

# منشأ یابی مواد پرتوزایی طبیعی در منطقه مجل کلاردشت

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

چالوس [aa\\_hasanimoghadam@yahoo.com](mailto:aa_hasanimoghadam@yahoo.com)

دکتر عیسی متاجی امیررود، استادیار گروه زمین شناسی (عضو هیأت علمی دانشگاه چالوس)

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

## چکیده

دره مجل در جنوب شرق کلاردشت و شمال شرق رشته کوه علم کوه قرار دارد. از نظر زمین شناسی دره مجل جزء زون شمالی البرز مرکزی بوده، واحدهای سنگ چینه ای آن از آهکها و شیل های سیاه رنگ سازند مبارک به سن کربنیفر زیرین پوشیده شده است. واحدهای آذرین و ندرین و علم کوه در طی اواخر سنوزوئیک با نفوذ به داخل واحدهای رسوبی دره مجل، ضمن دگرگونی سبب ایجاد دایک ها و ورگه معدنی در منطقه شده و کانی زایی ایجاد کردند، در این بین آنومالی عناصری از قبیل Nb, Zr, Th نسبت به سایر عناصر قابل توجه می باشد. نفوذ دایکهای مونزونیتی با کانی زایی اورانیوم و تورنیوم در منطقه سبب چال، نفوذ دایک های اپلیتی در دره باریک نو از جمله این آنومالیها می باشد، اندازه گیریهای انجام گرفته نشان می دهد، شدت پرتوزایی در داخل توده های نفوذی اپلیتی ۳۵۰۰ CPS و در دایکهای مونزونیتی ۱۵۰۰ CPS است. با توجه به عبور آبهای زیر زمینی از منطقه مجل و آنومالی بالای عناصر پرتوزا امکان استفاده افراد ساکن منطقه کلاردشت از آبهای حاوی عناصر پرتوزا بسیار بالا می باشد، آنومالی بالای عناصر موجود در آب آشامیدنی تاییدی بر این مسئله می باشد.

کلمات کلیدی: پرتوزای طبیعی، کلاردشت، مجل، عناصر شیمیایی.

## مقدمه

برخی از عناصر شیمیایی تشکیل دهنده در مقادیر مشخص در حفظ سلامتی موجودات زنده نقش مهم و اساسی داشته، در مقادیر بالا سمی و خطرناک محسوب می شوند. در این تحقیق با توجه به آنومالی بالای عناصر موجود در سنگ های آذرین دره مجل کلاردشت در استان مازندران، ویژگیهای سنگ چینه ای محدوده و مشخصات پتروگرافی این سنگ ها مورد تحقیق قرار گرفته، با بررسی ژئوشیمیایی سنگ ها و عناصر موجود در آب های سطحی و چشمه ها، ارتباط بین بیماریها و فراوانی عناصر مورد بررسی قرار می گیرد.

## نتایج حاصل از مطالعات لیتواستراتیگرافی در منطقه مجل کلاردشت

بررسی های صحرائی نشان می دهد، بلافاصله آبادی مجل به دره مجل در شمالی ترین بخش محدوده از نهشته های رسوبی متعلق به سری قاره ای اواخر پلیوسن - اوایل کواترنر پوشیده شده است. این واحد سنگی که در ادامه به آهکهای متبلور شده و تیره رنگ کربنیفر می رسد. این واحد های سنگی تماما متعلق به سازند مبارک می باشد که به سبب نفوذ توده های آذرین و نداربن و علم کوه کاملاً متبلور و خرده شده می باشند، بطوری که در اکثر بخشها بخصوص بخشهای جنوبی لایه بندی طبیعی آن نیز به هم خورده می باشد. (آقاباتی، ۱۳۸۵)

در سالهای ۵۶-۱۳۵۵ گروههای اکتشافی البرز مرکزی از بخش اکتشاف سازمان انرژی اتمی ایران موفق به کشف

پرتوزایی ناهنجار در دره مجل، منطقه کلاردشت شده اند. (سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۳۷۶)

