

## الخواص البتروغرافية لصخور الحجر الرملي في تكوين الزبير (حقل الطوبة النفطية) في محافظة البصرة جنوبي العراق.

مصطفى عوف الدوري<sup>1\*</sup>، ياسين صالح كريم<sup>1</sup>، سوسن حميد الهزاع<sup>1</sup>

1- قسم علوم الارض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

<https://doi.org/10.54153/sjpas.2024.v6i2.824>

### الخلاصة:

يتضمن البحث دراسة صخور الحجر الرملي لتكوين الزبير في حقل الطوبة النفطية في محافظة البصرة جنوبي العراق. وقد استخدمت التقارير الجيولوجية النهائية للابار بالإضافة الى الدراسة البتروغرافية التي تم اجراءها لخمسة عشر 15 شريحة صخرية رقيقة موزعة على الابار [6 نماذج من البئر TU-M، 5 نماذج من البئر TU-U، 4 نماذج من البئر TU-S]. وتبين من نتائج الدراسة البتروغرافية ان صخور منطقة الدراسة من نوع الكوارتز ارينايت [Quartz Arenite] لاحتوائها على نسبة عالية اكثر من 93% كوارتز ونسب قليلة جدا من الفلدسبار اقل من 2% والقطع الصخرية اقل من 6.5%. وأشارت نتائج الدراسة الى تعرض صخور الحجر الرملي الى عمليات تحويرية ادت الى تغيير في قيم المسامية والنفاذية. وامتازت بنسج معدني ونسجي عالي لكون الحبيبات ذات استدارة جيدة وفرز عالي، من ناحية الاستقرار الكيميائية والميكانيكية نلاحظ ان الصخور مستقرة كما بينت نتائج تصنيف الاصل انها ذو اصل قاري من الراسخ [Craton Interior]. وجميع الصفات من الفرز العالي للحبيبات والاستدارة الجيدة والنسبة المنخفضة للحشوة جعلتها صخور ملائمة للخرن النفطي لكونها تعطي مسامية ونفاذية عالية وهو الامر الذي يؤدي الي سهولة استخراج النفط منها دون الحاجة الى اجراء معالجات اضافية قد تكون عالية التكلفة.

### معلومات البحث:

تاريخ الاستلام: 2024/02/18  
تاريخ التعديل: 2024/03/24  
تاريخ القبول: 2024/03/30  
تاريخ النشر: 2024/06/30

### الكلمات المفتاحية:

الحجر الرملي، البتروغرافية، حقل الطوبة، نفط، تصنيف

### معلومات المؤلف

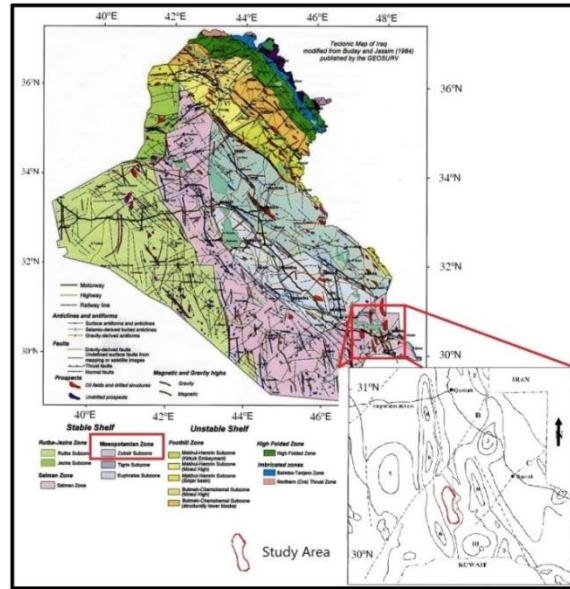
الايمل: mustafaawuf@gmail.com  
الموبايل: 07708474685

### المقدمة:

تعد الدراسة المجهرية احد افضل الطرق لمعرفة المكونات المعدنية للصخور لغرض معرفة المعادن ونسبها في الصخرة والتي من خلالها يمكن معرفة الكثير عن الاصل ومسافة النقل. يتألف تكوين الزبير من تتابعات من الصخور الرملية والسجيلية والقليل من حجر الغرين [1]. يقع حقل الطوبة بين حقل الزبير النفطي في الشرق وحقل الرميلة في الغرب والبنية التركيبية لحقل الطوبة اصغر من بنية حقل الزبير وحقل الرميلة، حقل الطوبة يأخذ شكل القبة المسطحة، وقبة حقل الطوبة هي عبارة عن طية غير متماثلة يميل الطرف الشرقي بزواوية 1.27 درجة بينما يعطي الطرف الغربي ميلا قدره 0.9 درجة، عُرف هذا التكوين بأنه أكثر الوحدات الصخرية الواعدة التي تحمل النفط داخل صخور الحجر الرملي وان الهدف من هذه الدراسة هو دراسة الخواص البتروغرافية والعمليات التحويرية وتقييم قابلية الصخور على الخزن والعطاء النفطي بالإضافة الى دراسة النسج المعدني والنسجي وتصنيف صخور الحجر الرملي وتحديد الاصل لها.

