

## دراسة بترولوجية لتشكيلة الشيلو في حقل الهول – سورية

أحمد العضا<sup>1</sup> د. محمد القاضي<sup>2</sup>

<sup>1</sup> طالب ماجستير، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة دمشق، سورية.  
<sup>2</sup> أستاذ، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة دمشق، سورية.

### الملخص

تنتشر تشكيلة الشيلو شرق وشمال شرق سورية. في منطقة الدراسة تكون متاخمة للحدود العراقية من جهة الشرق، وتبعد عن مدينة الحسكة 50 كم باتجاه الشرق وعلى بعد 65 كم جنوب مدينة القامشلي. من الناحية التكتونية تتبع لوحدة حزام سنجار-عبد العزيز. تم تقسيم تشكيلة الشيلو اعتماداً على المحتوى المستحاثي الدال وبمساعدة القياسات البترية إلى مكونين ليثوستراتغرافيين ينضوي تحتها مجموعة من الوحدات الليثولوجية. المكون السفلي يعود إلى عمر الأوليغوسين ويغلب عليه سحن كلسية وكلسية غضارية ومارلية وشيل في جزئه العلوي. أما المكون العلوي فيعود إلى عمر الميوسين الأسفل ويغلب عليه سحن كلسية وكلسية غضارية ومارلية وشيل وملح وأنهدريت مشوب أحياناً بالحص. هذه السحن غنية بالمنخربات الطافية (المكون السفلي) والقاعية (المكون العلوي) وتوضعات البيريت والغلوكونيت ومشققة. ويشكل الأنهدريت حداً واضحاً وفاصلاً بين المكونين. تعرضت رسوبيات التشكيلة لحوادث دياجينيز منها عمليات بيرتة (أبجئة) جزئية

وكلية لبعض الهياكل المستحاثية وعمليات انحلال وعمليات الضغط الإنحلالي التي أدت إلى تشكل بنيات ستيلوليتية. تعكس سحنات هذه التشكيلة ترسيباً في بحر عميق (المكون السفلي) ثم يتحول إلى لاغون بنتيجة انحسار بحري (المكون العلوي).

الكلمات المفتاحية: شيلو – الهول – سحنة – بترولوجيا – بيانات الترسيب – دياجينيز

تاريخ الإيداع: 2022/03/24

تاريخ القبول: 2022/05/11



حقوق النشر: جامعة دمشق –

سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق

النشر بموجب الترخيص

CC BY-NC-SA 04

## Petrological Study of Chilou Formation In Al Hole Field –syria

Ahmad .AL-Adhad<sup>1</sup>

D. Mohamad AlKadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Master's Student, Department of Geology, Faculty of Science, Damascus University, Syria

<sup>1</sup> Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Damascus University, Syria.

### Abstract

The Chilou Formation is spread in the East and Northeastern part of Syria. In the study area (Al-Hole field) it's adjacent to the Iraqi border from the east, 50 km from the Al-Hasaka city to the east and 65 km south of Qamishli city. From the tectonic point of view, the study area belongs to the Sinjar-Abdul-Aziz belt unit. The Chilou formation was divided based on index Fossils content with help of well logs into two lithostratographic members, under them a series of lithological units. The lower member dates back to the age of Oligocene, It's predominantly composed of: limestone, Argillaceous Limestone, Marl, Shale facies. While, the Upper member dates back to the age of the lower Miocene, it's composed of: limestone, Argillaceous Limestone, Marl, Shale, salt facies and Anhydrite sometimes tinged with gypsum. The facies are rich in planktonic (Lower member) and pelagic foraminifera (Upper member) with deposits of pyrite, gluconate and fissured. The anhydrite is a clear boundary between the members. The formation sediments were subjected to diagenesis phenomenon, including partial and total pyritic processes of some fossil frameworks and dissolution, filling processes – dissolution processes that led to create a stylolite structures. It represents a deep sea facies (Lower member) which turns upward into a lagoon facies as a result of marine regression (Upper member).

Received :2021/03/24

Accepted:2022/05/18

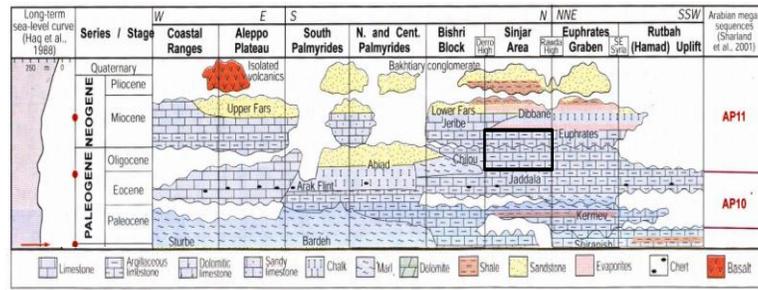


**Copyright:** Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

**Keywords:** Chilou – Al Hole – facies – petrology – sedimentary environments – diagenesis.

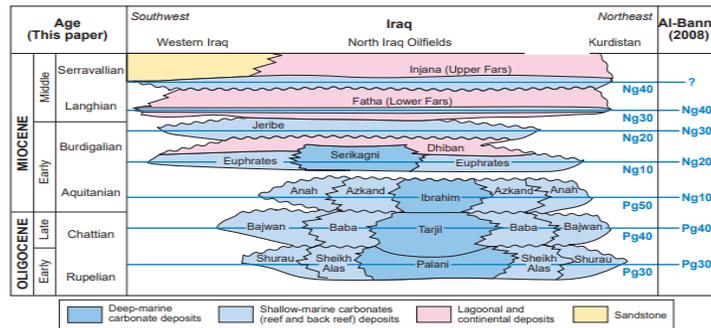
## المقدمة:

عثر على المقطع النموذجي الاول لهذه التشكيلة في قرية باب الشيلو في جبل سنجار بالعراق، وقد سميت بهذا الاسم من قبل Van Bellen (1959)، ويمتد تواجدها على مساحة واسعة من شرق وشمال شرق سورية. تعتبر من التشكيلات المكونة للعمود الطبقي في سورية وتعود إلى عمر (الميوسين الأسفل - الأوليغوسين) (معدل عن Sharland et al., 2001) (الشكل 1).



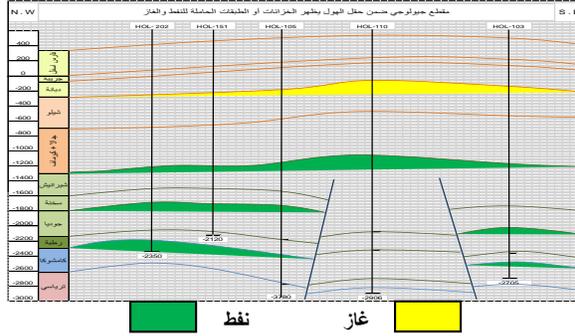
الشكل (1) العمود الليثوستراتيغرافي العام في سورية (معدل عن Sharland et al., 2001)

تقابل تشكيلية الشيلو في سورية ثلاث تقسيمات في شمال غرب العراق (الشكل 2)، ومؤلفة في جزئها العلوي (الميوسين الأسفل) من حجر كلسي مارلي وحجر كلسي المارل فيه أقل من سابقاً وفي جزئها السفلي (الأوليغوسين) من حجر كلسي وحجر كلسي مارلي (Al-Banna et al., 2009). في جنوب تركيا يبدو مكوناتها العلوي (الميوسين الأسفل) مؤلف من لحقيات (Clastics) وفي مواقع أخرى من رسوبيات الفليش (Flysch)، بينما يتألف المكون السفلي من حجر كلسي وفي مواقع أخرى من رسوبيات الفليش (Flysch) ومن حجر كلسي (Husing et al., 2009).



الشكل (2) التتابع الستراتيغرافي لتشكلية الشيلو العائدة للحقب الثالث في العراق (Al-Banna et al., 2009)

في سورية فقد تم تمييزها في آبار حقول (عودة-خربت-الباردة-ناعور) وبالالاتجاه جنوباً في آبار محور (الهول-شيخ منصور-شيخ سليمان) ومحور (تشرين-سيروم-الجبسة) وفي حقول مرتفع الروضة، منخفض الفرات والتدمرية الشمالية (الشركة السورية للنفط، 1988). حيث تعتبر منتجة للغاز في عدة حقول منها حقل الهول (الشكل 3) وفي النطاق الهامشي لمرتفع القامشلي قد تكون خزانا نفطياً. يبلغ متوسط سماكتها 320 م.



