الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
الجامعة السورية الخاصة
كلية هندسة البترول

دراسة تحليلية للآبار الأفقية الغازية في حقل أبو رباح ونمذجتها

رسالة مقدمة لنيل درجة الإجازة في الهندسة البترولية

إعداد

محمد لؤي بلول　　عفراء علي خلف

إشراف

الدكتور المهندس أيمن شقوف

2024 م

الفهرس

الموضوع	الصفحة
1.1- ملخص عن الحقل	5
1.2- التوصيف البتروفيزيائي	5
1.3- بيانات التسجيلات البئرية للآبار المفتوحة	6
1.4- نتائج القياسات البئرية للآبار المفتوحة	7
1.5- التفسيرات البتروفيزيائية	7
2.1- قسم الجيولوجيا	8
2.2- تحديد خط تماس (غاز - ماء)	9
3.1- الخصائص الكيمائية و الفيزيائية للغاز الطبيعي	9
3.2- التركيب الكيميائي للغاز الطبيعي	9
3.3- تصنيف الغاز الطبيعي	9
3.4- الصفات الفيزيائية للغاز الطبيعي	10
3.5- الوزن الجزيئي الظاهري	10
3.6- كثافة الغاز	10
3.7- عامل انضغاط (انحراف) الغاز	11
3.8- انضغاطية الغاز	11
3.9- عامل حجم الغاز	11
4.1- تأثير انتاج المياه على كمية الإنتاج	12

الموضوع **الصفحة**

5.1- المراجعة الفنية التحليلية للآبار الافقية الغازية و الآبار الشاقولية القريبة منها 12

بئر أبو رباح أفقي 1 12

بئر أبو رباح افقي 2 15

بئر أبو رباح أفقي 3 17

بئر أبو رباح 5 19

بئر أبو رباح 6 21

بئر أبو رباح 7 23

5.2- مؤشرات الضغط في حقل أبو رباح 25

5.3- نتائج مراجعة مخططات أداء الآبار و مؤشرات الضغط في حقل أبو رباح 26

6.1- قسم النمذجة 27

6.2- إدخال إحداثيات الآبار 27

6.3- إدخال أعالي التشكيلات المخترقة 29

6.4- إدخال القياسات الكهربائية 30

6.5- إدخال الخرائط 31

6.6- إدخال الفوالق 32

6.7- إزالة النتوئات من الخرائط 33

6.8- تعيين حدود لخريطة و إنشاء خرائط جديدة للنطاقات 34

6.9- إنشاء خرائط سماكة للنطاقات المطلوب دراستها 35

6.10- إجراء modeling للفوالق 36

الموضوع	الصفحة

6.11- بناء 3D GRIDE _____ 37

6.12- إنشاء HORIZON _____ 38

6.13- تعيين خط إلتقاء الغاز بالماء _____ 40

6.14- بناء موديل بتروفيزيائي _____ 41

6.15- إنشاء فيديو يوضح مسار الآبار المحفورة ضمن تركيب أبو رباح _____ 42

الرموز والواحدات

الرمز	الواحدة المستخدمة	دلالة الرمز
C_g	$Psia^{-1}$	انضغاطية الغاز عند ثبات درجة الحرارة
B_g	$\frac{res.cf}{s.cf}$	عامل حجم الغاز
M_g	$\frac{lbm}{lb-mole}$	الوزن الجزيئي للغاز
M_{gi}	$\frac{lbm}{lb-mole}$	الوزن الجزيئي للمركب *(i)* في خليط الغاز
n	$Lb\text{-}mole$	إجمالي عدد المولات في المعادلة العامة للغازت
n_i	$Lb\text{-}mole$	عدد مولات المركب *(i)* في خليط الغاز
P	$Pisa$	الضغط المطلق
P_{sc}	$Pisa$	الضغط عند الشروط القياسية
T	^oR	درجة الحرارة المطلقة
T_{sc}	^oR	درجة الحرارة عند الشروط القياسية
V	scf	الحجم
V_{sc}	scf	الحجم بالشروط القياسية
y_i	$Fraction$	الكسر المولي للمركبة *(i)* في خليط الغاز
Z	$Dimensionless$	عامل انضغاط الغاز
Z_{SC}	$Dimensionless$	عامل انضغاط الغاز بالشروط القياسية
ρ_g	lbm/cf	كثافة الغاز
ρ_{sc}	lbm/cf	كثافة الغاز عند الشروط القياسية
R	$\frac{Psia.scf}{lb-mole.^\circ R}$	الثابت العام للغازات
M_a	$\frac{lbm}{lb-mole}$	الوزن الجزيئي الظاهري لخليط الغاز

1.1- ملخص عن الحقل :

يقع تركيب أبو رباح على بعد 135 كم شمال شرق مدينة دمشق ويتوسط هذا التركيب سلاسل جبال التدمرية وهو من أهم الحقول المنتجة للغاز في سورية من خزان تشكيلة الكوراشينا دولوميت و يمثل هذا التركيب بنية تحت سطحية تتألف من طية محدبة متطاولة اتجاهها شمال شرق – جنوب غرب وتغلق على فالق عكسي من الجهة الشرقية.

ينتج هذا التركيب الغاز من تشكيلة الكوراشينا دولوميت من النطاقات (C2وD1 و D2)

حفر بالحقل 22 بئر شاقولي و3 آبار أفقية

الاحتياطي الجيولوجي المعتمد للحالة الرئيسية من هذه الدراسة التي تمت في شركة الفرات للنفط هو 40.521 مليار م3 منها 32.416 مليار م3 من الدرجة المؤكدة والاحتياطي القابل للإنتاج المعتمد هو 80%

الإنتاج التراكمي الغازي من حقل أبو رباح حتى 12/31/ 2022 م هو 22,635 مليار م3

1.2- التوصيف البتروفيزيائي :

- إن المكمن الرئيس لحقل أبو رباح الغازي هو عبارة عن تشكيلة كوراشينا دولوميت من النطاقات C2، D1 ,D2.
- النطاقC2 مكون من الصخور الكربوناتية (الحجر الكلسي والدولوميت) المترافقة مع الأنهدريت والغضار والملح بمتوسط مسامية صخرية (0.06 إلى 0.07 %) وبمتوسط نفوذية صخرية (0.1إلى1) ميلي دارسي وبمتوسط سماكة فعالة في الخزان 8 %.

