



## ارزیابی ناحیه‌ای و بررسی مقدماتی زمین‌شناختی، ساختاری و فلززایی حوضه دشت کویر و احتمال تشکیل کانه‌زایی اورانیوم نوع رسوبی - سطحی در آن

سپیده کمالی صدر\*

امور اکتشاف و استخراج، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۱۳۳۹، تهران - ایران

**چکیده:** دشت کویر ایران، بزرگترین حوضه کویری و فروافتاده داخلی ایران است که در حدود ۹۰۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. این حوضه در مرکز ایران و جنوب رشته کوه‌های البرز در راستای شرقی - غربی امتداد یافته و ساختاری نامتقارن دارد. پوشش حوضه عموماً از توالی‌های پیچیده ماسه‌های دریایی - قاره‌ای الیگوسن - میوسن تشکیل شده است. با توجه به ویژگی‌های سیستم زه‌کشی، توالی‌های ماسه‌ای، رسوبات آبرفتی، آبرفتی - دلتایی و دریاچه‌ای، شرایط آب و هوایی و ریخت‌شناسی، ساختاری و فلززایی، فرورفتگی کویر بزرگ به طور عمومی جهت تشکیل ذخایر اورانیوم نوع برونزاد و نوع سطحی (دره‌های پرشده، دشت سیلابی، دلتایی و پلایایی) مناسب است. رخدادهایی که در حاشیه جنوبی و شمال شرقی دشت کویر شناخته شده‌اند شامل رخدادهای عروسان، آیرکان و محمدآباد است. موقعیت‌های زمین‌شناختی - ساختاری مشابهی برای کانه‌زایی اورانیوم در حاشیه دشت کویر نیز محتمل است.

**واژه‌های کلیدی:** حوضه کویر بزرگ، پلایا، ذخیره اورانیوم نوع رسوبی - سطحی، کالکریت، حوضه رسوبی

## Regional Evaluation and Primary Geological, Structural and Metallogenical Research of Great Kavir Basin as View of Possibility Formation of Sedimentary- Surficial Uranium Mineralization

S. Kamali Sadr\*

Exploration and Mining Affairs, AEOL, P.O. Box: 1339-14155, Tehran - Iran

**Abstract:** Great Kavir basin is the largest inner basin in Iran that extended about 90000 km<sup>2</sup>. This basin is situated in the centre of Iran, to the south from Alborz mountain range and elongated in the sub - latitudinal trend and its construction is asymmetric. The basin cover consists generally of complicated sequence of continental - marine Oligocene - Miocene molasses. According to drainage systems conditions, molassoid cycles, alluvial, alluvial - deltaic and lacustrine sediments, climate, morphological conditions and metallogenic and structural features, Great Kavir depression generally is favorable for exogenic and surficial uranium deposits (valley - fill, flood plain, deltaic and playa). Uranium occurrences that are known in the southern and north eastern part of the margin Great Kavir basin, are Arosan, Irekan and Mohammad Abad. Similar geological - structural conditions for uranium mineralization is possible in the margin of Great Kavir basin.

**Keywords:** great kavir basin, playa, sedimentary- surficial uranium deposit, calcrete, sedimentary basin



---

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۴/۳/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۴/۷/۱۸  
\*email: skamalisadr@aeoi.org.ir



**۱- مقدمه**

بنا بر تصورات زمین‌شناسان و کارشناسان خارجی که در گذشته درباره زمین‌شناسی اورانیوم در ایران نظر داده‌اند، بدلیل شرایط زمین‌شناسی به ویژه اقلیم گرم و خشک و شرایط تکتونیکی فعال نوع فشاری<sup>(۱)</sup>، کشور ایران را فاقد امکانات تشکیل کانسارهای اورانیوم نوع رسوبی می‌دانستند. از بررسی ذخایر و منابع اورانیوم در کشورهای اورانیوم‌دار آسیا مانند قزاقستان، چین، مغولستان، ازبکستان، قرقیزستان، پاکستان، ترکیه و وجود منابع عظیم اورانیوم در کویر قره‌قوم و صحرای گبی و مقایسه تکوین زمین‌شناسی آنها با زمین‌شناسی ایران چنین برمی‌آید که آسیای مرکزی و محور چین‌خورده آلپ - هیمالیا، برخلاف تصورات پیشین، میزبان منابع و ذخایری از اورانیوم است که در دوره حاکمیت رژیم فشاری، تحت شرایط اقلیمی گرم و خشک و توسط آبهای زیرزمینی تشکیل شده است. با انتشار این اطلاعات، پندار کهن باطل و استعداد اورانیوم‌خیزی آسیا به ویژه چین‌خوردگی آلپ - هیمالیا مشخص شده است. امروزه منابع اورانیوم نوع رسوبی - ماسه سنگی بدلیل پیشرفت تکنولوژی «پالایش درجا»<sup>(۲)</sup> و ضخامت زیاد طبقات زمین، ارزانه‌ترین و مهم‌ترین انواع کانسارهای اورانیوم به حساب می‌آیند. بنابراین، لازم است که حوضه‌های رسوبی ایران به لحاظ استعداد کانه‌زایی اورانیوم نوع رسوبی بررسی شوند. در این کار پژوهشی برای نخستین بار، حوضه کویر بزرگ از نظر کانه‌زایی اورانیوم و ویژگیهای زمین‌شناسی، آبشناسی و فلززایی<sup>(۳)</sup> بررسی و احتمال کانه‌زایی اورانیوم نوع رسوبی در آن تشریح شده است.