الشكل (3) مقطع جيولوجي ضمن حقل الهول والتشكيلات المنتجة فيه (الشركة السورية للنفط)

درست تشكيلة الشيلو ضمن إطار الدراسات الجيولوجية العامة في سورية، حيث ذكرت من قبل الباحثين اللذين اهتموا بالدراسات التكتونية والجيولوجية لمنطقة شمال شرق سورية، إضافة إلى العديد من الدراسات التي قام بها جيولوجيون من الشركة السورية للنفط، منها:

- قام بونيكاروف وفريقه (1964) بوضع خارطة جيولوجية لرقعة القامشلي بمقياس 1/200000.
- قامت الشركة السورية للنفط في الفترة [1975 - 1977] بحفر آبار الهول (1-2-3-4-5-6-7)، بهدف استكمال استكشاف تشكيلة الشيلو، حيث أعدت تقارير غير منشورة للآبار المحفورة في منطقة الدراسة.
- في عام [1982] تم توقيع العقد (262/82) بين الشركة السورية للنفط وشركة بلغارجيومين البلغارية بهدف استكمال استكشاف وتطوير أربعة حقول غازية في منطقة الجبسة (الهول - غونة - مرقدة) في طبقة الشيلو، وحقل الجبسة في طبقة الكوراشيا دولوميت.
- قامت الشركة السورية للنفط بدراسة إقليمية للتوزيع والأساس الليثوستراتيغرافي للتشكيلات في القطر العربي السوري (SPC, 1988).
- في عام 2009 تم تفسير المسح ثلاثي الأبعاد لطبقة الشيلو من قبل الشركة السورية للنفط وتبين أن ثلث تركيب الهول (الشرقي) لم يستهدف بالحفر بسبب اعتقاد شركة بلغارجيومين أن هذا الجزء كثيم. لذلك تم حفر بئري الهول 18 - 19 وتم الحصول على غاز من المكون العلوي للتشكيلة.

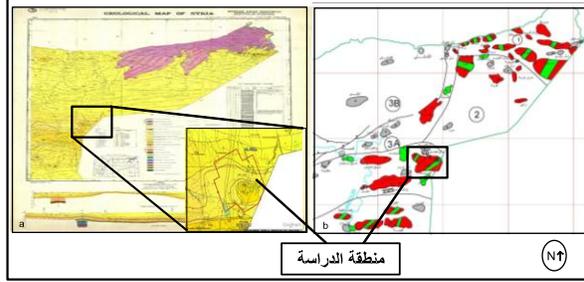
#### 1- منطقة الدراسة:

يقع حقل الهول في الجزء الشمال شرقي من سورية وفق إحداثيات شبكة لامبير التالية  $X = (502500 - 510000)$  و  $Y = (642500 - 657500)$  وهو متاخم للحدود العراقية من جهة الشرق ويبعد عن مدينة الحسكة باتجاه الشرق 50 كم ويقع جنوب مدينة القامشلي بحدود 65 كم (الشكل 4-b)، وهو على شكل قبة غير متناظرة الميل لها اتجاه شرق-غرب. يكون الميل باتجاه الشمال حاداً بينما تأخذ ميولاً هادئة باتجاه الجنوب. يبلغ طول التركيب حوالي 10 كم وعرضه 3-5 كم (الشركة السورية للنفط، 1976)

وتبين الخارطة الجيولوجية رقم (37) لرقعة القامشلي بمقياس 1/200000 (الشكل 4-a) وجود انعكاس مورفولوجي على السطح حيث تتكشف رسوبيات الميوسين الاوسط الحطامية من عمر النيوجين (تشكيلة الفارس الأسفل) والتي تتألف من تناوبات من الغضار والأنهدريت مع طبقات من الملح في الجزء السفلي منها بسماكة تصل لحدود 500 م على أطراف المحذب الغربية (الهول-101) وبتناوبات من 200 - 300 م في الوسط وتكون أقل من 150 م في قمة التركيب حيث تتكشف رسوبيات أسفل الميوسين الاوسط.

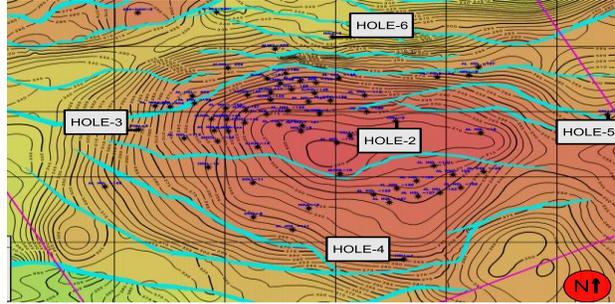
(Ponikarov, 1964).

التعليق [r1]:



الشكل (4) (a) خارطة جيولوجية لرقعة القامشلي عن الخارطة الجيولوجية لسورية (بونيكاروف، 1964)،  
(b) موقع حقل الهول لرقعة القامشلي، سورية (الشركة السورية للنفط)

من الناحية التكتونية تقع منطقة الدراسة ضمن الجزء غير المستقر من السطحة العربية، وتتبع لوحدة سنجار-عبد العزيز. حيث تكون الطيات ضيقة ومنطاوله ومنتجهة نحو الغرب، ومنطقة الدراسة إمتداد لمحدب جبل جريب في العراق وتعتبر إحدى طيات جبل سنجار ولها ارتفاع طبوغرافي عن سطح البحر بحدود 550م وتتناقص باتجاه أطراف الطي لتصبح 400 م. تُظهر خارطة تساوي أعماق لتشكيلة الشيلو (الشكل 5) تركيب الهول على أنه طية محدبة تأخذ شكل القبة غير المتناظرة مقطوعة بمجموعة من الفوالق ذات اتجاه شرق - غرب بشكل عام متدرجة سلمياً في العمق نحو الشمال والجنوب، ولها رميات بين 150-250م وسعة الإغلاق فيها بحدود 350م (الشركة السورية للنفط).



الشكل (5) خارطة تساوي أعماق لتشكيلة الشيلو موضح عليها موقع الآبار المرجعية (الشركة السورية للنفط)

## 2- مبررات وأهداف الدراسة:

لم تعنى الدراسات الجيولوجية الإقليمية والمحلية السابقة بدراسة تشكيلة الشيلو بشكل مفصل من الناحية البترولوجية وبالتالي بقيت خصائص هذه التشكيلة دون تفسير دقيق، ومن هنا أنت أهمية هذا البحث الذي يهدف إلى دراسة بترولوجية معمقة لمكونات التشكيلة ووحدها السحنية من حيث النواحي البتروغرافية والدياجينيزية ودراسة معاملات الترسيب واستنتاج البيانات الرسوبية التي توضع فيها رسوبيات التشكيلة، وكذلك دراسة الظواهر التكتونية (فوالق، شقوق... الخ)، والظواهر الدياجينيزية (الستيلوليت)، بالنهاية ربط المتغيرات السحنية والترسيبية والتكتونية.

3- مواد البحث وطرائقه: من أجل التوصل إلى أهداف الدراسة استخدمت المواد والطرائق التالية:

## 1-4- مواد البحث:

شكل اللباب الصخري المأخوذ من الآبار المرجعية البالغ عددها 5 آبار (الشكل 5) الركيزة الأساسية لإنجاز هذه الدراسة حيث درس جهرياً (100 م) من اللباب الصخري موزعة على كامل التشكيلة باستثناء الوحدة (B3) تم الاعتماد على الفتات الصخري (Cutting) فيها، وتم عمل شرائح مجهرية (75 شريحة)، ودرست بواسطة المجهر الاستقطابي بالاعتماد على تصانيف العالم دونهام وفولك

للصخور الكربونائية، وتمت الاستعانة بكافة القياسات الجيوفيزيائية البئرية المتوفرة لتعزيز النتائج المستخلصة (الإشعاع الطبيعي (GR)-سرعة انتشار الأمواج الصوتية (DT)-الكثافة (RHOB)-النيوترون (NPHI)-المقاومة العميقة (DLL)-المقاومة الدقيقة الموجهة كروياً (MSFL)-الكمون الذاتي (SP)-تغير قطر البئر (CALI)-قطر البئر (BS)). كذلك تمت الاستعانة بتقارير الحفر النهائية للآبار التي أنجزتها الشركة السورية للنفط وهي غير منشورة. أخيراً تمت الاستعانة باستخدام البرامج الحاسوبية ذات الصلة (IP 3.5 - Surfer 11).

