

## منشاء یابی مواد پرتوزای طبیعی در منطقه ونداربن کلاردشت

سمیه داودی، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی (چینه شناسی و فسیل شناسی) دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس.

dv.somaye@yahoo.com

عیسی متاجی امیررود، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس.

خیججه حسنی مقدم، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی (چینه شناسی و فسیل شناسی) دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس.

### چکیده

منطقه ونداربن در جنوب حسن کیف کلاردشت در حوزه آبریز سرداب رود قرار دارد، این منطقه به علت نفوذ متناوب توده های آذرین در طی سنوزوئیک همچین دگرگونی مجاورتی متاثر از نفوذ توده آذرین، دارای آنومالی بالایی از عناصر در خاک، آب و سنگهای محدوده می باشد، بررسی های انجام گرفته نشان می دهد منطقه ونداربن از نظر لیتواستراتیگرافی شامل واحد های سنگی سازند کهر، سازند سلطانیه، سازند لشکرک، سازند مبارک، سازند درود، روته و نسن می باشد، در این بین پروتوزد واحد های آهنکی کریستاله شده سازند مبارک از همه واحد های سنگی بیشتر می باشد، واحد های آذرین منطقه شامل مونزونیت، مونزوگرانیت، کوارتز مونزونیت و گرانودیوریت در منطقه اکاپل، ونداربن، دیوچال و خرمدشت می باشد (آقاناتی، ۱۳۸۵). داده های حاصل از آنالیز شیمیایی به روش ICP از سنگ ها بیانگر آنومالی عناصر مانند زیرکونیم، نیوبوم، توریم، لانتانیم، سزیم، نئودیم، نسبت به حد استاندارد بوده، بررسی پرتو دهی الفا و بتا از نمونه چشمه اوسنگ در منطقه نشان دهنده بالا بودن میزان پرتو دهی نسبت به حدود استاندارد می باشد، بطوری که میزان پرتوزایی الفا در نمونه  $20/5 \text{ PCI/L}$  و میزان پرتو زایی بتا در نمونه  $270 \text{ PCI/L}$  بود که حدود ۹ برابری بیشتر از حد مجاز می باشد، بنظر می رسد افزایش بیش از حد عناصر مسمومیت زا به همراه بالا بودن میزان پرتو الفا و بتا در افزایش میزان مرگ و میر ناشی از انواع سرطان بخصوص سرطان پروستات در منطقه کلاردشت موثر می باشد.

کلمات کلیدی: ونداربن، مواد پرتوزای طبیعی، سرد آب رود، پرتو آلفا.

منطقه مورد مطالعه محدوده ای به وسعت تقریبی ۳۲۰ کیلومتر مربع با مختصات جغرافیایی ۳۸° ۳۴' ۳۶° الی ۵۵° ۱۴' ۳۶° شمالی و ۴۵' ۱۴° ۵۱° الی ۴۱' ۴۱° ۵۱° شرقی است. این محدوده که بخشی از حوضه آبریز سرداب رود می باشد، شهر کلاردشت و تعدادی از روستاهای اطراف را در بر می گیرد. منطقه کلاردشت از نظر تقسیمات زون های زمین شناسی ساختمانی، در محدوده البرز مرکزی و در مرز برکه های زمین شناسی ۱۰۰۰۰۰ چالوس (شمال) و مرزن آباد (جنوب) قرار دارد (آقاباتی، ۱۳۸۵). رخدادهای دگرگونی ناشی از نفوذ فازهای آذرین و فعالیت سیالات هیدروترمال در سازندهای آهکی و ماسه سنگی منطقه، موجب ورود عناصر سمی در واحدهای میزبان شده که روند فزاینده تخریب و پوشش گیاهی در سال های اخیر میزان آزاد سازی آنها را به محیط افزایش داده است. (فیروز نیا، ۱۳۸۱).

### ۱- نتایج حاصل از مطالعات آب های سطحی منطقه

مهمترین رودخانه منطقه، سرداب رود می باشد که از یخچالهای طبیعی و دایمی ارتفاعات کلاردشت بالاخص علم کوه سرچشمه می گیرد. چشمه ها نیز از دیگر منابع تامین کننده آب این رود می باشند این رودخانه پس از طی مسافت ۷۰ کیلومتر از سرمنشا، وارد شهر کلاردشت شده به دلیل دانه درشت بودن خاک منطقه، ترکیبات آلاینده به آسانی از چاههای خانگی وارد آب رودخانه شده و موجب آلودگی آب سرداب رود شده اند در منطقه کلاردشت از آب رودخانه سرداب رود جهت پرورش و تکثیر قزل آلا و ماهی آزاد و در پاره ای از موارد برای مصارف زراعی استفاده می گردد. بنابراین بدیهی است که وجود ترکیبات آلاینده در آب این رودخانه تاثیر مستقیم بر سلامت ساکنین آن خواهد داشت.

