

## مساهمة النمذجة السيزمية المباشرة في التفسير الستراتيغرافي للخزانات الرملية وتحديد شروط ظهورها وامتدادها على المقاطع السيزمية في تراكيب المزرعة والعكسية

محمد طريف العبيد الذيب<sup>1</sup>، نضال علي جوني<sup>2</sup>

1- طالب ماجستير في الجيوفيزياء التطبيقية.

[mohammed.aldeeb@damascusuniversity.edu.sy](mailto:mohammed.aldeeb@damascusuniversity.edu.sy)

2- استاذ في قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة دمشق، اختصاص معالجة معطيات سيزمية.

[nedal.johnny@damascusuniversity.edu.sy](mailto:nedal.johnny@damascusuniversity.edu.sy)

### المخلص:

توضعت الخزانات الرملية بشكل محلي نتيجة لتغيرات مستوى سطح البحر في تراكيب المزرعة والعكسية بأنظمة توضع وثخانات مختلفة ومساميات جيدة ساعدت على احتوائها للمواد الهيدروكربونية. تغيب تلك الخزانات الرملية على المقاطع السيزمية المارة ببئر العكسية-101 نتيجة لنقصان قدرة الميز الشاقولي المتعلق بالبارامترات الفيزيائية للأمواج السيزمية في حين أنها تظهر بشكل أوضح على المقاطع المارة ببئر المزرعة-101. وتنتشر بشكل محدود باتجاه الشرق والشمال الشرقي بالقرب من تركيب السيرا وبئر المهاش-101 المقترح للاستكشاف العميق والذي يستهدف تلك الخزانات الرملية. تُعد النمذجة السيزمية المباشرة أداة تستخدم في معرفة وتحسين بارامترات الموجة السيزمية إضافة إلى تفسير الطبقات ومحتواها المائي وذلك من خلال إنشاء مقاطع سيزمية صناعية تُحاكي الموديل الجيولوجي تحت السطحي اعتماداً على قيم سلاسل معامل الانعكاس الناتجة عن موديل الممانعة الصوتية، أظهرت نتائج عمليات النمذجة المنفذة كيفية تغير ظهور الخزانات الرملية بتغيير بارامترات الموجة السيزمية وتحديد المثلى منها والواجب توافرها لظهور تلك الخزانات على المقاطع السيزمية.

تاريخ الإيداع: 2022/08/18

تاريخ الموافقة: 2022/11/20



حقوق النشر: جامعة دمشق

سورية، يحتفظ المؤلفون

بحقوق النشر بموجب الترخيص

CC BY-NC-SA 04

الكلمات المفتاحية: النمذجة السيزمية المباشرة، أنظمة التوضع، التفسير الستراتيغرافي

# Contribution of Seismic Forward Modeling for Stratigraphic Interpretation of Sandy Reservoirs and Determine of the Conditions Appearance and Extension on the Seismic Sections in AL-MAZRAA and AL-AKISSIYAH Structures

**Mohammed Tarif Alobaid Aldeeb<sup>1</sup>, Nidal Ali Johnny<sup>2</sup>**

1. M.S Student in Applied Geophysics Division. Geology Department - Science Faculty – Damascus University – Syria

[mohammed.aldeeb@damascusuniversity.edu.sy](mailto:mohammed.aldeeb@damascusuniversity.edu.sy)

2. Assistant Professor in Applied Geophysics Division, Faculty of Science, Damascus University, seismic data processing.

[nedal.johnny@damascusuniversity.edu.sy](mailto:nedal.johnny@damascusuniversity.edu.sy)

## Abstract

Sand reservoirs deposited locally because of sea level changes in AL-MAZRAA and AL-AKISSIYAH structures, with different systems tract and thicknesses with good porosity, which helped to contain hydrocarbons. These sand reservoirs disappeared on seismic sections in AL-AKISSIYAH-101 due to low vertical seismic resolution, which related to physical parameters of seismic waves while they appeared more clearly on sections in AL-MAZRAA-101. They spreads in a limited and scattered extension towards AL-SIRRA structure and well AL-MAHASH-101 that was proposed for deep exploration, and penetration the sand reservoirs in the east and north-east. Seismic Forward Modeling is a tool used to know and improve wave parameters, layers interpretation and their fluid content through generation synthetic seismogram that simulate the subsurface geological model based on the values of reflection coefficient series resulting from acoustic impedance model. The results of the implemented modeling operations showed how sand reservoirs appearance changed by changing wave parameters and determining the optimum ones that must be available to make these sand reservoirs appear on seismic section.

**Keywords:** Seismic Forward Modeling, systems tract, Stratigraphic Interpretation.

Received : 18/8/2022

Accepted:20/11/2022



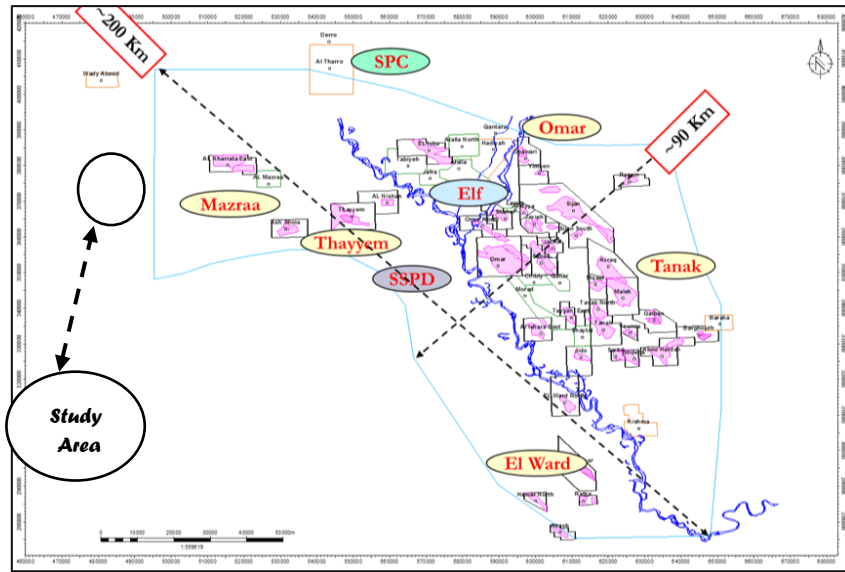
Copyright:Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

## 1. المقدمة:

يعتبر علم السيسموستراتيغرافيا من أحدث مفاهيم الجيولوجيا والجيوفيزياء ويساعد في التفسير الستراتيغرافي للعوكس السيزمية من خلال تطبيق المفاهيم الجيولوجية والترسيبية والجيومورفولوجية على المقاطع السيزمية بهدف تحديد المتواليات الستراتيغرافية وسطوحها وأنظمة توضعها والذي يتطلب تكامل العديد من البيانات ذات الجودة العالية والدقيقة التي تسمح بإجراء التحاليل والتفسيرات على مناطق واسعة نسبياً مثل المعطيات السيزمية وعلى مناطق أكثر تفصيلاً مثل القياسات البئرية ومعطيات التنكشافات السطحية واللباب الصخري حسب (Catuneanu et al. 2006)، تساعد النمذجة السيزمية المباشرة في تحسين ملامح ظهور العواكس السيزمية التي تمثل أعالي التشكيلات الجيولوجية وتنفذ من خلال ثني قيم سلاسل معاملات الانعكاس مع موجة سيزمية وغالباً ما تكون موجة ريكار وذلك بهدف إنشاء نماذج مباشرة لآثار سيزمية صناعية تُكسد للحصول على مقاطع سيزمية ذات جودة عالية تنعكس بشكل ايجابي على عمليات التفسير السيزمي البنيوي والستراتيغرافي (Grasseau, N. 2020).

## 2. منطقة الدراسة:

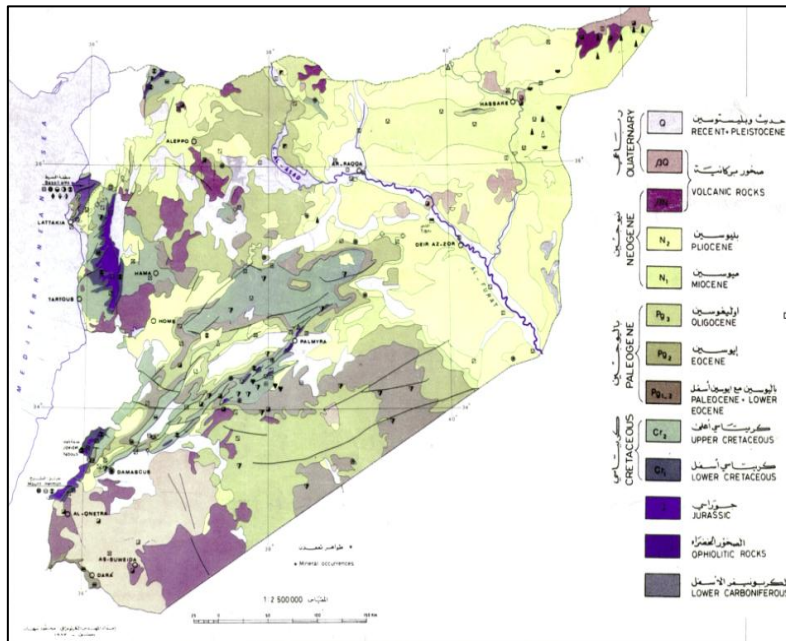
تتضمن منطقة الدراسة تراكيب المزرعة والعكسية الواقعة غرب مدينة دير الزور بحدود 30 كم في الجزء الغربي لمنخفض الفرات ويحدها من الغرب والشمال الغربي حقل شرق الخراطة ومن الجنوب حقلي القصيبة والشولا ومن الشرق حقل المهاش وتركيب السيرا مثلما هو موضح بالشكل (1) حسب (ELF Company, 1991)، تتبع منطقة الدراسة تكتونياً لمنخفض الفرات الذي يشكل غور انهدامي من عمر الكونياسيان ويتميز بمنظومة من الفوالق ذات اتجاه شمال غرب-جنوب شرق شكلت بنيات تركيبية خزنة للهيدروكربون حسب (Koopman, 2004)، وتقع في منطقة مضرورية بالنظام الفالقي لمنخفض الفرات وامتداد للسلسلة التدمرية بالقرب من الحافة الجنوبية لمنخفض الخراطة حسب (ELF Company, 1996).



