



## بررسی منابع طبیعی مواد رادیواکتیو در شهرستان اردبیل

دکتر بهروز شکوری<sup>۱</sup> - مهندس مرتضی عالیقدری<sup>۲</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل

۲- دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

کلمات کلیدی: مواد رادیواکتیو- منابع طبیعی- اردبیل- پرتوهای یونساز- دریاچه شورابیل  
آبگرم سرعین

### چکیده:

بخش اعظم پرتوگیری انسان از پرتوهای یونساز در محیط زیست ناشی از منابع طبیعی بویژه رادیونوکلیدهای موجود در پوسته زمین می باشد. از جمله این رادیونوکلیدها گاز رادن - ۲۲۲ ( $^{222}Rn$ ) و محصولات فروپاشی کوتاه عمر آن حائز اهمیت بسیار می باشند. این رادیونوکلیدها در آب، هوا و خاک وجود دارند و از خود ذرات آلفا بتا، نوترون و گاما ساطع می کنند و احتمال خطر سرطان های ریه، معده و... را افزایش می دهند.

در این بررسی جهت شناسایی وضعیت پرتوافشانی مواد رادیواکتیو در شهرستان اردبیل از مناطقی (آبهای معدنی سرعین و بیله دره، دریاچه شورابیل، محلهای مسکونی و اداری) اقدام به نمونه برداری از آب، خاک و سنگ نموده و با استفاده از دزیمترهای مخصوص درجه پرتوافشانی این مناطق را اندازه گیری کردیم. آنالیز بعضی از نمونه ها در جمهوری آذربایجان انجام گرفت.

تحقیقات نشان داد که میزان پرتوافشانی در مناطق مسکونی ۲۵-۲۰، ساختمانهای دولتی ۳۰-۱۴، دریاچه شورابیل ۶۶-۳۰، سرعین ۲۸-۲۸ و بیله دره ۶۶-۴۴ میکروروننگن در ساعت

بود.

یکی از عوامل بالقوه زیان بار زیست محیطی پرتوهای یونساز بوده، که ناشی از منابع طبیعی شامل پرتوهای کیهانی و مواد پرتوزای طبیعی موجود در پوسته زمین، و نیز منابع مصنوعی شامل مواد پرتوزای مصنوعی و دستگاههای پرتوساز می‌باشند. منابع طبیعی پرتوهای یونساز نظیر ذرات آلفا، بتا، نوترونها و فوتونهای گاما، از بدو خلقت کره زمین در آن وجود داشته و دارند و طی قرون متمادی کاهش ناچیزی پیدا کرده‌اند. بخش اعظم (۸۵٪) پرتوگیری انسان ناشی از مواد پرتوزای موجود در پوسته زمین است. از جمله رادیونوکلیدها می‌توان به رادیوم - ۲۲۶، اورانیوم - ۲۳۸، توریم - ۲۳۲ و رادیونوکلیدهای زنجیره تلاشی آنها اشاره نمود. این رادیونوکلیدها در نتیجه فرآیندهای طبیعی که مهمترین آنها فرسایش خاک می‌باشد در تمام اجزاء تشکیل دهنده محیط زیست شامل خاک، آب و هوا وجود دارند (۱ و ۲).

بررسی پرتوزایی طبیعی در ایران بیشتر مربوط به مطالعاتی است که در سالهای اخیر انجام شده است. در یک بررسی در زمینه تعیین غلظت رادیونوکلیدهای طبیعی از جمله رادیوم - ۲۲۶ در مصالح ساختمانی، بعنوان یکی از منابع مهم گاز رادن در ساختمانها، در تهران و نیز یک بررسی مشابه در مورد مصالح ساختمانی مورد استفاده در منطقه رامسر (دارای پرتوزایی طبیعی بالا) صورت گرفته است. همچنین در ایران از سال ۱۳۶۶ طی یک برنامه، غلظت رادیوم - ۲۲۶ در منابع آب آشامیدنی کشور و در چشمه‌های آبگرم در رامسر توسط سازمان انرژی اتمی اندازه‌گیری و نتایج آن ارائه شده است (۳).