نتایج آنالیز یونی نمونه های آب رودخانه سرداب رود در مقایسه با مقادیر یونی مطلوب در منابع آب شیرین در جدول (۱) ارائه شده است. نمونه های آب برداشت شده از سرداب رود از نظر مقدار غلظت یون های سدیم، فلور، کلر و سولفات در حد مطلوب قرار دارند اما مقدار نیترات در تمامی ایستگاهها بالاتر از حد استاندارد می باشد. این مسئله تا حد زیادی متأثر از ورود پساب فاضلاب های خانگی به رودخانه است. مقادیر آماری هدایت الکتریکی، اسیدیته، جامدات محلول و سختی در ایستگاه های نمونه برداری از رودخانه سرداب رود در جدول (۲) نشان داده شده است. میزان اسیدیته آب رودخانه (۹ تا ۶) و کل جامدات محلول  $TDS < 500$  در محدوده استاندارد آب شیرین قرار دارند. از نظر مقداری سختی، اکثر نمونه های آب رودخانه سرداب رود در گروه آب های نسبتاً

سخت (۶۰-۱۲۰) قرار دارد. این مسئله به دلیل وجود واحد های آهکی ودولومیتی در محل گذر سر شاخه های اصلی رودخانه قابل توجه می باشد.(خلیج،۱۳۸۴).

جدول (۱) نتایج آنالیز یونی در ۱۷ ایستگاه نمونه برداری از سرداب رود در مقایسه با مقادیر مطلوب (ppm)

| ایستگاه                  | Na+  | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | F <sup>-</sup> | CL <sup>-</sup> | Br <sup>-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |
|--------------------------|------|----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1                        | 2.04 | 1.31           | 23.92            | 3.83             | 0.83           | 1.47            | 0.001           | 1.062                        | 11.19                         | 46                            |
| 2                        | 2.13 | 0.82           | 21.17            | 2.31             | 0.06           | 2.94            | 0.01            | 1.54                         | 8.24                          | 38                            |
| 3                        | 2.24 | 1.19           | 23.04            | 2.71             | 0.07           | 1.44            | 0.001           | 1.42                         | 6.53                          | 41.96                         |
| 4                        | 1.15 | 0.59           | 22.81            | 6.64             | 0.02           | 0.8             | 0.08            | 1.38                         | 12.83                         | 51.42                         |
| 5                        | 0.72 | 0.91           | 21.42            | 3.18             | 0.18           | 1.01            | 0.003           | 1.26                         | 9.98                          | 40.62                         |
| 6                        | 1.24 | 1.10           | 25.67            | 5.59             | 0.08           | 0.92            | 0.001           | 1.43                         | 13.79                         | 59.48                         |
| 7                        | 2.90 | 1.47           | 41.16            | 13.73            | 0.15           | 2.40            | 0.006           | 1.83                         | 14.41                         | 96.99                         |
| 8                        | 1.51 | 1.21           | 30.53            | 6.38             | 0.10           | 1.04            | 0.001           | 1.46                         | 13.03                         | 962.83                        |
| 9                        | 6.06 | 1.87           | 46.36            | 39.30            | 0.04           | 1094            | 0.01            | 0.90                         | 12.08                         | 168.97                        |
| 10                       | 2.07 | 2.17           | 41.64            | 7.52             | 0.15           | 1.95            | 0.05            | 1.96                         | 16.64                         | 82.96                         |
| 11                       | 1.54 | 1.46           | 38.05            | 30.65            | 0.03           | 1.58            | 0.02            | 2.39                         | 6.01                          | 134.81                        |
| 12                       | 1.33 | 1.12           | 28.71            | 5.99             | 0.10           | 1.01            | 0.001           | 1.47                         | 12.81                         | 58.8                          |
| 13                       | 1.23 | 0.98           | 25.72            | 5.47             | 0.09           | 0.94            | 0.001           | 11.62                        | 11.62                         | 52.88                         |
| 14                       | 1.65 | 1.19           | 31.91            | 6.52             | 0.09           | 1.29            | 0.001           | 1.46                         | 13.41                         | 65.27                         |
| 15                       | 1.30 | 1.49           | 29.51            | 6.12             | 0.10           | 1.17            | 0.001           | 1.48                         | 12.98                         | 60.32                         |
| 16                       | 1.54 | 1.16           | 29.78            | 6.12             | 0.10           | 1.17            | 0.001           | 1.51                         | 13.41                         | 65.27                         |
| 17                       | 1.37 | 1.13           | 29.30            | 6.07             | 0.11           | 1.26            | 0.001           | 1.43                         | 13.79                         | 59.48                         |
| <b>MAX</b>               | 6.06 | 2.17           | 46.36            | 39.30            | 0.18           | 2.94            | 0.08            | 2.39                         | 16.64                         | 168.97                        |
| <b>Min</b>               | 0.72 | 0.52           | 21.17            | 2.31             | 0.02           | 0.8             | 0.003           | 0.90                         | 6.01                          | 38                            |
| <b>Average</b>           | 2.04 | 1.26           | 30.45            | 10.51            | 0.09           | 1.49            | 0.03            | 1.51                         | 11.73                         | 72.76                         |
| <b>E QS<sup>11</sup></b> | 170  | -              | -                | -                | 1.8            | 250             | -               | 0.7                          | 400                           | -                             |
| <b>%آنومالی</b>          | 0%   | -              | -                | -                | %0             | 0%              | -               | 100%                         | 0%                            | -                             |

