# أصل وظروف نشوء ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير / وسط العراق

موسى جعفر العطية* و محمد عبد الأمير مهدي*

**المستخلص**

خضعت منطقة أبو صخير (وسط العراق) إلى عمليات استكشافية وتعدينية منهجية لتقييم ترسبات اليورانيوم المكتشفة في موقع هور الجبسة قرب قرية الزجري . لقد وفرت تلك العمليات معطيات مهمة تسهم في تحديد اصل وظروف نشأة اليورانيوم في تلك الترسبات وهو ما يتناوله هذا البحث .

لقد توصل البحث في استنتاجاته إلى إن مصدر اليورانيوم في تلك الترسبات مشتق من وجوده في طبقة من الصخور الجيرية ضمن تشكيلة تكوين الفرات ( المايوسين الأسفل) تحتوي على تراكيز غير اعتيادية لليورانيوم يبلغ معدلها حوالي 80 جزء بالمليون جزء . لقد تعرضت الصخور المصدرية إلى الأكسدة بفعل انحسار مياه بحر المايوسين مما أدى إلى خلب جزء من محتواها من عنصر اليورانيوم الذي انتقل ذائباً إلى مياه ضحلة تغطي تلك الصخور .

لقد تطورت في المنطقة بيئة مستنقعية وفرت ظروف اختزالية أدت إلى ترسيب اليورانيوم المنقول من الصخور المصدرية وذلك على شكل معدن اليورانينايت ($UO_2$) دقيق الحجم الحبيبي وممتصاً بواسطة المواد العضوية والمعادن الطينية منتشراً ضمن طبقة من الصخور الجيرية المارلية الداكنة اللون تحتوي على أصداف محارية مهشمة لمتحجرات الطبقة المصدرية لليورانيوم .

# ORIGIN AND MODE OF FORMATION OF ABU SKHAIR URANIUM DEPOSITS, MIDDLE IRAQ

**ABSTRACT**

Abu Skhair area was subjected to systematic mineral and mining exploration operations to evaluate the uranium mineralization discovered in a location within Hor Al–Jebssa area close to Al-Zejrey village .The obtained data are valuable to contribute to the origin and mode of formation of the uranium deposit in the area, which this study deals with.

The uranium deposits of Abu Skhair consist of non-uniform gray to dark gray marly limestone layer of variable thickness ( 0.2-4.7 m ) rich in organic materials and broken fossil shells. A part of distinguishable radioactivity, can be markedly recognized by sharp colour change of the underlying limestone rock bed of orange to yellow colour.

According to the conclusion of this study, the uranium of Abu Skhair deposit originated from a specific limestone layer within the Euphrates Formation (Lower to Middle Miocene) which contains about 80ppm $U_3O_8$ on average and it is considered as source rocks for the uranium deposit in the area.

The source rocks were exposed and oxidized due to regression of the Miocene sea level, consequently, their uranium contents were partially leached.

The exposed Euphrates rocks in the semi-consolidated stage were affected by wave action of enough energy to smash the fossil shells contained in the limestone rocks. The relics of the hashed shells were sorted and deposited later by low energy wave action as indicated by upward fining of shell fragments relics.

It seems that marsh and swamp environment were developed in the area and furnish reduction conditions by which the leached uranium was precipitated partly in a form of very fine grain uraninite and partly in an absorbed form by the organic materials and clay minerals forming the uranium mineralization horizon in the area.

* خبير، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص. ب. 986 بغداد، العراق.

The uranium deposits in Abu Skhair can be considered as a case study for a unique example of peneconcordant type of uranium deposits in limestone localized on erosional surface.

**المقدمة**

لقد تطورت آفاق المعرفة في حقل جيولوجيا ترسبات الخامات المشعة بصورة سريعة خلال فترة قصيرة نسبياً منذ أوائل العقد الخامس للقرن الماضي نتيجة للاهتمام العالمي بالإستراتيجية الخاصة لليورانيوم باعتباره مصدراً حيوياً للطاقة وقد أفرزت عمليات الاستكشاف الواسعة عن ترسبات اليورانيوم التي خضعت لها مناطق عديدة في العالم طيلة العقود الماضية معطيات مهمة حول طبيعة وجودها وظروف نشأتها في القشرة الأرضية فضلاً عن تقدير احتياطياتها .

بالنسبة للعراق فأن الاهتمام في العمليات الاستكشافية عن ترسبات الخامات المشعة يعود تاريخه إلى نهايات العقد السادس من القرن الماضي حيث أفرزت تلك العمليات اكتشاف ترسبات لليورانيوم في منطقة أبو صخير في محافظة النجف في صخور جيرية ضمن نطاق التماس بين تكويني الفرات والغار من حقبة المايوسين الأسفل / الأوسط (Al- Kazzaz and Husain ,1978 ).

إن معدل تركيز اليورانيوم في منطقة أبو صخير يندرج ضمن صنف الخامات الضعيفة Lean ) ( ore إلا إن أهمية تلك الترسبات من الناحية الجيولوجية تكمن في هيئة تموضعها وأصل وظروف نشأتها باعتبارها من الأمثلة النادرة في العالم ضمن إطار تصنيف أنواع ترسبات اليورانيوم التي أوردتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA ,1974) على أساس طبيعة وجودها وانتشارها في الصخور المضيفة والتي تنحصر في عدة أنواع رئيسية لم تكن بينها الصخور الجيرية وتلك الأنواع هي ترسبات اليورانيوم في الصخور الرملية وصخور المدملكات الحصوية المروية ( Quartz pebble conglomerate) وصخور النطاق غير التوافقي من العصر البروتيروزوي ( Proterozoic unconformity) والصخور البكمتايتية فضلا عن ترسبات اليورانيوم في العروق المعدنية (Vein type ) وترسبات اليورانيوم من النوع السطحي (Surfacial type ) وبقدر تعلق الأمر بترسبات اليورانيوم في الصخور الجيرية فقد صنفها ( Gabeiman ,1956 ) إلى نوعين هما:-

**النوع الأول** ترسبات اليورانيوم المتزامنة الترسيب مع الصخور الجيرية كما هو الحال بالنسبة لترسبات اليورانيوم في الصخور الفوسفاتية ( توافق تشاكلي مع معدن الابتايت) أو الامتصاص بواسطة المعادن الطينية أو المواد العضوية أو وجود اليورانيوم ضمن الشوائب المعدنية ( السليكية) المترسبة في الصخور الجيرية .