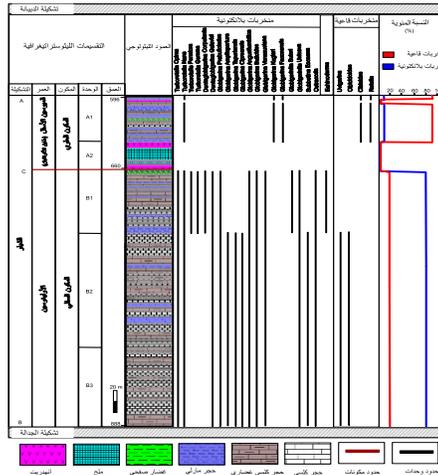
4-2 طرائق البحث: تمت الدراسة على ثلاث مراحل وهي:

- دراسة ببلوغرافية (مرجعية) شملت الإطلاع على كافة الدراسات والأعمال السابقة.
- جمع المعطيات الأولية المتعلقة بالحقل بشكل عام وبتشكيلة الشيلو بشكل خاص.
- تحليل المعطيات ومعالجتها ومناقشة النتائج وصياغتها.

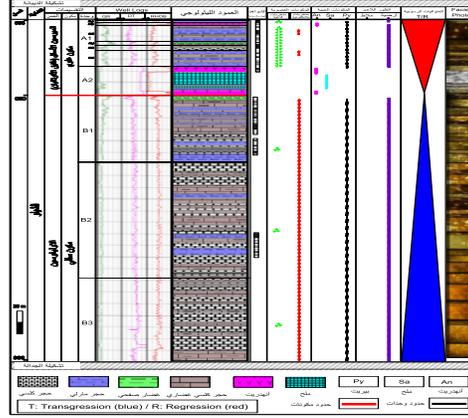
#### 4- النتائج والمناقشة:

##### 1-5- الدراسة البترولوجية:

قامت الدراسة البترولوجية لتشكيلة الشيلو على المعطيات المتوفرة من لباب وفتات صخري وقياسات جيوفيزيائية بئرية. وقد اعتبرت البئر HOLE-2 البئر المرجعية في منطقة الدراسة بسبب اختراق كامل التشكيلة تقريباً ولتوفر معطيات كافية ضمن هذه البئر ووقوعها في مركز منطقة الدراسة كما تمت الاستعانة بآبار أخرى واقعة على أطراف الحقل وهي (HOLE-3 & HOLE-4 & HOLE-5 & HOLE-6) (الشكل 5). وقد سمحت هذه المعطيات بتقسيم تشكيلة الشيلو إلى مكونين رئيسيين يفصل بينهما العلام (C) وإلى وحدات ونطاقات في كافة الآبار المدروسة (الشكل 7) وتحديد سماكة كل مكون ووحدة (الجدول 1)، إضافة لتحديد أعمار هذين المكونين باستخدام المحتوى المستحاثي (الشكل 6). تم اختيار العلام (B) كحد سفلي للتشكيلة والذي يفصلها عن تشكيلة الجدالة العائدة إلى الإيوسين والعلام (A) كحد علوي لها يفصلها عن تشكيلة الديبانة العائدة إلى الميوسين الأسفل (الشكل 6). كما أجريت عملية مضاهاة بين تلك الآبار على كامل امتداد منطقة الدراسة (الشكل 10)، ووضعت خرائط تساوي السماكة (الشكل 8) وخرائط تساوي الأعماق (الشكل 9 c-d) للمكونين، إضافة إلى خرائط ثلاثية الأبعاد للسطح العلوي للمكونين (الشكل 9 a-b). ويبين الشكل (9 e-f) مواقع صخور المكونين ضمن مخططات شلمبرجر التقاطعية.



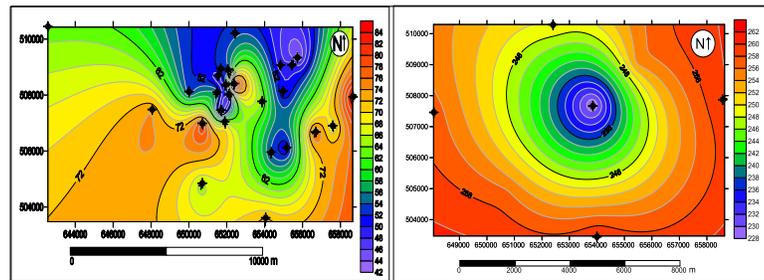
الشكل (6) العمود الليثوستراتيغرافي لتشكيلة الشيلو في البئر المرجعية HOLE-2 مزود بالمحتوى المستحاثي



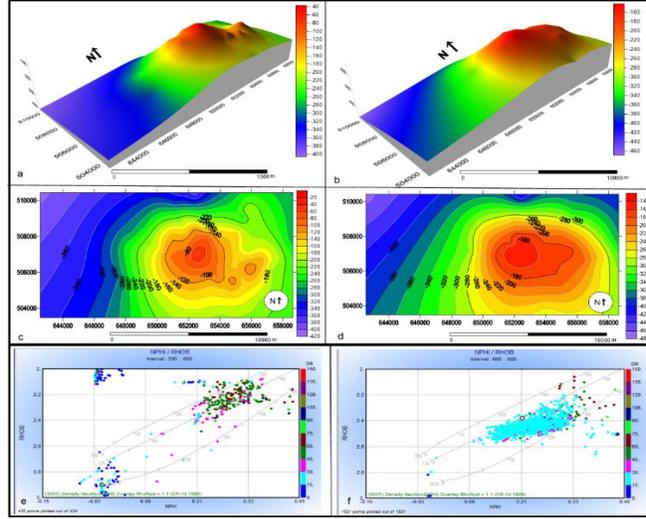
الشكل (7) السجل الجيوفيزيائي المركب للبئر المرجعية HOLE-2 مع العمود الليثولوجي وأبرز خصائص تشكيلة الشيلو

الجدول (1) أعماق وسماكات مكونات وحدات تشكيلة الشيلو في آبار منطقة الدراسة

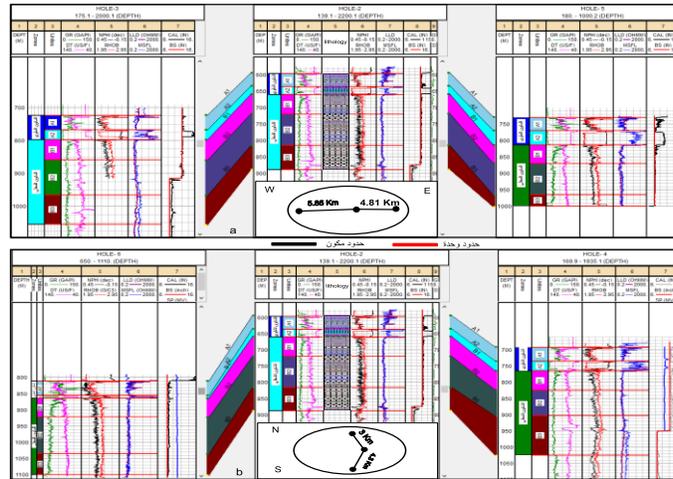
التقسيمات			الآبار					
المكون	الوحدة	السماكة	HOLE 2	HOLE 3	HOLE 4	HOLE 5	HOLE 6	
المكون العلوي	A1	→	596 (M) 40 (M) 636 (M)	724 (M) 44 (M) 768 (M)	692 (M) 43 (M) 735 (M)	730 (M) 41 (M) 771 (M)	811 (M) 44 (M) 855 (M)	
		→	636 (M) 24 (M) 660 (M)	768 (M) 30 (M) 798 (M)	735 (M) 30 (M) 765 (M)	771 (M) 34 (M) 814 (M)	855 (M) 9 (M) 864 (M)	
	المكون السفلي	B1	→	660 (M) 60 (M) 720 (M)	798 (M) 61 (M) 859 (M)	765 (M) 60 (M) 825 (M)	814 (M) 54 (M) 870 (M)	864 (M) 58 (M) 922 (M)
			→	720 (M) 95 (M) 815 (M)	859 (M) 107 (M) 966 (M)	825 (M) 78 (M) 903 (M)	870 (M) 95 (M) 965 (M)	922 (M) 113 (M) 1035 (M)
B3		→	815 (M) 73 (M) 888 (M)	966 (M) 89 (M) 1055 (M)	903 (M) 122 (M) 1025 (M)	965 (M) 29?? (M) 994? (M)	1035 (M) 65?? (M) 1100? (M)	



