هذا البحث وهو قيد النشر ، و هذه هي المرة الأولى التي يتم فيها هذا النوع من الدراسات على تشكيلات الباليوزوي في منطقة الدراسة وهو يهدف إلى دراسة تأثير عاملي الحرارة والزمن باستخدام المعامل TTIArr على الأنواع المختلفة من الكيروجين ضمن ظروف التشكيلات الصخرية التابعة للسيلوري والباليوزويك العلوي في الأطراف الشرقية والجنوبية الشرقية لهضبة حلب وعزل التشكيلات التي يمكن أن تكون وفقاً لمحصلة تأثير هذين العاملين قد لعبت دور الصخور المولدة للمواد الهيدروكربونية في منطقة الدراسة، بينما تناولت الدراسة السابقة تشكيلات الميزوزوي .

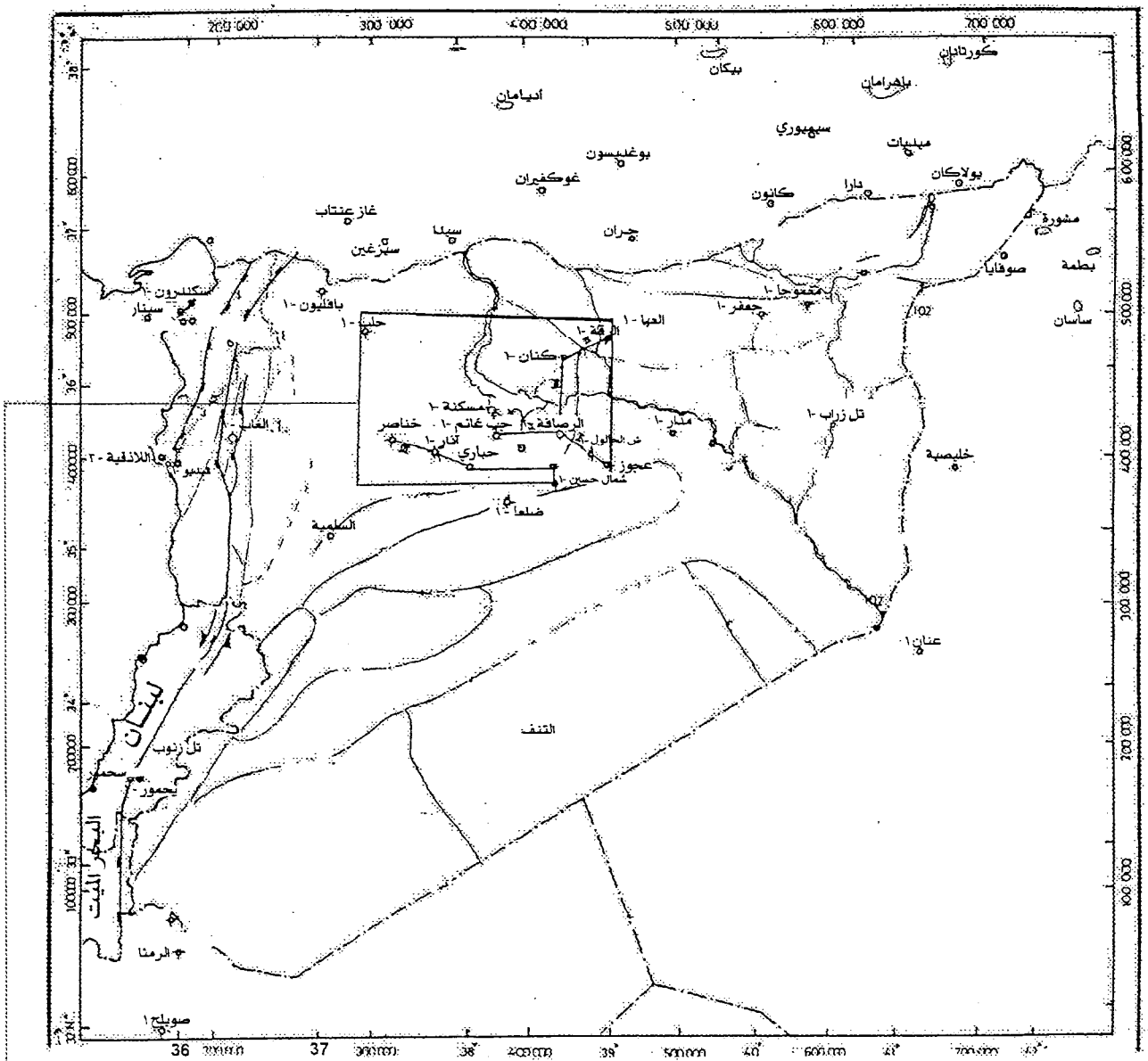
لابدّ أخيراً من الإشارة إلى أنه بالإضافة إلى الأهمية العلمية الكبيرة لتقدير محصلة تأثير عاملي الحرارة والزمن على الأنواع المختلفة من المواد العضوية والتي أخذت تزداد يوماً بعد يوم ، فإن أهميته العملية تتجلى أيضاً في إمكانية تطبيقه في مراحل مبكرة من مراحل عمليات البحث الاستكشافية ( وقبل إجراء التحاليل الجيوكيميائية )في الأعماق والمناطق الجديدة ( Wildcats ) وضمن عدد قليل نسبياً من الآبار الاستكشافية ، مما يساهم بالإضافة إلى توفير الجهد والمال في توجيه وتحديد طبيعة وكمية التحاليل الجيوكيميائية التي يجب القيام بها وفي المحصلة في توجيه العمليات الاستكشافية اللاحقة.

## II – الوضع الجيولوجي لمنطقة الدراسة:

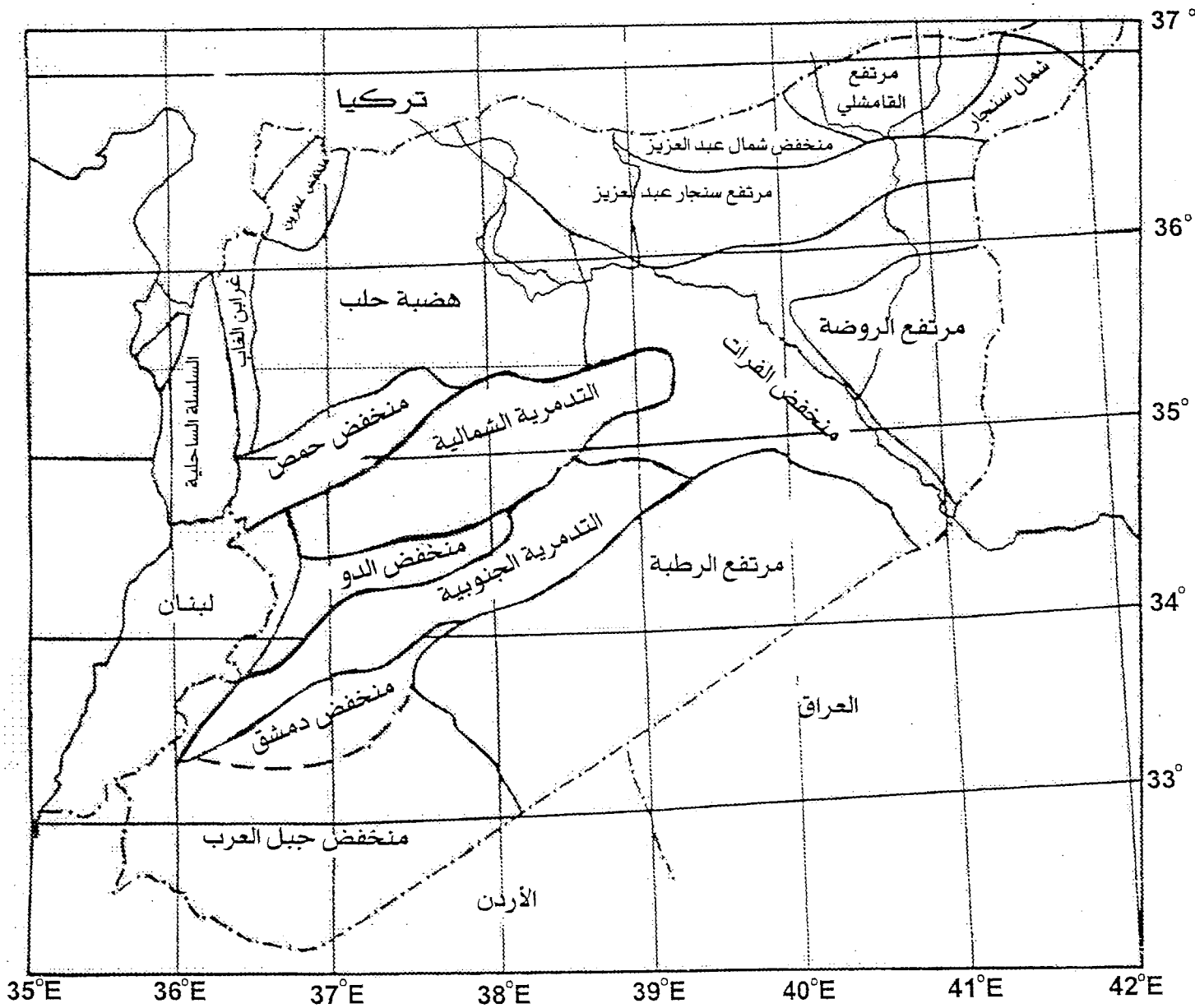
تعتبر هضبة حلب، التي تمثل إحدى النهوضات الرئيسة في الركيزة من الوحدات التكتونية الهامة التابعة للجزء غير المستقر من السطيحة العربية، وهي تقع في الجزء الشمالي الغربي من سورية، وتنفصل عن المناطق المجاورة بمجموعة من الفوالق العميقة، والأحواض الهامشية،حيث يحدها من الجنوب نطاق الطي التدمري، الذي تفصلها عنه مجموعة من الفوالق العميقة ذات الاتجاه شمال شرق جنوب غرب، ومن الشمال والشمال الشرقي حوض الفرات، وبنية جرابلس، و تتعقد المنطقة هنا بمجموعة من الفوالق ذات الاتجاه شمال – جنوب، وشمال غرب – جنوب شرق، ومن الشمال مرتفع ديار بكر، بينما يمثل فالق الانهدام الكبير ووحدة الغاب الحدود الغربية لهذه الهضبة ( 8 ). وتتعقد الهضبة بمجموعة من المحدبات البيضوية الشكل والتي لا يزيد ميل أجنحتها عن خمس درجات ( 18,8,5 ) .الشكل ( 1 )

أما بالنسبة للتكشفات الصخرية على السطح، فإنها تتمثل بشكل رئيس بصخور كلسية، وكلسية حوارية تعود إلى عمر الباليوجين، بينما تعتبر الصخور الكلسية العضوية، ذات التداخلات الصوانية، التي تعود إلى عمر السانتونيان–كامبانيان في الغرب، والصخور الحوارية، والمارلية من عمر المايستريختيان ( كما في خناصر والمكسر ) أقدم الصخور المتكشفة في هذه المنطقة، وتتكشف في المنطقة الشرقية من هذه الهضبة صخور الميوسين الكلسية، بينما تملأ لحقيات الرباعي الحطامية المنخفضات كمنخفض التركمانية.

