

كلية هندسة البترول

استخدام معامل الزمن – حرارة في تقييم امكانية توليد النفط والغاز في
الصخور الترياسي الأسفل والأوسط في تحت نطاق الطي التدمري
الشمالي

إشراف الأستاذ الدكتور

عامر غبرة

انجاز الطلاب

مهند محمد العلي

كاوا خير الدين إبراهيم

حسام عبدالرزاق العلي

2017/2016

الفهرس

المقدمة:

الفصل الأول:

موقع الأراضي السورية ضمن الصفيحة العربية وأهم ميزاتها الجيولوجية

1-1- موقع الأراضي السورية ضمن الصفيحة العربية

1-2- الواقع البنيوي

1-3- الجيولوجيا تحت السطحية والأهمية البترولية

1-3-1 رسوبيات الباليوزوي

1-1-3-1 رسوبيات الكمبري

2-1-3-1 رسوبيات الأردوفيشي

3-1-3-1 رسوبيات السلوري

4-1-3-1 رسوبيات الديفوني

5-1-3-1 رسوبيات الكربوني

6-1-3-1 رسوبيات البيرمي

2-3-1 رسوبيات الميزوزوي

1-2-3-1 رسوبيات الترياسي

2-2-3-1 رسوبيات الجوراسي

3-2-3-1 رسوبيات الكريتاسي

3-3-1 رسوبيات الكينوزوي

1-3-3-1 رسوبيات الباليوجين

2-3-3-1 رسوبيات النيوجين

الفصل الثاني:

نطاق الطي التدمري

1-2 لمحة عن نطاق الطي التدمري

2-2 أقسام نطاق الطي التدمري

3-2 الدراسات السابقة

الفصل الثالث:

تحويلات المادة العضوية وأهمية عاملي الحرارة والزمن في تقدير النضج الحراري للكيروجين

1-3 مقدمة

2-3 نشأة البترول اعتباراً من المواد الحية

3-3 مراحل تحول المادة العضوية

4-3 أهمية دراسة عاملي الحرارة والزمن كدليلي نضج

5-3 طريقة لوباتن في دراسة تأثير محصلة عاملي الحرارة والزمن على نضج المادة

العضوية

الفصل الرابع:

طرائق العمل، نتائج الدراسة والاستنتاجات

1-4 طرائق العمل

2-4 نتائج الدراسة

3-4 الاستنتاجات

المراجع

المقدمة:

يعد احتواء أي حوض رسوبي , أو وحدة تكتونية ماء على تشكيلة صخرية , أو أكثر , سمح لها تركيبها العضوي , وتاريخها الجيولوجي بتوليد كميات كافية من المواد الهيدروكربونية البترولية , شرطاً ضرورياً لاعتبار هذا الحوض, أو الوحدة التكتونية , منطقة أمل بترولية , يبحث فيها عن الأماكن المناسبة لتراكم الأنواع المختلفة من هذه المواد (نפט , غاز , متكثفات) يعد من جهة أخرى كل من الحرارة والزمن , العاملين الرئيسيين , المؤثرين في نضج المواد العضوية وتحولها إلى مواد بترولية , لذلك فإنه لابد من دراسة محصلة تأثير هذين العاملين , عند دراسة الإمكانية التوليدية لتشكيله ما , لكنه لا يوجد رأي موحد حول كيفية ودرجة مساهمة كل منها في انضاج هذه المواد .

إن التنبؤ بمقدار نضج المواد العضوية من خلال استجابتها لمحصلة تأثير عاملي الحرارة والزمن الجيولوجي, يعد من الاعمال الشديدة الأهمية التي تساهم في معرفه فيما إذا كانت هذه التشكيلة يمكن ان تكون قد أدت دور الصخور المولدة, وتساهم بالتالي في تحقيق أحد الأهداف الاستكشافية الهامة.

يعتبر نطاق الطي التدمري أحد اهم الوحدات البنيوية في الجزء الشمالي الغربي من السطحية العربية كما ان لهذا النطاق أهمية خاصه من الناحية البترولية لما يتضمنه من سماكات رسوبية كبيره يمكن ان تحتوي على صخور خازنه ومولدة وعلى بنيات يمكن ان تشكل مصائد بترولية هامة, كما يحتوي بالفعل على عدد من الحقول النفطية والغازية المكتشفة والمنتجة.

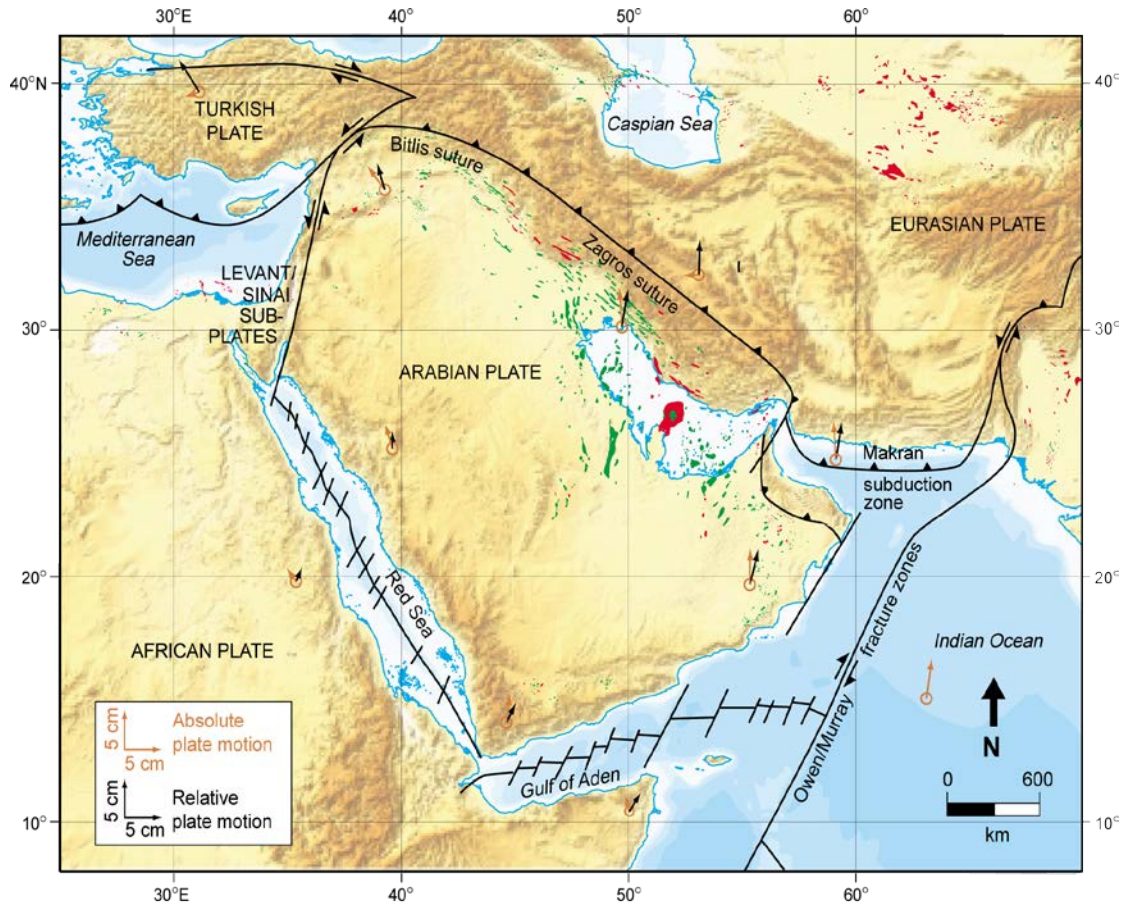
على الرغم من الدراسات الجيولوجية الكثيرة التي نفذت على هذا النطاق بما فيها العديد من الدراسات البترولية. إلا أن دراسات النضج الحراري للمادة العضوية في التشكيلات الصخرية التي يحتويها المقطع الصخري لهذا النطاق مازالت محدودة جداً ومن هنا تأتي أهمية هذه الدراسة التي تناولت محصله تأثير عاملي الحرارة والزمن على نضج المادة العضوية في تشكيلتي أمانوس شيل وكوراشينا دولوميت (ترياسي أسفل وأوسط على التوالي) في تحت نطاق الطي التدمري الشمالي.

الفصل الأول

موقع الأراضي السورية ضمن الصفيحة العربية وأهم ميزاتها الجيولوجية

1-1- موقع الأراضي السورية ضمن الصفيحة العربية

تحتل أراضي سورية، جزءاً هاماً من شمال وشمال غرب الصفيحة العربية، التي يتمثل جزؤها الشمالي والشمالي الشرقي بمحور انغماس وتصادم مع الصفيحة الأوراسية، حيث يعتقد بأن عمليات واسعة من الدفع والطي شكلت حزام طي زاغروس وطوروس الشكل (1)، بينما تشكل الأجزاء الغربية من الأراضي السورية نطاق التصادم مع صفيحة شرق المتوسط، مشكلة امتدادات الانهدام المشرقي الكبير.



الشكل (1). خريطة توضح موقع وحدود الصفيحة العربية يظهر فيها حزام طي زاغروس وطوروس في الجهة الشمالية والشمالية الشرقية، وامتدادات الانهدام المشرقي الكبير في الجهة الغربية والشمالية الغربية.

2-1- الواقع البنيوي

أعطت العمليات الجيولوجية والحركات التكتونية الحديثة، والقديمة سوريا شكلها البنيوي الحالي والذي يتميز بتعقيدات تكتونية كثيرة وتنوعات كبيرة في المقطع الجيولوجي، الذي يتضمن عدة ثغرات ترسيبيه إقليمية وكثير من الثغرات والسطوح الحتية المحلية نتج عنها العديد من سطوح عدم التوافق.

يتميز في شمال غرب السطحية العربية (الأراضي السورية) بين قسمين رئيسيين، هما:

أ- قسم داخلي مستقر نسبياً:

يشغل هذا القسم الجزء الجنوبي من أراضي القطر وتمتد الحدود بينه وبين الجزء غير المستقر على طول النطاق الفالقي تحت نطاق الطي التدمري الجنوبي، ومن أهم ميزاته ما يلي:

1- العمق القليل نسبياً لصخور القاعدة (حتى حوالي 5000م).

2- السماكة القليلة نسبياً لرسوبيات الميزوزوي.

3- التواءات خفيفة غير شديدة التعقيد بالمقارنة مع القسم غير المستقر.

ينسب إلى هذا القسم كل من:

1- السفوح الشمالية الغربية لنهوض الرطبة.

2- منخفض جبل العرب.

3- جزء مرتفع الأردن الداخل في أراضي القطر.

من الجدير ذكره أنه لم يكتشف في هذا الجزء حتى تاريخه أية مكامن بترولية.

ب- قسم خارجي غير مستقر نسبياً:

يشغل هذا القسم الجزء الشمالي من أراضي الجمهورية العربية السورية، وهو يتميز

بالمقارنة مع القسم الجنوبي بما يلي:

1- يتغير فيه عمق القاعدة ضمن مجالٍ واسعٍ جداً (من 2-3 كم كما في الجزء المركزي من

هضبة حلب حتى أكثر من 11 كم كما في نطاق الطي التدمري).

2- تواجد صخور الميزوزوي بسماكات هامة.

3- كثرة وتنوع البنيات التكتونية.

تتمثل أهم الوحدات التكتونية من الناحية البترولية في هذا القسم بكلٍ من (انظر الشكل-

2):

1- نطاق الطي التدمري (بجزئية الجنوبي والشمالي).

2- حوض الدو.

3- الجزء السوري من كل من حوض الفرات وحوض ما بين النهرين.

4- هضبة حلب

من الجدير ذكره أنه ينسب إلى الجزء المتحرك نسبياً من شمال غرب السطحة العربية جميع مكامن النفط والغاز المكتشفة في سوريا. تقع غالبية هذه المكامن في حوضي ما بين النهرين والفرات، إلا أن أعداد المكامن والحقول البترولية المكتشفة في بقية الوحدات التكتونية أخذت تتزايد في السنوات الأخيرة، وذلك كحقول وهاب، صفيح، عمالة، وفهدة في هضبة حلب، ومكامن الغاز في حقول بريج وصدد والشاعر وغيرهم بالإضافة إلى عديد من الحقول البترولية الأخرى كما في تحت نطاقي الطي التدمري الشمالي والجنوبي. من المهم أن نذكر وخاصة بعد أن أصبحت الأنظار الاستكشافية تتجه أكثر وأكثر نحو البحار أنه يوجد بالإضافة إلى الوحدات التكتونية المذكورة أعلاه، والوحدات الموضحة في الشكل (2) كل من الوحدات التكتونية البحرية التالية:

1- منخفض لفانتاين (Levantine Basin):

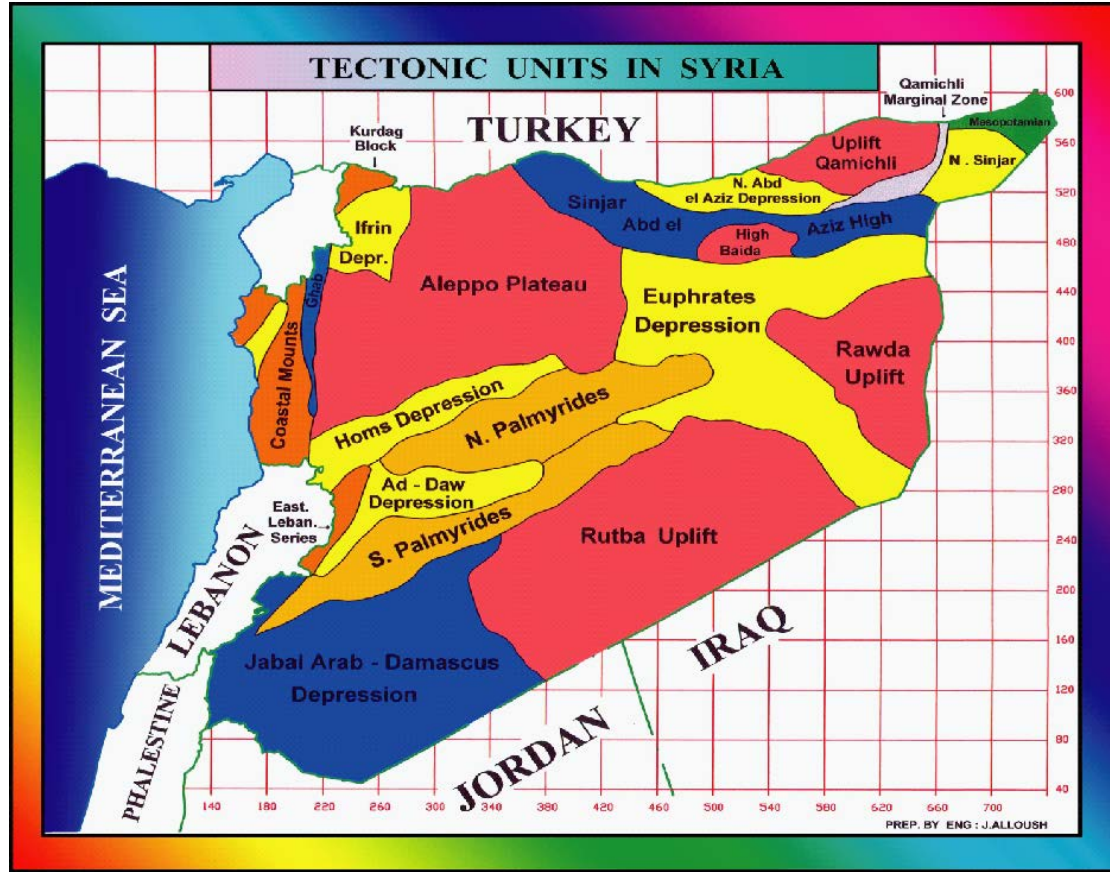
وهو يقع بين الساحل السوري واللبناني وفالق اللاذقية – كلس ويعد امتداداً للمنخفض الكبير الشمالي، ويتميز بامتلائه بسماكات صخرية هامة تقدر بحوالي 8-10 كم.

2- قوس رأس البسيط:

وهو عبارة عن سلسلة من المكدبات الأنتكلينالية تسيطر على نوى المكدبات فيها الصخور القاعدية وتتغطى أجنحتها بصخور الرباعي والنيوجين والباليجين.

3- منخفض اللاذقية:

وهو يقع الى الغرب من قوس البسيط وتقدر سماكة الرسوبيات فيه من 8 إلى 10 كم. ويتميز بانتشار واسع للصخور الملحية من عمر النيوجين.



