تقييم ترسبات الزركونيوم والتيتانيوم في رمال تكوين العامج (الجوراسي الأوسط) في الصحراء الغربية - العراق

محمد عبد الأمير مهدي* و لمى عز الدين المختار**

المستخلص

أظهرت نتائج الدراسة الحالية إن فتاتيات تكوين العامج (الجوراسي الأوسط) في الصحراء الغربية، تتكون من ثلاث دورات رسوبية رئيسية وضمن كل دورة توجد دورات رسوبية ثانوية.تظهر كل دورة تخشناً نحو الأعلى في حجم الحبيبات الرسوبية، وهذه صفات البيئة الدلتاوية، كما توجد في بعض الأماكن، ترسبات تظهر حجم حبيباتها تنعما نحو الأعلى مما يدل على صفة البيئة النهرية. تتكون رمال تكوين العامج بشكل أساسي من معدن المرو، ذو الحافات الزاوية إلى شبه المستديرة ونسبة السيليكا فيها تتراوح بين (72 – 76.6) %. تتراوح نسبة المعادن الثقيلة في الرمال بين (0.63 – 0.88)% في الأجزاء الحجمية الرملية بين (0.063 – 0.250) ملم وتتركز في الأجزاء الحجمية الناعمة والناعمة جداً.

تتكون المعادن الثقيلة في رمال تكوين العامج من المعادن الشفافة المستقرة والمتمثلة بمعادن الزركون والروتايل يليها معدن التورمالين وقليل من المعادن شبه المستقرة مثل الشتورولايت.أما المعادن المعتمة السوداء فتتمثل بمعادن الالمنايت والماغنيتايت والمعادن المعتمة البنية مثل الهيمتايت والغوثايت.

تراوحت تراكيز الزركونيوم في الرمال بين (778 – 872) ppm والتيتانيا بين (1.1 – 1.2) % في الموقع (A) وتراوحت بين (779 – 871) ppm للزركونيوم وبين (1.2 – 1.3) % للتيتانيا في الموقع (B).أظهرت الدراسة الصخارية والمعدنية إن المعادن الحاوية على الزركونيوم والتيتانيوم في رمال تكوين العامج تتكون أساسا من معادن الزركون (0.5 – 4.3)% والروتايل (2.5 – 3) % والالمنايت والالمنايت المتحول.بينت الدراسة وجود علاقة موجبة بين التيتانيوم والثوريوم وعلاقة موجبة ضعيفة بين الزركونيوم والثوريوم وان سبب الإشعاع يعود إلى عنصري الثوريوم واليورانيوم.

توصلت الدراسة إلى أن رمال تكوين العامج تعتبر رمال فقيرة بمعادن الزركون والروتايل والالمنايت حيث إنها تتركز في الأجزاء الحجمية الناعمة والناعمة جداً وتحتوي على شوائب طينية وحديدية ومتضمنات أخرى تجعل عمليات الاستخلاص صعبة ومكلفة ، كما بينت نتائج تجارب الاستخلاص إن مواصفات هذه المعادن غير مرغوبة صناعياً.

EVALUATION OF ZIRCONIUM AND TITANIUM DEPOSITS IN SANDS OF AL-AMIJ FORMATION (MIDDLE JURASSIC) IN WESTERN DESERT – IRAQ

Muhammed A. Mahdi and Luma A. Al-Mukhtar

ABSTRACT

The results of the present study revealed that clastics of Al–Amij Formation (Middle Jurassic) in the Western Desert are composed of three sedimentary major cycles, including secondary cycles in each of them .Grain size analysis of the sediments shows domination of coarsening upwards trend .This is the criteria of delta environment. On the other hand, in some places the fining upwards grading is evident indicating alluvial environment.

The sands of Al–Amij Formation are mainly composed of quartz fragments with almost rounded edges and silica content ranging between (72 – 76.6) %.Heavy minerals content in the sand ranges between (0.63 – 0.88) % in the grain sizes ranging between (0.063 – 0.250) mm. The

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

** رئيس جيولوجيين أقدم، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص.ب.986، بغداد، العراق.

heavy minerals in sands of Al–Amij Formation are composed of transparent stable minerals such as zircon, rutile and tourmaline and few amounts of semi–stable minerals such as staurolite. The black opaque minerals are ilmenite and magnetite and the brown opaque minerals are hematite and goethite. The zirconium concentration in the sands ranges between (778 – 872) ppm in area (A) and between (779 – 871) ppm in area (B). The titania (TiO_2) concentration in area (A) is (1.1–1.2) % and (1.2 – 1.3) % in area (B).

Petrogrographic and mineralogic studies show that the minerals containing zirconium and titanium in sands of Al–Amij Formation are zircon (0.5 – 4.3) %, rutile (2.5 – 3) %, ilmenite and altered ilmenite. The study showed positive relation between titanium and thorium and weak positive relation between zirconium and thorium .The source of radiation seems to be thorium and uranium.

The study concluded that sands of Al–Amij Formation are poor in zircon, rutile and ilmenite and they are concentrated in the fine to very fine grain size fractions of the sands .They contain clay and iron impurities and other enclosures, resulting in complex and expensive extraction processes. Moreover, the specifications of the concentrates obtained by preliminary tests do not meet industrial demands.

المقدمة

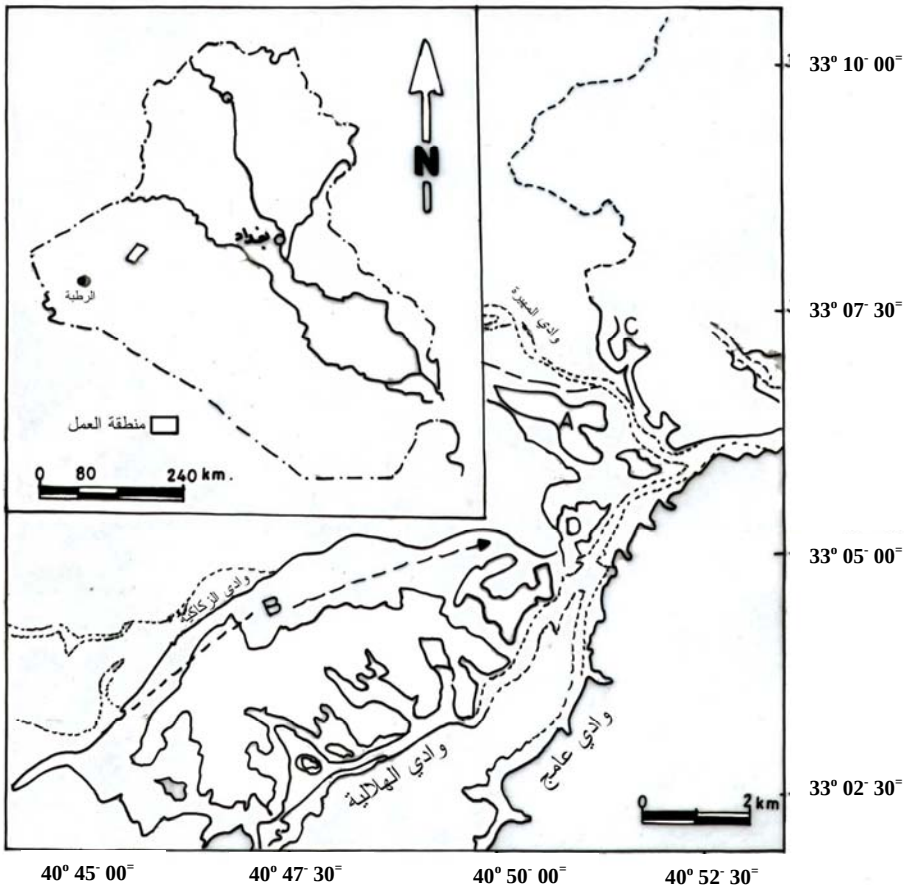
تقع منطقة الدراسة على مسافة 45 كم من مدينة الرطبة باتجاه بغداد قرب تقاطع طريق المرور السريع مع رجلة الزكاكية (أحد فروع وادي العامج) ومن هذا التقاطع تمتد مواقع عمل الدراسة شمالاً وبمسافة 6 كم وتشمل أربعة مواقع (D, C, B, A) (الشكل 1).