النطاق D2 مكون من الصخورالكربوناتية الدولوميتية (الحجر الكلسي والدولوميت) المترافقة مع الغضار بمتوسط مسامية صخرية (0.04إلى 0.05%) ومتوسط نفوذية صخرية (0.1إلى 1) ميلي دارسي وبمتوسط سماكة فعالة في الخزان 29%.

- النطاق D1 المكون من الصخور الكلسية الدولوميتية والدولوميت المتوضع في بيئة بحرية محصورة (مغلقة).
- يحتوي النطاق الخازن C2 على توضع دوري للغضار الرمادي الفاتح (الخفيف)، وحجر كلسي دولوميتي ودولوميت كريستالي (متبلور) وطبقات الإنهدريت والتي تكون متوضعة في بيئة مغلقة (محصورة) إلى بيئة مسطحة (المد والجزر).
- تحتوي قاعدة النطاق C2 على متواليات غضارية وانهدريت و كربونات غضارية.

1.3- بيانات التسجيلات البئرية في الآبار المفتوحة :

- البيانات الأساسية لهذه الآبار تحتوي على بيانات رقمية على شكل ملفات (DLIS) و(ASCII) و(las) المتبعة من قبل شركة شلمبرجير
- بيانات القياسات البئرية تتضمن قياسات المسامية والمقاومية الكهربائية وأشعة غاما الطبيعية والقياسات الصوتية.
- البارامترات البتروفيزيائية في الآبار المفتوحة لأجل عملية التقييم اختصرت في التقارير البتروفيزيائية المقيمة لأجل الحقل .
- تم تطبيق مجموعتين من القيم الحدية لأجل المسامية ولدرجة تشبع المياه وحجم الغضار بالاعتماد على المسح البتروفيزيائي لبيانات التسجيلات البئرية للآبار المفتوحة.
- العينات المائية أخذت من بئر أبو رباح-1 من النطاق D1 الخازن
- حجم الغضار Vsh تم حسابه من قياس غاما الإشعاعي حيث كانت نسبة حجم الغضار أقل من 25%.

أهداف التقييم البتروفيزيائي هي تحديد هوية الفلزات الموجودة في الطبقة الخازنة، وتحديد المسامية وخصائص المائع المتشبع.

1.4- نتائج القياسات البئرية للآبار المفتوحة:

بعض الآبار لم يتم فيها أي قياسات بئرية ضمن الطبقات الخازنة وكذلك القياسات البئرية للآبار المفتوحة لم تغطي كامل الطبقات الخازنة في بعض الآبار،

نطاقات كوراشينا دولوميت C2 وD1 وD2 الخازنة تعتبر نطاقات كربوناتية متشققة ذات تركيب معقد تحتاج إلى المزيد من التقييم الجيولوجي.

الأمرالذي أثر على عملية التقييم الأولية في التسجيلات البئرية للآبار المفتوحة لإيجاد مجموع ومتوسطات(الثخانات،المسامية،التشبع الهيدروكربوني) و لذلك كانت بعض نتائج القياسات الآبار المفتوحة غير مؤكدة

1.5- <u>التفسيرات البتروفيزيائية :</u>

- الخصائص الخزنية الأفضل وجدت في الأجزاء العليا والوسطى من النطاق C2.
- الليتولوجيا غير متناسقة في مجالات التشكيلة C2
- عدم وجود عينات صخرية لتحديد باراميترات التسجيلات البئرية للآبار المفتوحة أدى إلى تقييم بتروفيزيائي فيه ارتياب في حساب المسامية والتشبع الهيدروكربوني للحقل
- الباراميترات المستخدمة في تقييم الآبار المفتوحة كانت على الشكل التالي :
- 1- القيم الحدية المستخدمة في حساب المجموع والمتوسطات (Sum & Average) اعتمدت على قيم حقل (جاهار) المجاور

- 2- اعتماداً على التسجيلات الصوتية لبئر أبو رباح-3 و التي أظهرت أن النفوذية العمودية أفضل من النفوذية الأفقية والتي تعتبر الأفضل لحفر الآبار الأفقية.
- 3- النفوذية الثانوية العالية سببها الشقوق وتعتبر المفتاح الأساسي للإنتاج في هذه المجالات، وهذا يدعم معدل الإنتاج العالي من ذلك المكمن أي أن الخصائص البتروفيزيائية لصخرالمكمن ضعيفة لذلك تتحكم الشقوق بكمية الغاز المخزونة والتي تصل إلى جدران البئر.
- 4- مستويات التقاء الموائع (غاز – ماء) حددت بثلاث بلوكات رئيسية منفصلة هيدروديناميكيا كما في الجدول التالي:

البلوك	مستوى التقاء الغاز -ماء(المؤكد) mss	مستوى التقاء الغاز -ماء(المؤمل) mss
البلوك الرئيسي	2035	2050
البلوك ابو رباح-11	2114	2200
البلوك ابو رباح-4	2200	2250

2.1- قسم الجيولوجيا :

تم تجميع كافة المعطيات الجيولوجية لآبار حقل أبو رباح وهذه المعطيات تشمل:

1. مواقع الابار (إحداثيات، العمق النهائي،KB)
2. معطيات الآبار المائلة.
3. أعالي الطبقات: كامل الطبقات من السطح وحتى العمق النهائي للبئر.

بالإضافة إلى معطيات التفسير الجيوفيزيائية حسب السايزميك وهي:

- الخارطة الزمنية لتشكيلة الكوراشينا دولوميت
- تفسير الفوالق

تم تحميل كافة المعطيات السابقة على برنامج Petrel.