**النوع الثاني** ترسبات اليورانيوم في الصخور الجيرية غير المتزامنة مع ترسيب الصخور الجيرية والتي تتخذ عدة أشكال منها ترسبات اليورانيوم العرقية في ضيافة صخور جيرية أو ترسبات اليورانيوم المتزهرة والتي تنشأ بفعل عمليات التبخر للمحاليل الحاملة لليورانيوم والمنقولة بفعل الخاصية الشعرية أو ترسبات اليورانيوم شبه المتطابقة (Peneoconcordant) وهو من أهم أنواع ترسبات اليورانيوم المعروفة في الصخور الجيرية والتي تشكل سطوح (Tabular) أو استطالات عدسية أو أجسام غير منتظمة لا تتوافق في هيئتها الرسوبية مع التراكيب الرسوبية للصخور الجيرية التي تحتضنها مما يعكس عدم تزامن ترسيبها وقت ترسيب الصخور الجيرية ومن الأمثلة المهمة المعروفة لهذا النوع هي ترسبات (Todilto ) وترسبات (Bar River ) في انطقة فوالق قطعت الصخور الجيرية (Al- Kazzaz,1981) في الولايات المتحدة الأمريكية ضمن صخور جيرية من العصر الجوراسي حيث ترسبات اليورانيوم .

تتناول هذه الدراسة بإيجاز الأطر الجيولوجية والتمعدنية والإشعاعية لترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير وتقدم أنموذجاً **(** model **)** يبحث في مصدر اليورانيوم في هذه الترسبات وظروف نشأة

ترسباته في المنطقة وتستند الدراسة في ذلك على مجمل معطيات العمليات الاستكشافية التفصيلية التي خضعت لها المنطقة ( العطية وآخرون، 1983 و 1984) و (مهدي والحمد، 1985 و 1986) .

**خلفية تاريخية حول تطور العمليات الاستكشافية عن ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير**

يعود تاريخ رصد شواهد لوجود ترسبات لليورانيوم في منطقة أبو صخير إلى عام 1977 عندما أوضحت سجلات الجس البئري لأشعة كاما لأحد الآبار التي حفرت في قرية الصنين قرب ناحية الحيرة التابعة لقضاء أبو صخير في محافظة النجف وجود نشاط إشعاعي متميز على عمق حوالي 70 متر ضمن صخور تكوين الفرات وكان الغرض من حفر الآبار في المنطقة المذكورة يندرج ضمن مشروع استصلاح الأراضي الزراعية في منطقة الكفل – الشنافية الذي نفذته وزارة الري في ذلك الحين .

تم متابعة الشاذة الإشعاعية المرصودة ضمن عدة عمليات للتحقق والمتابعة الاستكشافية الأولية نفذت من قبل Al-Kazzaz and Husain (1978) وحسين (1980) وعبد القادر(1982) وتضمنت تلك العمليات حفر آبار استكشافية واستحصال نماذج من النطاق المميز بالنشاط الإشعاعي وإجراء تحاليل كيميائية وراديومترية فضلاً عن دراسة الوضع الجيولوجي والتمعدني في المنطقة وتوصلت نتائج تلك العمليات إلى معطيات مهمة أوضحت وجود بعض أحزمة حاضنة لليورانيوم بتراكيز بلغت 770 جزء بالمليون جزء في أحد الأحزمة الذي يبلغ سمكه 30 سم وان الطبيعة الصخرية لتلك الأحزمة جيرية تعود إلى تكوين الفرات ولها امتدادات جديرة بالاهتمام والمتابعة .

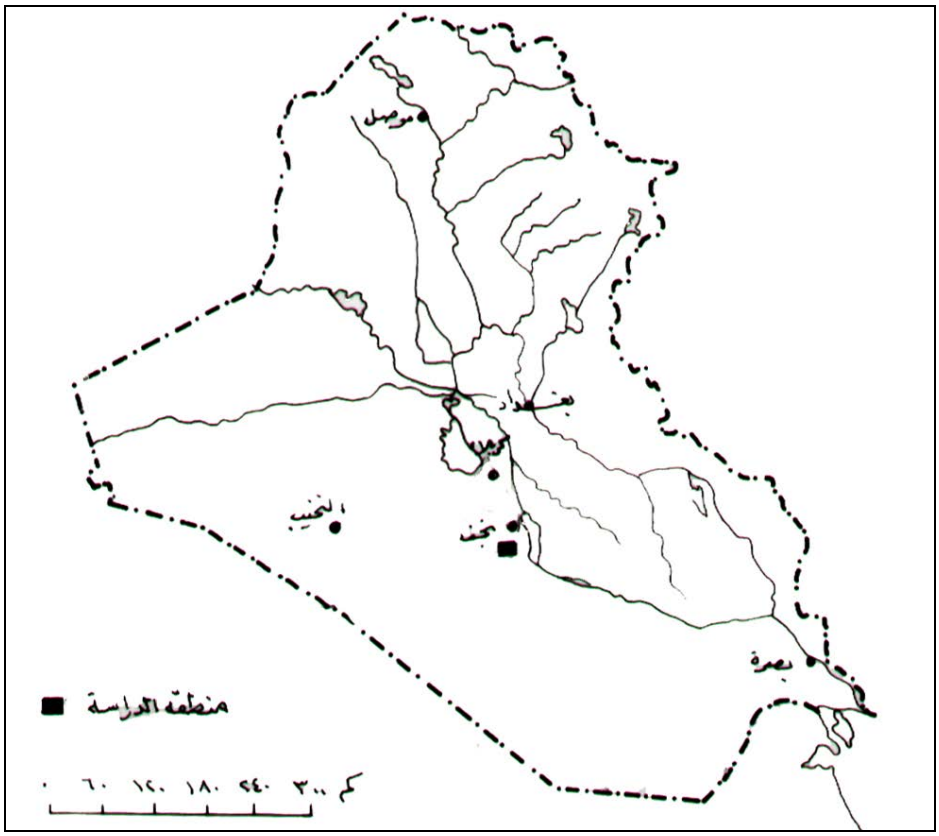
على أساس المعطيات الإيجابية للمرحلة الأولى لعمليات الاستكشاف في المنطقة والتي استمرت للفترة من 1978 لغاية 1982 وضعت خطط تفصيلية لتطوير عمليات الاستكشاف في المنطقة تستهدف التقييم التفصيلي للترسبات المكتشفة في جوانبها الجيولوجية والمعدنية والتعدينية وبدأ تنفيذ تلك الخطط عام 1983 واستمرت لغاية 1999وقداستهدفت خطط العمليات الاستكشافية تحديد طبيعة وإمتدادات الترسبات ودراسة وضعها الجيولوجي وتقدير احتياطياتها والحصول على معطيات تقنية تخدم متطلبات المراحل اللاحقة لتقييم هذه الترسبات بما يتعلق بجوانب معالجة خامات هذه الترسبات لاستخلاص اليورانيوم وكذلك الجوانب المنجمية لاستخراجها ، وفيما يلي عرضاً للأطر العامة لخطط العمليات الاستكشافية وفق تسلسل مراحلها :-