خضعت مواقع الدراسة للعديد من العمليات الاستكشافية المعدنية والدراسات البحثية عن معادن تحتوي على عنصري الزركونيوم والتيتانيوم في رمال تكوين العامج (الجوراسي الأوسط) وفيما يأتي أهم هذه الدراسات:

- النجم وسعد الله (1987): وجود ترسبات ذات أهمية اقتصادية للزركونيوم والتيتانيوم جديرة بالاهتمام والمتابعة في رمال تكوين العامج وصلت تراكيزها إلى (1222) ppm وبسمك 2.4 م للزركونيوم و(7150) ppm وبسمك 8.2 م للتيتانيوم .
- العامري (1988): درس جيوكيميائية ومعدنية الصخور المشعة في رمال تكوين العامج حيث تبين إن معدن الزركون هو السبب الرئيسي للنشاط الإشعاعي ويوجد بثلاثة أشكال تختلف عن بعضها بالصفات البصرية والإشعاعية. كما أظهرت الدراسة بان معدن الزركون غني بعناصر الهافنيوم و اليوتريوم والحديد والثوريوم. كما دلت جيوكيميائية رمال تكوين العامج إنها غنية بعناصر الألمنيوم والكالسيوم والمغنيسيوم.
- القزاز ومهدي (1988): درسا الخصائص المعدنية وتوزيع الزركونيوم و التيتانيوم في المفردات الحجمية لفتاتيات العصر الجوراسي والمقارنة بينها.
- النجم وآخرون (1989): تثبيت الاحتياطي للزركونيوم و التيتانيوم في تكوين العامج كما أظهرت الدراسة بان المعادن الثقيلة تتركز في الخصائص الصخارية ذات الحبيبات الناعمة إلى الناعمة جداً.
- Mill (1990): أظهرت تجارب استخلاص المعادن الثقيلة من رمال العامج بأنها رمال فقيرة بالمعادن الثقيلة بلغت بحدود 1% وهي الالمنايت والالمنايت المتحول بنسبة 61% والروتايل 3% والزركون 11% والليكوكسين 10%. إن الحجم الحبيبي للمعادن الثقيلة ناعم جداً وتوجد متضمنات داخل المعادن مما تشكل صعوبات كبيرة في الاستخلاص.

- Svoboda (1990): أظهرت عملية تقييم واستخلاص معادن الزركون والروتايل من رمال تكوين العامج، إن رمال تكوين العامج تحتوي على تراكيز ضعيفة من معادن الزركون والالمنايت وهذه المعادن ناعمة جداً (اقل من 100 µm)، وتوصلت الدراسة بعدم إمكانية الاستخلاص وذلك لقلة تراكيزها وصغر حجمها الحبيبي.
- مهدي وآخرون (1994): أظهرت نتائج دراسة لباب رمال 143 بئراً ونماذج 146 خندقا موزعة على أربعة مواقع (D, C, B, A) وجود احتياطيات متواضعة من الزركونيوم والتيتانيوم تتميز بمواصفات نوعية ومعدنية مهمة سيتم التطرق إليها في متن البحث.
- إسماعيل(1996): بينت دراسته إن سبب الإشعاع في رمال تكوين العامج يعود إلى معدن المونازايت .

تضمنت الدراسة الحالية تقييم المعادن الثقيلة الحاوية على الزركونيوم والتيتانيوم في رمال تكوين العامج (الجوراسي الأوسط) للموقعين (A وB) بما يتعلق بالمواصفات والخصائص وإمكانية الاستخدام في الصناعات وإهمال الموقعين (C وD) لكون مساحة الموقعين صغيرة جداً.



الشكل (1): خريطة مواقع العمل الأربعة D, C, B, A في منطقة العامج

جيولوجية المنطقة

تقع ترسبات تكوين العامج (الجوراسي الأوسط) ضمن حزام الرطبة الذي يكون مع حزام الجزيرة نطاق الرطبة – الجزيرة، هذا النطاق يكون الجزء الغربي من الرصيف المستقر. يمثل تكوين العامج الدورة الرسوبية الثالثة في العصر الجوراسي، وسمي التكوين باسم العامج من قبل (Buday and Hak,1980) ويتكشف في المنطقة المحصورة بين وادي الحسينيات ووادي العامج. ميزّ (Al-Mubarak and Amin,1983) نفس التتابع في الشمال الشرقي من دويخلة الحسينيات وسمي تكوين بطمة العليا (Karim and Ctyroky, 1980). يمتد تكوين العامج حوالي 80 كم شمال شرق منطقة الدراسة (الشكل1) ويتراوح سمك التكوين في منطقة الدراسة بين (22.9 – 29.2)م وبمعدل سمك 25.8 م، في حين قدر سمك التكوين 42 م من قبل (Buday and Hak, 1980).

يخترق منطقة الدراسة وادي رئيسي هو العامج وتفرعاته مثل وادي الزكاكية والهلالية والمهيرة، وتتميز المنطقة بانتشار الهضاب المنعزلة مثل الموقع(A) والمواقع(D,C,B) .تتراوح ارتفاعات المنطقة ما بين (535 – 577) م فوق مستوى سطح البحر في الموقع (A) وبين (551 – 588)م في الموقع (B).

يتكون التتابع الطباقي لتكوين العامج (الجوراسي الأوسط) من وحدتين رئيسيتين هما الوحدة الكلسية العليا التي يتراوح سمكها بين (4.3 – 10.9) م وبمعدل 6.9 م والوحدة الفتاتية السفلى التي يتراوح سمكها بين (14.1 – 21.1) م وبمعدل 18.9 م والتي تتموضع بسطح لا توافقي على تكوين الحسينيات (الجوراسي الأسفل) وتميل الطبقات بحوالي 1 درجة لكل 1 كم باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي (مهدي وآخرون، 1994).

فيما يأتي مواصفات **الوحدة الفتاتية** لتكوين العامج ومن الأسفل إلى الأعلى (الشكل 2):

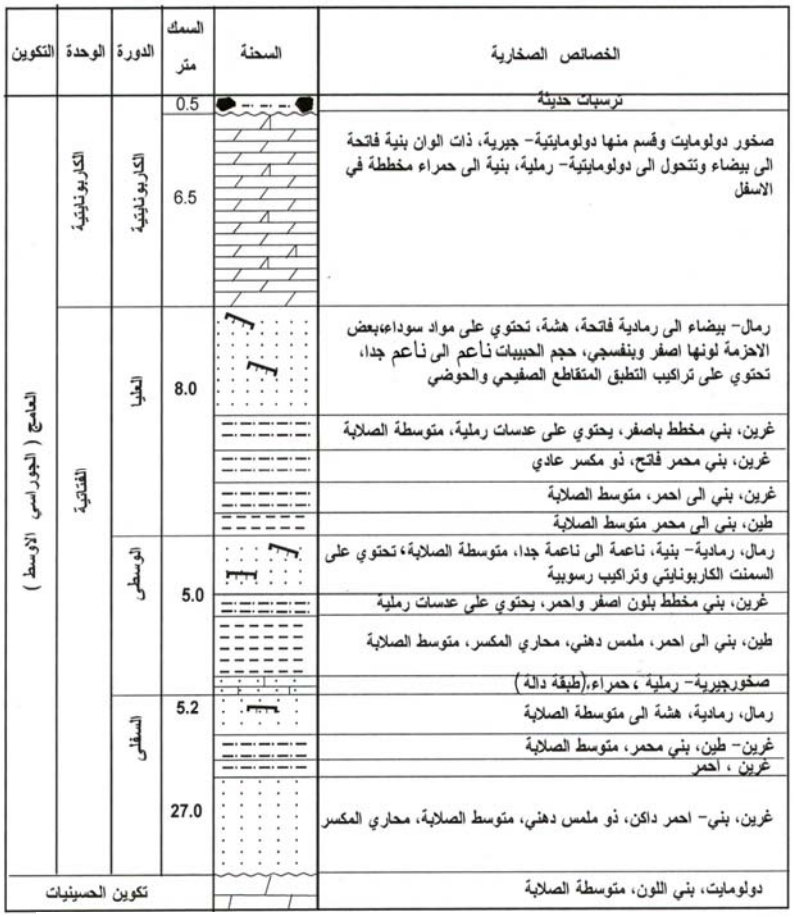
تتكون الوحدة الفتاتية في تكوين العامج من ثلاث دورات رسوبية رئيسية وضمن كل واحدة منها دورات رسوبية ثانوية. إن كل دورة رسوبية رئيسية تبدأ بالترسبات الطينية من الأسفل ثم تليها الترسبات الغرينية وتنتهي بطبقات رملية ناعمة جدا إلى ناعمة في الأعلى،أي إن التدرج الحجمي للترسبات يظهر صفة التخشن باتجاه الأعلى. ان نسب وجود الأطيان والغرين والرمال في الدورات موضحة في الجدول(1).

جدول (1): نسب الأطيان والغرين والرمال في فتاتيات تكوين العامج (مهدي وآخرون،1994)

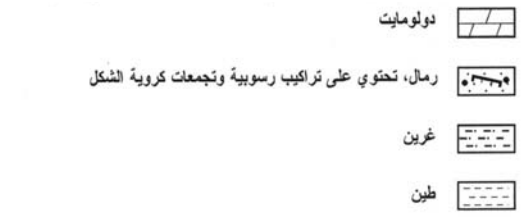
الموقع	الدورة الرسوبية	الأطيان (%)	الغرين (%)	الرمال (%)
D, C, B, A	العليا	20	28	52
	الوسطى	48	7	45
	السفلى	70	2	28

إن المواصفات التي تتميز بها الوحدة الفتاتية ومنها التخشن الحبيبي باتجاه الأعلى تدل على إن الترسيب حصل في بيئة دلتاوية (Coleman,1976) علماً بأنه توجد أماكن في الموقع (B) تظهر فيها الترسبات تنعماً في حجم الحبيبات باتجاه الأعلى مما يدل على البيئة النهرية أو القنوات، وهذا ما أكدته نتائج الدراسات السابقة (الحديثي، 1989) و (النجم وسعد الله، 1987).