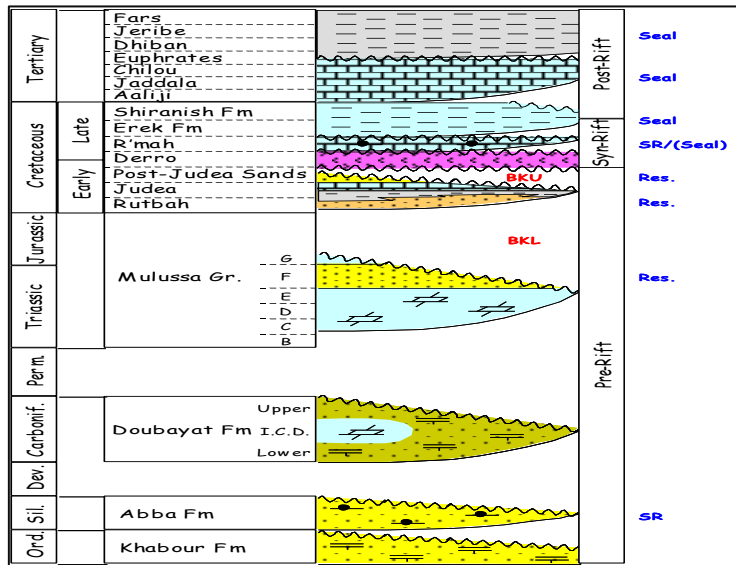
(الشكل - 1): موقع منطقة الدراسة في منخفض الفرات. (ELF Company, 1991).

تُظهر الخريطة الجيولوجية السطحية الموضحة بالشكل (2) (Ponikarov, V.P, 1966) عدم وجود أي انعكاس مورفولوجي للبنى تحت سطحية في المنطقة على السطح حيث تنتشر توضعات الميوسين من عمر النيوجين وهي توضعات شبه افقية تتألف من الجص والإنهدريت والغضار مع وجود نطاقات من الملح في الجزء السفلي للتشكيلة، فيما تأثرت الجيولوجيا تحت السطحية بالعديد من العوامل المؤثرة التي شكلت بيئات رسوبية مناسبة لتوفر نظام هيدروكربوني متكامل في المنطقة من صخور مولدة تمثلها تشكيلتي الشيرانيش ورماح شيرت وصخور خزنة مثل طبقة رمل المزرعة وصخور مغطية مثل تشكيلات الشيرانيش والرماح

والإيريك مارل مثلما هو موضح في العمود الليثوستراتيغرافي المعروف بالشكل (3) حسب (AFPC, 2008). توضع تشكيلة المولوسا F خلال الترياسي الاعلى وتعرضت لعمليات حت وتعرية فشكلت سطح عدم توافق قاعدة الكريتاسي الأسفل (BKL)، فيما ترسبت تشكيلة الرطبة وجزء كبير من تشكيلة الجوديا خلال الكريتاسي الاسفل والاعلى قبل عمليات انهدام منخفض الفرات (Pre-rift)، في حين أن الجزء الذي ترسبت فيه تشكيلة الجوديا خلال الكريتاسي الأعلى (التورونيان) كان معاصراً لبداية للعمليات الانهدامية (Syn-rift) التي أدت الى انحسار قسري لمستوى سطح البحر فبدأت مرحلة جديدة من الحت والتعرية مشكلة سطح عدم توافق قاعدة الكريتاسي العلوي (BKU) وترسبت في أثنائها تشكيلة ما بعد الجوديا الرملية (PJS) خلال الكريتاسي الأعلى (الكونيانسيان) ومن ثم تبعها ترسيب تشكيلتي رماح شيرت خلال الكريتاسي الأعلى (سانتونيان) الإيريك مارل خلال الكريتاسي الأعلى (كامبانيان)، مع نهاية العمليات الانهدامية (Post-rift) بدأ ترسيب تشكيلة الشرانيش بسماكات كبيرة سببت مع مرور الزمن إعادة تنشيط للعمليات الانهدامية لمنخفض الفرات حسب (Best et al., 1993) (Brew et al., 2000).



(الشكل - 2): الخريطة الجيولوجية للجمهورية العربية السورية. (Ponikarov, V.P, 1966)



(الشكل - 3): العمود الليثوستراتيغرافي في منخفض الفرات موضحاً عليه أسماء التشكيلات الجيولوجية بالتزامن مع عمليات الانهدام.

(AFPC, 2008)

### 3. اهداف وأهمية البحث:

يهدف البحث إلى:

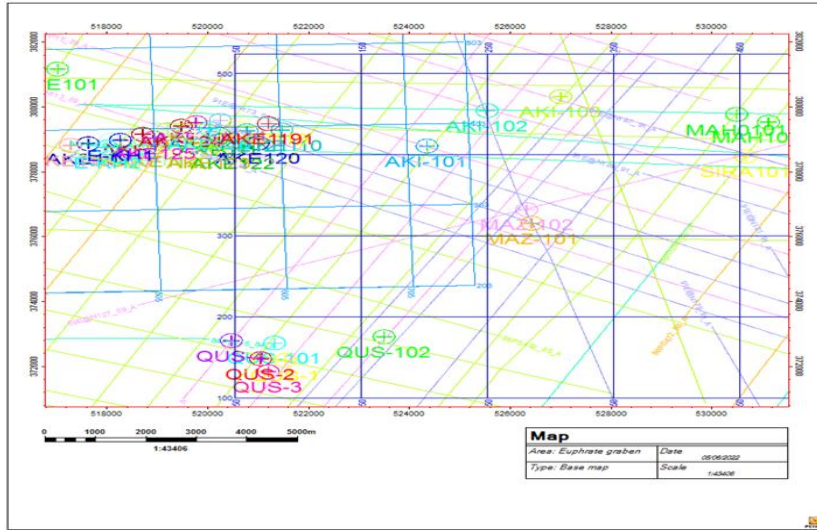
- معرفة مدى فعالية النمذجة السيزمية المباشرة في عمليات التفسير السيزمي الستراتيجرافي
- التقييم الكمي لشروط ظهور الخرنات الرملية على المقاطع السيزمية في منطقة الدراسة معرفة توزع هذه الخرنات الرملية وامتدادها.

### 4. المنهجية والمعطيات المستخدمة:

سوف نتطرق من خلال هذا البحث الى تحديد الخرنات الرملية (رمل المزرعة) وانتشارها في منطقة الدراسة من خلال القياسات البئرية وتحديد أنظمة توزيعها، وتفسير العواكس السيزمية التي تمثل أعالي هذه الخرنات على المقاطع السيزمية، واجراء عمليات النمذجة السيزمية لمعرفة الشروط المثلى لظهور الخرنات الرملية على المقاطع السيزمية، وتتمثل هذه المنهجية بعدة خطوات:

#### 1. تحميل المسوحات السيزمية ثنائية وثلاثية الأبعاد واحداثيات الابار وأعالي تشكيلاتها:

يوضح الشكل-3 شبكات المسح السيزمي ثلاثي الأبعاد وخطوط المسح السيزمي ثنائي الأبعاد ومواقع الابار الموضحة إحداثياتها وأعالي تشكيلاتها الجيولوجية بالجدولين (1، 2) وتصحيح بعض أعالي تشكيلاتها بسبب الخطأ المرتكب في تحديدها حيث أنه تم دمج أعلى الخرنات الرملية العائدة لطبقة رمل المزرعة في بئر العكسية-101 ضمن تشكيلات أخرى حسب (الشركة السورية للنفط، 2010)، وهذا الأمر ينافي وضع تلك الخرنات التي ترسبت في المنطقة بالتزامن مع نهاية العمليات الانهدامية للمنخفض.



