

## دراسة مسامية الصخور الكربوناتيّة (تكوين ليدام) باستخدام السرود البئرية، حقل الحميد، بحوض سرت الرسوبي، ليبيا.

عبد السلام مفتاح المشخي<sup>1</sup>، عبدالله محمد الهيلي<sup>2\*</sup>، محمد رمضان بن قمو<sup>1</sup>، عبدالسلام صالح أبو جبيرة<sup>1</sup> و نوح عبدالحفيظ شاماطه<sup>1</sup>

<sup>1</sup> قسم الجيولوجيا البحرية، كلية الموارد البحرية، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا.

<sup>2</sup> قسم التنقيب، مؤسسة الطاقة الذرية، طرابلس، ليبيا.

\* البريد الإلكتروني: abdoalhili@yahoo.com

## Study of the Porosity of Carbonate Rocks (Lidam Formation) Using Well Logs, Al-Hamid Field, Sirte Sedimentary Basin, Libya.

Abdulsalam M. Al-Mishkhi<sup>1</sup>, Abdullah M. Al Hili<sup>2\*</sup>, Mohamed R. Bin Qamo<sup>1</sup>,  
Abdulsalam S. Abu Jubeira<sup>1</sup>, and Noah A. Shamata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Marine Geology Department, Faculty of Marine Resources, Alasmarya Islamic University, Zliten, Libya.

<sup>2</sup> Exploration Department, Atomic Energy Corporation, Tripoli, Libya.

Received: 14 April 2022; Revised: 25 May 2022; Accepted: 21 June 2022.

### الملخص

هدف البحث إلى تحديد وحساب أنواع المسامية المختلفة بالطريقة الغير مباشرة (سرود الآبار) لتكوين ليدام، وعلاقة المسامية بالخواص البتروفيزيائية الأخرى مثل التركيب المعدني، المحتوى الطفلي، التشبع بالنفط، العمليات التحويرية وكذلك علاقة المسامية الكلية بالمسامية الفعالة ومقارنتها بالطرق المباشرة والتي تم حسابها في المعمل عن طريق العينات اللبئية. أستخدم في هذه الدراسة طريقتين لتحديد وحساب المسامية هما الطريقة البيانية وطريقة التحليل بالمعادلات الرياضية. من خلال النتائج أمكن تقسيم تكوين ليدام في هذا البئر إلى خمسة نطاقات من الأسفل إلى الأعلى حسب الصفة الصخرية من حجم الدولوميت والانهيدرايت وكذلك الكالسيت. كما أشارت نتائج الدراسة إلى تأثير المسامية بالخواص البتروفيزيائية، فقيم المسامية الفعالة تتطابق مع قيم المسامية الكلية في النطاقات التي تحتوي على نسب عالية من الدولوميت، وهذا يدل على حدوث عملية الدلمة وبالتالي تشير إلى المسامية الثانوية، بينما تتفاوت هذه القيم عند النطاقات المحتوية على الطفلة والانهيدرايت، أما بالنسبة للتشبع بالنفط فهو يحتل معظم المسامية الفعالة. في حين أن ارتفاع نسبة الطفل في تكوين ليدام في النطاق العلوي أدى إلى انخفاض نسبة المسامية الفعالة مما أثر على تواجد النفط.

الكلمات الدالة: المسامية، سرود الآبار، تكوين ليدام، الصخور الكربوناتيّة، التركيب المعدني، صفة الصخر.

### Abstract

The aim of the research is to identify and calculate the different types of porosity by the indirect method (well logs) for the formation of Lidam, and the relationship of porosity to other petrophysical properties such as mineral composition, clay content, oil saturation, modulatory processes as well as the relationship of total porosity to effective porosity and compare it with direct methods, which were calculated in the laboratory by endodontic samples. Two methods for determining and calculating porosity were used in this study, which are the graphic method and the method of analysis by mathematical equations. Through the results, it was possible to divide the Lidam formation in this well into five bands from bottom to top according to the rocky characteristics of the size of dolomite and anhydrite as well as calcite. The results of the study also indicated that the porosity was affected

by the petrophysical properties, so the effective porosity values correspond to the values of the total porosity in the zones that contain high percentages of dolomite, and this indicates the occurrence of the dolomite process and thus indicates the secondary porosity, while these values vary at the zones containing clay and anhydrite. As for oil saturation, it occupies most of the effective porosity. Whereas, the high percentage of shale in the Lidam formation in the upper range led to a decrease in the effective porosity ratio, which affected the presence of oil.

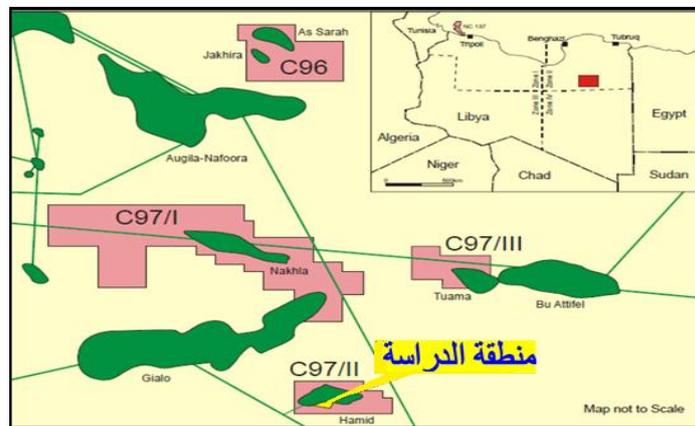
**Keywords:** Porosity, Well logs, Lidam formation, Carbonate rocks, Mineral composition, Rock character.

## 1. المقدمة

تقع منطقة الدراسة في التركيب (Q) المتموضع في جنوب منخفض الحميمات في الجزء الجنوب الشرقي لحوض سرت وجنوب حقل الحميد ضمن الامتياز NC97/II التابع لشركة فنترسهال للنفط شرق حوض سرت شكل (1). الوضع التركيبي هو عبارة عن طية محدبة تمتد في اتجاه شرق-غرب ويحدها فالق عادي كبير. ترسب تكوين ليدام في العصر الكريتاسي العلوي وهو يتألف من الصخور الكربوناتية (الحجر الجيري والحجر الجيري الدولوميتي) ونسبة من الطفلة والانهدرايت. ويعتبر تكوين ليدام من أهم التكاوين الخازنة الموجودة بحوض سرت الرسوبي (Hallet, 2002)، وتتميز هذه الصخور بعدم انتظام المسامية بسبب التغير في الصفة الصخرية أو العمق وكذلك تأثرها الكبير بالعمليات البعدية، لذلك اهتم الجيولوجيون بدراسة الفراغات داخل الصخور وخاصة إذا كانت الدراسة لغرض البحث عن الزيت والغاز الطبيعي (مشرف، 1985). ومن المتعارف عليه بأن الدلمتة، الاذابة والتشقق هي عمليات لاحقة تزيد من نسبة المسامية بين البلورات لتكوين الليدام في حين أن عميات التلاحم والتلاصق تقلل من المسامية والنفاذية (Mohan & Lashab, 2004).

كما توجد عدة طرق لقياس المسامية فمنها الطرق المباشرة وهي تتضمن القياسات التي تجرى على العينات اللبية بينما تشمل الطرق الغير مباشرة لحساب المسامية سرود الآبار وعمليات الحفر، حيث تم في هذا البحث استخدام قياسات السرود البئرية في دراسة الفراغات داخل الصخور الكربوناتية لتكوين الليدام.