تحتوي الدورة الرسوبية العليا على كمية كبيرة من الرمال تصل إلى 52 % من مجموع الترسبات، ومعدل سمك الرمال فيها يبلغ 7.4 م. يزداد تركيز المعادن الثقيلة فيها بشكل أحزمة سوداء رقيقة أو خطوط ضمن التراكيب الرسوبية المختلفة في الرمال .أما الدورة الرسوبية الوسطى فتبلغ نسبة الرمال فيها بحدود 45 % ومعدل سمك الرمال 2.7 م وتتميز بلون رمادي إلى بني فاتح وتحتوي على بعض المواد السوداء ضمن التراكيب الرسوبية. تبلغ نسبة الرمال في الدورة الرسوبية السفلى حوالي 28 % ومعدل سمك الرمال فيها 1.7 م وتتميز بلون رمادي فاتح وتقل فيها تراكيز المعادن الثقيلة (مهدي وآخرون، 1994).

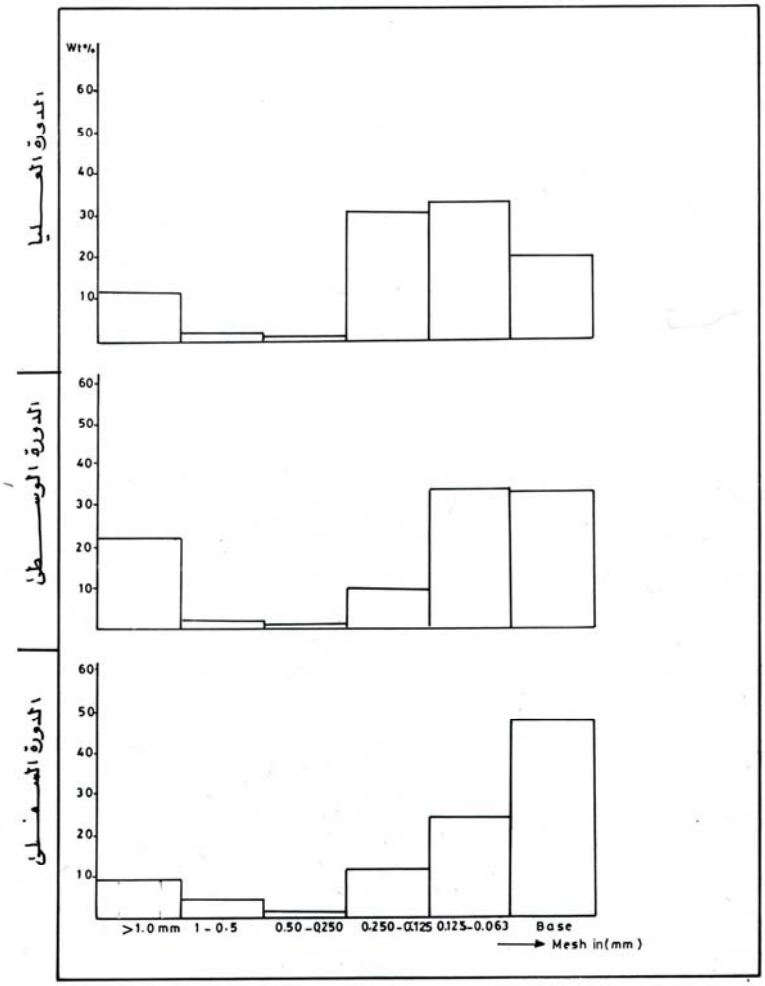


شكل (2): مقطع عمودي في صخور تكوين العامج (البئر رقم 18/20

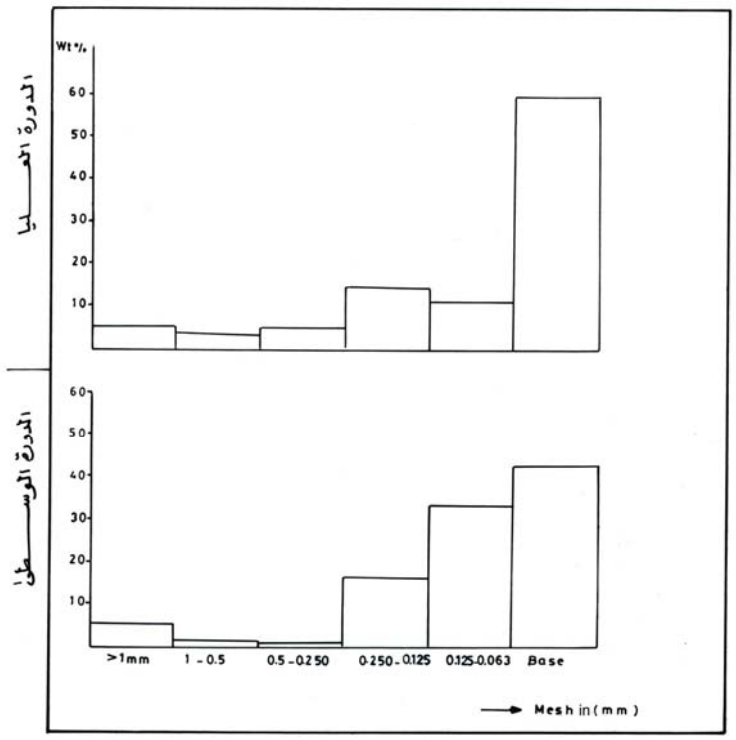


تقييم رمال العامج

- **التحليل الحجمي للرمال:** تم دراسة التحليل الحجمي لرمال تكوين العامج بأخذ 300 غم من كل نموذج وإجراء تدرج حجمي باستخدام مناخل باحجام مختلفة (اكبر من 1.0 ملم، 0.5 – 1 ملم، – 0.5 0.250 ملم، 0.125 – 0.250 ملم، 0.063 – 0.125 ملم، القاعدة). بينت نتائج التدرج الحجمي (Folk, 1974) إن المعدلات الوزنية للحجوم الناعمة والناعمة جدا والغرين والطين أكثر من معدلات الحجوم الخشنة والخشنة جدا ولجميع الدورات في الموقعين (A وB)، الشكلين (3 و 4) والجدولين (2 و3)، كما إن معدلات النسب المئوية الوزنية للغرين والطين أعلى من معدلاتها في الأجزاء الحجمية الأخرى وخاصة في الموقع (B)، الجدول (3) .



شكل (3): التدرج الحجمي لرمال تكوين العامج (الموقع A)



شكل (4): التدرج الحجمي لرمال تكوين العامج (الموقع B)

جدول(2):معدلات النسب المئوية الوزنية للتدرج الحجمي لرمال تكوين العامج في الموقع (A)

الدورة	الوزن الكلي (غم)	رمل خشن جداً (1.0 <) (ملم)	رمل خشن (1.0 – 0.5) (ملم)	رمل متوسط (0.5 – 0.25) (ملم)	رمل ناعم (0.25 – 0.125) (ملم)	رمل ناعم جداً (0.125– 0.063) (ملم)	القاعدة
العليا	300	11.62	1.16	0.75	31.09	33.34	20.98
الوسطى	300	21.70	1.80	0.73	9.29	33.32	33.16
السفلى	300	9.86	4.16	1.97	11.69	24.79	47.58

جدول(3): معدلات النسب المئوية الوزنية لرمال تكوين العامج في الموقع (B)

الدورة	الوزن الكلي (غم)	رمل خشن جداً (1.0 <) (ملم)	رمل خشن (1.0 – 0.5) (ملم)	رمل متوسط (0.5 – 0.25) (ملم)	رمل ناعم (0.25 – 0.125) (ملم)	رمل ناعم جداً (0.125– 0.063) (ملم)	القاعدة
العليا	300	5.41	3.31	5.20	14.51	11.97	59.88
الوسطى	300	5.32	1.14	1.66	16.95	33.72	42.82

- **الدراسة الصخارية والمعدنية لرمال تكوين العامج**

أظهرت الدراسة الصخارية والمعدنية للأجزاء الحجمية لرمال تكوين العامج وللموقعين (A وB) النتائج الآتية :

1-الموقع A

تتكون رمال الحجوم الخشنة جداً اكبر من (1) ملم والرمال الخشنة (0.5 – 1) ملم والرمال متوسطة الخشونة (0.5–0.25) ملم من تجمعات من المرو ذو حافات زاوية وفي داخله متضمنات من معادن الزركون والتورمالين والروتايل المتناهية الصغر أو متضمنات من المعادن المعتمة السوداء، كما تحتوي التجمعات على معادن معتمة سوداء وبنية هي الهيمتايت والغوثايت البرتقالي.ويلاحظ ندرة وجود معادن الزركون والروتايل والتورمالين، مع وجود بلورات الكالسايت بصورة رابطة لمعادن المرو في التجمعات، وتتصف جميع الدورات بنفس الوصف.