(الشكل - 3): خريطة توضح مواقع آبار منطقة الدراسة والمناطق المجاورة بالإضافة الى شبكات المسح ثنائي وثلاثي الأبعاد (شبكة مسح المزرعة ثلاثي الأبعاد باللون الأزرق - شبكة مسح الخراطة ثلاثي الأبعاد باللون السماوي - شبكات خطوط المسح ثنائي الأبعاد بالألوان الأخرى)

(الجدول - 1): إحداثيات الآبار الموجودة في منطقة الدراسة والمناطق القريبة إضافة الى عمقها النهائي وارتفاعها عن سطح البحر. (الشركة السورية للنفط، 2010)

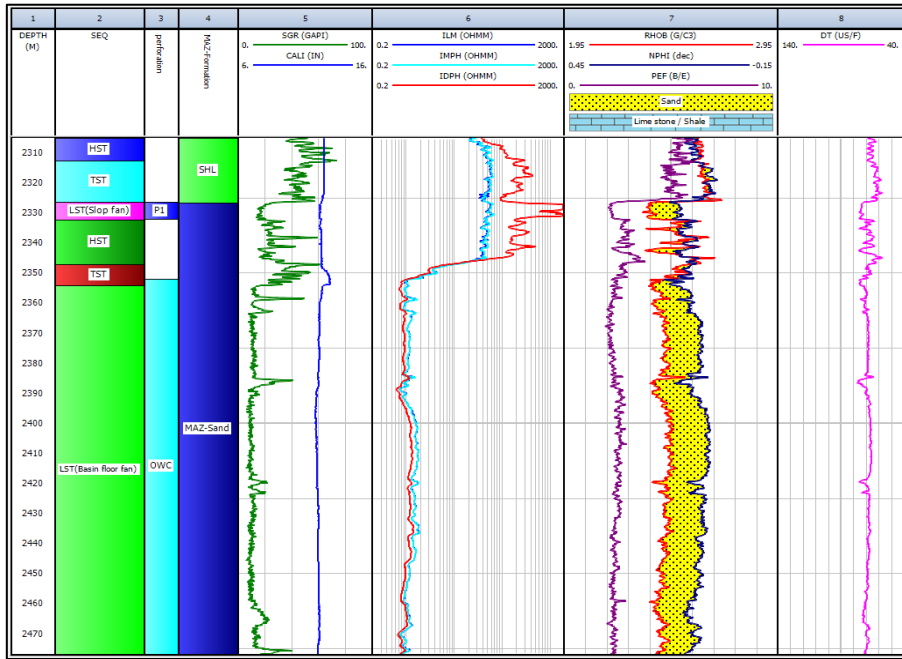
Well	X	Y	KB	TD (KB)
AKI-101	524347.1	378810.2	370	2885
AKI-102	525540	379900	364.04	2807
AKI-103	527000	380330	361	2734
MAZ-101	526433	376427	351	2720
QUS-101	521325	372734	380.3	2688
QUS-102	523499	372930	370.2	2550
QUS-1	521534	373201.9	373.65	2500
QUS-2	521050	372250	370	2616
QUS-3	521200	371850	374.18	2604
QUS-4	520468.4	372808.8	382	2460

(الجدول - 2): أعالي التشكيلات الجيولوجية لأبار منطقة الدراسة. (الشركة السورية للنفط، 2010)

Well	Formation	MD (KB)	Well	Formation	MD (KB)
AKI-101	JA	798	AKI-102	JA	813
AKI-101	AA	1364	AKI-102	AA	1360
AKI-101	SH	1695	AKI-102	SH	1620
AKI-101	ER	2422	AKI-102	ER	2434
AKI-101	RCH	2578	AKI-102	RCH	2665
AKI-101	JU	2787	AKI-102	JU	2691
AKI-101	RU	2808	AKI-102	RU	2783
AKI-101	TD	2808	AKI-102	TD	2807
Well	Formation	MD (KB)	Well	Formation	MD (KB)
AKI-103	JA	790	MAZ-101	CH	807
AKI-103	AA	1333	MAZ-101	JA	1051
AKI-103	SH	1571	MAZ-101	AA	1685
AKI-103	ER	2374	MAZ-101	SH	2055
AKI-103	RCH	2583	MAZ-101	MAZ-S	2326
AKI-103	JU	2631	MAZ-101	JU	2489
AKI-103	RU	2698	MAZ-101	RU	2521
AKI-103	TD	2734	MAZ-101	TD	2720

## 2. تحديد الخزانات الرملية وأنظمة توضعها من خلال القياسات البئرية:

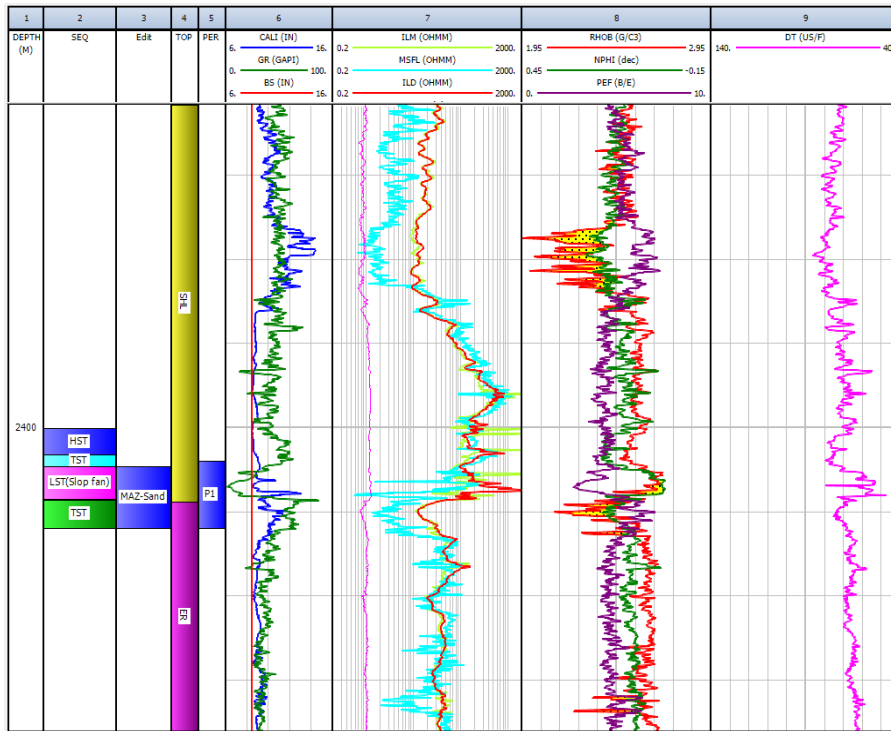
يبين الشكل (4) القياسات البئرية لبئر المزرعة-101، والتي تظهر ترسب الخزانات الرملية بدايةً بتوضع أكوام ضخمة من الرمال من نمط LST (Basin floor fans) بثخانة تقدر حوالي 90م والتي تبدي استجابة على القياسات البئرية (GR – Resistivity) بشكل بلوك ذو قيم منخفضة لقياس GR وقيم مقاومة تعتمد على السائل الذي يحتويه هذا النمط من التوضع وتظهر بقيم منخفضة في بئر المزرعة-101 لاحتوائها على الماء، وتتميز هذه السحنة بقيم مسامية جيدة وتبدي هذه التوضعات تراكباً مائلاً للانعكاسات السيزمية على الحد السفلي للمتواليات الرسوبية (Downlap) وذلك حسب (Neal, J. Rich, D. & Vail, P. 1993)، من ثم ترسبت سحنات تجاوزية بنظام TST بثخانة قدرت حوالي 7م، من ثم توضع سحنات نظام HST التي تشير إلى بداية هبوط مستوى سطح البحر برسوبيات شيلية تتحول إلى سلت ورمال باتجاه الأعلى فتشكل متتالية خشنة نحو الأعلى بثخانة حوالي 10م، أتبعها توضع لسحنات نظام LST لترسبت خزانات رملية من نمط LST (Slop fan) والتي تشكل الخزان النفطي الرئيس في بئر المزرعة-101 بثخانة حوالي 6م حيث تظهر استجابتها بشكل هلالتي تقوسه باتجاه القيم المنخفضة على قياس GR وباتجاه القيم المرتفعة على قياس المقاومة لاحتوائها على النفط، وتعتبر هذه الرمال أهداف استكشافية ممتازة توفر مساميات كبيرة (10-30%) في حال كانت جيدة الفرز بحسب (Neal, J. Rich, D. & Vail, P. 1993) لكن عادة ما تكون قليلة الثخانة، في حين أن الغطاء يتمثل بتشكيلات تمثل الترسيب الممتد لفترة طويلة في بيئات بحرية قليلة العمق مثل تشكيلة الشيرانيش السفلية، وتنتهي سحنات نظام LST بترسيب رمال دلتاوية تشكل متواليات خشنة نحو الأعلى حيث تتناقص قيم GR وتزداد قيم المقاومة نحو الأعلى ويكون الغطاء فقيراً وتنشط عمليات الحث التي سببت غياب هذه الرمال في بئر المزرعة-101 بالتزامن مع ارتفاع مستوى سطح البحر وترسيب سحنات نظام TST التي تبدي استجابة على القياسات البئرية بازدياد قيم GR ونقصان قيم المقاومة باتجاه الأعلى فتظهر بشكل متواليات ناعمة نحو الأعلى وينتج عن هذه السحنة ترسيب للغضار الصفحي أو حجر كلسي غضاري وتنتهي رسوبيات هذه السحنة بسطح التجاوز الأعظمي MFS الذي يفصل بين رسوبيات أنظمة TST و HST حسب (Catuneanu, O. 2006).



(الشكل - 4): القياسات البئرية لبئر المزرعة-101 موضع عليها عمق طبقة رمل المزرعة وأنظمة التوضع

إضافة إلى أماكن تثقيب هذه الخزانات النفطية و سطح تماس السائل نفط-ماء.

يوضح الشكل (5) القياسات البئرية لبئر العكسية-101، حيث ترسبت الخزانات الرملية بثخانة قليلة قدرت حوالي 12م، كانت مدموجة مع أسفل تشكيلة الشيرانيش حسب (الشركة السورية للنفط، 2010)، اقتصرت الخزانات على رمال سحنة نظام LST (Slop fan) والتي شكلت الخزان الغازي الرئيس في البئر والذي يصعب متابعته على المقطع السيزمي بسبب انخفاض قدرة الميز، فيما وضحت القياسات البئرية لبئري العكسية-102، 103 غياب تلك الخزانات بشكل كامل وهو الأمر الذي أدى إلى فشل هذه الابار واعتبارها جافة.



(الشكل - 5): القياسات البئرية لبئر العكسية-101 موضع عليها عمق طبقة رمل المزرعة وأنظمة التوضع

إضافة إلى أماكن تثقيب هذه الخزانات الغازية.