لذا تكمن أهمية دراسة المسامية في كونها من أهم الخواص البتروفيزيائية للمكان النفطية والتي يعتمد عليها في تقدير القيمة الإنتاجية للخزان النفطي، وهي نسبة حجم الفراغات الموجودة بين حبيبات الصخر الصلبة المرتبطة بعضها ببعض إلى الحجم الكلي للصخر، وقد صنفت المسامية إلى ثلاثة أقسام: الأولية والثانوية والكلية حسب الشكل الهندسي والأساس الجيولوجي والحجمي (Choquette & Pray, 1970).



شكل 1. موقع منطقة الدراسة (شركة فنترسهال للعمليات النفطية، 2002)

## 2. البيانات والطرق المستخدمة

لدراسة المسامية في الصخور الكربوناتيية لتكوين ليدام تم تجميع بيانات السرود البئر (Q1) بحقل الحميد. أجريت في هذه الدراسة نوعين من التفسيرات لتحديد وحساب المسامية شملت على التفسيرات النوعية وهي تفسير مباشر لسلك السرود حيث تعطي مؤشراً علي وجود المسامية من عدمها أما النوع الثاني فهو التفسيرات الكمية وهنا استخدمت طريقتان لحساب المسامية وهما:

### 1.2. الطريقة الأولى (العلاقات البيانية):

استخدمت في هذه الطريقة علاقات بيانية لتحديد المسامية والصفة الصخرية وهي تشمل مخططات شلمبرجير وتنقسم إلى نوعين هما، النوع الأول من المخططات يربط العلاقة بين سرود المقاومة مع سرود المسامية وتسمى بعلاقات هنكل (Hingle Plots)، أما النوع الثاني فهو يربط العلاقة بين أنواع سرود المسامية مع بعضها وتسمى بعلاقات المسامية، أيضا استخدمت علاقة (M-N) وهي تجمع بين الأنواع الثلاثة من السرود المسامية في مخطط واحد.

### 2.2. الطريقة الثانية (المعادلات الرياضية):

تعتمد هذه الطريقة على إيجاد المسامية الكلية والفعالة والثانوية والمحتوى الطفلي باستخدام المعادلات الرياضية والموضحة كالتالي (Schlumberger, 1997):

$$I_{GR} = \frac{GR_{max} - GR_{log}}{GR_{max} - GR_{min}} \quad \dots\dots (1)$$

$$V_{sh} = 0.33 \left[ 2 \left( 2 * I_{GR} - 1.0 \right) \right] \quad \dots\dots (2)$$

$$\phi_d = \frac{\rho_{log} - \rho_{ma}}{\rho_f - \rho_{ma}} \quad \dots\dots (3)$$

$$\Phi_{dcorr} = \Phi_d - \left[ \left( \frac{\Phi_{dclay}}{0.45} \right) * 0.30 * V_{sh} \right] \quad \dots\dots (4)$$

$$\Phi_{ncorr} = \Phi_n - \left[ \left( \frac{\Phi_{nclay}}{0.45} \right) * 0.30 * V_{sh} \right] \quad \dots\dots (5)$$

$$\Phi_t = \sqrt{\frac{\Phi_d^2 + \Phi_n^2}{2}} \quad \dots\dots (6)$$

$$\phi_e = \frac{(1.65\phi_{dcorr} + \phi_{ncorr})}{2.65} \quad \dots\dots (7)$$

$$\phi_{sec} = \phi_t - \phi_s \quad \dots\dots (8)$$

$$\phi_s = \frac{\Delta t_{log} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_{fl} - \Delta t_{ma}} \quad \dots\dots (9)$$

$$\phi_s = \left( \frac{\Delta t_{\log} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} \times \frac{100}{\Delta t_{sh}} \right) - V_{sh} \left( \frac{\Delta t_{sh} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} \right) \quad \dots\dots (10)$$

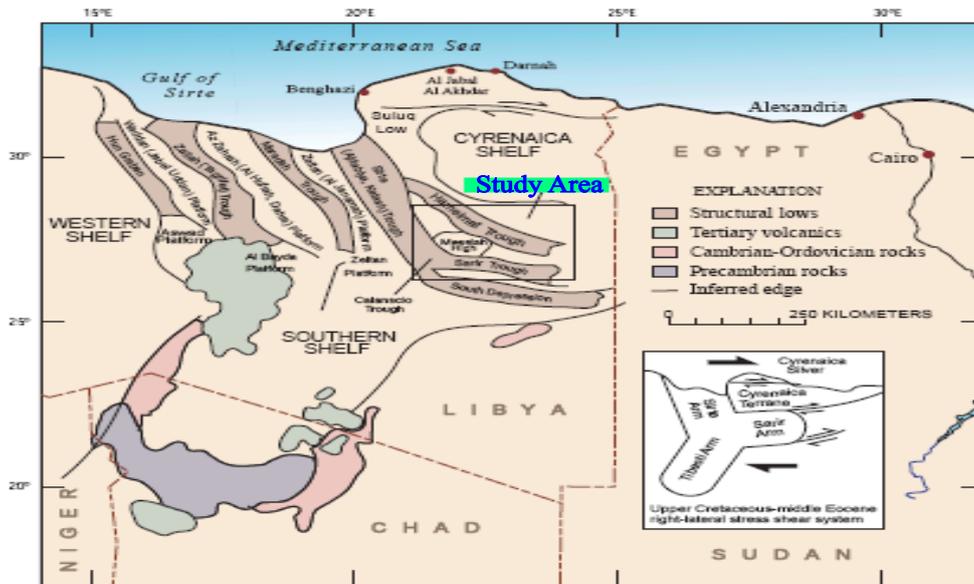
$$(S_w)^n = \frac{a * R_w}{\phi^m * R_t} \quad \dots\dots (11)$$

$$Sh = 1 - S_w \quad \dots\dots (12)$$

### 3. الوضع التركيبي والتتابع الطبقي لمنطقة الدراسة

#### 1.3. الوضع التركيبي

تقع منطقة الدراسة في التركيب (Q) الذي يتموضع في جنوب منخفض الحميمات في الجزء الجنوب الشرقي لحوض سرت وجنوب الحميد، الشكل (2) يوضح التراكيب الأساسية لحوض سرت. في هذه المنطقة من الحوض تتلاقى ثلاثة تراكيب تختلف في الاتجاه، ولكنها تتوافق مع اتجاهات الانقسام الثلاثي الأذرع والتي كانت نشطة خلال فترة الترياسي/الجوراسي. وهذه الأذرع هي ذراع السرير (Sarir Arm) ويأخذ اتجاه WNW-ESE وذراع سرت (Sirte Arm) والذي يأخذ اتجاه NNW-SSE وذراع تيبستي (Tibisti Arm) والذي يأخذ اتجاه SSW-NNE. ويلاحظ أن منطقة الدراسة تأثرت بالوضع التركيبي والتكتوني لحوض سرت وبناءً على ذلك تحكمت في توزيع سماكة الرواسب في هذه المنطقة، وعليه فإن الرواسب السميكة ترسبت في المنخفضات والرواسب الرقيقة ترسبت في المرتفعات. وقد تأثر خزان تكوين ليدام العميق بواسطة هذه التكتونية والانحدام لحوض سرت. الشكل التركيبي لمنطقة الدراسة هو عبارة عن طية محدبة تمتد في اتجاه شرق-غرب ويجدها فائق عادي كبير (شركة فنترسهال للعمليات النفطية، 2002).