### موقع منطقة الدراسة:

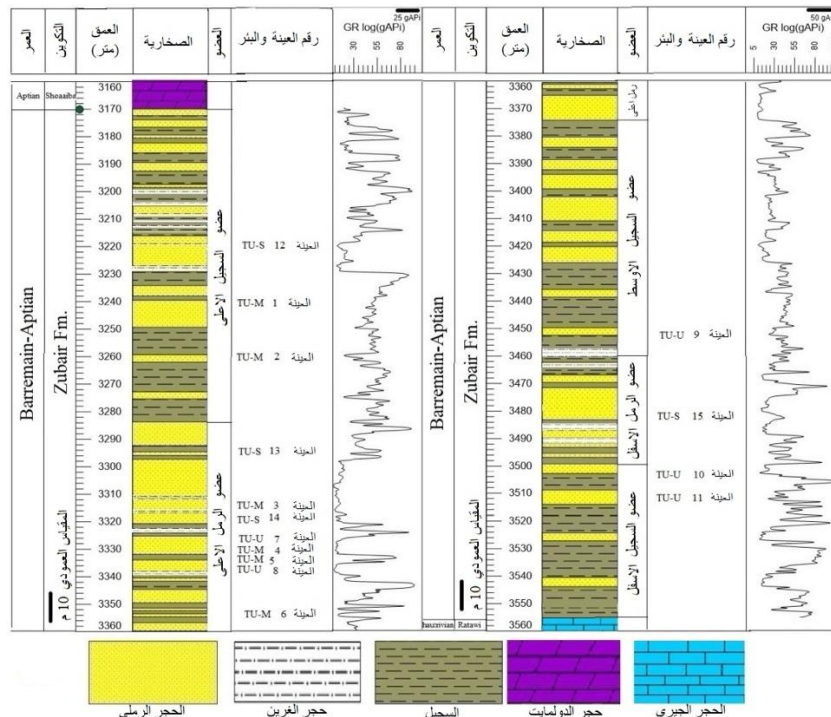
يقع حقل الطوبة النفطي على بعد 35 كم جنوب غرب مدينة البصرة اما من الناحية التكتونية يقع الحقل في منطقة الرصيف المستقر *Stable Shelf* ضمن نطاق ما بين النهرين *Mesopotamian Zone* في نطاق الزبير الثانوي *Zubair Subzone* اعتماداً على تقسيمات [2] لتكتونية العراق [الشكل 1].



الشكل 1: خريطة العراق التكتونية محورة عن [2] موضحا عليها موقع منطقة الدراسة

### طباقية منطقة الدراسة:

يتميز تكوين الزبير بانتشار واسع في وسط وجنوب العراق وبسماك عالي ولا توجد له مكاشف سطحية وانما يدرس عن طريق ابار تحت سطحية ويعد من التكوين المهمة ضمن تتابعات العصر الطباشيري المبكر [3]. يقسم التكوين الى خمسة نطق او تتابعات طباقية من الاقدم الى الاحدث وهي عضو السجيل الاسفل الذي يتكون من الاطيان السوداء المترققة والتي يتداخل معها بعض الحجر الرملي، وعضو الرمل الاسفل الذي يتكون من رمال ناعمة جدا مع بعض الاطيان، وعضو السجيل الوسطي الذي يتميز بالاطيان الصلبة مع قليل من الرمال، يليها عضو الرمل الاعلى الذي يتكون من الحجر الرملي مع القليل من الاطيان، ومن ثم طبقة السجيل الاعلى الذي يتميز بوجود وحدتين ثانويتين من الحجر الرملي داخلها [1]. بينت هذه الدراسة ان الحد الاسفل للتكوين متوافق مع تكوين الرطاوي والحد الاعلى متوافق مع تكوين الشعبية [الشكل 2]. أما سمك التكوين فيختلف من منطقة الى اخرى تبعا لشكل الحوض الترسيبي الذي ترسب فيه تكوين الزبير بالاضافة الى ظروف النقل والترسيب واستنادا الى التقارير الجيولوجية للابار التي تم الحصول عليها فإن السمك يتراوح بين 350-421 متر لتكوين الزبير في حقل الطوبة في محافظة البصرة جنوب العراق.



**الشكل 2:** حدود تكوين الزبير والاعضاء الطباقية الرئيسية والثانوية مؤشر عليها عينات الدراسة  
**طرائق العمل:**

تضمنت الدراسة الرسوبية الاطلاع على التقارير الجيولوجية والعمل على اللباب الصخري للابار [TU-M, TU-U, TU-S]، حيث اخذت عينات من اللباب بصورة دقيقة وتم دراسة الاشكال والتراكيب الرسوبية بالاضافة الى تصوير اللباب في مختبر اللباب في محافظة البصرة ومن ثم تم اجراء عملية نمذجة لصخور الحجر الرملي مع مراعاة ان تغطي النماذج الوحدات الرملية الرئيسية والثانوية في تكوين الزبير وعلى اعماق مختلفة من كل بئر، من ثم عمل شرائح صخرية رقيقة بالتعاون مع جامعة بغداد / قسم علوم الارض للعينات الصخرية التي تم نمذجتها من اللباب الصخري لغرض القيام بالدراسة البتروغرافية للحجر الرملي تحت المجهر المستقطب في مختبر الرسوبيات / جامعة تكريت [الجدول 1] كما تم تحديد نسبة نضوج الصخور الرملية قيد الدراسة من حساب معامل النضوج المعدني [MMI] *Mineralogical Maturity Index* الذي يحسب من حاصل قسمة المعادن المستقرة مثل الكوارتز على المعادن غير المستقرة مثل الفلدسبار والقطع الصخرية وحسب المعادلة ادناه :

$$\text{معامل النضوج المعدني} = \frac{\text{الكوارتز}}{\text{القطع الصخرية} + \text{الفلدسبار}}$$

## مناقشة النتائج:

### مكونات الحجر الرملي

#### 1 الكوارتز

يعد المعدن السائد في صخور منطقة الدراسة والاعلى نسبة والتي تتراوح بين 93-98% [جدول 1] ويتواجد على هيتين هما ؛ الكوارتز احادي التبلور [Monocrystalline] الذي يؤلف نسبة 98% من حبيبات الكوارتز الكلية [الشكل A3] لكونها الاكثر استقراره والاعلى مقاومة لظروف التجوية والتعرية وهو نفس السبب الذي ادى الى تواجد الكوارتز بصورة اكبر من المكونات المعدنية الاخرى التي تأكلت بفعل عمليات التجوية والتعرية وتحللت الى حطام معدني [4]. حيث تراوحت احجام حبيبات الكوارتز بين ناعم الى متوسط وفرز جيد. لا تحتوي حبيبات الكوارتز قيد الدراسة على متضمنات [مثل الشقوق والفقاعات] او انها قليلة. الهيئة الثانية هي الكوارتز متعدد التبلور [Polycrystalline] ويتم تعريفه على انها الحبيبات المكونه من بلورتين او أكثر من بلورات الكوارتز المختلفة التوجيه البصري [5]. والتي تظهر تحت المجهر المستقطب بشكل حبيبات متجمعة شبه زاوية الى شبه مدورة بحجم حبيبي متوسط الى صغير تعاني من انطفاء مناطق وبقاء مناطق اخرى. تم تمييز هذا النوع من الكوارتز [الشكل B3] بنسبة قليلة [جدول 1] لا تتجاوز 2% حيث يعود السبب في ذلك الى قلة تواجده في صخور المصدر او لعدم استقراريته اثناء النقل لمسافات بعيدة عن المصدر [الدرع العربي]. اشار كل من بارتون وتورغابي [6,4] ان نسبة حبيبات الكوارتز متعدد التبلور تقل نسبيا بزيادة مسافة النقل حيث تنكسر الحبيبات المتجمعة الى حبيبات مفردة وتكثر في الاحجام الحبيبية الناعمة عادة ويعود مصدرها الى الصخور النارية [الجوفية] او الصخور المتحولة.