الشكل (8) خارطة تساوي السماكة، (a) للمكون العلوي و (b) للمكون السفلي



الشكل (9) خارطة ثلاثية الأبعاد للأبعاد للسطح العلوي للمكون العلوي (a) وللمكون السفلي (b)، خارطة تساوي الأعماق للمكون العلوي (c) وللمكون السفلي (d)، مواقع صخور المكون العلوي (e) والسفلي (f) حسب مخططات شلمبرجر التقاطعية.



الشكل (10) مضاهاة تشكيلية الشيلو في منطقة الدراسة، (a) وفق الاتجاه شرقي غرب و (b) وفق الاتجاه شمال جنوب

الجدول (2) الرموز المستخدمة في دراسة الشرائح المجهرية

الرمز	F	Fr	Mi	Ms	O
المعنى	Foraminifera	Fracture	Micrite	Microsparite	Oil
الرمز	E	St	Py	B	
المعنى	Echinoderms	Stylolite	Pyrite	Bioclaste	اتجاه الشريحة

## 5-1-1- الدراسة البترولوجية والدياجينيزية:

## ▪ المكون السفلي:

تعود رواسبه إلى عمر الاوليغوسين وتم تحديد ذلك بالاعتماد على المحتوى المستحاثي الدال (الشكل 6)، وهو موجود في كافة الآبار لكنه لم يخترق بشكل كامل في جزئه السفلي في البئر (HOLE-5, HOLE-6) (الجدول 1). متوسط سماكة رواسبه 245 م، حيث تزداد السماكة عند الانتقال من المركز (HOLE-2) نحو الأجزاء الجنوبية (HOLE-4) والشمالية (HOLE-6) والغربية (HOLE-3) وتنخفض بنسبة قليلة عند الانتقال نحو الجزء الشرقي (HOLE-5) (الشكل 8-b). يظهر هذا المكون أنه ذو تركيب سحني متجانس تقريباً على امتداد منطقة الدراسة ومؤلف في كافة مواقع الآبار من صخور كلسية وكلسية غضارية ومارلية وشيل في الجزء العلوي مع وجود ظواهر من البيرتة (أبجئة) والإنحلال وحببات من الرمل والغلوكونيت (الشركة السورية للنفط). وقد أمكن تجزئته تبعاً لاستجابة القياسات الجيوفيزيائية إلى ثلاث وحدات رئيسية (B3-B2-B1) لكل منها خصائصها السحنية ومواصفاتها البترولوجية (الشكل 7). تمت دراسة العينات الإسطوانية المتوفرة وكذلك العينات الفتاتية من صخور هذا المكون والاعتماد على تفسير القياسات الجيوفيزيائية البترية في الأجزاء التي لم يؤخذ منها عينات إسطوانية ومنه تم استنتاج سحنه الليثولوجية.

## - الوحدة السفلية (B3):

هذه الوحدة مخترقة في كافة آبار منطقة الدراسة إلا أنها لم تخترق بشكل كامل في البئر (HOLE-5, HOLE-6)، ولم يؤخذ من صخورها عينات اسطوانية، وتتراوح سماكة رسوباتها بين (73 م - 122 م)، حيث تم تسجيل أكبر سماكة لها في البئر (HOLE-4) الواقعة في الجزء الجنوبي للتركيب وفي البئر (HOLE-3) الواقعة في الجزء الغربي للتركيب وتتناقص سماكتها باتجاه المركز (HOLE-2) ونحو الجزء الشرقي للتركيب (HOLE-5) (الجدول 1). من الناحية السحنية وبالاعتماد على دراسة الفتات الصخري (Cutting) تبدو مؤلفة من صخور كلسية ذات ألوان كريمة وأحياناً بنية غنية بالمستحاثات ومشققة، متناوبة مع صخور كلسية غضارية رمادية كتيمية، هذه الصخور ناعمة التبلور ومتوسطة القساوة وحايوية على بلورات من البيريت (الشكل 7) (الشركة السورية للنفط).

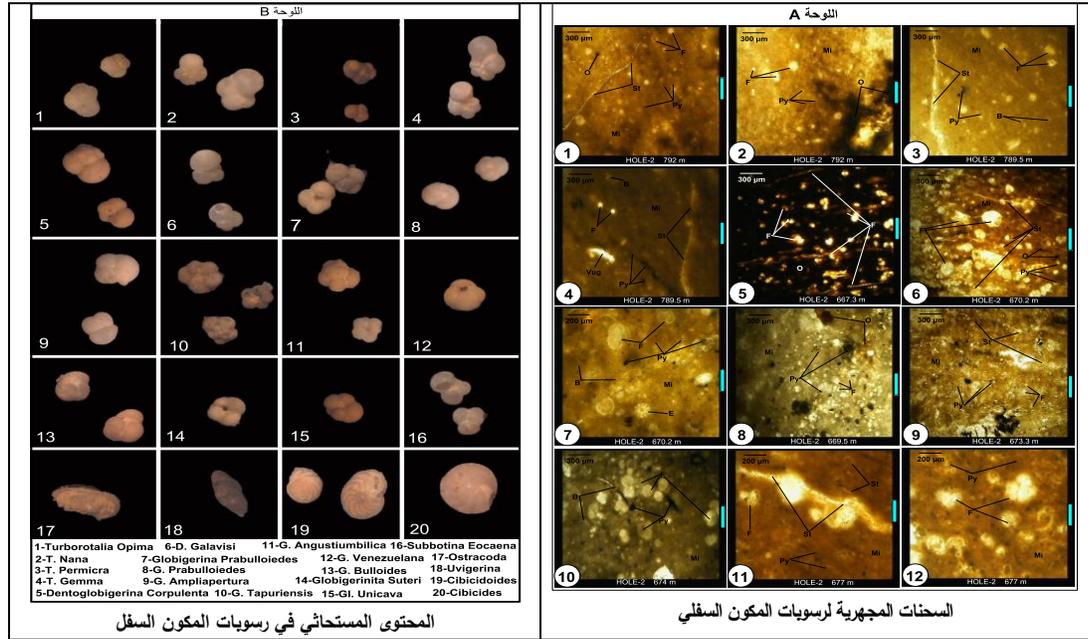
## - الوحدة الوسطى (B2):

