العوامل الحاكمة في توزيع اليورانيوم في الطبقة الرئيسية الحاملة له في راسب أبو صخير ، منطقة النجف

محمد عبد الأمير مهدي* و موسى جعفر العطية** و خلدون صبحي البصام***

المستخلص

أظهرت نتائج العمليات التنقيبية عن اليورانيوم خلال الأعوام(1978-1987) في منطقة أبو صخير/ محافظة النجف الأشرف، عدم تجانس توزيع اليورانيوم في طبقة ترسباته الرئيسية، حيث تتفاوت تراكيزه وبشكل كبير في المواقع المختلفة، ولكنها لم تتضمن توضيح الأسباب والعوامل المؤثرة في ذلك.

تناولت هذه الدراسة عوامل عدم تجانس توزيع اليورانيوم في طبقة ترسباته الرئيسية في منطقة أبو صخير/محافظة النجف وفي هذا الخصوص توصلت إلى العوامل التالية:

- تأثير الفوالق التي تعرضت لها المنطقة على حركة المياه الجوفية.
- التغييرات في سرع جريان المياه الجوفية نتيجة الفوالق أدت إلى إغناء المياه الجوفية باليورانيوم نتيجة خلب اليورانيوم في بعض المواقع وترسيبه في مواقع أخرى.
- تأثير تفاوت المسامية الخاصة بالصخور الحاضنة لليورانيوم على استيعاب تراكيز مختلفة من اليورانيوم.
- تأثير الخصائص الصخارية (المواد العضوية والطينية) للطبقة الرئيسية الحاضنة لليورانيوم في اقتناص ايونات اليورانيوم وترسيبها.

FACTORS CONTROLLING URANIUM DISTRIBUTION IN THE MAIN URANIUM-BEARING BED OF ABU-SKHAIR DEPOSIT, NAJAF AREA

ABSTRACT

The results of the exploratory works for uranium during (1978-1987) in the Abu- Skhair area, Najaf Governorate have shown inhomogeneous uranium distribution in the main U-bearing bed, where significant variation was noticed in various locations. Factors controlling this inhomogeneity was not explained.

The results of this study revealed multiple causes for the inhomogeneity of uranium distribution in the main bearing layer at Abu - Skhair deposit. They could be summarized as follows:-

- Influence of faults on groundwater movement.
- Changes in groundwater velocities due to faults led to enrichment of uranium in water as a result of transportation from some localities and deposition in others.
- Influence of porosities of bearing layers on uranium concentration.
- Influence of lithological properties (organic materials and clay substances) of the bearing layer in capture and precipitation of uranium ions.

