

بررسی توده نفلین سینیت رزگانه و واحدهای رسوبی اطراف آن به جهت اکتشاف اورانیم تیپ رسوبی، آذربایجان شرقی

سیدافشین مجیدی سیدیگلو*^۱، محمد لطفی^۲، محمدرضا هزاره^۳، افشار ضیاءظریفی^۴

۱- کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- دکتری زمین‌شناسی اقتصادی، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۳- دکتری زمین‌شناسی اقتصادی، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد

۴- استادیار گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

(* عهده دار مکاتبات - afshinmajidi@yahoo.com)

چکیده

در تشکیل کانسارهای اورانیم رسوبی چند ویژگی عمده از قبیل وجود سنگ منشأ و سنگ میزبان مناسب، سیستم هیدرودینامیکی جهت حمل کمپلکس‌های اورانیم و لایه‌های رسوبی تراوا به جهت انتقال و نهشته کردن اورانیم محلول نقش به‌سزایی دارند. در این مقاله سعی شده است مطالعه هم‌سویی در رابطه با سنگ منشأ و سنگ میزبان اورانیم رسوبی در منطقه رزگانه صورت گیرد تا در نهایت توده نفوذی نفلین سینیت رزگانه به همراه واحدهای رسوبی اطراف آن از جهت کانی‌زایی اورانیم رسوبی مورد بررسی قرار گیرد. توده نفلین سینیت رزگانه در شمال‌غربی شهرستان سراب در استان آذربایجان شرقی در شمال‌غربی ایران قرار گرفته است که وسعتی در حدود ۲۰ کیلومتر مربع را پوشش داده است. در حاشیه جنوب‌شرقی آن واحدی ماسه‌سنگی گسترش یافته است که به عنوان سنگ میزبان احتمالی کانسار اورانیم ماسه‌سنگی مورد اکتشاف قرار گرفت. پس از بررسی مطالعات صورت گرفته در گذشته و مشاهدات صحرایی، عملیات رادیومتری توده و واحد ماسه‌سنگی میزبان احتمالی توسط دستگاه سنتیلومتر صورت گرفت که افزایش پرتوایی حاصل از عناصر رادیواکتیو را در هر دو بخش بویژه بخش‌های آلتره توده نفلین سینیت رزگانه نشان می‌داد پس از این مرحله از نقاط با پرتوایی بالا در توده نفوذی نفلین سینیت و سنگ میزبان احتمالی، نمونه‌های سنگی برداشت گردید که نتایج حاصل از آن دلالت بر مقادیر بالای اورانیم در سنگ منشأ (توده نفلین سینیت رزگانه) و همین‌طور غنی‌شدگی این عنصر در سنگ میزبان داشت. با توجه به افزایش پرتوایی تا ۲۴۰۰ cps در بخش‌های آلتره توده نفلین سینیتی که محتوای اورانیم بیش از ۳۰ ppm را شامل می‌شوند و همین‌طور مقادیر اورانیم ۴۰ تا ۱۵۴ ppm در سنگ میزبان ماسه‌سنگی می‌توان نتیجه گرفت محتوای اورانیم توده نفلین سینیت رزگانه در طی فرایندهای هیدرودینامیکی و تخریبی به واحد ماسه‌سنگی میزبان انتقال یافته و در این بخش باعث غنی‌شدگی اورانیم گردیده است که بررسی گسترش واحد ماسه‌سنگی میزبان و همچنین عیار اورانیم در بخش‌های مختلف آن مستلزم عملیات اکتشافی گسترده‌تری می‌باشد.

واژگان کلیدی: اورانیم تیپ ماسه‌سنگی، نفلین سینیت رزگانه، پرتوایی، سنتیلومتر، آذربایجان شرقی، رزگانه.

