

بررسی پراکندگی غلظت رادیونوکلئید اورانیوم در محدوده شهرستان‌های شاهرود و دامغان

با نگرش زمین‌پزشکی

مرتضی رحیمی^{۱*}، هادی قربانی^۲، رضا نعیمی^۱، حسین رخشانی^۳ و فرج‌اله فردوست^۴

^۱ کارشناس ارشد، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

^۲ استادیار گروه آب و خاک، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

^۴ استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

چکیده

اورانیوم مهمترین ماده پرتوزای طبیعی است که هم از طریق پرتوزایی و هم به صورت ورود مستقیم به زنجیره غذایی، می‌تواند انواع مختلف بیماری‌ها نظیر سرطان‌ها، تومورها و ناهنجاری‌های کروموزومی را ایجاد نماید. در این مقاله که برگرفته از نتایج پروژه زمین‌شناسی پزشکی استان سمنان می‌باشد، پس از برداشت ۲۲۹ نمونه خاک از اراضی با کاربری‌های مختلف کشاورزی، شهری و صنعتی و نیز ۱۶۸ نمونه رسوب آبراهه‌ای از مناطق دست‌نخورده طبیعی یا دارای فعالیت‌های معدن‌کاری و آنالیز آن‌ها به روش ICP-OES در آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، علاوه بر بررسی پارامترهای آماری تک‌متغیره غلظت یون اورانیوم و پارامترهای چند متغیره نظیر آنالیز خوشه‌ای و تحلیل مؤلفه اصلی (جهت تعیین ارتباط با سایر عناصر)، به مطالعه توزیع غلظت و پراکندگی این عنصر در اراضی شهرستان‌های شاهرود و دامغان پرداخته شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اورانیوم با غلظت‌های > 1 تا $7/44$ میلی‌گرم بر کیلوگرم (با میانگین $2/52$ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در بسیاری از نمونه‌های خاک، مقادیری بیش از میانگین خاک جهانی (۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را دارا بوده است. اورانیوم در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای نیز با دارا بودن غلظت‌های > 1 تا $28/5$ میلی‌گرم بر کیلوگرم (با میانگین $4/25$ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، غلظت‌هایی بیشتر از میانگین رسوبات جهانی ($3/1$ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را در بسیاری از نمونه‌ها نشان داد. بررسی آنالیز خوشه‌ای و تحلیل مؤلفه اصلی عناصر در نمونه‌های خاک و رسوبات آبراهه‌ای، ارتباطات نسبتاً بالای اورانیوم با سایر عناصر را نشان داد، به طوری که این عنصر در نمونه‌های خاک با عناصر Fe, Th, Al, K, Mg, Cd, Co, As, Mn (در سطح ۱ و ۲) دارای همبستگی می‌باشد. اورانیوم در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای نیز با عناصر Fe, Th, Al, K, Mg, Na, Co, Zn, Mo, Cd, Ba در سطوح نسبتاً بالاتر از همبستگی در خاک (سطح ۲)، ارتباط نشان داده و در آنالیز تحلیل مؤلفه اصلی، به تنهایی و با سطح اعتماد ناچیز ($0/541$) در مؤلفه سوم قرار گرفته است. همزمان با نمونه برداری، ضمن استفاده از دستگاه سنتیلومتر جهت تعیین میزان تشعشع هر منطقه، از روش تصادفی خوشه‌ای و از طریق مشاهدات عینی، مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه‌های تهیه شده، ارتباط شیوع احتمالی عوارض محیطی مناطق با میزان تشعشع بالا بر سلامت انسان و دام مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که ولکانیک‌های ائوسن منطقه شمال طرود-معلمان ضمن دارا بودن مقادیر اورانیوم با حداکثر غلظت $28/5$ میلی‌گرم بر کیلوگرم، با نشان دادن تشعشعی با متوسط 800 C/S و فراوانی بیش از ۲۵ برابر زمینه طبیعی تشعشعی کشور ($30-20$ C/S)، باعث بروز سقط جنین حداکثر ۴۰ درصدی (در حدود ۱۰ برابر حالت طبیعی) در دام‌های ۳ تا ۵ سال این منطقه شده است.

کلید واژه‌ها: اورانیوم، زمین‌شناسی پزشکی، سقط جنین، شاهرود، دامغان.

*نویسنده مسئول: مرتضی رحیمی

۱- مقدمه

منطقه (کمالی صدر، ۱۳۸۴)، نمونه‌هایی از مطالعات انجام شده پیرامون مطالعات اکتشافی و اهمیت اقتصادی این عنصر در کشور می‌باشد. پرتوهای رادیواکتیو ضمن عبور از سلول زنده، با ایجاد یونش و تحریک مولکول‌ها و اتم‌ها، ضمن اختلال در سیستم DNA، جهش ژنی، سرطان‌زایی و نارسایی‌های جنینی را ایجاد می‌نماید. این پرتوها همچنین اختلال در سیستم عصبی، تخریب بافت استخوانی، نارسایی‌های کلیه، کاهش گلبول‌های سفید خون، ریزش مو و آب مروارید را نیز باعث می‌شوند (رحیمی و رضا زاده، ۱۳۸۵؛ پیروزفر و همکاران، ۱۳۸۵؛ Bahrami and Yarahmandi, 2005؛ Jiang and Aschner, 2006؛ Alani et al, 2011)؛ از این رو از لحاظ زیست‌محیطی و پزشکی نیز از اهمیت بالایی برخوردارند.

از آنجایی که انسان ۸۰٪ تشعشعات دریافتی روزانه خود را از مواد پرتوزای طبیعی (بویژه اورانیوم ۲۳۸، توریم ۲۳۲، دختران حاصل از واپاشی آن‌ها و پتاسیم

رادیونوکلئیدها، مواد پرتوزایی هستند که علی‌رغم فراوانی اندک آن‌ها در پوسته زمین و گذشت زمان نه‌چندان طولانی از کشف آن‌ها، به دلیل داشتن ویژگی‌های منحصر به فرد، از لحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. اکتشاف ناحیه‌ای اورانیوم و توریم بر مبنای داده‌های ژئوفیزیک رادیومتری هوایی در منطقه ده بکری استان کرمان توسط ضیاء ظریفی و جعفری (۱۳۸۸)، بررسی کانه‌زایی اورانیوم و عناصر نادر خاکی (REE) در منطقه خشومی ایران مرکزی (نوروزی و همکاران، ۱۳۸۳)، مطالعات خواص سنجی و تعیین درجه آزادی کانسنگ اورانیوم در معدن خشومی (پاکدل و همکاران، ۱۳۸۷)، اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای منطقه نارگان به منظور اکتشاف اورانیوم (یزدی و همکاران، ۱۳۸۷) و بررسی مقدماتی و ارزیابی ناحیه‌ای زمین‌شناختی و ساختاری حوضه دشت کویر به منظور تعیین احتمال وجود کانه‌های فلزی و اورانیوم زایی

گردید. آمار و اطلاعات پزشکی و دامپزشکی منطقه نیز به روش تصادفی خوشه‌ای و از طریق مشاهدات عینی، مصاحبه‌های حضوری و تکمیل پرسشنامه‌های تهیه شده و نیز استخراج از منابع و گزارشات مرتبط گردآوری گردید. نتایج حاصل به صورت نقشه‌های پراکندگی غلظت اورانیوم و اطلس زمین‌شناسی پزشکی ارائه شده است. در این پژوهش، از میانگین خاک و رسوب جهانی (Bowen, 1979) و انجمن حفاظت از محیط زیست کانادا (CCME, 2007) نیز جهت بررسی میزان آتومالی‌های اورانیوم استفاده گردید.