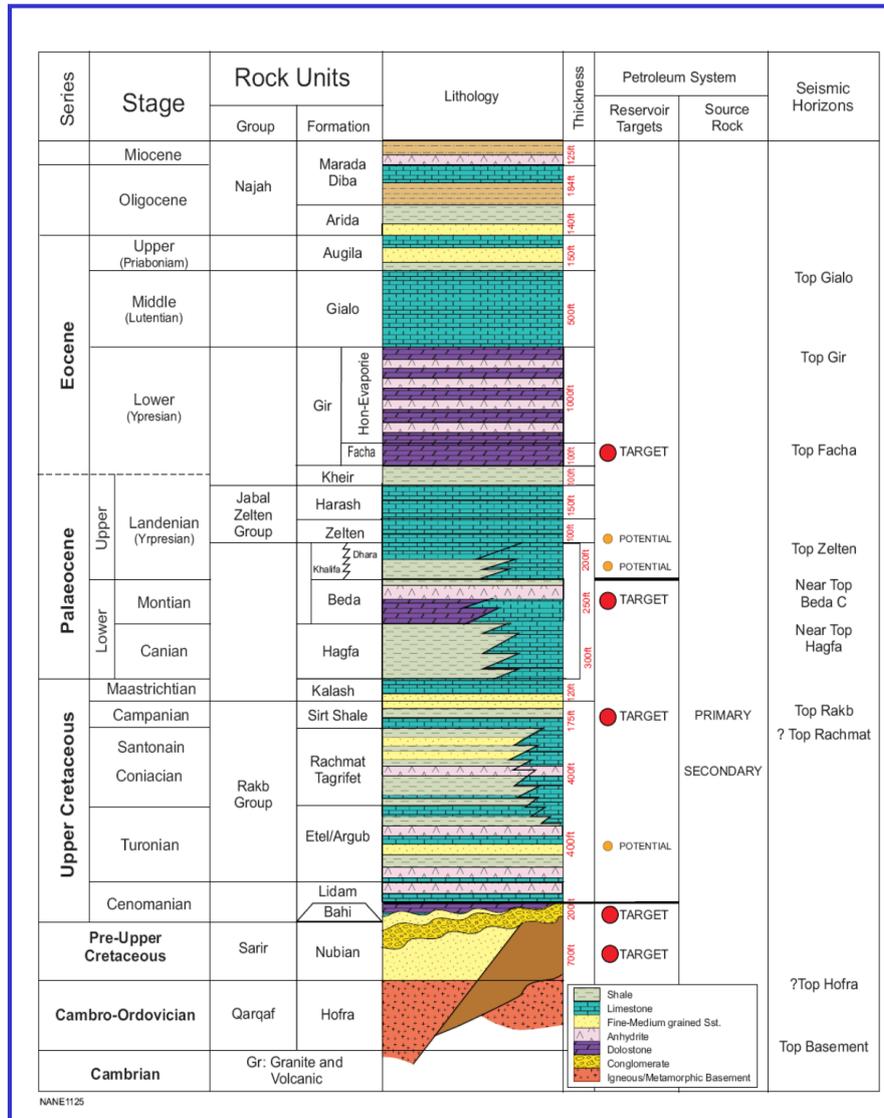


شكل 2. التراكيب الأساسية لحوض سرت، (شركة فنترسهال للعمليات النفطية، 2002).

### 2.3. التتابع الطبقي

أقدم الرواسب التي تم احتراقها في المنطقة هي مجموعة القرقاف (تكوين الحفرة) ويتألف من كوارتزيت وترسب في عصر كامبري/أوردوفيشيان، بينما التكوين الأحدث هو تكوين ديبه ويتألف من الحجر الرملي وترسب في عصر أوليجوسين، يوضح الشكل (3) العمود الطبقي لمنطقة الدراسة.

ويظهر تكوين الليدام (Lidam Formation) والذي أطلق عليه هذا الاسم من قبل Barr and Weegar (1972) على التكوين المتكون من صخر متصلب ولونه بني فاتح إلى رصاصي فاتح يحتوي على الدولوميت وبعض الأحيان خليط من الكلس والطباشير (كربونات الكالسيوم) وأحياناً يتكون من بعض الرقائق من الحجر الرملي خاصة في الجزء السفلي من التكوين، متوضعاً بشكل عدم توافق فوق تكوين الباهي والحجر الرملي النوبي كما بالشكل (3). وقد ترسب في بيئة بحرية في العصر الكريتاسي العلوي (السينوميين) لأجزاء مختلفة لحوض سرت ويتواجد فقط وبشكل أساسي في حوض سرت.



شكل 3. التتابع الطبقي في حقل الحميد النفطي (شركة فنترسهال للعمليات النفطية، 2002).

#### 4. النتائج والمناقشة

تعتبر المسامية في تكوين الليدام من نوع المسامية بين البلورات والفجوات وهذه تزيد من جودة الخزان النفطي، حيث أن معظم المساميات الجيدة تم تحديدها في الجزء العلوي من تكوين الليدام (Al Hili et al., 2022). وتختلف قيم المسامية من نقطة إلى أخرى داخل الطبقة الصخرية نتيجة للتغير في الصفة الصخرية أو العمق نتيجة ازدياد العمليات اللاحقة، لذا وجب إجراء عدة قياسات في منطقة الدراسة لمختلف الأعماق لطبقة صخور الخزان الكربوناتي. وهناك عدة طرق لقياس المسامية وهي:

##### 1.4. الطرق المباشرة من العينات اللبية

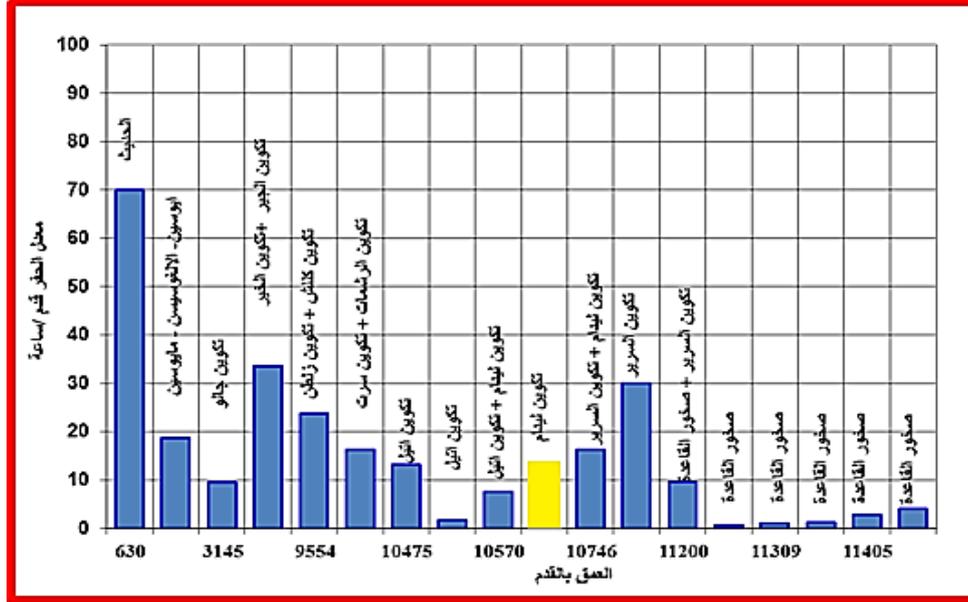
تتم في هذه الطرق استخدام أجهزة مخبرية دقيقة تسمح بحساب قيم المسامية وذلك بإجراء قياسات لعينات اسطوانية ذات أبعاد معينة تقطع من الصخر حسب مواقع مختارة، والسبب الرئيسي لقطع اللباب هو قياس الصفات البتروفيزيائية للمكمن وتعتبر المسامية من أهم هذه الصفات. ومن القياسات المعدة من قبل شركة فنترسهال للنفط التي تمثل قياسات المسامية والنفاذية لتكوين ليدام للبئر رقم Q1 وجد أن متوسط قيم المسامية يساوي 8.3% وتعتبر مسامية جيدة.