2.2- **تحديد خط تماس (غاز – ماء) :**

تم تحديد خط تماس (غاز- ماء) باستخدام معطيات اختبار الآبار ، حيث تم تقسيم الحقل إلى ثلاثة بلوكات أساسية كما ذكر سابقاً و كل من هذه البلوكات لها قيمة لخط تماس الغاز و الماء لحساب الاحتياطي وقد تم استخدام تفسير الفوالق لرسم الحدود الفاصلة بين هذه البلوكات.

هذه البلوكات هي:

- **1- بلوك أبو رباح 4 (الجناح الجنوبي)**: يمثل هذا البلوك الكتلة الهابطة من تركيب أبو رباح و يبلغ عمق خط تماس الغاز و الماء 2200 م
- **2- بلوك أبو رباح11**: يضم هذا البلوك آبار أبو رباح11-أبو رباح 12و أبو رباح13، يبلغ عمق خط تماس الغاز و الماء 2114 م.
- **3- بلوك أبو رباح الأساسي**: يمثل الجزء الشمالي من تركيب أبو رباح ويضم ما تبقى من آبار، يبلغ عمق خط تماس الغاز و الماء 2035 م.

3.1- **الخصائص الكيميائية و الفيزيائية للغاز الطبيعي :**

- 3.2 - **1- التركيب الكيميائي للغاز الطبيعي :** يتكون الغاز الطبيعي من الهيدروكربونات الغازية بالإضافة لبعض الشوائب أما الهيدروكربونات الغازية الموجودة في الغاز الطبيعي فهي (الميتان –الإيتان –البروبان – البوتان – البنتان – مع كمية قليلة من الهكسان و الهبتان و الاوكتان و الهيدروكربونات الأثقل)
- **الشوائب التي توجد في الغاز الطبيعي هي :**غاز الآزوت ، غاز ثنائي أوكسيد الكربون ،غاز كبريت الهيدروجين ،الهيليوم ،النيون ،الآرغون و غيرها
يمكن ان يختلف التركيب الحقيقي للغاز الطبيعي بمجالات واسعة حتى أنه قد يختلف في بئرين لإنتاج الغاز من نفس المكمن

3.3- **2- تصنيف الغاز الطبيعي حسب تركيبه الكيميائي :**

1- الغاز الحلو (sweet gas):و هو الغاز الذي لا يحتوي في تركيبه سوى نسبة قليلة جداً من كبريت الهيدروجين و لا يحتاج إلى معالجة .

2- الغاز الحامضي (SOUR GAS):هو الغاز الذي يحتوي على كمية معينة من كبريت الهيدروجين و ثنائي أوكسيد الكربون .

3- الغاز الرطب (wet gas):هو الغاز الذي تنفصل عنه كميات لا بأس بها من المواد الهيدروكربونية السائلة بعد المعالجة المناسبة إضافةً لاحتوائه على نسبة من الماء

4- الغاز الجاف (dry gas): هو الغاز الذي يتكون بشكل رئيس من الميتان و الإيتان و لا يحتوي على كميات كبيرة من المواد الهيدروكربونية الثقيلة

- 3.4 - **الصفات الفيزيائية للغاز الطبيعي :**

- إن فهم سلوكية الغازات بالنسبة لاختلاف كل من الضغط و درجة الحرارة يتضح جلياً عندما نأخذ بعين الإعتبار سلوكية الغازات في شروط مقاربة للشروط القياسية من ضغط و درجة حرارة :

$$P_{sc} = 101.324\ \text{Kpa} = 1\ \text{atm} = 14.7 Psia$$
$$T_{sc} = 15.5\ ^{\circ}\text{C} = 288.7\ ^{\circ}K = 60\ ^{\circ}\text{F} = 520\ ^{\circ}R$$

- في الشروط القياسية يمكن القول أن الغاز يسلك سلوكاً مثالياً و القانون العام للغازات هو :

$$P.V = n.R.T$$

هذه المعادلة محدودة التطبيق لأنه لا يوجد غاز مثالي و لكنها توضح سلوك أغلب الغازات الطبيعية عند الضغوط المنخفضة

3.5- **الوزن الجزيئي الظاهري :** بما أن الغاز يتكون من عدة مركبات هيدروكربونية غازية مختلفة الحجم فإنه ليس من الدقة القول أن لخليط الغازات وزن جزيئي وإنما يعرف بالوزن الجزيئي الظاهري الذي يعرف بالمعادلة :

$$Ma = \sum y_i \times M_{gi}$$

$$y_i = n_i / \sum n_i$$

أي أن خليط المركبات الهيدروكربونية الغازية يتخذ شكلاً و سلوكاً و كأنه مكون من مركبة غازية واحدة حيث أن وزنها الجزيئي يساوي الوزن الجزيئي الظاهري للخليط الغازي

3.6- **كثافة الغاز :** تعبر عن الكتلة النوعية بواحدة الحجم و تسمى أيضاً بالكثافة الكتلية و تتعلق كثافة الغاز القابل للإنضغاط بقيمة الضغط المطبق عليه و بدرجة الحرارة و تحسب كثافة الغاز الحقيقي من المعادلة العامة للغازات الحقيقية

$$P.V = Z.n.RT$$
$$\rho_g = \frac{P.M_g}{R.T} \cdot \frac{1}{Z}$$

3.7- **عامل انضغاط (انحراف) الغاز : *z-factor***

- يمثل انحراف سلوك الغازات الحقيقية عن سلوك الغازات المثالية عند تغير الشروط التي تتواجد فيها من ضغط و درجة حرارة و يعرف بأنه نسبة الحجم الحقيقي الذي تشغله كتلة الغاز عند قيمة معينة للضغط و الحرارة إلى الحجم الذي يشغله الغاز إذا ما تصرف كغاز مثالي عند ذات الشروط ،حيث أن(z=1) للغازات المثالية و تختلف قيمة العامل (z) للغازات الحقيقية باختلاف تركيب الغاز و الضغط و درجة الحرارة

$$Z = \frac{V_{actual}}{V_{ideal}}$$

3.8- **انضغاطية الغاز :**تعرف انضغاطية الغاز عند ثبات درجة الحرارة بأنها مقدار تغير حجم معين من الغاز لدى تغير الضغط عند درجة حرارة ثابتة و تعرف بالعلاقة

$$c_g = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)$$

و يجب التفريق بين هذا التعريف و بين عامل انضغاط الغاز (z) حيث أن تحديد انضغاطية الغاز الحقيقي يتطلب تحديد قيمة عامل انضغاط الغاز (z) بتغير الضغط و درجة الحرارة