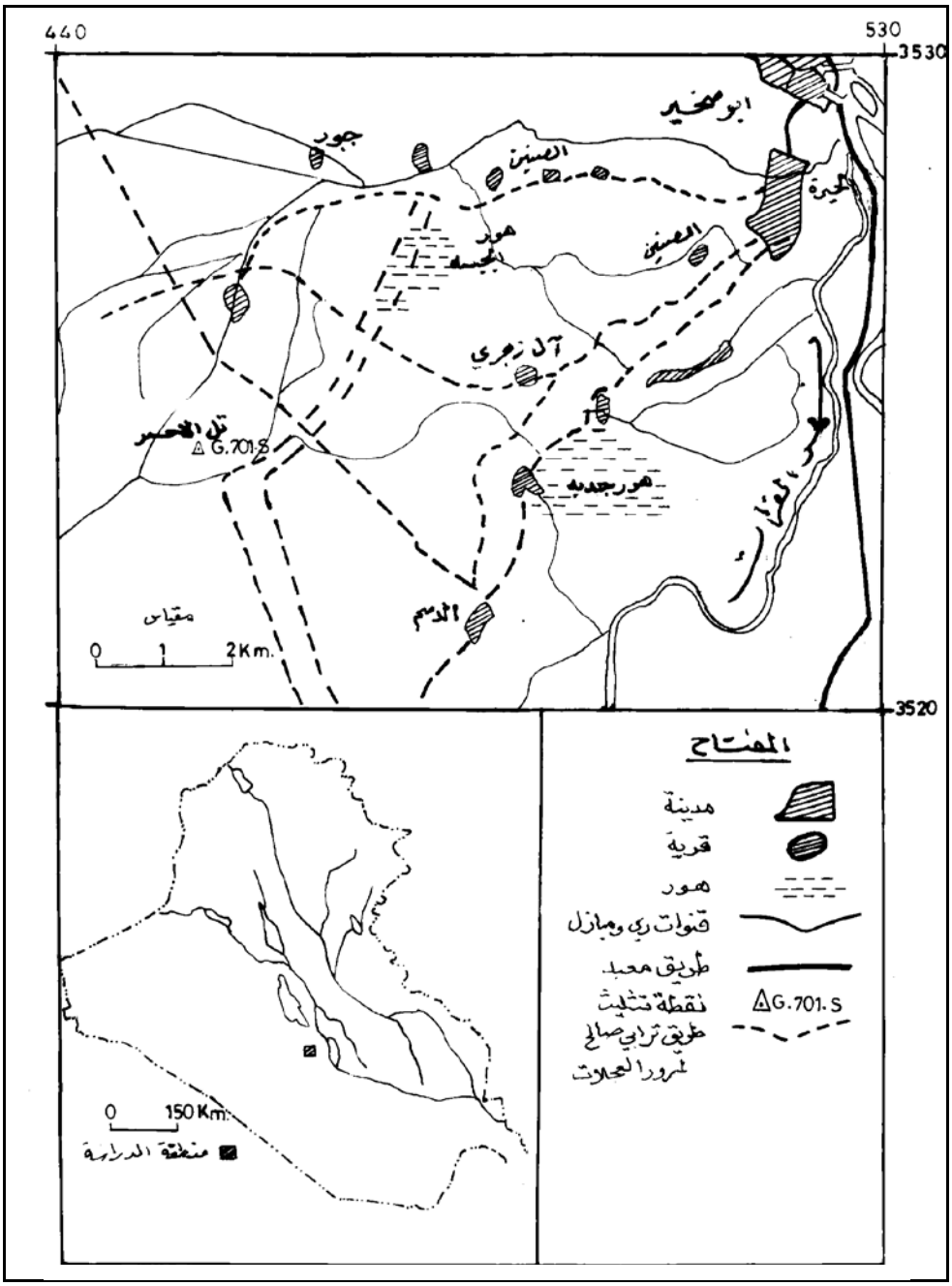
المقدمة

تقع منطقة الدراسة جنوب غرب مدينة النجف الاشرف وتبعد عنها حوالي 18كم، وبحدود 2 كم غرب ناحية الحيرة ضمن قضاء أبو صخير، في موقع محصور بين قريتي الزجري والصنين يدعى هور الجبسة (الشكل1).خضعت المنطقة لكثير من الدراسات والعمليات الاستكشافية للتنقيب عن

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

** مدير عام ، الهيئة العراقية للسيطرة على المواد المشعة، بغداد، العراق.

*** رئيس باحثين، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص.ب 986 علوية ، بغداد ، العراق.



شكل (1): خريطة موقعية لمنطقة الدراسة

اليورانيوم من قبل: (Al- Kazzaaz and Husain ,1978) و(عبد القادر ومحمد،1985) و(العطية وآخرون، 1983و1984) و (مهدي والحمد، 1985، 1986 و1987) و (العطية ومهدي، 2005) و(شريف، 1986) .

أظهرت معطيات نتائج تلك الدراسات وجود أربعة أحزمة لليورانيوم في صخور عصر المايوسين الأسفل (تكويني الفرات والغار). يتميز فيها حزام رئيسي يتموضع في نطاق التماس بين تكويني الفرات والغار، ويحتوي على يورانيوم ثانوي النشأة (العطية ومهدي،2005) .أما الأحزمة الثلاث السفلى فيكون اليورانيوم فيها ذو نشأة أولية وتقع ضمن صخور الجزء العلوي من تكوين الفرات (المايوسين الأسفل).

أثبتت الاستكشافات السابقة (العطية وآخرون، 1983و1984) و(مهدي وآخرون،1985، 1986و1987) عدم تجانس توزيع اليورانيوم في امتدادات الطبقة الصخرية الحاضنة للحزام الرئيسي الأول. وهناك تفاوت كبير في تراكيزه حيث توجد تراكيز عالية لليورانيوم في بعض المواقع تصل إلى (770) ppm (العطية وآخرون،1983)، وسرعان ما تنخفض وبشكل مفاجئ في المواقع الأخرى أو المجاورة لها لتبلغ (50) ppm (مهدي والحمد،1985،1986و1987).لم تتناول الدراسات المذكورة أسباب عدم تجانس توزيع اليورانيوم والعوامل الحاكمة في ذلك. إلا إن دراسة العطية ومهدي (2005) أشارت إلى مجموعة العوامل الفاعلة أثناء عمليات ترسيب اليورانيوم في طبقته الرئيسية واصل نشوء هذه الترسبات.

تتناول الدراسة الحالية عوامل عدم تجانس توزيع اليورانيوم في طبقة ترسباته الرئيسية في منطقة أبو صخير وتوصلت إلى مجموعة عوامل فاعلة في تكون تلك الترسبات وهي عوامل تركيبية وصخرية و هيدروجيولوجية وهيدروجيوكيميائية.

جيولوجية المنطقة

تقع منطقة الدراسة ضمن الجزء الجنوبي من بحر النجف ، وتتميز بسطح شبه مستوي تحتوي على ترسبات حديثة هي خليط من الأطيان والرمال الناعمة ومواد عضوية نباتية ناتجة من مخلفات جذور الأعشاب والنباتات والأشجار، و تكون هذه الترسبات سوداء اللون في بعض المواقع وخاصة في هور الجبسة ، وتنتشر في بعض المواقع الأخرى قليل من المواد الجبسية. يحيط المنطقة من الشرق والشمال الشرقي امتداد مرتفع طار النجف حيث تتكون ترسباته من الرمال والحصى الناعم التي تعود لتكوين الدبدبة (بلايوسين – بلايستوسين).

يتكون التتابع الطباقي تحت السطحي في هذه المنطقة من الصخور التالية (الأسفل إلى الأعلى):-

- تكوين الدمام (الايوسين الأسفل إلى الأعلى): صخور جيرية تتميز بلون ابيض وتحتوي على كثير من المتحجرات (نيوميلايت) وقسم من الصخور جيرية طباشيرية، يظهر هذا التكوين على عمق(85) م.
- تكوين الفرات (المايوسين الأسفل): يتكون تكوين الفرات في منطقة الدراسة من وحدات صخرية مختلفة يبلغ مجموع سمكها بحدود(45) م وكما يلي (من الأسفل إلى الأعلى):-

- مدملكات جيرية – دولومايتية رمادية معادة التبلور. وهي صخور دولومايتية - جيرية غنية بالمتحجرات مع تداخل طبقات نحيفة من صخور جيرية – طباشيرية وتعتبر هذه الوحدة قاعدة تكوين الفرات التي تتموضع فوق تكوين الدمام.يبلغ سمك الوحدة بحدود (11.5) م.
- وحدة الصخور الجيرية – الطباشيرية التي تحتوي على طبقات جيرية معادة التبلور وأحزمة غنية بالمتحجرات مع تداخل مارل وصخور جيرية. يبلغ سمك الوحدة (13) م.

- وحدة الطبقات الجيرية –السيليكية والتي تتكون من صخور جيرية مع وجود قطع من حجر الصوان في صخور جيرية صفراء وجيرية مارلية.يبلغ سمك الوحدة بحدود (10) م.
- تتكون الوحدة العليا من تكوين الفرات والتي تخص موضوع الدراسة الحالية وتحتضن ثلاث أحزمة لليورانيوم (أولي النشأة)، من تعاقب صخور جيرية – دولومايتية ذات ألوان متباينة (صفراء وبنية) غنية بمتحجرات البليسيبودا والكاستروبودا وصخور مارلية رمادية اللون. يبلغ سمك الوحدة بحدود (9.5) م.

