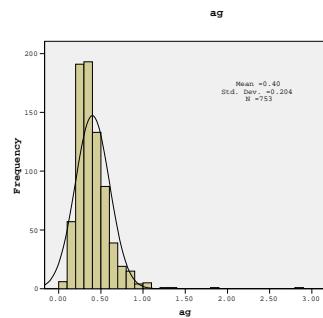
جدول ۴-۳: پارامترهای آمار توصیفی حاصل از پردازش داده های خام بعد از حذف داده های خارج از ردیف

| Variable | N | | Mean | Median | Std. Dev. | Skewness | Kurtosis | Minimum | Maximum | CV% |
|----------|-------|---------|----------|---------|-----------|----------|----------|---------|----------|--------|
| | Valid | Missing | | | | | | | | |
| S | 726 | 27 | 601.29 | 440.00 | 589.91 | 3.79 | 17.66 | 37.50 | 4810.00 | 98.11% |
| Cd | 745 | 8 | 0.38 | 0.30 | 0.30 | 3.28 | 14.15 | 0.08 | 2.70 | 78.36% |
| Pb | 736 | 17 | 33.20 | 25.85 | 21.97 | 2.23 | 5.77 | 3.30 | 139.00 | 66.16% |
| Au | 742 | 11 | 1.45 | 1.00 | 0.90 | 1.65 | 2.24 | 0.75 | 5.00 | 61.88% |
| W | 751 | 2 | 1.71 | 1.50 | 1.01 | 1.81 | 4.63 | 0.08 | 6.90 | 58.80% |
| Bi | 742 | 11 | 0.23 | 0.20 | 0.14 | 1.41 | 2.62 | 0.08 | 0.80 | 58.00% |
| Cr | 750 | 3 | 71.40 | 63.00 | 39.10 | 1.95 | 5.95 | 4.00 | 281.00 | 54.76% |
| Sb | 744 | 9 | 1.78 | 1.50 | 0.92 | 0.98 | 0.62 | 0.10 | 4.90 | 51.55% |
| As | 749 | 4 | 24.14 | 21.70 | 12.43 | 2.16 | 7.84 | 1.50 | 98.60 | 51.48% |
| Cu | 747 | 6 | 53.58 | 49.40 | 25.14 | 1.57 | 4.65 | 13.60 | 195.00 | 46.92% |
| Cs | 750 | 3 | 5.75 | 5.20 | 2.67 | 1.45 | 2.74 | 0.70 | 17.70 | 46.51% |
| Mo | 747 | 6 | 1.92 | 1.80 | 0.89 | 1.64 | 4.51 | 0.50 | 6.80 | 46.14% |
| Zn | 744 | 9 | 137.78 | 120.50 | 63.28 | 1.90 | 4.87 | 28.80 | 471.00 | 45.93% |
| Hg | 746 | 7 | 0.08 | 0.07 | 0.03 | 0.78 | 0.34 | 0.04 | 0.19 | 44.39% |
| V | 750 | 3 | 197.40 | 179.00 | 86.85 | 1.18 | 1.79 | 6.00 | 558.00 | 44.00% |
| Ag | 749 | 4 | 0.39 | 0.36 | 0.17 | 1.08 | 1.57 | 0.05 | 1.08 | 43.52% |
| Ca | 751 | 2 | 40746.58 | 39200.0 | 17599.4 | 0.67 | 0.65 | 2220.00 | 118000.0 | 43.19% |
| Tl | 751 | 2 | 0.48 | 0.50 | 0.20 | 0.82 | 2.21 | 0.08 | 1.40 | 42.31% |
| Sn | 745 | 8 | 2.42 | 2.30 | 1.01 | 0.82 | 1.31 | 0.15 | 6.50 | 41.91% |
| Th | 745 | 8 | 8.19 | 7.77 | 3.18 | 2.10 | 8.18 | 1.62 | 27.40 | 38.77% |
| Ni | 752 | 1 | 32.38 | 30.00 | 12.25 | 0.69 | 0.42 | 1.50 | 78.00 | 37.83% |
| Mg | 750 | 3 | 15830.56 | 14600.0 | 5887.16 | 1.01 | 0.95 | 1440.00 | 36200.00 | 37.19% |
| Mn | 752 | 1 | 1311.18 | 1220.00 | 479.57 | 1.55 | 3.42 | 361.00 | 3630.00 | 36.58% |
| Rb | 751 | 2 | 71.52 | 65.80 | 25.92 | 1.11 | 1.74 | 15.10 | 197.00 | 36.24% |
| Sr | 743 | 10 | 335.93 | 319.00 | 119.90 | 0.83 | 1.53 | 22.00 | 892.00 | 35.69% |
| Zr | 752 | 1 | 82.40 | 82.00 | 29.23 | 0.44 | 0.20 | 18.00 | 177.00 | 35.47% |
| Be | 753 | 0 | 1.45 | 1.40 | 0.51 | 0.81 | 1.05 | 0.15 | 3.70 | 35.36% |
| Sc | 751 | 2 | 18.88 | 18.00 | 6.16 | 0.87 | 1.06 | 0.75 | 42.00 | 32.59% |
| Fe | 752 | 1 | 60220.88 | 56650.0 | 19375.4 | 1.12 | 2.45 | 10500.0 | 156000.0 | 32.17% |
| P | 739 | 14 | 1041.63 | 1050.00 | 327.06 | -0.01 | -0.08 | 60.00 | 1970.00 | 31.40% |
| Li | 752 | 1 | 26.26 | 25.10 | 7.97 | 0.87 | 1.42 | 4.80 | 57.80 | 30.34% |
| Nb | 749 | 4 | 11.34 | 10.90 | 3.36 | 0.68 | 1.20 | 2.60 | 25.80 | 29.61% |
| U | 746 | 7 | 2.01 | 1.98 | 0.59 | 0.87 | 2.93 | 0.50 | 4.97 | 29.24% |
| Co | 752 | 1 | 19.48 | 18.80 | 5.61 | 0.60 | 0.38 | 2.90 | 39.30 | 28.80% |
| Na | 751 | 2 | 15004.27 | 15100.0 | 4258.33 | 0.03 | -0.08 | 944.00 | 28700.00 | 28.38% |
| K | 752 | 1 | 19279.48 | 18600.0 | 5463.37 | 0.51 | 0.23 | 5000.00 | 39600.00 | 28.34% |
| Ti | 749 | 4 | 6561.95 | 6470.00 | 1835.07 | 0.64 | 1.20 | 322.00 | 14600.00 | 27.97% |
| La | 752 | 1 | 30.09 | 29.00 | 7.80 | 1.44 | 5.08 | 12.00 | 74.00 | 25.91% |
| Ce | 752 | 1 | 61.38 | 59.10 | 15.78 | 1.61 | 5.13 | 26.10 | 145.00 | 25.71% |
| Ba | 749 | 4 | 556.13 | 543.00 | 141.02 | 0.75 | 2.35 | 125.00 | 1210.00 | 25.36% |
| Y | 752 | 1 | 20.71 | 20.40 | 4.52 | 0.24 | 0.73 | 7.55 | 36.40 | 21.82% |
| Al | 753 | | 77313.94 | 78200.0 | 10635.2 | -0.56 | 1.18 | 39000.0 | 113000.0 | 13.76% |

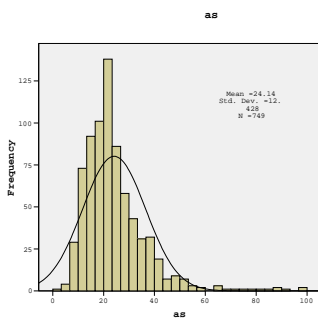
بررسی هیستوگرام عناصر قبل از حذف مقادیر خارج از ردیف نشان می دهد که از میان تمامی عناصر مورد بررسی ، عناصر $Al, Be, Co, K, Li, Na, Ni, Y$ و Zr دارای توزیع نرمال تقریباً متقارن می باشند در حالیکه سایر عناصر توزیع لاگ نرمال با چولگی مثبت را نشان می دهند. پس از حذف داده های خارج از ردیف، هیستوگرام اکثر عناصر به توزیع نرمال متقارن نزدیک تر شده است. در عین حال کماکان عناصری همچون $As, Cd, Ce, Cr, Cs, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, S, Th, W$ و Zn از خود توزیع لاگ نرمال نشان می دهند. این نحوه توزیع می تواند دلیلی بر رخداد آنومالی و احتمالاً کانی سازی در منطقه محسوب شود. حال اگر از داده های جدید لگاریتم گرفته شود تا حدود زیادی تابع توزیع به حالت نرمال نزدیک می شود. با حذف اثر سنگ از طریق تشکیل ضرایب غنی شدگی و سپس حذف داده های خارج از رده نیز می توان به یک جامعه نزدیک به نرمال دست یافت.



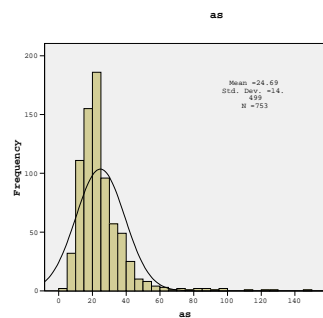
هیستوگرام Ag - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



هیستوگرام Ag - داده های خام

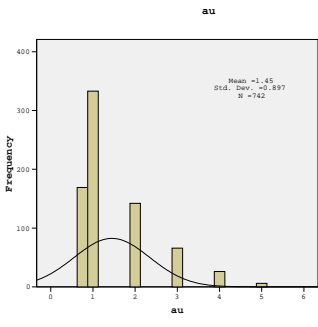


هیستوگرام As - بعد از حذف داده های خارج از ردیف

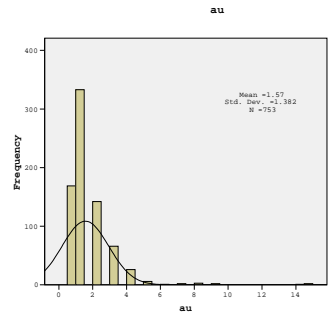


هیستوگرام As - داده های خام

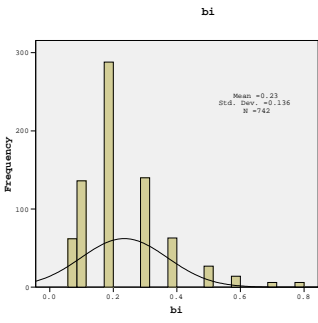
شکل ۴-۱: هیستوگرام عناصر مهم بر اساس داده های ژئوشیمیایی محدوده طارم (بقیه در پیوست ۹- گزارش)



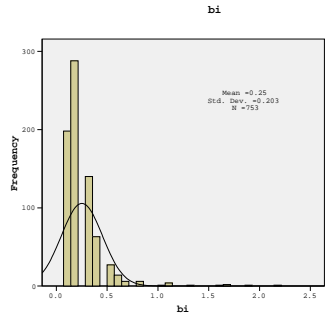
هیستوگرام Au - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



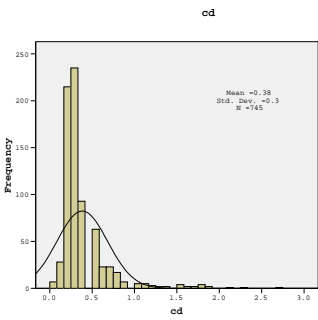
هیستوگرام Au - داده های خام



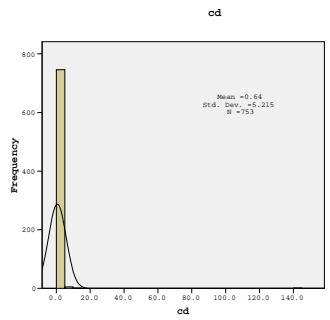
هیستوگرام Bi - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



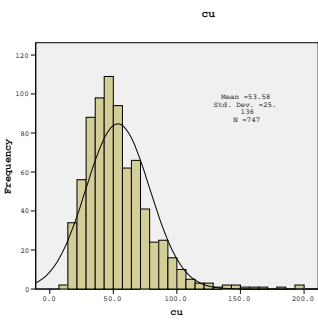
هیستوگرام Bi - داده های خام



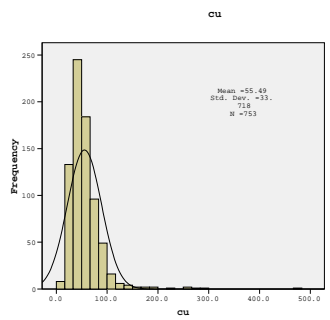
هیستوگرام Cd - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



هیستوگرام Cd - داده های خام

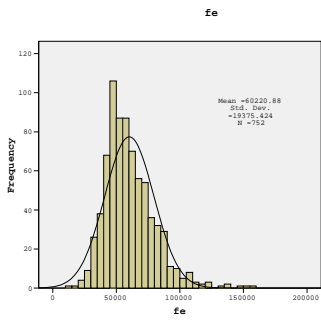


هیستوگرام Cu - بعد از حذف داده های خارج از ردیف

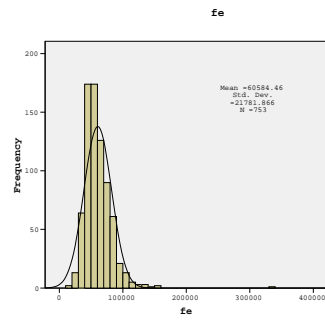


هیستوگرام Cu - داده های خام

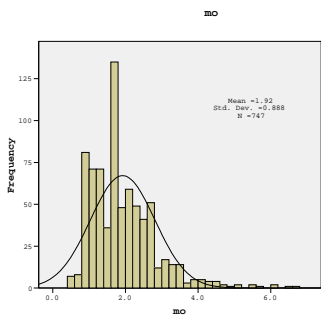
شکل ۴-۱: ادامه



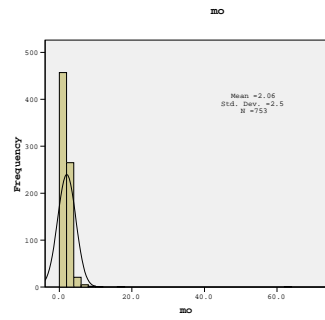
هیستوگرام Fe - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



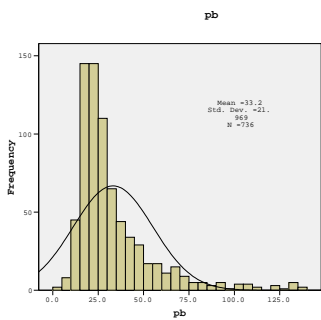
هیستوگرام Fe - داده های خام



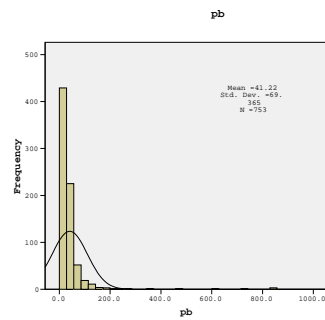
هیستوگرام Mo - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



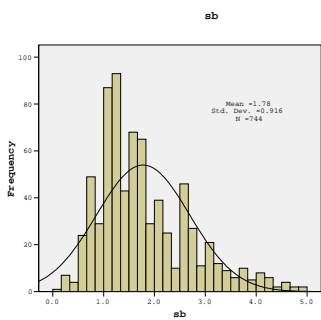
هیستوگرام Mo - داده های خام



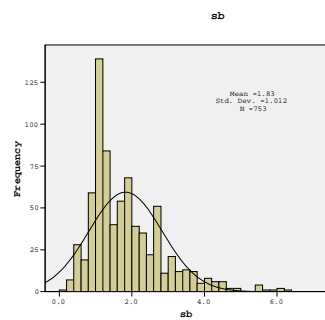
هیستوگرام Pb - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



هیستوگرام Pb - داده های خام

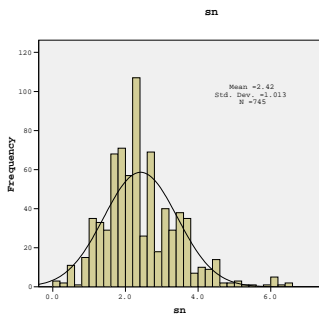


هیستوگرام Sb - بعد از حذف داده های خارج از ردیف

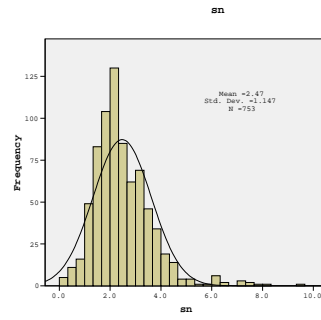


هیستوگرام Sb - داده های خام

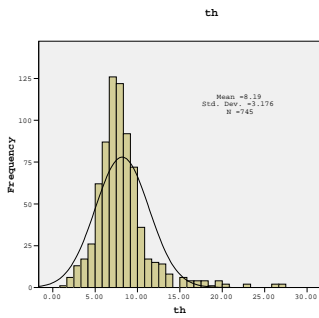
شکل ۴-۱: ادامه



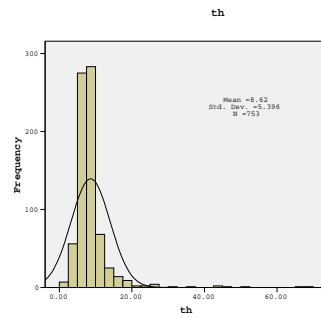
هیستوگرام Sn - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



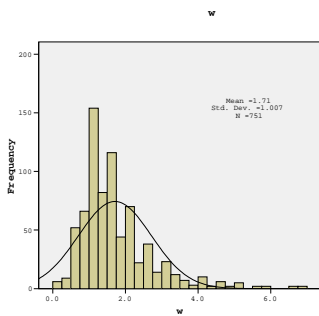
هیستوگرام Sn - داده های خام



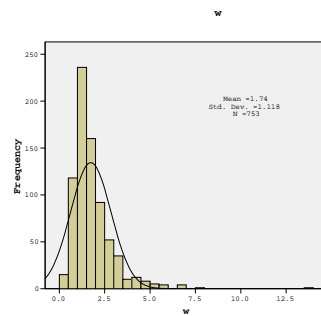
هیستوگرام Th - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



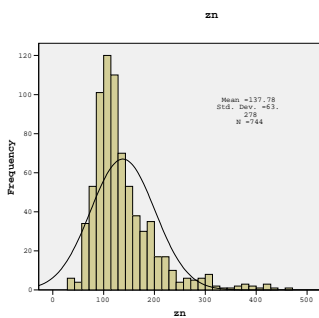
هیستوگرام Th - داده های خام



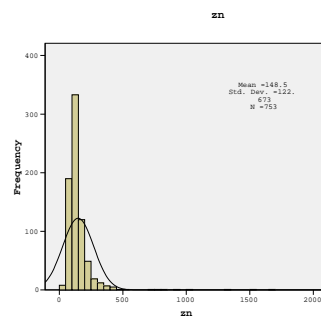
هیستوگرام W - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



هیستوگرام W - داده های خام



هیستوگرام Zn - بعد از حذف داده های خارج از ردیف



هیستوگرام Zn - داده های خام

شکل ۴-۱: ادامه

۴-۲-۴- ترسیم باکس پلاتها

نمودارهای جعبه‌ای (Box Plots) یکی از روش‌های نمایش توزیع داده‌های جوامع آماری است که با توجه به چارک‌های آن و حد بین‌چارکی^۷ انتخاب شده‌اند. در این نمودارها میزان حداقل ۲۵ درصد، میانگین، ۷۵ درصد و حداکثر به نمایش گذارده شده و نمونه‌هایی نیز بر اساس حد بین‌چارکی به عنوان نمونه‌های خارج از رده^۸ یا فوق‌العاده^۹ محسوب شده‌اند. نمونه‌های خارج از رده به نمونه‌هایی اطلاق می‌شود که فرمول زیر در آن‌ها صادق باشد:

$$\text{Outlier} = 1.5 \sim 3 (75\text{th} - 25\text{th})$$

نمونه‌هایی که مقادیر عنصری آنها بالاتر از این حد باشد به عنوان نمونه‌های فوق‌العاده نامیده می‌شوند. کشیدگی دم (Tail) باکس پلاتها می‌تواند معرف نمونه‌هایی باشد که در مقادیر غیر معمول خود را نشان داده‌اند. با توجه به باکس پلاتها می‌توان، به بررسی میزان مناسب حد تشخیص^{۱۰}، میزان گستردگی حد بین‌چارکی، وضعیت میانگین در نمودار، نحوه گسترش نمونه‌های خارج از رده و فوق‌العاده و تمایز نسبی جوامع نرمال با سایر جوامع و احتمال پیدایش مقادیر ناهنجار را مشخص کرد.

در شکل شماره (۴-۲) باکس پلات کلیه عناصر آنالیز شده آورده شده است. در این مجموعه عناصر، مقادیر خارج از بدنه اصلی جامعه تقریباً به وفور دیده می‌شود. بیشترین اختلاف و دوری از بدنه اصلی مربوط به عناصری همچون Cd و Hg است. همانگونه که در باکس پلات عنصر Cd مشاهده می‌شود این اختلاف زیاد به دلیل وجود نمونه‌ای با عیار بیش از ۱۴۲ ppm می‌باشد. بعد از نمونه، بالاترین عیار عنصر Cd، ۱۲/۶ ppm می‌باشد. همین حالت در مورد عنصر Hg صادق است. بالاترین عیار عنصر Hg برابر با ۵/۴۳ ppm گزارش شده در حالیکه بعد از آن بالاترین عیار به میزان ۰/۳ ppm می‌باشد. بعد از عناصر ذکر شده، عناصر S, Zn, Pb, Mo, Cu, Fe, Ba, Au و Ag دارای اختلاف و دوری قابل قبولی از بدنه اصلی می‌باشند که می‌تواند نشان از دامنه تغییرات بالا و وجود نمونه‌های فوق‌العاده یا آنومال و در نتیجه کانی‌سازی احتمالی در منطقه باشد. رسم این نمودارها برای عناصر Al, Be, K, Na, Zr و تعدادی دیگر از عناصر همانگونه که انتظار می‌رود نشان از نرمال بودن منطقه و عدم وجود غنی‌شدگی احتمالی می‌باشد.

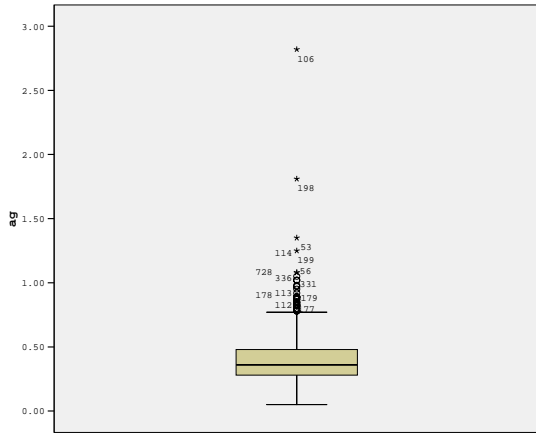
در جدول ۴-۴، تعداد ۵۰ سلول با بالاترین مقدار غنی‌شدگی نسبت به عیار زمینه برای هر عنصر به همراه مقادیر مربوطه آورده شده است.

⁷ - Interquartile Ranges

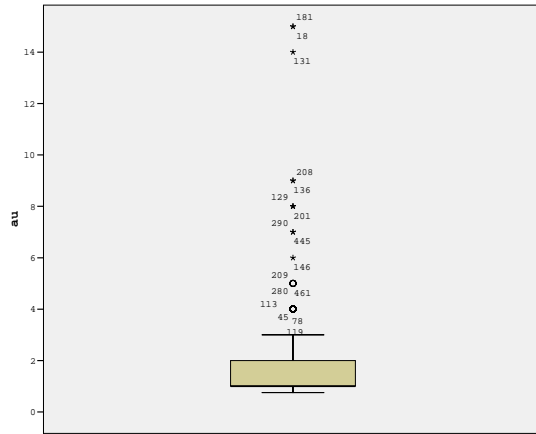
⁸ - Outlier

⁹ - Extreme

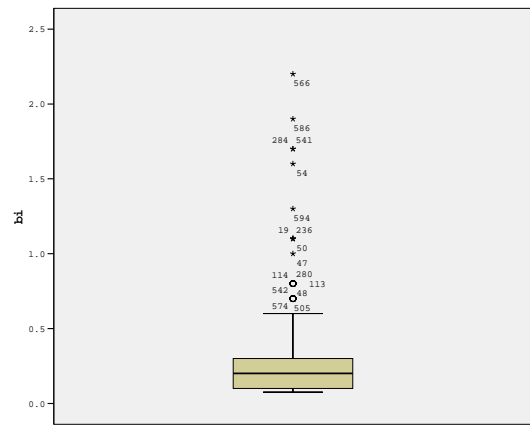
¹⁰ - Detection Limit



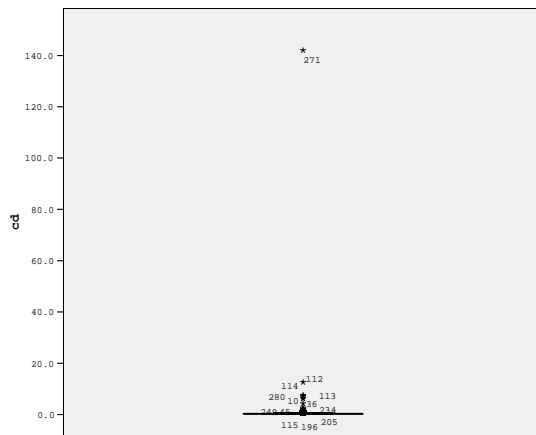
باکس پلات Ag



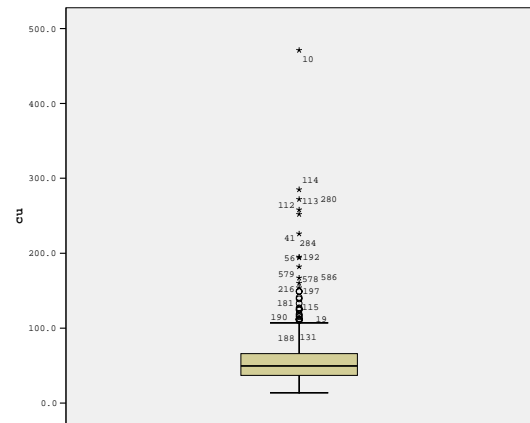
باکس پلات Au



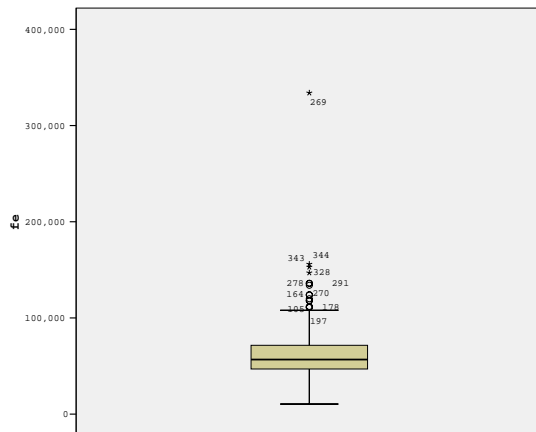
باکس پلات Bi



باکس پلات Cd

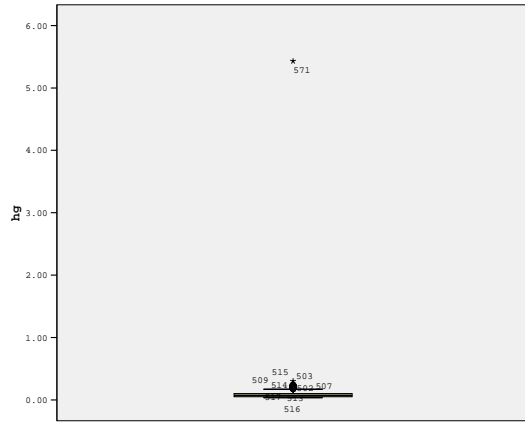


باکس پلات Cu

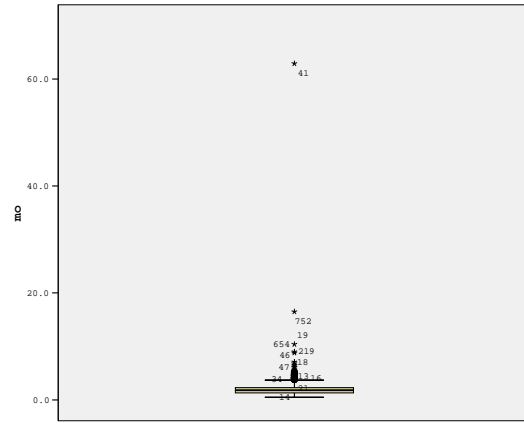


باکس پلات Fe

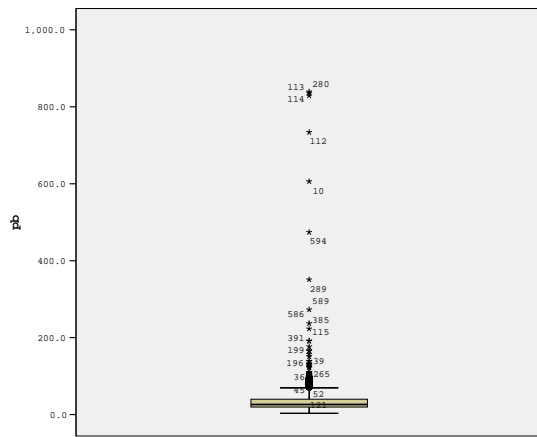
شکل ۴-۲: نمودارهای باکس پلات عناصر مهم در محدوده اکتشافی طارم (بقیه در پیوست -۱۰ گزارش)



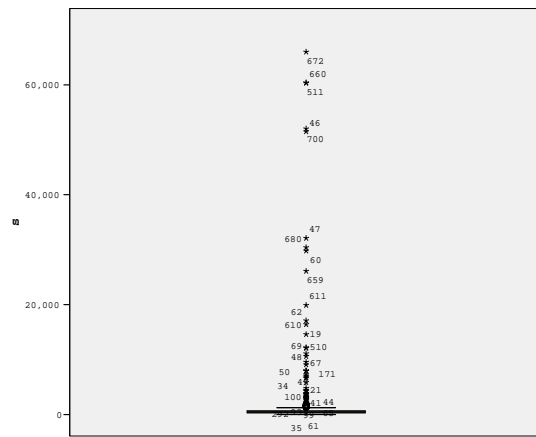
باکس پلات Hg



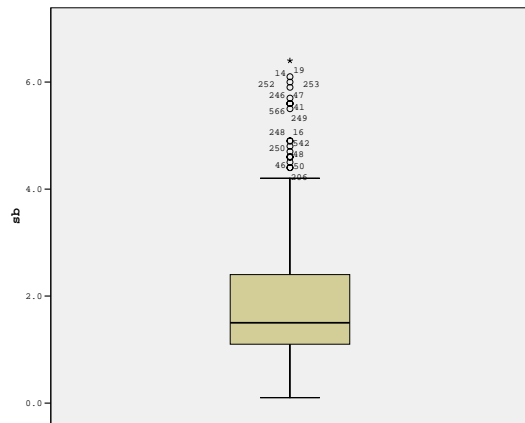
باکس پلات Mo



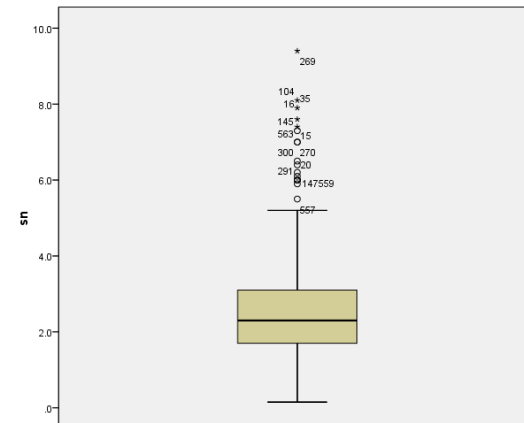
باکس پلات Pb



باکس پلات S

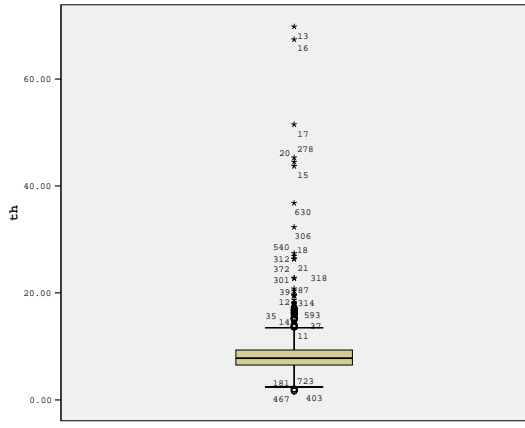


باکس پلات Sb

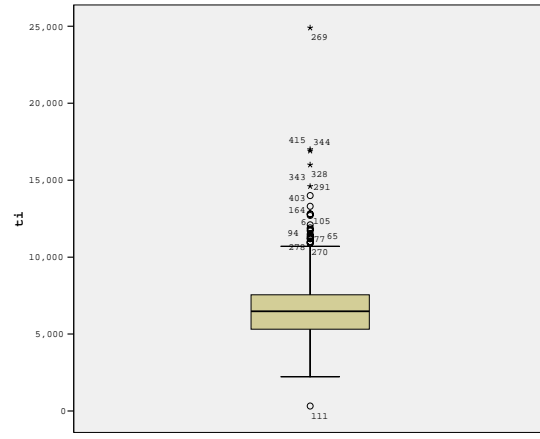


باکس پلات Sn

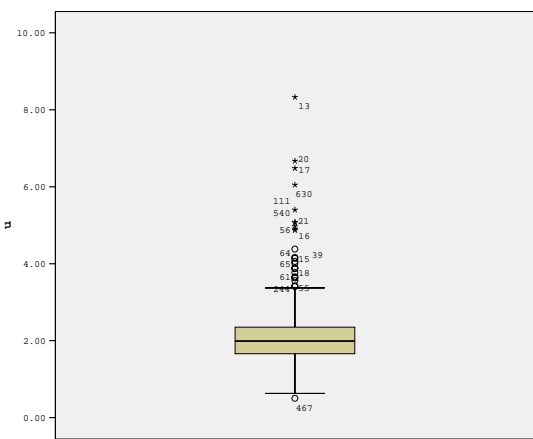
شکل ۴-۲: ادامه



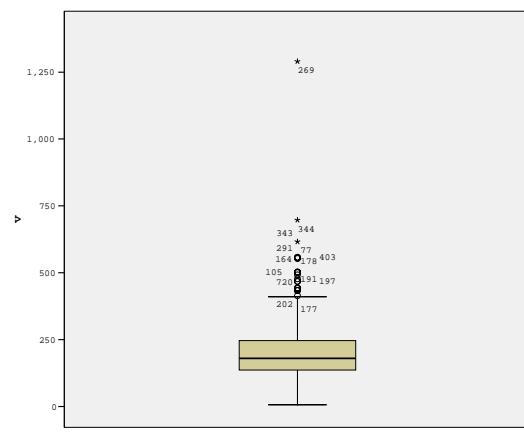
باکس پلات Th



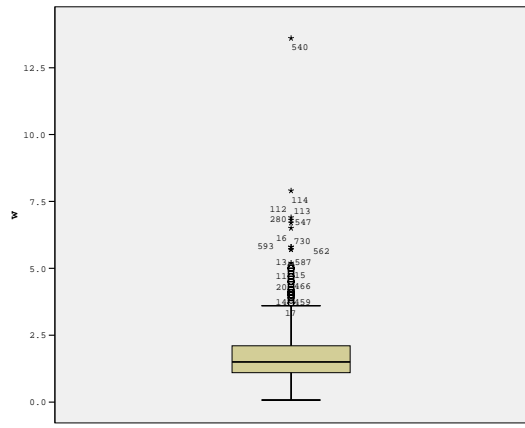
باکس پلات Ti



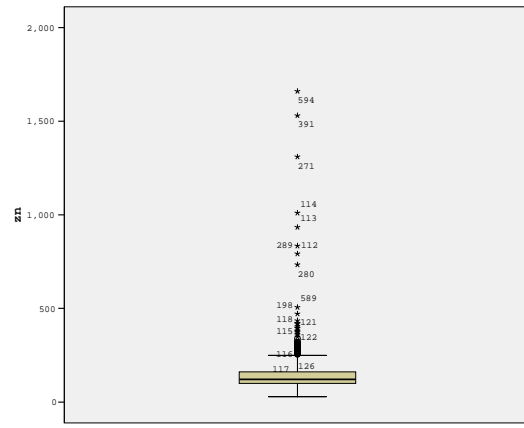
باکس پلات U



باکس پلات V



باکس پلات W



باکس پلات Zn

شکل ۴-۲: ادامه

جدول ۴-۵: کد نمونه‌های غنی شده به همراه میزان غنی‌شدگی عناصر نسبت به مقادیر زمینه

| Id | AgEi | Id | AlEi | Id | AsEi | Id | AuEi | Id | BaEi | Id | BeEi | Id | BiEi |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|
| 129 | 6.878 | 136 | 1.493 | 235 | 5.882 | 217 | 15.000 | 231 | 8.385 | 176 | 2.643 | 641 | 11.000 |
| 234 | 5.485 | 809 | 1.400 | 236 | 5.213 | 32 | 15.000 | 774 | 4.719 | 164 | 2.500 | 666 | 9.500 |
| 71 | 3.579 | 806 | 1.358 | 237 | 4.833 | 155 | 14.000 | 793 | 3.404 | 27 | 2.357 | 614 | 8.500 |
| 68 | 3.553 | 135 | 1.344 | 234 | 4.728 | 244 | 9.000 | 791 | 2.877 | 171 | 2.286 | 69 | 8.000 |
| 809 | 3.273 | 453 | 1.327 | 641 | 4.346 | 161 | 9.000 | 615 | 2.308 | 165 | 2.214 | 674 | 6.500 |
| 812 | 3.091 | 813 | 1.320 | 366 | 4.225 | 237 | 8.000 | 668 | 2.230 | 168 | 2.214 | 324 | 5.667 |
| 235 | 3.049 | 456 | 1.317 | 823 | 4.194 | 152 | 8.000 | 563 | 2.028 | 177 | 2.214 | 33 | 5.500 |
| 774 | 2.773 | 808 | 1.307 | 33 | 4.114 | 222 | 8.000 | 765 | 1.981 | 163 | 2.214 | 65 | 5.500 |
| 374 | 2.593 | 649 | 1.307 | 242 | 3.953 | 330 | 7.000 | 761 | 1.960 | 179 | 2.214 | 289 | 5.500 |
| 653 | 2.579 | 815 | 1.307 | 305 | 3.787 | 497 | 7.000 | 783 | 1.917 | 190 | 2.071 | 276 | 5.500 |
| 432 | 2.421 | 320 | 1.300 | 324 | 3.685 | 171 | 6.000 | 790 | 1.880 | 809 | 2.000 | 62 | 5.000 |
| 379 | 2.395 | 526 | 1.291 | 327 | 3.575 | 246 | 5.000 | 490 | 1.880 | 173 | 2.000 | 136 | 4.000 |
| 137 | 2.348 | 137 | 1.287 | 329 | 3.507 | 620 | 5.000 | 794 | 1.779 | 167 | 1.929 | 670 | 4.000 |
| 213 | 2.342 | 117 | 1.284 | 30 | 3.066 | 800 | 5.000 | 423 | 1.768 | 497 | 1.929 | 63 | 4.000 |
| 136 | 2.317 | 499 | 1.282 | 330 | 3.039 | 501 | 5.000 | 442 | 1.762 | 356 | 1.923 | 135 | 3.500 |
| 215 | 2.316 | 498 | 1.282 | 146 | 3.033 | 514 | 5.000 | 456 | 1.752 | 134 | 1.913 | 649 | 3.500 |
| 212 | 2.289 | 810 | 1.270 | 29 | 3.005 | 772 | 4.571 | 492 | 1.749 | 822 | 1.857 | 615 | 3.500 |
| 58 | 2.281 | 803 | 1.267 | 311 | 2.967 | 236 | 4.000 | 539 | 1.742 | 192 | 1.857 | 572 | 3.500 |
| 822 | 2.243 | 812 | 1.264 | 664 | 2.791 | 329 | 4.000 | 540 | 1.725 | 361 | 1.857 | 341 | 3.000 |
| 646 | 2.237 | 822 | 1.262 | 62 | 2.777 | 325 | 4.000 | 536 | 1.696 | 137 | 1.826 | 673 | 3.000 |
| 386 | 2.198 | 807 | 1.256 | 509 | 2.678 | 309 | 4.000 | 736 | 1.694 | 117 | 1.806 | 123 | 3.000 |
| 236 | 2.184 | 772 | 1.252 | 228 | 2.654 | 443 | 4.000 | 439 | 1.690 | 31 | 1.800 | 667 | 3.000 |
| 135 | 2.171 | 682 | 1.246 | 373 | 2.564 | 552 | 4.000 | 560 | 1.688 | 813 | 1.786 | 620 | 3.000 |
| 748 | 2.167 | 814 | 1.241 | 325 | 2.526 | 549 | 4.000 | 631 | 1.633 | 814 | 1.786 | 283 | 3.000 |
| 777 | 2.158 | 396 | 1.235 | 28 | 2.521 | 362 | 4.000 | 408 | 1.588 | 169 | 1.786 | 704 | 3.000 |
| 760 | 2.114 | 500 | 1.234 | 243 | 2.512 | 278 | 4.000 | 407 | 1.574 | 359 | 1.786 | 643 | 3.000 |
| 218 | 2.105 | 497 | 1.227 | 233 | 2.488 | 60 | 4.000 | 810 | 1.535 | 29 | 1.786 | 661 | 3.000 |
| 238 | 2.105 | 750 | 1.219 | 61 | 2.479 | 298 | 4.000 | 666 | 1.527 | 505 | 1.786 | 284 | 3.000 |
| 776 | 2.074 | 521 | 1.218 | 231 | 2.387 | 136 | 4.000 | 198 | 1.527 | 806 | 1.769 | 61 | 3.000 |
| 237 | 2.073 | 818 | 1.217 | 303 | 2.318 | 142 | 4.000 | 792 | 1.526 | 365 | 1.769 | 613 | 2.500 |
| 445 | 2.053 | 660 | 1.212 | 194 | 2.313 | 666 | 4.000 | 180 | 1.524 | 364 | 1.769 | 492 | 2.500 |
| 645 | 2.053 | 735 | 1.211 | 220 | 2.299 | 686 | 4.000 | 567 | 1.512 | 674 | 1.742 | 539 | 2.500 |
| 219 | 2.026 | 757 | 1.210 | 310 | 2.293 | 652 | 4.000 | 777 | 1.512 | 810 | 1.714 | 540 | 2.500 |
| 377 | 2.026 | 652 | 1.208 | 244 | 2.256 | 287 | 4.000 | 438 | 1.508 | 189 | 1.714 | 672 | 2.500 |
| 615 | 2.000 | 769 | 1.205 | 286 | 2.227 | 627 | 4.000 | 406 | 1.500 | 502 | 1.714 | 60 | 2.500 |
| 232 | 1.974 | 653 | 1.201 | 238 | 2.199 | 224 | 4.000 | 807 | 1.495 | 529 | 1.714 | 287 | 2.500 |
| 814 | 1.973 | 235 | 1.193 | 375 | 2.162 | 499 | 4.000 | 582 | 1.478 | 367 | 1.714 | 105 | 2.500 |
| 367 | 1.947 | 503 | 1.189 | 206 | 2.144 | 673 | 4.000 | 537 | 1.476 | 172 | 1.714 | 713 | 2.500 |
| 402 | 1.947 | 163 | 1.187 | 309 | 2.118 | 98 | 4.000 | 809 | 1.474 | 496 | 1.714 | 122 | 2.500 |
| 478 | 1.947 | 753 | 1.184 | 241 | 2.095 | 562 | 4.000 | 71 | 1.466 | 613 | 1.714 | 617 | 2.500 |
| 724 | 1.926 | 101 | 1.184 | 216 | 2.062 | 235 | 3.000 | 673 | 1.462 | 510 | 1.714 | 765 | 2.500 |
| 496 | 1.921 | 674 | 1.181 | 371 | 2.057 | 823 | 3.000 | 617 | 1.456 | 526 | 1.692 | 671 | 2.500 |
| 375 | 1.902 | 802 | 1.178 | 221 | 2.047 | 327 | 3.000 | 571 | 1.454 | 379 | 1.667 | 616 | 2.500 |
| 798 | 1.902 | 773 | 1.171 | 616 | 2.025 | 30 | 3.000 | 237 | 1.454 | 360 | 1.667 | 242 | 2.500 |
| 400 | 1.895 | 758 | 1.171 | 65 | 2.014 | 509 | 3.000 | 457 | 1.448 | 503 | 1.643 | 64 | 2.500 |
| 320 | 1.891 | 672 | 1.170 | 372 | 2.009 | 371 | 3.000 | 607 | 1.441 | 161 | 1.643 | 642 | 2.500 |
| 69 | 1.868 | 733 | 1.169 | 192 | 2.000 | 221 | 3.000 | 351 | 1.430 | 530 | 1.643 | 237 | 2.500 |
| 229 | 1.868 | 784 | 1.164 | 513 | 2.000 | 516 | 3.000 | 105 | 1.427 | 528 | 1.643 | 71 | 2.500 |
| 815 | 1.865 | 306 | 1.163 | 619 | 2.000 | 512 | 3.000 | 806 | 1.425 | 504 | 1.643 | 577 | 2.500 |
| 362 | 1.860 | 445 | 1.162 | 515 | 1.986 | 551 | 3.000 | 776 | 1.421 | 170 | 1.643 | 291 | 2.500 |

