دراسة ليثو – سحنية لتوضعات السجيل الزيتي في منطقة خناصر

طالب الماجستير: محمود مالك يوسف–كلية العلوم – قسم الجيولوجيا – جامعة دمشق

الدكتور المشرف:أ.د محمد القاضي

المشرف المشارك : د مظهر إبراهيم

ملخص :

يعتبر السجيل الزيتي من أهم بدائل الطاقة على المستوى العالمي ،وهذا الخام ذات أهمية اقتصادية هامة في سوريا وتستدعي كمية السجيل الزيتي المكتشفة في خناصر الكثير من الاهتمام للبحث والدراسة من جهة وللاستثمار من جهة أخرى.وفي هذا البحث قادت الدراسة البترولوجية القائمة على دراسة عينات مأخوذة من شبكة الآبار المحفورة في منطقة خناصر دراسة جهرية ومجهرية كاملة مع الاستعانة ببعض القياسات الجيوفيزيائية إلى تحديد الخواص السحنية لحوامل السجيل الزيتي وتحديد ماهيتها وبناء وصف ترسيبي نموذجي لهذه الطبقات الحاملة للسجيل الزيتي وتبين أنها سحنة كلسية غضارية (مكريتية وميكروسبارتية)ناعمة البنية متشربة بالمواد العضوية متوضعة فوق سحنة كلسية وكلسية دولوميتية ومغطاة بغطاء كلسي ومارلي.وتم وضع تصور مقترح لبيئة ترسيب هذه التوضعات، تتدرج معظم رسوبات الوحدتين B,C (المكون السفلي والجزء السفلي من المكون الأعلى) ضمن بيئة من بيئات البحرالمفتوح (Open sea) في الجزء العميق (DeepShelf)بينما تتدرج رسوبات الوحدة A الكلسية والمارلية الكلسية ضمن بيئة الترسيب من نوع(Toe of Slope).

الكلمات المفتاحية : السجيل الزيتي _ منطقة خناصر _ مارل.

Litho- facies and Geochimical study of oil shale deposits in Khanasser area

Abstract

Oil shale is considered one of the most important energy alternatives at the global level ,and this ore of importance economic in Syria,and the amount of oil shale discovered in Khanasser calls for a lot of attention to research on the one hand,and for investment on the other hand.in this research the petrological based on the study of samples taken from network of drilled wells in Khanasser area led acomplete microscopic study with the use of some geophysical measurements to determin the abrasive properties of the oil shale carriers and determin what they are and build a typical deposition description of these layers bearing the oil shale and it turned out to be a calcific clastic molars,(makrit,microsparit),soft brown,impregnated with organic matter ,placed on limestone and dolomitic mound ,covered with alime and marly cover.A proposed depicition environment for these deposites was developed.Most of the sediments of unit B and C (the lower component and the lower part of the upper component)are contained in an open sea environment in the deeper (deep shelf) while the sediments of unit A are calcareous and calcareous marlipar sediments within the(top of slop) sedimentation environment.

Key words: Oil shale ,Khanasser area, Marl

1- المقدمة:

كثر الحديث في العقود الأخيرة عن بدائل هامة للطاقة،وقد كان السجيل الزيتي من أهم هذه البدائل على المستوى العالمي وخاصة كونه مشابه للنفط نوعآ ما من حيث الأصل والتركيب،وكونه قد حقق خطوة نوعية في مجال توليد الطاقة الكهربائية[1].

ويتضح أن بيئة الترسيب هي العامل المهيمن في تحديد أنواع المواد العضوية الموجودة في السجيل ويوجد فقط نوعان من المواد العضوية في صخور السجيل وهي المواد العضوية المشتقة من القارة والمواد العضوية المشتقة من الطحالب وعندما يتم دفن هذه المواد العضوية تحت طبقات من الرواسب ويتعرض لضغط وحرارة مرتفعة تتحول المادة العضوية إلى مادة تسمى دوبالين ومع مرور الوقت تتحول إلى كيروجين وفي وجود درجات حرارة عالية على الكيروجين فإنه يؤدي إلى انطلاق بطيء للنفط الخام والغاز الطبيعي وخلال توليد البترول يتشكل البيتومين وأيضا الغرافيت .ورواسب البيتومين هي من بقايا الطحالب المجهرية القديمة وغيرها من الكائنات الحية ،ويحتوي السجيل على كميات من الكيروجين والبيتومين ومادة الكيروجين هي التي تحدد نوع السجيل الزيتي[7]، ويقسم السجيل استنادآ لبيئة ترسيبه إلى ثلاث مجموعات وهي السجيل الزيتي القاري والبحري والبحيري[9].

ويشكل السجيل الزيتي معادلة اقتصادية هامة في سورية، وإن الكميات الكبيرة من السجيل الزيتي التي اكتشفت مؤخرآ في خناصر تشكل فرقآ هامآ في هذه المعادلة**[2]**.وقامت المؤسسة بحفر شبكة آبار في المنطقة واستخراج الأكوار بهدف تقييم السجيل للاستثمار في المستقبل ولكن هذه الدراسة الليثوسحنية كانت الأولى من نوعها كونها تهدف لتحديد سحنة السجيل الزيتي وبيئة ترسيب هذه التوضعات الكلسية الغضارية المتراوحة التشرب بالمادة العضوية مابين ممتازة إلى متوسطة التشرب.فالسجيل الزيتي يتألف من مركبات عضوية (الكيروجين والبيتومين)والتي تمت الإشارة إليها في اللوحات برمز 0il،ومركبات فلزية عديدة(كلسية-غضارية-جص-أنهدريت-بيريت-سيليس-وغيرها).

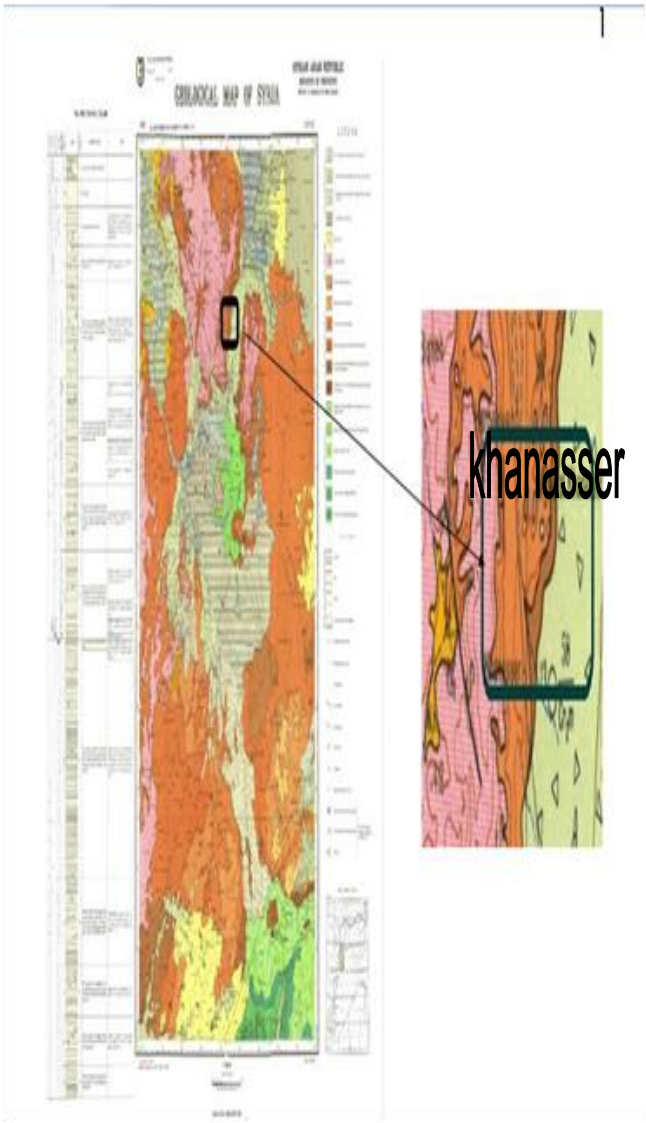
2- منطقة الدراسة:

تقع منطقة خناصر 103كم جنوب شرق حلب وتبلغ مساحة المنطقة التي يتوزع فيها السجيل الزيتي ما يقارب ال 150 كم2[2]. وتقع منطقة الدراسة في رقعة سلمية الجيولوجية xx-37-1مقياس 1/200000والتي نفذت من قبل بونيكاروف[14]،والواقعة بدورها جنوب سبحة الجبول.وقد حدد موقعها (الشكل،1).

وأحداثيات الموقع هي:

من E :37 24 47 N : 35 36 18

إلى E:37 36 34 N 35 36 45



الشكل(1)خريطة جيولوجية لرقعة السلمية 1/200000 مبين عليها منطقة الدراسة (Bonikarov,1964)

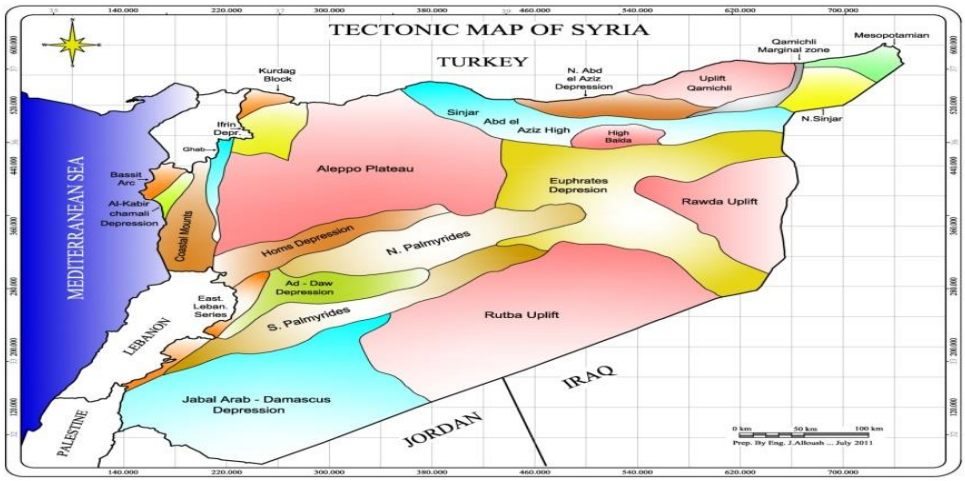
3- الوضع الجيولوجي العام في منطقة الدراسة :

3-1 الوضع الجيومورفولوجي والمناخي في منطقة الدراسة:

لمنطقة هادئة تكتونياً ودرجة الميل قليلة ولاتتجاوز ال 5 درجات باتجاه الشمال الشرقي وفرق الارتفاع فيها طفيفة لاتتجاوز 50 م.وتمتاز المنطقة بمناخها الصحراوي الحار صيفاً والمترافق والنهار .ويبلغ المعدل الوسطي للساقط المطري السنوي 85ملم. توجد في المنطقة عدة آبار يدوية جافة حالياً وتتراوح أعماقها مابين 35-50m [2].

3-2 الوضع التكتوني في منطقة الدراسة:

تتبع المنطقة المراد دراستها لهضبة حلب ، التي تعد من الوحدات التكتونية الهامة التابعة للجزء الغير مستقر من السطيحة العربية وهي تقع في الجزء الشمالي الغربي من سوريا،الشكل(2)وتنفصل الهضبة عن المناطق المجاورة ب مجموعة من الفوالق العميقة والأحواض الهامشية[8]وفي نهوض حلب لوحظت الطيات التالي: محدب حناصر 2 – مقعر الهيجانة 3 – محدب السخنة 4 – محدب حماة 5 – مقعر قويق وتتصل الهضبة مع السلسلة التدمرية من الجنوب بمجموعة من أشكال اللي والفوالق العميقة ويحدها من الشمال الشرقي والشرق مرتفعات جرابلس ومنخفض الرقة ،ويفصلها عن الكرد-داغ في الشمال الغربي فالق كبير يدعى فالق اللاذقية-كلس وكما تساير الحدود الغربية لهذا النهوض الفالق اللبناني-السوري[10].وبشكل عام وحسب جميع المعلومات المتوفرة عن هضبة حلب فيبدو أن الهضبة كانت ذات فعالية تكتونية عالية وهناك شقوق وصدوع قد أثرت على تراكيب الهضبة لفترة طويلة[10]وإن منطقة خناصر المراد دراستها تقع قريبة من مركز الهضبة وحسب الخريطة الجيولوجية رقعة السلمية فإن أقرب الفوالق لخناصر هو فالق مكسر الذي يقسم الهضبة لقسمين غير متناظرين[13] والمنطقة هادئة تكتونياً ودرجة الميل قليلة ولاتتجاوز ال 5 درجات باتجاه الشمال الشرقي.



الشكل(2) يبين موقع هضبة حلب ضمن الوحدات التكتونية في سوريا(عن الشركة السورية للنفط)

3-3الستراتغرافيا في منطقة الدراسة :

بالنسبة للتكشفات الصخرية على السطح فإنها تتمثل بشكل رئيس بصخور كلسية وكلسية حوارية تعود لعمر الباليوجين،.وتتكشف في المنطقة صخور نيوجينية التي تغطي صخور الباليوجين في بعض المناطق،في حين تملأ اللحقيات الرباعية المنخفضات . أقدم الصخور المتكشفة في الهضبة الممسوحة من قبل بونيكاروف[14]تعود إلى الكريتاسي الأعلى.وحسب الخريطة الجيولوجية لرقعة السلمية والمذكرة الإيضاحية فإن أهم التكشفات الصخرية في منطقة خناصر هي صخور كلسية غضارية وكلسية وصخور مارلية تعود لعمر الباليوجين(الأيوسين الأوسط)[13].وبالنسبة للتشكيلات التحت السطحية في منطقة خناصر فإن الدراسة ستكون في التشكيلات العائدة للكريتاسي الأعلى سانتونيان – كامبانيان في تشكيلة السخنة والتوضعات السائدة هي كلسية غضارية مشربة غير متكشفة على السطح[2].

