

استخدام الخصائص السيزمية في التحديد الدقيق

للمصائد البنيوية في منطقة شرق الورد

أ.د. عامر غبرة*، د. ناجح يوسف العلي**، د. محمد السوقي***

* - كلية هندسة البترول/الجامعة السورية الخاصة- قسم الجيولوجيا /جامعة دمشق

** - كلية هندسة البترول/الجامعة السورية الخاصة- الشركة السورية للنفط

*** - كلية هندسة البترول/الجامعة السورية الخاصة- الشركة السورية للنفط

خلاصة

أظهر استخدام كل من المعطيات السيزمية ثنائية و ثلاثية الابعاد، التقنيات الحديثة للتفسير السيزمي البنيوي المتمثلة بالخصائص السيزمية، كخاصيتي التماسك، والميل (Dip)، و تكامل المعطيات الجيولوجية و الجيوفيزيائية السيزمية في تشكيلة الرطبة الخازنة (RU) لمنطقة التخلّيات الواقعة الى الشرق من حقل شمال الورد، وجود تفاصيل دقيقة لمواقع، وامتدادات الصدوع الكبيرة، والصغيرة في هذه التشكيلة، لم تكن معروفة من قبل، والتي على ما يبدو قد أدت دوراً أساسياً في تشكيل، وإغلاق المصائد البترولية البنيوية في منطقة منخفض الفرات، وهو ما ساهم في استكشاف مصائد بنيوية مؤكدة، و تحديد أماكن لمصائد أخرى محتملة. كما تبين أن أكبر المصائد البنيوية تقع على عمق 2440 متر تحت سطح البحر.

الكلمات المفتاحية: الاستكشاف البترولي، خصائص سيزمية، منخفض الفرات، مصائد بنيوية،

خرائط زمنية، عمقية، فوالق، رطبة.

Abstract

In area of Elward east located in Euphrates Graben, 2D and 3D Seismic data were used to reveal subsurface geological structures, especially Reservoir Rutbah Formation dated as Lower Cretaceous and to explore hydrocarbon traps of this Formation. And to discover new drillable locations by integrating geological and seismic data and using seismic attribute techniques such as Dip and coherency. Seismic attributes revealed subtle details of small and big faults trends in the Rutbah Formation which played an essential role in determining and closing structural hydrocarbon traps in the Euphrates Graben. The faults and associated structures characterization contributed in determining proven traps and probable ones which need more study to be confirmed. The study showed the area of largest trap has 5 km² and lies at depth 2440 m under sea level.

Key wards: petroleum exploration, seismic attribute, Euphrates

Graben, structural traps, depth, time, maps, faults, Rutbah

1-مقدمة

تتسبب تشكيلة الرطبة في حوض الفرات إلى الكريتاسي الأسفل، وهي عبارة عن تشكيلة حطامية، تتكون بشكلٍ رئيسي من صخور رملية، ورملية طينية، وهي تتوضع بعدم توافق فوق تشكيلة المولوسا F الترياسية، كما تتوضع في منطقة الدراسة تحت صخور الكريتاسي الأعلى. تعد هذه التشكيلة الخزان النفطي الرئيسي في الجزء السوري من منخفض الفرات، حيث تنتج ما يقارب 80% من النفط المستخرج من هذا الجزء.

أدى اكتشاف معظم المصائد البترولية الكبيرة في منطقة الدراسة، والتي تسمى بالمصائد البترولية ذات الأمل الأول، إلى تركيز الجهود الاستكشافية في الوقت الحاضر على تحديد واستكشاف المصائد البترولية الصغيرة، والتي تدعى المصائد البترولية ذات الأمل الثاني، بما في ذلك تشكيلة الرطبة في أماكن التخلّيات شرق الورد (أي في الأماكن التي تم التخلي عنها). لكن وعلى الرغم من جميع الجهود الاستكشافية المبذولة، فإن هذه المنطقة وخاصة تشكيلة الرطبة فيها ما زالت بحاجة إلى مزيد من الدراسات والاهتمام، وبشكلٍ خاص إلى استخدام تقنيات استكشاف البنيات والصدوع الحديثة.

2-هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى التحديد الدقيق لمواقع، وامتدادات الصدوع، وخاصة الصغيرة منها، والمحددة للمصائد البنيوية، في تشكيلة الرطبة، في منطقة الدراسة، مما يساهم في إعادة تقييم المأمولية الهيدروكربونية لخزان الرطبة في هذه المنطقة.

3. موقع منطقة البحث:

تقع منطقة البحث في الجزء السوري من منخفض الفرات (الشكل-1)، إلى الغرب من حقل الصفصاف النفطي، وإلى الشرق من حقلي الجيدو و شمال الورد، على ارتفاع حوالي 220 م فوق سطح البحر، و ضمن حدود إحدائيات لامبير الآتية:

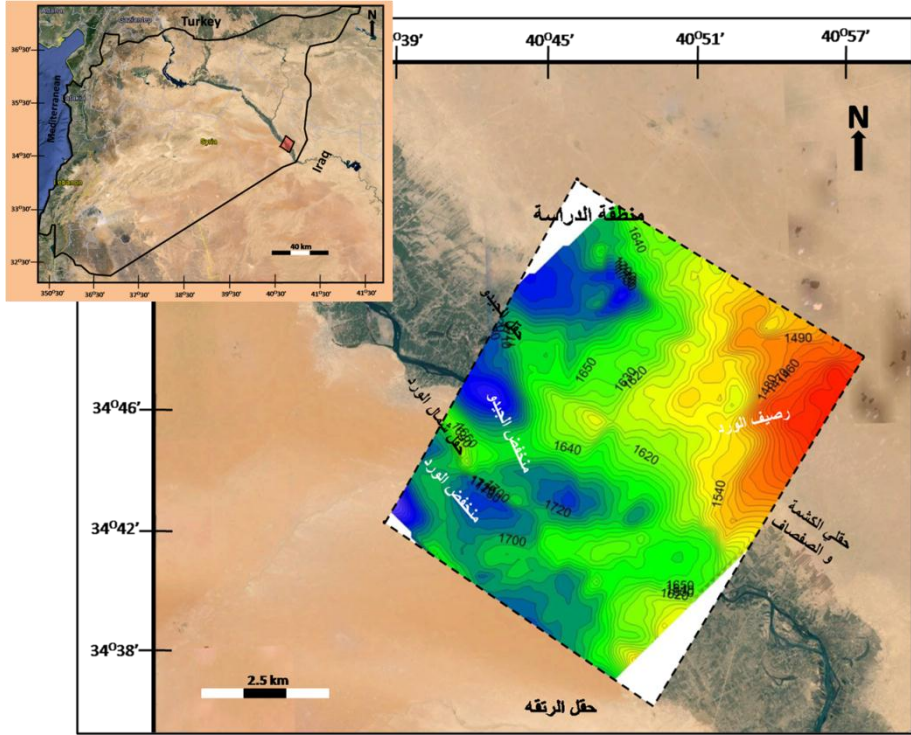
X1: 622000, Y1: 304000

X2: 622000, Y2: 318000

X3: 606000, Y3: 318000

X4: 606000, Y2: 304000

تمتد هذه المنطقة على مساحة تزيد عن 400 كم². وتحيط بها مجموعة من الحقول النفطية، من أهمها حقل شمال الورد، الواقع غرب منطقة الدراسة، والذي يعد أحد أهم حقول الجزء السوري من منخفض الفرات، من حيث الحجم، وجودة النفط، وكذلك كل من حقلي الكشمة، والصفصاف من الجهة الشرقية، وحقلي الأحمر، و الرتقة من الناحية الجنوبية.