#### 2 الفلدسبار

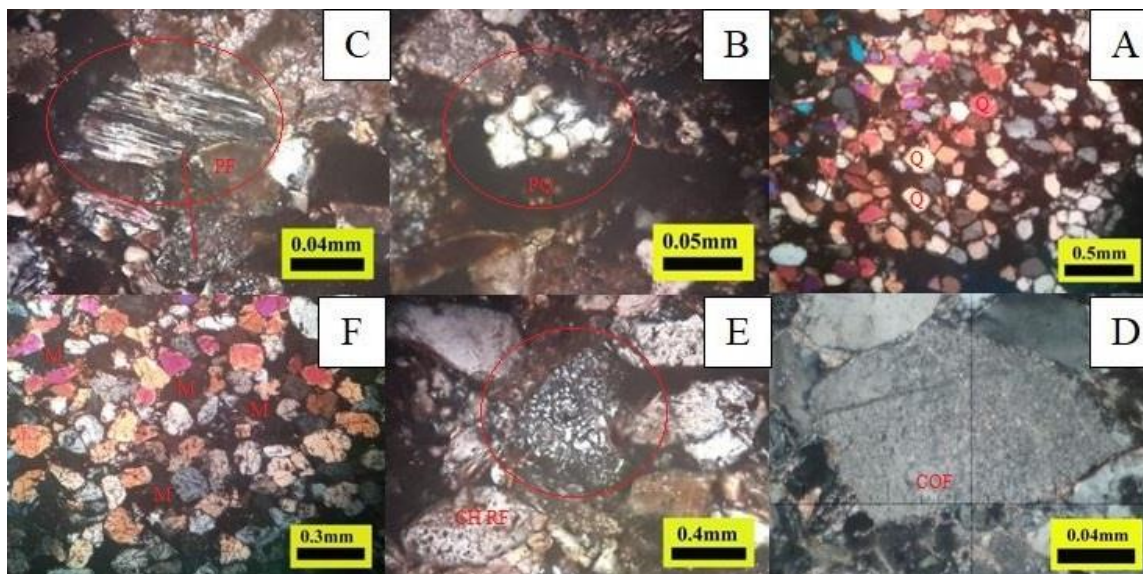
بينت الدراسة البتروغرافية ان نسب معادن الفلدسبار قليلة او شبه معدومة [جدول 1] وذلك لكونها الاقل استقرارا والاقبل صلابة وبالتالي تتأثر بعمليات النقل بصورة كبيرة جدا ولا تقاوم عمليات النقل وتحلل اثناء ذلك و بين [7] حيث ان نقل الفلدسبار من الترسبات المنقولة الاقدم منه نادرة وان معظم الفلدسبار في الصخور الرملية يكون مصدره الصخور النارية الحامضية والمتحوله منها مباشرة. وهذا بدوره يشير الى ان سبب فقر صخور الحجر الرملي لتكوين الزبير بالفلدسبار اما انها مشتقة من ترسبات اقدم منها او تحللت اثناء او بعد الترسيب الى اطوار معدنية اخرى مثل الاطيان. تم تمييز حبيبات الفلدسبار من نوع البلاجوكليز [الشكل C3] و من نوع الاورثوكليز الغائم *Cloudy Orthoclase* او قليل الشفافية *Slightly Translucent* بنسبة قليلة الى شبه معدومة وتظهر عليها علامات التاكل [الشكل D3].

#### 3 القطع الصخرية

هي قطع مختلفة الاحجام تتكون من معدن واحد او أكثر وجدت في صخور التكوين بنسب 1.5-6.5% [جدول 1] تشمل قطع كاربوناتية ، او صوان [الشكل E3] بينوا كرازانتني واسكندروف [9,8] سبب تواجد القطع الصخرية بهذه النسب المنخفضة في الصخور الرملية حيث ان ذلك يعود الى قتلها في صخور المصدر او تأكلها اثناء عملية النقل بسبب مقاومتها القليلة.

#### 4 الحشوة

هي المادة الاولية التي تملأ الفراغات لتكون الصخرة وتختلف نسب الحشوة من صخرة الى اخرى. تم تمييز الحشوة الطينية في بعض العينات بلون احمر او بني وتنتشر فيها حبيبات الكوارتز [الشكل F3] وخاصة في الاجزاء السفلى من التكوين. تتراوح نسبة الحشوة بين 2-15% ولانها ليست من المكونات الرئيسية ولندرته لم تعتمد في التصنيف. تعمل الحشوة الطينية في الصخور الرملية على التجمع في المسامات بين الحبيبات الرملية بسبب صغر حجم حبيباتها قياسا مع الرمل وهذا بدوره يعمل على غلق المسامات مما يؤدي الى قلة نسبة المسامية وضعف النفاذية. يعتمد وجود الحشوة على طاقة العامل الناقل وعلى درجة تكسر الحبيبات اثناء النقل وقد يكون اصلها اولي اثناء عملية النقل او ثانوي بعد الترسيب بزمن قليل نسبيا وتأثير العمليات التحويرية مثل تحول الفلدسبار الى كاولينايت [10]. ونظرا لقلّة وجود الفلدسبار الذي تظهر عليه علامات التآكل وكذلك وجود الحشوة الطينية ووجود حبيبات الغرين والاطيان نستنتج ان اصل الحشوة في صخور الدراسة هي من كلا النوعين الاولي والثانوي.



الشكل 3: A: الكوارتز احادي التبلور [Monocrystalline Quartz Grains]. B: الكوارتز متعدد التبلور [Polycrystalline Quartz Grains]. C: البلاجيوكليز فلدسبار [Plagioclase Feldspar Grain]. D: الاورثوكليز الغائم [Cloudy Orthoclase Potash Feldspar]. E: القطع الصخرية [Chert]. F: الحشوة [Matrix].

