



البيئات العلمية وسبلها للحياة المتعلمة



التغيرات العمودية والجانبية للعمليات التحويرية لتكوينات الخصب والتنومة والسعدي ضمن تتابعات

دورة (تورونيان - سانتونيان) في حقلي بلد وتكريت/محافظة صلاح الدين

عمر محمود عمر ، عبد السلام مهدي صالح ، فارس نجريس حسن

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

الملخص

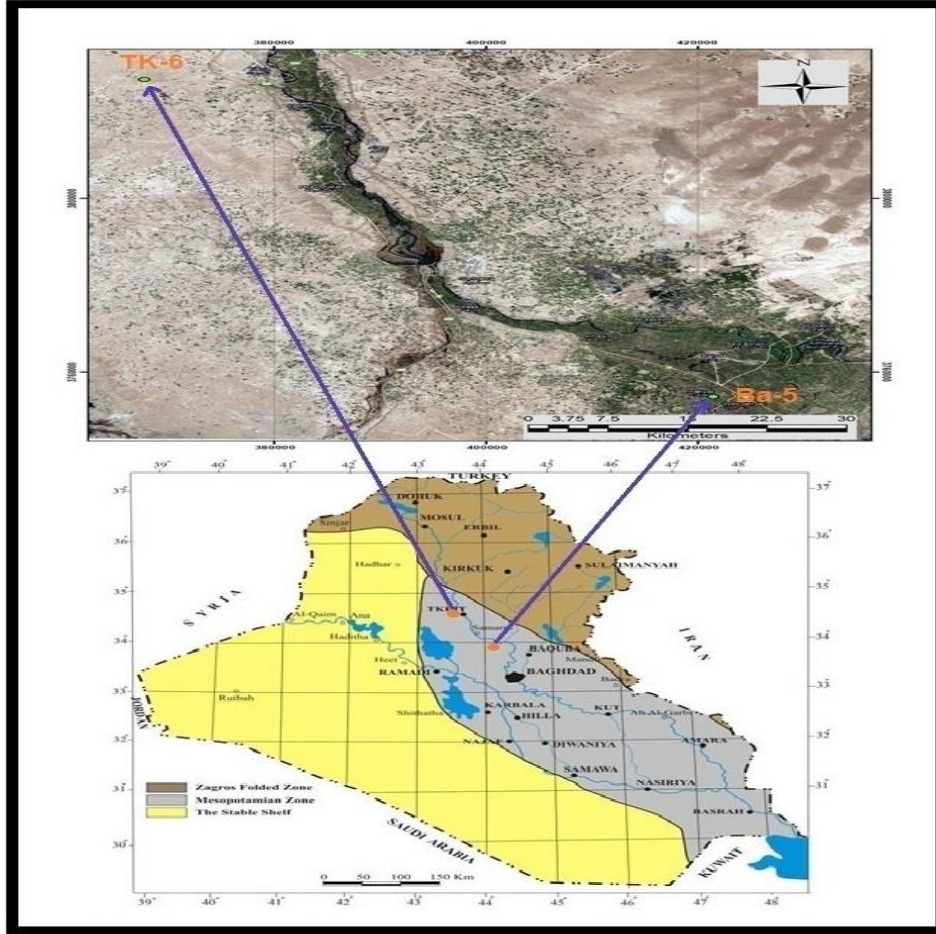
تضمنت الدراسة الحالية دراسة التغيرات العمودية والجانبية للعمليات التحويرية لتكوينات الخصب والتنومة والسعدي ضمن تتابعات دورة (Turonian- Santonian) في مقطعين تحت سطحيين ضمن حقلي بلد وتكريت في محافظة صلاح الدين، تمثل الاول بمقطع (Ba-5) بسمك (350)م، في حين يتمثل الثاني بمقطع (TK-6) وسمكه (500)م. حيث تم دراسة (309) شريحة مكونة من الفتات الصخري بواقع (109) شريحة لبئر (Ba-5) و(200) شريحة لبئر (TK-6). تتألف صخور التكوينات قيد الدراسة بشكل رئيسي من الحجر الجيري الطباشيري المتعاقبة مع الحجر الجيري السجيلي والحجر الجيري ذو اللون الرمادي والبنّي بالنسبة لتكوين الخصب، اما تكوين التنومة فيتكون من تتابعات من السجيل البني الداكن المتداخلة مع المارل الاخضر الداكن، بينما تكوين السعدي يتكون على الاغلب من تتابعات من الحجر الجيري الطباشيري مع تواجد لطبقات من الحجر الجيري المارلي في وسط واسفل التكوين، اوضحت الدراسة ان تتابعات هذه الدورة غير متوافقة مع تكوين الكفل التبخري الذي يسفلها في كلا المقطعين بينما في جزئها العلوي تكون متوافقة مع تكوين مشورة ضمن مقطع (Ba-5) وغير متوافقة مع تكوين الهارثة ضمن بئر (TK-6). اظهرت الدراسة البتروغرافية تعرض صخور الدراسة الى العديد من العمليات التحويرية وهي كل من السمنتة والدلمة والتشكل الجديد والاذابة والانضغاط والمكرتة والتعكر الحياتي تبعا لدرجة شيوعها مع انتشار كبير للمعادن موضعية النشأة متمثلة بمعدن البايبرايت واسع الانتشار خلال مقطعي للدراسة اضافة لتواجد قليل لمعدني الكلوكونايت والسيليكات. واعتمادا على الوصف البتروغرافي للعمليات التحويرية تم دراسة التغيرات العمودية والجانبية للعمليات التحويرية ومن ثم استنتاج البيئات التحويرية للتكوينات قيد الدراسة.

الكلمات المفتاحية: (الخصب والتنومة والسعدي)، العمليات التحويرية، البيئات التحويرية.

المقدمة

العمودية والجانبية للعمليات التحويرية، حيث اشتملت منطقة الدراسة على مقطعين تحت سطحيين موزعين على حقلي بلد وتكريت ضمن محافظة صلاح الدين مكونة من بئرين هما (Ba-5,TK-6) كما مبين في الجدول (1) والواقعين ضمن نطاق السهل الرسوبي (Mesopotamian Zone) لوادي الرافدين ضمن الرصيف غير المستقر حسب التقسيمات التكتونية للعراق [1] الشكل (1).

تهدف الدراسة الحالية الى دراسة التغيرات العمودية والجانبية في العمليات التحويرية لتتابعات (Turonian - Santonian) وبيان مقدار الارتباط بين تلك التغيرات المختلفة وعلاقتها بتغير صفاتها المكمنية واهميتها كصخور خازنة للنقط، اذ ان سبب تغير الخواص المكمنية وكمية الانتاج للصخور المنتجة ضمن هذه التتابعات وارتباطها بتغير العمليات التحويرية اعطى ذلك مبرراً لدراسة التغيرات



الشكل (1) التقسيمات التكتونية للعراق موضعاً عليها آبار منطقة الدراسة الحالية عن [1]

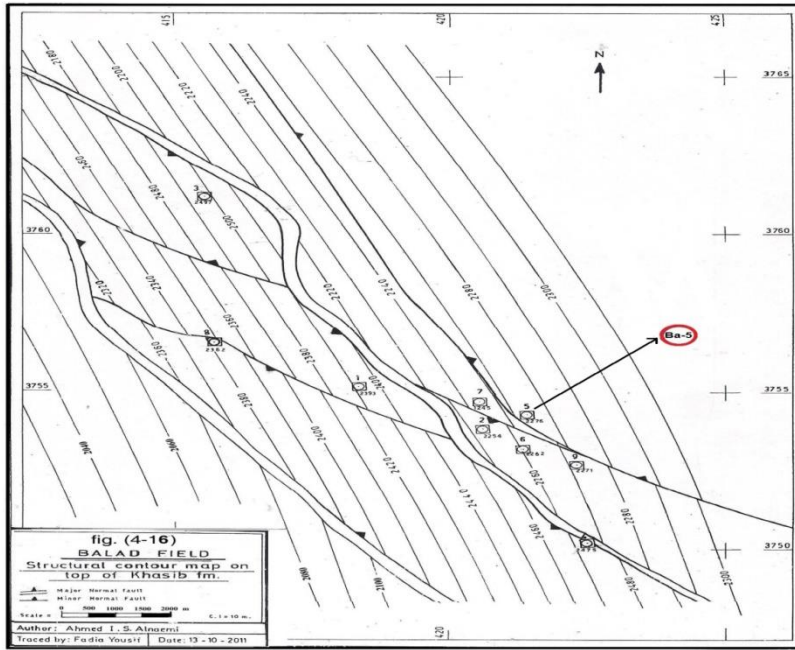
الجدول (1) يبين احداثيات آبار الدراسة مع حدود سمك التكوينات وعدد الشرائح