- في عام 1983 (العطية وآخرون، 1983) تم حفر100 بئراً في منطقة مساحتها 55 كم$^2$ وفق نظام شبكي منتظم (500م × 500م ) وأظهرت معطيات هذه العملية الاستكشافية وجود أربعة أحزمة حاضنة لليورانيوم في صخور جيرية ضمن تكوين الفرات / الغار وتم تحديد إمتداداتها ونمط تراكيز اليورانيوم فيها وفرز الحزام الأول منها كهدف لعمليات التنقيب التفصيلية اللاحقة.
- في عام 1984(العطية وآخرون، 1984) تم تطوير عمليات التنقيب في المنطقة وفق مقياس أكثر تفصيلاً من المرحلة السابقة حيث تم حفر 118 بئرا ًموزعة على شبكة منتظمة تباعدت الآبار بمسافة (250م × 250م ) وقد أفرزت على أساس نتائج هذه المرحلة ثلاث مواقع لمستويات مختلفة للحد الأدنى لمعدل تراكيز اليورانيوم (100، 150، 200، أكثر من 200 جزء بالمليون جزء ) ولحد أدنى لدرجة قطع السمك (Cut off thickness ) قدره متر واحد تم تحديده لاعتبارات استخراجية ولكل مستوى من معدلات التركيز المذكورة .
- في الفترة من 1985- 1987 ( مهدي والحمد، 1985 و 1986) خضعت المناطق المفروزة في المرحلة السابقة إلى عمليات تنقيبيه تفصيلية لدراسة وتحديد نمط توزيع تراكيز اليورانيوم في الامتدادات الأفقية والعمودية لطبقة الخام وتم حفر مجموعة من الآبار(172 بئراً) تباعدت المسافة البينية بينها (100م × 100م) وحققت هذه المرحلة رفع دقة تقديرات الاحتياطي في المواقع المفروزة فضلاً عن جمع نموذج صناعي ممثل للخام استخدم لأغراض دراسات التجارب نصف الصناعية لمعالجة الخام لاستخلاص اليورانيوم .

- في الفترة من عام 1988- 1991 وعلى أساس معطيات المراحل السابقة تطورت الأعمال لمرحلة الدراسات التعدينية المتمثلة بفتح منجم ريادي في المنطقة وبناء وحدة ريادية لمعالجة الخام أنجزت متطلباتها ، وتوقف تنفيذ الخطط الخاصة بتطوير هذه الترسبات بموجب قرارات مجلس الأمن الخاصة بحظر التعامل مع الخامات المشعة استكشافا وتعدينا .

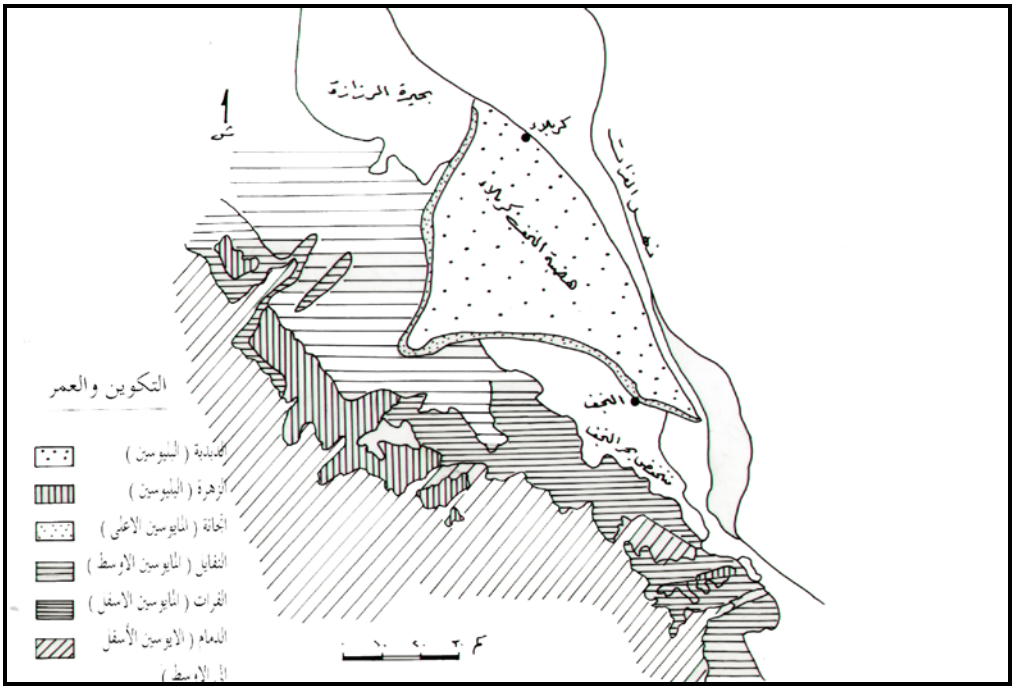
**الموقع والإطار الجيولوجي لمنطقة الترسبات**

ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير هي ترسبات تحت سطحية تقع في منطقة أبو صخير(18كم) جنوب غرب مدينة النجف الأشرف وفي المنطقة المحصورة بين قريتي الصنين والزجري في هور الجبسة قرب الحيرة وضمن الامتدادات الجنوبية لمنخفض بحر النجف وهي بذلك تشكل جزءاً من السهل الرسوبي للعراق (الشكل1) .




شكل (1): خريطة موقعية لمنطقة ترسبات اليورانيوم في أبو صخير

تغطي منطقة الترسبات تربة فيضية سميكة يصل سمكها في بعض المواقع حوالي 14 متراً ولاتظهر أي تكشفات صخرية في المنطقة إلا في أطرافها الغربية البعيدة قرب الرحبة في الجهة الشمالية الغربية لمنطقة الترسبات . تشرف هضبة النجف من طرفها الجنوبي الشرقي على المنطقة حيث تظهر تكاوين انجانة والدبدبة أما في الجوانب الغربية الجنوبية لإقليم منطقة الترسبات تظهر على السطح صخور تكوين الفرات (الشكل 2) .