پرتوزایی ناهنجار منطقه گرچه در بدو امر به وجود کانی سازی اورانیوم نسبت داده می شد و همین امر موجب تمرکز عملیاتی در منطقه و حتی حفر چندین گمانه اکتشافی گردیده ولی بعداً با شناخت بیشتر و انجام آنالیزهای دقیق تر محقق شد که بر خلاف تصور قبلی، پرتوزایی معلول وجود توریموم در همراهی با Zr و Nb بوده است. با توجه به ارزش پتانسیل معدنی برای کانی سازی زیرکن، Th و Nb، سامانی ۱۳۹۶ این منطقه را بعنوان یکی از مکانهای با استعداد بالقوه برای زیرکن معرفی کرده است. با مطرح شده پروژه زیر کن، مرکز تکنولوژی هسته ای (سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۳۷۶) با ماموریت شرکت تکاپو در ارزیابی منابع زیر کن کشور، این منطقه مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

علاوه بر آنکه در عملیات اکتشافی انجام شده پیشین (امور اکتشاف سازمان انرژی اتمی ایران ۱۹۷۸) که در آن محدوده دره مجل از طریق پرتوسنجی به عنوان منطقه پرتوزا معرفی گردیده بود. برای شناخت پتانسیل کانی سازی این توده آذرین، عملیات ژئوشیمی گسترده ای روی نمونه های واریزه ای و رسوبات آبراهه ای صورت پذیرفته است نقاط دارای ناهنجاری ژئوشیمیایی برای

عناصر مختلف و از آن جمله Zr و Th و U و Pb و Zn و Cn و Mo و As نمایش داده شده است. با توجه به وابستگی مستقیم Th و Zr با Nb محتمل است که نقاط دارای ناهنجاری Zr و Th از لحاظ Nb نیز ناهنجان باشند (فیروزنیا، ۱۳۸۱)

مطابق با مطالعات انجام گرفته، محدوده دارای Zr و Th و U محدود به دره مجل و منحصر به زون پرتوزای شناخته شد و در فرا دست دره وندارین است که می تواند در سمت جنوب به هم متصل و در حقیقت زون حاشیه ای این توده را شامل گردد. علاوه بر ناهنجاری مورد اشاره از نظر U-Th-Zr محدوده ناهنجاری ژئوشیمیایی گسترده ای نیز از Pb-Zn قابل شناسایی است که به عنوان ناهنجاری فلزات پایه (Base Metal Anomalies) از آن یاد شده است. (خلج، ۱۳۸۴)

مطابق گزارش اکتشافی شماره ۱۸ امور اکتشاف سازمان انرژی اتمی ایران، سه محدوده دارای پرتوزایی ناهنجان شامل:

الف- محدوده اکیل دره (ناحیه شماره یک)

ب- محدوده سیب چالک- تورک دره (ناحیه شماره دو)

پ- محدوده چاک نو (ناحیه شماره سه)

وجود دارد که همگان در زون ناهنجان ژئوشیمیایی Zr و Th و در حوالی دره مجل قرار می گیرند.

برای بررسی سنگ شناسی و آنالیز نمونه های مختلف سنگ شناسی از منطقه دره مجل اقدام به برداشت ۱۰ نمونه سنگی داده شده است. این نمونه ها از نظر ترکیب شیمیایی اکسیدهای اصلی، عناصر فرعی، عناصر نادر خاکی و پتروگرافی مورد مطالعه قرار گرفته است. (جدول ۱، ۲)

جدول شماره (۱) تجزیه نمونه های گرفته شده از منطقه زیر کن دارمجل کلاردشت (مقادیر اکسیدهای اصلی بر حسب درصد و مقادیر عناصر فرعی بر حسب PPM)

شماره نمونه	k-1	k-2	k-3	k-4	k-5	k-6	k-7	k-8	k-9
عناصر									
Sio <sub>2</sub>	۶۷/۵۵	۶۷/۱۴	۶۸/۰۵	۷۳/۷۱	۶۷/۹۵	۶۶/۴۶	۶۰/۵۰	۵۸/۰۷	۶۴/۲۹
TFe	۲/۵۳	۲/۵۱	۳/۴۶	۳/۱۷	۲/۹۳	۲/۱۸	۷/۸۹	۶/۲۶	۲/۵۲
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	۱۶/۴۶	۱۶/۳۸	۱۵/۴۶	۱۱/۲۱	۱۵/۹۷	۱۶/۷۳	۱۳/۳۵	۱۰/۲۶	۱۸/۹۹
TiO <sub>2</sub>	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۴۱	۰/۳۷	۰/۵۳	۰/۹۰	۰/۳۷