۳- زمین‌شناسی عمومی منطقه

محدوده مورد مطالعه در بخش وسیعی از دامنه‌های جنوبی بلندی‌های البرز (مرکزی - خاوری) و حاشیه شمالی کویر بزرگ قرار گرفته و از نگاه زمین‌شناسی به دو پهنه ساختاری البرز و ایران مرکزی تعلق دارد (آقائباتی، ۱۳۸۳). طیف وسیعی از توالی‌های سنگی آذرین، دگرگونی و رسوبی از زمان پرکامبرین تا رسوبات کواترنری و عهد حاضر در گستره البرز و پهنه ایران مرکزی محدوده مطالعاتی مشاهده می‌گردد (شکل ۱). سازندهای بایندر و سلطانیه (پرکامبرین پسین) قدیمی‌ترین واحدهای رسوبی البرز در منطقه را تشکیل داده و واحدهای آذرین سازند سلطان میدان در شمال خاوری شاهرود را می‌توان به عنوان نمونه‌ای از توالی‌های سنگی مربوط به دوران پالئوزوئیک (Jenny, 1977; Ahari pour et al, 2010) معرفی نمود. سازند شمشک (تخریبی - کولابی) که یکی از توالی‌های شاخص البرز خاوری می‌باشد، در بخش‌های گوناگون، با ضخامت‌های مختلف دیده می‌شود (Asserto, 1966). ارتفاعات منطقه عمدتاً حاصل چین‌خوردگی نهشته‌های ژوراسیک میانی و فوقانی (سازندهای دلیچای و لار) و واحدهای عمدتاً کربناته کرتاسه فوقانی می‌باشد. سازند تخریبی فجن (Dellenbach, 1964)، واحدهای آهکی و صخره ساز سازند زیارت (Dellenbach, 1964) و همین‌طور توالی رسوبی - آتشفشانی سازند کرج (Dedual, 1967) نیز از مهمترین تشکیلات سنگی مربوط به سنوزوئیک در این منطقه می‌باشند (خسروتهرانی، ۱۳۸۹).

مجموعه‌های دگرگونی‌های پرکامبرین شمال ترو، پهنه ولکانیکی - پلوتونیک چاه شیرین - طرود به سن اوسن و با ترکیب دیوریت تا تراکی آندزیت و فرونشست دشت کویر با تنوع واحدهای تخریبی الیگوسن و میوسن (معادل سازندهای قرمز بالایی، پایینی و قم) مهمترین رخدادهای زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه در پهنه ایران مرکزی محسوب می‌گردند (آقائباتی، ۱۳۸۳). سایر اراضی نیز توسط رسوبات درشت تا ریزدانه مخروط افکنه‌ای و آبرفتی عهد حاضر پوشیده شده است.

۴- بحث

۴-۱- توزیع غلظت اورانیوم

پس از آنالیز نمونه‌های خاک (۲۲۹ نمونه) و رسوبات آبراهه‌ای (۱۶۸ نمونه) برداشت شده از منطقه، در اولین گام پارامترهای آماری تک متغیره این عنصر نظیر میانگین و مقادیر حداقل و حداکثر داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

نتایج حاصل نشان داد که نمونه‌های خاک منطقه با دارا بودن غلظت‌های کمتر از ۱ تا ۷/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم (با میانگین ۲/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مقادیر کمتری نسبت به رسوبات آبراهه‌ای با غلظت‌های اورانیوم کمتر از ۱ تا ۲۸/۵

(۴۰) دریافت می‌کند، مطالعه این مواد نسبت به تشعشعات کیهانی و مواد رادیواکتیو مصنوعی از اهمیت بیشتری برخوردار است (Celic et al, 2009; EC, 1999). از این رو پرتوژیایی طبیعی توسط محققین بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است. تعیین و اندازه‌گیری رادیواکتیویته طبیعی در نمونه‌های محیطی معدن سونگون اهر توسط آذروند و انوریان (۱۳۹۰)، بررسی توزیع هسته‌های پرتوزا در ساحل جنوب غربی دریاچه ارومیه (رئیس و همکاران، ۱۳۹۰)، پرتوژیایی طبیعی در نمونه‌های گرانیتی استفاده شده به عنوان مصالح ساختمانی در ایران (جهانگیری و اشرفی، ۱۳۸۹)، اندازه‌گیری آلودگی‌های طبیعی (عناصر سمی و رادیواکتیو) در بخش مرکزی البرز شرقی توسط شریعتی و آقائباتی (۱۳۸۴)، بررسی رادیواکتیویته طبیعی در نمونه‌های خاک مناطق شمالی (رامسر) ایران (Sohrabi, 1996)، ارزیابی میزان رادن خانگی در شمال ایران جهت ارزیابی مناطق فعال و غیر فعال (Hadad et al, 2007)، بررسی میزان پرتوژیایی طبیعی شهر مشهد و حومه (Bahrayni and Oroji, 1999) و میزان دز جذبی پرتوگیری طبیعی در محدوده شهر زنجان (Shahbazi, 2003)، نمونه‌هایی از این مطالعات می‌باشند.

برخی دیگر از محققین نیز به صورت جزئی و دقیق به بررسی اثرات پزشکی پرتوهای رادیواکتیویته پرداخته و بیان کرده‌اند که این تشعشعات باعث فراوانی ناهنجاری‌های مادرزادی و کروموزومی شده و خطر سقط جنین و مرده زایی را افزایش می‌دهند (Doyle et al, 2004; Sumanovic-Glamuzina et al, 2003; Milacic et al, 2009; Milacic et al, 2004).

تشعشعات α ، β و γ مهمترین ذرات و پرتوهای واپاشی رادیواکتیویته محسوب می‌شوند، ولی γ به دلیل قدرت نفوذ بیشتر و سهولت در اندازه‌گیری، از اهمیت بیشتری در مطالعات برخوردار می‌باشد (Lestaevel, 2005). از آنجایی که انسان‌ها در سطوح مختلف تحت تأثیر تشعشعات رادیواکتیویته طبیعی در نتیجه تابش اشعه گاما قرار دارند، لازم است مناطق گوناگون از این لحاظ بررسی شده و ضمن مشخص شدن مناطق پرخطر، ساکنان منطقه نیز از این پرتوژیایی مطلع گردند. در پژوهش حاضر ضمن بررسی میزان غلظت اورانیوم در محدوده اراضی شهرستان شاهرود و دامغان، به مطالعه میزان پرتوژیایی (اشعه گاما) این محدوده و بررسی اثرات سوء ناشی از غلظت‌های بالای این تشعشعات بر جوامع انسانی و حیوانی (دام‌ها) مناطق تحت تأثیر پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

جهت بررسی غلظت اورانیوم در اراضی شهرستان‌های شاهرود و دامغان با وسعت ۶۵۷۶۰ کیلومتر مربع و جمعیتی بالغ بر ۳۲۵۰۰۰ نفر، تعداد ۳۹۷ نمونه شامل ۲۲۹ نمونه خاک با کاربری‌های کشاورزی، صنعتی و شهری و ۱۶۸ نمونه رسوب آبراهه‌ای از اراضی دست نخورده یا پایین دست مناطق معدنکاری بر اساس تلفیق دوروش پیش فرضی و شبکه‌ای تصادفی ارائه شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA, 2004)، که دارای انعطاف در شکل و چگالی نمونه برداری می‌باشد، تهیه گردید. نمونه‌ها توسط روش ICP-OES در آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور آنالیز شده و پارامترهای آماری تک متغیره مانند مقادیر حداکثر، حداقل، میانگین و هیستوگرام توزیع غلظت و چند متغیره نظیر آنالیز خوشه‌ای و تحلیل مؤلفه‌های اصلی جهت بررسی روابط اورانیوم با سایر عناصر، توسط نرم افزارهای Excel و SPSS18 مورد بررسی قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری میزان تشعشع محیطی، (اشعه گاما) از دستگاه سنتیلومتر سافیمو مدل SPP2 استفاده