۱- مقدمه

کانسارهای اورانیم شناخته شده در پانزده تیپ مختلف رخ داده‌اند که از جمله مهمترین آن‌ها کانسارهای تیپ رسوبی به ویژه کانسارهای اورانیم تیپ ماسه‌سنگی می‌باشد. این کانسارها به دلیل سهولت در بهره‌برداری از آن‌ها (به روش فروشوبی درجا) از کانسارهای اقتصادی کنونی به حساب می‌آیند که سهولت بهره‌برداری، اندازه ذخیره، زمین‌شناسی ساده و آلاینده‌گی اندک محیط زیست سبب اهمیت یافتن آن‌ها شده است، به نحوی که درصد بزرگی از ذخایر

اورانیم جهان را به خود تخصیص داده‌اند. در تشکیل این کانسارها چند ویژگی عمده از جمله وجود سازندها یا لایه‌های تراوا، فراهم بودن سنگ منشأ و سنگ میزبان مناسب و وجود سیستم هیدرودینامیک مناسب تأثیرگذار است (دالکمپ، ۱۹۹۳).

اما از نظر سنگ منشأ، اورانیم به دلیل بزرگی شعاع یونی و بالا بودن بار یونی در سنگ‌های آذرین اسیدی تا حدواسط آلکالن تمرکز می‌یابد که این موضوع با توجه به این که از بین کانی‌ها زینوتم، زیرکن و مونازیت حداکثر اورانیم را دارا می‌باشند و در این سنگ‌ها حضور می‌یابند نیز قابل انتظار می‌باشد، از همین رو این سنگ‌ها به عنوان منشأ اورانیم معرفی می‌گردند (دالکمپ، ۱۹۹۳ و کریم‌پور، ۱۳۷۳). نفلین سینیت سنگی تمام بلورین، آذرین درونی، حدواسط و آلکالی می‌باشد که از فلدسپات پتاسیم و نفلین تشکیل شده و از نظر محتوای سیلیکا نسبتاً زیر حد اشباع و غنی از آلومینیوم است (کوک و کریک، ۱۹۹۱). بنابراین با توجه به ویژگی‌های ژئوشیمیایی اورانیم و بررسی خصوصیات سنگ‌شناسی نفلین سینیت، می‌توان انتظار داشت این سنگ به عنوان منشأ اورانیم در تشکیل کانسارهای اورانیم نقش داشته باشد.

در این مقاله سعی شده است توده نفلین سینیتی رزگاه به عنوان سنگ منشأ مناسب اورانیم با توجه به غنی‌شدگی واحدهای ماسه‌سنگی میزبان، از نظر محتوای اورانیم مورد بررسی قرار گیرد.

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

در بخش جنوبی، کمی متمایل به شرق چهار گوش اهر در شمال روستای رزگاه تقریباً در جنوب برگه ۱:۵۰،۰۰۰ الان به مختصات $38^{\circ}00'$ تا $38^{\circ}15'$ شمالی و $47^{\circ}15'$ تا $47^{\circ}30'$ شرقی در بخش شرقی استان آذربایجان شرقی و جنوب شهرستان اهر، توده نفلین سینیت رزگاه با وسعتی در حدود ۲۰ کیلومتر مربع قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱: محل قرارگیری توده نفلین سینیت رزگاه در چهارگوش ۱:۲۵۰،۰۰۰ اهر (کادر قرمز رنگ)

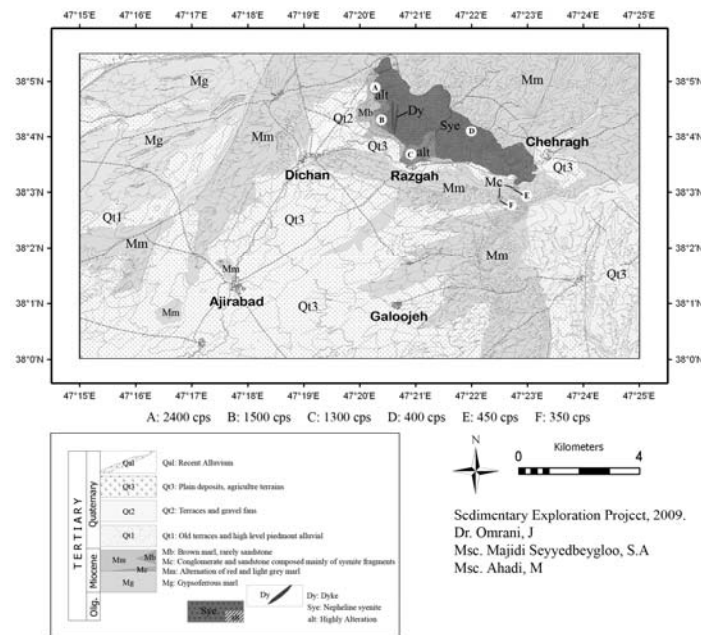
با توجه به محل قرارگیری نفلین سینیت رزگاه دسترسی به آن ساده و از طریق راه‌های روستایی متصل به راه‌های اصلی تبریز- بستان آباد- سراب که در نهایت به استان اردبیل ختم می‌گردد و جاده تبریز- هریس- مهربان امکان‌پذیر می‌باشد که مسیر اول مناسب و کوتاه‌تر است (شکل ۲).