الشكل (1). موقع منطقة الدراسة، والخارطة الزمنية لتشكيلة الرطبة، موقعا" عليها الوحدات

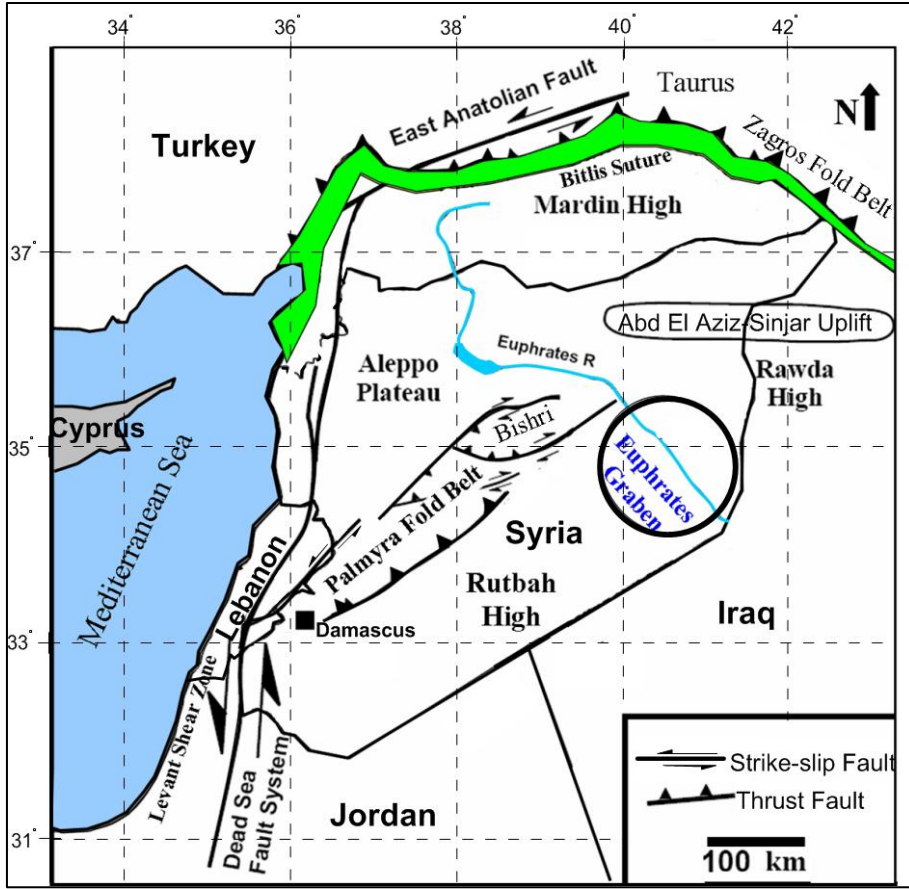
التكتونية المحلية.

4-الوضع الجيولوجي والتكتوني

تقع منطقة الدراسة من الناحيتين الجيولوجية والتكتونية، في الجزء السوري من منخفض

الفرات، الذي يعد أحد أهم الوحدات التكتونية غير المستقرة في شمال غرب السطيحة العربية (

الشكل-2)، والذي يحتوي على عدد كبير من الحقول البترولية الهامة في سورية.



الشكل (2). خريطة سوريا تظهر الوحدات التكتونية الرئيسية و منطقة الدراسة [1]

تبين اعتماداً على كلٍ من معطيات الآبار المتوفرة، والمعطيات السيزمية، وتقنية إعادة بناء التشكيلات و الطبقات المعادة إلى مرحلة ما قبل الحوادث التكتونية (Restoration)، والتي طبقت باستخدام برنامج 2D move على المقاطع الجيوسيزمية العميقة في منطقة الدراسة على أربع مراحل، وذلك اعتباراً من الباليوزويك الأعلى وحتى الباليوسين (الشكل - 3)، أنه تم أثناء الباليوزويك /الكربوني/ ترسيب تشكيلة مرقدة الرملية-أرجيلية (ضبيات)، حيث توضع رسوبيات هذه التشكيلة على الأرجح فوق تشكيلة خابور، التي يبدو أن سطحها الأعلى غير

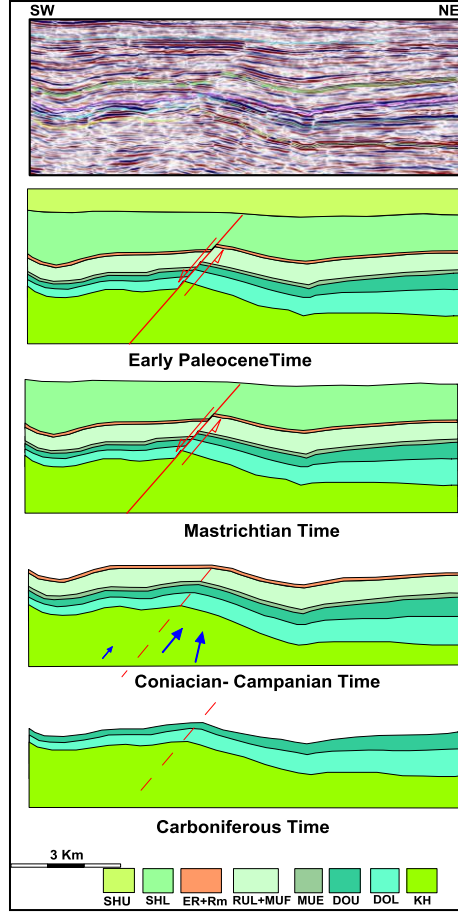
مستوي نظراً لاحتمال توضع صخور نارية أسفلها ذات تضاريس و ميول شديدة، لاسيما أنه تمت مصادفة عتبات وجدر نارية، فيعدد من آبار منخفض الفرات.

من جهةٍ أخرى تزداد ثخانة تشكيلة مرقدة باتجاه الشمال الشرقي، أي نحو مرتفع الروضة، وتتناقص بالاتجاه المقابل، وهو ما يمكن أن يدل على أن الشاطئ في زمن توضع هذه التشكيلة كان مجاوراً للمرتفع المذكور، كما يمكن أن يكون النشاط البركاني قد ساهم أيضاً في تغيير ثخانة الطبقات المتوضعة.

ساهمت الحركات التكتونية الشدية في أواخر الكريتاسي، و قبل فترة الماستريخت، في تنشيط الاندفاعات البركانية في المنطقة، مما أدى إلى إنتشك صخور نارية، قامت بدورها بدفع الطبقات التي تعلوها نحو الأعلى، مما أدى إلى نهوض بعض أماكن منطقة الدراسة، وتصدع تشكيلات كل منالبليوزوبك، الترياسي، و الكريتاسي الاعلى حتى نهاية الكونياسيان، و تشكل الفالق العادي الرئيسي ذو الاتجاه شمال غرب-جنوب شرق [6].