##### 2.4. الطرق الغير المباشرة من المعلومات السيزمية أو عمليات الحفر

كما تم توضيحه سابقاً فإن الطرق المباشرة تعتمد على إجراء القياس على العينات الأسطوانية المأخوذة من مواقع معينة من اللباب الصخري وبالتالي فإن القيم التي يتم الحصول عليها من الطرق المباشرة لقياس المسامية لا يمكن أن تعبر بالرغم من دقتها عن الخصائص البتروفيزيائية مثل المسامية لكامل الطبقة، ولتجنب ذلك فإن الطرق غير المباشرة لتحديد المسامية للصخور تعتمد على الطرق التفسيرية الكمية للقياسات الجيوفيزيائية للآبار والتي تعطي بشكل غير مباشر مسامية الصخر، وتمتاز الطرق الغير مباشرة أيضاً عن الطرق المباشرة بأنها تعطي قيمة مستمرة لحجم كبير من الصخر حول فتحة البئر، كما أنها تتمتع بقلّة تكلفتها ومن المفيد أيضاً تكوين فكرة أولية عن مسامية الصخور قبل البدء في القياسات المختبرية، ويمكن بواسطتها تحديد الخواص البتروفيزيائية للصخور في الحقل وأثناء الحفر. ومن أهم الطرق الغير مباشرة هي:

##### 1.2.4. عمليات الحفر:

- أثناء عمليات الحفر هناك عدة ملاحظات يتم ضبطها لتقدير مسامية صخر المكمن وهي:
  - سرعة تقدم الحفر بشكل مفاجئ: هذا يدل على اختراق صخور ضعيفة التماسك أو ذات مسامية عالية كما في الشكل (4) يوضح معدل الحفر للبئر رقم Q1.
  - اختلاف درجة ملوحة سائل الحفر: يدل على تسرب مياه عذبة أو مالحة من صخور ذات مسامية ونفاذية عالية.
  - عدم القدرة على الحصول الكامل للباب الصخري: هذا دليل أيضاً على وجود المسامية، أي أن الصخور المختزقة غير متجانسة أو متشققة مما يؤدي إلى ضياع جزء من اللباب الصخري أثناء عملية استخراجها من البئر.



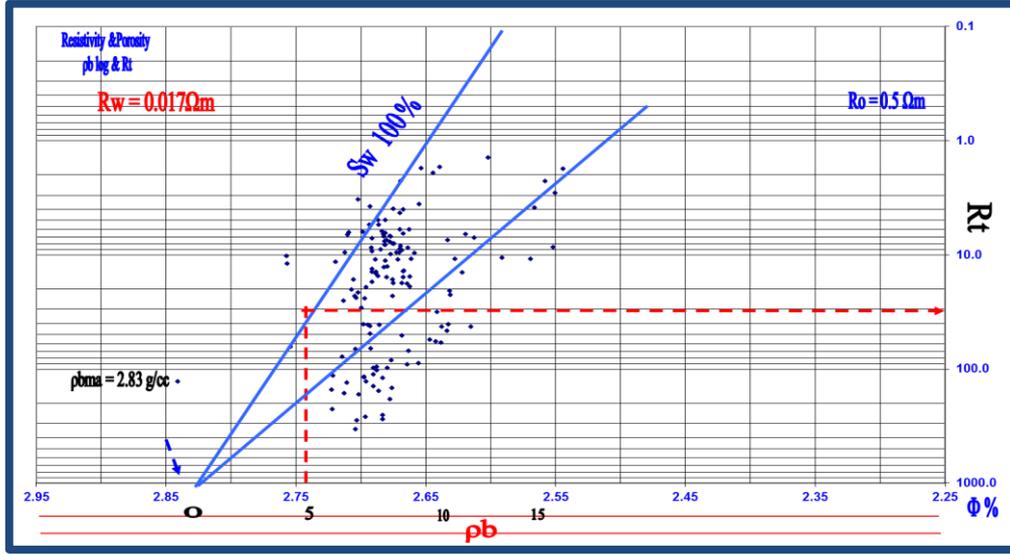
شكل 4. يوضح معدل الحفر للبئر رقم Q1 (شركة فنتسهال للعمليات النفطية، 2002).

#### 2.2.4. السرود الجيوفيزيائية:

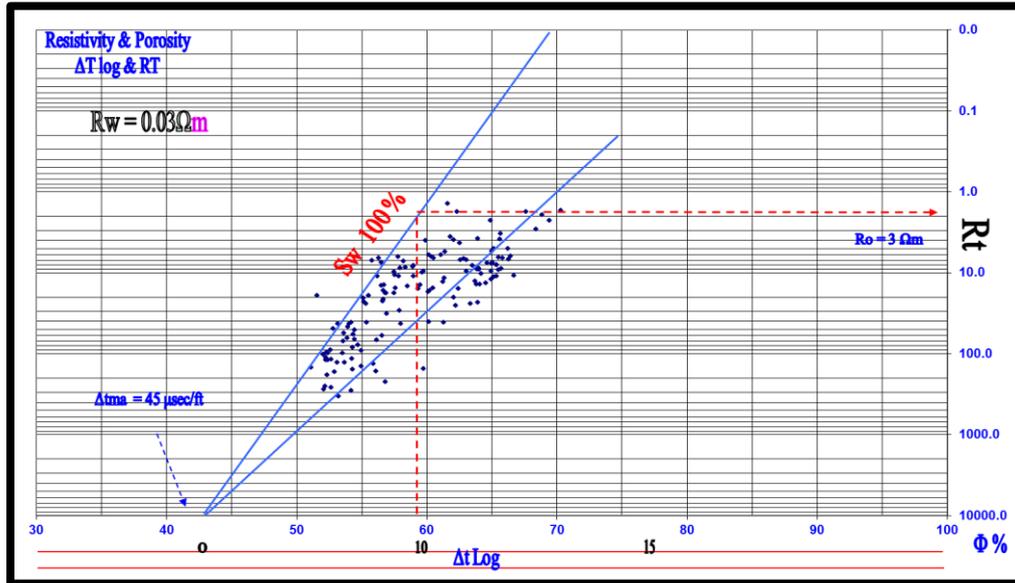
من خلال معرفة (سرد النيوتون، سرد الكثافة، سرعة انتشار الأمواج الصوتية ومنحنيات المقاومة النوعية) تم تحديد وحساب المسامية والصفة الصخرية بالسرود الجيوفيزيائية لمنطقة الدراسة بواسطة العلاقات البيانية فيما بينها كما يلي:  
نتيجة صعوبة استخدام هذه الطريقة في تحديد الصفة الصخرية وحساب المسامية يدوياً، لذلك تم إختيار أعماق محددة.