<b>MnO</b>	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۵۸	۱/۰۲	۰/۰۴
<b>CaO</b>	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۱۶	۰/۷۳	۰/۱۸	۰/۳۳	۳/۰۵	۷/۶۶	۱/۴۶
<b>MgO</b>	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۴۲
<b>P2O5</b>	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۲۰
<b>K2O</b>	۵/۵۰	۵/۴۲	۵/۲۳	۵/۱۸	۵/۳۸	۵/۱۸	۴/۳۸	۴/۰۹	۴/۸۲
<b>Na2O</b>	۲۵/۶	۶/۴۴	۵/۸۱	۳/۹۱	۶/۰۵	۶/۰۱	۷/۰۷	۴/۹۵	۶/۷۹
<b>Sr</b>	۶۷	۶۵	۵۴	۶۲	۸۳	۸۶	۷۶	۱۰۳	۸۲۰
<b>Ba</b>	۱۵۱	۱۲۹	۷۰	۸۵	۱۹۷	۱۴۲	۸۰	۷۹	۱۴۲۳
<b>F(%)</b>	۰/۰۵۰	۰/۰۴۶	۰/۰۲۵	۰/۰۶۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲	۰/۱۶۲	۰/۴۱۴	۰/۰۷۰
<b>Be</b>	۱۰	۱۲	۹	۱۷	۸	۱۲	۲۵	۶۸	۲/۷
<b>U</b>	۱۶/۱	۱۶/۲	۳۴/۶	۸۶/۶	۱۵/۵	۱۱/۰	۱۵۹/۸	۹۸/۲	۳/۸۵
<b>Th</b>	۱۰۳	۷۹/۳	۵۹/۲	۱۶۴	۷۳	۱۰۱/۳	۲۵۵	۸۷۷/۵	۲۲/۲
<b>Cs</b>	۱/۰۰	۴/۰۲	۱/۰۳	۰/۵۲	۲/۵۱	۲/۶۳	۱/۰۱	۴/۱۵	۰/۵۵
<b>Li</b>	<۰/۱۰	۰/۴۲	<۰/۱۰	۲/۴۵	۳/۷۰	۳/۷۰	۱۲/۳۱	۲۴/۱۰	۱/۱۸
<b>W</b>	۱۴۸	۱۲۷	۷۲/۹	۱۱۳/۴	۹۵/۱	۹/۵۱	۵۷/۱	۴۷/۶	۷۹/۳
<b>Sn</b>	۷/۴۵	۱۲/۶۸	۸/۳۵	۱۳/۷۴	۱۱/۷۲	۱۱/۷۳	۳۲/۲۴	۵۹/۹۲	۷/۹۹

جدول شماره (۲) صورت تجزیه عناصر کمیاب از منطقه پرتوزای مجل کلاردشت (روش‌های ICP و شیمیایی)

شماره نمونه	F(%)	Be	U	Th	Cs	Li	W	Sn	Zr
k-1	۰/۰۵۰	۱۰	۱۶/۱	۱۰۳	۱/۰۰	<۰/۱۰	۱۴۸	۷/۴۵	۱۲۱۱
k-2	۰/۰۴۶	۱۲	۱۶/۲	۷۹/۳	۴/۰۲	۰/۴۲	۱۲۷	۱۲/۶۸	۱۳۲۹
k-3	۰/۰۲۶	۹	۳۴/۶	۵۹/۲	۱/۰۳	<۰/۱۰	۷۲/۹	۸/۳۵	۸۷۴
k-4	۰/۰۶۰	۱۷	۸۶/۸	۱۶۴	۰/۵۲	۲/۴۵	۱۱۳/۴	۱۳/۴۷	۲۱۴۴
k-5	۰/۰۲۵	۸	۱۵/۵۰	۷۳/۰	۲/۵۱	۳/۷۰	۹۵/۱	۱۱/۷۲	۱۴۰۶

k-6	۰/۰۲۰	۱۲	۱۱/۰	۱۰۱/۳	۲/۶۳	۰/۴۲	۱۰۲/۰	۶/۲۶	۱۴۹۶
k-7	۰/۱۶۲	۲۵	۱۵۹/۰	۲۵۵	۱/۰۱	۱۲/۳۱	۵۷/۱	۳۲/۲۴	۶۳۱۲
k-8	۰/۴۱۷	۶۸	۹۸	۸۸۷/۵	۴/۱۵	۲۴/۱۰	۴۷/۶	۵۹/۹۲	۱۱۵۷۷
k-9	۰/۰۷۰	۲/۷	۲۲/۲	۲۲/۲	۰/۵۵	۱/۱۸	۷۹/۳	۷/۹۹	۴۱۸