شکل ۲: راه های دسترسی به توده نفلین سینیت رزگاه (کادر قرمز رنگ)

۳- زمین شناسی ناحیه‌ای

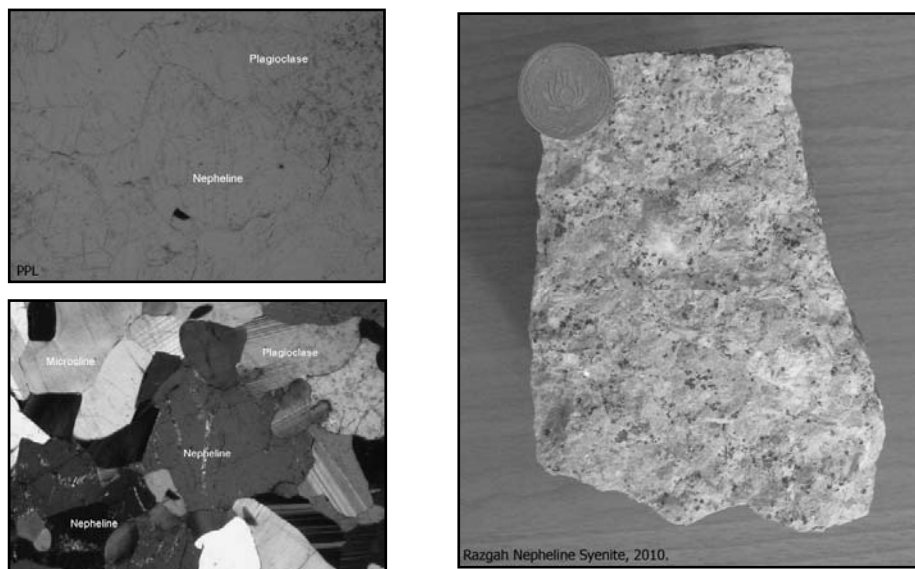
با توجه به نقشه تهیه شده ۱:۲۵,۰۰۰ معدنی منطقه رزگاه، حاشیه‌های شمال غربی، شمالی و شرقی توده نفلین سینیت با مارن‌های قرمز و خاکستری روشن متعلق به میوسن و در حاشیه غربی و بخشی از جنوب توده با مارن‌های قهوه‌ای با میان لایه‌های از ماسه‌سنگ‌های متعلق به میوسن، مجاور است و همچنین بررسی‌های زمین‌شناختی سن این توده را مربوط به الیگوسن تخمین می‌زند (شکل ۳) (مجیدی سیدیگللو و احدی، ۱۳۸۸).



شکل ۳: نقشه زمین‌شناسی معدنی ۱:۲۵,۰۰۰ معدنی رزگاه و مقادیر پرتوژی در سنگ منشأ و سنگ میزبان

۴- لیتولوژی سنگ منشأ

گزارش‌های موجود در رابطه با توده نفوذی رزگاه که به عنوان منشأ اورانیم در منطقه به شمار می‌آید نشان دهنده لیتولوژی از مونزوسینیت تا مونزوسینیت لوسیت‌دار مربوط به الیگوسن (علوی تهرانی و همکاران، ۱۳۷۶) و یا نفلین سینیت مربوط به الیگومیوسن می‌باشد (امیدی و همکاران، ۱۳۵۳) که با توجه به مشاهدات و مطالعات سنگ‌شناسی و کانی‌شناسی صورت گرفته که دلالت بر وجود کانی‌های فلدسپات پتاسیم و نفلین دارد به نظر می‌رسد لیتولوژی توده از نوع نفلین سینیت می‌باشد (شکل ۴).