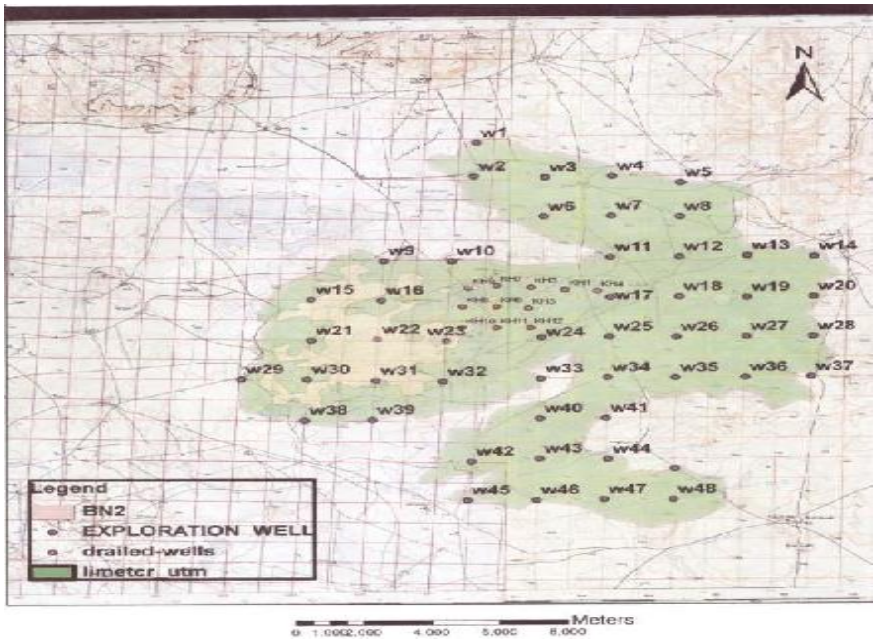
4- مبررات وأهداف الدراسة:

تأتي أهمية الدراسة من كونها تهدف لتحديد السحنة لصخور السجيل الزيتي في هذه المنطقة ودراسة الخواص الترسيبية لحوامل السجيل الزيتي وتحديد ماهيتها وأوساط ترسيبها وبناء وصف ترسيبي نموذجي لهذه الطبقات الحاملة للسجيل الزيتي. فإن تحديد السحنات الرسوبية لهذه الطبقات يعطي فكرة واضحة عن البيئات الرسوبية والعضويات الموجودة وحتى أنه قد تبين في معظم الشرائح

البتروغرافية وفي العينات الجهرية نسبة المواد العضوية مع العلم أنه لايمكن تحديد التشرب بالمواد العضوية بشكل دقيق إلا عن طريق جهاز الروك إيفال لكن الدراسة الترسيبية تسمح بتشكيل توجه عام لكمية المادة العضوية في المنطقة أي ممكن أن يلاحظ وبشكل مباشر جهري أو مجهري نسبة التشرب بالمواد العضوية (الكيروجين) :(لابأس–جيد _ممتاز).

5– مواد وطرائق الدراسة :

اعتمدت الدراسة على تكامل المعطيات (لباب الحفر – القياسات الجيوفيزيائية البئرية–الشرائح المصنوعة من الأكوار) المأخوذة من الآبار المحفورة في المنطقة ،فقد قامت المؤسسة العامة للجيولوجيا قبل عام 2008 بحفر مايقارب50بئرآ مختلفة الأعماق تغطي المنطقة بالكامل وكانت موزعة على شبكتين شبكة آبار قديمة وشبكة آبار حديثة (الشكل3،المؤسسة العامة للجيولوجيا).



الشكل(3) شبكةالآبار المحفورة في منطقة خناصر(المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية)

ولقد تم حفر 11 بئر في شبكة الآبار القديمة بتباعد 1*1 كم و بلغ إجمالي امتار الحفر المنفذة في الشبكة القديمة (2443m) وهي موزعة على الآبار :

(Kh1–kh2–kh3–kh4–kh5–kh6–kh7–kh8–kh9–kh10–kh11–kh12)وتم حفر 39 بئرآ في الشبكة الحديثة موزعة على الآبار االآتية(w1–w2–w3–w4–w5–w6–w7–w8–

w9–w10–w11–w12–w13–w14–w15–w16–w17–w18–w19–w20–w21–w22–w23–w24–w25–w26–w27–w28–w29–w30ww31–w32–(w33–w34–w35–w36–w37–w38–w39فاعتمدت دراسة السجيل على عدة طرق بدءآ من الدراسة الجهرية والدراسة المجهرية وانتهاء بالاستعانة بالقياسات البئرية المأخوذة، فقد تم اختيار عدد من هذه الآبار المحفورة بشكل يغطي المنطقة بشكل ممتاز (W1–W46–W28–W21–WKH11) ومن ثم الدخول لمستودعات العينات في المؤسسة العامة للجيولوجيا ودراسة عينات هذه الآبار دراسة جهرية كاملة. ومن الجدير ذكره أن هناك عدد كافي من الأكوار وطول هائل منها (الجدول 1, 2)ولكن هناك تجانس كبير بالسحنة .وتمت بالاستعانة بالقياسات الجيوفيزيائية لزيادة التأكيد على نتيجة الدراسة الجهرية والمجهرية مع العلم أنها قليلة جداً. تم اختيار خمسة آبار مرجعية(رئيسية وثانوية) للدراسة بشكل يغطي منطقة الدراسة قدر الإمكان بشكل كامل،فتم اختيار الآبار موزعة على أربع جهات والمركز :البئر kh11الذي يقع في مركز المنطقة المدروسة والذي تم الاعتماد عليه بشكل كبير بسبب كونه البئر المرجعي المركزي،البئر w1 والذي يقع في شمال غرب المنطقة واخترناه ليغطي الجهة الشمالية من المنطقة،البئر w46 والذي يقع في جنوب المنطقة ، البئر w28 الذي يقع في شرق المنطقة ،البئر w21 والذي يقع في غرب المنطقة. تمت دراسة هذه الآبار دراسة جهرية كاملة لكل الأكوار الموجودة وكانت الدراسة الجهرية على الخطوات التالية:

1– أولآ البحث في مستودعات المؤسسة عن عينات البئر المطلوب والتي كانت موجودة بصناديق كل منها يحتوي على خمسة أمتار .

2– مسح الغبار عن هذه العينات وتنظيفها لأن هذا الغبار يخفي الكثير من معالم هذه العينات وأيضا كان يؤثر على عدة خصائص منها التفاعل مع الحمض.

3– تسجيل الملاحظات (البنية_ اللون– الرائحة – الالتصاق باللسان– المكسر– التفاعل مع الحمض– القساوة – التفتت– وغيرها) ومن ثم تصوير بعض العينات . لقد تم الاعتماد بشكل كبير على الدراسة الجهرية للعينات وذلك بسبب وجود كم هائل من الأكوار المأخوذة (مردود عالي للحفر) والتي كانت كافية لتعطي فكرة كاملة عن كل بئر من الآبار المختارة ووجود أكوار على كامل طول البئر.وبعد إتمام الدراسة الجهرية و أخذ فكرة لابأس تم اختيار عينات محددة بدقة لصنع الشرائح

البتروغرافية في مخابر المؤسسة والشركة السورية ومخابر الجامعة ومن ثم دراستها في مخابر الجامعة بالمجهر الاستقطابي وتسجيل كافة المعلومات(السحنة ونوع الصخر– وجود العضويات وتحديد نوعها ومحاولة تسميتها– تصنيف فولك– تصنيف دونهام– ملاحظة البيئة–العمليات اللاحقة – ملاحظة التشرب بالمادة العضوية–المادة اللاحمة) ،تم اختيار مجالات محددة من الآبار المرجعية بما يراعي التغيرات السحنية وتغيرات التشرب بالمادة العضوية وكانت أغلب الشرائح المأخوذة من توضعات السجيل الزيتي نفسه وليس من الغطاء الذي يعلو السجيل ،فقد كان معظمها من السجيل وباقي الشرائج من الغطاء والطبقة الكلسية العضوية المنخربة والكلسية المدلمتة تحت وحدة السجيل الزيتي .و من أجل التأكيد على نتائج الدراسة الجهرية والمجهرية وزيادة المجال المدروس قدر الإمكان والحصول على دقة اعلى بالنتائج تمت دراسة الآبار المرجعية الثانوية(w21–w28)دراسة جهرية ومجهرية لكامل عيناتها وتمت الاستعانة بالقياسات البئرية المأخوذة في البئر (wkh3)فقد قامت المؤسسة بقياسات جيوفيزيائية من نوع GR وغطت القياسات الأشعاعية المجال(0–212m).وتم الاستعانة بعدة آبار أخرى من أجل ملاحظة تغيرات السماكة وتغيرات السحنة في المنطقة ودراستها دراسة جهرية والاستعانه بتقارير الحفر.

الجدول (1) يبين الأعماق وسماكة الخام والغطاء في بعض الآبار في شبكة الآبار القديمة(المؤسسة العامة للجيولوجيا)

رقم البئر	عمق البئر م	سماكة الغطاء م	سماكة الخام م	**الإحداثيات والارتفاع**	**ملاحظات**
KH1	199	43	150	**X = 0365866 Y = 3944942 H = 304.5 m**	
KH3	214	34	178	**X = 0364859 Y = 3945048 H = 301.5 m**	
KH4	190	42	143	**X = 0366820 Y =**	

	3944878 H = 303.5 m				
	X = 0364802 Y = 3944065 H = 303.5 m	154	37	193	KH5
	X = 0363844 Y = 3944134 H = 290. M	196.10	23.40	223	KH6
	X = 0363844 Y = 3945134 H = 303. M	185	35	220	KH7
لم ينتهي السجيل بسبب استعصاء الحفر	**X = 0362851 Y = 3944134 H = 285. M**	219	26	249	KH8
	X = 0363015 Y = 3945018 H = 296. M	231	28	262	KH9

الجدول(2)يبين مردود الحفر في بعض الآبار في المنطقة (المؤسسة العامة للجيولوجيا)

المردود%	ناتج الحفر m	مقدار الحفر m	رقم البئر	الموقع	ملاحظة
76	169.30	223	W25	حلب - خناصر شبكةجديدة (1*1)	
84	172.15	205	W32		
79	177.30	226	W33		
92	209.85	229	W34		
72	161.20	226	W35		
58	137.55	238	W36		
75	174.25	232	W38		
88	226.15	256	W40		
90	216.70	241	W41		
76	191.15	253	W46		
61	165.35	271	W48		

6- الدراسات السابقة:

1- درست المنطقة لأول مرة من قبل L,Dubertret بين عامي 1941 و 1953 وخلصت هذه الدراسات إلى وضع خرائط جيولوجية للمنطقة بمقياس 1/1000000 ومقياس 1/200000 [3].

2- الدراسات التي قام بها ponikarov عام1964 وقد كانت أول إشارة منه لوجود السجيل الزيتي في المنطقة[14].

3- دراسة التطور الجيولوجي والتكتوني في سوريا من قبل Brew وآخرون عام 2001[10] .

4- الدراسات الجيولوجية والإقليمية والتاريخية لسوريا التي قام بها معطي،م وحسين،ك وغيرهم.

5- الدراسة التي قام بها غبرة و سعود (2004) ،وقد كانت تحت عنوان استخدام معامل الزمن_ حرارة أرينوس في تقدير نضج المادة العضوية في صخور السيلوري والباليوزيك العلوي في الجزء المركزي والأطراف الشرقية لهضبة حلب . وقد كانت أحد العينات التي أجريت عليها التحاليل في هذه الدراسة قد أخذت من منطقة خناصر[6] .

6- الدراسات التي قامت بها هيئة الطاقة الذرية السورية وهي تحريات جيوكهربائية لتوصيف الشروط الهيدروجيولوجية في خناصر (2006-2005) .

7- الدراسات التنقيبية والجيوفيزيائية التي قامت بها المؤسسة العامة للجيولوجيا في المنطقة من أجل الكشف والتنقيب عن السجيل الزيتي وهي دراسات جاءت على شكل تقارير غير منشورة .إلى أن معظم هذه الدراسات كانت نقطية ولم تتعرض إلى الحالة الجيولوجية الدقيقة والسحنية التفصيلية لهذه التوضعات ولم تهتم بالتوضع الترسيبي للتشكيلات الحاملة للزيت الصخري ومن هنا تأتي أهمية البحث الذي يهدف لوضع خلاصة جيولوجية لتوضعات السجيل لزيتي في منطقة الدراسة.