شكل (2): خريطة جيولوجية لمنطقة بحر النجف المصدر الخارطة الجيولوجية الإقليمية للقطر (سيساكيان، 2000)

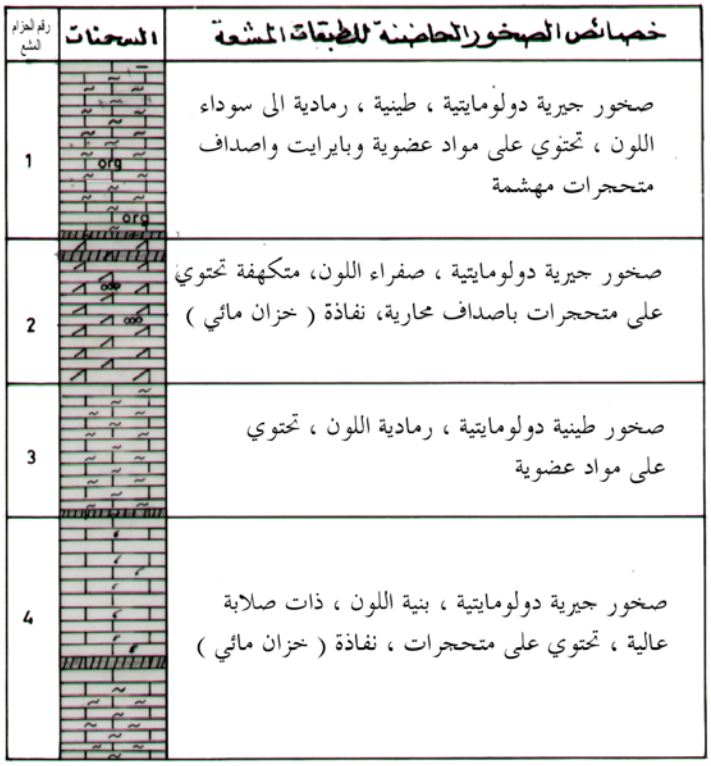
التتابع الطبقي تحت السطحي في منطقة الترسبات والمستنبط من معطيات حفر اكثر من 400 بئراً استكشافي في المنطقة بلغ عمق بعضها 90 متر(حفر لبابي ) متمثل بظهور التكوينات التالية :-

- **تكوين الدمام ( الايوسين الأسفل إلى الأوسط ) :** صخور جيرية دولومايتية رمادية إلى بيضاء تحتوي على متحجرات (Nummulites) يظهر هذا التكوين على عمق 85 متر .
- **تكوين الفرات ( المايوسين الأسفل):** تعاقب صخور جيرية دولومايتية ذات ألوان متباينة رمادية إلى داكنة تحتوي على متحجرات من نوع (pelyceypoda) و (gastropoda) ويبلغ سمكه حوالي 45 متراً ويكافئ تكوين الغار الذي تتداخل سحنتيهما في منطقة الترسبات .
- **تكوين الفتحة ( المايوسين الأوسط ):** صخور جيرية طينية رمادية إلى بنية متجبسة جزئياً في بعض طبقاتها يتراوح سمكها بين 20-27 متر ويشكل الجزء الأسفل منها صخور طينية حمراء. (التسمية السابقة لهذا التكوين هو الفارس الأسفل).
- **تكوين انجانة ( المايوسين الأعلى ) :** صخور طينية جيرية رمادية وحمراء متجبسة جزئياً يبلغ سمكها حوالي 14 متراً (التسمية السابقة لهذا التكوين هو الفارس الأعلى).
- **الترسبات الحديثة:** صخور رملية ذات ألوان مختلفة رمادية وبنية وحمراء مع رمال غير متماسكة تحتوي على مواد عضوية.

حول الوضع التركيبي والبنيوي لمنطقة الترسبات فأنها تقع في النطاق الفاصل بين الرصيف المستقر وغير المستقر والمعروف بنطاق السلمان / الحضر ( حزام النجف / أبو الجير / الحضر ) وفق التصنيف البنيوي للعراق ( الكاظمي وسيساكيان، 1996) كما تشكل المنطقة امتداداً لنطاق فوالق هيت – أبو الجير وقد لوحظ من خلال نتائج المضاهاة الطبقية في الآبار المحفورة في المنطقة (مهدي والحمد، 1985) وجود مؤشرات تركيبية حول تأثر منطقة صخور الترسبات بالوضع التركيبي المذكور.

**طبيعة ترسبات اليورانيوم في منطقة ابو صخير**

تم رصد أربع طبقات من الصخور تحتوي على تراكيز غير اعتيادية لليورانيوم في المنطقة وتسلسل المواقع الطبقية لتلك الطبقات من الأعلى إلى الأسفل كما هو موضح في الشكل (3) وإن الطبقة الأولى هي الطبقة الرئيسية الحاضنة لترسبات اليورانيوم التي استهدفتها عمليات الاستكشاف والتقييم والتعدين بسبب تميزها بالتراكيز العالية لليورانيوم مقارنة بالطبقات الأخرى .




شكل (3): مقطع يوضح الخصائص الليثولوجية للطبقات الحاضنة لليورانيوم (بدون مقياس)

تتكون صخور الطبقة الرئيسية لترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخيرمن مواد جيرية–دولومايتية طينية ذات ألوان رمادية داكنة لاحتوائها على نسبة عالية من المواد العضوية وركام لأصداف محارية من نوع البليسبود والكاستروبود . يوجد اليورانيوم في هذه الطبقة بتراكيز مختلفة يصل إلى 0.4% ($U_3O_8$) في أحد المواقع وتتباين من موقع لآخر وفق متغيرات بعض العوامل نتناولها لاحقاً كما إن سمك هذه الطبقة متباين أيضاً ويتراوح بين 0.2- 4.7 متر.

إن معدنية اليورانيوم في الطبقة الرئيسية تناولها محمد (1983 ) وكذلك تقرير معهد (CETEM) البرازيلي (1989 ) في دراستهم للخصائص التقنية لترسبات اليورانيوم في هذه الطبقة لغرض اختيار المسلك التقني لاستخلاص اليورانيوم من الخام وقد أوضحت الدراستين إن اليورانيوم يوجد بصيغتين رئيسيتين :-

**الصيغة الأولى :** على شكل معدن اليورنينايت ( $UO_2$) بحجم حبيبي ناعم جدا وهي صيغة محدودة الانتشار في هذه الترسبات وقد أمكن التعرف على هذا المعدن بواسطة المسبار الطيفي للمجهر الإلكتروني (CETEM,1989) .

**الصيغة الثانية:** وجود اليورانيوم في هذه الطبقة هي صيغة الامتصاص بواسطة المواد العضوية والمواد الطينية وقد توصل محمد (1983) إلى ذلك بواسطة الفحص الراديوغرافي حيث أظهرت الصور الراديوغرافية لشرائح رقيقة من الخام تجمع تراكيز من اليورانيوم في مواقع تجمع المواد العضوية ( طحلبية النوع) وكذلك تجمع المواد الطينية كما أوضحت هذه الفحوصات إن توزيع انتشار اليورانيوم متكتل ايضا في تجاويف أصداف القواقع المهشمة والشقوق المجهرية فضلا عن الانتشار العشوائي غير المنتظم في النسيج الصخري لهذه الطبقة يحكمه في ذلك توزيع المواد الطينية والعضوية وفي هذا الخصوص فان ما توصلت إليه دراسة (1989) CETEM مطابقة في استنتاجاتها لدراسة محمد (1983) .