ذخایر در مناطق عمقی و مدفون یافت نمی‌شوند و میزان سیمانی شدن آنها اندک است [۱]. بیشترین نهشته‌های شناخته شده اورانیوم در محیط‌های رسوبی مناطق خشک واقعند. انحلال و انتقال اورانیوم معمولاً در شرایط اکسید شدن صورت می‌گیرد [۲]. عامل انتقال در شرایط بیابانی، اغلب به صورت کربنات یا بی‌کربنات اورانیل بوده و در نواحی خشک مسافت انتقال طولانی است (چند ده کیلومتر) [۳]. اکتشاف اینگونه ذخایر بیشتر در مناطقی متمرکز می‌شوند که تحت شرایط گرمسیری هولوسن، پلیستوسن یا ترشیاری پایانی توسعه یافته‌اند [۴]. حوضه دشت کویر هم که شرایط گرمسیری در زمانهای پیش‌گفته را دارا بوده، از این جنبه حائز اهمیت است. عمده ذخایر اورانیوم سطحی در کالکریت‌هایی یافت می‌شوند که رسوبهای رودخانه‌ای هستند و با درجات مختلف کلسیتی شده‌اند [۱]. مهم‌ترین این ذخایر عبارتند از: یلیری Lake Yeelirrie, way در استرالیا، Aussinanis, Tubas, Trekkopje, Larger Heinrich در نامیبیا و Henkries, Kanasoas در شمال غرب آفریقای جنوبی [۳]. اورانیوم بیشتر به صورت کانی **کارنوتیت** یافت می‌شود. عوامل آب و هوا، ریخت‌شناسی و ژئوشیمی نقش مهمی در تشکیل کالکریت‌های اورانیوم‌دار دارند [۵]. سنگهای آذرین یا دگرگونی مناطق کراتونی، «سنگ منشأهای» مناسبی برای اورانیوم و وانادیوم هستند. در حاشیه جنوبی کویر بزرگ سنگهای دگرگونی پروتروزوئیک بالایی (بالا‌آمدگیهای پی سنگ بایکالی) مشهود بوده و از این بابت حایز اهمیت است.

**۲-۱ عوامل آب و هوایی**

خاک کشور ایران از نظر آب و هوا بطور کلی برای تشکیل ذخایر کالکریتی احتمالی مناسب تشخیص داده شده است [۵]. این شرایط آب و هوایی گرم و نیمه‌خشک، از دماهای متوسط تا بالا (بیش از ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و کمی

**۲-۲ ذخایر اورانیوم نوع رسوبی - سطحی**

ذخایر سطحی اورانیوم که خاکها یا رسوبات اورانیوم‌دار نیز نامیده می‌شوند، از ترشیاری تا عهد حاضر تشکیل شده‌اند. این



بارندگی، ناشی شده است. جالب توجه است که سطح کل قاره‌ها در چنین محدوده‌ای قرار دارند.

## ۲-۲ عوامل ریخت‌شناسی

کالکریتها از نظر ریخت‌شناسی، در مناطقی که دشتگون و پهناورند و آبراهه‌های داخلی آنها توسعه یافته‌اند بیشترین گسترش را می‌یابند [۵]. دشت کویر، دشتگون و پهناور بوده و آبراهه‌های درونی آن توسعه یافته و از نظر ریخت‌شناسی مناسب است.