الشكل (2). الوحدات التكتونية الرئيسة في سورية

1-3-1 الجيولوجيا تحت السطحية والأهمية البترولية:

تتغطى الركيزة الصخرية في سورية برسوبيات متنوعة تعود إلى مختلف الأحقاب الجيولوجية اعتباراً من الباليوزوي وحتى الرباعي.

1-3-1 رسوبيات الباليوزوي:

تغلب الصخور الحطامية بأنواعها المختلفة عموماً على رسوبيات الباليوزوي. يمكن لهذه الرسوبيات أن تتكون من صخور رملية، غرينية، غصار، شيل، كونغلواميرا؛ إلا أن هذه الرسوبيات يمكن أن تخترق في بعض الأعمار وبعض الأمكنة بصخور ملحية، أو رماد بركاني، أو حتى صخور كربونائية.

تتميز رسوبيات الباليوزوي في سوريا بسماكات متغيرة ضمن مجال واسع نسبياً فتزداد سماكة هذه الرسوبيات من 1,5-3 كم في الشمال حتى أكثر من 4 كم في الجنوب (كما في بئر صواب-1)، كما أن عمق توضع هذه الرسوبيات يزداد عموماً من الجنوب حيث يمكن ألا

يتجاوز عدة مئات الأمتار باتجاه الشمال- الشرقي حيث يمكن أن يزيد عن 5 كيلومترات في حوضي الفرات وما بين النهرين.

اخرقت رسوبيات الباليوزويك حتى تاريخه بأكثر من 170 بئراً منها:
بئر واحدة اخرقت الكامبري، 16 بئر اخرقت الأوردو فيشي، 17 بئر اخرقت السيلوري،
100 بئر اخرقت الكربوني.

1-1-3-1- رسوبيات الكامبري:

يعتقد بأن رسوبيات هذا العمر تنتشر بشكلٍ واسع في أراضي القطر، وهي تقسم وفقاً للمقطع الصخري في بئر خناصر-1 إلى الأقسام التالية:

- 1- قسم سفلي: تغلب على رسوبياته السحنة القارية الرملية.
 - 2- قسم أوسط: تسيطر على هذا القسم الرسوبيات الكربوناتية الكلسية مع تداخلات من طبقات دولوميتية، مما يشير إلى أن تجاوزاً بحرياً قد حصل على رسوبيات القسم السفلي.
 - 3- قسم علوي: تسيطر عليه سحنة قارية، متمثلةً بصخور رملية حمراء، مع تداخلات لطبقات رقيقة من الشيل أحياناً، مما يشير إلى تراجع بحري من جديد.
- تتمثل رسوبيات الكامبري من الأسفل حتى الأعلى بكلٍ من التشكيلات التالية:
- أ- تشكيلة زابوك: تبلغ سماكتها في بئر خناصر حوالي 80م.
 - ب- تشكيلة برج: تبلغ سماكتها في بئر خناصر حوالي 155م.
 - ت- تشكيلة سوسنيك: تبلغ سماكتها في بئر خناصر حوالي 800م.

1-1-3-2- رسوبيات الأوردو فيشي:

تتوضع رسوبيات هذا العمر بتوافقٍ فوق رسوبيات الكامبري، وهي تنتشر تحت السطح في الأراضي السورية بشكلٍ واسعٍ، وبسماكاتٍ هامة، في مختلف أنحاء القطر، فتصل سماكتها في مرتفع الرطبة (تصل سماكتها على سبيل المثال في بئر صواب-1 في مرتفع الرطبة إلى ما يقارب 2700م).

تتمثل رسوبيات الأوردو فيشي بكلٍ من التشكيلات التالية:

- 1- خناصر (أوردو فيشي سفلي): تتمثل بسماكات هامة من الصخور الرملية الصلبة، مع تداخلات من طبقات أرجيليتية. تصل سماكة هذه التشكيلة في بعض الأمكنة إلى مئات الأمتار، وذلك كما في بئر خناصر (حوالي 640م).

- 2- صواب (أوردوفيشي أوسط):** تتكون بشكلٍ رئيسٍ من صخور أرجيليتية سوداء، تتميز بسماكات كبيرة جداً في عدد من الأمكنة (حوالي 925م في صواب-1).
- 3- أفندي (أوردوفيشي أوسط- وعلوي):** تتكون من صخور رملية مشققة، مع تداخلات من الشيل والأرجيليت، تلاحظ أكبر سماكة لها في جنوب شرق القطر، حيث تقدر سماكتها بحوالي 1250م في بئر الصواب-1.

3-1-3-1- رسوبيات السيلوري:

تصادف توضعات هذا العمر في عدد من الآبار، وذلك ككلٍ من الآبار، وتصل سماكتها العظمى إلى أكثر من 400م (حوالي 440م في بئر التنف-1)، وهي تتوضع بعدم توافقٍ فوق رسوبيات الأوردوفيشي.

تتمثل صخور السيلوري في سورية بتشكيلة التنف، التي تتكون بشكلٍ رئيسٍ من صخور شيل رمادية قائمة.

4-1-3-1- رسوبيات الديفوني:

تغيب رسوبيات هذا العمر عن كافة صخور الآبار العميقة المحفورة في الأراضي السورية، باستثناء في بئري التنف ومرتدة 101، حيث نسبت الصخور الرملية فوق تشكيلة التنف بشكلٍ إفتراضي، وغير مؤكد إلى الديفوني، لذلك فإن مسألة وجود رسوبيات هذا العمر في سوريا ما زالت موضع جدل.

5-1-3-1- رسوبيات الكربوني:

صودفت رسوبيات الكربوني في كثير الآبار العميقة، وذلك كأبار الرصافة، صواب، مرتدة، وغيرها، بينما غابت عن بعض الآبار العميقة كبئري وأفندي-1، وخصاص-1.

تتمثل رسوبيات هذا العمر بتشكيلة مرتدة، التي تتغير سماكتها ضمن حدودٍ واسعة جداً: اعتباراً من الغياب الكامل كما في منطقة البسيط، حتى حوالي 1100م كما في مرتدة-1، وتسيطر عليها عموماً الصخور الحطامية الرملية، مع تداخلات من الصخور الكربوناتيّة، والشيل.

1-3-1-6 رسوبيات البرمي:

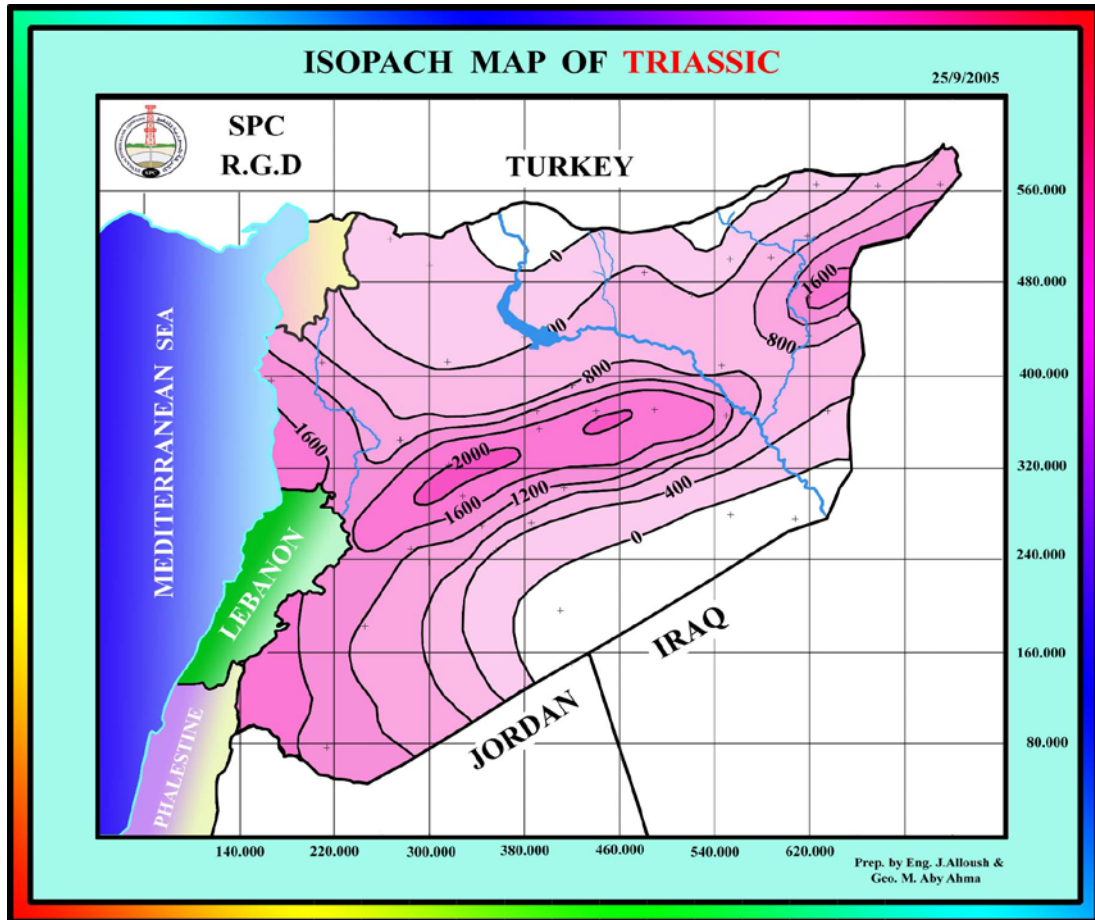
تتمثل صخور البرمي في سوريا بتشكيلة أمانوس ساند، التي تسيطر عليها السحن القارية مع رسوبيات شاطئية رملية وتداخلات من الشيل، وتتجاوز سماكتها في السخنة 600م، لكن هذه السماكة تتناقص باتجاه هضبة حلب، وباتجاه مرتفع الرطبة.

1-3-1-2 رسوبيات الميزوزوي:

تتوضع رسوبيات الميزوزوي في سورية بعدم توافق فوق رسوبيات الباليوزوي القارية، وتتمثل بكل من رسوبيات الترياسي، والجوراسي، والكريتاسي.

1-3-1-2 رسوبيات الترياسي:

تصادف رسوبيات الترياسي بشكل واسع في الكثير من الآبار الاستكشافية والانتاجية المحفورة في أماكن متفرقة من سوريا، وتتغير سماكة هذه الرسوبيات ضمن مجال واسع جداً، اعتباراً من الغياب التام كما في بئري صواب والتنف في جنوب شرقي القطر، حتى أكثر من 1000م كما في بعض آبار كل من حوضي الفرات وما بين النهرين، لكن أعظم قيمها تصادف في غرب ووسط سورية حيث تصل إلى حوالي 2000 م (انظر الشكل-3).



الشكل (3) خارطة سماكات الترياسي في سورية

تتمثل رسوبيات الترياسي في سورية (وفق الشركة السورية للنفط) بالتشكيلات التالية (انظر الجدول- 1 والشكل- 4):

- 1- **أمانوس شيل (ترياسي سفلي):** تغلب على هذه التشكيلة صخور الشيل مع تداخلات كربوناتية ورملية أحياناً. تغيب هذه التشكيلة عن بعض الآبار، لكنها تتواجد في آبارٍ أخرى بسماكاتٍ هامة.
- 2- **كوراشينا دولوميت (ترياسي أوسط):** تنتشر هذه التشكيلة بشكلٍ واسعٍ في مختلف أماكن الأراضي السورية، لكن سماكتها تختلف بشكل كبير من منطقة إلى أخرى ضمن هذه الأراضي، لكن قيمها العظمى تصادف في نطاق الطي التدمري وفي الجهة الجنوبية الغربية من سورية بالقرب من الحدود اللبنانية حيث يمكن أن تزيد عن 900م، وكذلك في أقصى الجهة الشمالية الشرقية حيث يمكن أن تزيد عن 600م، بينما تغيب بشكل كامل في عدد قليل من الأمكنة وذلك كما في معظم أماكن نهوض الرطبة (أنظر الشكل- 5).

نظراً للانتشار الواسع لتشكيلة الكوراشينا دولوميت فقد صودفت هذه التشكيلة وبسماكات كبيرة قد تزيد عن 500م في عددٍ من الآبار البترولية المحفورة في مختلف التراكيب في سورية عن (أكثر من 540م في بئر تشرين-2) وهي تتكون بشكلٍ رئيسٍ من صخور كربوناتية دولوميتية، مع تداخلات من رمالٍ أنهدريتية وخاصة في أجزائها العلوية أو صخور شيلية وخاصة في أجزائها السفلية، وهي تعد إحدى التشكيلات الخازنة الرئيسة في سورية، فهي من التشكيلات الرئيسة المنتجة للغاز والمتكثفات في نطاق الطي التدمري، وذلك كما في حقول الشاعر، وحيان، وجزل، وأراك وغيرها، كما أنها من التشكيلات الحاملة للنفط في النطاق المذكور، وذلك كم في كل من تراكيب جهار، توينان، السخنة، وغيرها. وهي أيضاً من التشكيلات الحاملة للنفط في تراكيب منخفض الرقة، وأطراف هضبة حلب، وحوض ما بين النهرين.

تتوضع رواسب هذه التشكيلة في بعض الأمكنة بعدم توافق فوق رواسب البيرمي- كربوني، بينما تتوضع في بقية الأمكنة بتوافق فوق توضعات الترياسي الأسفل.

تقسم تشكيلة الكوراشينا دولوميت إلى ثلاثة نطاقات هي:

- 1- **النطاق D2** أو النطاق السفلي ويتألف من حجر كلسي متناوب مع دولوميت وشيل كلسي، مع وجود الملح في بعض المناطق (مثل هرجة-الشاعر- خنيفس- - الخ).
- 2- **النطاق D1** أو المجال المكافئ ويتألف من دولوميت وحجر كلسي نظيف، وهو يشكل الخزان الرئيسي للتشكيلة.

3- النطاق C2 أو النطاق العلوي ويتألف من دولوميت وحجر كلسي وشيل أو شيل كلسي وأنهدريت.

من الجدير ذكره أن دراسة العينات الصخرية لآبار مختلفة في منطقة وسط سوريا إلى وجود مجالات من الشيل الكربوناتي في الجزء الأسفل من الكوراشينا دولوميت متوسط إلى غني بالمادة العضوية حيث قدرت النسبة الوسطية للمادة العضوية بين (0.65 - 2.2) % وهي من النمط المختلط (ليبدي - هيومي) القادرة على توليد النفط والغاز

3- **تشكيلة كوراشينا أنهدريت (ترياسي أوسط- علوي):** تتكون بشكل رئيس من صخور أنهدريتية، مع بعض الصخور الطينية والكربوناتية، وهي تشكيلة واسعة الانتشار في سورية، ويمكن أن تصل سماكتها إلى عدة مئات الأمتار (حوالي 300م بئر تشرين 301).

4- **تشكيلة بطمة (ترياسي علوي):** تتكون هذه التشكيلة بشكل رئيس من صخور دولوميتية، وأنهدريتية وطينية، حيث تتناقص نسبة الأنهدريت والطين عموماً من الأعلى نحو الأسفل، وهي تشكيلة واسعة الانتشار في سورية، حيث يمكن أن تصل سماكتها إلى حوالي 200م. وهي تشكيلة منتجة في العديد من الحقول النفطية، وذلك كما في حقول صفيح، حباري، جبيسه، وغيرها.

5- **تشكيلة أدايا:** تتكون بشكل رئيس من صخور أنهدريتية، وطينية، وغالباً ما تتراوح سماكتها بين 50 و150م.

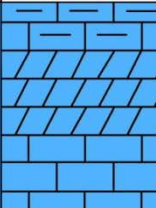
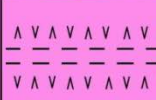
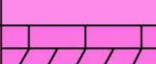
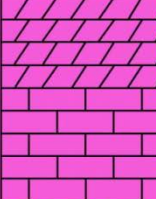
6- **تشكيلة موس:** تتكون هذه التشكيلة غالباً من صخور دولوميتية مع تداخلات كلسية وأنهدريتية، وتتغير سماكتها من الصفر وحتى حوالي 100م.

7- **تشكيلة آلان:** لا تتجاوز سماكة هذه التشكيلة غالباً 50م، وهي تتكون بشكل رئيس من أنهدريت مع بعض الدولوميت.