تمتاز الرمال الناعمة (0.125 – 0.250) ملم والناعمة جداً(0.063 – 0.125) ملم باختفاء التجمعات وظهور المرو بصورة طليقة ذو حافات زاوية إلى شبه مستديرة وندرة ظهور معادن الميكروكلاين والكالسايت الثانوي والكلورايت الدائري أو البيضوي الشكل بلونه البني الباهت المصفر والهيمتايت وقلة وجود معادن التورمالين والزركون والروتايل والشتوروليت والاباتايت، وتتصف جميع الدورات بنفس الوصف .

2-الموقع B

تتكون الرمال الخشنة جداً (اكبر من1) ملم والرمال الخشنة (0.5 - 1) ملم والرمال متوسطة الخشونة (0.250 – 0.5) ملم من تجمعات متناهية الصغر من معدن المرو الزاوي الشكل إلى شبه مستدير الحافات تملئه شوائب سوداء اللون تربطها بلورات معدن الكالسايت الثانوي المنشأ. لوحظ وجود المعادن المعتمة السوداء والبنية والموسكوفايت شبه المستدير إلى الزاوي الشكل وندرة وجود معادن الميكروكلاين والزركون والتورمالين والروتايل والشتوروليت، وتتصف الدورتين العليا والسفلى بنفس الوصف .

تمتاز الرمال الناعمة(0.125 – 0.250) ملم والناعمة جداً (0.063 – 0.125) ملم باختفاء التجمعات وظهور حبيبات المرو بصورة طليقة وبالشكل الزاوي إلى شبه المستدير وفيها متضمنات من المعادن المعتمة والتي تظهر كشوائب فضلاً عن ندرة وجود معادن الزركون والتورمالين و الروتايل والشتوروليت والميكروكلاين، وتتصف الدورتين العليا والوسطى بنفس الوصف.

- **المعادن الثقيلة في رمال تكوين العامج**

درست المعادن الثقيلة في الحجوم الناعمة جداً(0.063 – 0.125) ملم حيث تتركز تلك المعادن وتليها في التركيز الترسبات الغرينية. ويوضح الجدول (4) معدلات النسب المئوية الوزنية للمعادن الثقيلة للدورات العليا،الوسطى والسفلي للموقع(A) و للدورتين العليا والسفلى في الموقع (B).

جدول (4): معدلات النسب المئوية الوزنية للمعادن الثقيلة من (100) غم من كل نموذج لرمال تكوين العامج

الموقع	الدورة	النسبة %
A	العليا	0.67
	السفلى	0.86
	السفلى	0.52
B	العليا	0.79
	الوسطى	0.88

تتكون المعادن الثقيلة في رمال تكوين العامج من معادن شفافة ومعادن معتمة بنوعيها السوداء والبنية. تتألف المعادن الشفافة من المعادن المستقرة بصورة رئيسية والمتمثلة بمعدني الزركون والروتايل (الجدول 5) يليهما معدن التورمالين ثم المعادن شبه المستقرة والمتمثلة بمعادن الشتورولايت وغير المستقرة كمعدن الكلورايت إضافة إلى ندرة وجود معادن الكاينايت والابيدوت والتيتانايت والكارنت والبايروكسين والبارايت.أما المعادن المعتمة السوداء فتتمثل بمعادن الالمنايت والمغنيتايت والمعادن المعتمة البنية تتمثل بمعادن الهيمتايت والغوثايت والليمونايت . معدلات النسب المئوية للمعادن الشفافة والبنية والسوداء موضحة في الجدول (6) وللموقعين (A و B).

الزركون

عديم اللون، تغلب فيه الأشكال المستديرة وشبه المستديرة تليها الأشكال شبه كاملة الأوجه وكاملة الأوجه إضافة إلى وجود المتضمنات ومعظمها من المعادن المعتمة أو حبيبات ناعمة جداً من الزركون، كما يوجد الزركون بصورة حرة أو بشكل متضمنات في معادن أخرى وخاصة في معدن المرو (الحسني والمختار،1993). بلغت معدلات النسبة المئوية للزركون (6.46 ,5.74 ,4.29) % للدورات العليا والوسطى والسفلى في الموقع(A). وفي الموقع(B) بلغت (5.67 ,7.68)% للدورتين العليا والوسطى، على التوالي وكما موضح في الجدول(5) والشكل(5).

جدول (5): معدلات النسب المئوية للمعادن المعتمة السوداء والزركون والروتايل في رمال تكوين العامج

الموقع	الدورة	المعتمة السوداء (%)	الزركون (%)	الروتايل (%)
A	العليا	13.3	6.46	3.04
	الوسطى	12.93	5.74	2.90
	السفلى	9.69	4.29	2.54
B	العليا	11.62	5.67	2.98
	الوسطى	9.06	7.68	3.1

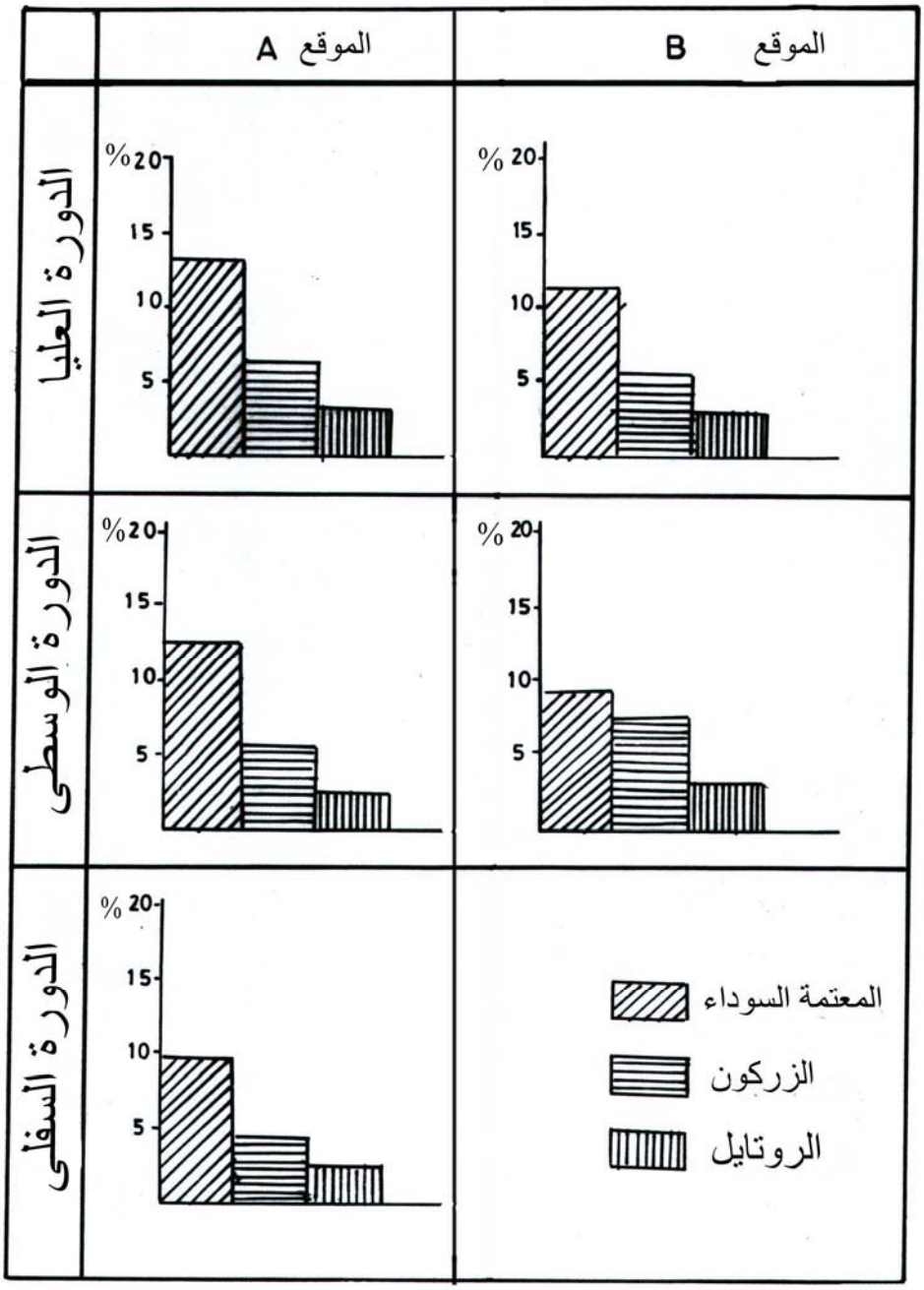
الروتايل

يوجد بشكلين، الأول مستدير ذو لون احمر الى احمر غامق وقليل منه ذو لون بني غامق والشكل الثاني طويل ومستدير من النهايات وذو ألوان مختلفة منها الأحمر والأحمر الغامق والبرتقالي والأصفر مع ندرة وجود الروتايل كامل الأوجه (الحسني والمختار،1993). بلغت معدلات نسب تراكيزه ضمن المعادن الثقيلة (3.04 ,2.90 ,2.54) % للدورات العليا و الوسطى والسفلى على التوالي في الموقع (A). وبلغت معدلاته في الموقع (B) (2.98 ,3.1) % للدورتين العليا والوسطى، على التوالي وكما مبين في الجدول (5) والشكل (5).