## ۳- بررسی ویژگیهای دشت کویر

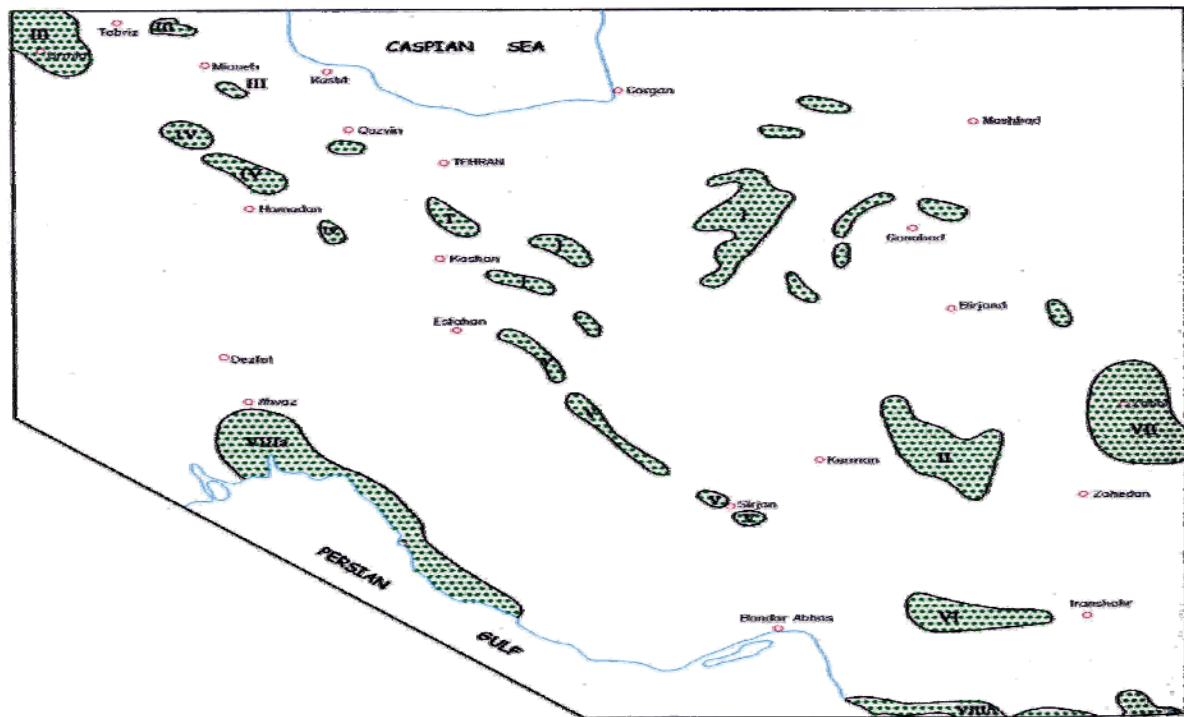
### ۳-۱ حوضه‌های الیگوسن - پلیوسن آلپی

بیشتر حوضه‌های رسوبی ایران در ساختارهای زمان الیگوسن - کواترنری قرار دارند. حوضه‌های بزرگ داخلی، بین کوهستانی، نیمه کوهستانی بوده و حاشیه فرورفتگی‌های سنوزوئیک در آن گسترش زیادی دارند. ساختارهای خطی کوچک و باریک نیز حایز اهمیت هستند [۶]. بخش شمالی ایران که مجاور رشته‌کوه‌های البرز قرار دارد، ابتدا تحت فشار زیاد قرار گرفته، پس از آن فرایند فرونشست صورت گرفته است و فرورفتگی‌های ایران مرکزی ایجاد شده‌اند [۷]. رشته ولکانیکی ائوسن نقش اساسی در جایگیری و موقعیت مکانی حوضه‌ها داشته است. نخستین مرحله تکامل در برخی از حوضه‌ها در پایان ائوسن و در برخی دیگر در آغاز الیگوسن ایجاد شده و مهمترین فرایند تکاملی در طی دوره الیگوسن - میوسن پدید آمده است [۸]. موقعیت حوضه‌های رسوبی بزرگ و عهد کنونی ایران در نقشه شکل ۱ نشان داده شده است. در این نقشه فقط وضعیت بخش‌های مرکزی و فرورفتگی‌های کواترنری که با رسوب‌های دانه درشت (دشتی)، رسوب‌های دریاچه‌ای و نمکی (کویری) و ماسه بادی عهد حاضر پُر شده‌اند،

نشان داده شده است. حوضه‌های الیگوسن - میوسن در هنگام بالا آمدن عمومی سرزمین ایران شکل گرفته‌اند. سرعت بالا آمدن حاشیه کوه‌ها از میوسن - پلیوسن نسبت به بالا آمدگی مناطق داخلی افزایش داشته است؛ در نتیجه، مناطق داخلی از بادهای مرطوب نسبتاً محروم مانده و رطوبت کمتری دریافت کرده‌اند [۹]. در همان زمان سیستم آبراهه‌ها از مناطق داخلی ایران به سوی اقیانوس‌ها مسدود شده و در نتیجه، در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها نمک و ژئپس و خاک‌های نمک‌دار ایجاد شده‌اند و واریزه‌ها از مناطق مرتفع که حاصل تخریب کوهستانها بوده‌اند به بخش‌های داخلی انتقال یافته‌اند [۷]. بزرگترین حوضه‌های بین کوهستانی در ایران مرکزی قرار دارند و کویر بزرگ لوت، گاوخونی، جازموریان و سیستان را شامل می‌شوند. این حوضه‌ها، ساختارهایی هستند که از رسوب‌های دریایی، مردابی و قاره‌ای تا ضخامت ۷ کیلومتر پُر شده‌اند. در مجاورت این فرورفتگی‌ها، آبراهه‌ها، دره‌های دیرین و فروافتادگی‌های<sup>(۴)</sup> تکتونیکی - فرسایشی کوچک قرار دارند که با رسوب‌های آبرفتی (رودخانه‌ای) و مردابی - دریاچه‌ای پُر شده‌اند [۶].

### ۳-۲ حوضه رسوبی کویر بزرگ یا دشت کویر

بزرگترین حوضه داخلی ایران، حوضه کویر بزرگ است که در حدود ۹۰۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. سیستم زه‌کشی این حوضه، اکنون ۱۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد که در مراحل اولیه تکامل سیستم زه‌کشی، وسعت منطقه تغذیه ۲۵۰۰۰۰ - ۲۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع بوده است (شکل ۲) که