#### أ) علاقات هنكل (Hingle Plots):

تمثل هذه العلاقة بين قيم سرود المقاومة الكهربائية الحقيقية والمتمثلة في RILD مع أحد سرود المسامية (سرد الكثافة علي سبيل المثال) علي ورقة ذات مقياس تعرف بـ (Root mean Square Inverse Scale) كما في الشكلان (5 و 6)، يمكن من هذه العلاقة البيانية تحديد الصفة الصخرية والمسامية وأيضاً التشبع بالنفط وحساب مقاومة ماء التكوين (Schlumberger, 1997) والجدولان رقم (1 و 2) يبينان قيم المسامية والصفة الصخرية لمناطق تكوين الليدام للبئر.



شكل 5. علاقات هنكل (سرد المقاومة مع سرد الكثافة)



شكل 6. علاقات هنكل (سرد المقاومة مع سرد الصوت)

#### ب) علاقة سرود المسامية:

أولاً: طريقة تحديد الصفة الصخرية (Lithology): يتم في هذه الطريقة اختيار الأعماق أو النطاقات المراد تحديد الصفة الصخرية لها ثم اختيار العلاقة المناسبة لتحديد الصفة الصخرية والمسامية كما في الأشكال (7-9)، فمثلاً نأخذ العلاقة بين سرد الكثافة مع سرد النيوترون ثم يتم توقيع النقاط علي هذا المخطط، فيلاحظ أن بعض النقاط وقعت على أحد الخطوط الممثلة للصفة الصخرية مباشرة في هذه الحالة يعني أن هذه النقاط تمثل صفات صخرية محددة (حجر جيرى أو دولوميت أو حجر رملي)، أما باقي النقاط الأخرى التي وقعت بين الخطوط فهي تكون خليط في الصفة الصخرية، وعليه يجب تحديد نسبة كل معدن لهذه الصفة

المختلطة والجدول رقم (3) يبين متوسط قيم الخواص البتروفيزيائية والصفة الصخرية. ولكي نحدد الصفة الصخرية نتبع الخطوات التالية:

- تحديد العمق أولاً ثم اسقاط النقاط على العلاقة المناسبة.
  - نحدد موقع النقطة المراد تحديد الصفة الصخرية المختلطة لها على المخطط البياني.
  - قياس المسافة بين الخطان اللذان يمثلان الحجر الجيري والدولوميت مروراً بهذه النقطة وليكن 1.15 سم.
  - قياس المسافة بين النقطة والخط الذي يمثل الدولوميت ولتكن المسافة 0.4 سم.
  - حساب الحجم الأول وهو الذي يمثل الحجر الجيري من المعادلة (13):
- $$VOL.1 = 0.4/1.15 = 0.349 \quad \dots (13)$$

- حساب الحجم الثاني الذي يمثل الدولوميت من المعادلة (14):
- $$VOL.2 = 1 - 0.349 = 0.65 \quad \dots (14)$$
- وبالاطلاع على نسبة كل معدن يمكن تسميت الصخر الجديد (دولوميت جيري).

ثانياً: طريقة حساب المسامية: بعد عملية توقيع النقاط على المخطط البياني المخصص لحساب المسامية نلاحظ انتشار النقاط على المخطط، فبعض النقاط سقطت على الخطوط مباشرة، كما تم توضيحه في طريقة تحديد الصفة الصخرية، أما النقاط التي وقعت بين الخطوط لأن مساميتها تكون مختلطة كما هو الحال في الصفة الصخرية لذلك سوف نأخذ نفس النقطة التي تم حساب الصفة الصخرة لها في الخطوة السابقة أي عند نفس العمق، ولمعرفة طريقة حساب المسامية يجب اتباع الخطوات التالية:

- يجب تحديد حجم كل صخر (الحجر الجيري-الدولوميت)، كما في طريقة حساب الصفة الصخرية وليكن 0.35 و 0.65 على التوالي.

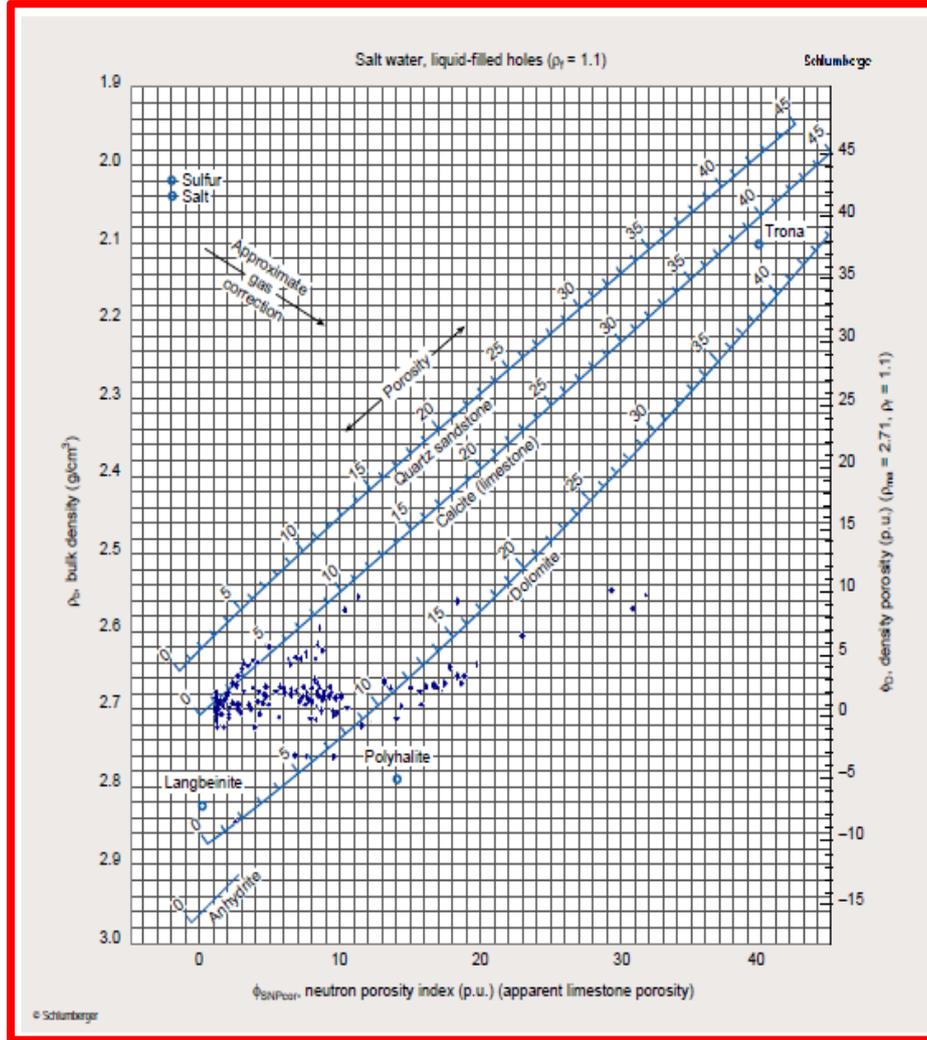
- حساب كثافة الصفة الصخرية للصخر (الدولوميت جيري) كما في المعادلة (15)، علماً بأن كثافة كلاً من الحجر الجيري والدولوميت النقيين هما 2.71 و 2.87 على التوالي بحيث تكون النتيجة (2.76).