وتشير الدراسات التي أجريت على المنطقة إلى أن تأثرها بالحركة الهرسينية، التي أدت إلى نهوض الركيزة، ومن ثم بالحركة الألبية، التي أدت إلى نهوض المنطقة بشكل عام، قد أدى إلى اختصار كبير في رسوبيات الباليوزويك العلوي، والميزوزويك نتيجة للحت، أو لعدم الترسيب، وخاصة في الجزء المركزي من الهضبة، الذي بقي متكشفاً بعد تراجع بحر الديفوني، وسيطرة الظروف القارية، إلى أن حدث تجاوز بحر الترياسي، وبدأ الترسيب البحري من جديد؛ ولقد أدت محصلة هذه العمليات مجتمعة إلى وجود الركيزة على عمق قليل نسبياً وخاصةً في الجزء المركزي حيث يمكن أن نلتقي




الشكل 1-b: منطقة الدراسة وتوزع الآبار المدروسة فيها




الشكل a-1: الوحدات التكتونية الرئيسة في سورية

الركيزة على عمق ~ 4000م ( وبين 5000 و 6300 م في بقية الأماكن ) بالمقارنة مع الوحدات التكتونية المجاورة كما في الأولاكوجين التدمري حيث يتراوح عمق بين 9 و 11 كم.( 19,15,13 )

إن هذا التاريخ الجيولوجي للمنطقة نجده منعكساً بشكل واضح على معطيات الآبار العميقة، التي تم حفرها بهدف الاستكشاف النفطي، حيث تشير هذه المعطيات إلى أن عمليات الحت اللاحقة لنهوض المنطقة، قد أدت في بعض الأماكن ( في الجزء المركزي خاصةً ) حتى إلى غياب الجزء العلوي من الباليوزويك السفلي كما في بئر حلب-1( الشكل-3 ) بينما تتوضع فوق السطح الحتي للسيلوري باتجاه الأطراف رسوبيات البرمي، المتمثلة بتشكيلة أمانوس ساند كما في بئر كنان-1 ، الواقعة في الجهة الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة، أو رسوبيات الكربوني المتمثلة بتشكيلة مرقدة كما في آبارمسكنة-1 الرصافة-1 باتجاه جنوب شرق هذه المنطقة.(الشكل-3 ).

أما من الناحية النفطية فإن هضبة حلب تعتبر إحدى الوحدات التكتونية المنتجة للنفط في الجزء الشمالي الغربي من السطيحة العربية حيث تحتوي على عدد من الحقول المنتجة التي تقع جميعها في الأطراف الجنوبية الشرقية من الهضبة مثل وهاب،صفيح،عمالة،وفهدة و نفوط هذه الحقول تتميز عموماً بأنها ثقيلة.

## III - الأعمار المدروسة وتوزعها في منطقة الدراسة:

1-السيلوري: وتمثل صخور هذا العمر في منطقة الدراسة تشكيلة وحيدة تدعى التنف وهي وتتوضع صخورها بعدم توافق فوق رسوبيات الأروردوفيشي وتتمثل بشكل أساسي بتتابعات من صخور الشيل ذات اللون من الرمادي حتى الأسود الداكن وقد أخترقت هذه التشكيلة في سورية بعدد من الآبار العميقة كما في آبار مرقدة، ،الأحمر-101 ، والتنف-1 حيث تصل سماكتها إلى 426 م. ( 5 ) مما يدل على الانتشار الواسع لها في هذا الجزء من شمال السطيحة العربية. أما في منطقة الدراسة فقد تم اختراق تشكيلة التنف في بئري مسكنة-1 ( 200 م حتى نهاية الحفر ) وبئر كنان-1 ( 250م حتى نهاية الحفر) بينما غابت في كل من بئري خناصر-1 الذي أخترق الحفر فيه تشكيلات الكمبري، وحلب- 1الذي اخترق فيه الحفرتشكيلة أفندي الأوردوفيشية.

اعتماداً على المعطيات المتوفرة من خرائط الثخانة( 5 ) ومن خلال المضاهاة بين الآبار المحفورة ( 12 ) فإن هذه التشكيلة تتوضع على أعماق متفاوتة جداً تتراوح بين 1750 م كما في بئر كنان-1 في شمال شرق منطقة الدراسة وأكثر من 5000م كما في العجوز-1 في أقصى جنوب شرق هذه المنطقة؛كما أن سماكة هذه التشكيلةتتراوح ضمن مجالات واسعة اعتباراً من الصفر حيث تغيب بشكل كامل كما في خناصر-1 وحلب-1 حتى أكثر من 600م كما في بئري الرصافة-1 والعجوز-1 .

2-الكربوني : وتتمثل رسوبيات هذا العمر ضمن أراضي القطر العربي السوري بتشكيلة مرقدة التي تم اختراقها في عدد كبير من الآبار العميقة وفي مختلف الوحدات التكتونية كما في آبار: الأحمر ، التنف ،رميلان، ناعور، وغيرها، وهي تتميز بشكل عام بسماكاتها الكبيرة التي تزيد أحياناً عن 1500م كما في بئر الصياد-1 ( 1592م حتى نهاية الحفر ) أما في منطقة الدراسة فإن هذه التشكيلة تتميز أيضاً بانتشارها الواسع على الرغم من أنها تغيب عن بعض الأماكن ( خاصة في مركز وشمال شرق الهضبة ) كما في بئري حلب-1 وبئر كنان-1 وقد تم اختراقها في عدة آبار مثل آذار-1 الرصافة-1 مسكنة-1 وغيرها.وهي تتمثل بشكل عام بتوضعات رملية ورملية غضارية تتناوب معها أحياناً طبقات من الصخور الغضارية قاتمة اللون والشيل الأسود التي تزداد نسبتها أحيانا في بعض المستويات كما في بئر

الرصافة–1، كما تتخللها أحياناً بعض الصخور الكربوناتية.أما بالنسبة لسماكة وعمق توضع هذه التشكيلة فإنهما يتراوحان ضمن مجالات واسعة وملفتة للنظر بين مختلف الأماكن الواقعة ضمن منطقة الدراسة والتي لا تفصلها سوى مسافات قصيرة نسبياً ففي حين بلغت سماكتها على سبيل المثال في بئر الرصافة– 1 حوالي 650م تم اختراق حوالي 1592م منها حتى نهاية عمليات الحفر في بئر الصياد–1 الذي لا يبعد عن البئر السابق أكثر من 20كم دون الوصول إلى قاعدتها، بينما تغيب نهائياً عن بعض الآبار ( حلب–1 ، وبئر كنان–1) وفي حين تم اختراقها في بئر خناصر– 1 على عمق لايتجاوز1050م لم يتم الوصول إليها في بئر شمال الحالول–1 حتى العمق2845م.

3–البرمي:تتمثل صخور البرمي بتشكيلة أمانوس ساند التي تنتشر بشكل واسع ضمن أراضي القطر العربي السوري، حيث تم اختراقها في عدد كبير من الآبار العميقة ( الضلعا– 1100، السخنة– 1، رميلان–6 ،التنف–1 ، وغيرها ) ( 12,5 )، ولكن دون أن يكون لها أي تكشف على السطح، أما في منطقة الدراسة، فقد تم اختراق تشكيلة أمانوس ساند في معظم الآبار العميقة (وهاب– 1، جب غانم– 1، حباري– 2، وغيرها )، وهي تتكون بشكل عام من صخور رملية ، رملية غضارية، وغضارية؛وتتراوح سماكة رسوبياتها في أماكن تواجدها بين15م، كما في آذار–، 1 وحوالي 400م، كما في الرقة–1 ،و عموماً تتناقص هذه السماكة تدريجياً، حتى تغيب نهائياً كلما اتجهنا باتجاه مركز هضبة حلب ( كما في آبار مسكنة–1 ،خناصر–1،وحلب–1 )؛وبالنسبة لعمق توضعها في منطقة الدراسة، فإنه يتراوح بين حوالي 1600م، كما في بئر كنان–1 في الجهة الشمالية الشرقية، حتى أكثر من 3450م، كما في بئر العجوز–1 في أقصى الجهة الجنوبية الشرقية منها.

## IV – الأعمال المنفذة:

بعد التعرف على الوضع الجيولوجي العام لمنطقة الدراسة ومعطيات الآبار العميقة المتوفرة فيها ومن أجل الوصول إلى هدف الدراسة فقد تم القيام بالأعمال التالية:

1 –بالاعتماد على المعطيات الواقعية المتوفرة عن منطقة الدراسة تم اختيار اثنتا عشرة بئراً موزعة في أماكن مختلفة من هذه المنطقة ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة محاور ( الشكل– 2) هي :

- مسكنة–1 ،جب غانم–1 ،رصافة–1 ،شمال الحالول–1 ،عجوز–1.
- خناصر–1 ،آذار–1 ،حباري–2، صياد–1
- صياد–1 ،عمالة–1 ،رصافة–1 ،بئر كنان–1 ،الرقة–1.

يمثل الشكل– 3 مقطعاً ستراتيغرافياً بين عدد من الآبار المدروسة.

2 – تقدير سماكة وأعماق توضع التشكيلات المدروسة في الأماكن التي لم يخترقها الحفر كاملةً بالاعتماد على المعطيات الواقعية المتوفرة عن منطقة الدراسة ومن خلال خرائط السماكة المتوفرة في تقارير الشركة السورية للنفط ( 5 ) وعملية المضاهاة بين الآبار المحفورة في هذه المنطقة.

3–استخدام الحاسب في إنشاء اثنا عشر مخططاً تمثل تغير الظروف الباليوتكتونية لجميع الآبار المختارة(الأشكال4-15 ).

4–بعد دراسة المخططات السابقة الذكر تم اختيار عدة فترات زمنية على كل واحد منها لمطابقة الأعماق المناسبة لدرجات الحرارة: 40،50، 60، 70،... الخ.