### کانه آرایبی نمونه‌های کلاردشت

### کانه آرایبی پرتوی (Radiometric Sorting)

نمونه مخلوطی از کانسنگ کلاردشت که حاوی مقادیر شیمیایی از عناصر موردنظر بوده تحت آزمایش کانه آرایبی پرتوی قرار گرفته است و در آن مقادیر دارای CPS متفاوت در درجات ۲۰۰-۱۰۰ CPS، ۴۰۰-۳۰۰ CPS و  $> ۵۰۰$  CPS قرار گرفته است. نمونه مورد آزمایش دارای مقادیر ذیل از عناصر Zr و Nb و Th و U و Mo بوده است:

عنصر	Zr	Nb	Th	U	Mo	(ppm) گرم در تن
مقدار	۱۹۹۳۲	۳۸۷۱	۱۱۲۷	۶۹	۴۳۷	

### جدول شماره (۳) صورت تجزیه و نمونه‌های حاصل از کانه آرایبی پرتوی (Radiometric Sorting)

شماره نمونه/عناصر	Z-52	Z-53	Z-54	Z-55	Z-56	Z-57
	۱۰۰-۲۰۰CPS	۲۰۰-۳۰۰CPS	۳۰۰-۴۰۰CPS	۴۰۰-۵۰۰CPS	$> ۵۰۰$ CPS	کل نمونه
Zr	۴۰۹۸۸	۱۷۳۹۴	۲۱۰۳۰	۱۵۴۶۰	۱۳۳۳۲	۱۹۹۳۲
Nb	۵۶۱	۳۳۰۱	۴۳۱۵	۳۰۵۵	۲۸۱۵	۳۸۷۱
Th	۳۸۳	۷۴۲	۱۰۰۱	۱۲۱۸	۱۲۶۹	۱۱۲۷
U	۶۲	۴۹	۷۲	۶۱	۱۰۷	۶۹
Mo	۳۰۸	۱۷۲	۶۰۴	۵۷۶	۱۱۶۷	۴۳۷

Sn	۱/۰	۹	۵	۸	۹	۹
Sb	۲	۱۲	۱۰	۴	۴	۸
Ba	۸۳	۹۸	۱۰۱	۱۰۲	۹۸	۱۰۲
Pb	۱۴۰	۱۷۳	۱۴۸	۱۶۷	۱۶۹	۱۷۴
Bi	۱	۳	۱	۱	۱	۱
Co	۴۲	۲۱	۲۲	۱۹	۱۹	۲۳
Ni	۴۴	۳۰	۳۳	۲۱	۴۰	۴۸
Cu	۶۶	۴۳	۸۰	۴۷	۳۴	۱۲۹
Zn	۱۷۴۷	۱۷۷۳	۲۴۱۶	۲۵۰۹	۳۸۷۵	۲۱۱۸
W	۱۳۲	۶۳	۶۸	۴۷	۳۴	۵۹
Pb	۶۴۸	۵۰۲	۵۷۳	۴۹۹	۵۳۶	۴۸۱
Sr	۵۱۵	۳۵۶	۵۰۲	۳۹۵	۸۰	۱۰۴
Y	۲۰۱	۱۲۰	۱۳۴	۱۱۴	۹۸	۱۴۴

مروری بر ارقام به دست آمده حاکی از آن است که:

الف- مقدار توریوم می‌تواند با جداسازی پرتوی غنی گردد، اما این غنی‌سازی رقم بالایی را شامل نمی‌شود.

ب- در نمونه کل مقدار Nb برابر ۳۸۷۱ گرم در تن بوده که در نمونه جدا شده در دامنه پرتوی CPS ۲۰۰-۱۰۰ می‌تواند به حدود برابر یعنی ۶۵۶۱ گرم در تن افزایش یابد.

پ- مقدار Zr در نمونه اولیه ۱۹۹۳۲ گرم در تن بوده که آن هم در جداسازی دامنه پرتوی CPS ۲۰۰-۱۰۰ به حدود دو برابر یعنی ۴۰۹۹۸ گرم در تن افزایش می‌یابد. حال آنکه در دامنه‌های بالاتر مقدار Zr کمتر از مقدار اولیه ظاهر می‌شود.