عدد الشرائح	تكوين الخصيب			تكوين التثومة			تكوين السعدي			الأحداثيات (UTM)	البئر
	سمك التكوين	الحد الأسفل	الحد الأعلى	سمك التكوين	الحد الأسفل	الحد الأعلى	سمك التكوين	الحد الأسفل	الحد الأعلى		
109	70	2410	2340	160	2340	2180	120	2180	2060	N: 3754 290.670 E: 421 398.604	Ba-5
200	100	2160	2060	140	2060	1920	260	1920	1660	N: 3827 400.670 E: 367 704.417	Tk-6

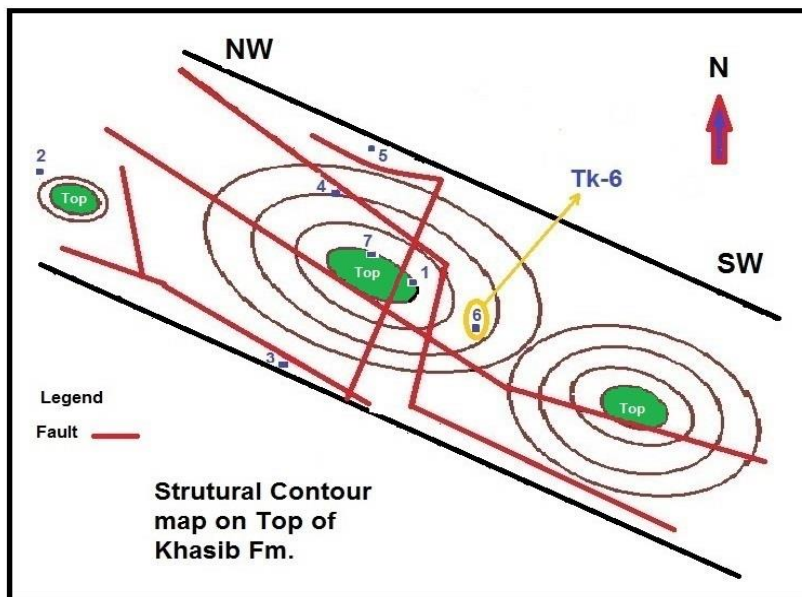
لا تخلو اي من اباره من الصدوع حيث بينت الخرائط التركيبية لتكوينات المقطع الطباقى تحت الدراسة ان حقل تكريت يتكون من عدة قواطع محددة بفوالق اعتيادية ويتمثل الجزء الرئيسي من الحقل بخسفة كبيرة (Graben) محددة بفالقين وبازاحة قد تزيد على 500 م، اضافة الى وجود مجموعة اخرى من الفوالق الثانوية المتجهة شمال شرق- جنوب غرب، [3]، الشكل (3).

حيث يكون سمك المقطع الدراسي خلال بئر (Ba-5) 350م بينما يكون سمكه خلال بئر (Tk-6) 500م والذي يتكون من تتابعات من الحجر الجيري الطباشيري والمارل والحجر الجيري المارلي والحجر الجيري السجيلي والسجيل ، كما في الاشكال (4)(5).

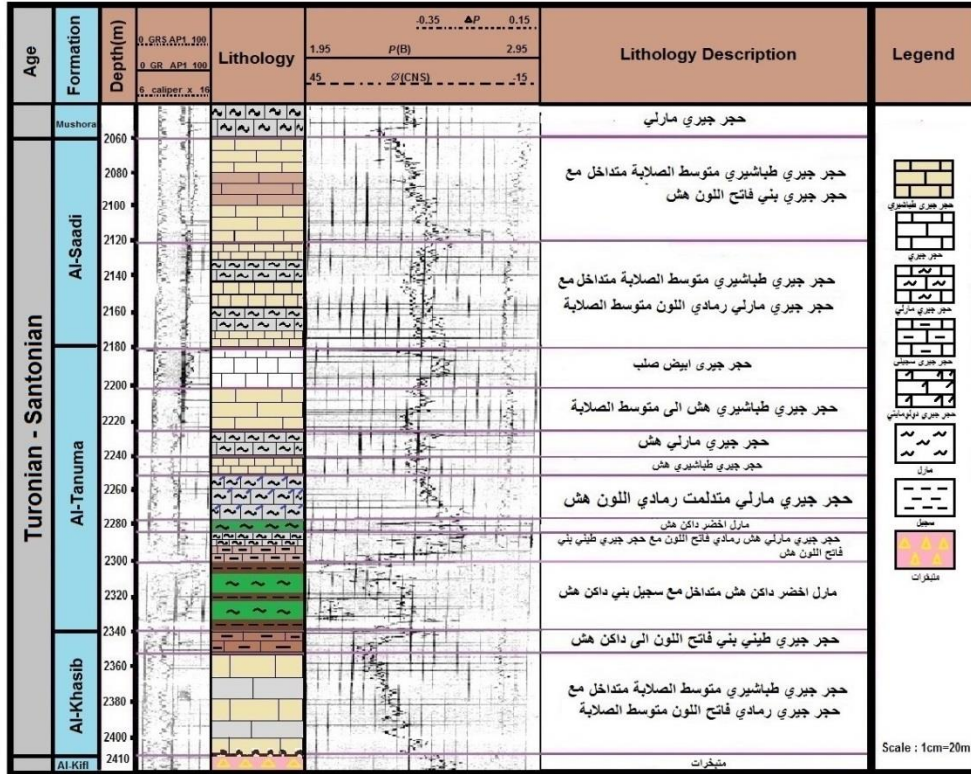
يقع حقل بلد الى الجنوب من مدينة بلد ويبعد عنها حوالي 9 كم على الجانب الغربي لنهر دجلة بأرتفاع 57 م فوق مستوى سطح البحر ويكون تركيب بلد طية احادية الميل (من الشرق) ويتجه محورها شمال غرب-جنوب شرق متأثرة بفالقين رئيسيين خسفيين يتجهان بنفس اتجاه محور الطية ويبعدان عن بعضهما حوالي 4 كم ويكون الجناح الشمالي الشرقي اقل ميلاناً واوسع رقعة من الجناح الجنوبي الغربي كما توجد فوالق ثانوية، وجميعها تقسم الطبقات المكمنية والتركيب الى قطاعات معزولة مكمنيا [2]، الشكل(2). بينما يقع حقل تكريت على بعد 10 كم تقريبا غرب مدينة تكريت ويبلغ طوله 70 كم تقريبا وعرضه حوالي 1 كم ويعتبر حقل تكريت من الحقول المعقدة حيث تكاد



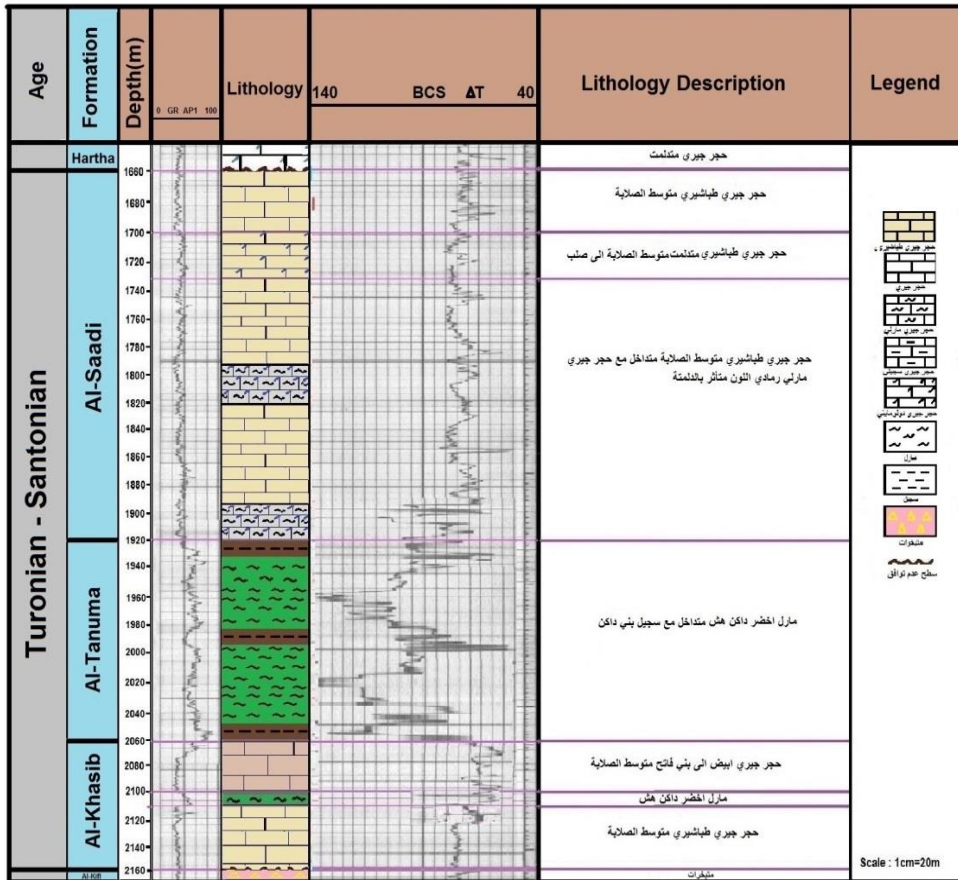
الشكل (2) يمثل حقل بلد [4]