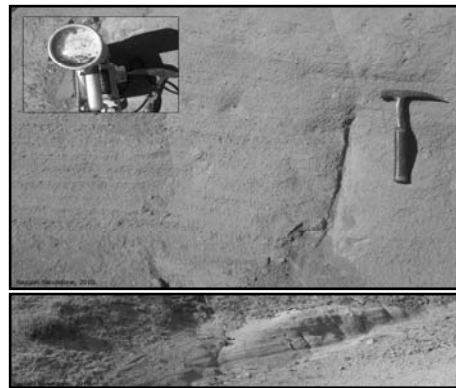


شکل ۴: نمونه دستی و مقطع نازک از نفلین سینیت رزگاه معرف کانی های فلدسپات و نفلین $40\times$

۵- لیتولوژی سنگ میزبان

با توجه به اهمیت کانسارهای اورانیم رسوبی به ویژه کانسارهای اورانیم ماسه‌سنگی که الویت اول این کانسارها را دارند و با دقت به این نکته که عناصر V, Cu, Mo, Se نیز به عنوان عناصر همراه این تیپ از کانسارهای اورانیم مورد استخراج قرار می‌گیرند (دالکمپ، ۱۹۹۳). بررسی و پی‌جویی اولیه بر روی واحدهای رسوبی احاطه کننده توده نفلین سینیت رزگاه صورت گرفت و در نتیجه واحد ماسه‌سنگی Mc که با فاصله کمی در حاشیه جنوب‌شرقی سنگ منشأ (توده نفلین سینیت) قرار گرفته است به عنوان سنگ میزبان مستعد اورانیم تیپ ماسه‌سنگی تشخیص داده شد (شکل ۵).

ماسه‌سنگ میزبان بسیار سست، دارای دانه‌بندی متوسط تا درشت با جورشدگی ضعیف تا متوسط است که بیانگر تخلل و تراوایی مناسبی جهت عبور دادن محلول‌های کانه‌ساز می‌باشد و رنگ سبز نسبتاً روشنی را شامل می‌شود که معرف یک ماسه‌سنگ احیایی و مناسب جهت رسوب اورانیم از محلول می‌باشد. آثار فسیل‌های گیاهی و مواد آلی در این ماسه‌سنگ مشاهده نمی‌گردد که به عنوان فاکتوری منفی به شمار می‌رود (پیرلو و گیبیلین، ۲۰۰۴ و مینا و همکاران، ۲۰۰۵). آثار لایه‌بندی متقاطع (Cross bedding) و کانال‌های قدیمی (palaeochannel) نیز به عنوان فاکتور مثبت مشاهده شده است (هوو و همکاران، ۲۰۰۷ و پیرلو و گیبیلین، ۲۰۰۴). بیش از نیمی از دانه‌های تشکیل دهنده از جنس نفلین سینیت (توده منشأ اورانیم) و باقی از خرده‌های سنگ (Rock Fragments) و دانه‌های رسوبی تشکیل شده است. واحد ماسه‌سنگی مورد اشاره توسط لیتولوژی مارنی واحد Mm از بالا و پائین محصور شده که این فرایند با توجه به اینکه لیتولوژی مارنی از نفوذپذیری پایینی برخوردار است، چنانچه کانی‌زایی اورانیم در ماسه‌سنگ میزبان رخ دهد همانند سدی عمل کرده و مانع از فرار اورانیم از محیط سنگ میزبان می‌گردد و فاکتوری مثبت محسوب می‌گردد (پیرلو و گیبیلین، ۲۰۰۴ و هوو و همکاران، ۲۰۰۷). در مجموع با توجه به ویژگی‌های مورد اشاره از ماسه‌سنگ میزبان، می‌توان نتیجه گرفت این سنگ میزبان شرایط خوبی را برای کانی‌زایی اورانیم تیپ ماسه‌سنگی ایجاد کرده است.