بزرگترین عامل پرتوگیری داخلی انسان از منابع طبیعی، گاز رادن است. منابع مختلفی باعث انتشار گاز رادن در محیط زیست می‌گردد. بطور کلی مصالح ساختمانی و خاک زیر ساختمان و آب‌های زیرزمینی از منابع عمده انتشار گاز رادن به حساب می‌آیند (۴).

با عنایت به اینکه پرتوهای یونساز باعث افزایش ابتلا به خطر انواع سرطان‌ها از قبیل سرطان ریه، سرطان معده و... می‌شود (۵) و از آنجائیکه وجود مواد رادیواکتیو در آبگرم‌های معدنی به اثبات رسیده و امروز از خواص همین مواد جهت درمان بیماریهای مختلف استفاده می‌شود (۶) و با توجه به فراوانی این آبگرم‌ها در شهرستان اردبیل، بر آن شدید مطالعه‌ای را در این خصوص در آبگرم‌های سرعین، دریاچه شورابیل و مناطق مسکونی - اداری شهرستان اردبیل انجام دهیم، تا میزان پرتوافشانی هسته‌ای را در این مناطق نشان داده و احتمال خطر این مواد را برای ساکنین مناطق فوق بررسی کنیم.

سبلان معروفترین رشته کوه استان اردبیل با ارتفاع ۴۸۴۴ متر، بعنوان کوه آتشفشان خاموش بوده و وجود این کوه در اعتدال هوای اطراف نقش عمده‌ای دارد. آثار فرعی آتشفشان سبلان بصورت چشمه‌های معدنی گرم (سرعین،

سردابه و...) می‌باشد. آبگرم‌های فوق از رگه‌های معدنی فلزی در لابلای گسل‌های آذرین و کوه‌های آتشفشانی تشکیل یافته‌اند و وجود این آبگرم‌ها منطقه را به مرکز بزرگ توریستی تبدیل نموده است (۷).

همچنین دریاچه شورابیل در ۲ کیلومتری جنوب غربی شهر اردبیل در محاصره تپه‌های کم ارتفاع و کوچک در گودی قرار گرفته است که دارای طول ۱۲۰۰ و عرض ۵۰۰ متر می‌باشد. آب و گل دریاچه از دیرباز برای مقاصد طبی و درمانی استفاده شده است (۸) گل سیاه و بنتانیت موجود در قسمت تحتانی دریاچه با داشتن خواص رادیواکتیو برای معالجه امراض پوستی، مفصلی و... استفاده می‌شود. منشأ اساسی آب دریاچه ذوب برف تپه‌های اطراف می‌باشد (۹).

### روش تحقیق

با عنایت به اینکه یکی از محلهای مورد بررسی آبگرم‌های موجود در منطقه سرعین بود لذا از خاک، سنگ‌ها و آب چشمه‌های گاو میش گلی، ژرنال و بیله دره، نمونه‌های مختلفی را برداشتیم. لازم به یادآوری است که این سه چشمه به فواصل دور از هم قرار گرفته‌اند. علاوه بر تعیین درجه پرتوافشانی این منابع، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آبگرم‌ها نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

محل دوم در این بررسی دریاچه شورابیل بود. نمونه‌های مختلفی از آب و گل دریاچه، خاک و سنگ‌های اطراف دریاچه برداشته شد. ضمناً آب این دریاچه به دفعات مورد آنالیز فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت.

در بعضی مناطق مسکونی و اداری اقدام به اندازه‌گیری درجه پرتوافشانی با استفاده از دزیمتر کردیم. روش اندازه‌گیری و آنالیز نمونه‌های خاک و سنگ روش رنتگن اسپکتورال بود. ضمناً با روش گاما اسپکتورال وجود ایزوتوپهای اورانیوم، رادیوم و توریم در نمونه‌ها آشکار شد (۱۰).