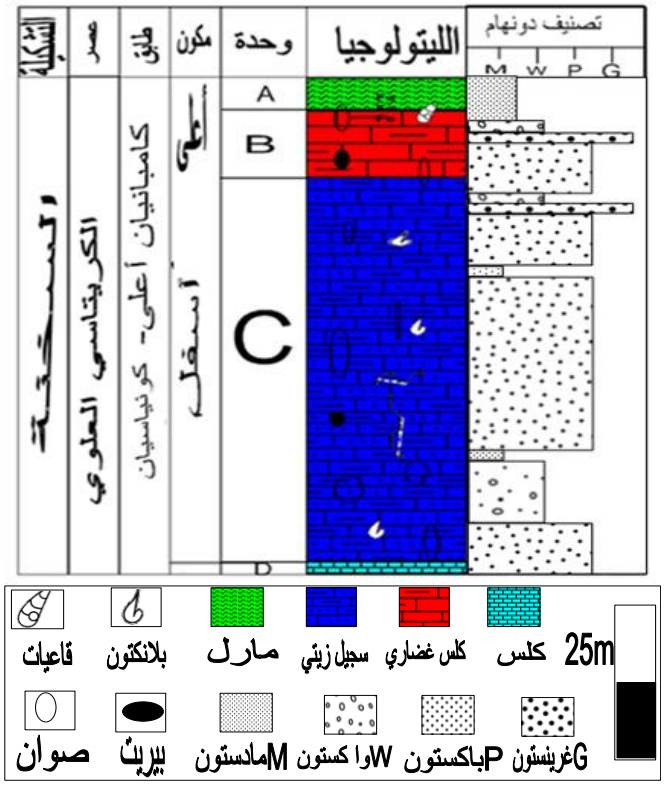
7-النتائج والمناقشة:

كما تمت الإشارة في طريقة الدراسة أنه قد تم اختيار مجموعة من الآبار المرجعية اعتماداً على مواقعها واختراقها لتوضعات السجيل وتوفر اللباب وهي ثلاثة آبار(W1 -W46 -WKH11). وتم وضع مقطع ليثوستراتغرافي مفصل للتوضعات في كل منها.وفيما يلي وصف بتروغرافي مفصل لمكونات التشكيلة ضمن الآبار المرجعية :

البئر kh11 : أهم الآبار المرجعية كونه يقع في مركز المنطقة وقرب الآبار المأخوذ فيها قياسات بئرية ،عمق البئر 247m وعدد صناديق العينات 41 صندوق كل صندوق يحوي 5 أمتار من الأكوار. لقد لاحظنا بشكل رئيس نسبة التشربات بالأكوار من اللون والبقع الموجودة على العينات والتي تعطي اللون الغامق للعينات ومنها ذات ملمس زيتي خفيف جداً ونلاحظ في المجال الجيد التشرب تكثر القطع الصوانية والعروق الكلسية وفي المجال الممتاز التشرب تكثر القطع العضوية .بلغت نسبة الغطاء 45m وبلغت سماكة السجيل الزيتي 202m وهي سماكة ممتازة كونه تراوحت نسبة التشرب بين جيدة وممتازة،وكان السجيل الزيتي كما يلي(245m- 229)كلس غضاري مشرب بالمادة العضوية بشكل جيد تنخفض نسبة التشرب في بداية المجال،ويليه المجال(229m-205) كلس غضاري أخضر غامق مشرب بشكل ممتاز ويليه المجال (205m-43) كلس غضاري أسود أو أخضر جيد التشرب بالمادة العضوية.

جهرياً يعكس البئر السحنات التالية :يبدأ البئر المدروس ب2m من الحجر الكلسي الأبيض والكلسي المدلمت الرمادي الفاتح على عمق 247m الحاوي على نسبة دلمته جيدة وحاوي على بيوكلاست (بقايا غلوبوجيرينا وبقايا تكستولاريا) ويلحقه المجال(245m-229) كلس غضاري مشرب بالمادة

العضوية ، نسبة التشرب في بداية المجال منخفضة وترتفع تدريجياً. السجيل هنا يبدأ على العمق 245m ،كما لاحظنا تكثر العروق الكلسية البيضاء اللون قاسية في العشرة الأمتار الأولى،والكلس الغضاري أكثر قساوة في بداية المجال. الكلس الغضاري الناعم البنية ذات لون أخضر غامق مع وجود عدة نطاقات صوانية وبعض الحصى الكلسية الصغيرة ويستمر حتى العمق 76m ويليه المجال(43–76m)سحنة كلسية غضارية ناعمة البنية مشرب مسود وذو رائحة عند الكسر ويحوي شقوق طولية وعرضية حتى العمق 43m،مع وجود حصى صوانية سوداء اللون صغيرة على العمق 61m ،والعروق الكلسية البيضاء ،يتبعه المجال(10–43m)يبدو الكلس الغضاري بلون بيج متماسك ناعم البنية يحتوي شقوق طولية وعرضية ونلاحظ على استمرار الكلس الغضاري حصى صوانية سوداء صغيرة وتظهر بشكل كبير جداً على العمق(37m –40m) وينتهي البئر بعشرة أمتار مارل أبيض ، يتخلله بعض الرمال البيضاء الناعمة ويحتوي على شقوق عرضية يتخلله أكاسيد حديد (الشكل3).

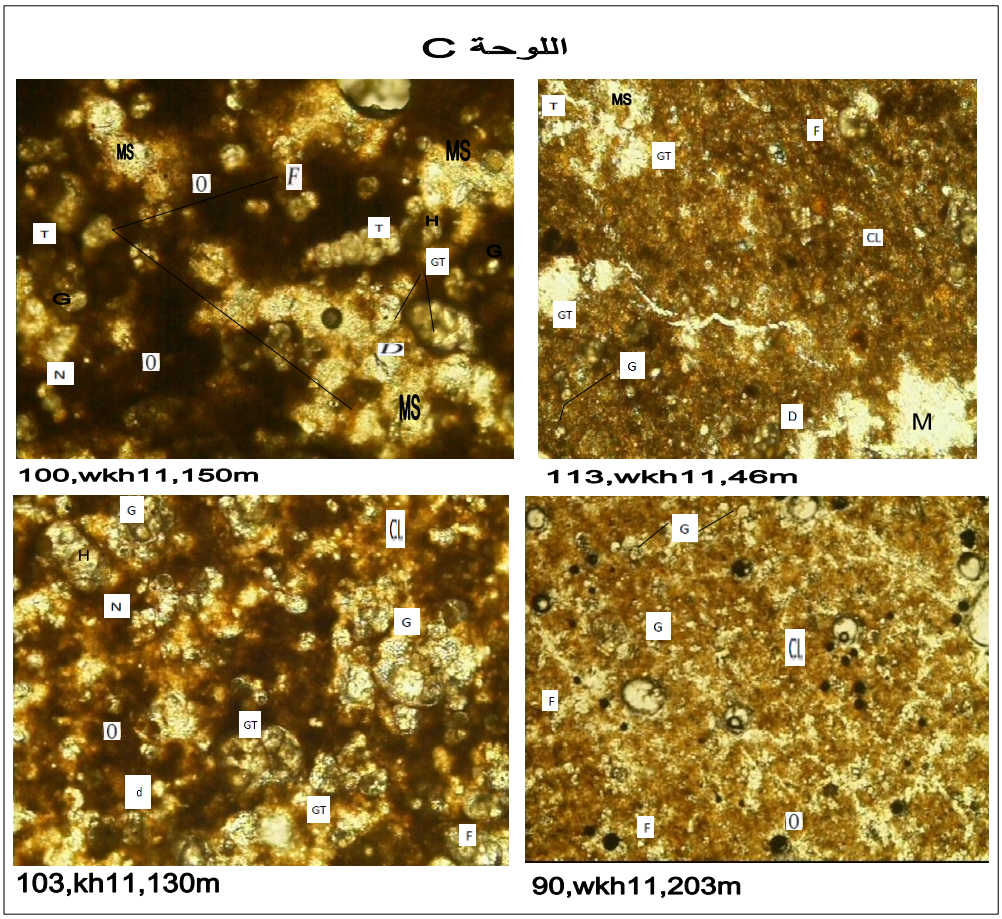


الشكل (3) العمود الليثوستراتغرافي في البئر المرجعية الرئيسة kh11

أما الدراسة المجهرية للبئر تبدأ بالمجال (247m–245) ويظهر مجهريآ ميكرو سباريت _ باكستون ودولومكرو سباريت،يعلوه المجال (245m–213)بيومكريت وبيوميكروسباريت–باكستون ولدينا كمية من المادة العضوية الممتدة على شكل لطخات مع غضار خشن غير متراص وهناك عروق انحلال للغضار ووجود بعض الغلوبوجيرينا والفورامينيفيرا ،مع مرور سائل الدلمتة وتشكيل بعض بلورات الدولوميت معينية الشكل في بداية المجال.إذآ هنا انتقال من بيئة أقل عمق (طاقة الوسط والتيارات الحاملة لسائل الدولوميت ووجود عروق الانحلال المملوءة بالبلورات الدولوميتية) نحو بيئة أكثر عمقآ أي هنا بدأت السحنة بالتوجه من السحنة الكلسية الدولوميتية القليلة العمق إلى السحنة الكلسية الغضاريةالعميقة . يتبعه المجال(213m–180) : يظهر المجال مجهريآ كلس غضاري (بيومكريت غضاري– واكستون)في بداية المجال تزداد نسبة البلانكتونات بشكل كبير وواضح (الغلوبوجيرينا،الغلوبوترانكانا،والهيتروهيليكس)مع وجود بعض التكستولاريا وأحاديات السلسلة على طول المجال، وجود مادة عضوية كيروجينية(السجيل) ذات لون أسودهائلة وتبدو وكأنها الأرضية الجامعة لمجموعة هياكل متوزعة ضمنها بشكل منتظم وتزداد المادة الكيروجينية في نهاية المجال بشكل هائل جداً لتغطي كامل العينات، هناك عمليات انحلال لتجمعات الهياكل ويترسب مكانها مادة عضوية كيروجينية ذات لون أسود ،كثيفة (oil shale).إذآ المجال هو سحنة غضارية ناعمة متراصة مع مادة عضوية هائلة مع بداية دلمتة لم تصل لمرحلة البلورات.ويتبعه المجال (170– 180m) الذي يظهر مجهريآ كلس غضاري بيومكريت_(واكستون،باكستون)،(جيد التشرب بالمادة العضوية–لابأس التشرب بالمادة العضوية) ،كمية الغضار واضحة عالية،جيد التراص ،مع انتشار وحيدات السلسلة والتكستولاريا والهيتروهيليكس والغلوبوجيرينا،بيئة عميقة مع منسوب عالي من المياه وقد تعرض لبعض الطاقة في الوسط جلبت المستحاثات القاعية وينخفض عدد المستحاثات ويزداد حجمها(textularia ،dentalina، Nodozaria).نلاحظ تبلور وحفظ كامل للهياكل المستحاثية ونعزو السبب نتيجة وجود طاقة جلبت القاعيات وتبعها منسوب عالي من المياه وكمية منحلة كافية من الكلس وبعدها ترسب الكلس بشكل كافي للحفاظ على الهياكل كاملة مع العلم أن شكل ولون الهياكل الرمادي اللامع يدل أنها تعرضت لدلمته وتعرضت لعمليات ضغط ممكن أن يكون نتيجة الطي. ويتبعه المجال 170m–160 : كلس غضاري (بيومكريت_مادستون،واكستون) ،على العمق 160m تزداد نسبة المادة العضوية المتشربة لتصبح ممتازة التشرب أي مادة عضوية هائلة.المجال قليل التراص كثير المادة العضوية ونعزو سبب التراص القليل هنا إما لنوع المادة العضوية اللزجة القليلة الكثافة المنتشرة على شكل لطخات أو نتيجة عدم وجود كمية كبيرة من وزن الرسوبات .ويليه المجال(160m–150)كلس غضاري جيد التشرب بالمادة العضوية الواضحة بشكل بقع ولطخ

سوداء موجودة على معظم المجال غنية بالهياكل المستحاثية مع توزع منتظم للهياكل المستحاثية (بيومكريت،بيوميكرو سباريت–باكستون)غنية بشكل كبير ببقايا الهياكل البلانكتونية و انتشار كبير للغلوبوجيرينا ونسبة قليلة من وحيدة سلسلة، مع وجود هياكل منخربات بلانكتونية المنتشرة الذي يدل على نسبة عالية منها متوزعة على الوسط الترسيبي في ذلك الزمن.مع وجودعمليات دلمتة ثانوية وضغط لهياكل المستحاثات، وعمليات إملاء ميكروسباريتي لاحقة لبعض الهياكل.ويظهر المجال (139–150m) مجهرياً سحنة كلسية غضارية، والتراص متوسط والمادة العضوية جيدة(بيومكريت – باكستون) خشنة البنية مع بقايا هياكل منخربات. تنتشر وحيدة السلسلة وثنائية السلسلة مع الهيتروهيليكس.مع وجود عمليات مكرتة للهياكل الكلسية التي تبدو بلون كامد.بينما يظهر المجال(125–139m)كلس غضاري(بيومكريت ،ميكروسباريت–باكستون)وتزداد نسبة المواد الناعمة عن المجال السابق وتزداد نسبة المادة العضوية الهائلة الداكنة وهذا يدل على زيادة منسوب المياه وعمق بيئة الترسيب وتزداد نسبة البلانكتون (الغلوبوجيرينا) المترسبة على شكل تجمعات (دفن جماعي) تكون الكالسيت.مع وجود الكالسيت المكون من تجمعات هياكل البلانكتون وكمية كبيرة من المادة العضوية نسبة الغضار قليلة بعض الشيء.مع أن نسبة المادة العضوية عالية والغضار قليل لكن التراص ليس بالمستوى العالي فمن الممكن أن تكون البيئة عميقة منسوب مياه عالي لكن وزن الرسوبات خفيف والانخفاس قليل .يظهر المجال (55–125)مجهرياً (بيومكريت – واكستون،باكستون) كلس غضاري متوسط التراص حاوي على لطخات من المادة العضوية بنسبة جيدة مع عدد هائل من المستحاثات القاعية كما نلاحظ وجود غلوبوجيرينا مجتمعة مع بعضها البعض ، مكن أن نقول أنه حدث هدوء نسبي للوسط ترسب فيه كميات كبيرة من الغلوبوجيرينا بفترة سريعة قد تبعها تيارات مائية حملت القاعيات التي تعاني من تكسر وتهشم حوافها.إذآ منسوب عالي من المياه مع ترسب كبير للغلوبوجيرينا لكن مع وجود تيارات تحرك طاقة الوسط وتأتي ببعض القاعيات.ويتخلل المجال مكريت–مادستون على العمق85m.وتعكس التوضعات مجهرياً على المجال(50–55m):كلس غضاري ،ميكروسباريت،سباريت(غرينستون –باكستون)حيث توجد كمية كبيرة من المنخربات،مع مادة عضوية كيروجينية جيدة.المجال (43–50m)كلس غضاري (بيومكريت–واكستون).يتبعها المجال (19–43m)يبدأ بكلس غضاري مكريت وميكرو سباريت–واكستون وينتهي بسحنة كلسية حوارية ومارنية كلسية (ميكروسباريت–غرينستون). مكريت غضاري (واكستون)وبلورات كلسية ملونة قليلة حديثة التبلور ويرجع ذلك لأنه العينة مأخوذة من مجال قليل العمق أي أن تشكل البلورات الكلسية وأكاسيد الحديد لاحقة للترسيب ووجود عملية دلمتةا(تجاه البلورة نحو أخذ الشكل المعيني غير منتظمة الحواف).مع انتشار بعض المستحاثات وحيدة السلسلة

والغلوبوجيرينا.ينتهي البئر بالمارل الغضاري،(3–19m) مارل وكلس غضاري ناعم البنية يظهر تشققات واضحة مجهرياً يحوي لطخات واسعة من أكاسيد الحديد التي تظهر لون صدئي ،وبلون أسود ،(مكريت–مدستون) مع انتشار أكاسيد الحديد.تمت ملاحظة انتشار أكاسيد الحديد في المجالين الاخيرين من البئر،مع انتشار البيريت على طول المجال(40–240m)،(اللوحة C).