- تكوين الفتحة (المايوسين الأوسط): صخور جيرية طينية، رمادية إلى بنية، يتراوح سمكها بين (0–25) م ويشكل الجزء الأسفل منها صخور طينية حمراء.
- تكوين انجانة (المايوسين الأعلى): صخور طينية جيرية،رمادية وحمراء، تحتوي على مواد جبسية في بعض المواقع .يبلغ سمك التكوين حوالي(12) م .
- الترسبات الحديثة:ترسبات رملية – غرينية ذات ألوان مختلفة (رمادية وبنية وحمراء) مع رمال غير متماسكة تحتوي على مواد عضوية ويقدر سمكها بحدود (10) م.
- بينت دراسة المتحجرات في صخور المنطقة إن هناك تداخل بين تكويني الفرات والغار بحيث إن الطبقة الصخرية الحاضنة لليورانيوم تقع في نطاق التماس للتكوينين (العطية ومهدي، 2005).

الوضع التركيبي للمنطقة

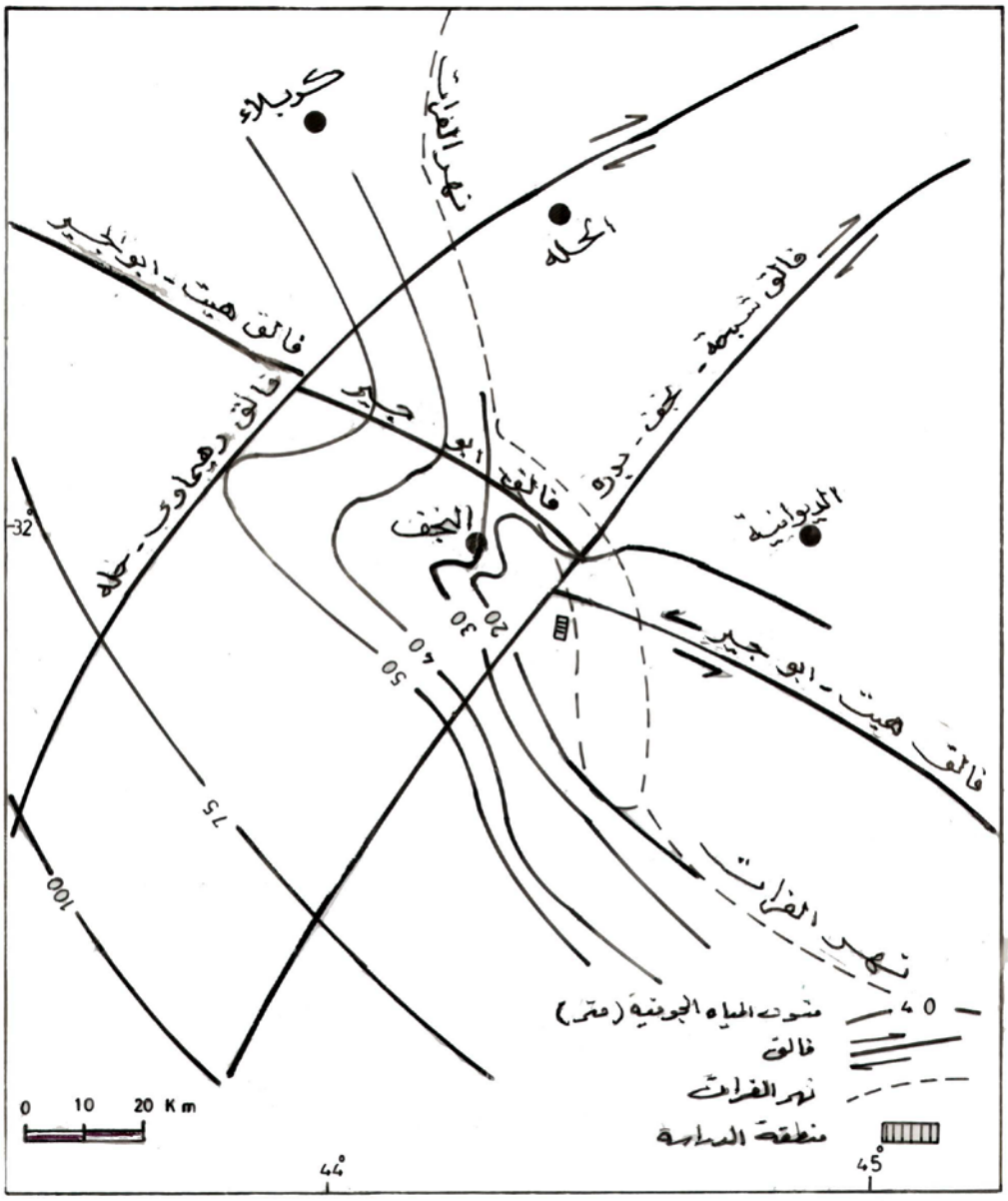
تقع منطقة النجف وبضمنها منطقة أبو صخير في الحافة الشرقية للرصيف المستقر من العراق **(**الكاظمي وآخرون،1996**)**. إن منطقة النجف – أبو صخير محصورة بعدة فوالق رئيسية كبيرة فمن الشمال فالق حلة – رهيماوي ومن الجنوب فالق شبجة - نجف - بدرة ومن الغرب والشرق يخترقها فالق أبو الجير الذي ينقسم شمال غرب المنطقة إلى فرعين(الكاظمي وآخرون،1996) و(Fouad,2004) (الشكل2) .