کیلوگرم مشاهده می‌گردد که تمامی این مناطق در پایین دست واحدهای آذرین حد واسط تا اسیدی قرار گرفته‌اند. غلظت‌های نسبتاً بالای اورانیوم (بالتر از ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای (شکل ۷) نیز مربوط به بخش‌های شمالی شاهرود و روستاهای ابر، نکارمن و ابرسج با غلظت‌های ۵/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۸/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مرتبط با بازتله‌های اسپیلیتی و آندزیت‌های پورفیریک (جمشیدی و همکاران، ۱۳۶۹)، جنوب شاهرود و محدوده غرب تا شمال غرب روستای طرود تا روستای معلمان با غلظت‌های ۱۶/۹ تا ۵/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مرتبط با توده‌های ولکانیکی حد واسط تا اسیدی ائوسن (علوی و همکاران، ۱۳۶۴) و در محدوده شمال غرب (چاه عروس) تا جنوب غرب (محدوده رسی دق بیارجمند) بیارجمند با غلظت‌های ۵ تا ۵/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم و جنوب دامغان و منطبق با مناطق رسی ناشی از عملکرد گسلش دامغان با غلظت ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز مشاهده می‌گردد. ولکانیک‌های ائوسن شمال معلمان با نشان دادن غلظت‌های ۲۴/۷ تا ۲۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و بالاتر از استاندارد آلودگی انجمن محیط زیست کانادا (CCME, 2007) با مقدار ۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم، بیشترین غلظت‌های اورانیوم ثبت شده در منطقه را نشان دادند (شکل ۷). با مقایسه شکل‌های ۶ و ۷ همپوشانی قابل توجهی بین غلظت‌های بالای اورانیوم در هر دو شکل مشاهده شده که می‌تواند طبیعی بودن منشأ این عنصر در خاک‌های منطقه را مورد تأیید قرار دهد.

ارتباط غلظت‌های بالای اورانیوم با واحدهای آذرین حد واسط تا اسیدی و آبرفت‌های ناشی از آنها و همچنین همبستگی بالای این عنصر با کانی‌های رسی در تحقیقات متفاوتی تأیید شده است (Zhang ; Eskenazy and Stefanova, 2007)؛ (Hadad et al, 2007 ; Rudnick & Gao, 2003 ; et al, 2002).

۲-۴- پرتوزایی و زمین‌شناسی پزشکی

یکی از متداول‌ترین تکنیک‌های شناخت کانسارهای رادیواکتیو یا تشخیص مناطق با تشعشع بالا، برداشت‌های رادیومتری زمینی اشعه گاما توسط دستگاه سنتیلومتر می‌باشد (ضیاء ظریفی و جعفری ۱۳۸۸). در این مطالعه نیز همزمان با نمونه‌برداری از دستگاه سنتیلومتر جهت تعیین آنومالی‌های رادیواکتیویته استفاده گردید. بجز محدوده شمال غرب- غرب طرود و شرق معلمان و منطبق بر کمربند ولکانیکی ائوسن، با میزان تشعشع ۶۰۰ C/S تا ۱۰۰۰ C/S (به طور میانگین ۸۰۰ C/S)، سایر مناطق تشعشعی در حد زمینه طبیعی کشور یعنی ۲۰ C/S تا ۳۰ C/S (ضیاء ظریفی، ۱۳۸۴) را نشان دادند (شکل ۸). با توجه به بالا بودن حدود ۲۵ برابری تشعشعات منطقه نسبت به تشعشع طبیعی، مطالعات میدانی پزشکی و دامپزشکی گسترده‌ای (نسبت به سایر مناطق) در منطقه، به روش تصادفی خوشه‌ای و از طریق مشاهده، مصاحبه و پرکردن پرسشنامه صورت گرفت.

نتایج بررسی حدود ۱۰۰۰ گوسفند و بز از ۳ گله نشان داد در دامهایی که بیش از ۳ سال (۳ تا ۵ سال) در منطقه چرا نموده‌اند، سقط جنین تا ۱۰ برابر حالت طبیعی (۴٪) دفتر آماربرداری بیماری‌های دامی، (۱۳۸۷) افزایش یافته و به ۴۰٪ می‌رسد. این عارضه در دامنه‌های شمالی واحدهای ولکانیکی نیز (حداکثر تا ۲۵٪) ثبت شده است. پاملا و ویلیامز (۲۰۱۰) با بررسی اشعه‌های یونیزه گاما و ایکس و غیر یونیزه سونوگرافی و الکترومغناطیس، بر سلامت جنین (انسان) بیان نمودند که با افزایش دوز و مدت زمان در معرض قرار گرفتن اشعه‌های یونیزه، احتمال ایجاد انواع تومورها، جهش ژنی و مرگ جنین به شدت افزایش می‌یابد (& Pamela

میلی‌گرم بر کیلوگرم (با میانگین ۷/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را نشان می‌دهند. این در حالی است که میانگین هر دو نوع نمونه مقایسه‌ی بیشتر از میانگین خاک جهانی (۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و رسوب جهانی (۳/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را دارا بوده که می‌توان به بالا بودن غلظت زمینه و احتمالاً منشأ زمین‌زاد اورانیوم ناشی از وجود واحدهای آتشفشانی حدواسط تا اسیدی و شیلی پراکنده در منطقه (با توجه به شکل ۱) پی برد. آبتوبی اورانیوم از اراضی کشاورزی و سایر نمونه‌های خاک برداشت شده از منطقه را می‌توان به عنوان دلیلی بر کاهش نسبی غلظت این عنصر در نمونه‌های خاک، نسبت به غلظت آن در رسوبات آبراهه‌ای بیان کرد. جهت توصیف بهتر توزیع غلظت‌های اورانیوم در نمونه‌ها، هیستوگرام‌های توزیع غلظت این عنصر نیز تهیه شد که در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

هر چند این هیستوگرام‌ها نیز مطالب جدول ۱ را ارائه می‌نمایند ولی تفاوت در چولگی مثبت (۱/۵۱) هیستوگرام نمونه‌های خاک (شکل ۲) و چولگی مثبت (۴/۵۲) در هیستوگرام رسوبات آبراهه‌ای نیز قابل توجه می‌باشد. جهت بررسی ارتباط اورانیوم با سایر عناصر، آنالیز خوشه‌ای و تحلیل مؤلفه اصلی در نمونه‌های خاک (جدول ۲ و شکل ۴) و رسوب آبراهه‌ای منطقه (جدول ۳ و شکل ۵) نیز تهیه شده است.

بر اساس نتایج آنالیز خوشه‌ای عناصر در خاک (شکل ۴)، اورانیوم ارتباط نزدیکی با عناصر Fe, Th, Al, K, Mg, Cd و Co در سطح ۱ و با عناصر Mn و As در سطح ۲ نشان می‌دهد. مقادیر سطح اعتماد بالای مشاهده شده در مؤلفه اول جدول ۲ (تحلیل مؤلفه‌های اصلی) برای اورانیوم (۰/۷۳۱) و سایر عناصر فوق الذکر (به ترتیب: ۰/۸۴۲، ۰/۸۶۶، ۰/۸۳۲، ۰/۸۹۵، ۰/۷۱۶، ۰/۵۱۶، ۰/۷۸۱، ۰/۹۳۶ و ۰/۶۱۸) نیز موید ارتباط اورانیوم با این عناصر می‌باشد.

هر چند اورانیوم در تحلیل مؤلفه‌های اصلی نمونه‌ها (جدول ۳) به صورت مستقل در مؤلفه سوم (با سطح اعتماد اندک ۰/۵۴۱) قابل مشاهده می‌باشد، در آنالیز خوشه‌ای (شکل ۵)، در سطح ۲ با عناصر Fe, Th, Al, K, Mg, Na, Co, Zn, Mo, Cd و Ba ارتباط قابل توجهی نشان می‌دهد. از همبستگی بالای اورانیوم با عناصری مانند آلومینیوم و آهن در هر دو نوع نمونه (خاک و رسوبات آبراهه‌ای) می‌توان به منشأ زمین‌زاد این عنصر در منطقه مورد مطالعه پی برد. این در حالی است که تفاوت در ویژگی‌های ژئوشیمیایی (نظیر حلالیت، شعاع آبیوشی و تحرک) اورانیوم با یون‌های سدیم، روی، باریم و مولیبدن، باعث تفاوت در رفتار ژئوشیمیایی این عنصر نسبت به عناصر دیگر در نمونه‌های خاک و رسوب آبراهه‌ای (شکل‌های ۴ و ۵) شده است.