5- استخدام النتائج التي حصلنا عليها في البند السابق في رسم خطوط تساوي الحرارة على كل مخطط من المخططات المذكورة بفارق عشر درجات مئوية: 40-50-60 -...الخ. ( الأشكال : 4-15).

6- حساب الفترات الزمنية التي تعرضت فيها كل تشكيلة من التشكيلات المدروسة في كل بئر من الآبار المختارة للحرارات المتصاعدة ضمن المجالات 40-50 , 40-50,60-70 ...الخ.

7- حساب قيم المعامل TTIArr لكل نوع من أنواع الكيروجين ( III، IIa,b,c,d، Ia,b,c )ضمن ظروف كل تشكيلة من التشكيلات المدروسة في كل مجال حراري وفي كل بئر من الآبار المختارة ومن ثم حساب ΣTTIArr لكل منها.

8- حساب النسب المئوية لما يمكن أن يكون قد حققه كل نوع من أنواع الكيروجين ضمن ظروف التشكيلات المدروسة من طاقته الكامنة في توليد المواد الهيدروكربونية.

## V- طرائق ومنهجية الدراسة:

لقد تم من أجل الوصول إلى هدف الدراسة الاعتماد على الطرائق والأسس التالية:

1- طريقة فيسكوفسكي أ.يو1984 في دراسة تطور الحرارات القديمة للمقاطع الصخرية الممثلة للآبار المختارة ومن ثم رسم خطوط التساوي الحراري على مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية لهذه الآبار. إن هذه الطريقة تعتمد في أساسها على أن النظام الحراري للتوضعات الرسوبية يتعلق بحرارة الركيزة والتي تتعلق بدورها بعمق توضعها وعمر تصلبها وزمن آخر طمر رسوبي شديد تعرضت له ( 11 ).

2- اعتماد طريقة يرمولكن- سوروكوفا- بوبيليفا 1986 في حساب قيم معامل الزمن-الحرارة أثناء تعرض التشكيلات للمجالات الحرارية المتصاعدة ( 11 ).

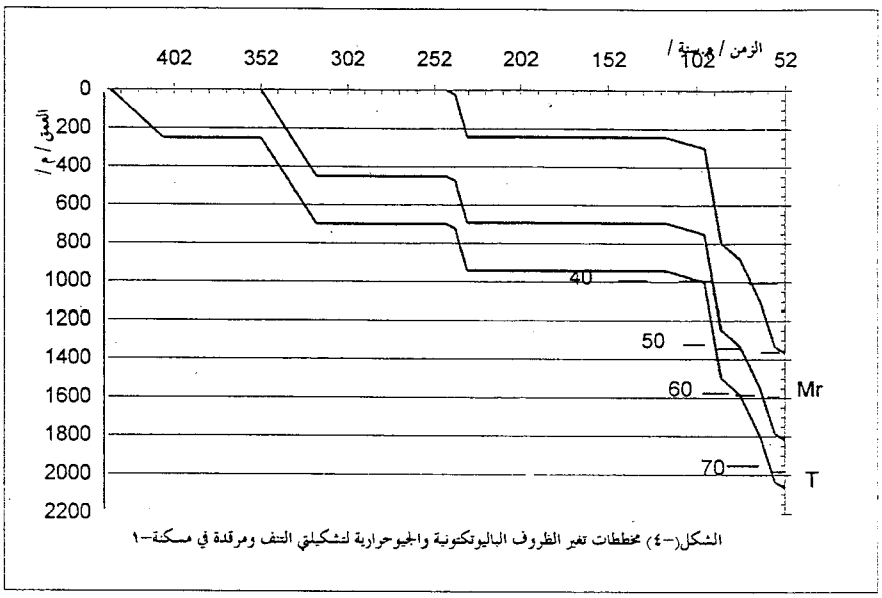
3-الأخذ بعين الاعتبار بأن اختلاف التركيب الكيميائي للأنواع المختلفة من الكيروجين I،II،III، والتي ينقسم كل منها بدوره إلى عدة أنواع ( Ia,b,c,II a,b,c,d,III )، وخاصة اختلاف النسب التي تحتويها من المركبات الأليفاتية يؤدي إلى اختلاف الطاقة الفعالة ( E )اللازمة لتفكك كل منها ،وبالتالي اختلاف سرعة التفكك الحراري وقيم معامل الحرارة -زمن لبداية ونهاية النافذة النفطية لكل منها، لذلك فقد تم اعتماد طريقة هانت ( Hunt et al.1991 ) في حساب قيم ∑ TTI Arr لكل نوع من أنواع الكيروجين المذكورة والتي تعتمد أساساً على علاقة وود( Wood 1988 ) :

$$TTI_{Arr} = [\ (t_n - t_{n-1})A \cdot \exp(-E/RT)\ ] .100$$

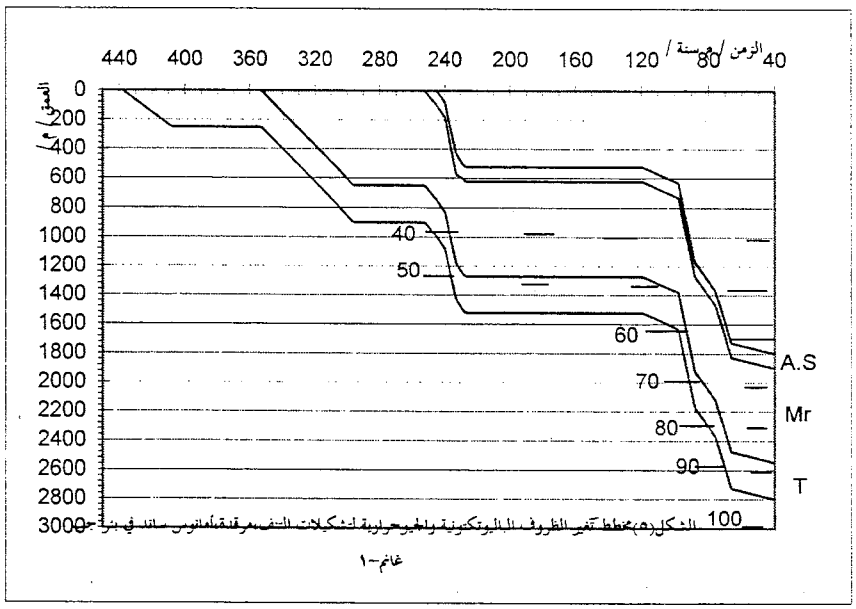
حيث :tn تعبر عن الزمن / مليون سنة /، T- درجة الحرارة المطلقة، A-عامل التكرار frequency factor/ 1 مليون سنة /، R- ثابت الغاز Ideal gas constant.( 22,17 )

4- الاعتماد على العلاقة : $x = 1 - \exp(-\Sigma TTI_{Arr}/100) . 100$ (Hunt 1996 ) في تقدير نسبة ما يمكن أن يكون قد حققه كل كيروجين يمكن أن يتعرض لمحصلة تأثير عاملي الحرارة والزمن في ظروف التشكيلات المدروسة من إمكانياته الكامنة في توليد المواد الهيدروكربونية. مع العلم بأن تولد المواد الهيدروكربونية يبدأ عندما تكون قيمة معامل الزمن-حرارة أرينوس حوالي-1 وعندما تصل هذه القيمة إلى حوالي 460 يكون الكيروجين قد حقق حوالي 100% من طاقته التوليدية الكامنة ( 17 ).

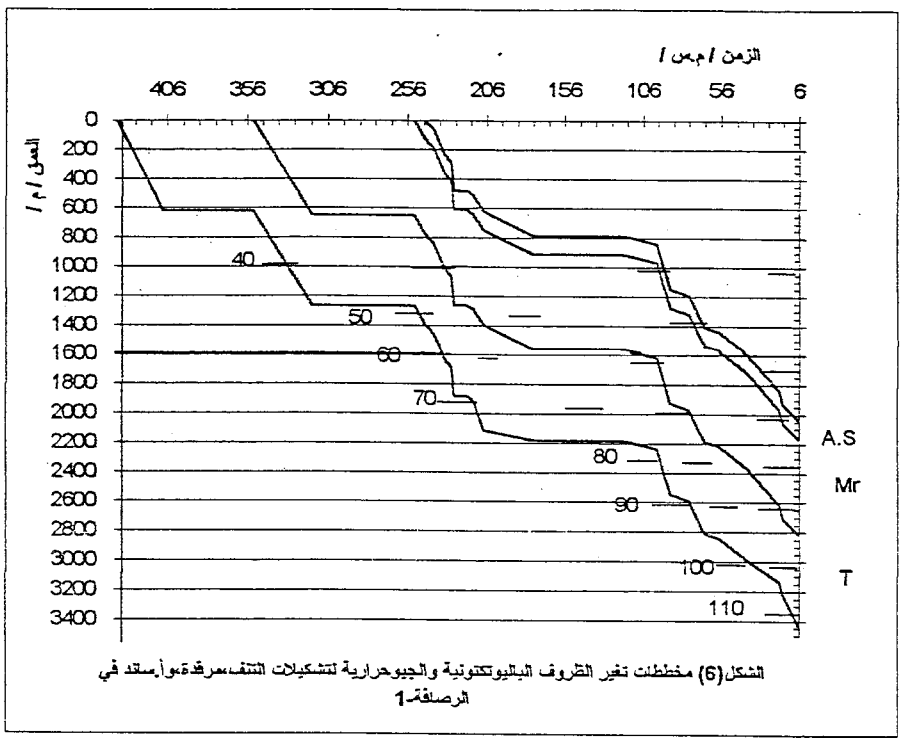
تجدر الإشارة أخيراً إلى أن هذه الدراسة تتضمن استخدام معامل الزمن- الحرارة أرينوس للتعرف على محصلة