أشارت العمليات التنقيبية عن اليورانيوم في المنطقة إلى أن المنطقة متعرضة لفوالق رئيسية وثانوية عديدة (مهدي والحمد، 1985و1986**)** و(العطية،1983و1984**)** ، حيث إن المضاهاة الطبقية للآبار المحفورة أظهرت إن الطبقات الصخرية لتكوين الفرات قد تعرضت إلى حركات تصدعية خفيفة نتج عنها عدد من الفوالق الاعتيادية الرئيسية والثانوية وباتجاهات مختلفة وكما يلي:

- فالق رئيسي يمتد باتجاه($N63^oW$) وينحرف باتجاه الشرق في الجزءالجنوبي من منطقة العمل وبإزاحة عمودية تتراوح بين(5-7) م ويتطابق هذا الفالق موقعا واتجاها إلى حد ما مع استنتاجات الدراسة لمشروع كفل – شنافية .
- فالق رئيسي باتجاه ($N23^oW$) وبإزاحة عمودية حوالي(5) م.
- فالق رئيسي باتجاه يختلف عن الفالقين الأول والثاني ($N80^oW$) ويقطع منطقة العمل وإزاحته العمودية بحدود(6) م .
- أظهرت المضاهاة الطبقية إن هناك عدة فوالق ثانوية وباتجاهات مختلفة.

إن تحديد تلك الفوالق قد تم على أساس مضاهاة المقاطع الطبقية باتجاه مضرب الطبقات تقريبا وباعتماد الحد الفاصل بين الطبقة الجيرية العليا لتكوين الفرات(المايوسين الأسفل) والطبقة الجيرية الطينية العضوية المتكسرة كدالة طبقية.إن مضرب الطبقات باتجاه ($N25^oW$) وانحدارها بحدود (0.2^o) باتجاه شمال شرق يتفق تقريبا مع نتائج الدراسة السابقة (حسين، 1980**)** حول هذا الموضوع.

أظهرت الدراسة إن الجزء الشمالي من المنطقة قد تعرض إلى درجة أعلى من التصدع مقارنة بالجزء الجنوبي.كما أشارت النتائج في مواقع التصدعات إلى أن معدل تراكيز اليورانيوم في الطبقة الرئيسية أعلى في الكتل الصخرية الصاعدة قياساً بتراكيزه في الكتل الهابطة.



شكل (2): الفوالق الرئيسية ومناسيب المياه الجوفية في المنطقة (الكاظمي وآخرون، 1996 وعريم، 1990)

هيدروجيولوجية المنطقة

أظهرت الخريطة الهيدروجيولوجية للعراق (عريم، 1990) ، إن اتجاه حركة المياه الجوفية في مناطق غرب الفرات هو نحو الشرق بشكل عام .وتبين تلك الخريطة إن خطوط مناسيب المياه الجوفية منتظمة وشبه متوازية ومعدل عمق المياه الجوفية يقرب من(200) م فوق مستوى سطح البحر في الصحراء الغربية والجنوبية وعند اقترابها من منطقة النجف تنحرف مناسيب المياه الجوفية بشدة وتصبح على عمق (20) م فوق مستوى سطح البحر (الشكل2). عملت الفوالق والصدوع التي تعرضت لها المنطقة على تموضع الطبقات غير النفاذة أمام الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، حيث كونت مصدات وحواجز أدت إلى تغيير اتجاه حركة المياه وسرعة جريانها بدلالة خريطة مناسيب المياه الجوفية في المنطقة (الشكل2).

أظهرت نتائج حفر الآبار الاستكشافية في المنطقة وجود طبقتين صخريتين (جيرية – دولومايتية) حاملتين للمياه الجوفية تمثلان خزانان جوفيان(الأعلى والأسفل) تقعان في الجزء العلوي من تكوين الفرات وتفصل بينهما طبقة صخور مارلية بسمك (3) م.وفيما يأتي وصف لهذين الخزانين:-

- **الخزان الجوفي الأعلى**: طبقة صخرية جيرية – دولومايتية ذات لون اصفر، غنية بالمتحجرات، متكهفة، يبلغ سمكها (3) م.السطح العلوي للطبقة يمثل الحد الفاصل بين تكويني الفرات والغار لكون التكوينان متداخلان في منطقة الدراسة وان الطبقة الصخرية الرئيسية الحاضنة لليورانيوم تتموضع مباشرة فوق الطبقة الحاملة للمياه الجوفية. إن مستوى استقرارية المياه الجوفية نتيجة ضغط مياه هذه الطبقة يصعد إلى(6) م في الآبار فوق سطح الأرض.
- **الخزان الجوفي الأسفل**: طبقة صخرية جيرية – دولومايتية ذات لون رمادي، متكهفة، غنية جدا بالمتحجرات، يبلغ سمكها بحدود (3.5) م. تحمل الطبقة مياه جوفية اكثر من الخزان الأول (شريف،1986) ، ومستوى استقرارية المياه الجوفية في الآبار يصل إلى اكثر من (10) م فوق سطح الأرض نتيجة ضغط المياه.

أظهرت نتائج التحليل الكيميائي للمياه الجوفية بأنها تتكون من ثلاثة انواع:النوع الأول صوديوم-كلورايد (Na-Cl) وهي مياه عميقة تسربت عبر الفوالق، والنوع الثاني كبريتات (Na,Ca,SO_4) أصلها مياه جوية مترشحة، أما النوع الثالث عبارة عن مياه مخلوطة من النوعين الأول والثاني (Na,Ca,Cl,Mg,SO_4) (العطية وآخرون،1983).

اتسمت المياه الجوفية في أبو صخير بأنها معتدلة إلى قاعدية خفيفة، بلغت الدالة الهيدروجينية (pH-8). كما بينت نتائج تحليل اليورانيوم في المياه الجوفية للخزان الجوفي الأول بأن تراكيزه بلغت نحو (250 ppb) وهي تراكيز عالية جداً مقارنة بالتراكيز الموجودة في مياه نهر الفرات التي وصل معدلها بحدود (0.2 ppb) في منطقة القائم(عبد القادر ومحمد،1985**)**.علماً إن تراكيز اليورانيوم في مياه بعض الأنهار تتراوح بين (0.5-3 ppb) (Koczy et al., 1963) في عبد القادر ومحمد، 1985).