### دستاوردها

#### دریاچه شورابیل

نتایج تحلیل‌های آزمایشگاهی آب این دریاچه در جدول شماره یک آمده است. بر طبق این ارقام مقدار املاح و بطور کلی باقیمانده خشک در آب شورابیل خیلی زیاد بوده، حتی از مقدار آن در آبهای دریای احمر، دریاچه ارومیه هم زیادتر می‌باشد. وجود گوگرد زیاد برای درمان و معالجه امراض پوستی و مفصلی بسیار مؤثر می‌باشد.

جدول ۱ - ترکیبات شیمیایی آب دریاچه شورابیل (گرم در لیتر)

| باقیمانده خشک | مجموع املاح | Na <sup>+</sup> | Mg <sup>++</sup> | Ca <sup>++</sup> | So <sub>4</sub> <sup>--</sup> | Cl <sup>-</sup> | Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Co <sub>3</sub> <sup>--</sup> |
|---------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ۶۸/۰۰         | ۶۵/۵۷۲      | ۲۰/۴۶۸          | ۰/۷۱۸            | ۰/۴۶۰            | ۳۵/۹۰۵                        | ۷/۵۲۵           | ۰/۸۲۳                         | ۰/۱۲۵                         |

آنالیز گل دریاچه با روشهای رنتگن اسپکتورال وجود ریز عناصر و انادیوم (V)، مولیبدان (MO)، باریوم (Ba) و استرونیوم (Sr) را ثابت کرد. وجود این عناصر دلالت به وجود مواد رادیواکتیو مانند اورانیوم (U)، رادیوم (Ra) و

توریم (Th) می‌باشد. و مشخص شد که آب در ۱۰ دارای گاز رادن نیز می‌باشد. اندازه‌گیری پرتو افشانی هسته‌ای در اطراف دریاچه شورابیل که به تفریحگاه عمومی و شهرک دانشجویی تبدیل گردیده نشان داد که میزان اشعه پراکنی هسته‌ای در این اراضی بیش از حد معمول آن می‌باشد (در حدود ۶۶ - ۳۰ میکروروننگن در ساعت). پژوهشهای اولیه نشان داد که ماده پرتوافشانی گِل خاکستری، سفید مخصوص می‌باشد. گل مذکور شکل گرد را دارد و بسهولت می‌تواند توسط باد به جایی دیگر منتقل شود و ارگانهای تنفسی کسانی را که در اطراف دریاچه به استراحت مشغولند آلوده نماید که پیامدهای آن معلوم می‌باشد. منشأ این گردها مواد آتشفشانی سبلان می‌باشد. این گردها قسمت بزرگی از اراضی استان را در اواخر دوران سوم و اوایل دوران چهارم زمین‌شناسی پر کرده و دشتهای پر برکت اردبیل و مغان بر روی آنها بوجود آمده است. این محصول آتشفشانی در مدت زمان تاریخی تبدیل به بنتانیت شده و دارای خواص رادیواکتیویته می‌باشد.

### آبگرم‌های معدنی

آبگرم‌های معدنی سرعین از نوع آبهای بی کربنات سدیک و کلرورکلسیک می‌باشد. این آبگرمها اکثراً کدورت و املاح بالا دارند. مطالعات تخمینی وجود مواد رادیواکتیو را در این آبها نشان می‌دهد (در درجه اول بصورت گاز رادن) (۳).

نتایج نشان می‌دهد که در سنگهای بیله دره و سرعین علاوه بر عناصر رادیواکتیو اورانیوم، رادیوم و توریم، این سنگها دارای Fe, Cu, As, Zn, Co, Pb هم می‌باشند. میزان پرتوافشانی در سنگهای سرعین، ۳۸ - ۲۸ میکروروننگن در ساعت بود.

مهمترین آبگرم سرعین، گاو میش گلی با آبدهی  $50 \frac{L}{S}$  و درجه حرارت ۴۸ درجه سانتی گراد می‌باشد (۱۰). در جدول شماره دو بعضی از پارامترهای شیمیایی این آبگرم با واحد گرم در لیتر گزارش شده است.