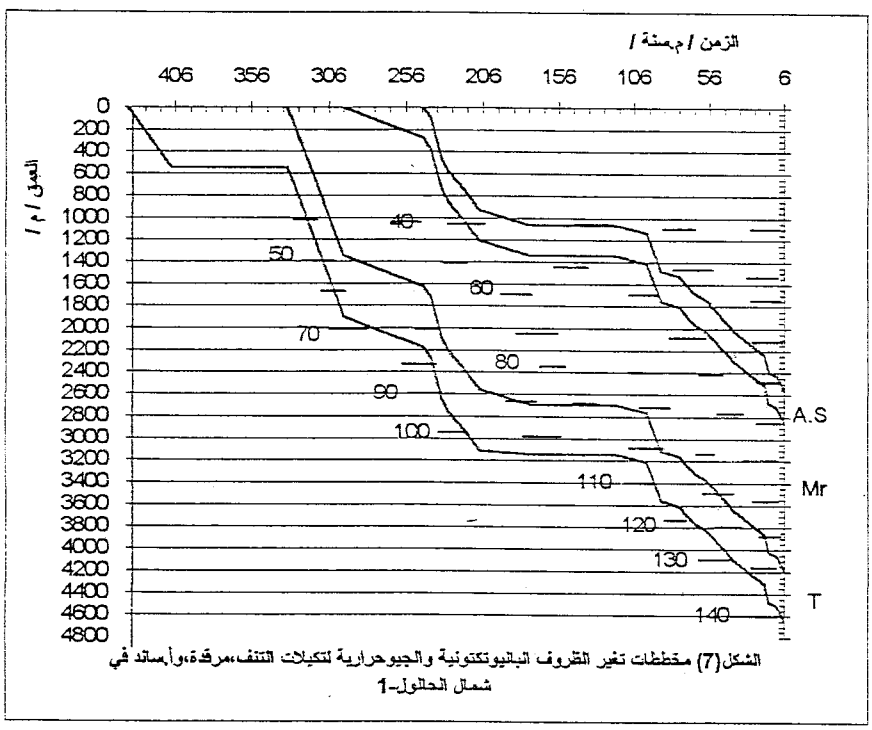

الشكل(–٤) مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتشكيلتي التنف ومرقدة في مسكنة–١



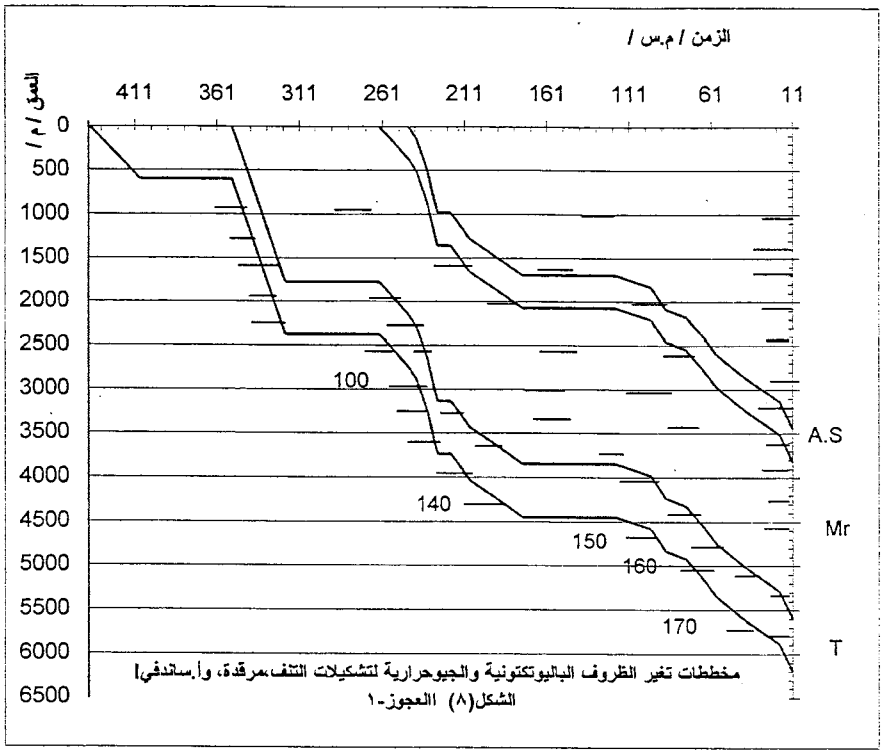

الشكل(٥) مخطط تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتشكيلات التنف ومرقدة وأمانوس سائد في بئر جغانم–١



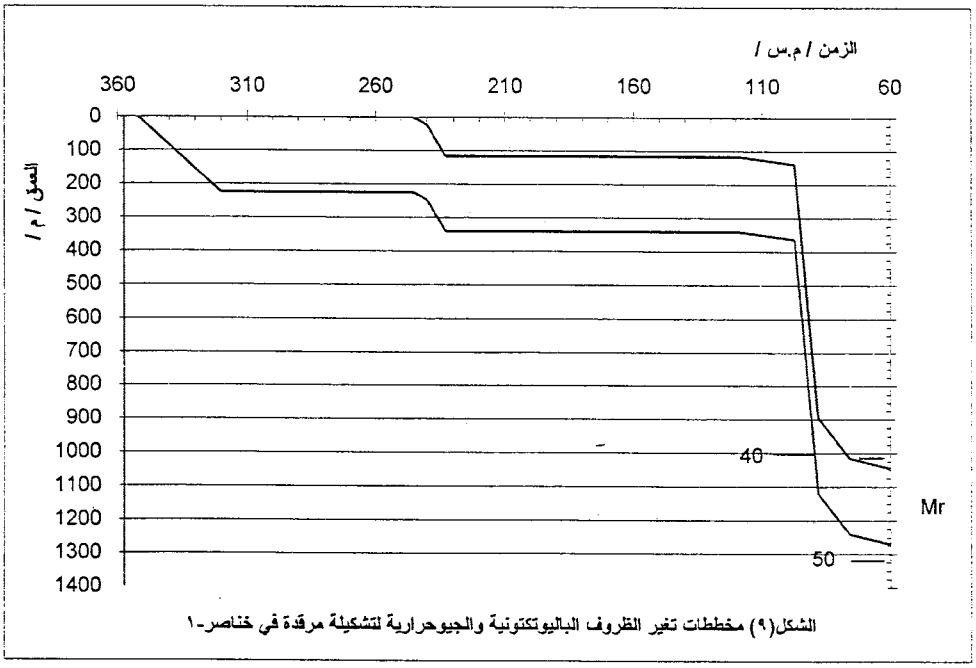

الشكل(6) مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتشكيلات التنف،مرقدة،وأساند في الرصافة-1



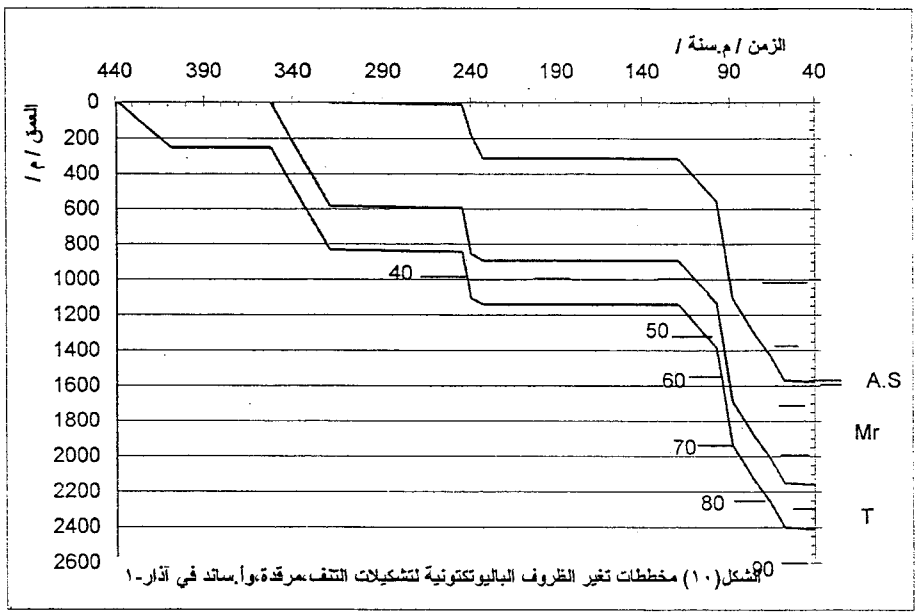

الشكل(7) مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتكيلات التنف،مرقدة،وأساند في شمال الحالول-1



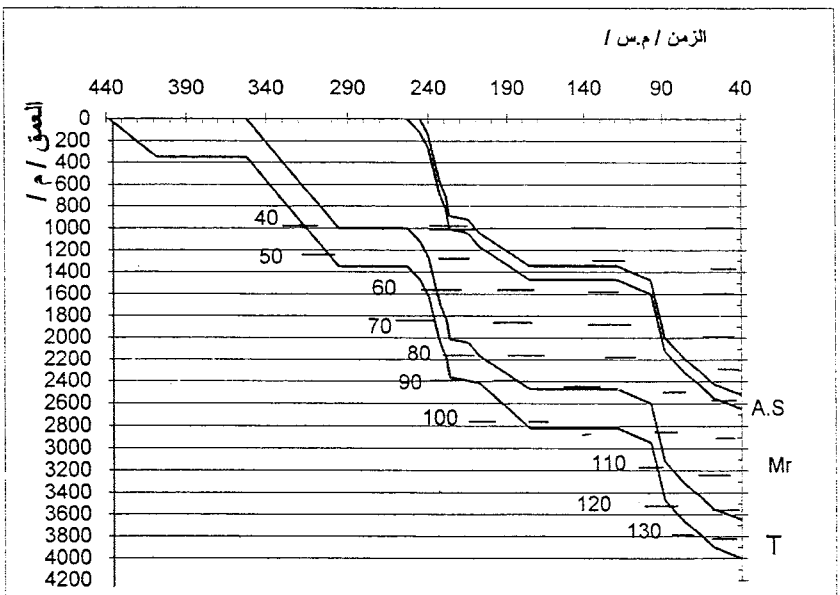

مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتشكيلات التنف،مرقدة، وأ.ساندفي
الشكل(٨) االعجوز-١



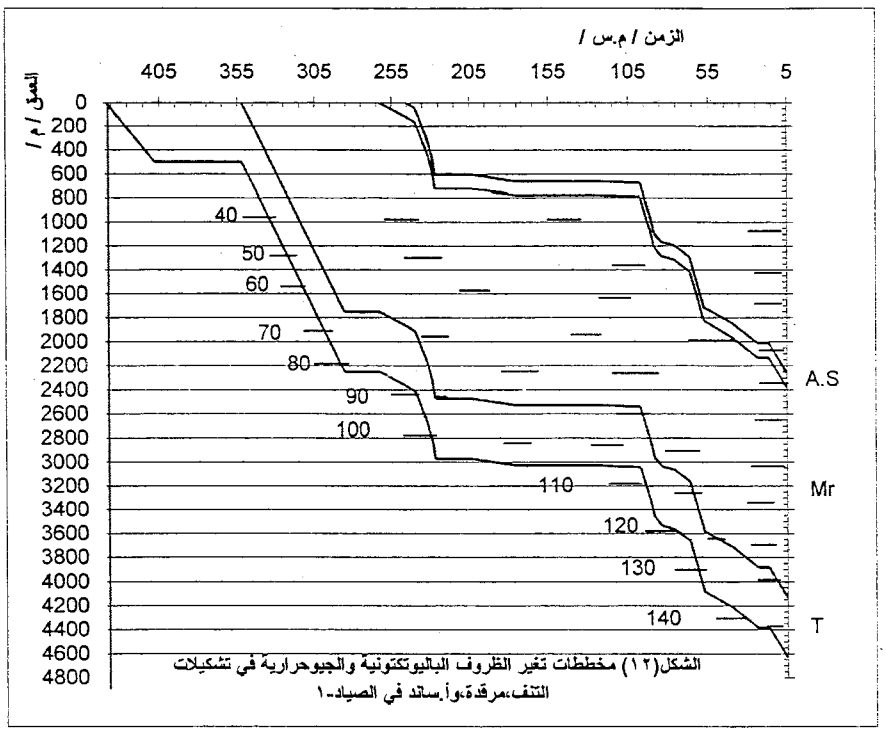

الشكل(٩) مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتشكيلة مرقدة في خناصر-١