جهت بررسی نحوه توزیع غلظت‌های مختلف اورانیوم در نمونه‌های خاک و رسوب آبراهه‌ای منطقه، نقشه پراکندگی غلظت‌های مختلف این یون در شکل‌های ۶ و ۷ آورده شده است.

با توجه به شکل ۶، در بسیاری از بخش‌های شهرهای شاهرود و دامغان و روستاهای میامی، طرود و معلمان و منطبق با آبرفت‌های رسی ریزدانه (با توجه به شکل ۱) و اراضی کشاورزی که دارای فراوانی کانی‌های رسی می‌باشند، اورانیوم غلظت‌هایی بیش از متوسط خاک جهانی را دارا می‌باشد. غلظت‌های نسبتاً بالای این عنصر (بالتر از ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در بخش‌های شمالی شهر شاهرود و محدوده روستاهای ابر، ابرسج و نکارمن با غلظت‌های ۵/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۷/۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم، در جنوب شاهرود و محدوده غرب و شمال غرب طرود تا شرق معلمان با غلظت‌های ۵/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۵ میلی‌گرم بر

پرتوگیری دام‌ها از طرق مختلف مانند جذب محیطی، تنفس، بلع و شرب (بوژه انحلال گاز رادن) نسبت داد.

با توجه به شواهد مشاهده شده در منطقه، نظیر غلظت بالای اورانیوم (۲۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و تشعشع محیطی (به طور میانگین C/S ۸۰۰)، پیشنهاد می‌گردد که این محدوده در مطالعات آتی به طور دقیق‌تر جهت کانه زایی مواد رادیواکتیو و بوژه اورانیوم مورد توجه قرار گیرد.

۵- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که اورانیوم در نمونه‌های خاک با دارا بودن غلظت‌های کمتر از ۱ تا ۷/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و با میانگین ۲/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم، در بسیاری از نمونه‌ها مقادیر بیشتری از متوسط خاک جهانی (۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را دارا می‌باشند. میانگین غلظت اورانیوم در نمونه‌های رسوبات آبراه‌های منطقه (۴/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نیز از میانگین رسوب جهانی (۳/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیشتر می‌باشد. این غلظت‌های بالا بیانگر غلظت بالاتر از حد متوسط اورانیوم زمینه در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بیشترین غلظت ثبت شده اورانیوم در محدوده مورد بررسی به رسوبات آبراه‌های پایین دست ولکانیک‌های اتوسن منطقه طرود-معلمان با غلظت ۲۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مربوط می‌باشد.

آنالیز خوشه‌ای نمونه‌های خاک و رسوب آبراه‌های ارتباط نزدیک این عنصر را با عناصر Fe، Th، Al، K، Mg، Cd و Co را نشان داد. این همبستگی‌ها (بوژه همبستگی بالا با آهن و آلومینیوم) منشأ زمین‌زاد و طبیعی اورانیوم در منطقه مورد مطالعه را تأیید می‌نماید. بررسی آنالیز مؤلفه‌های اصلی نمونه‌ها نیز نتایج آنالیزهای خوشه‌ای را تأیید نمودند.

همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بیشترین تشعشع ثبت شده در منطقه با دستگاه سنتیلومتر به مقدار متوسط C/S ۸۰۰ در پهنه ولکانیکی منطقه طرود-معلمان بوده است. تشعشع بالا علاوه بر اشعه گاما ناشی از اورانیوم، به وجود گاز رادن در منطقه نسبت داده شد. تشعشعات محیطی و مواد رادیواکتیو جذب شده به بدن دام‌های منطقه از طریق جذب پوستی، بلع، تنفس و شرب، افزایش ۱۰ برابری سقط جنین به میزان ۴۰٪ را در دام‌های بین ۳ تا ۵ سال منطقه ایجاد نموده است. به دلیل بالا بودن غلظت اورانیوم و تشعشعات منطقه، انجام مطالعات اکتشافی اورانیوم در منطقه پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

پژوهش حاصل از نتایج طرح مطالعات زمین‌شناسی پزشکی استان سمنان، محدوده شهرستان‌های شاهرود و دامغان حاصل شده که به این وسیله از آقای مهندس کره-ای، خانم دکتر رحمانی و همکاران ایشان در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور تقدیر و تشکر می‌گردد.

(Williams, 2010). در مطالعه دیگری با آنالیز کاربوتاپ کروموزومی، علت ۲۵۶ سقط جنین (انسان) غیر عادی مورد بررسی قرار گرفت که در معرض طولانی قرار گرفتن در محیط دارای تشعشعات با دوز کم و زمان طولانی، عامل اصلی این سقط‌ها معرفی شدند (Zhang et al, 2011).

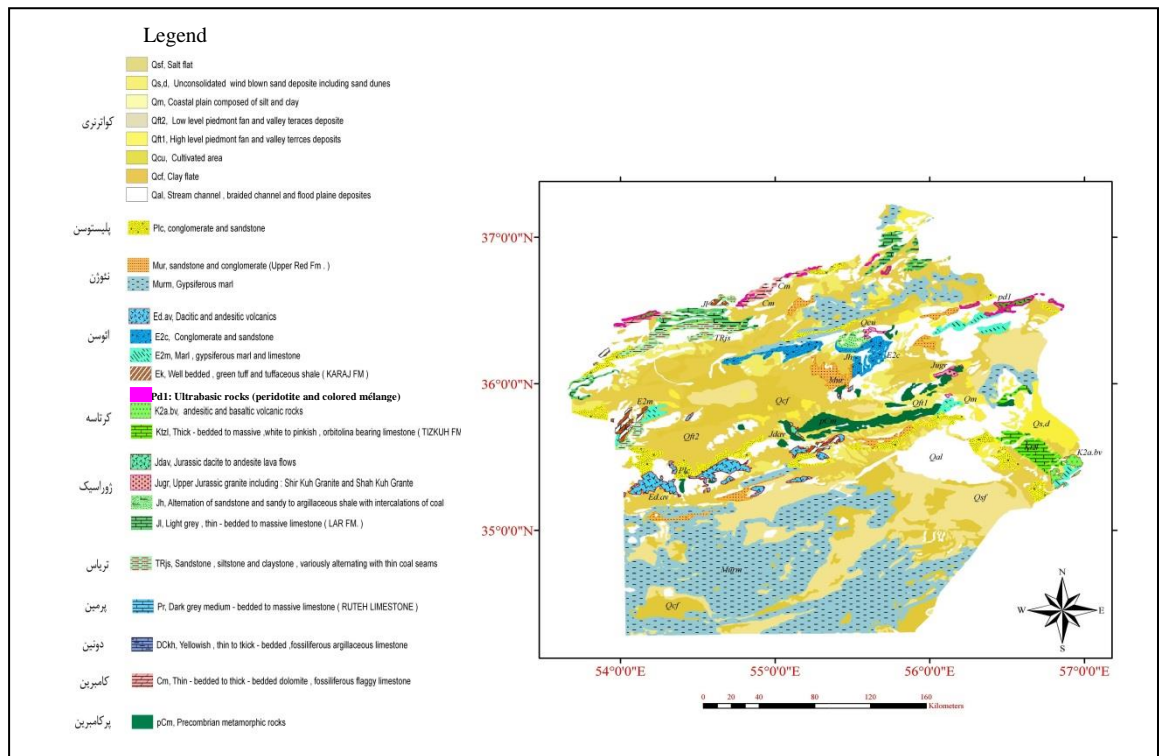
داوسون و مدسون (۲۰۱۱) نیز ضمن بررسی ویژگی‌های روانی، اجتماعی و جسمانی کارگران معدن اورانیوم ناواجای آمریکا بیان نمودند افسردگی، نگرانی و انواع سرطان‌ها در این کارگران به طور قابل توجهی بالا می‌باشد (Dawson, 2011 & Madsen).