جدول (۲) مقادیر هدایت الکتریکی، اسیدیته، جامدات محلول و سختی در رود خانه سرداب رود

|         | هدایت الکتریکی<br>Ms/cm | اسیدیته | کل جامدات محلول<br>ppm | سختی<br>PPm |
|---------|-------------------------|---------|------------------------|-------------|
| Max     | 0.22                    | 7.34    | 277.57                 | 277         |
| Min     | 0.093                   | 6.22    | 77.238                 | 62.4        |
| Average | 0.150                   | 6.97    | 13185                  | 119.31      |

## ۲- نتایج حاصل از مطالعات آبهای زیر زمینی و چشمه ها

در این مطالعه از تعداد ۲۸ چشمه و ۳ حلقه چاه اصلی که تامین کننده آب شرب منطقه می باشد نمونه برداری به عمل آمد. خصوصیات فیزیکی آب نظیر رنگ، کدورت و حرارت در محل برداشت نمونه ها ثبت گردیدند. در اکثر نمونه ها به دلیل مقدار کم ذرات کلوئیدی، میزان کدورت آب بسیار پایین بوده و نمونه ها از شفافیت با لایی برخوردار هستند. مقدار اسیدیته (Ph) نمونه های آب در محدوده ۶/۵-۷/۲۴ می باشد که با توجه به مقادیر مطلوب آب آشامیدنی (۶/۵-۸/۵) در حد قابل قبول قرار دارد.

خصوصیات شیمیایی آب به شرح زیر قابل بررسی قرار گرفته است:

الف) بررسی محتوای یونی: مقادیر آماری نتایج حاصل از آنالیز یونی نمونه ها به همراه مقادیر مطلوب در آب آشامیدنی در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج آنالیز مربوط به یون های فسفات ۳-(po4) و آمونیم (NH<sub>4</sub>) به دلیل ارائه مقادیر کمتر از حد تشخیص دستگاه (۰/۰۰۵) حذف شده اند. همانطور که مشاهده می شود میزان یون کلراید (CL<sup>-</sup>) در نمونه های آب کلاردشت بین ۴۳ تا ۰/۷ متغیر بوده که این مسئله با توجه به عدم تصفیه و کلر زنی آب منطقه، قابل توجه می باشد.

فلوراید (F) نمونه های آب کلاردشت در محدوده ۰/۴-۰/۲ قرار دارد که با توجه به مقادیر استاندارد آب آشامیدنی (۱/۵-۰/۵ PPM) کلیه نمونه ها کمتر از حد مطلوب می باشند. کمبود فلوراید در آب آشامیدنی موجب افزایش آسیب پذیری مینای دندان و بروز پوسیدگی در کودکان می گردد.