اخترقت كامل رواسب هذه الوحدة في جميع الآبار بسماكة تتراوح بين (78-113م)، حيث سجلت أقل سماكة في الجزء الجنوبي للتركيب (HOLE-4) وأعلى سماكة في الجزء الشمالي (HOLE-6) بينما تكون متقاربة في الأجزاء الشرقية (HOLE-5) والغربية (HOLE-3) والمركز (HOLE-2) (الجدول 1). أما التركيب السحني فهو متجانس تقريباً في معظم الآبار ويتألف من صخور كلسية ذات ألوان فاتحة متناوبة مع صخور كلسية غضارية ومارلية رمادية إلى رمادية مخضرة، هذه الصخور عضوية، ناعمة التبلور وكتلية، وذات قساوة متوسطة ومشققة. تبين أن نسبة الغضار تزداد نحو الأعلى وباتجاه الأجزاء الشرقية والشمالية (الشكل 7). بينت الدراسة المجهرية أن هذه الصخور عبارة عن بيوميكرت ذات نسيج (واكستون) تقطعها بنيات ستيلوليتية (اللوحة A من 1 وحتى 4) وحايوية على منخربات بلانكتونية بنسبة عالية (Globigerina Galavisi, Globigerina Dentoglobigerina, Turborotalia Opima, T Nana, Prabulioiedes, G Ampliapertura, G Tapuriensis, G Ciproensis, G Angustumbilica, G Venezuelana, Subbotina Eocaena) ومنخربات قاعية بنسبة قليلة (Uvigerina, Cibicoides, Cibicides) (اللوحة B) مع كسارات قواقع هياكل مستحاثية (اوستراكودا - صفيحيات الغلاصم) بنسبة ضعيفة جداً، وبلورات مبعثرة من البيريت ومشققة وبعض الشقوق مملوءة بالميكروسباريت وأحياناً بمارل، ومواد بيثومية. تعرضت صخور هذه الوحدة إلى عمليات الدياجينيز (بيرتة (أبجئة) جزئية وأحياناً كلية - انحلال أجزاء بعض الهياكل المستحاثية - تشكل بنيات ستيلوليتية).

## - الوحدة العلوية (B1):

تنتشر هذه الوحدة في الآبار المدروسة كلها بسماكة تتراوح بين (54-61م)، تكون صخور هذه الوحدة متجانسة ومقاربة سحنياً في كافة مواقع الآبار، وتتألف من صخور كلسية ذات لون رمادي مسود إلى بني وكلسية غضارية رمادية إلى رمادية مخضرة كثلية وصخور مارلية بنية مسودة إلى رمادية قائمة رفاقية أحياناً ويتخللها طبقات كلسية ميليمترية وغضار صفحي (شيل) أسود متطبق وعضوي ويتخلله طبقات كلسية ميليمترية على شكل ألواح، هذه الصخور ناعمة التبلور ومتوسطة إلى عالية القساوة وحاوية على بلورات مبعثرة من البيريت ومشققة. ويلاحظ في هذه الوحدة ازدياد نسبة الغضار نحو الأعلى وبتجاه الأجزاء الشرقية والشمالية مقارنةً مع الوحدات السابقة (الشكل 7).

يتضح من الدراسة المجهرية أن هذه الصخور عبارة عن بيوميكرت ذات نسيج (واكستون - باكستون) تقطعها بنيات ستيلوليتية (اللوحة A من 5 وحتى 12) وحاوية على منخربات بلانكتونية بنسبة عالية لكن أقل من الوحدة السابقة (Turborotalia Opima, T Nana, T Permiera, T Gemma - Dentoglobigerina Corpulenta, D Galavisi - Globigerina Prabulloiedes, G Angustumilica, G Venezuelana, G Bulloides, Globigerinita Suteri, Globigerinita Unicava, Cibicides) (اللوحة B) وشوكيات جلد (اللوحة A-7) مع القليل من كسارات قواقع بعض الهياكل المستحاثية (أوستراكودا - صفيحيات الغلاصم)، وبلورات مبعثرة من البيريت ومشققة. أيضاً تعرضت صخور هذه الوحدة إلى عمليات الدياجينيز (بيرنة (أبجنة) جزئية وأحياناً كلية - انحلال أجزاء بعض الهياكل المستحاثية - تشكل بنيات ستيلوليتية).



#### المكون العلوي:

تعود رسوباته إلى عمر الميوسين الأسفل (طابق الأكوثانيان) حيث تم تحديد ذلك بالاعتماد على المحتوى المستحاثي الدال (الشكل 6)، ويمثل الجزء العلوي من تشكيلية الشيلو (الشكل 7)، وتطلق عليه الشركات (التعاقدية) العاملة في المنطقة اسم تشكيلية الفرات. تنتشر رسوبياته في كافة الآبار بثخانة تتراوح بين (53 م - 84 م). حيث تبين أن ثخانة هذا المكون تزداد بالانتقال من مركز منطقة الدراسة

(HOLE-2) نحو الجزئين الشرقي (HOLE-5) والجنوبي (HOLE-4) بينما تحافظ على نفس المستوى في الجزء الغربي (HOLE-3) وتتنخفض قليلا في الجزء الشمالي (HOLE-6) (الشكل 8-a). تم تقسيمه إلى وحدتين رئيسيتين متباينتين سحنياً:

#### - الوحدة السفلية (A2):

تنتشر رسوبياتها في كافة مواقع الآبار بثخانة تتراوح بين (9 م - 43 م)، حيث سجلت أعلى ثخانة لها عند الانتقال من مركز منطقة الدراسة (HOLE-2) نحو الجزء الشرقي (HOLE-5) بينما تحافظ على نفس المستوى في الجزئين الجنوبي (HOLE-4) والغربي (HOLE-3) وتتنخفض بشكل ملحوظ عند الانتقال نحو الجزء الشمالي (HOLE-6). تم اقتطاع عينات إسطوانية من صخورها في البئر (HOLE-2) من الناحية السحنية بينت الدراسة الجهرية لها أنها مؤلفة من ثلاث نطاقات علوي وسفلي مؤلفان من أنهدريت حليبي إلى رمادي اللون مبلور وقساوته عالية مشوب أحيانا بالحصص واوسط ملحي أبيض اللون مبلور وذو بنية زجاجية (اللوحة C، 3) يحوي تداخلات من الحجر المارلي وفي الجزء الشمالي أستبدل الحجر الملحي بغضار صفحي بني قاتم إلى أسود متوسط القساوة ومتطابق ويحوي رقائق كلسية. أما الدراسة المجهرية للشرائح الرقيقة من النطاق الأنهدريتي فقد أظهرت أنه عبارة عن أنهدريت ذو نسيج بلوري مشقق والشقوق مملوءة بمواد بيئوميئية وأحيانا بميكروسباريت والمسامية شقية بنسبة جيدة 10% (شبكة من التشققات غير الموجهة) (اللوحة C، 1).

#### - الوحدة العلوية (A1):

تتراوح سماكة هذه الوحدة بين (40 م - 44 م)، تم أخذ عينات إسطوانية من صخورها في كافة مواقع الآبار. وباعتبارها الخزان الرئيس في تشكل الشيلو فقد تم تقسيمها في هذه الدراسة إلى 6 نطاقات في البئر المرجعية الواقعة في مركز منطقة الدراسة (HOLE-2) (الشكل 7) وعممت على كافة المواقع نظرا للتجانس الكبير في السماكة والسحن.

#### النطاق السادس (A1,6):

سماكته (9 - 16 م)، عبارة عن تناوبات من حجر كلسي غضاري عضوي بني وحجر مارلي رمادي مخضر ناعم التبلور ومتوسط القساوة وكتلي ويحوي فراغات فجوية. يظهر من خلال الدراسة المجهرية الحجر الكلسي الغضاري (اللوحة C، 5-6) والحجر المارلي (اللوحة C، 7-8-9-10) عبارة عن بيوميكرت ذات نسيج (واكستون - باكستون) تقطعها بنيات ستيلوليتية من نمط ذيل الحصان وأخرى تموجية، مشققة وبعض الشقوق مملوءة بالكلس المبلور (ميكروسباريت - سباريت)، حاوية على منخربات قاعية بنسبة عالية (Rotalia - Cibicides) ومنخربات بلانكتونية بنسبة قليلة (Globigerina Kugleri, Globigerina Faconensis) (اللوحة D)، مع كسارات لبقايا هياكل مستحاثية (Bioclasts)، وبلورات مبعثرة من البيريت، ووجود تشربات مواد بيئوميئية ضمن الشقوق، إضافة لوجود عمليات دياجيني (بيرتة (أبجنة) جزئية وأحيانا كلية لبعض الهياكل المستحاثية - عمليات انحلال - تشكل بنيات ستيلوليتية).