شکل ۵: رخنمون ماسه‌سنگ میزبان احتمالی اورانیم در منطقه رزگانه (محل نمونه EA-S8-7)

۶- بررسی‌های رادیومتری

با توجه به عدم وجود داده‌های ژئوفیزیک هوایی در ناحیه رزگانه ناچاراً از مطالعات ژئوفیزیکی در این ناحیه صرف‌نظر شد و به جهت بررسی رادیومتری یا به عبارتی سنجش پرتوزایی عناصر رادیواکتیو در سنگ میزبان و سنگ منشأ احتمالی اکتشاف شده، از روش پی‌جویی صحرایی استفاده شد که در این روش برداشت میزان پرتو گامای ساعت شده بوسیله دستگاه سنتیلومتر (scintilometer) مدل SPP2 ساخت کشور فرانسه صورت گرفت. این دستگاه میزان پرتوی گامای ساعت شده از عناصر رادیواکتیو را بر حسب شمارش بر ثانیه (cps) ثبت کرده و نمایش می‌دهد در نتیجه چنانچه مقادیر عنصر اورانیم در واحدی سنگی افزایش یابد مقادیر cps نمایش یافته توسط دستگاه سنتیلومتر نیز افزایش می‌یابد.

میزان متوسط پرتوزایی محیط در ناحیه رزگانه در حدود ۱۱۰-۷۵ cps متغیر می‌باشد که در واحدهای سنگی مختلف موجود در ناحیه فوق تغییرات افزایشی و کاهش‌ی ویژه‌ای را نشان می‌دهد، که این تغییرات می‌تواند معرف افزایش یا کاهش محتوای اورانیم آن واحد سنگی باشد (شکل ۲).

بطور کلی توده نفلین سینیت رزگانه نسبت به پرتوزایی عمومی منطقه افزایش پرتوزایی تا ۱۵۰ cps را نشان می‌دهد. اما در برخی نقاط به ویژه بخش‌های به شدت آلتزه این توده، افزایش پرتوزایی تا حداکثر ۲۴۰۰ cps (نقطه A) را شامل می‌شود. پس از سنتیلومتری توده نفلین سینیت و واحدهای رسوبی اطراف آن نقاطی با پرتوزایی بالا ثبت گردید که در شکل ۳ مشاهده می‌شود. در نقطه B بخشی از توده نفلین سینیتی که به شدت آلتزه شده و حجم خوبی از کانی‌زایی مس از نوع مالاکیتی را ایجاد کرده است پرتوزایی تا ۱۵۰۰ cps را نشان می‌دهد (شکل ۶)، در کنتاکت این ناحیه با واحدهای رسوبی، در کنگلومراهای عهد حاضر (بسیار جوان) که در کف آبراهه تشکیل شده‌اند آثار کانی‌زایی مس از نوع مالاکیتی و آزریتی مشاهده می‌گردد که تا ۱۲۰۰ cps پرتوزایی دارند (شکل ۷).

همین‌طور در نقطه C که همانند نقطه B آلتزه شده است و کانی‌زایی لیمونیتی و هماتیتی در آن به وضوح قابل شناسایی است پرتوزایی تا ۱۳۰۰ cps می‌رسد، باید اشاره کرد در نمونه EA-S8-3 که از همین نقطه تهیه شده است مقدار اورانیم ۳۶/۶ ppm به همراه غنی‌شدگی از نظر عناصر As, Ba, Cu, Mo, Pb, S, Se, Sr, Zn مشاهده می‌گردد (شکل ۸ و جدول ۱). در نقطه D که رخنمونی تازه و آلتزه نشده از توده مشاهده می‌گردد پرتوزایی تا ۴۵۰ cps می‌رسد (شکل ۹).