الجدول 1: النسب المئوية للمكونات الرئيسية ومعامل النضوج للصخور الرملية في تكوين الزبير في حقل طوبة النفط

البنر	العمق (م)	الكوارتز %	الفلدسبار %	القطع الصخرية %	الفلدسبار + القطع الصخرية %	معامل النضوج المعدني % MMI
TU-M	3240	96.31	Non	3.69	3.69	26.1
	3259	96.56	Non	3.44	3.44	28.06
	3315	95.36	Non	4.64	4.64	20.55
	3330	95.8	Non	4.2	4.2	22.8
	3337	95.03	Non	4.97	4.97	19.12
	3357	93.17	2	4.83	6.83	13.64
TU-U	3328	96.68	Non	3.32	3.32	29.12
	3339	96.14	Non	3.86	3.86	24.9
	3453	98.5	Non	1.5	1.5	65.66
	3505	93.5	Non	6.5	6.5	14.38
	3511	94.91	2	3.09	3.09	18.64
TU-S	3220	95.47	Non	4.53	4.53	21.07
	3293	95.4	Non	4.6	4.6	20.73
	3314	95.4	Non	4.6	4.6	20.73
	3483	95.98	Non	4.02	4.02	23.87

## العمليات التحويرية

تعرضت الصخور الرملية إلى مجموعة من العمليات التحويرية التي قامت بتغيير بعض الصفات الأولية التي كانت تمتلكها الصخور عند ترسيبها مثل المسامية والنفاذية. تم تمييز عدة أنواع من العمليات التحويرية ضمن صخور التكوين والتي قد تؤدي إلى تدمير المسامات الأولية أو إغلاق جزئي للمسامات وبالتالي تقليل النفاذية [11] التي تعتبر احد اهم الصفات للحجر الرملي:

### 1 التضاضط ومرور المحاليل

تنتج عملية التضاضط بفعل ثقل العمود الطباقى الصخري بشكل رئيسي فضلا عن الاجهادات التكتونية وقد تؤدي هذه العملية الى تشويه وتحطيم الحبيبات وتداخلها فيما بينها بالمرحل المتقدمة من التضاضط بالإضافة الى ان نسبة المسامية الاولية تقل ويتم طرد المياه من المسامات بسبب هذا التقارب [12]. كما ينتج عن التضاضط اذابة نقاط التماس ما بين حبيبية واخرى عند حدودها الخارجية والذي يكون في بعض الاحيان مصدراً جديداً للمسامية في الصخرة [13] او حدوث تكسرات شعيرية صغيرة تؤدي الى زيادة النفاذية [14]. بين [15] ان صخور الحجر الرملي ممكن ان تفقد 17% من مساميتها الاصلية بسبب عملية التضاضط وتختلف درجة التضاضط باختلاف المكونات الهيكلية ونسبها في الحجر الرملي حيث كلما احتوت على القطع الصخرية والفلسبار يزداد تأثير التضاضط عليها. لم يشخص وجود خطوط الاذابة [Stylolites] في اللباب الصخري وهذا دليل على عدم وجود انضغاط كيميائي او كان الضغط ضعيفا خاصة في المناطق التي توجد فيها معادن موضعية النشأة مثل الكالسيت والدولومايت والمواد السيليكية والاطيان بين الحبيبات حيث تقلل من شدة تأثير عملية الانضغاط [16]. وتم ملاحظة عملية التضاضط [الشكل A4] في الاعماق الكبيرة خاصة عند العمق 3483 متر حيث أظهرت معظم حبيبات الكوارتز التي تعرضت للتضاضط انها تمتاز بحدود زاوية ومتلاصقة طولياً [الشكل A,B4]. ادت الى تلامس الحدود بين الحبيبات [هناك تلامس بالزوايا وهناك تلامس بالاضلاع لان معظمها ذات استطالة وهذا أدى الى تآكل حافاتها] وهو ما أدى الى تقليل المسامية نسبياً.

### 2 السمنتة

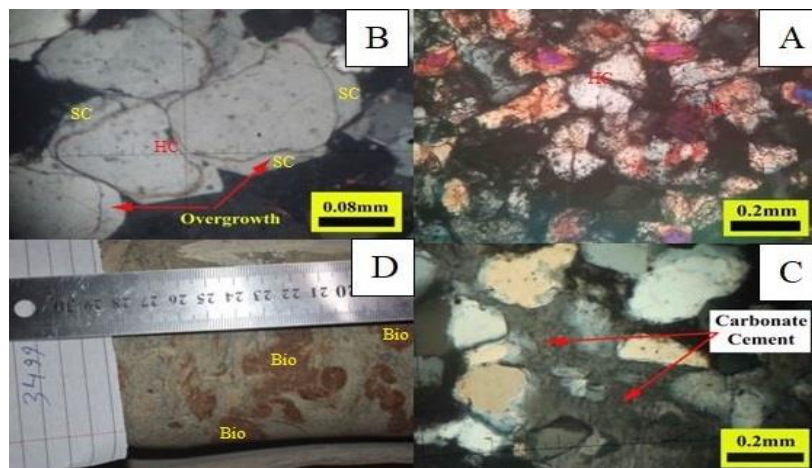
هي عملية ملئ المسامات الأولية والفراغات بين الحبيبات والفجوات الناتجة من عملية الإذابة بواسطة المحاليل بسمنت مترسب كيميائياً [5]. تم ملاحظة وجود السمنت السليكي في الفحص البتروغرافي والذي يعد أحد أكثر أنواع السمنت تواجداً حيث يترسب حول حبيبة الكوارتز والذي يصعب فيه تمييز حدود الحبيبات الأصلية بسبب الاستمرارية البلورية مع حبيبة الكوارتز الاصلية ويظهر بما يسمى ظاهرة النمو الثانوي [Overgrowth] [الشكل B4]. بين [17] ان هذه الظاهرة تحدث عندما توجد بعض السليكا غير المستقرة التي من الممكن ان تترسب وتتحد مع حبيبات الكوارتز الأكثر استقراراً بسبب الضغط، كما تم تمييز نوع اخر من السمنت وهو السمنت الكلسي [الشكل C4]، حيث نلاحظ تآكل حبيبات الكوارتز بهذا السمنت نتيجة اختلاف حامضية وسط الترسيب حيث يشير الى تكونه في وسط قاعدي [9]. يؤدي الترسيب الكيميائي لهذا النوع من السمنت في الفراغات الى نوبان وتآكل حافات حبيبات الكوارتز و تأثيره سلبي على الخواص البتروفيزيائية للصخور [المسامية والنفاذية] حيث يؤدي الى إغلاق المسامات ونقص المسامية في الصخور [11]. وقد بين [18] ان وجود النفط بين الحبيبات يمنع تكون السمنت الكلسي وان وجود الاطيان المتكونة من عملية تحلل الفلسبار [موضعية النشأة] والذي يمنع نوعاً ما وصول المحاليل المحملة بالعناصر التي يمكن ان تتغلغل في الصخور الرملية وترسب السمنت الكلسي، هذا التحليل فسر سبب قلة السمنت الكلسي في الصخور الرملية المحملة بالنفط الخاصة بتكوين الزبير.