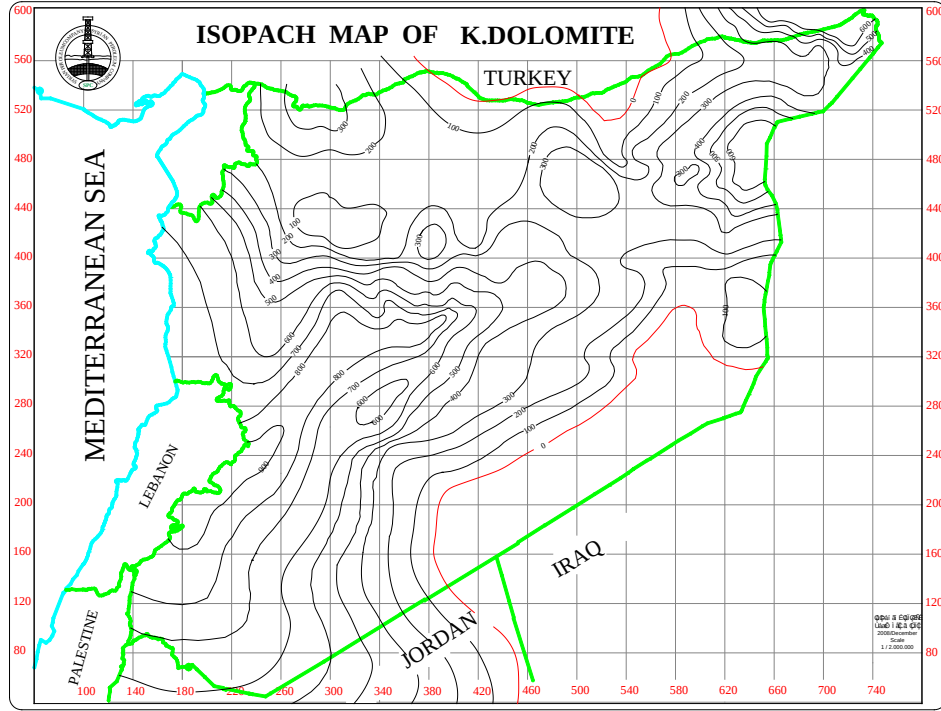
8- **تشكيلة سيرجيلو:** تتكون بشكل رئيس من صخور كلسية، ودولوميتية، وطينية، مع بعض التداخلات الأنهدريتية أحياناً، تتغير سماكتها ضمن مجال واسع لكنها يمكن أن تصل إلى عدة مئات الأمتار (على سبيل المثال حوالي 450م في بئر جبيسه 206) وهي منتجة للنفط في بعض الحقول، كما في حقلي عمر ووهاب.

ERA	SYSTEM		SERIES STAGE	F O R M A T I O N S					
C E N O Z O I C	NEOGENE	MIOCENE	PLEISTOCENE				BAKHITIARY		
			UPPER				UPPUR FARS		
				L FARS				LOWER FARS	
								SALT ZONE	
								L. F. T. Z.	
			MIDDLE				T. ZONE		
							JERIBE		
				LOWER	MIDYAT	BISHRI S.			
							EUPHRATES		
			PALEOGENE	OLIGOCENE				CHILOU B	
EOCENE				JADDALA					
PALEOCENE				KERMAV					
M E S O Z O I C	CRETACEOUS	UPPER	MASTRICHTAN	U. SHIRNISHIR			SHIRANISH		
			L. SHIRNISHIR						
			CAMPANIAN	MASSIEV	A	SOUKHNEH	ERK MARL		
			SANTONIAN				RNAH CHERT		
			CONIACIAN					DERRO RED BED	
		TURONIAN	B		JUDEA	UPPER	JUDEA		
		CNOMANIAN		LOWER			HAYANE		
		ALPIAN					L. HAYANE		
		APTIAN	CHERIFEA	GHOUNA	RUTBA				
		BARREMIAN							
	JURASSIC	UPPER	M U L O U S S A	H	A1	NAJMA	HARAMOUN		
		MIDDLE		G	A2	KAMCHOKA			
	LOWER	A3		F	B1			SERJELU	
	TRIASSIC	UPPER		RHAETIAN	E	B2	ALLAN		
				NORIAN				MUSS	
				CARNIAN				ADAYA	
								BUTMA	
		MIDDLE		LADINIAN	C	C1	DOLLAA GROUP	K. ANHYDRITE	
				ANISIAN	B	C2		K. DOLOMITE	
					D1	QARYATIN			
D2			AMANOUS SHALE						
LOWER	SCYTHIAN	A	E			AMANOUS			
P A L E O Z O I C	PERMIAN	UPPER	DOBAYAT G.	U. DOBAYAT			MARKADA		
	CARBONIFER	LOWER		DOLOMITE CARBON					
		L. DOBAYAT							
	DEVONIAN				ABBA GR.	KHABOUR			
	SILLURIAN	UPPER	TANF						
	ORDOVICIAN	LOWER	AFFENDI						
		UPPER	SWAB						
	CAMBRIAN	MIDDLE	KHANASSER						
		LOWER	SOSINK						
		BURJ							
PTZ	PRE CAMBRIAN				ZABUK				
							SARAMUJ		
							TD		

الجدول (1). أسماء وأعمار التشكيلات الصخرية تحت السطحية المعتمدة من قبل الشركة السورية للنفط (إلى اليمين)، وما يقابلها من تسميات معتمدة لدى الشركات الأجنبية العاملة في القطر.

ERA	SYST.	FORMATION	LITHOLOGY
M E S O Z O I C	JURASSIC	HARAMOUN	
	T R I A S S I C	SERJELU	
		ALLAN	
		MUSS	
		ADAYA	
		BUTMA	
		K. ANHYDRITE	
		K. DOLOMITE	
A. SHALE			

الشكل (4) عامود ليثو-ستراتوغرافي يمثل تشكيلات الترياسي في سورية وفق تسميات الشركة السورية للنفط



الشكل (5) خريطة السماكات لتشكلية الكوراشينا دولوميت في سورية

1-2-3-2- رسوبيات الجوراسي:

تتكون توضعات الجوراسي بشكل رئيس من صخور كاربوناتية دولوميتية وكلسية، مع بعض التداخلات الطينية، وتمثلها تشكيلة كامشوكا التي تصادف في كثير من الآبار العميقة، لكن سماكاتها تتغير ضمن مجال واسع جداً، وذلك من الصفر حيث تغيب التشكيلة بشكل كامل، وحتى أكثر من 450م. وهي تشكيلة منتجة في بعض الأماكن كما في حقل الوهاب والبشري. تتحد كامشوكا مع تشكيلة نجمة (جوراسي أعلى)، لتكون ما يسمى بتشكيلة الحرمون.

1-2-3-3- رسوبيات الكريتاسي:

على الرغم من الانقطاع الترسبي الكبير في الجوراسي الأعلى والكريتاسي الأسفل فإن رسوبيات الكريتاسي تنتشر بشكل واسع جداً في مختلف الأماكن في الأراضي السورية، وتصل سماكتها العظمى في الجهة الشرق لتزيد عن 1700م، هذه السماكة تتناقص عموماً في بقية الأماكن لتصل إلى حوالي 1000م في الجهة الشمالية الغربية، و320م في الجنوب.

يتميز الكريتاسي في سورية بشكل عام برسوبيات كاربوناتية وكربوناتية طينية، وينسب إليه الكثير من المكامن الهيدروكربونية الاقتصادية وخاصة الكريتاسي العلوي منه، والذي يحتوي على الجزء الأهم من الاحتياطي النفطي المكتشف في سورية، وذلك كما في حقول حباري، كبيبة، عودة، عمر، تشرين والكثير غيرها.

تتمثل رسوبيات الكريتاسي في سورية بكلٍ من التشكيلات التالية:

- 1- **الرتبة (كريتاسي سفلي):** تتكون من رسوبيات كربوناتية وقارية: صخور رملية، طينية، دولوميتية، كلسية مع تداخلات إنهدريتية أحياناً. تغيب هذه التشكيلة في شمال شرق القطر (كما في رميلان والسويدية)، ولكنها يمكن أن تصل إلى سماكاتٍ هامة في أماكن أخرى، كما في البشري (450م). ويطلق على هذه التشكيلة في حوض الفرات تسمية تشكيلة غونا، وهي من التشكيلات المنتجة في بعض الحقول النفطية، وذلك كما في حقول عمر، التيم، وعشارة.
- 2- **السخنة (كريتاسي علوي):** تتكون هذه التشكيلة بشكلٍ عام من صخور دولوميتية في جزئها السفلي، وكلسية في جزئها العلوي، وتصل سماكتها في حقل الكبيبة إلى حوالي 500م، وهي من التشكيلات المنتجة في العديد من الحقول النفطية، وذلك كما في حقل حباري، كراتشوك، وغيرهما. تتحد هذه السخنة في أقصى شمال شرق سورية مع تشكيلة جودية لتشكلان ما يعرف بتشكيلة ماسيف، التي تعد من الخزانات النفطية الرئيسية في سورية، وذلك كما في حقول السويدية، الرميلان، حمزة، وغيرها.
- 3- **شيرانيش:** تنتشر تشكيلة شيرانيش بشكلٍ واسع في مختلف الأراضي السورية، ولكن سماكتها تتغير في حدودٍ واسعة جداً، حيث يمكن ألا تزيد، على سبيل المثال، عن بضعة أمتار في بعض أماكن السلسلة التدمرية، لتصل إلى أكثر من 700م في الأجزاء الوسطى من هذه السلسلة، وتصل سماكتها العظمى في الجهة الشرقية، كما في جبيسه وتشرين (تصل في تشرين-30 إلى حوالي 1740م).

3-3-1- رسوبيات الكينوزوي:

1-3-3-1 رسوبيات الباليوجين:

تتمثل رسوبيات الباليوجين في سورية بكلٍ من التشكيلات التالية:

- 1- **كرماف:** تتكون من صخور طينية، مارلية، وكلسية طينية، ويمكن أن تصل سماكتها في شمال شرق القطر إلى حوالي 400م وهي تشكل صخور غطاء للصخور الخزنة في الكريتاسي العلوي.
- 2- **سنجار:** تتكون من صخور كلسية نموليتية ويمكن أن تصل سماكتها إلى 200م.
- 3- **جدالة:** تتكون هذه التشكيلة بشكلٍ عام من صخور كربوناتية كلسية ودولوميتية، وكلسية طينية، ومارل وتتراوح سماكتها من بضعة أو عشرات الأمتار، حتى أكثر من 600م، كما في بئر تشرين 40 (630م)، وهي تشكيلة منتجة كما في حقل تشرين، وجبيسه.

4- **شيلو:** يتغير تركيب هذه التشكيلة جانبياً بشكل حاد، وتفصلها الصخور الأنهدريتيّة إلى جزئين A و B، وهي تتكون في شمال شرق القطر (حيث تدعى مديات) من صخور دولوميتيّة سميكة يمكن أن تصل إلى 400م، وتتكون في الجهة الشرقيّة من القطر من صخور كلّسية، وكلّسية مارلية وتقدر سماكتها الوسطية بحوالي 160م. تنسب هذه التشكيلة إلى عمر الأوليغوسين، وهي تشكيلة منتجة في العديد من الحقول النفطية، كما في حقول الباردة، جببسه، الهول، وغيرها.

1-3-2- رسوبيات النيوجين:

تتمثل رسوبيات النيوجين في سورية بكلّ من التشكيلات التالية:

1- **دبّانة:** توجد هذه التشكيلة فقط في حوضي الفرات وما بين النهرين، وتتكون بشكلٍ أساسي من صخور ملحية، وأنهدريتيّة، وجص، وتقدر سماكتها الوسطية بحوالي 150م وهي تؤدي دور الغطاء لتشكيلتي شيلو وجدالة.

2- **جريبة:** تصادف هذه التشكيلة أيضاً في حوضي الفرات، وما بين النهرين، وتغيب عن بقية الأماكن، وهي تتكون في حوض الفرات بشكلٍ أساسي من صخور كلّسية، وفي الجزء السوري مما بين النهرين من صخور دولوميتيّة، وكلّسية، وأنهدريتيّة، مع بعض التداخلات الطينية. تقدر السماكة الوسطية لهذه التشكيلة بحوالي 150-180م، وهي تشكيلة منتجة في كل من حقول النيشان، الشولا، ديرو، وجببسة.

3- **المنطقة الانتقالية:** تصادف هذه التشكيلة في الجزء السوري من حوض الفرات، وتتراوح سماكتها بين 20 و100م، وهي تتكون من صخور كلّسية مدلمتة، وأنهدريتيّة، وطينية.

4- **الفارس الأسفل:** تتكون بشكلٍ رئيس من صخور أنهدريتيّة، وملحية، وبشكلٍ أقل من صخور كلّسية، تتراوح سماكتها بين 50 و460م (بئر أبو خضير)، وهي تصادف في شرق وشمال شرق القطر، وتغيب عن بقية الأماكن.

5- **الفارس الأعلى:** تتكون هذه التشكيلة من صخور طينية، ورملية، ومارلية، ويمكن أن تصل سماكتها حتى 400م.

6- **بختياري:** وتتكون من صخور رملية، وكربوناتية، وطينية، وكونغلواميراتية، مع تداخلات بازلتية أحياناً. يمكن أن تصل سماكتها إلى 500م.

الفصل الثاني

لمحة عن نطاق الطي التدمري والدراسات السابقة

2-1- لمحة عن نطاق الطي التدمري

يعد نطاق الطي التدمري أحد أهم العناصر البنيوية في الجزء المتحرك نسبياً في الطرف الشمالي الغربي من السطيحة العربية، وهو منطقة طي شديدة التعقيد، تمتد طولياً باتجاه شمال- شرق، وتحيط بها مجموعة كبيرة من الفوالق العميقة ذات الاتجاه شمال- شرق جنوب- غرباً حيث تمثل الفوالق الجنوبية الشرقية منها الحد الفاصل بين الجزأين المستقر، والمتحرك نسبياً.

ينغمس نطاق الطي التدمري في الاتجاه الشمالي الشرقي تحت التوضعات النيوجينية في حوض الفرات، وهو يتميز من الناحية الستراتيغرافية بالمقارنة مع الوحدات المجاورة بسماكات كبيره لتوضعات الباليوزوي والميزوزوي.

اعتماداً على شكل الطيات وبنيتها ومن الناحية التكتونية فإن نطاق الطي التدمري هو أخدود من النمط الضيق والعميق. يحده مجموعة من الفوالق العميقة المرتبطة بالركيزة.

يعتقد بأنه قد ساهم في تطور الأخدود التدمري عمليات نهوض الركيزة في كل من هضبة حلب ومرتفع الرطبة خلال حقبي الباليوزويك والميزوزويك، بالإضافة إلى هبوط أحواض الترسيب في التدمرية، ويستدل على ذلك من خلال تلاشي وانعدام توضعات كل من عصري السيلوري والبيرمي، وكذلك التناقص الكبير في سماكة رسوبيات الكربوني باتجاه الشمال والجنوب الشرقي.

تشير السماكات الكبيرة لرسوبيات الترياسي إلى استمرار إنخفاض، وهبوط أحواض الترسيب في التدمرية خلال هذا العصر، فتزيد سماكة هذه الرسوبيات على سبيل المثال 1400 م في آبار حوض الدو، وعن أكثر من 2000 م. في آبار التدمرية الشمالية، بينما لم تتجاوز هذه السماكة 100 م في مركز هضبة حلب، وتغيب تماماً في آبار صواب والتنف في مرتفع الرطبة. أما المناطق المجاورة الأخرى فقد كانت في مرحلة طفو في معظم زمن الترياسي، لذلك فقد كان الأخدود التدمري في منطقة وسط سورية هو صلة الوصل بين جزئي بحر التيتس في الشرق والغرب.

تتمثل رسوبيات الجوراسي في التدمرية بكل من الجوراسي الأوسط وجزء من الجوراسي العلوي، مما يشير إلى حدوث عمليات انحسار واسع للبحر، وارتفاع في أحواض الترسيب، ترافقت مع

عمليات حت وتعرية في بقية أزمنة الجوراسي نتج عنها غياب رسوبيات الجوراسي الأسفل ومعظم رسوبيات.

حدث تجاوز بحري شامل وواسع في دور الكريتاسي تمثل بترسيب سحنة حطامية في أسفله، ومع استمرار الطغيان البحري وتعمقه ترسبت مجموعة من الصخور الكربوناتيّة تحولت في نهاية الكريتاسي وخلال دور الباليوجين إلى توضعات مارلية، إلا أن هذه المنطقة قد تأثرت فيما بعد بشدة بعمليات الحت التي أدت إلى إزالة سماكة كبيرة من الرسوبيات، لدرجة أنها قد أدت إلى إزالة جزءاً كبيراً من رسوبيات الكريتاسي في محذب السلاسل التدمرية.