نیترات (NO<sub>3</sub>)، یکی از آلاینده های مهم منابع آب است که تماس کوتاه مدت با آن نیز موجب بروز بیماری در انسان می گردد. نیترات در بدن به نیتريت سمی تبدیل می شود که با تبدیل هموگلوبین اکسیداز به متا همو گلوبین، ترکیب سرطان زای نیترو آمین را تولید می کند. در کودکان به دلیل سرعت بالاتر تبدیل نیترات به

نیتریت توسط باکتریهای روده، میزان خطر بیش از بزرگ سالان است. استفاده از آب با غلظت ۵۰ ppm نیترات در شیر خشک نوزادان، موجب کاهش هموگلوبین خون و بروز سندرم blue baby می گردد. مقدار نیترات نمونه های آب کلاردشت در حد مطلوب قرار دارد و تنها در نمونه های آب چشمه اسپندکلا و روستای کلنو غلظت این ترکیب بالاتر از حد استاندارد (۵۰ ppm) می باشد.

جدول (۳) نتایج آنالیز یونی آب چشمه ها و چاهها ی منطقه کلاردشت و مقایسه با مقادیر مطلوب و استاندارد آب آشامیدنی.

| عنصر PPM                      | حد اقل | حد اکثر | میانگین | WHO <sup>12</sup><br>EPA12 | %آنومالی نمونه ها |
|-------------------------------|--------|---------|---------|----------------------------|-------------------|
| Na <sup>+</sup>               | 1      | 324.46  | 36.52   | 200                        | 3%                |
| Mg <sup>2+</sup>              | 1.72   | 79.29   | 27.29   | 30                         | 34%               |
| Ca <sup>2+</sup>              | 14.63  | 162.61  | 68.28   | 75                         | 34%               |
| Cl <sup>-</sup>               | 0.73   | 43.62   | 9.64    | 250                        | 0%                |
| F <sup>-</sup>                | 0.025  | 0.408   | 0.16    | 0.5-1.5                    | 98%               |
| No <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 0.76   | 126.25  | 22.54   | 50                         | 16%               |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 3.7    | 313.28  | 37.94   | 250                        | 3%                |
| Br <sup>-</sup>               | ≤0.001 | 0.2     | 0.06    | 1                          | 0%                |

بررسی محتوای عنصری: داده های حاصل از آنالیز عنصری و فلزات سنگین نمونه های آب شرب کلاردشت پس از پردازش و تحلیل آماری، با مقادیر استاندارد آب آشامیدنی سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت از محیط زیست مقایسه گردید و نمونه های دارای ناهنجاری مشخص شد (جدول ۴) یکی از روشهای بررسی غلظت عناصر محلول به ویژه فلزات سنگین و شناسایی آنومالی های هیدروژئوشیمیایی، تعیین ضریب کیفیت مجاز (غلظت معمولی عناصر در آبهای آشامیدنی / غلظت عناصر در نمونه) می باشد. هرچه این ضریب برای عنصری بالاتر از یک باشد، نشان دهنده وضعیت بحرانی است، یعنی آن عنصر می تواند برای سلامتی انسان مضر باشد. (سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۳۷۶)

جدول (۴) مقادیر آماری عناصر در نمونه های آب شرب کلاردشت در مقایسه با استاندارد (ppm)

| عنصر PPM | حد اقل | حد اکثر | میانگین | WHO<br>EPA | %آنومالی نمونه ها |
|----------|--------|---------|---------|------------|-------------------|
| Fe       | 4.02   | 18.88   | 10.14   | 0.3        | 100%              |
| Sb       | 0.01   | 0.15    | 0.05    | 0.005      | 43%               |
| As       | 0.01   | 0.08    | 0.04    | 0.01       | 20%               |
| Ba       | 0.01   | 0.26    | 0.04    | 0.7        | 0%                |
| P        | 0.01   | 0.18    | 0.08    | -          | -                 |
| Pb       | 0.01   | 0.13    | 0.05    | 0.015      | 66%               |
| Mo       | 0.01   | 0.01    | -       | 0.07       | 0%                |
| v        | 0.01   | 0.02    | 0.01    | -          | -                 |
| U        | 0.01   | 0.03    | 0.02    | 0.03       | 0%                |
| Sr       | 0.01   | 0.53    | 0.1     | -          | -                 |