الشكل (3) يمثل حقل تكريت



الشكل (4) المقطع الطباقى لبئر (Ba-5)



الشكل (5) المقطع الطباقى لبئر (Tk-6)

تشخيصها كل من السمنت الحبيبي والذي هو عبارة عن بلورات كلسية شفافة متساوية الاحجام عديمة الى شبه كاملة الاوجه بحجم (10-60) مايكرون ويترسب ضمن النطاق الفادوزي والفرياتي [13]، لوحة (A/1)، والسمنت الدرزي المتكون من بلورات من الكالسايت العديمة الى شبه عديمة الاوجه باحجام اكثر من (10) مايكرون [9]، ويتميز بازدياد حجم بلوراته باتجاه مركز الفراغ او المسام [10]، لوحة (B/1) ، والسمنت البلوكي وهو عبارة عن بلورات كبيرة من الكالسايت كاملة إلى شبه كاملة الأوجه وليس لها اتجاه محدد في النمو ويصل حجمها (40-60) مايكرون [15]. ويتواجد هذا النوع من السمنت ضمن البيئات الفادوزية والجوية والفرياتيّة وبيئات الدفن [14]، لوحة (C/1)، والسمنت المترابك بصرياً حيث يتكون هذا النوع من السمنت على شكل بلورات من الكالسايت وهذه البلورات تنمو فوق اصداف الحبيبات الهيكلية وبالاخص حول اصداف شوكيات الجلد (Echinoderms)، ويتواجد في البيئات الفرياتيّة وبيئات الدفن (Deep burial) ، لوحة (D/1). اما عملية التشكل الجديد (Neomorphism) فهي عملية تحول المعدن من حالة الى اخرى بدون حدوث تغيير في التركيب المعدني وتقوم على عمليتين هما عملية اعادة التبلور (Recrystallization) وعملية الانقلاب (Inversion) [16]. وبين [11] بان عملية اعادة التبلور تشمل التغير في حجم وشكل بلورات المعادن دون التغيير في تركيبها الكيميائي ، لوحة (E/1)، اما عملية الانقلاب (Inversion) فهي عملية انتقال من معدن الى اخر اي احلال معدن كاربونات محل معدن كاربونات اخر، ويكون لها تأثير كبير في كمية مسامية الصخر، كاحلال معدن الكالسايت محل معدن الاراكونايت من خلال العمليات التحويرية والتي تحدث مبكرة بعد تكوين الصخر، لوحة (F/1)، الشكل (7)(8).

B- العمليات التحويرية غير المتماثلة كيميائياً (Unisochemical)

وهي العمليات التي يحدث فيها تغيير في التركيب المعدني والكيميائي للرواسب ومنها عملية الدلمتة (Dolomitization) وهي عملية إحلال أيون المغنيسيوم (Mg^{+2}) محل أيون الكالسيوم (Ca^{+2}) في ترسبات الحجر الجيري [17]. وتعتبر من العمليات التحويرية المهمة جدا لكون صخورها تشكل أكثر من 50% من الصخور الكاربوناتية الخازنة للهيدروكاربونات في العالم، وان زيادة شدة الدلمتة تؤدي الى زيادة المسامية لأن عملية احلال (Mg^{+2}) محل (Ca^{+2}) يؤدي الى نقصان حجم بلورات الدولومايت وبالتالي تكون الفراغات التي بدورها تزيد المسامية [18]. ومن انسجة الدولومايت التي تم تشخيصها اعتمادا على تصنيف [19] كل من نسيج المعينات الطافية والذي يتميز هذا النسيج ببلوراته المعينية المنفردة ذات الاحجام الكبيرة والصغيرة والمنتشرة ضمن الارضية الميكروايتية او المتبلورة، ويتميز ببلورات كاملة الى ناقصة الاوجه والذي يتشكل خلال المراحل المبكرة من عملية الدلمتة غير المتجانسة، لوحة (A/2). ونسيج المعينات

حيث أعتبر [5]، أول من وصف التكوينات الثلاث في بئر (Zb-3) وهو المقطع المثال، ثم أعيد وصف التكوينات بشكل مفصل من قبل [6] في منطقتي البصرة والكويت واعتبرا ان تكوين الخصب يتألف من جزئين، الجزء الاعلى متكون من حجر جيرى صلصالي داكن يليه تعاقب يتألف من السجيل الداكن والحجر الجيري الصلصالي، اما تكوين التتومة فقد وصف على انه يتألف من صخور سجيلية سوداء متداخلة مع صفائح من الحجر الجيري الفتاتي، اما تكوين السعدي فقد وصف على انه يتكون من صخور جيرية بيضاء طباشيرية صلصالية بأستثناء الجزء الاوسط منه الذي يتكون من صخور صلصالية فقط، اما [7] فقد قدم وصفا شاملا لطبيعة التكوينات قيد الدراسة وافاد انهما يمثلان دورة ترسيبية واحدة ، وبين ان تكوين الخصب يتكون من صخور جيرية طباشيرية بيضاء اللون تسفلها صخور جيرية صلصالية مع تداخلات من السجيل ، بينما تكوين التتومة هو عبارة عن صخور سجيلية جيرية سوداء متصفحة تتداخل مع صخور جيرية سرثية فتاتية ، اما تكوين السعدي فإنه يتكون من صخور جيرية طباشيرية تتداخل مع صخور جيرية صلصالية حاوية على المتحجرات الدقيقة الطافية.

طرق الدراسة (Methods of study)

تمثلت الدراسة بالاطلاع على التقارير الداخلية والتقارير النهائية لأبار الدراسة حيث تمت دراسة 309 شريحة متوفرة لدى شركة نفط الشمال بواقع 200 شريحة لبئر Tk-6 و 109 شريحة لبئر Ba-5 ووصفها بتروغرافيا تحت المجهر المستقطب لتحديد الخواص المكنمية وبيان تأثير العمليات التحويرية وصولا الى استنباط البيئات التحويرية.

العمليات التحويرية (Diagenesis)

تشمل جميع العمليات الفيزيائية والكيميائية والحياتية التي تطرأ على الرواسب وتؤدي الى تغير نسيجها منذ وقت ترسيبها ولغاية تصخرها [8]. وتصنف العمليات التحويرية الى عدة تصانيف وبرزها هو تصنيف [9] الذي صنف العمليات التحويرية الى صنفين هما:

1- العمليات التحويرية البنائية (Constructive Diagenesis) وتشمل :

A- العمليات التحويرية المتماثلة كيميائياً (Isochemical)

وهي العمليات التي لا يحدث فيها تغيير في التركيب الكيميائي والمعدني للرسوبيات الكاربوناتية متمثلة بكل من عمليات السمنتة (Cementation) الناتجة من تبلور المعادن اللاحمة من المحاليل المتحركة ضمن الفراغات والتي تكون في حالة فوق الاشباع بأيوناتها [10]. وبين [11] ان التركيب المعدني للسمنت يعتمد على نوعية المحاليل المتوغلّة في الفراغات ومقدار تشبع تلك المحاليل بالايونات المختلفة، وتتأثر عملية السمنتة في البيئة التحويرية بعدة عوامل منها الضغط الجزئي لغاز (CO_2) وكيميائية المحاليل المتوغلّة ودرجة الحرارة والضغط والدالة الحامضية (PH) [12]. وبصورة عامة يتكون السمنت ذو المنشأ البحري من الاراكونايت والكالسايت الغني بالمغنيسيوم، أما السمنت المترسب في مناطق المياه العذبة فإنه يتكون من الكالسايت الواطئ المغنيسيوم [13]، ومن الانواع التي تم