أدى انحسار البحر بعد ذلك إلى نشاط عمليات الحت والتعرية، التي تسببتفي تآكل تشكيلة الجوديا الكربوناتية و الرملية، و الجزء العلوي من تشكيلة الرطبة. وهذا ما يمكن تأكيده من خلال معطيات آبار شمال الورد، التي تشير إلى غياب كل من تشكيلة الجوديا، والقسم العلوي من تشكيلة الرطبة، لكن التجاوز البحري، الذي حدث بعد ذلك، أدى إلى بداية عمليات ترسيب جديدة، وبالتالي توضع كل من تشكيلتي رماح الصوانية، و أرك بعدم توافق فوق تشكيلة الرطبة الرملية، مشكلاً ما يدعى بعدم التوافق Bku في بيئة بحرية أعمق؛ كما أن أدت الحركات التكتونية الناتجة عن تصادم الصفيحتين العربية والأوراسية، وتغير منسوب البحار

العالمي أثناء الماستريخت، و حتى بداية الباليوسين، دوراً هاماً في ترسيب طبقات الشرايش الأسفل، المكونة بشكلٍ رئيسي من أرجليت، و صخور كلسية عضارية، ثم ومع ازدياد ارتفاع منسوب البحار، ترسبت تشكيلة الشرايش الأعلى، المكونة من صخور الكلسية، مع تداخلات من طبقات طينية رقيقة، ترسبت في بيئة بحرية أكثر عمقاً بالمقارنة مع صخور الشيرايش السفلية، ومع استمرار الترسيب في هذه المرحلة ازدادت ثخانة تشكيلة الشيرايش بشكلٍ كبير، لتتجاوز الألف متر في بعض أماكن منطقة الدراسة كما في بئر جنوب الورد (الشكل - 4). يعتقد أن هذه السماكة الكبيرة للتشكيلة المذكورة يمكن أن تكون قد ساهمت بشكل كبير في هبوط بعض البلوكات في المنطقة (الشكل - 3).



الشكل (3). مقاطع جيولوجية من زمن الكربوني إلى بدايات الباليوسين في منطقة الدراسة

بعد إجراء restoration (من المقطع السيزمي inline2118 من مسح شمال الورد)[1]

5. طرائق ومنهجية البحث:

تم من أجل تحقيق هدف البحث، ومن خلال الاستفادة من المعطيات المتوفرة عن منطقة

الدراسة، والمناطق المجاورة، إتباع المنهجية الآتية:

- تنفيذ دراسة سيزمولوجية، تركزت بشكلٍ رئيسٍ تشكيلات كل منالكربوني، والترياسي و

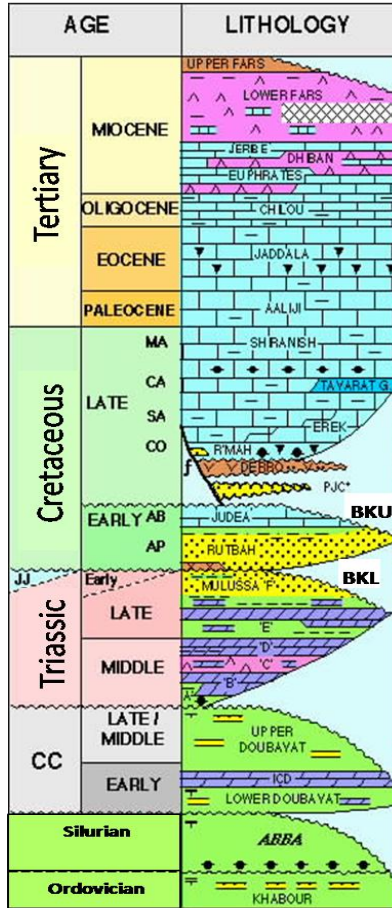
الكريتاسي نظرا لأهميتها الهيدروكربونية.

- إنشاء وتفسير الخارطة الزمنية لمنطقة الدراسة
- تحويل الخارطة الزمنية لأعلى تشكيلة الرطبة BКУ إلى خارطة عميقة.
- استخدام الخصائص السيزمية من أجل تحديد توزع الصدوع.
- التوصل من خلال النتائج التي تم الحصول عليها إلى تحديد المصائد المؤكدة والمحتملة في منطقة الدراسة.

6. الدراسة السيزمو-جيولوجية

يشير كل من معطيات الآبار المحفورة في منطقة الدراسة والمناطق المجاورة، والمعطيات السيزمية إلى وجود تشكيلات جيولوجية مختلفة تعود إلى زمن الكربوني، الترياسي، الكريتاسي، الباليوجين و النيوجين (الشكل - 4). لكنه تم التركيز في هذا البحث فقط على تشكيلات كل من الكربوني والترياسي و الكريتاسي نظراً لأهميتها الهيدروكربونية.

وصل أعماق بعض الآبار (كالبئر EWN-102) إلى أكثر من 3250 متراً، اخترق عدد منها تشكيلات عميقة، كتشكيلة مرقدة، أو ما تسمى بالضبيات، والتي تقسم إلى ضبيات الاعلى، وتتكون من صخور كربونائية، وضبيات الأسفل (DOL, DOC, DOU)، وهي تعود إلى الباليوزويك-كربوني، وتتكون منصخور رملية، تتخللها طبقات ارجيلية، و صخور دولوميتية كتلية، وتتوضع بعدم توافق فوق التشكيلات السيلورية الأقدم.



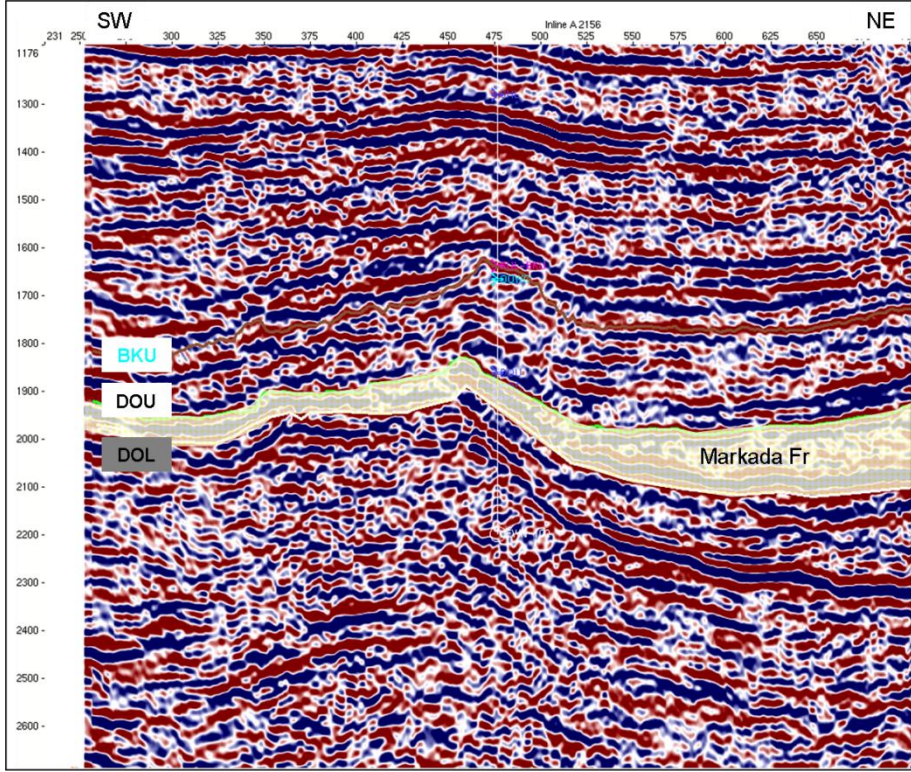
الشكل (4). العمود الطبقي للبئر العميق EWN-102 المجاور لمنطقة الدراسة

وتكتسب هذه التشكيلة أهمية كبيرة، نظراً لاكتشاف المواد الهيدروكربونية الغازية، في

طبقات الضببات اللولوميتية DOC، في حقل الكشمة، المجاور لمنطقة البحث (آبار-Kishma-

105 Kishma-101). وهو ما يمنح تفسير و متابعة طبقات الضببات في هذه المنطقة

أهمية استكشافية استثنائية.