تشير الدراسات إلى أنه قد حدث اضطراب وعدم استقرار في أحواض ترسيب الأخدود التدمري في نهاية دور الكريتاسي، وقد ترافق في عصر (البليوسين-ميوسين) مع حدوث انقلاب وتبدل في الحركات التكتونية من حركات انضغاط إلى حركات شد.

من الجدير ذكره أن الفرضيات حول تشكل التدمرية تشير إلى أن نشوئها قد ارتبط بشكل رئيس بحركة الصفيحة باتجاه الشمال والشمال الشرقي على طول فالق شرق المتوسط وتصادمها مع الصفيحة اليوراسية، لكن البعض من أهمية الحركات الأفقية ويعززون تشكل التضاريس التدمرية إلى مجموعة حركات عمودية قوية أثناء الميوسين-بليوسين ترافقت مع طور انضغاطي. لكنه وبغض النظر عن اسباب التطور البنيوي فإن نطاق الطي التدمري يوصف بشكل عام بأنه عبارة عن حوض رسوبي كبير امتلأ بسماكات من رسوبيات الحقبين الأول والثاني، ثم تعرض لنظام من الحركات التكتونية أدى في الحقب الثالث أدى إلى تشكل السلاسل التدمرية.

2-2- أقسام نطاق الطي التدمري

يقسم نطاق الطي التدمري الى تحت نطاقين يفصل بينهما فالق دمشق، وحوض الدو، وهما:

- تحت نطاق الطي التدمري الشمالي.

- تحت نطاق الطي التدمري الجنوبي.

يتميز تحت النطاق التدمري الشمالي بتطور نهوضات منفصلة ضخمة تمتد غالباً باتجاه الشمال والشمال الشرقي وتمثل السلاسل الشمالية والشمالية الغربية للطّي التدمري الاتجاه العام لها وهو شمال شرق - جنوب غرب. مع انحراف لبعض الطيات نحو الشرق والغرب، ووجود ما يعرف بقوس التدمرية الذي يمتد من جبل الخشابية ذو الاتجاه شمال غرب - جنوب شرق مروراً بجبل المنشار ذو الاتجاه شرق - غرب تقريباً حتى جبل البشري الذي يأخذ الاتجاه العام

لنطاق الطي التدمري (شمال شرق – جنوب غرب). كما يتعقد تحت النطاق هذا بمجموعة من الطيات الصغيرة الموازية او العمودية على اتجاهه العام.

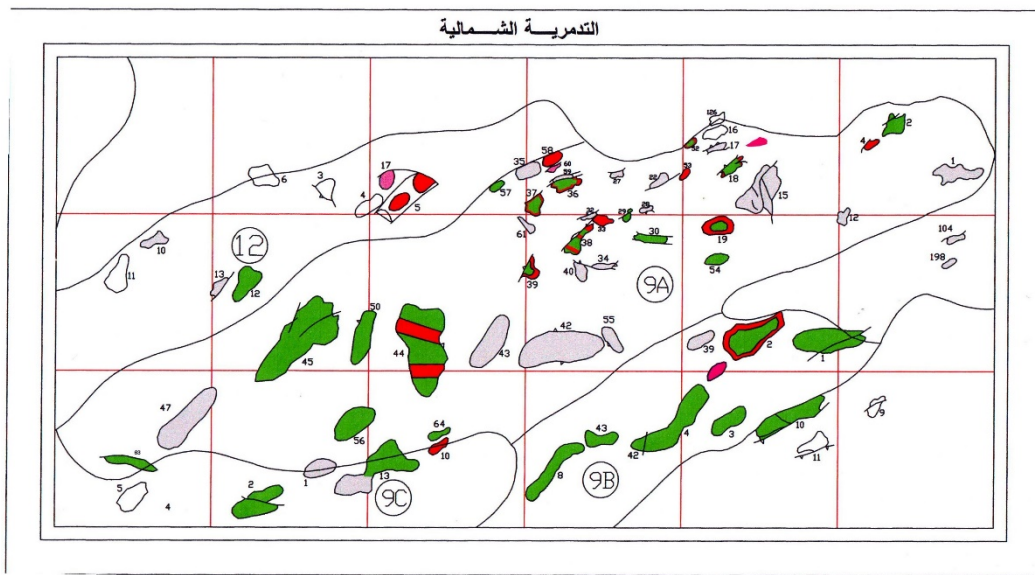
تعود معظم التوضعات الصخرية المكتشفة في الأجزاء العليا من المرتفعات الموجودة في تحت النطاق الشمالي الى عمر الكريتاسي بينما تنغمس رسوبيات هذا العمر في الأجنحة تحت الصخور الباليوجينية.

يتكون تحت نطاق الطي التدمري الجنوبي من نهوضات وسلاسل جبلية تفصل بينها منخفضات ضيقة واحواض تحيط بالبنيات الموجبة وتمتلئ بالتوضعات النيوجينية والرباعية وتمثل فوالقه الجنوبية الحدود الجنوبية للنطاق المتحرك من منحدر السطيحة العربية تتميز المكامن الهيدروكربونية المكتشفة والمنتجة، إن كان في تحت النطاق الشمالي، أم في تحت النطاق الجنوبي بميزتين اثنتين، هما:

1- تعود جميع هذه المكامن الى الترياسي والكربوني وهي في معظم الحالات تعود إما الى تشكيلة الكوراشينا دولوميت، التابعة إلى الترياسي الأوسط (كما في السخنة، نجيب، الرسم، البلعاس، ... الخ)، أما الى تشكيلة مرقدة التابعة للكربوني (كما في اراك، الهيل، الضبيات، الشاعر، الشريفة ... الخ).

2- كونها تراكومات غازية في معظم الحالات (اراك، الهيل، الضبيات، نجيب، الشاعر، ... الخ)، أو هي تراكومات نفطية غازية في أحيان قليلة (كما في تشكيلة كوروشينا دولوميت في السخنة). ان هذا يزيد من وجهة نظرنا من اهمية دراسة تأثير العوامل المؤثرة في تحول المادة العضوية الى مواد هيدروكربونية ومن أهمها الحرارة والضغط والزمن الجيولوجي، والتي يتم من خلالها تمييز التشكيلات التي تعرضت لظروف مناسبة اتاحت لها استغلال طاقاتها الكامنة في توليد هذه المواد ومن ثم يصار الى تأكيد أهمية او عدم اهمية هذه التشكيلات من خلال دراسات جيوكيميائية لما تحتوية من مواد عضوية (نسبتها نوعيتها، درجة نضجها وتحولها ...) كمرحلة ثانية، وبالتالي تمييز التشكيلات التي يمكن ان تلعب دور الصخر المولد. لا شك بأن هذه الدراسات تعد من المسائل العملية، والتطبيقية الهامة، التي تساهم مساهمة فعالة في عمليات البحث والتنقيب عن المكامن البترولية.

يوضح كل من الشكل (6)، والجدول (2) الحقول البترولية والتراكيب المحفورة في تحت نطاق الطي التدمري الشمالي، الذي يمثل منطقة الدراسة.



الشكل (6). مواقع الحقول المكتشفة في تحت نطاق الطي التدمري الشمالي

اسم التركيب	تاريخ الحفر	تشكيلة الهدف	الشركة	التقييم النهائي
الدفاين	1987	ك. د	SPC	جاف
البشري	1980	كامشوكا	يكتين	غاز
	2000	رطبة / حيان	SPC	جاف
جنوب البشري	1994	حيان	SPC	نقط
الحير	1991	ك. د	رييسول	جاف
الكوم	1985	جوراسي	يكتين	جاف
	1987	ك. د	SPC	جاف
القدير	1992	ك. د	رييسول	نقط
	1994	ك. د	SPC	نقط + غاز
جنوب القدير	1993	ك. د	SPC	جاف
الحسين	1992	ك. د	SPC	جاف
الحرية	1994	ك. د	SPC	جاف
شرق الاكرم	1993	ك. د	SPC	غاز
حرية	1995	ك. د	SPC	غاز
غرب الاكرم	1994	ك. د	SPC	جاف
الاكرم	1992	ك. د	SPC	نقط + غاز
بنر كديم	1993	ك. د	SPC	جاف
أبو قياض	1987	ك. د	SPC	جاف
الضلع	1947	باليوزيك	نقط سوريا	جاف
	1995	مرقدة	SPC	جاف
	2003	ك. د	SPC	غاز
غرب توينان	1995	ك. د	SPC	غاز
توينان	1991	بو طما موسى سبرجيان رطبة اسفل حيان	SPC	نقط / غاز
الغور	1992	بو طما	ماراثون	غاز
	1994	بو طما	SPC	نقط + غاز
أبو رجمين	1997	ك. د	SPC	جاف
المراح	1991	ك. د	ماراثون	جاف
	2002	ك. د	فيثا	جاف
الشاعر	1984	ك. د	ماراثون	نقط + غاز
البلعاس	1990	ك. د	ماراثون	غاز
	1994	ك. د	SPC	غاز
الشومرية	1995	ك. د	SPC	جاف
أبو الظهور	1997	ك. د	SPC	نقط + غاز
نور	1996	ك. د	SPC	غاز
المدار	1999	باليوزيك	مول	جاف
	2004	اعادة تقييم	SPC	نقط
	2004	ك. د	SPC	نقط
منشار	2000	ك. د	مول	جاف
	2004	اعادة تقييم / ك. د	SPC	غاز

الهوا	2000	ك. د	مول	جاف
الصفر	2001	ك. د	SPC	نقط + غاز
المهر	2002	ك. د	اينا	غاز
مملحة الكوم	2002	ك. د	SPC	نقط + غاز
الكب	2003	ك. د	SPC	نقط
شمال الخشابية	2003	ك. د	SPC	جاف
شمال الضلع	2003	ك. د	SPC	جاف
جنوب التركمانية	2004	ك. د	SPC	جاف
رسم الكوم	2005	ك. د	SPC	نقط + غاز
شرق الغور	2005	ك. د	SPC	جاف

الجدول (2). الحقول البترولية والتراكيب المحفورة في تحت نطاق الطي التدمري الشمالي

2-3- الدراسات السابقة:

حظي نطاق الطي التدمري بشكل عام نظراً لأهميته الجيولوجية، والتكتونية، باهتمام الكثير من الباحثين، أمثال دوبرتريه ، وبونيكاروف ، والمالح، ومعطي، وبرازنجي، وغيرهم، وكذلك المؤسسات والشركات المعنية بالدراسات الجيولوجية والبتروولية، وذلك كالمؤسسة العامة للجيولوجيا، والشركة السورية للنفط، والهيئة العامة للطاقة الذرية السورية، لكن وعلى الرغم من الوفرة النسبية لهذه الدراسات، فإنها بمعظمها (باستثناء تلك التي نفذتها الشركات البتروولية) كانت تركز على جوانب جيولوجية وبنوية غير بتروولية، وذلك على الرغم من أن تولد وتواجد البترول يتعلق بشكل مباشر بالميزات الجيولوجية والبتكتونية وتطورها أثناء الزمن الجيولوجي.

من جهة أخرى فإنه نظراً للانتشار الواسع لتشكيلي أمانوس شيل، وكوراشينا دولوميت، وأهميتهما البتروولية، بالإضافة إلى السماكات الكبيرة نسبياً لتشكيلة الكوراشينا دولوميت، فقد حظيت هاتين التشكيلتين ومنذ سبعينيات القرن الماضي على اهتمام الشركات البتروولية العاملة في سورية، وقد نفذ عليهما في نطاق الطي التدمري العديد من الدراسات، وذلك كالدراسات التي قامت بها شركة Marathon 1982 والتي بينت احتواء الكوراشينا دولوميت على الغاز الطبيعي تلا ذلك مجموعة من الدراسات الإقليمية التي أسهمت في التوصل الى فهم اعمق للتركيب البنيوي والصخري للتشكيلة ضمن اطار نطاق الطي التدمري، وتلك التي نفذها كل من (Lovelock 1984) (Salel 1993) (Brew et al. 2001) ، وشيموف وبرازنجي وصواف (1993)، والتي أسهمت في التوصل الى فهم اعمق للتركيب البنيوي والصخري للتشكيلة ضمن اطار نطاق الطي التدمري، بالإضافة إلى الدراسات الصادرة عن مختلف الشركات النفطية العاملة في سورية (الشركة السورية للنفط و شركة الفرات للنفط وشركة اينا و شركة بكتن) غير منشورة. إلا أنه من الملاحظ أنه باستثناء الدراسة التي قام بها غبرة ()، وغبرة وعاید ()، فإن جميع الدراسات ركزت بشكل رئيس على الصفات البنيوية، والبتروفيزيائية والخزنية خاصة بالنسبة لتشكيلة الكوراشينا دولوميت، ولم تهتم بالصفات التوليدية لها، كما أن نصيب تشكيلة أمانوس شيل من الدراسات كان أقل بكثير من نصيب الكوراشينا دولوميت، وذلك على الرغم من الأهمية التوليدية المحتملة لهذه التشكيلة.

الفصل الثالث

تحولات المادة العضوية وأهمية عاملي الحرارة والزمن في تقدير النضج الحراري للكبروجين

3-1- مقدمة

تبدأ المواد العضوية اعتباراً من لحظة ترسبها في الأوساط التي كانت تعيش فيها، أو التي انتقلت إليها تعاني من تغيرات عديدة في بنيتها، وفي تركيبها الكيميائي، وذلك بهدف الوصول إلى أقصى درجة من الانسجام مع ظروف الوسط الذي توجد فيه. ويعد النشاط الميكروبي أحد العوامل الرئيسية في التحول بالقرب من السطح، لكن دور العامل البيوكيميائي يبدأ بالاضمحلال مع استمرار تعمق الرسوبيات، وتبدأ التغيرات الناتجة عن الحرارة بالظهور، وإذا ما تعرضت الرسوبيات الحاوية على الكميات، والنوعيات الملائمة من المواد العضوية إلى الظروف الحرارية المناسبة، فإنه سيكون بإمكانها أن تنتج كميات هامة من المواد البترولية، وذلك بسبب حدوث تفاعلات غير عكوسة تدعى تفاعلات النضج، أو النضج الحراري (Maturation)، ينتج عنها تكسر جزيئات صغيرة من بنية الكبروجين

3-2- نشأة البترول اعتباراً من المواد الحية:

تتبع التغيرات البيوكيميائية، والحرارية، التي تتعرض لها المواد العضوية، والتي تؤدي إلى نشأة البترول اعتباراً من المواد الحية طريقين (الشكل-7)، يمكن تلخيص خلاصة نتائجهما على الشكل التالي:

- يأتي حوالي 10-20% من المواد البترولية مباشرة من المواد الهيدروكربونية، التي تقوم بتركيبها الكائنات الحية، أو من جزيئاتها، التي تتحول مباشرة إلى مواد هيدروكربونية.

- تأتي بقية المواد الهيدروكربونية البترولية من تحول الليبيدات، والكربوهيدرات، إلى كبروجين، الذي ينتج عنه البيتومين بسبب التسخين، ويتشكل البترول نتيجة استمرار عملية التكسير الحراري للبيتومين، مع العلم أنه يمكن لبعض البترول أن يتشكل من الكبروجين مباشرة.

- إذا استمرت الصخور الحاوية على البترول بالتعمق، والتعرض إلى درجات الحرارة المتصاعدة، فإنه سوف يتغير وفق طريقين، يقود أحدهما إلى ازدياد مستمر في الجزيئات الأصغر، والأغنى بالهيدروجين، بينما يقود الآخر إلى جزيئات أكبر، وأفقر بالهيدروجين، وتكون المنتجات النهائية عبارة عن ميثان، وغرافيت.

3-3- مراحل تحول المادة العضوية:

تقسم تحولات المواد العضوية حسب طبيعة التغيرات، والعوامل التي تؤثر عليها إلى ثلاثة مراحل (الشكل 7)، هي اعتباراً من السطح: الدياجينيز، الكاتاجينيز، والميتاجينيز.