در واحدهای رسوبی احاطه کننده نفلین سینیت رزگانه بیشترین پرتوزایی ثبت شده مربوط به نقاط E و F می‌باشد که به ترتیب ۳۵۰ و ۴۵۰ cps پرتوزایی نشان می‌دهند (شکل ۳). این نقاط بر روی واحد ماسه‌سنگی Mc (سنگ میزبان احتمالی) قرار دارند که نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی EA-S8-5 و EA-S8-6 از آن‌ها تهیه شده است

که به ترتیب حاوی ۴۹/۴ و ۵۲/۴۳ ppm اورانیوم هستند و صحت افزایش پرتوزایی ثبت شده را نشان می‌دهند (شکل ۵ و جدول ۱).



شکل ۷: کنگلومرای جوان با پرتوزایی بالا (محل کنتاکت نقطه B)



شکل ۶: رخنمون آلتزه نفلین سینیت رزگاه (محل نقطه B)



شکل ۹: رخنمون نفلین سینیت رزگاه (محل نقطه D)



شکل ۸: رخنمون آلتزه شده نفلین سینیت رزگاه (محل نمونه EA-S8-3)

۷- بررسی‌های ژئوشیمیایی

با توجه به اهداف مطالعه صورت گرفته که در واقع بررسی هم‌سوی سنگ منشأ و سنگ میزبان کانی‌زایی احتمالی اورانیوم در ناحیه حاشیه توده نفوذی نفلین سینیت رزگاه می‌باشد، از واحد ماسه‌سنگی MC که بیش از نیمی از محتوای تشکیل دهنده آن از دانه‌های همان توده نفلین سینیت رزگاه است و به عنوان سنگ میزبان احتمالی مورد اکتشاف قرار گرفته به همراه بخش‌های آلتزه شده توده نفوذی مورد مطالعه، نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی صورت گرفت. نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه ALS در کانادا ارسال و از نظر ۴۹ عنصر با توجه به نوع آن به روش‌های ICP-OES و ICP-MS مورد آنالیز قرار گرفت که نتایج آن برای عنصر اورانیوم و عناصر ردیاب آن در جدول ۱ مشاهده می‌گردد.

نمونه EA-S8-3 از بخش آلتزه توده نفلین سینیت رزگاه گرفته شده است (نقطه B) که پرتوزایی تا حدود ۱۳۰۰ cps را نشان می‌دهد و همانطور که مشخص است با عیار ۳۶/۶ ppm اورانیوم به همراه غنی‌شدگی از نظر عناصر Co, Cr, Ni و تهیه‌شدگی عناصر پارائنز فاز مافیک-الترامافیک همانند As, Ba, Cu, Mo, Pb, S, Se, Sr, Zn معرف یک سنگ منشأ نسبتاً مناسب می‌باشد (شکل ۸).

جدول ۱: نتایج آنالیز نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی منطقه رزگه (سنگ منشا و سنگ میزبان احتمالی)

SAMPLE ID	X	Y	CPS	Ag	As	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Rb	S	Se	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	Zn	Zr
EA-S8-3	706281	4215374	1300	2.96	1910	8.3	<20	844	30.5	16	4171.9	53.8	47532	15.21	0.5	572.6	8.11	432	36.59	55	155.1	9.7
EA-S8-4	708720	4214120	450	<0.05	4.5	4.8	69	61.9	1.1	18	34.4	40.6	296	0.27	0.8	217.9	8.19	612	31.44	85	106.5	39.9
EA-S8-5	708808	4214112	200	0.06	2	5.3	41	63.7	0.4	17	19.2	47.6	312	0.27	0.8	170	7.46	578	154.51	86	106.2	39.3
EA-S8-6	708480	4213870	350	0.51	4.2	4.9	<20	40.6	1.2	4	25.4	87.5	<100	0.18	0.8	173.4	5.64	2012	49.36	75	40.9	21.5
EA-S8-7	708465	4213857	450	<0.05	3.5	3.5	45	30.6	0.9	11	28.2	47	208	0.14	0.8	187.8	9.21	530	52.43	80	67.5	24.8