اهميتها بوصفها ذات صخور منتجة [24]. حيث شخصت بهيئة اثار زحف ، لوحة (B/3) ، وكذلك بهيئة ثقب بفعل الديدان على اصداق الرخويات ، لوحة (C/3). اما عملية المكترتة (Micritization) فقد اشار [10] بأنها تتكون بفعل الاحياء المجهرية كالمطحالب والفطريات التي تعمل على تآكل اسطح هياكل الاحياء ، فهي اما تكون على الحافات الخارجية للمتحجرات مؤدية الى احاطتها وحفظ شكلها الخارجي مشكلة ما يسمى بالغلاف الميكروبيتي ، او تحدث بشكل كلي اذ لا يظهر من الحبيبة اي تركيب داخلي [11]، لوحة (D/3). اما عملية الانضغاط (Compaction) فهي العملية التي تؤدي الى ترصص الحبيبات وبالتالي نقصان في المسامية الاولية فضلاً عن احداث تكسر وتشوه الحبيبات مع تعرض بعضها للاذابة [25]. وبين [26] ان المسامية الاولية للرواسب تنخفض مباشرة بعد الدفن وذلك بسبب تصلب الرواسب وانضغاط حبيباتها ومع مرور الزمن وازدياد عمق الدفن لهذه الرواسب فإن عملية النشأة المتأخرة (Diagenesis) التي تتعرض لها هذه الرواسب تحل محل عملية الانضغاط لتصبح السبب الرئيسي في تدمير المسامية الاولية لهذه الرواسب. تم تشخيص نوعين من الانضغاط كل من الانضغاط الميكانيكي وهو عبارة عن عملية الانضغاط على الرواسب عند ترسيبها اذ بين [27] ان عملية الانضغاط على رواسب الكربونات ضمن اعماق تصل الى (100) متر، تؤدي الى تقليل سمك الرواسب الى النصف تقريباً مع خفض المسامية المصاحبة بحدود 50% تقريباً من مجموع المسامية الاولية الموجودة في الرواسب الكربوناتيّة المترسبة حديثاً التي قد تصل الى 80% تقريباً، لوحة (E/3)، والانضغاط الكيميائي يعتبر من اهم العمليات التحويرية المتأخرة في البيئات العميقة والتي بدورها تؤدي الى تكوين اسطح الذوبان (Styrolite) [28]، التي تعتبر عملية شائعة في الصخور الجيرية وذلك بسبب قابليتها العالية للذوبان [29]، لوحة (F/3). اما عملية الاذابة (Dissolution) فهي عملية تكوين الفراغات ضمن الصخور الجيرية وذلك بسبب تعرض المعادن الكربوناتيّة للاذابة او التحلل [29]. وتحدث عملية الاذابة بصورة اساسية في البيئات العميقة وبصورة ثانوية في البيئات الاخرى [27]. وتبعاً ل [9] فإن عملية الاذابة تتأثر ايجابيا بعدة عوامل ومنها درجات الحرارة المنخفضة والضغط الجزئي العالي لغاز ثاني اوكسيد الكربون (CO2) والذاللة الحامضية (PH) الواطئة وارتفاع الضغط الهيدروستاتيكي وتكسرات الصخور، وقد تسببت الاذابة بتشكيل عدد من انواع المسامية الثانوية كالمسامية القالبية والتي تتشكل نتيجة للاذابة الانتقائية للحبيبات الهيكلية وغير الهيكلية كالمتحجرات والسرنيات [22] ، لوحة (A/4)، ومسامية القنوات وهي عبارة عن فجوات بهيئة طولانية ناتجة عن العمليات التحويرية المؤثرة، لوحة (B/4)، ومسامية الكسور وهي المسامية التي تتشكل نتيجة الحركات التكتونية او تكون مصاحبة لحركة التصدع او نتيجة عمليات التجوية السطحية، فغالباً نجدها عند اسطح عدم التوافق، وفي هذه الحالة قد تتسع وتكبر بتأثير المحاليل وخاصة في احجار الجير

المتلامسة عبارة عن معينات تكون في حالة تماس مع بعضها في ارضية ميكروبيتيّة، ويمثل هذا النوع مرحلة متطورة من انسجة الدولومايت اذ يزداد عدد وحجم بلوراته بحيث تتلامس مع بعضها، (B/2) . والنسيج المبعث حيث يتكون هذا النسيج نتيجة عدم تشبع المحاليل الحاملة للدولومايت وبالتالي تحصل دلمتة للارضية دون الحبيبات، حيث تنتج بقع مفصولة ومعزولة من بلورات دولومايتية ناعمة داخل النسيج الموزائكي الخشن، لوحة (C/2)، والنسيج الموزائكي الدرزي وهو عبارة عن بلورات دولومايتية مرتبطة مع بعضها وتكون عديمة الى ناقصة الواجهه محكمة التراص قليلة او عديمة المسامات البينية، ويمثل المراحل المتأخرة للدلمتة غير المتجانسة لسحنة الحجر الجيري الطيني او الواكي او المرصوص التي يرافقها في الغالب اذابة للمكونات الهيكلية، لوحة (D/2). اما المعادن موضعية النشأة فهي المعادن التي تتشكل موضعياً داخل حوض الترسيب كنتاج كيميائي، ومن اهم الدلائل على موضعية نشأتها اقتصار ظهور هذه المعادن على فجوات الحبيبات الهيكلية وغير الهيكلية متقابلة على حجم وشكل الفراغ وكذلك شيوع هذه المعادن وانتشارها على هيئة مستعمرات وتجمعات عنقودية ضمن السحنات المضيفة بنفي احتمالية كونها منقولة [9]. ومن اهم المعادن موضعية النشأة التي تم تشخيصها كل من البارايت (FeS2) والذي يعتبر من المعادن المهمة في الصخور الرسوبية والاكثر شيوعاً في الدراسة الحالية ، وأشار [20] الى انه يتكون في ظروف بيئية مختزلة ذات محتوى عضوي عالي، حيث تقوم البكتيريا اللاهوائية بأختزال أيونات الكبريتات المذابة مؤدية الى تحرر الكبريت الذي يكون بهيئة (H₂S) بعد اتحاده مع هيدروجين الماء وأن (H₂S) سوف يتحد مع مركبات الحديد المختزلة ليكون معدن البارايت (FeS2)، لوحة (E/2) ، والكلوكونايت الذي يعتبر من المعادن الطينية العائدة الى مجموعة المايكا الغنية بالسيليكا والحديد والالمنيوم ، والتي تتميز بألوانها الخضراء المزرققة او الخضراء المصفرة او الخضراء الرمادية وبسهولة التعرف عليها في الشرائح الصخرية الرقيقة وفي كلا الضوئين الاعتيادي والمستقطب [20]. يدل وجود الكلوكونايت على اسطح عدم التوافق (Unconformity) وترسبه كيميائياً في البيئات البحرية [21]، لوحة (F/2) ، والسيليكا الثانوية الموضعية التي تكون مألثة للفراغ الذي تتشكل فيه وتتميز بكونها صافية وخالية من الشوائب [22]، لوحة (A/3)، الشكل (7)(8).

2- العمليات التحويرية الهدمية (Destructive Diagenesis)

وهي العمليات التي لا يحدث فيها تغيير في التركيب الكيميائي والمعدني للرواسب وتشمل كل من عملية التعكر الاحيائي (Bioturbation) وهي عبارة عن اثار زحف وحفر الاحياء على الترسبات اثناء وبعد ترسيبها [23]، حيث ان الشيوخ العالي لآثار التعكر الحيائي قد تعمل على تحسين الخواص المكمنية للصخور من خلال تأثيرها على فرز الحبيبات او ازالة بعض المواد الرابطة لها، كما ان استنزاف المواد العضوية من الصخور قد يعمل على التقليل من

اسطح الستايولايت وهذه الدلائل تشير الى عمليات تحويرية متأخرة جدا ضمن البيئات الفرياتيكية العميقة ونستنتج ان صخور اسفل التكوين قد تعرضت ايضا الى عمليات تكتونية ساعدت على رفع صخورها الى السطح ووقوعها تحت تأثير المياه الجوفية ، بينما وسط و اعلى التكوين يمكن استنتاج بيئته وزمنه التحويري من خلال دلائل الازدابة وتشكيل المسامية القالبية ودلائل الانضغاط الفيزيائي ذو الاتصال المماسي بين الحبيبات وتواجد لانواع السمنت كالحبيبي والبلوكي والدرزي داخل الحبيبات والتي تشكل ما يسمى بالسمنت القالب مع تواجد لمعينات الدولومايت الطافية وهذه الدلائل التي اشير لها تدل على تعرض الصخور الى عمليات تحويرية متوسطة ضمن البيئة التحويرية الفرياتيكية.