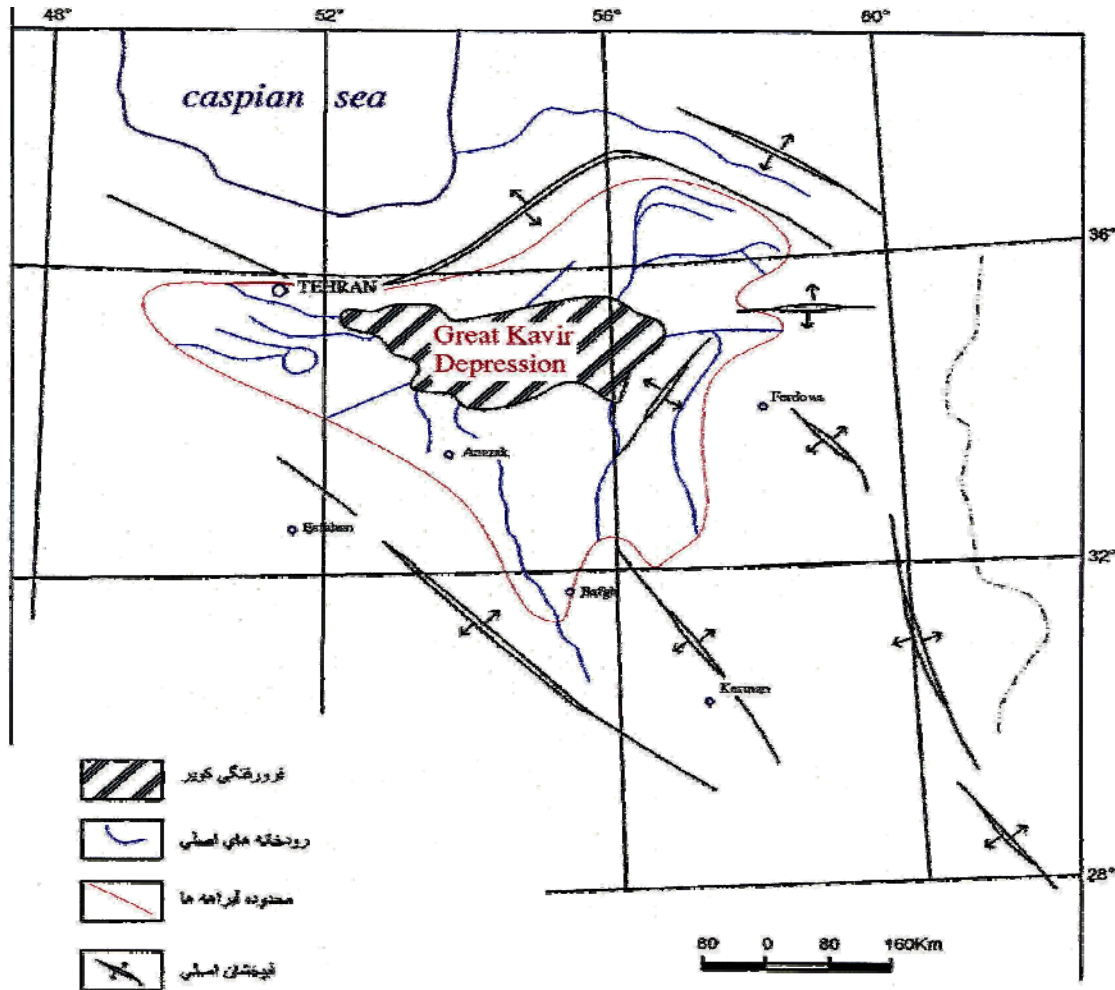


شکل ۱- نقشه ساده‌ای از حوضه‌های رسوبی جوان ایران.

سازند حد واسط بین رسوبهای دریایی تا مردابی آهکدار؛ سازند قرمز بالایی، شامل تناوبی از مارن، ماسه سنگ و رس به همراه لایه‌های نمکدار می‌باشد. تشکیل ملاسئیدها در دوره میوسن پایان یافته است [۸]. ملاسهای پلیوسن - کواترنری خاکستری رنگ با دگرشیبی بر روی کمپلکس سنگی الیگوسن - میوسن قرار گرفته و بخش مرکزی حوضه با رسوبهای کواترنری پُر شده است. این رسوبها شامل ماسه، گراول دانه درشت، نمک و کفه‌های نمکی می‌باشند [۱۱].

در امتداد دامنه‌های کوهستانی کویر تا حاشیه حوضه آن، ترکیب آنها از نمکی تا شورابه‌ای به شیرین و شورمزه (۱۰ گرم در لیتر) متغیر است و آب رودخانه‌ها به دریاچه‌ها و مردابها می‌ریزد. شبکه‌های آبرفتی قدیمی، انشعابهای بسیار دارند. جریان آبهایی که از بخشهای شمال شرقی، شرق و جنوب حوضه کویر وارد می‌شوند، اغلب رودخانه‌های قدیمی را شامل می‌شوند که به

مربوط به دوره الیگوسن - میوسن است [۶]. این حوضه در جنوب رشته کوههای البرز با امتداد نیمه‌عرضی واقع شده و ساختاری غیرمتقارن دارد. پی سنگ کویر بزرگ ناهمگن بوده و از قطعات توده‌های بایکالی، مناطق چین‌خورده هرسی نین، سیمرین، آلپ آغازین، مناطق زمین چاک (Suture Zone) و آتشفشانهای ناحیه‌ای ائوسن تشکیل شده است [۱۰]. مجموعه‌ای از رسوبهای قاره‌ای آذرآواری و دریایی، در همان زمان در مجاورت فرورفتگی کویر بزرگ تشکیل شده است. نخستین مرحله تکامل فرورفتگی کویر بزرگ ایران در الیگوسن یا در ائوسن انتهایی آغاز شده و فرایند فرورفتگی نسبی تا عصر حاضر ادامه داشته است [۷]. پوشش این حوضه عموماً از توالیهای پیچیده ملاسهای دریایی - قاره‌ای الیگوسن - میوسن تشکیل شده است. این توالیها متشکل از ۳ سازند متناوب است که شامل سازند آواری قرمز زیرین به همراه پاکتهایی از انیدریت و ژئپس؛



شکل ۲- نقشه ساده‌ای از فرورفتگی کویر بزرگ و سیستم آبراه‌های آن در الیگوسن - میوسن.