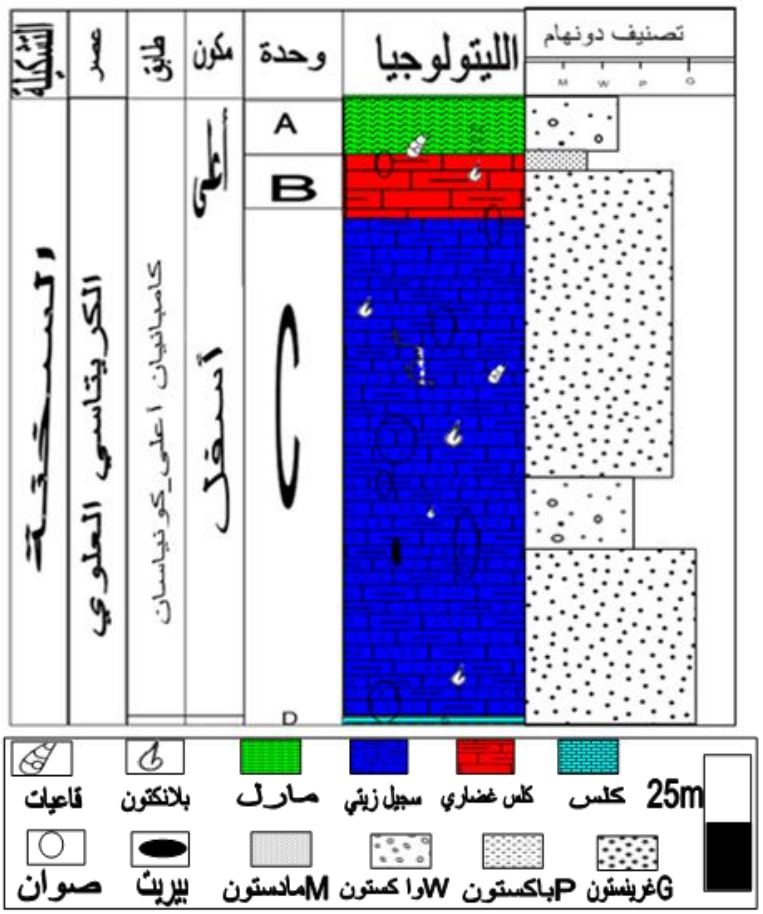


O: Oil D: Dolomit CL: Clay F:Foraminifera N:Nodozaria d:dentalina T:Textularidae G:Globigerinidae GT:Globotrancanidae M:مكريت MS:ميكروسباريت

اللوحة (C) تبين السحنات المجهرية في وحدة السجيل الزيتي في البئر المرجعية Kh11

البئر w1: يقع البئر شمال المنطقة المدروسة x=0363217 h=288.5 y=3951947عمق البئر 247m وسماكة الغطاء40m، سماكة السجيل 204m ، التشرب بالمادة العضوية عند العمق 247m ويستمر حتى العمق 40m .يبدأ البئر ببعض الكلس عدة أمتار،كلس عضوي منخرب ، ويلحقه المجال (40–243.3m) كلس غضاري مستمر متشرب بالمادة العضوية ناعم البنية ذات

رائحة عند الكسر ذات لون أخضر زيتوني (جيدة التشرب) يحوي شقوق طولية وعرضية وعروق كلسيةعديدة مع انتشار للحصى الصوانية والبلورات الجصية .يظهر المجال(232–220) كلس غضاري بنية ناعمة وتشرب ممتاز ،وعلى العمق(127m)–120m تشرب ممتاز جداً بالمادة العضوية مع وجود فتات رمال كلسية على العمق 127m ،وهنا التشرب الممتاز بالمادة العضوية على الأرجح متعلق بوجود الكلس الذي أتاح بمساميته فراغاً لتخزين المادة العضوية، على العمق88m نلاحظ سماكة صوان قاسي تصل ل10cm ،على العمق(76–73) نلاحظ انتشار للبيريت بشكل غزير،ويستمر الكلس الغضاري المتشرب حتى العمق40m .



الشكل (4) العمود الليثوستراتغرافي في البئر المرجعية الرئيسة w1

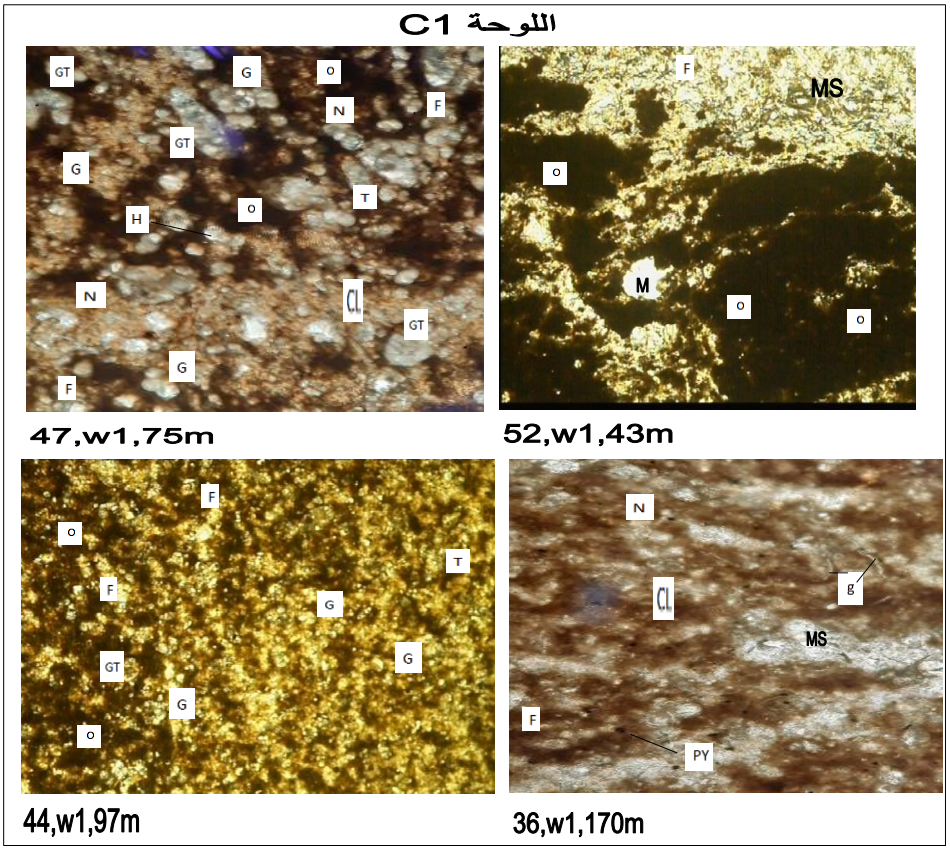
ويعكس البئر مجهرياً سحنة كلسية غضارية متنوعة المعالم المجهرية :(190–247m) كلس غضاري متراص ناعم البنية (بيومكريت –باكستون)ونلاحظ طغيان المادة العضوية(كيروجين) وكأنه

أرضية جامعه لكل الهياكل المستحاثية الكلسية ،تتواجد المستحاثات على شكل تجمعات واضحة من الهياكل الملتفة البلانكتونية الصغيرة (على الأغلب غلوبوجيرينا،هيتروهيليكس) المتوزعة على كامل المجال ونسبة المواد العضوية المتشربة ممتازة ،إذآ هنا غنى بالمستحاثات البلانكتونية وهذا يعني غنى الوسط الترسيبي بالبلانكتون ومنسوب مياه عالي واستمرار الترسيب لوقت كافي وثقل الرسوبات الذي يشكل حمل على ضغط يؤدي إلى التراص.يوجد بعض التجمعات الغلوبوجيرنية تعرضت لعمليات دلمته لم تكنمل.(169–190m)السحنة كلسية غضارية (مكريت وميكرو –سباريت)(باكستون)،المادة العضوية الكيروجينية قليلة لكن بالمقابل انتشار كبير للغضار(clay) الناعم المتراص، مع انتشار تجمعات ميكروسباريتية (الكلس)،وانتشار البيريت على طول المجال،الهياكل المستحاثية متهشمة الحواف،يليه المجال (125–169m) بيومكريت–واكستون،باكستون، مع نسبة قليله من الغضار ونسبة عالية من المادة العضوية الطاغية أي تشرب ممتاز بالمادة العضوية على كل المجال مع وجود الهياكل المستحاثية (تكستولاريا –أحادية السلسة–غلوبوترانكانا– والغلوبوجيرينا بشكل رئيس).وسط عميق أعطى مادة عضوية لزجة كثيفة طاغية على المجال ومتراصة مع بعضها دليل غنى الوسط واستمرار الترسيب..مع انتشار تجمعات كلسية (مكريتية–وسباريتية)مع عمليات دلمتة لهياكل التكستولاريا والغلوبوترانكانا.

(120–125m):يبدي المجال سحنة كلسية غضارية (بيومكريت–واكستون مدستون)مع نسبة عالية جداً من المادة العضوية الكيروجينية.

(49–120m):كلس غضاري (بيومكريت– باكستون)مادة عضوية ممتازة التشرب وغضار قليل وتوزع كبير للهياكل المستحاثية البلانكتونية(غلوبوجيرينا–غلوبوترانكانا).مع وجود عروق انحلال مملوءة بالسباريت،والميكروسباريت مع وجود تجمعات كلسية ميكروسباريتية وعمليات إملاء ميكروسباريتي للهياكل المستحاثية ووجود الباريت .يليه المجال(40–49m):سحنة غضارية(مكريت– مدستون،واكستون)،غنية بالمستحاثات الغلوبوجيرينية.المجال (19–40m) كلس غضاري أبيض خشن ناعم البنية يحوي شقوق طولية وعرضية وأكاسيد حديد وفي نهاية المجال (34–40m) يصبح كلس غضاري أخضر يحوي حصى صوانية مع بلورات جصيه حيث يبدأ التشرب بالمادة العضوية |(الكيروجين) على العمق 40m،ويظهر المجال مجهرياً (مكريت غضاري،واكستون) ،المجال (16– 19m) نطاق رملي مع الأرغوانيت واكاسيد الحديد،(0–16m) مارل ذات لون أبيض مصفر قليلاً متوسط القساوة ذات بنية ناعمة ويتخلل هذا المجال انتشار أكاسيد الحديد الصفراء والسوداء مع انتشار الحصى الصوانية السوداء وفي نهاية المجال يظهر لدينا بلورات أرغواتيت مع بلورات جصية

كبيرة ،ويعكس المجال مجهرياً(مكريت وميكرو سباريت)(واكستون–باكستون) ونلاحظ وجود بلورات كلسية حديثة التبلور ذات ألوان زاهية.مع انتشار مستحاثات الهيتروهيليكس.إذآ تزداد المادة العضوية في البئر w1 ومع ازدياد الكثافة والتراص هنا عن البئر السابقkh11 وهذا يدل على وسط ترسيب أعمق واستمرار للترسيب بشكل أكبر يعطي تراص مع غنى للمادة العضوية الأصل(اللوحة،C1).

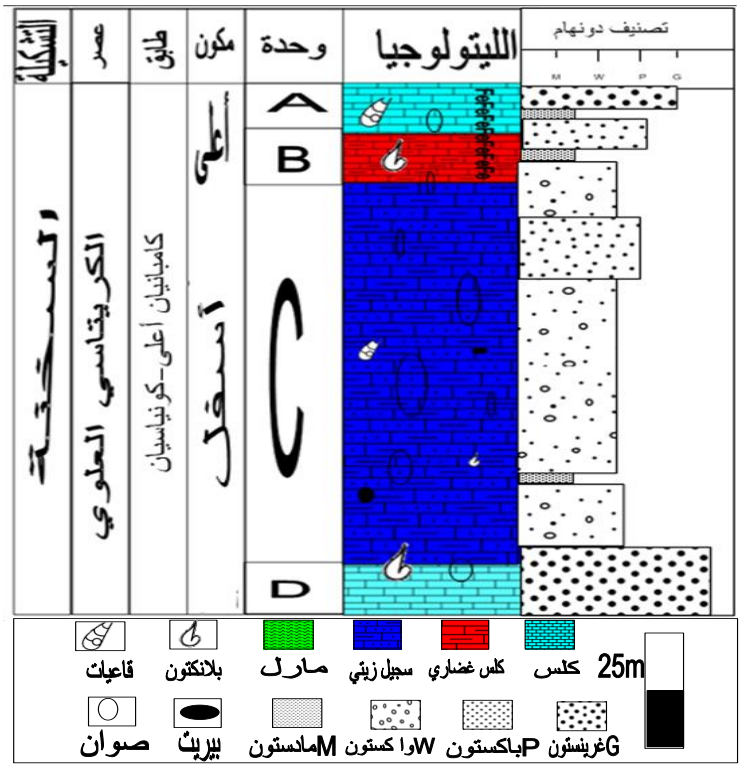


O: Oil D: Dolomit CL: Clay F:Foraminifera N:Nodozaria d:dentalina T:Textularidae G:Globigerinidae GT:Globotrancanidae M:مكريت MS:مكروسباريت Py: بيريت g:صفيحيات غلاصم

اللوحة (C1) تبين السحنات المجهرية في وحدة السجيل الزيتي في البئر المرجعية W1

البئر w46 يبدأ البئر بعدة أمتار كلس حواري أبيض هش(ميكروسباريتي).يتبعه السجيل الزيتي (244–40) ذات سحنة كلسية غضارية ناعمة البنية لون أخضر زيتوني متشرب بالمادة العضوية بشكل جيد وذو رائحة عند الكسر ويحوي على شقوق طولية حاوية على كلس معاد التبلور يتراوح السجيل هنا من ممتاز التشرب وجيد التشرب مع انتشار كامل للعروق الكلسية والقطع الصوانية.(19–40m) كلس غضاري بلون بيج ناعم البنية مع انتشار الحصى الصوانية،ويتحول

تدريحياً لحجر كلسي متوسط القساوة وقاسي يحوي شقوق مليئة بأكاسيد الحديد.(ميكرو سباريت – واكستون|).ثخانة السجيل 200m(240m–40)جيد وممتاز التشرب والغطاء 40m،(الشكل،5).