### 3 الاذابة

هي عبارة عن عملية إذابة كل أو جزء من المكونات الصخرية غير المستقرة أو الأقل استقرارية من الناحية المعدنية، قد تكون الإذابة انتقائية بحيث يذاب احد المكونات او الحبيبات وتعتمد عملية الإذابة على العديد من العوامل منها معدنية الصخور وكيميائية الماء [19]. بين [13] ان عملية الاذابة هي المسؤول الرئيسي عن زيادة المسامية في الحجر الرملي ويمكن ان تصل بزيادة 2.5% من المسامية الاصلية اضافة الى عوامل أخرى مثل درجة الحرارة والضغط الهيدروستاتيكي ونسبة ثنائي اوكسيد الكربون CO<sub>2</sub> فضلا عن الدالة الحامضية [pH]. بينت الدراسة ان الفلسبار والقطع الصخرية الكربوناتية من اهم المكونات التي تتأثر بعملية الاذابة وبالتالي زيادة المسامية وتم ملاحظة ذلك من خلال قلة نسبة الفلسبار وان وجد فانه متعرض الى التآكل كما في الشكل [الشكل D3] عند العمق 3357 متر. تم تمييز عملية تعرض الفلسبار للاذابة والتآكل لكونه المعدن الاقل استقراراً [الشكل D3]، بينما تعرضت حافات بعض حبيبات الكوارتز الى الاذابة بسبب تغير الوسط القاعدي وترسيب السمنت الكلسي كما في الشكل [C4].

#### 4 التعرّك الحيّاتي

تتكون اشكال التعرّك الحيّاتي عندما تؤدي أنشطة الكائنات الحية الى تفكيك الترسبات حيث تقوم الكائنات الحية بحفر انفاق ومساكن في الرواسب كما تترك اثار حركتها وممرات وعادات التغذية في الصخور الرسوبية التي سكنت فيها او انتقلت خلالها بحيث تترك عاداتها واثارها في هذه الصخور وتستمر هذه الظاهرة في معظم الطبقات الرملية لتكوين الزبير. تملئ هذه الحفر لاحقا بالاطيان مما يعطيها لون مختلف عن الصخرة الاصلية او تملئ بمواد اخرى مثل الحديد وتسمى حينها بدرنات الحديد [الشكل D4] وهي عادة تضعف الوحدات المكمّنية عند ملائها ولكن لها دلائل كبيرة في البيئة الرسوبية.



الشكل 4: A: التضاضغ العالي [High Compaction]، B: ظاهرة النمو الثانوي [Overgrowth] والسمنت السليكي [Silica Cements]، C: السمنت الكربوناتي [Carbonate Cement]، D: التعرّك الحيّاتي [Bioturbation] ودنرات الحديد الحمراء.

#### النضوج المعدني والنسيجي

قسم [20] نضوج الصخور الرملية الى نوعين الاول النضوج الفيزيائي الذي ينتج من عمليات التجوية والنقل والترسيب ومعامل النضوج الفيزيائي هو نسبة الحبيبات الهيكلية الى الحشوة اي انه دالة على نسيج الصخرة، والنوع الثاني هو النضوج الكيميائي الذي يعرف على انه ناتج عن محتويات الصخور الام وان معامل النضوج الكيميائي هو نسبة الكوارتز [المستقر كيميائيا] الى معادن القطع الصخرية والفلدسبار [الغير مستقرة كيميائيا]. بينت الدراسة البتروغرافية للصخور الرملية لتكوين الزبير قيد الدراسة انها لا تحتوي في معظمها على الحشوة وان احتوت فهي اقل من 15% كما ان حبيبات الكوارتز في معظمها متوسطة الى جيدة الفرز [الشكل 5]. لذا تعد ناضجة فيزيائيا وهذا يدل على طول مسافة النقل او ان بيئة الترسيب مثل البيئات البحرية الساحلية تعمل على تذرية الحشوة ونضج الترسبات [10] تحتوي الصخور الرملية لتكوين الزبير على نسبة عالية من الكوارتز احادي التبلور وحبيبات مستديرة ونسيج متجانس من المكونات و نسبة قليلة الى معدومة من الفلدسبار والقطع الصخرية وكذلك الحشوة تتواجد بنسب قليلة الى معدومة وهذا يعكس ظروف مناخية ملائمة لعملية الانضاج الكيميائي في وقت الترسيب. ومن كل ماسبق ذكره يمكن ان نستنتج ان الترسبات ناضجة كيميائيا [22,21].

الجدول 2: تصنيف النضوج للترسبات اعتمادا على قيم معامل النضوج المعدني وفق [22]

Mineralogical Maturity Index	Maturity Type
MMI = $\geq 19$	Super mature
MMI = 19-9.0	Mature
MMI = 9.0-3.0	Sub-Mature
MMI = 3.0-1	Immature
MMI $\leq 1$	Extremely Immature