الشكل (5) . مقطع سيزمي 2156 من مسح شمال الورد يوضح تزايد ثخانة تشكيلية مرقدة

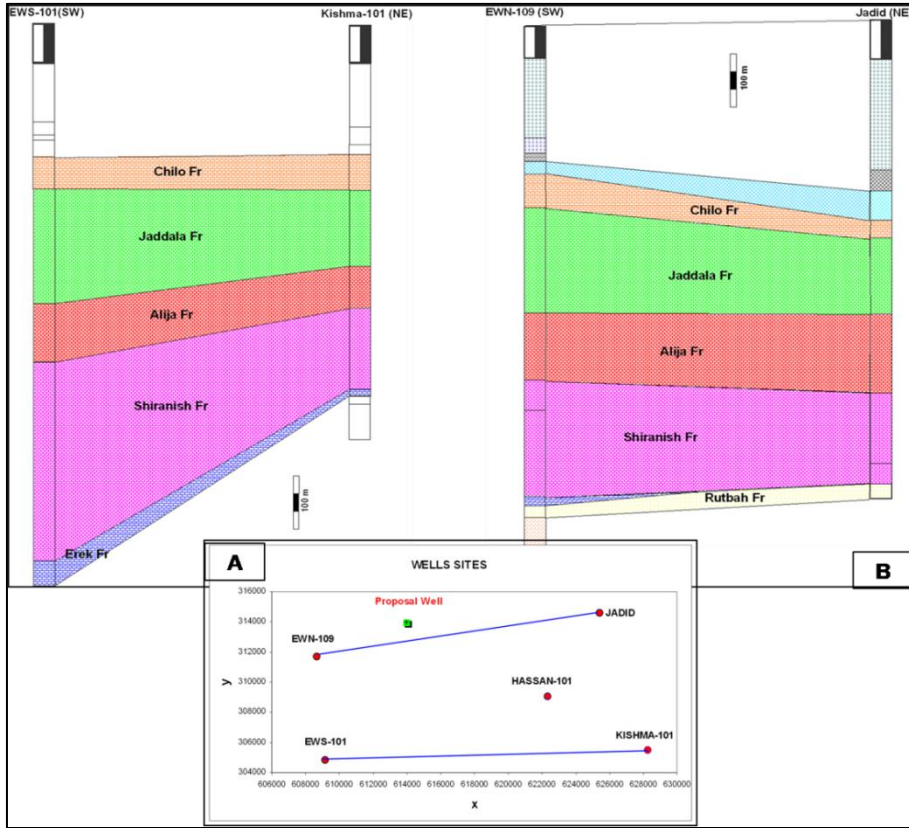
باتجاه نهوض الروضة

يتوضع فوق تشكيلية مرقدة كل من تشكيلتي مولوسا E ، ومولوسا F (سيرجيلو، وآلان)، العائدتان إلى عمر الترياسي، والمكونتان بشكل رئيس من صخور غضارية، وأرجليتية، ودولوميتية، إضافة إلى تداخلات من طبقات رملية. كما تجدر الإشارة إلى أنه لوحظ فقدان توضعات كلابرمي، و الترياسي الاسفل، والترياسي الأوسط، والذي يمكن أن يعزى إلى الإنقطاع في الترسيب، أو إلى التآكل بفعل الحت الشديد.

تعد تشكيلية الرطبة الرملية (كريتاسي الأسفل) الخزان الرئيسي الأهم في منطقة الدراسة، وتقدر سماكتها في آبار شمال الورد بحوالي 70 متراً (كما في EWN-101) و تتناقص هذه

السماكة نحو كل من الإتجاه الشمال الشرقي، والجنوبي الشرقي، لتختفي في كل من الآبار: EWS-101، Kishma-101، Safsaf-1، Hassan-101 (الشكل - 6).

كما يلاحظ اختفاء تشكيلة الجوديا الكربوناتية والرملية التي من المفترض أنها متوضعة فوق تشكيلة الرطبة في منطقة الدراسة كما تشير معطيات الآبار.



الشكل (6): (A) خارطة توزع مواقع الآبار المجاورة لمنطقة الدراسة, (B) يعرض مضاهاة

للتشكيلات الجيولوجية بين الآبار في منطقة الدراسة.

تتوضع تشكيلات الكريتاسي الأعلى رماح، الأرك و الشرانيش بعدم توافق فوق توضعات

الرطبة مشكلةً سطح عدم توافق قاعدة الكريتاسي الأعلى (BKU) .

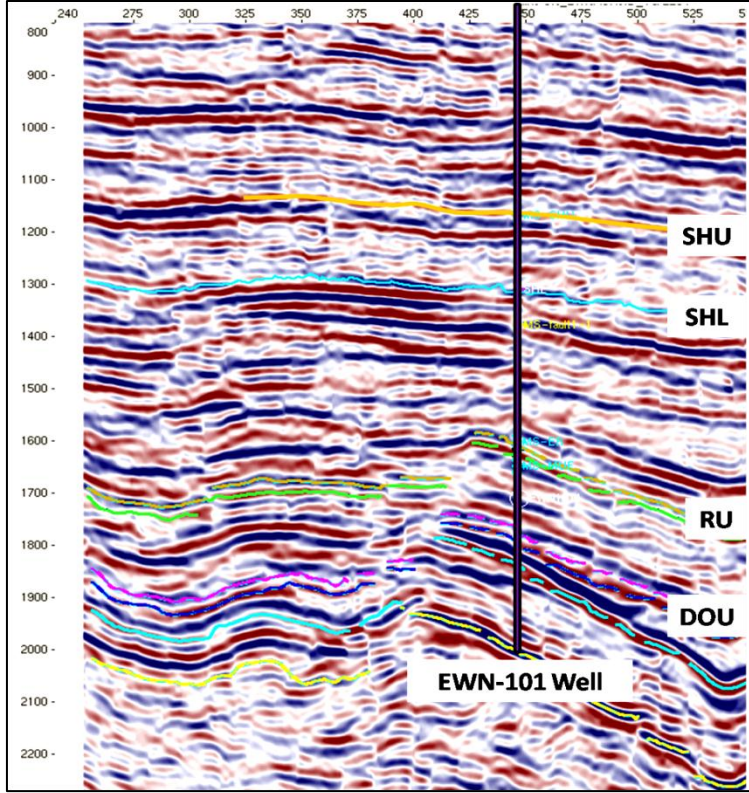
تبلغ ثخانة رماح و الأرك في حقل الورد حوالي 40 متراً، وتتلاشى هاتين التشكيلتين تدريجياً باتجاه الشمال الشرقي، لتختفيان في بئر الجديد (الشكل-6). ويعتقد أن تشكيلة الشيرانيش ذات الثخانة الكبيرة تؤدي دوراً هاماً في توليد الهيدروكربون، كما تشكل أيضاً صخر غطاء للطبقات الخازنة المتوضعة تحتها. وتتراوح ثخانة هذه التشكيلة بين أقل من 500 متراً (كما في بئري Jadid و Kishma-101 في الجهة الشمالية الشرقية)، وحتى أكثر 800 متراً في آبار شمال الورد. كما تزداد سماكتها نحو جنوب الورد لتصل إلى أكثر من 1100 متر (الشكل - 6).