نه تنها در سیستم رودخانه‌ای بلکه در شرایط دریاچه‌ای - مردابی در بین رشته‌کوهها تجمع یافته‌اند و سیستم آبهای مناطق مرتفع در امتداد نصف‌النهار، در فرورفتگی کویر بزرگ تخلیه می‌شود. سیستم آبراه‌ها در غرب فرورفتگی کویر بزرگ گسترش کمتری دارند و تنها مشتمل بر چند رودخانه قدیمی‌اند که از شمال به غرب جریان دارند. دره‌های دیرین تنگ و باریک بوده‌اند و طول آنها از ۲۰۰ کیلومتر تا ۴۰۰ کیلومتر و عمق آنها بین نیم تا یک کیلومتر بوده است و از نظر شرایط رسوبگذاری، محیط دلتایی نزدیک به ساحل را در حاشیه حوضه کویر نشان می‌دهند. شیب متوسط در خط‌القعر رودخانه‌های این حوضه با توجه به اطلاعات موجود، از چند درجه تجاوز نمی‌کند که این شیب برای ایجاد رژیم

درون بخش داخلی حوضه دریایی - قاره‌ای تخلیه می‌شده‌اند. آبهای جاری بخشهای غربی و شمال غربی حوضه کویر، اهمیت چندانی ندارند. آبراه‌های بخش شرقی و بخش جنوبی حوضه کویر کفه‌ای بوده و شیب بستر رودخانه‌ها اندک است. فرایندهای فرسایشی، فرسایشی - تکتونیک، خطی تکتونیک و حوضه‌های انشعابی وضعیت دره‌های رودخانه‌ای را کنترل می‌کنند، به ویژه در دره‌های دیرین رودخانه‌دار که نیمه‌عرضی هستند و در بخش شرقی حوضه، در امتداد گسل کویر بزرگ قرار دارند. دره‌های قدیمی که در راستای طول جغرافیایی واقع‌اند، در بخشهای جنوبی حوضه بیشترین و موقعیت آنها تابع سیستم گسلهای تقریباً نصف‌النهاری است که در حاشیه بلوک انارک و طبس - کرمان قرار دارند. ملاسهای واقع در شمال شرقی حوضه



غیر از قسمت شمال شرقی آن که تعدادی رود با دلتای کور وجود دارد، در سایر قسمت‌ها رودخانه‌ها، اتفاقی یا فصلی بوده و آب آنها اغلب در میان دشتهای فرو می‌رود. قره‌سو مهمترین رودخانه حوضه آبریز دشت کویر است که آبهای سطحی منطقه وسیعی از شمال غربی خراسان و مناطق شرقی استان سمنان در آن جریان یافته و به کویر نمک می‌ریزند.

### ۳-۴ فلززایی فرورفتگی کویر بزرگ و حوضه آبراهه‌های آن

در حوضه کویر بزرگ و نواحی مجاور آن، ذخایر درون‌زادی<sup>(۵)</sup> از مس، روی، سرب، مولیبدن و دیگر فلزات و نشانه‌هایی از اورانیوم وجود دارد که منشأ آنها به دوره های فلززایی پرکامبرین، سیمرین و آلپی مربوط است [۱۲]. الیگو-میوسن از بارزترین ادوار فلززایی کانسارهای آبزاد نوع فراپالایشی<sup>(۶)</sup> و فروپالایشی به شمار می‌رود که در بستری از محیط زمین‌ساختی کوهزا<sup>(۷)</sup> و ساختارهای کششی متعاقب آن ایجاد شده است. انباشت حجم بزرگی از مواد تخریبی و تبخیری، ایجاد حوضه‌های با رژیم آرتزین و بروز اختلاف در گرادیان هیدرودیتامیک، شرایط بسیار مناسبی را برای کانه‌زایی فراپالایشی سرب، روی، باریت، سلسیت و مس بوجود آورده است که آثار متعددی از آنها در دشت کویر شناسایی شده‌اند.

چند نوع از کانه‌زایی و رخدادهای اورانیوم در پی سنگ پرکامبرین، به ویژه در بخش جنوبی فرورفتگی کویر مشاهده می‌شود که در حوضه پشت بادام - بافق و حوضه انارک در دره‌های دیرین فرسایشی و فرسایشی - تکتونیکی الیگوسن - میوسن انتشار بیشتری دارند. کانه‌زایی‌های اورانیوم با انواع مختلف در این محدوده شناخته شده‌اند که مشتملند بر کانه‌زایی اورانیوم نوع متاسوماتیک (معدن ساغند)؛ اورانیوم - توریوم مرتبط با توده‌های نفوذی کربناتیتهای پرکامبرین؛ اورانیوم نوع رسوبی؛ اورانیوم هیدروترمال تالمسی در حوضه انارک و رخداد اورانیوم

فروپالایشی بهترین حالت است. در ارتباط با ویژگی‌های عمومی چینه شناسی و سنگ‌شناسی - رخساره‌ای از رسوبهای ملایمی آبرفتی که دره‌های رودخانه‌ای و دشت سیلابی را پُر کرده‌اند، اطلاعات زیادی در دسترس نیست؛ اما با توجه به سیستم آبراهه‌ها، ساختارها و تناوب چرخه‌های افق‌های ملایمی و وجود رسوبهای آبرفتی، آبرفتی - دلتایی، دریاچه‌ها، باتلاق‌ها و دره‌های رودخانه‌ای می‌توان گفت که توده‌های رسوبی که دره‌های دیرین را پُر کرده‌اند به طور کلی برای تشکیل ذخایر اورانیوم ماسه سنگی برون‌زاد و ذخایر اورانیوم نوع سطحی دره‌های پُر شده، دشت سیلاب، دلتایی و پلایا مناسب هستند [۶].