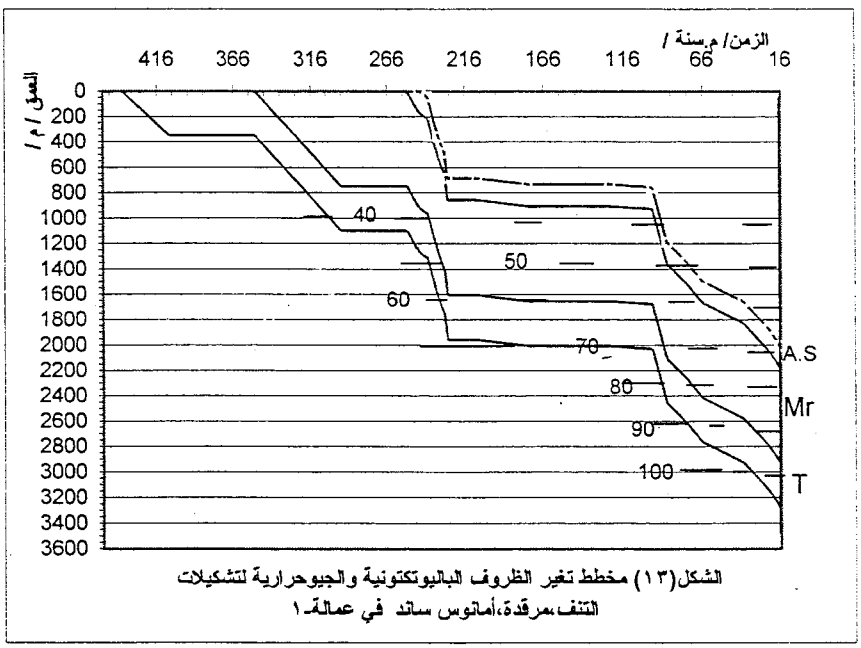

الشكل(١٠) مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية لتشكيلات التنف،مرقدة،وأ.ساند في آذار-١



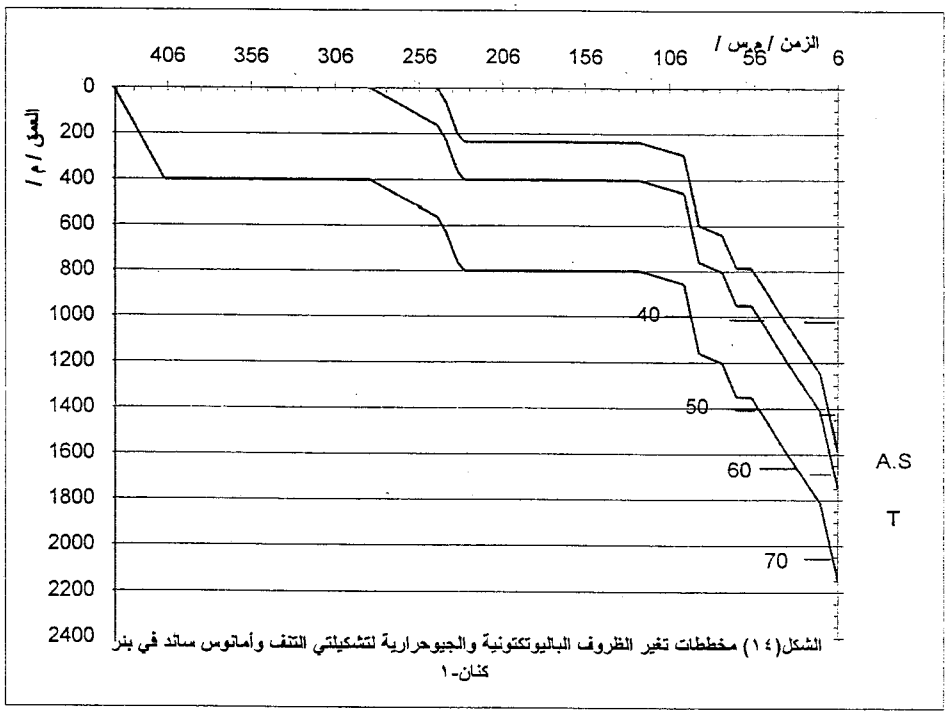

الشكل(١١) مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتشكيلات
التنف،مرقدة،وأماتوس ساند في حباري-٢



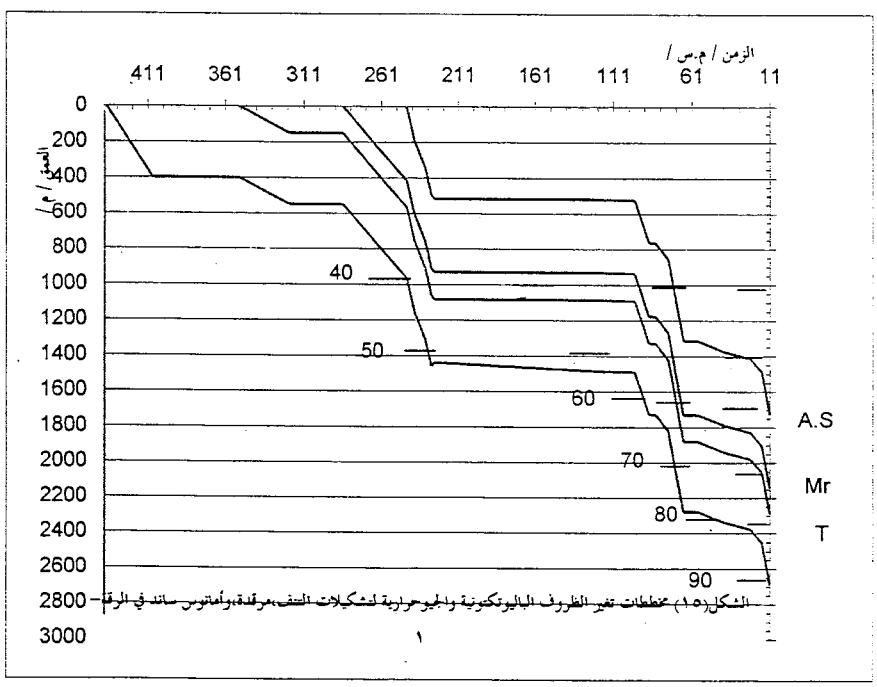

الشكل(١٢) مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية في تشكيلات التنف،مرقدة،وأساند في الصياد-١




الشكل(١٣) مخطط تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتشكيلات التنف،مرقدة،أمانوس ساند في عمالة-١




الشكل(١٤) مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتشكيلتي التنف وأماتوس ساند في بئر كنان-١




الشكل(١٥) مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية لتشكيلات التنف،مرقدة،وأماتوس ساند في الرقة ١

تـأثير عاملي الحرارة والزمن ضمن ظروف كل تشكيلة من التشكيلات المدروسة على نضج كل نوع من أنواع الكيروجين الـتي يمكـن أن تـتواجد في ظـروف هـذه التشـكيلات بغـض النظر عن مقدار ونسبة التواجد الفعلي لهذه الأنواع والتي تحتاج إلى تحاليل ودراسات أخرى يتم التركيز فيها على التشكيلات والأماكن المناسبة من حيث النضج المتوقع للأنواع المختلفة من الكيروجين والتي يمكن أن تستفيد من نتائج هذه الدراسة.

## VI – النتائج والمناقشة :

### I – مخططات تغير الظروف الباليوتكتونية والجيوحرارية :

تشـير مخططـات تغـير الظـروف الباليوتكتونـية والجيوحرارية التي تم الحصول عليها في الآبار المختارة ( الأشكال: 4-15 )إلى أن انعكاس تغير الظروف الباليوتكتونية على التاريخ الترسيبي للتشكيلات المدروسة ليس واحداً في مخـتلف أمـاكن مـنطقة الدراسة ويظهر هذا الاختلاف جلياً بشكل رئيس بين الأماكن القريبة من المركز من جهة ، والـتي أدت التطورات التكتونية خلال تاريخها الجيولوجي والنهوض العام الذي تعرضت له الركيزة كما ذكرنا سابقاً إلى اختصـار كـبير في سماكـة الغطـاء الرسـوبي وبشـكل خاص في سماكة الرسوبيات التابعة للباليوزويك العلوي والتي يمكـن أن تغيب نـهائياً في المركز كما في بئر حلب–1 أو أن تختصر بشكل كبير و تتواجد على أعماق قليلة نسبياً كما في بـئر خناصـر–1 حيـث تقـع تشـكيلة مـرقدة الـتابعة للكـربوني العلوي ( وهي التشكيلة الوحيدة التابعة للباليوزويك العلـوي في هـذا البـئر ) ضـمن الأعمـاق 1045 –1270م، وبـين الأمـاكن القريـبة من أطراف منطقة الدراسة من جهة أخـرى، والـتي يمكن أن تصل فيها سماكة رسوبيات الباليوزويك العلوي والسيلوري إلى أكثر من 1200م ( كما في آبار الصياد– 1 ، شمـال الحالول–1 ، الرصافة–1 ، وغيرها. )،وأن تصل أعماق السطح العلوي لها إلى أكثر من 2500م ( كما في بئري حباري–2 ، وعجوز–1 ، وغيرهما ).