7- تفسير الخارطة الزمنية في منطقة الدراسة

تم تحديد أعالي التشكيلات اعتماداً على المعطيات السيزمية، والمسح السيزمي البئري (checkshot)، المنفذة في آبار حقل شمال الورد، بالإضافة إلى المعطيات الجيولوجية لآبار الحقول المجاورة، كأبار كل من حقول الكشمة وجنوب الورد و الجديد (EWN-101, EWN-102, EWN-103, EWN-104, EWN-105, EWN-106, EWN-107, EWN-109, HASSAN-101, JADID, EWS-101, KISHMA-101) (الشكل - 7).

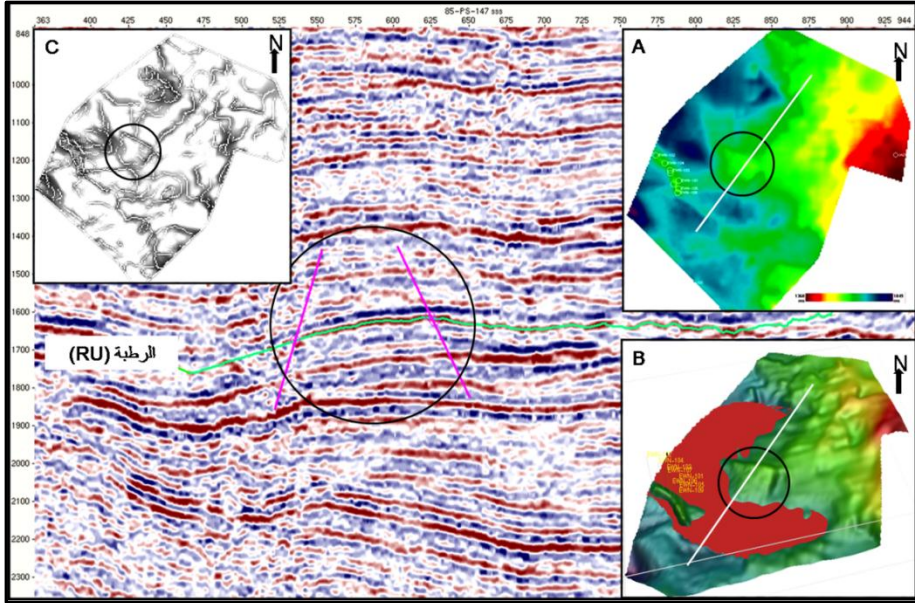
تم تفسير أفق (Horizon) تشكيلة الرطبة المتميز بانعكاسه القوي، والواضح على معطيات المسوحات السيزمية ثلاثية البعد 3D لحقل شمال الورد، و المسوحات السيزمية ثنائية 2D (البرامج PS)، وغيره على كامل منطقة الدراسة (الشكل-7)، ثم رسمت وأعدت الخارطة الزمنية لتشكيلة الرطبة (الشكل - 8).

يُظهر الشكل (8) وجود عدد من المنخفضات و المرتفعات التكتونية في منطقة الدراسة و المعروفة بالوحدات البنيوية المحلية و تشمل منخفض الورد (Elward Half-Graben) الذي يشغل قسماً من الجزء الجنوبي الغربي لمنطقة الدراسة، ويمتد باتجاه شمال غرب - جنوب شرق. ومنخفض الجيدو (AljidoHalf-Graben)، الذي يشغل قسماً من الجزء الشمالي، والشمالي الشرقي لمنطقة الدراسة، ويمتد أيضاً باتجاه شمال غرب-جنوب شرق. ورسيف الورد (Elward Platform)، الذي يشكل منطقة ناهضة نسبياً تشغل قسماً من الجزء الشرقي لهذه المنطقة، كما يمتد على جزء من حافتها الغربية حقل شمال الورد النفطي. وتظهر الخارطة الأخيرة وجود العديد من المصائد البنيوية النفطية الصغيرة، التي لا تتعدى درجة موثوقية وجودها 50% ، بسبب تباعد الخطوط السيزمية ثنائية الأبعاد، وانخفاض جودته، وباستثناء ذلك فقد وجدت مصيدة وحيدة كبيرة نسبياً، يمكن أن تشكل أملاً نفطياً مهماً في المنطقة.



الشكل (7) مقطع سيزمي من منطقة الدراسة يوضح عليها أعالي التشكيلات المحددة من

معطيات المسح السيزمي البئري Checkshot



الشكل (8) . مقطع سيزمي ثنائي البعد ps-147 يبين عاكس الرطبة (BKU)، الواضح باللون الأخضر، ويعرض أيضاً موقع المصيدة النفطية البنيوية، و البئر المقترح للحفر. (A)الخارطة الزمنية لتشكيلة الرطبة، (B) مجسم الخارطة العميقة مع سطح تماس النفط- ماء(اللون الاحمر)، (C)خارطة خاصية الميل السيزمية .

8-تحديد توزع الفوالق باستخدام الخصائص السيزمية

يعد تعيين، وتفسير الفوالق خطوة هامة، و أساسية من أجل تحديد دقيق لموقع البئر فوق المصيدة النفطية البنيوية المفترضة لأن أي خطأ في تحديد الفالق، و خاصة تلك الفوالق المحيطة بالبنية سوف يؤدي إلى تعيين خاطئ للبئر ووقوعه ضمن الفالق، و بالتالي فشله، مما يوجب توخي الحذر، والحيطه عند تحديده، وهو ما يتطلب استخدام أكثر من طريقة، ودليل لتحديده بشكل دقيق. وقد تم في هذه الدراسة تفسير و تحديد الفوالق، بالاعتماد على الخصائص السيزمية، والتي هي عبارة عن توابع رياضية مشتقة من المعطيات السيزمية،

والتي تستخلص من المعطيات السيزمية في حقلي الزمن، و التردد. تشمل هذه المعطيات كل من الزمن، و السعة، و التردد، و تخامد الطاقة.

تقدم الخصائص السيزمية الناتجة من الزمن معطيات هامة عن شكل البنيات الجيولوجية والفوالق، أما تلك الحاصلة من السعة فتعطي معطيات عن ستراتيجرافيا الطبقات، في حين تزود الخصائص السيزمية الناتجة من التردد معلومات عن خواص الخزان، كما توفر الخصائص الحاصلة من تخامد الطاقة معلومات تتعلق بمائع الطبقة و نفوذيتها [3].

كما تجدر الإشارة إلى أن خاصيتي التشابه أو التماسك (coherency)، و الميل تعدان من أهم الخواص السيزمية التي تقدم معلومات مفصلة عن الفوالق و امتدادتها.