جدول ٤-٤: ادامه

| Id | CaEi | Id | CdEi | Id | CeEi | Id | CoEi | Id | CrEi | Id | CsEi | Id | CuEi |
|-----|-------|-----|---------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 279 | 4.085 | 311 | 473.333 | 768 | 2.551 | 455 | 2.301 | 508 | 5.778 | 680 | 4.617 | 23 | 9.181 |
| 273 | 4.036 | 443 | 42.000 | 30 | 2.529 | 666 | 2.091 | 520 | 5.556 | 723 | 4.577 | 136 | 6.107 |
| 300 | 2.939 | 136 | 23.333 | 27 | 2.369 | 226 | 2.036 | 507 | 5.365 | 236 | 4.212 | 135 | 5.964 |
| 774 | 2.730 | 135 | 21.333 | 750 | 2.357 | 217 | 2.031 | 802 | 4.460 | 235 | 3.766 | 137 | 5.163 |
| 385 | 2.521 | 674 | 20.667 | 763 | 2.295 | 182 | 1.966 | 495 | 4.206 | 526 | 3.574 | 320 | 4.928 |
| 68 | 2.482 | 137 | 15.200 | 345 | 2.280 | 253 | 1.819 | 524 | 4.143 | 135 | 3.298 | 324 | 4.205 |
| 438 | 2.443 | 329 | 14.333 | 736 | 2.269 | 230 | 1.791 | 516 | 4.111 | 514 | 3.269 | 55 | 3.951 |
| 464 | 2.435 | 320 | 14.200 | 764 | 2.262 | 520 | 1.767 | 525 | 4.063 | 64 | 3.135 | 71 | 3.688 |
| 740 | 2.366 | 438 | 9.000 | 134 | 2.189 | 613 | 1.762 | 513 | 3.921 | 497 | 3.077 | 228 | 3.586 |
| 638 | 2.294 | 436 | 7.667 | 769 | 2.023 | 232 | 1.751 | 213 | 3.921 | 136 | 2.979 | 666 | 3.384 |
| 416 | 2.194 | 437 | 7.000 | 767 | 1.970 | 252 | 1.741 | 509 | 3.873 | 652 | 2.862 | 655 | 2.957 |
| 222 | 2.185 | 341 | 6.333 | 613 | 1.959 | 139 | 1.716 | 804 | 3.841 | 140 | 2.846 | 654 | 2.847 |
| 645 | 2.143 | 23 | 6.333 | 34 | 1.932 | 572 | 1.710 | 227 | 3.619 | 192 | 2.788 | 258 | 2.754 |
| 429 | 2.133 | 667 | 6.000 | 710 | 1.870 | 516 | 1.710 | 158 | 3.413 | 674 | 2.667 | 233 | 2.754 |
| 761 | 2.128 | 809 | 6.000 | 31 | 1.852 | 513 | 1.710 | 212 | 3.238 | 237 | 2.660 | 253 | 2.606 |
| 75 | 2.086 | 613 | 6.000 | 324 | 1.843 | 239 | 1.708 | 233 | 3.190 | 654 | 2.635 | 289 | 2.569 |
| 316 | 2.053 | 673 | 6.000 | 284 | 1.749 | 195 | 1.705 | 128 | 3.119 | 139 | 2.606 | 108 | 2.506 |
| 752 | 2.051 | 672 | 5.667 | 28 | 1.736 | 233 | 1.689 | 309 | 3.095 | 655 | 2.500 | 217 | 2.458 |
| 578 | 2.042 | 671 | 5.333 | 765 | 1.715 | 128 | 1.686 | 10 | 3.032 | 822 | 2.490 | 230 | 2.438 |
| 466 | 2.018 | 649 | 5.333 | 667 | 1.707 | 101 | 1.686 | 238 | 3.000 | 777 | 2.442 | 572 | 2.348 |
| 465 | 2.000 | 332 | 5.000 | 24 | 1.695 | 409 | 1.684 | 523 | 3.000 | 190 | 2.442 | 226 | 2.311 |
| 756 | 1.994 | 521 | 5.000 | 361 | 1.685 | 592 | 1.679 | 98 | 2.810 | 600 | 2.442 | 521 | 2.292 |
| 172 | 1.970 | 552 | 5.000 | 346 | 1.675 | 254 | 1.674 | 387 | 2.810 | 499 | 2.423 | 773 | 2.290 |
| 118 | 1.964 | 823 | 4.667 | 420 | 1.668 | 804 | 1.674 | 97 | 2.714 | 258 | 2.385 | 252 | 2.200 |
| 520 | 1.961 | 549 | 4.667 | 673 | 1.665 | 224 | 1.668 | 779 | 2.691 | 803 | 2.340 | 155 | 2.126 |
| 170 | 1.956 | 305 | 4.333 | 42 | 1.603 | 251 | 1.668 | 493 | 2.603 | 224 | 2.308 | 138 | 2.120 |
| 418 | 1.943 | 232 | 4.333 | 285 | 1.596 | 309 | 1.658 | 770 | 2.549 | 168 | 2.308 | 231 | 2.080 |
| 431 | 1.938 | 580 | 4.000 | 747 | 1.586 | 238 | 1.658 | 724 | 2.530 | 512 | 2.288 | 250 | 2.070 |
| 626 | 1.924 | 60 | 4.000 | 29 | 1.569 | 710 | 1.657 | 494 | 2.524 | 164 | 2.269 | 33 | 2.070 |
| 461 | 1.922 | 666 | 4.000 | 550 | 1.528 | 229 | 1.653 | 522 | 2.476 | 502 | 2.250 | 251 | 2.070 |
| 470 | 1.914 | 300 | 3.667 | 755 | 1.523 | 247 | 1.642 | 518 | 2.460 | 157 | 2.250 | 224 | 2.052 |
| 518 | 1.909 | 439 | 3.667 | 322 | 1.514 | 225 | 1.642 | 195 | 2.448 | 620 | 2.250 | 812 | 2.047 |
| 469 | 1.898 | 550 | 3.667 | 331 | 1.510 | 509 | 1.637 | 386 | 2.424 | 538 | 2.250 | 743 | 2.012 |
| 455 | 1.898 | 812 | 3.667 | 242 | 1.507 | 228 | 1.632 | 217 | 2.413 | 433 | 2.234 | 710 | 2.002 |
| 516 | 1.891 | 316 | 3.333 | 25 | 1.499 | 240 | 1.632 | 254 | 2.413 | 645 | 2.192 | 592 | 1.978 |
| 463 | 1.885 | 435 | 3.333 | 760 | 1.499 | 6 | 1.627 | 497 | 2.413 | 579 | 2.176 | 254 | 1.978 |
| 427 | 1.867 | 551 | 3.333 | 707 | 1.497 | 155 | 1.611 | 712 | 2.397 | 41 | 2.173 | 616 | 1.910 |
| 686 | 1.836 | 330 | 3.333 | 105 | 1.496 | 517 | 1.611 | 232 | 2.381 | 366 | 2.164 | 225 | 1.904 |
| 415 | 1.833 | 641 | 3.333 | 666 | 1.493 | 522 | 1.611 | 504 | 2.349 | 70 | 2.154 | 89 | 1.904 |
| 79 | 1.832 | 138 | 3.000 | 551 | 1.476 | 653 | 1.606 | 528 | 2.254 | 72 | 2.154 | 223 | 1.904 |
| 194 | 1.823 | 409 | 3.000 | 738 | 1.476 | 249 | 1.601 | 390 | 2.206 | 534 | 2.115 | 651 | 1.891 |
| 437 | 1.820 | 289 | 3.000 | 318 | 1.464 | 578 | 1.601 | 722 | 2.182 | 63 | 2.110 | 5 | 1.885 |
| 535 | 1.818 | 308 | 3.000 | 713 | 1.455 | 743 | 1.601 | 215 | 2.159 | 189 | 2.096 | 674 | 1.880 |
| 751 | 1.800 | 331 | 3.000 | 326 | 1.443 | 250 | 1.596 | 156 | 2.111 | 641 | 2.096 | 216 | 1.867 |
| 450 | 1.787 | 337 | 2.750 | 733 | 1.430 | 641 | 1.596 | 822 | 2.111 | 817 | 2.059 | 570 | 1.867 |
| 625 | 1.780 | 440 | 2.667 | 649 | 1.425 | 14 | 1.585 | 51 | 2.095 | 146 | 2.058 | 235 | 1.851 |
| 414 | 1.770 | 317 | 2.667 | 334 | 1.425 | 248 | 1.580 | 149 | 2.088 | 821 | 2.020 | 237 | 1.849 |
| 833 | 1.763 | 424 | 2.667 | 335 | 1.423 | 514 | 1.575 | 52 | 2.079 | 505 | 2.000 | 6 | 1.841 |
| 440 | 1.755 | 340 | 2.667 | 662 | 1.402 | 773 | 1.568 | 521 | 2.032 | 618 | 2.000 | 229 | 1.834 |
| 257 | 1.751 | 50 | 2.667 | 111 | 1.398 | 227 | 1.565 | 167 | 2.032 | 615 | 2.000 | 239 | 1.822 |

جدول ۴-۸: ادامه

| Id | FeEi | Id | HgEi | Id | KEi | Id | LaEi | Id | LiEi | Id | MgEi | Id | MnEi |
|-----|-------|-----|--------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 309 | 5.623 | 646 | 77.571 | 176 | 2.255 | 768 | 2.643 | 756 | 2.454 | 520 | 3.377 | 674 | 3.428 |
| 387 | 2.626 | 570 | 3.429 | 190 | 2.165 | 134 | 2.531 | 763 | 2.374 | 455 | 3.066 | 667 | 3.026 |
| 386 | 2.620 | 582 | 3.333 | 192 | 2.106 | 764 | 2.433 | 743 | 2.259 | 804 | 2.722 | 673 | 2.699 |
| 371 | 2.475 | 574 | 3.143 | 189 | 1.947 | 27 | 2.429 | 236 | 2.243 | 230 | 2.439 | 309 | 2.637 |
| 318 | 2.329 | 613 | 3.143 | 168 | 1.931 | 763 | 2.427 | 784 | 2.112 | 517 | 2.397 | 139 | 2.600 |
| 310 | 2.295 | 584 | 3.000 | 177 | 1.873 | 750 | 2.357 | 762 | 2.106 | 217 | 2.397 | 140 | 2.540 |
| 331 | 2.290 | 145 | 2.857 | 711 | 1.836 | 736 | 2.321 | 509 | 2.016 | 513 | 2.391 | 618 | 2.452 |
| 128 | 2.265 | 569 | 2.714 | 222 | 1.819 | 769 | 2.107 | 775 | 1.962 | 522 | 2.344 | 649 | 2.447 |
| 195 | 2.174 | 776 | 2.714 | 364 | 1.805 | 667 | 2.032 | 766 | 1.941 | 508 | 2.331 | 809 | 2.401 |
| 426 | 2.088 | 580 | 2.571 | 823 | 1.803 | 673 | 2.000 | 618 | 1.930 | 509 | 2.311 | 641 | 2.371 |
| 213 | 2.020 | 320 | 2.571 | 375 | 1.798 | 420 | 1.964 | 747 | 1.833 | 525 | 2.311 | 157 | 2.339 |
| 233 | 1.987 | 576 | 2.571 | 161 | 1.766 | 767 | 1.893 | 789 | 1.791 | 516 | 2.265 | 653 | 2.331 |
| 822 | 1.961 | 820 | 2.571 | 827 | 1.766 | 345 | 1.893 | 157 | 1.778 | 507 | 2.252 | 666 | 2.327 |
| 324 | 1.939 | 581 | 2.556 | 809 | 1.731 | 31 | 1.871 | 139 | 1.772 | 240 | 2.252 | 613 | 2.274 |
| 699 | 1.886 | 643 | 2.429 | 195 | 1.707 | 710 | 1.833 | 654 | 1.765 | 239 | 2.236 | 232 | 2.242 |
| 455 | 1.886 | 572 | 2.429 | 617 | 1.705 | 30 | 1.714 | 742 | 1.749 | 514 | 2.119 | 619 | 2.234 |
| 116 | 1.852 | 573 | 2.429 | 368 | 1.676 | 765 | 1.714 | 655 | 1.749 | 680 | 2.115 | 698 | 2.182 |
| 139 | 1.832 | 588 | 2.429 | 200 | 1.673 | 613 | 1.714 | 764 | 1.743 | 145 | 2.105 | 347 | 2.174 |
| 467 | 1.801 | 642 | 2.286 | 806 | 1.660 | 34 | 1.710 | 791 | 1.737 | 524 | 2.093 | 617 | 2.130 |
| 252 | 1.785 | 578 | 2.286 | 408 | 1.654 | 324 | 1.688 | 698 | 1.726 | 719 | 2.086 | 652 | 2.113 |
| 227 | 1.785 | 59 | 2.286 | 202 | 1.645 | 285 | 1.607 | 436 | 1.720 | 238 | 2.079 | 237 | 2.100 |
| 212 | 1.785 | 818 | 2.286 | 136 | 1.620 | 443 | 1.607 | 140 | 1.720 | 226 | 2.060 | 235 | 2.100 |
| 354 | 1.784 | 388 | 2.286 | 135 | 1.620 | 361 | 1.607 | 768 | 1.697 | 802 | 2.013 | 661 | 2.089 |
| 238 | 1.768 | 549 | 2.286 | 813 | 1.612 | 335 | 1.592 | 790 | 1.695 | 409 | 2.007 | 141 | 2.070 |
| 303 | 1.753 | 612 | 2.286 | 357 | 1.592 | 666 | 1.567 | 741 | 1.694 | 247 | 1.987 | 625 | 2.066 |
| 232 | 1.751 | 666 | 2.143 | 356 | 1.591 | 24 | 1.536 | 750 | 1.693 | 225 | 1.987 | 654 | 2.024 |
| 149 | 1.734 | 819 | 2.143 | 198 | 1.590 | 105 | 1.536 | 812 | 1.681 | 252 | 1.967 | 655 | 2.024 |
| 513 | 1.734 | 680 | 2.143 | 829 | 1.590 | 707 | 1.533 | 808 | 1.663 | 144 | 1.959 | 620 | 2.016 |
| 453 | 1.682 | 738 | 2.143 | 137 | 1.586 | 747 | 1.517 | 152 | 1.650 | 251 | 1.947 | 289 | 2.016 |
| 153 | 1.680 | 577 | 2.143 | 812 | 1.575 | 326 | 1.510 | 787 | 1.644 | 592 | 1.947 | 286 | 2.008 |
| 97 | 1.677 | 583 | 2.111 | 365 | 1.569 | 713 | 1.500 | 733 | 1.640 | 253 | 1.940 | 615 | 2.000 |
| 712 | 1.670 | 455 | 2.000 | 235 | 1.568 | 29 | 1.500 | 765 | 1.636 | 248 | 1.914 | 136 | 2.000 |
| 637 | 1.663 | 390 | 2.000 | 178 | 1.565 | 106 | 1.500 | 500 | 1.630 | 249 | 1.914 | 288 | 1.983 |
| 82 | 1.661 | 801 | 2.000 | 169 | 1.559 | 322 | 1.500 | 619 | 1.617 | 96 | 1.914 | 651 | 1.971 |
| 304 | 1.655 | 812 | 2.000 | 772 | 1.558 | 662 | 1.500 | 796 | 1.600 | 254 | 1.907 | 800 | 1.964 |
| 10 | 1.652 | 144 | 2.000 | 810 | 1.548 | 103 | 1.464 | 785 | 1.593 | 97 | 1.894 | 808 | 1.960 |
| 239 | 1.641 | 669 | 2.000 | 803 | 1.545 | 755 | 1.429 | 86 | 1.585 | 227 | 1.894 | 812 | 1.949 |
| 191 | 1.625 | 742 | 2.000 | 615 | 1.545 | 550 | 1.429 | 735 | 1.575 | 493 | 1.868 | 580 | 1.895 |
| 724 | 1.616 | 753 | 2.000 | 379 | 1.534 | 649 | 1.429 | 786 | 1.574 | 228 | 1.848 | 242 | 1.887 |
| 384 | 1.608 | 60 | 2.000 | 526 | 1.533 | 331 | 1.429 | 769 | 1.572 | 495 | 1.841 | 669 | 1.885 |
| 356 | 1.607 | 568 | 2.000 | 456 | 1.528 | 669 | 1.406 | 167 | 1.551 | 101 | 1.838 | 234 | 1.883 |
| 360 | 1.606 | 590 | 2.000 | 830 | 1.527 | 674 | 1.400 | 179 | 1.547 | 158 | 1.834 | 386 | 1.870 |
| 200 | 1.606 | 663 | 2.000 | 373 | 1.521 | 71 | 1.400 | 755 | 1.547 | 711 | 1.817 | 624 | 1.870 |
| 215 | 1.594 | 779 | 2.000 | 519 | 1.511 | 810 | 1.393 | 794 | 1.524 | 812 | 1.810 | 660 | 1.852 |
| 254 | 1.581 | 496 | 2.000 | 358 | 1.511 | 738 | 1.393 | 307 | 1.519 | 494 | 1.808 | 707 | 1.844 |
| 375 | 1.580 | 532 | 2.000 | 372 | 1.511 | 242 | 1.393 | 498 | 1.514 | 94 | 1.801 | 694 | 1.839 |
| 228 | 1.577 | 587 | 2.000 | 171 | 1.505 | 551 | 1.393 | 392 | 1.513 | 710 | 1.793 | 621 | 1.823 |
| 383 | 1.568 | 62 | 2.000 | 436 | 1.505 | 334 | 1.393 | 711 | 1.499 | 523 | 1.788 | 236 | 1.815 |
| 217 | 1.561 | 61 | 2.000 | 204 | 1.499 | 25 | 1.387 | 45 | 1.498 | 233 | 1.788 | 329 | 1.815 |
| 695 | 1.556 | 534 | 2.000 | 237 | 1.499 | 814 | 1.379 | 521 | 1.490 | 98 | 1.781 | 387 | 1.782 |

جدول ۴-۸: ادامه

| Id | MoEi | Id | NaEi | Id | NbEi | Id | NiEi | Id | PbEi | Id | PEi | Id | RbEi |
|-----|--------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|-------|-----|-------|
| 55 | 31.450 | 734 | 2.578 | 30 | 3.850 | 779 | 3.277 | 136 | 33.360 | 222 | 6.442 | 135 | 3.224 |
| 428 | 9.706 | 456 | 2.112 | 27 | 3.559 | 770 | 3.000 | 135 | 29.537 | 324 | 5.436 | 136 | 3.069 |
| 734 | 8.000 | 401 | 2.048 | 29 | 2.423 | 392 | 2.557 | 23 | 21.759 | 751 | 5.054 | 27 | 2.881 |
| 33 | 6.118 | 319 | 2.000 | 309 | 2.404 | 324 | 2.519 | 674 | 15.390 | 170 | 4.691 | 41 | 2.608 |
| 258 | 5.294 | 445 | 1.977 | 34 | 2.375 | 332 | 2.481 | 329 | 14.125 | 172 | 3.163 | 31 | 2.322 |
| 136 | 4.462 | 406 | 1.898 | 31 | 2.360 | 313 | 2.328 | 137 | 12.617 | 161 | 2.903 | 34 | 2.266 |
| 135 | 4.000 | 129 | 1.888 | 116 | 2.142 | 306 | 2.258 | 320 | 12.571 | 627 | 2.618 | 24 | 2.244 |
| 760 | 4.000 | 294 | 1.869 | 28 | 2.066 | 763 | 2.255 | 437 | 8.974 | 332 | 2.573 | 58 | 2.236 |
| 61 | 4.000 | 703 | 1.828 | 41 | 2.000 | 424 | 2.233 | 666 | 7.695 | 710 | 2.233 | 111 | 2.188 |
| 27 | 3.647 | 453 | 1.825 | 580 | 1.869 | 508 | 2.167 | 669 | 7.679 | 562 | 2.175 | 69 | 2.183 |
| 62 | 3.588 | 705 | 1.816 | 53 | 1.858 | 314 | 2.161 | 443 | 7.123 | 49 | 2.138 | 29 | 2.183 |
| 580 | 3.235 | 408 | 1.816 | 108 | 1.844 | 452 | 2.133 | 580 | 6.720 | 436 | 2.129 | 57 | 2.138 |
| 320 | 2.784 | 744 | 1.781 | 638 | 1.818 | 311 | 2.131 | 613 | 6.640 | 111 | 2.052 | 235 | 2.103 |
| 332 | 2.737 | 398 | 1.768 | 777 | 1.765 | 766 | 2.128 | 671 | 6.201 | 298 | 1.956 | 30 | 2.092 |
| 65 | 2.706 | 407 | 1.755 | 331 | 1.746 | 507 | 2.100 | 823 | 6.076 | 773 | 1.886 | 32 | 2.084 |
| 371 | 2.706 | 116 | 1.739 | 284 | 1.709 | 775 | 2.074 | 232 | 5.312 | 60 | 1.816 | 42 | 2.062 |
| 194 | 2.706 | 55 | 1.705 | 713 | 1.690 | 167 | 2.067 | 649 | 5.231 | 501 | 1.816 | 28 | 2.062 |
| 32 | 2.700 | 739 | 1.704 | 57 | 1.671 | 764 | 2.062 | 235 | 5.111 | 572 | 1.770 | 108 | 2.041 |
| 309 | 2.647 | 375 | 1.656 | 672 | 1.652 | 762 | 2.000 | 672 | 5.097 | 807 | 1.751 | 123 | 2.032 |
| 324 | 2.579 | 396 | 1.648 | 103 | 1.643 | 360 | 1.967 | 667 | 4.991 | 803 | 1.704 | 72 | 2.002 |
| 137 | 2.549 | 395 | 1.640 | 361 | 1.643 | 675 | 1.967 | 521 | 4.990 | 802 | 1.687 | 809 | 1.991 |
| 331 | 2.529 | 447 | 1.640 | 65 | 1.643 | 733 | 1.935 | 438 | 4.909 | 528 | 1.677 | 33 | 1.986 |
| 30 | 2.412 | 365 | 1.634 | 35 | 1.640 | 394 | 1.934 | 311 | 4.668 | 707 | 1.672 | 117 | 1.965 |
| 673 | 2.400 | 607 | 1.633 | 356 | 1.626 | 45 | 1.933 | 53 | 4.481 | 433 | 1.670 | 59 | 1.956 |
| 28 | 2.353 | 403 | 1.626 | 105 | 1.624 | 553 | 1.933 | 538 | 4.427 | 32 | 1.668 | 823 | 1.956 |
| 672 | 2.350 | 295 | 1.619 | 354 | 1.612 | 262 | 1.933 | 541 | 4.427 | 681 | 1.650 | 104 | 1.941 |
| 204 | 2.308 | 807 | 1.612 | 371 | 1.606 | 84 | 1.897 | 615 | 4.346 | 806 | 1.647 | 192 | 1.926 |
| 803 | 2.308 | 713 | 1.592 | 112 | 1.602 | 316 | 1.872 | 305 | 4.185 | 329 | 1.641 | 190 | 1.926 |
| 375 | 2.308 | 701 | 1.592 | 709 | 1.587 | 102 | 1.871 | 552 | 4.105 | 192 | 1.631 | 428 | 1.926 |
| 613 | 2.294 | 704 | 1.578 | 613 | 1.577 | 765 | 1.839 | 551 | 4.105 | 105 | 1.613 | 105 | 1.865 |
| 570 | 2.294 | 602 | 1.565 | 123 | 1.577 | 576 | 1.833 | 673 | 3.994 | 798 | 1.607 | 67 | 1.865 |
| 387 | 2.235 | 364 | 1.545 | 585 | 1.566 | 549 | 1.833 | 549 | 3.984 | 534 | 1.604 | 39 | 1.865 |
| 642 | 2.235 | 570 | 1.544 | 671 | 1.557 | 552 | 1.833 | 550 | 3.734 | 521 | 1.594 | 812 | 1.855 |
| 615 | 2.231 | 368 | 1.531 | 714 | 1.550 | 350 | 1.833 | 617 | 3.734 | 822 | 1.593 | 102 | 1.854 |
| 123 | 2.176 | 571 | 1.524 | 569 | 1.549 | 179 | 1.800 | 258 | 3.714 | 173 | 1.577 | 103 | 1.850 |
| 122 | 2.150 | 219 | 1.524 | 51 | 1.549 | 345 | 1.800 | 436 | 3.654 | 356 | 1.567 | 40 | 1.850 |
| 666 | 2.100 | 388 | 1.512 | 42 | 1.549 | 520 | 1.800 | 812 | 3.558 | 204 | 1.567 | 137 | 1.834 |
| 77 | 2.100 | 204 | 1.512 | 563 | 1.549 | 735 | 1.793 | 572 | 3.553 | 814 | 1.559 | 234 | 1.825 |
| 793 | 2.077 | 28 | 1.490 | 666 | 1.542 | 287 | 1.767 | 809 | 3.504 | 705 | 1.556 | 25 | 1.818 |
| 345 | 2.059 | 307 | 1.483 | 194 | 1.540 | 417 | 1.767 | 302 | 3.469 | 819 | 1.545 | 35 | 1.804 |
| 49 | 2.050 | 803 | 1.480 | 806 | 1.537 | 509 | 1.767 | 60 | 3.376 | 530 | 1.539 | 38 | 1.789 |
| 823 | 2.000 | 643 | 1.476 | 798 | 1.523 | 747 | 1.759 | 641 | 3.348 | 755 | 1.533 | 73 | 1.776 |
| 202 | 2.000 | 813 | 1.476 | 104 | 1.521 | 325 | 1.754 | 308 | 3.221 | 112 | 1.533 | 176 | 1.776 |
| 304 | 2.000 | 383 | 1.472 | 82 | 1.517 | 761 | 1.741 | 654 | 3.219 | 754 | 1.518 | 125 | 1.774 |
| 29 | 2.000 | 828 | 1.463 | 568 | 1.510 | 510 | 1.733 | 439 | 3.203 | 331 | 1.512 | 236 | 1.774 |
| 35 | 2.000 | 369 | 1.463 | 335 | 1.500 | 236 | 1.733 | 655 | 3.183 | 103 | 1.512 | 673 | 1.773 |
| 60 | 1.941 | 729 | 1.459 | 43 | 1.493 | 217 | 1.733 | 670 | 3.171 | 244 | 1.512 | 60 | 1.759 |
| 383 | 1.923 | 492 | 1.449 | 783 | 1.493 | 342 | 1.724 | 536 | 3.139 | 738 | 1.499 | 119 | 1.759 |
| 48 | 1.900 | 573 | 1.449 | 705 | 1.488 | 784 | 1.705 | 568 | 3.052 | 230 | 1.488 | 71 | 1.757 |
| 637 | 1.889 | 719 | 1.449 | 64 | 1.474 | 241 | 1.700 | 50 | 2.978 | 190 | 1.484 | 112 | 1.750 |

جدول ۴-۸: ادامه

| Id | SbEi | Id | ScEi | Id | SEi | Id | SnEi | Id | SrEi | Id | ThEi | Id | TiEi |
|-----|-------|-----|-------|-----|---------|-----|-------|-----|--------|-----|-------|-----|-------|
| 33 | 4.571 | 455 | 3.684 | 578 | 154.615 | 309 | 4.273 | 760 | 15.255 | 27 | 9.357 | 309 | 3.725 |
| 28 | 4.286 | 520 | 2.842 | 61 | 132.051 | 127 | 3.682 | 739 | 8.336 | 30 | 9.035 | 467 | 2.543 |
| 62 | 4.000 | 239 | 2.667 | 740 | 110.826 | 30 | 3.455 | 490 | 5.872 | 31 | 5.954 | 387 | 2.528 |
| 286 | 4.000 | 513 | 2.211 | 760 | 106.667 | 29 | 3.364 | 740 | 4.685 | 29 | 5.858 | 371 | 2.393 |
| 641 | 4.000 | 232 | 2.158 | 752 | 89.189 | 49 | 3.362 | 781 | 4.010 | 318 | 5.237 | 386 | 2.179 |
| 289 | 3.929 | 158 | 2.158 | 62 | 82.308 | 170 | 3.318 | 751 | 3.115 | 34 | 5.145 | 331 | 2.094 |
| 292 | 3.806 | 525 | 2.105 | 75 | 76.410 | 638 | 2.979 | 690 | 2.958 | 710 | 3.993 | 455 | 1.990 |
| 30 | 3.500 | 238 | 2.053 | 781 | 70.270 | 340 | 2.826 | 121 | 2.851 | 346 | 3.734 | 354 | 1.981 |
| 615 | 3.357 | 516 | 2.053 | 739 | 53.265 | 631 | 2.773 | 75 | 2.763 | 354 | 3.634 | 128 | 1.965 |
| 55 | 3.353 | 522 | 2.000 | 33 | 42.051 | 627 | 2.727 | 752 | 2.641 | 613 | 3.606 | 637 | 1.959 |
| 293 | 3.297 | 227 | 1.947 | 691 | 26.892 | 629 | 2.727 | 423 | 2.530 | 420 | 3.138 | 470 | 1.900 |
| 61 | 3.286 | 508 | 1.947 | 690 | 26.789 | 630 | 2.727 | 436 | 2.457 | 32 | 3.052 | 195 | 1.898 |
| 65 | 3.286 | 101 | 1.933 | 572 | 24.538 | 331 | 2.727 | 77 | 2.364 | 35 | 3.040 | 356 | 1.782 |
| 242 | 3.143 | 147 | 1.933 | 65 | 23.333 | 172 | 2.696 | 65 | 2.338 | 360 | 2.624 | 97 | 1.780 |
| 618 | 3.143 | 395 | 1.933 | 77 | 23.108 | 310 | 2.692 | 433 | 2.241 | 361 | 2.614 | 707 | 1.773 |
| 29 | 3.000 | 233 | 1.895 | 577 | 22.593 | 632 | 2.500 | 63 | 2.164 | 356 | 2.464 | 10 | 1.750 |
| 613 | 3.000 | 509 | 1.895 | 63 | 22.407 | 34 | 2.462 | 416 | 2.162 | 108 | 2.430 | 465 | 1.720 |
| 329 | 2.929 | 507 | 1.895 | 645 | 20.564 | 335 | 2.462 | 129 | 2.128 | 134 | 2.413 | 213 | 1.705 |
| 281 | 2.929 | 524 | 1.895 | 324 | 17.333 | 27 | 2.364 | 457 | 2.082 | 341 | 2.405 | 822 | 1.687 |
| 296 | 2.929 | 804 | 1.895 | 646 | 17.179 | 57 | 2.273 | 196 | 2.029 | 326 | 2.339 | 318 | 1.672 |
| 284 | 2.857 | 230 | 1.867 | 222 | 15.026 | 28 | 2.273 | 731 | 2.003 | 355 | 2.215 | 82 | 1.672 |
| 283 | 2.857 | 517 | 1.842 | 84 | 15.000 | 634 | 2.269 | 432 | 1.918 | 345 | 2.185 | 633 | 1.668 |
| 551 | 2.786 | 453 | 1.826 | 731 | 14.327 | 598 | 2.182 | 486 | 1.906 | 28 | 2.158 | 280 | 1.663 |
| 288 | 2.722 | 390 | 1.789 | 86 | 14.324 | 641 | 2.091 | 709 | 1.869 | 639 | 2.138 | 310 | 1.642 |
| 550 | 2.714 | 226 | 1.789 | 85 | 13.633 | 161 | 2.091 | 79 | 1.859 | 707 | 2.116 | 116 | 1.618 |
| 63 | 2.667 | 217 | 1.789 | 64 | 11.051 | 371 | 2.091 | 74 | 1.833 | 674 | 2.116 | 453 | 1.600 |
| 69 | 2.643 | 240 | 1.789 | 202 | 10.730 | 593 | 2.091 | 115 | 1.817 | 51 | 2.091 | 472 | 1.585 |
| 68 | 2.643 | 286 | 1.737 | 747 | 10.716 | 623 | 2.091 | 126 | 1.813 | 284 | 2.038 | 303 | 1.584 |
| 285 | 2.643 | 97 | 1.737 | 69 | 9.846 | 594 | 2.091 | 487 | 1.796 | 671 | 2.029 | 712 | 1.571 |
| 437 | 2.643 | 225 | 1.737 | 643 | 8.077 | 707 | 2.085 | 703 | 1.795 | 53 | 1.975 | 132 | 1.563 |
| 290 | 2.629 | 96 | 1.737 | 121 | 7.981 | 50 | 2.045 | 734 | 1.780 | 25 | 1.965 | 127 | 1.548 |
| 295 | 2.581 | 4 | 1.737 | 641 | 7.718 | 751 | 2.000 | 456 | 1.769 | 666 | 1.964 | 695 | 1.544 |
| 375 | 2.571 | 156 | 1.737 | 48 | 7.130 | 562 | 2.000 | 204 | 1.765 | 667 | 1.942 | 699 | 1.544 |
| 322 | 2.571 | 6 | 1.737 | 762 | 6.977 | 41 | 2.000 | 445 | 1.734 | 672 | 1.932 | 153 | 1.541 |
| 294 | 2.563 | 592 | 1.737 | 74 | 6.685 | 284 | 1.955 | 453 | 1.729 | 312 | 1.906 | 227 | 1.541 |
| 64 | 2.500 | 383 | 1.733 | 751 | 6.673 | 624 | 1.923 | 124 | 1.722 | 359 | 1.890 | 375 | 1.539 |
| 552 | 2.500 | 822 | 1.688 | 55 | 6.624 | 596 | 1.909 | 64 | 1.713 | 335 | 1.878 | 640 | 1.534 |
| 724 | 2.500 | 377 | 1.684 | 782 | 6.500 | 588 | 1.909 | 459 | 1.694 | 673 | 1.877 | 191 | 1.526 |
| 436 | 2.500 | 504 | 1.684 | 789 | 6.056 | 52 | 1.909 | 484 | 1.691 | 550 | 1.863 | 619 | 1.526 |
| 301 | 2.429 | 514 | 1.684 | 203 | 6.041 | 32 | 1.885 | 116 | 1.662 | 24 | 1.836 | 458 | 1.526 |
| 305 | 2.429 | 288 | 1.667 | 59 | 5.410 | 785 | 1.864 | 198 | 1.649 | 343 | 1.823 | 212 | 1.496 |
| 274 | 2.429 | 649 | 1.667 | 489 | 5.410 | 58 | 1.830 | 253 | 1.645 | 111 | 1.791 | 801 | 1.496 |
| 319 | 2.375 | 264 | 1.667 | 642 | 5.385 | 116 | 1.826 | 226 | 1.628 | 823 | 1.769 | 390 | 1.487 |
| 57 | 2.357 | 148 | 1.667 | 35 | 5.352 | 614 | 1.818 | 645 | 1.600 | 57 | 1.743 | 233 | 1.482 |
| 549 | 2.357 | 456 | 1.652 | 763 | 5.273 | 561 | 1.818 | 711 | 1.590 | 80 | 1.698 | 513 | 1.481 |
| 617 | 2.333 | 260 | 1.632 | 727 | 5.248 | 777 | 1.818 | 203 | 1.584 | 314 | 1.693 | 777 | 1.466 |
| 311 | 2.333 | 98 | 1.632 | 579 | 5.014 | 397 | 1.818 | 240 | 1.583 | 41 | 1.689 | 764 | 1.457 |
| 71 | 2.294 | 409 | 1.632 | 332 | 4.476 | 400 | 1.818 | 427 | 1.577 | 49 | 1.660 | 139 | 1.452 |
| 428 | 2.286 | 495 | 1.632 | 773 | 4.043 | 303 | 1.787 | 85 | 1.573 | 66 | 1.660 | 724 | 1.448 |
| 438 | 2.286 | 386 | 1.611 | 717 | 4.000 | 278 | 1.773 | 231 | 1.566 | 824 | 1.658 | 138 | 1.447 |

جدول ۴-۸: ادامه

| Id | TIEi | Id | UEi | Id | VEi | Id | WEi | Id | YEi | Id | ZnEi | Id | ZrEi |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|-------|
| 33 | 3.800 | 27 | 4.207 | 309 | 6.736 | 613 | 9.067 | 319 | 2.254 | 443 | 14.101 | 71 | 2.766 |
| 135 | 3.250 | 31 | 3.154 | 387 | 3.640 | 135 | 6.273 | 324 | 2.227 | 674 | 13.719 | 389 | 2.205 |
| 136 | 3.000 | 134 | 3.068 | 386 | 3.312 | 136 | 6.182 | 294 | 2.172 | 311 | 10.155 | 379 | 2.084 |
| 60 | 3.000 | 34 | 3.064 | 195 | 3.261 | 620 | 4.467 | 323 | 2.098 | 136 | 8.608 | 73 | 2.060 |
| 48 | 2.800 | 710 | 2.895 | 128 | 3.260 | 615 | 4.273 | 321 | 2.094 | 135 | 7.687 | 777 | 2.023 |
| 615 | 2.750 | 613 | 2.566 | 331 | 2.914 | 137 | 3.950 | 295 | 2.086 | 329 | 6.336 | 69 | 2.023 |
| 235 | 2.750 | 30 | 2.510 | 455 | 2.903 | 30 | 3.867 | 292 | 2.031 | 671 | 3.463 | 76 | 1.988 |
| 641 | 2.600 | 71 | 2.426 | 97 | 2.888 | 637 | 3.677 | 337 | 1.984 | 509 | 3.368 | 436 | 1.977 |
| 663 | 2.500 | 673 | 2.344 | 213 | 2.627 | 812 | 3.563 | 665 | 1.797 | 235 | 3.318 | 58 | 1.953 |
| 35 | 2.400 | 35 | 2.303 | 513 | 2.611 | 673 | 3.515 | 456 | 1.737 | 613 | 3.224 | 82 | 1.916 |
| 366 | 2.250 | 294 | 2.248 | 371 | 2.569 | 29 | 3.400 | 284 | 1.733 | 669 | 3.153 | 190 | 1.908 |
| 711 | 2.250 | 29 | 2.212 | 310 | 2.565 | 24 | 3.333 | 27 | 1.699 | 234 | 3.099 | 388 | 1.880 |
| 41 | 2.200 | 319 | 2.062 | 822 | 2.517 | 27 | 3.267 | 666 | 1.689 | 667 | 3.062 | 822 | 1.864 |
| 655 | 2.200 | 734 | 2.058 | 467 | 2.444 | 320 | 3.250 | 710 | 1.671 | 141 | 3.062 | 605 | 1.851 |
| 654 | 2.200 | 53 | 1.990 | 233 | 2.439 | 641 | 3.200 | 436 | 1.641 | 521 | 3.016 | 439 | 1.851 |
| 812 | 2.182 | 822 | 1.981 | 318 | 2.371 | 803 | 3.182 | 613 | 1.636 | 309 | 2.992 | 398 | 1.818 |
| 237 | 2.000 | 80 | 1.943 | 303 | 2.370 | 616 | 3.091 | 673 | 1.629 | 137 | 2.953 | 70 | 1.805 |
| 617 | 2.000 | 32 | 1.896 | 227 | 2.313 | 667 | 3.059 | 345 | 1.592 | 237 | 2.876 | 402 | 1.805 |
| 420 | 2.000 | 295 | 1.867 | 801 | 2.266 | 831 | 3.030 | 649 | 1.586 | 812 | 2.862 | 586 | 1.781 |
| 572 | 2.000 | 814 | 1.856 | 212 | 2.261 | 569 | 3.030 | 346 | 1.585 | 157 | 2.784 | 665 | 1.773 |
| 137 | 1.867 | 345 | 1.848 | 200 | 2.250 | 822 | 2.938 | 34 | 1.537 | 823 | 2.704 | 72 | 1.770 |
| 234 | 1.818 | 318 | 1.835 | 453 | 2.220 | 621 | 2.933 | 285 | 1.524 | 232 | 2.560 | 445 | 1.754 |
| 809 | 1.818 | 70 | 1.833 | 139 | 2.194 | 526 | 2.909 | 582 | 1.519 | 666 | 2.537 | 814 | 1.750 |
| 65 | 1.800 | 284 | 1.798 | 383 | 2.182 | 633 | 2.903 | 41 | 1.495 | 619 | 2.528 | 433 | 1.740 |
| 810 | 1.800 | 82 | 1.783 | 699 | 2.167 | 810 | 2.867 | 242 | 1.495 | 672 | 2.512 | 396 | 1.740 |
| 157 | 1.800 | 67 | 1.702 | 238 | 2.162 | 116 | 2.813 | 31 | 1.494 | 649 | 2.498 | 189 | 1.736 |
| 618 | 1.800 | 57 | 1.682 | 149 | 2.161 | 823 | 2.800 | 806 | 1.488 | 615 | 2.452 | 582 | 1.716 |
| 29 | 1.800 | 69 | 1.672 | 204 | 2.156 | 619 | 2.733 | 111 | 1.462 | 580 | 2.424 | 192 | 1.713 |
| 32 | 1.800 | 371 | 1.672 | 158 | 2.141 | 640 | 2.727 | 490 | 1.461 | 286 | 2.400 | 381 | 1.701 |
| 823 | 1.800 | 323 | 1.664 | 202 | 2.136 | 819 | 2.727 | 361 | 1.461 | 800 | 2.395 | 534 | 1.690 |
| 633 | 1.750 | 28 | 1.657 | 384 | 2.125 | 34 | 2.706 | 318 | 1.437 | 673 | 2.372 | 391 | 1.651 |
| 36 | 1.750 | 108 | 1.654 | 10 | 2.125 | 28 | 2.667 | 822 | 1.424 | 633 | 2.349 | 80 | 1.648 |
| 806 | 1.750 | 292 | 1.650 | 153 | 2.125 | 512 | 2.667 | 356 | 1.422 | 617 | 2.341 | 503 | 1.644 |
| 803 | 1.750 | 671 | 1.632 | 470 | 2.110 | 519 | 2.667 | 322 | 1.422 | 552 | 2.328 | 583 | 1.639 |
| 694 | 1.636 | 76 | 1.617 | 516 | 2.078 | 580 | 2.600 | 583 | 1.421 | 258 | 2.328 | 394 | 1.639 |
| 698 | 1.636 | 580 | 1.601 | 191 | 2.063 | 814 | 2.563 | 189 | 1.413 | 139 | 2.318 | 442 | 1.636 |
| 141 | 1.600 | 73 | 1.593 | 232 | 2.063 | 707 | 2.545 | 433 | 1.406 | 233 | 2.280 | 124 | 1.632 |
| 69 | 1.600 | 669 | 1.538 | 637 | 2.049 | 713 | 2.533 | 182 | 1.401 | 549 | 2.248 | 403 | 1.632 |
| 5 | 1.600 | 810 | 1.535 | 201 | 2.034 | 636 | 2.485 | 587 | 1.394 | 637 | 2.238 | 105 | 1.632 |
| 817 | 1.600 | 666 | 1.526 | 239 | 2.019 | 528 | 2.467 | 487 | 1.393 | 616 | 2.212 | 486 | 1.632 |
| 677 | 1.600 | Id | UEi | 138 | 2.019 | 705 | 2.455 | 165 | 1.393 | 618 | 2.184 | 126 | 1.627 |
| 189 | 1.600 | 27 | 4.207 | 712 | 2.010 | 806 | 2.455 | 335 | 1.389 | 320 | 2.146 | 587 | 1.626 |
| 28 | 1.600 | 31 | 3.154 | 96 | 1.974 | 635 | 2.424 | 667 | 1.389 | 140 | 2.128 | 827 | 1.625 |
| 192 | 1.600 | 134 | 3.068 | 304 | 1.974 | 617 | 2.412 | 351 | 1.389 | 341 | 2.124 | 395 | 1.623 |
| 57 | 1.600 | 34 | 3.064 | 116 | 1.973 | 623 | 2.400 | 354 | 1.386 | 436 | 2.064 | 367 | 1.621 |
| 661 | 1.600 | 710 | 2.895 | 160 | 1.958 | 624 | 2.294 | 445 | 1.385 | 641 | 2.056 | 104 | 1.598 |
| 697 | 1.600 | 613 | 2.566 | 82 | 1.957 | 487 | 2.267 | 550 | 1.383 | 809 | 2.033 | 774 | 1.591 |
| 59 | 1.600 | 30 | 2.510 | 280 | 1.941 | 783 | 2.267 | 588 | 1.379 | 808 | 1.992 | 695 | 1.587 |
| 660 | 1.600 | 71 | 2.426 | 252 | 1.916 | 798 | 2.258 | 177 | 1.373 | 624 | 1.984 | 663 | 1.587 |
| 34 | 1.600 | 673 | 2.344 | 347 | 1.903 | 593 | 2.200 | 439 | 1.369 | 330 | 1.968 | 711 | 1.587 |

۴-۲-۵- بررسی ضرایب همبستگی

بررسی روابط دو عنصر (متغیر) و نحوه ارتباط آنها از طریق محاسبه ضریب همبستگی قابل بررسی می‌باشد. ضریب همبستگی دارای دامنه تغییراتی بین ۱- و ۱+ بوده به طوری که عدد ۱- نمایانگر همبستگی کامل و منفی (ناهمسو)، عدد صفر معرف عدم وجود همبستگی بین دو عنصر (متغیر) و عدد ۱+ نشانگر همبستگی کامل و مثبت (همسو و ۱۰۰ درصدی) بین دو متغیر می‌باشد.