اما تكوين التتومة ضمن بئر (Ba-5) فيلاحظ ان جزئه الاسفل يتكون في البيئات التحويرية الفرياتيكية بدلالة انتشار المسامية القالبية مع وجود لشواهد الانضغاط الفيزيائي ذو الاتصال المماسي بين الحبيبات اي تكونها ضمن المراحل المتوسطة من العمليات التحويرية ونتيجة لوجود المسامية الثغرية ومسامية الكسور خلال صخور التكوين اضافة الى انتشار معينات الدولومايت الطافية مع تواجد لعملية المكترتة نستنتج بأن صخور التكوين قد تعرضت الى عمليات تكتونية ادت الى رفعها الى السطح وتأثرها بالمياه الجوفية ، بينما وسط التكوين يدل على كونه ضمن البيئات التحويرية الجوفية الفادوزية بدلالة انتشار المسامية الكهفية والثغرية والمسامية الاولية بين وداخل الحبيبات اضافة الى معينات الدولومايت الطافية والانضغاط الفيزيائي ذو الاتصال النقطي بين الحبيبات اي انها متكونة ضمن المراحل المبكرة من العمليات التحويرية ، بينما اعلى التكوين فتشير الدلائل الى كونه ضمن البيئات التحويرية البحرية الفرياتيكية (Marine Phreatic Environment) بدلالة انتشار المسامية القالبية والانضغاط الفيزيائي ذو الاتصال المماسي بين الحبيبات والتي تدل الى عمليات تحويرية متوسطة وايضا تواجد ظاهرة التعكر الحيائي والتي اشار اليها [33] بتواجدها ضمن هذه البيئة اضافة لتواجد المسامية الكهفية والثغرية والتي تدل الى عمليات تحويرية مبكرة، حيث بين [33] الى تشكلها ضمن اعماق مائية مختلفة.

اما تكوين السعدي ضمن بئر (Tk-6) فأن جزئه الاسفل يتكون في نفس الظروف التحويرية التي تعرضت لها صخور تكوين الخصب والجزء الاسفل من تكوين التتومة ضمن نفس البئر والتي تشير الى بيئات تحويرية عميقة جدا اي تكونها ضمن العمليات التحويرية المتأخرة وذلك بدلالة الانضغاط الكيمائي وتشكيل اسطح الستايولايت وكذلك الانضغاط الفيزيائي المتأخر جدا من نوع (Suture) اضافة الى تواجد الدولومايت الدرزي (Suture) والذي يمثل المراحل المتأخرة من العمليات التحويرية ولكن هذه الصخور قد تعرضت الى عمليات تكتونية ساعدت على رفعها الى السطح ووقوعها تحت تأثير المياه الجوفية وبالتالي تشكيل المسامية الكهفية والثغرية ، بينما وسط التكوين يلاحظ تشكله ضمن البيئات التحويرية الفادوزية ضمن العمليات

[26]، لوحة (C/4)،، المسامية الثغرية وهي المسامية التي تتشكل من التوزيع غير المنتظم لعمليات الازدابة المبكرة والمتأخرة من العمليات التحويرية [22]، لوحة (D/4)، ومسامية الكهف وهي المسامية التي تتشكل نتيجة عملية الازدابة وتكون باشكال غير منتظمة وذات احجام كبيرة [31]، لوحة (E/4)، ومسامية ما بين البلورات وهي المسامات التي تتواجد بين البلورات وتلاحظ ضمن صخور الدولومايت وصخور الحجر الجيري المتعرض الى عملية اعادة التبلور [32;22]، لوحة (F/4)، الشكل (7)(8).

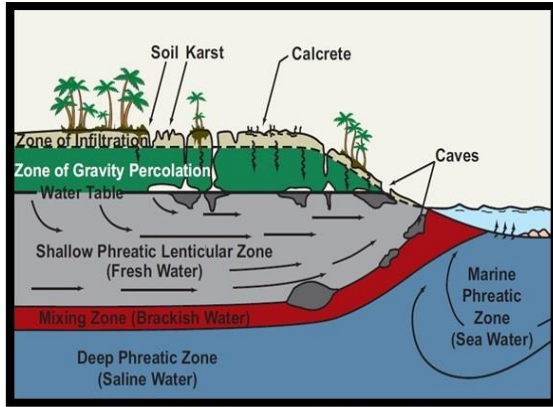
التغيرات العمودية والجانبية للعمليات التحويرية

يلاحظ من خلال دراسة الشرائح الصخرية لتكوينات الدراسة ان تكوين الخصب ضمن بئر (Tk-6) يتأثر بعملية الدلمتة وتشكيل المعينات الطافية يرافقها نسب قليلة من المسامية الاولية بين وداخل الحبيبات والمسامية الثانوية بأنواعها (الكهفية والثغرية والقنوية والكسور) وهذه الدلائل جميعا تدل على تشكلها في المراحل المبكرة من العمليات التحويرية ضمن البيئات الفادوزية (Vadose Environment) وتأثرها بالمياه الجوفية، ولكن يلاحظ ايضا خلال صخور التكوين دلائل المراحل المتأخرة من العمليات التحويرية كانتشار دلائل الانضغاط الكيمائي المتمثل باسطح الستايولايت والذي يمثل المراحل المتأخرة جدا من العمليات التحويرية والمتكونة ضمن البيئات الانطمارية العميقة (Burial Environment) [28]، اذ نستنتج ذلك سبب ترافق دلائل العمليات التحويرية المبكرة والمتأخرة معاً بأن صخور التكوين قد تعرضت الى عمليات تحويرية متأخرة ومن ثم تعرضها لاحقا الى عمليات تكتونية ادت الى رفعها قرب السطح ووقوعها تحت تأثير المياه الجوفية، ويرجع سبب انخفاض المسامية الى تأثير عملية اعادة التبلور التي ساعدت على غلق المسامات وانخفاض الخواص البتروفيزيائية للتكوين بسبب تأثير الفوالق في حقل تكريت، كما نلاحظ شيوع تراكيب الستايولايت والدلمتة العالية والتي تعتبر ادلة مثالية على عمليات الحركة الارضية وتكوين الفوالق.

بينما تكوين الخصب ضمن بئر (Ba-5) يلاحظ كونه ضمن البيئات التحويرية الفرياتيكية (Phreatic Environment) بدلالة وجود المسامية القالبية التي تتشكل في هذه البيئة مع وجود لدلائل الانضغاط الفيزيائي ذو الاتصال المماسي بين الحبيبات مع بعض معينات الدولومايت المتلاصقة والتي تشير الى تشكلها ضمن المراحل التحويرية المتوسطة ونتيجة لوجود دلائل البيئة الفادوزية بنسبة كبيرة ضمن التكوين كالمسامية الثغرية والكهفية والقنوية نستنتج من ذلك بأن صخور التكوين ايضا قد تعرضت الى عمليات تكتونية ساعدت على رفع صخورها الى السطح وتأثرها بالمياه الجوفية.

بينما تكوين التتومة ضمن بئر (Tk-6) يلاحظ ان جزئه السفلي يتكون في نفس ظروف العمليات التحويرية لتكوين الخصب والتي تشير الى البيئة التحويرية الفادوزية المتكونة ضمن المراحل التحويرية المبكرة نظرا لتواجد المسامية الثغرية والقنوية ولكن ايضا توجد شواهد للانضغاط الفيزيائي العالي جدا من نوع (Suture) اضافة لتواجد

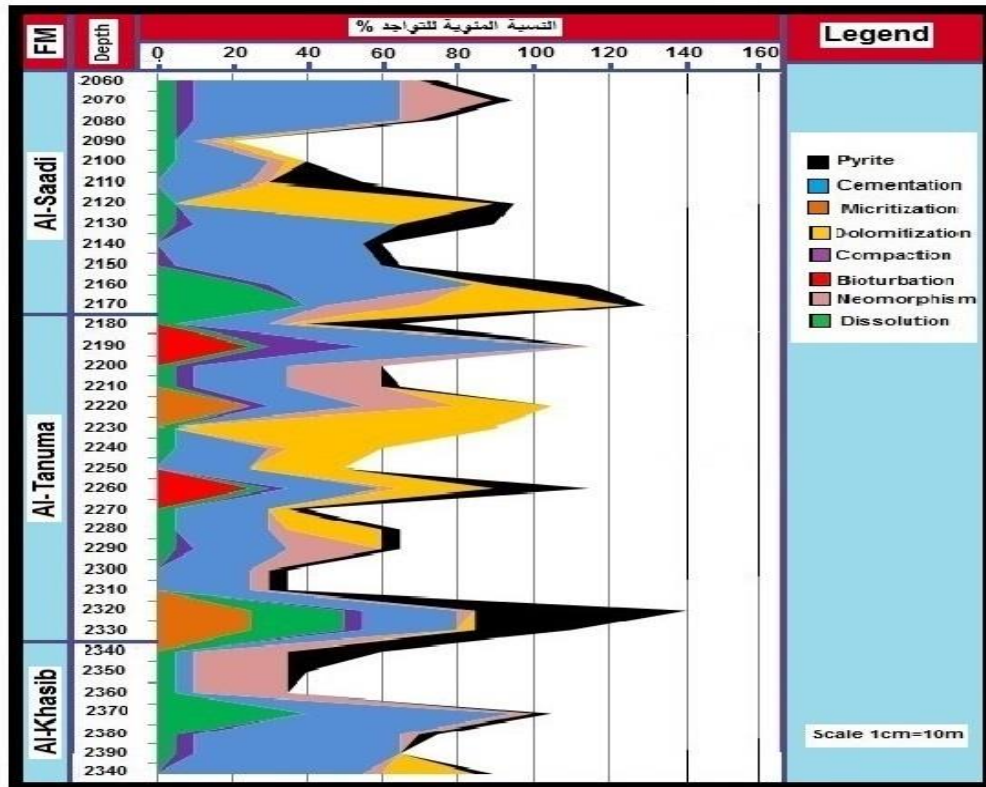
ادت رفعها الى الاعلى وتعرضها الى المياه الجوفية ضمن البيئات الفادوزية، بينما الجزء العلوي من التكوين يلاحظ تكونه ضمن البيئات التحويرية الفرياتيية بدلالة المسامية القالبية والانضغاط الفيزيائي ذو الاتصال المماسي بين الحبيبات والتي تشير الى مراحل تحويرية متوسطة اضافة لتواجد انواع السمنت كالبلكي والدروزي والحبيبي داخل الحبيبات والتي يشير تواجدها الى البيئات التحويرية الفرياتيية، الاشكال (6)(7)(8).