1-8. خاصية التماسك (coherence attribute)

يقوم مبدأ خاصة التشابه على قياس مقدار تشابه، أو اختلاف السعة لعينة زمنية لأثر سيزمي مع عينة أخرى مجاورة من أثر مجاور استناداً الى المعادلة (1-8) [2]. في هذه المعادلة Φ تمثل عامل المقارنة عند الزمن (t) لأجل ميل جيولوجي (d) أما H و G فتمثلان الأثار السيزمية التي قورنت ببعضها، و عدد العينات في النافذة الزمنية التي أجريت ضمنها المقارنة.

$$\Phi(t, d) = \frac{\sum_{k=t-N/2}^{k=t+N/2} G_k H_{k+d}}{\sqrt{\sum_{k=t-N/2}^{k=t+N/2} G_k^2 \sum_{k=t-N/2}^{k=t+N/2} H_{k+d}^2}} \quad \text{المعادلة (1-8)}$$

تعد هذه الخاصة واحدة من الخصائص السيزمية المهمة من أجل تعزيز التغيرات الجانبية للمعطيات السيزمية، الناجمة عن التغيرات الجيولوجية بخاصة الانقطاعات الجانبية الناتجة عن الفوالق، و تغير السحنات الرسوبية الناتجة عن الأقينية النهرية أو البحرية (1999) [4] تمثل المساحات البيضاء من الشكل (9) مناطق التشابه، التي لم يحصل فيها أي تغير جانبي، ولا تحمل أية معلومات، في حين تمثل المساحات السوداء مناطق الاختلاف أو عدم التشابه و هي نطاقات الانقطاع كالفوالق (الشكل-9).

2-8. خاصية الميل Dip attribute

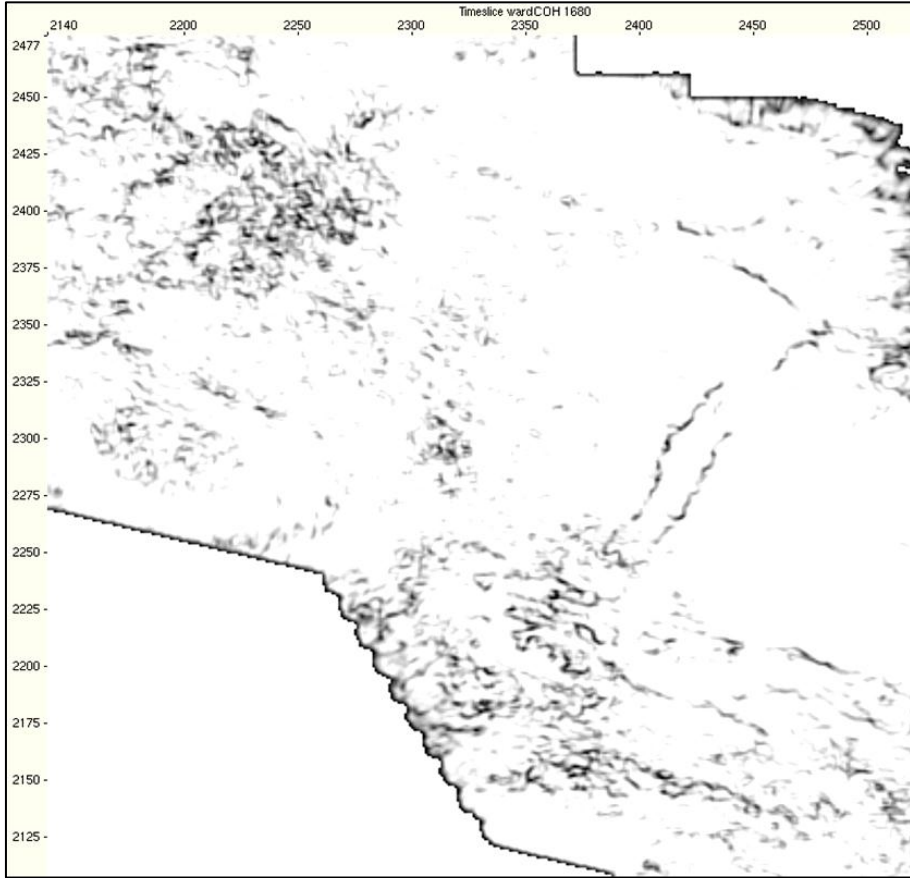
يعبر الميل هنا الميل عن حجم شعاع التدرج الزمني، من مرجع محلي، والمحسوب على كل عينة من العاكس المفسر، و يعرف رياضياً بأنه زاوية الميل المقاسة عن صفيحة أفقية، حيث يكون الميل عامودياً على امتداد الصفيحة، أو على امتداد الطبقة، و يحسب وفقاً للعلاقات الرياضية المعادلات (2-8)، (3-8) و (4-8)، بالاستفادة من قيم نقاط الشبكة، و يختار وسطي الميل لعدد من النقاط المتجاورة. يمكن لقيم الميل أن يعبر عنها بالدرجات أو الراديان أو بالميلي ثانية/المتر. تعرض قيم الميل على خرائط. و تميز الفوالق على الخارطة التشكيلية المفسرة بخطوط عريضة جلية و واضحة الشكل (2-8).

$$\frac{dt}{dx} = \frac{t(x_n, y_{m-1}) - t(x_{n-1}, y_{m-1})}{\Delta x} \quad \text{المعادلة (2-8)}$$

$$\frac{dt}{dy} = \frac{t(x_{n-1}, y_m) - t(x_n, y_{m-1})}{\Delta y} \quad \text{المعادلة (3-8)}$$

$$dip = \sqrt{\left(\frac{dt}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dt}{dy}\right)^2}$$

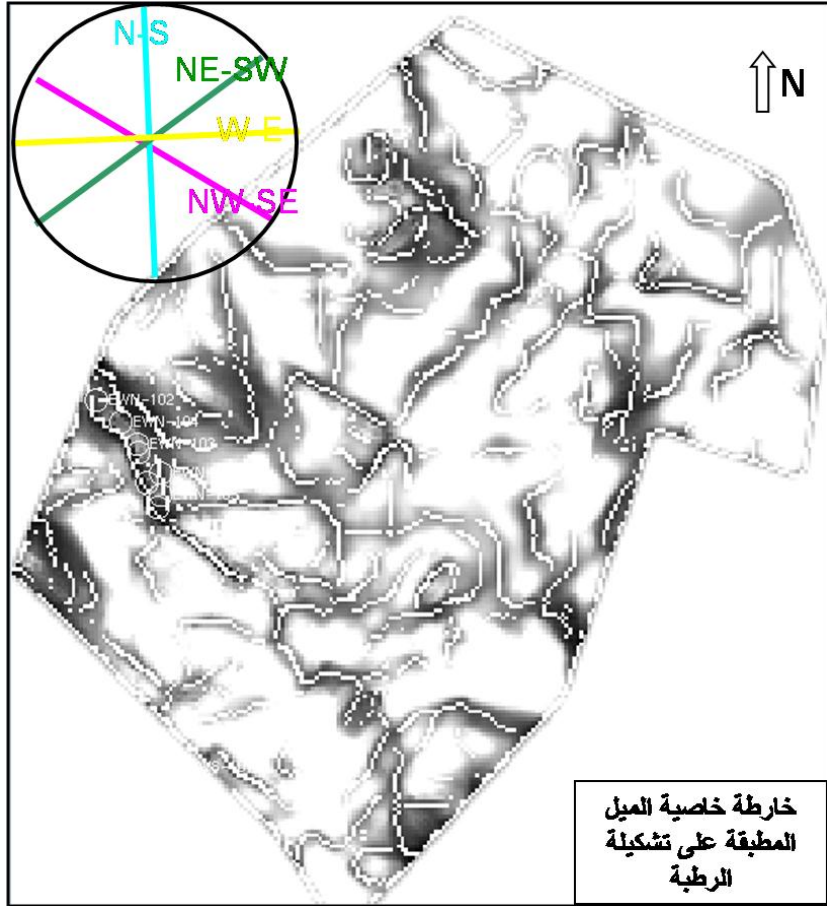
المعادلة (4-8)



الشكل (9). خارطة خاصية التماسك أو التشابه (شريحة زمنية عند الزمن 1680 ميلي

ثانية) المطبقة على المعطيات السيزمية ثلاثية الأبعاد لمنطقة شمال الورد. يمثل قسمها

الشرقي جزء من منطقة الدراسة .