الف) محاسبه ضریب همبستگی و بررسی اعتبار آن‌ها

در محاسبات دو متغیره هنوز هم ضرایب همبستگی به عنوان یکی از اصول شناخته شده به کار می‌رود و بسیاری از کارشناسان دامنه پاراژنتیک عناصر را بر مبنای ضرایب همبستگی می‌سنجند. چندی پیش از این، برای اعتبار ضرایب همبستگی حدی تعریف شده (± 0.5) قرار داده شد. بعضی از صاحب نظران عقیده داشتند که برای محاسبه ضریب همبستگی می‌بایست از جوامع نرمال استفاده کرد. به این دلیل به نرمالیز کردن داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای گوناگون می‌پرداختند. ولی با توجه به پیشرفت نرم افزارهای آماری و توانایی آنها در محاسبه حد اعتبار (Significant Level)، مبنای اعتبار از (± 0.5) تغییر کرد و بر اساس تعداد نمونه‌ای که مورد سنجش قرار می‌گرفت حد اعتبار ممکن بود پایین‌تر یا بالاتر قرار گیرد.

ضریب همبستگی در واقع مبنای تغییرات دو متغیر نسبت به همدیگر است که می‌تواند دارای روند افزایشی، کاهش و یا فاقد هرگونه روند خاص باشد. ضریب همبستگی مبنای محاسبات رگرسیون و پیش‌بینی متغیری از روی متغیر دیگر و به دست آوردن فرمول دقیق رگرسیون می‌باشد. اما به نظر می‌رسد همیشه دامنه همبستگی‌ها معرف واقعیات پاراژنتیکی عناصر نباشد که دلایل آن به شرح زیر می‌باشد. عوامل سیستماتیکی در دستگاه‌های آنالیز وجود دارد که بعضاً موجب ایجاد همبستگی‌های کاذب شده و کارشناسان را با مشکل روبرو می‌نماید. این عوامل در هنگام آنالیز نمونه‌ها می‌بایستی شناسایی شده و میزان آنها به حداقل ممکن برسد.

در مجموعه کل داده‌ها وجود نمونه‌های خارج از رده (Outlier) می‌تواند ضریب همبستگی را افزایش دهد. در صورتی که همبستگی واقعی ممکن است کمتر از حدی باشد که نرم افزار گزارش نموده است. در مطالعات نیمه تفصیلی و یا حتی تفصیلی همبستگی‌های یک جامعه معرف دو یا چند زیر خانواده می‌باشد که در هم ادغام شده و بعضاً همبستگی نسبتاً ضعیفی از خود نشان می‌دهند. اما اگر زیر خانواده‌ها که متأثر از عواملی همچون زمین‌شناسی، دگرسانی، کانی‌زایی و... می‌باشند، شناسایی شده و از یکدیگر تفکیک شوند، ضریب همبستگی اعتبار بیشتری خواهد یافت.

ضریب همبستگی متأثر از تعداد نمونه‌ای است که مبنای انجام محاسبات می‌باشد، در صورتی که تعداد نمونه‌ها کم باشد، بعضاً ضرایب همبستگی معتبری به دست نخواهد آمد. علیرغم مطالب گفته شده فوق، محاسبه ضریب همبستگی در سری داده‌ها، امری ضروری است. محاسبه ضریب همبستگی به شیوه‌های مختلف امکان پذیر است. حساسیت بعضی از آنها به نرمال بودن تابع توزیع، مانع کارایی در سایر توابع توزیع می‌گردد. به همین دلیل انتخاب روش بهینه محاسباتی که وابستگی زیادی به نوع تابع توزیع نداشته باشد، بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

ب) مقایسه چند روش در محاسبه ضریب همبستگی

در محاسبه ضریب همبستگی بعضی از متدها فرض نرمال بودن داده‌ها را به عنوان پیش فرض مطرح کرده‌اند، در صورت عدم دستیابی به این فرض، این روش‌ها نتایجی دور از واقعیت را به دست خواهند داد، با توجه به این پیش فرض، لزوم تبدیل داده‌ها به توزیع نرمال پیش می‌آید که در این صورت تعبیر و تفسیر همبستگی‌ها بایستی با دقت بیشتری همراه باشد. از جمله روش‌هایی که نیازمند جامعه نرمال است، می‌توان به روش ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlation Coefficient) اشاره کرد که بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$R_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1) \cdot s_x \cdot s_y}$$

در این فرمول x_i و y_i مقادیر متغیرهای x و y در نمونه i ، \bar{x} و \bar{y} میانگین متغیرها، n تعداد نمونه‌ها و s انحراف معیار جامعه است، اما روش محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن به عنوان یک روش ناپارامتری، نسبت به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشد، این روش به گونه‌ای رتبه‌بندی سری افزایشده داده‌ها را در بر دارد، این ضریب از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$R_s = 1 - \frac{6 \sum (\Delta^2)}{n(n^2 - 1)}$$

در این فرمول $\sum (\Delta^2)$ جمع مربعات تفاضل شماره دو رتبه در دو سری داده به هم وابسته و n تعداد مشاهدات وابسته به یکدیگر است.

در این پروژه جهت رسم ماتریس همبستگی از نرم افزار SPSS v.16 استفاده شده است. جهت مقایسه بهتر برای رسم این ماتریس از داده‌های خام قبل و بعد از حذف داده‌های خارج از ردیف، داده‌های لگاریتمی و داده‌های شاخص غنی‌شدگی استفاده شده است. اما به طور معمول استفاده از داده‌های لگاریتمی جهت رسم ماتریس همبستگی به دلیل از بین بردن بخش عمده‌ای از فروافتادگی (چولگی) در منحنی توزیع عناصر و کاهش تغییرات ناشی از خطاهای ناهنجار مربوط به ضرایب محاسبه شده بین عناصر مختلف، توصیه می‌شود.

جداول ۴-۶ الی ۴-۹ ماتریس همبستگی ترسیمی با استفاده از داده‌های خام قبل و بعد از حذف داده‌های خارج از ردیف، داده‌های لگاریتمی و داده‌های شاخص غنی‌شدگی نشان می‌دهد. در این جداول رنگ صورتی نشان دهنده ضریب همبستگی بالاتر از ± 0.6 می‌باشد. جدول ۴-۵ نیز عناصر دارای همبستگی بیشتر از 0.3 برای عناصر Cu, Ag, Fe, Pb و Zn را با استفاده از داده‌های مختلف با هم مقایسه کرده است. براساس ماتریس همبستگی رسم شده با داده‌های نرمال لگاریتمی (جدول ۴-۸) به نتایج زیر می‌توان دست یافت:

- بالاترین ضریب همبستگی میان عنصر V-Fe به میزان 0.95 مشاهده شده است. بعد از آن عناصر Ce-La ($r = 0.91$) و Ti-Fe و Mg-Fe ($r = 0.86$) قرار دارد. بالاترین ضریب همبستگی منفی را Mg با Th به میزان -0.47 و با La به میزان -0.45 نشان داده است. بیشترین تعداد همبستگی منفی را عنصر کلسیم دارد بطوریکه این عنصر با ۳۴ عنصر از مجموع ۴۲ عنصر همبستگی منفی نشان داده است که بالاترین میزان آن با آلومینیم ($r = -0.44$) و سدیم ($r = -0.39$) می‌باشد.
- آهن بعد از همبستگی بالایی که با وانادیوم و تیتانیوم نشان داده است با عناصر Sc, Co, Mg, Mn, Cr, Cu و Zn نیز همبستگی متوسطی دارد.
- طلا همبستگی قوی با هیچ یک از عناصر نشان نداده است و دارای رفتار ژئوشیمیایی مستقلی می‌باشد. همانگونه که در جداول ذیل مشاهده می‌شود، همبستگی ضعیفی میان طلا با مس ($r = 0.28$)، کادمیوم و کبالت جود دارد.
- نقره دارای همبستگی متوسطی با زیرکونیم ($r = 0.56$) و در مرحله بعد با مس ($r = 0.36$) می‌باشد.
- این ماتریس نشان می‌دهند که بالاترین همبستگی سرب با روی ($r = 0.65$)، کادمیوم ($r = 0.64$) و آنتیموان می‌باشد درحالیکه ماتریس ضرایب همبستگی با استفاده از داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی روی، مس و تنگستن را پارازنز سرب نشان می‌دهد.

- مس همبستگی خوبی با Co ($r=0.74$) و Sc ($r=0.70$) دارد. در ماتریس ضریب همبستگی که با داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی رسم شده است، سرب بالاترین همبستگی را با مس نشان داده است.

جدول ۴-۵: مقایسه پاراژنز کانی‌زایی احتمالی سرب، روی، مس، آهن و نقره در محدوده طارم

براساس ماتریس ضریب همبستگی ترسیمی با استفاده از داده‌های خام و لگاریتمی و شاخص غنی‌شدگی

| | Raw data-Befor Omit | Raw data-After Omit | Ln Data | Ei Data |
|----|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Pb | Zn+Cu+W+Mn+Rb+Bi+Tl | Cd+Zn+Mn+Sb+Bi | Zn+Cd+Mn+Sb+Bi+Mo | Zn+Cu+W+Mn+Bi+Tl |
| Fe | V+Ti+Co+Sc+Cr+Mn+ Mg | V+Ti+Sc+Co+Cr+Mg+Cu+Mn+Zn+P+Sr | V+Ti+Sc+Co+Mg+Mn+Cr+Cu+Zn+P+Sr+Na+ Mo | V+Ti+Co+Sc+Cr+Mn+Mg |
| Ag | Zr+Rb | Zr+Cu | Zr+Cu+K+Sc+Tl+Rb | Zr |
| Cu | Pb+Co+Sc+Al+Mg+Rb+Mn+Zn+Cs | Co+Sc+Mg+V+Fe+Al+Mn+P+Cr+Cs+Zn+Ag | Co+Sc+Mg+Al+V+Fe+Mn+P+Cs+Zn+Cr+Ag+Ti | Pb+Co+Al+Sc+Mg+Rb |
| Zn | Pb+Mn+Cd+W+Cu | Mn+Pb+Cd+As+Fe+V+Co+Sc+Ti+Cu | Mn+Pb+Fe+V+As+Cd+Cu+Sc+Co+Ti+Mo+Cs+Al | Pb+Mn+Cd+W |

۴-۲-۶- آنالیز خوشه‌ای داده‌ها (کلاستر)

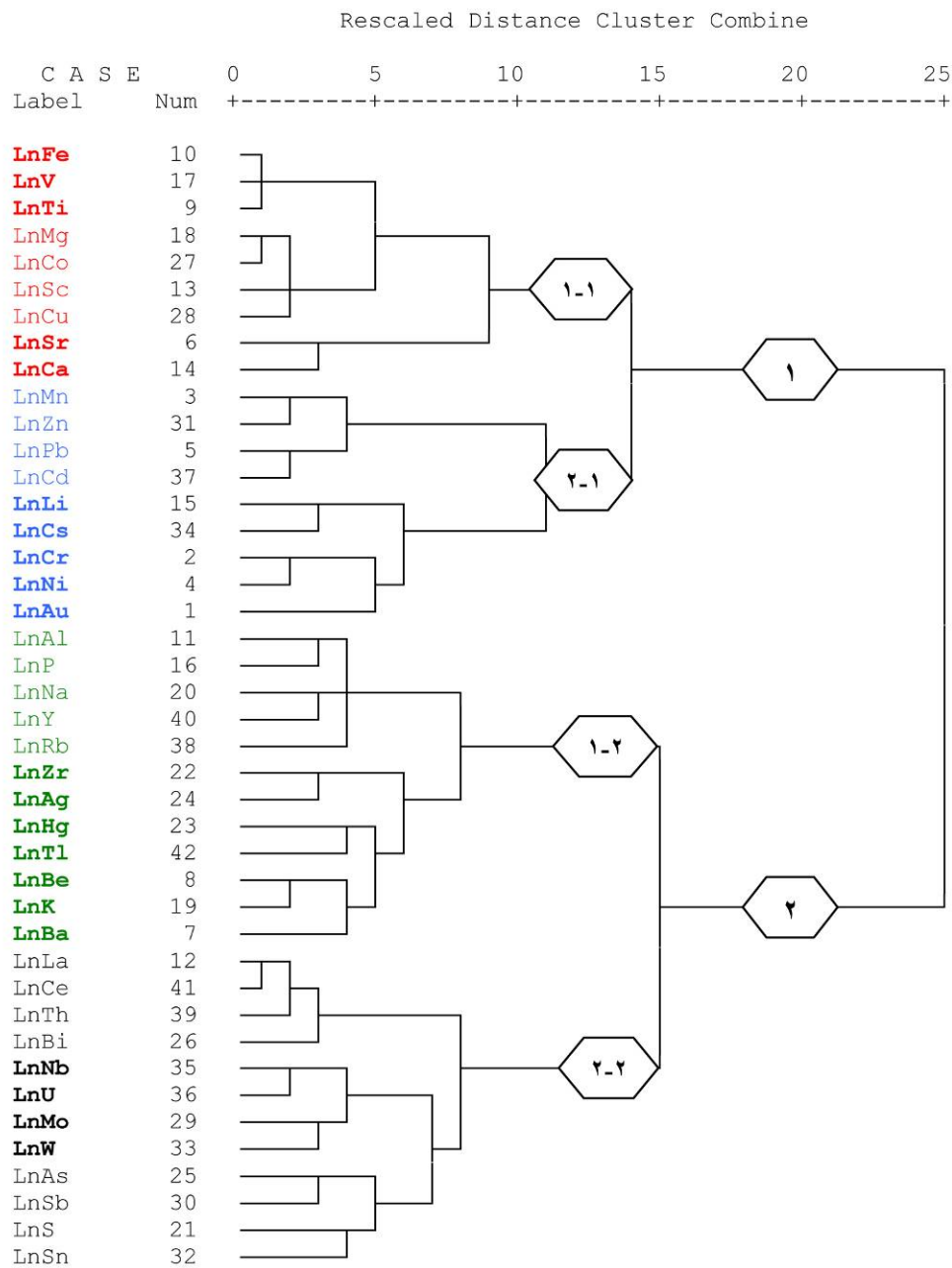
یکی دیگر از روش‌های آماری چند متغیره معمول در مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل داده‌ها استفاده از تکنیک آنالیز خوشه‌ای می‌باشد. در این تکنیک می‌توان به راحتی عناصر پاراژنز و همچنین محیط مربوط به مجموعه موجود در خوشه را تشخیص داد. برای استفاده از این روش محاسبات مختلفی وجود دارد که در این پروژه از روش محاسباتی (Ward's Method) و با داده‌های همگن استفاده شده است. در این روش، معیار اتصال هر متغیر به یک خوشه یا دو خوشه به یکدیگر، با روش‌های محاسبه دیگر از جمله، اتصال نزدیک‌ترین همسایگی، دورترین همسایگی و اتصال میانگین تفاوت دارد. در این روش معیار اتصال یک شیء به یک خوشه یا دو خوشه به یکدیگر، ایجاد کمترین افزایش در مجموع مربعات انحراف از میانگین خوشه مورد نظر است. نتایج حاصل از این روش از نظر ظاهری و حفظ سلسله مراتب ساختمانی مناسب می‌باشند. بدین دلیل روش Ward که در این پروژه استفاده شده به صورت یک انتخاب مناسب در تحلیل خوشه‌ای شناخته شده است.

در شکل ۴-۳ دندروگرام مربوط به آنالیز خوشه‌ای داده‌های نرمال شده لگاریتمی نشان داده شده است. در این دندروگرام عناصر آنالیز شده را می‌توان به دو گروه اصلی تقسیم کرد که هر کدام شامل دو زیر گروه می‌باشند.

جدول شماره ۴-۹: ماتریس ضرایب همبستگی با داده‌های شاخص غنی شدگی

Correlation Matrix - EI Data

| | Ag-EI | As-EI | Au-EI | Ba-EI | Bb-EI | Bc-EI | Ca-EI | Cd-EI | Ce-EI | Co-EI | Cr-EI | Cs-EI | Cu-EI | Fe-EI | Hg-EI | K-EI | La-EI | Li-EI | Mg-EI | Mn-EI | Mo-EI | Na-EI | Nb-EI | Pb-EI | P-EI | Rb-EI | Sb-EI | Sc-EI | Se-EI | Sn-EI | Te-EI | Ti-EI | Tl-EI | U-EI | V-EI | W-EI | Y-EI | Zn-EI | Zr-EI | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|------|------|--|
| Ag-EI | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| As-EI | 0.18 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Au-EI | 0.24 | 0.05 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ba-EI | -0.01 | 0.13 | 0.14 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bb-EI | 0.14 | 0.07 | -0.10 | -0.10 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bc-EI | 0.06 | 0.42 | -0.06 | 0.02 | 0.11 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca-EI | 0.06 | 0.16 | 0.25 | 0.04 | 0.04 | 0.17 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cd-EI | -0.14 | -0.50 | -0.10 | -0.05 | -0.15 | -0.34 | -0.21 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ce-EI | -0.01 | -0.01 | 0.12 | 0.03 | -0.01 | -0.03 | 0.04 | -0.01 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Co-EI | -0.06 | 0.15 | 0.04 | -0.03 | 0.05 | 0.40 | 0.27 | -0.30 | 0.01 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cs-EI | 0.15 | 0.31 | 0.18 | 0.21 | -0.07 | -0.14 | 0.03 | -0.10 | 0.05 | -0.15 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu-EI | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.13 | -0.14 | -0.06 | -0.10 | 0.09 | -0.01 | 0.19 | 0.59 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe-EI | 0.20 | 0.34 | 0.25 | 0.17 | 0.10 | 0.29 | 0.15 | -0.18 | -0.01 | 0.19 | 0.01 | 0.00 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hg-EI | 0.25 | 0.38 | 0.12 | 0.23 | 0.01 | 0.03 | 0.19 | -0.20 | 0.02 | -0.07 | 0.49 | 0.20 | 0.28 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K-EI | 0.09 | 0.03 | 0.24 | 0.07 | -0.05 | -0.20 | 0.00 | -0.11 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.01 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La-EI | 0.09 | 0.02 | 0.01 | -0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.08 | -0.01 | 0.04 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li-EI | 0.21 | 0.43 | 0.05 | -0.01 | 0.26 | 0.62 | 0.06 | -0.34 | -0.04 | 0.08 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg-EI | -0.10 | 0.13 | -0.04 | -0.07 | 0.08 | 0.41 | 0.27 | -0.23 | 0.00 | -0.26 | -0.16 | -0.02 | -0.13 | -0.01 | 0.01 | 0.09 | 0.07 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn-EI | 0.10 | 0.24 | -0.02 | 0.16 | -0.10 | -0.18 | -0.16 | 0.13 | -0.05 | -0.33 | 0.77 | 0.66 | 0.12 | 0.35 | 0.37 | 0.04 | -0.01 | -0.38 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mo-EI | 0.16 | 0.31 | 0.28 | 0.12 | 0.05 | 0.29 | -0.30 | 0.07 | 0.05 | 0.41 | 0.10 | 0.31 | 0.29 | 0.42 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.13 | 0.14 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na-EI | 0.01 | 0.03 | 0.13 | 0.00 | -0.05 | 0.09 | -0.12 | 0.01 | 0.07 | 0.03 | 0.04 | 0.08 | 0.24 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | -0.09 | -0.11 | 0.08 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nb-EI | 0.07 | 0.31 | 0.04 | -0.13 | 0.12 | 0.10 | -0.06 | -0.37 | -0.04 | 0.08 | 0.08 | -0.10 | -0.01 | 0.12 | -0.01 | 0.29 | 0.04 | -0.19 | 0.00 | 0.08 | 0.14 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pb-EI | 0.01 | 0.04 | 0.01 | -0.11 | 0.09 | 0.38 | 0.22 | -0.17 | -0.02 | -0.59 | -0.16 | -0.08 | 0.05 | -0.10 | 0.09 | 0.17 | 0.55 | -0.05 | -0.29 | -0.02 | 0.09 | 0.13 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P-EI | 0.15 | 0.22 | 0.14 | 0.03 | 0.11 | 0.32 | -0.15 | 0.15 | 0.08 | 0.01 | 0.07 | 0.24 | 0.56 | -0.02 | 0.00 | 0.11 | 0.09 | -0.03 | -0.13 | 0.36 | 0.16 | 0.08 | 0.04 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rb-EI | 0.08 | 0.15 | 0.07 | 0.23 | -0.02 | 0.12 | 0.10 | -0.03 | -0.01 | 0.10 | 0.14 | 0.09 | 0.12 | 0.26 | 0.13 | -0.01 | 0.24 | 0.03 | -0.06 | 0.18 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.09 | 0.05 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sb-EI | 0.09 | 0.04 | 0.47 | 0.02 | 0.04 | 0.41 | 0.08 | 0.03 | 0.02 | 0.28 | 0.05 | 0.37 | 0.30 | -0.03 | -0.02 | 0.35 | 0.21 | 0.09 | -0.05 | 0.13 | 0.09 | 0.06 | 0.35 | 0.30 | 0.17 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sc-EI | 0.12 | 0.41 | 0.08 | 0.14 | -0.06 | -0.11 | -0.08 | -0.15 | -0.04 | -0.20 | 0.76 | 0.56 | 0.36 | 0.55 | -0.03 | 0.02 | -0.29 | 0.06 | -0.18 | 0.29 | 0.16 | 0.29 | 0.02 | 0.33 | 0.23 | 0.14 | 0.25 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Se-EI | -0.05 | -0.14 | 0.05 | -0.01 | -0.16 | -0.10 | 0.15 | 0.19 | -0.01 | -0.07 | -0.02 | -0.06 | 0.01 | -0.08 | -0.09 | -0.09 | -0.03 | -0.03 | 0.15 | -0.10 | 0.06 | 0.16 | 0.23 | 0.05 | 0.14 | 0.02 | 0.14 | 0.09 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Sn-EI | 0.08 | -0.02 | -0.03 | -0.06 | -0.02 | -0.15 | -0.05 | 0.23 | -0.02 | 0.34 | 0.04 | -0.02 | -0.04 | 0.17 | -0.03 | 0.00 | 0.23 | -0.09 | -0.18 | 0.03 | 0.14 | 0.09 | 0.11 | -0.09 | 0.10 | 0.02 | 0.27 | 0.11 | 0.24 | 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| Te-EI | -0.06 | 0.01 | 0.09 | 0.01 | -0.04 | 0.36 | 0.14 | -0.18 | -0.01 | -0.63 | -0.16 | -0.11 | -0.01 | -0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.56 | -0.10 | -0.27 | 0.02 | 0.13 | 0.09 | 0.13 | -0.09 | 0.10 | 0.06 | 0.11 | -0.09 | 0.07 | 0.49 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| Ti-EI | 0.09 | -0.03 | 0.33 | -0.05 | 0.02 | -0.18 | -0.04 | 0.36 | 0.14 | 0.08 | 0.44 | 0.36 | 0.47 | 0.25 | 0.00 | 0.05 | -0.12 | -0.03 | 0.15 | -0.10 | 0.06 | 0.11 | 0.13 | -0.09 | 0.10 | 0.06 | 0.11 | -0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.49 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| U-EI | 0.28 | 0.32 | 0.33 | 0.01 | 0.14 | 0.27 | 0.35 | -0.36 | 0.03 | 0.13 | 0.08 | 0.44 | 0.36 | 0.47 | 0.25 | 0.00 | 0.49 | -0.19 | -0.27 | 0.02 | 0.34 | 0.00 | 0.13 | 0.09 | 0.13 | 0.06 | 0.11 | -0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.49 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| V-EI | 0.11 | 0.04 | 0.06 | -0.08 | 0.09 | 0.35 | 0.22 | -0.20 | -0.03 | 0.49 | -0.19 | -0.20 | 0.11 | 0.03 | 0.04 | 0.21 | 0.49 | -0.19 | -0.27 | 0.06 | 0.19 | 0.26 | 0.62 | 0.08 | 0.07 | 0.10 | 0.47 | 0.40 | 0.32 | 0.21 | 0.21 | 0.87 | 1.00 | | | | | | | | | |
| W-EI | 0.15 | 0.28 | 0.13 | 0.04 | 0.09 | 0.30 | 0.29 | -0.30 | 0.04 | 0.23 | 0.02 | -0.04 | 0.26 | 0.05 | 0.03 | 0.24 | 0.22 | 0.00 | -0.16 | 0.32 | 0.17 | 0.12 | 0.39 | 0.45 | 0.09 | 0.31 | 0.29 | 0.07 | 0.07 | 0.24 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.12 | 0.04 | 1.00 | | | | | | |
| Y-EI | 0.01 | 0.27 | 0.03 | 0.02 | 0.13 | 0.33 | 0.09 | -0.27 | 0.00 | 0.35 | -0.02 | -0.09 | 0.01 | 0.03 | 0.13 | -0.02 | 0.19 | -0.19 | -0.08 | 0.19 | 0.05 | 0.32 | 0.33 | 0.04 | 0.20 | 0.23 | 0.15 | 0.19 | -0.22 | 0.16 | -0.06 | 0.35 | 0.19 | -0.08 | 0.52 | 0.08 | 0.18 | 1.00 | | | | |
| Zn-EI | 0.13 | 0.17 | 0.27 | 0.20 | 0.03 | 0.03 | 0.25 | -0.15 | 0.44 | 0.03 | 0.16 | 0.02 | 0.22 | 0.27 | 0.16 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | -0.02 | 0.51 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 0.65 | 0.06 | 0.18 | 0.20 | 0.08 | -0.07 | 0.04 | -0.08 | 0.06 | 0.35 | 0.19 | -0.08 | 0.23 | 0.03 | 0.16 | 0.31 | 0.09 | 1.00 | |
| Zr-EI | 0.38 | 0.13 | -0.13 | -0.23 | 0.23 | 0.08 | -0.12 | -0.09 | -0.07 | -0.21 | -0.09 | -0.08 | 0.15 | 0.02 | 0.03 | 0.35 | -0.14 | 0.06 | 0.06 | -0.12 | 0.14 | 0.18 | 0.05 | -0.16 | 0.02 | 0.07 | -0.12 | 0.08 | -0.11 | -0.08 | 0.08 | -0.23 | 0.22 | 0.13 | 0.19 | 0.06 | 0.04 | 0.13</ | | | | |



شکل ۴-۳: دندوگرام داده‌های نرمال لگاریتمی به روش Ward's

در زیر گروه ۱-۱ که در بالای دندروگرام واقع شده است عناصر کانه‌ساز اصلی Fe و Cu قرار گرفته‌اند. این زیرگروه به سه دسته Fe-V-Ti، Mg-Co-Sc-Cu و Sr-Ca تقسیم شده است. در این مجموعه بیشترین همبستگی و قرابت بین Fe-V-Ti و Mg-Co مشاهده می‌شود. در زیر گروه ۲-۱ مجموعه عناصر Mn-Zn و Pb-Cd یک شاخه را تشکیل داده و شاخه دیگر شامل عناصر Li-Cs و Cr-Ni-Au می‌باشد.

نکته قابل توجه در این زیر گروه حضور منگنز در مجموعه محتمل Pb-Cd-Zn و اتصال ضعیف طلا به مجموعه Cr-Ni می باشد.

زیر گروه ۱-۲ نیز دارای دو شاخه می باشد که در شاخه بالایی عناصر Al-P-Na-Y-Rb قرار گرفته اند. شاخه پایینی را نقره و جیوه به همراه عناصر K, Be, Tl, Zr و Ba تشکیل داده است. زیر گروه ۲-۲ که در پایین دندروگرام قرار دارد به سه دسته La-Ce-Th-Bi, Nb-U-Mo-W و As-Sb-S-Sn تقسیم شده است.

۴-۲-۷- محاسبه مشخصه های ژئوشیمیایی و شاخص های جمعی

یکی از راه های بررسی مقادیر ناهنجار و امکان همسویی آنها با یکدیگر استفاده از محاسبه مشخصه های ژئوشیمیایی (Geochemical Signature) است، در مورد ضرایب همبستگی، بدیهی است که تمامی داده ها مورد بررسی قرار گرفته و ممکن است با توجه به مواردی که در سرفصل ضرایب همبستگی به آن اشاره شد، این ضرایب بیانگر واقعی همبستگی یا عدم همبستگی عناصر نباشند. به همین دلیل در محاسبه مشخصه های ژئوشیمیایی، همراهی و همسویی عناصر تنها در ۱۰ درصد بالای جامعه آنها بررسی می شود.

در این روش با توجه به این که محدوده توزیع عناصر تنها به ۱۰ درصد بالای آنها منحصر می شود، می تواند از اعتبار بیشتری برخوردار باشد. بنابراین فایل داده ها برای تمامی عناصر مرتب (Sort) و ۱۰ درصد بالای آنها (۷۶ نمونه) مشخص شده است. سپس هر کدام از عناصر یکبار به عنوان عنصر مبنا قرار گرفته و داده های آن مرتب شده اند. در رده بندی زیر بهترین مجموعه هایی که با داده های خام به دست آمده معرفی شده اند. قابل ذکر است که در آنالیز خوشه ای نیز این مجموعه ها مشاهده شده اند.

| | |
|------------------------|---------|
| As + Sb | (AS) |
| Hg + Ag + Ba | (HAB) |
| Cu + Pb + Zn + Cd + Au | (CPZCA) |
| W + Sn + Bi + Mo | (WSBM) |

ترسیم داده های این مجموعه ها بر اساس جمع مقادیر Z-Score آنهاست و از جمع این مقادیر که به عنوان شاخص های جمعی (Additive Index) نام گذاری شده، داده هایی به دست می آید که به صورت نقشه نمایش داده می شود. لازم به ذکر است که Z-Score نوعی استانداردسازی داده ها است که بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود:

$$Z - score = \frac{X - Min}{Max - Min}$$

در این فرمول (X) عیار هر نمونه، (Min) کمترین و (Max) بیشترین مقدار جامعه است. با محاسبه این فرمول نتایج به صورت جامعه‌ای بین ۰ تا ۱ به دست خواهد آمد که تمامی آنها هم وزن بوده و قابل جمع کردن با یکدیگر هستند.

۴-۲-۸- آنالیز فاکتوری داده‌ها

روش‌های آماری چند متغیره زمانی در علوم به عنوان یک راه حل مطرح گردید که جنبه تأثیر متغیرهای گوناگون با یکدیگر فضایی گسترده‌تر از یک فضای سه بعدی را طلب می‌کرد. در این راه ابتدا روش‌های آنالیز تک متغیره گسترش پیدا کرده و سپس از نتایج آنها در تکنیک‌های آماری چند متغیره، و تجزیه تحلیل‌های چندگانه استفاده گردید.

در داده‌پردازی چند متغیره بر خلاف تک متغیره، که برای هر نقطه فقط مقدار یک عنصر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد، چند متغیر به طور همزمان مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرند.

در بررسی‌های ژئوشیمیایی اکتشافی برای تفسیر داده‌ها همیشه نمی‌توان به نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل فاکتوری متکی بود، زیرا این روش طوری طراحی شده که می‌تواند فقط مجموعه‌ای از فاکتورهای که در توزیع آماری یک جمعیت ساده، اثر دارند را مشخص نماید. در حالی که در نواحی که هم از نظر زمین‌شناسی و هم از نظر نوع توده‌های کانساری ناهمگن هستند، تعداد بسیار زیادی از فرایندها (فاکتورها) می‌تواند روی یک متغیر (توزیع فراوانی یک عنصر) اثر گذارند. بررسی اثر تعداد زیادی از این فاکتورها روی تعدادی از متغیرها، ممکن است خارج از گنجایش این روش تجزیه و تحلیل داده‌ها باشد (1971 Cameron-Hobbs).

بر این اساس با استفاده از داده‌های لگاریتمی اقدام به پردازش آنالیز فاکتوری داده‌ها شد. در جداول ۴-۱۱ نتایج این آنالیز آورده شده است. براساس جدول تغییرات واریانس فاکتور اول به تنهایی بیش از ۱۹/۳ درصد تغییرات جامعه را در بر گرفته است. فاکتور دوم در حدود ۱۷ درصد این تغییرات را شامل می‌شود و به این ترتیب تا فاکتور دهم در مجموع بیش از ۷۵ درصد تغییرات جامعه نشان داده شده است. درجه اعتبار و دقت این آنالیز ۰/۷۸۸ است که در حد قابل قبول می‌باشد.

فاکتور اول متأثر از تغییرات عناصر Fe-V-Ti-Sc-Ce-Cr-Mg-Cu می‌باشد. عناصر Fe-V-Ti در مراحل مختلف پردازش‌های صورت گرفته بالاترین همبستگی و ارتباط را نشان داده‌اند.

فاکتور دوم متأثر از عناصر خاکی و خاکی نادر Ce-La-Th-U به همراه عناصری همچون Nb-Bi-Be-Sn می‌باشد. چنین پارائزنی می‌تواند در ارتباط با توده‌های نفوذی اسیدی تا حد واسط تشکیل شود. در فاکتور سوم عناصر Na-Ba-U با تاثیر مثبت حضور دارند و عناصر Ni-Li-Cr دارای تهی شدگی می‌باشند. این فاکتور نیز وضعیت مشابهی با فاکتور دوم دارد. تغییرات فاکتور چهارم تا حدود زیادی با Al-P-Cu-K-Na همسو است که می‌تواند در ارتباط با دگرسانی‌های مختلف واحدهای سنگی منطقه باشد. اما تغییرات فلزات پایه همچون سرب و روی به همراه Cd-Mn-Au باعث ایجاد فاکتور پنجم شده است. این فاکتور کانی‌زایی‌های منطقه را در بر می‌گیرد. در تشکیل فاکتور ششم عناصر موثر بوده‌اند. این فاکتور نیز می‌تواند در ارتباط با کانی‌زایی منطقه و احتمالاً مدل اسکارن و پورفیری را شامل شود. فاکتورهای هفتم تا دهم نیز به ترتیب متأثر از Hg-Tl-K, Ag-Zr-Rb, Ca-Sr, S-Sn می‌باشند. در شرح آنومالی‌های فاکتوری با توجه به اهمیت کانی‌سازی‌های احتمالی منطقه، نقشه پراکندگی آنومالی‌های فاکتور اول برای آهن، فاکتور پنجم برای سرب، روی و طلا و فاکتور ششم برای آرسنیک، مولیبدن و آنتیموان ترسیم شده است.

۴-۳- نقشه آنومالی‌های منطقه

تمامی پردازش‌های آماری تاکنون فارغ از موقعیت مکانی نمونه‌ها انجام پذیرفته است. در این بخش این نقص به کمک تکنیک‌های زمین‌آمار و با استفاده از مجموعه نرم افزار ArcGIS v.9.2 برطرف، یا به گفته دیگر؛ توزیع فضایی داده‌ها نیز در پردازش‌های آماری به کار گرفته خواهد شد. نتیجه این پردازش‌ها نقشه‌های آنومالی عناصر خواهد بود.

جدول شماره (۴-۱۰): نتایج مربوط به محاسبات فاکتوری

| KMO and Bartlett's Test | | |
|--|--------------------|-----------|
| Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling | | .788 |
| Bartlett's Test of Sphericity | Approx. Chi-Square | 24100.886 |
| | df | 861.000 |
| | Sig. | .000 |

Total Variance Explained

| Component | Initial Eigenvalues | | | Extraction Sums of Squared Loadings | | | Rotation Sums of Squared Loadings | | |
|-----------|---------------------|---------------|--------------|-------------------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|---------------|--------------|
| | Total | % of Variance | Cumulative % | Total | % of Variance | Cumulative % | Total | % of Variance | Cumulative % |
| 1 | 8.146 | 19.396 | 19.396 | 8.146 | 19.396 | 19.396 | 6.089 | 14.497 | 14.497 |
| 2 | 7.165 | 17.060 | 36.456 | 7.165 | 17.060 | 36.456 | 5.373 | 12.792 | 27.289 |
| 3 | 3.783 | 9.007 | 45.462 | 3.783 | 9.007 | 45.462 | 3.489 | 8.308 | 35.596 |
| 4 | 3.096 | 7.371 | 52.833 | 3.096 | 7.371 | 52.833 | 3.358 | 7.995 | 43.592 |
| 5 | 2.603 | 6.198 | 59.031 | 2.603 | 6.198 | 59.031 | 2.864 | 6.820 | 50.411 |
| 6 | 1.994 | 4.747 | 63.778 | 1.994 | 4.747 | 63.778 | 2.358 | 5.615 | 56.026 |
| 7 | 1.422 | 3.385 | 67.163 | 1.422 | 3.385 | 67.163 | 2.317 | 5.517 | 61.543 |
| 8 | 1.202 | 2.863 | 70.026 | 1.202 | 2.863 | 70.026 | 2.280 | 5.427 | 66.971 |
| 9 | 1.136 | 2.705 | 72.731 | 1.136 | 2.705 | 72.731 | 1.964 | 4.677 | 71.648 |
| 10 | 1.070 | 2.547 | 75.278 | 1.070 | 2.547 | 75.278 | 1.525 | 3.630 | 75.278 |
| 11 | .888 | 2.114 | 77.392 | | | | | | |
| 12 | .820 | 1.953 | 79.346 | | | | | | |
| 13 | .766 | 1.824 | 81.169 | | | | | | |
| 14 | .712 | 1.695 | 82.864 | | | | | | |
| 15 | .681 | 1.620 | 84.484 | | | | | | |
| 16 | .611 | 1.456 | 85.940 | | | | | | |
| 17 | .568 | 1.353 | 87.293 | | | | | | |
| 18 | .532 | 1.266 | 88.559 | | | | | | |
| 19 | .487 | 1.160 | 89.719 | | | | | | |
| 20 | .418 | .996 | 90.715 | | | | | | |
| 21 | .408 | .971 | 91.686 | | | | | | |
| 22 | .390 | .928 | 92.614 | | | | | | |
| 23 | .323 | .770 | 93.384 | | | | | | |
| 24 | .278 | .661 | 94.044 | | | | | | |
| 25 | .268 | .639 | 94.683 | | | | | | |
| 26 | .261 | .620 | 95.304 | | | | | | |
| 27 | .245 | .584 | 95.888 | | | | | | |
| 28 | .230 | .548 | 96.436 | | | | | | |
| 29 | .204 | .485 | 96.922 | | | | | | |
| 30 | .179 | .427 | 97.349 | | | | | | |
| 31 | .175 | .416 | 97.764 | | | | | | |
| 32 | .171 | .407 | 98.171 | | | | | | |
| 33 | .134 | .320 | 98.491 | | | | | | |
| 34 | .128 | .305 | 98.796 | | | | | | |
| 35 | .124 | .295 | 99.090 | | | | | | |
| 36 | .100 | .238 | 99.329 | | | | | | |
| 37 | .077 | .182 | 99.511 | | | | | | |
| 38 | .066 | .156 | 99.667 | | | | | | |
| 39 | .047 | .112 | 99.779 | | | | | | |
| 40 | .043 | .102 | 99.880 | | | | | | |
| 41 | .028 | .066 | 99.947 | | | | | | |
| 42 | .022 | .053 | 100.000 | | | | | | |

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotated Component Matrixa

| | Component | | | | | | | | | |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| LnFe | .949 | -.027 | .080 | .063 | .044 | .116 | -.002 | .017 | -.021 | -.028 |
| LnV | .934 | -.134 | .073 | .043 | .007 | .155 | -.035 | .063 | .070 | -.042 |
| LnTi | .871 | .087 | .197 | -.107 | -.069 | .185 | -.025 | .136 | .038 | -.030 |
| LnSc | .766 | -.203 | -.061 | .454 | .086 | -.081 | -.063 | .124 | -.039 | -.083 |
| LnCo | .764 | -.223 | -.374 | .303 | .070 | -.012 | .093 | .061 | -.020 | .081 |
| LnCr | .638 | .025 | -.554 | .026 | -.085 | .002 | .131 | -.086 | .205 | .035 |
| LnMg | .630 | -.354 | -.312 | .357 | -.032 | -.105 | .128 | .146 | .278 | .065 |
| LnCe | -.085 | .872 | -.099 | .105 | .124 | -.061 | .034 | -.131 | -.189 | .100 |
| LnLa | -.205 | .864 | -.046 | -.005 | .057 | -.042 | .122 | -.153 | -.089 | .027 |
| LnTh | -.278 | .826 | .002 | .057 | .025 | .125 | -.112 | .035 | -.037 | -.022 |
| LnNb | .032 | .815 | .132 | -.011 | -.146 | .204 | .089 | .210 | .121 | .095 |
| LnBi | -.027 | .637 | .000 | .068 | .285 | .061 | .230 | -.037 | -.233 | .203 |
| LnU | .014 | .595 | .409 | .059 | -.013 | .246 | .018 | .440 | .173 | -.161 |
| LnBe | -.258 | .498 | -.026 | .476 | -.131 | .149 | .332 | -.037 | -.083 | -.324 |
| LnY | .220 | .396 | .368 | .363 | .215 | .003 | -.226 | .242 | .150 | -.389 |
| LnNi | .097 | .113 | -.847 | .032 | .047 | -.159 | -.079 | -.148 | -.001 | .129 |
| LnLi | .003 | -.030 | -.639 | .103 | -.137 | .302 | .326 | .070 | -.195 | -.071 |
| LnNa | .277 | .106 | .600 | .489 | -.104 | .087 | .003 | -.063 | -.148 | .023 |
| LnBa | -.024 | .110 | .557 | .137 | .113 | .119 | .345 | .238 | -.135 | .040 |
| LnAl | .210 | .105 | .000 | .797 | .139 | -.033 | .182 | .074 | -.221 | -.039 |
| LnP | .369 | .175 | .139 | .613 | .041 | .156 | .016 | .111 | .159 | .183 |
| LnCu | .517 | -.211 | -.144 | .564 | .189 | .025 | .119 | .228 | -.033 | .096 |
| LnCd | -.132 | .117 | -.031 | -.003 | .855 | .001 | -.021 | -.064 | .186 | .049 |
| LnPb | -.011 | .217 | .122 | .020 | .789 | .255 | .060 | -.023 | -.177 | .076 |
| LnZn | .425 | -.086 | .035 | .106 | .657 | .348 | .016 | .029 | -.273 | -.053 |
| LnMn | .489 | -.056 | .091 | .197 | .548 | .175 | .180 | -.001 | -.335 | -.117 |
| LnAu | .050 | -.105 | -.365 | .284 | .405 | -.015 | -.102 | -.073 | -.062 | -.123 |
| LnAs | .201 | -.027 | -.059 | -.004 | .215 | .716 | -.044 | -.108 | -.036 | .157 |
| LnMo | .228 | .380 | .288 | .171 | .084 | .586 | .089 | .119 | -.032 | -.018 |
| LnSb | .029 | .420 | .114 | -.077 | .240 | .569 | -.061 | .090 | .009 | .340 |
| LnCs | -.025 | -.052 | -.349 | .391 | .161 | .458 | .367 | .337 | -.013 | -.100 |
| LnW | .101 | .315 | .225 | .135 | .053 | .394 | .168 | .303 | -.100 | -.010 |
| LnHg | .056 | .032 | .003 | .038 | .069 | -.172 | .808 | .014 | .099 | -.018 |
| LnTl | .028 | .132 | -.028 | .090 | -.004 | .198 | .670 | .276 | -.178 | .068 |
| LnK | .022 | .144 | .228 | .499 | -.155 | .199 | .558 | .174 | -.106 | -.146 |
| LnAg | .237 | -.064 | .090 | .137 | -.022 | -.002 | .174 | .721 | -.089 | .119 |
| LnZr | .142 | -.111 | .308 | -.019 | -.322 | .019 | .201 | .691 | .120 | -.190 |
| LnRb | -.035 | .262 | -.101 | .458 | .094 | .023 | .011 | .521 | -.099 | -.015 |
| LnCa | -.007 | -.181 | -.202 | -.310 | -.100 | -.031 | -.099 | -.137 | .747 | .115 |
| LnSr | .393 | -.271 | .274 | .098 | -.098 | -.089 | -.012 | .090 | .668 | .039 |
| LnS | -.111 | .156 | -.082 | .016 | .021 | .273 | .033 | -.091 | .287 | .735 |
| LnSn | .114 | .479 | .066 | .058 | .005 | .012 | -.145 | .224 | -.264 | .518 |

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 19 iterations.

در این پروژه نقشه آنومالی‌های داده خام و شاخص غنی‌شدگی برای هر عنصر تهیه شده است. برای تهیه نقشه آنومالی‌های داده‌های شاخص غنی‌شدگی، لازم بود تا ابتدا با حذف اثر سنگ بستر، جامعه آماری داده‌های خام به صورت همگن درآید. برای این کار همانگونه که در فصل سوم گفته شده است براساس نوع سنگ بالادست نمونه که در نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ طارم آورده شده است، کل نمونه‌ها به چند جامعه با سنگ بسترهای متفاوت تفکیک و پس از تعیین مقدار میانه در هر محیط نمونه‌برداری، تک تک داده‌های هر جامعه به مقدار میانه همان جامعه تقسیم گردید. جامعه آماری حاصل از این پردازش‌ها، جامعه آماری همگن شده یا داده‌های شاخص غنی‌شدگی می‌باشد که جهت تهیه انواع نقشه‌های تک عنصری و ترکیبی با استفاده شده است.