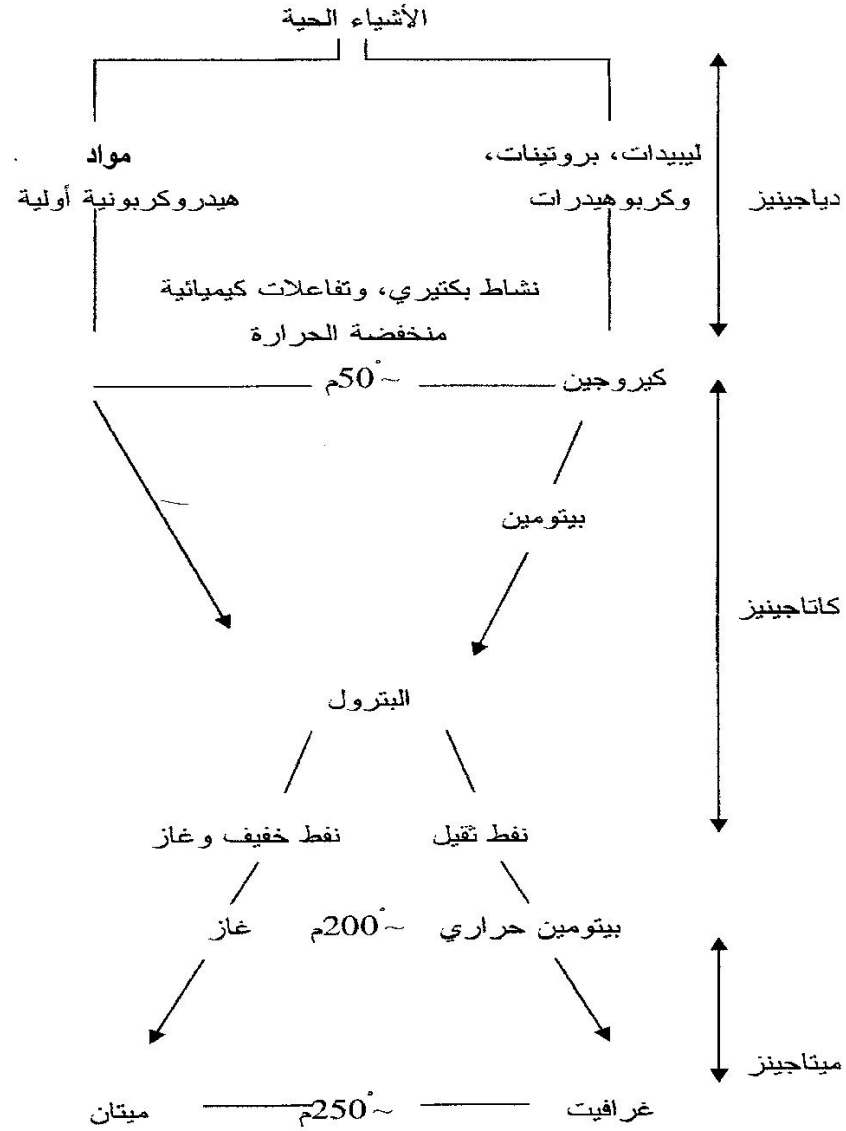
1- مرحلة الدياجينيز:

تتعرض المواد العضوية في هذه المرحلة إلى تحولات بيولوجية، كيميائية، وفيزيائية تصيب هذه المواد في درجات الحرارة المنخفضة.

يتم أثناء الترسيب، والمراحل الأولى من الدياجينيز تخريب البوليمرات العضوية (بروتينات، وكرbohydrates)، لتتشكل الجيوبوليمرات، ذات البنيات الكثيفة، والتي تعد أسلاف الكيروجين. تستطيع المواد العضوية أن تولد خلال الدياجينيز بعض الغازات، وبشكل خاص الميثان، وثنائي أكسيد الكربون، بالإضافة إلى الماء، وبعض مركبات NSO الثقيلة، التي تتولد خلال الدياجينيز المتأخر.

2- مرحلة الكاتاجينيز:

يتم في مرحلة الكاتاجينيز تكسر المواد العضوية المحفوظة في الصخور الرسوبية حرارياً، وتغطي هذه المرحلة المجال الحراري، الواقع بين الدياجينيز، والميتاجينيز، وهو ما يتوافق مع المجال الحراري الواقع بين حوالي 50 و200°م.



الشكل (7). نشأة ونضج البترول اعتباراً من الكائنات الحية.

تتعرض المادة العضوية أثناء هذه المرحلة إلى تغيرات كبيرة، ينتج عنها تولد المواد الهيدروكربونية السائلة، ثم الغاز الرطب، والمتكثفات، ويترافق كل من السائل، والمتكثفات المتولدة مع كميات هامة من الميتان.

تعد مرحلة الكاتاجينيز المرحلة الأساسية في تشكل النفط، والغاز، فيتشكل في هذه المرحلة على سبيل المثال حوالي 82% من مجموع الغاز المتشكل في كل المراحل، بينما يتشكل 7% فقط من هذا الغاز في مرحلة الدياجينيز، وتتولد النسبة الباقية في مرحلة الميتامورفيزم.

2- مرحلة الميتاجينيز:

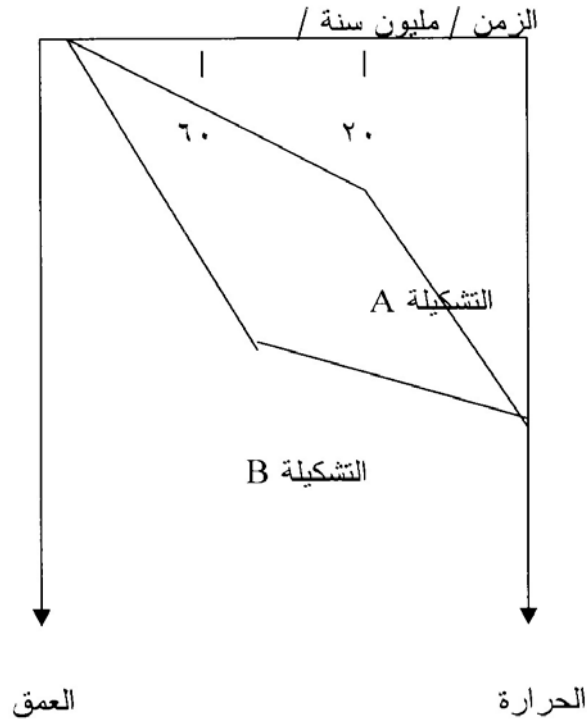
تبدأ مرحلة الميتاجينيز في الأعماق الكبيرة، وتنتهي حيث تبدأ مرحلة الاستحالة، وهو ما يتوافق مع بداية سحنة الغرين شبيست، وتتغير الفلزات في هذه المرحلة بأشكال مختلفة، فتخسر فلزات الغضار على سبيل المثال مياها بين الورقية، وتصل إلى مرحلة تبلور أعلى، وتتحول أكاسيد الحديد المائية (كالغوتيت) إلى أكاسيد لا مائية (كالهيماتيت)، ويتحول تركيب المادة العضوية إلى ميثان، وبقايا كربونية فقط.

3-4- أهمية دراسة عاملي الحرارة والزمن كدليلي نضج

على الرغم من أن هناك اتفاقاً عاماً على أن المرحلة الرئيسية لتشكل المواد البترولية تقع ضمن مرحلة الكاتاجينيز إلا أن وجهات نظر المختصين تختلف حول المجال الحراري لتشكل الأنواع المختلفة من المواد الهيدروكربونية، فيرى بعض الباحثين كفروست أ.ف أن هذا المجال يقع بين درجتي الحرارة 90 و 150°م، بينما يعتقد آخرون كفيستوفسكي ي.ف أن تشكل هذه المواد يقع ضمن المجال الحراري 90±25°م، إلا أنه على الرغم من تعدد الآراء حول المجال الحراري الذي تتشكل فيه الكميات الرئيسية من المواد الهيدروكربونية، فإن معظم الآراء لا تتعدى حدود المجال الذي وضعه فاسيوفيتش، وهو 60 – 150°م.

من جهة أخرى تعترف الغالبية العظمى من المختصين، بأنه يمكن للزمن أن يؤدي دوراً هاماً في تحولات المادة العضوية، وتشكل المواد الهيدروكربونية، إلا أن وجهات النظر ليست متطابقة تماماً حول أهمية هذا الدور، ففي حين لا يعطيه البعض إلا أهمية محدودة، فإن البعض الآخر (والذي يمثل الغالبية العظمى)، يرى أن الزمن يؤدي دوراً هاماً جداً في نضج المواد العضوية، وأنه يمكن للزمن أن يعوض دور الحرارة، وذلك بشرط أن تكون قيمة هذه الحرارة قد تجاوزت حداً أدنى، لا بد منه لسير تفاعلات التحول، وقد بين لوباتن أنه لا بد من حساب المدة الزمنية التي استغرقتها التشكيلة الصخرية ضمن مجال زمني معين، وذلك عند التنبؤ بدرجة النضج التي وصلتها المادة العضوية، لذلك فإنه لا بد لنا عند دراسة نضج المادة العضوية في تشكيل صخرية ما، من أن ندرس تاريخ التطور الجيولوجي لهذه التشكيلة، حيث يمكن لتشكيلتان صخريتان، تتميزان بنفس الموصفات الليتولوجية، ولهما نفس العمر، وتقعان في الزمن الحالي على نفس العمق، وتعرضان لنفس الحرارة، أن تكونا قد وصلتا إلى العمق الذي توجدان فيه الآن بطرق مختلفة (كما هو واضح من الشكل-8)، وأن الدور الرئيس في نضج

المادة العضوية، عند غياب شاذات الضغط الطبقي، يقع على عاتق كل من عاملي الحرارة، والزمن.



الشكل (8). تشكيلتان صخريتان افتراضيتان A و B تقعان في الزمن الحالي على نفس العمق، ولكنهما سلكتا طريقين مختلفتين للوصول إلى هذا العمق.

3-5- طريقة لوباتن في دراسة تأثير محصلة عاملي الحرارة والزمن على نضج المادة العضوية

تعد طريقة لوباتن (N.V. Lopatin, 1971) إحدى أكثر طرائق حساب محصلة تأثير الحرارة، والزمن انتشاراً في تقدير نضج المادة العضوية. يتم في البداية، وفقاً لهذه الطريقة، رسم مخطط الزمن - عمق، ليسقط عليه في المرحلة التالية خطوط تساوي الحرارة، بتباعد قدره عشر درجات مئوية، ثم يتم بعد ذلك تحديد العامل n للمجالات الحرارية، ذات القيم 10°C ، وقد اختار لوباتن القيمة $n = 0$ للمجال الحراري $100 - 110^\circ\text{C}$ ، وبالتالي يكون للمجال $110 - 120^\circ\text{C}$ العامل $n = 1$ ، ثم يحدد عامل الحرارة $y = r^n$ ، حيث تتضاعف سرعة التفاعل عند القيمة $r = 2$ كل عشر درجات مئوية، وبالتالي يمكن حساب مقدار الزيادة في النضج ΔM من خلال العلاقة: $\Delta M = \Delta T r^n$ ، وتكون قيمة TTI النهائية عبارة عن مجموع كل قيم ΔM لجميع المجالات الحرارية خلال تاريخ التعمق (أو الترسيب).

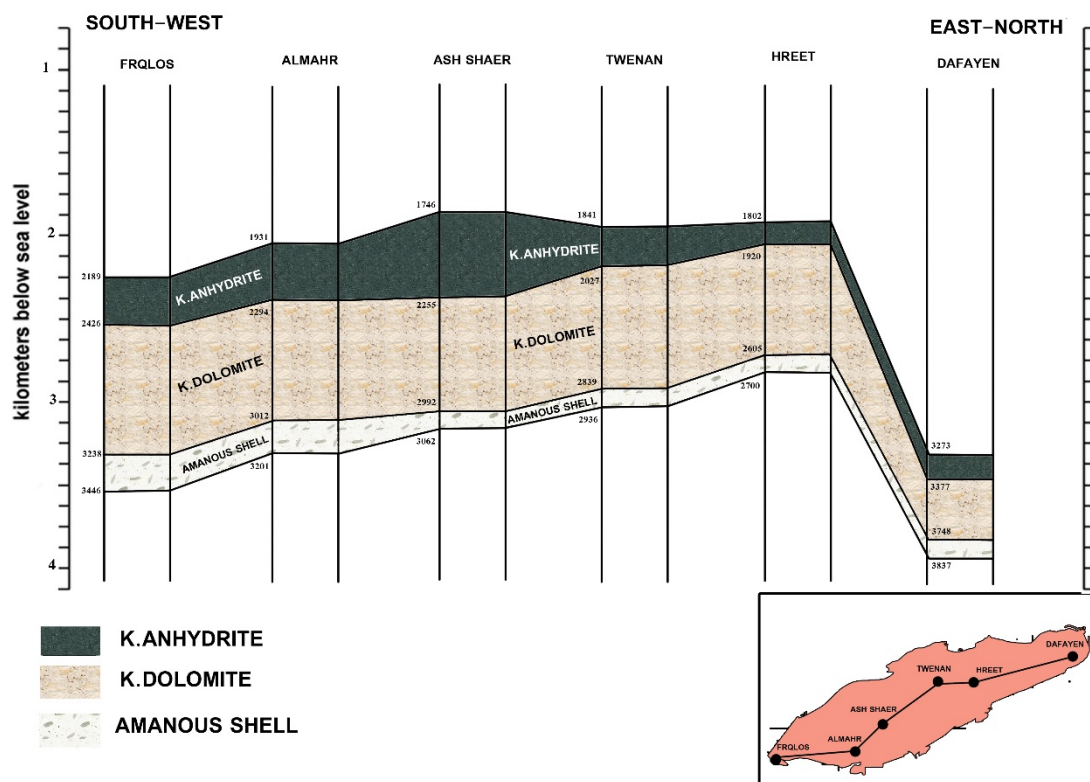
الفصل الرابع

طرائق لعمل، نتائج الدراسة والاستنتاجات

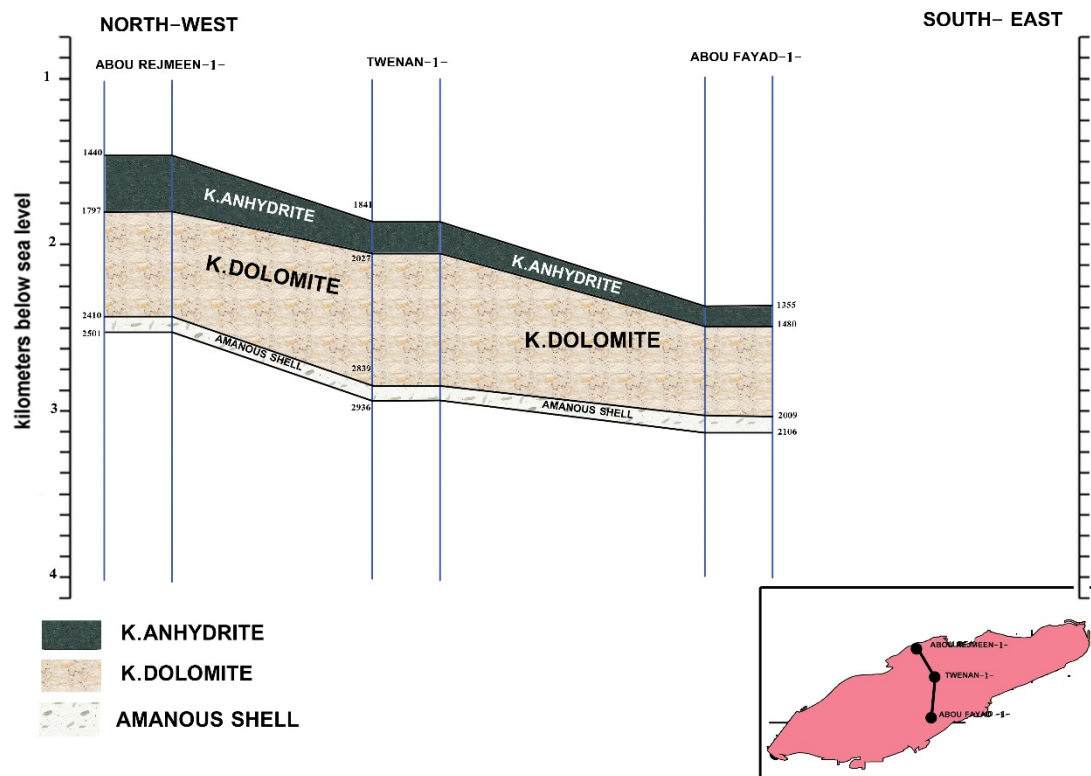
1-4 طرائق العمل

تم من اجل تحقيق هدف الدراسة القيام بالخطوات التالية:

- 1- جمع المعطيات حول ما يلي: اعماق التشكيلات المتوفرة في الابار المحفورة، وسماكاتهما، حرارة قاع الابار والمعطيات المتوفرة من الدراسات السابقة،
- 2- اختيار الابار التي اخترقت كامل تشكيلة الالمانوس شيل وموزعة على امتداد منطقة الدراسة
- 3- اختيار مقطع مضاهاة على امتداد المنطقة باتجاه جنوب غرب – شمال شرق ومقطع اخر يقطع المنطقة بشكل عمودي على اتجاهها أي جنوب شرق – شمال غرب حيث يمثل هذان المقطعان مجموعة من الحقول على امتداد منطقة الدراسة (الشكلين 9-10)
- 4- رسم تاريخ الطمر الرسوبي للتشكيلتين موضوع الدراسة في جميع الابار المختارة
- 5- حساب التدرج الحراري في الابار المدروسة
- 6- حساب قيم معامل الحرارة – زمن (TTI) للتشكيلتين المختاريتين موضوع الدراسة وفقاً لطريقة لوباتن
- 7- استخدام النتائج المتحصل عليها للوصول الى استنتاجات حول النضج الحراري للمادة العضوية المتوفرة في هاتين التشكيلتين.