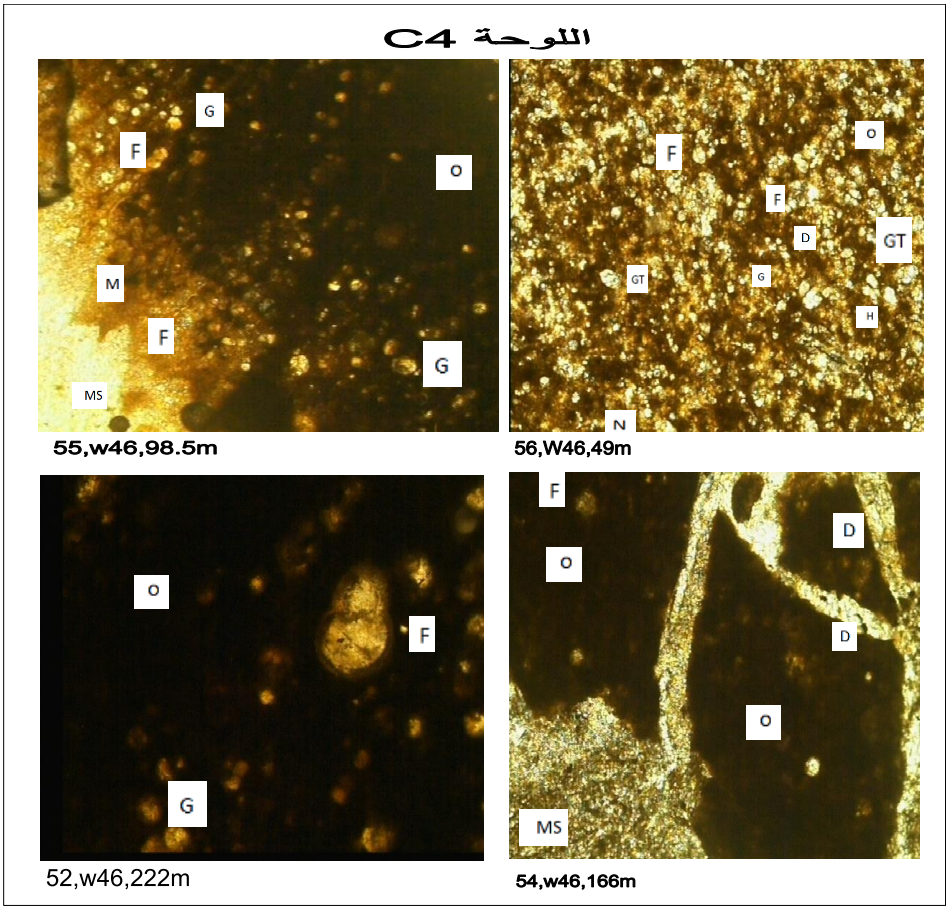


الشكل (5) العمود الليثوستراتغرافي في البئر المرجعية W46

ويظهر السجيل مجهرياً سحنة كلسية غضارية بيومكريت عضوي على الشكل التالي:(243–253m):سحنة كلسية (ميكروسباريت،دولوميكروسباريت)،(باكستون)مع تشوه معظم المستحاثات نتيجة عمليات الدلمتة.إذاً يبدأ البئر بسحنة كلسية قاسية وكلسية مدلمتة تدل على بيئة شاطئية قليلة العمق. مبلور بنسبة عالية مع قساوة كبيرة،وتراص كبير .ويعلوه المجال(200.7–244m):سحنة كلسية غضارية غنية بالمنخربات البلانكتونية وخاصة الغلوبوجيرينا مع وجود بعض القاعيات(أحادية السلسلة).بيومكريت–ميكروسباريت،باكستون.في بداية المجال تنتشر عمليات الإملاء الميكروسباريتي، مع وجود عمليات دلمتة للمستحاثات وخاصة المجتمعة والكبيرة منها في وسط المجال وهذا إن دل فيدل على وجود تيارات من بيئة أقل عمقاً حاملة معها القاعيات والكلس المنحل أثناء عملية الترسيب،وتمت الدلمتة بنفس الطريقة بسبب مرور سائل الدلمتة مع تيارات قادمة من البيئات الأقل عمق(دياجينز لاحق)،وينتهي المجال بازدياد نسبة الغضار (clay)–تشرب جيد جداً

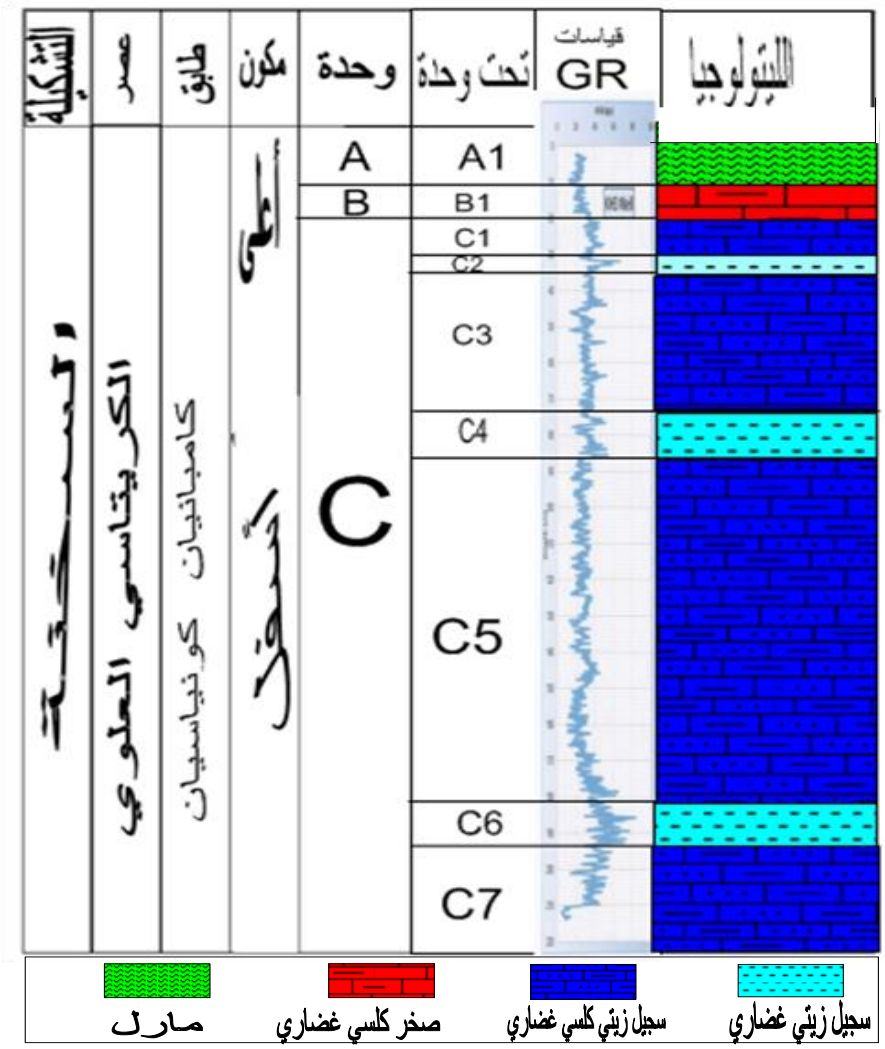
بالمادة العضوية.ويليه المجال(160–200.7m):كلس غضاري(بيومكريت–واكستون ،مدستون)يحوي بعض الغلوبوجيرينا القليلة،في هذا المجال تشرب كبير وممتاز جداً بالمادة العضوية(السجيل).

(135–160m):يظهر هذا المجال سحنة كلسية غضارية تزداد في بدايته نسبة الغضار ،بيومكريت–واكستون،إن المادة العضوية تشكل أرضية جامعة للهياكل المستحاثية الكلسية وهي ذات بنية واحدة ناعمة متماسكة كثيفة،مع انتشار عمليات المكرتة للهياكل المستحاثية.ويعلوه المجال(85–135m):سحنة كلسية غضارية (بيومكريت ،واكستون)،ممتازة التشرب بالمادة العضوية الكيروجينية،مع انتشار مستحاثات بلانكتونية صغيرة(غلوبوجيرينا ،هيتروهيليكس)،المادة العضوية أقل كثافة وتماسك من المجال السابق،مع وجود إملاء ميكروسباريتي في نهاية المجال.ويليه المجال(40–85m):سحنة كلسية غضارية(بيوميكروسباريت،باكستون)،تنخفض نسبة التشبع بالمادة العضوية في هذا المجال من ممتازة جداً في المجالين السابقين إلى جيد مع الملاحظة أنه هناك نودوزاريا وهيتروهيليكس مبعثرة ،وميكروسباريت وكأنه طبقات متناوبة،وهذا يدل على وجود تيارات حاملة للكلس المنحل،أثناء عملية الترسيب مما رفع من طاقة الوسط وخفض من شروط ترسب وحفظ المادة العضوية،(19–40m):كلس غضاري ترتفع فيه نسبة الغضار ،خالي من المادة العضوية،والمجال مكون من أرضية غضارية مكريتية وبلورات ميكروسباريتية ، وإن عملية الإملاء الميكروسباريتي وبعض عمليات المكرتة طغت على هياكل المستحاثات،وإن ترسب الغضار الغني بالهياكل المستحاثية في بيئة عميقة هادئة قليلاً (ويستدل على ذلك من توزع الغضار والميكروسباريت بشكل منتظم)ومن ثم انخفض منسوب المياه وترسب البلورات الميكروسباريتية(الكلسية)وهذا يعني أن التيارات الهادئة كانت تحمل الكالسيت المنحل.وينتهي البئر(1–19m):سحنة كلسية ذات أرضية مكريتية (كلسية)مع وجود بلورات ميكروسباريتية،وانتشار كبير للتكستولاريا والهيتروهيليكس ووحيدات السلسة مع انتشار عمليات دلمتة بسيطة للهياكل المستحاثية الكلسية والسحنة الكلسية هنا دليل على بيئة قليلة العمق منخفضة منسوب المياه وخاصة أن معظم المجال حاوي على بلورات ميكروسباريتية بشكل كبير ،وبلورات كلسية حديثة التبلور.إذاً البئر يحوي ثخانة سجيل 216m جيد جداً التشرب بالمادة العضوية يعلوه40m غضار ،(اللوحة،C4).



اللوحة (C4) تبين السحنات المجهرية في البئر المرجعية W46

بعد دراسة الآبار المرجعية الرئيسة وتقسيم السحنات إلى مكونات ووحدات.تمت دراسة البئر wkh3للتأكيد على النتائج وتم اختيار هذا البئر بسبب قربه من البئر المرجعية المركزية kh11وبسبب وجود قياسات جيوفيزيائية مأخوذة في هذا البئر(GR)وتم دراسة البئر دراسة جهرية كاملة مع الاستعانة بالقياسات وتم تحديد السحن وتقسيمها في هذا البئر إلى مكونات ووحدات وتحت وحدات(الشكل،6).