إن الصيغ المذكورة لوجود اليورانيوم في هذه الترسبات هي صيغ تقليدية ضمن إطار السلوك الجيوكيميائي لليورانيوم ونشوء ترسباته ففي عملية خلبه من الصخور المصدرية ينتقل ذائبا في المياه بصيغته السداسية ( $U^{+6}$) حيث وفرة الأوكسجين في البيئة الثانوية المفتوحة مكونا أيون اليورانيل ( $UO_2^{+2}$) أو على شكل معقدات كاربونيتية . عند توفر المواد العضوية فان أكسدتها يؤدي إلى نقصان حاد في الأوكسجين ويعمل على تغير ظروف( Eh ) من تأكسدية إلى اختزالية وفي هذه الحالة يتحول اليورانيوم السداسي ( الذائب ) إلى اليورانيوم الرباعي ($U^{+4}$) وهو غير قابل للذوبان في حالته هذه مكونا معدن اليورانينايت ( Levinson ,1974 ) .

التوزيع العمودي لليورانيوم في الطبقة الرئيسية يتخذ ثلاثة أنماط كما موضح في الجدولين (1 و 2) والنمط السائد هو النمط الأول الذي تزداد تراكيز اليورانيوم في قاعدة الطبقة بينما تزداد تراكيزه في وسط الطبقة في النمط الثاني في حين تتمركز تراكيز اليورانيوم في مستويين في النمط الثالث.

جدول ( 1 ): أنماط التوزيع العمودي لليورانيوم في الطبقة الرئيسية ( العطية وآخرون، 1983 )

| النمط الأول | | النمط الثاني | | النمط الثالث | |
|---|---|---|---|---|---|
| رقم البئر/ النموذج | $U_3O_8$ ppm | رقم البئر / النموذج | $U_3O_8$ ppm | رقم البئر / النموذج | $U_3O_8$ ppm |
| | | NJ 46/9 | 40 | | |
| | | /10 | 55 | NJ 8/9 | 20 |
| NJ 20 / 16 | <5 | /11 | 95 | /10 | 54 |
| /17 | 73 | /12 | 108 | /11 | 141 |
| /18 | 500 | /13 | 152 | /12 | 494 |
| /19 | 488 | /14 | 204 | /13 | 131 |
| 20/ ( الطبقة | <5 | /15 | 224 | /14 | 31 |
| المصدرية) | | /16 | 137 | /15 | 700 |
| | | /17 | 34 | /16 (الطبقة المصدرية ) | 39 |
| | | /18 (الطبقة المصدرية) | 20 | | |

سمك النموذج الواحد = 25 سم

جدول (2): معدل التحليل الكيميائي لصخور الطبقة الرئيسية لليورانيوم ( CETEM , 1989)

| الاكاسيد والعناصر | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | CaO | MgO | $Fe_2O_3$ | $TiO_2$ | $P_2O_5$ | $CO_3$ | $SO_4$ | S | C | U |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| التراكيز % | 13.4 | 2.1 | 26.9 | 11.3 | 1.12 | 0.2 | 0.1 | 41.1 | 0.5 | 0.3 | 0.13 (graphite) | 230 ppm |

التوازن الإشعاعي لليورانيوم في هذه الطبقة مفقود ويميل بصورة رئيسية نحو اليورانيوم ($U_3O_8$) على حساب السلسلة الإشعاعية للراديوم ($eU_3O_8$) وقد لوحظ إن ميل حالة عدم التوازن الإشعاعي تزداد مع زيادة تراكيز اليورانيوم وقد تراوح معامل حالة التوازن الإشعاعي بين <2 إلى 4.6 .

الوضع الطباقي لطبقة اليورانيوم الرئيسية في المنطقة محدد بنطاق التماس بين تكويني الفرات والغار من حقبة المايوسين الأسفل /الأوسط (Ctyroky and Karim, 1971) التي تتداخل سحناتهما في هذه المنطقة وبذلك فأن هذه الطبقة محددة من الأسفل بالجزء العلوي من تكوين الفرات ومن الأعلى بصخور تكوين الغار. صخارية تكوين الفرات في جزءه العلوي (المتأخر) تتكون من صخور جيرية دولومايتية غنية بالمتحجرات الصدفية من نوع البليسبودا والكاستروبودا ، أما صخور تكوين الغار التي تغطي هذه الطبقة فتتكون من صخور جيرية طينية رملية رمادية اللون .

أما الطبقات الأخرى الحاضنة لليورانيوم ضمن تكوين الفرات والتي تلي الطبقة الرئيسية فان تركيز اليورانيوم فيهما قليل بصورة ملحوظة عن ما هو عليه الحال في الطبقة الأولى( الرئيسية) لذا لم تؤخذ بنظر الاعتبار المعطيات الاستكشافية الخاصة بتلك الطبقات في التقييم التقني لترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير واعتبارها طبقات ذات محتوى واطئ من اليورانيوم .

وفق التسلسل الطبقي للطبقات ذات المحتوى الواطئ لترسبات اليورانيوم فأن الطبقة العليا منها (والتي تقع اسفل الطبقة الرئيسية) تتكون من صخور جيرية دولومايتية تعود إلى تكوين الفرات تحتوي على نسبة عالية من أصداف البليسبود والكاستروبود وقد تعرضت صخور هذه الطبقة إلى الأكسدة مما أدى إلى إذابة وهجرة جزء من محتواها من اليورانيوم الذي يبلغ معدله حوالي 80 جزء بالمليون جزء وترتب على ذلك الإخلال بحالة التوازن الإشعاعي لسلسلة اليورانيوم والميل لصالح الراديوم ($eU_3O_8$).

تعرضت صخور هذه الطبقة إلى الأكسدة والتعرية وهي متميزة بلونها البرتقالي – الأصفر فضلاً عن نسيجها المنخور أو المتكهف وكذلك تموج سطحها العلوي ويتباين سمك هذه الطبقة بين 0.2 إلى 3 متر ولوحظ إن زيادة شدة أكسدة هذه الطبقة ( بدلالة زيادة شدة اصفرار اللون) تتناسب مع زيادة تركيز اليورانيوم في الطبقة التي تعلوها ( الطبقة الرئيسية لترسبات اليورانيوم ) .تشكل هذه الطبقة خزاناً للمياه الجوفية ( الخزان الثاني الذي يلي الخزان الأول في رسوبيات العصر الحديث في المنطقة ) وقد درست معاملاته وخصائصه في دراسات التقييم المنجمي لهذه الترسبات .