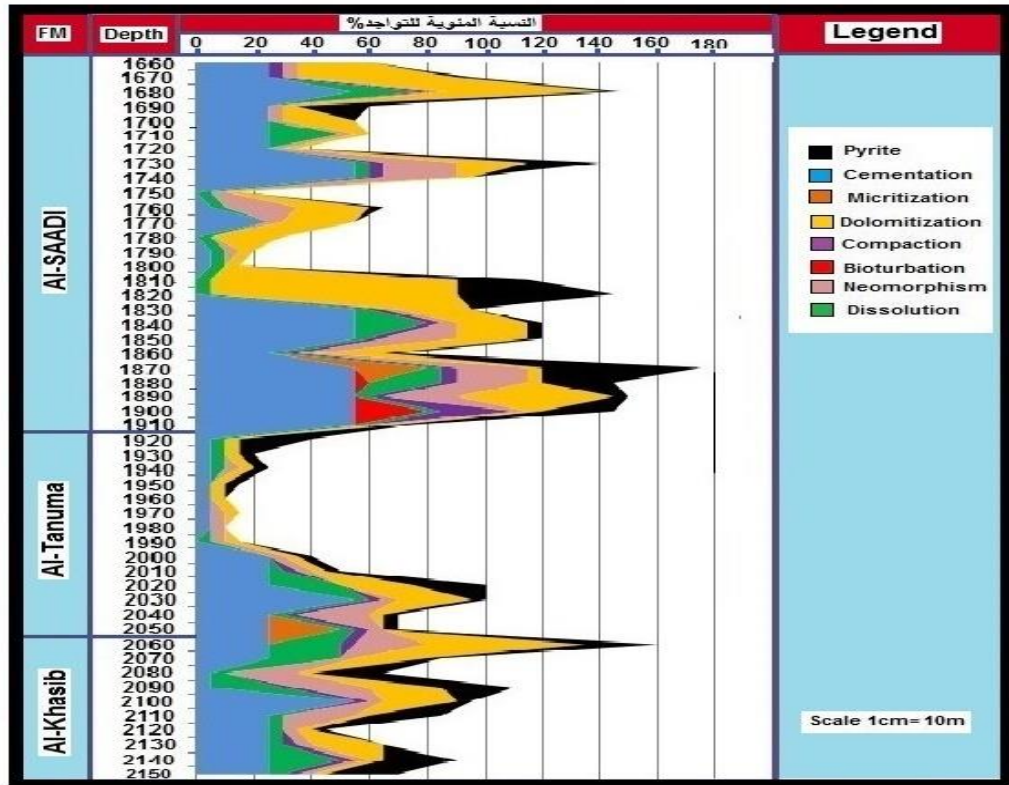
الشكل (6) مخطط يمثل البيئات التحويرية عن [14]

التحويرية المبكرة بدلالة المسامية الثغرية والكهفية اضافة الى المسامية الاولية بين وداخل الحبيبات وعدم وجود شواهد الانضغاط مع انتشار لمعينات الدولومايت الطافية والتي تمثل المراحل المبكرة من الدلمتة ، بينما الجزء العلوي من التكوين تشير الدلائل الى تكونه ضمن البيئات التحويرية الفرياتيية نظرا لكثرة تواجدها المسامية القالبية اضافة الى دلائل الانضغاط الفيزيائي ذو الاتصال المماسي حيث تمثل المراحل المتوسطة من العمليات التحويرية اضافة لتواجد معينات الدولومايت الطافية والمبعدة.

بينما تكوين السعدي ضمن بئر (Ba-5) فإن جزئه الاسفل يتكون في البيئات التحويرية الانطمارية العميقة بدلالة الدلمتة الشديدة من نوع (Suture) والتي تمثل المراحل النهائية من عملية الدلمتة وكذلك يرافقها شواهد الانضغاط الفيزيائي من نوع (Suture) والذي يشير ايضا الى المراحل النهائية من عملية الانضغاط، اضافة لتواجد المسامية القالبية بنسبة عالية مقارنة بالمسامية الثغرية ومسامية الكسور وترافقها مع تكوين معدني البايرايت والكلوكونايت الثانويين والتي تشير الى تكوينها في بيئات تحويرية عميقة [22]، اما المسامية الثغرية فإن تكوينها يرتبط عادة مع تواجدها الكسور لان الكسور تمرر المحاليل بنسب كبيرة، او نتيجة لتعرض صخور التكوين الى عمليات تكتونية



الشكل (7) التغيرات العمودية للعمليات التحويرية لبئر (Ba-5)



الشكل (8) التغيرات العمودية للعمليات التحويرية لبئر (Tk-6)

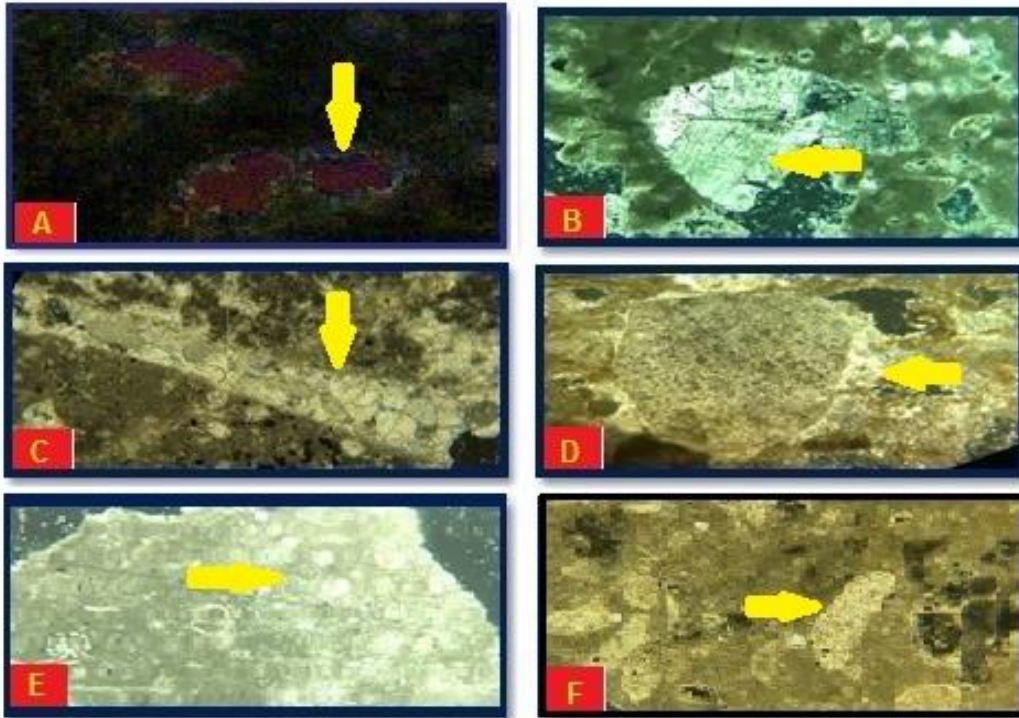
لوحة (1)

A- السمنت الحبيبي (Granular Cement) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص ، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1896 م ذي قوة تكبير X100
 B- السمنت البلوكي (Blocky Cement) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص ، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1886 م ذي قوة تكبير X100
 C- السمنت الدرزي (Druzy Cement) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي، بئر (Ba-5) تكوين التتومة عند العمق 2328 م ذي قوة تكبير X100
 D- السمنت المترابك ضوئياً (Syntaxial Rim Cement) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Ba-5) تكوين التتومة عند العمق 2328 م ذي قوة تكبير X100
 E- عملية التشكل الجديد (Neomorphism) من نوع (Recrystalline) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي ، بئر (Ba-5) تكوين السعدي عند العمق 2177 م ذي قوة تكبير X100
 F- عملية التشكل الجديد (Neomorphism) من نوع (Inversion) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص ، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1877 م ذي قوة تكبير X100