با توجه به اطلاعات جمع آوری شده، اطلس زمین‌پزشکی منطقه (پراکندگی بیماری سقط جنین دامی) تهیه شد که در شکل ۹ نشان داده شده است.

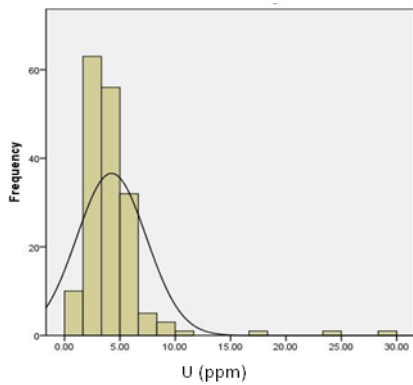
با مقایسه اطلس پراکندگی مناطق با پرتو زایی بالا (شکل ۸) و اطلس زمین-پزشکی (پراکندگی بیماری سقط جنین دامی) تهیه شده از منطقه (شکل ۹)، ارتباط معنی داری بین مناطق با تشعشع بالا و محدوده‌های دارای فراوانی سقط جنین دامی مشاهده می‌گردد (مشابه نتایج تحقیقات انجام شده توسط Pamela et al, 2010؛ Zhang et al, 2011). ضمناً این مناطق با محدوده‌های دارای غلظت‌های بالای اورانیوم (۲۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بعنوان مناطق خیلی آلوده در شکل ۷ نیز منطبق می‌باشند.

هرچند پهنه آتشفشانی طرود-معلمان، غلظت‌های حداکثر ۲۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم اورانیوم و بیش از ۹ برابر میانگین رسوب جهانی را نشان می‌دهد، افزایش ۲۵ برابری تشعشع (نسبت به زمینه طبیعی) ثبت شده در منطقه، بسیار بیشتر از افزایش غلظت اورانیوم بوده و علاوه بر تشعشعات گامای ناشی از اورانیوم، به وجود گاز رادن در منطقه نیز نسبت داده می‌شود. رادن گازی است که از زوال عنصر رادیوم ۲۲۶ تولید شده و دارای نیمه عمر ۳/۸ روز می‌باشد. این گاز بی‌رنگ و بی‌بو بوده و قابلیت انحلال بسیار بالایی (۵۱۰ سانتی متر مکعب در لیتر در دمای صفر درجه سانتی گراد) بوده و غیر از تشعشع محیطی می‌تواند از طریق تنفس و شرب وارد بدن شده و انسان را تحت تأثیر قرار دهد (پیروان و همکاران، ۱۳۸۴؛ Sohrobi, 1996). از آنجایی که وجود گاز رادن به دلیل داشتن توان انرژی مشابه در پنجره‌های اندازه گیری اورانیوم تداخل می‌کند، همانند اشعه گاما در سنتیلومتر ثبت می‌گردد (ضیاء ظریفی و جعفری ۱۳۸۸)، در نتیجه افزایش تشعشع غیر عادی و بالای ثبت شده در منطقه مورد مطالعه، می‌تواند تا حدودی به گاز رادن متصاعد شده از درز و شکستگی‌ها و سطح سنگ‌های منطقه نسبت داده شود.

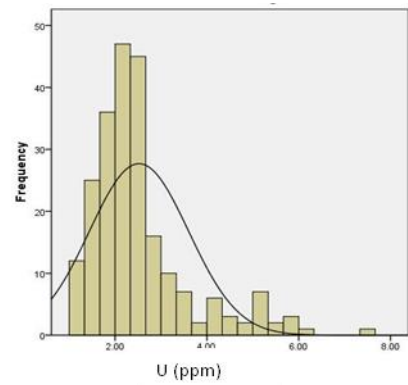
از آنجایی که اثرات بیولوژیکی مواد رادیواکتیو هنگامی که ذره پرتوزا از طریق منابع غذایی بلعیده شده یا از طریق استنشاق وارد سیستم تنفسی شوند، تشدید می‌گردد (Lestaavel et al, 2005) و همچنین به دلیل وجود مقدار بالای اورانیوم در چرخه غذایی به عمل آمده از خاک و منابع دارای اورانیوم بالا (Bem and Bou- Rabee, 2004)، عوارض مشاهده شده در منطقه نظیر سقط جنین دامی را می‌توان به



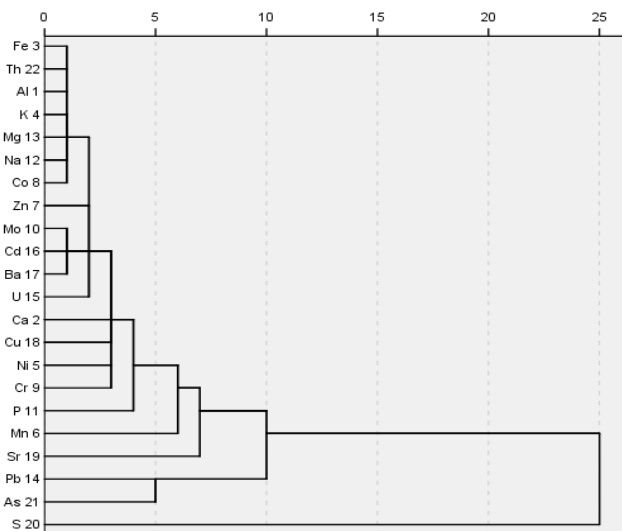
شکل ۱- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه



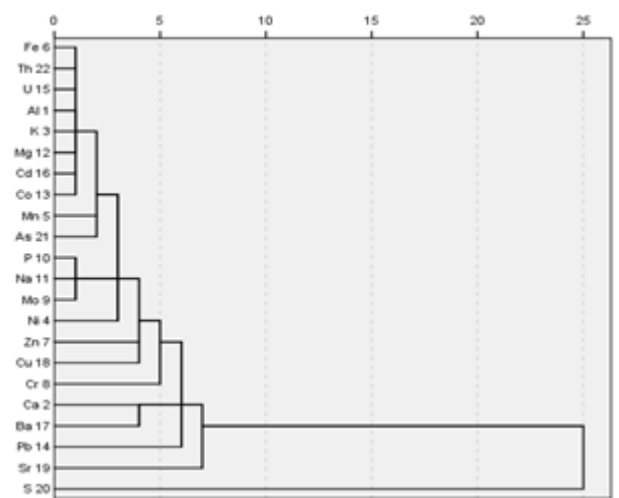
شکل ۳- هیستوگرام توزیع غلظت اورانیوم در منطقه (رسوب آبراهه‌ای)



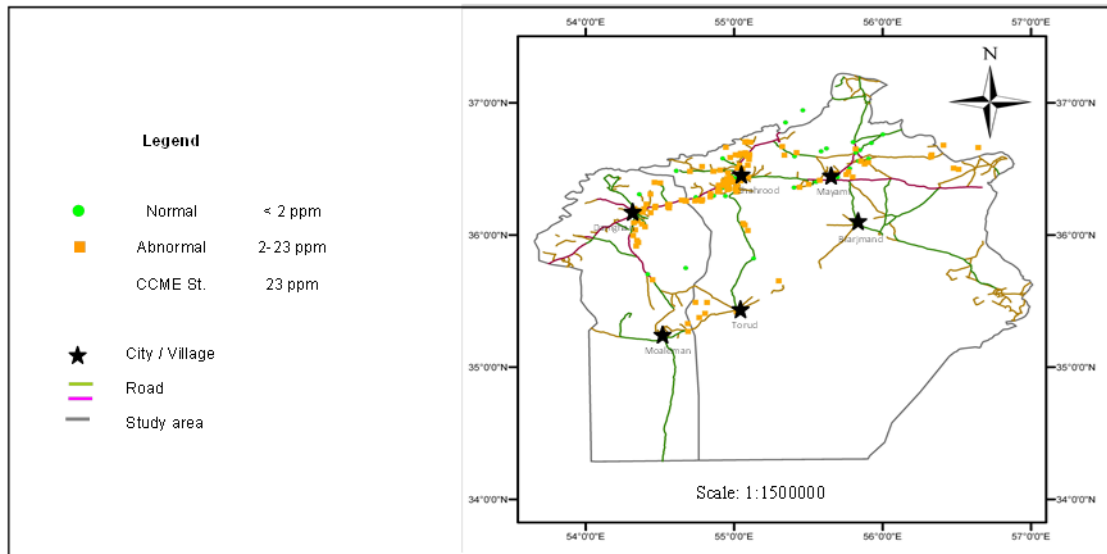
شکل ۲- هیستوگرام توزیع غلظت اورانیوم در منطقه (خاک)