3.9- **عامل حجم الغاز :**يعرف بأنه نسبة الحجم الحقيقي الذي يشغله الغاز عند الضغط و درجة الحرارة في الطبقة (شروط طبقية) إلى الحجم الذي يشغله الغاز ذاته في الشروط القياسية و يستخدم كعامل تحويل من الشروط القياسية إلى الشروط الطبقية و يتم الحصول عليه باستخدام القانون العام للغازت و فق ما يلي :

$$B_g = \frac{V}{V_{sc}} = \frac{T.P_{sc}.Z}{T_{sc}.P.Z_{sc}}$$

في الشروط الطبقية

$$PV = ZnRT$$

في الشروط القياسية

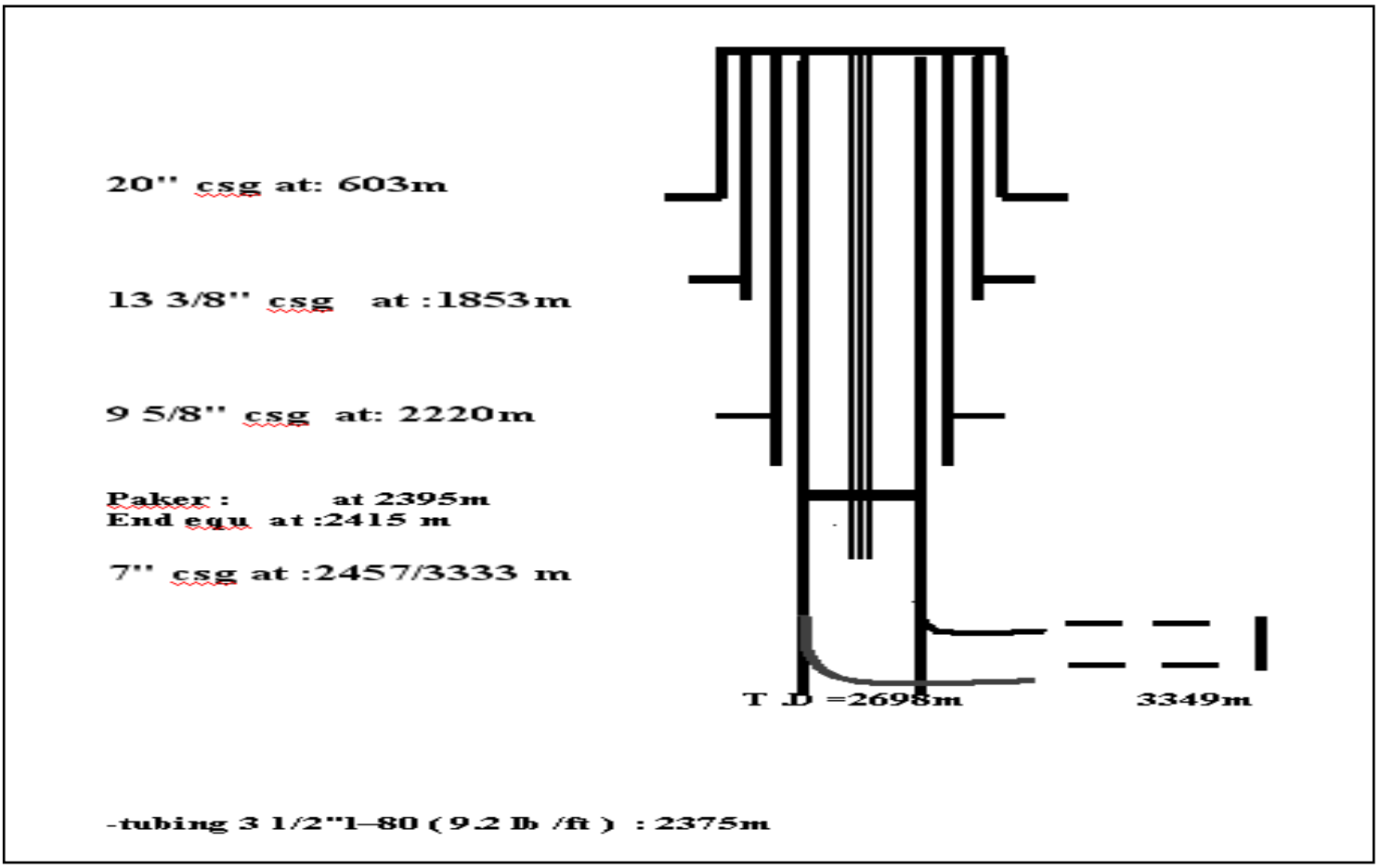
$$P_{sc}.V_{sc} = Z_{sc}nRT_{sc}$$

- 4.1- **تأثير إنتاج المياه على كمية الإنتاج :**

تم دراسة تأثير إنتاج المياه على كمية الإنتاج حيث لوحظ أنه عند معدل إنتاج المياه40% يكون له تأثير عالي على كمية الإنتاج ويجب الانتباه إليه أما ما دون ذلك فتأثيره قليل

5.1- المراجعة الفنية التحليلية للآبار الأفقية و الآبار الشاقولية القريبة منها :