|    |       |       |       |       |     |
|----|-------|-------|-------|-------|-----|
| Bi | 0.01  | 0.03  | 0.02  | -     | -   |
| se | 0.01  | 0.07  | 0.04  | 0.01  | 16% |
| Hg | 0.01  | 0.005 | 0.025 | 0.001 | 60% |
| Sn | 0.002 | 0.05  | 0.02  | -     | -   |
| Cr | 0.01  | ≤0.01 |       | 0.05  | 0%  |
| Ni |       | ≤0.01 |       | 0.02  | 0%  |
| Ti |       | ≤0.01 |       | -     | -   |
| Ag |       | ≤0.01 |       | -     | -   |
| Al |       | ≤0.01 |       | 0.2   | 0%  |
| B  |       | ≤0.01 |       | 0.3   | 0%  |
| CU |       | ≤0.01 |       | 1     | 0%  |
| Mn |       | ≤0.01 |       | 0.5   | 0%  |
| Zn |       | ≤0.01 |       | 3     | 0%  |
| Cd |       | ≤0.01 |       | 0.003 | ؟   |

### ۳- نتایج بررسی مواد پرتو زا در چشمه وندارین

جهت مشخص شدن منشأ آنومالی مربوط به تشعشع مواد رادیواکتیو، آب چشمه اوسنگ در منطقه مورد بررسی قرار گرفت، مشخصات فیزیکی شیمیایی، شیمیایی و میزان تشعشعات رادیواکتیو این آب از جمله موارد بررسی بوده است در ادامه تجزیه شیمیایی آب این چشمه آورده شده است. (جدول ۵)

جدول (۵) آنالیز آب چشمه اوسنگ کلاردشت

| EC<br>Ms/cm | T.D.S<br>(mg/lit) | Na%   | S.A.R | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup> | cl <sup>-</sup> | T.H | So <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | PH   |
|-------------|-------------------|-------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|------|
| ۲۹۶         | ۲۱۰               | ۱۶/۵۵ | /۴۵   | ۰/۰                           | ۲/۴                           | ۰/۳             | ۱۲۵ | ۰/۳                           | ۲                | ۰/۵              | ۰/۵             | ۰/۰۲           | ۷/۵۴ |

علاوه بر آنالیزهای انجام گرفته، نمونه آب چشمه اوسنگ پس از انجام مراحل آماده سازی جهت تعیین میزان پرتو زایی الفا و بتا در آزمایشگاه سازمان انرژی اتمی ایران مورد سنجش و شمارش کل به روش Berthohd LB770 قرار گرفت (جدول ۶ و ۷) که نتیجه پرتو زایی الفا و بتای آن به شرح ذیل است:

جدول (۶) میزان پرتو زایی آلفا آب چشمه اوسنگ کلاردشت

| میزان پرتو زایی الفا در نمونه آب چشمه اوسنگ به واحد Bq/L | میزان پرتو زایی الفا در نمونه آب چشمه اوسنگ به واحد PCI/L | میزان پرتو زایی الفا در نمونه آب چشمه اوسنگ به واحد Bq/L | میزان پرتو زایی الفا در نمونه آب چشمه اوسنگ به واحد PCI/L |
|--|---|--|---|
| /۷۶  | ۲۰/۵  | /۰۴  | ۱/۱۳  |

#### جدول (۷) میزان پرتو زایی بتا آب چشمه اوسنگ کلاردشت

| میزان پرتو زایی بتا در نمونه به واحد PCI/L | میزان پرتو زایی بتا در نمونه به واحد Bq/L |
|--|---|
| ۲۷۰  | ۱۰  |

بر طبق استاندارد u.SEPA میزان مجاز پرتو زایی الفا در آب آشامیدنی PCL/L ۱۵ است که آب نمونه چشمه اوسنگ نسبت به حد مجاز بالاتر می باشد .

علوه بر این طبق استاندارد بین المللی WHO . میزان مجاز پرتو زایی بتا در آب آشامیدنی PCI/L ۳۰ است که در مقایسه با میزان پرتو زایی بتا در آب چشمه اوسنگ ۹ برابر حد مجاز است .

این مسئله اهمیت فوق العاده ای داشته و بیانگر تاثیر مواد رادیو اکتیو در آب، خاک و زمین در منطقه می باشد.