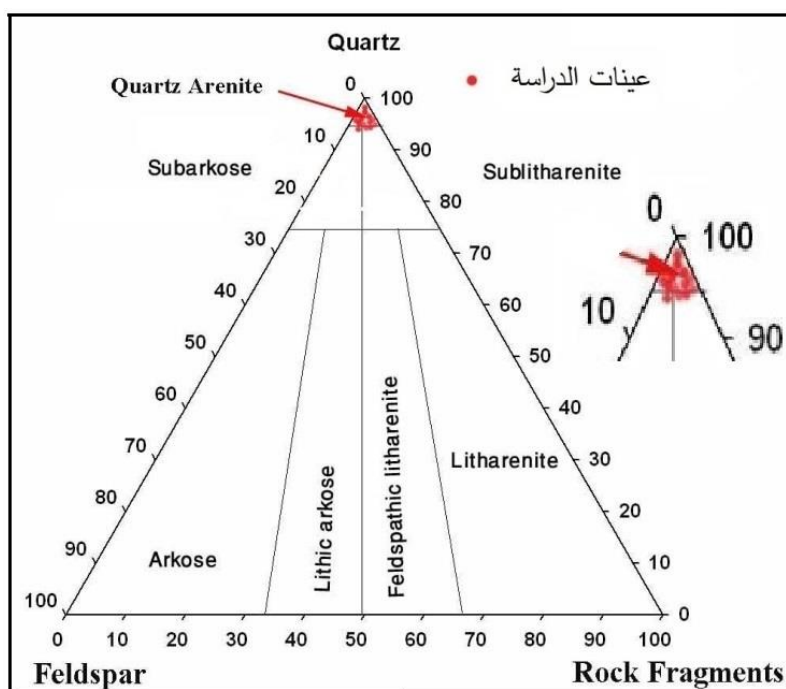
بينت نتائج معادلة معامل النضوج النسيجي ان ترسبات الحجر الرملي قيد الدراسة اكثر من 19 اي انها من نوع فوق الناضجة حسب التصنيف المعتمد من قبل [22] واثنان منها تراوحت قيمها بين 13-15% وبالتالي هي من نوع ناضجة [الجدول 2,1] ونلاحظ زيادة نضوج الترسبات باتجاه الطبقات الخازنة العليا أي ان الطبقات العليا تكون اكثر مسامية ونفاذية من الطبقات السفلى بسبب قلة التضاعط وقلة وجود الحشوة ونضج الترسبات مما جعلها ذات مواصفات مكمنية جيدة.



الشكل 5: النضوج النسيجي [Textural Maturity].

### تصنيف الحجر الرملي

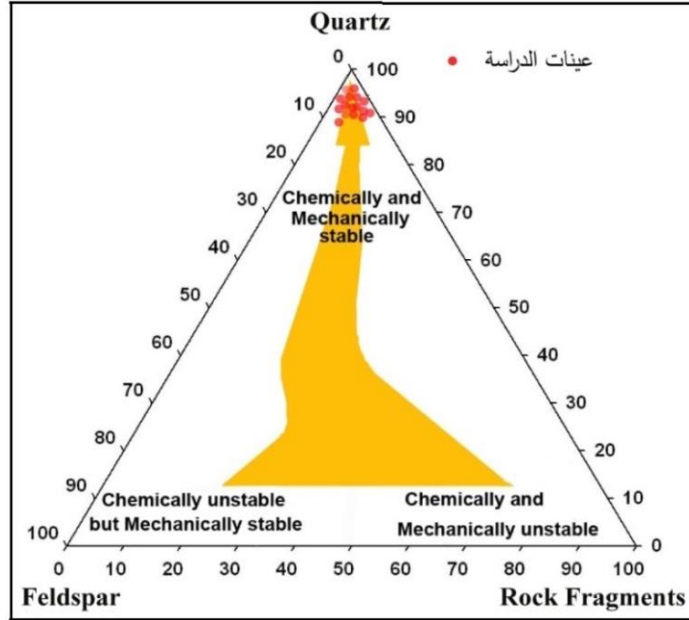
تشير الدراسة المعدنية للصخور الرملية تحت المجهر المستقطب في منطقة الدراسة الى شيوع معدن الكوارتز احادي التبلور [Monocrystalline quartz] ذو الحبيبات المستديرة الناعمة مع وجود نسبة قليلة من الفلدسبار والقطع الصخرية لذلك تصنف صخور منطقة الدراسة طبقا لتصنيف [23] على انها صخور رملية من نوع كوارتز ارينايت [Quartz Arenite] بصورة رئيسية مع وقوع بعض العينات باتجاه الاركوس الثانوي [Sub arkose] والارينايت الحجري الثانوي [Sublitharenite] بسبب وجود الفلدسبار والقطع الصخرية عند العمق 3757 متر في البئر TU-M والعمق 3505 متر في البئر TU-U [الشكل 6].



الشكل 6: تصنيف الحجر الرملي حسب [23]

## تصنيف الاستقرارية الكيميائية والميكانيكية

اعطى [25,24] تصنيف للاستقرارية الكيميائية والميكانيكية للرواسب الفتاتية حيث استخدم مخطط ثلاثي يحتوي على كل من [الكوارتز- الفلدسبار- القطع الصخرية] كما في [الشكل 7] وضح فيه ان الحجر الرملي حينما يحتوي نسبة عالية من الكوارتز يكون ذو استقرارية كيميائية وميكانيكية عالية وحينما يحتوي كمية كبيرة من الفلدسبار يكون ذو استقرارية ميكانيكية عالية وكيميائية منخفضة اما اذا احتوى نسبة عالية من القطع الصخرية يعني انه غير مستقر، وبحسب هذا التصنيف نلاحظ ان صخور الحجر الرملي لتكوين الزبير في منطقة الدراسة جميعها صخور مستقرة كيميائيا وميكانيكيا.

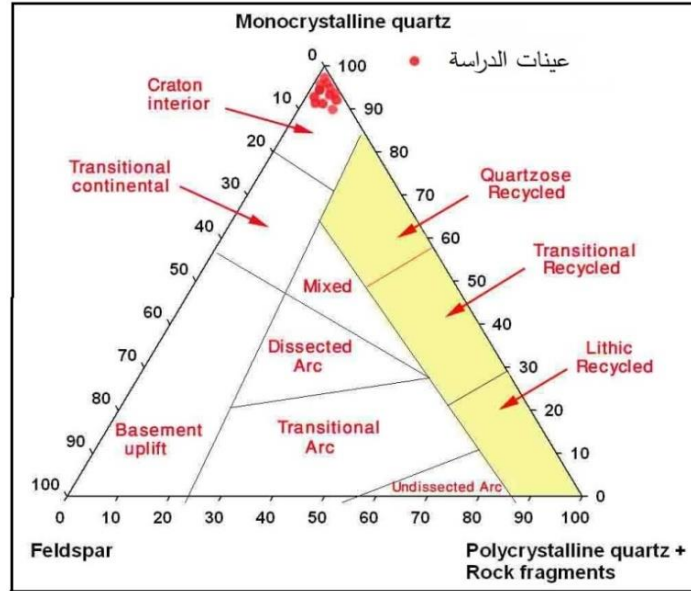


الشكل 7: تصنيف الاستقرارية الكيميائية والميكانيكية عن [25,24]