$$Pma = vol.1 * pma1 + vol.2 * pma2 \quad \dots (15)$$

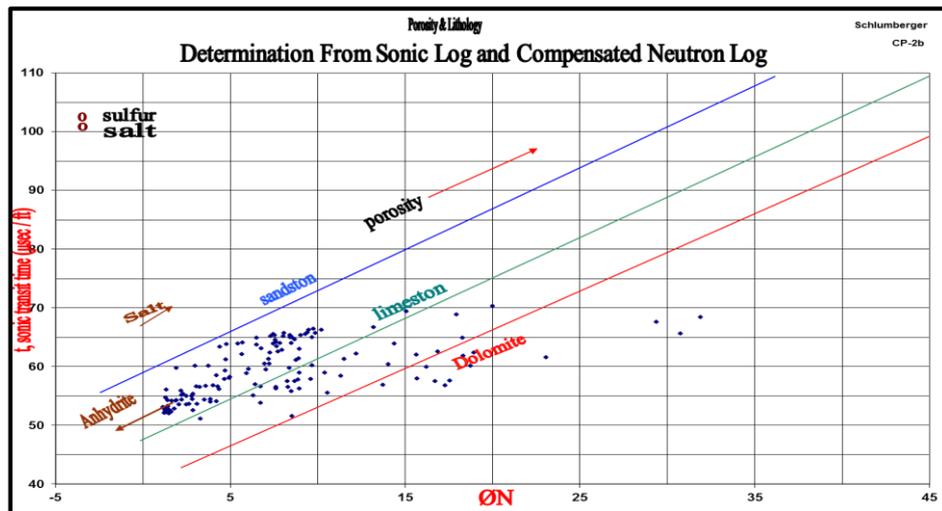
- يتم حساب قيم المسامية من سرد الكثافة من خلال المعادلة (3):
- $$d\emptyset = 2.799 - 2.455/2.766 - 1.1 = 0.176 \text{ or } 17.6 \%$$

### ج) علاقة M-N:

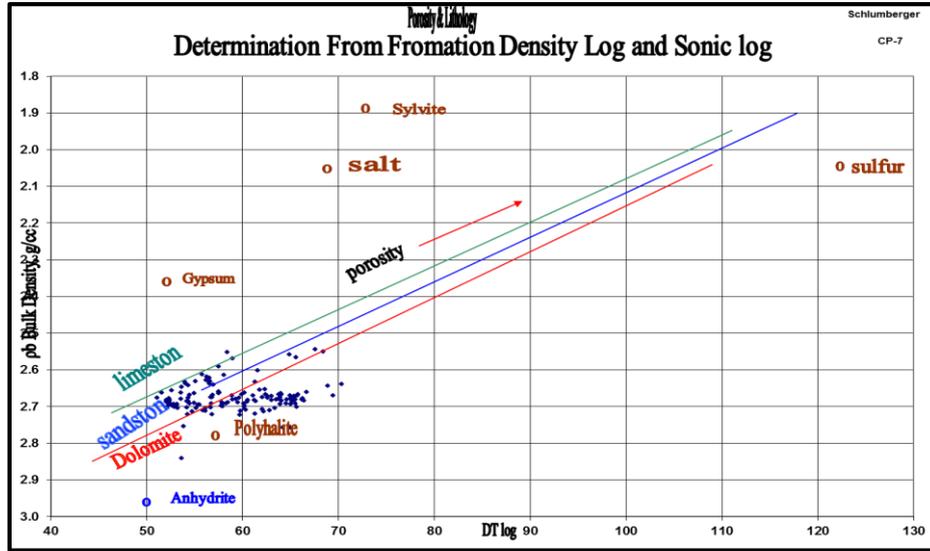
يسمى بمنحني M-N والذي يعتمد على نوعية الرواسب دون النظر إلى المسامية، الشكل (10) يوضح العلاقة بين M-N ومن خلالها تم تحديد نوعية الصفة الصخرية كما هي موضحة في الجدولين (2 و 3).



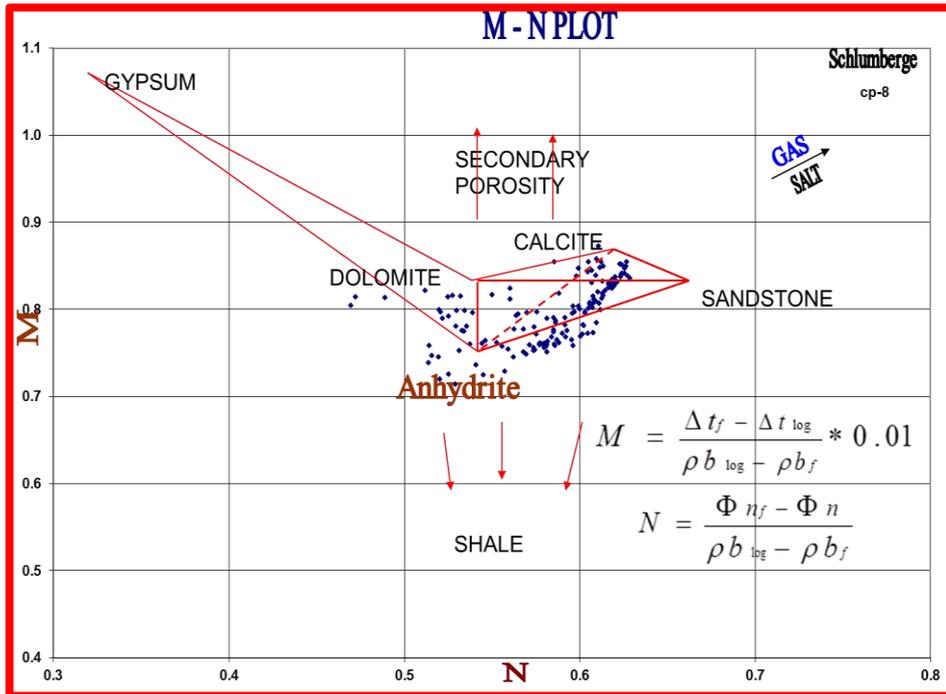
شكل 7. يوضح العلاقة بين سرد النيوترون مع سرد الكثافة



شكل 8. يوضح العلاقة بين سرد النيوترون مع سرد الصوت



شكل 9. يوضح العلاقة بين سرد الصوت مع سرد الكثافة



شكل 10. يوضح العلاقة بين M-N

جدول 1. يبين قيم المسامية المحسوبة من المعادلات بالنسبة المتوية

العمق (قدم)	الأنطقة	حساب المسامية من سرود البترية				
		% $\sigma S$	% $\sigma D$	% $\sigma N$	% $\sigma Ef$	% $\sigma T$
10515 – 10535	رقم 5	9	8	1.3	2	12
		14	10	10	7	20
		10	11	5	8	10
		10	14	8	11	13
10535 – 10564	رقم 4	14	9	0.3	3	10
		7	8	4.5	5	6
		8	9	1.7	5	7
		7	8	7	5	6
		15	8	0.8	2	10
		9	7	8	4	6
10564 – 10570	رقم 3	10	6	1.2	3	6
10570 – 10581	رقم 2	15	9	2.4	4	8
		16	9	6.1	3	10
10585 – 10581	رقم 1	12	9	9.9	6	20