### 3. إجراء عمليات Seismic to Well tie وحساب قدرة الميز للأموح السيزمية:

تمت هذه الخطوة على بئري المزرعة-101 والعكسية-101 وذلك للتمكن من ربط عمق التشكيلات الجيولوجية مع الزمن، وللتأكد من دقة هذا الربط تم حساب معامل الانعكاس وقدرة الميز الشاقولي مثلما هو موضح بالجدولين (3، 4) من خلال المعادلة (Kallweit, 1982):

$$\text{Vertical resolution} = \frac{1}{4} \lambda$$

$\lambda$ : طول الموجة يقدر بالمتر ويحسب من المعادلة:

$$\lambda = \frac{V}{F}$$

$V$ : السرعة المجالية وتقدر بالمتر/ثانية وتحسب من المعادلة (Chopra,S et al.2006)

$$V_{int n} = \frac{Z_{n+1} - Z_n}{t_{n+1} - t_n}$$

$Z_n$ : عمق الطبقة المستهدف حساب سرعتها المجالية

$Z_{n+1}$ : عمق الطبقة الواقعة أسفل الطبقة  $n$

$t_n$ : زمن الطبقة المستهدف حساب سرعتها المجالية

$t_{n+1}$ : زمن الطبقة الواقعة أسفل الطبقة  $n$

$F$ : التردد ويقدر بالهرتز ويحسب من المعادلة:

$$F = \frac{1}{T}$$

(الجدول - 3): قدرة الميز الشاقولي للتشكيلات الجيولوجية في موقع بئر العكسية-101.

Formation Name	Depth (m)	Thickness (m)	Period (m.s)	Frequency (HZ)	Vint (m/s)	Wave length (m)	Resolution (m)
SHU	1695	735	25	40	3886.01	97.15	24.28
MAZ-S	2430	12	55	18	4410	245	61.2
ER	2442	136	18	55.55	5000	89.99	22.5
RCH	2578	209	28	35.71	5555.55	155.55	38.88
JU	2787	21	38	26.31	5000	190	47.5
RU	2808	0	20	50	5766.66	115.33	28.83

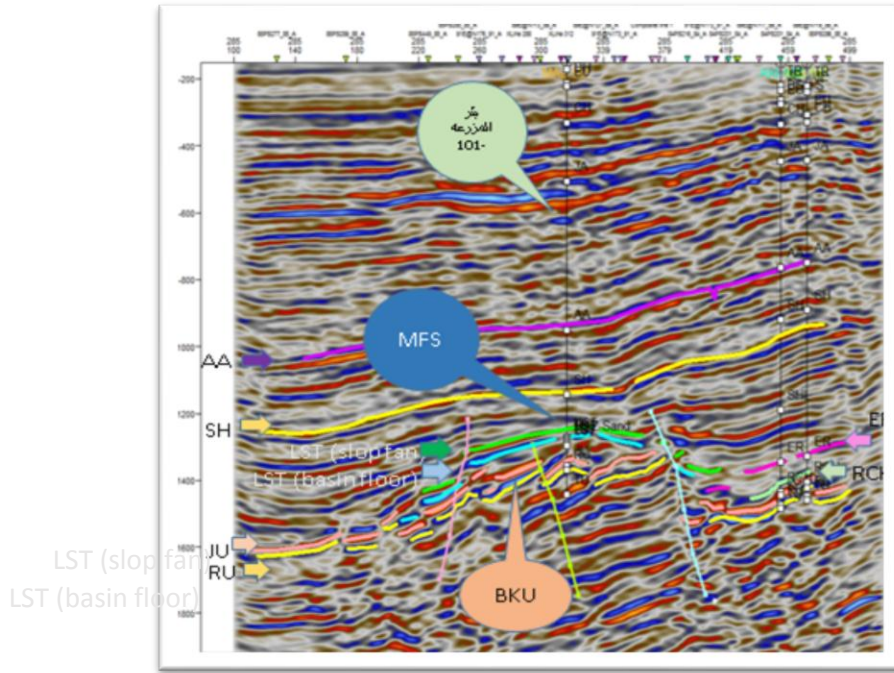
(الجدول - 4): قدرة الميز الشاقولي للتشكيلات الجيولوجية في موقع بئر المزرعة-101.

Formation Name	Depth (m)	Thickness (m)	Period (m.s)	Frequency (HZ)	Vint (m/s)	Wave length (m)	Resolution (m)
SHU	2055	271	40	25	4285.71	171.42	42.85
MAZ-S	2326	163	47	21.27	4411.76	207.35	51.83
JU	2489	32	59	16.94	5000	295	73.75
RU	2521	199	59	16.94	4681.81	276.22	69.05

### 4. التفسير الستراتيغرافي للعواس السيزمية:

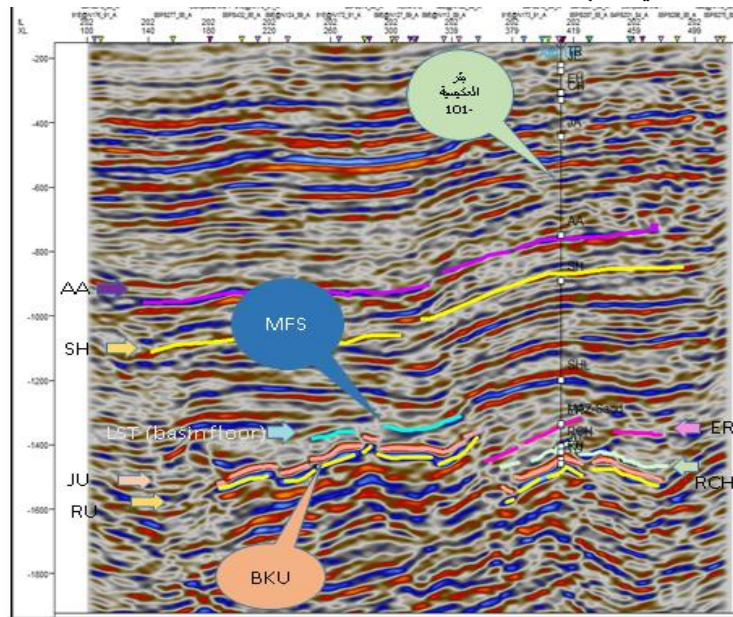
يظهر الشكل (6) المقطع السيزمي (INLINE-285) المار ببئر المزرعة-101، تفسير العواس السيزمية الممثلة لأعالي التشكيلات الجيولوجية، فتظهر طبقة رمل المزرعة وأنظمة توضعها محدودة من الأسفل بسطح عدم توافق (BKU) ومن الأعلى بسطح الانسحاب الأعظمي (MRS) الفاصل بين نظام توضع LST الذي يشكل الخزان النفطي ونظام TST العائد لبداية ترسب تشكيلة الشيرانيش ويلاحظ غياب لعواس رماح شيرت والإيريك مارل.



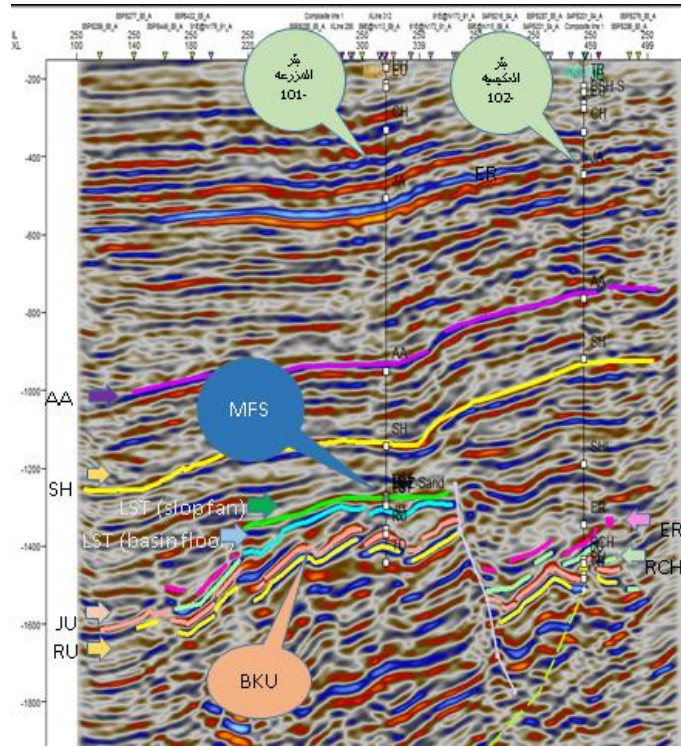


(الشكل - 6): المقطع السيزمي INLINE-285 المار ببئر المزرعة-101 وتفسير العواكس السيزمية الممثلة لأعالي التشكيلات الجيولوجية والسطوح الستراتيغرافية.

توضح الاشكال (7، 8، 9)، المقطع (INLINE-202) المار ببئر العكسية-101 والمقطع (INLINE-250) المار ببئر العكسية-102 والمقطع (INLINE-308) المار ببئر العكسية-103، وتفسير العواكس السيزمية الممثلة لأعالي التشكيلات الجيولوجية، يلاحظ عدم ظهور طبقة رمل المزرعة على المقطع السيزمي المار ببئر العكسية-101 بسبب ثخانتها المنخفضة المقدرة حوالي 12م وغيابها ترسيبياً في بئري العكسية -102، 103.