بئر أبو رباح-أفقي -1



بدء الإنتاج من البئر في تموز /2009 بمعدل إنتاج:984 ألف متر مكعب /يومياً

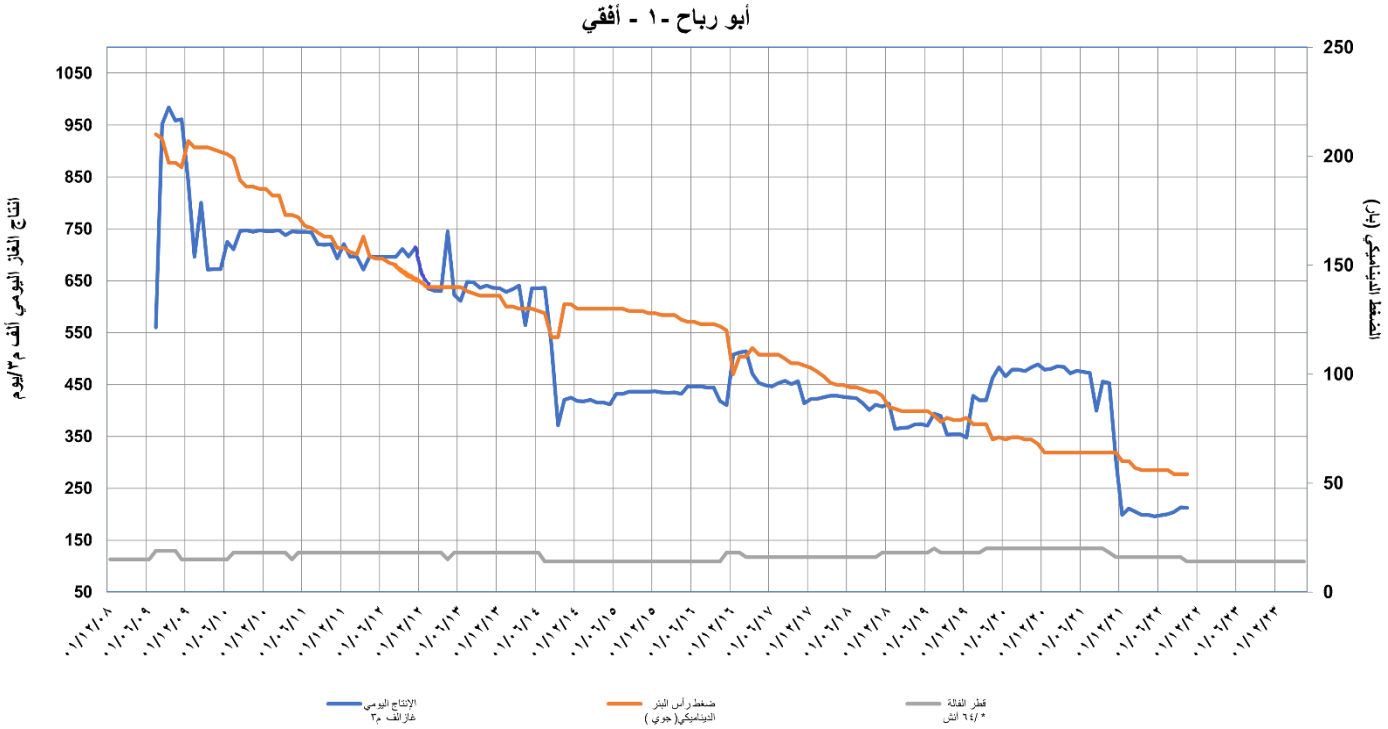
متوسط معدل الإنتاج لغاية كانون أول /2016 : 509 ألف متر مكعب/يومياً

الطبقة المنتجة كوراشينا دولوميت (نطاق C2 و D1)

المجالات المثقبة:

Abo Rabah-H1	horizental section:
	3333-2457

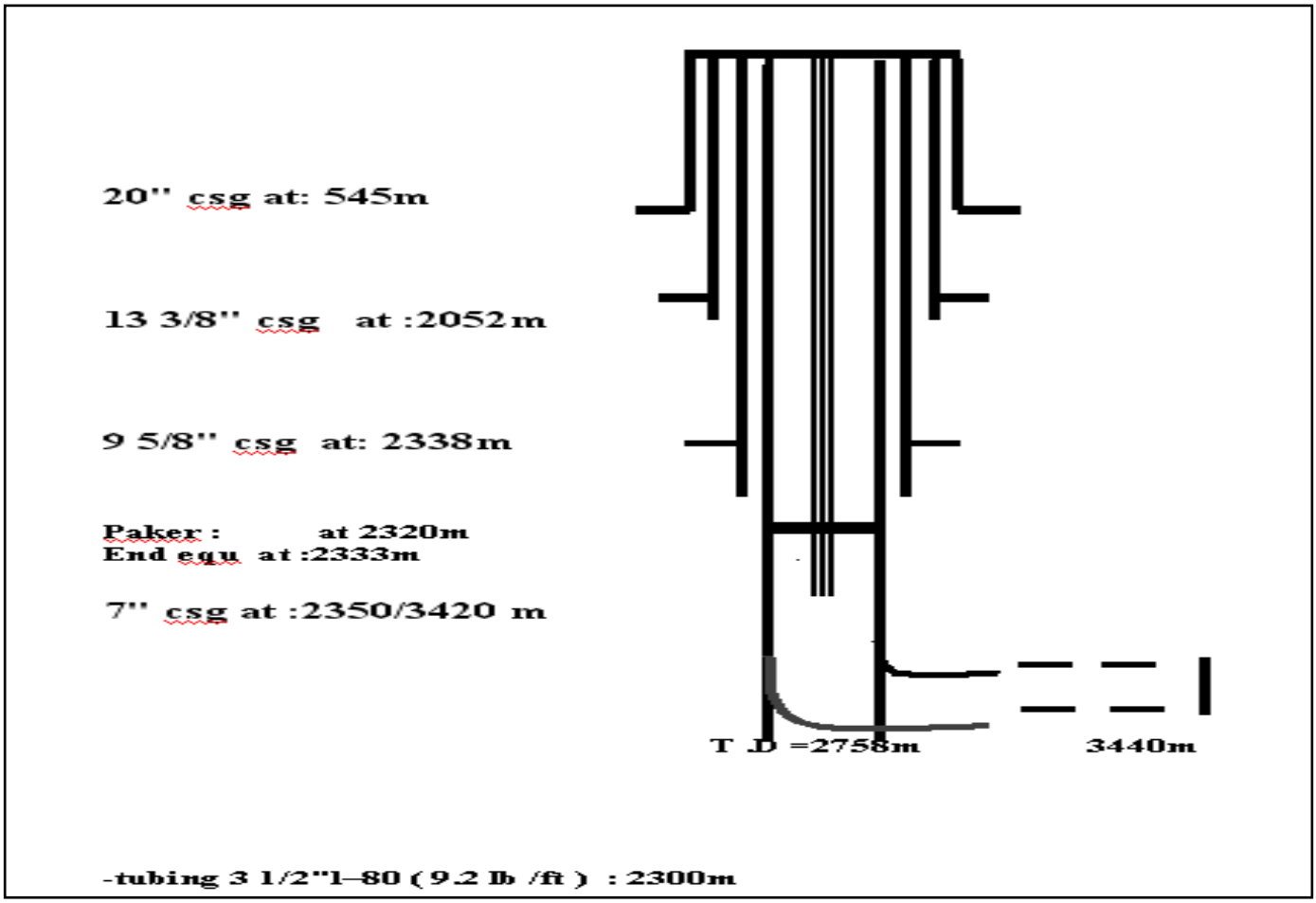
تم دراسة منحنى أداء عمل البئر خلال فترة إنتاجه ورسم المنحنيات التالية:



الملاحظات والمقترحات:

1. الانتباه إلى أي عملية زيادة أو تقليل فتحة الفالة على البئر بسبب اقتراب ضغط رأس البئر الديناميكي من 100 بار للمحافظة على كمية الإنتاج الاقتصادية المدروسة.

بئر أبو رباح- أفقي-2



بدء الإنتاج من البئر:كانون ثاني /2009 بمعدل إنتاج: 935ألف متر مكعب /يومياً.

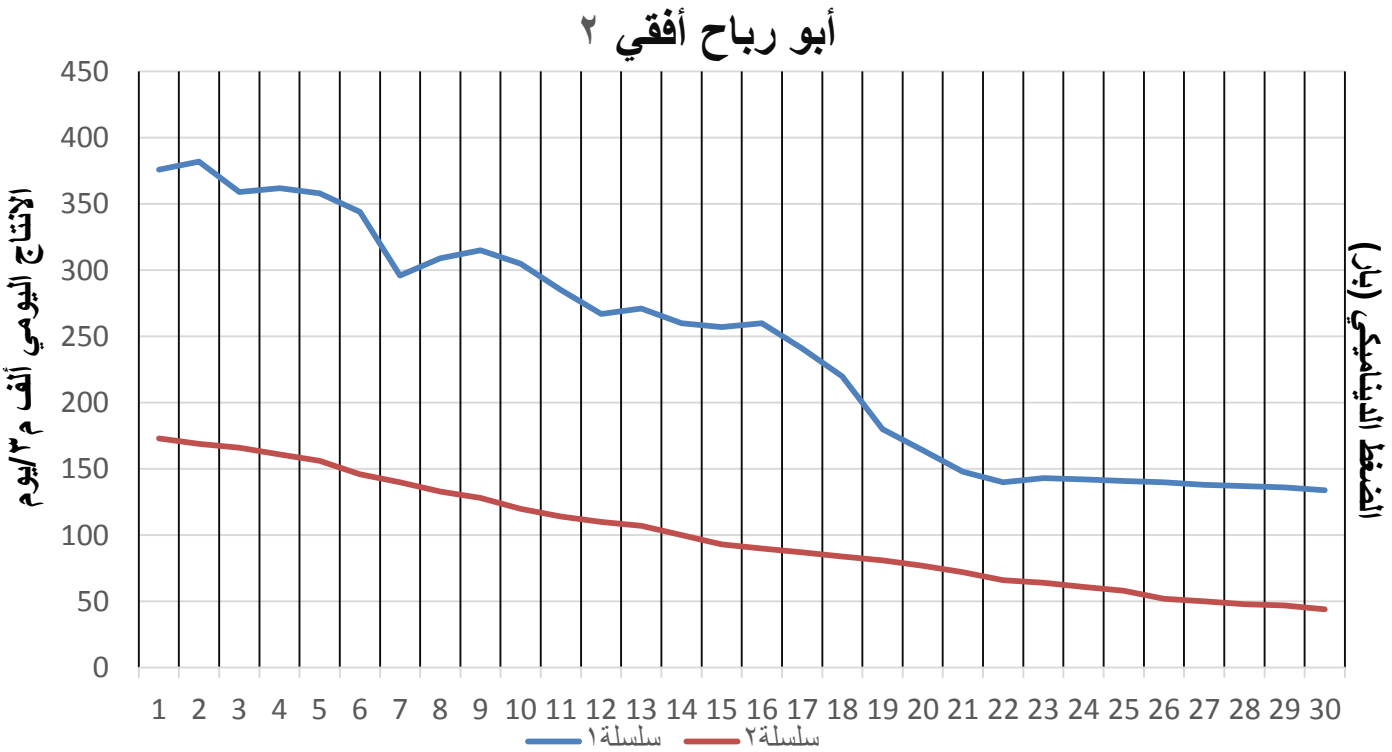
متوسط معدل الإنتاج لغاية كانون أول /2016 : 532.4 ألف متر مكعب/يومياً .

الطبقة المنتجة كوراشينا دولوميت نطاق (C2 و D1)

المجالات المثقبة:

Abo Rabah-H2	horizental section:
	3420-2350

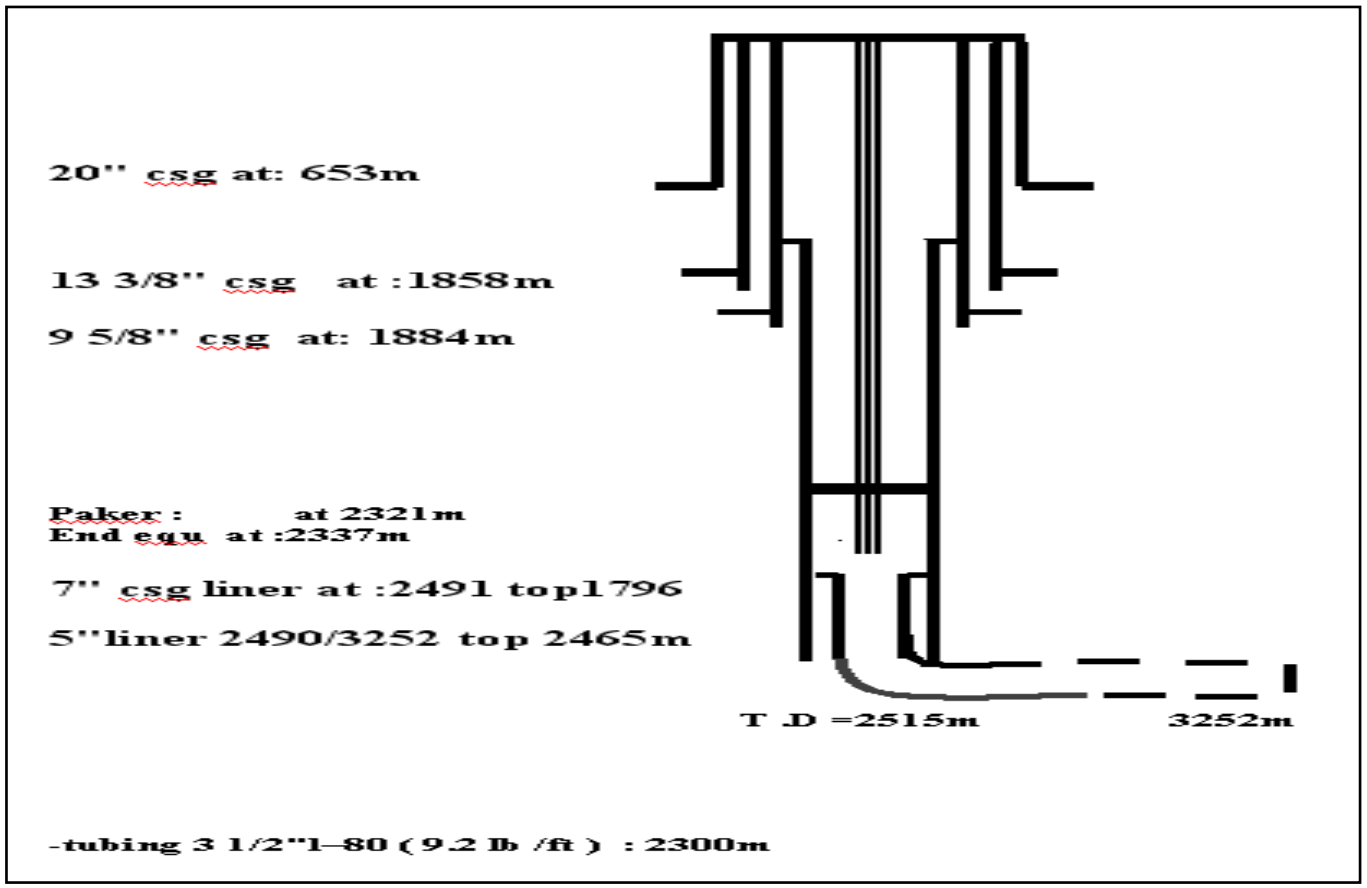
تم دراسة منحنى أداء عمل البئر خلال فترة إنتاجه ورسم المنحنيات التالية:



الملاحظات والمقترحات:

1. الانتباه إلى أي عملية زيادة أو تقليل فتحة الفالة على البئر بسبب اقتراب ضغط رأس البئر الديناميكي من 100 بار للمحافظة على كمية الإنتاج الاقتصادية المدروسة.

بئر أبو رباح- أفقي-3



بدء الإنتاج من البئر:كانون أول /2012 بمعدل إنتاج: 485 ألف متر مكعب /يومياً.

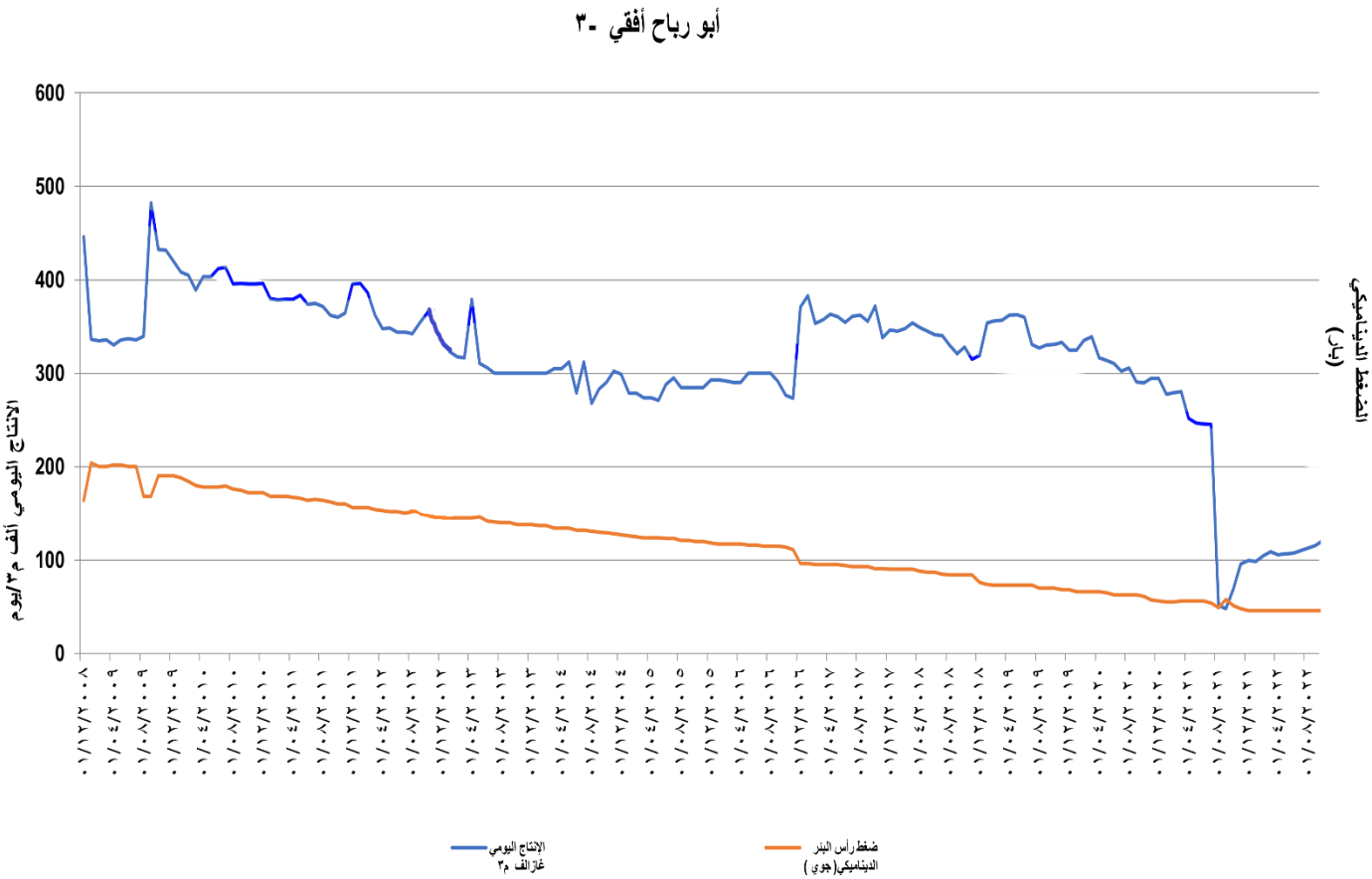
متوسط معدل الإنتاج لغاية كانون أول /2016 : 371 ألف متر مكعب/يومياً.