الشكل (6) العمود الليثوستراتغرافي في البئر Kh11 مع التقسيم لوحدات وتحت وحدات

دراسة مكونات التوضعات في المنطقة واختلاف السماكة والسحنة والعمليات المنتشرة:

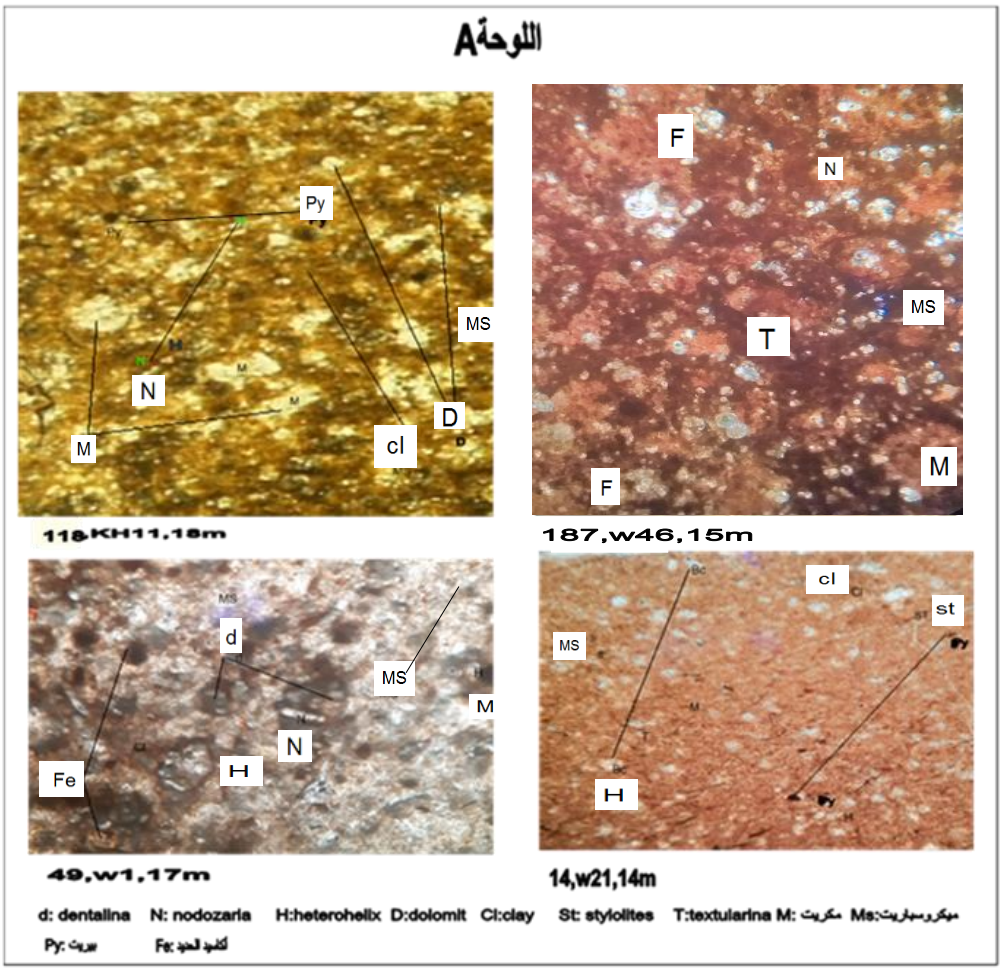
بعد دراسة الآبار المرجعية والاستعانة بعدة آبار أخرى (من حيث السماكة والسحنة) تم تقسيم التوضعات المدروسة إلى ثلاث مكونات وكل مكون تم تقسيمه إلى وحدات وتمت هذه التقسيمات بعد الدراسة الجهرية والمجهرية وملاحظة التغيرات السحنية(الجدول،3) وتغيرات السماكة(الشكل،7).قسمت التوضعات المدروسة إلى مكونين وكل مكون إلى وحدات خاصة به، وتبدأ بالوحدة D : تشكل جزء من مكون يقع تحت توضعات السجيل وتعكس سحنة كلسية وكلسية مدلمتة تحوي بيوكلاست من التكستولاريا والغلوبوجيرينا ،لم تخترق الآبار إلا عدة أمتار من هذا المكون.وإن

هذه الوحدة ممكن أن تشكل خزان نفطي جيد للمواد الناضجة من السجيل وذلك بسبب سحنتها الكلسية والكلسية المدلمتة(اللوحة،D).

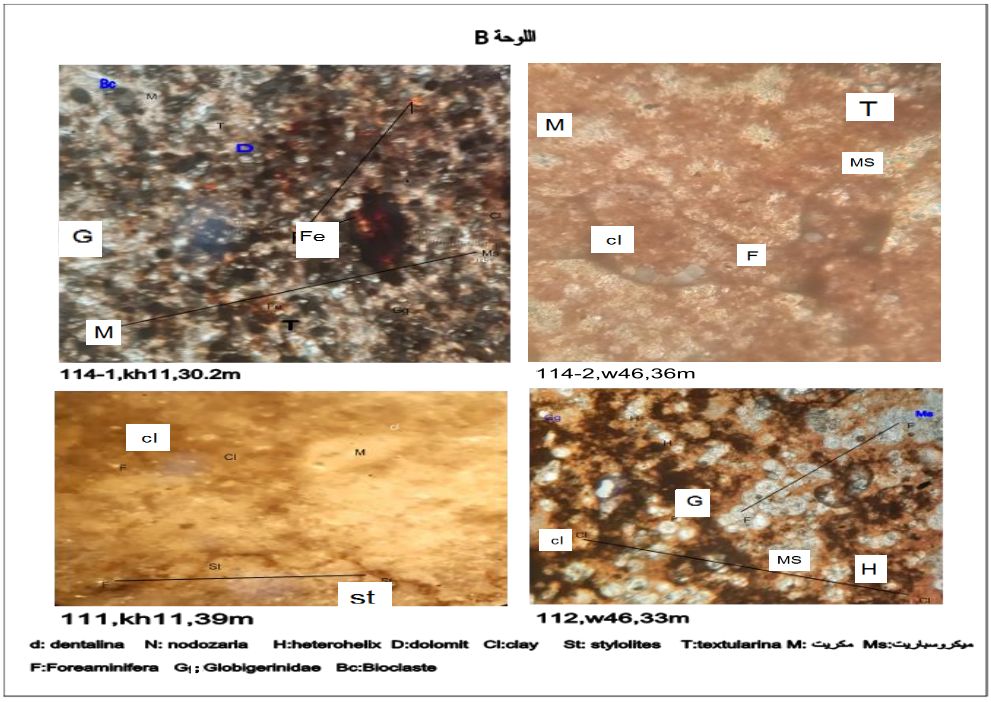
المكون الأسفل متمثل بالوحدة C وهي توضعات السجيل الزيتي وهي ذات سحنة كلسية غضارية بشكل رئيس متشربة بالمواد العضوية ناعمة البنية وينتشر عل طولها الحصى والعروق الصوانية بشكل كبير وهذا يدلنا على بيئة عميقة مع وجود تيارات مياه قادمة غنية بالمحاليل السيليسية مع انتشار بعض عمليات انحلال وترسيب العروق الكلسية وتنتشر على طول الوحدة بيوكلاست ومستحاثات قاعية عديدة و بلانكتونية كثيرة ،.تعكس الوحدة C تغيرات بالسماكة ونعزو ذلك لتغيرات مستوى المياه الواضحة حيث تتراوح بين 200–225m من الشرق للغرب وتعكس تغيرات سماكة من الشمال إلى الجنوب حيث تتراوح السماكة بين 200–264m وتنخفض في البئر w24 إلى العمق 159m ،نلاحظ انخفاض كبير في نسبة الحصى الصوانية في البئر w40 و w46 ،ينتشر في هذه الوحدة بعض صفيحيات الغلاصم واستراكودا وعدد هائل من البلانكتونات(الغلوبوجيرينا والغلوبوترانكانا) وبعض القاعيات .إذآ الوحدة C كلس غضاري وغضار متشرب بالمادة العضوية بشكل جيد مشكلة السجيل الزيتي وغنية بالبلانكتونات.

المكون الأعلى :ويشكل غطاء السجيل الزيتي ويتألف من الوحدتين Aو B ،الوحدة B وتشكل القسم الأول من غطاء السجيل الزيتي في المنطقة وتتألف من توضعات كلسية غضارية (ناعمةغالباً ،متوسطة الخشونة أحياناً) وقليلة–متوسطة القساوة وتنتشر فيها أكاسيد الحديد وقطع صوانية وتحتوي هياكل مستحاثية عديدة(hetrohelex, glopogerina,textularia)تعكس تغيرات في السماكة حيث تنخفض السماكة باتجاه الشرق مع عدم ملاحظة تغيرات سحنية والسماكة الوسطية 20m ،يغلب على الوحدة عمليات الأكسدة في الجهة الغربية من المنطقة، انتشار عمليات الأكسدة في هذه الوحدة واختفائها من بعض الآبار دليل وجود عمليات حت،أوانخفاض مستوى المياه،وتبدي الوحدة A من الغرب إلى الشرق تغيرات في السماكة حيث تزداد سماكتها باتجاه شرق المنطقة لتصل إلى 28m في حين تبدأ في جهة الغرب بسماكة13m . والسماكة الوسطية 20m وتتألف من توضعات مارلية وفي بعض الآبار مارلية كلسية وكلسية ،ينتشر على طول هذه الوحدة أكاسيد حديد سوداء وصدئية اللون وعروق انحلال كلسية وتنتشر فيها بعض البلانكتونات، والقاعيات التالية(glopogerina,dentalina,Nodozaria,hetrohelex).وتترافق الوحدة A في الجهة الغربية من المنطقة مع الكثير من عمليات الأكسدة وترسيب أكاسيد الحديد وعمليات الانحلال وتشكيل العروق الكلسية فيما تقل باتجاه الجهة الشرقية عمليات الأكسدة ويلاحظ انتشار عقد صوانية

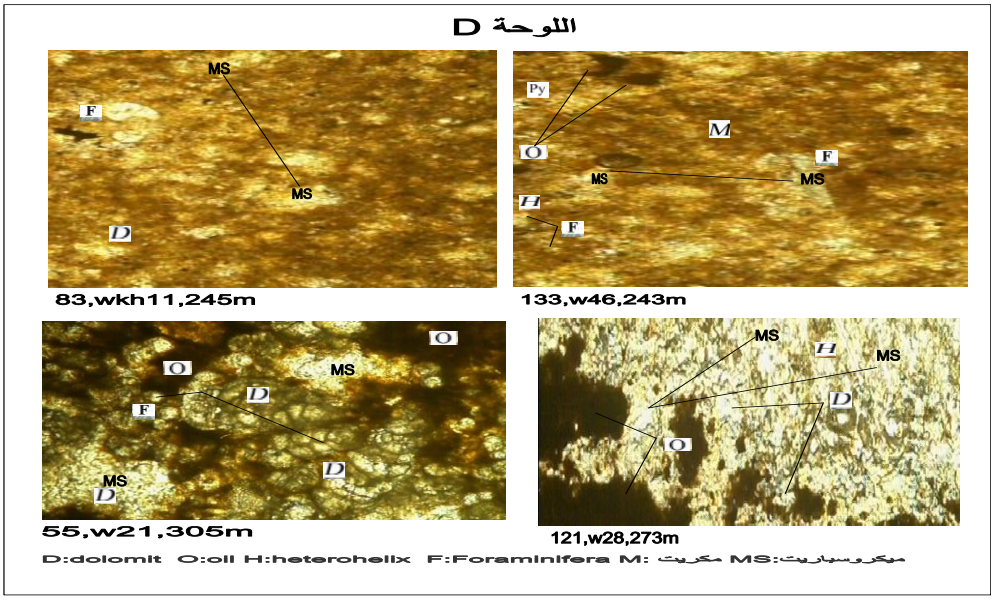
دليل ترسيب المحاليل السيليسية.هذا يعكس ازدياد في عمق البيئة نحو الشرق وارتفاع منسوب المياه وتعزى تغيرات السماكة والسحنة نتيجة التغيرات في مستوى المياه .تعكس الوحدة A سماكة أقل في الجنوب ممكن أن تصل 7m في البئر w32 و 10m في البئر w40 بينما تصل سماكتها في الشمال إلى 46.5m.تعكس الوحدة A تغيرات سحنية حيث تتألف من التوضعات المارلية الكلسية والكلسية وتشكل الوحدة A و B غطاء السجيل الزيتي كما أشرنا، وهذا الغطاء يتكشف على السطح مباشرة إلا في بعض الآبار يعلوها طبقات بازلت نيوجيني وطبقات كلسية.



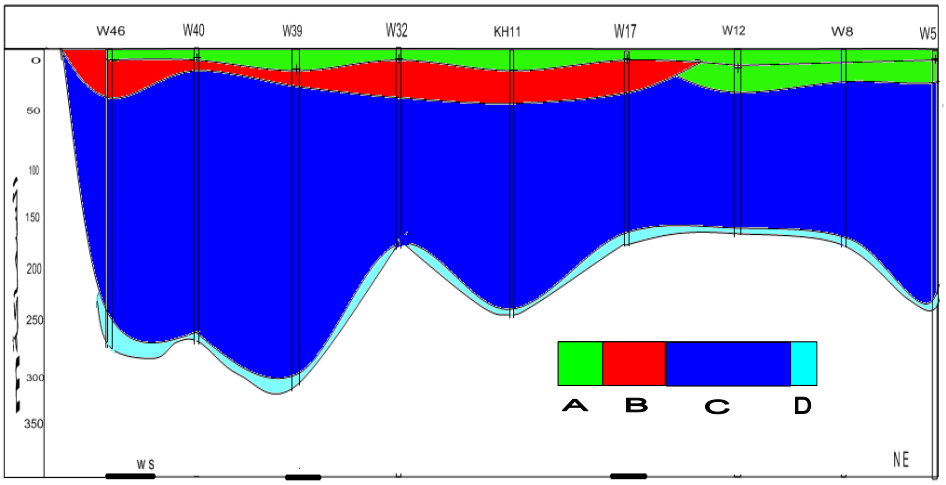
اللوحة(A) تمثل السحنات المجهرية الكلسية والكلسية المارلية في الوحدةA في الآبار المرجعية



اللوحة (B) تمثل السحنات المجهرية الكلسية الغضارية في الوحدة B في آبار مختلفة



اللوحة (D) تبين السحنات المجهرية في الوحدة D في الآبار المرجعية



الشكل (7) يمثل تغيرات سماكة الوحدات في الآبار من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي وهي على التتالي من اليمين إلى اليسار (w46,w40,w39w32,kh11,w17,w8,w5),

الجدول (3) يمثل تغير السماكات والسحن في الوحدات في بعض الآبار

البئر --- الوحدة	W1	W12	KH11	W46	W40
A	19 m	21.5 m	13 m	19 m	10 m
	16متر مارل كلسي مع أكاسيد حديد + 3 متر من الرمل والأرغوانيت	مارل مع حصى صوانية وأكاسيد حديد	مارل كلسي مع أكاسيد حديد	حجر كلسي	7متر مارل كلسي + 3 متر حجر كلسي مع أكاسيد حديد سوداء وبرتقالية
B	21m	غير موجودة	30m	21m	19m
	كلس غضاري	ممكن ان نعزي ذلك لتغير مستوى المياه	كلس غضاري مع حصى صوانية وأكاسيد حديد	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية
C وحدة السجيل	207m	144m	203m	201m	225m
	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية على العمق 180m
D	2m	لم يخترقها الحفر	3m	12m	2m
	كلس قاسي	-	كلس مدلمت	كلس عضوي	كلس قاسي