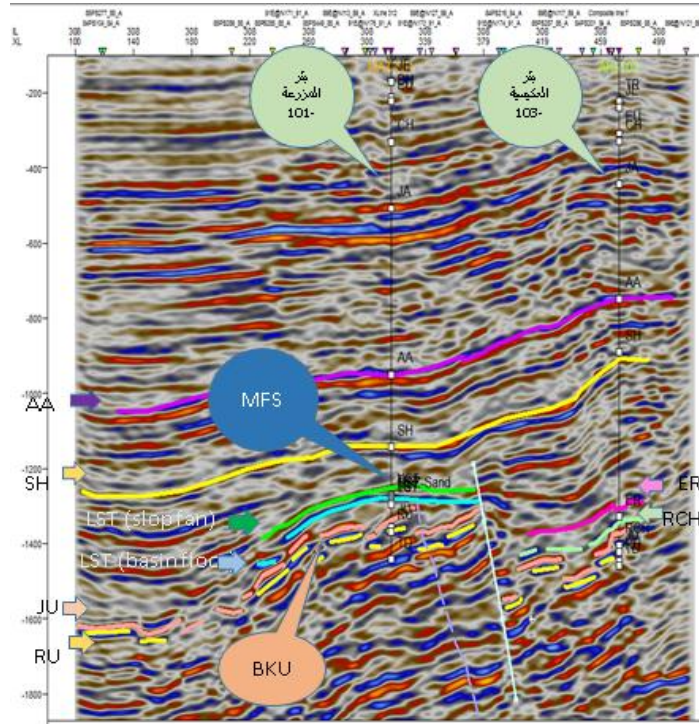


(الشكل - 7): المقطع السيزمي INLINE-202 المار ببئر العكسية-101 وتفسير العواكس السيزمية الممثلة لأعالي التشكيلات الجيولوجية.



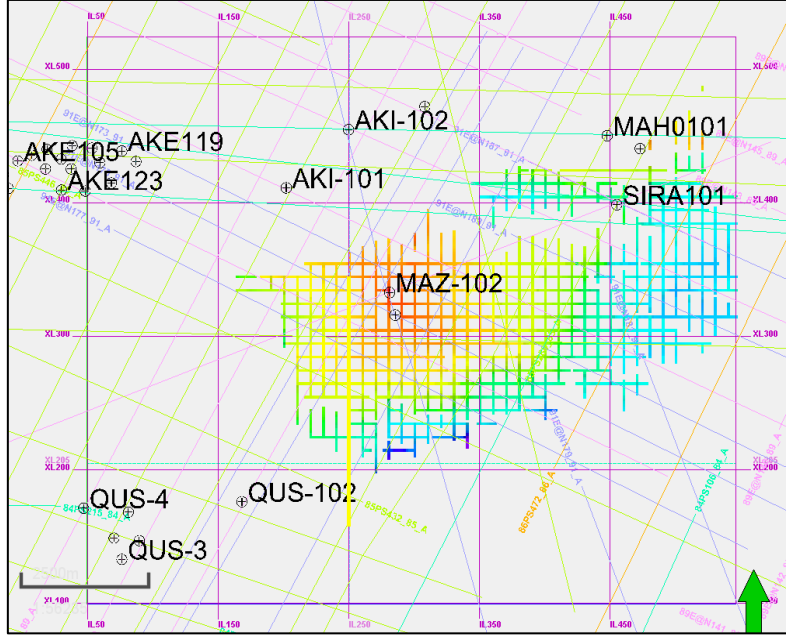
(الشكل - 8): المقطع السيزمي INLINE-250 المار ببئر العكسية-102 وتفسير العواكس السيزمية الممثلة لأعالي التشكيلات الجيولوجية.

يبين المقطع السيزمي (INLINE-250) المعروض بالشكل (8)، غياب طبقة رمل المزرعة في بئر العكسية-102 على عكس بئر المزرعة-101 حيث تظهر الطبقة مع أنظمة توضعها بشكل واضح (نمط Slope fan باللون الأخضر، ونمط Basin floor باللون الأزرق الفاتح)، وكذلك الأمر بالنسبة للمقطع (INLINE-308) المعروض بالشكل (9).



(الشكل - 9): المقطع السيزمي INLINE-308 المار ببئر العكسية-103 وتفسير العواكس السيزمية الممثلة لأعالي التشكيلات الجيولوجية.

يوضح الشكل (10) المتابعة الزمنية للخرانات الرملية، يظهر امتداد هذه الخرنات باتجاه الشرق والشمال الشرقي في حين أنه باتجاه الشمال الغربي بالقرب من بئر العكسية-101 يلاحظ غيابها، فتظهر الخرنات بأعلى ارتفاع تركيب في منطقة المزرعة وتنخفض باتجاه تركيب السيرا وبئر المهاش-101.



(الشكل - 10): المتابعة الزمنية للخرانات الرملية في منطقة المزرعة.

5. تحديد التخانات الزمنية للخرانات الرملية ومقارنتها مع التخانات العميقة في الآبار وحساب البارامترات الموجية للخرانات الرملية والطبقات الأخرى:

تبدى الخرنات الرملية العائدة لطبقة رمل المزرعة ثخانة تسمح بظهورها على المقطع السيزمي المار ببئر المزرعة-101 كما في الشكل (6) على عكس المقطع السيزمي المار ببئر العكسية-101 والموضح بالشكل (7) بسبب قدرة الميز الشاقولي، فيما تغيب ترسيباً في بئري العكسية-102، 103. فيما يوضح الجدول (6) تغير السماكات الزمنية للخرانات الرملية والتشكيلات الجيولوجية تبعاً لنقاط مختارة بإحداثيات معينة على المقطعين السيزميين (XLINE-315)، (XLINE-412) المارين ببئري المزرعة-101 والعكسية-101.

(الجدول - 5): السماكات الزمنية والعميقة للتشكيلات الجيولوجية في مواقع آبار منطقة الدراسة.

Well	Top	Depth Thickness (m)	Time Thickness (m.s)	Well	Top	Depth Thickness (m)	Time Thickness (m.s)
AKI-101	SH	727	187	AKI-102	SH	814	209
AKI-101	MAZ-S	12	4	AKI-102	ER	231	46
AKI-101	ER	156	24	AKI-102	RCH	26	4
AKI-101	RCH	209	35	AKI-102	JU	92	18
AKI-101	JU	21	8	AKI-102	RU	24	4
Well	Top	Depth Thickness (m)	Time Thickness (m.s)	Well	Top	Depth Thickness (m)	Time Thickness (m.s)
AKI-103	SH	803	206	MAZ-101	SH	271	63
AKI-103	ER	209	41	MAZ-101	MAZ-S	163	35
AKI-103	RCH	48	8	MAZ-101	JU	32	6
AKI-103	JU	67	13	MAZ-101	RU	199	42
AKI-103	RU	36	6				

(الجدول - 6): السماكات الزمنية للتشكيلات الجيولوجية تبعاً لنقاط مختارة بإحداثيات معينة على المقطعين السيزميين

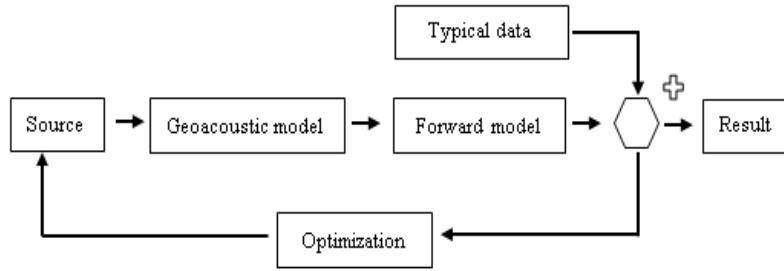
.XLINE-412 ،XLINE-315

Line	Point	X	Y	Top	Time thickness (m.s)
XLINE-315	1	528249	376428	SHU	125
XLINE-315	1	528249	376428	MAZ-Sand	84
XLINE-315	1	528249	376428	JU	28
XLINE-315	2	529849	376428	SHU	124
XLINE-315	2	529849	376428	MAZ-Sand	71
XLINE-315	2	529849	376428	JU	57
XLINE-412	1	525149	378828	SHU	269
XLINE-412	1	525149	378828	MAZ-Sand	12
XLINE-412	1	525149	378828	ER	64
XLINE-412	1	525149	378828	RCH	55
XLINE-412	1	525149	378828	JU	31
XLINE-412	2	528774	378828	SHU	179
XLINE-412	2	528774	378828	MAZ-Sand	71
XLINE-412	2	528774	378828	JU	40

6. اجراء عمليات النمذجة السيزمية المباشرة لتحديد البارامترات الأمثل لظهور الخرنات الرملية على المقاطع السيزمية باستخدام برنامج Matlab:

تستخدم النمذجة السيزمية المباشرة النماذج الجيولوجية لمحاكاة التجارب السيزمية الحقيقية وتتضمن هذه النماذج سرعة الأمواج والكثافة الاجمالية ضمن الطبقات الصخرية، فيمكن من خلالها مقارنة السيسموغرامات الصنعية الناتجة عن عمليات النمذجة مع المقاطع السيزمية الحقيقية للتأكد من التفسيرات السيزمية البنيوية والستراتيغرافية حسب (Grasseau, N. 2020)، فيتم تغيير البارامترات وتكرار العملية حتى يتم ملاحظة التطابق بين البيانات الفعلية والبيانات المنمذجة للحصول على النتيجة النهائية كما هو موضح بالمخطط (1).

(المخطط - 1): مخطط عمليات النمذجة السيزمية المباشرة المستخدمة في البحث.