#### النطاق الخامس (A1,5):

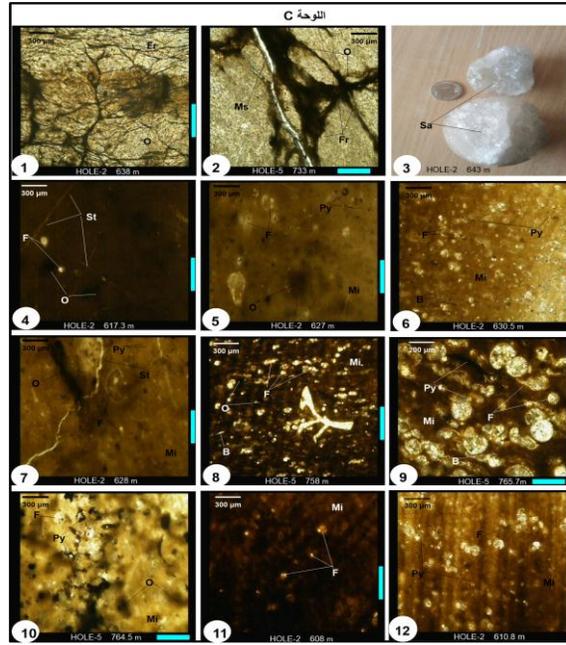
سماكته (2 م)، تركيبه حجر كلسي كريمي إلى أبيض مبلور وكتلي.

#### النطاق الرابع (A1,4):

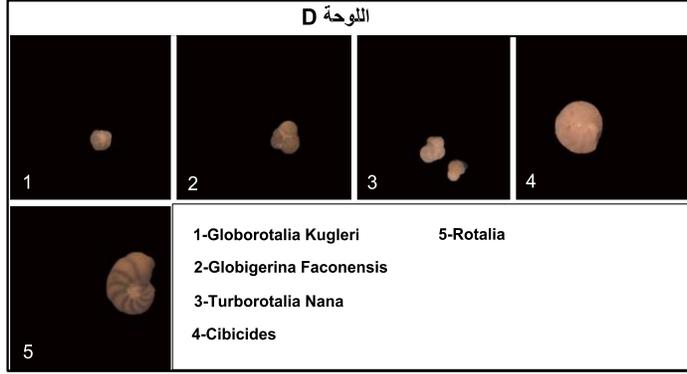
سماكته (3 - 9 م)، عبارة عن شيل بني قاتم إلى رمادي قاتم متوسط القساوة إلى قاسي مع تداخلات صغيرة ميليمترية من الحجر الكلسي الغضاري المتطابق على شكل ألواح ناعمة التبلور وقليلة القساوة. تبين الدراسة المجهرية أنه يمثل سحنة غضار صفحي (مدستون) تقطعة بنيات ستيلوليتية مع منخربات بنسبة قليلة ويلاحظ وجود بعض الشقوق الدقيقة. (اللوحة C، 4).

#### النطاق الثالث (A1,3):

سماكته (13 - 18 م)، عبارة عن تناوبات من حجر كلسي غضاري بني وأحياناً رمادي ناعم التبلور ومتوسط القساوة وكتلي ويظهر بالدراسة المجهرية أنه يمثل بيوميكرت ذو نسيج (باكستون) مع وجود تشربات مواد بيتومينية و بعض عمليات الدياجينيز (بيرتة (أبجنة) جزئية وإنحلال أجزاء بعض الهياكل العضوية)، إضافة لوجود بلورات مبعثرة من البيريت بنسبة قليلة (اللوحة C، 11)، وحجر مارلي رمادي إلى رمادي مخضر وأحياناً رمادي قاتم إلى أسود متوسط القساوة ومتطبق ورقائقي على شكل ألواح، ويظهر بالدراسة المجهرية أنه عبارة عن بيوميكرت ذو نسيج (واكستون) مشرب بمواد بيتومينية (اللوحة C، 12). هذه السحن حاوية على منخربات قاعية بنسبة عالية (Rotalia -Cibicides) ومنخربات بلانكتونية بنسبة قليلة (Globigerina Kugleri, Globigerina Faconensis) (اللوحة D).  
 النطاق الثاني (A1.2): سماكته (2 م)، عبارة عن أنهدريت أبيض يميل إلى الرمادي مبلور وقاسي، وملطخ ببقع نפטية ومشقق، (اللوحة C، 2).  
 النطاق الأول (A1.1): سماكته (2.5 - 3.5 م)، وتركيبه حجر كلسي غضاري ذو لون بني داكن، ناعم التبلور، متوسط القساوة وكتلي وجزئياً مارلي.



السحنات المجهرية لرسوبات المكون العلوي



المحتوى المستحاثي في رسوبات المكون العلوي

الجدول (2) وصف بتروغرافي للشرائح المجهرية المدروسة

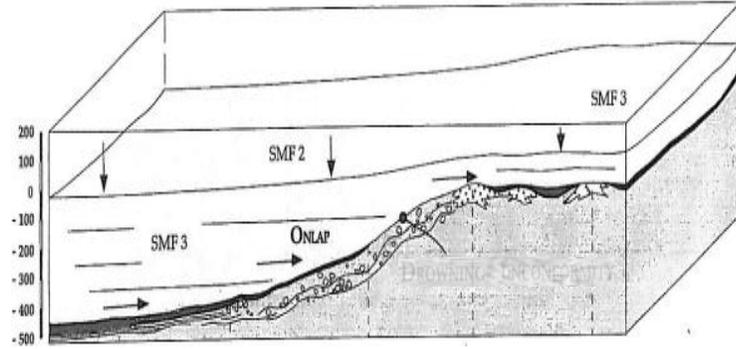
وصف الشرائح المجهرية			
الوصف	رقم الشريحة	موقع العينة	
حجر كلسي عضوي حاوي على منخربات بلانكتونية وقاعية وتقطعه بنيات ستيلوليتية مع وجود بلورات مبعثرة من البيريت ويقع نطية	1-2	الوحدة B2	
حجر كلسي غضاري عضوي ذو منخربات بلانكتونية وقاعية وتقطعه بنيات ستيلوليتية تموجية عمودية على التطبيق، مشقق وبعض الشقوق مملوءة بلكس ميلور وأحياناً بنفط	3-4		
حجر مارلي عضوي تقطعه بنيات ستيلوليتية تموجية بشكل كثيف ومشرب بالنفط	5	المكون السفلي	
حجر مارلي عضوي تقطعه بنيات ستيلوليتية تموجية تأخذ الهيئة الرسوبية Multi Grains	6		
حجر مارلي عضوي ذو منخربات بلانكتونية وقاعية وشوكيات جلد وبلورات مبعثرة من البيريت	7	الوحدة B1	
حجر كلسي غضاري عضوي يحوي بقع نطية وبعض الأجناس المستحاثة مبيّنة كلياً	8		
حجر كلسي غضاري تعرض لحوادث دياجينيز (بيّرة - انحلال أجزاء بعض الهياكل)	9		
حجر كلسي غضاري يحوي كسارات وهياكل مستحاثة مبيّنة	10		
حجر كلسي عضوي ذو منخربات بلانكتونية تقطعه بنيات ستيلوليتية تموجية مائلة	11-12		
أنهدريت ذو نسيج بلوري مشقق والشقوق مملوءة بلكس ميلور ومواد نطية	1-2		
ملح ميلور ذو بنية زجاجية	3	الوحدة A2	
غضار صفحي عضوي ذو منخربات قاعية وتقطعه بنيات ستيلوليتية	4		
حجر كلسي غضاري عضوي يحوي منخربات قاعية وبلانكتونية وبلورات من البيريت	5-6		
حجر مارلي عضوي تقطعه بنيات ستيلوليتية تموجية عمودية على التطبيق	7		
حجر مارلي عضوي مشرب بالنفط	8	الوحدة A1	
حجر مارلي عضوي حاوي على منخربات قاعية وبعض الهياكل مبيّنة	9		
حجر مارلي عضوي تعرض لحوادث دياجينيز (بيّرة) ومشرب بالنفط	10		
حجر كلسي عضوي مشرب بالنفط	11		
حجر مارلي عضوي تعرض لحوادث دياجينيز (بيّرة - انحلال أجزاء بعض الهياكل)	12		