## تحديد الاصل لصخور المصدر

يعكس تكوين الحجر الرملي طبيعة الرواسب وأصل وطبيعة العمليات الرسوبية داخل حوض الترسيب وكلاهما محكومان بالانظمة التكتونية للحوض الترسيبي، والذي بدوره يتحكم في توزيع أنواع الأحجار الرملية [26]. وضع [27] ثلاثة أنواع اومصادر اساسية من الاصل التكتوني وهي [الكتلة القارية - القوس البركاني - الصخور المعاد تدويرها من اكثر من مصدر] وللتميز بين هذه الانواع الثلاثة استخدام مخطط ثلاثي يوضح النسب والاصل لكل نوع [الشكل 8] موضحا عليه نماذج منطقة الدراسة واصلها. بينت الدراسة البتروغرافية لشرائح الحجر الرملي لتكوين الزبير ان نسب الكوارتز احادي وثنائي التبلور والفلدسبار والقطع الصخرية مختلفة [جدول 1] وبعد تسقيط هذا البيانات على المخطط الثلاثي تبين ان جميع العينات تقع في الجزء الاعلى من المثلث الذي يرمز الى الاصل القاري من الراسخ [Craton Interior]. وأكد [28] أن الحجر الرملي قليل التباين المعدني يشير عادة الى الاصل القاري. وان عدم التباين المعدني قد يشير الى ان اصل الصخور هي صخور رسوبية معادة الترسيب فقيرة الاغناء بالمعادن الاخرى او صخور الراسخ القاري وتعرضت حبيباتها غير المستقرة الى عملية تاكل وتعرية وبقيت فقط المعادن المستقرة [29].





الشكل 8: تصنيف الاصل لصخور المصدر [27]

#### الاستنتاجات:

بينت نتائج الدراسة البترولوجرافية ان صخور منطقة الدراسة من نوع الكوارتز ارينايت [Quartz Arenite] بصورة رئيسية مع وقوع بعض العينات باتجاه [Sub arkose] و [Sublitharenite] حيث ان الكوارتز يشغل نسبة تتراوح بين [93-98%] منها [97%] من الكوارتز احادي التبلور ونسبة لا تتجاوز [2%] من الكوارتز متعدد التبلور ونسبة [0-7%] من القطع الصخرية والفلدسبار معا، تعرضت الى عمليات تحويرية ادت الى تغيير في قيم المسامية والنفاذية حيث ان التضغوط والسمنتة والتعكر الحياتي تؤدي الى نقصان المسامية على عكس الاذابة ، ومرور المحاليل الذي قد يعمل على زيادة مسامية ونفاذية الصخور، النضوج المعدني والنسيجي عالي لكون الحبيبات ذات استدارة جيدة وفرز عالي للحجم الحبيبي وتعد ذات استقرارية كيميائية وميكانيكية عالية. اما عن تصنيف الاصل فانها ذو اصل قاري من الراسخ [Craton Interior]. جميع الصفات من الفرز العالي للحبيبات والاستدارة الجيدة والنسبة المنخفضة للحشوة جعلتها صخور ملائمة للخرن النفطي لكونها تعطي مسامية ونفاذية عالية وهو الامر الذي يؤدي الي سهولة استخراج النفط منها دون الحاجة الى اجراء معالجات اضافية قد تكون عالية التكلفة.

#### References

1. Al-Jaberi M. H., and Al-Jafar M. Kh., (2020). Elements distribution for the upper sandstone member of the Zubair Formation in Zubair oil field, southern Iraq. Iraqi Geological Journal, 53(1E), 55-74
2. Buday, T. and Jassim, S.Z. (1987): The Regional Geology of Iraq V. 2. Tectonism, Magmatism and Metamorphism. Printing Dept. S.E. Geol. Surv. and Mineral Invest., Baghdad, 352 p.
3. Alsultan, H. A., Awadh, S. M., Al-Owaidi, M. R., & Al-Khafaji, A. J. (2021). Sequence Stratigraphy and Depositional Environment of the Zubair Formation in Rumaila Oilfields, Southern Iraq: Microfacies and Geochemistry. The Iraqi Geological Journal, 28-41.
4. Barton, M. D., & Seibel, C. (2016). The architecture and variability of valley-fill deposits within the Cretaceous McMurray Formation, Shell Albion Sands Lease, northeast Alberta. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 64(2), 166-198.