نقشه‌های این پروژه همگی در نرم‌افزار Arc GIS تهیه شده‌اند. نقشه‌های اصلی در اندازه A3 تهیه شده که در پیوست نقشه گزارش ارائه گردیده‌اند. جهت تهیه این نقشه‌ها، پلی‌گون حوضه آبریز بالادست برای هریک از نمونه‌های آبراه‌ای برداشت شده ترسیم و داده‌های ژئوشیمیایی هر نمونه به کل پلی‌گون نسبت داده شده است. به منظور تفکیک آنومالی‌های احتمالی در نرم‌افزار ArcGIS، از Symbology به صورت Quantities (Graduated Colores) استفاده شده و داده‌ها در ۵ کلاس تقسیم بندی شده‌اند. حدود تقسیم‌بندی براساس مقدار میانگین (\bar{X}) و انحراف معیار (S) داده‌های نرمال شده در مرحله پردازش داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS v.16 مشخص شده است. این کلاسه بندی به صورت زیر است:

- پایین‌تر از حد زمینه (رنگ آبی): $\text{Min} - \bar{X}$

- در حد زمینه (رنگ سبز): $\bar{X} - \bar{X} + S$

- آنومالی درجه ۳ (رنگ زرد): $\bar{X} + S - \bar{X} + 2S$

- آنومالی درجه ۲ (رنگ صورتی): $\bar{X} + 2S - \bar{X} + 3S$

- آنومالی درجه ۱ (رنگ قرمز): $\bar{X} + 3S - \text{Max}$

علاوه بر این جهت درک بهتر مطالب گزارش و مقایسه نقشه‌های حاصل از داده‌های خام و داده‌های شاخص غنی‌شدگی و همچنین بررسی ارتباط احتمالی آنومالی‌های مشخص شده با واحدهای لیتولوژیک اصلی منطقه نقشه‌هایی در مقیاس حدودی ۱:۷۵۰,۰۰۰ تهیه و در متن گزارش آورده شده است. این نقشه‌ها بوسیله تبدیل فایل پلی‌گون حوضه آبریز به فایل رستری برای هر عنصر با اندازه سلول ۵۰۰m * ۵۰۰m تهیه شده است. زمینه نقشه‌ها را واحدهای زمین‌شناسی ساده شده تشکیل داده و بخش‌های بالای $\bar{X} + S$ داده‌های ژئوشیمیایی در سه رنگ زرد (آنومالی درجه ۳)، صورتی (آنومالی درجه ۲) و قرمز (آنومالی درجه ۱) نشان داده شده است.

۴-۳-۱- شرح آنومالی‌های تک عنصری

در این بخش برای تمامی عناصر آنالیز شده نقشه آنومالی‌ها براساس داده‌های خام و داده‌های شاخص غنی‌شدگی (اشکال ۴-۴ تا ۴-۵) ترسیم شده است. نقشه معادل هر یک در اندازه A3 و براساس پلی‌گون‌های حوضه آبریز در پیوست نقشه‌های گزارش آورده شده است. در ادامه به شرح مختصر مهمترین عناصر اشاره خواهد شد.

۴-۳-۱-۱- فلزات قیمتی و عناصر همراه

نقره و طلا از جمله عناصر فلزی قیمتی می‌باشند که در این محدوده مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین عناصر As, Hg, Sb و Tl نیز به عنوان عناصر همراه متداول کانی‌زایی طلا مطالعه می‌گردند. در شکل (۴-۴) نقشه پراکندگی آنومالی‌های نقره که با داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی ترسیم شده‌اند، نشان داده شده است. بالاترین مقادیر نقره در حوضه‌های نمونه ۱۲۹ (جنوب روستای گچی قشلاق با ۲/۸۲ ppm)، نمونه ۲۳۴ و ۲۳۵ (جنوب روستای تهم) و نمونه ۶۸ (شمال روستای بادامستان) دیده شده است. با این حال همانگونه که مشاهده می‌شود چهار زون پتانسیل دار را می‌توان از سایر مناطق متمایز ساخت. منظور از پتانسیل، غنی‌شدگی نسبی Ag در محدوده نمونه‌برداری می‌باشد، هر چند که از نظر مقدار عددی مقادیر این زون‌ها نسبتاً پایین است.

حوضه آبریز نمونه‌های ۱۳۵, ۱۳۶, ۱۳۷ و ۱۴۱ واقع در حدفاصل روستاهای زرنان و گلبجه بیشترین تجمع محدوده‌های آنومال را نشان می‌دهند که با توجه به نقشه زمین‌شناسی یکصد هزارم طارم در مجاورت توده‌های نفوذی p (میکرو کوارتز دیوریت پورفیری) و qm (کوارتز مونزونیت - کوارتز سینیت) و درون واحدهای آتشفشانی ائوسن قرار دارند. این مسئله برای حوضه آبریز نمونه‌های ۲۳۴ و ۲۳۵ در جنوب خاور روستای تهم و در خاور محدوده اکتشافی، حوضه آبریز نمونه‌های ۳۷۴، ۳۷۹، ۳۸۱ و ۳۸۹ نیز صادق است. حوضه آبریز نمونه‌های ۲۱۳ و ۲۱۵ در شمال باختر روستای تهم نیز آنومالی درجه ۱ نشان داده است که توسط واحدهای آتشفشانی ائوسن میزبانی می‌شود. زون پتانسیل دار دیگر نیز در شمال خاور محدوده و در محل روستاهای سانسوز و قلات مشاهده می‌شود. واحد سنگی غالب در این حوضه‌ها (نمونه‌های ۱۲۹ و ۲۰۶) کنگلومرا، ماسه سنگ، گچ و رس‌های نئوژن می‌باشد.

نقشه آنومالی نقره براساس داده‌های Ei نسبت به نقشه داده‌های خام تفاوت محسوسی ندارد که به دلیل گسترش زیاد واحدهای آتشفشانی ائوسن و قرارگیری اکثریت آنومالی‌ها در این گروه لیتولوژیک می‌باشد.

پراکندگی های طلا نیز در شکل شماره (۴-۵) نشان داده شده است. محدوده طارم به لحاظ کانی زایی طلا بسیار ضعیف بوده و تنها تعداد معدودی از حوضه های آبریز که بالای ۴/۹ ppb می باشند به عنوان آنومالی درجه ۱ مشخص شده اند. این حوضه های آنومال دارای پراکندگی بیشتری در شمال خاور زنجان دارد بطوریکه از ۱۰ نمونه دارای بالاترین عیار طلا، ۷ نمونه در این محدوده (نمونه های ۲۱۷ (۱۵ppb) و ۲۲۲ (۹ ppb) در شمال روستای امام زاده هاشم و خشک رود، ۲۳۷، ۱۵۵ (۱۴ppb)، ۱۶۱ و ۲۴۴ در حدفاصل روستاهای تهم و علی آباد و نمونه ۱۵۲ در خاور روستای گلبجه) واقع گردیده است. در اطراف روستای شیت در باختر شهرستان طارم نمونه ۳۲ با ۱۵ ppb آنومالی درجه ۱ نشان داده است. در نقشه آنومالی شاخص غنی شدگی به دلیل بالاتر بودن زمینه عنصر طلا در واحدهای آتشفشانی منطقه شاهد کمتر شدن شدت آنومالیا می باشیم.

مهمترین ردیاب طلا، آرسنیک است. نحوه پراکندگی آنومالی های داده خام و شاخص غنی شدگی As در شکل (۴-۶) نشان داده شده است. زون های آنومالی As دارای همپوشانی مکانی معنی داری با آنومالی های طلا و نقره نشان می دهد. سه زون نسبتاً غنی شده در محدوده نمونه برداری تعیین شده است. بالاترین مقدار آرسنیک در نمونه های ۳۶۶ (۱۵۰ppm) ثبت شده است که به همراه نمونه ۳۶۴ در شمال روستای سرخه دیزج واقع شده است. در مرحله بعد در نمونه های ۲۳۴ (۱۲۶ ppm)، ۲۳۵ (۱۲۰ppm)، ۲۳۶ (۱۱۰ppm) و ۲۳۷ (۹۸/۶ ppm) می باشند که به همراه نمونه های ۱۴۵، ۱۴۶ و ۲۴۲ زون آنومالی را در خاور و جنوب خاور روستای تهم تشکیل داده اند. بیشترین تجمع حوضه های آنومال از لحاظ As در مرکز نقشه و در خاور روستای زاگر قرار دارد. این محدوده شامل حوضه های آبریز نمونه های ۳۰۳، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۲۴، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۹ و ۳۳۰ می باشد که از واحد کوارتز مونزونیت - کوارتز سینیتی الیگوسن منشا گرفته اند.

جیوه نیز از عناصری هستند که همراه کانی زایی طلا بویژه در انواع هیدروترمالی مشاهده می شوند این در حالیست که در محدوده اکتشافی طارم هیچ گونه همپوشانی میان آنومالی های طلا و نقره و جیوه مشاهده نمی شود. همانگونه که در شکل (۴-۷) نشان داده شده است دو محدوده آنومال درجه ۱ در اطراف روستای لهبانه در خاور محدوده و روستای گلبجه در مرکز محدوده طارم قابل تمایز می باشد. هر دوی این مناطق آنومال بر توده های نفوذی و آلتراسیون های اطراف آنها منطبق می باشند.

آنتیموان در آن گروه از عناصری قرار دارد که از بیشترین قدرت تحرک (Mobility) برخوردار است. این عنصر می تواند بهترین ردیاب برای اکتشاف کانسارهای طلائی تیپ هیدروترمالی محسوب شود، زیرا هاله تقریباً وسیع و بزرگی نشان داده و تقریباً دورتر از موتور حرارتی تجمع و متمرکز می شود. هاله های

ژئوشیمیایی ناهنجر که این عنصر در محدوده طارم نشان می دهد (شکل ۴-۸) با بخشهایی از آنومالیهای طلا و تا حدودی نقره و همچنین آرسنیک هماهنگ است در حالیکه عکس آن صادق نمی باشد. حوضه آبریز نمونه‌های ۲۴۲، ۲۸۲، ۲۸۶ (۵/۶ ppm)، ۲۸۹ (۵/۵ ppm)، ۲۹۰، ۲۹۲ (۵/۹ ppm) و ۲۹۳ (۶/۱ ppm) که آنومالی درجه ۱ نشان داده اند، به همراه بیش از ۱۰ نمونه با آنومالی درجه ۲ در شمال خاور زنجان و در شمال روستاهای چره ناب و زرنان، محدوده آنومالی مناسبی را برای این عنصر بوجود آورده است. همانگونه که گفته شد در این محدوده آنومالی های طلا، فلزات پایه و ... نیز آنومالی نشان داده اند. انطباق این هاله ها می تواند بر خاستگاه هیدروترمالی کانی زایی احتمالی در این محدوده دلالت داشته باشد. وضعیت مشابهی نیز در اطراف روستاهای شیت و ولیدر در شمال محدوده طارم مشاهده شده است. در این محدوده نمونه های ۲۸ (۶ ppm)، ۳۰، ۳۳ (با بالاترین مقدار برابر با ۶/۴ ppm)، ۶۱، ۶۲ (۵/۶ ppm)، ۶۳ و ۶۵ بیش از سه برابر میزان انحراف معیار محاسبه شده از داده های نرمال نسبت به میانه داده های ژئوشیمیایی کل محدوده، عیار نشان داده اند و جزو آنومالی درجه ۱ تقسیم بندی گردیده اند.

عنصر تالیوم نیز از جمله عناصرهایی است که در کانسارهای طلا-نقره بویژه از نوع Hot spring جزو پاراژنز ژئوشیمیایی کانی سازی محسوب می شود. شکل (۵-۹) که پراکندگی این عنصر را در محدوده طارم نشان می دهد از همپوشانی تقریبی آنومالی های آن با بخشی از محدوده های ناهنجر Au، As، Sb و Ag حکایت دارد.

۴-۳-۱-۲- فلزات پایه و عناصر پاراژنز معمول

در این قسمت به بررسی پراکندگی آنومالی های فلزات پایه Cu، Pb و Zn پرداخته خواهد شد. عناصر Mo و Bi به عنوان عناصر پاراژنز کانی زایی مس و Cd به عنوان عنصر ردیاب کانی زایی روی نیز در این مجال بررسی می شوند.

بالاترین مقدار مس در حوضه آبریز نمونه ۲۳ در باختر روستای ولیدر با مقدار ۴۷۱ ppm مشاهده شده است. همانگونه که شکل ۴-۱۰ نشان می دهد، بیشترین تجمع آنومالی های مس در جنوب روستای گلججه مشاهده می شود و تقریباً با آنومالی های Ag، Pb و Zn منطبق می باشد. در این محدوده نمونه های ۱۳۵ (۲۵۲ ppm)، ۱۳۶ (۲۵۸ ppm)، ۱۳۷ (۲۸۵ ppm)، ۲۸۴، ۳۲۰ (۲۷۲ ppm) و ۳۲۴ (۲۲۶ ppm) دارای آنومالی درجه یک مس و نمونه های ۱۳۸ و ۱۴۱ دارای آنومال درجه دو مس می باشد و از لحاظ سنگ بستر حوضه های آبریز از واحد آتشفشانی ائوسن و توده های نفوذی p و qm و دگرسانی های مجاور آن تشکیل شده است. همچنین پتانسیل مناسبی از این عنصر در باختر نقشه و در

شمال-شمال خاور روستای تهم و شمال روستاهای خشک رود و امامزاده هاشم مشاهده می شود. در این محدوده نمونه های ۲۱۷، ۲۲۶، ۲۲۸ (۱۹۴ppm)، ۲۳۳، ۲۵۳، ۲۵۸ آنومالی درجه یک ژئوشیمیایی و نمونه های ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۳۰، ۲۳۴، ۲۵۰ و ۲۵۱ آنومالی درجه دو نشان داده اند. سایر آنومالی های بصورت پراکنده و منفرد مشاهده می شوند.

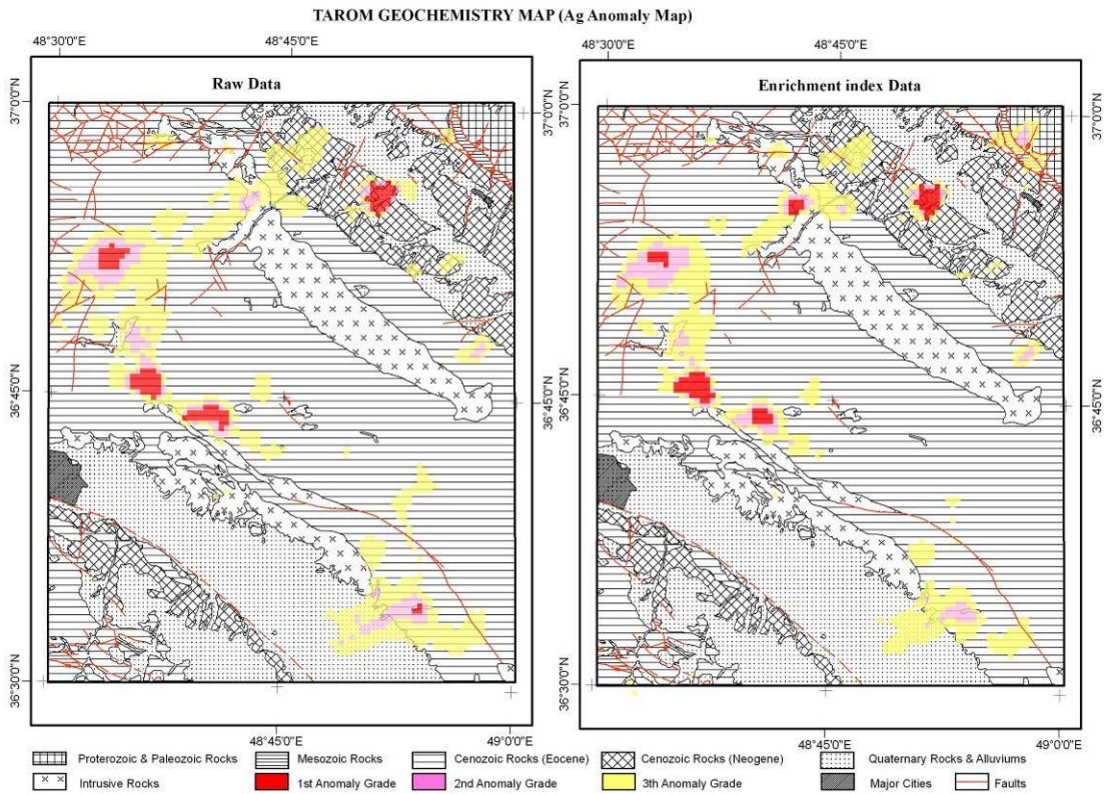
مهمترین مراکز آنومالی Mo (شکل ۴-۱۱) واقع در جنوب روستای گلبجه و اطراف روستاهای شیت و ولیدر با اندکی تغییر مکان و وسعت همانند مس می باشد. این نقشه همچنین نشان می دهد که یک مرکز آنومالی مولیبدن در خاور محدوده و در اطراف روستاهای کوه گان و چفتان مشاهده می شود که در این محل آنومالی مس ضعیف می باشد. بالاترین مقادیر مولیبدن به ترتیب در نمونه های ۳۵ (۶۲/۹ppm)، ۴۲۸ (۱۶/۵ppm)، ۳۳ (۱۰/۴ppm)، ۲۶۸ (۹ppm)، ۷۳۴ (۸/۸ppm) و ۳۲۰ (۷/۱ppm) اندازه گیری شده است. پراکندگی های بیسموت در شکل شماره (۴-۱۲) نشان داده شده است. این نقشه نشان می دهد محدوده مرکزی نقشه بویژه در اطراف روستاهایی چون چره ناب، قاضی بلاغی، کوه گان (نمونه ۶۶۶ با ۱/۹ppm)، چفتان (نمونه های ۶۴۱ با ۲/۲ ppm و ۶۱۴ با ۱/۷ ppm) و لهبته دارای پتانسیل ضعیفی می باشد. همچنین نمونه های برداشت شده از شمال و شمال خاور نیز این پتانسیل را نشان داده است (نمونه ۶۹ با ۱/۶ ppm). در نقشه آنومالی شاخص غنی شدگی شدت آنومالیها کمتر شده است. طبق این نقشه بالاترین میزان غنی شدگی نسبت به زمینه در اطراف توده های نفوذی اصلی منطقه رخ داده است.

شکل ۴-۱۳ نحوه پراکندگی آنومالی های سرب و شکل ۴-۱۴ پراکندگی مناطق آنومال روی را نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود همبستگی قابل قبولی بین مراکز آنومالی سرب و روی وجود دارد و تنها مورد تفاوت به شمال منطقه و اطراف روستاهای شیت و ولیدر محدود می شود که از لحاظ سرب غنی تر می باشد. مهمترین مراکز آنومالی این دو عنصر در خاور زنجان، نواحی مرکزی نقشه و نواحی خاوری نقشه می باشد. بر اساس نقشه های ترسیمی در جنوب روستاهای گلبجه، دستجرده، قاضی بلاغی، دیزج آباد، امیرآباد و در اطراف روستاهای کج کلاه، کوه گان، چفتان، طرازوج و لهبته پتانسیل مناسبی جهت پی جویی کانسارهای سرب و روی مشاهده شده است. نقطه قابل توجه ارتباط انکار ناپذیر این آنومالیها با توده های نفوذی منطقه است که نشان از نقش آن در کانی زایی محدوده طارم چه به عنوان تامین کننده فلزات و سیالات کانه ساز و چه به عنوان موتور و محرک کانی سازی می باشد.

همانگونه که انتظار می رود و در شکل ۴-۱۵ مشاهده می گردد آنومالی های کادمیوم به عنوان ردیاب کانی سازی روی، با محدوده های آنومال سرب و روی با اندکی تغییر مکان منطبق می باشد. بالاترین مقادیر سرب، روی و کادمیوم در ۱۰ نمونه مشاهده شده است که در جدول ۴-۱۱ آورده شده است.

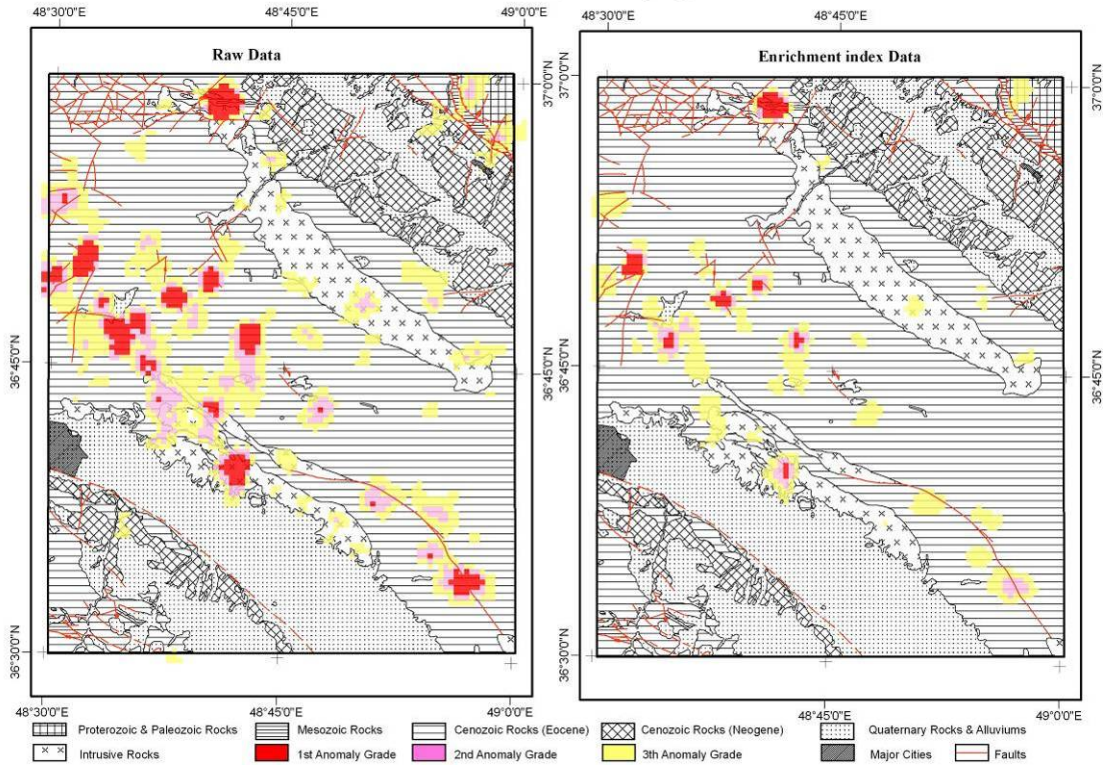
جدول شماره (۴-۱۱): بالاترین عیار های سرب ، روی و کادمیوم در ورقه طارم

| توضیحات | عیار (ppm) | | | شماره نمونه | ردیف |
|--------------------------------|--------------|------|-----|-------------|------|
| | Cd | Zn | Pb | | |
| واقع در جنوب روستای گلجه | ۷/۶ | ۱۰۱۰ | ۸۳۹ | ۱۳۷ | -۱ |
| واقع در جنوب روستای گلجه | ۷/۱ | ۷۳۴ | ۸۳۶ | ۳۲۰ | -۲ |
| واقع در جنوب روستای گلجه | ۷ | ۹۳۴ | ۸۲۹ | ۱۳۶ | -۳ |
| واقع در جنوب روستای گلجه | ۶/۴ | ۸۳۴ | ۷۳۴ | ۱۳۵ | -۴ |
| واقع در باختر روستای ولیدر | ۱/۹ | ۲۰۰ | ۶۰۶ | ۲۳ | -۵ |
| واقع در خاور روستای کوه گان | ۶/۲ | ۱۶۶۰ | ۴۷۴ | ۶۷۴ | -۶ |
| واقع در اطراف روستای کج کلاه | ۴/۳ | ۷۹۲ | ۳۵۱ | ۳۲۹ | -۷ |
| واقع در جنوب روستای کوه گان | ۱/۷ | ۵۰۶ | ۲۷۳ | ۶۶۹ | -۸ |
| واقع در اطراف روستای دیزج آباد | ۱۲/۶ | ۱۵۳۰ | ۱۷۷ | ۴۴۳ | -۹ |
| واقع در جنوب روستای کج کلاه | ۱۴۲ | ۱۳۱۰ | ۱۳۰ | ۳۱۱ | -۱۰ |



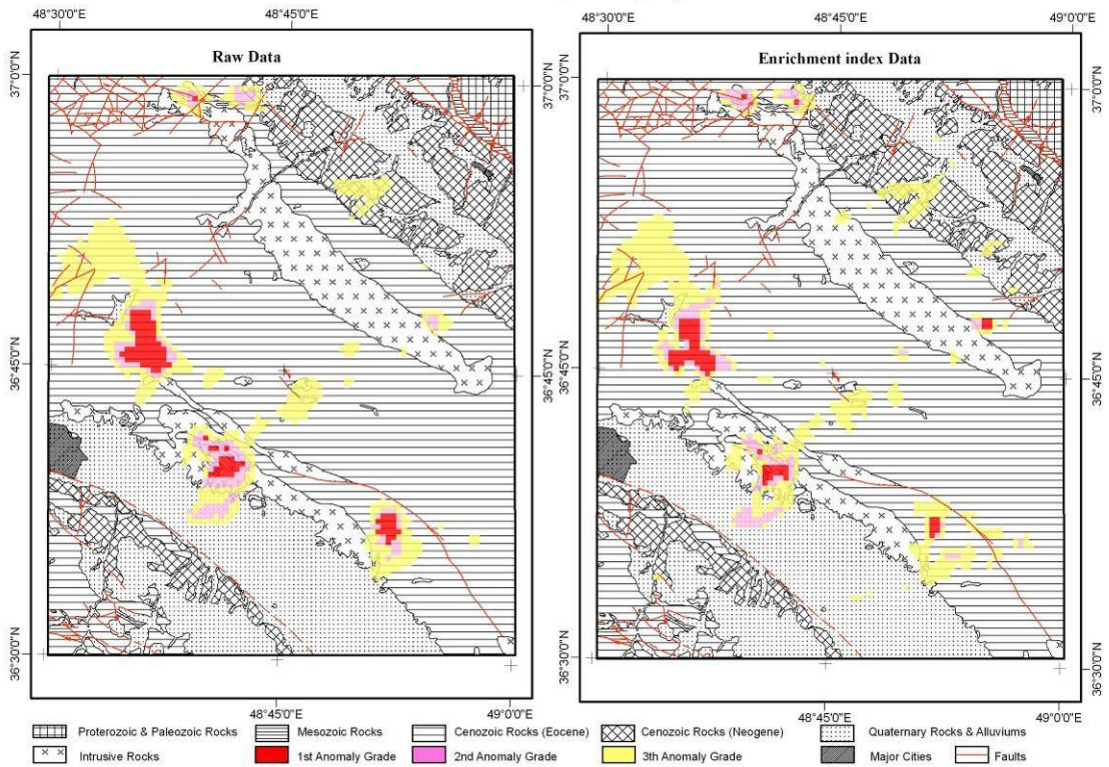
شکل ۴-۱: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Ag

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Au Anomaly Map)



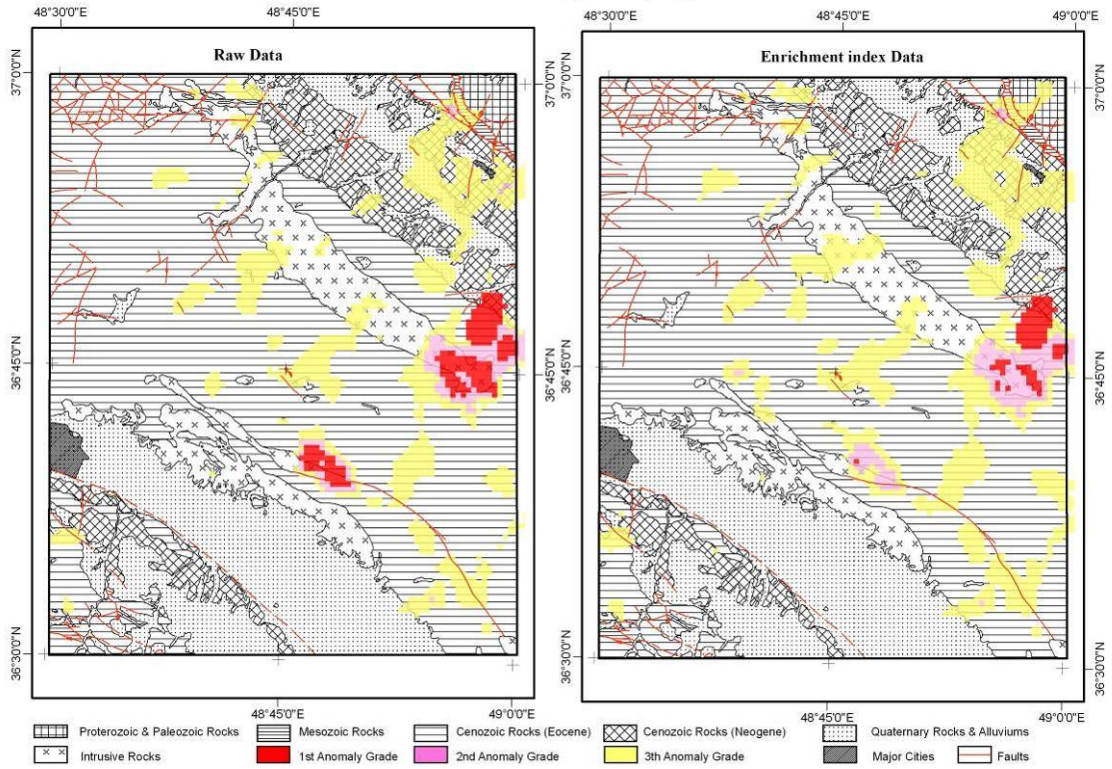
شکل ۴-۵: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Au

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (As Anomaly Map)



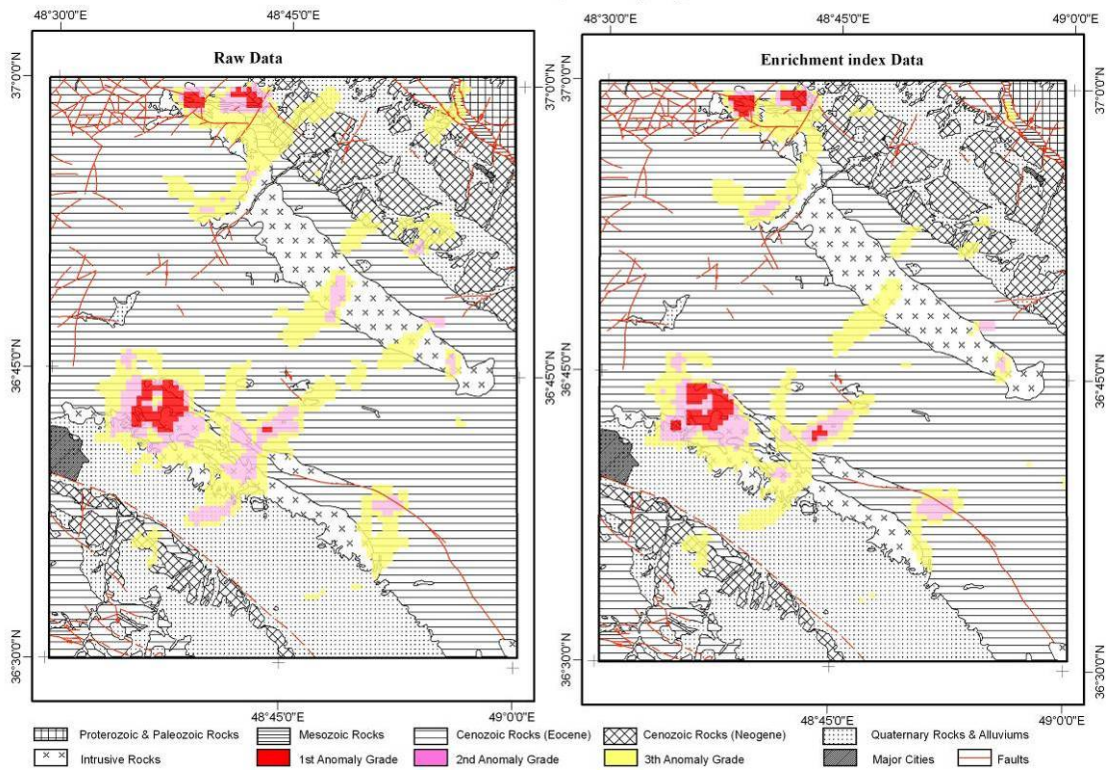
شکل ۴-۶: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی As

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Hg Anomaly Map)



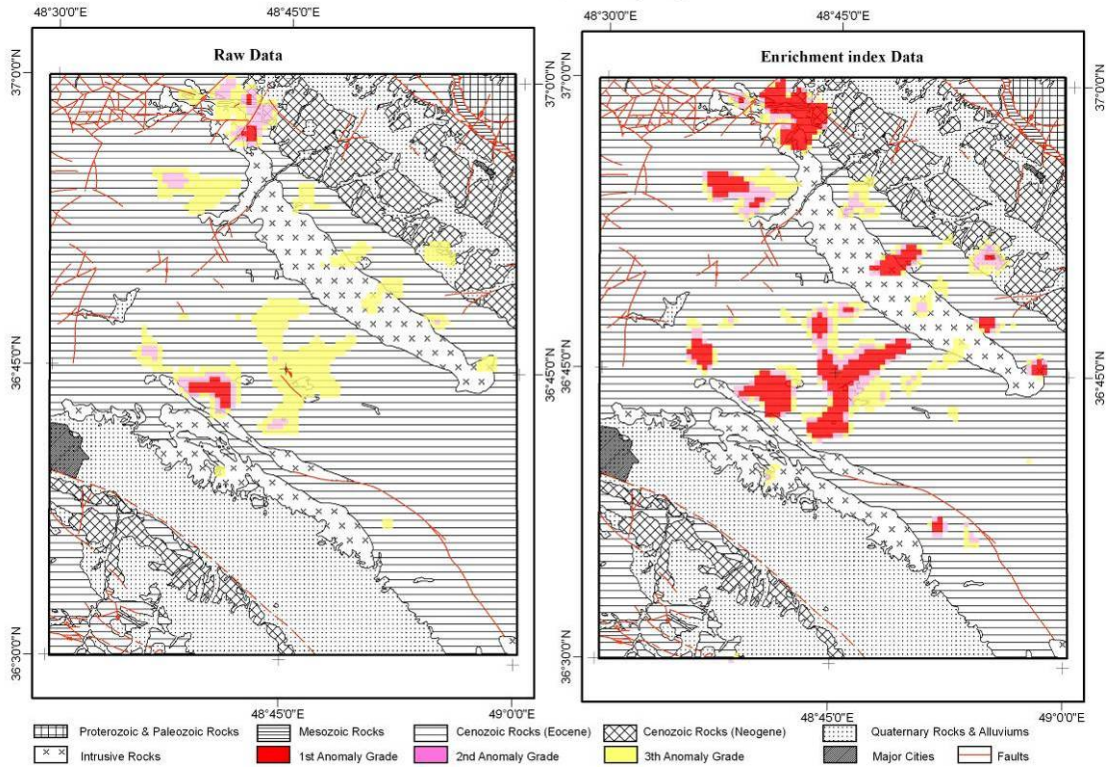
شکل ۴-۷: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Hg

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Sb Anomaly Map)



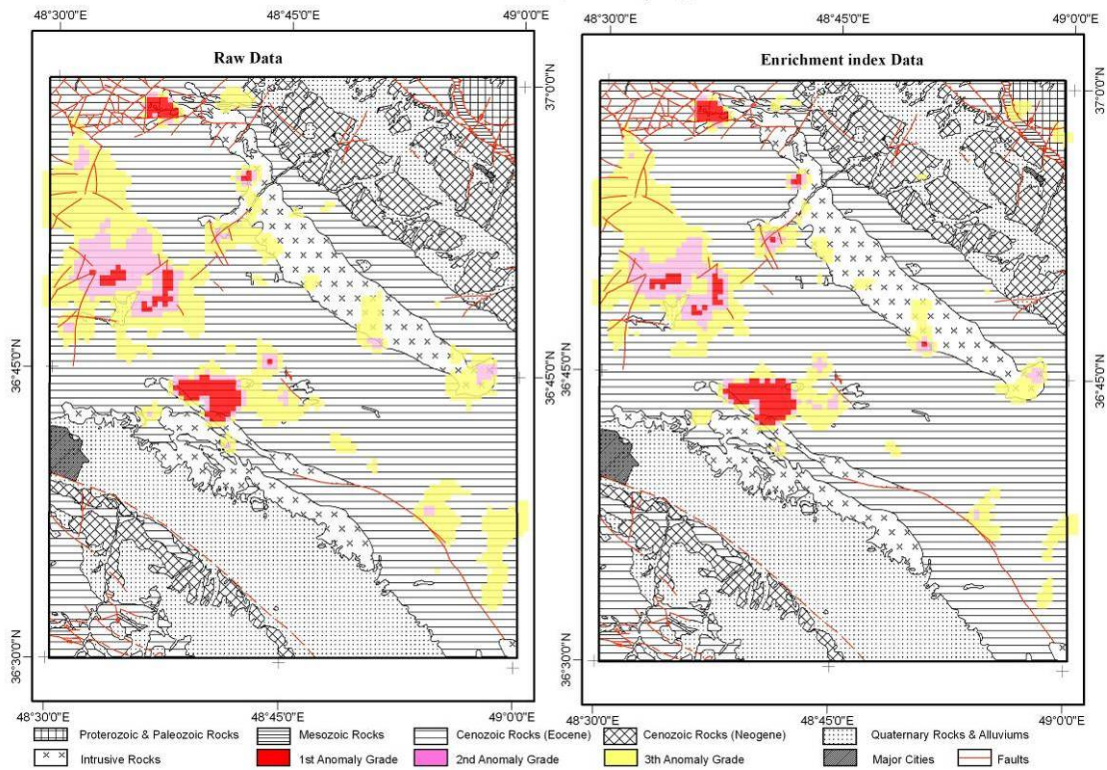
شکل ۴-۸: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Sb

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (TI Anomaly Map)



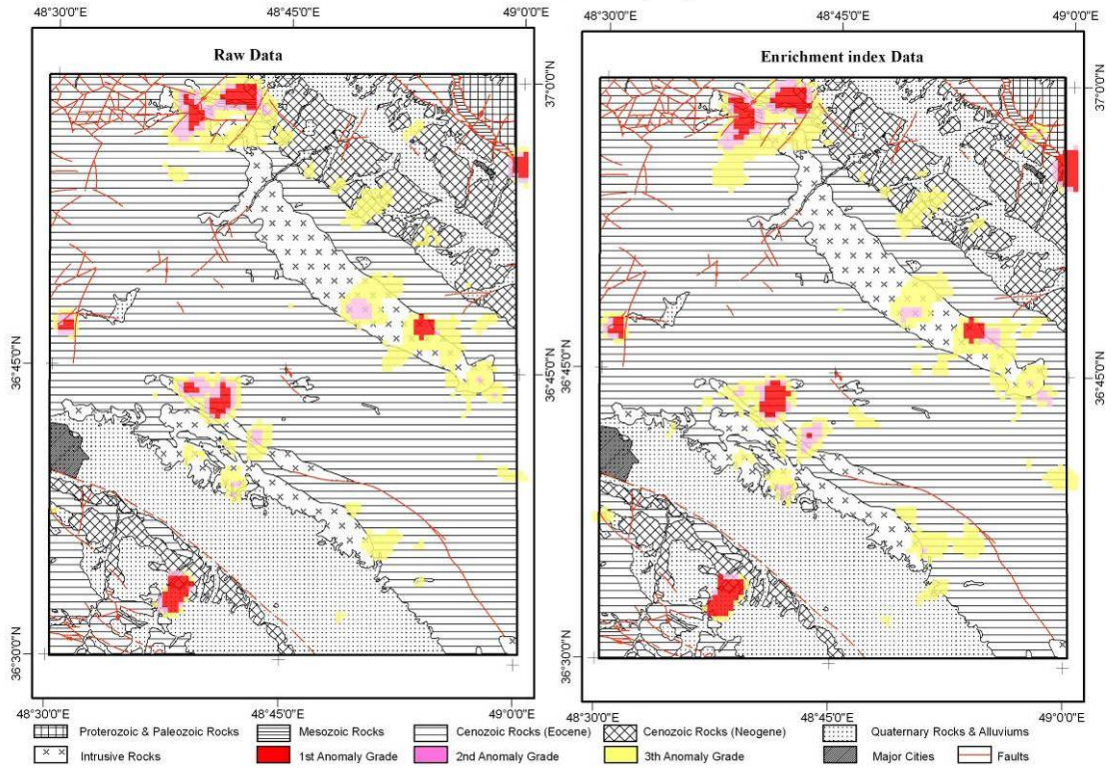
شکل ۴-۹: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی TI

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Cu Anomaly Map)



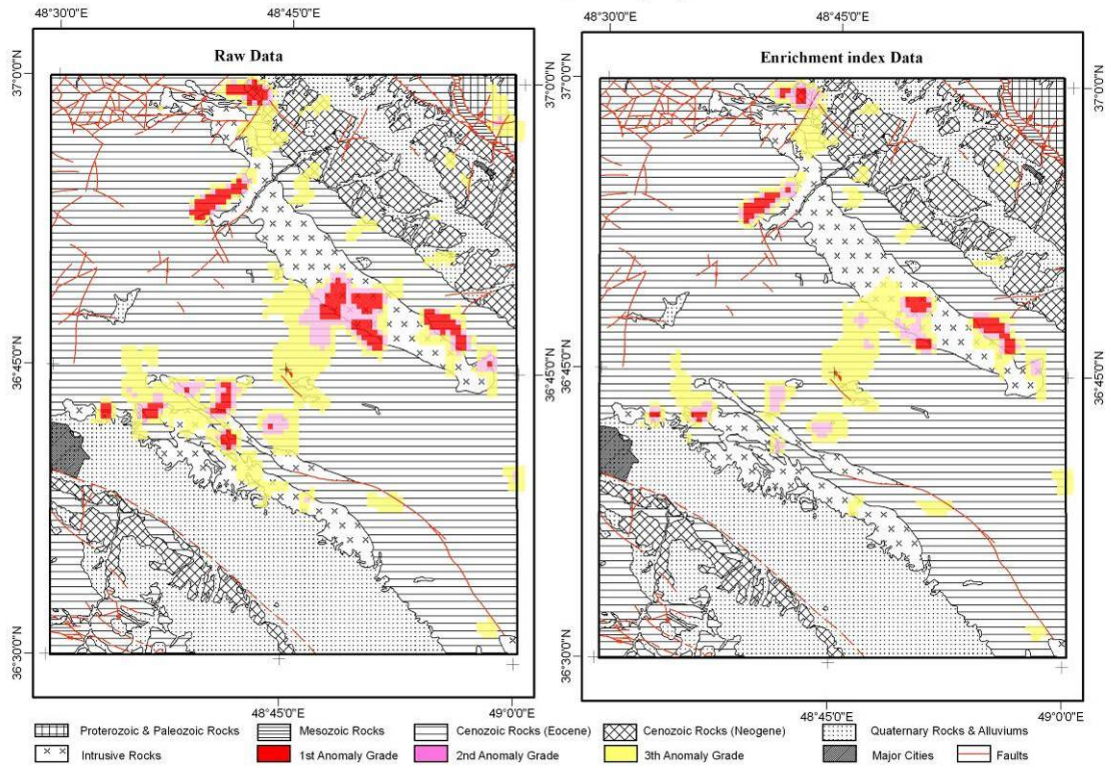
شکل ۴-۱۰: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Cu

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Mo Anomaly Map)



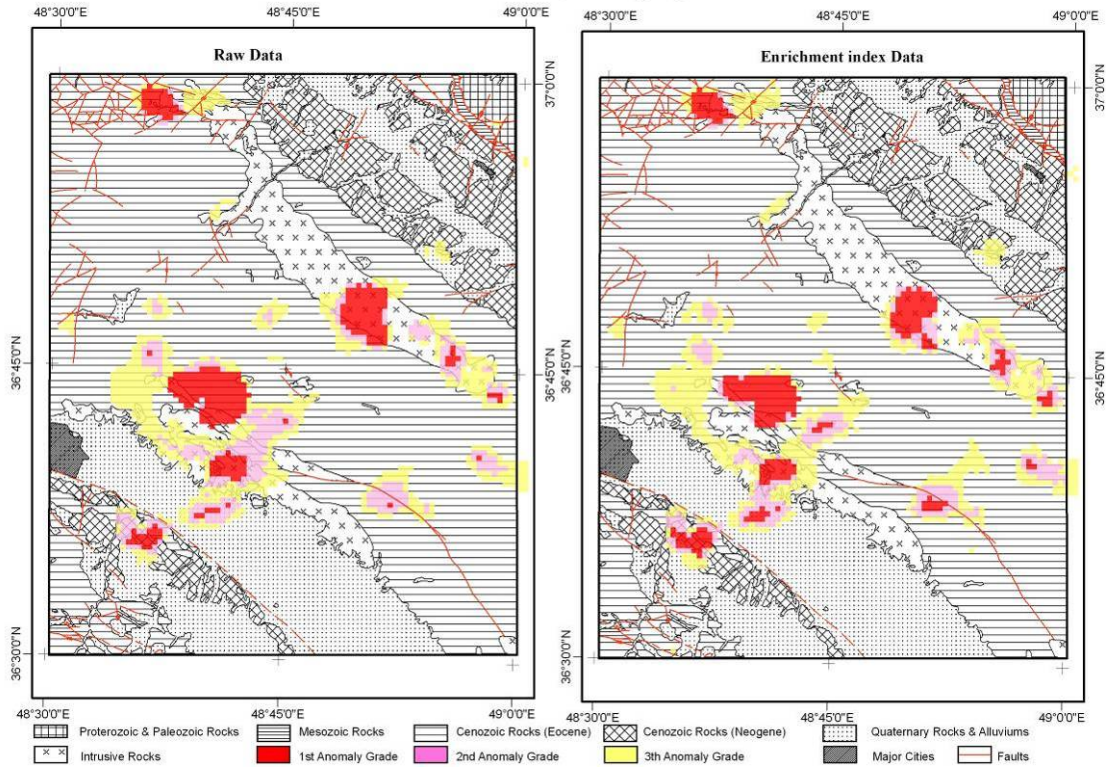
شکل ۴-۱۱: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Mo

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Bi Anomaly Map)



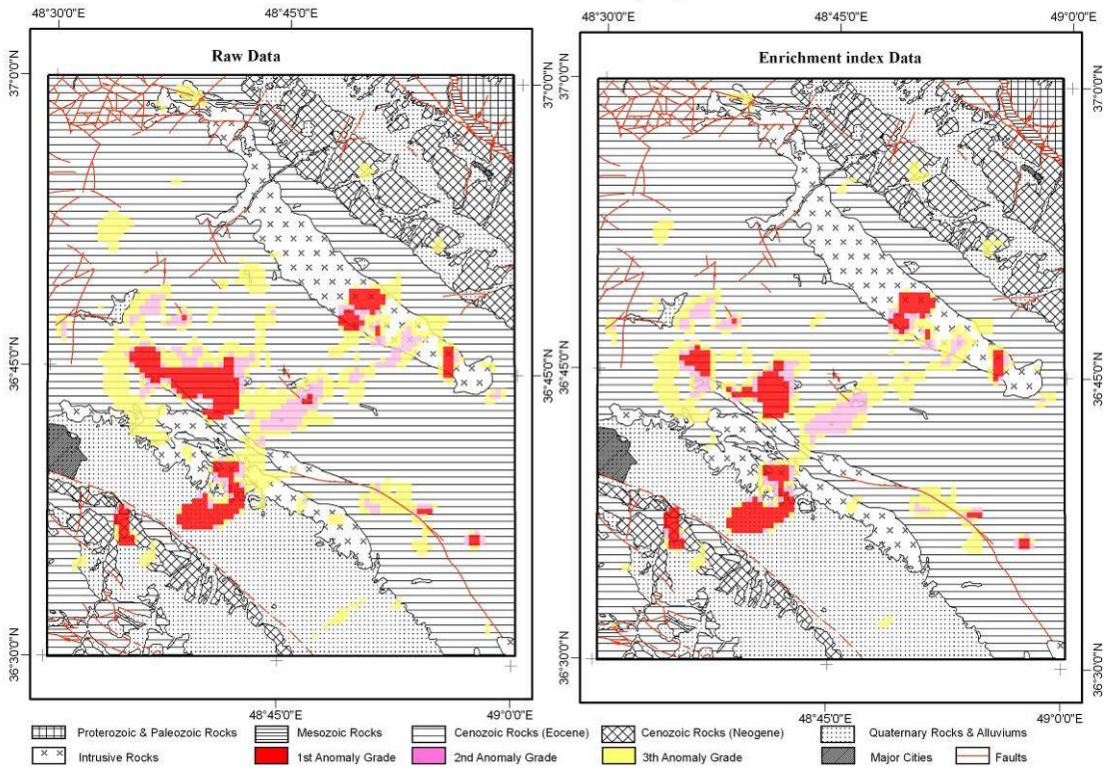
شکل ۴-۱۲: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Bi

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Pb Anomaly Map)

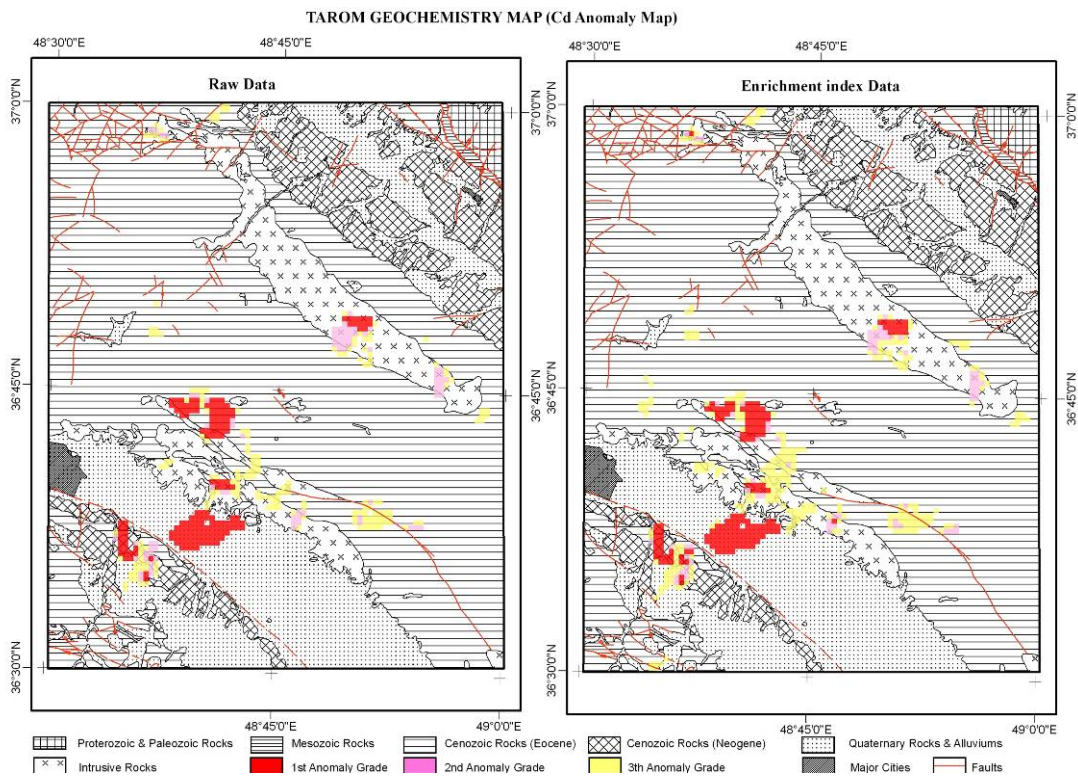


شکل ۴-۱۳: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Pb

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Zn Anomaly Map)



شکل ۴-۱۴: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Zn



شکل ۴-۱۵: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Cd

۴-۳-۱-۳- عناصر گروه آهن-کروم-نیکل

همانطور که در پردازش های داده های ژئوشیمیایی مشخص شده است، آهن با وانادیوم-تیتانیوم در درجه اول و درجه های بعدی با کروم و کبالت بالاترین همبستگی را در منطقه نشان داده اند. منگنز که از کانیهای گروه آهن محسوب می شود در این منطقه دارای ارتباط تنگاتنگی با مجموعه Pb-Zn-Cd می باشد و نیکل نیز دارای رفتار تقریباً مستقلی می باشد.