نمونه‌های EA-S8-4, EA-S8-5, EA-S8-6 و EA-S8-7 از واحد ماسه‌سنگی Mc (نقطه E و F) که به عنوان میزبان احتمالی معرفی گردیده، برداشت شد که حاوی مقادیر اورانیوم از ۳۱/۴۴ تا ۱۵۴/۵۱ ppm می‌باشند (شکل ۵). مقادیر اورانیوم موجود در این نمونه‌ها بسیار بالاتر از حد کلارک عنصر اورانیوم در ماسه‌سنگ‌ها (۳/۲۱ - ppm ۰/۴۱) (دالکمپ، ۱۹۹۳) است و با توجه به فاصله بسیار کم این سنگ میزبان نسبت به توده نفلین سینیت و این موضوع که بیش از نیمی از دانه‌های تشکیل دهنده این ماسه‌سنگ از توده نفلین سینیتی می‌باشد، می‌توان گفت ماسه‌سنگ مورد اشاره از محتوای اورانیوم موجود در سنگ منشأ آن (توده نفلین سینیت) غنی شده است. البته می‌توان به این نکته نیز اشاره کرد که سیستم هیدرودینامیکی موجود در منطقه نیز می‌توانسته در غنی‌شدگی واحد ماسه‌سنگی فوق در طی دامنه عملکرد آب‌های زیرزمینی تأثیرگذار باشد که مطالعات هیدروژئوشیمیایی دقیقی را طلب می‌کند. اندازه دانه‌های تشکیل دهنده واحد ماسه‌سنگی از نمونه EA-S8-4 که در کنتاکت با توده نفلین سینیت قرار دارد به سمت نمونه EA-S8-7 که فاصله بیشتری از توده دارد کاهش می‌یابد که خود دلیلی بر رسوبگذاری ماسه‌سنگ میزبان از توده نفلین سینیت می‌باشد چراکه توده از واحدهای رسوبی در برگیرنده آن قدیمی‌تر و از حاشیه توده به سمت مناطق پست‌تر اندازه دانه‌ها کاهش می‌یابد.

۸- بحث و نتیجه گیری

مطالعات صحرائی، برداشت‌های پرتوسنجی و داده‌های لیتوژئوشیمیایی بدست آمده از توده نفلین سینیت رزگه و واحد ماسه‌سنگی Mc (میزبان احتمالی) نتایج ویژه‌ای را در جهت معرفی این توده به عنوان منشأ اورانیوم به همراه دارد که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود.

افزایش پرتوزایی تا حداکثر ۲۴۰۰ cps در بخش‌های به شدت آلتزه و تا ۴۰۰ cps در بخش‌های غیر آلتزه از این توده ثبت گردیده و همچنین افزایش پرتوزایی تا ۴۵۰ cps در واحد Mc نسبت به مارن‌های اطراف این واحد نمایانگر غنی‌شدگی عنصر اورانیوم در این نواحی است، که بررسی نمونه لیتوژئوشیمیایی EA-S8-3 که حاوی ۳۶/۵۹ ppm اورانیوم به همراه غنی‌شدگی سایر عناصر پراژنز آن می‌باشد این موضوع را تأیید می‌کند.

علاوه بر این، از نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی برداشت شده از واحد ماسه‌سنگی Mc که در کنتاکت با توده نفلین سینیت رزگه قرار گرفته و تقریباً از دانه‌های فرسایش یافته توده مورد نظر نیز تشکیل شده است می‌توان نتیجه گرفت که توده نفلین سینیت رزگه نقش منشأ اورانیوم را در غنی‌شدگی اورانیوم موجود در این واحد ماسه‌سنگی داشته است چراکه محتوای اورانیوم به همراه عناصر پراژنز آن در این نمونه‌ها تا مقادیر بالایی غنی شده است. به عنوان مثال در نمونه EA-S8-5 تا ۱۵۴/۵۱ ppm اورانیوم ثبت شده است و در سایر نمونه‌ها از جمله نمونه‌های EA-S8-4 تا EA-S8-7 نیز این غنی‌شدگی مشاهده می‌شود.