جدول شماره ۲ - بعضی پارامترهای شیمیایی آبگرم معدنی گاو میش گلی (بر حسب گرم در لیتر)

| مجموع<br>املاح | Na <sup>+</sup> | Mg <sup>++</sup> | Ca <sup>++</sup> | So <sub>4</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup> |
|----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| ۰/۹۸۷          | ۰/۲۷۴           | ۰/۰۴۱            | ۰/۰۵۲            | ۰/۱۶                         | ۰/۱۲            | ۰/۷                           |

### چشمه آب سرد بیله دره

این چشمه در سه کیلومتری شهر سرعین واقع شده است. درجه حرارت آب این چشمه ۱۸/۵ - ۱۴ درجه سانتی گراد اندازه گرفته شده است. دزیمترها وجود گاز رادن را در منابع اطراف چشمه اثبات کردند. این چشمه از گروه آبهای بی کربنات کلسیم بوده و میزان فلوتور، منیزیم و بی کربنات آن به ترتیب ۲/۴ - ۲/۲، ۵۷/۶ و ۲۹۱ - ۲۸۷ میلی گرم در لیتر می‌باشد. میزان آبدهی این چشمه  $4 \frac{L}{S} - 4$  برآورد شده است. میزان پرتوافشانی در سنگهای

این منطقه ۶۶ - ۴۴ میکرورونتگن در ساعت اندازه گرفته شد که بالاتر از حد نرمال آن می باشد. [ حد معمولی پرتو افشانی به میزان ۵/۰ رنتگن در سال می باشد (۲) ].

### اندازه گیری مواد رادیواکتیو در داخل شهر اردبیل

پژوهشها در اراضی اردبیل نشان داد که درجه پرتوافشانی در تعداد کمی از مناطق بیش از حد معمولی آن بود. در بعضی مناطق مسکونی میزان پرتو افشانی بین ۲۰ تا ۲۵ میکرورونتگن در ساعت بود. اندازه گیری اشعه در داخل ساختمانهای دولتی، میزان اشعه پراکنی هسته ای را بین ۳۰ - ۱۴ میکرورونتگن در ساعت نشان داد. وجود بیش از حد اشعه رادیواکتیو این مناطق دلالت بر وجود مواد رادیواکتیو در مصالح ساختمانی (سنگ، خشت، سیمان، آجر، شن و...) دارد. اگر در داخل ساختمانها میزان اشعه کمتر از میزان آنها در خارج از ساختمان باشد، در آن صورت ساختمان نقش محافظ را بازی می کند. در غیر این صورت، در داخل ساختمان وضع خطرناکی ایجاد می گردد.

### بحث و نتیجه گیری

با عنایت به توصیه های ICRP (کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر اشعه) که حد دوز معادل مؤثر برای هر فرد را به میزان ۵ میلی سیورت در یکسال در نظر می گیرد (۲)، (۵ میلی سیورت در سال معادل با ۵/۰ رنتگن در سال می باشد) و با عنایت به نتایج بدست آمده از مناطق مختلف، حداکثر درجه پرتوافشانی مواد رادیواکتیو در دریاچه شورابیل و آب معدنی بیله دره به میزان ۶۶ میکرورونتگن در ساعت بدست آمده است که این میزان با توجه به حد تعیین شده کمی بیش از حد معمول می باشد و زنگ خطری است برای افرادی که بطور مداوم در محدوده مناطق فوق فعالیت می کنند.

سازمان انرژی اتمی حداکثر غلظت گاز رادن در آب گرم معدنی سرعین را  $138/5 \frac{\text{Bq}}{\text{L}}$  گزارش نموده است. همچنین این سازمان غلظت رادیوم - ۲۲۶ را در آبهای معدنی سرعین کمتر از  $1 \frac{\text{Bq}}{\text{L}}$  اندازه گرفته است (۳).