جدول 2. يبين الصفة الصخرية وقيم المسامية المحسوبة بالعلاقات البيانية بالنسبة المتوية

العمق (قدم)	الأنطقة	حساب المسامية بالعلاقات البيانية					الصفة الصخرية
		$\sigma N - \sigma D$	$\sigma S - \sigma N$	$\sigma S - \sigma D$	$\rho b - R_t$	$\Delta t - R_t$	
10515–10535	رقم 5	18	7.11	9	9	8	دولوميت
		12	12	11	10	12	دولوميت
		11	6.8	7	11	8	دولوميت
		6	7	8	8	8.5	دولوميت
10535–10564	رقم 4	8	9	9	9.5	10.5	دولوميت
		1	3	4	8	4	دولوميت
		1	3	2	8.5	6	الدولوميت الجيري
		2	2	3	7	5	الدولوميت الجيري
		5.5	9	8.5	8	12	حجر حجيري دولوميتي
		8	3.5	7.5	7.5	8	حجر حجيري دولوميتي
10564–10570	رقم 3	6.5	3.5	5	6	8	حجر حجيري دولوميتي
10570–10851	رقم 2	9	8	8	8	11	الدولوميت الجيري
		8.2	10.5	9	9	11	حجر حجيري دولوميتي
10585 – 10581	رقم 1	8	8	7	9	10	حجر حجيري دولوميتي

جدول 3. يوضح متوسط نسب المسامية والتركيب المعدني والتشبع بالنفط من العلاقات البيانية للبئر Q1

متوسط القيم من العلاقات البيانية						
الحجم بالنسبة المئوية	علاقة سرود المسامية			علاقة هنكل		النسبة المئوية
	سرود الصوتي مع سرود النيوترون	سرود الكثافة مع سرود الصوتي	سرود الكثافة مع سرود النيوترون	المقاومية مع سرود الصوتي	المقاومية مع سرود الكثافة	
المسامية	غير واضح	6.6 %	7.7 %	7.4 %	10 %	8.5 %
الدولوميت	45 - 55 %	اقل من 30 %	اكثر من 70 %	45 - 55 %	اكثر من 70 %	اكثر من 70 %
الكالسيت	اكثر من 70 %	اكثر من 70 %	اقل من 30 %	45 - 55 %	غير واضح	غير واضح
الانهدرايت	اقل من 30 %	اقل من 30 %	اقل من 30 %	اقل من 30 %	غير واضح	غير واضح
الطفلة	اقل من 30 %	اقل من 30 %	اقل من 30 %	اقل من 30 %	غير واضح	غير واضح
التشبع بالنفط	غير واضح	غير واضح	غير واضح	غير واضح	80	60

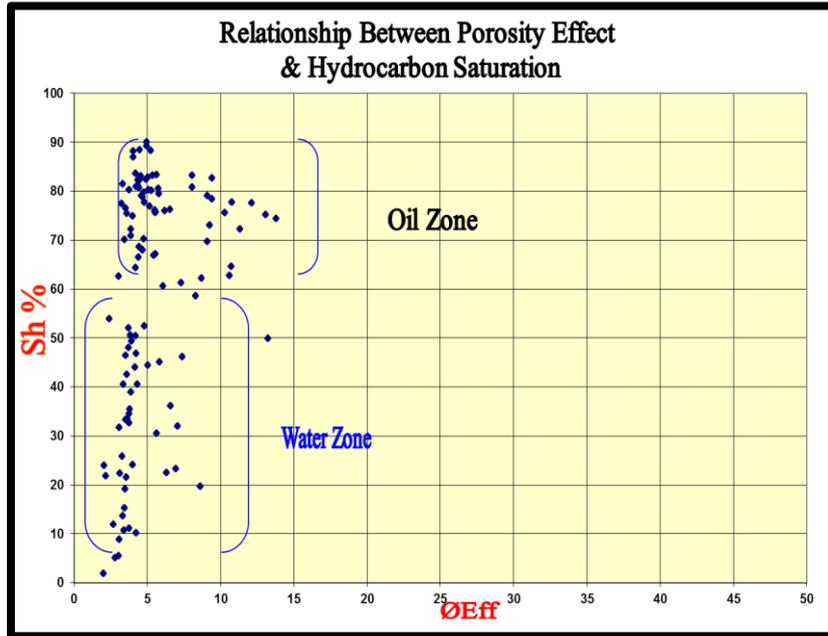
3.4. علاقة المسامية بالخواص البتروفيزيائية لتكوين ليدام للبئر رقم Q1

1.3.4. علاقة المسامية الكلية مع المسامية الفعالة:

قيم المسامية الفعالة تتطابق مع قيم المسامية الكلية في الأنطقة التي تحتوي علي نسب عالية من الدولوميت، وهذا يدل على حدوث الدلمتة بينما تتباعد هذه القيم عند الأنطقة المحتوية على الطفلة والانهدرايت.

2.3.4. علاقة المسامية الفعالة بالتشبع بالنفط:

من خلال الشكل (11) نلاحظ أن قيم المسامية الفعالة وهي المسامية المتصلة مع بعضها البعض تتراوح ما بين 3-14% وأن أغلب هذه المسامية مملؤة بالنفط.



شكل 11. العلاقة بين المسامية الفعالة مع التشبع بالنفط للبئر Q1

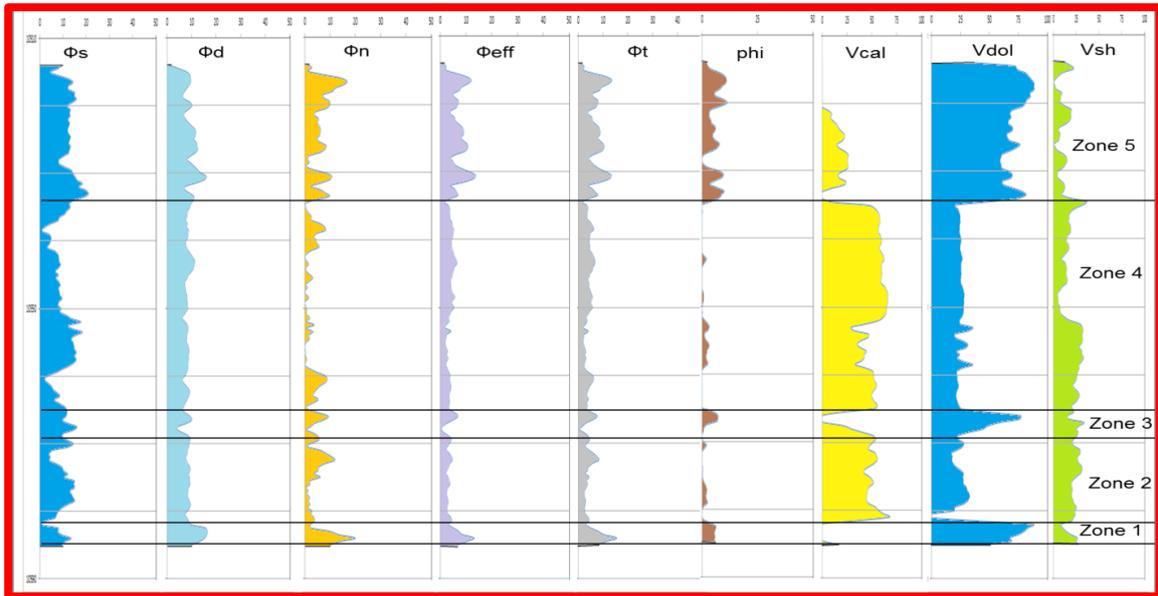
#### 4.4. علاقة المسامية بالتركيب المعدني لتكوين ليدام