الشكل (10). خارطة خاصة الميل المطبقة على الخارطة الزمنية لتشكيلة الرطبة في منطقة

الدراسة (تمثل الخطوط البيضاء اتجاه الفوالق المسيطرة).

يمكن تمييز أربعة أنواع رئيسية من الفوالق (حسب الاتجاه)، وهي فوالق ذات اتجاه شمال-

جنوب، فوالق ذات اتجاه شرق-غرب، وهناك فوالق ذات اتجاه شمال غرب-جنوب شرق

وهي تمثل الاتجاه العام لفوالق منطقة الفرات، وأما الفوالق الأخرى ذات الإتجاه شمال شرق-

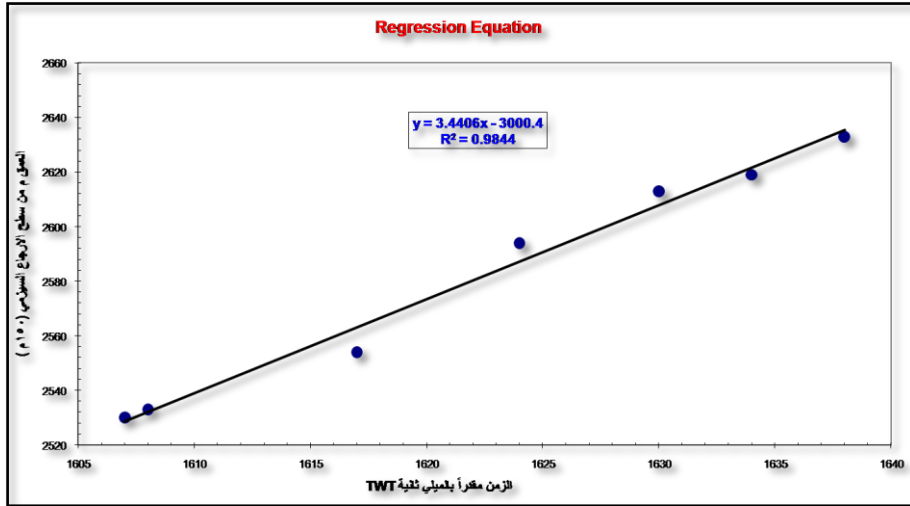
جنوب غرب فهي تمثل الاتجاه العام لفوالق المنطقة التدمرية (الشكل-10).

9-تحويل الخارطة الزمنية لأعلى تشكيلة الرطوبة BKU إلى خارطة عمق

أجريت عملية تبديل الخارطة الزمنية الى خارطة عمقية، وفقاً لطريقة العلاقة الخطية للارتداد الخطي Linear regression . فقد تم حساب علاقة خطية لكامل أفق أو سطح تشكيلة الرطوبة. كما تم حساب علاقة الزمن-العمق. مع العلم بأن الزمن يعبر عن زمن ارتحال الموجة السيزمية من المنبع، و انعكاسها عن أعلى تشكيلة الرطوبة الى اللاقط، مقدراً بالميلي ثانية و يحسب من التفسير السيزمي لتشكيلة الرطوبة، أما العمق فهو عبارة عن عمق أعلى التشكيلة المذكورة المأخوذة من نتائج الحفر، و القياسات البئرية (الجدول-1). استخلصت قيم العمق و الزمن لتشكيلة الرطوبة من مجموعة آبار شمال الورد المجاورة، وباللغة سبعة آبار في منطقة الدراسة، عندئذ تم الحصول على معادلة الارتداد $Y=3.4406X-3000.4$ بنسبة خطأ لا يزيد عن 2% أي بدقة تصل الى 98% ($R^2 = 0.9844$) (الشكل-11). حيث يمثل Y: العمق و X: الزمن. بعدها، ضربت هذه المعادلة بالقيم الزمنية لخارطة أعلى تشكيلة الرطوبة المنجزة على Geoframe باستخدام برنامج CPS3 و تم الحصول على الخارطة العمقية(الشكل-12).

جدول (1) قيم الزمن و العمق المستخلصة من آبار شمال الورد المجاورة لمنطقة الدراسة

اسم البئر	الزمن (ميلي ثانية) TWT	العمق (م) (150 م)
EWN-2	1638	2633
EWN-3	1634	2619
EWN-4	1630	2613
EWN-5	1617	2554
EWN-6	1608	2533
EWN-7	1624	2594
EWN-9	1607	2530



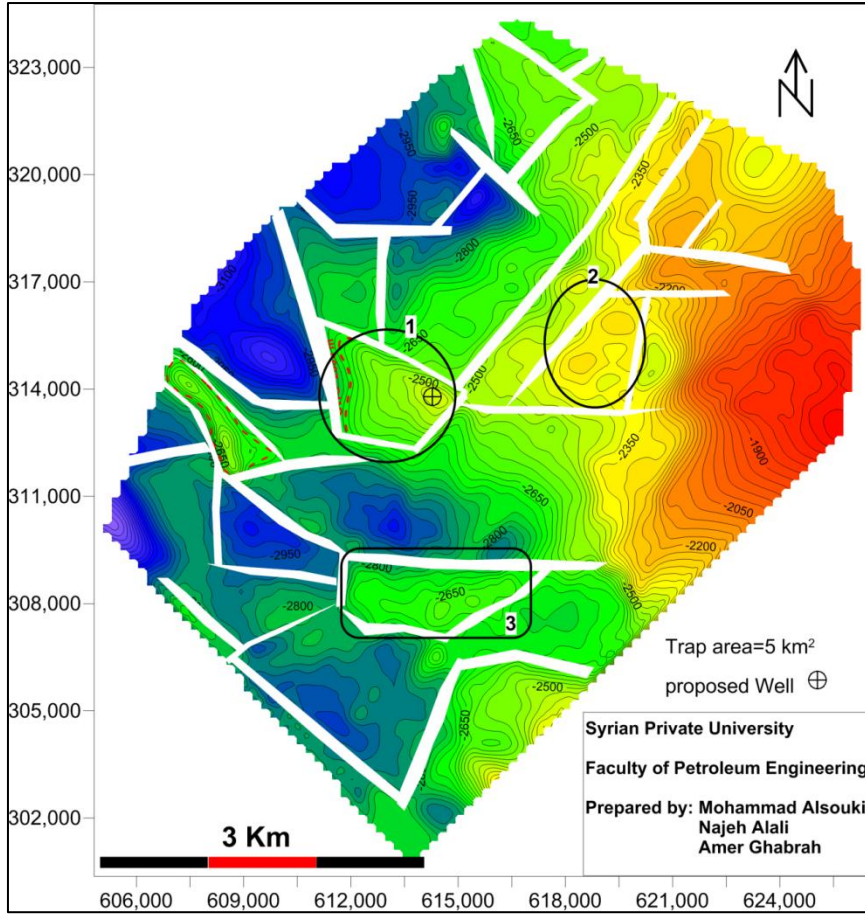
الشكل (11). العلاقة الخطية (الارتداد الخطي) بين قيم أزمنة، و عمق أعالي تشكيلية

الرطوبة في الآبار.