### ۳-۳ حوضه آبریز دشت کویر

دشت کویر، حوضه‌ای داخلی با زه کشی‌های درونی (باتلاق‌های نمکی و مردابی) است. اگرچه بارندگی در این ناحیه اندک است اما آبهای زیرزمینی نسبتاً فراوانی در این منطقه یافت می‌شوند. مناطق درونی کویر در تابستان بسیار گرم بوده و دما به ۵۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد و در زمستان بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد، و میزان بارندگی در سال کمتر از ۵۰ میلی‌متر است [۱۱]. دشت کویر در واقع یک فرورفتگی بزرگ زمین‌شناسی است که از شرق به کوه‌های طبس و سبزوار، از شمال به ارتفاعات سبزوار تا سمنان و از جنوب به حوضه‌های انارک و پشت بادام - بافق و طبس محدود است. مساحت این «زیر حوضه» ۲۳۰۴۲۰ کیلومتر مربع می‌باشد که ۸۱۶۱۶ کیلومتر مربع آنرا مناطق کوهستانی و ۱۴۸۸۰۴ کیلومتر مربع آنرا کوهپایه‌ها، دشتهای و کویرها تشکیل می‌دهند [۶]. این حوضه با کوه‌های ناپیوسته و کم‌ارتفاع که در خاور، باختر و جنوب آن قرار دارند احاطه شده است و از حوضه‌های دیگر جدا می‌شود. این حوضه از خشک‌ترین نواحی داخلی ایران بوده و فاقد آب و رودخانه‌های دائمی است. به





وقفه رسوبگذاری «میان سازندی» رخ داده باشد و کانه‌زایی اورانیوم هم ممکن است در بالا راندگیهای پلیوسن و میوسن پسین به وقوع پیوسته باشد. هیدرودینامیک و ژئوشیمی هم ممکن است در این حوضه به آرامی اثر گذاشته و مناطق ثمربخشی را ایجاد کرده باشند. برای شناخت مناطق مستعد به منظور اکتشاف ذخایر اورانیوم، بررسی تفصیلی و تفکیک سنگهای الیگوسن - میوسن، بررسی ساختارهای باز فعال شده<sup>(۸)</sup> در طی دوره میوسن پسین، مطالعات کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی با هم و بررسی زه‌کشی ماسه سنگها در ساختارهای مربوط به دوران سنوزوئیک حائز اهمیت بسیار است.

#### ۴- هدفهای اصلی اکتشاف در حوضه کویر بزرگ

پس از بررسی مقدماتی زمین‌شناسی، آب‌شناسی، جغرافیای دیرین‌شناسی<sup>(۹)</sup> و فلززایی در دشت کویر، اهداف اساسی اکتشاف در حوضه کویر بزرگ به شرح زیر عرضه می‌شوند:

- اکتشاف در برآمدگیهای ویژه پس از دوره میوسن یعنی ساختارهای فرازمین که در حاشیه حوضه قرار دارند و جریان آبهای محلی احتمالی که برای کانه‌سازی اورانیوم برونزاد مناسبند.
- اکتشاف ذخایر اورانیوم رسوبی برونزاد در نخستین مراحل تشکیل حوضه بین کوهستانی، به ویژه در دوره‌های نبود رسوبهای درون سازندی (پایان الیگوسن - میوسن)، هنگامی که ارتباط هیدرولیکی میان ساختارها و دریاچه‌های خارج از حوضه برقرار شده و شرایط فروپالایش برای آبهای تازه جاری شده، موجود بوده است. بعنوان مثال، اکتشاف درون دره‌های دیرین تکتونیک یا فرسایشی خطی کم عمق مربوط به رودخانه‌های الیگوسن - میوسن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بررسی دره‌های رودخانه‌ای مسطح موجود در رسوبهای آبرفتی، آبرفتی - دلتایی و آبرفتی - دریاچه‌ای ارجحیت دارد. این مناطق به لحاظ شرایط

برونزاد ماسه سنگی محمدآباد، که در فرورفتگی کویر بزرگ قرار دارد [۱۳]. رخدادهای محمدآباد در مناطقی بوقوع پیوسته است که آبهای زیرزمینی حاوی اورانیوم در امتداد منطقه گسلی کویر بزرگ در مکانهای کفه‌ای و مردابی بخش «کمر بالای» گسل کویر بزرگ تخلیه شده اند. این رخداد در رسوبات قرمز بالایی که حاوی ماسه سنگ، مارن و گچ هستند صورت گرفته است. پرتوزایی ماسه سنگها به علت وجود لیمونیت و کارنوتیت است [۶]. در مناطق مجاور فرورفتگی کویر بزرگ، موقعیتهای زمین‌شناختی - ساختاری مشابهی برای کانه‌زایی اورانیوم نوع برونزاد وجود دارد. به عنوان مثال در مناطقی که سیستم زه‌کشی آبهای زیرزمینی اورانیوم - اکسیژن‌دار به درون ماسه سنگهای خاکستری رنگ پلیوسن - کواترنری یا ماسه‌های قدیمی‌تر مجاور آنها وجود دارد. در این صورت سنگهای آتشفشانی ائوسن را که میزان پرتوزایی زمینه آنها بالا است (اطلاعات رادیومتری هوایی) می‌توان بعنوان منشأ احتمالی اورانیوم محسوب داشت.