انجام آزمایشات اولیه در این مرحله از مطالعات مبین این حقیقت است که کانی‌آرایی پرتوی فقط در دامنه جداسازی پایین (حدود CPS ۲۰۰-۱۰۰) می‌تواند کارآمد باشد و در دامنه‌های بالاتر کارآیی چندانی ندارد.

نتیجه گیری:

۱- منطقه مجل در جنوب شرق کلاردشت واقع است که از نظر واحد های سنگ چینه ای متشکل از سازند های درود و مبارک می باشد که عمدتاً متاثر از نفوذیه های آذرین اکاپل ، ونداربنودیوچال دگرگون گشته و اغلب خرد شده است و درشت بلور می باشد آهک های تیره رنگ و متبلور سازند مبارک که بخش عمده آنها بخصص در جنوب دره مجل به مرمریت تبدیل شدند بیشترین فراوانی را در این محدوده تشکیل میدهند.

۲- بررسی ژئوشیمیایی به همراه پرتوسنجی نشان می دهد که محدوده دره مجل در سه بخش ۱- اکیل دره یا پشته زمین ۲- پست چال - تورک دره ۳- چاک نو- سرد آب رود که دارای آنومالی عناصر زیر کونیوم ، اورانیوم و توریم می باشد

۳- در منطقه اکیل دره دایک نفوذی به داخل آهک های مبارک نفوذ کرده و کانی زایی Nb,th,zr از شدت بیشتری برخوردار است.

۴- در منطقه پست چال تورک دره نیز نفوذ دایک های مونزونیتی سبب کانی زایی اورانیوم .توریم شده علاوه بر اینکه نفوذ این توده سبب دگرگونی شدید آهک های سازند مبارک و تبدیل به مرمریت شده در این محدوده شدت پرتوزایی به بیش از cps ۱۵۰۰۰ می رسد کانی زایی فلورین نیز در این محدوده دیده می شود علاوه بر این میزان توریم ، زیر کونیوم ، وانادیوم ، آرسنیک ، نیوبیوم ، کروم و تنگستن چند برابر حد استاندارد است.

۵- در منطقه چاک نو - سردابه رود ، نفوذ اپلیتی بصورت دایک در باریک نو سبب زمینه پرتوزایی تا حدود cps ۵۰۰ شده ، در لارو سر پرتوزایی سنگهای آهکی ۷۰ تا ۴۰ cps بوده ولی پرتوزایی در دایک اپلیتی به cps ۳۵۰۰ می رسد ؛ در دره چاک نو که واحدهای آهکی مبارک به شدت دگرگون شده و خرد می باشند ، نفوذ توده آذرین بصورت دایک های سبب بهم ریختگی واحد های سنگی شده در این منطقه میزان پرتوزایی بسیار بالا بوده و بعضاً به بیش cps ۱۰۰۰۰ می رسد.

۶- میزان کانی سازی نیوبیوم Nb ، بسیاری از توده های نفوذی در دره مجل نزدیک به ppm ۴۰۰۰ می باشد می رسد.

۷- به سبب بالا بودن میزان آنومالی عناصر پرتوزا بخصوص توریم ، اورانیوم ، و آنومالی شدید زیر کونیوم و نیوبیوم در دره مجل و ارتباط آن با بیماری زایی پیشنهاد میشود میزان پرتو سنجی اشعه الفل و بتا در رودخانه مجمل و چشمه های مورد مصرف اهالی مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد و بصورت دایم مورد سنجش قرار گیرد و در صورت امکان نسبت به محدود کردن مصرف خوردنی این چشمه ها اقدام گردد.

منابع فارسی

۱. آقاباتی، سید علی؛ ۱۳۸۵؛ زمین شناسی ایوان؛ ناشر سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

مشهد.

۲. سازمان انرژی اتمی ایران؛ ۱۳۷۶ ، گزارش نهایی بررسی منابع زیر کنیم در ایران

۳. خلیج، مرضیه ۱۳۸۴؛ بررسی توده های گرانیتوئیدی اکاپل؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، استاد راهنما ولی زاده، محمد ولی

۴. فیروز نیا، علی؛ ۱۳۸۱، گزارش عملیات اکتشاف و ژئوشیمیایی آبراهه ای و کانی سنگین در محدوده گرانیت توچال