5. Tucker, M.E., (1985). *Sedimentary petrology: An introduction* , Vol. 3, Black well scientific publ.Oxford, 252p.
6. Torghabeh, A. K., Mahmudy Gharai, M. H., & Abioui, M. (2022). Petrography and geochemistry of late Devonian sandstones (Shishtu Formation): Middle East central Iran. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 33(4), 771-783.
7. Makulana, M., Baiyegunhi, C., & Masango, S. (2022). Petrography, modal composition, and tectonic provenance of some selected sandstones from the Swaershoek and Alma Formations (Waterberg Group) and Glentig Formation, Limpopo Province, South Africa: evidence from framework grains. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(8), 697.
8. Isgandarov, O., Shaochun, Y., Kashif, M., Yifan, Z., Ullah, M. F., & Gaghman, M. S. A. (2023). Sedimentology and diagenesis impact on Sanduo formation (E2S) in Zhen 11 block of Gaoyou Sag, East China. *Carbonates and Evaporites*, 38(2), 47.
9. Garzanti, E. (2019). Petrographic classification of sand and sandstone. *Earth-science reviews*, 192, 545-563.
10. Hussain, A., Morris, E. A., Al-Ramadan, K., Shannon, P. M., & Houghton, P. D. (2022). Hybrid event beds (HEBs) and the 'greywacke problem'revisited. *Earth-Science Reviews*, 104297.
11. Augustsson, A., Escalona, A., Grundvåg, S. A., & Marín, D. (2021). Provenance, depositional setting and diagenesis as keys to reservoir quality of the Lower Cretaceous in the SW Barents Sea. *Marine and Petroleum Geology*, 132, 105217.
12. Rizqi A F and Sastrawiguna G I. (2023). Petrography of quartz sandstone in Nanggulan formation at Sermo area, Kulon Progo Regency, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia: implications on provenance and basin origin. *Earth and Environmental Science* 1151 1-12.
13. Qin, X., Li, R., Chen, L., Jiao, K., Cheng, J., Khaled, A., ... & Chen, J. (2023). Diagenetic Facies and Their Controls on the Quality of Tight Sandstone Reservoirs: A Case Study from the Upper Paleozoic Gas Reservoir in the Eastern Ordos Basin, North China. *Geofluids*.
14. Wang ,W., Duan, X. ,Jia,Y. Cao, Y., Zhu, Q. and Liu, S (2022). Deformation characteristics, gas permeability and energy evolution of low-permeability sandstone under cyclic loading and unloading path. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*.81 (369).
15. Song, X., Lv, Z., Zang, C., Hao, P., He, Y., Zhao, W., ... & Ren, J. (2023). Diagenetic Evolution Mechanism of the Jurassic Tuffaceous Sandstone Reservoir in Qikou Sag, Bohai Bay Basin, East China. *Minerals*, 13(1), 80.
16. Monsees A.C. , Busch B. and Hilgers C, (2021).Compaction control on diagenesis and reservoir quality development in red bed sandstones: a case study of Permian Rotliegend sandstones.*International Journal of Earth Sciences* 110:1683–1711

17. Goldstein, R. H., & Rossi, C. (2002). Recrystallization in quartz overgrowths. *Journal of sedimentary research*, 72(3), 432-440.
18. Tian, B., Yuan, Y., Tang, J., Zuo, S., Zheng, Y., Liu, M., & Guo, C. (2023). Fluid evolution and related fluid–rock interactions of the Oligocene Zhuhai sandstones in the Baiyun Sag, northern margin of the South China Sea. *Scientific Reports*, 13(1), 14067.
19. Boggs, S., Jr., (2009). *Petrology of Sedimentary Rocks*, 2nd ed., Cambridge University Press, New York, 600 p.
20. Selley R. C., (1982). *An Introduction to Sedimentology*, 2nd Edition, Academic Press, Inc., London, 417p.
21. Stonecipher, S.A., Winn, Jr.R.D., and Bishop, M.G., (1984). Diagenesis of The Frontier Formation, Moxa Arch : Afunction of Sandstone Geometry, Texture and Composition, and Fluid Flux. In Mcdonal, D.A. and Surdam, R.C.,ed. ; *Clastic diagenesis, part 3, Application in Exploration And production : AAPG. Memoir*, 37, Tulsa, Oklahoma, 319- 411.
22. Nwajide, C. S., & Hoque, M. (1985). Problems of classification and maturity evaluation of a diagenetically altered fluvial sandstone. *Geologie en mijnbouw*, 64(1), 69-77.
23. Folk, R L , (1968) . *Petrologe of Sedimentary Rock: Hemphills Pup co. Austen Texas* ,182p.
24. Tucker, M. E., (edits). (1988). *Techniques in sedimentology*. Black Well. Oxford. 394P.
25. Bjorlykk, K., (1983). Digenetic reactions in sandstone. In: *sedimentary digenesis* (ED.by A. Parker and B. W. Sellwood), PP. 169-214, NATO ASI Series C; V. 115. Reidel, Dordrecht
26. Kettana,Y.A., and Wach, G. D., (2006). The provenance of heavy minerals in the Mesozoic and Tertiary formations, venture B-13 borehole, offshore Nova Scotia, Canada, Adapted from extended abstract prepared for presentation at AAPG annual conventation, Houston, Texas, April 9-12.
27. Dickinson, W. R., and Suczek, Ch. A., (1979). Plate tectonic and sandstone composition: *AAPG. Bull*, 68 (12), 2164-2181.
28. Baiyegunhi, C., Liu, K., & Gwavava, O. (2017). Diagenesis and reservoir properties of the Permian Ecca Group sandstones and mudrocks in the Eastern Cape Province, South Africa. *Minerals*, 7(6), 88.
29. Olivarius, M., Vosgerau, H., Nielsen, L. H., Weibel, R., Malkki, S. N., Heredia, B. D., & Thomsen, T. B. (2022). Maturity Matters in Provenance Analysis: Mineralogical Differences Explained by Sediment Transport from Fennoscandian and Variscan Sources. *Geosciences*, 12(8), 308-322.

## **Petrographic properties of Sandstone Rocks in the Zubair Formation (Tuba Oil Field) in Basrah Governorate, Southern Iraq.**

**Mustafa A. Al-douri <sup>1\*</sup>, Yassen S. Kareem <sup>1</sup> and Sawsan H. Al-Hazaa <sup>1</sup>**

1- Department of Applied Geology, College of science, University of Tikrit, Tikrit, Iraq

### **Article Information**

Received: 00/00/2023

Accepted: 00/00/2023

### **Keywords:**

*Sandstone, Petrographic, Tuba field, oil, and classification.*

### **Corresponding Author**

E-mail:

mustafaawuf@gmail.com

Mobile: 07708474685

### **Abstract**

The research investigates the study of sandstone rocks within the Zubair Formation in the Tuba Oil Field in Basrah Governorate, southern Iraq, were used Final geological reports for the wells, in addition to petrographic studies conducted on fifteen (15) rock samples distributed across the wells (6 samples from well TU-M, 5 samples from well TU-U, 4 samples from well TU-S). The petrographic study results indicated that the rocks in the study area are Quartz Arenite, Because it contains a high percentage of more than 93% quartz and very small percentages of feldspar, less than 2%, and rock fragments, less than 6.5%. Sandstone rocks was exposed to diagenetic processes that led to a change in the values of porosity and permeability, it was characterized by high mineral and textural maturity because the grains are well rounded and highly sorted. Regarding chemical and mechanical stability it is observed that all rocks are stable. The Origin classification results showed representing the continental source area (Craton Interior). All these characteristics, including good grain sorting, good raundness, and a low percentage of matrixes, make these rocks suitable for oil reservoirs because they provide high porosity and permeability. This makes it easier to extract oil from them without the need for expensive additional treatments.