لقد أدى الاخـتلاف المذكـور أعـلاه في سماكـة وعمق توضع و توزع التشكيلات المدروسة ضمن منطقة الدراسة إلى تباين واضح في الـتاريخ الجـيوحراري لهـا و الـذي يمكـن أن نـلحظه مـن خـلال مخططـات تغـير الظـروف الباليوتكتونـية والجـيوحرارية والتي نجد فيها أنه كلما اتجهنا باتجاه الأطراف ( وخاصة باتجاه جنوب شرق منطقة الدراسة ) كلما كانـت التشـكيلات قد تعرضت خلال تاريخها الجيولوجي إلى درجات حرارة أعلى وضمن فترات زمنية أطول من تلك الواقعة بالقرب من المركز فعلى سبيل المثال نجد أن أقصى مجال حراري تعرضت له تشكيلة مرقدة في بئر خناصر–1 ( الشكل–9 )هو 40-50م وهي مازالت واقعة تحت تأثير هذا المجال الحراري منذ حوالي 100مليون سنة، بينما يبين تاريخ هذه التشكيلة نفسها في بئر الصياد–1 أن درجة الحرارة التي تعرضت لها قاعدتها قد تجاوزت الخمسين درجة مـئوية مـنذ حوالـي 300 ملـيون سـنة وأنهـا تقـع منذ حوالي 10 مليون سنة ضمن المجال الحراري 130-140م منذ حوالـي 10 ملـيون سـنة (الشـكل–12) . لكن على الرغم من وجود هذه التباينات في التاريخ الجيوحراري بين مكان وآخر تبقى الميزة العامة لهذا التاريخ كما ذكرنا هي التالية: كلما اتجهنا باتجاه جنوب و جنوب شرق منطقة الدراسة كلما كانت التشكيلات قد تعرضت لمجالات حرارية أعلى ولفترات زمنية أطول بالمقارنة مع المركز.

II – قيم TTIArr و نسبة ما يمكن أن تكون قد حققته الأنواع المختلفة من الكيروجين في ظروف التشكيلات المدروسة من طاقتها الكامنة:

إن الاختلافات المذكورة أعلاه في التاريخ الترسيبي والجيوحراري للتشكيلات المدروسة بين مكان وآخر من منطقة الدراسة لابدّ أن تكون قد أدت من جهة أولى إلى تباينات هامة في محصلة تأثير عاملي الزمن والحرارة على درجة نضج المواد العضوية التي يمكن أن تتواجد في ظروف هذه التشكيلات ، وأن تكون قد انعكست من جهة أخرى على قيم المعامل TTIArr للأنواع المختلفة من الكيروجين التي يمكن أن تتواجد فيها؛ وهذا ما تؤكده بالفعل النتائج التي حصلنا عليها لقيم TTIArr ( الجداول: 1a، 2a، و 3a )، والنسب المئوية لما يمكن أن تكون قد حققته الأنواع المختلفة من الكيروجين من طاقتها التوليدية الكامنة ضمن ظروف التشكيلات المدروسة ( الجداول: 1b، 2b، و 3b ). إن القراءة المتمعنة لهذه النتائج تمكننا من الوصول إلى ما يلي:

1–تشكيلة التنف: لقد ترافقت الاختلافات الكبيرة في سماكة وعمق توضع هذه التشكيلة بين الأماكن المختلفة الواقعة ضمن منطقة الدراسة مع اختلافات هامة في مجال التاريخ الحراري لها مما أدى إلى وجود تباينات هامة في مستوى نضج المادة العضوية بأنواعها المختلفة من مكان إلى آخر،وهذا ما يمكن أن نلاحظه جلياً من خلال الجدولين 1a، و 1b، حيث نلاحظ أن بعض أنواع الكيروجين لم تصل حتى إلى بداية نافذتها النفطية في بعض الأماكن بينما هي قد تجاوزت هذه النافذة واستطاعت أن تحقق إمكانياتها التوليدية الكامنة كاملةً في أماكن أخرى. إن ربط هذه المعطيات بأماكن توزّع الآبار المختارة ضمن منطقة الدراسة ( الشكل– 2)، تبين أن درجة نضج المادة العضوية بشكل عام تزداد كلما اتجهنا باتجاه جنوب شرق منطقة الدراسة، وتتناقص كلما اتجهنا باتجاه مركز، وشمال شرق هذه المنطقة.

يمكن أن نلاحظ أيضاً من خلال الجدولين 1a، و 1b ، أن درجة نضج المادة العضوية ونسبة ما يمكن أن تكون قد حققته من إمكانياتها الكامنة في توليد المواد الهيدروكربونية تختلف بشكل كبير بين الأنواع المختلفة من الكيروجين، حيث نلاحظ أن الكيروجين Ia قد تجاوز نافذته النفطية وحقق إمكانياته التوليدية كاملةً في أقصى جنوب وجنوب شرق منطقة الدراسة وقد حقق حوالي 35% و 45% من هذه الامكانيات في كل من عمالة، والرصافة، أما في بقية الأماكن فإنه إما مازال لم يصل إلى نافذته النفطية بعد ( كما في مسكنة–1،بئر كنان–1 ) أو أنه مازال في بدايتها تماماً ( كما في جب غانم–1، آذار–1، والرقة–1). أما بالنسبة للنوع Ib فإنه قد حقق كل أو معظم إمكانياته الكامنة في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة ( كما في شمال الحالول–1، والعجوز–1 ) بينما لم يصل إلى نافذته النفطية ولم يحقق أي شيء يذكر من إمكانياته التوليدية الكامنة في بقية الأماكن.و بالنسبة للنوع Ic فإنه مازال لم يحقق أي شيء يذكر من طاقته التوليدية الكامنة حيث لم يصل بعد في معظم الأماكن إلى بداية نافذته النفطية أو هو في بدايتها تماماً ( كما في الصياد–1 ) باستثناء في العجوز–1 في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة الذي حقق فيه كل إمكانياته التوليدية الكامنة.

إن الكيروجين IIa كما هو معروف أسرع أنواع الكيروجين نضجاً وتبين نتائج هذه الدراسة أن هذا النوع من الكيروجين قد حقق كل إمكانياته التوليدية الكامنة في معظم أماكن منطقة الدراسة ( كما في الرصافة–1، حباري–2 ،وغيرهما ) أو الجزء الأعظم من هذه الإمكانيات كما في بئر كنان–1 ( ~ 88% ) ومسكنة–1 ( ~ 97% ). وقد حقق النوع IIb كل إمكانياته الكامنة وتجاوز نافذته النفطية في بعض الأماكن خاصة في جنوب شرق منطقة الدراسة

( كما في شمال الحالول–1، العجوز–١، وغيرهما ) ووصل إلى المراحل المتأخرة من نافذته النفطية كما في الرصافة–1 و عمالة– 1 حيث حقق حوالي 93% و 89.6% على التوالي من إمكانياته الكامنة،بينما هو مازال في بداية نافذته النفطية أو حتى لم يصلها نهائياً كما في مسكنة–1 باتجاه المركز وبئر كنان–1 في شمال شرق منطقة الدراسة.أما بالنسبة للنوعين IIc وIID فقد تمكنا من تحقيق كل أو القسم الأعظم من إمكانياتهما الكامنةفي أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة ( كما العجوز–1، الصياد–1، شمال الحالول–1 )، أما في بقية الأماكن فإنهما لم يصلا إلى نافذتيهما النفطيتين،باستثناء وصول النوع IIcفقط إلى بداية نافذته النفطية في جب غانم–1 وعمالة–1.

إن النوع III الذي كما هو معروف أقل أهمية من النوعين السابقين في توليد المواد الهيدروكربونية خاصة بسبب احتوائه على نسبة ضئيلة من الهيدروجين بالمقارنة مع النوعين السابقين، وهو يحتوي على نسبة عالية من النوى الأروماتية ولا تشكل المجموعات المشبعة فيه سوى نسبة ضئيلة وتكون على شكل سلاسل بارافينية طويلة لذا فإنه يحتاج من أجل تكسيره إلى طاقة حرارية أعلى مما يحتاجه النوعان السابقان IوIIوبالتالي فإنه أبطأ الأنواع وصولاً إلى مرحلة النضج وهذا ما نلاحظه جلياً في منطقة الدراسة حيث أن هذا النوع من الكيروجين لم يصل إلى مرحلة النضج إلا في الآبار الواقعة في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة كما في بئري الصياد–1 وشمال الحالول–1 ولم يتجاوز مرحلة النضج ويحقق كل إمكانياته إلاّ في العجوز–1 في أقصى جنوب شرق هذه المنطقة.

إن الأهمية التوليدية الكبيرة للمجموعتين I وIIمن الكيروجين وتجاوز بعض أنواع هاتين المجموعتين خاصة الأنواع II a,b,c وIa,b في هذه التشكيلة مرحلة النضج في أماكن مختلفة من منطقة الدراسة بالإضافة إلى نوعية الصخور التي تسيطر فيها ( الشيل بشكل رئيس ) تسمح لنا بالتأكيد على الأهمية التوليدية لها فيما إذا توفرت فيها النسبة الكافية من المادة العضوية وخاصة من الأنواع المذكورة أعلاه وتزداد هذه الأهمية وضوحاً كلما اتجهنا باتجاه جنوب شرق هذه منطقة.

الجدول ( 1a ) قيم TTI للأنواع المختلفة من الكيروجين في تشكيلة التنف ضمن منطقة الدراسة.

| البئر / الكيروجين | مسكنة–1 | جب غانم–1 | الحالول–1 الرصافة–1 | شمال الحالول | عجوز–1 | خناصر–1 | آذار–1 | جباري–2 | صياد–1 | عمالة–1 | بئر كنان–1 | الرقة–1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ia | > | 10 | 59 | < 460 | < 460 | -- | 1.5 | < 460 | < 460 | 44 | > | 1.8 |
| Ib | > | 1.6 | 1.6 | < 460 | < 460 | -- | > | 146 | < 460 | > | > | > |
| Ic | > | > | > | 1.3 | < 460 | -- | > | > | 5 | > | > | > |
| IIa | 358 | < 460 | < 460 | < 460 | < 460 | -- | < 460 | < 460 | < 460 | < 460 | 215 | < 460 |
| IIb | > | 269 | 269 | < 460 | < 460 | -- | 9.8 | < 460 | < 460 | 227 | > | 13 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IIc | > | 8.6 | 8.6 | < 460 | < 460 | -- | > | < 460 | 6.6 | > | > | |
| IId | > | > | > | < 460 | < 460 | -- | > | 113 | < 460 | > | > | > |
| III | > | > | > | < 460 | 110 | -- | > | 41 | 234 | > | > | > |

الجدول ( 1b )النسبة المئوية لما يمكن أن تكون قد حققته الأنواع المختلفة من الكيروجين ضمن ظروف تشكيلة التنف من طاقتها التوليدية الكامنة.

| البئر / الكيروجين | مسكنة-١ | جب غانم-١ | الرصافة-١ | شمال الحالول-١ | عجوز-١ | خناصر-١ | آثار-١ | جباري-٢ | صياد-١ | عمالة-١ | بئر كنان-١ | الرقة-١ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ia | > | 9.5 | 44.6 | 100 | 100 | -- | 1.48 | 100 | 100 | 35.6 | > | 1.8 |
| Ib | > | > | 1.6 | 100 | 100 | -- | > | 76.7 | 100 | > | > | > |
| Ic | > | > | > | 1.3 | 100 | -- | > | > | 4.9 | > | > | > |
| IIa | 97.2 | 100 | 100 | 100 | 100 | -- | 100 | 100 | 100 | 100 | 88 | 100 |
| IIb | > | 42 | 93.2 | 100 | 100 | -- | 9.3 | 100 | 100 | 89.6 | > | 12 |
| IIc | > | 1.5 | 8.2 | 100 | 100 | -- | > | 100 | 100 | 6.4 | > | > |
| IId | > | > | > | 100 | 100 | -- | > | 67.5 | 100 | > | > | > |
| III | > | > | > | 66.6 | 100 | -- | > | 33.6 | 90.4 | > | > | > |

حيث: -- غياب التشكيلة، < عدم وصول التشكيلة إلى مرحلة النضج.