المعادن المعتمة في رمال العامج

- **المعادن المعتمة السوداء**

تتمثل بمعدن الالمنايت على الأغلب وقليل جداًمن معدن المغنيتايت.تتواجد بعدة أشكال الشائع منها: الشبه المستدير، الشبه المنتظم، الشبه الزاوي. بلغت معدلات نسب تراكيزها (13.3 ,12.93 ,9.69) % للدورات العليا ، الوسطى والسفلى في الموقع (A) و (11.62 ,9.1) % للدورتين العليا والوسطى في الموقع (B)، وكما موضح في الجدول(6) والشكل(6).



شكل (5): معدلات نسب المعادن المعتمة السوداء والزركون والروتايل في رمال تكوين العامج

جدول(6):معدلات النسب المئوية للمعادن الثقيلة المعتمة السوداء والبنية والمعادن الشفافة في رمال تكوين العامج

الموقع	الدورة	المعتمة السوداء (%)	المعتمة البنية (%)	الشفافة (%)
A	العليا	13.3	68.01	18.57
	الوسطى	12.93	68.75	18.29
	السفلى	9.69	75.21	15.06
B	العليا	11.62	69.87	18.15
	الوسطى	9.1	72.09	18.89

- **المعادن المعتمة البنية**

تتكون من معادن الهيمتايت والغوثايت والليمونايت ،هذه المعادن ناتجة أما من تكسرمعادن اكاسيد الحديد أو من تحول معدن المغنيتايت **(**Hamilton et al., 1976**)**. توجد هذه المعادن بشكل شبه مستدير أو شبه منتظم أو شبه زاوي. بلغت معدلات نسب تراكيز هذه المعادن في الموقع (A) (75.21,68.75,68.01)% للدورات العليا والوسطى والسفلى على التوالي، وفي الموقع (B) بلغت (72.09,69.87)% للدورتين العليا والوسطى على التوالي وكما مبين في الجدول(6) والشكل(6).

التركيب الكيميائي لرمال تكوين العامج

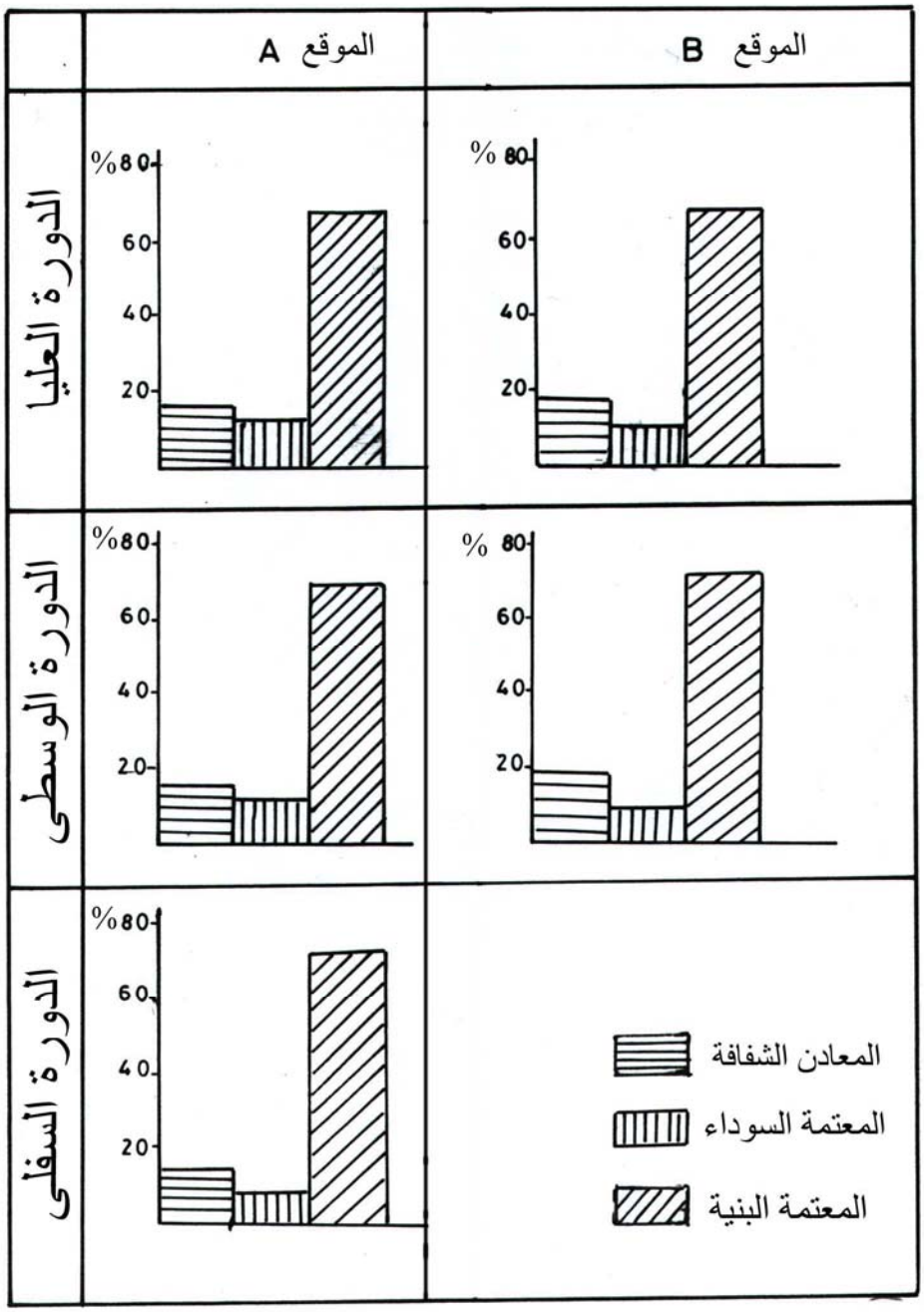
تم تحليل 250 عينة رملية ملتقطة من بعض الآبار المحفورة في الموقع (A) و200 عينة رملية في الموقع(B)، (الجدولين 7 و 8) وتبين إن تراكيز الألومينا (Al_2O_3) تقل نسبياً في رمال الدورة الوسطى ويزداد الحديد فيها قليلاً. كما تزداد نسبة تراكيز أوكسيد الكالسيوم في الدورة الرسوبية الوسطى. وهذا ناتج من وجود أحزمة رملية صلبة تكون المادة الرابطة فيها مواد كلسية ويعكس هذا بدوره زيادة نسب قيم الفقدان بالوزن بعد الحرق. أما تراكيز المركبات الكيميائية الأخرى فتتباين قليلاً وبشكل غير مميز.

جدول (7): نتائج التحليلات الكيميائية لرمال تكوين العامج في الموقع (A) **(**مهدي وآخرون،1994**)**

الدورة الرسوبية	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	CaO %	MgO %	L.O.I %	Na_2O %	K_2O %
العليا	76.6	7.5	1.2	4.5	0.5	8.2	0.2	0.3
الوسطى	76.3	5.1	1.3	6.5	0.9	7.5	0.1	0.7
السفلى	72.0	6.1	1.3	8.1	0.6	8.9	0.1	0.4

جدول (8): نتائج التحليلات الكيميائية لرمال تكوين العامج في الموقع (B) **(**مهدي وآخرون، 1994**)**

المركبات	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	CaO %	MgO %	L.O.I %	Na_2O %	K_2O %
معدل الدورات الثلاث	72.6	8.2	1.8	5.9	0.3	8.0	0.05	0.5



شكل (6): معدلات نسب المعادن الثقيلة الشفافة والمعتمة في رمال تكوين العامج

توزيع الزركونيوم والتيتانيوم في رمال تكوين العامج

إن دراسة حوالي 2500 عينة رملية ملتقطة من لباب ونماذج 143 بئراً و164 خندقاً في المواقع المدروسة أظهرت وجود تفاوت في توزيع تراكيز معادن الزركونيوم والتيتانيوم في الرمال، وفيما يأتي المواصفات التقييمية للطبقات الرملية الحاضنة للمعادن الثقيلة في الموقعين(A وB) وهما اكبر المواقع في المنطقة. إن نتائج التحليلات للزركونيوم والتيتانيا(الجدول9) تمثل كامل الرمال الخام ، أما نتائج المعادن الثقيلة فتمثل ما يحتويه الجزء الحجمي الرملي(0.063–1.0) ملم من الخام (مهدي وآخرون، 1994). يوضح الشكلين(7و8) التوزيع التكراري للزركونيوم والتيتانيوم في الرمال.