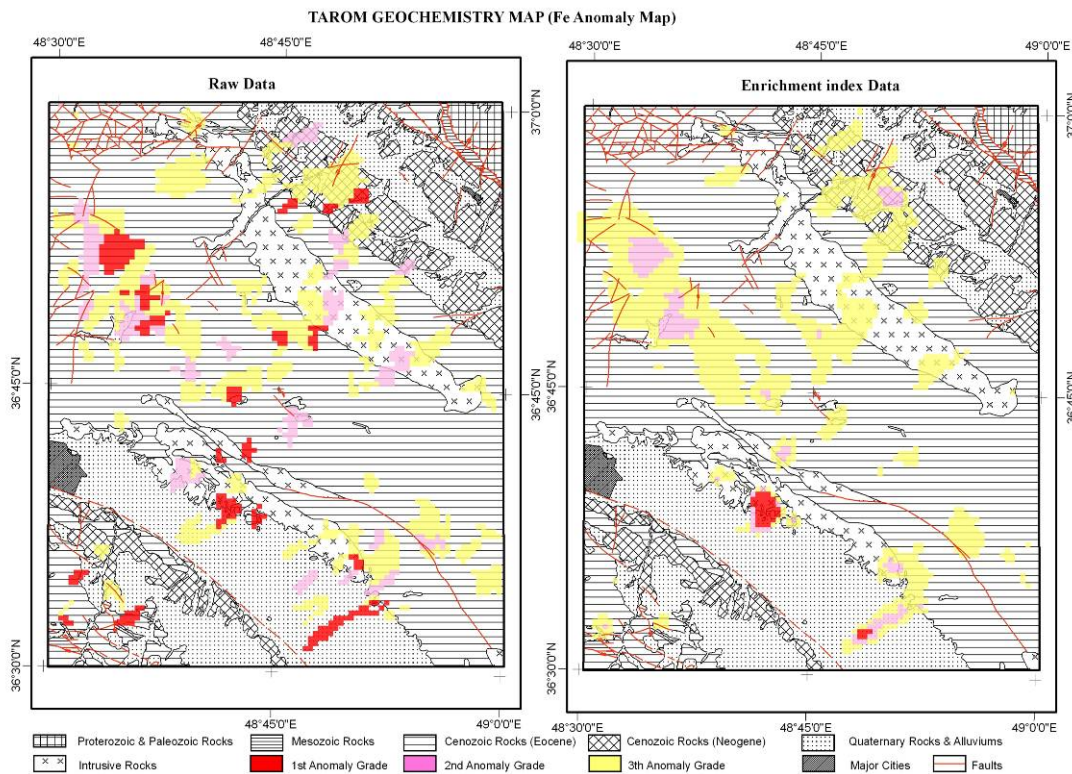
بررسی نقشه زمین شناسی یکصد هزارم طارم نشان می دهد که چندین نشانه معدنی آهن در یک زون با امتداد شمال باختر - جنوب خاور و در ارتباط با توده نفوذی اصلی منطقه که از شمال زنجان تا روستای سرخه دیزج واقع در جنوب خاور منطقه ادامه می یابد، وجود دارد. در ارتباط با این سیستم و براساس شکل ۴-۱۶، نتایج آنالیزهای شیمیایی، آنومالی هایی آهن را در اطراف روستاهای سرخه دیزج و علی آباد (نمونه های ۳۵۴، ۳۷۱، (۱/۴۷٪)، ۳۸۶ و (۱/۵۳٪)، ۳۸۷ و (۱/۵۶٪)) و جنوب روستاهای زاگر (نمونه های ۳۰۹، (۳/۳۴٪)، ۳۱۰ و (۱/۳۴٪)، ۳۱۸ و (۱/۳۶٪))، جنوب روستای دستجرده (نمونه ۳۳۱ با ۱/۳۶٪)، جنوب روستای جیا (نمونه ۱۹۵ با ۱/۲۴٪) و اطراف روستای گلستان آباد (نمونه ۳۰۴) نشان داده است. این آنومالی ها در نقشه ترسیم شده توسط داده های شاخص غنی شدگی با شدت بیشتری مشاهده می شوند.

شمال و شمال خاور روستای تهم واقع در باختر محدوده نیز تجمعی از نمونه‌های آنومال را نشان می‌دهد که در ارتباط با واحدهای آتشفشانی ائوسن بوده و از توده‌های نفوذی منطقه فاصله دارند. با حذف اثر سنگ بستر شاهد کمتر شدن شدت آنومالی‌ها بویژه در باختر محدوده خواهیم بود.

شکلهای ۴-۱۷ و ۴-۱۸ پراکندگی آنومالی‌های عناصر Ti و V را در محدوده طارم براساس داده‌های خام و داده‌های شاخص غنی شده نشان می‌دهد که همانگونه که انتظار می‌رفت با آنومالی‌های مثبت شده در پردازش نتایج آهن همپوشانی قابل توجهی دارد.

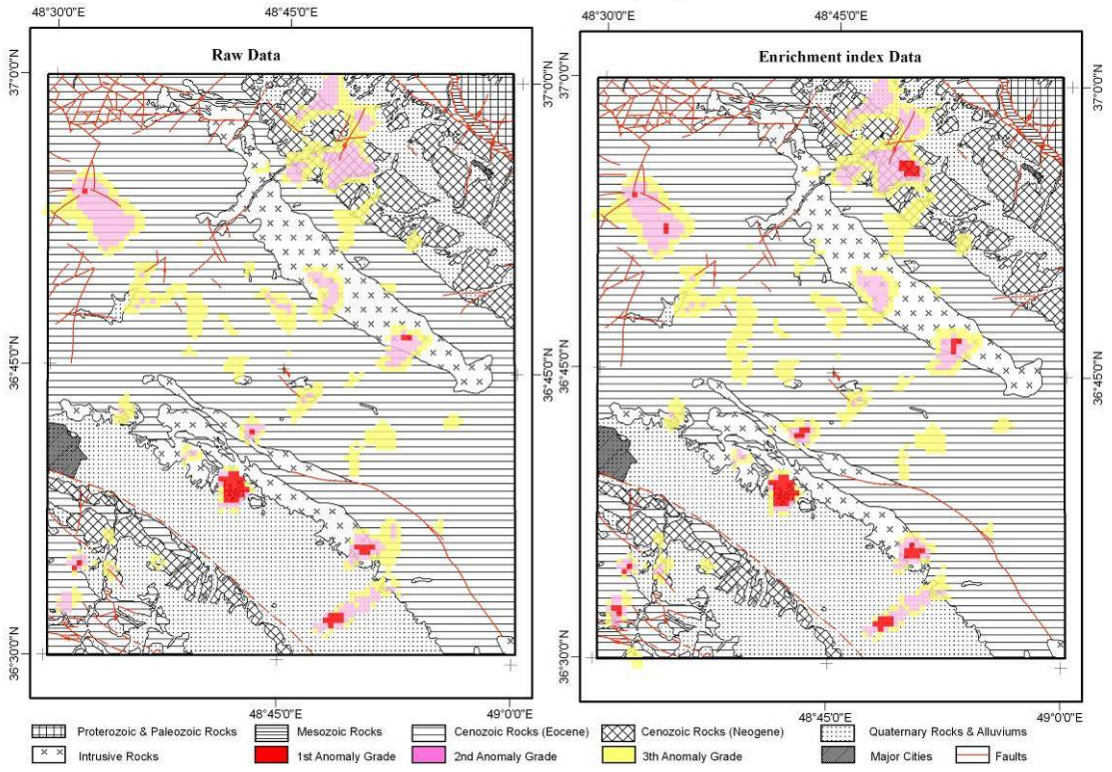
مرکز اصلی آنومالی کبالت مطابق شکل ۴-۱۹ در باختر محدوده، در شمال روستای تهم واقع شده است که با آنومالی‌های V, Ti, Fe, Cu و Cr در این محل منطبق است.

تجمع اصلی حوضه‌های آبریز دارای آنومالی درجه ۱ و ۲ کروم (شکل ۴-۲۰) در جنوب باختر محدوده و اطراف روستاهای پرنقور، ونونان و بوجی مشاهده شده است. نمونه‌های ۴۹۵ (۲۶۵ppm)، ۵۰۷ (۳۳۸ppm)، ۵۰۸ (۳۶۴ppm)، ۵۰۹، ۵۱۳، ۵۱۶، ۵۲۰ (۳۵۰ ppm)، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵ و ۸۰۲ (۲۸۱ppm) در این محل آنومالی درجه ۱ نشان داده‌اند که به طور کامل بر روی واحدهای آتشفشانی ائوسن قرار دارند. نمونه‌های ۹۷، ۹۸، ۱۵۸، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۲۷، ۲۳۳ و ۲۳۸ نیز در باختر محدوده طارم، آنومالی درجه ۱ نشان می‌دهند.



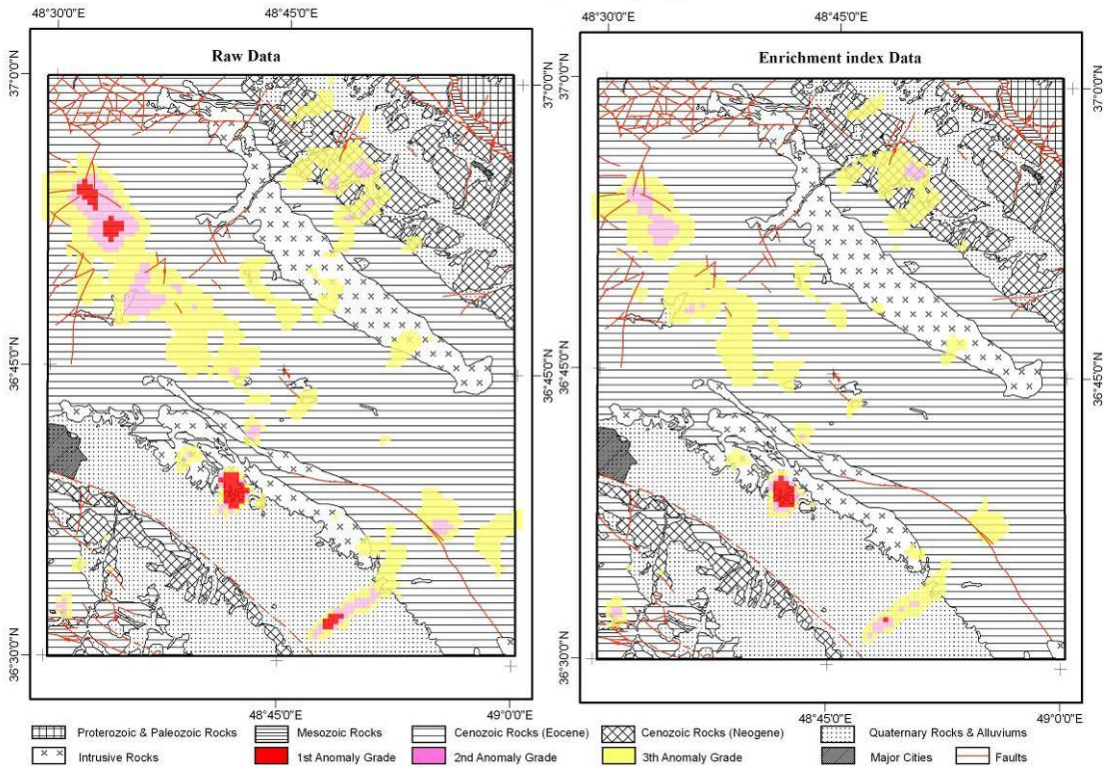
شکل ۴-۱۶: نقشه آنومالی داده‌های خام و شاخص غنی شدگی Fe

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Ti Anomaly Map)



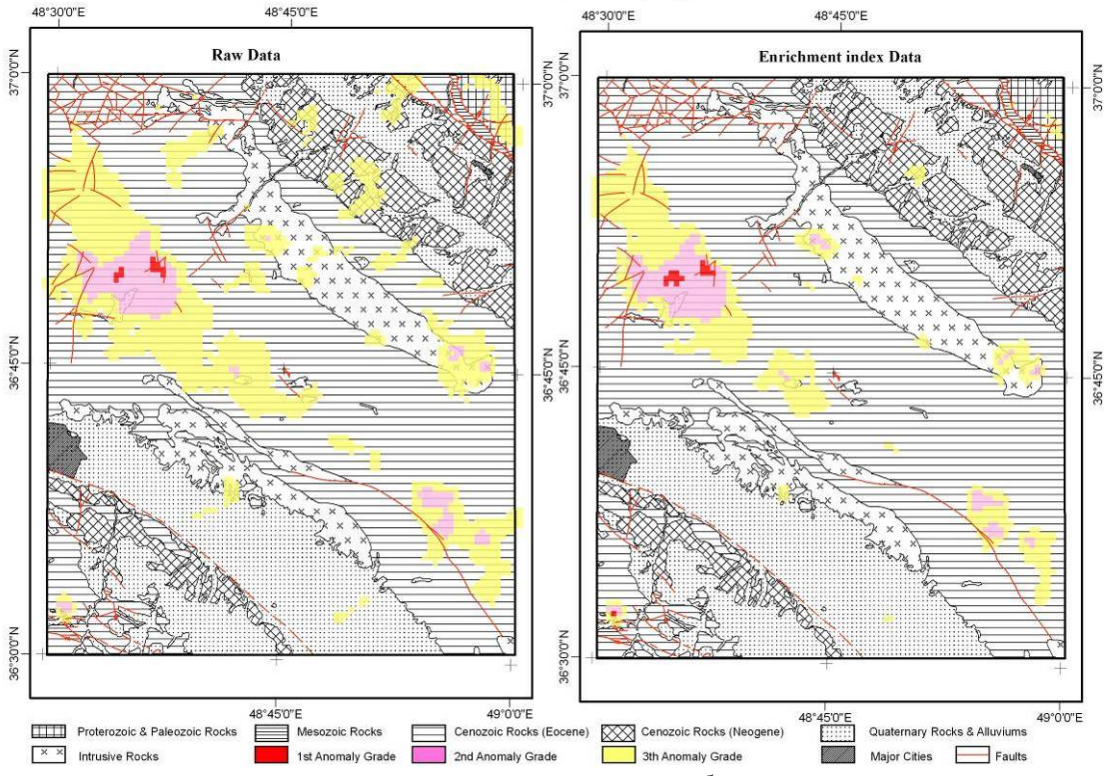
شکل ۴-۱۷: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Ti

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (V Anomaly Map)



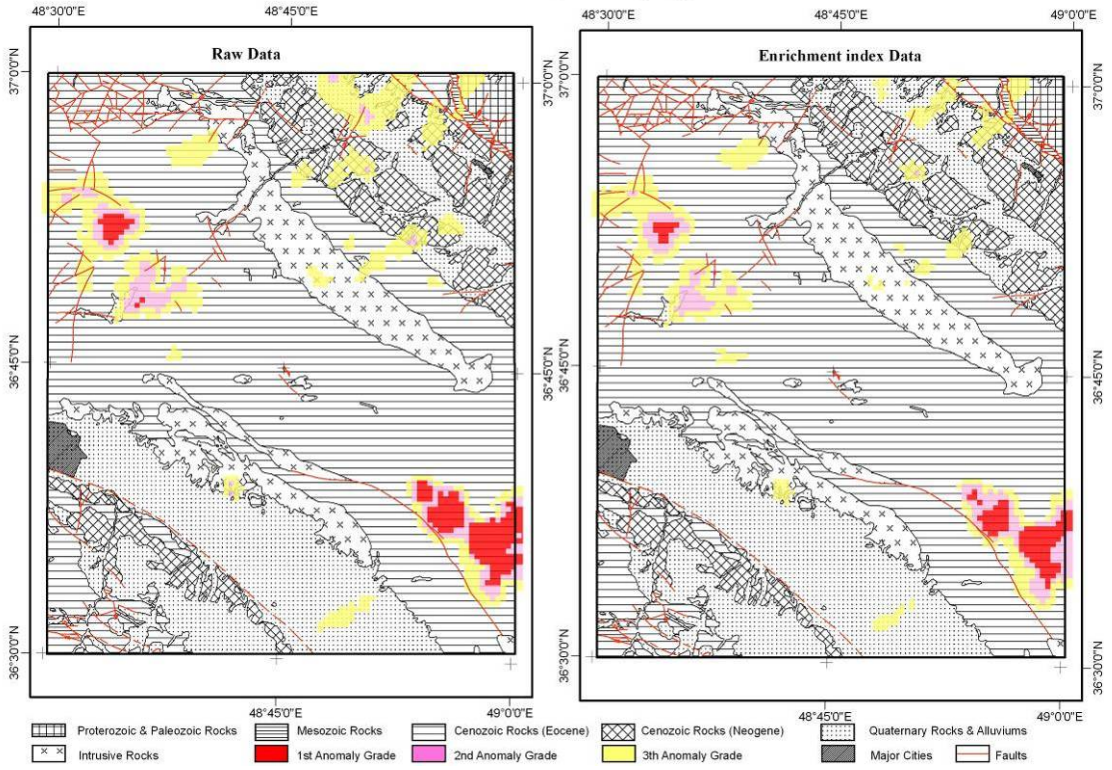
شکل ۴-۱۸: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی V

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Co Anomaly Map)



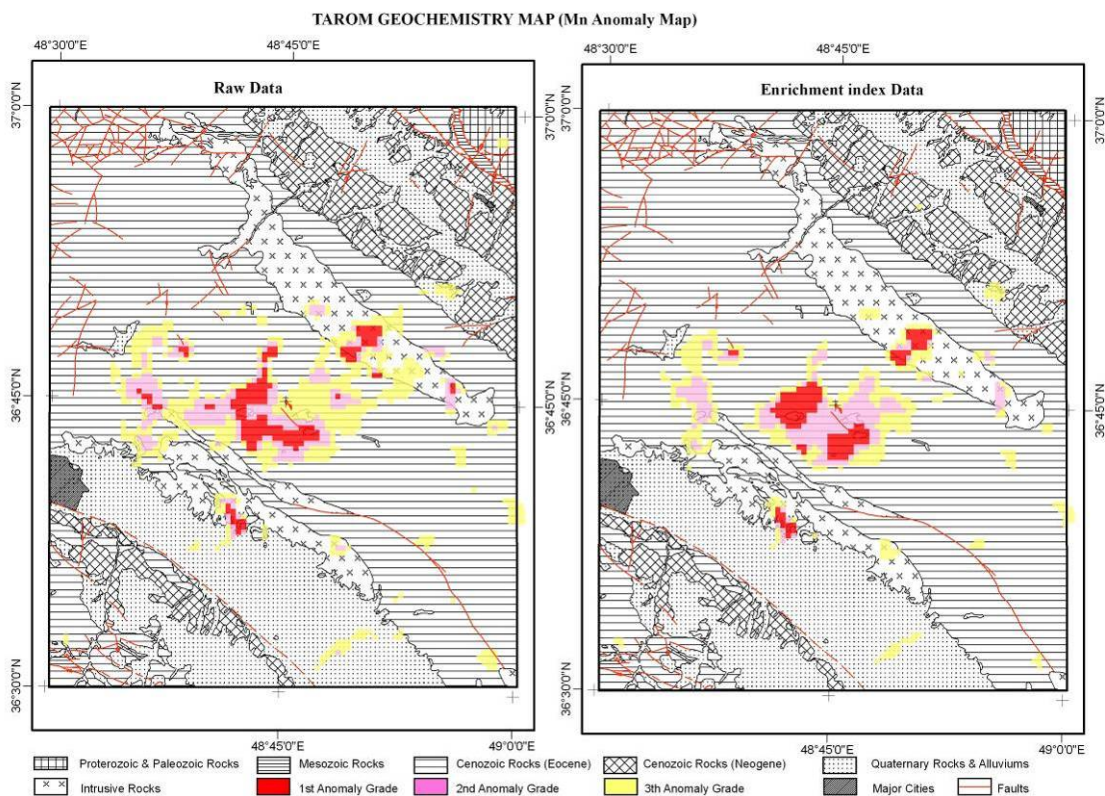
شکل ۴-۱۹: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Co

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Cr Anomaly Map)

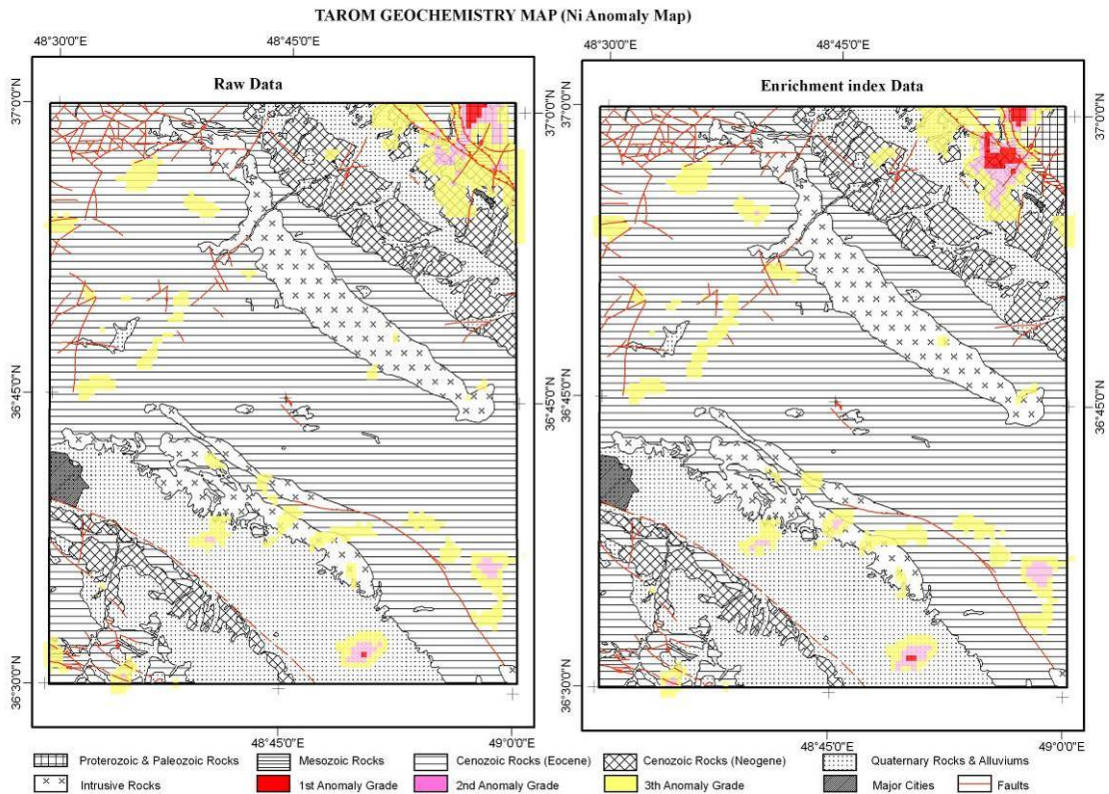


شکل ۴-۲۰: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Cr

شکل ۴-۲۱ پراکندگی آنومالی های عنصر Mn را نشان می دهد. تجمع آنومالی های این عنصر در مرکز محدوده قابل توجه است. بالاترین عیار منگنز در رسوب آبراهه ای در اطراف روستای کوه گان و در نمونه های ۶۶۶ (۳۱۳۰ ppm)، ۶۶۷ (۳۴۸۰ ppm)، ۶۷۳ (۳۶۳۰ ppm) و ۶۷۴ (۴۶۱۰ ppm) مشاهده شده است. همچنین حوضه های آبریز نمونه های ۲۳۲ و ۱۵۷ در باختر روستای چگلان، ۱۳۹، ۱۴۰ و ۱۴۱ در خاور و جنوب روستای گلبجه، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۴۹، ۶۵۱ و ۸۰۹ در اطراف روستای قاضی بلاغی، ۶۲۵ در جنوب باختر وستای بادامستان، و ۶۱۳ و ۶۴۱ در اطراف روستای چفتان، برای منگنز آنومالی درجه ۱ دارند. همانگونه که در شکل ۴-۲۲ مشاهده می شود، نیکل در گوشه شمال خاوری نقشه طارم، شمال و شمال باختر شهر آب بر، مجموعه ای از نمونه های آنومال را نشان می دهد. در این محل نمونه های ۷۷۰ (۸۱ ppm)، ۷۷۹ (۷۷ ppm)، ۷۶۴، ۷۷۳ و ۷۷۶ آنومالی درجه ۱ دارند. این نمونه ها از واحدهای دگرگونه پروتروزوئیک، واحدهای رسوبی ژوراسیک و نئوژن منشأ می گیرند. نیکل به طور پراکنده در جنوب روستای کلک آباد (نمونه ۳۹۲ با ۷۸ ppm)، باختر روستای زاگر (۷۱ ppm) و جنوب روستای کج کلاه (نمونه ۳۰۶ با ۷۰ ppm) نیز آنومالی نشان داده است.



شکل ۴-۲۱: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Mn



شکل ۴-۲۲: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Ni

۴-۳-۱-۴- سایر عناصر کانه ساز و کمیاب خاکی

براساس نقشه پراکندگی آنومالی های تنگستن (شکل ۴-۲۳) مرکز و شمال محدوده طارم آنومالی نشان داده است. بالاترین مقدار تنگستن در رسوب آبراهه ای از نمونه ۶۱۳ با ۱۳/۶ ppm گزارش شده است که همراه نمونه های ۵۳، ۶۴۱ در اطراف روستای چفتان واقع شده است. همچنین نمونه های ۱۳۴، ۱۳۵ (۶/۹ ppm)، ۱۳۶ (۶/۸ ppm)، ۱۳۷ (۷/۹ ppm)، ۱۴۱ و ۳۲۰ (۶/۵ ppm) در جنوب روستای گلجه، ۶۱۵ در نزدیکی روستای قاضی بلاغی، ۶۲۰ (۶/۷ ppm) در نزدیکی روستای خانچای، ۶۶۷ و ۶۷۳ (۵/۸ ppm) در اطراف روستای کوه گان و نمونه های ۲۴، ۲۷، ۲۹، ۳۰ (۵/۸ ppm) و ۳۴ در نزدیکی روستاهای شیت و ولیدر، آنومالی درجه یک تنگستن نشان داده اند.

شکل ۴-۲۵ نشان از وجود پتانسیل عنصر باریوم در شمال خاور روستای ارشت، شمال خاور دیگه-سر، جنوب باختر کوه گان، جنوب قاضی بلاغی، و خاور پرچینه و خاور تهم می باشد. بالاترین عیارهای اندازه گیری شده به ترتیب در نمونه های ۲۳۱ (۴۳۶۰ ppm)، ۷۷۴ (۲۳۹۰ ppm)، ۷۹۳ (۱۷۷۰ ppm)، ۷۹۱ (۱۶۵۰ ppm)، ۶۶۸ (۱۲۱۰ ppm) و ۶۱۵ (۱۲۰۰ ppm) مشاهده شده است.

اورانیم در شکل ۴-۲۶ ارتباط خوبی با توده های نفوذی کوارتز مونزونیت و کوارتز سینیتی به سن الیگوسن نشان می دهند. بیشترین عیار گرفته شده برای اورانیم از نمونه های ۲۷، ۳۱ و ۳۴ واقع در محدوده روستاهای چورزق تا شیت و ولیدر بوده که مقدار آن به ترتیب ۸/۳۳، ۶/۶۷ و ۶/۴۸ گرم در تن بوده است. سایر نمونه های دارای آنومالی درجه ۱ اورانیم پراکنده می باشند.

نقش آنومالی تورיום (شکل ۴-۲۷) نسبت به اورانیم، ارتباط مشخص تری را با توده های نفوذی منطقه نشان می دهد. با توجه به این نقشه سه زون آنومال را می توان تمیز داد:

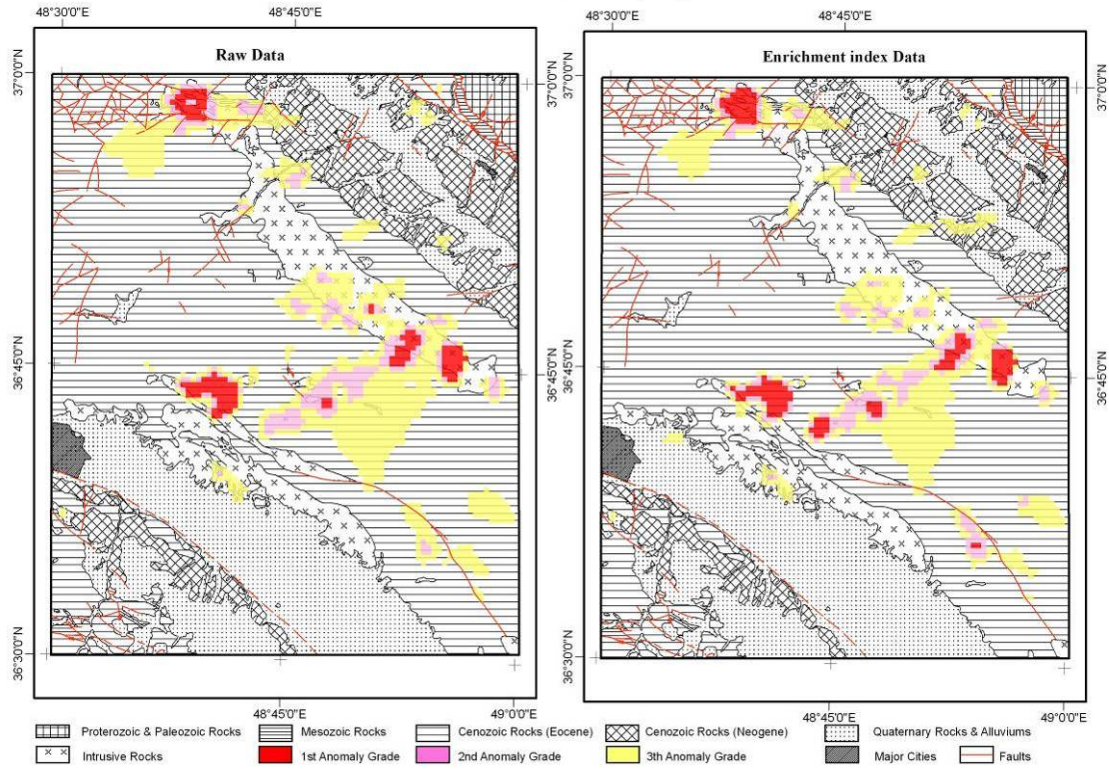
- محدوده روستای شقاقی تا باختر روستای ولیدر که شامل بالاترین عیارهای محدوده می باشد. این زون شامل نمونه های ۲۷ (۶۹/۸ ppm)، ۳۰ (۶۷/۴ ppm)، ۳۱ (۵۱/۵ ppm)، ۳۴ (۴۴/۵ ppm)، ۲۹ (۴۳/۷ ppm)، ۳۲ (۲۶/۴ ppm)، ۳۵ (۲۶/۳ ppm) می باشد.
- محدوده روستای زاگر تا روستای سرخه دیزج که شامل نمونه های ۳۱۸، ۳۴۱، ۳۴۶، ۳۵۴، ۳۵۶، ۳۶۰ و ۳۶۱ است
- محدوده جنوب باختر روستای چفتان تا شمال روستای شیلاندر که شامل نمونه های ۱۰۸، ۵۳۰، ۶۱۳، ۶۳۹، ۶۶۶، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۴، ۷۰۷ و ۷۱۰ می باشد.

شکل های ۴-۲۸ تا ۴-۳۹ مقایسه نقشه آنومالی حاصل از داده های خام و شاخص غنی شدگی را به ترتیب برای عناصر S, Be, Ce, Cs, La, Li, Nb, P, Rb, Sc, Sr و Y نشان داده است. این عناصر در بسیاری از کانسارها به عنوان پارائز کانی سازی همراه عناصر فلزی اصلی حضور دارند.

۴-۳-۱-۵- عناصر اصلی

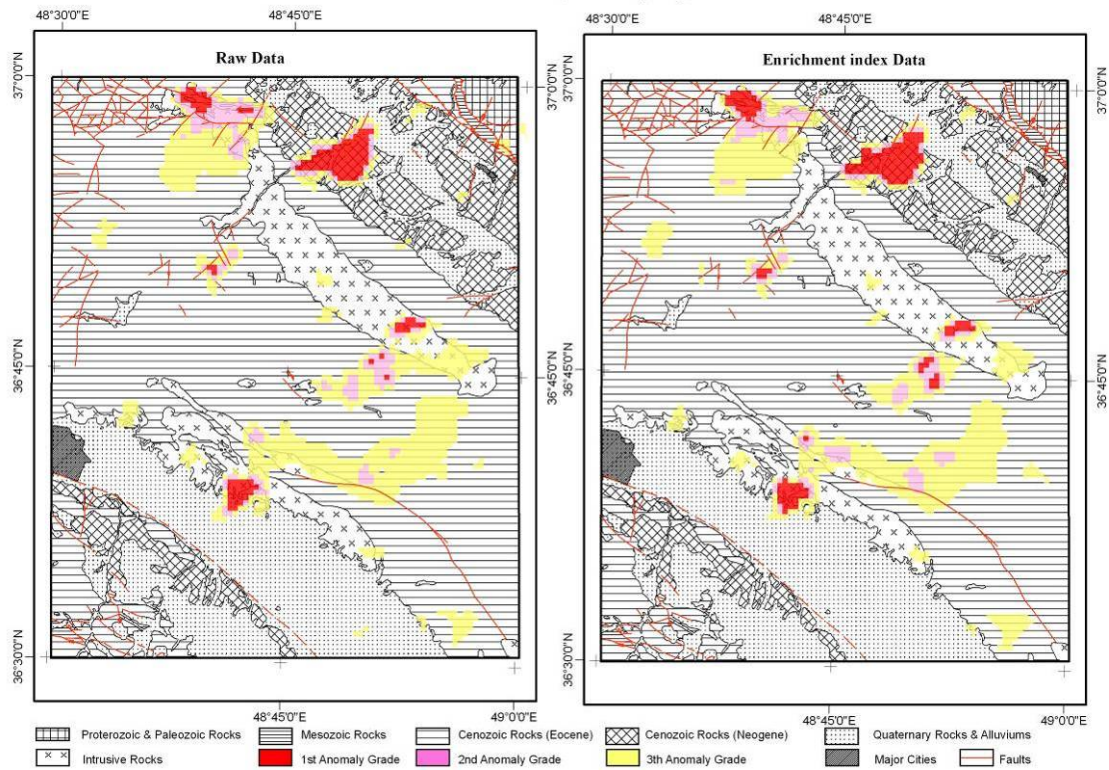
این عناصر شامل Al, Ca, K, Mg, Na و Zr می باشد که نقشه پراکندگی آنومالی های آنها به ترتیب در شکل های ۴-۴۰ تا ۴-۴۵ ترسیم شده است. این عناصر تا حدود زیادی متأثر از لیتولوژی غالب منطقه می باشد و در پی جویی مواد معدنی کمتر مورد توجه قرار می گیرند.