أهم العمليات المنتشرة في التوضعات المدروسة :

الدلمتة :نلاحظ انتشار عمليات الدلمتة الجزئية منتشرة على الوحدات السحنية المدروسة وخاصة في التوضعات الكلسية والمارلية الكلسية القاسية وتكون هذه العمليات نتيجة وجود سائل دلمتة غني بالمغنزيوم يمر على التوضعات ويقوم بدلمتة البلورات الكلسية وتشكيل بلورات دولوميتية معينية الشكل مكتملة أو مكتملة غير منتظمة الحواف في عدة آبار والدلمتة هنا ثانوية أي لاحقة لعمليات الترسيب(دياجينيز لاحق) وبعض منها معاصر لعمليات الترسيب ونلاحظ أماكن وجود الدلمتة

انتشار البيوكلاست وتخريب هياكل المستحاثات.وتعد ظاهرة الدلمتة من أهم العمليات التي تحدث للصخر أثناء الترسيب بشكل مباشر أو بعد عملية الترسيب وتعد من أهم المفاتيح الأساسية لاستنباط الشروط السائدة من خلال دراسة جيوكيميائية للنظائر المستقرة في الدولوميت ودراسة الأس الهيدروجيني[5].ولهذه الصخور أهمية نفطية خاصة نظرآ لاحتوائها على مسامية جيدة ناتجة عن عملية الدلمتة ونظرآ لكون مساماتها تتمتع بخصائص شعرية فعالة وبنظام اتصال متجانس بين فراغاتها[4].وتصنف الصخور الدولوميتية حسب المنشأ إلى أنواع وهي كالتالي:

1- دولوميا أولية-(معاصرة للترسيب):وتتصف ببنية بلورية ناعمة إلى ناعمة جداً وتطبق منتظم ويتشكل بفعل التحول المينرالوجي السريع للوحول الكربوناتية(Jones et al,2003).

2-دولوميا إيبيجينزية-(لاحقة للترسيب):وتنشأ من جراء دلمتة الصخور الكلسية التي تعرضت لحوادث الدياجينيز وتحتوي على بقايا مستحاثية أو غير مستحاثية وعادة ماتحتوي على بلورات كبيرة من الكالسيت وتشكل صخور خازنة[15].

- دولميا بنيوية :وتتصف ببنية بلورية واضحة حيث يرتبط هذا النوع من الدولوميا بالفوالق والتشققات[12].وتصنف الصخور الدولوميتية حسب درجة التبلور والنسيج البلوري(الشكل) حسب (Friedman,1965):

(euhedral):بلورات جيدة التبلور،وعندما تكون معظم البلورات(euhedral) يكون النسيج (idiotopic).

(Subhedral):بلورات ذات أوجه سيئة النمو،وعندما تكون معظم البلوراتSubhedral يكون النسيج (hypidotopic).

(anhedral):وتميز الدولوميت المكون من بلورات عديمة الأوجه،وعندما تكون معظم البلورات anhedral يكون النسيج (xentopic)[11].وأما بالنسبة لآليات تشكل الدولوميت فهناك عدة آليات لتشكل الدولوميت:(الدلمتة بفعل البخر،الدلمتة بالمياه المالحة،دلمتة الخلط،دلمتة الضخ،دلمتة النز-رشح والدلمتة بفعل المياه الجوفية العميقة)وسيتم ذكرآليات محددة منها فقط كونها تتوافق مع الآليات المقترحة لتشكل الدولوميت في التوضعات المدروسة:

دلمتة النز-رشح: يتشكل الدولوميت:يتشكل الدولوميت وفق هذه الآلية من خلال عملية إعادة الجريان وخلط المياه العذبة بالمياه المالحة (reflux-system)،و تعتمد هذه الآلية غنى المحاليل الناتجة عن

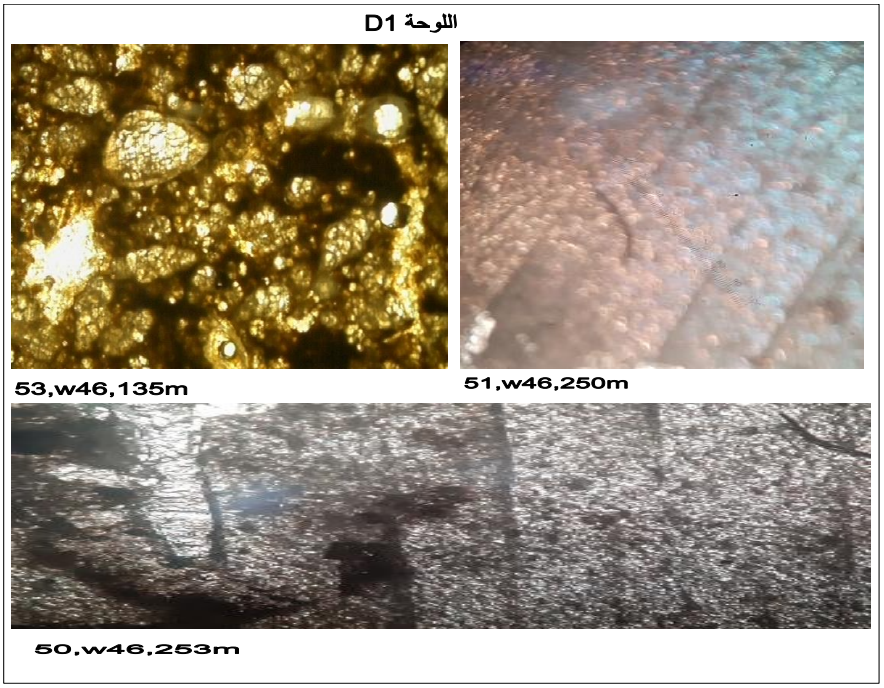
التبخر ب Mg حيث تشكل السوائل المدلمتة أثناء عملية تبخر المياه المالحة (مياه اللاغون مثلاً)وهبوط هذه السوائل إلى الرسوبات الكربوناتية[15].

دلمتة الضخ: الدولوميت المتشكل من خلال عملية ضخ السوائل الحاوية على شوارد الMg ضمن الرواسب الكربوناتية (pumping–system).وهنا حركة شوارد Mgانتتج من عملية ضخ يومي للسوائل البحرية الحاوية على هذه الشاردة ضمن رسوبات النطاق غير المشبع ومن خلال ضخ شاقولي لهذا السائل .وهذه الآلية تفسر تشكل الدولوميت الناعم التبلور وعلى الأغلب هو منتشكل في بيئة بحرية خلال مرحلة مبكرة من الترسيب (معاصر للترسيب)[15].

دلمتة الدفن: الآلية الرئيسة في حدوث هذا النوع من الدلمتة هي اندفاع مياه الصخور الوحلية القاعدية والسوائل الغنية بشوارد Mg إلى الكربونات الرصيفية ،حيث تغتني هذه السوائل ب Mg نتيجة عملية التحول الذي يصيب الفلزات الغضارية نتيجة زيادة الدفن ودرجة الحرارة وهذا النوع من الدولوميت شائع في الصخور الكلسية التي تغلفها الأسرة الغضارية[15].

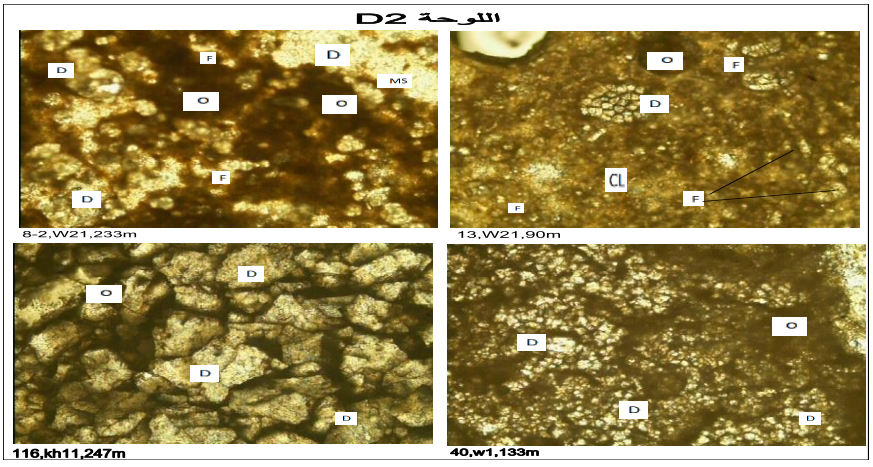
وبما يتعلق بالدولوميت في السحنات المدروسة في توضعات السجيل الزيتي:

دولوميت ناعم التبلور (دولومكريت):وهو من نوع auhedral وتميز نسيج idiotopic وأما حسب المنشأ فيميز هذا النوع الدولوميا المعاصرة للترسيب ،وقد لوحظ أن مواصفات هذا الدولوميت تشابه مواصفات الدولوميت المتشكل بآليتي النز –رشح وألية الضخ ضمن بيئة بحرية ضحلة تعرضت لعمليات البخر (اللوحةD1).



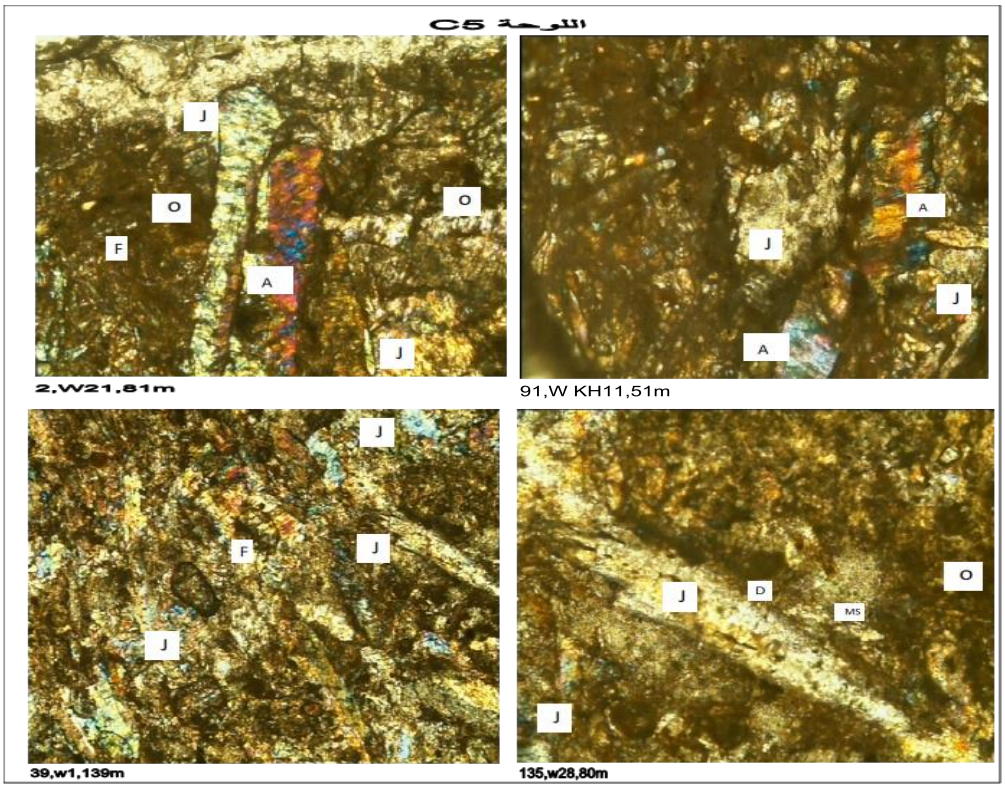
اللوحة (D1) تمثل السحنة المجهرية الدولوميتية الناعمة المعاصرة لعمليات الترسيب

دولوميت متوسط–خشن التبلور :(دولوميكروسباريت،دولوسباريت):من نوع Subhedral إلى euhedral المميزة لنسيج hypidotopicويعود من حيث المنشأ إلى الدولوميا الإيبيجينزية (الثانوية)اللاحقة للترسيب ويقترح أنه قد تشكل وفق آلية الدفن وآلية النز–رشح(اللوحة D2).