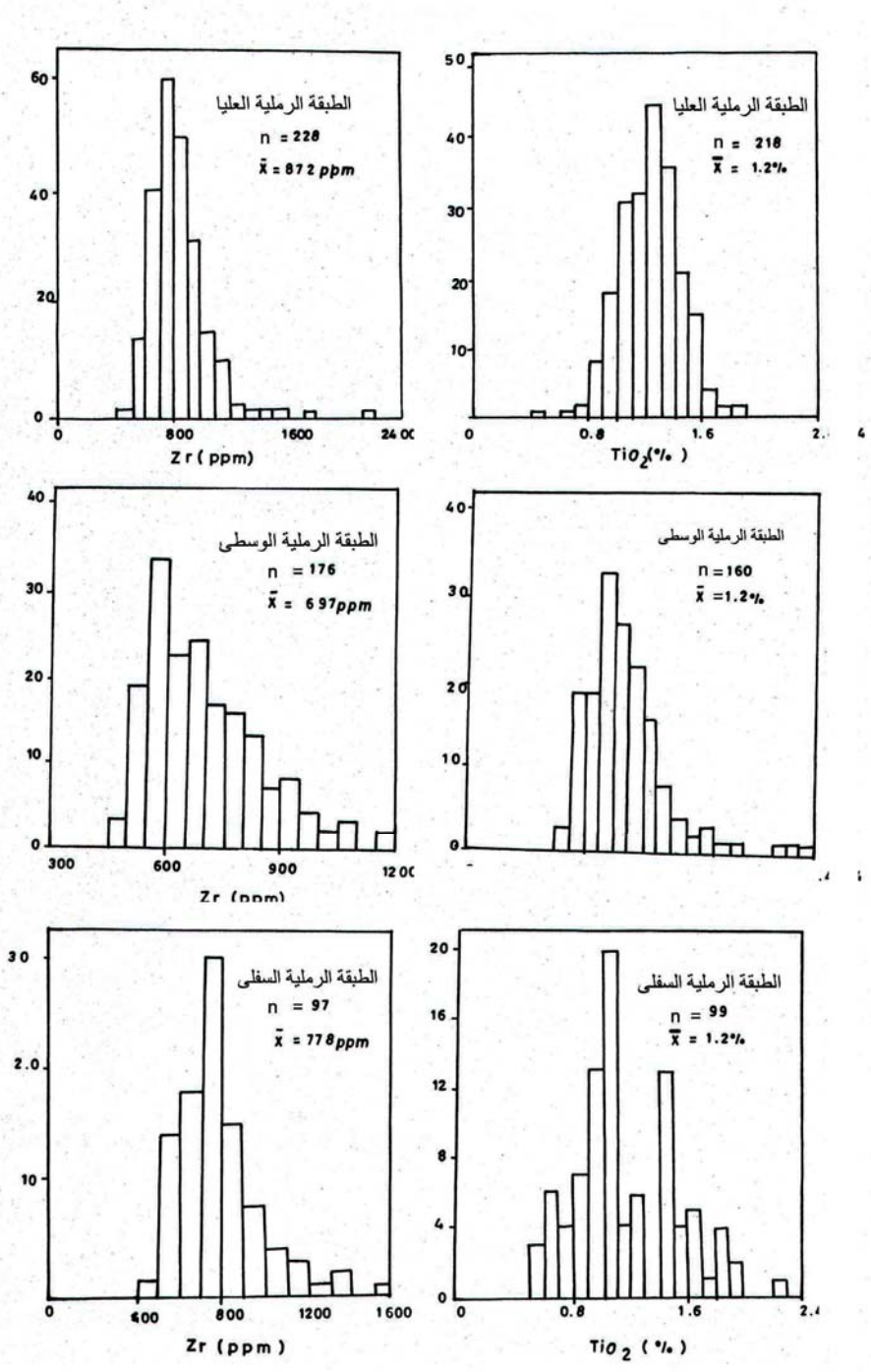
جدول (9): نتائج تراكيز الزركونيوم والتيتانيا في رمال الخام لتكوين العامج ومحتوى المعادن الثقيلة في الجزء الحجمي بين(0.063 – 1.0) ملم

الموقع	الدورة الرسوبية	معدل السمك (م)	مديات تراكيز الزركونيوم (ppm)	معدل تركيز الزركونيوم (ppm)	مديات تراكيز التيتانيا (%)	معدل تركيز التيتانيا (%)	المعادن الثقيلة (%)
A	العليا	3.35	1730–847	872	1.7–0.67	1.2	0.67
	الوسطى	2.49	1025–430	697	1.7–0.7	1.1	0.86
	السفلى	1.4	1390–470	778	1.8–1.6	1.2	0.52
B	العليا	3.5	1899–536	871	1.35–0.73	1.2	0.79
	الوسطى	1.7	1091–485	742	1.9–0.96	1.3	0.88
	السفلى	1.6	1385–502	776	1.9–0.74	1.3	----

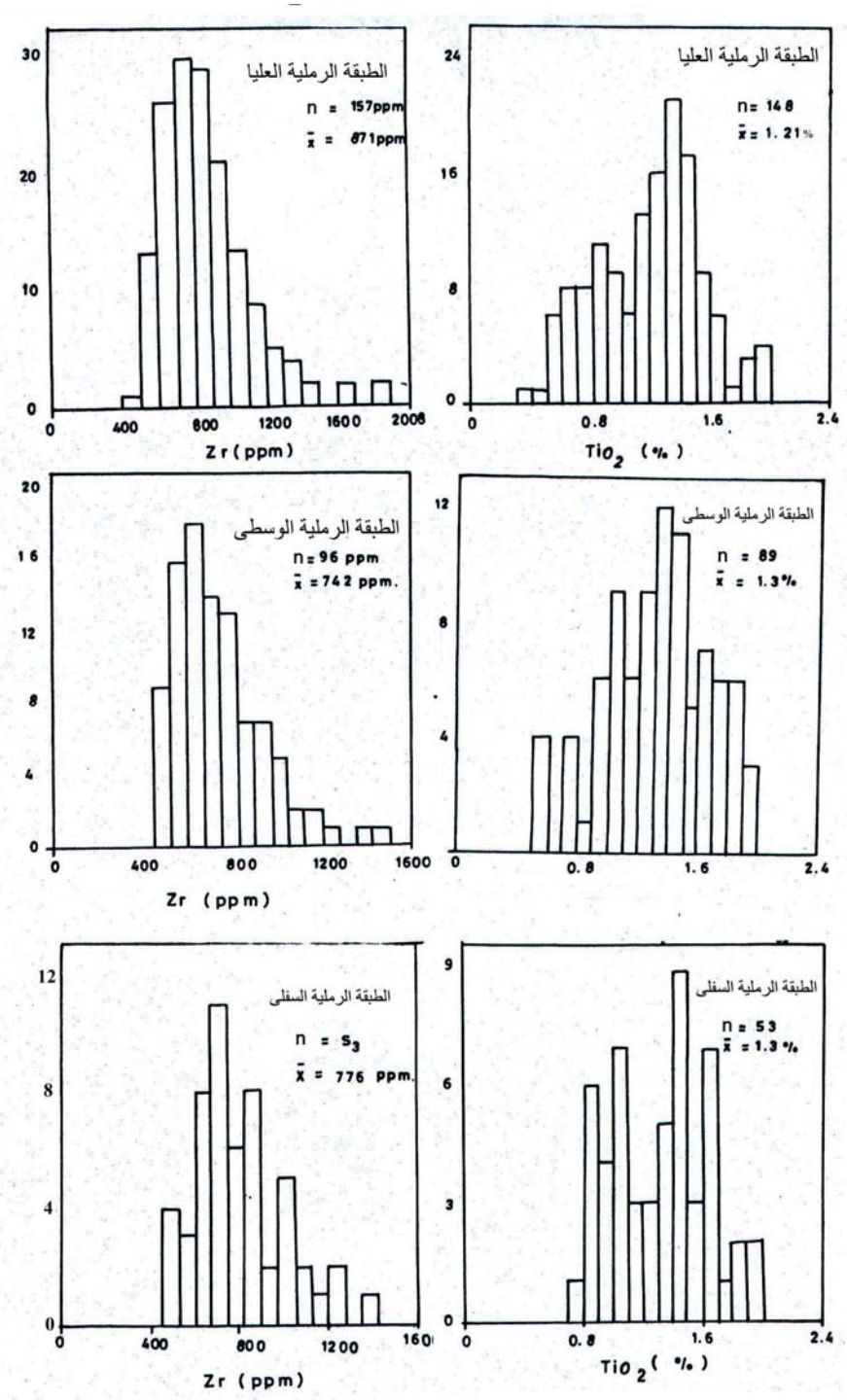
▪ **توزيع اليورانيوم والثوريوم في رمال تكوين العامج**