الشكل (9) مقطع مضاهاة على امتداد المنطقة المدروسة باتجاه شمال شرق - جنوب غرب

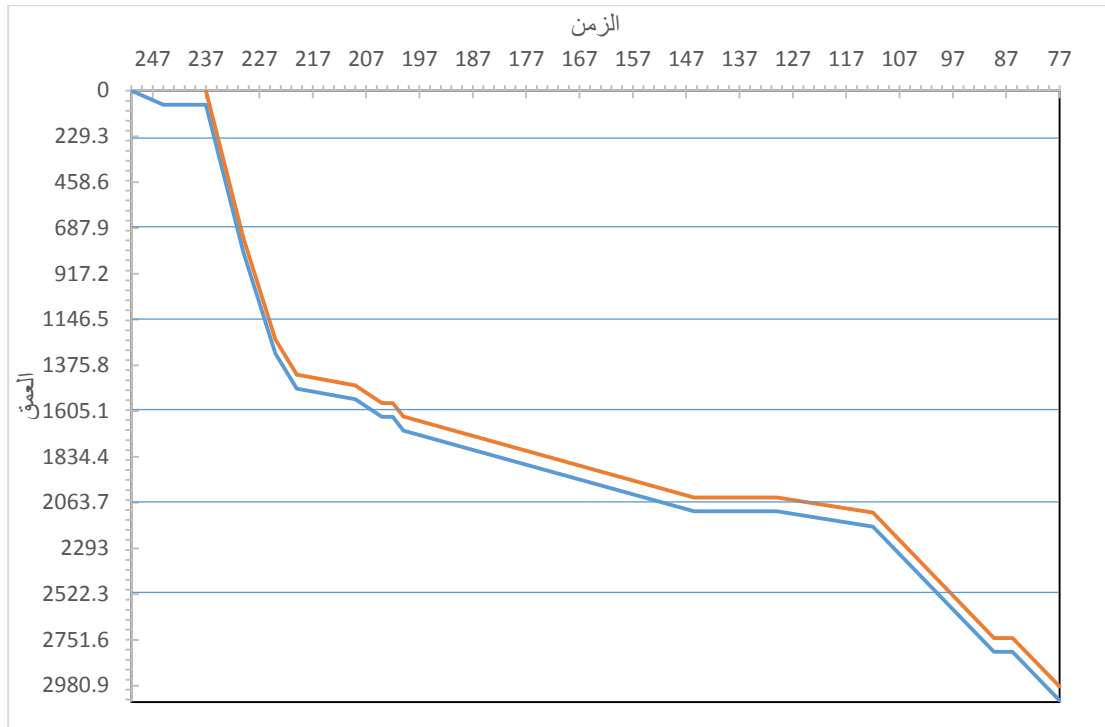


الشكل (10) مقطع مضاهاة على امتداد المنطقة المدروسة باتجاه جنوب شرق - شمال

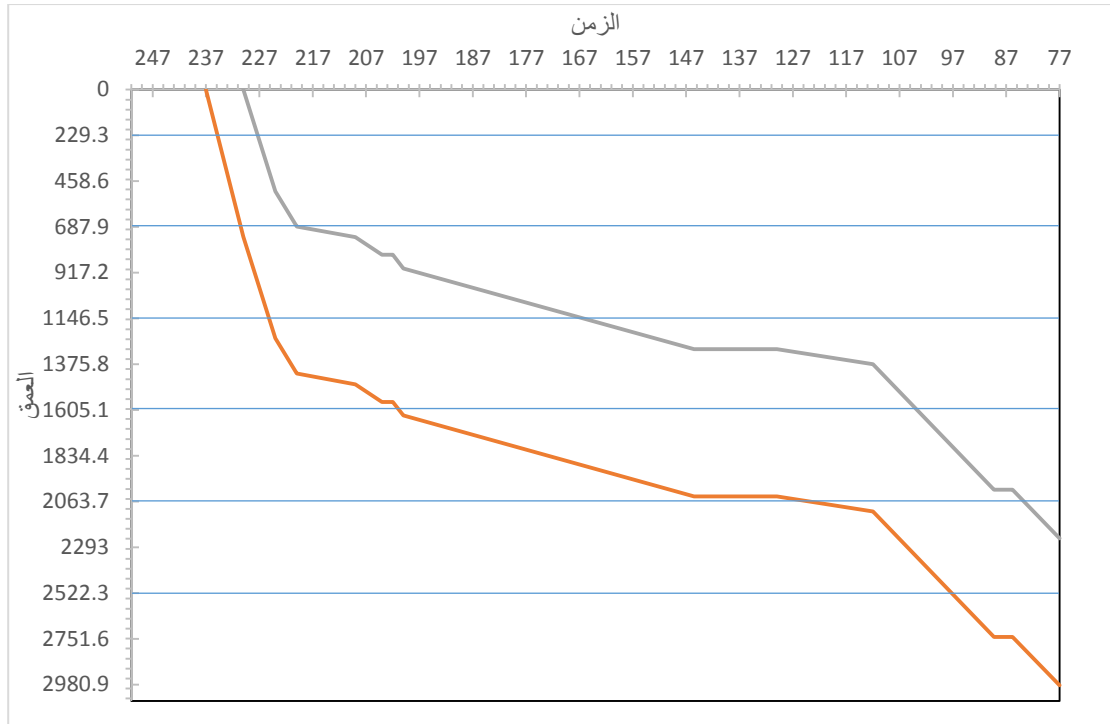
غرب.

2-4 نتائج الدراسة

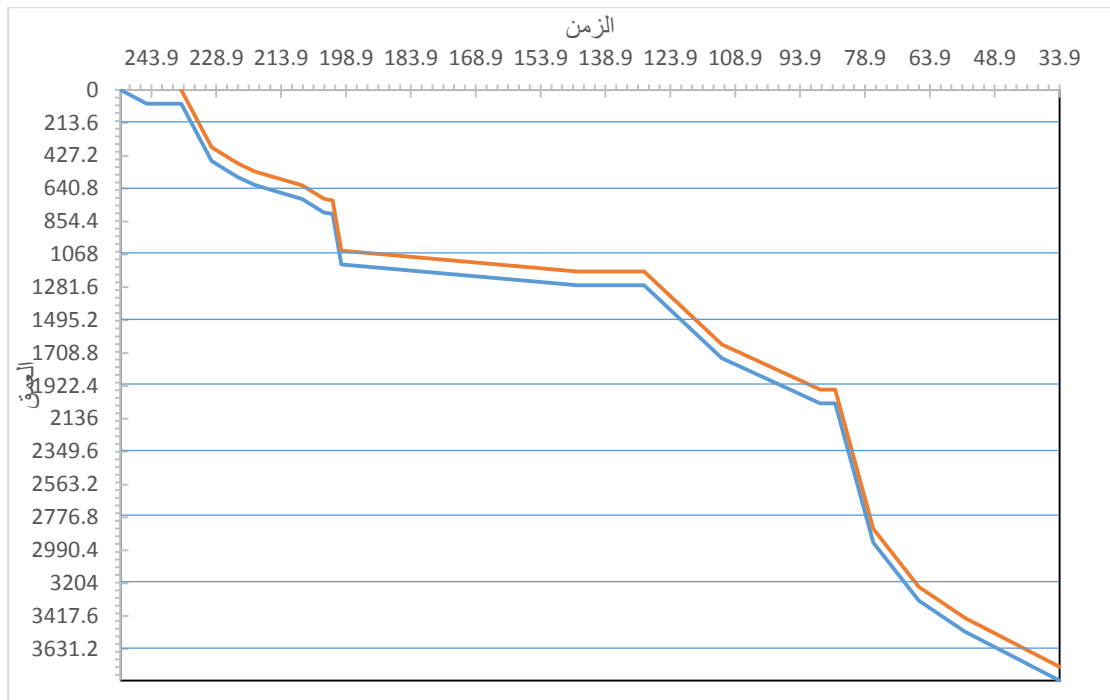
تم بنتيجة استخدام طرائق العمل المذكورة أعلاه رسم مخططات تاريخ الطمر الرسوبي والحراري للتشكيلتين موضوع الدراسة في الابار المختارة (الاشكال 11-...26) كما تم التوصل باستخدام طريقة لوباتن إلى معرفة قيم معامل الزمن - حرارة وفق هذه الطريقة الجداول (3) (4) (5).



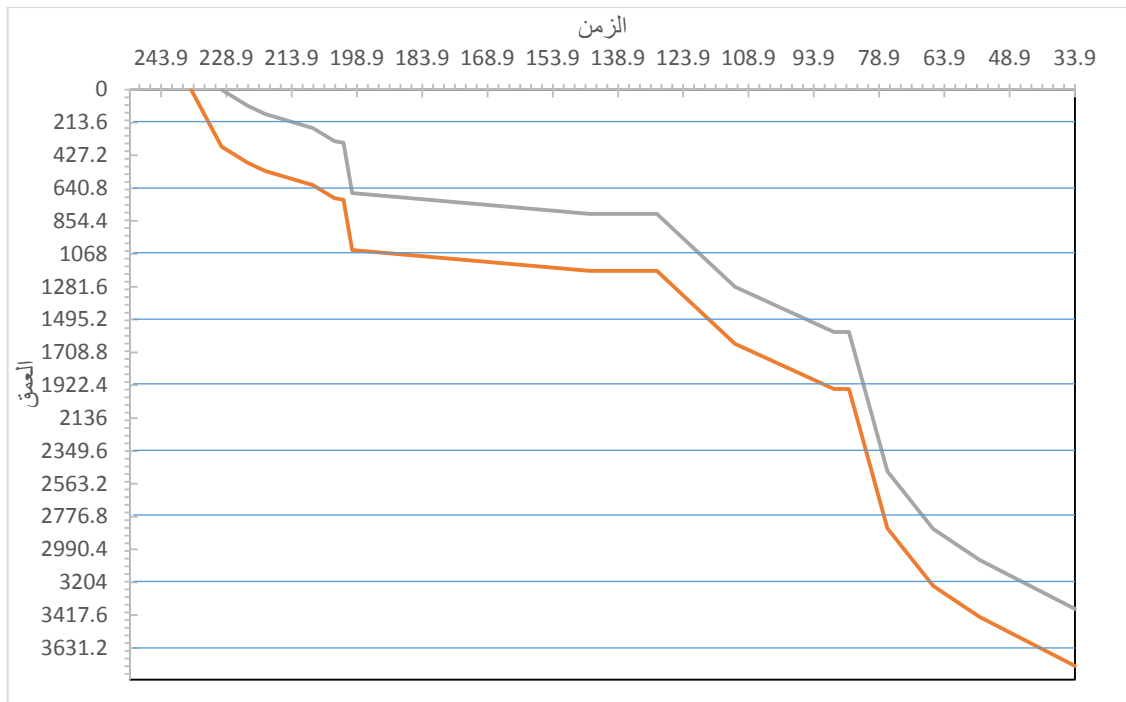
الشكل (11). تاريخ الطمر الرسوبي والجيوحراري لتشكيلة أمانوس شيل في بئر الشاعر-3



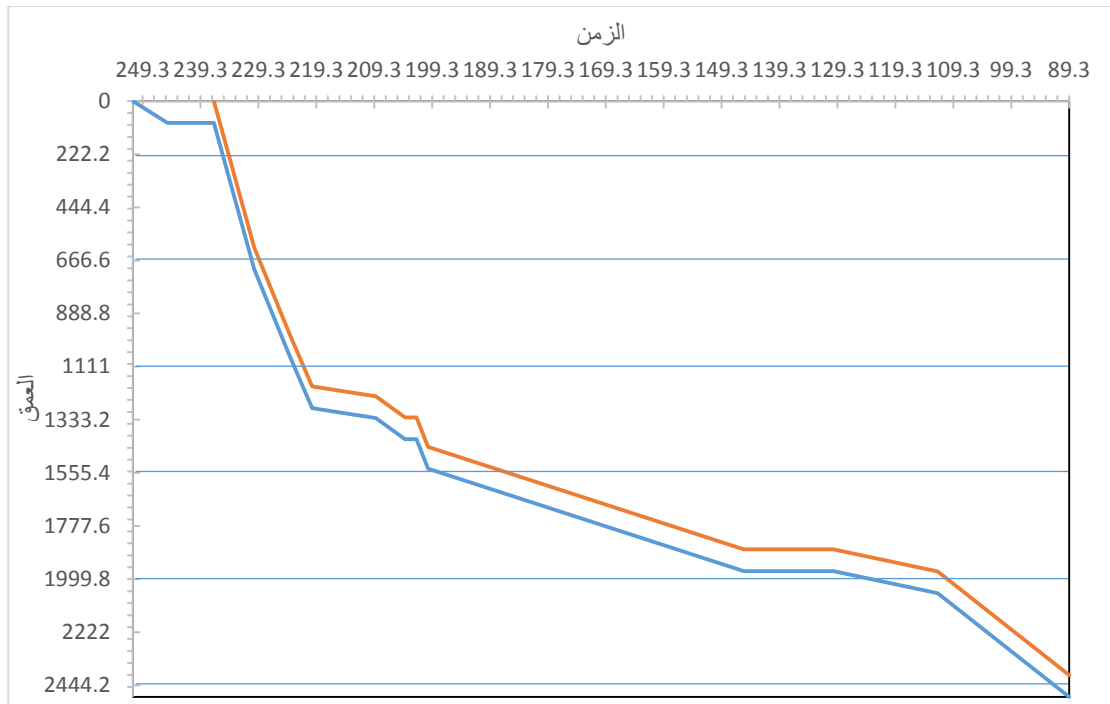
الشكل (12). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكل كوراشينا دولوميت في بنر الشاعر-3



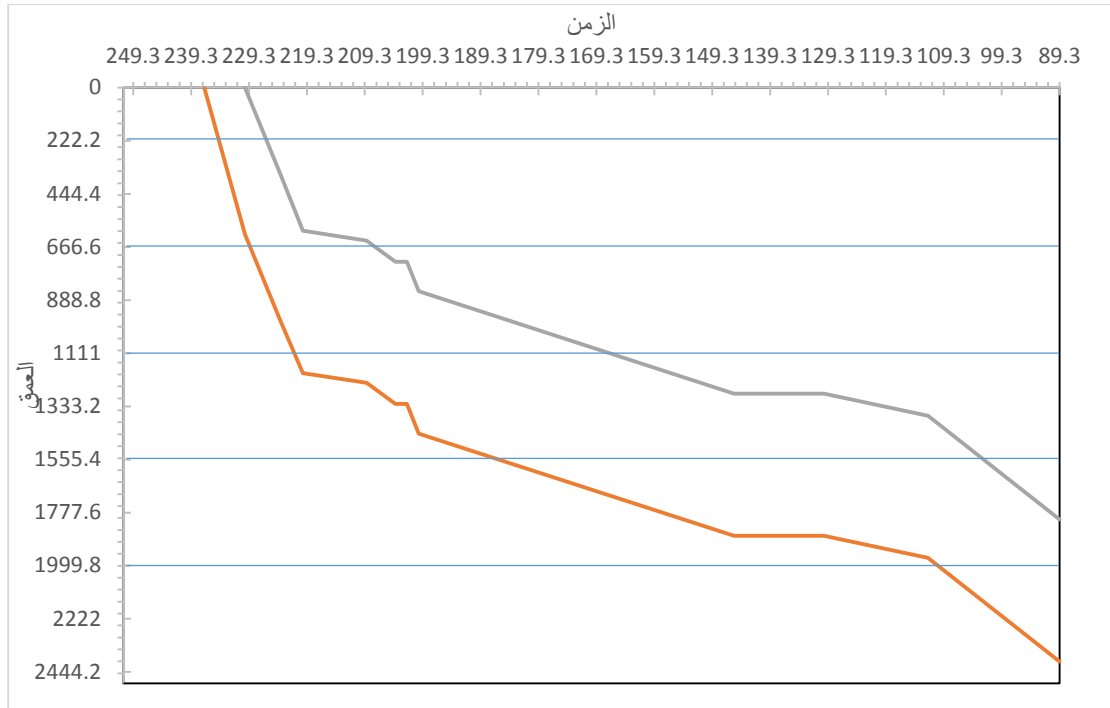
الشكل (13). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكل أمانوس شيل في بنر دفايين 3