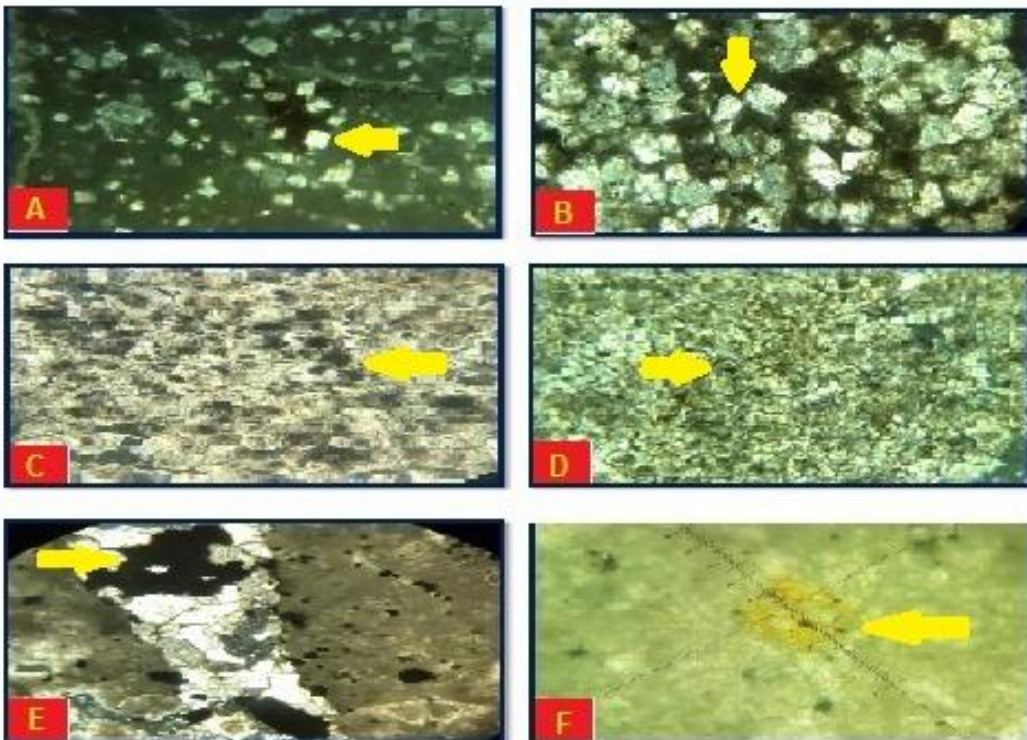
لوحة (2)

A- النسيج الدولومايتي المتمثل بالمعينات الطافية (Floating Rhomb Fabric) ضمن سحنة الحجر الجيري الواكي ، بئر (Ba-5) تكوين السعدي عند العمق 2173 م ذي قوة تكبير X100
 B- نسيج المعينات المتلامسة (Contact Rhomb Texture) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1897 م ذي قوة تكبير X100
 C- النسيج الدولومايتي المبقع (Spotted Mosaic Texture) ضمن سحنة الحجر الدولومايتي (Dolostone) ، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1819 م ذي قوة تكبير X100
 D- النسيج الدولومايتي الموزائكي الدرزي (Sutured Mosaic Fabric) ضمن سحنة الحجر الدولومايتي (Dolostone) ، بئر (Ba-5) تكوين السعدي عند العمق 2124 م ذي قوة تكبير X100
 E- معدن (Pyrite) مائلاً للشقوق ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1906 م ذي قوة تكبير X100
 F- معدن (Glauconite) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1908 م ذي قوة تكبير 100

لوحة (1)



لوحة (2)



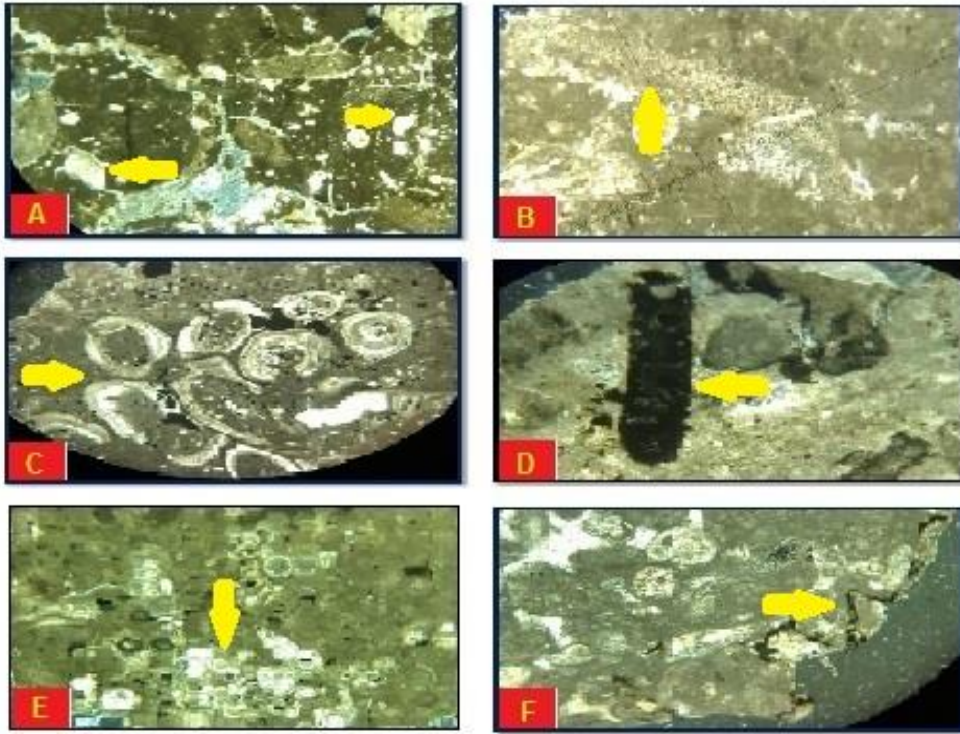
لوحة (3)

A- معدن (Silica) ضمن سحنة الحجر الجيري الطيني، بئر (Tk-6) تكوين التنومة عند العمق 1938 م ذي قوة تكبير X100
 B- عملية التعكر الحياتي (Bioturbation) بهيئة اثار زحف ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1886 م ذي قوة تكبير X40
 C- عملية التعكر الحياتي (Bioturbation) بهيئة ثقوب بفعل الديدان على اصدااف الرخويات ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1905 م ذي قوة تكبير X40
 D- عملية المكرتة (Micritization) تظهر بشكل كلي على الحبيبات ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Ba-5) تكوين التنومة عند العمق 2328 م ذي قوة تكبير X100
 E- الانضغاط الميكانيكي (Mechanical Compaction) يظهر بشكل اتصال مماسي ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Ba-5) تكوين السعدي عند العمق 2131 م ذي قوة تكبير X100
 F- الانضغاط الكيميائي من نوع (Peaks High Amplitude) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1884 م ذي قوة تكبير X100

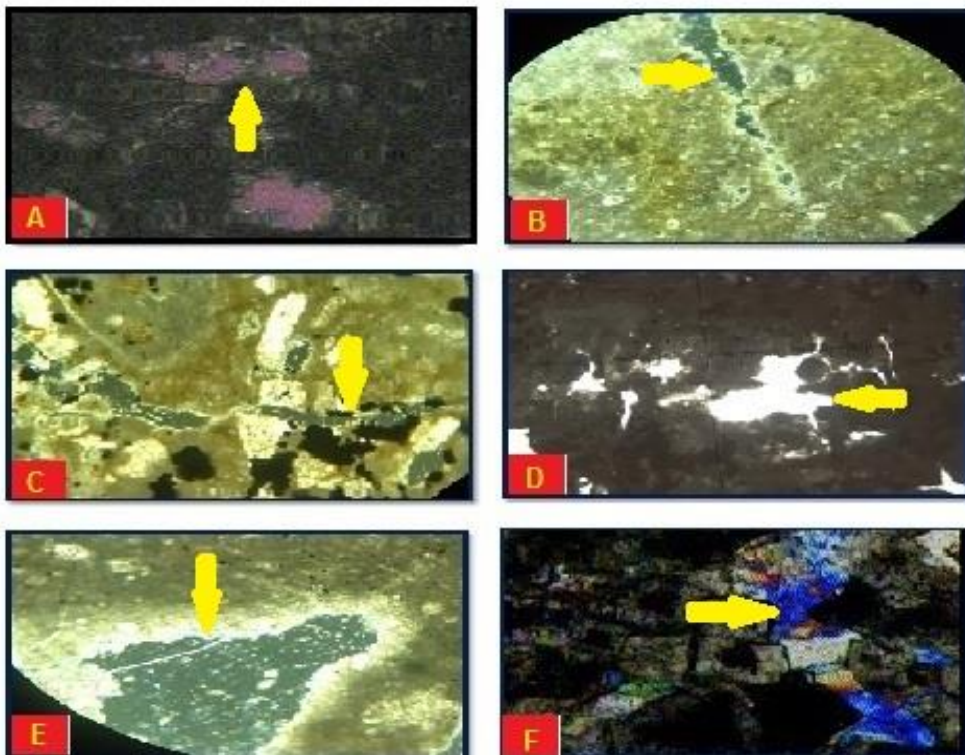
لوحة (4)