تم تحليل 1042 نموذج بواسطة الأشعة السينية المفلورة (X- ray spectrometry) من بعض الطبقات الرملية المفروزة لتعيين العناصر المشعة فيها وهي (Th وU).إن تراكيز اليورانيوم في رمال تكوين العامج كانت دون مستوى التحسس، في حين تم دراسة علاقة ارتباط تراكيز عناصر الثوريوم والزركونيوم والتيتانيوم في80 نموذج رملي في الموقع(A) كما موضح في الشكل (9). بينت هذه الدراسة ما يأتي:

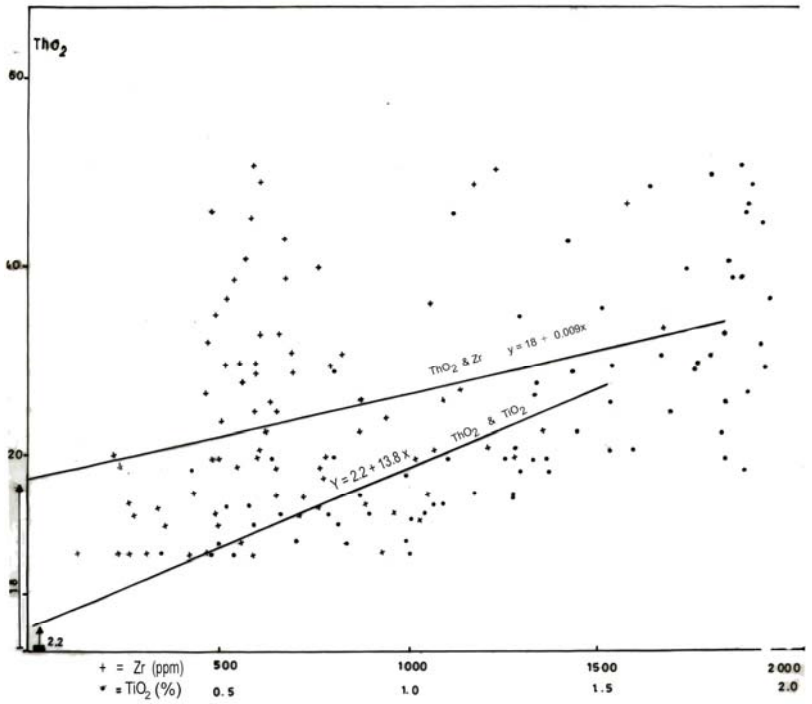
- العلاقة بين تراكيز الزركونيوم والثوريوم موجبة ،إلا إنها ضعيفة (R=0.24) (الشكل 9) ويشير ذلك إلى إن معدن الزركون الذي يعتبر المصدر الرئيسي للزركونيوم في رمال تكوين العامج لا يحتوي دائما على الثوريوم وقد أثبتت ذلك دراسة سابقة (العامري، 1988) حيث وجد إن للزركون ثلاثة أنواع سميت(I, II, III) على التوالي وان النوع الأول (I) هو المشع أما النوع الثاني (II) فمتوسط الإشعاعية والنوع الثالث (III) عديم أو قليل الإشعاعية.
- العلاقة بين التيتانيوم والثوريوم موجبة وقوية (R=0.73) الشكل (9)، علماً إن خط التراجع (Y=2.2+13.89x) يقطع محور الثوريوم بقيمة (2.2) ppm (ThO_2) وهذا يفسر ارتباط الثوريوم بمعادن التيتانيوم (الالمنايت بصورة رئيسية) ويحتاج ذلك إلى دراسة إشعاعية تفصيلية للتأكد من وجود الثوريوم.
- بينت دراسة (إسماعيل،1996) لأول مرة إن سبب الإشعاع في رمال تكوين العامج يعود إلى معدن المونازايت الموجود بلون اصفر إلى احمر وبأشكال شبه مدورة.



شكل (7): توزيع تراكيز الزركونيوم والتيتانيا في الطبقات الرملية المفروزة في الموقع (A)



شكل (8): توزيع تراكيز الزركونيوم والتيتانيا في الطبقات الرملية المفروزة في الموقع (B)



شكل (9): العلاقة بين تراكيز الثوريوم وتراكيز كل من الزركونيوم والتيتانيا
في رمال الدورة العليا لتكوين العامج في الموقع (A)

المناقشة

تمتد ترسبات تكوين العامج (الجوراسي الأوسط) حوالي 80 كم شمال شرق منطقة الدراسة. تم تثبيت دقيق لسمك التكوين من خلال حفر 143 بئراً وتراوح بين (22.9–29.2) م وبمعدل سمك 25.8 م في حين قدره (Buday and Hak,1980) بسمك 42 م. أظهرت الدراسة إن فتاتيات تكوين العامج تتكون من ثلاث دورات رسوبية رئيسية وتتضمن كل دورة عدة دورات رسوبية ثانوية (الشكل 2). التدرج الحجمي للفتاتيات يظهر تخشن حبيباتها باتجاه الأعلى كما موضح ذلك في الجدول(1)، وتدل بان هذه الفتاتيات ترسبت في بيئة دلتاوية (Coleman,1976). إن الترسبات في بعض الأماكن كما في الموقع (B) تظهر تنعماً باتجاه الأعلى مما يؤشر البيئة النهرية أو القنوات وهذا ما أكدته معظم الدراسات السابقة (النجم وآخرون، 1987; الحديثي، 1989; إسماعيل، 1996 والعامري،1988) باستثناء (Al-Naqib et al., 1986) حيث ذكروا إن الترسبات تظهر تنعم باتجاه الأعلى واستنتج بان البيئة الترسيبية لفتاتيات تكوين العامج بيئة نهرية. إن نتائج التدرج الحجمي أظهرت إن معدلات النسب المئوية الوزنية للحجوم الناعمة والناعمة جداً للرمال والغرين تقدر بأكثر من 85% في حين الأجزاء الحجمية الخشنة جداً والخشنة والمتوسطة قدرت بحدود 15 % كما موضح في الجدولين (2 و 3) وهذا مؤشر على إن الترسبات قد ترسبت في بيئة هادئة (Mekee et al., 1967) .

بينت الدراسة المعدنية إن رمال تكوين العامج تتكون من معدن المرو بشكل أساسي وأشكال حبيباتها شبه مستديرة إلى حادة ومعادن ثقيلة فوق مستقرة إلى مستقرة مثل الزركون والروتايل وقليل من التورمالين وندرة أو عدم وجود المعادن غير المستقرة مثل البايروكسين والامفيبول. إن هذه المواصفات تدل على إن الترسبات ذات نضوج معدني عالي (Blaat and Christie, 1963) لكونها خضعت إلى عدة دورات رسوبية.

إن النسب المئوية الوزنية للمعادن الثقيلة لرمال تكوين العامج في الأجزاء الحجمية تراوحت بين (0.063 – 1.0) ملم وبمعدل 0.75% في الموقع (A) و0.84% في الموقع (B) في حين بلغ معدلها في دراسة (Mill,1990) بحدود 0.95%. إن المعادن الثقيلة الشفافة والسوداء تركزت في الدورة الرسوبية العليا لموقع (A) في حين تركزت المعادن الثقيلة الشفافة والبنية في الدورة الوسطى للموقع (B) والمعادن السوداء في الدورة العليا (الجدول9).إن سبب الاختلاف يعود إلى بيئة الترسيب حيث إن ترسيب المعادن الثقيلة مؤشر لطاقة ترسيب عالية (Ray,1976).

أظهرت نتائج تقييم رمال تكوين العامج إن معدل تراكيز عنصر الزركونيوم بلغت (782) ppm في الموقع (A) و(796) ppm في الموقع (B) وان رمال الدورة الرسوبية العليا تحتوي على تراكيز للزركونيوم أعلى من الدورات الوسطى والسفلى وهذه التراكيز تعزى إلى وجود معدن الزركون كمكون أساسي بين المعادن الثقيلة والذي يتميز بحركته وبقائه مع نتائج التجوية .