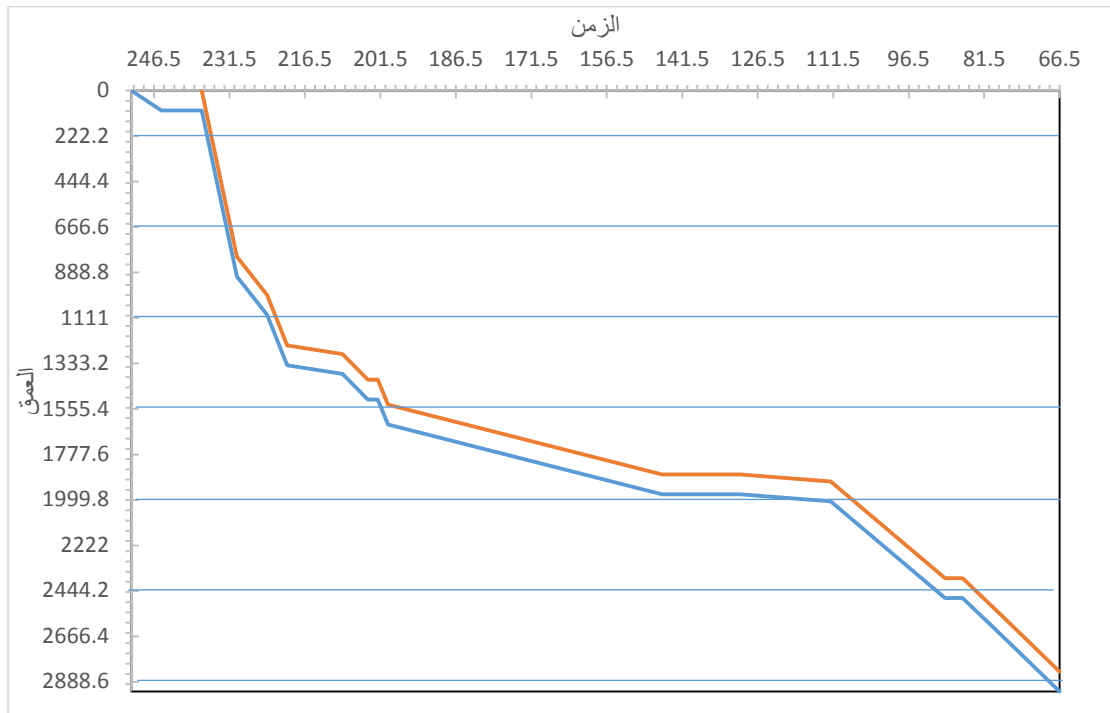
الشكل (14). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكيلة كوراشينا دولوميت في بئر
دفاين 3



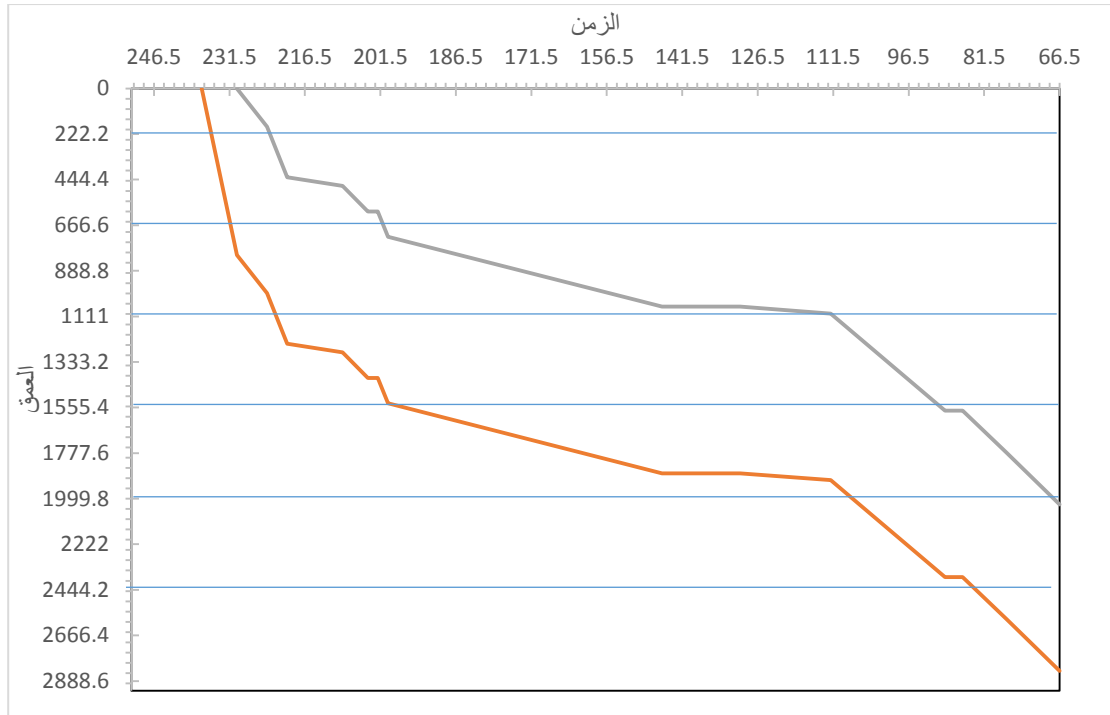
الشكل (15). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكيلة امانوس شيل في بئر ابو رجمين



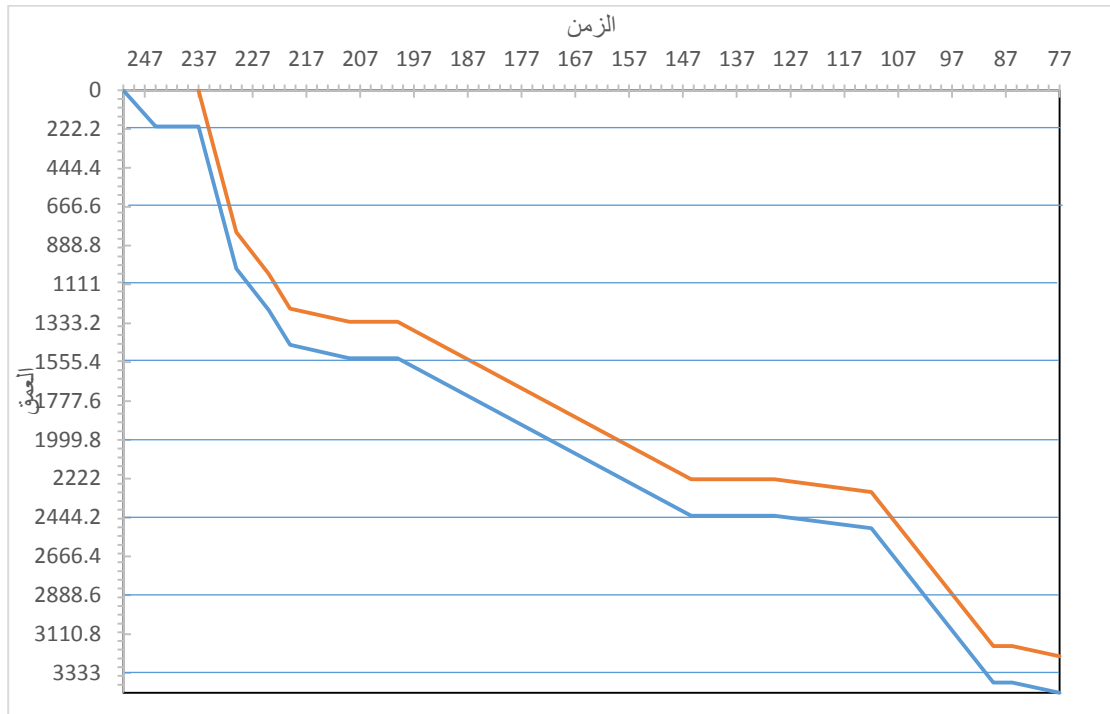
الشكل (16). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكل كوراشنا دولوميت في بئر ابو رجمين 1



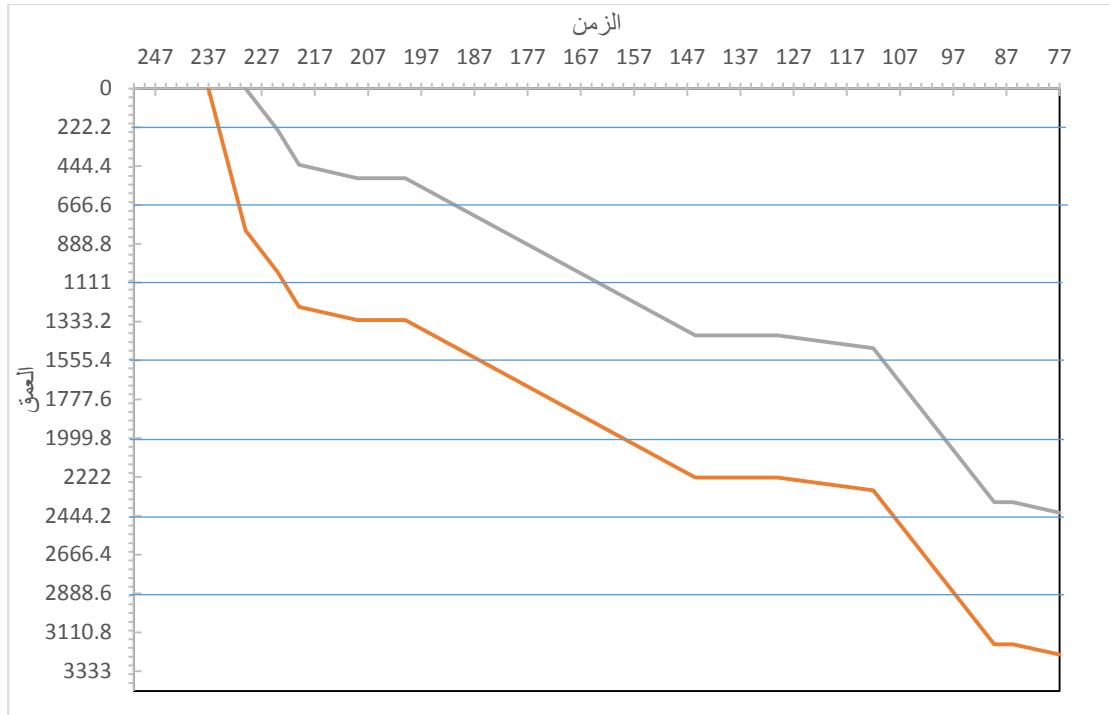
الشكل (17). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكل أمانوس شيل في بئر توينان 1



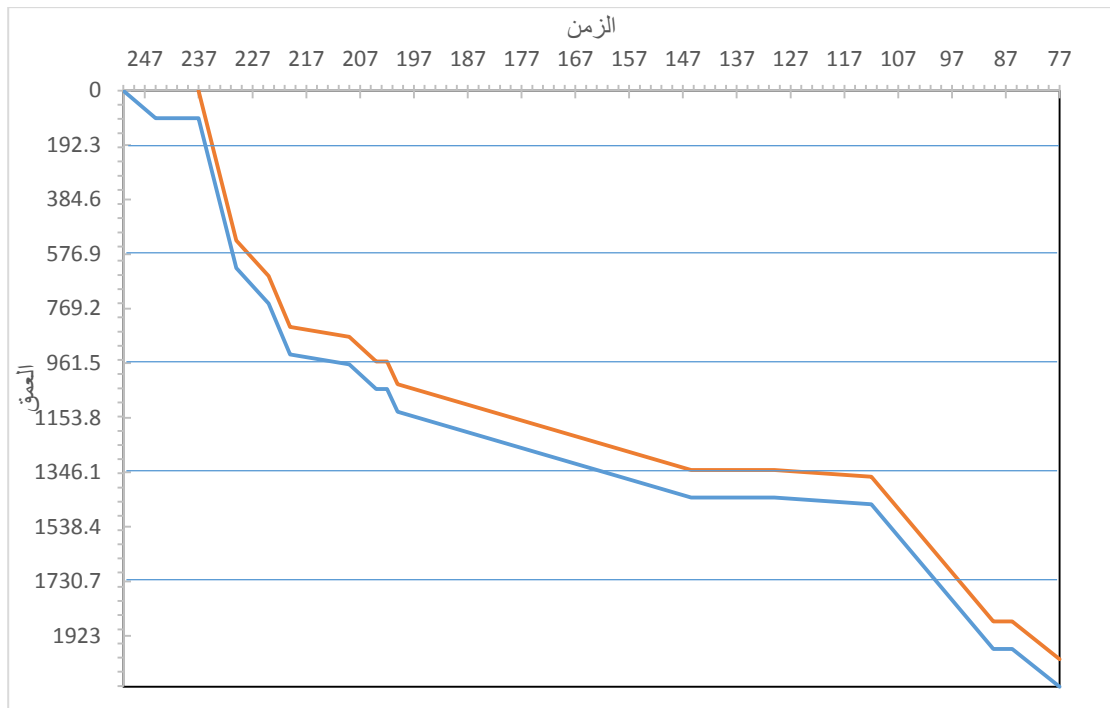
الشكل (18). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكل كوراشينا دواوميت في بئر
توينان 1



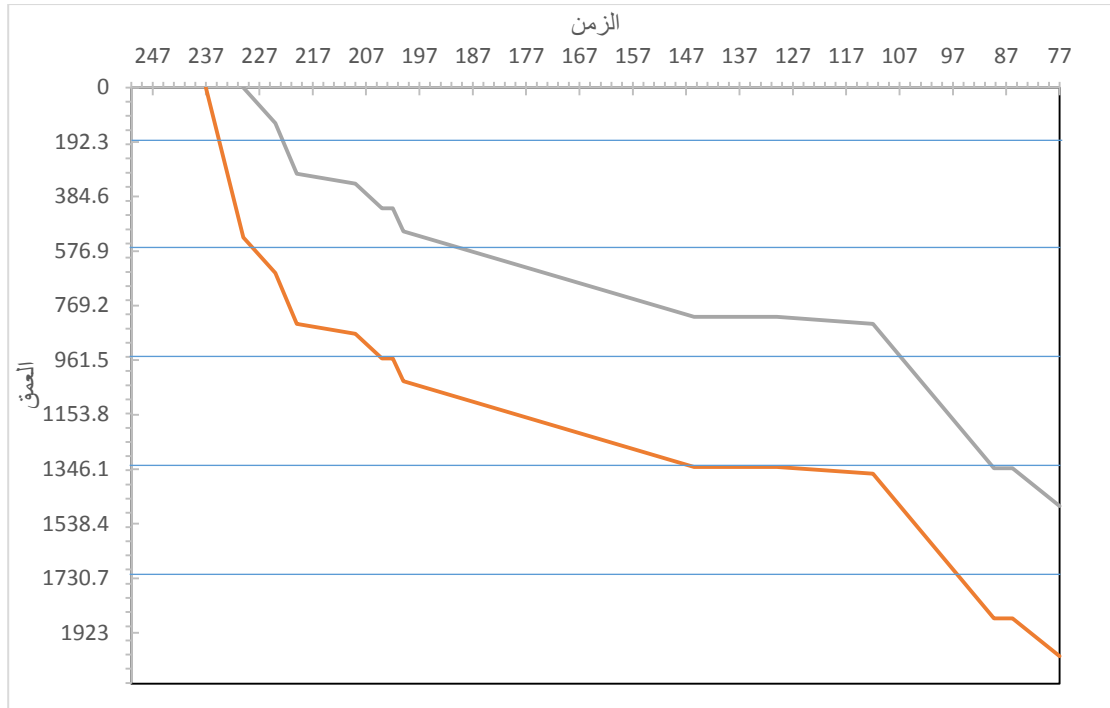
الشكل (19). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكل أمانوس شيل في بئر الفرقلس-1