البته باید به این نکته نیز اشاره کرد که نمونه EA-S8-5 در فاصله کمتری از توده نفلین سینیت رزگه نسبت به نمونه‌های EA-S8-4, EA-S8-6 و EA-S8-7 قرار گرفته است و همانطور که مشخص است عیار اورانیوم بالاتری را نیز دارا می‌باشد لذا می‌توان نتیجه گرفت، بخش‌های ماسه‌سنگی که در حاشیه توده نفلین سینیت در کنتاکت با آن

جای گرفته‌اند غنی‌شدگی بیشتری از اورانیم را دارا می‌باشند و به نظر می‌رسد این غنی‌شدگی در اثر تخریب توده نفلین سینیت بوده است.

با توجه به داده‌های بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که توده نفلین سینیت رزگانه منشأ مناسبی برای اورانیم است و واحدهای ماسه‌سنگی (واحد MC) اطراف آن در طی عملکرد آب‌های زیرزمینی غنی‌شدگی از اورانیم را تا مقادیر مناسبی در مطالعات سطحی نشان می‌دهند و پیشنهاد می‌شود تا بعلت پوشش واحدهای عهد حاضر، در بخش جنوبی توده مورد مطالعه عملیات حفاری به جهت اکتشاف ماسه‌سنگ آنومال معرفی شده و غنی‌شدگی احتمالی آن از اورانیم صورت گیرد.

۹- سپاسگزاری

از آقایان مهندس پیام سودی‌شعار، مهندس علیرضا فضائیل، مهندس احسان آشوری، خانم دکتر مستانه شارمد، آقای دکتر محمدرضا جعفری، آقای دکتر مارک کریستین پیرلو که در طی مطالعات صورت گرفته تمام تلاش خود را در پیشبرد آن انجام دادند تشکر و قدردانی می‌شود و به ویژه از آقای مهندس مهدی احدی که در تمام مراحل کار همراه و همکاری صمیمی بودند تشکر و قدردانی ویژه می‌شود.

۱۰- منابع

- ۱- علوی تهرانی و همکاران، ۱۳۷۶، گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ اهر، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۲- علوی تهرانی و همکاران، ۱۳۵۳، گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰،۰۰۰ اهر، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۳- کریم‌پور، م.ح. و سعادت، س.، ۱۳۷۳، زمین‌شنای اقتصادی کاربردی، دانشگاه فردوسی مشهد، شابک: ۳- ۱۷- ۶۱۵۷- ۹۴۶.
- ۴- مجیدی سیدبیگلو، س.ا. و احدی، م.، ۱۳۸۸، گزارش نقشه زمین‌شناسی معدنی ۱:۲۵۰،۰۰۰ رزگانه، پروژه اکتشاف رسوبی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، کد ۱۸۸۰.
- 5- Cook, D. and Kirk, W., 1991, *Rocks & Minerals of the World*. Kingfisher, ISBN: 0-86272-693-X, 1991.
- 6- Dahlkamp, F.J., 1993, *Uranium ore deposits*, Springer, ISBN 3-54G5326f 1 (Berlin Heidelberg New York: acid-free paper) - ISBN 0-387-53261- (New York Berlin Heidelberg: acid-free paper).
- 7- Hou, B.; Fabris, A.J.; Kelling, J.L. and Fairclough, M.C., 2007. Cainozonic Palaeochannel –Hosted Uranium and Exploration Methods, South Australia. *MESA Journal* 46, pp. 34-49.
- 8- Pirlo, M.C. and Giblin, A.M., 2004. Application of groundwater–mineral equilibrium calculations to geochemical exploration for sediment-hosted uranium observations from the Frome Embayment, South Australia. *Geochemistry Exploration Environment Analysis*, Vol. 4 2004, pp. 113–127.
- 9- Min, M.Z; Luo, X.Z.; Mao, S.L.; Wang, Z.; Wang, R.Z. and Qin, L.F., 2001. An excellent fossil wood cell texture with primary uranium minerals at a sandstone-hosted roll-type uranium deposit, *Ore Geology Reviews*, NW China.
- 10- Mina, M.; Chenb, J.; Wangc, J.; Weic, G. and Fayekd, M., 2005. Mineral paragenesis and textures associated with sandstone-hosted roll-front uranium deposits, *Ore Geology Reviews* 26, pp. 51–69, NW China.