اللوحة (D2) تمثل السحنات المجهرية الدولوميتية المتوسطة والخشنة التبلور اللاحقة للترسيب

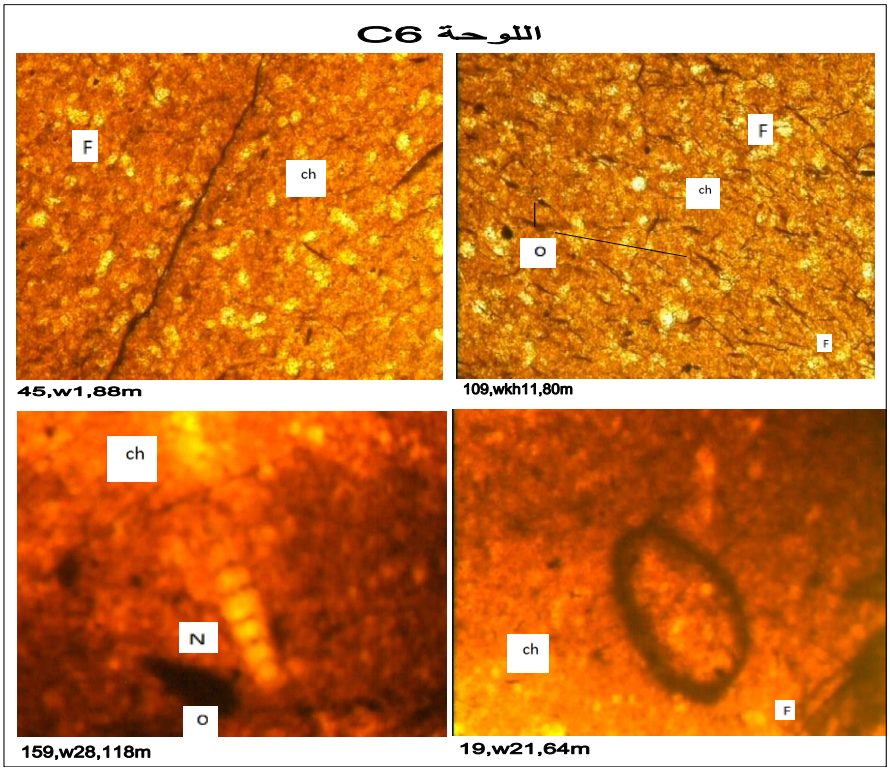
عمليات الانحلال والاستبدال:ومنها نوعين عمليات الإملاء الميكروسباريتي:على كامل توضعات الوحدات انتشار كبير لعمليات الانحلال للتراكيب الأصلية وترسيب بلورات الكالسيت على شكل عروق وترسيب الكالسيت في الشقوق وذلك بسبب وجود مياه دافئة غنية بمحاليل الكالسيت ونلاحظ انتشار عروق الكالسيت(جهرياً) على بعض المجالات في الوحدة C في البئر w21 على العمق(300-290) و w23 على العمق 160m و w24 على العمق 150m و w46.وعمليات الانحلال والإملاء الميكروسباريتي تنعكس مجهرياً بوجود بلورات كلسية ميكروسباريتية(MS) في عدة شرائح،وتملأ هذه البلورات الشقوق مع تعرض هياكل المستحاثات في عدة أعماق لعمليات إملاء ميكروسباريتي وأحياناً توجد هذه البلورات على شكل تجمعات كبيرة(اللوحاتA,B,C,D).والنوع الآخر من العمليات هو عمليات انحلال وترسيب بلورات الجص والأنهدريت(اللوحةC5)،وترسيب هذه البلورات يدل على بيئة دياجينز(شاطئية،ولاغونية).



O:Oil F:Foraminifera D:Dolomit MS:ميكروسباريت A:أنهدريت J:جص

اللوحة (C5)تبين السحنات المجهرية لبلورات الجص والأنهدريت المترسبة بعمليات الدياجينز

عمليات السيلسة :تنتشر على كامل الوحدات على شكل عقدذ صوانية تظهر بلون أسود ودرجة قساوة عالية جداً ،وهي قليلة في الوحدةA ولكن تكون واضحة فيها بنسبة كبيرة في البئر w26 ، ومنتشرة بشكل كبيرعلى شكل عقد صوانية في الوحدةCوB،وممكن أن تشكل عروق تصل سماكتها 7cm. وإن انتشار الصوان دليل على وجود محاليل سيليسية غنية بـSiO (ممكن أن تكون قادمة بواسطة التيارات من مياه سحيقة العمق باردة) وترسيب العقد والعروق الصوانية وخاصة في الوحدة Cكونها ترسبت في بيئة أعمق من الوحدتين AوB.،إن الصوان المتشكل ناتج عن عملية ترسيب لاحق (دياجينيز متأخر)(وليس ترسيب مباشر)عن طريق انحلال التوضعات الكلسية الغضارية واستبدالها بالسيليس،ويتم الاستدلال أنه دياجينز لاحق من خلال شكل توضع الصوان(عقد–خثرات–عروق صوانية)وتم التأكيد على ذلك من خلال وجود الهياكل المستحاثية الموجودة ضمن بعض الشرائح المجهرية الصوانية(اللوحةC6).



O:Oil F:Foraminifera D:Dolomit N:Nodozaria ch:chert

اللوحة (C6) وتمثل السحنات المجهرية للصوان المتشكل مع إظهار الهياكل المستحاثية الباقية

عمليات البيرتة :لدينا بيريت منتشر على عدة مجالات من المنطقة نراه في عدة آبار كما في w1 على العمق 70–80m في الوحدة c وفي الوحدة B في البئر kh11 على المجالين –250 270m و 160m–172 .وتشكل البيريت دليل بيئة عميقة مغلقة غير متجددة المياه أي لايوجد تيارات مائية متجددة. في البيئة المغلقة يتفاعل الكبريت مع الباريت ويتشكل البيريت في هذه الظروف المناسبة.

تطور البيئات الرسوبية والباليوجغرافيا:

تبدأ التوضعات ببيئة قليلة العمق في الوحدة D تعكس سحنة كلسية قاسية وكلسة عضوية وكلسية مدلمتة ج وتحتوي بيوكلاست وبعض بقايا التكستولاريا وبعض الغلوبوجيرينا .لم نستطع إعطاء فكرة واضحة عن تغيرات مستوى المياه لأن الآبار لم تخترق هذه الوحدة إلا لبعض الأمتار(قليلة العمق).يليها انتقال سريع وتدفق مياه سريع وانتقال لبيئة عميقة يتخللها في بعض الأحيان تيارات مائية تحمل بعض القاعيات ،وتترسب سحنة كلسية غضارية ناعمة متشربة بكمية ممتازة من المادة العضوية .وهذا دليل غنى الوسط بالبلانكتونات أصل المادة العضوية التي يحدث لها موت ودفن جماعي سريع تشكل الكيروجين المكون الأساسي لتوضعات السجيل.نلاحظ تغيرات في مستوى المياه يؤثر على السماكة وتشرب المادة العضوية ولايؤثر على السحنة بشكل رئيس.وإن ترسيب الغضار والكلس الغضاري والبنية الناعمة ووجود المكريت يدل على بيئة عميقة هادئة منخفضة الطاقة،مع وجود البيريت الدال على بيئة مرجعة،إن المنخربات البلانكتونية موجودة بكمية كبيرة وهذا مايؤكد على بيئة عميقة وليس العكس لأن نسبة القاعيات قليلة. ويليها انتقال متدرج لبيئة أقل عمق عبر الوحدة B الكلسية الغضارية المتوسطة الخشونة المنتشر فيها كمية من البلانكتونات والقليل من القاعيات لكنها غير متشربة بالمادة العضوية الكيروجينية نتيجة عدم وجود عمق ومستوى مياه كافي وبالتالي عدم وجود حفظ وثقل رسوبات مناسب لتحول المادة العضوية لكيروجين.مع بعض التغيرات في مستوى المياه يعطي تغيرات في السماكة.ويمر الانتقال المتدرج بالوحدة A الاقل عمقآ المكونة من المارل والمارل الكلسي والتوضعات الكلسية أي أنه تم العودة لبيئة أقل عمق تحوي بعض البلانكتونات والقاعيات والبيوكلاست وأكاسيد الحديد.إذآ بدأت التوضعات من الأسفل ببداية تجاوز رسب الكلس الدولوميتي انتقل لمرحلته الأعظم بسرعة واستمر لفترة طويلة رسب سماكة جيدة من السجيل الزيتي أي مستوى مياه عالي وعاد لينخفض تدريجيآ خلال الوحدة B ويبيدأ بالانحسار في الوحدة A مع ترسيب التوضعات الكلسية والمارلية الكلسية.

إن رسوبات الوحدة D تدل على بيئة بحرية قليلة العمق(مقارنة معB,C) متوسطة الطاقة، تحوي منخربات بلانكتونية ،وتتدرج ضمن بيئة بحرية من نوع (Toe of Slope)والاقتراح الأفضل أنها في القسم الأعلى من(Toe of Slope)والقسم السفلي من بيئة المنحدر القاري القليلة العمق(Slope) . بينما تتدرج معظم رسوبات الوحدتين B,C (المكون السفلي والجزء السفلي من المكون الأعلى) ضمن بيئة من بيئات البحرالمفتوح (Open sea) في الجزء العميق (DeepShelf)بينما تتدرج رسوبات الوحدة A الكلسية والمارلية الكلسية ضمن بيئة الترسيب من نوع(Toe of Slope) وذلك حسب نموذج.**Wilson– [16].**

7- النتائج :

1- تخترق الآبار المحفورة في منطقة خناصر سحنات كلسية مارلية وكلسية غضارية وكلسية(قاسية ومنخربية ومدلمتة).

2- تم تقسيم التوضعات في منطقة خناصر إلى مكونين(مكون أعلى ومكون أسفل)وإلى عدة وحدات ،وتحت وحدات.

3-تشكل الوحدة D بداية معظم الآبار، وهي ذات سحنة كلسية(قاسية،عضوية مخربية، مدلمتة)

وممكن أن تشكل خزاناً نفطياً للمركبات العضوية التي تنضج من السجيل .

4- المكون الأسفل المتمثل بالوحدة C(وتحت وحداتها) يمثل مكون السجيل الزيتي في منطقة خناصر.

5- تتناوب توضعات السجيل الزيتي في منطقة خناصر بين سحنة كلسية غضارية وسحنة غضارية ناعمة البنية في معظمها،متشربة بالمادة العضوية(جيدة –ممتازة التشرب)،تحتوي شقوق طولية وعرضية وأغلبها مكريتية وميكروسباريتية،(أغلبها واكستون–باكستون) و تتدرج معظم الرسوبات ضمن بيئة من بيئات البحر المفتوح في الجزء العميق(deep shelf).

6- تتوضع وحدة السجيل الزيتي فوق سحنة كلسية دولوميتية وكلسية قاسية،بينما يغطي السجيل وحدتين،كلسية غضارية ومارلية .

7- تنتشر عمليات الدلمتة ضمن التوضعات وهذه الدلمتة بعضها معاصر للترسيب بينما معظمها لاحق لعمليات الترسيب(دياجينيز).بينما كل عمليات السيلسة المنتشرة ضمن السجيل هي بفعل

دياجينز لاحق ويستدل على ذلك من شكل ترسب الصوان(عقد وخثرات) ويؤكد أنه لاحق لعمليات الترسيب وجود بعض الهياكل المستحاثية الباقية .

8-المقترحات:

إجراء دراسة جيوكيميائية لتوضعات السجيل الزيتي في المنطقة ،وتحديد درجة نضج المادة العضوية الموجودة ونوع الكيروجين وربطه مع بيئات الترسيب،وذلك بواسطة تحاليل الروك إيفال بشكل رئيس و شرائح الكيروجين.مع دراسة عناصر الأثر ونسبها في التوضعات.

إجراء دراسة ترسيبية جيوكيميائية تفصيلية لعمليات الدياجينز المنتشرة على كامل التوضعات وبشكل خاص الدلمتة وعمليات السيلسة.

إجراء دراسة جيوفيزيائية مفصلة للتوضعات من أجل تتبع تأثير وجود المادة العضوية في السجيل على القياسات الإشعاعية وقياسات الكثافة.

المراجع باللغة العربية:

1-إسلام ،أ (1988): الطاقة ومصادرها المختلفة ،مركز الأهرام للترجمة والنشر ،مؤسسة الأهرام ، القاهرة،351ص .

2-التقرير الجيولوجي للمؤسسة العامة للجيولوجيا حول السجيل الزيتي،تقرير داخلي غير منشور.

3- دوبرتريه ، ل (1966) : جيولوجيا سوريا ولبنان (مترجم).

4 - القاضي ،م (2016) : جيولوجيا النفط ،مطبوعات جامعة دمشق ،جامعة دمشق،494ص.

5- عبد الله ، ع (2016) : دراسة ترسيبية وديناجينيزية وخزنية لتشكيلة الشرانيش في حقول سازابا النفطية في شمال شرق سورية ، أطروحة دكتوراة ، جامعة دمشق،227ص.

6- غبرة، ع و سعود،ح (2004) :استخدام معامل الزمن – حرارة أرينوس في تقدير نضج المادة العضوية في صخور السيلوري والباليوزي العلوي في هضبة حلب ،مجلة جامعة دمشق ،العدد الأول.

7– لبابيدي،م (1980) –التنقيب عن النفط،المجلة الجيولوجية السورية،العدد السابع،10ص.

References:

8- Barazangi, M., Seber, D., Chaimov, J., Best, J., Litak, R., Al-saad, D., Sawaf, T. 1993. Tectonic evolution of the northern Arabian plate in Western Syria. In: Recent Evolution and Seismicity of the Mediterranean Region, E.Boschi et al. (Eds). Kluwer Academic Publishers, 117-140.

9-Bjorlyk,k .Aveth,P.Faleid,J.(2010)−Petroleum GeoScience,Springer−

relage Berlin,508p.

10- Brew, G., Barazangi, M., Al-Maleh, A. K., Sawaf, T. 2001. Tectonic and Geologic Evolution of Syria. GulfPetroLink, Bahrain. GeoArabia **6**:p. 573-616.

11- **Friedman**, G.M. 1965. Terminology of recrystallization textures and fabrics in sedimentary rocks. – J. Sed. Petrol.,**35**,p. 643-655.

12- Lind,I.S.(1985).The origin of massif dolomite.jornal of Geological

Education.33,112−125.

13- Mikhailov, I.A. 1964. Schematic Map of the first Below – the – Surface – Water- Bearing Formation of Syria scale 1:1000000, V.OTechnoexport Moscow USSR, Contract N. 944. Ministry of Industry, S.A.R., Damascus.

14- Ponikarov, V.P,. and Mikhailov, I . A. 1964. Geological Map of Syria scale 1:1000000, V.O. Technoexport Moscow USSR, Contract N. 944, Ministry of Indursty, S.A.R., Damascus.

15- Ward, W. C., and R. B. Halley, 1985. Dolomitization in a mixing zone of near- seawater composition, Late Pleistocene,northeastern Yucatan Peninsula: Journal of Sedimentary Petrology, v. **55,** p. 407-420.

16-Wilson , J. L. 1975. Carbonate Facies in Geologic History . Springer - Verlag , New York , 471 pp.