لقد تم مقارنة تراكيز اليورانيوم في المياه الجوفية من النوع الكبريتاتي في منطقة أبو صخير والتي وصلت إلى (250 ppb) مع مياه العيون والآبار في خزانات المياه الجوفية لتشكيلة صخور المايوسين في الحزام الغربي لنهر الفرات ومن منطقة القائم على الحدود السورية إلى منطقة الشنافية (الجدول1)،حيث وجد بان المياه الجوفية في صخور هذا الحزام تتميز بتراكيز شاذة لليورانيوم تتراوح بين (5-50 ppb) (Al- Atia et al .,1977). يمكن الاستنتاج إن هناك اغناء لليورانيوم في المياه الجوفية في منطقة أبو صخير. كما لوحظ ايضاً من الجدول (1) إن المياه الكبريتاتية تحتوي على تراكيز من اليورانيوم أعلى بكثير من المياه الكلوريدية حيث بلغ معدلها في الأولى (عدا أبو صخير) (18 ppb) و في الثانية (0.1 ppb) ،علماً بان بعض الصخور الحاملة للمياه على امتداد الحزام الغربي لنهر الفرات هي صخور تكوين الفرات التي تحتضن ترسبات مهمة لليورانيوم ذو النشأة الأولية ويتراوح بين (50-200 ppm) (عبد القادر ومحمد،1985 و1977 ., Al-Atia et al) .

جدول (1): تراكيز اليورانيوم في المياه الجوفية (عيون وآبار) في تشكيلة صخور المايوسين الأسفل/ غرب الفرات (Al-Atia et al ., 1977 وعبد القادرومحمد،1985)

المنطقة	اسم العين أو البئر	نوعية المياه	تراكيز اليورانيوم (ppb)
القائم	B10 آبار B5	كبريتاتي	15-22
هيت	الخالدية/ عين المعمورية/ عين المرج كبيسة/ عين	كبريتاتي صويومي-كلوريدي صوديومي-كلوريدي خليط	13 0.1 0.1 2.0
العوازل	العوازل	صوديومي-كلوريدي	0.1
ابو جير	ابو جير	صوديومي-كلوريدي	0.1
الرحالية	الزركة/ عين	كبريتاتي	12
شثاثة	البركة/ عين	كبريتاتي	50
أبو صخير	آبار	كبريتاتي	250
شنافية	عيون	كبريتاتي	10

مواصفات الطبقة الصخرية الرئيسية الحاضنة لليورانيوم

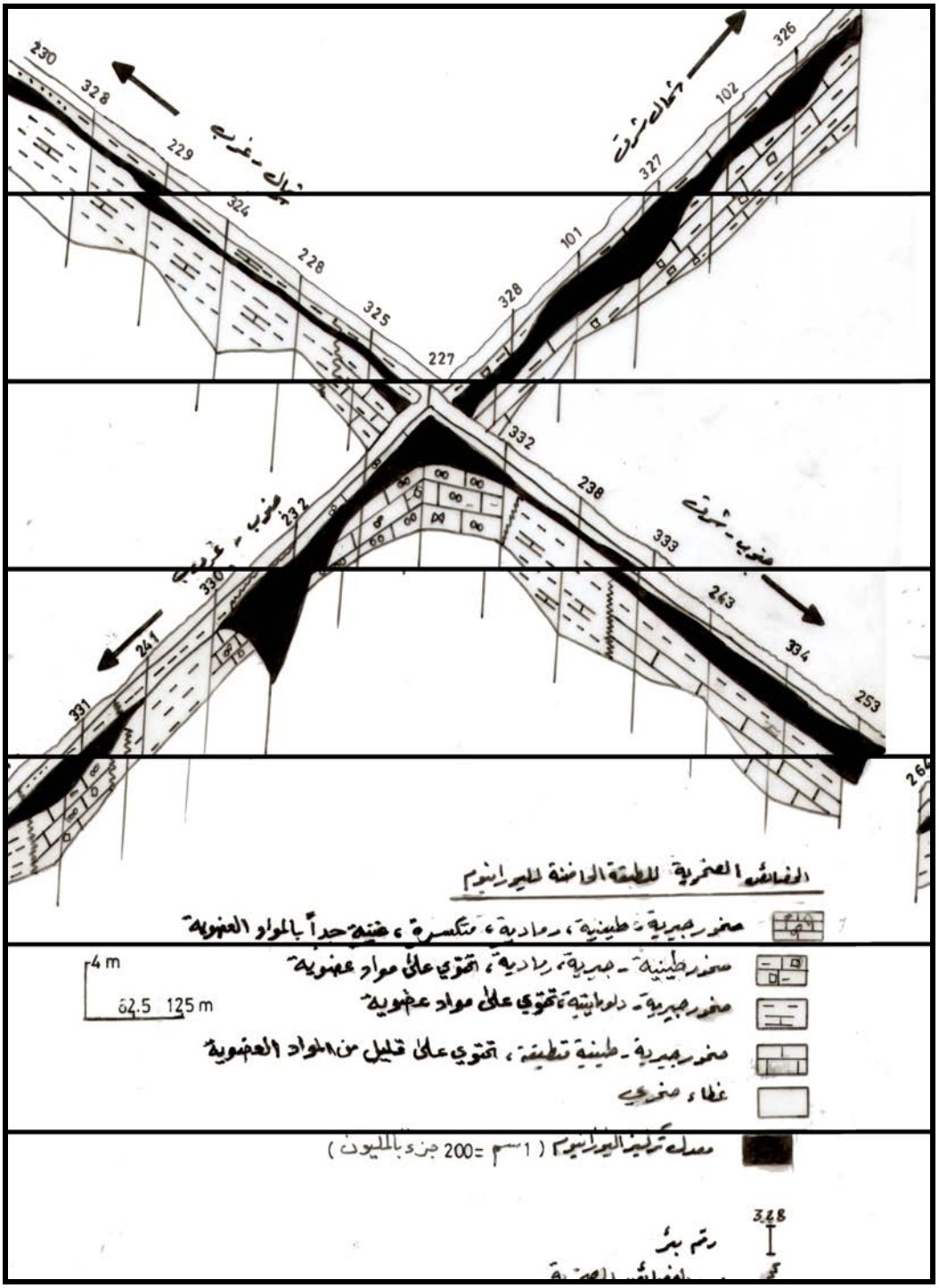
تتموضع هذه الطبقة في نطاق التماس بين تكويني الفرات والغار(العطية ومهدي،2005) وتتميز امتداداتها في منطقة الدراسة بمواصفات وخصائص صخرية مختلفة مثل زيادة المواد العضوية والطينية في بعض المواقع وقلتها في مواقع أخرى .وأظهرت نتائج الدراسات السابقة (مهدي والحمد،1986و1987) إن لهذه المواصفات الصخرية اثر كبير في توزيع اليورانيوم في هذه الطبقة وفيما يلي المواصفات الصخرية لامتدادات الطبقة الحاضنة لليورانيوم وتفاوت تراكيزه فيها (الشكل 3).