2-5- البيئات الرسوبية:

قادت الدراسة البترولوجية لمكوني تشكيلة الشيلو في منطقة الدراسة إلى تحديد نمطين من المتواليات الرسوبية عائدة إلى بيئتين رسوبيتين متميزتين وهي كما يأتي:

المكون السفلي:

تشير رسوبات وحدات هذا المكون إلى ترسيباً كيميائياً وبيوكيميائياً هادئاً ومستمر في مياه ذات طاقة ضعيفة تعود إلى بيئة بحرية عميقة ومفتوحة، بعيداً عن تأثير الأمواج والتيارات البحرية، يسود فيها الإمداد العضوي بالمنخربات البلاكتونية والقاعية (اللوحة B) في وسط مرجح حاوٍ على نثرات من البيريت الموجود على شكل بلورات وتجمعات أو ضمن الهياكل المستحاثية بنتيجة عملية البيرتة (الأبجئة) الجزئية والكلية وحببات من الغلوكوني. بالإضافة إلى ما سبق فإنه توجد قرائن أخرى تم ملاحظتها تؤكد هذه البيئة، وهي الأرضية الميكروبيئية الوحلية لرسوبيات هذه السحنات (واكستون - باكستون) وكذلك وجود طبقات كلسية بمقاييس صغيرة على شكل ألواح ضمن الطبقات. فرسوبات هذا المكون تعود غالباً إلى بحر عميق (Deep Sea) والتي تندرج حسب (Flugel, 2010) ضمن السحنة النموذجية (SMF3) (Standard Microfacies Types) التي تترسب ضمن النطاق (FZ1) (Facies Zone) (الشكلان 11-12). ويفسر وجود حبات الغلوكوني عملية الفيضان الأعظمي والتجاوز البحري الذي تعرضت له المنطقة آنذاك.



الشكل (11) مناطق توزع سحنات (SMF3) ضمن الحوض الرسوبي (Blomeier and Reijmer, 1999)

المكون العلوي:

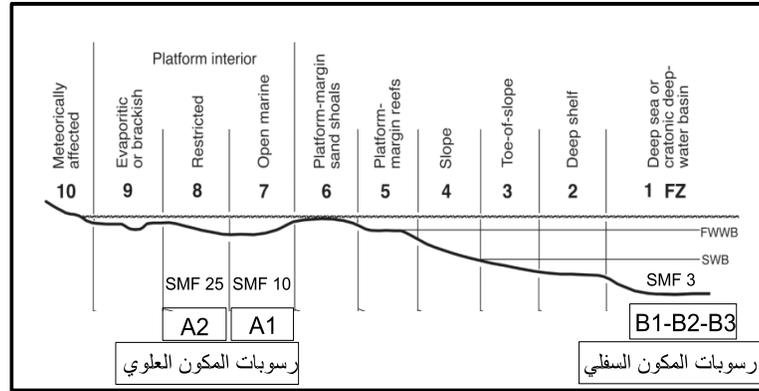
تبدأ عملية انحسار بحري مع بداية توضع رسوبات هذه المكون التي تعكس ترسيباً في بيئات رسوبية قليلة العمق تعود غالباً إلى أوساط لاغونية تندرج رسوباتها ضمن متواليات رسوبية إنحسارية بشكل عام حصل خلالها فترات تجاوزية صغيرة.

- الوحدة السفلية (A2):

رسوبات هذه الوحدة التبخيرية (أنهدريت وملح) تشير إلى أن الترسيب تم في بيئة يشترك فيها العامل المناخي الجاف والحر، والتركيب الكيميائي للمحاليل المائية المركزة الغنية بالكربونات والكلوريدات، في بيئة أشبه ما تكون باللاغونات، أو في بيئة بحر ضحل (Supratidal) شبه معزول عن المحيطات، في مناخ تنشط فيه عمليات البحر بشكل عام أو قد تتسبب للسيخات (Tucker, 1990). حيث تندرج رسوبات هذه الوحدة ضمن السحنة النموذجية (SMF25) (Standard Micro Facies) من نموذج (Wilson, 1975) والتي تترسب ضمن النطاق النموذجي (FZ 8) (Facies Zone) الموافق لبيئة المتبخرات أو لبيئة مالحة (Evaporitic or Brackish) (Flugel, 2010) (الشكل 12).

- الوحدة العلوية (A1):

تشير رواسب هذه الوحدة إلى أن الترسيب حدث في بيئة بحرية قليلة العمق مرجعة وضعيفة الأكسدة وقد تعود إلى الأجزاء العليا من الرف الكربوناتي الخارجي (Flugel, 2010) (الشكل 11). غالباً ما تتوضع هذه الرواسب في أوساط لاغونية عميقة خلف أو ضمن السطائح القارية (الشكل 12). إن وجود البيريت وينسب غير قليلة لا ينفي هذا الافتراض إلا أن وجود الأجناس المستحاثية البلاكتونية (الطافية) بنسبة قليلة والمنخربات القاعية بنسبة عالية وتناوب سحنات هذه الوحدة مع السحنات التبخرية يرجح افتراض حدوث ترسيب في بيئة لاغون عميق متأثر بشكل كبير بعمليات المد والجزر حيث تندرج رسوبات هذه الوحدة ضمن السحنة النموذجية (SMF10) (Standard Micro Facies) من نموذج (Wilson, 1975) والتي تعود للنطاق النموذجي (FZ7) (Facies Zone) الموافق لبيئة بحرية قليلة العمق (Open Marine) ضمن الرصيف الداخلي (Platform Interior) (Flugel, 2010) (الشكل 12).



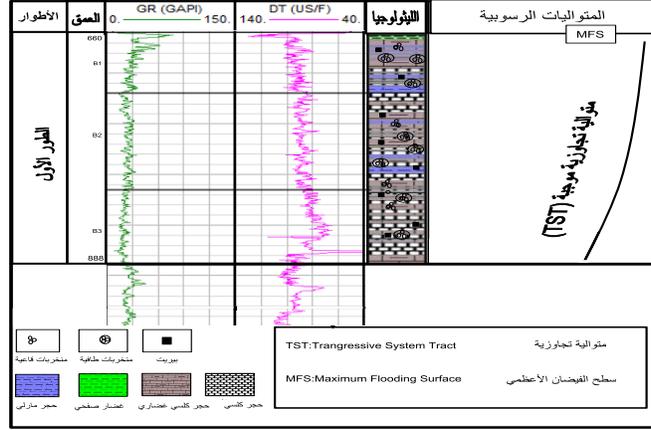
الشكل (12) مناطق توزع سحنات (SMF 25 – SMF 10 – SMF 3) ضمن نموذج السطائح الكربوناتية (Flugel, 2010)

5-3- التطور الترسيبي:

يُستنتج مما سبق أن تشكل الشيلو مؤلفة في منطقة الدراسة من صخور كلسية وكلنسية غضارية ومارلية وغضار صفحي (شيل) وأنهدريت وملح موزعة هذه الصخور في مكونين رئيسيين. تعود توضعاتها إلى بيئات ترسيب مائية متفاوتة الأعماق ومختلفة الشروط، وقد ترسبت هذه الصخور على مرحلتين متتاليتين وفق طورين متميزين:

الطور الأول:

يتمثل هذا الطور برسوبات المكون السفلي من التشكيلة، حيث بدأ بالتوضع ضمن إطار تجاوز بحري أدى إلى ترسيب في مياه هادئة مرجعة ضمن وسط بحري عميق (Deep Sea) (Flugel, 2010)، حيث ساعد هذا الوسط على توضع سماكات جيدة من الحجر الكلسي.