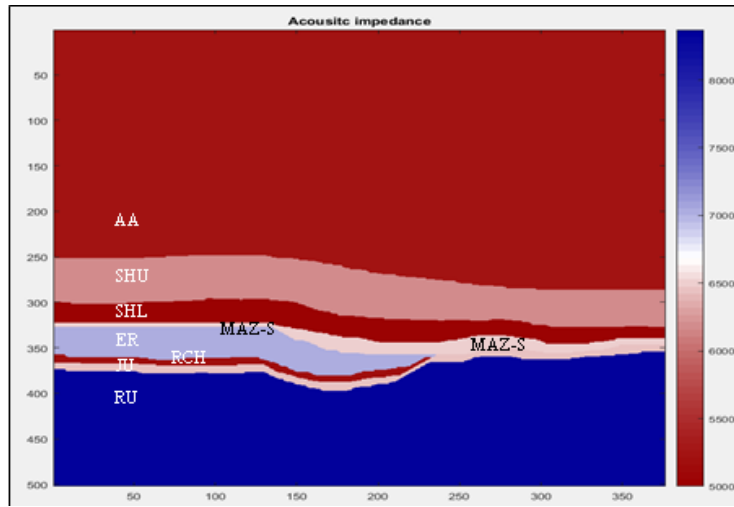
تمت عمليات النمذجة باستخدام برنامج الماتلاب على المقطعين السيزميين (XLINE-412)، (XLINE-315) عن طريق العديد من الأكواد البرمجية من أجل تحديد شروط ظهور الخرنات الرملية على تلك المقاطع وتم الحصول على النتائج نفسها. بدايةً تم ادخال المقطعين بصيغة SEGY على برنامج الماتلاب وبفاصل تقطيع للعينات بلغ 2 ميلي ثانية (كل بكسل يعبر عن عينة مأخوذة كل 2 ميلي ثانية) ومن ثم تم تحديد أماكن تواجد الخرنات الرملية والطبقات الأخرى في مواقع الآبار على المقطعين بهدف الحصول على نموذج رقمي للمقطع ممثل ب 0 أو 1 (يشير الرقم 1 الى الطبقة المحددة والرقم 0 الى الطبقات الواقعة اسفلها واعلاها)، تُحفظ على شكل مصفوفات كل مصفوفة تمثل طبقة ويتم ضربها بالسرعة والكثافة للحصول على المانعة الصوتية من خلال المعادلة حسب (Fletcher, 1998):

$$Z = \rho * V$$

ومن ثم حساب معاملات الإنعكاس من خلال المعادلة حسب (Lines, L et al. 2008):

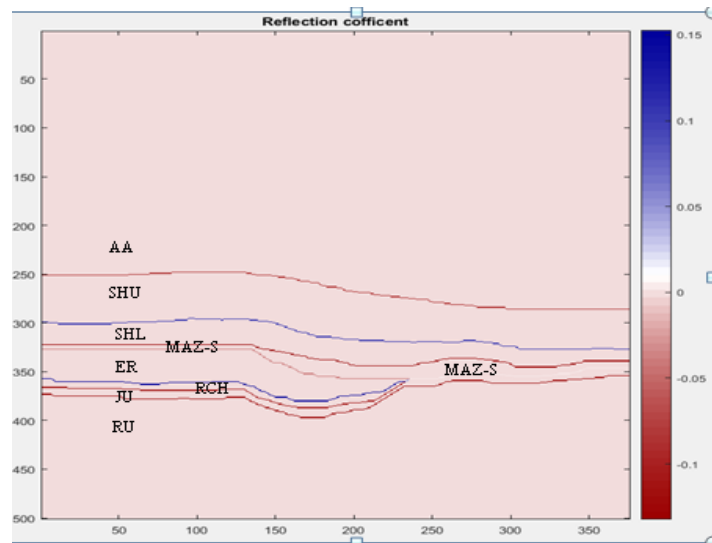
$$RC = \frac{Z2 - Z1}{Z2 + Z1}$$

من ثم اجراء عملية الثني بين الإشارة السيزمية ومعاملات الإنعكاس للحصول على سيسموغرامات صناعية، ومع عمليات التكرار يتم الحصول على سيسموغرامات محسنة تطابق الى حد كبير المقطع الجيولوجي تحت السطحي. نتج عن عمليات النمذجة المنفذة على المقطع السيزمي (XLINE-412) نموذج للممانعة الصوتية ونموذج لمعامل الإنعكاس كما هو موضح بالشكلين (11، 12).



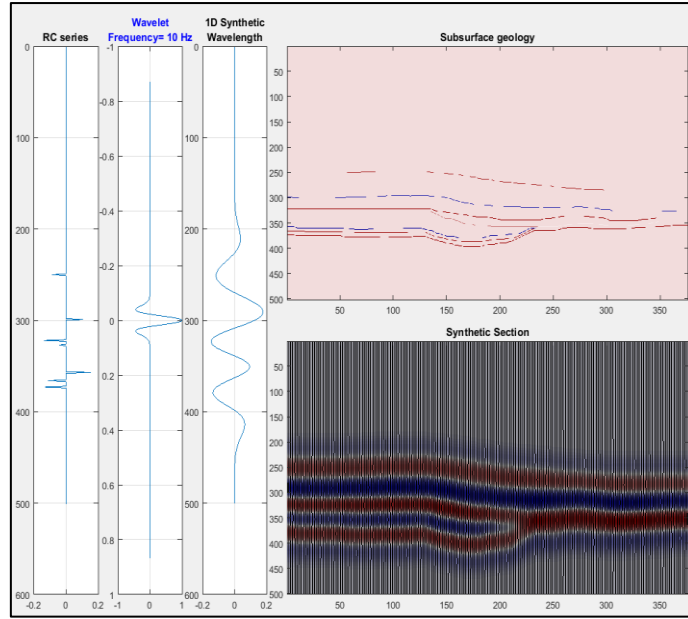
(الشكل - 11): نموذج الممانعة الصوتية للمقطع السيزمي XLINE-412 موضح عليه الطبقات الجيولوجية.

يبين نموذج الممانعة الصوتية المعروض بالشكل (11)، غياب تشكيلاتي رماح شيرت وايريك مارل باتجاه الجزء الأيمن من النموذج بحيث تتوضع الخزانات الرملية أعلى تشكيلة الجوديا مباشرة وبثخانة أكبر من نظيرتها في الجزء الأيسر وتقارب في قيم الممانعة الصوتية مع الجوديا في الجزء الأيمن والذي أدى الى انخفاض قيمة معامل الانعكاس واقتربها من الصفر مثلما هو موضح بالشكل (12).



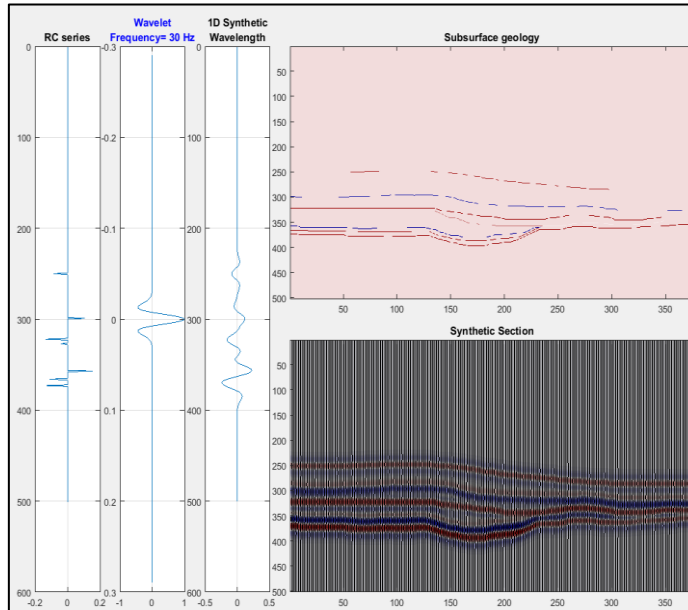
(الشكل - 12): نموذج معامل الإنعكاس للمقطع السيزمي XLINE-412 موضح عليه الطبقات الجيولوجية.

وتم ملاحظة زيادة في وضوح العواكس السيزمية الممتلئة لأعالي التشكيلات الجيولوجية على السيسموغرامات الصناعية الناتجة عن عمليات النمذجة مع اختلاف في شكل الأثر السيزمي وطول موجته بتغير بارامترات الإشارة السيزمية كما هو موضح بالأشكال (13، 14، 15).  
يبين الشكل (13) السيسموغرام الصناعي الناتج عن عملية النمذجة بتردد 10 هرتز مقابل المقطع الجيولوجي تحت السطحي الموافق له بالإضافة الى سلسلة قيم معامل الانعكاس للمقطع وشكل موجة ريكار بتردد 10 هرتز وطولها تبعاً للتردد المختار، يبدي السيسموغرام الناتج قدرة تميز منخفضة فتم دمج عاكس طبقة رمل المزرة مع عاكس تشكيلة الجوديا.



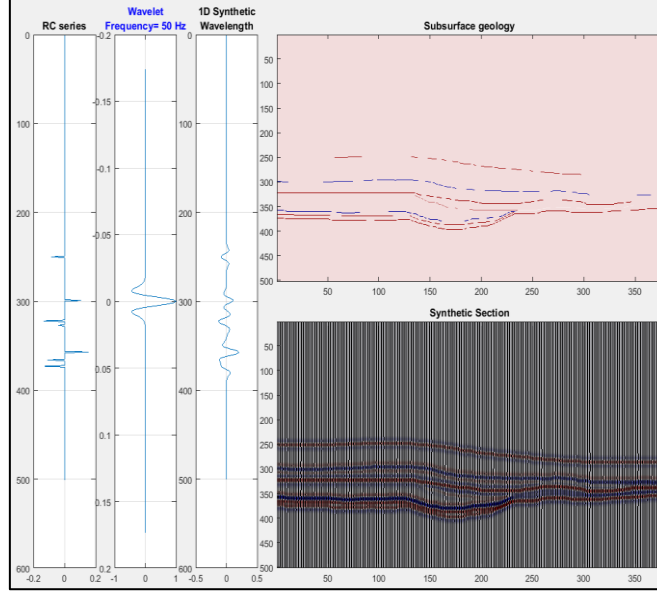
(الشكل - 13): السيسموغرام الصناعي النمذج للمقطع السيزمي XLINE-412 بتردد 10 هرتز

فيما يوضح الشكل (14) السيسموغرام الصناعي الناتج عن عملية النمذجة بتردد 30 هرتز مقابل المقطع الجيولوجي تحت السطحي وسلسلة قيم معامل الانعكاس للمقطع وشكل موجة ريكار بتردد 30 هرتز وطولها تبعاً للتردد المختار والذي يوضح انخفاض القيمة مقارنةً مع قيمة طول الموجة في السيسموغرام السابق، فيبدي السيسموغرام الناتج قدرة تمييز أعلى بحيث تم فصل الدمج الحاصل بين عاكس طبقة رمل المزرة وعاكس تشكيلة الجوديا في السيسموغرام السابق.