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (W Anomaly Map)



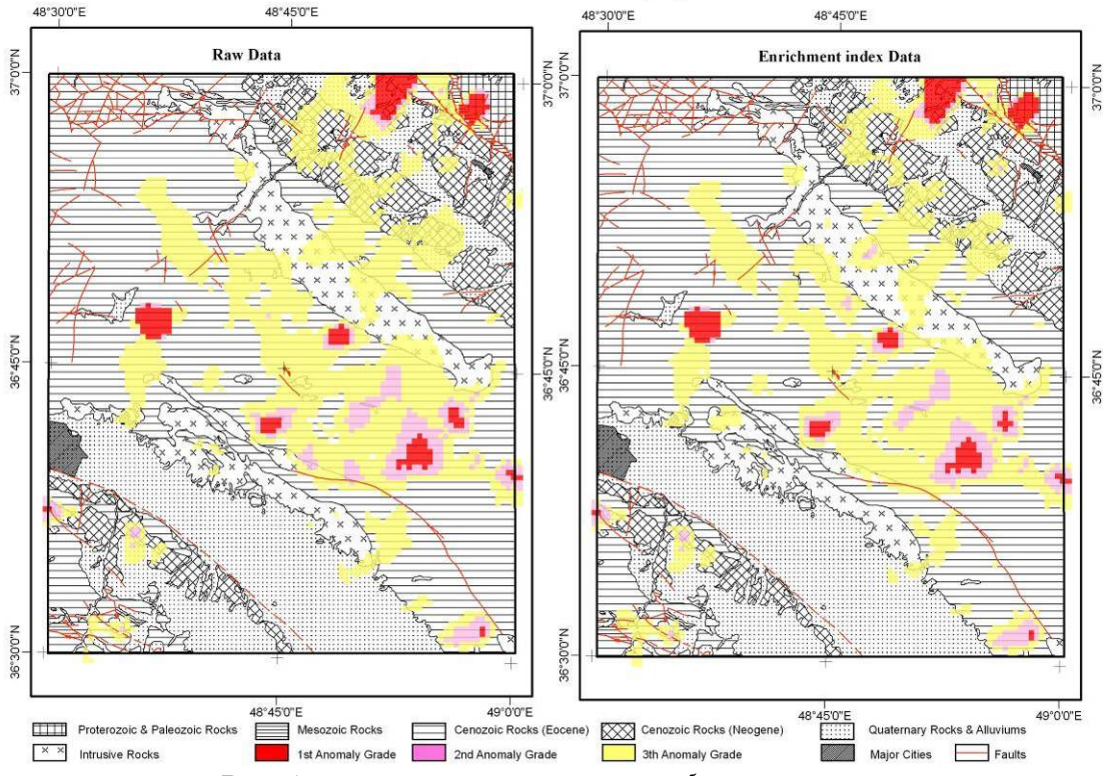
شکل ۴-۲۳: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی W

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Sn Anomaly Map)



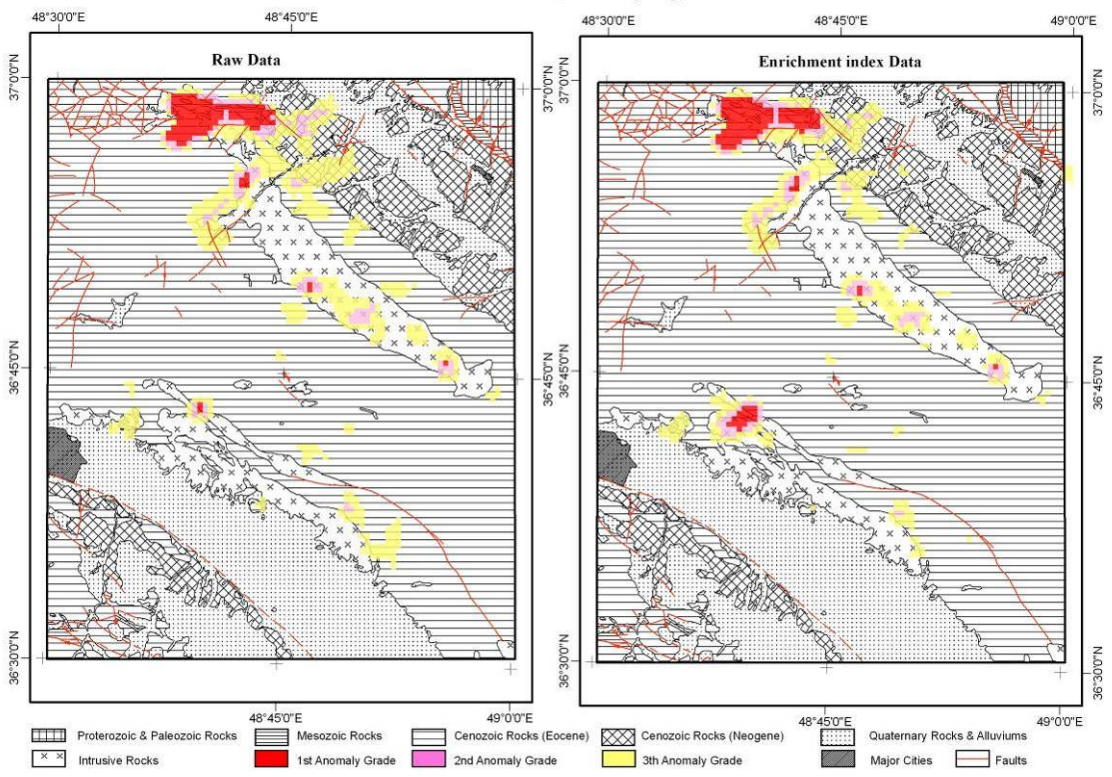
شکل ۴-۲۴: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Sn

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Ba Anomaly Map)



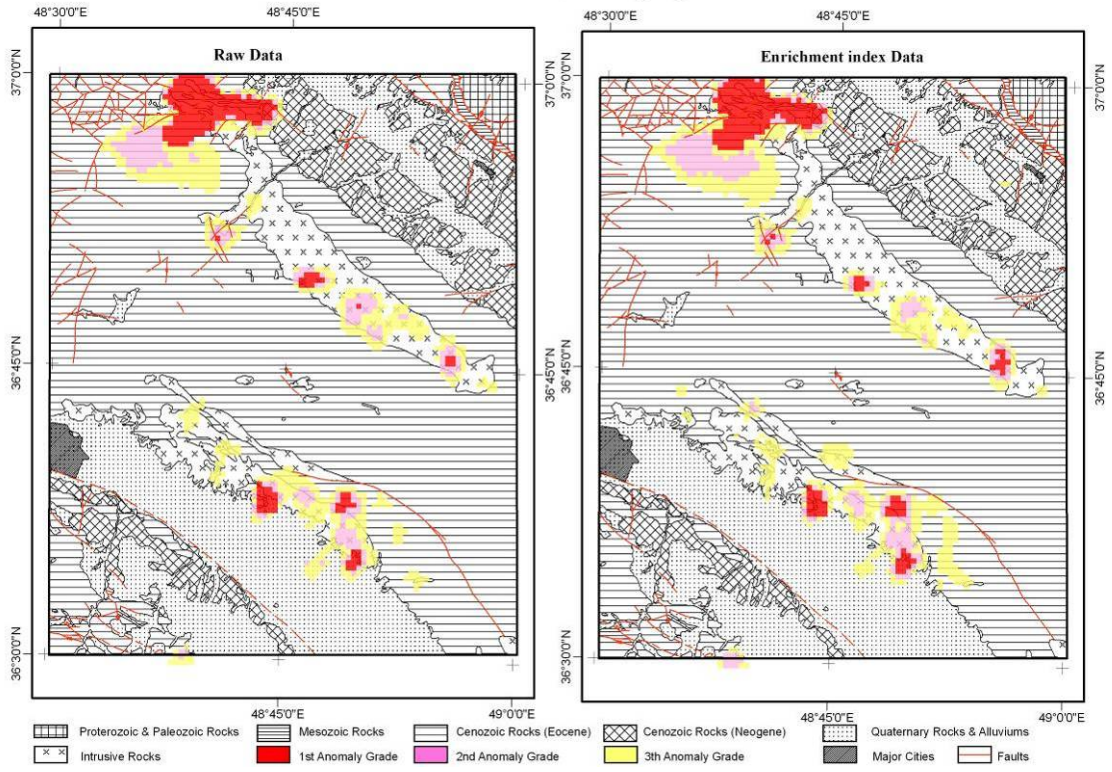
شکل ۴-۲۵: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Ba

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (U Anomaly Map)



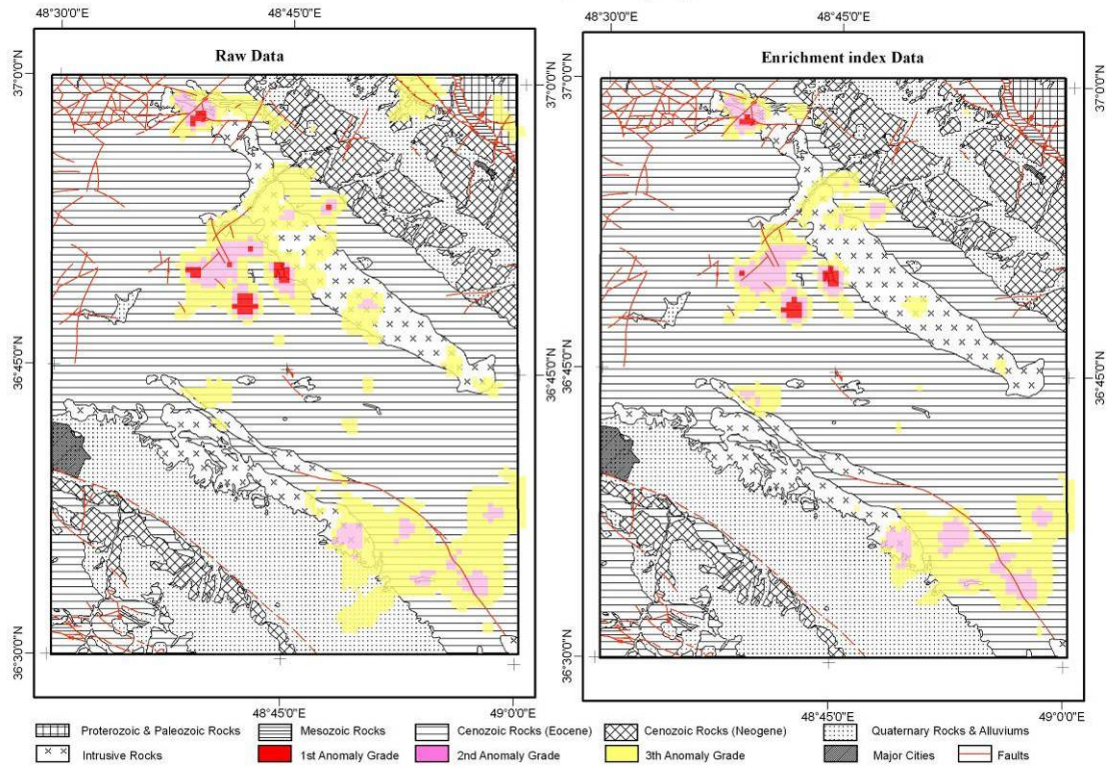
شکل ۴-۲۶: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی U

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Th Anomaly Map)



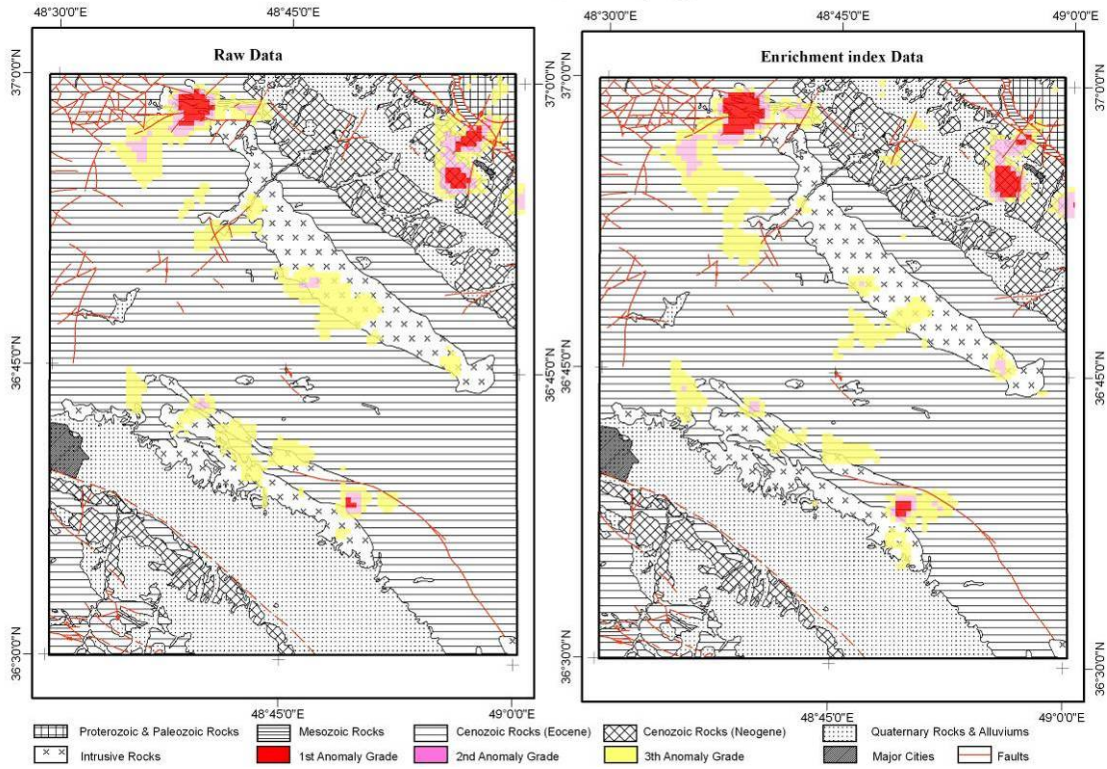
شکل ۴-۲۷: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Th

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Be Anomaly Map)



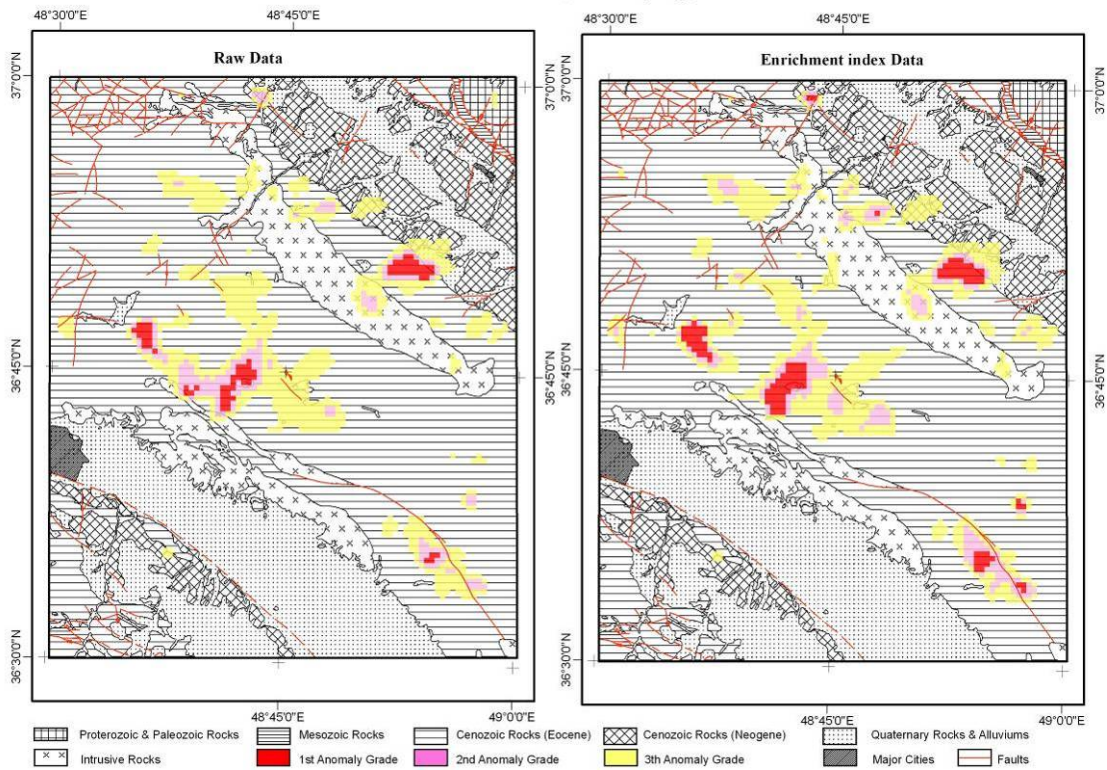
شکل ۴-۲۸: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Be

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Ce Anomaly Map)



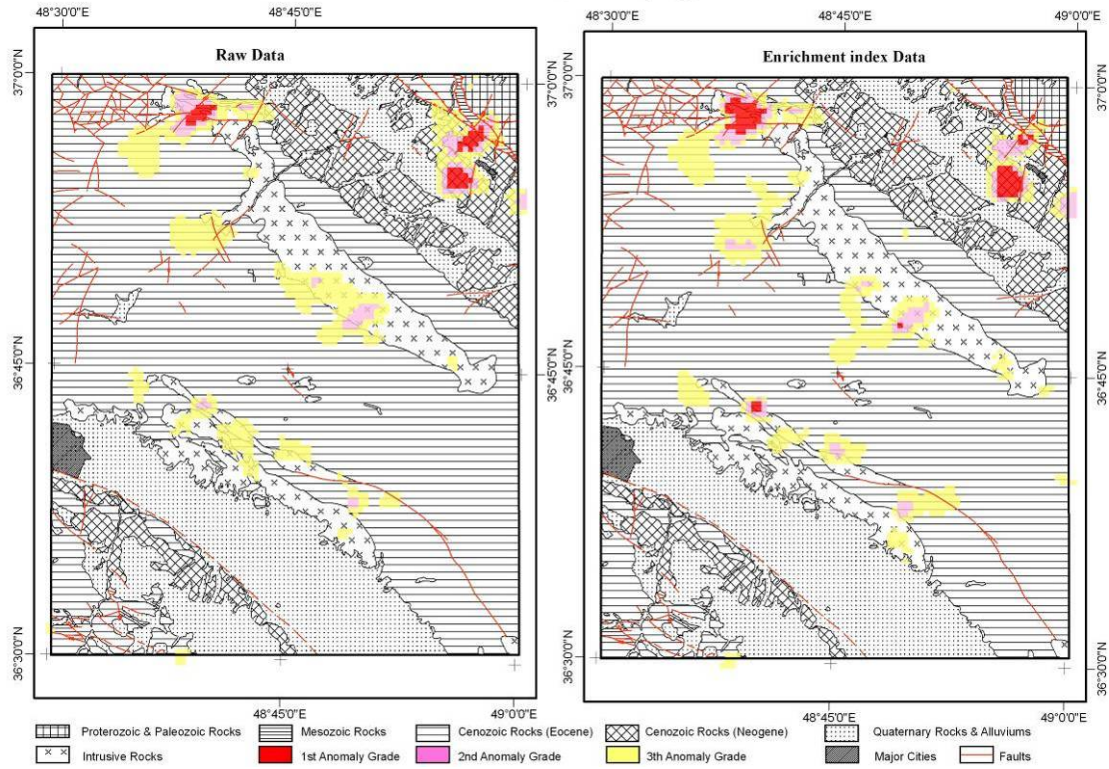
شکل ۴-۲۹: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Ce

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Cs Anomaly Map)



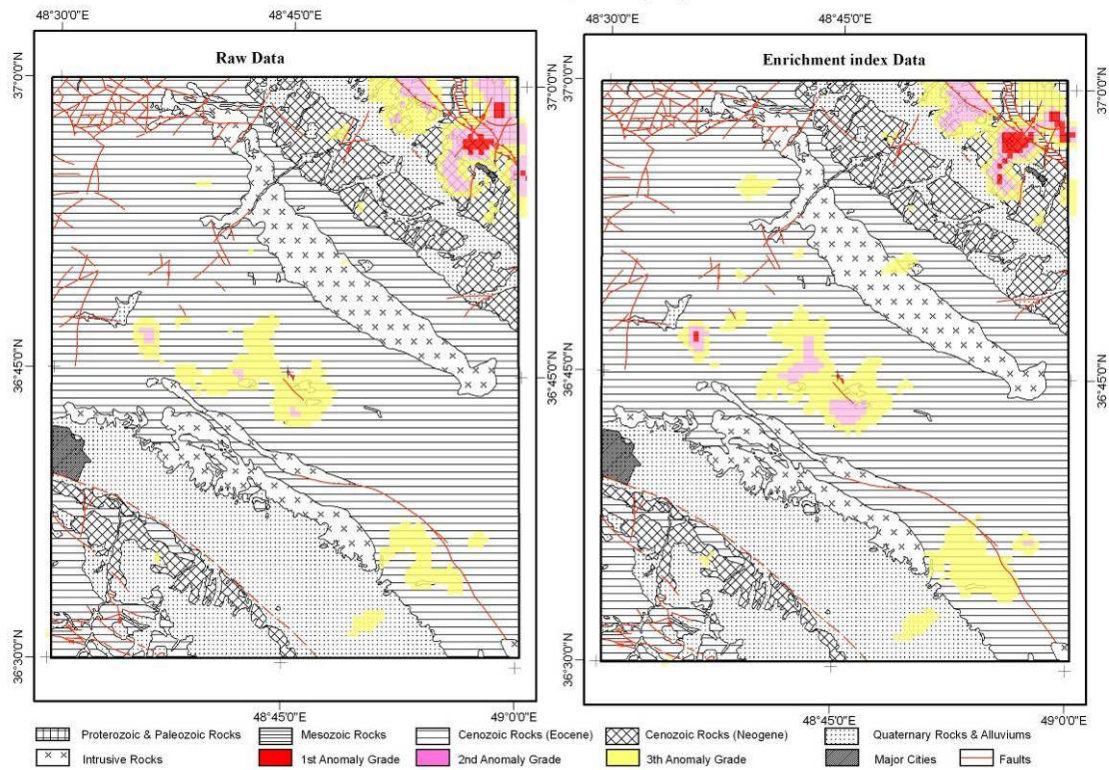
شکل ۴-۳۰: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Cs

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (La Anomaly Map)



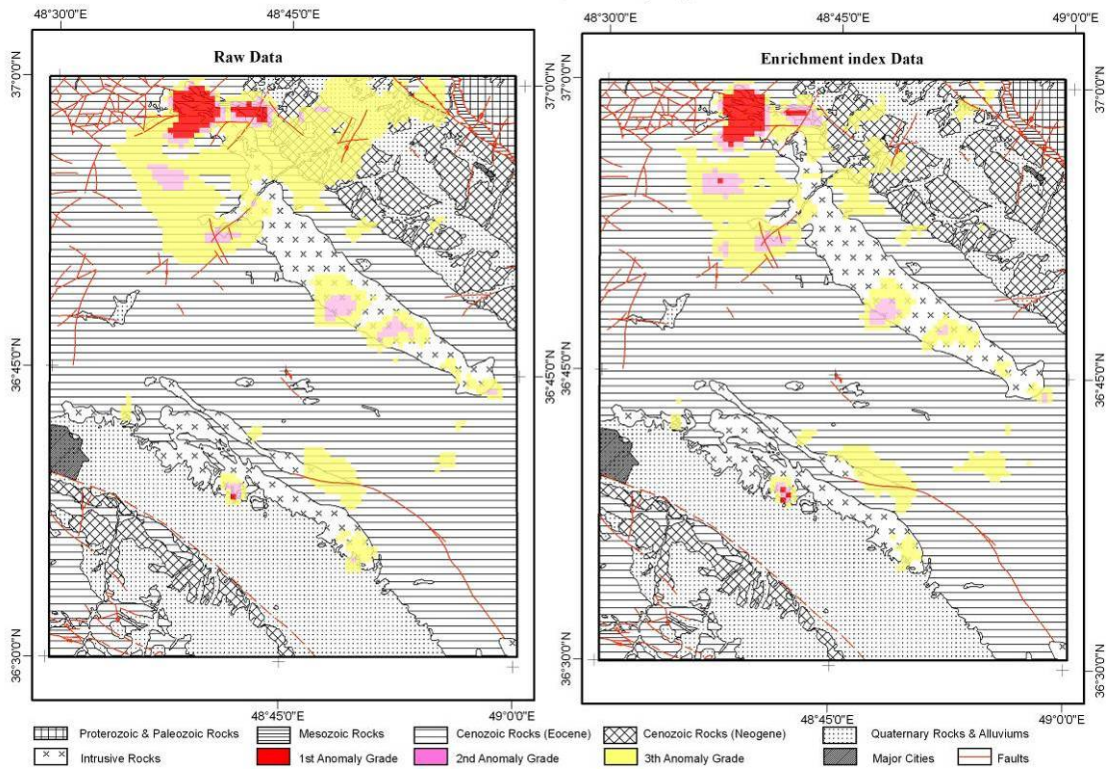
شکل ۴-۳۱: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی La

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Li Anomaly Map)



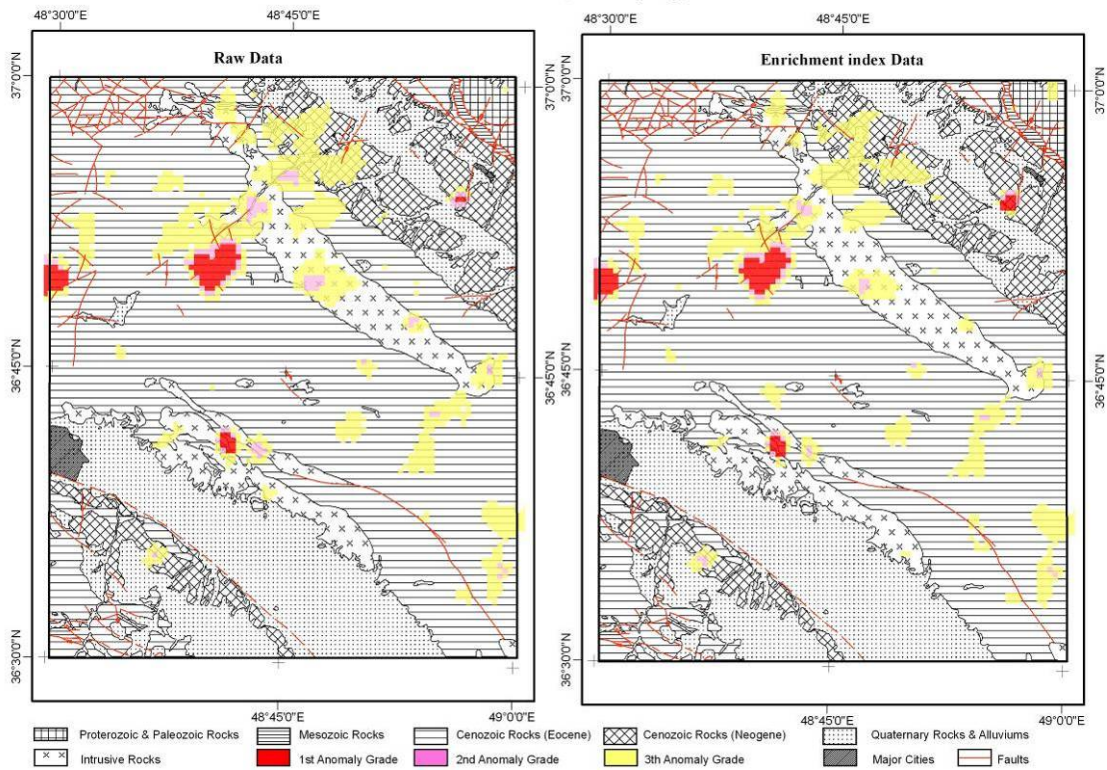
شکل ۴-۳۲: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Li

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Nb Anomaly Map)



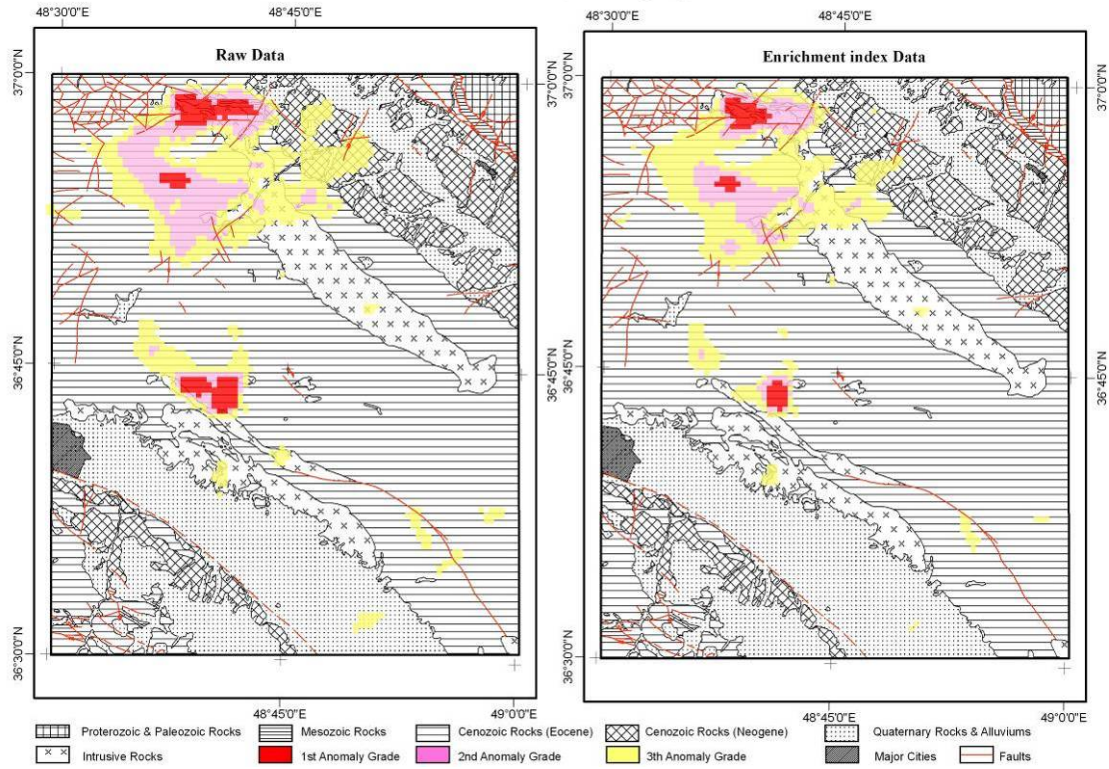
شکل ۴-۳۳: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Nb

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (P Anomaly Map)



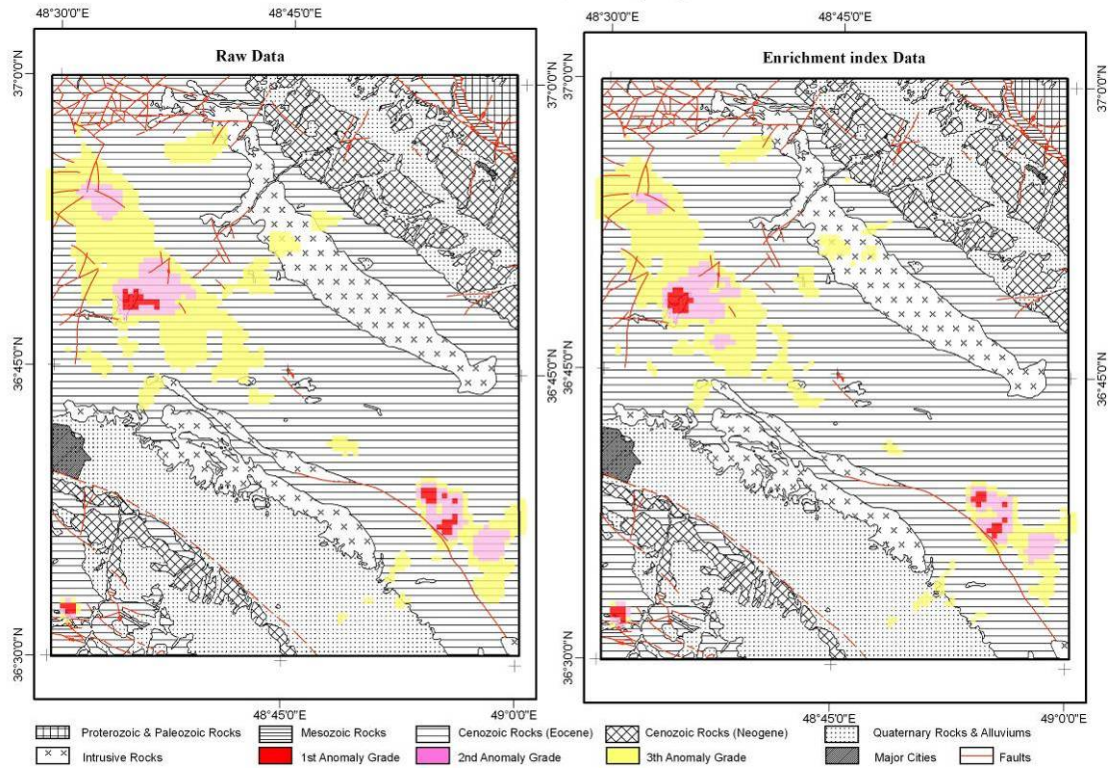
شکل ۴-۳۴: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی P

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Rb Anomaly Map)



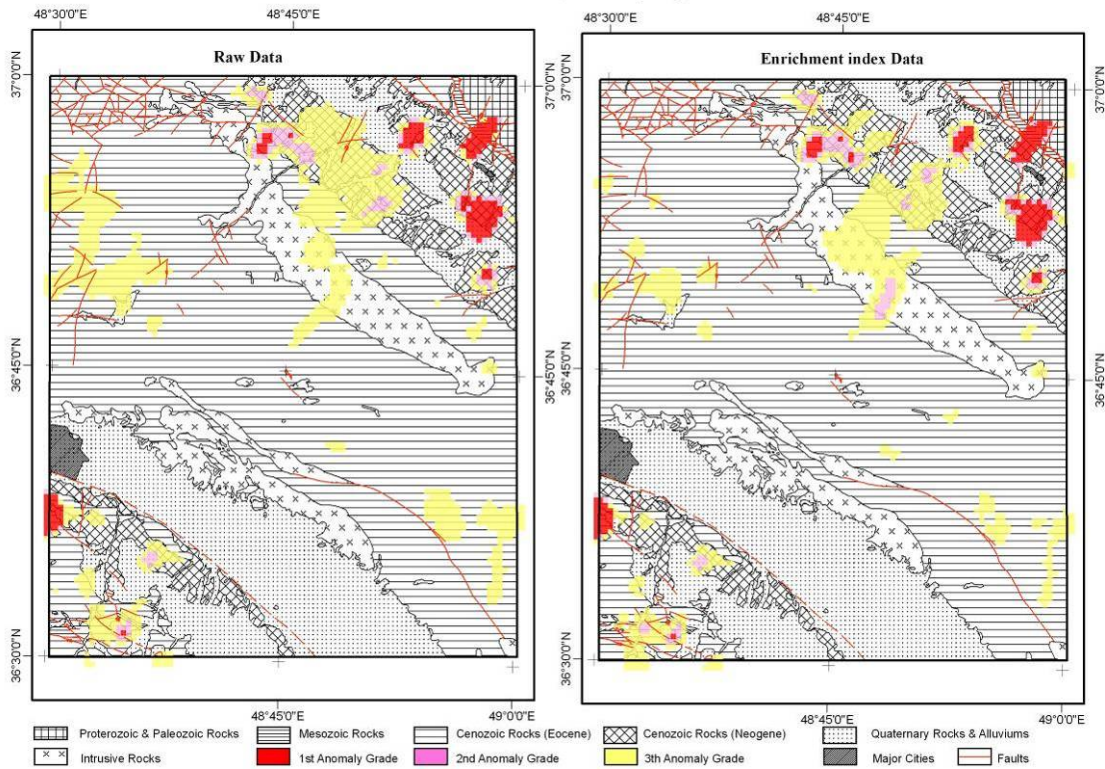
شکل ۴-۳۵: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Rb

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Sc Anomaly Map)



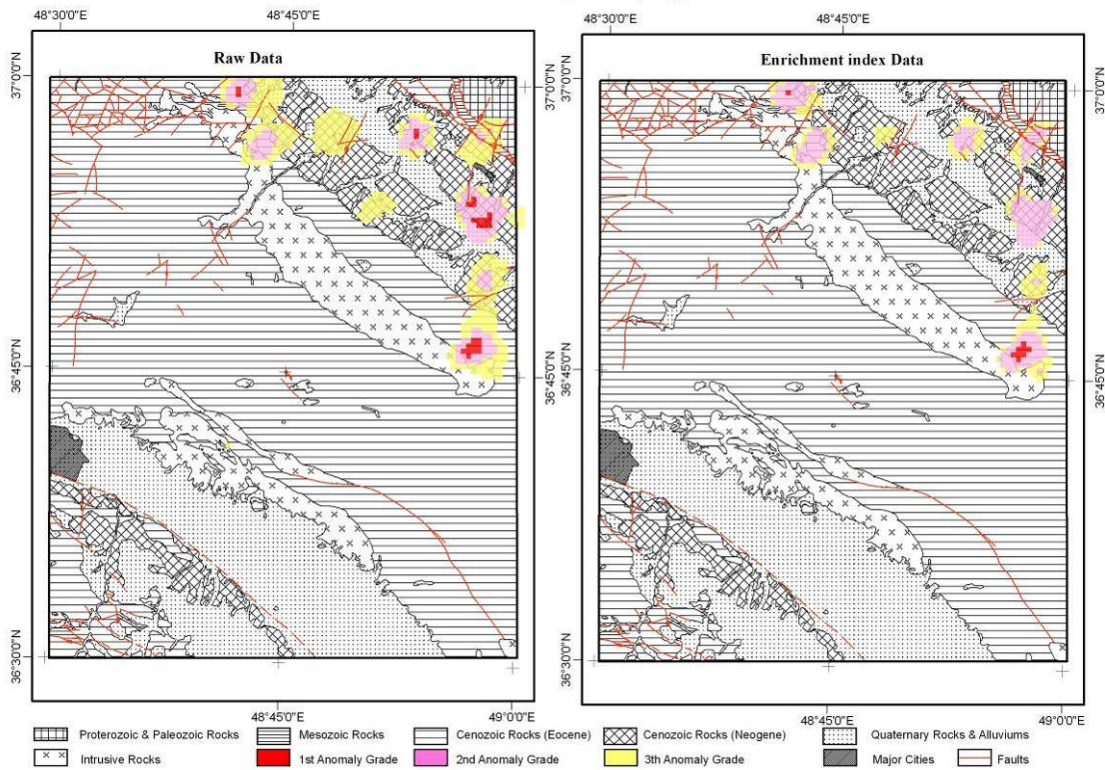
شکل ۴-۳۶: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Sc

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Sr Anomaly Map)



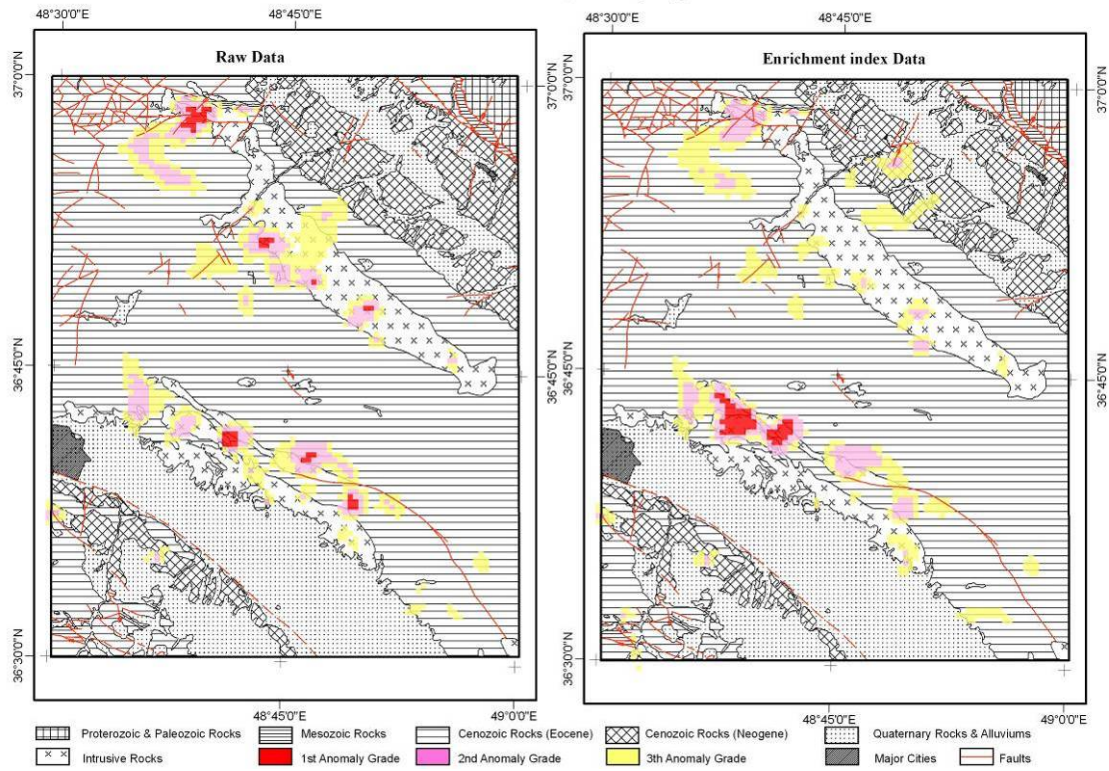
شکل ۴-۳۷: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Sr

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (S Anomaly Map)



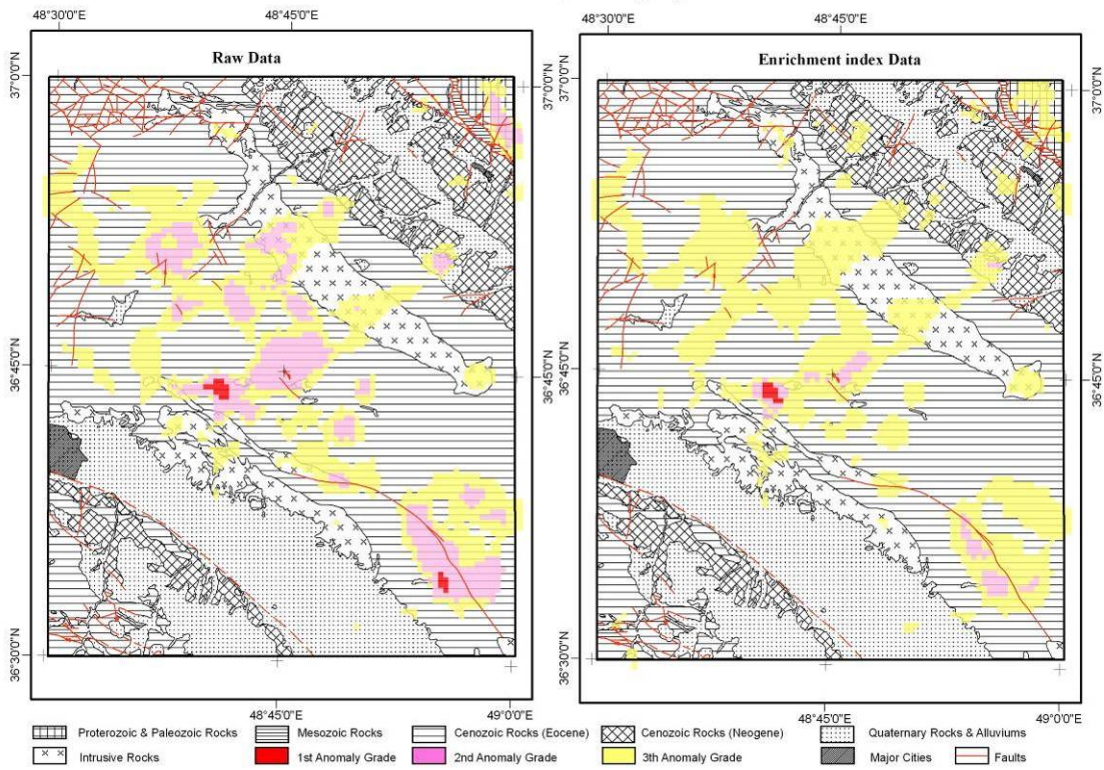
شکل ۴-۳۸: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی S

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Y Anomaly Map)



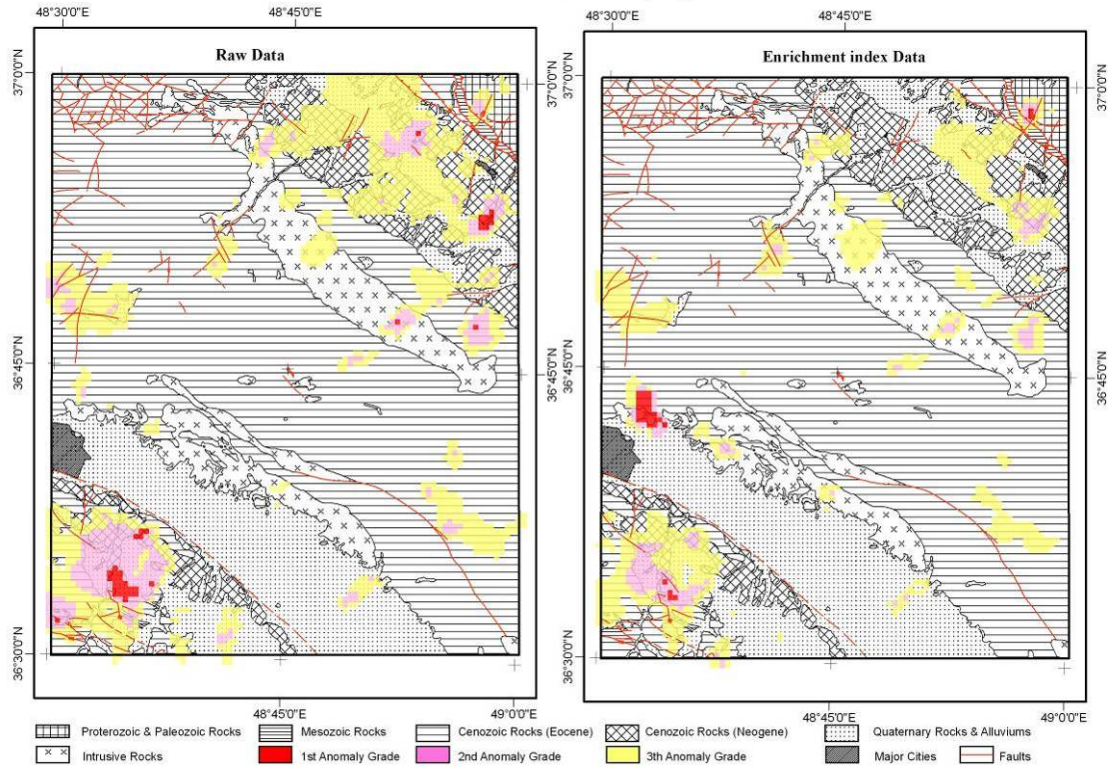
شکل ۴-۳۹: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Y

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Al Anomaly Map)



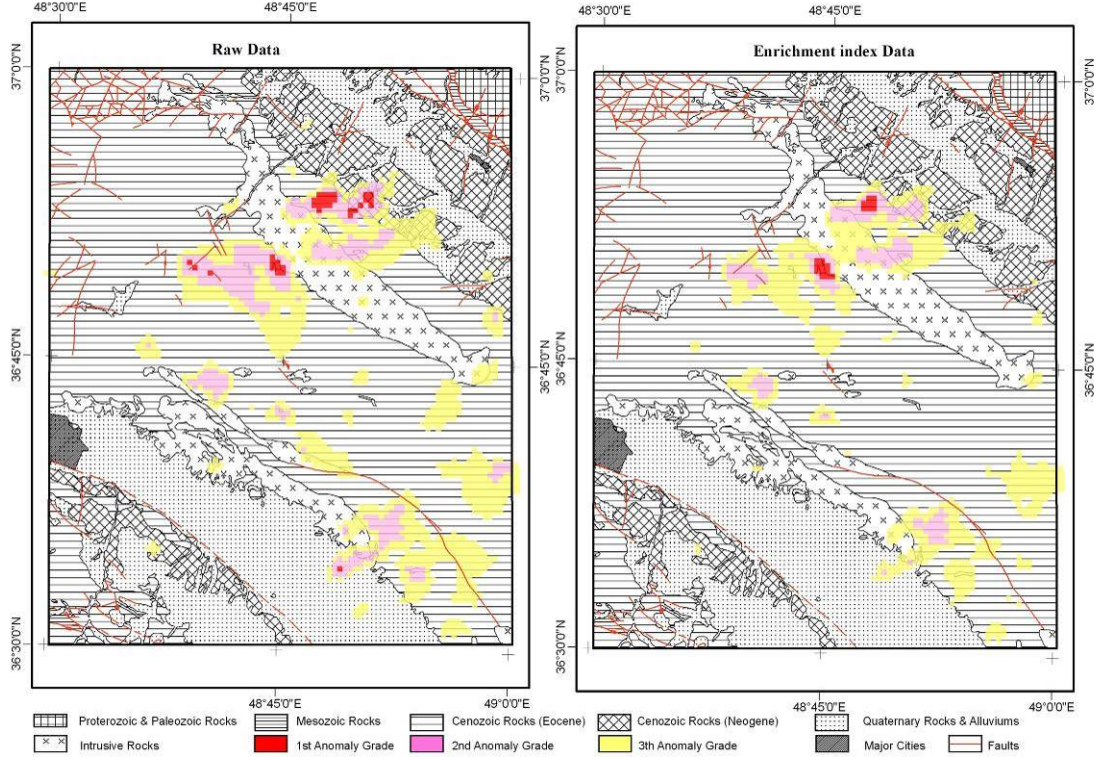
شکل ۴-۴۰: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Al