أما الطبقتان الثالثة والرابعة الحاضنتان لليورانيوم في منطقة أبو صخير فهما ضمن تكوين الفرات أيضا وتتكون الطبقة الثالثة من صخور جيرية دولومايتية – طينية ذات لون رمادي قليلة النفاذية يتراوح سمكها بين 10-30سم ويبلغ معدل تركيز اليورانيوم فيها حوالي 70 جزء بالمليون جزء .أما الطبقة الرابعة ( وهي الطبقة السفلى ) والتي تليها مباشرة فأنها تتكون من صخور جيرية دولومايتية رمادية اللون إلى ترابية ذات نفاذية ضعيفة تحتوي على متحجرات من نوع البليسيبودا والكاستروبودا ويتراوح سمكها بين 0.2 إلى متر واحد ويبلغ معدل تركيز اليورانيوم فيها حوالي 50 جزء بالمليون جزء .

**مناقشة اصل ونشأة ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير**

يوجد نوعان من ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير الأول من نوع ترسبات اليورانيوم أولي النشأة (Syngenetic ) وينحصر وجوده في ثلاث طبقات من الصخور ضمن الجزء العلوي من تكوين الفرات المايوسين الأسفل /الأوسط ، وقد تزامن ترسيبه مع ترسيب تلك الصخور ويعتبر معدل تركيز اليورانيوم في هذا النوع من الترسبات في المنطقة واطئ ( 80 جزء بالمليون جزء) لا يستدرج الاهتمام به كهدف استكشافي في المنطقة ولكنه يشكل مصدراً مهماً لنشوء ترسبات ثانوية إذا توفرت ظروف ملائمة لذلك.

النوع الثاني من ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير يمكن تصنيفه ثانوي النشأة(Epigenetic) على أساس طبيعة ظروف نشأته ويتمثل وجوده بطبقة متمعدنة باليورانيوم تتموضع في نطاق التماس بين سحنتي تكويني الفرات والغار.

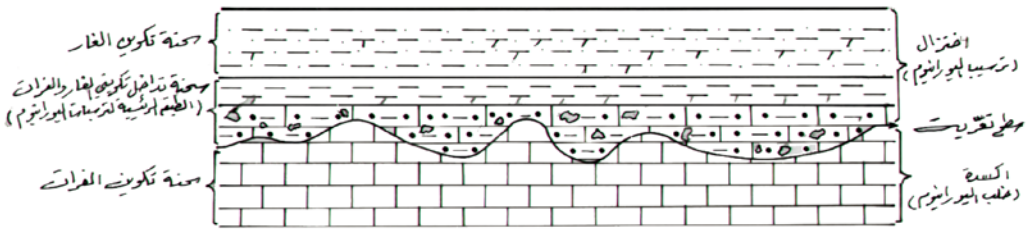
إن النوع الأول من ترسبات اليورانيوم ( أولي النشأة ) لا يقتصر وجوده في منطقة أبو صخير فقط وإنما يشكل وجوده ظاهرة يتميز بها تكوين الفرات على امتداد حوض ترسيبه حيث تم رصد تراكيز شاذة لليورانيوم في صخور هذا التكوين وفي عدة مواقع تظهر فيها تكشفاته كما في مناطق القائم وهيت وشثاثه والشنافية وطقطقانة ( القزاز ومهدي، 1991) وليس من أهداف هذه الدراسة تناول اصل وظروف نشأة هذا النوع من ترسبات اليورانيوم في المنطقة ولكن يعتقد إن اليورانيوم يوجد ضمن بلورات الدولومايت حيث كانت مياه بحر المايوسين محملة بتراكيز غير اعتيادية من اليورانيوم بهيئة كاربونات أو بيكاربونات ضمن محيط قاعدي ضعيف إلى حامضي ضعيف وقد ترسب اليورانيوم بفعل بيئة اختزالية سادت في ذلك الوقت (Al- Fadhli and Abdul Qadir,1972).

النوع الثاني من ترسبات اليورانيوم( ثانوي النشأة ) في منطقة أبو صخير الذي خضع إلى عمليات استكشافية وتقييم واسعة في المنطقة فأن النموذج الذي تقدمه هذه الدراسة حول اصل وظروف نشوء ترسباته يتركز على المؤشرات والاعتبارات التالية :-

1. حالة التأكسد التي تعرضت لها صخور تكوين الفرات في طبقاته العلوية الحاضنة لليورانيوم من النوع الأول( أولي النشأة ) وتأثر( بالخلب) بعض محتواها من اليورانيوم بفعل عملية التأكسد وكذلك حالة التوازن الإشعاعي لليورانيوم وميلها بشكل حاد نحو سلسلة الراديوم .
2. حالة التأكسد المشار إليها في (1) صاحبتها تعرية جزئية لسطح الطبقة العلوية المذكورة ويستدل على ذلك من طبيعة سطح التماس بينها وبين الطبقة التي تعلوها (الطبقة الرئيسية لليورانيوم) وهو سطح متآكل ومتموج ومتكهف وقد تكسرت أصداف المتحجرات المحارية التي تحتويها وبقي ركامها مكيثاً فوق سطحها واختلط لاحقاً وشكل جزءاً من مكونات رسوبيات الطبقة التي ترسبت فوقها ويشير ذلك إلى جملة أمور من بينها حدوث فترة انقطاع ترسيب قصيرة ( Haitus ) في المنطقة في نهاية حقبة ترسيب تكوين الفرات .
3. بعد حالة الأكسدة والانقطاع الترسيبي سادت حالة اختزال تظهر معالمها واضحة في الطبقة التي تغطي مباشرة الطبقة المتأكسدة والطبقات المتعاقبة التي تشكل جزءاً من تكوين الغار وهو التكوين المكافئ لتكوين الفرات ، وتتميز تلك الطبقة وكذلك الطبقات الأخرى التي تغطيها باللون الرمادي الداكن واحتوائها على معدن البايرايت ومواد عضوية من بينها قطع من الخشب وبقايا نباتية مما يشير إلى نمو غطاء نباتي في المنطقة ويدعم ذلك ما ورد في ( 2) أعلاه حول حدوث فترة انقطاع ترسيبي في المنطقة.
4. تراكيز اليورانيوم العالية في الطبقة الرئيسية تنحصر في الجزء الأسفل من الطبقة وتتناقص تدريجياً نحو الأعلى بالرغم من استمرار وجود المواد العضوية ونشاط البيئة الاختزالية ، كما إن حالة التوازن الإشعاعي تميل في هذه الطبقة بشكل كبير لصالح اليورانيوم وذلك على عكس

الحالة في الطبقة المصدرية التي تعرضت للتأكسد كما ورد في(1) أعلاه . مما يؤكد أيضا نشاط البيئة الاختزالية وجود بعض محتوى اليورانيوم في هذه الصخور بصيغة معدن اليورانينايت.