2-تشكيلة مرقدة: إن الفروقات الكبيرة في أعماق توضع هذه التشكيلة في منطقة الدراسة تنعكس أيضاً و بشكل واضح على قيم معامل الزمن-حرارة أرينوس وبالتالي على مقدار النضج بين مكان وآخر ضمن هذه المنطقة،كذلك فإن السماكة الكبيرة التي تتميز بها هذه التشكيلة في بعض الأماكن كما في بئر الصياد-1حيث يمكن أن تصل إلى أكثر من 1700م قد أدت في هذه الأماكن إلى فروقات كبيرة بين مقدار ما يمكن أن يكون قد حققه الكيروجين في قمة وقاعدة التشكيلة من إمكانياته الكامنة ،ولكننا هنا سنناقش قيم معامل الزمن-حرارة أرينوس في قاعدة التشكيلة باعتبار أن قيم هذا المعامل في أعلى التشكيلة ستكون مشابهة لقيمه في قاعدة تشكيلة أمانوس ساند التي تتوضع فوق مرقدة مباشرة والتي سنناقشها في الفقرة التالية.

لقد تجاوز الكيروجين Ia نافذته النفطية في جنوب شرق منطقة الدراسة ( كما في آبار العجوز-1،الصياد-1،وشمال الحالول-1 ) ولكنه مازال في بداية مرحلة النضج ولم يحقق أكثر من ~ 7.5%من إمكانياته في أماكن أخرى كما في

عمالة-1 ولم يصل إلى مرحلة النضج في بقية الأماكن.أما بالنسبة للكيروجين Ib فإنه لم يتجاوز نافذته النفطية إلاّ في بئر العجوز-1 في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة ومازال في مرحلة النضج في الأماكن القريبة من هذه المنطقة كما في الصياد-1 حيث استطاع أن يحقق حوالي 74% من إمكانياته الكامنة وفي شمال الحالول-1 حيث حقق حوالي 34% من هذه الإمكانيات، أما في بقية الأماكن فإنه لم يصل إلى مرحلة النضج بعد.أما الكيروجين Ic فإنه لم يصل إلى مرحلة النضج إلاّ في العجوز-1 في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة.

على الرغم من أن الكيروجينIIa قد تمكن من تحقيق إمكانياته الكامنة في أماكن مختلفة من منطقة الدراسة إلاّ أنه كلما اتجهنا باتجاه مركز وغرب هذه المنطقة كلما أصبح أقل نضجاً حتى أنه لم يحقق في كل من مسكنة-1 وخناصر-1 كما هو واضح في الجدول-2 أكثر من 14% و 6% على التوالي من إمكانياته التوليدية الكامنة. بالنسبة للكيروجين IIaفقد استطاع أن يتجاوز مرحلة النضج ويحقق كل طاقته التوليدية الكامنة في الآبار الواقعة جنوب شرق منطقة الدراسة كما في الصياد-1،وشمال الحالول-1،أما في بقية الأماكن فإنه إما لم يصل إلى مرحلة النضج نهائياً كما في مسكنة-1،والرقة-1 ،أو أنه في بداية هذه المرحلة تماماً كما في عمالة-1 وجب غانم-1.بالنسبة للكيروجين من النوعين IIcوIId فإنهما لم يصلا إلى مرحلة النضج إلاّ في بض الآبار الواقعة جنوب شرق منطقة الدراسة كما في شمال الحالول-1 ولم يتجاوزا هذه المرحلة إلاّ في العجوز-1 في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة. أما الكيروجينIII فإنه باستثناء العجوز-1 الواقع في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة والذي حقق فيه كامل إمكانياته الكامنة فإنه في بقية الأماكن إما لم يصل إلى مرحلة النضج ( كما في آبار الرصافة، الرقة، ومسكنة، وغيرها ) أو أنه ما زال في بداية هذه المرحلة تماماً ( كما في شمال الحالول-1، وحباري-2 ).

إن تجاوز بعض أنواع الكيروجين I وII حسب محصلة تأثير عاملي الحرارة والزمن في هذه التشكيلة للنافذة النفطية في عدة أماكن من منطقة الدراسة أو تحقيقها لنسبة كبيرة من إمكانياتها التوليدية في أماكن أخرى تشير إلى أن شروط النضج التي تعرضت لها هذه التشكيلة خلال تاريخها الجيولوجي تسمح باعتبارها من التشكيلات المولدة فيما إذا توفرت فيها النسبة والنوعية المناسبة من المادة العضوية وخاصة الأنواع IaوIIa,b وتزداد هذه القدرة وضوحاً كلما اتجهنا نحو جنوب شرق منطقة الدراسة بينما تتناقص باتجاه مركز الهضبة.ولكن معلوماتنا عن نوعية الكيروجين الذي يمكن أن يتواجد في هذه التشكيلة وفقاً لخصائصها الليتولوجية ( بشكل رئيس IId و III ) وعدم وصول هذين النوعين إلى مرحلة النضج في معظم أماكن منطقة الدراسة تقلل من الإمكانية التوليدية لها، وبرأينا فإنه يمكن أن يكون لهذه التشكيلة في منطقة الدراسة أهمية توليدية محدودة تتوضح بشكل رئيس في الأماكن التي تزداد فيها كثافة المستويات الغضارية والشيل وباتجاه جنوب شرق هذه المنطقة.

الجدول ( 2a ) قيم TTI للأنواع المختلفة من الكيروجين في تشكيلة مرقدة.

| البئر / الكيروجين | مسكنة-1 | جب غانم-1 | الرصافة-1 | شمال الحالول-1 | عجوز-1 | خناصر-1 | آثار-1 | حباري-2 | صياد-1 | عمالة-1 | بئر كنان-1 | الرقة-1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ia | > | > | 3.8 | >460 | < 460 | > | > | < 460 | >460 | 7.9 | -- | > |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ib | > | > | > | > | > | < 460 | 41 | > | > | > | -- | > |
| Ic | > | > | > | > | > | > | 188 | > | > | > | -- | > |
| IIa | 15.2 | < 460 | < 460 | 6 | < 460 | < 460 | 460< | < 460 | < 460 | 460< | -- | 337 |
| IIb | > | > | 28.4 | 460< | < 460 | > | < 460 | 460< | 1.8 | < 460 | -- | > |
| IIc | > | > | > | 151.8 | < 460 | > | > | > | 152 | 433.5 | -- | > |
| IId | > | > | > | 30 | < 460 | > | > | > | 33 | 92.8 | -- | > |
| III | > | > | > | 6.6 | < 460 | > | > | > | 6.6 | 19 | -- | > |

الجدول ( 2b ) النسبة المئوية لما يمكن أن تكون قد حققته الأنواع المختلفة من الكيروجين من طاقتها التوليدية الكامنة ضمن ظروف تشكيلة مرقدة.

| البئر / الكيروجين | مسكنة-1 | جب غانم-1 | الرصافة-1 | شمال الحالول-1 | عجوز-1 | خناصر-1 | آثار-1 | حباري-2 | صياد-1 | عمالة-1 | بئر كنان-1 | الرقة-1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ia | > | > | 3.7 | 100 | 100 | > | > | 100 | 100 | 7.6 | -- | > |
| Ib | > | > | > | 34 | 100 | > | > | 34.9 | 73.6 | > | -- | > |
| Ic | > | > | > | > | 85 | > | > | > | > | > | -- | > |
| IIa | 14 | 100 | 100 | 100 | 100 | 5.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | -- | 96 |
| IIb | > | 11.2 | 24.7 | 100 | 100 | > | 1.8 | 100 | 100 | 35.8 | -- | > |
| IIc | > | > | > | 78 | 100 | > | > | 78 | 98.6 | > | -- | > |
| IId | > | > | > | 26 | 100 | > | > | 28.1 | 60.4 | > | -- | > |
| III | > | > | > | 6.4 | 100 | > | > | 6.4 | 17.3 | > | -- | > |

حيث: -- غياب التشكيلة، < عدم الوصول إلى مرحلة النضج

3-تشكيلة أمانوس ساند : إن دراسة إمكانية نضج الأنواع المختلفة من الكيروجين في الأعماق التي تماثل أعماق توضع هذه التشكيلة في منطقة الدراسة تبين أن النوعينbوc من الكيروجين I لم يتمكنا من الوصول إلى مرحلة النضج وبالتالي تحقيق طاقتهما التوليدية الكامنة في هذه المنطقة أما النوع Ia فقد تمكن فقط في العجوز-1 في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة من تحقيق جزءاً هاماً من طاقته الكامنة ( ~ 78% ) ولكنه مازال في بقية الأماكن لم يصل إلى مرحلة النضج أو هو في بدايتها تماماً كما في حباري-2 وشمال الحالول-1 .بالنسبة للكيروجين IIفقد تمكن

الكيروجين IIaمن تحقيق إمكانياته الكامنة في جنوب شرق منطقة الدراسة ( كما في الصياد–1 والعجوز–1 وغيرهما ) وجزءاً هاماً من هذه الإمكانيات في بقية الأماكن ،بينما لم يتمكن النوع IIbمن تحقيق طاقته الكامنة كاملة إلاّ في العجوز–1في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة بينما هو في بقية الأماكن فإنه إما لم يصل إلى مرحلة النضج أو أنه مازال في بداية هذه المرحلة.أما بالنسبة للنوعين IIc و IId فإنهما لم يصلا إلى مرحلة النضج ما عدا في العجوز–1 في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة حيث مازالا في بداية هذه المرحلة وبالتالي لم يتمكنا بعد من تحقيق جزءاً هاماً من طاقتهما الكامنة. وأخيراً فإن النوع III لم تسمح له ظروف الزمن–حرارة من الوصول إلى مرحلة النضج.