- **النوع الأول:** صخور جيرية – طينية، رمادية إلى سوداء، متكسرة، غنية جداً بالمواد العضوية والمتحجرات وأصداف متكسرة. يحتوي هذا النوع من الصخور على أعلى التراكيز من اليورانيوم (الجدول2) (مهدي والحمد،1986و1987).

جدول (2): تراكيز اليورانيوم في الصخور الجيرية – الطينية المتكسرة الغنية بالمواد العضوية

رقم البئر	NJ50J	NJ432	NJ494	NJ500	NJ467	NJ441	NJ444
*تراكيز اليورانيوم (ppm)	822	896	376	365	318	764	330
السمك (م)	1	0.6	1.2	1.0	1	1	1

* معدل التراكيز في الطبقة الرئيسية الحاضنة لليورانيوم



شكل (3): تفاوت تراكيز اليورانيوم في امتدادات الطبقة الصخرية الحاضنة في معدل سمك لا يقل عن ام

- **النوع الثاني:** صخور طينية –جيرية، رمادية، تحتوي على متحجرات ومواد عضوية ومخلفات نباتية. ويأتي هذا النوع بالمرتبة الثانية من ناحية محتوى اليورانيوم (الجدول 3).

جدول (3): تراكيز اليورانيوم في الصخور الطينية-الجيرية الحاوية على مواد عضوية

رقم البئر	NJ446	NJ450	NJ416	NJ418	NJ400	NJ410
*تراكيز اليورانيوم (ppm)	265	289	2.90	250	215	210
السمك (م)	1.5	1	1.25	1.0	1	1.2

*معدل التراكيز في الطبقة الرئيسية الحاضنة لليورانيوم

- **النوع الثالث:** صخور جيرية – دولومايتية، رمادية، غنية بالمتحجرات وتحتوي على مواد عضوية. ويأتي هذا النوع بالمرتبة الثالثة من ناحية محتوى اليورانيوم حيث تتراوح تراكيزه بين (185- ppm 95).
- **النوع الرابع:** صخور جيرية – طينية، متطبقة، تحتوي على قليل من المواد العضوية وأوطأ التراكيز من اليورانيوم حيث تتراوح بين (25 – 70 ppm).

المسامية في الطبقة الصخرية الحاضنة لليورانيوم

إن دراسة الخصائص الصخرية في امتدادات الطبقة الصخرية الحاضنة لليورانيوم تشير إلى إن هناك تفاوت في مسامية الصخور، حيث إن النوع الأول يتكون من صخور متكسرة ومتكهفة غنية جدا بالمواد العضوية والمتحجرات وأصداف متكسرة وهذه مؤشرات أولية لوجود مسامية في الصخور اكثر من الخصائص الأخرى التي تكون الصخور فيها غير متكسرة وغيرمتكهفة.

لا تتوفر فحوصات كثيرة للكثافة الحجمية تغطي جميع امتدادات الطبقة في منطقة الدراسة، باستثناء فحوصات لنماذج صخرية مختلفة لصخور الطبقة الحاضنة لليورانيوم لأغراض تقدير الاحتياطي للخام. وقد تراوحت نتائج الكثافة الحجمية بين(2.23 - 2.35) غم/سم^3 (مهدي والحمد،1985 و1986).

تفاوت توزيع اليورانيوم في الطبقة الرئيسية الحاضنة

أظهرت نتائج تقييم تراكيز اليورانيوم في الطبقة الرئيسية الحاضنة له تفاوتاً كبيراً حيث توجد معدلات التراكيز العالية لليورانيوم في بعض المواقع وسرعان ما تنخفض وبشكل مفاجئ في المواقع الأخرى أو المجاورة لها (الشكل3) وفي بعض الأحيان على مسافات قريبة (مهدي والحمد، 1985،1986و1987). وفيما يلي أمثلة توضح ذلك التفاوت في منطقة الدراسة، حيث يلاحظ موقع البئر العالي التركيز وما يجاوره من آبار قليلة التركيز وفي منطقتين مختلفتين (شمالية وجنوبية) (الجدول 4).