##### 1.4.4. علاقة المسامية بمعدن الكالسيت:

يتكون معدن الكالسيت من كربونات الكالسيوم، يتشكل هذا المعدن عند إحلال معدن الكالسيت محل معدن الاراجونيت والتي تحدث بعد تكون الصخر مباشرة، بحيث يتضخم حجم الصخر الكلي ومن ثم يحدث انخفاض في مسامية الصخر الأولية بنسبة 8%. من خلال الشكل (12) نلاحظ أن الأنطقة التي تحتوي علي نسب عالية من معدن الكالسيت تكون فيها قيم المسامية الكلية مساوي إلى قيم المسامية الفعالة.

##### 2.4.4. علاقة المسامية بمعدن الدولوميت:

يتكون معدن الدولوميت من كربونات الكالسيوم والماغنيسيوم، ويتشكل هذا المعدن عندما يتغير معدن الكالسيت في صخر الكربونات إلى معدن الدولوميت (إحلال الماغنيسيوم محل الكالسيوم)، وينتج عن هذه العملية المسماة بالذلتة تقلص شامل في حجم الصخر وازدياد في كمية مسامية الصخر بنسبة تصل إلى 13%، بسبب تشكيل مسامية بين البلورات وهي مسامية ثانوية مضافة إلى مسامية الصخر الأولية، ولهذا السبب تبقي صخور الدولوميت بمثابة أماكن تتشكل فيها مخازن صخرية جيدة للنفط والغاز الطبيعي (مشرف، 1985). من خلال الشكل (12) يتبين أنه كلما زادت نسبة الدولوميت زادت نسبة المسامية وبالتالي يمكن الإشارة إلى أن هذه المسامية ثانوية متكونة من عملية الذلتة.



شكل 12. التوزيع العمودي لأنواع المسامية المختلفة والتركيب المعدني باستخدام المعادلات الرياضية للبئر Q1

##### 3.4.4. علاقة المسامية بمعدن الانهيدرايت:

لا يحتوي تكوين ليدام في هذا البئر على معدن الانهيدرايت إلا بكميات قليلة جداً، وبالتالي لم يكون له تأثير على المسامية في هذا البئر.

#### 4.4.4. علاقة المسامية بالطفل:

نقص نسبة الطفلة في تكوين ليدام في النطاق العلوي أدى إلى ارتفاع نسبة المسامية مما أثر على تواجد النفط كما في الشكل (12).

#### 4. الاستنتاجات

تكمن أهمية دراسة المسامية في كونها من أهم الخواص البتروفيزيائية للمكان النفطية والتي يعتمد عليها في تقدير القيمة الانتاجية للخزان النفطي. هدفت الدراسة إلى تحديد وحساب أنواع المسامية المختلفة بالطريقة الغير مباشرة (التسجيلات الجيوفيزيائية) لتكوين ليدام في البئر (Q1) وأيضاً تحديد كلاً من التركيب المعدني، المحتوى الطفلي والتشبع بالنفط ودراسة العلاقة بين هذه الخواص ومدى تأثيرها على المسامية. ومن خلال النتائج التي تم الحصول عليها من المعادلات والعلاقات البيانية أمكن تقسيم تكوين ليدام في هذه البئر إلى خمسة أنطقة من الأسفل إلى الأعلى بحيث النطاق الأول يبدأ من العمق 10,585 قدم إلى العمق 10,581 قدم بسمك 4 قدم، ويمتاز بصفة صخرية حجر جيرى دولوميتي يتخللها طبقة من الدولوميت الجيري ويحتوي على مسامية فعالة متوسطاتها 20% ومتوسط حجم الطفل 24.6% ومتوسط نسبة التشبع النفطي 29%. أما النطاق الثاني عند العمق 10,581 قدم إلى عمق 10,570 قدم بسمك 11 قدم ويمتاز بصفة صخرية الدولوميت الجيري ويحتوي على مسامية فعالة متوسطتها 9% ومتوسط حجم الطفل 15.38% ومتوسط نسبة التشبع النفطي 88%. والنطاق الثالث يبدأ من العمق 10,570 قدم إلى العمق 10,564 قدم بسمك 6 قدم ويمتاز بصفة صخرية دولوميت ويحتوي على مسامية فعالة متوسطاتها 6% ومتوسط حجم الطفل 23.15% ومتوسط نسبة التشبع النفطي 23%. بينما النطاق الرابع والخامس فهما من العمق 10,564 إلى 10,535 قدم ومن 10,535 إلى قمة التكوين عند العمق 10,515 قدم على التوالي ومتوسط مسامية تبلغ 7.5% و 13.5% وكذلك تشبع نفطي بنسبة 53% و 29% على التوالي.

أثبتت الدراسة أيضاً أن المسامية تتأثر بالخواص البتروفيزيائية، فقيم المسامية الفعالة تتطابق مع قيم المسامية الكلية في الأنطقة التي تحتوي على نسب عالية من الدولوميت وهذا يدل على حدوث عملية الدلتة بينما تتباعد هذه القيم عند الأنطقة المحتوية على الطفلة بسبب تعبئة الفراغات لها، وبالنسبة للتشبع بالنفط تكون أغلب المسامية الفعالة مملؤة بالنفط.

#### المراجع

##### أولاً: المراجع باللغة العربية

مشرف، محمد عبد الغني (1982). أسس علم الرسوبيات. مطبعة جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.

##### ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية

Al Hili A., Al Mishkhi A., & Haweej M. (2022). Quantitative Impact of Porosity and Diagenesis on Reservoir Quality of the Upper Cretaceous, Lidam Formation in Gialo Oil Field, Sirte Basin, NE Libya. *Libya Journal of Engineering Science and Technology (LJEST)*, 2(1): 41-47.



ISSN (Print): 2413-5267  
ISSN (Online): 2706-9966

المشخي وآخرون، 2022

مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية  
المجلد (8)، العدد (1) (يونيو-2022)

- Barr F.T. & Weegar A.A. (1972). *Stratigraphic nomenclature of the Sirte basin, Libya*. Petroleum Exploration Society of Libya.
- Choquette P.W. & Pray L.C. (1970). Geologic Nomenclature and Classification of Porosity in Sedimentary Carbonates. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 54: 207-250.
- Hallet D. (2002). *Petroleum geology of Libya*, ELSEVIER, p. 503.
- Mohan & Lashab (2004). Diagenesis of the Lidam Formation, khalifa area in the southwest Sirt Basin. *The eighth Mediterranean Petroleum Conference and exhibition*, Tripoli, Libya.
- Schlumberger (1997). *Log Interpretation Charts*. Schlumberger Wireline and Testing, Houston, Texas.
- Wintershall Oil Company (2002). *Unpublished internal technical report*. Tripoli branch of Libya.