### پیشنهاداتی در جهت کنترل میزان پرتوافشانی اشعه های رادیواکتیو در شهرستان اردبیل

۱ - با در نظر گرفتن میزان پرتوافشانی اشعه های رادیواکتیو در این شهرستان (که در بعضی نقاط بیش از حد نرمال می باشد) باید حجم و مقیاس تحقیقات رادیواکولوژیکی ازدیاد یابد. این تحقیقات در مقیاس نسبتاً وسیع و با بکار گیری تجهیزات مدرن باید انجام شود.

۲ - در درجه اول شهر اردبیل و مناطق مسکونی بزرگ آن باید مورد آزمایشهای پرتوافشانی قرار گیرد و نقشه پرتوافشانی هسته ای این مناطق تهیه گردد.

۳ - نمونه گیریهای دقیق در درجه اول باید در مناطقی انجام گیرد که اشعه پراکنی شدید می باشد. در این مناطق از خاک، آب، سنگ مادر و... باید نمونه برداری شود و دقیقاً تجزیه و تحلیل شوند.

- ۴ - منطقه دریاچه شورابیل که جزو یکی از تفریح گاههای شهر محسوب می شود باید دقیقاً و بطور مداوم مورد تحقیق رادیواکولوژیکی واقع شود. میزان اشعه ها تعیین و تدابیر لازم برای بی خطر کردن منطقه اتخاذ گردد.
- ۵ - باید درجه پرتوافشانی هسته ای آبگرمهای معدنی، منابع آبی مشخص شود و مقدار گاز رادن آنها تعیین شود.
- ۶ - مصالح ساختمانی مورد استفاده در ساختمانهای شهری و عمارات دولتی و مسکونی باید شدیداً تحت کنترل رادیواکولوژیکی قرار گیرد.
- ۷ - با عنایت به اینکه کشورهای پیشرفته به اهمیت مسئله پی برده اند و مؤسساتی در این خصوص تشکیل داده اند، پیشنهاد می شود که در کنار سازمان انرژی اتمی، در دانشگاههای مادر مؤسسات علمی رادیواکولوژیکی برای پژوهش های پرتوافشانی هسته ای و بطور کلی شناسائی این مشکل ایجاد گردد.

## فهرست منابع

- 1) United Nations , "Sources Effects and Risk of Ionizing " , United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), Report to the General Assembly with Annexes , New yourk , 1988.
- ۲) سازمان بهداشت جهانی، « رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی - جلد اول ، توصیه‌ها »، مترجمین: نبی زاده، رفائزی، د.، ویرایش دوم ۱۹۹۳، مؤسسه علمی - فرهنگی نص ، چاپ اول، ۱۳۷۵.
- ۳) تاجیک احمدی، ح.، «اندازه‌گیری غلظت گاز رادن - ۲۲۲ در آبهای آشامیدنی کشور»، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۷۴.
- 4) Wilkening, M., "Radon in the Environment", New Mexico, 1990.
- ۵) شبیانی، خ.، « اصول مراقبتهای پزشکی در ارتباط با پرتوهای یونساز»، گروه پزشکی امور محافظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۳۷۰.
- ۶) غفوری، م. مرتضوی، س.، «آب‌شناسی»، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۱۳۶۷.
- ۷) سازمان برنامه و بودجه استان اردبیل، آمارنامه استان، ۱۳۷۶.
- ۸) شکوری، ب.، « فرسایش خاک - حادثه فلاکت بار برای جامعه بشری و عامل مهم در نابودی بیوسفر »، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل، ۱۳۷۸.
- ۹) شکوری، ب. پریوند، ی.، « نظری بر وضعیت اکولوژیکی استان اردبیل »، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل، ۱۳۷۸.
- ۱۰) شکوری، ب. پریوند، ی.، « خصوصیات بیوژئوشیمیایی خاکهای منطقه اردبیل و ترکیب هیدروشیمیایی منابع آبی ترمال و معدنی آن »، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل، ۱۳۷۷.