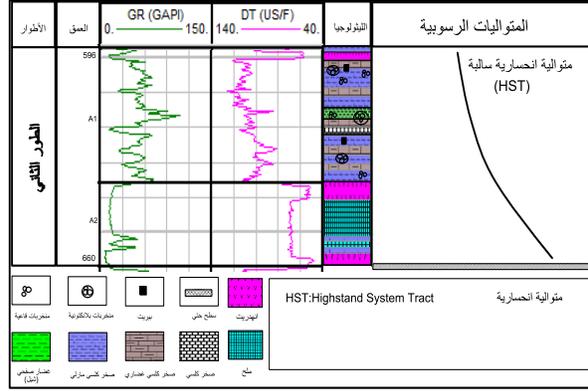


الشكل (13) المتوالية التجاوزية (TST) الممثلة لرسوبات المكون السفلي

الطور الثاني:

يتمثل برواسب وحدات المكون العلوي من التشكيلة والتي تتوضع فوق رواسب وحدات المكون السفلي بسطح حتي (انقطاع في الترسيب)، حسب (Sharland *et al.*, 2001).

في هذا الطور بدأت عملية انحسار بحري أدت إلى تغير في شروط الترسيب بازدياد طاقة الوسط وتناقص عمق البيئة الرسوبية، ويلاحظ التأثير الكبير لتيارات المد والجزر وفعل الأمواج الذي أدى إلى تشكيل تناوبات متتالية من الرسوبات التي تعكس متواليات ترسيبية انحسارية عموماً تتناقص حدتها نحو قمة التشكيلة (الشكل 14). نعتقد أن يكون ترسيب الصخور التبخيرية (الأنهدريتيية والمالحة) العائدة للوحدة السفلية (A2) وللجزء العلوي من الوحدة العلوية (A1) قد تم في بيئة بحر ضحل (Supratidal) أشبه ما تكون باللاغونات، حيث تدرج رسوبات هذه الوحدة ضمن السحنة النموذجية (SMF 25) والمتوضعة ضمن النطاق النموذجي (FZ 8) الموافقة لبيئة المتبخرات أو لبيئة مياه مالحة (Evaporitic or Brackish) (Flügel, 2010). يزداد بعدها العمق بشكل طفيف مشكل رسوبات الوحدة العلوية (A1) المؤلفة من صخور كلسية وكلسية غضارية ومارلية وغضار صفحي، دون أن يخرج الوسط الترسيبي عن الإطار العام لبيئة الترسيب السابقة حيث تكافئ رسوبات هذه الوحدة السحنة النموذجية (SMF 10) المترسبة ضمن النطاق النموذجي (FZ 7) الموافق لبيئة بحرية قليلة العمق ضمن الرصيف الداخلي (Flügel, 2010) (Platform Interior).



الشكل (14) المتواليات الانحسارية (HST) الممثلة لرسوبات المكون العلوي

## 5- الإستنتاجات:

- تنتشر تشكيلة الشيلو شرق وشمال شرق سورية وهي إحدى التشكيلات المنتجة للغاز في حقول عديدة منها: الهول - غونة - كبيبة - جببسة - الصالحية - مرقدة وغيرها.
- أعطت الدراسة البترولوجية لتشكيلة الشيلو نتائج شاملة ودقيقة لرسوبياتها من الناحية السحنية نظراً لتكامل كافة المعطيات اللازمة لهذه الدراسة (عينات إسطوانية (Cores) - فئات صخري (Cuttings) - قياسات بئرية (Well Logs) - وتحاليل مخبرية (Laboratory Analysis)).
- تمتد تشكيلة الشيلو بين حدين ليثوستراتيغرافيين أمكن تحديدهما بالاعتماد على المحتوى المستحاثي.
- قسمت تشكيلة الشيلو بالاعتماد على المحتوى المستحاثي وبمساعدة القياسات البئرية إلى مكونين رئيسيين: مكون سفلي يعود إلى الباليوجين الأعلى (الأوليغوسين) ويتوضع مباشرة فوق تشكيلة الجدالا ومكون علوي يعود إلى أسفل النيوجين (مبوسين أسفل) ويتوضع فوق المكون السفلي مباشرة بنطاق أنهدريتي يعتبر حداً فاصلاً بين هذين المكونين.
- قُسم المكون السفلي إلى ثلاث وحدات (B1-B2-B3) والمكون العلوي إلى وحدتين (A1-A2) بالإعتماد على السحن المميزة لها واستجابتها للقياسات البئرية. وقسمت الوحدة العلوية من المكون العلوي إلى ستة نطاقات.
- تتألف تشكيلة الشيلو من تناوبات من الحجر الكلسي والحجر الكلسي الغضاري والحجر المارلي والغضار الصفحي (الشيل) والأنهدريت والملح.
- يلاحظ أن هناك تجانس واضح في التركيب السحني لمكونات التشكيلة على إمتداد منطقة الدراسة، كما يلاحظ أن السماكة تزداد من المركز باتجاه الأطراف.
- تنتشر في رواسب المكون السفلي منخربات بلانكتونية بنسبة عالية وقاعية بنسبة قليلة وشوكيات جلد، في حين تقل نسبة المنخربات البلانكتونية على حساب زيادة نسبة المنخربات القاعية في المكون العلوي.
- يلاحظ وجود بعض عمليات الدياجينيز على كامل التشكيلة تقريباً (عمليات بيرتة (أجنة) جزئية وكلية - عمليات التراص الكيميائي (عمليات الإتحلال - عمليات الضغط الإتحلالي التي أدت إلى تشكل البنيات الستيلولينية)).
- تتوزع رسوبيات التشكيلة في متواليات ترسيبية (تجاوزية للمكون السفلي وإنحسارية للمكون العلوي).



**6- المراجع:**

1. شركة بلغارجيومين (1982). استكمال استكشاف وتطوير أربعة حقول غازية (الهول - غونة - مرقدة) في تشكيلية الشيلو، وحقل الجببسة في تشكيلية الكوراشينا دولوميت. الشركة السورية للنفط، العقد 262/82. دمشق - سورية.
2. الشركة السورية للنفط (1976). التقرير الجيولوجي النهائي للبئر AI-HOLE-2. دراسة غير منشورة، مديرية الاستكشاف، دمشق، سورية.
3. الشركة السورية للنفط (1988). دراسة إقليمية للتوزع والأساس الليثوستراتيغرافي للتشكيلات في القطر العربي السوري، دراسة غير منشورة، مديرية الاستكشاف، دمشق - سورية.
4. Al-Banna, N.Y., M.M. Al-Mutwali and N.R. Ismail (2009). Oligocene stratigraphy in the Sinjar Basin. North Western Iraq. Gulfpetrolink, Bahrain, Geo Arabia, V.15.N04, P.17-44.
5. Blomeier, D.P.G., J.J.G. Reijmer (1999). Drowning of a Lower Jurassic carbonate platform: Jbel Bou Dahar, High Atlas, Morocco. -Facies, 41,81-110.
6. Flügel, E. (2010). Microfacies of carbonate rocks, 2<sup>nd</sup> ed., DoI 10.1007/978-3-642-03796-2-2, © Springer-Verlag. Bahrain Heidelberg.
7. Hüsing, S.K., W.J. Zachariasse, D.V. Hinsbergen, W. Krijgsman, M. Inceöz, M. Harzhauser, O. Mandic and A. Kroh (2009). Oligocene-Miocene basin evolution in SE Antolia, Turkey: constraints on the closure of the eastern tethys gateway. Geological society, London, Special Publications 2009, V.311; P.107-132.
8. Ponikarov, V.P. (1964). The geology of syria-Explanatory Notes on the geological map of syria, scale: 1:200,000, Ministry of industry, Damascus, syrian Arabe Republic.
9. Sharland, P.R., R. Archer, D.M. Casey, R.B. Davies, S.H. Hall, A.P. Heward, A.D. Harbury and M.D. Simmons (2001). Arabian plate sequence stratigraphy. GeoArabia special publication 2. Gulf petrolink, Bahrain, 371P.
10. Tucker, M. E. and Wright, V. P. (1990). Carbonate sedimentary, Blackwell Scientific Publications, Editorial Offices: Osney Mead, Oxford, V.K.428.
11. Van Bellen, R.C., H.V. Dunnington, R. Wetzeland D.M. Morton (1959). Lexique stratigraphy international, Asie (Iraq), Fusc.10a, Centre Ntional de Recherche scientifique, Paris, 33PP. Reprinted in 2005 by Gulf petrolink, Bahrain.
12. Wilson, J.L. (1975). Carbonate Facies in Geologic History. Berlin (Springer), pp 471.