ویژگیهای ساختاری - زمین ریخت‌شناسی (مورفولوژیکی)، هیدرودینامیکی و ژئوشیمیایی کنونی کویر بزرگ، عموماً برای کانه‌سازی اورانیوم نوع ماسه سنگی برونزاد مساعد نیستند؛ اما این اطلاعات در رخدادهای محمدآباد شواهدی را از مهاجرت اورانیوم در مناطقی که ظاهراً شرایط کانه‌زایی اورانیوم منفی است نشان می‌دهد و مؤید تجمع غیر محلول اورانیوم در شرایط آب و هوایی خشک صحرائی است.

#### ۳-۵ کویر بزرگ و آبهای زیرزمینی آن

اکتشاف ذخایر اورانیوم نوع ماسه سنگی در حوضه کویر بزرگ، نیاز به مطالعه جریان آبهای زیرزمینی و ساختارهای زه‌کشی موثین دارد. اینگونه ذخایر ممکن است در رسوبهای ساحلی و مردابی الیگوسن - میوسن، بویژه در طی



- ضخامت رسوبهای ائوسن و الیگوسن
- تفکیک چینه‌شناسی کمپلکسهای رسوبی و مشخص کردن درجه نفوذپذیری و تراز سطح آب زیرزمینی تحت فشار (آرتزین)
- بررسی دانه‌بندی مجموعه‌های رسوبی و تغییرات آن، وجود یا عدم وجود عوامل احیایی (خرده‌های گیاهان، قطعات استخوانی، بیتومین و ...)
- بررسی زمین‌ریخت‌شناسی بستر رودخانه‌ها و زاویه شیب آنها
- مشخص کردن سیستم تخلیه آب محلی به دره‌های دیرین
- بررسی عکسهای ماهواره‌ای و دورسنجی و نقشه‌های رادیومتری هوایی
- بررسی هیدروژئوشیمی و بیوژئوشیمی در محدوده‌های احتمالی
- شناسایی دقیق صحرایی و حفاری سازمان یافته.

**۲-۵ پیشنهادها برای اکتشاف ذخایر اورانیوم نوع ماسه سنگی در دوره پلیوسن - کواترنری**

در بخش مرکزی ایران با توجه به درجه پایین رطوبت و تبخیر زیاد، تشکیل ذخایر اورانیوم نوع فروپالایشی در این دوره عملاً غیرممکن بوده است. در شرایط خشک، فقط تشکیل ذخایر اورانیوم نوع کالکریتی و کارنوتیتی امکان دارد. ذخیره اورانیوم یلیری در استرالیای غربی و ذخیره اورانیوم موداک (Mudug) در سومالی از این نوع ذخایرند.

**۶- نتیجه‌گیری و بحث**

حوضه کویر بزرگ ایران بزرگترین حوضه داخلی است که در حدود ۹۰۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. در این حوضه رسوبهای آبرفتی - رودخانه‌ای - دلتایی - دریاچه‌ای، دشتهای ماسه‌ای و ماسه‌های بادی وجود دارند که محیطهای مساعدی برای تشکیل ذخایر سطحی اورانیوم هستند. دشت کویر پهناور بوده و آبراهه‌های درونی آن توسعه یافته‌اند. اغلب آبراهه‌ها به

هیدرودینامیکی اورانیوم در طی دوران فرسایشی قبل از پالئوسن مناسب بوده‌اند و در منطقه آپی شاخص می‌باشند.

**۴-۱ مناطق مناسب برای اکتشاف اورانیوم**

اولویت اول، بخش جنوبی فرورفتگی کویر بزرگ در محدوده مناطقی از حوضه بافق - پشت بادام و حوضه انارک است که کانه‌زایی آهن و اورانیوم دارند. در این مناطق مجموعه‌های الیگوسن - پلیوسن برای کانه‌زایی اورانیوم مناسبند و منشأ اورانیوم در مناطقی وجود دارد که آب از دره‌های دیرین تخلیه می‌شود. ویژگیهای زمین‌شناختی این محدوده قابل مقایسه با ذخیره اورانیوم هنکریس در آفریقای جنوبی است [۱۴].

اولویت دوم، مناطقی از شرق حوضه کویر است که در امتداد گسل کویر بزرگ قرار دارند. این مناطق به لحاظ دره‌های دیرین تکتونیک که به وسیله گسلهای برجسته کنترل می‌شوند و شیب کم کانالهای قدیمی و حضور فراوان مجموعه سنگهای ولکانیکی ائوسن در مجاور آنها حایز اهمیتند.

اولویت سوم مناطق شمال شرقی حوضه کویر بزرگ است. در مناطق خشک و شور رسوبهای پلیوسن - کواترنری، احتمال تشکیل ذخایر اورانیوم کالکریتی (به همراه کارنوتیت) وجود دارد. این ذخایر ممکن است در شرایط آب و هوایی خشک، شوری شدید خاک و فعالیت زیاد متاسوماتیکی (دولومیتی شدن، هیدرومیکایی شدن، تشکیل کواترز - کائولن) ایجاد شده باشند. ذخیره اورانیوم یلیری در استرالیا مشهورترین ذخیره از این نوع است [۱۵].