#### ۴- نتایج حاصل از مطالعات زمین پزشکی

اندازه گیری عناصر موجود در سنگهای آذرین موجود در منطقه ونداربن، اکاپل و دیوچال نشان می دهد، عناصر روی، باریم، توریم، زیر کونیم، نیوبوم، سزیوم، ثودیوم، ولانتانیوم بالاتر از حد استاندارد بوده و از آنجائیکه این عناصر از طریق هوازدگی فیزیکی و شیمیایی و همچنین شستشو توسط آب و ورود به سیستم چشمه ها وارد چرخه زندگی انسانها می شود، از اینرو تمامی آنومالی این عناصر در آب می تواند به نوعی در سلامت افراد د کلاردشت موثر باشد. بررسیها نشان می دهد آب های زیر زمینی منطقه کلاردشت از نظر عناصر ذیل دارای ناهنجاری هستند:

آهن (Fe) در تمامی نمونه های آب شرب کلاردشت بالاتر از حد استاندارد می باشد (۳ ppm). وجود آهن در آب آشامیدنی بر طعم و رنگ آب تاثیر می گذارد اما تاثیر آن در بروز بیماریها تا کنون به اثبات نرسیده است.

آنتیموان (sb) در ۴۳ درصد از چشمه های کلاردشت بالاتر از حد استاندارد (۰/۰۰۵ ppm) قرار دارد. بر مبنای استانداردهای آزمایشگاهی IARC سرطان زا بودن این عنصر برای انسان تا کنون به اثبات نرسیده است.

آرسنیک (AS) یکی از معدود عناصری است که سرطان زا بودن آن برای انسان از طریق مصرف آب به اثبات رسیده است. آرسنیک عمدتاً از انحلال سازندهای زمین شناسی و ذخایر معدنی وارد منابع آب آشامیدنی می شود. مقدار این عنصر در ۳۰ درصد از چشمه های آب کلاردشت مانند اکاپل، اجابیت، کلاردشت، واحد و ول دره بالاتر از حد استاندارد (۰.۱ PPM) می باشد. در باقی نمونه ها مقدار عنصر کمتر از حد تشخیص دستگاه گزارش شده است.

سرب (pb) اصلی ترین آسیب را به سیستم اعصاب مرکزی و محیطی می رساند که به صورت ناهنجاریهای رفتاری و بیماری های عصبی بروز می یابد. (خاج، ۱۳۸۴) مقادیر سرب در اکثر نمونه های آب شرب کلاردشت (۰.۶۶) بالاتر از حد استاندارد (۰.۱ PPM) می باشد اما در چشمه های اکاپل، اجابیت، قلعه دوتی، کلنو، حریت، سیاه چشمه، زور نما سنگ و آب معدنی کلاردشت در حد مطلوب گزارش شده است.

سelenium (Se) در ۱۶٪ از چشمه های آب منطقه، بالاتر از حد مطلوب (۰.۱ PPM) اندازه گیری شده است. عنصر سلیوم تنها در نمونه های آب چشمه های زور نما سنگ، اسپن کلا، ول دره، توسکا چال و آغوز دار بن بالاتر از حد استاندارد می باشد.

جیوه (Hg) در اکثر نمونه های آب چشمه های کلاردشت ۲ تا ۳ برابر مقدار استاندارد آب آشامیدنی (۱ ppb) است. این چشمه ها عبارتند از چشمه زور نما سنگ، لاروسر، اجابیت، چشمه شیر (هزار چشمه)، معدن گرانتیت، امیر چشمه، طویدره، آبشاری، اسپند کلا (قلعه دوتی)، ول دره و کلنودر تعدادی از نمونه ها نیز مقدار جیوه پایین تر از حد استاندارد دستگاه (۲ ppb) گزارش شده که این نمونه ها از روند پردازش حذف شده اند علاوه بر این میزان پرتو دهی اشعه الف و بتا که عمدتاً مرتبط با عناصر توریم و اورانیم می باشد، از جمله عوامل بیماری زا در منطقه کلاردشت محسوب می شوند.

#### منابع:

۱. آقاباتی، س.ع، (۱۳۸۵). زمین شناسی ایران؛ ناشر سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲. سازمان انرژی اتمی ایران، (۱۳۷۶). گزارش نهایی بررسی منابع زیر کبیم در ایران.
۳. خلیج، م.، (۱۳۸۴). بررسی توده های گرانیتوئیدی اکاپل، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۴. فیروز نیا، ع.، (۱۳۸۱) گزارش عملیات اکتشاف و ژئوشیمیایی آبراهه ای و کانی سنگین در محدوده گرانتیت توچال.