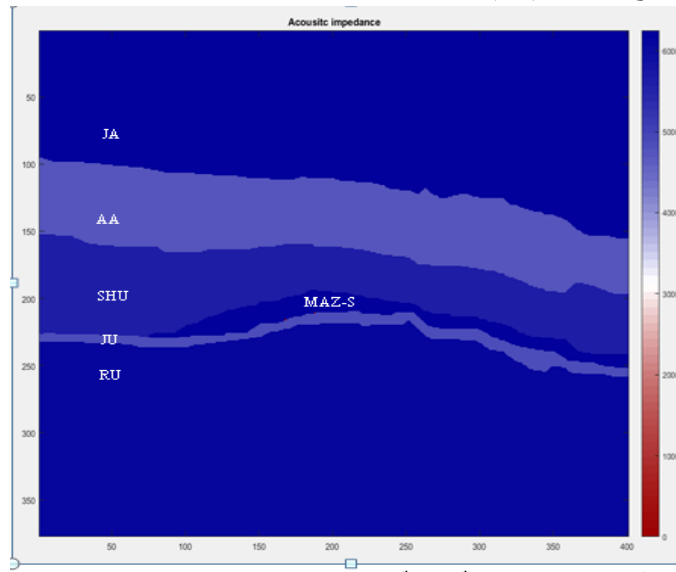
(الشكل - 14): السيسموغرام الصناعي النمذج للمقطع السيزمي XLINE-412 بتردد 30 هرتز.

يوضح الشكل (15) السيسموغرام الصناعي الناتج عن عملية النمذجة بتردد 50 هرتز مقابل المقطع الجيولوجي تحت السطحي وسلسلة قيم معامل الانعكاس للمقطع وشكل موجة ريكار بتردد 50 هرتز وطولها تبعاً للتردد المختار والذي يوضح انخفاض القيمة بشكل كبير مقارنةً مع قيمة طول الموجة في السيسموغرامات السابقة، فيبيدي السيسموغرام الناتج قدرة تمييز عالية جداً بحيث ظهرت الثخانة الرقيقة لطبقة رمل المزرة الموجودة في الجزء الأيسر على السيسموغرام الصناعي المنمذج.



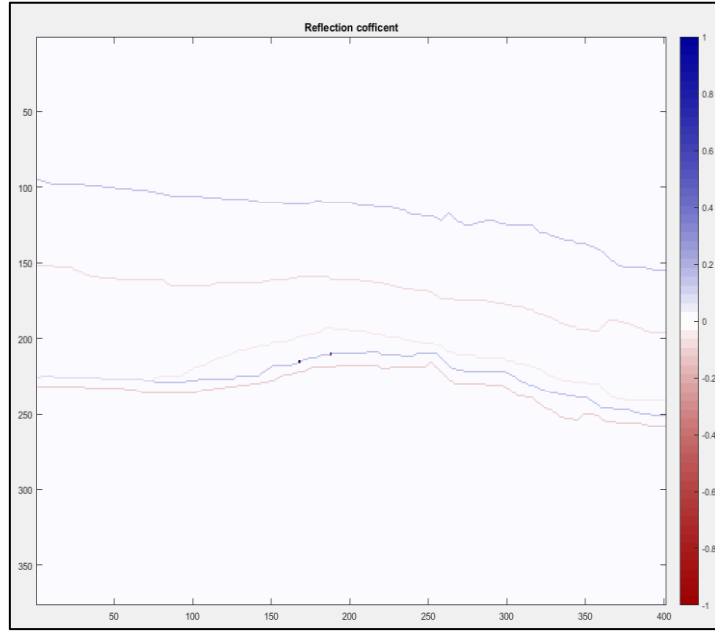
(الشكل - 15): السيسموغرام الصناعي المنمذج للمقطع السيزمي XLINE-412 بتردد 50 هرتز.

كما أنه نتج عن عمليات النمذجة المباشرة المنفذة على المقطع السيزمي XLINE-315 نموذج للممانعة الصوتية ونموذج لمعامل الإنعكاس كما هو موضح بالشكلين (16، 17).  
يبين نموذج الممانعة الصوتية المعروف بالشكل (16)، غياب تشكياتي رماح شيرت وإيريك مارل عن كامل النموذج وطبقة رمل المزرة في الجزء الأيسر منه، بالإضافة الى تقارب في قيم الممانعة الصوتية والذي أدى الى انخفاض قيمة معامل الانعكاس واقتربها من الصفر مثلما هو موضح بالشكل (17).



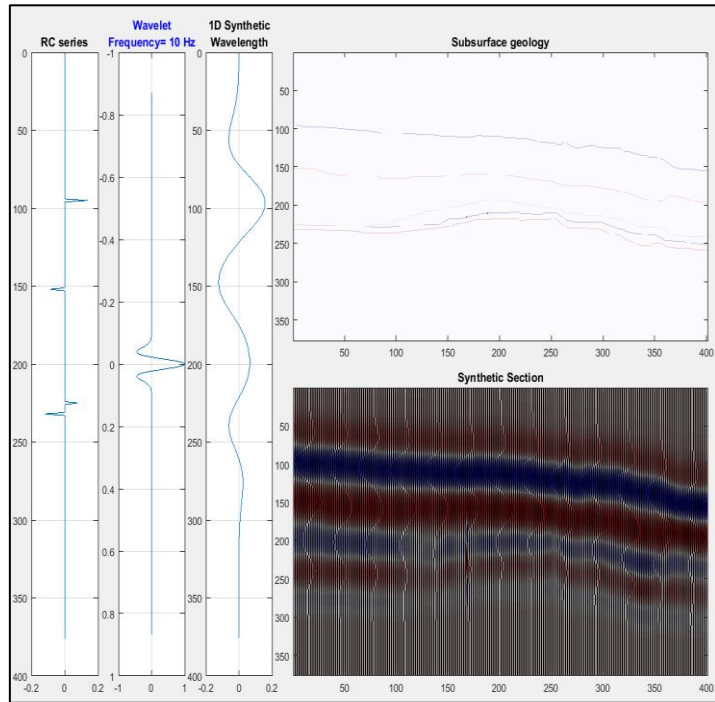
(الشكل - 16): نموذج الممانعة الصوتية للمقطع السيزمي XLINE-315 موضح عليه الطبقات

(الشكل - 16): نموذج الممانعة الصوتية للمقطع السيزمي XLINE-315 موضح عليه الطبقات الجيولوجية.



(الشكل - 17): نموذج معامل الإنعكاس للمقطع السيزمي XLINE-315 موضح عليه الطبقات الجيولوجية.

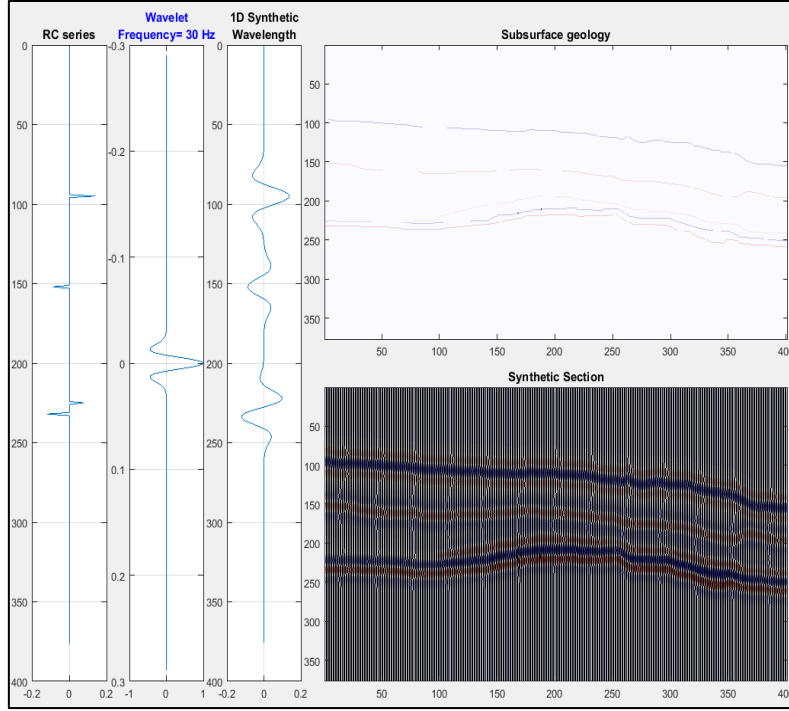
وتم ملاحظة زيادة في وضوح العواكس السيزمية الممثلة لأعالي التشكيلات الجيولوجية على المقاطع السيزمية الناتجة عن عمليات النمذجة السيزمية بتغيير بارامترات الإشارة السيزمية وأهمها التردد كما هو موضح بالأشكال (18، 19).  
 يبين الشكل (18) السيسموغرام الصناعي الناتج عن عملية النمذجة بتردد 10 هرتز مقابل المقطع الجيولوجي تحت السطحي الموافق له وسلسلة قيم معامل الانعكاس للمقطع وشكل موجة ريكار بتردد 10 هرتز وطولها تبعاً للتردد المختار والذي يشير الى قيم كبيرة لطول الموجة، يبدي السيسموغرام الناتج قدرة تميز منخفضة جداً بحيث كانت قدرة التمييز مساوية لثخانة بعض التشكيلات بأكملها مثل تشكيلة العليجة والشيرانيش واقل من ثخانة تشكيلات الجوديا والرطبة وطبقة رمل المزرعة.