على أساس المؤشرات والاعتبارات المذكورة والمستنبطة من معطيات العمليات الاستكشافية الواسعة التي خضعت لها منطقة الترسبات للفترة 1978-1989 والتي تضمنت حفر اكثر من 400 بئراً استكشافياً وتحليل اكثر من 4000 نموذج من اللباب الصخري المستخرج من تلك الآبار لأغراض التحاليل الكيميائية والراديومترية والدراسات الطباقية والمعدنية فضلا عن معطيات دراسة ( Karim and Al-Atia, 1994) التي تناولت طباقية وبيئة ترسيب نماذج من صخور التماس بين تكويني الفرات والغار فقد تم وضع التصور التالي حول اصل وظروف نشأة ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير (الشكل 4).




شكل (4): مقطع تخطيطي لسحنة ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير
(محور عن Karim and Al-Atia, 1994)

في نهاية مرحلة ترسيب صخور تكوين الفرات حدث انخفاض في مستوى سطح البحر في فترة (Burdigalian) من حقبة المايوسين الأوسط وكانت درجة الانخفاض كبيرة وتحولت البيئة من بحرية ضحلة إلى تحت هوائية و قارية مما أدى إلى أكسدة الطبقة وتعرية سطحها بفعل طاقة تيارات المياه التي أدت إلى تآكل وتهشيم أصداف المتحجرات المحارية التي تحتويها ويعتقد إن هذا الانخفاض كان موقعياً قد تعود أسبابه إلى نشاط تركيبي محلي .

إن الظروف البيئية لحالة التأكسد أدت إلى خلب جزء من اليورانيوم في الطبقة الحاضنة له ضمن تكوين الفرات فانتقل ذائباً في المياه التي هدأت طاقة أمواجها فيما بعد وتحولت المنطقة إلى مستنقع أو هور تنمو فيه النباتات والطحالب وقد وفرت هذه البيئة ظروف اختزالية نتيجة تحلل المواد العضوية عملت على ترسيب اليورانيوم المخلوب من الطبقة المصدرية فضلاً عن ظروف أخرى عملت على ترسيب اليورانيوم ممثلة بآلية الامتصاص بواسطة المواد العضوية والمواد الطينية الداخلة في مكونات سحنة تكوين الغار وهو التكوين المكافئ لتكوين الفرات المتميز بسحنة مارلية وغرينية وظروف ترسيبه في بيئة نهرية – بحرية وعليه فأن الموقع الطباقي لترسيب اليورانيوم في منطقة ابوصخير محدد بنطاق التماس أو التداخل بين سحنتي تكويني الفرات والغار.

إن البيئة الاختزالية كان نشاطها فاعلاً وعملت على ترسيب معظم اليورانيوم الذائب في المياه في أول مرحلة من مراحل نشاط فاعليتها وتركيزه بشكل ملحوظ في نطاق محدد من الجزء الأسفل من طبقة الترسبات وترتب على ذلك تناقص تركيز اليورانيوم في الطبقة بشكل ملحوظ نحو الأعلى بالرغم من استمرارية فاعلية البيئة الاختزالية حيث يستمر وجود المواد العضوية وبقايا النباتات وقطع الخشب دون أن يرافق ذلك زيادة في تراكيز اليورانيوم الذي ترسب معظم محتواه من المحاليل المائية في المرحلة الأولى الذي انتقل إليها بفعل أكسدة صخوره المصدرية.

من الملاحظات الجديرة بالإشارة حول دور عملية الأكسدة في نشوء هذه الترسبات هو ما تم رصده وفي عدة مواقع في منطقة العمليات الاستكشافية في أبو صخير حيث لوحظ عدم نشوء ترسبات لليورانيوم في المنطقة عندما تكون صخور تكوين الفرات الحاضنة لليورانيوم من نوع أولي النشأة غير متأثرة بالأكسدة بالرغم من توفر ظروف البيئة الاختزالية بدلالة وجود مواد عضوية وآثار بقايا نباتية في الطبقة التي تعلوها .

إن عدم نشوء تمعدنات عالية التركيز لليورانيوم في الطبقة المكافئة لطبقة الترسبات الرئيسية في المناطق المجاورة ربما يعود إلى محدودية فاعلية عمليات الأكسدة التي تعرضت لها طبقة الصخور المصدرية في هذه المناطق وهو ما يفسر احتفاظ تلك الطبقة بمحتواها الأصلي من اليورانيوم وبالتالي لم يؤدي النشاط الفعال للبيئة الاختزالية التي سادت في حينها في الطبقة العليا إلى نشوء ترسبات غنية باليورانيوم.

من الملاحظات الأخرى الجديرة بالإشارة أيضا والتي تتطلب مواصلة البحث والدراسة هو دور الفواصل والشقوق التي نشأت بعد ترسيب اليورانيوم في صخوره الحاضنة وصخوره المصدرية التي تعتبر من الخزانات المائية الجوفية في المنطقة في إعادة توزيع وانتشار تراكيز اليورانيوم في نطاقه المتمعدن .

**الاستنتاجات**

ترسبات اليورانيوم المكتشفة في منطقة ابوصخير في محافظة النجف تكتسب أهميتها على أساس اعتبارين :-

**الاعتبار الأول** بكونها الترسبات الأولى لخامات اليورانيوم المكتشفة في العراق والتي خضعت إلى عمليات منهجية متكاملة في الجوانب الاستكشافية والتعدينية بالرغم من انخفاض المعدل العام لمحتواها من اليورانيوم بالمقارنة مع الحدود الدنيا السائدة وقت تقييمها وفق معايير الدول المنتجة لليورانيوم والخاصة بمعدلات تركيز اليورانيوم في خاماته التي تستدرج الاهتمام بأستثمارها والتي تتراوح بين 500-800 جزء بالمليون جزء .

**الاعتبار الثاني** إن أهمية ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير تكمن بطبيعتها التمعدنية وتصنيفها من أنواع ترسبات اليورانيوم في الصخور الجيرية وهو من الأنواع النادرة الوجود في العالم على ضوء المعطيات المعروفة التي أفرزتها عمليات الاستكشاف عن ترسبات اليورانيوم التي شهدتها مناطق مختلفة من العالم طيلة اكثر من خمسة عقود من الزمن وان الإطار التمعدني لترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير يسهم في إضافة معطيات جديدة للمعرفة حول حالة أخرى من حالات وجود اليورانيوم في الصخور الجيرية .