A- المسامية القالبية (Moldic Porosity) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1680 م ذي قوة تكبير X100
 B- مسامية القنوات (Channel Porosity) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1896 م ذي قوة تكبير X100
 C- مسامية الكسور (Fracture Porosity) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Ba-5) تكوين التنومة عند العمق 2328 م ذي قوة تكبير X100
 D- المسامية الثغرية (Vuggy Porosity) ضمن سحنة الحجر الجيري الطيني، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1750 م ذي قوة تكبير X40
 E- مسامية التكيف (Caven Porosity) ضمن سحنة الحجر الجيري المرصوص، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1844 م ذي قوة تكبير X100
 F- المسامية ما بين البلورات (Intercrystalline Porosity) ضمن سحنة الحجر الدولومايتي (Dolostone) ، بئر (Tk-6) تكوين السعدي عند العمق 1828 م ذي قوة تكبير X100

لوحة (٣)



لوحة (٤)



- [1] **Jassim, S. Z., and Goff, J. C., (2006).** Geology of Iraq. Dolin, Prague and Moravian Museum Bron, (pub), 525 P.
- [2] شركة نفط الشمال، التقرير النهائي لبئر بلد - 5
- [3] شركة نفط الشمال، التقرير النهائي لبئر تكريت - 6
- [4] **Al-Naemi, A. I., (2012).** Structural study of Balad field and its reservoir indications, Tikrit University, 120p.
- [5] **Rabanite, P. M. V. (1952).** Rock unit of Basrah area, BPC, unpublished report.
- [6] **Owen, R.M. and Nasr. S. N. (1958).** The stratigraphy of kuwit-Basrah area in: L.G. Weeks, ed. Habitat of oil, asposium, AAPG. Publication, p.1252-1278.
- [7] **Buday, R.T. (1980).** Stratigraphy and paleogeography. In: Kassab, I.I.M. and Jassim, S.Z. (Eds.), The Regional Geology of Iraq. V. 1: D.G. Geol. Surv. and Min. Invest., Baghdad, 445 p.
- [8] **Slatt, M. S. (2006).** Stratigraphic Reservoir Characterization for Petroleum Geologists, Geophysicists and Engineers, First Edition, Elsevier, 478p.
- [9] **Flugel, E. (1982).** Microfacies analysis of limestone, Christensons, K. (Translator), Springer-Verlag, Berlin, 633 p.
- [10] **Flugel, E. (2004)** Microfacies of Carbonate Rock, Analysis, Interpretation and Application, Springer-Verlag, Berlin, 976p.
- [11] **Bathurst, R.G.C. (1975).** Carbonate sediment and diagenesis. Development in sedimentology-12, (2nd ed.), Elsevier, Amsterdam, 659 p.
- [12] **Harris, P.M. and Forst, S.H. (1984).** Middle Cretaceous carbonate reservoirs, Fahud field and North Western Oman, AAPG Bull., Vol. 68, No. 5, pp. 649-658.
- [13] **Meyer, R. F. ed. (1987).** Exploration for heavy crude oil and natural bitumens: AAPG studies in Geology 25, Amer. Assoc. petroleum Geologists, Tulsa, Okla., 731p.
- [14] **Scholle P. A. (2003).** A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis. AAPG Memoir 77, Published by The American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 459p.
- [15] **Wilson, M. E. J. and Evans, M. J. (2002).** Sedimentology and Diagenesis of Tertiary Carbonates on the Mangkalihat Peninsula, Borneo: Implication of Subsurface Reservoir Quality, Marine and Petroleum. Geology, Vol. 19, pp. 873-900.
- [16] **Folk, R.L. (1959).** Partial petrographic classification of limestone. AAPG. Bull. V. 43, No. 1, pp. 1-38.
- [17] **Tucker, M.E. (1973).** Sedimentology and diagenesis of devonian pelagic limestone (cephalopoden kalk) and associated sediments of the rhenohercynian geosyncline, West Germany, N. Jb. Geol. Palaont. Abh. Stuttgart, pp. 320-350.
- [18] **Warren, J. (2000).** Dolomite, occurrence, evolution and economically important association. Earth Science Reviews. Vol.17, pp.1-81.
- [19] **Randazzo, A.F., and Zachos, L.G. (1984).** Classification and description of dolomite fabric of rocks the Florida Aquifer, USA, Sed. geology, vol.37, pp.151-162.
- [20] **Berner, R.A. (1970).** Sedimentary pyrite formation, Amer. Jour. Sci., V.268. P.1-23.
- [21] **Nichols, G. (2009).** Sedimentology and Stratigraphy. A John Wiley and Sons, Ltd. UK., 74 P.
- [22] **Flügel, E. (2010).** Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Applications, 2nd Edition: Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg, 984p.
- [23] **Greensmith, J.T. (1971).** Petrology of sedimentary rocks: Vol.2, Thomas Murby and Co., London, 502p.
- [24] **الجبوري، عبد السلام مهدي صالح، (2003):** دراسة رسوبية لنتابعات أعلى المايوسين المبكر وأسفل المايوسين الأوسط جنوب شرق كركوك. أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل 132ص.
- [25] **Engelhard, W.V. (1977).** The Origin Of Sediment and Sedimentary Rocks ,E. Schweizerbart'sche Verlagsbuch handlung (Nagale U. obemiller), shtuttgart, 464 p.
- [26] **Selley, R.C. (1976).** An Introduction to Sedimentology. Academic Press, London. 417p.
- [27] **Boggs, S.J. (2006).** principles of Sedimentology and Stratigraphy, Pearson prentice-Hall, 662p.
- [28] **Friedman, G.M. (1975).** Adress of the retiring president. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. The making and unmaking of limestone or the downs and ups of porosity, J. Sed. Petr., V. 45, pp. 379-398.
- [29] **Blatt, H. (1982).** Sedimentary Petrology. W. H. Freeman and com., San Francisco, 564P.
- [30] **Blatt, H., Middleton, G. and Murray, R. (1980).** Origin of sedimentary rocks. (2nd ed.), Englewood Cliffs, New Jersey, 783 p.
- [31] **Purnama, A.Z., Machmud, P.A., Nurcahya, B.E. and Rahmadi, D. (2017).** Acoustic Impedance Inversion to Identify Oligo-Miocene Carbonate Facies as Reservoir at Kangean offshore area. Iop Earth and Environment of Science. voll 32. Conference 1. 65-77p.
- [32] **Tucker, M.E., and Wright, V.P. (1990).** Carbonate Sedimentology, Oxford. Blackwell Scientific Publication, P.482.
- [33] **Longman, M.W. (1980).** Carbonate diagenetic textures from upper near surface diagenetic environment. AAPG. Bull., V.64, No.4, P.461-486.

Vertical and horizontal variations in the diagenesis processes of the Khasib, Tanuma and Saadi Formations within the sequences of the (Toronian - Santonian) cycle in Balad and Tikrit / Salah al-Din Governorate

Abstract

The current study included diagenesis processes with the vertical and horizontal variations in Khasib, Tanuma and Saadi Formations within (Turonian-Santonian) cycle in two subsurface sections within the fields of Balad and Tikrit in Salah al-Din Governorate, the first section (Ba-5) with a thickness of (350) m, while the second is represented by section (TK-6) has a thickness of (500) m.

The present study lithology consist mainly from chalky limestone with successive gray and brown limestone of Khasib Formation, while the formation of Tanuma consist from a repetition of dark brown shale interfering with the dark green marl, while the Saadi Formation is mostly composed of inter bed limestone with layers of Marly limestone in middle and bottom of formation, the study showed that the sequences of this cycle are incompatible with the lower evaporative, while compatible with upper formation in (Ba-5) section as in (TK-6) which is incompatible with lower and upper formation.

The petrographic study showed the effected of diagenesis processes, which are Cementation, Dolomitization, Neomorphism, Dissolution, Compaction, Micritization and Bioturbation, depending on the degree of their prevalence, with a large prevalence of localized authogenic minerals represented by the pyrite mineral spread throughout the two sections of the study in addition to the presence of few minerals of Glauconite and Silica.

Depending on the petrographic description of diagenesis, the vertical and horizontal processes were studied, to conclud the diagenesis environments for the formations.