على الرغم من أن الكيروجين من النوع IIa إذا تواجد في ظروف هذه التشكيلة يمكنه أن يكون قد حقق كل إمكانياته الكامنة أو جزءاً هاما منها ، إلاّ أن معرفتنا المسبقة بمواصفات هذه التشكيلة تجعلنا نستبعد إمكانية تواجد هذا النوع من الكيروجين بكميات هامة في هذه التشكيلة ، وباعتبار أن الأنواع الأخرى من الكيروجين ( وخاصة النوع IIIالذي يرشح أن يكون هو النوع المسيطر حسب مواصفات هذه التشكيلة ) غالباً لم تصل إلى مرحلة النضج أو أنها لم تحقق إلا نسبة بسيطة من إمكانياتها في بعض الأماكن فإننا نستبعد إمكانية كون هذه التشكيلة من التشكيلات المولدة للمواد الهيدروكربونية في منطقة الدراسة.

الجدول ( 3a ) قيم TTI للأنواع المختلفة من الكيروجين ضمن ظروف تشكيلة أمانوس ساند.

| البئر / الكيروجين | مسكنة–1 | جب غانم–1 | الحالول–1 الرصافة–1 | شمال | عجوز–1 | خناصر–1 | آثار–1 | حباري–2 | صياد–1 | عمالة–1 | بئر كنان–1 | الرقة–1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ia | -- | > | > | 1.3 | 157 | -- | > | 7.4 | > | > | > | > |
| Ib | -- | > | > | > | 5.2 | -- | > | > | > | > | > | > |
| IIa | -- | 165 | 391 | < 460 | < 460 | -- | 36 | < 460 | < 460 | 396.7 | 31 | 253.3 |
| IIb | -- | > | 1.3 | 10.9 | < 460 | -- | > | 38 | > | > | > | > |
| IIc | -- | > | > | > | 23 | -- | > | > | > | > | > | > |
| IId | -- | > | > | > | 4.3 | -- | > | > | > | > | > | > |

الجدول ( 3b )النسبة المئوية لما يمكن أن يكون قد حققته الأنواع المختلفة من الكيروجين من طاقتها الكامنة ضمن ظروف تشكيلة أمانوس ساند.

| البئر / الكيروجين | مسكنة–1 | جب غانم–1 | الحالول–1 الرصافة–1 | شمال | عجوز–1 | خناصر–1 | آثار–1 | حباري–2 | صياد–1 | عمالة–1 | بئر كنان–1 | الرقة–1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ia | -- | > | > | 1.3 | 78 | -- | > | 7.4 | > | > | > | > |
| Ib | -- | > | > | > | 5 | -- | > | > | > | > | > | > |
| IIa | -- | 80.7 | 98 | 100 | 100 | -- | 30.2 | 100 | 100 | 98.1 | 26.6 | 92.2 |
| IIb | -- | > | 1.3 | 10.9 | 100 | -- | > | 31.6 | > | > | > | > |
| IIc | -- | > | > | > | 20.5 | -- | > | > | > | > | > | > |
| IId | -- | > | > | > | 4.2 | -- | > | > | > | > | > | > |

حيث: -- غياب التشكيلة، > عدم وصول التشكيلة إلى مرحلة النضج.

## VII- الخلاصة

1-تشير نتائج الدراسة إلى أن محصلة تأثير عاملي الحرارة والزمن التي يمكن أن تكون قد تعرضت لها الأنواع المختلفة من الكيروجين وخاصة الأنواع Ia,b وIIa,b,c ضمن ظروف تشكيلة التنف قد سمحت لها بتحقيق كل أو معظم طاقتها التوليدية الكامنة في أماكن مختلفة من منطقة الدراسة ويزداد هذا الأمر وضوحاً كلما اتجهنا باتجاه جنوب وجنوب شرق هذه المنطقة، وإذا أضفنا إلى هذه النتائج معلوماتنا عن التركيب الليتولوجي لهذه التشكيلة يمكننا الاعتقاد بأن تشكيلة التنف يمكن أن تكون إحدى التشكيلات الرئيسة التي يمكن أن تكون قد لعبت دور الصخور المولدة للمواد الهيدروكربونية في منطقة الدراسة إذا ما توفرت بها النسبة الكافية من المادة العضوية.

2-يمكن لتشكيلة مرقدة أن تلعب فقط دوراً محدوداً في توليد المواد الهيدروكربونية وذلك في الأماكن التي تزداد فيها سماكة الغضار ومستويات الشيل، ويزداد هذا الأمر وضوحاً وفقاً لشروط الحرارة والزمن في الجهة الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة.

3-وفقاً لمحصلة تأثير عاملي الحرارة والزمن على نوعية الكيروجين التي يمكن تواجدها ضمن المواصفات الصخرية لتشكيلة أمانوس ساند فإننا نستبعد أن يكون لهذه التشكيلة أية أهمية توليدية في منطقة الدراسة.

## المراجع


1-أكرم حاجايف،أ.م.1982. النفط والغاز-منتجات إعادة تشكّل المادة العضوية.نيدرا،موسكو ( باللغة الروسية ).

2-أموسوف،ي.ي؛بابشكين،ب.غ؛ غريتشيشنيكوف ،ن.ب؛ وغيرهم. 1975.المناطق الحرارية القديمة لتشكل النفط. نأوكا ، موسكو ( باللغة الروسية ).

3-رزق، نبيل. 2001 . دور درجة الحرارة والزمن في تحول المادة العضوية لتوضعات الدور الكربوني في السلسلة التدمرية والمناطق المجاورة . مجلة جامعة البعث للعلوم الهندسية 23 ( 8 ):269-299.

4-سرية، عمر .1990 . جيوكيمياء المادة العضوية أداة فعالة في مجال الاستكشاف البترولي في سورية . مجلة النفط والتعاون العربي 16 ( 58 ) :31-75.

5-ظاظا،طارق؛ وعمر سرية . 1987 . دراسة أولية لتوضعات الباليوزويك في القطر العربي السوري . مديرية الاستكشاف في وزارة النفط ، 65ص .

6-غبرة،عامر. تمييز التوضعات المولدة للنفط في الجزء السوري من حوض الفرات وحوض ما بين النهرين اعتماداً على دراسة الخصائص الجيوكيميائية والظروف الجيوحرارية والضغطية .أسبوع العلم الخامس والثلاثون، منشورات المجلس الأعلى للعلوم، دمشق،ص 179-195.

7-غبرة، عامر . 1999 . دراسة تأثير الحرارة والضغط والزمن الجيولوجي في التوضعات الصخرية في نطاق الطي التدمري بهدف تمييز التشكيلات التي يمكن أن تلعب دور التشكيلات المولدة للفحوم الهيدروجينية في هذا النطاق. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية 16 ( 1 ) : 53-80 .

8-كمار، ناصر . 1994 . دراسة جيولوجية- جيوكيميائية للجوراسي والترياسي في هضبة حلب ( الإمكانات النفطية ) . رسالة ماجستير . كلية العلوم ، جامعة دمشق ، سورية ، 114ص .

9-لوباتن، ن.ف. 1971 . الحرارة والزمن الجيولوجي كعوامل في التفحم . أكاديمية العلوم السوفيتية، 1 ( 3 ): 95-106 ( باللغة الروسية ).

10-هانت،ج.م. 1982 . جيوكيمياء وجيولوجيا النفط والغاز ، مير،موسكو ( باللغة الروسية ) .

11-يرمولكن، ف.ي ؛ سوروكوفا ، ي.ي ؛بوبيليفا ، أ . أ . 1986 . التنبؤ الكمي لتوزع مناطق النفط والغاز. منشورات معهد النفط والغاز ( غوبكن ) ، موسكو ( باللغة الروسية ) .

12-التقارير النهائية للآبار : خناصر-1 ( 1977 ) ، آذار-1 ( 1977 ) ، حباري-2 ( 1977 ) ، مسكنة-1 ( 1978 ) ، جب غانم-1 ( 1978 ) ، عمالة-1 ( 1980 ) ، الرصافة-1 ( 1980 ) ، حلب-1 ( 1982 ) ، العجوز-1 ( 1982 ) ، بئر كنان-1 ( 1983 ) ، الرقة-1 ( 1985 ) ، شمال الحالول-1 ( 1989 ) ، الصياد-1 ( 1990 ) . الشركة السورية للنفط ، مديرية الدراسات الاستكشافية ، دائرة المخابر ( غير معد للنشر )

13-Brew,G.E.,Litak,R.K.,Seber,D.,Barazangi,M.,Sawaf,T.,and Al-Imam,A. 1997. Basement depth and sedimentary velocity structure in the northern Arabian platform , Eastern Syria. GeoPhysical Journal International,128,617-631.( from internet: http//atlas.geo.cornell edu/Syria/Seber-et-al.html.).

14-Dow,W.G. 1977 . Kerogen studies and geologecal interpretation: Jor. Geochem. Exploration, V.7, P.79-99.

15-Graham Brew,M.Barazangi, A.K.Al-Maleh, and T.Sawaf.2001.Tectonic and Geologic Evalution of Syria. GeoArabia 6( 4 ):573-616.

16-Heacock,R.L.,P.E.R.Lovelock, J.K.Ellis, and F.A.Schoennagel. 1982 . Oil habitat study for the Rasafa contract area , Syria. Pecten International Company Mediterranean/Middle East.

17-Hunt,J.M.1996 . Petroleum geochemistry and geology . W.H.Freeman and Company. New York .

18-Ponikarov,P,Kazmin,G,etc. 1967. The geology of Syria ,part ( 1-v ) . Technoexport ,( ministry of geology, USSR ) .

19- Seber,D.,Barazangi,M.,Chalimov,T.A.,Al-Saad,D.,Sawaf,T.,and Khaddour,M.1993. Upper crustal velocity structure and basement morrphology beneath the

intracontinental Palmyride fold-thrust belt and north Arabian platform in Syria. Geophys.J.Int.,113,752-766. ( From internet: http//atlas.geo.cornell edu/Syria/Seber-et-al.html.).

20-Tissot,B, Welt,D. 1978 . Petroleum formation and occurrence . New York.

21- Weples,D . 1980 . Time and temperature in petroleum application of Lopatins method to petroleum exploration , V64.No6,916-926 .

22-Wood,D.A.1988.Relationships between thermal maturity indices calculated using Arrhenius equation and Lopatins method : Implications for petroleum exploration . AAPG Bulletin, 72, 115 – 134 .