على أساس ما ورد في تصنيف أنواع ترسبات اليورانيوم في الصخور الجيرية فأن ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير تصنف من نوع شبه المتطابق حيث إن هيئتها الترسيبية تنسجم مع الهيئة الترسيبية للصخور الجيرية لتكوين الفرات وتتداخل سحناتها مع سحنات صخور تكوين الغار وبذلك فهي غير متزامنة الترسيب مع تلك الصخور الجيرية وهناك فاصل زمني بينهما شهد حدثين مهمين :-

**الأول** توقف عمليات ترسيب صخور تكوين الفرات بانحسار مياه مستوى البحر لمستوى ضحل جداً مما أدى إلى أكسدة الصخور الجيرية لتكوين الفرات وخلب جزء من محتواها من اليورانيوم وانتقاله ذائباً في المياه وبذلك توفر عاملاً اساسياًمن عوامل نشوء ترسبات اليورانيوم في المنطقة التي شهدت حدثاً **ثانيا** متمثل بتطور بيئتها إلى بيئة الاهوار والمستنقعات التي وفرت بيئة اختزالية أدت إلى ترسيب اليورانيوم

المذاب وتشكل جسماً معدنياً لا يرتبط زمن ترسيبه مع زمن ترسيب صخور تكوين الفرات والغار ولكنه يرتبط مع هيئتها التركيبية ولذلك تم تصنيفه ثانوي النشأة ومن النوع شبه المتطابق ويعتبر من الأمثلة النادرة في العالم وفق اطلاعنا على الأدبيات العلمية ذات العلاقة لحالة نشوء ترسبات لليورانيوم ضمن نطاق غير توافقي ( تعروي) ضمن صخور جيرية وان الحالات المعروفة في العالم حول ترسبات اليورانيوم في الصخور الجيرية من نوع شبه المتطابق تنحصر في انطقة الفوالق كما أشرنا إلى ذلك آنفا .

إن هذا الأنموذج لأصل وظروف نشأة ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير بالرغم من وضوح مؤشرات استدلالاته وخاصة بما يتعلق بتعرية وأكسدة سطح تكوين الفرات وهو في الطور الأخير لمرحلة ترسيبه وكذلك ما يتعلق بظروف نشوء البيئة المستنقعية (Marshs and Swamps ) التي وفرت الظروف الاختزالية تبرز عدة تساؤلات جديرة بالبحث والدراسة إذا ما أردنا إن نستثمر المعطيات الجيولوجية لترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير في استكشاف مواقع أخرى لترسبات اليورانيوم من هذا النوع في امتدادات الحوض الترسيبي لتكوين الفرات وهذه التساؤلات تتعلق بخلفيات الظروف الموقعية التي أدت إلى انحسار مياه الحوض الترسيبي وأكسدة الصخور في هذه المنطقة وكذلك خلفيات الظروف الموقعية التي أدت إلى نشوء البيئة المستنقعية وإذا أمكن تحديد تلك الظروف يمكن تحديد أهداف استكشافية في مناطق أخرى قد تحتوي ترسبات لليورانيوم مشابهة أو أفضل مما هو مستكشف في منطقة أبو صخير .

**المصادر**


العطية ، موسى جعفر والقزاز، حكمت محمد حسين، ومهدي، محمد عبد الأمير والحمد، وبيداء، 1983 . ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير : الجوانب الجيولوجية والأبعاد الاقتصادية. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير رقم 1683.

العطية ، موسى جعفر، ومهدي ، محمد عبد الأمير، والحمد ، بيداء والقزاز ، حكمت محمد حسين، 1984. التقييم التفصيلي لترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم 1691.

القزاز ، حكمت محمد حسين ومهدي ،محمد عبد الأمير، 1991. تقييم تواجدات اليورانيوم في تشكيلة المايوسين (الأسفل /الأوسط) ضمن الحزام الغربي لنهر الفرات. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم 1969.

الكاظمي ، جاسم عبد محمد وسيساكيان ، فاروجان خاجيك، 1996. الخارطة البنيوية للعراق، مقياس 000 000 000 1:1. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين .

حسين ، جبار عبد، 1980. التنقيب التحت سطحي عن ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم 1101.

عبد القادر، وجدي، 1982 . التحري الاستكشافي عن الخامات المشعة في أبو صخير. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم GD22 .

مهدي ، محمد عبد الأمير والحمد ، بيداء، 1985. تحري استكشافي لامتدادات الطبقة المشعة / غرب أبو صخير.الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم 1692.

مهدي ، محمد عبد الأمير والحمد ، بيداء، 1986. التقييم التفصيلي لمناطق منتخبة في ابو صخير.الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم GD40.

محمد ، محمود جاسم، 1983. تقرير عن إذابة اليورانيوم في خامات أبو صخير. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير رقم 2D .

Al- Kazzaz, H., 1981. An evaluation of the economic potential and exploration approaches for uranium deposits hosted by carbonate rocks. M.Sc Theises , Queen 's university, Onterio , Canada , pp . 128.

Al -Kazzaz, H. and Husain, J.A., 1978. Subsurface investigation for radioactive raw materials in Al – Najaf, Abu Skhair. area. Geosurv , report No. 1664 .

Al- Fadhli, I. and Abdul Qadir, W., 1972. The origin of uranium in the radioactivity bearing rocks of Upper Euphrates Formation in the Al-Qaim area , Geosurv Library.

CETEM, 1986. Uranium recovery from Iraqi lean ore, final report. Geosurv Library. unpublished.

Ctyroky, P. and Karim, S .A,, 1971. Stratigraphy and paleontology of the Oligocene and Miocene strata near Anah ,Euphrates valley . Geosurv , Rep . No. 104.

Gobeiman, J.M., 1956. Uranium deposits in limestone USGS, prof .paper No. 300 .

IAEA, 1974. Formation of uranium ore deposits. Serial No. 2302, pp .252 - 270.

Karim, S.A. and Al–Atia, M.J., 1994. Facies model based on organic constituents in the Miocene sediments, SW Iraq. Iraqi Geological Journal , V.25 , No. 3, pp. 19-27.

Levinson, 1974. Introduction to geochemical exploration. Applied publishing Ltd., USA, 573p.

Sissakian, V. K., 2000. Geological Map of Iraq, 3rd edit. Scale 1: 1000 000. GEOSURV, Baghdad, Iraq.