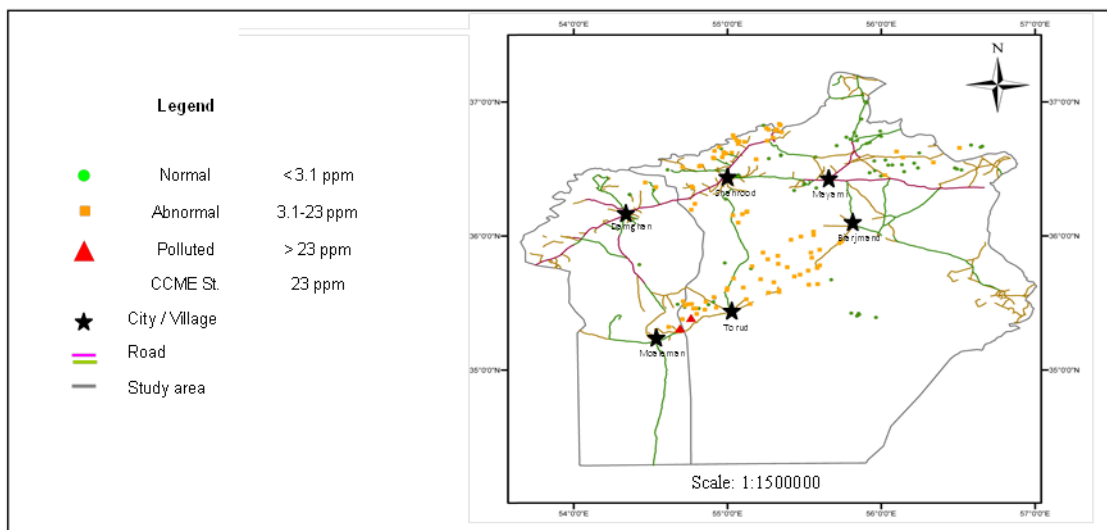
شکل ۵- آنالیز خوشه‌ای اورانیوم با سایر عناصر در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای منطقه به روش Average linkage



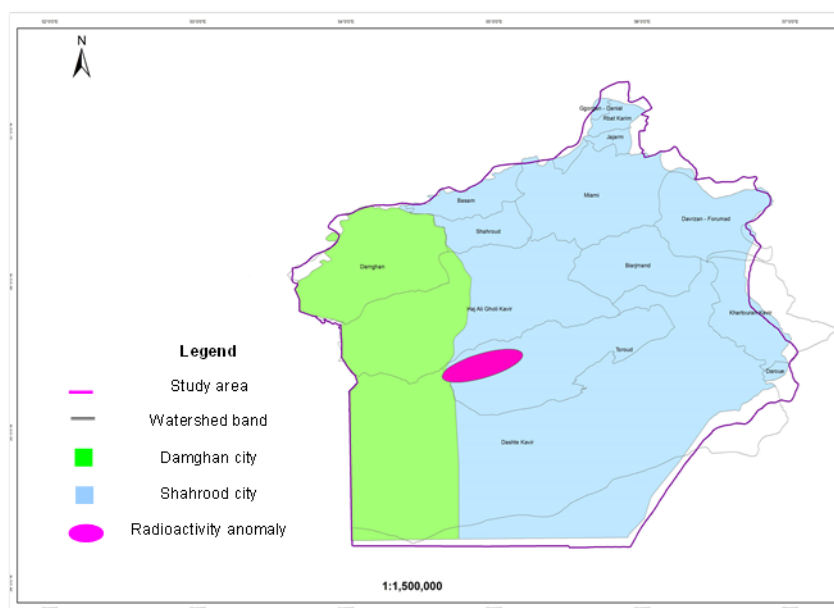
شکل ۴- آنالیز خوشه‌ای اورانیوم با سایر عناصر در نمونه‌های خاک منطقه به روش Average linkage



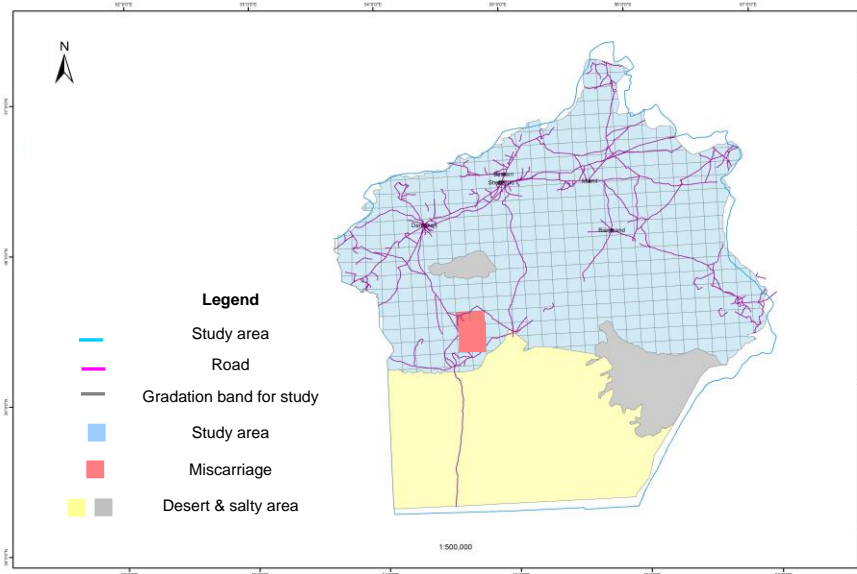
شکل ۶- نقشه پراکندگی غلظت اورانیوم در نمونه‌های خاک منطقه مورد مطالعه



شکل ۷- نقشه پراکندگی غلظت اورانیوم در نمونه‌های رسوب آبراه‌های منطقه مورد مطالعه



شکل ۸- اطلس پراکندگی مناطق دارای میزان پرتوزایی بالا در منطقه مورد مطالعه



شکل ۹- اطلس زمین‌پزشکی (پراکندگی بیماری سقط جنین دامی) منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- غلظت‌های حداکثر، حداقل و میانگین اورانیوم در نمونه‌های خاک و رسوبات آبراهه‌ای منطقه (مقادیر بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)

نوع نمونه	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین جهانی (Bowen, 1979)
خاک	۲/۵۲	۱ >	۷/۴۴	۲
رسوب آبراهه‌ای	۴/۲۵	۱ >	۲۸/۵	۳/۱