جدول (4):تراكيز اليورانيوم في أبار المناطق الشمالية والجنوبية

المنطقة الشمالية										
رقم البئر	NJ8	NJ466	NJ496	NJ465	NJ472	NJ495	NJ505	506	513	518
معدل تركيز اليورانيوم ppm	251	30	130	245	26	169	802	137	217	38
السمك(م)	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
نوع الصخور	الثاني	الرابع	الثالث	الثاني	الرابع	الثالث	الأول	الثالث	الثاني	الرابع

... تكملة جدول (4)
المنطقة الجنوبية

رقم البئر	NJ232	NJ443	NJ447	NJ449	NJ441	NJ436	480	227	444
معدل تركيز اليورانيوم ppm	580	95	123	75	576	50	59	216	606
السمك (م)	1.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
نوع الصخور	الأول	الرابع	الثالث	الرابع	الأول	الرابع	الرابع	الثاني	الأول

المناقشة

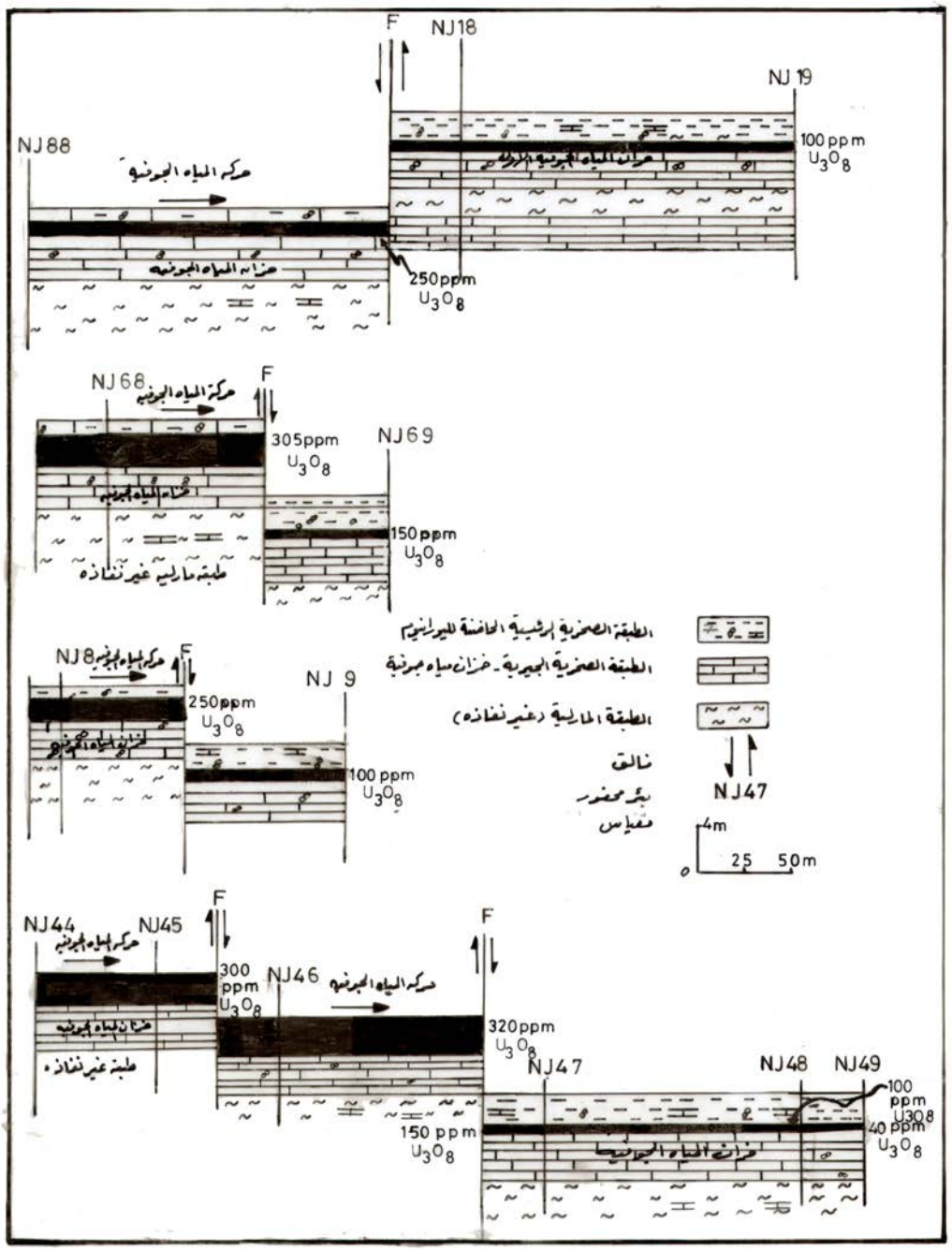
تتناول هذه الدراسة عوامل عدم تجانس توزيع اليورانيوم في طبقة ترسباته الرئيسية في منطقة أبو صخير، حيث حددت بمجموعتين.الأولى: هي مجموعة العوامل الفاعلة أثناء عمليات ترسيب اليورانيوم في طبقته الرئيسية وقد تناول هذه العوامل (العطية ومهدي، 2005) في دراستهم حول أصل نشوء هذه الترسبات. أما الثانية: فتمثل مجموعة العوامل الفاعلة التي أخذت دورها بعد نشوء تلك الترسبات، وهي عوامل تركيبية، صخارية، هيدروجيولوجية وهيدروجيوكيميائية.

وفيما يلي مناقشة هذه العوامل:-

إن **الوضع التركيبي** لطبقة الترسبات الرئيسية لليورانيوم في منطقة أبو صخير ممثل بمجاميع من الفوالق الرئيسية والفواصل والتصدعات الثانوية الناتجة عنها (الشكلين 2 و4). حيث تشكلت نتيجة هذه الفوالق والتصدعات حواجز ومصدات أمام حركة المياه الجوفية ، وهذا ما عكسته الخريطة الهيدروجيولوجية (عريم، 1990) من انحراف شديد في مناسيب مستويات المياه الجوفية وارتفاع مستوى المياه إلى(20) م فوق سطح البحر في منطقة النجف .كما إن المضاهاة الطبقية للآبار المحفورة (مهدي والحمد، 1986و1987) و (العطية وآخرون، 1983) أظهرت فوالق ثانوية عديدة باتجاهات مختلفة سببت إزاحات عمودية للطبقات تقدر بين (3-7) م، أدت إلى تكوين مصدات أمام جريان المياه الجوفية في الخزانين الأول والثاني في الجزء العلوي من تكوين الفرات (الشكل 4). إن تأثير هذه الفوالق والتصدعات على سرع المياه الجوفية وتغيير اتجاه حركة جريانها، أدت إلى تباطيء أو تسارع جريانها وفي بعض الأحيان حبسها ويحتمل إنها عملت على خلب جزئي لليورانيوم المترسب في الطبقة الرئيسية الحاضنة وضمن حدود فاعليتها. وهذا ما يفسر الإغناء الملحوظ لتراكيز اليورانيوم في المياه الجوفية في منطقة الترسبات التي بلغت (250 ppb) في منطقة أبو صخير بالمقارنة مع تراكيزه في المياه الجوفية لخزان تكوين الفرات (غرب الفرات) ومياه نهر الفرات (الجدول1).