**۵- پیشنهادها**

**۱-۵ پیشنهادهای اکتشاف ذخایر اورانیوم در دره‌های دیرین الیگوسن - میوسن**

- تهیه نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۰۰۰۰۰ برای نشان دادن



توان این حوضه را از لحاظ اکتشاف ذخایر اورانیوم نوع رسوبی مناسب ارزیابی کرد. با مقایسه این حوضه با حوضه‌های اورانیوم دار شناخته شده در جهان می‌توان کانه‌سازی احتمالی اورانیوم را چنین پیشنهاد کرد:

- وجود کانه‌زایی سطحی - رودخانه‌ای نوع دره‌های پُر شده، دشت سیلابی و دلتایی
- وجود کانه‌زایی سطحی - پلایا و نوع کالکریتی در بخش‌های سطحی و تشکیل نمک‌های اورانیل در اثر تبخیر آبها
- وجود کانه‌زایی اورانیوم نوع برونزاد ماسه سنگی، مانند رخداد محمدآباد.

#### پی‌نوشت‌ها:

- ۱- Compressional
- ۲- In Situ Leaching
- ۳- Metallogeny
- ۴- Grabens
- ۵- Endogenic
- ۶- Exfiltration
- ۷- Orogenic
- ۸- Paleoreconstruction
- ۹- Paleogeography

#### References:

1. "Surficial Uranium Deposits," A technical document issued by the international Atomic energy agency, Vienna, 256 (1984).
2. A.W. Mann, "Chemical ore genesis models for the precipitation of carnotite in calcrete," CSIRO Mineral Research Laboratories. Division of Mineralogy Rep.FP7 (1974).
3. P.P. Toens and B.B. Hambleton Jones, "Definition and classification of surficial uranium deposits, in: surficial uranium deposits," TECDOC - 322, IAEA, Vienna, 9-14 (1984).
4. A.S. Goudie, "The chemistry of the world calcrete deposits," Journal of geology, Vol. 80, 449 - 463 (1972).
5. C. Premoli, "Formation of uraniferous calcretes," Australian Mining (1976).
6. س. کمالی صدر، "ارزیابی ناحیه‌ای و بررسی مقدماتی زمین‌شناسی، ساختاری و متالورژیکی حوضه دشت کویر از دیدگاه احتمال تشکیل کانه‌زایی اورانیوم نوع رسوبی- سطحی،" گزارش اکتشافی شماره ۸۳-۶۶۰، اداره اکتشاف و استخراج، سازمان انرژی اتمی ایران

دریاچه نمکی یا کفه رسی منتهی می‌شوند و از نظر ریختشناسی برای تشکیل ذخایر اورانیوم نوع سطحی مناسبند. بزرگترین نهشته‌های اورانیوم شناخته شده در جهان در محیط‌های رسوبی - سطحی و در مناطق خشک واقع هستند و حوضه دشت کویر در دوره‌های هولوسن و پلیستوسن و ترشیری پایانی، شرایط گرم و خشک داشته و این شرایط در تشکیل ذخایر اورانیوم نوع سطحی - رسوبی در جهان حاکم بوده است. برای تشکیل ذخایر اورانیوم نوع رسوبی نیاز به سنگ منشأ است. وجود پی سنگ‌های پروتروزوئیک بالائی در حاشیه جنوبی دشت کویر و کمر بند ولکانیکی ائوسن، سنگ منشأ مناسبی برای تولید اورانیوم و انادیوم است و در حاشیه جنوبی دشت کویر زه‌کشی آب از منطقه پشت بادام - بافق و انارک صورت می‌گیرد. با توجه به بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی - ساختاری - هیدرودینامیکی، آب و هوایی، زمین‌ریختشناسی، جغرافیای دیرین و فلززایی اولیه در دشت کویر، می‌تواند (۱۳۸۳).

7. D. Reyre and S. Mohafez, "A first contribution of the NIOC-ERAP agreement to the knowledge of Iranian geology," Edition Technics Paris, 58 (1972).
8. ع. درویش زاده، "زمین‌شناسی ایران،" صفحه ۹۰۱، انتشارات نشر دانش امروز (۱۳۷۰).
9. M.P.A. Jakson and R.R. Cornelius, "Geology dynamics of a remarkable salt diaper province in the Great kavir, central Iran," Geological Survey of America Memoir 177, 139 (1990).
10. A. Vata, "Guide geologique dela region de Qom (Iran)," Univ. Tehran, 42 (1964).
11. ف. محمودی، "بیابانهای ایران،" مجله رشد جغرافیا، شماره ۱۷، (۱۳۶۷).



12. M.R. Espahbod, "Metallogenic consequences due to compressional stresses of Cu-Mo-Au system regarding to low-grade uranium mineralization marginal part of ophiolite zone of Central Iran," *Geology Special issue.*, Vol. **15**, 191-198 (1993).
13. م. اسپهبد، قرطاسی، بدیع، زادگان، اصفهانی، "بررسی‌های زمین‌شناسی و متالوژنی اورانیوم در معادن طالمسی و مسکنی،" اداره اکتشاف و استخراج. سازمان انرژی اتمی ایران (۱۳۵۹).
14. P.G. Eriksson, "Pleistocene sediment – hosted uranium deposits at Henkries , South Africa: using setting tubes to delineate buried ore bodies, *Mineralium Deposita*," **32**, 419-422 (1997).
15. G.R. Ryan, "Uranium in Australia. Geopeko," Ltd., Darwin, Northern Territory, Australia. (1985).