Th	۰/۸۳۲	۰/۴۰۱	۰/۳۳۱	۰/۰۶۸
----	-------	-------	-------	-------

جدول ۲- تحلیل مؤلفه‌های اصلی عناصر در نمونه‌های خاک منطقه

عنصر	مؤلفه			
	۱	۲	۳	۴
Al	۰/۸۸۶	-۰/۳۶۷	-۰/۰۹۱	۰/۰۷۱
Ca	-۰/۶۶۳	-۰/۱۸۴	۰/۴۶۴	۰/۱۷۰
K	۰/۸۹۵	۰/۰۱۶	۰/۱۶۵	۰/۱۷۹
Ni	۰/۵۳۲	-۰/۰۱۲	-۰/۴۹۸	۰/۵۹۳
Mn	۰/۹۳۶	۰/۰۵۶	۰/۰۷۳	-۰/۲۰۰
Fe	۰/۸۴۲	-۰/۲۶۴	-۰/۴۱۹	-۰/۱۶۵
Zn	۰/۶۸۱	۰/۳۹۲	-۰/۲۴۶	-۰/۰۹۴
Cr	-۰/۱۸۹	۰/۴۷۱	-۰/۷۳۱	۰/۲۵۷
Mo	۰/۶۹۰	۰/۳۷۹	۰/۱۹۰	-۰/۰۴۳
P	۰/۸۷۰	۰/۳۶۵	۰/۱۳۷	-۰/۱۶۶
Na	۰/۸۴۴	۰/۲۲۲	۰/۲۰۴	-۰/۲۹۱
Mg	۰/۷۱۶	-۰/۲۹۳	۰/۴۲۵	۰/۳۲۳
Co	۰/۷۸۱	-۰/۳۰۴	-۰/۴۵۱	-۰/۰۷۴
Pb	۰/۱۶۰	۰/۷۸۸	-۰/۱۸۸	۰/۰۶۸
U	۰/۷۳۱	-۰/۵۵۶	-۰/۱۶۲	-۰/۰۹۷
Cd	۰/۵۱۶	-۰/۶۱۱	۰/۲۱۲	۰/۳۳۸
Ba	۰/۲۳۸	-۰/۲۹۶	۰/۷۷۴	-۰/۱۴۴
Cu	۰/۷۳۸	۰/۵۴۲	۰/۰۰۸	-۰/۰۵۳
Sr	۰/۳۶۳	۰/۷۲۶	۰/۳۷۶	۰/۱۰۰
S	۰/۴۰۰	۰/۵۲۰	۰/۳۸۱	۰/۲۸۱
As	۰/۶۱۸	-۰/۰۰۶	۰/۴۵۴	۰/۲۰۵

جدول ۳- تحلیل مؤلفه‌های اصلی عناصر در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای منطقه

عنصر	مؤلفه					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
Al	۰/۷۶۶	-۰/۳۹۵	۰/۰۲۸	-۰/۰۵۴	-۰/۱۲۷	-۰/۳۰۷
Ca	-۰/۸۲۳	۰/۰۴۳	۰/۲۲۱	-۰/۰۳۶	۰/۱۲۱	۰/۰۵۲
Fe	۰/۵۸۷	-۰/۵۷۳	۰/۲۲۹	-۰/۰۷۶	۰/۲۳۶	۰/۳۶۹
K	۰/۶۹۴	۰/۲۴۳	۰/۰۰۷	-۰/۲۱۵	-۰/۰۸۶	-۰/۵۲۰
Ni	۰/۵۶۷	-۰/۳۰۷	-۰/۵۵۱	۰/۳۰۸	۰/۱۴۳	-۰/۲۸۰
Mn	۰/۶۳۴	-۰/۳۵۱	۰/۱۸۲	-۰/۰۶۳	-۰/۰۰۸	۰/۲۵۸
Zn	۰/۷۷۱	۰/۰۰۹	۰/۲۴۳	-۰/۱۶۴	۰/۳۷۷	۰/۰۸۶
Co	۰/۷۳۳	-۰/۲۸۶	۰/۰۲۹	۰/۱۹۵	۰/۲۰۴	۰/۱۹۱
Cr	۰/۳۸۷	-۰/۱۷۴	-۰/۶۸۳	۰/۲۹۹	۰/۲۳۵	-۰/۰۶۸
Mo	۰/۳۶۳	۰/۶۵۲	-۰/۲۹۷	۰/۰۵۱	۰/۰۹۷	-۰/۰۱۵
P	۰/۶۸۴	۰/۲۶۰	۰/۳۲۹	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۳	-۰/۲۳۰
Na	۰/۴۰۶	-۰/۲۱۲	-۰/۰۴۸	۰/۴۶۲	-۰/۵۰۷	۰/۳۳۰
Mg	۰/۳۹۷	-۰/۴۱۲	۰/۰۳۰	۰/۴۵۹	-۰/۴۱۸	۰/۰۱۱
Pb	۰/۳۲۹	۰/۸۹۰	-۰/۰۹۶	-۰/۰۴۵	۰/۰۳۳	۰/۰۹۲
U	۰/۳۳۳	-۰/۰۵۰	۰/۵۴۱	-۰/۰۸۹	-۰/۴۱۶	-۰/۱۹۲
Cd	۰/۵۰۴	۰/۷۳۲	-۰/۱۱۰	-۰/۱۴۰	-۰/۰۴۴	۰/۱۵۰
Ba	۰/۱۵۰	۰/۵۴۹	-۰/۳۴۳	-۰/۱۲۸	-۰/۲۷۵	۰/۳۴۹
Cu	۰/۶۶۰	۰/۶۱۹	۰/۲۰۸	-۰/۰۱۰	-۰/۱۵۳	۰/۰۳۸
Sr	-۰/۰۶۲	۰/۶۹۹	۰/۳۸۹	۰/۵۳۹	۰/۱۸۷	۰/۰۱۱

Th	۰/۶۳۵	-۰/۵۷۴	۰/۱۷۴	-۰/۱۷۱	۰/۲۹۴	۰/۱۲۰
----	-------	--------	-------	--------	-------	-------

S	-۰/۱۹۱	۰/۳۶۶	۰/۴۱۲	۰/۶۶۶	۰/۳۰۲	-۰/۱۱۹
As	۰/۴۰۹	۰/۸۵۳	-۰/۰۵۵	-۰/۰۹۲	۰/۰۵۹	۰/۱۰۹

کتابنگاری

- آذروند، ب.، انوریان، س.، ۱۳۹۰. تعیین و اندازه‌گیری رادیواکتیویته طبیعی در نمونه‌های محیطی منطقه معدن سونگون ایران. *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره سیزدهم، شماره ۱، صفحه ۴۹-۵۷.
- آقاباتی، س.ع.، (۱۳۸۳)، زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۴۵۵ ص.
- پاکدل، م.، رضایی، ب.، عسگری، ر.، نظری، ک.، ۱۳۸۷. مطالعات خواص سنجی و تعیین درجه آزادی کانسنگ اورانیوم معدن خشومی (بلوک ۱). *مجله علوم و فنون هسته‌ای*، شماره ۴۳، صفحات ۴۱-۴۹.
- پیروان، ح. ر.، رزاقی ایبانه، م.، شعاعی، ض.، ۱۳۸۴. مخاطرات زمین‌شناسی گاز رادن در منطقه رامسر و راهکارهای کاهش آلودگی. *چهارمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، تهران*. صفحه ۹۳۶-۹۴۵.
- پیروزفر، پ.، رحمانی، ف.، یعقوب پور، ع.، نوبری، ر.، ۱۳۸۵. بررسی عناصر پرتوزا در آب سطحی و رسوب برگه‌های کرج و شهریار و آب شرب شهر تهران. بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- جمشیدی، خ.، افشاریان زاده، ع.، صبحانی، م.، ده حقی، ف.، ۱۳۶۹. نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ گرگان. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- جهانگیری، ا.، اشرفی، ص.، ۱۳۸۹. پرتوزایی طبیعی در نمونه‌های گرانیتی استفاده شده به عنوان مصالح ساختمانی در ایران. *مجله محیط‌شناسی*، سال سی و ششم، شماره ۵۶، صفحه ۵۵-۶۰.
- خسروتهرانی، خ.، (۱۳۸۹)، چینه‌شناسی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۸۲ ص.
- دفتر آماربرداری بیماری‌های دامی، ۱۳۸۷. گزارشات مرتبط، اداره دامپزشکی شاهرود.
- رئیس، ک.، مستجاب‌الدعوانی، م.، باقری، ه.، کمالی، م.، ۱۳۹۰. بررسی توزیع هسته‌های پرتوزا در ساحل جنوب غربی دریاچه ارومیه. *کنفرانس فیزیک ایران*. صفحه ۹۳۷-۹۴۰.
- رحیمی، م.ف.، رضازاده، ح.ر.، ۱۳۸۵. مبانی فیزیک هسته‌ای، دانشگاه فردوسی مشهد.
- شریعی، ش. آقاباتی، ع.، ۱۳۸۴. اندازه‌گیری آلودگی‌های طبیعی (عناصر سمی و رادیواکتیو) از طریق داده‌های زمین‌شناسی در بخش مرکزی البرز شرقی و اثرات آن‌ها بر آبهای زیرزمینی. *چهارمین همایش زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران*. تهران. صفحه ۸۷۳-۸۸۰.
- ضیاء ظریفی، ا.، جعفری، ح. ر.، ۱۳۸۸. اکتشاف ناحیه ای اورانیوم و توریم بر مبنای داده‌های ژئوفیزیک رادیومتری هوایی در منطقه ده بکری (استان کرمان). *فصلنامه تخصصی زمین و منابع*، سال اول، پیش شماره دوم، صفحه ۷۵-۸۶.
- ضیاء ظریفی، ا.، ۱۳۸۴. بررسی نقشه‌های رادیومتری و مغناطیس‌هوایی (شرکت استرالیایی استیرکس) در ناحیه شمال غربی ایران و معرفی ناهنجاری‌های مواد پرتوزا، مخصوصاً اورانیوم در ۲۳ نقشه ۱/۵۰۰۰۰ با طبقه بندی و اولویت آن‌ها از دیدگاه آماری و ژئوفیزیکی، گزارش اکتشافی شماره ۶۹۰-۸۴، شرکت تولید مواد اولیه و سوخت هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران.
- علوی، م.، هوشمند زاده، ع.، حقی پور، ع.، ۱۳۶۴. نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ طرود. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- کمالی صدر، س.، ۱۳۸۴. ارزیابی ناحیه ای و بررسی مقدماتی زمین‌شناختی، ساختاری و فلززایی حوضه دشت کویر و احتمال تشکیل کانه زائی اورانیوم رسوبی - سطحی در آن. *مجله علوم و فنون هسته‌ای* شماره ۳۵ صفحات ۵۰-۴۳.
- نوروزی، ع. نظامی، م.ط.، جمالی، د.، قنبری، ی.، قدیمی، م.ر.، ۱۳۸۳. ارزیابی نمونه برداری از منطقه اکتشافی اورانیوم خشومی به روش زمین‌آماری، *مجله علوم و فنون هسته‌ای* (۳) ۳۴-۲۹.
- یزدی، م.، خوشدودی، خ.، کاوند، م.، آشتیانی، ع.، ۱۳۸۷. اکتشاف ژئوشیمیایی رسوب‌های آبراهه ای اورانیوم در منطقه نارینگان استان یزد، *مجله علوم و فنون هسته‌ای* (۴۶) ۴، صفحات ۴۲-۳۳.