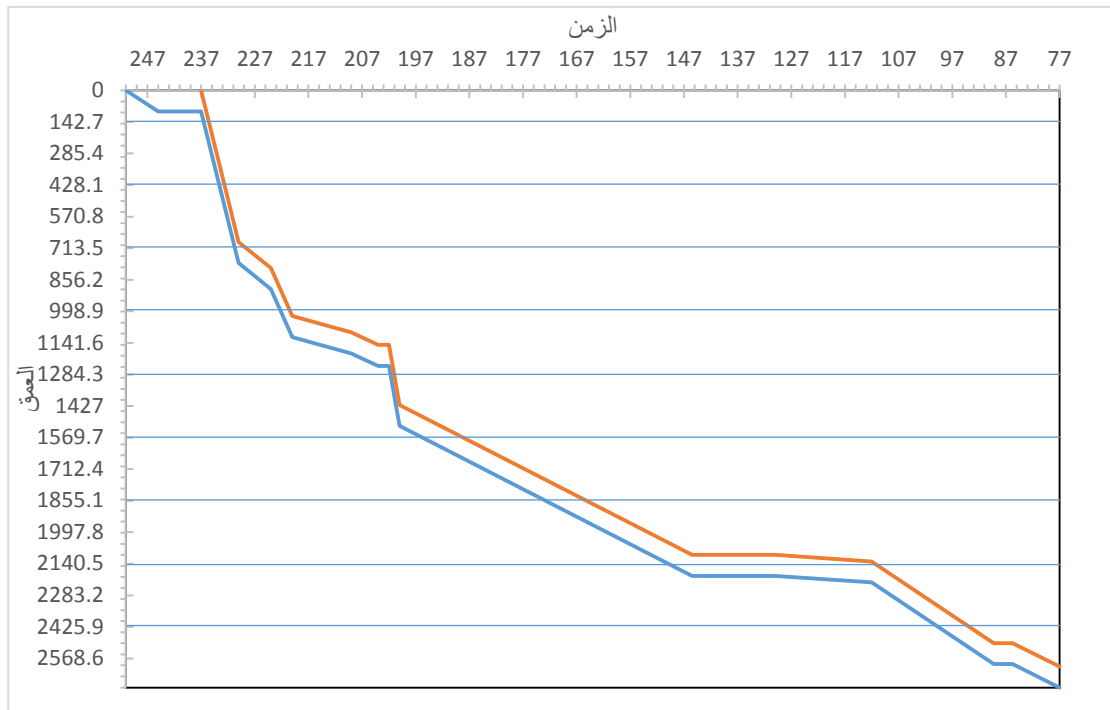
الشكل (20). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكيلة كوراشينا دولوميت في بئر الفرقلس-1



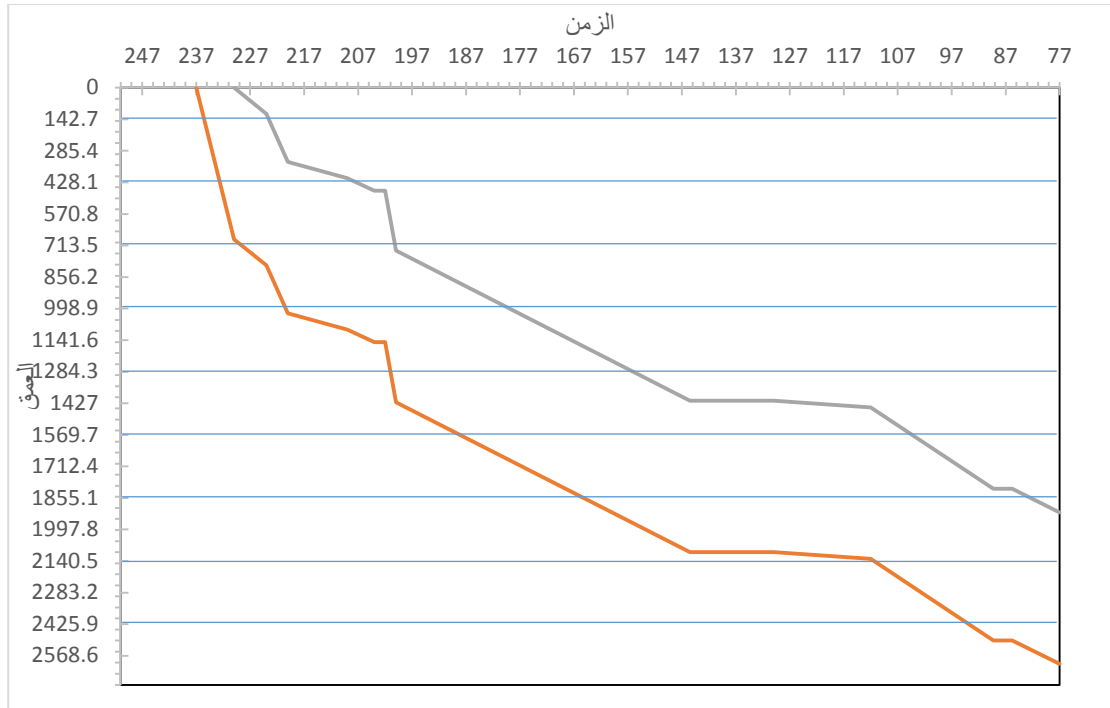
الشكل (21). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكيلة امانوس شيل في بئر ابو فياض



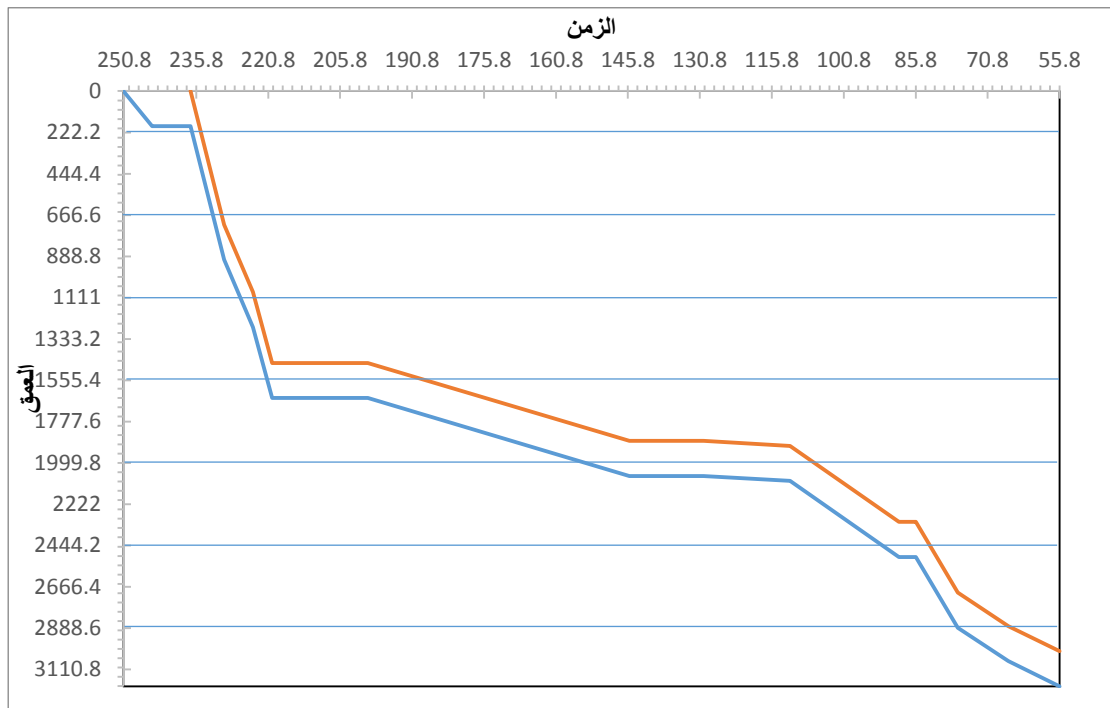
الشكل (22). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكل كوراشينا دولوميت في بنر ابو
فياض 1



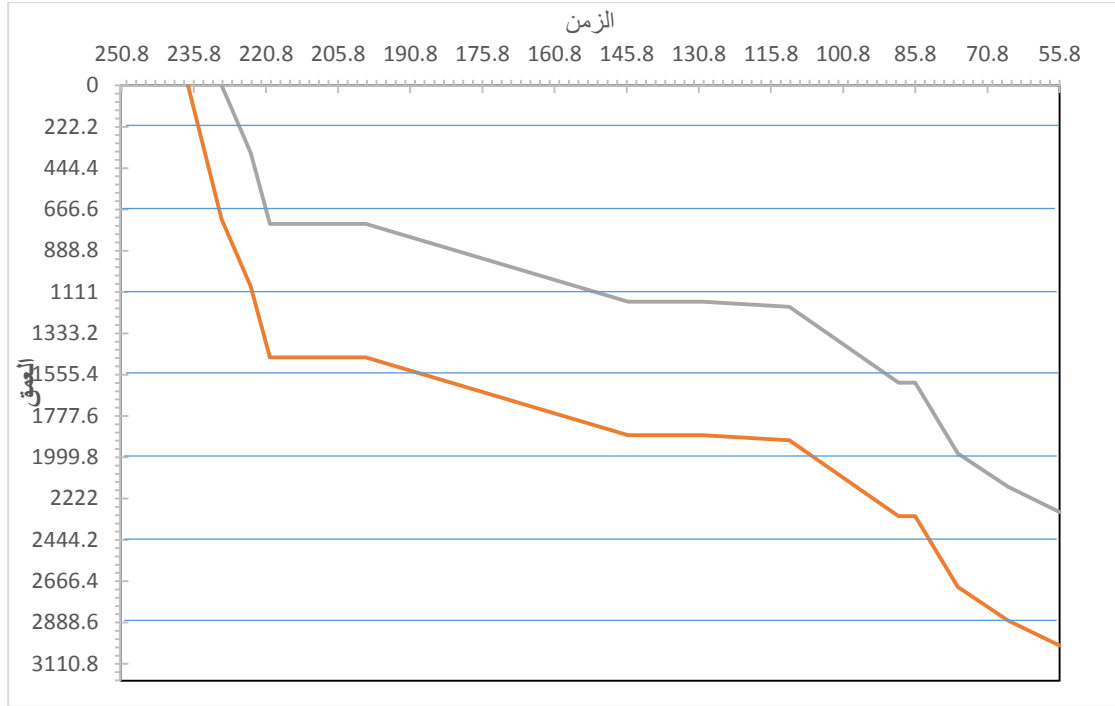
الشكل (23). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكل امانوس شيل في بنر حرير 1



الشكل (24). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكيلة كوراشينا دولوميت في بئر
حرية 1



الشكل (25). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكيلة كوراشينا دولوميت في بئر
المهر 2



الشكل (26). تاريخ الطمر الرسوبي والجيولوجي لتشكيلة كوراشينا دولوميت في بئر المهر 2

الجدول (3) قيم معامل الحرارة - زمن في قمة تشكيلة كوراشينا دولوميت في منطقة الدراسة

قمة كوراشينا دولوميت		
اسم البئر	مجموع TTI	ملاحظات
أبو رجمين - 1	9.2	بداية مرحلة النضج
أبو فياض - 1	7.67	بداية مرحلة النضج
الفرقلس - 1	14.08	بداية مرحلة النضج
المهر - 2	13.47	بداية مرحلة النضج
الشاعر - 3	14.57	بداية مرحلة النضج
توينان - 1	12.15	بداية مرحلة النضج
حريت - 1	8.82	بداية مرحلة النضج
دفايين - 3	63.19	قمة مرحلة النضج

الجدول (4) قيم معامل الحرارة -زمن في قمة تشكيلة امانوس شيل وقاعدة كوراشينا دولوميت في منطقة الدراسة

قمة امانوس شيل - قاعدة كوراشينا دولوميت		
اسم البئر	مجموع TTI	ملاحظات
أبو رجمين -1	19.75	بداية مرحلة النضج
أبو فياض -1	16.5	بداية مرحلة النضج
الفرقلس -1	60.6	قمة مرحلة النضج
المهر -2	46.55	قمة مرحلة النضج
الشاعر -3	52.61	قمة مرحلة النضج
توينان -1	30.5	قمة مرحلة النضج
حريت -1	19.31	بداية مرحلة النضج
دفايين -3	121.09	تجاوزت قمة مرحلة النضج

الجدول (5) قيم معامل الحرارة -زمن في قاعدة تشكيلة امانوس شيل في منطقة الدراسة

قاعدة أمانوس شيل		
اسم البئر	مجموع TTI	ملاحظات
أبو رجمين -1	32.54	قمة مرحلة النضج
أبو فياض -1	18.23	بداية مرحلة النضج
الفرقلس -1	111.3	تجاوزت قمة مرحلة النضج
المهر -2	54.57	قمة مرحلة النضج
الشاعر -3	55.41	قمة مرحلة النضج
توينان -1	49.62	قمة مرحلة النضج
حريت -1	31.81	قمة مرحلة النضج
دفايين -3	129.58	تجاوزت قمة مرحلة النضج

3-4 الاستنتاجات:

يمكننا التوصل من خلال المخططات والجدول التي حصلنا عليها أعلاه الى الاستنتاجات التالية:

- 1- تتراوح قيم النضج الحراري (TTI) في قمة كوراشينا دولوميت بين (7.67) و (14.57) باستثناء بئر دفايين 3 (63.19)
- 2- تتراوح قيم النضج الحراري (TTI) في قمة امانوس شيل وقاعدة كوراشينا دولوميت بين (16.5) و (60.6) باستثناء دفايين 3 (121.09)
- 3- تتراوح قيم النضج الحراري (TTI) في قاعدة امانوس شيل بين (18.23) و (55.41) باستثناء دفايين 3 (129.58) وبئر الفرقلس 1 (111.3)

من خلال الاستنتاجات أعلاه يمكن ان نتوصل الى الاستنتاجين الرئيسيين التاليين:

- 1- تقع تشكيلة كوراشينا دولوميت بين بدايات مرحلة النضج والمرحلة الرئيسية وهو ما يعني ان هذه التشكيلة مازالت لم تستخدم الا جزءاً يسيراً من طاقتها الكامنة في توليد المواد الهيدروكربونية
- 2- تقع تشكيلة امانوس شيل في معظم الأماكن في قمة المرحلة الرئيسية من توليد النفط باستثناء في البئرين (الفرقلس – دفايين) حيث تجاوزت قاعدتها قمة مرحلة النضج ولكنها مازالت ضمن النافذة النفطية, أي أن هذه التشكيلة يمكن أن تكون قد ولدت نسبة هامة من امكانياتها البترولية ولكن جزءاً هاماً أيضاً مازال في مرحلة التوليد.

المراجع

- معطي، ميخائيل. 2014. نموذج جديد للتنشوة البنيوي في حزام الطي التدمري في سورية. جامعة دمشق، كلية العلوم،
- غبرة، عامر ;حسن عايد .2004. استخدام معامل الزمن الحرارة أرينوس في تقدير نضج المادة العضوية في صخور السيلور باليوزويك العلوي في الجزء المركزي والأطراف الشرقية لنهضة حلب. جامعة دمشق، كلية العلوم.
- غبرة، عامر. 1998. دراسة تأثير عوامل الحرارة والضغط والزمن الجيولوجي في التوضعات الصخرية في نطاق الطي التدمري بهدف تمييز التشكيلات التي يمكن ان تلعب التشكيلات المولدة للفحوم الهيدروجينية في هذا النطاق. جامعة دمشق، كلية العلوم.
- حمود، لودا. بناء النموذج المكملي لتشكيلات الميزوزوي في حقل القدير/ تحت نطاق الطي التدمري الشمالي رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الجيولوجية التطبيقية للطالبة
- القاضي، محمد ; الشرع ، مروان. 2012. التطور الترسبي والباليو جغرافي لتشكيلة الكوراشينا دولوميت في حزام الطي التدمري في سوريا. جامعة دمشق، كلية العلوم.
- التقارير النهائية للأبار مديرية الاستكشاف – الشركة السورية للنفط، غير منشور

1- بئر الشاعر 3

2- بئر دفايين 3

3- بئر أبو رجمين 1

4- بئر توينان 1

5- بئر الفرقلس 1

6- بئر أبو فياض 1

7- بئر حریت 1

8- بئر المهر 2