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Ca Anomaly Map)



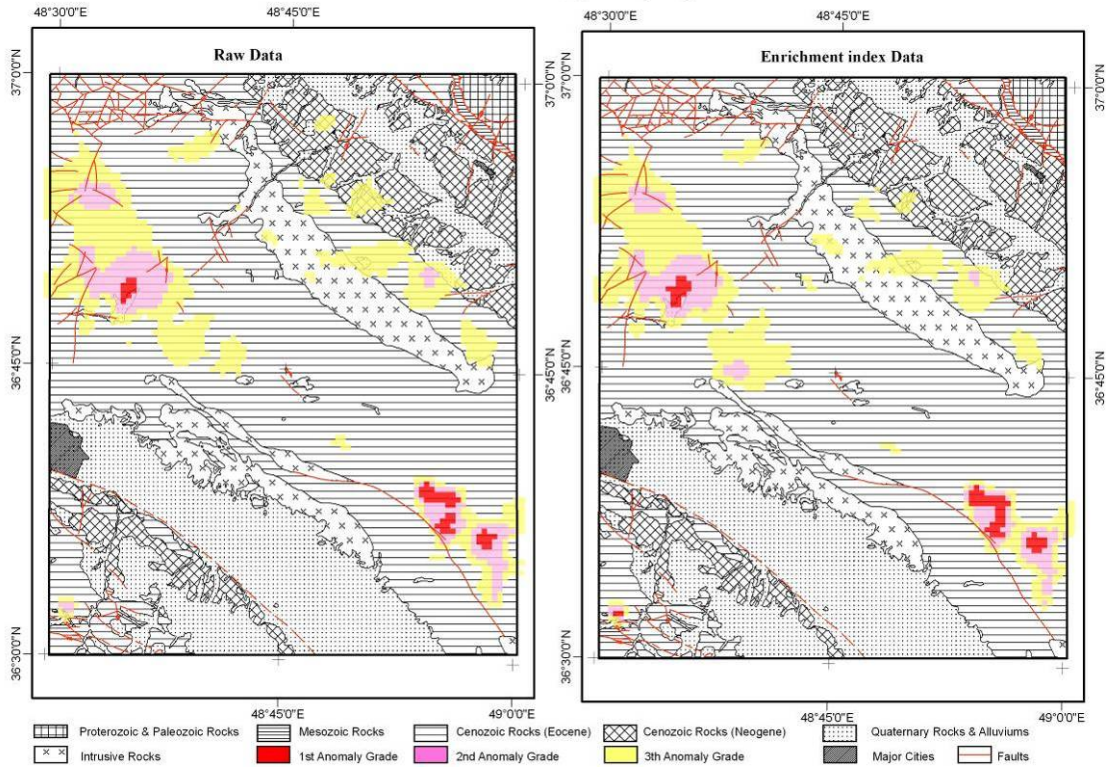
شکل ۴-۱: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Ca

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (K Anomaly Map)



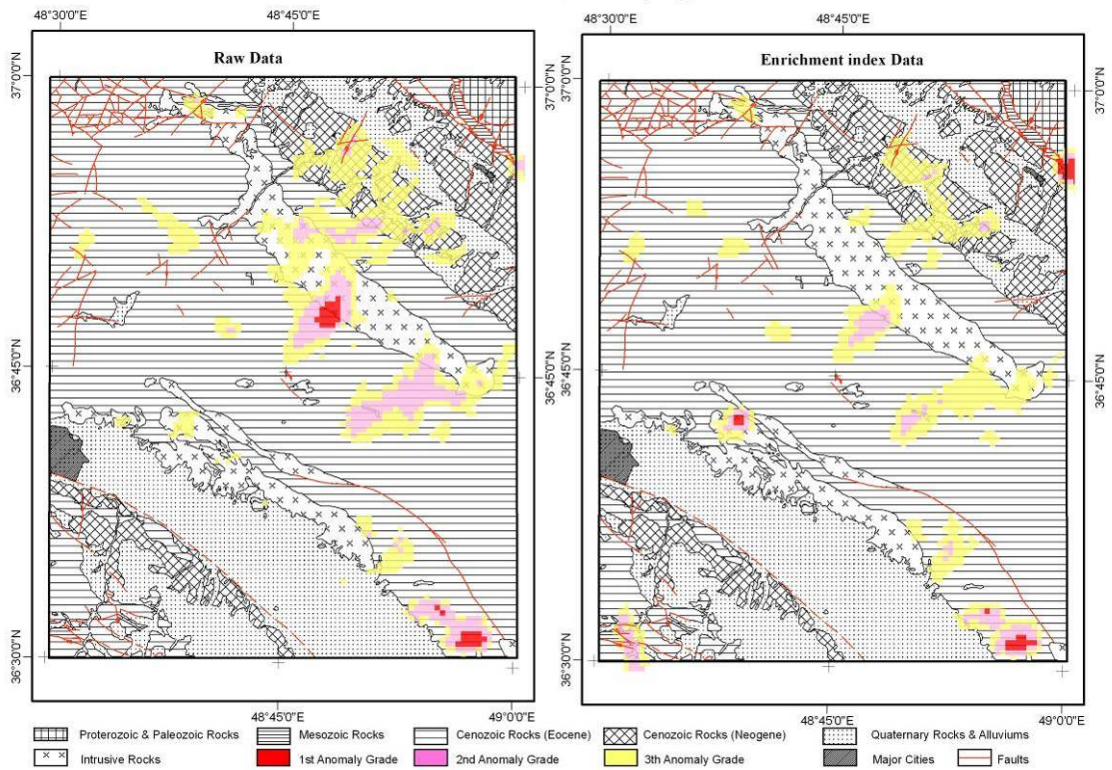
شکل ۴-۲: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی K

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Mg Anomaly Map)

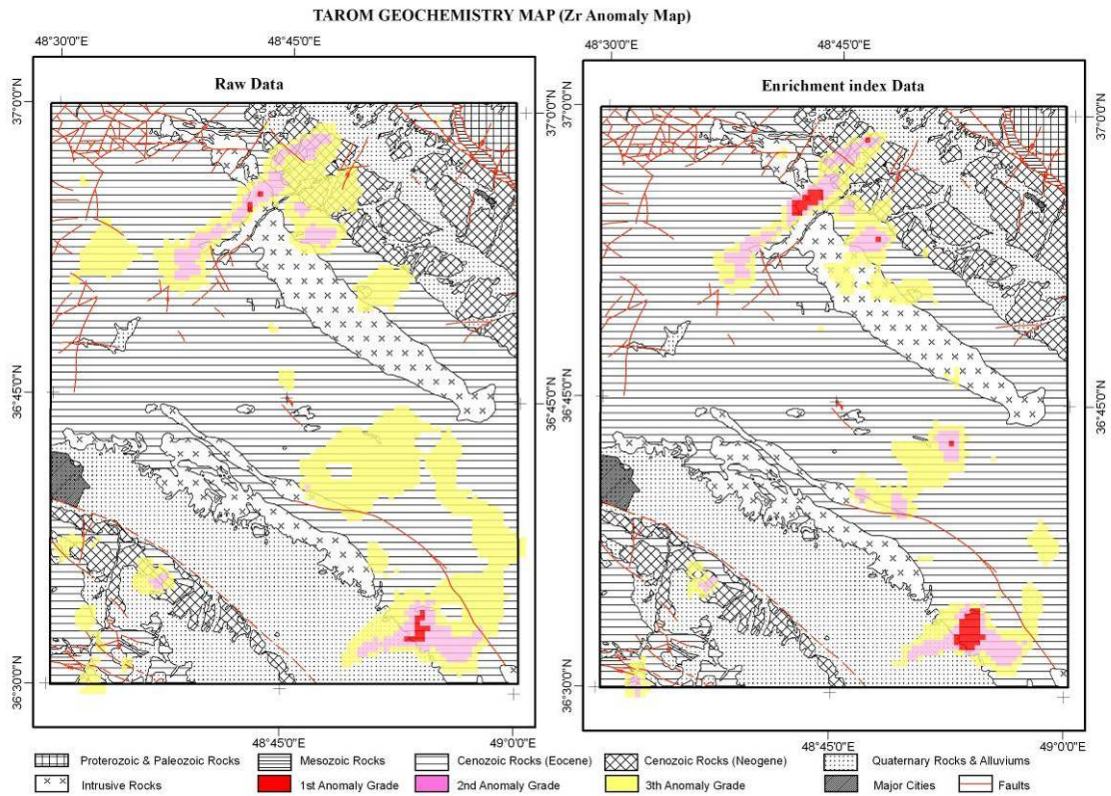


شکل ۴-۴۳: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Mg

TAROM GEOCHEMISTRY MAP (Na Anomaly Map)



شکل ۴-۴۴: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Na



شکل ۴-۵: نقشه آنومالی داده های خام و شاخص غنی شدگی Zr

۴-۳-۲- شرح آنومالی اندیس های جمعی

این گروه از نقشه ها می توانند راهنمای مناسبی در تعیین زون های کانی سازی محسوب شوند. عناصر تشکیل دهنده و پاراژنز کانی سازی مورد نظر در تشکیل نقشه های شاخص جمعی شرکت خواهند کرد. با بررسی های آماری داده های خام عناصری همچون Au - Cd - Zn - Pb - Cu به عنوان پاراژنز کانی سازی احتمالی در محدوده طارم معرفی شده اند. مطالعه همبستگی داده های خام همچنین بررسی و ترسیم نقشه های جمعی مجموعه های As - Sb ، Ba - Ag - Hg ، Mo - Bi - Sn - W را پیشنهاد می کند.

۴-۳-۱- نقشه جمعی AS (As + Sb)

در شکل ۴-۶ در نقشه بالا سمت چپ، نقشه جمعی AS آورده شده است. این مجموعه می تواند ردیاب خوبی برای کانسارهای محتمل هیدروترمال بویژه طلا و نقره باشد که دارای دمای کانی سازی پایین بوده و از مراکز حرارتی اصلی فاصله دارد. از جمله مناطق آنومال درجه ۱ این مجموعه می توان به مناطق اطراف روستای تهم تا شمال روستای چره ناب (نمونه های ۲۳۷، ۲۴۲، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۸۶، ۲۸۸، ۲۹۲ و

۲۹۳)، اطراف روستای کج کلاه (نمونه های ۳۱۱، ۳۲۴ و ۳۲۹)، شمال روستای سرخه دیزج (نمونه های ۳۶۶ و ۵۵۱)، حاور روستای چفتان (نمونه های ۶۴۱ و ۵۵) و نمونه های ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۳، ۶۱ و ۶۲ در شمال روستاهای شیت و ولیدر اشاره داشت.

۴-۲-۳-۲- نقشه جمعی HAB (Hg + Ag + Ba)

در شکل ۴-۴۶ در نقشه بالا سمت راست، نقشه جمعی HAB با استفاده از داده های خام آورده شده است. آنومالی های نشان داده شده توسط این مجموعه نیز بویژه به دلیل حضور باریوم، می تواند محل کانی سازی های احتمالی هیدروترمال را نشان دهد. بر اساس نقشه ترسیم برای این پارائز عنصری، بیشترین احتمال کانی سازی هیدروترمال در اطراف روستاهای گلبجه (نمونه های ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷ و ۱۴۱)، تهم (نمونه های ۲۳۱، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶ و ۲۳۷)، قاضی بلاغی (نمونه ۶۱۵)، الزین (نمونه ۶۴۵)، گچی قشلاق (نمونه های ۱۲۹ و ۲۰۶) و دیگه سر (نمونه های ۷۶۱، ۷۷۴، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۹۱ و ۷۹۳) متصور خواهد بود.

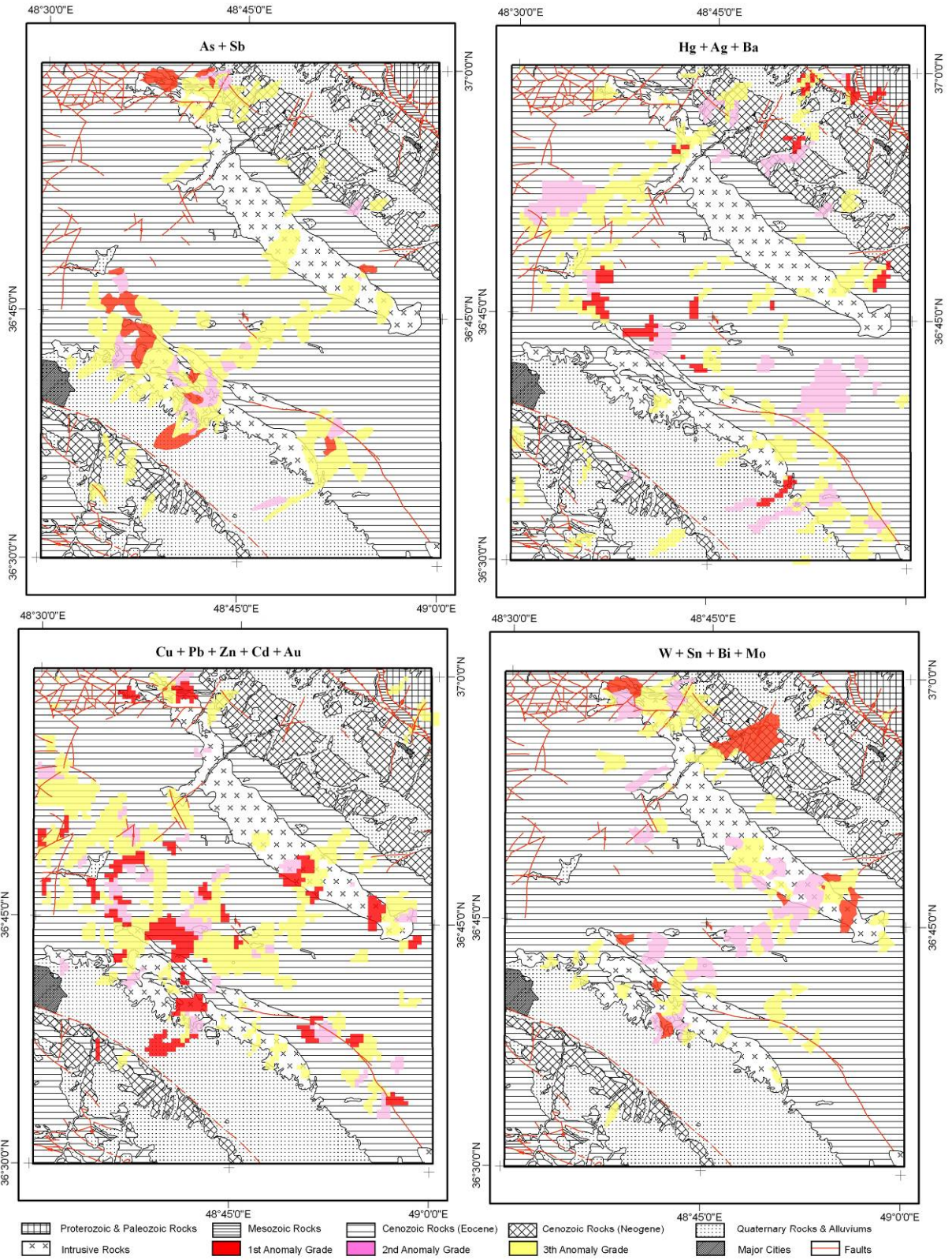
۴-۲-۳-۳- نقشه جمعی CPZCA (Cu + Pb + Zn + Cd + Au)

نقشه جمعی CPZCA در شکل ۴-۴۶ در نقشه پایین سمت چپ، با استفاده از داده های خام ترسیم شده است. آنومالی های نشان داده شده توسط این مجموعه، می تواند محل کانی سازی های احتمالی پلی متال را در منطقه نشان دهد. بر این اساس، بیشترین احتمال کانی سازی مذکور در اطراف روستاهای گلبجه (نمونه های ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸ و ۳۲۰)، علی آباد (نمونه های ۱۶۱ و ۱۵۵)، امام زاده هاشم (نمونه های ۲۱۷ و ۲۲۲)، کج کلاه (نمونه های ۳۱۱، ۳۲۹ و ۳۳۰)، کوه گان (نمونه های ۶۶۶، ۶۶۹ و ۶۷۱ و ۶۷۴) و شیت-ولیدر (نمونه های ۲۳ و ۳۲) خواهد بود.

۴-۲-۳-۴- نقشه جمعی WSBM (W + Sn + Bi + Mo)

نقشه پایین سمت راست، در شکل ۴-۴۶، نقشه جمعی WSBM را نشان داده است. این نقشه برخلاف نقشه های فوق، کانی سازی های احتمالی با دمای بالاتر و نزدیک به منشأ کانی سازی را در منطقه نشان می دهد. بر این اساس، آنومالی های درجه ۱ این مجموعه در اطراف روستای گلبجه (نمونه ۱۳۷)، اطراف روستای کج کلاه (نمونه های ۳۰۹ و ۳۲۴)، جنوب روستای کوه گان (نمونه ۶۶۶)، اطراف روستای چفتان (۵۵، ۶۱۳، ۶۱۴ و ۶۴۱)، اطراف روستای ارشت (نمونه ۱۲۷) و در محدوده روستای ولیدر (نمونه های ۲۹ و ۳۰) ثبت شده است.

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



شکل ۴-۶: نقشه های آنومالی اندیس های جمعی

۴-۳-۳- شرح آنومالی های فاکتوری

همانگونه که قبلاً نیز به آن اشاره شد فاکتور های اول و پنجم از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است. در شکل (۴-۴۷) نقشه پراکندگی آنومالی های فاکتور اول، پنجم و ششم براساس داده های خام آورده شده است.

همان طور که ملاحظه می شود، فاکتور اول عمدتاً در باختر محدوده و بویژه در اطراف روستای تهم دارای آنومالی های درجه ۱ می باشد. این فاکتور که بالاترین میزان تغییرات جامعه داده های ژئوشیمیایی را تشکیل می دهد، می تواند نماینده کانی زایی آهن-تیتانیوم-وانادیوم در محدوده باشد که همراه با آنها، حضور عناصر Sc, Co, Cr و Mg نیز متصور خواهد بود.

فاکتور پنجم با وجود اینکه تنها ۶ درصد از تغییرات جامعه را کنترل می کند، ولی به دلیل تأثیر پذیر بودن از تغییرات فلزات پایه و طلا مورد توجه بوده است. شکل ۴-۴۷ نشان می دهد بیشترین تجمع آنومالی های این فاکتور در مرکز محدوده طارم و بر روی و یا در حدفاصل دو توده اصلی کوارتز مونزونیتی-کوارتز سینیتی منطقه منطبق است.

تغییرات As, Mo, Sb و با شدت کمتر W, Cs و Zn نقشه آنالیز فاکتور ششم را بوجود می آورد که در شکل ۴-۴۷ نشان داده شده است. بخشی از آنومالی های این فاکتور از لحاظ مکانی با آنومالی های فاکتور پنجم مطابق بوده ولی شدت آنومالیها تغییر نشان می دهد.

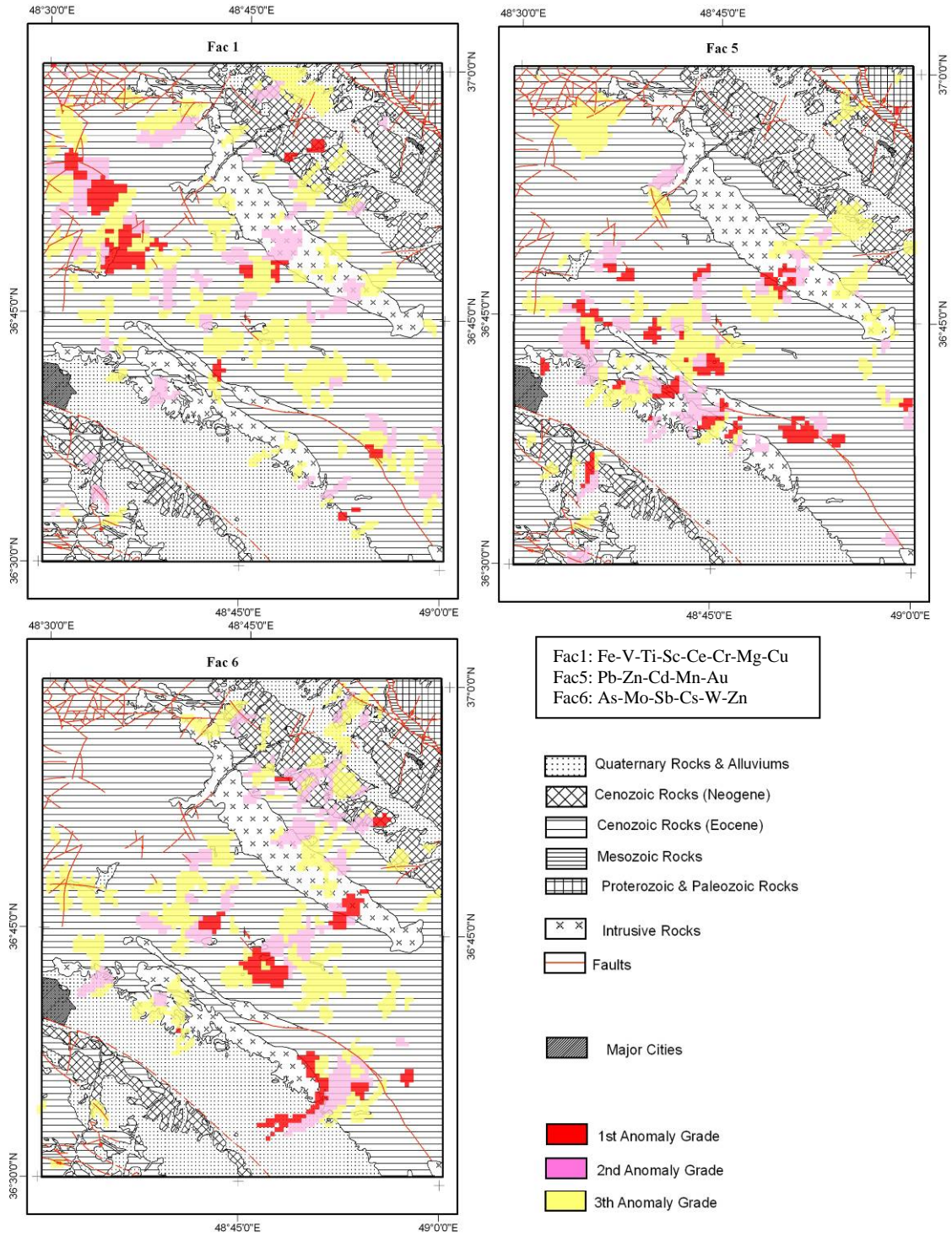
۴-۴-۴- مناطق امیدبخش مقدماتی براساس داده های ژئوشیمیایی

در اینجا محدوده های امید بخش برپایه داده های ژئوشیمیایی، به چهار صورت استخراج شده اند. همانطور که در شکل ۴-۴۸ نشان داده شده، چهار نقشه ترسیم شده تا حدود زیادی هم پوشانی دارند و محدوده های آنومال مقدماتی را مشخص می سازند. نقشه های متناظر آنها که براساس حوضه های آبریز ترسیم شده در پیوست نقشه ها ارائه شده است.

۴-۴-۱- نقشه مناطق امیدبخش مقدماتی براساس امتیاز دهی به داده های خام و شاخص غنی شدگی

برای ترسیم این نقشه ها، ابتدا عناصری که احتمال حضور آنها در کانی سازی وجود دارد، جدا و سایر عناصر حذف می شوند. این عناصر شامل Ag, As, Au, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, P, S, Sb, Sc, Sn, Ti, U, W و Zn هستند. در مرحله بعد، امتیازهای ۰ تا ۳ جایگزین نتایج آنالیز داده ها خام و داده های شاخص غنی شدگی می گردد.

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



شکل ۴-۷: نقشه های آنومالی آنالیز فاکتوری

برای این کار هر یک از عناصر از مقدار بالا به پایین مرتب شده و به صورت زیر امتیازگذاری می شود:

- امتیاز (۳) : به ۱٪ بالای جامعه معادل ۸ نمونه اول (بخش بالای ۹۹٪)
- امتیاز (۲) : به ۱/۵٪ بعدی جامعه معادل ۱۱ نمونه دوم (بخش مابین ۹۷/۵٪ تا ۹۹٪)
- امتیاز (۱) : به ۱۳/۵٪ بعدی جامعه معادل ۱۰۱ نمونه سوم (بخش مابین ۸۴٪ تا ۹۷/۵٪)
- امتیاز (۰) : به سایر نمونه ها (بخش پایین ۸۴٪)

سپس امتیازهای تمامی عناصر مذکور با هم جمع و به صورت یک فیلد اطلاعاتی به فایل پلی گون‌های حوضه آبریز و فایل نقطه ای محل نمونه ها متصل (Link) میگردد و در نرم افزار ArcGIS نقشه های مربوطه ترسیم می شود.

نقشه بالا، چپ در شکل ۴-۸ نقشه حاصل براساس داده های ژئوشیمیایی خام و نقشه بالا، راست، نقشه حاصل از داده های شاخص غنی شدگی نشان داده شده است.

۴-۲- نقشه مناطق امیدبخش مقدماتی براساس پردازش های ژئوشیمیایی

برای ترسیم این نقشه از ۸ نقشه که پیش از این ترسیم شده اند، استفاده گردیده است. این نقشه ها

شامل موارد زیر می باشد:

- نقشه جمعی عناصر فلزی پایه و طلا (Cu + Pb + Zn + Cd + Au)
 - نقشه جمعی عناصر As + Sb
 - نقشه جمعی عناصر Hg + Ag + Ba
 - نقشه جمعی عناصر W + Sn + Bi + Mo
 - نقشه عامل فاکتوری اول (Fe-Ti-V)
 - نقشه عامل فاکتوری پنجم (Pb+Zn+Cd+Au)
 - نقشه مناطق امیدبخش مقدماتی براساس امتیاز دهی به داده های خام
 - نقشه مناطق امیدبخش مقدماتی براساس امتیاز دهی به داده های شاخص غنی شدگی
- روش ترسیم این نقشه، همانند شیوه ترسیم نقشه های جمعی و به صورت Z-score با وزن برابر می باشد. در شکل ۴-۸ نقشه حاصل در قسمت پایین، سمت چپ ترسیم شده است.

۴-۴-۳- نقشه مناطق امیدبخش مقدماتی براساس پاراژنز عناصر کانه ساز

در این بخش براساس عناصر پاراژنتیک معمول در کانی سازی های مهم که با جایگاه زمین شناختی و متالورژیک منطقه تطابق داشته باشد، نقشه کانی سازی های محتمل ترسیم شده است. در اینجا سه نقشه کانی سازی احتمالی به شرح زیر ترسیم شده است. در شکل ۴-۸، تصویر پایین، سمت راست هم پوشانی نقشه های مذکور نشان داده شده است. این نقشه ها عبارتند از:

- نقشه کانی سازی احتمالی پلی متال که نقشه جمعی عناصر Au, Pb, Ba, S, Hg, Ag, As, Bi, Cu, Zn, Sb, Mo و می باشد (شکل ۴-۹، بالا، سمت چپ)

- نقشه کانی سازی احتمالی سرب و روی که نقشه جمعی عناصر Pb, Ag, Sb, Zn, Cd می باشد (شکل ۴-۹، بالا، سمت راست)

- نقشه کانی سازی احتمالی مس که نقشه جمعی عناصر Mo, Bi, Cu می باشد (شکل ۴-۹، پایین، سمت چپ)

۴-۴-۴- نقشه نهایی مناطق امیدبخش مقدماتی براساس داده های ژئوشیمیایی

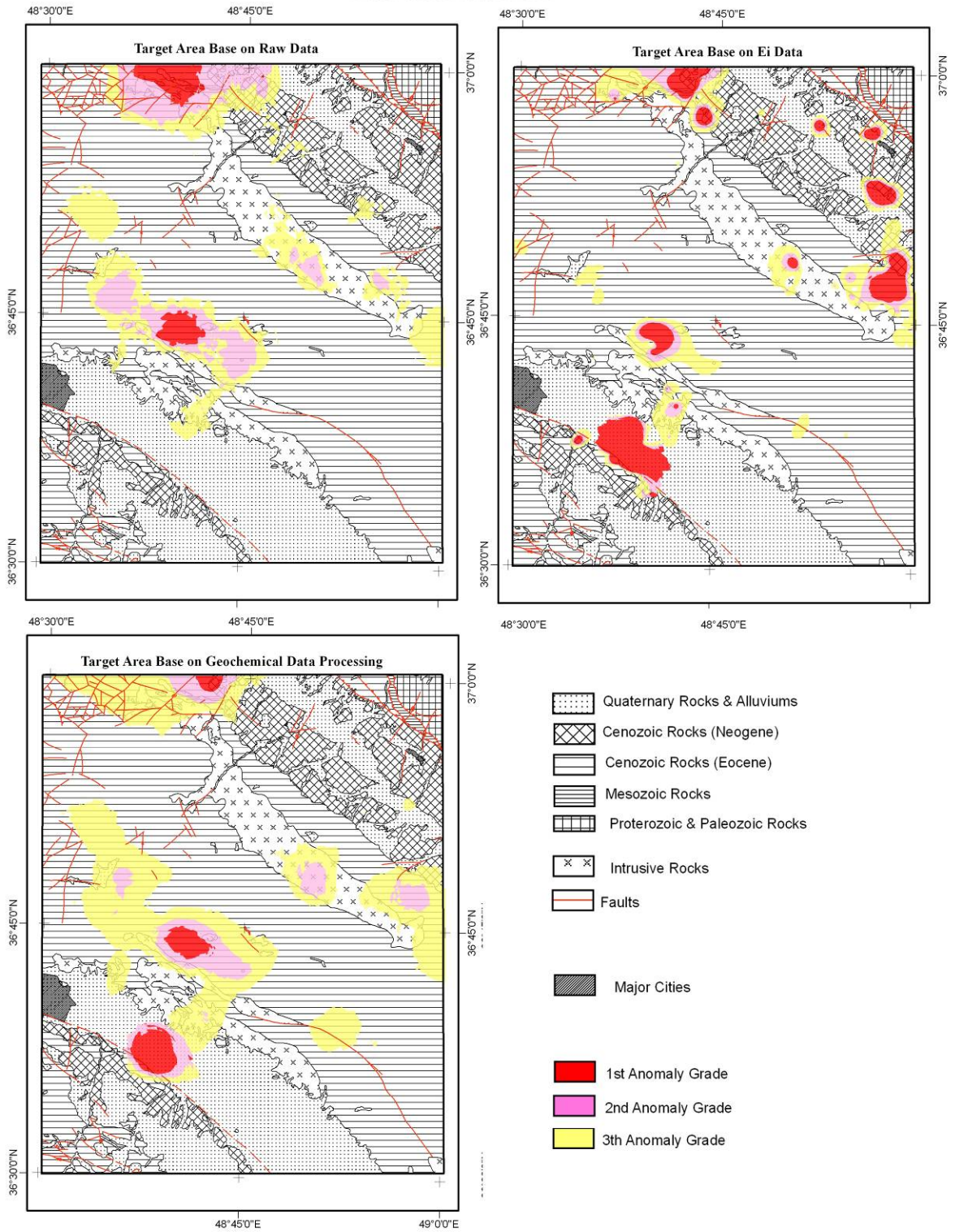
نقشه نهایی مناطق امیدبخش اولیه که حاصل همپوشانی نقشه های فوق می باشد در شکل ۴-۵۰ براساس حوضه های آبریز ترسیم شده است. در جدول ۴-۱۲، هشتاد نمونه آنومال با بالاترین امتیاز که از همپوشانی نقشه های ژئوشیمیایی حاصل شده است، آورده شده است.

جدول ۴-۱۲: هشتاد نمونه با بالاترین امتیاز ژئوشیمیایی در نقشه مناطق امید بخش مقدماتی

| ID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ID | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|
| 136 | | | | | | | 324 | | | | | | | 617 | | | | | | | 157 | | | | | | |
| 320 | | | | | | | 30 | | | | | | | 643 | | | | | | | 800 | | | | | | |
| 135 | | | | | | | 578 | | | | | | | 33 | | | | | | | 655 | | | | | | |
| 137 | | | | | | | 61 | | | | | | | 330 | | | | | | | 286 | | | | | | |
| 613 | | | | | | | 62 | | | | | | | 29 | | | | | | | 648 | | | | | | |
| 23 | | | | | | | 667 | | | | | | | 673 | | | | | | | 128 | | | | | | |
| 666 | | | | | | | 60 | | | | | | | 139 | | | | | | | 725 | | | | | | |
| 572 | | | | | | | 669 | | | | | | | 32 | | | | | | | 232 | | | | | | |
| 580 | | | | | | | 672 | | | | | | | 616 | | | | | | | 213 | | | | | | |
| 674 | | | | | | | 258 | | | | | | | 642 | | | | | | | 551 | | | | | | |
| 329 | | | | | | | 242 | | | | | | | 291 | | | | | | | 654 | | | | | | |
| 311 | | | | | | | 618 | | | | | | | 82 | | | | | | | 808 | | | | | | |
| 234 | | | | | | | 724 | | | | | | | 288 | | | | | | | 102 | | | | | | |
| 521 | | | | | | | 443 | | | | | | | 236 | | | | | | | 241 | | | | | | |
| 809 | | | | | | | 615 | | | | | | | 71 | | | | | | | 290 | | | | | | |
| 237 | | | | | | | 65 | | | | | | | 549 | | | | | | | 815 | | | | | | |
| 812 | | | | | | | 823 | | | | | | | 552 | | | | | | | 614 | | | | | | |
| 641 | | | | | | | 649 | | | | | | | 671 | | | | | | | 437 | | | | | | |
| 289 | | | | | | | 233 | | | | | | | 694 | | | | | | | 806 | | | | | | |
| 235 | | | | | | | 138 | | | | | | | 822 | | | | | | | 536 | | | | | | |

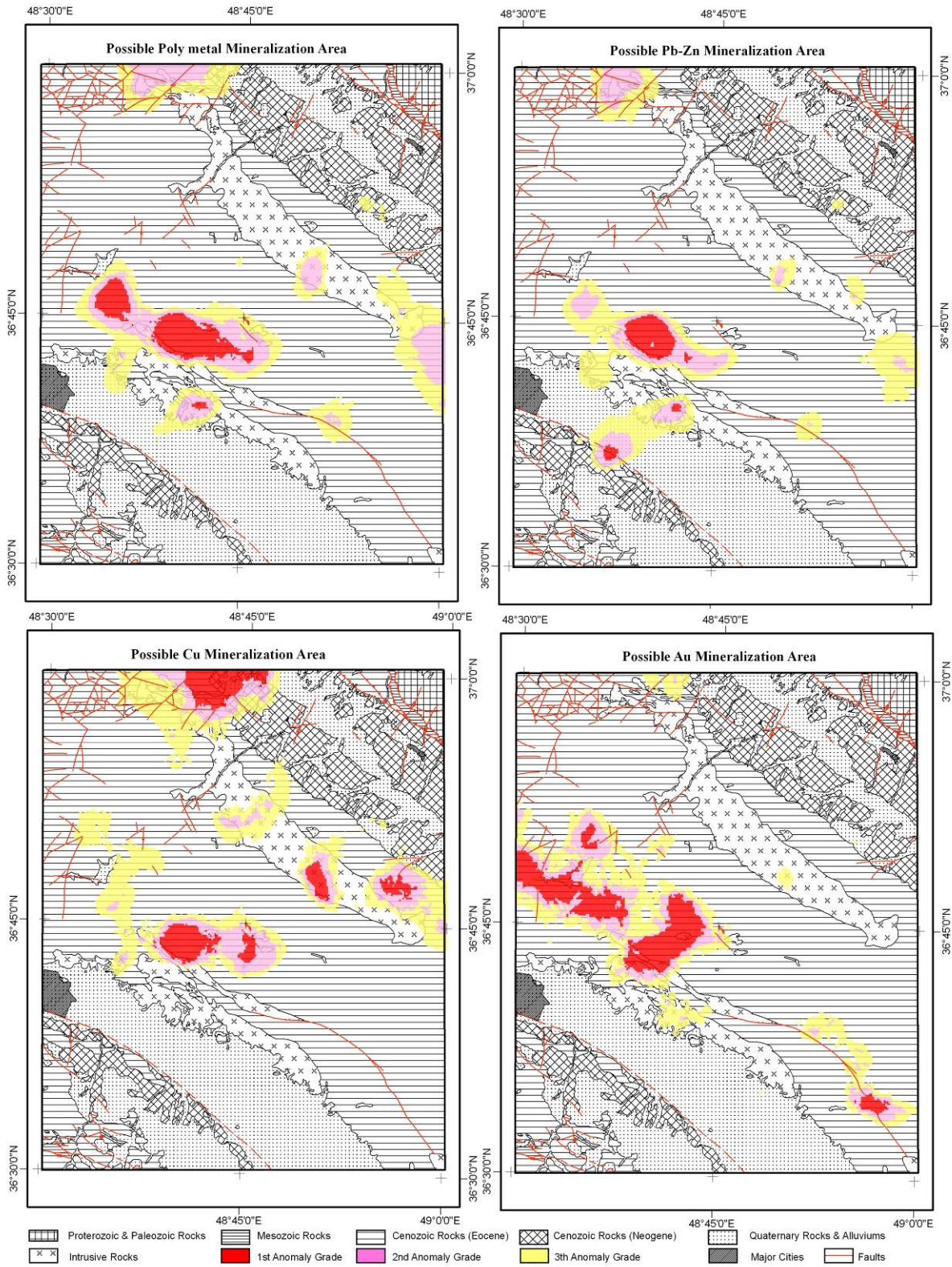
۱: نقشه امتیازی داده های خام، ۲: نقشه امتیازی داده های شاخص غنی شدگی، ۳: کانی زایی احتمالی پلی متال، ۴: کانی زایی احتمالی مس،
۵: کانی زایی احتمالی سرب و روی، ۶: نقشه امتیازی داده های جمعی و فاکتوری؛ قرمز، صورتی و زرد به ترتیب آنومالی درجه ۱، ۲ و ۳

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



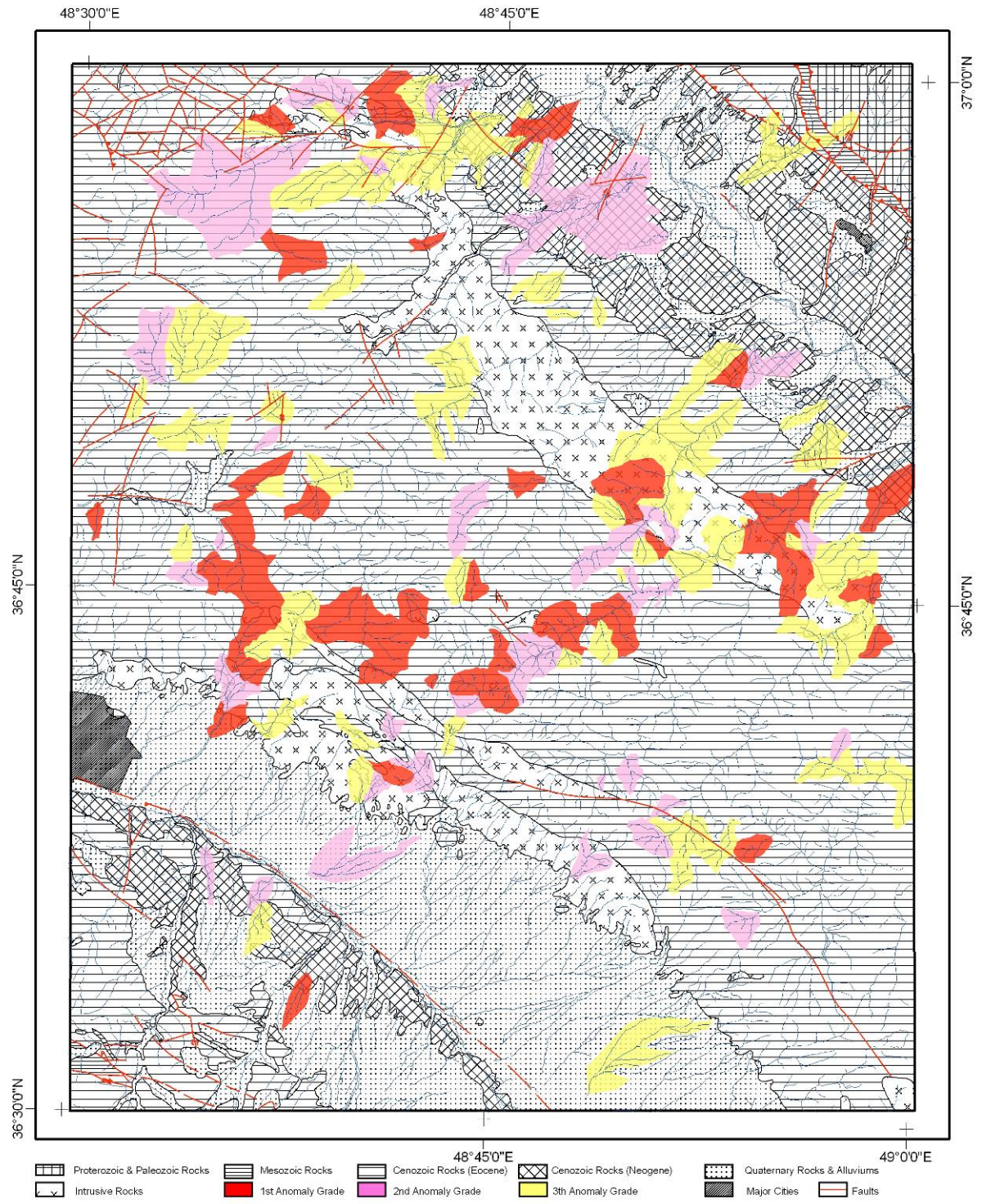
شکل ۴-۸: مقایسه مناطق امیدبخش مقدماتی با استفاده از داده ها و پردازش های ژئوشیمیایی

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



شکل ۴-۹: نقشه های مناطق احتمالی کانی سازی در محدوده طارم

TAROM GEOCHEMISTRY MAP
 Primary Prospecting Area Based on Geochemical Processing



شکل ۴-۵۰: نقشه های مناطق امیدبخش مقدماتی برپایه نقشه های شکل ۴-۴۸

۴-۵- بررسی داده های کانی سنگین

برای اکتشافات ناحیه‌ای (کوچک مقیاس) رودخانه‌های بزرگ با حوضه آبریز وسیع جهت برداشت نمونه های کانی سنگین مناسبتر هستند زیرا محدودیت حاصل از کمی تعداد نمونه در آنها برطرف می‌گردد. هر نمونه کانی سنگین از چند محل که احتمال تمرکز کانی سنگین در آن بیشتر بوده (Head تخته سنگها یا Tail آنها) برداشت شده است. در چنین مکانهایی ذرات شن و ماسه بیشتر حضور دارند. در مناطقی که نسبتاً مرتفع و برفگیر و در نتیجه فرسایش شیمیایی شدیدتر بوده است، پیدایش چنین محل‌هایی مشکل می‌باشد و در نتیجه نمونه‌های کانی سنگین با وزن بیشتر از بخش ماسه‌ای - سیلتی - رسی برداشت می‌گردد. آماده سازی نمونه‌های کانی سنگین شامل گل شویی و لاوک شویی است. قبل از انجام این مراحل، اندازه گیری حجم کل نمونه برای محاسبات بعدی الزامی است. در مرحله گل‌شویی با شستشوی کامل نمونه، گل نمونه، که عمدتاً شامل ذرات دانه ریز رسی است از آن جدا شده و نمونه آماده لاوک شویی می‌شود. در مرحله لاوک شویی، نمونه به درون ظرف مخصوص ریخته شده و پس از غوطه ور کردن نمونه در آب و حرکات دورانی مناسب آن، مواد سبک شستشو و از آن خارج و جزء سنگین‌تر باقی می‌ماند. این نمونه که نسبت به نمونه اولیه حجم بسیار کمتری دارد، خشک شده و مورد حجم سنجی قرار می‌گیرد و اعداد حاصل در فرم مربوطه ثبت می‌شود. مرحله بعدی شامل کاهش وزن نمونه از طریق تقسیم کن شانه‌ای است. بخشی از این جزء از طریق بروموفرم گیری به دو قسمت جزء سبک و جزء سنگین تقسیم می‌گردد. پس از بروموفرم گیری حجم هر یک از دو بخش سنجیده می‌شود و سپس از طریق بکارگیری آهنربای دستی با بار معین، جزء سنگین به سه بخش تقسیم و حجم هر یک تعیین می‌شود.

جزء فرومغناطیسی دارای خاصیت مغناطیسی شدید بوده و به طور عمده شامل منیتیت و گاهی ایلمنیت می‌باشد. جزء دیگر دارای خاصیت مغناطیسی متوسطی است و بیشتر شامل کانی‌های مافیک مانند پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت می‌باشد. 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 به طریق حجمی برآورد می‌گردد. برای محاسبه فراوانی نسبی کانی‌های سنگین در نمونه اصلی (به صورت برداشت شده) از فرمول زیر استفاده گردیده است:

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

در این فرمول متغیرها عبارتند از:

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

Y: حجم نمونه پس از بروموفرم گیری

B: حجم نمونه پس از شستشو

D: وزن مخصوص کانی مورد مطالعه

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

C: حجم نمونه انتخابی برای جدایش با بروموفرم

D': وزن مخصوص رسوب برداشت شده در صحرا است که در این پروژه معادل ۲/۵ گرم بر سانتی

متر مکعب در نظر گرفته شده است.