لاحظت الدراسة إن مواقع التباين الحاد (عدم التجانس) لتراكيز اليورانيوم في الطبقة الرئيسية مرتبط بشكل واضح بمواقع وامتدادات الفوالق والصدوع، حيث تزداد التراكيز بشكل ملحوظ في الجزء الصاعد الواقع باتجاه مصدر المياه الجوفية و تباطؤ حركة المياه الجوفية بالمقارنة مع تراكيز اليورانيوم على الجانب الآخر لمضرب الكسور والصدوع، حيث التأثير محدود أو معدوم لحركة المياه الجوفية كما يوضح ذلك (الشكل4) الذي يمثل الوضع التركيبي وتراكيز اليورانيوم واتجاه حركة المياه الجوفية في منطقة الترسبات.

فضلاً عن تأثير الصدوع والفوالق في عدم تجانس تراكيز اليورانيوم في طبقة ترسباته، تم ملاحظة **عوامل فيزيائية وخصائص صخارية** ساعدت في ترسيب اليورانيوم في هذه الطبقة أوليا، ثم عملت على



شكل (4): المضاهاة الطبقية وتفاوت توزيع اليورانيوم في الطبقة الصخرية الرئيسية الحاملة له في مواقع الفوالق

إعادة توزيعه ثانوياً وبعد تأثر المنطقة بالفوالق. فمثلا هناك ملاحظات صخارية تشير إلى وجود تباين في مسامية الصخور، حيث إن الصخور ذات المسامية العالية تستوعب مياه جوفية محملة بأيونات اليورانيوم أكثر من الصخور ذات المسامية الواطئة ،وعلى هذا الأساس يتوقع حدوث تفاوت في الإغناء الثانوي لليورانيوم في صخور الطبقة . كما أشارت نتائج دراسة (مهدي والحمد،1987) إلى إن احتواء صخور طبقة الترسبات الرئيسية لليورانيوم على كميات متفاوتة من المواد العضوية والأطيان،التي لها قابلية امتصاص لليورانيوم أكثر من المواد الأخرى،وبالتالي أدت إلى عدم تجانس توزيع اليورانيوم تبعاً لتباين كميات المواد العضوية والطينية في الطبقة (الجدولين 2 و3) .

الاستنتاجات

أظهرت معطيات نتائج الدراسة الحالية إن الوضع التركيبي في منطقة أبو صخير والخصائص الصخارية للطبقة الحاضنة لليورانيوم وتفاوت المسامية في صخور الطبقة والتغييرات الحاصلة في سرع جريان المياه الجوفية واغناء المياه باليورانيوم بمساعدة عوامل جيوكيميائية أخرى ساهمت جميعها في عملية تفاوت توزيع اليورانيوم في الطبقة الصخرية الرئيسية الحاضنة لليورانيوم من خلال عمليات خلب وترسيب وبالتالي إعادة توزيع اليورانيوم في هذه الطبقة بعد تأثرها بالفوالق والصدوع .

المصادر

العطية، موسى جعفر و القزاز ، حكمت محمد حسين ومهدي ، محمد عبد الأمير و الحمد ، بيداء ، 1983. ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير - النجف : 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.

العطية، موسى جعفر ومهدي ، محمد عبد الأمير،2005.اصل وظروف نشوء ترسبات اليورانيوم في منطقة أبو صخير. مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية .المجلد 1 ، العدد 1 ، ص15-27 .

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 رقم1969 .

الكاظمي، جاسم عبد محمد وسيساكيان، فاروجان خاجيك وفتاح، عدنان ستار، 1996.الخارطة البنيوية للعراق، مقياس000 1:1000، الطبعة الأولى.الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين.

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

شريف، صداع ، 1986.دراسة أولية للظروف الهيدروجيولوجية في منطقة أبو صخير .الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ،تقرير رقم 1963 .

عبد القادر، وجدي ومحمد ، احمد جاسم ،1985. التحري والتنقيب عن شواهد اليورانيوم في صخور المايوسين في منطقة القائم . الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين . تقرير رقم 1325.

عريم ، حقي ،1990 . الخريطة الهيدروجيولوجية للعراق، مقياس000 1:1000 ،الطبعة الأولى. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين .

مهدي ، محمد عبد الأمير والحمد ، بيداء،1985. تحري استكشافي لامتدادات الطبقة المشعة - غرب أبو صخير.الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين . تقرير رقم 1962.

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

مهدي ، محمد عبد الأمير والحمد ، بيداء ،1987. التحري التفصيلي عن اليورانيوم في منطقة أبو صخير . الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين،تقرير رقمGD42.

Al-Atia, M.J., Mahdi , M.A.and Al-Aboosy, M., 1977. Geochemical investigation on the Hit and Shithatha radioactive thermal springs . GEOSURV , int. rep. no. 1686 .

Al-Kazzaz , H. and Husain, J. A , 1978 . Subsurface investigation for radioactive raw materials in Al -Najaf – Abu-Skhair area . GEOSURV , int. rep. no . 1664.

Fouad, S.F. 2004. Contribution to the structure of Abu-Jir fault zone, west Iraq. Iraqi Geological Journal, Vol. 32-33, issued 2004, p. 63-73.