بلغت معدلات تركيز التيتانيا في الرمال 1.16 % في الموقع (A) و1.2 % في الموقع (B) وهذه النسب أعلى من معدلاتها في صخور القشرة الأرضية التي تبلغ 0.8 % (Ronov and Yaroshevsky, 1969 and 1972) وهذا مؤشر واضح بان الصخور المصدرية لرمال تكوين العامج غنية أساساً بهذا العنصر. إن نتائج الدراسة الصخارية أظهرت إن معادن الزركونيوم في الرمال هي الزركون ومعادن التيتانيوم هي الروتايل والالمنايت وقسم من الالمنايت المتحول. إن معادن الزركون والروتايل تحتوي على متضمنات وشوائب وقسم من الحبيبات مغلفة بالمواد الطينية والحديدية وهذا يعود لكون رسوبيات تكوين العامج مرت بعدة دورات رسوبية أدت إلى تلوثها بالشوائب ،عكس المعادن الثقيلة في الترسبات الحديثة في الشواطيء التي تكون نقية ونظيفة. وتوجد قسم من هذه المعادن ضمن التجمعات المتكلسة كما يوجد قسم من حبيبات الزركون والروتايل كمتضمنات في حبيبات المرو. ولوحظ وجود تشقق في بعض حبيبات الزركون .إن مثل هذه المواصفات غير مرغوبة صناعياً.

أشارت نتائج دراسة(Svoboda,1990) إن رمال تكوين العامج تحتوي على معدن الزركون والالمنايت وتتركز في الأجزاء الحجمية الناعمة جداً (اقل من 100µm) بتراكيز قليلة، واستنتج بان هناك صعوبة في عملية الاستخلاص وإنها عملية غير اقتصادية.

بينت هذه الدراسة وجود علاقة موجبة بين التيتانيوم والثوريوم وعلاقة ضعيفة بين الزركونيوم والثوريوم (الشكل 7) وان أسباب الإشعاع تعود إلى عنصري الثوريوم واليورانيوم اللذان يرتبطان بعنصر التيتانيوم (الالمنايت) في حين إن (إسماعيل،1996) يعتقد إن سبب الإشعاع يعود إلى وجود معدن المونازايت في الرمال. أما(العامري،1988) فقد بين إن سبب الإشعاع هو معدن الزركون .

الاستنتاجات

- أشارت نتائج الدراسة إلى ان فتاتيات تكوين العامج (الجوراسي الأوسط) تتكون من ثلاث دورات رسوبية رئيسية، وكل دورة تحتوي على عدة دورات ثانوية تبين تخشناً نحو الأعلى، مما يدل على إن الفتاتيات ترسبت في بيئة دلتاوية. بينت نتائج التدرج الحجمي للرمال إن معدلات النسب المئوية الوزنية للحجوم الناعمة والناعمة جداً والغرين والطين تقدر بحوالي 85 % بينما نسب الحجوم الخشنة جداً والخشنة(0.2 – 1.0ملم) في الموقعين (A و B) بلغت 15 % وعلى أساس ذلك يمكن الاستنتاج بأن الرسوبيات ترسبت في بيئة هادئة .

- أظهرت نتائج الدراسة المعدنية إن الرمال تتكون أساسا من معدن المرو بأشكال زاوية إلى شبه مستديرة ووجود معادن ثقيلة فوق مستقرة إلى مستقرة مثل الزركون والروتايل وقليل من التورمالين وعدم وجود معادن غير مستقرة مما يدل على إن الترسبات مرت بعدة دورات رسوبية ووصلت إلى نضوج معدني عالي.
- تتميز المعادن الثقيلة في رمال تكوين العامج بأنها غير نقية وفيها كثير من الأطيان والمواد الحديدية وقسم من هذه المعادن مغلف بالشوائب ، كما إن بعض حبيبات الزركون توجد كمتضمنات داخل بلورات المرو، بالإضافة إلى ضعف تراكيز هذه المعادن في الرمال ووجودها في الأجزاء الحجمية الناعمة جدا والناعمة مما جعل عمليات الاستخلاص لهذه المعادن صعبة ومكلفة. كما إن مواصفات مثل هذه المعادن غير مرغوبة في الأسواق التجارية عند مقارنتها بالمعادن الثقيلة في الترسبات الشاطئية الحديثة كما في استراليا والهند.
- بينت الدراسة إن سبب الإشعاع في الرمال يعود إلى عنصري الثوريوم واليورانيوم وهناك علاقة موجبة بين التيتانيا والثوريوم وعلاقة ضعيفة بين الزركونيوم والثوريوم وان اليورانيوم يوجد في الزركون .

المصادر

إسماعيل ، صباح احمد ،1996. معدنية وجيوكيميائية الصخور الفتاتية لتكوين العامج غرب العراق .رسالة دكتوراه، جامعة بغداد ، بغداد ، العراق،120صفحة .

الحسني ، نزار والمختار ، لمى،1993. الخصائص المعدنية وتوزيع المعادن الثقيلة في فتاتيات تكوين العامج. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير رقم 2217C.

القزاز ، حكمت محمد ومهدي ، محمد عبد الأمير، 1988. الخصائص المعدنية للمعادن الثقيلة في رمال تكويني العامج والنجمة في منطقة الرطبة. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم1863 .

الحديثي ، عبد الحميد، 1989. البيئة الترسيبية والتحليل السحني لمكاشف تكوين عامج -الوحدة الفتاتية – الصحراء الغربية. رسالة ماجستير، جامعة بغداد ،بغداد ،العراق، 48 صفحة.

العامري ، جبار عبد حسين، 1988. جيوكيميائية ومعدنية الصخور المشعة في تكوين العامج – منطقة وادي العامج، الصحراء الغربية العراقية. رسالة ماجستير، جامعة بغداد ،بغداد ،العراق، 150 صفحة .

النجم ، نجم مظهر و سعد الله ، نضال حقي، 1987. تقييم معادن الزركونيوم والتيتانيوم في تكوين العامج – وادي العامج، الصحراء الغربية. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ،تقرير رقم NGD 50.

النجم ، نجم مظهر وعبد الحسن ،علي وسعد الله، نضال حقي، 1989 . تقدير الاحتياطي للزركونيوم والتيتانيوم في رمال تكوين العامج .الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير رقم NGD 65 .

مهدي، محمد عبد الأمير و العامري، جبار عبد حسين والخفاجي علي عبد الحسن ،1994. التحري وتقييم خامات المعادن الثقيلة في الرمال لتكوين العامج والأطيان والدولومايت .الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير رقم 2217.

Al-Mubarak, M. and Amin, R., 1983. Regional geological mapping of the western part of the Southern Desert and the southern part of the Western Desert of Iraq. GEOSURV, int .rep. no. 1380.

Al-Naqib, S., Saeed, L., Taha, Y., Al-Sharbati,F.,Yakta,S.,Hussain,M.,Yacob,I.and Al-Mukhtar, L., 1986. Detailed geological survey of Rutba area. GEOSURV, int .rep .no.1560.

Blaat, H., and Christie, J.M., 1963. Undulatory extinction in quartz of igneous and metamorphic rocks and its significance in province studies of sedimentary rocks. J. Sed. Pet., Vol. 33, p. 559 – 579.

Buday , T. and Hak,J.,1980. Report on the geological survery of the western part of the Western Desert , Iraq. GEOSURV, int .rep .no. 1000 .

Coleman, J. M., 1976.Deltas,Processes of Deposition and Models for Exploration .Continuing Education , Publ. Co. Inc, U.S.A.,102 pp .

Hamilton, W. R, Wolley, A. R. and Bishop, A.C,1976.The Hamlyn Guide to Minerals for Rocks, Fossils . London , New York , Sidney , Toronto , 320 pp.

Folk ,R. I., 1974 . Petrology of Sedimentary Rocks . Hemphill Publ . Co .,182 pp.

Karim, S. A. and Ctyroky, P., 1980. Stratigraphy of eastern and southern flanks of the Ga'ara High .GEOSURV, int .rep .no. 1185 .

Mekee, E. D. and Crosby, E. J., 1967. Flood deposits, Bijou Creek, Colorado. J. Sed. Pet., V.37, No.3, p.829 – 851.

Mill, P.,1990. Examination of mineral–bearing sand sample from Iraq. Mineral Deposits Limited Technology Division . Bundall , Queensland , Australia .

Ray,P.K.,1976.Structure and sedimentological history of the over bank deposits of a Mississipi River point bar. J. Sed .Pet.,V.46,p.788 – 801.

Ronov, A. B. and Yaroshevsky, A. A, 1969. Chemical composition of the earth's crust, in Hart, P.J.(ed.): the Earth's Crust and Upper Mantle .(Monograph 130),American Geophysical Union, Washington, DC, p. 27 – 57 .

Ronov, A.B.and Yaroshevsky, A. A, 1972. Earth's crust geochemistry, in Fairbridge, R.W.(ed.) The Encyclopedia of Geochemistry of Environmental Sciences. Van Nostrand Rainhold, p.213–257.

Svoboda, J., 1990. Evaluation of Iraqi sample for the preparation of ilmenite and zircon concentrates. Institute of Mineral Raw Materials, Kutna Hora , Czech Republic.