References

- Aharipour, R., Moussavi, M.R., Mosaddegh, H., Mistiaen, B., (2010), "Facies features and paleoenvironmental reconstruction of the Early to Middle Devonian syn-rift volcano-sedimentary succession (Padeha formation) in the Eastern-Alborz Mountain, NE Iran", *Facies* 56: 279-294.
- Alaani S, Tafash M, Busby C, Hamdan M, Blaurock-Busch E. 2011. Uranium and other contaminants in hair from the parents of children with congenital anomalies in Fallujah, Iraq. *Confl Health*. 2011 Sep 2;5:15.
- Asserto, R., (1966), "The Jurassic Shemshak formation in central Elburz (Iran)".
- Bahrami MT, Yarahmandi M., 2005. Calculation of sensitive organs equals dose and effective dose to general population of Kurdistan province from environmental radiation. *Journal of Kurdistan Univ. of Sci*. 10: 28-32.
- Bahrayni MT, Oroji MH., 1999. Survey of the environmental gamma radiation in Mashhad city. *Journal of Iran Univ. Med. Sci*. 3: 117-121.
- Bem H, Bou-Rabee F., 2004. Environmental and health consequences of depleted uranium use in the 1991 Gulf War. *Environ Int*, 30: 123-134.
- Bowen, h.j., 1979, *environmental chemistry of elements*, academic press, new york.
- Canadian Council of Ministers of the Environment, 2007. Canadian Soil Quality Guidelines for Uranium: Environmental and Human Health, Scientific Supporting Document. ISBN 978-1-896997-64-3. p 122.
- Celik N, Cevik U, Celik A, Koz b., 2009. Natural and Artificial Radioactivity Measurements in Eastern Black Sea Region of Turkey. *Journal of Hazardous Materials*, 162: 146-153.
- Dawson SE, Madsen GE. 2011. Psychosocial and health impacts of uranium mining and milling on Navajo lands. *Health Phys*. 101(5):618-25.
- Dedual, E., (1967), "Zur geologie des mittleren and unteren Karaj-Tales, Zentral - Elbourz (Iran)", 123 pp.
- Dellenbach, J., (1964), "Contribution a' L' etude geologique de la region situee a' L' est de Tehran (Iran)", *fac. Sci. Uniiv. Strasbourg (France)*, 117 pp.
- Doyle P, Maconochie N, Davies G, et al., 2004. Miscarriage, stillbirth and congenital malformation in the offspring of UK veterans of the first gulf war. *Int Journal Epidemiol*, 33: 74-86.

- Eskenazy G.M., Stefanoa Y.S., 2007. Trace element in the Goze Delchev coal deposit, Bulgaria. *international journal of coal geology* 72, 257-267.
- European Commission (EC), 1999. Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials. *Radiation Protection* 112 (Brussels: EC).
- Hadad K, Doulatdar R, Mehdizadeh S., 2007. Indoor radon monitoring in Northern Iran using passive and active measurements. *Journal of Environmental Radioactivity* 95: 39-52.
- IAEA, International Atomic Energy Agency, 2004. *Soil sampling for environmental contaminants*, Austria, 81 p.
- Jenny, J., (1977), "Precambrian et paleozoique in Ferieur, del Elbourz oriental anre Aliiabad et Shahrud, Iran du Inord-east", *Eclogae Geologica Helvetiae.*, 70(30), 761-770.
- Jiang GC, Aschner M., 2006. Neurotoxicity of depleted uranium: reasons for increased concern. *Biol Trace Elem Res.* 110: 1-17 .
- Lestaevel P, Houpert p, Bussy C, et al., 2005. The brain is a target organ after acute exposure to depleted uranium. *Toxicology*, 212: 219-226.
- Milacic, R. Murko, S. Scancar, J. 2009. Problems and progresses in speciation of Al in human serum: An overview. *Journal of Inorganic Biochemistry*, Volume 103, Issue 11, pp1504-1513.
- Milacic S, Petrovic D, jovicic D, et al., 2004. Examination of the health status of populations from depleted uranium contamination regions. *Environmental Res.* 95: 2-10.
- Pamela M, Williams., 2010. Health Effects of Prenatal Radiation Exposure. *Am Fam Physician.* 2010 Sep 1;82(5):488-493.
- Rudnick R I, Gao S., 2003. Composition of the continental crust. *Treatise on Geochemistry*, vol 3. Elsevier, Amsterdam, pp, 1-64.
- Shahbazi D, 2003. Natural background radiation dosimetry in the highest altitude regional of Iran. *Journal of Radiation Res.* 44: 265-285.
- Sohrabi M. 1996. Natural radioactivity of soil samples in some HLNRA of Iran. *Proceeding of the 4th International Conference on High Levels of Natural Radiation (ICHLNR)*, Beijing, China, pp. 129- 132.
- Sumanovic-Glamuzina D, Saraga-Karacic V, Roncevic Z, et al., 2003. Incidence of major congenital malformation in region of Bosnia and Herzegovina allegedly. *Croat mad Journal*, 44: 579-584.
- Zhang HK, Luo FW, Geng Q, Li J, Liu QZ, Chen WB, Li F, Xie JS. 2011. Analysis of fetal chromosomal karyotype and etiology in 252 cases of early spontaneous abortion. *Zhonghua Yi Xue Yi Chuan Xue Za Zhi.* 28(5):575-8.
- Zhang, J.Y., Ren, D.Y., Zheng, C.G., Zeng, R.S., Chou, C., Liu, J., 2002. Trace element abundances in major mineral of Late Permian coals from southwestern Guizhou Province, China. *International Journal of Coal Geology* 53, 55-64.