محدوده اکتشافی ۱/۱۰۰۰۰۰ طارم با ۱۹۴ نمونه کانی سنگین مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج مطالعه

آنها به دو صورت کیفی و کمی ارائه شده است. بر این اساس، آثاری از کانی زاییهای سرب، مس، روی و در هفت حوضه طلا و ندرتاً آنتیموان در منطقه مشاهده شده است.

حجم عمده فاز غیر مغناطیس (NM) نمونه ها را کانی های زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن،

اناتاز و لوکوکسن تشکیل می دهد. کانی هایی مانند هماتیت، پروکسن، آمفیبول، اپیدوت، پیریت اکسید،

لیمونیت، گارنت، ایلمنیت، الیژیست و مارتیت در فاز مغناطیس متوسط (AV) حضور دارند. در فاز

مغناطیس قوی (AA) کانی های مگنتیت و ندرتاً ایلنومگنتیت حضور دارد. آثار کلریتی شدن در سطح

کانی هایی مانند باریت، اپیدوت و پروکسن مشاهده شده است.

۴-۵-۱- پردازش داده های کانی سنگین

در نتیجه مطالعات کانی سنگین توسط میکروسکوپ بینوکولار به حضور ۵۸ کانی اشاره شده است که

بسیاری از آنها در حد چند ذره (Pts) می باشند. جهت سهولت و نتیجه گیری بهتر، کانی های مشاهده شده

در ۱۱ دسته تقسیم بندی گردیده اند. برای این منظور ابتدا نتایج داده های کانی سنگین با استفاده از فرمول

زیر یکسان سازی شده است:

$$Z - score = \frac{X - Min}{Max - Min}$$

در این فرمول (X) عیار عددی هر کانی، (Min) کمترین و (Max) بیشترین مقدار جامعه است. با

محاسبه این فرمول نتایج به صورت جامعه ای بین ۰ تا ۱ به دست خواهد آمد که تمامی آنها هم وزن بوده و

قابل جمع کردن با یکدیگر هستند. در جدول ۴-۱۳ به گروه ها و کانی هایی تشکیل دهنده آنها اشاره شده است.

جدول ۴-۱۳: گروه بندی داده های کانی سنگین در محدوده اکتشافی طارم

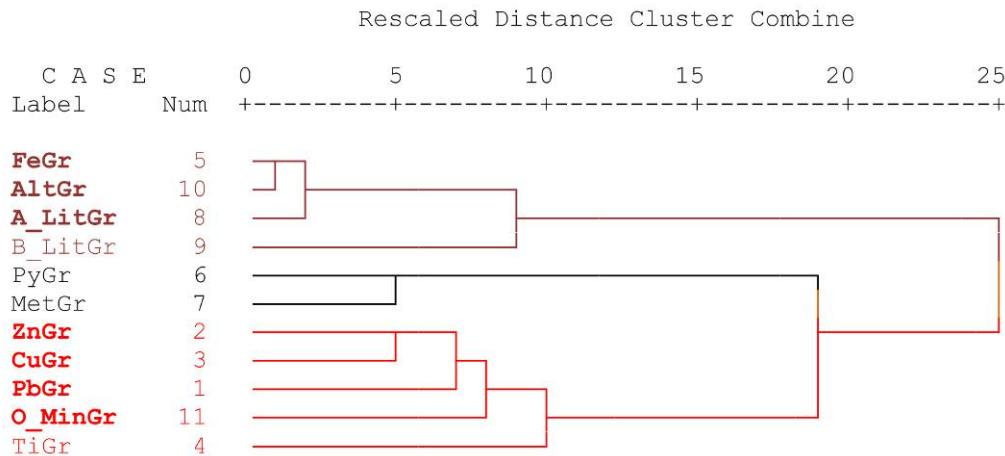
| ردیف | نام گروه | اختصار | کانی ها |
|------|-----------------|----------|--|
| ۱ | سنگ ساز اسیدی | A-lit Gr | کوارتز - فلدسپار - آپاتیت - زیرکن |
| ۲ | سنگ ساز بازیگ | B-lit Gr | الیون - پیروکسن - بیوتیت - آمفیبول |
| ۳ | سنگ ساز دگرگونی | Met Gr | آندالوزیت - گارنت - سیلیمانیت - کیانیت - کباستولیت - کروندم |
| ۴ | دگرسانی | Alt Gr | سیلیکاتهای آلتره - اپیدوت - کلریت |
| ۵ | سرب | Pb Gr | گالن - سروزیت - پیرومورفیت - آنگلیزیت - کوتنیت - ماسیکوت - میمتیت - پوولیت - وانادینیت - ولفنیت - سرب ناتیبو |
| ۶ | روی | Zn Gr | اسفالریت - همی مورفیت |
| ۷ | مس | Cu Gr | کالکوپیریت - کالکوسیت - کولیت - آزوریت - مالاکیت - مس ناتیبو |
| ۸ | آهن | Fe Gr | مگنتیت - هماتیت - الیزیت - لیمونیت - مارتیت - گوتیت |
| ۹ | تیتان | Ti Gr | روتیل - آناتاز - اسفن - ایلمنیت - نیگرین - ایلمنومگنتیت - لوکوکسن - بروکیت |
| ۱۰ | پیریت | Py Gr | پیریت - پیریت لیمونیتی - پیریت اکسیدی |
| ۱۱ | سایر کانه ها | O-Min Gr | باریت - سلسین - سینابر - فلوریت - طلا - مولیدنیت - موناژیت - اریپمنت - پیرولوزیت - شلیت - استینیت |

بررسی همبستگی گروه های کانی سنگین با استفاده از نمودار آنالیز خوشه ای (شکل ۴-۵۱) همبستگی ضعیفی میان داده های کانی سنگین نشان می دهد. بالاترین همبستگی میان گروه آهن با واحدهای دگرسان و واحدهای سنگی اسیدی مشاهده می شود. همبستگی ضعیفی نیز میان گروه های مس، روی و سرب و به مقدار کمتر با گروه سایر کانه ها و گروه تیتان متصور می باشد. این مجموعه به عنوان مجموعه کانه های کانساری در کنار هم جای گرفته اند. به این مجموعه کانی های گروه پیریت متصل شده است.

۴-۵-۲- ترسیم نقشه های گروهی کانی سنگین

در شکل های ۴-۵۲ تا ۴-۵۷ در مجموع ۱۲ نقشه برای گروه های کانی سنگین یازده گانه به علاوه پراکندگی ذرات طلا تهیه شده است. روش ترسیم این نقشه ها همانند ترسیم نقشه های آنومالی های ژئوشیمیایی می باشد. همچنین برای هر نقشه، نقشه ای متناظر در اندازه A3 و با جزئیات بیشتر در پیوست نقشه ها در نظر گرفته شده است. در این نقشه ها، علاوه بر حوضه های آبریز آنومال برای هر گروه که توسط رنگ مشخص می گردند، بوسیله علامات بکار رفته، تعداد ذرات و یا مقادیر اندازه گیری شده هر

کانی آن گروه نیز نشان داده شده است. در ادامه به بررسی تعدادی از مهمترین گروه های کانی سنگین که در معرفی مناطق امید بخش مقدماتی نقش موثری خواهند داشت، پرداخته می شود.



شکل ۴-۵۱: نمودار خوشه ای گروه های کانی سنگین

۴-۵-۲-۱- نقشه آنومالی گروه سرب

نقشه آنومالی گروه سرب با استفاده از جمع ۱۱ کانی سرب دار ترسیم شده است (شکل ۴-۵۴، تصویر چپ). براساس این نقشه حوضه های آبریز ۲۳۶ و ۲۴۴ در اطراف روستای تهم، ۱۵۱ در باختر روستای چگلان، ۱۳۸ در جنوب روستای گلججه، ۴۸ در جنوب روستای زاجکان و نمونه های ۱۱۶، ۷۰۹ و ۸۱۰ در اطراف روستای قلعه آنومالی جمعی درجه ۱ برای سرب نشان داده اند.

از مهمترین آثار کانی زایی سرب در منطقه می توان به سرب خالص، اکسید سرب، گالن، پیرومورفیت و سروزیت اشاره کرد. کانی زایی سرب در منطقه همراه با کانی زایی های روی و مس، پیریتی شدن و اپیدوتی شدن می باشد. گالن ها به دو شکل سروزیتی شده و سالم و بعضاً گرد شده (نمونه ۲۳۸) حضور دارند. بیشترین مقدار کانی های سرب در حوضه های ۳۰ (۴ ذره گالن)، ۷۳ (۲ ذره گالن)، ۱۱۶ (۱۶/۳ ppm گالن و ۲۸۰ ppm سروزیت)، ۵۷ (۳ ذره گالن)، ۱۳۸ (گالن با ۹۸ ppm و سروزیت با ۵۴۰ ppm)، ۱۴۹ (۷ ذره گالن)، ۱۵۱ (۴ ذره گالن)، ۱۷۶ (۴ ذره گالن و ۳/۹ ppm سروزیت)، ۱۹۳ (۶ ذره گالن)، ۲۱۳ (۳ ذره گالن)، ۲۳۸ (گالن با ۹۴۰ ppm و سروزیت با ۲۳۰ ppm)، ۲۴۴ (۱۶۸ ppm گالن)، ۲۸۸ (۸ ذره گالن و سروزیت با ۴/۸ ppm)، ۵۳۲ (۸ ذره گالن)، ۵۳۷ (۸ ذره گالن)، ۵۴۱ (۱۰ ذره گالن)، ۵۷۱ (۱۰ ذره گالن)، ۶۱۲ (بیش از ۱۰ ذره گالن)، ۶۳۳ (۶ ذره گالن)، ۷۰۹ (گالن با ۷ ppm و سروزیت با ۶ ppm)، ۷۱۳ (۵ ذره گالن)، ۷۲۰ (۷/۵ ppm گالن)، ۷۴۴ (۴ ذره گالن)، ۷۶۲ (۴ ذره گالن)، ۷۹۹ (۸ ذره گالن) می باشد.

بیشترین مقدار پیرومورفیت در نمونه های ۴۸ (بیش از ۱۰ ذره)، ۱۱۶ (۸۱/۶ ppm)، ۶۹۹ (۳/۵ ppm)، ۷۰۴ (۵۴ ppm) و ۷۰۹ با ۳۵ ppm می باشد. همچنین در خیلی از نمونه ها کانی های ولفنیت، سرب آزاد، میمیتیت مشاهده شده است.

۴-۵-۲- نقشه آنومالی گروه روی

از آثار کانی زایی روی در منطقه می توان به اسفالریت و همی مورفیت اشاره کرد که به طور پراکنده در حوضه های مختلف با مقدار متفاوت حضور دارد. شکل ۴-۵۴، تصویر راست، نقشه آنومالی گروه روی را نشان می دهد که مطابق آن، حوضه های ۲۳۸ در خاور روستای تهم، ۵۷ در جنوب باختر روستای چوزگان و ۵۷۱ در جنوب روستای زرده، آنومالی درجه ۱ نشان داده اند.

بیشترین مقدار اسفالریت در نمونه های ۳۴ (۲ ذره)، ۲۳۸ (۲ ذره)، ۲۷۸ (۱ ذره)، ۳۳۳ (۳ ذره)، ۳۴۷ (۲ ذره)، ۵۷۱ (۲ ذره)، ۵۷ (۱ ذره)، ۶۱۲ (۳ ذره)، ۶۴۲ (۵ ذره)، ۶۶۳ (۲ ذره) و ۷۷۹ (۱ ذره) می باشد. در چند حوضه دیگر کانی همی مورفیت در حد چند ذره مشاهده شده است. حضور این کانی ها با کانی زایی های سرب و مس در منطقه بر اهمیت آنها می افزاید.

۴-۵-۳- نقشه آنومالی گروه مس

از مهمترین آثار کانی زایی مس در منطقه میتوان به حضور کانی های مالاکیت، کوپریت، کوولیت، مس خالص، آزوریت و کالکوپیریت اشاره کرد. کانی مالاکیت در دو فاز NM و AV حضور دارد. کانی کوپریت در بعضی از نمونه ها در سطح شان به مالاکیت تبدیل شده است. براساس نقشه جمعی کانه های گروه مس (شکل ۵-۵۵، تصویر پایین، چپ)، حوضه های آبریز نمونه های ۲۴۴ در جنوب روستای تهم، ۱۳۸ در جنوب روستای گلبجه، ۲۹۱ در جنوب روستای چره ناب، ۱۷۸ در جنوب باختر روستای کلکش، ۷۱۳ در جنوب باختر روستای دهنه، ۷۹۹ در جنوب باختر روستای چوزگان و حوضه آبریز نمونه ۵۳۹ در میان روستاهای پرنگین و چم رود، حوضه های با آنومالی درجه ۱ مشخص شده اند.

از کانی زایی های مس در منطقه می توان به مالاکیت، کالکوپیریت، آزوریت، کوپریت و کوولیت اشاره کرد. بیشترین مقدار مالاکیت در نمونه های ۴۸ (۵ ذره)، ۱۳۸ (۶ ذره)، ۴۱ (۴ ذره)، ۱۷۸ (۳ ذره)، ۱۸۳ (۵ ذره)، ۱۹۳ (۴ ذره)، ۲۳۸ (۴ ذره)، ۵۳۰ (۴ ذره)، ۵۳۲ (۳ ذره)، ۵۳۹ (۱۴ ذره)، ۵۴۱ (۳ ذره)، ۶۱۲ (۴ ذره)، ۶۴۰ (۳ ذره)، ۷۹۹ (۳ ذره) می باشد. این کانی در چند حوضه دیگر هم تا حد دو ذره مشاهده شده است. کانی کالکوپیریت در نمونه های ۳۸ (۲ ذره)، ۱۷۶ (۲ ذره)، ۱۹۳ (۳ ذره)، ۲۴۴ (۲ ذره)، ۲۹۱

(۳ ذره)، ۶۱۲ (۲ ذره)، ۷۰۹ (۲ ذره)، ۷۱۳ (۲ ذره) و ۷۷۳ (۲ ذره) می باشد. همچنین کانی های کوپریت و کولیت در خیلی از حوضه ها مشاهده شده است که در نقشه A3 پیوست گزارش نشان داده شده است.

۴-۵-۲-۴- نقشه آنومالی طلا

طلا در ۷ نمونه مشاهده شده است که در شکل ۴-۵۵، تصویر راست، نشان داده شده است. بیشترین مقدار آن در نمونه ۸۲۵ با ۴ ذره می باشد و در نمونه های ۱۷۸، ۴۱۸، ۶۳۷، ۶۴۷، ۶۹۳ و ۷۹۸ یک ذره مشاهده شده است. بیشتر ذرات طلا به صورت لامپی و نیمه گرد تا نیمه زاویه دار می باشد. در جدول زیر مشخصات ذرات طلای مشاهده شده در این نمونه ها آورده شده است.

| Sample Number | Distribution | Gold grain size(μ) | | | Roundness | Shape |
|---------------|--------------|--------------------------|-----|-----|------------|--------------|
| | | L | W | T | | |
| 798 | 1 | 200 | 100 | 50 | Subrounded | Lumpy |
| 418 | 1 | 200 | 100 | 75 | Subrounded | Lumpy |
| 692 | 1 | 125 | 100 | 50 | Subangular | Lumpy |
| 637 | 1 | 100 | 75 | 50 | Subangular | Lumpy |
| 825 | 4 | 200 | 100 | 75 | Subangular | Platy |
| " | | 150 | 100 | 50 | Subangular | Lumpy |
| " | | 250 | 150 | 75 | Subrounded | Lumpy |
| " | | 200 | 150 | 100 | Subangular | Lumpy-Spongy |
| 647 | 1 | 125 | 100 | 50 | Subangular | Lumpy-Spongy |
| 178 | | 300 | 150 | 100 | Angular | Lumpy |

۴-۵-۲-۵- نقشه آنومالی گروه آهن

شکل ۴-۵۶، تصویر چپ، نقشه آنومالی کانی های گروه آهن را نشان داده شده است. این نقشه حاصل جمع کانیهای مگنتیت، هماتیت، الیژیست، گوتیت، لیمونیت و مارتیت می باشد. حوضه های دارای آنومالی درجه ۱ در این نقشه عبارتند از:

حوضه های آبریز نمونه های ۲۳۸ و ۲۴۴ در نزدیکی روستای تهم، ۲۳۳ در شمال روستای امامزاده هاشم، ۱۱۶ و ۷۰۴ در اطراف روستاهای قلعه و طرازوج، ۷۲۰ در جنوب دهنه، ۶۹۲ در شمال الزین، ۶۱۹ در جنوب باختر روستای خان چای، ۸۳۳ در خاور بولاماج، ۲۹۱ در جنوب چره ناب و ۸۱۴ در باختر روستای شقاقی چورزق.

۴-۵-۲-۶- نقشه آنومالی گروه تیتان

در منطقه وجود عنصر تیتان به صورت کانی ایلمنیت نیز قابل بررسی می باشد. بیشترین مقدار این کانی در محدوده های ۳۴-۳۰-۲۵-۸۲-۱۱۶-۲۷۶-۲۷۸-۲۸۱-۲۹۱-۲۹۸-۳۰۱-۳۰۴-۳۳۶-۳۵۷-

۳۵۹-۶۳-۶۷۰-۶۷۴-۶۷۶-۶۷۷-۵۷۰-۶۶۹-۶۷۹-۷۰۵-۷۰۹-۷۱۳-۷۳۷-۷۹۸-۸۱۵ و ۸۲۸ دیده شده است. در نقشه آنومالی گروه تیتان (شکل ۴-۵۷، تصویر راست) علاوه بر ایلمنیت، کانی های روتیل، آنتاز، اسفن، نیگرین، ایلمنومگمیت، لوکوکسن و بروکیت نیز مورد توجه بوده اند. حوضه های آنومالی درجه ۱ عبارتند از:

حوضه های آبریز نمونه های شماره ۴۱ در باختر روستای تازه کند، ۱۱۶ در نزدیکی روستای قلعه، ۳۳۶ و ۳۱۰ در اطراف روستای زاگر، ۳۳۹ و ۳۵۱ در اطراف روستای مرواریه و نمونه ۴۵۰ در باختر روستای آزاد علیا.

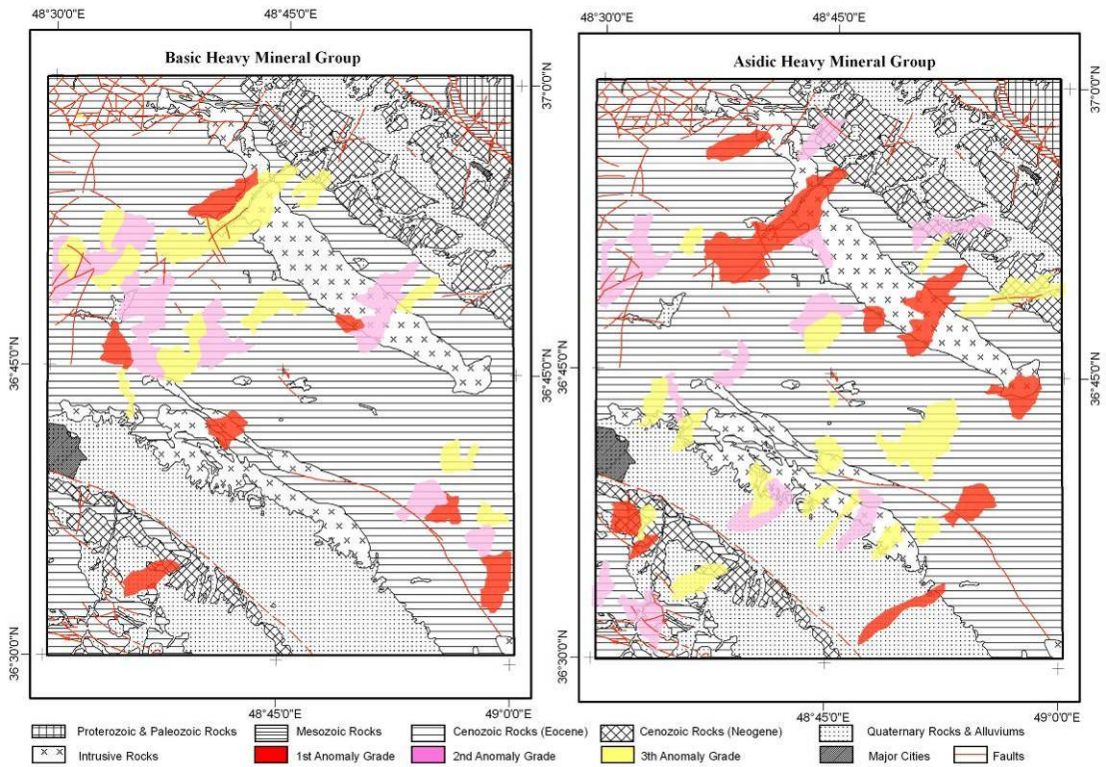
۴-۵-۲-۷- نقشه آنومالی گروه پیریت

کانی پیریت در مطالعه نمونه های کانی سنگین به دلیل راهنمایی در معرفی نواحی امید بخش و به طور غالب همبستگی آن با زایش کانی های اقتصادی و کانسار ساز چون طلا دارای ارزش می باشد. این کانی در خیلی از نمونه ها مشاهده شده است که مقدار آن در نمونه های مختلف متفاوت می باشد. بیشترین مقدار این کانی در محدوده نمونه های ۳۴-۴۸-۵۷-۱۵۱-۱۷۰-۱۷۳-۱۷۶-۱۷۸-۱۸۰-۲۸۸-۲۹۱-۲۹۳-۲۹۸-۳۱۸-۳۲۴-۳۳۳-۳۴۰-۳۴۷-۳۵۱-۵۳۲-۵۳۹-۵۴۱-۵۶۱-۵۷۰-۵۷۱-۵۷۹-۶۴۰-۶۴۲-۷۰۹-۷۱۳-۷۹۹ می باشد. محدوده های آنومال پیریت بر اساس نقشه ۴-۵۷، تصویر چپ، انطباق قابل توجهی با توده های نفوذی کوارتز مونزونیتی و کوارتز دیوریتی اصلی در محدوده نشان می دهد.

۴-۵-۲-۷- نقشه آنومالی گروه سایر کانه ها

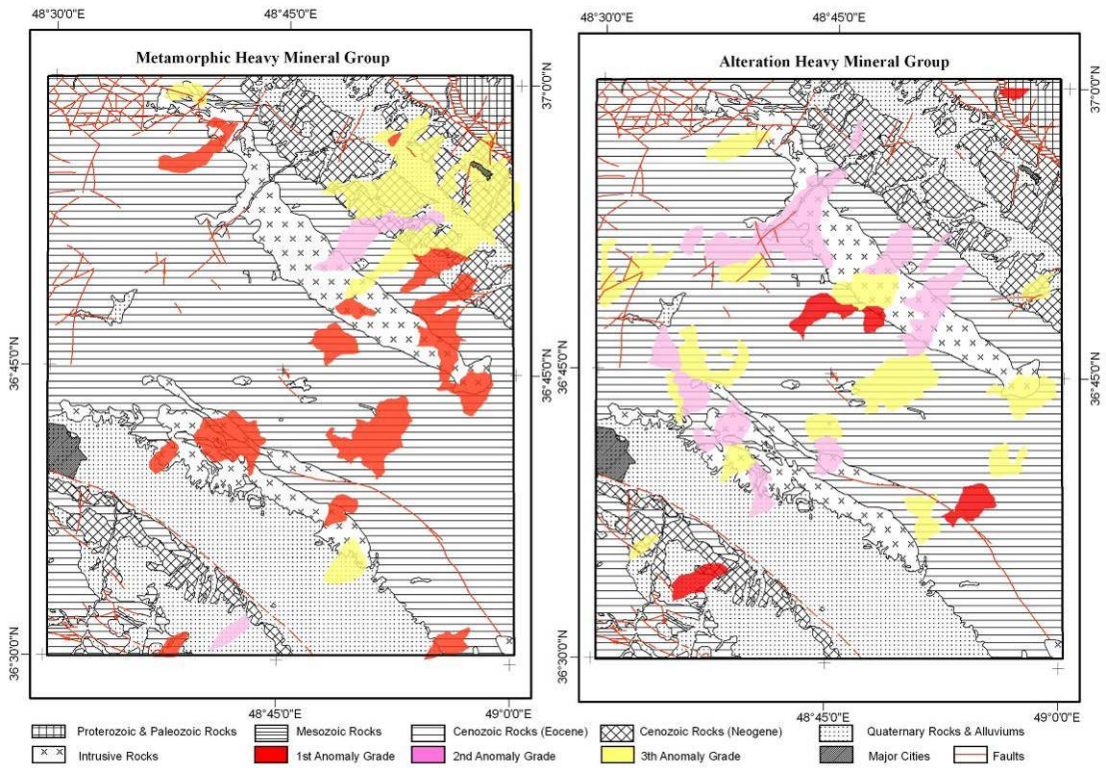
همانگونه که در جدول ۴-۱۴ مشاهده می شود، نقشه آنومالی گروه سایر کانه ها (۴-۵۷، تصویر راست) بر اساس جمع ۱۱ عنصر تهیه شده است. در این نقشه حوضه های آنومال درجه یک عبارتند از: حوضه های آبریز نمونه های ۴۷۰ در جنوب روستای نقطه بندی، ۳۲۸ در شمال روستای کج کلاه، ۸۲۵ در جنوب باختر علی آباد، ۲۳۸ و ۲۴۴ در اطراف روستای تهم، ۳۴ در محل روستاهای شیت و ولیدر، ۴۸ در جنوب زاجکان، ۷۰۹ در شمال روستای قلعه و ۷۱۳ در باختر روستای دهنه. از کانی های پاراژنز طلا کانی اورپیمان در نمونه ۱۵۱ (۱ ذره) و ۳۳۶ (۱ ذره) و سینابر در نمونه های ۸۰۱ (۴ ذره)، ۲۴۴ (۴ ذره)، ۲۳۸ (۱ ذره) و ۷۲۶ (۱ ذره) می توان اشاره کرد. کانی مولیدنیت در نمونه ۷۱۳ با دو ذره مشاهده شده است.

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



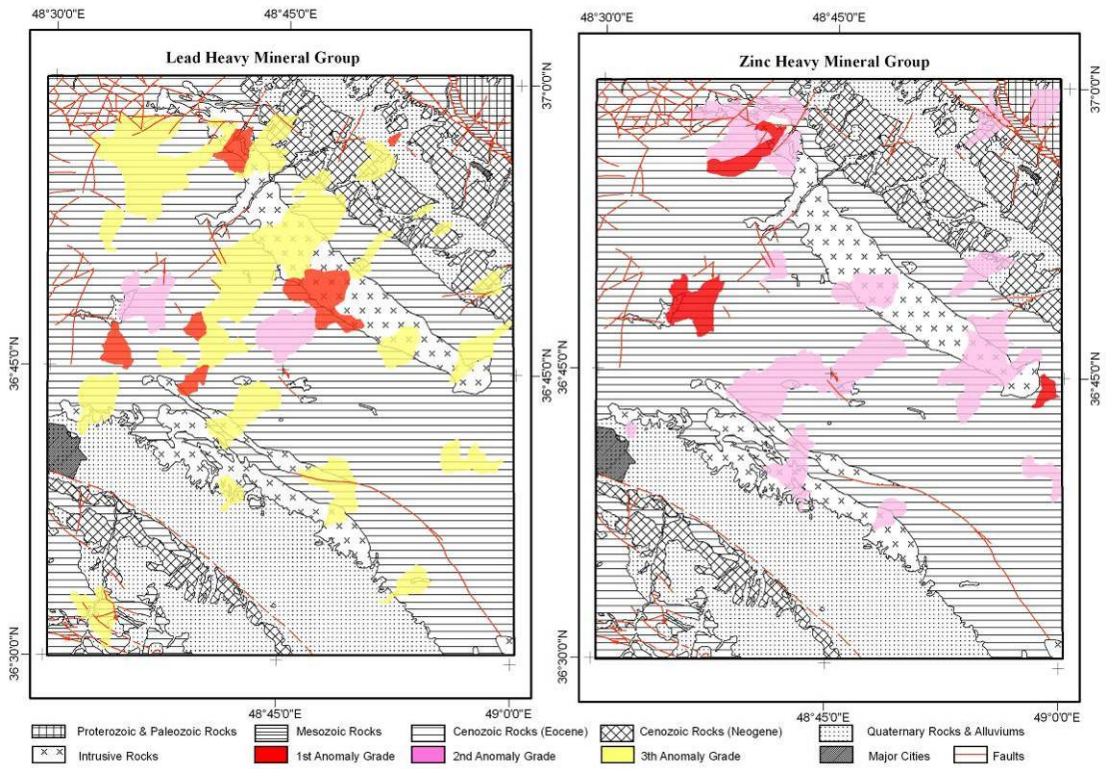
شکل ۴-۵۲: نقشه آنومالی گروه کانیهایی سنگ ساز اسیدی و بازی براساس داده های کانی سنگین

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



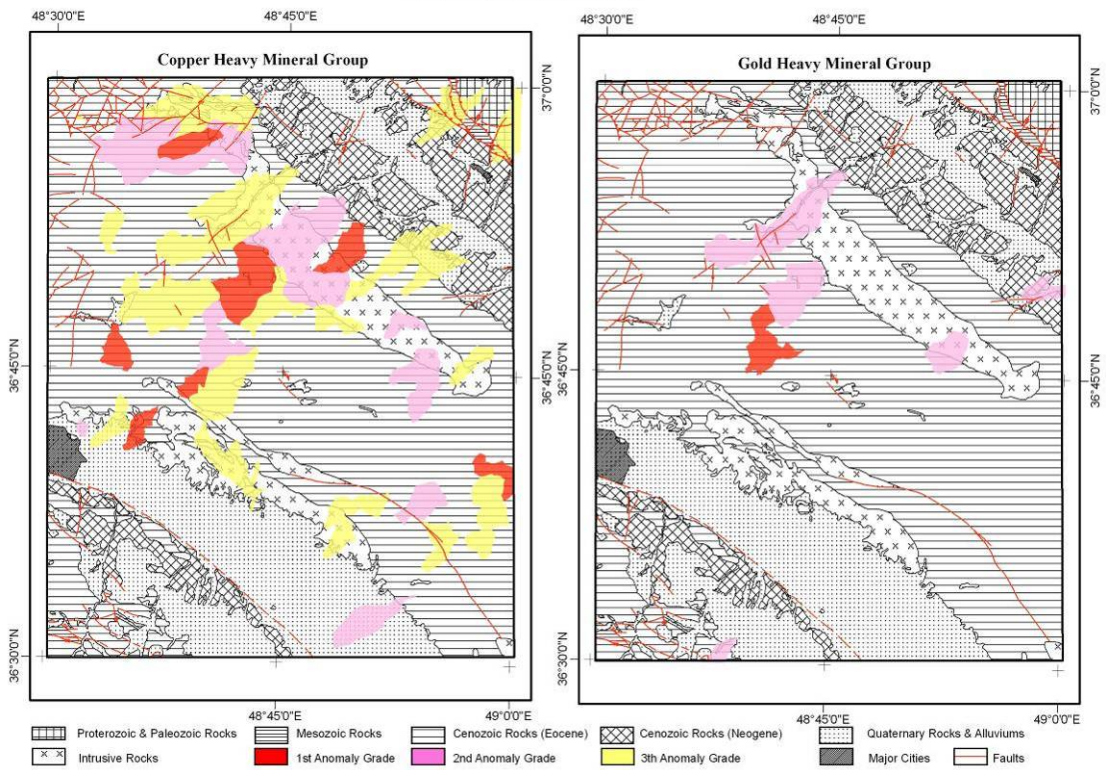
شکل ۴-۵۳: نقشه آنومالی گروه کانیهایی سنگ ساز دگرگونی و دگرسانی براساس داده های کانی سنگین

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



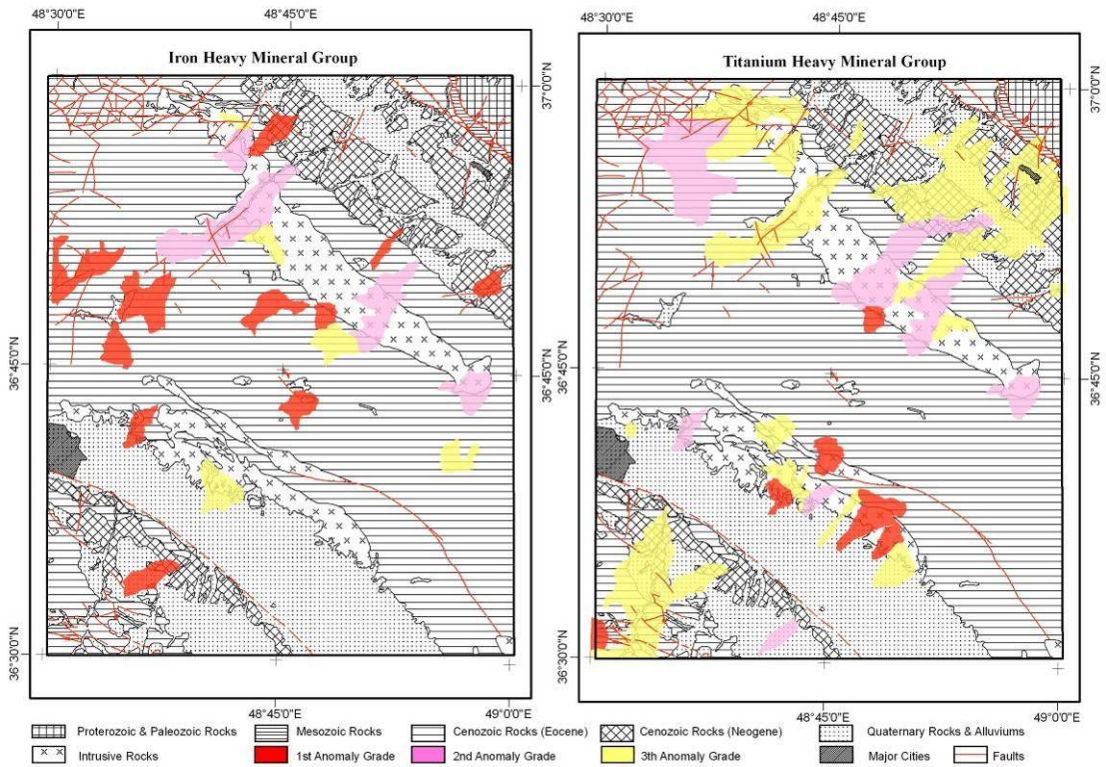
شکل ۴-۵۴: نقشه آنومالی گروه کانیهای سرب و روی براساس داده های کانی سنگین

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



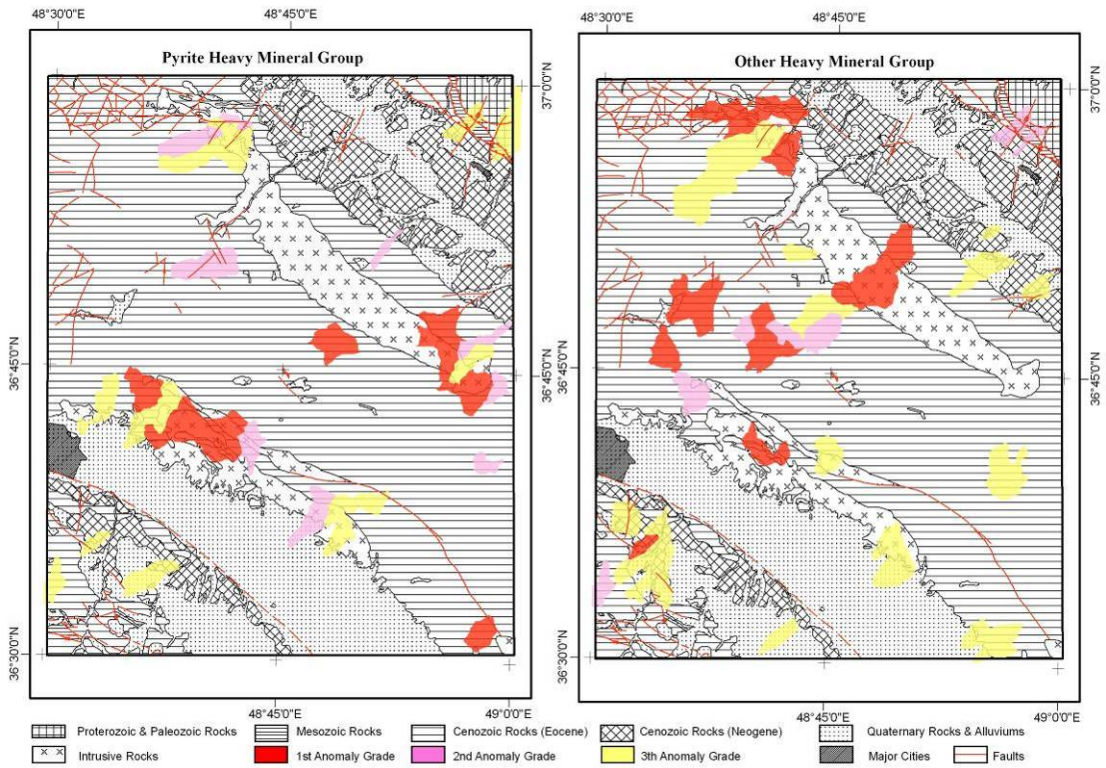
شکل ۴-۵۵: نقشه آنومالی گروه کانیهای مس و طلا براساس داده های کانی سنگین

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



شکل ۴-۵۶: نقشه آنومالی گروه کانیهی آهن و تیتان براساس داده های کانی سنگین

TAROM GEOCHEMISTRY MAP



شکل ۴-۵۷: نقشه آنومالی گروه کانیهی پیریت و سایر کانیهی سنگین براساس داده های کانی سنگین

۴-۵-۳- مناطق امیدبخش مقدماتی براساس داده های کانی سنگین

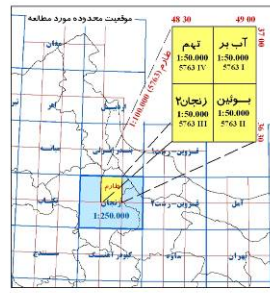
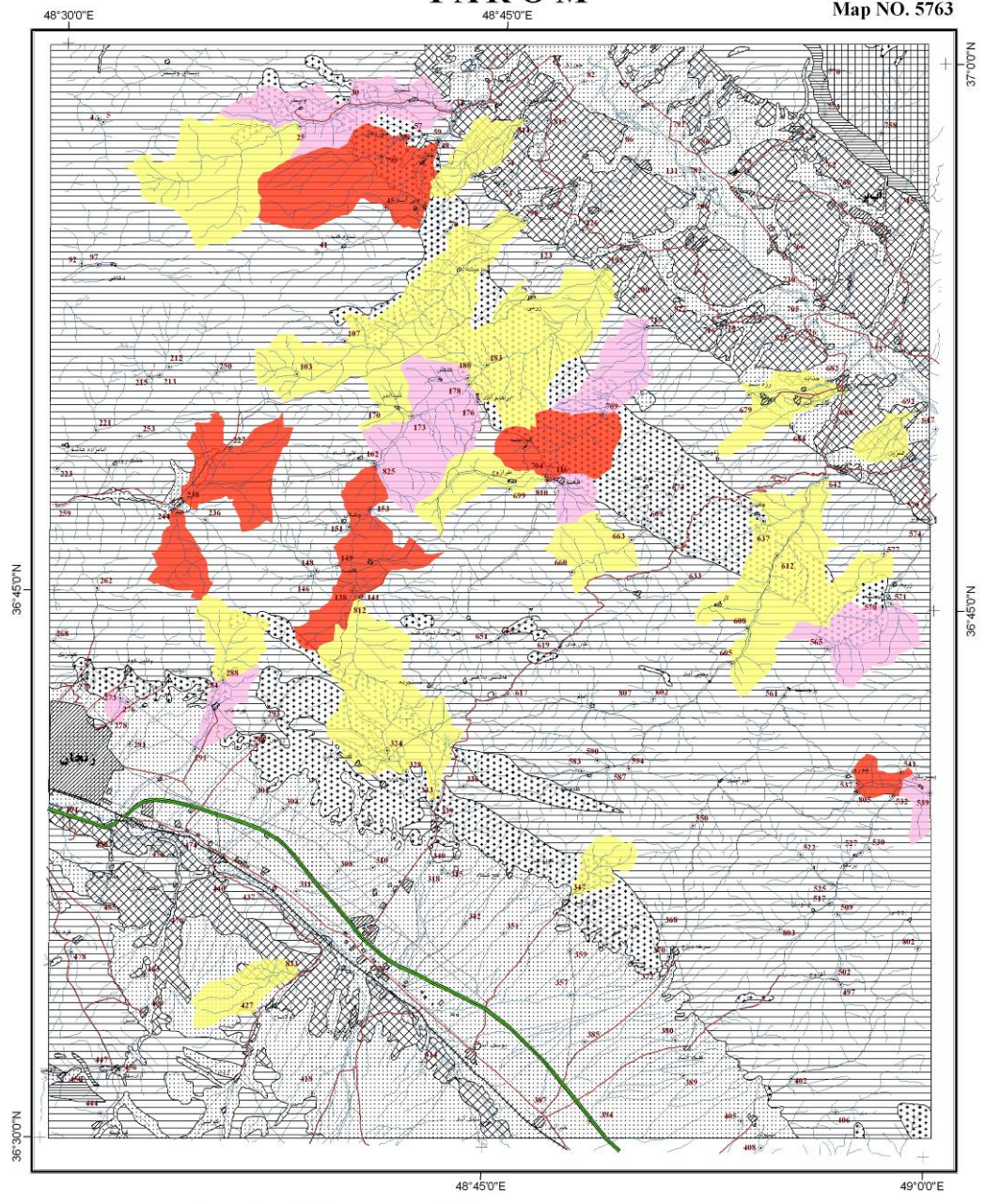
نقشه مناطق امید بخش مقدماتی براساس داده های کانی سنگین با جمع عددی گروه های کانی های کانسار ساز شامل گروه کانه های مس، سرب، روی، آهن، طلا و سایر کانه ها ترسیم شده است. شکل شماره ۴-۵۸ نقشه جمعی نهایی براساس داده های کانی سنگین را نشان می دهد. نمونه کانی سنگین مطالعه شده از پایین دست حوضه های شماره ۴۸ (جنوب روستای زاجکان)، ۲۴۴ (جنوب روستای تهم)، ۱۳۸ (جنوب روستای گلجه)، ۲۳۸ (شمال خاور روستای تهم)، ۵۷ (جنوب باختر روستای جورزکان)، ۸۲۵ (در اطراف روستاهای گلجه و چگلان)، ۷۰۹ (خاور روستای دورلجه)، ۷۹۹ (جنوب باختر روستای جورزکان) و ۵۴۱ (در اطراف روستاهای رنگین و چم رود) به ترتیب بالاترین امتیاز جمعی را کسب نموده اند و به عنوان محدوده های ناهنجار درجه ۱ معرفی شده اند. در این نقشه، نمونه های شماره ۷۱۳، ۳۴، ۱۱۶، ۲۹۱، ۱۷۸، ۱۸۰، ۲۷۴، ۵۳۹، ۵۷۰ و ۵۷۱ به صورت ناهنجاری درجه ۲ نشان داده شده است.

۴-۶- اولویت بندی مناطق امیدبخش مقدماتی براساس داده های ژئوشیمیایی و کانی سنگین

با تلفیق نقشه مناطق امید بخش مقدماتی براساس داده های ژئوشیمیایی (شکل ۴-۵۰) و محدوده های آنومال براساس داده های کانی سنگین (شکل ۴-۵۸)، در محدوده برگه یک صد هزارم طارم، ۱۲ محدوده با نام های TPA-1 تا TPA-12 مشخص شده است (فصل پنجم - شکل ۵-۱). این مناطق در مرحله کنترل صحرائی آنومالی ها، مورد بررسی دقیق قرار گرفته اند. موقعیت، مساحت، عناصر و کانه های شاخص و نتیجه بررسی های صحرائی این محدوده ها به تفصیل در فصل پنجم این گزارش آورده شده است.

TAROM

Map NO. 5763



نقشه مناطق امید بخش مقدماتی کانی سنگین

G.S.I. | Nowin E.T. Con Eng Co.

0 1 2 4 6 8 Km

| راهنمای نقشه | |
|--------------------------------------|------------|
| براهه و زهکش | ----- |
| پسوزگراه | ----- |
| جاده آسفالتی | ===== |
| جاده خاکی | ----- |
| محدوده های مسکونی | ▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨ |
| درجه بندی آتومالی گروه | |
| درجه ۱ | ■ |
| درجه ۲ | ■ |
| درجه ۳ | ■ |
| نمونه های کانی سنگین | ⊙ |
| واحد های آبرفتی کوانتزری | ▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨ |
| واحد های سنوزوئیک-تسوزون | ▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨ |
| واحد های سنوزوئیک-آتشفشانی های انوسن | ▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨ |
| واحد های میوزوئیک | ▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨ |
| واحد های پروتروزوئیک و پالئوزوئیک | ▨▨▨▨▨▨▨▨▨▨ |
| توده های نفوذی | ⊙ |

شکل ۴-۵۸: نقشه های مناطق امیدبخش مقدماتی براساس داده های کانی سنگین