(الشكل - 18): السيسموغرام الصناعي المنمذج للمقطع السيزمي XLINE-315 بتردد 10 هرتز.



فيما يوضح الشكل (19) السيسموغرام الصناعي الناتج عن عملية النمذجة بتردد 30 هرتز مقابل المقطع الجيولوجي تحت السطحي وشكل موجة ريكار بتردد 30 هرتز وطولها تبعاً للتردد المختار والذي يوضح انخفاض قيمتها مقارنةً مع السيسموغرام السابق، فيبيدي السيسموغرام الناتج قدرة تمييز أعلى بحيث تم ظهور طبقة رمل المزرة بشكل واضح وبهيئة عاكس سالب القطبية بلون أحمر، وبناءً على هذه النتائج لم يتم استخدام التردد 50 هرتز في هذه الحالة.



(الشكل - 19): السيسموغرام الصناعي المنمذج للمقطع السيزمي XLINE-315 بتردد 30 هرتز.

تم حساب قدرة الميز لكل تردد مستخدم بعمليات النمذجة، واختيار الترددات المناسبة التي تحقق ظهور الخرنات الرملية على المقطعين السيزميين كما هو موضح بالجدولين (7، 8) وكانت أعلى من القيم الموضحة بالجدولين (3، 4).

(الجدول - 7): قدرة الميز الشاقولي الناتجة عن عمليات النمذجة للمقطع السيزمي (XLINE-412).

Formation Name	Depth (m)	Thickness (m)	Vint (m/s)	Frequency (HZ)	Wave length (m)	Resolution (m)
SHU	1695	735	3886.01	10	388.601	97.15025
MAZ-S	2430	12	4411.76	10	441.176	110.294
ER	2442	136	5000	10	500	125
RCH	2578	209	5555.55	10	555.555	138.88875
JU	2787	21	5000	10	500	125
RU	2808	0	5766.66	10	576.666	144.1665
SHU	1695	735	3886.01	30	129.5336667	32.38341667
MAZ-S	2430	12	4411.76	30	147.0586667	36.76466667
ER	2442	136	5000	30	166.6666667	41.66666667
RCH	2578	209	5555.55	30	185.185	46.29625
JU	2787	21	5000	30	166.6666667	41.66666667
RU	2808	0	5766.66	30	192.222	48.0555
SHU	1695	735	3886.01	50	77.7202	19.43005
MAZ-S	2430	12	4411.76	50	88.2352	22.0588
ER	2442	136	5000	50	100	25
RCH	2578	209	5555.55	50	111.111	27.77775
JU	2787	21	5000	50	100	25
RU	2808	0	5766.66	50	115.3332	28.8333

(الجدول - 8): قدرة الميز الشاقولي الناتجة عن عمليات النمذجة للمقطع السيزمي (XLIN-315).

Formation Name	Depth (m)	Thickness (m)	Vint (m/s)	Frequency (HZ)	Wave length (m)	Resolution (m)
SHU	2055	271	4285.71	10	428.571	107.14275
MAZ-S	2326	163	4411.76	10	441.176	110.294
JU	2489	32	5000	10	500	125
RU	2521	199	4681.81	10	468.181	117.04525
SHU	2055	271	4285.71	30	142.857	35.71425
MAZ-S	2326	163	4411.76	30	147.0586667	36.76466667
JU	2489	32	5000	30	166.6666667	41.66666667
RU	2521	199	4681.81	30	156.0603333	39.01508333

## 5. النتائج:

تم من خلال منهجية البحث المتبعة التي اعتمدت على ربط التفسيرات التقليدية مع عمليات النمذجة السيزمية المباشرة لتحديد أماكن تواجد الخزانات الرملية التوصل لعديد النتائج حول أنظمة توضعها تبعاً للأبار الموجودة في المنطقة ومن ثم امتدادها تبعاً للبيانات السيزمية في حال سمحت قدرة الميز بذلك وفي حال لم تسمح يتم تحديد البارامترات التي يمكن استخدامها لتحسين جودة المقطع السيزمي وإظهارها عليه. وبذلك كان النتائج قيمة ومتنوعة وسيتم ذكرها بإيجاز قدر الأماكن وهي:

- 1- الخزانات الرملية الموجودة في بئر المزرعة-101 هي ذاتها الموجودة في بئر العكسية-101 مع اختلاف المحتوى المائي الموجود فيها، ففي الأول هي خزانات نفطية أما في الثاني فهي غازية.
- 2- ترسبت الخزانات الرملية في بئر المزرعة-101 بنظام توضع LST فبدليةً ترسبت رمال من نمط Basin floor fans أتبعها تجاوز بحري أدى إلى ترسب غضار صفحي بنظام TST ومن ثم عادت الخزانات الرملية للترسب بنمط Slop fans.
- 3- اقتصرت الخزانات الرملية في بئر العكسية-101 على رمال نمط Slop fans لنظام LST، ولعبت الفوالق القريبة من بئري العكسية-102، 103 دوراً رئيسياً في غياب الخزانات الرملية فيها واعتبارها أبار جافة.
- 4- تظهر الخزانات الرملية على المقاطع السيزمية المارة بتركيب المزرعة على عكس الخطوط المارة بتركيب العكسية والتي تبدي قدرة تميز منخفضة، بالإضافة إلى تقارب قيم ممانعتها الصوتية وقيم معاملات الانعكاس مع طبقة الإبريك مارل وبذلك أخذت تلك المعاملات نفس القطبية وتم دمجها بنفس الذروة للموجة السيزمية.
- 5- زيادة قيم التردد أثرت إيجاباً في ظهور الخزانات الرملية على المقاطع السيزمية بسبب زيادة قدرة الميز الشاقولي فتم تحديد التردد 45 هرتز لظهور الخزانات الرملية في تركيب العكسية والتردد 30 هرتز في تركيب المزرعة.

## معلومات التمويل :

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

## المراجع:

### المراجع العربية:

- الشركة السورية للنفط، 2005. تقرير المسح السيزمي ثلاثي الأبعاد لمنطقة المزرعة، تقرير داخلي ممنوع من النشر.
- الشركة السورية للنفط، 2007. المذكرة التبريرية لبئر المهاش-101 الاستكشافي، دراسة غير منشورة.
- الشركة السورية للنفط، 2010. التقرير النهائي لأبار تركيب العكيسية-101، 102، 103، تقرير داخلي ممنوع من النشر.

### المراجع الأجنبية:

- AFPC, (2008). Integrated sub-surface petroleum engineering study Report, TSC Study, unpublished study.
- Brew G., M. Barazangi, T. Sawaf and K. Al-Maleh (2000), Tectonic map and geologic evolution of Syria: The role of GIS. The Leading Edge, 19, 176-182.
- Chopra S., J. Castagna and O. Portniaguine, 2006, Seismic resolution and thin-bed reflectivity inversion: CSEG Recorder, 31, No. 01, 19-25.
- ELF Company, (1991). Final report for ALMAZRAA-101 exploration well, unpublished study.
- ELF Company, (1993). Final report for ALAKISSIAH-101 exploration well, unpublished study.
- ELF Company, (1996). Geophysical reinterpretation for ALMAZRAA, unpublished study.
- Fletcher, Neville H.; Thomas D. Rossing (1998). The physics of musical instruments (Second Ed.). New York.
- Grasseau, N. (2020). Forward seismic modeling as a guide to improve detailed interpretation of deltaic systems: Example of the Eocene Sobrarbe Deltaic Complex (South-Pyrenean foreland basin, Spain) as a reference to the analogous Albian-Cenomanian Torok-Nanushuk Delta of the Colville Basin (NPRA, USA).
- Hoek, T. V. and Salomons, B. (2006). Understanding the Seismic Expression of Complex turbidities Reservoirs Through synthetic Seismic Forward modeling 1D-Convolutional Versus 3D-Modeling Approaches. 26th annual Gulf Coast section SEPM Foundation Bob F. Perkins research conference, 345–372.
- Jaber. R, (2014). The effect of layer thickness and reflection coefficient variation on the synthetic seismogram image «Case Study». Damascus University.
- Kallweit R. and L. Wood, 1982, Geophysics, 47. No. 07, 1035-1046.
- Khayou .H, (2020). Probabilistic quantitative evaluation of litho-fluid properties using Seismic Forward Modeling, Damascus University.
- Koopman, A. (2004). Regional structural analysis and kinematic framework of the Euphrates Graben, East Syria. Shell Report, P. 2004 – 0460.
- Lines, L & F Vasheghani (2008). Reflections on Q. CREWES Research Report.
- Neal, J. Rich, D. & Vail, P. (1993). Sequence stratigraphy – a Global theory for local success.
- Ponikarov, V.P, (1966). The Geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, Scale 1: 200 000, Ministry of Industry.
- Van der Waal, R. (2016). Seismic forward modelling of rock and fluid properties in carbonates reducing uncertainty in data-poor environments. Master of Science Thesis. IDEA league.