10. النتائج و المناقشة

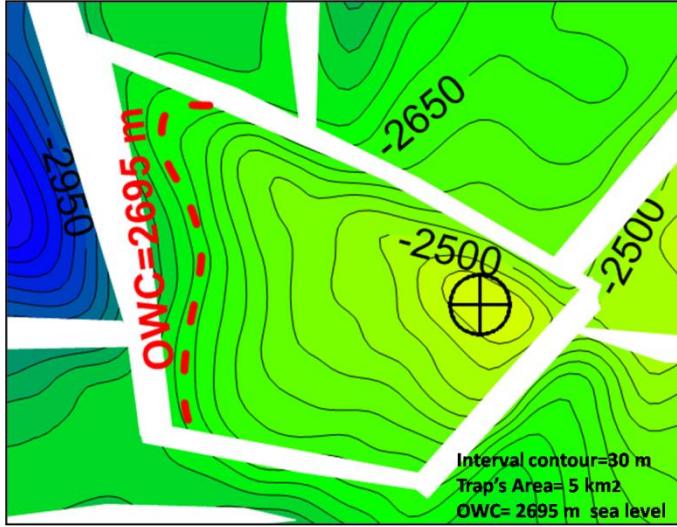
تشير الخارطة العمقية لأعلى تشكيلة الرطبة، والمقطع الزمني ps-147 في منطقة الدراسة إلى وجود مصيدة نفطية فالقية محدبة مرتفعة نسبياً. تظهر هذه المصيدة بشكل بيضوي شبه منتظم باتجاه شمال غرب، ومحاطة بعدد من الفوالق. كما تشير الخارطة العمقية (الشكل-12). تقع هذه المصيدة على عمق 2440 متر و بارتفاع 255 متر فوق سطح تماس النفط-ماء المفترض وجوده (نفس سطح تماس النفط-ماء في حقل شمال الورد 2695متر) (الشكل-13).

لوحظ أيضاً شواهد لمصيدتين بنيويتين أخريين على المقطع السيزمي ps-16v تقعان إلى الشمال الشرقي من المصيدة البنيوية الأولى ولكن نظراً لعدم وجود خطوط مسح سيزمي كافية لكامل المنطقة حال دون تأكدها، و تحديدها بشكل دقيق (الشكل-14)، كما شوهدت مصيدة بنيوية ثالثة متطاوله غرب-شرق ومحاطة بمجموعة من الفوالق واقعة جنوب المصيدة الرئيسية الأولى و تقع على عمق أكبر من المصائد البنيوية المذكورة أعلاه. تحتاج هذه المصيدة الى مزيد من الدراسة، وذلك نظراً لقلّة المسوحات السيزمية المنفذة فوقها.

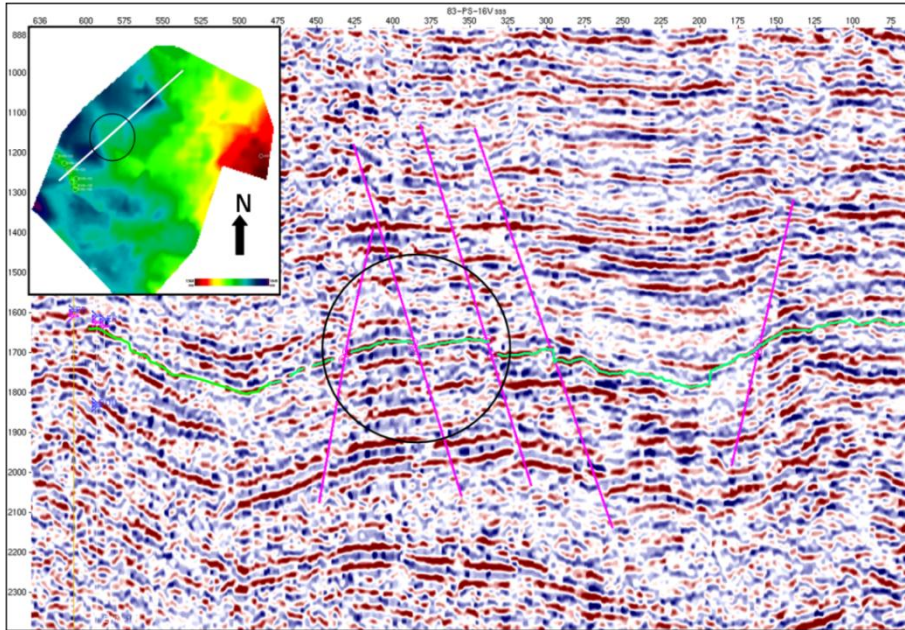


الشكل (12) . الخارطة العميقة لأعلى تشكيلة الرطبة تبين مواقع المصائد البنيوية و البئر

المقترح فوق المصيدة الاولى



الشكل (13). يظهر الشكل البيضوي للمصيدة النفطية البنيوية



الشكل (14). مقطع سيزمي ثنائي البعد ps-16V يبين الموقع المؤمل للمصيدتين البنيويتين

11. الاستنتاجات و المقترحات

تبين الدراسة أهمية استخدام الخصائص السيزمية في منطقة الدراسة، وذلك لما لها من قدرة جيدة في تحديد الفوالق، و خاصة الصغيرة منها، و بالتالي تعيين دقيق لحدود المصائد النفطية البنوية. لقد كشف في هذه الدراسة وجود ثلاث مصائد نفطية تشكل المصيدة الأولى أملاً هيدروكربونياً جيداً. لذلك نقتراح حفر بئر استكشافي على قممها وفق الإحداثيات **X:614455.5Y: 313728.2**. أما عن المصيدتين الأخريين فإنهما تحتاجان إلى تكثيف المسوحات السيزمية للحصول على معطيات و معلومات سيزمية أكثر لتأكيد وجودها، لذلك نقتراح إجراء مسح سيزمي ثنائي الأبعاد فوقها وفق الخطوط السيزمية ذات الإحداثيات التالية:

الخطوط	X1	Y1	X2	Y2
EEW - 1	609370	321200	615800	308900
EEW - 2	610250	321620	616195	309420
EEW - 3	610160	315850	619130	323350
EEW - 4	610910	314380	620110	322700
EEW - 5	611820	313470	622295	322050
EEW - 6	611920	312100	623080	319765

المراجع:

1. Alsouki, M and Taifour, R 2015 The tectono–depositional evolution of the Syrian Euphrates Graben Area using the 3D seismic data, Arab J Geosci, Vol. 8. 7577–7587
2. Bahorich, M Farmer, S 1995 3–D seismic discontinuity for faults and stratigraphic features, The Leading Edge, Vol. 17. 1053–1058
3. Brown, A 2001 Understanding seismic attributes, Geophysics, Vol. 66. 47–49
4. Marfurt, K.J, Sudhakerz, V, Gersztenkorn, A, Crawford, K.D, and Nissen, S.E 1999 Coherency calculations in the presence of structural dip, Geophysics, Vol. 64. 104–111
5. Salel, J, Se'guret, M 1994 Late Cretaceous to Palaeogene thin–skinned tectonics of the Palmyrides belt (Syria), Tectonophysics, Vol. 234. 265–290
6. Sawaf, T, Al–Saad, D, Gebran, A, Barazangi, M, Best, J, Chaimov, T 1993 Structure and stratigraphy of eastern Syria across the Euphrates depression, Tectonophysics, Vol. 220. 267–281