الطبقة المنتجة كوراشينا دولوميت نطاق (C2)

المجالات المثقبة:

horizental section:	Abo Rabah-H3
3252-2490	

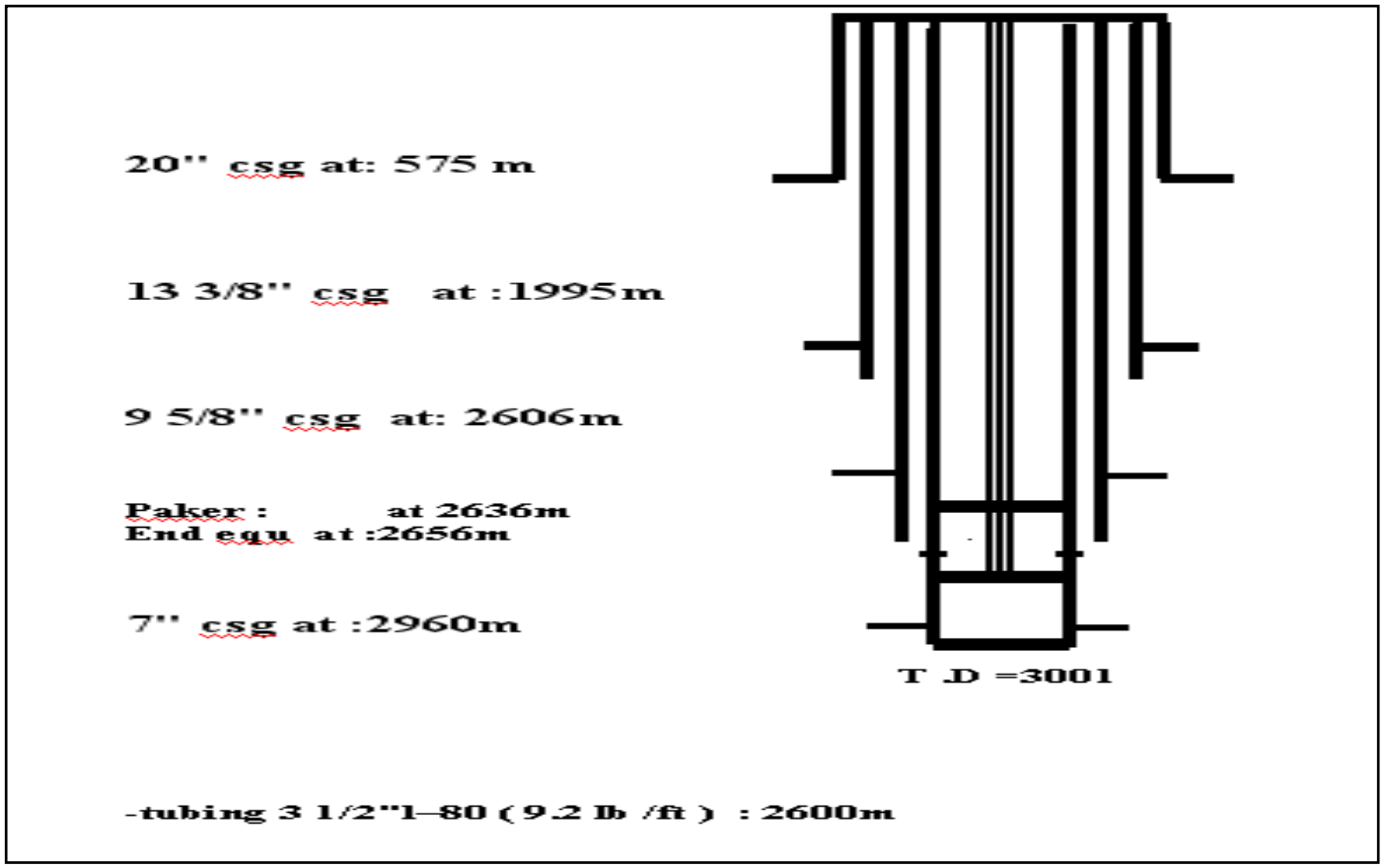
تم دراسة منحنى أداء عمل البئر خلال فترة إنتاجه ورسم المنحنيات التالية:



الملاحظات والمقترحات:

1. الانتباه إلى أي عملية زيادة أو تقليل فتحة الفالة على البئر بسبب اقتراب ضغط رأس البئر الديناميكي من 100 بار للمحافظة على كمية الإنتاج الاقتصادية المدروسة.

بئر أبو رباح-5



بدء الإنتاج من البئر: آب/2009 بمعدل إنتاج: 120 ألف متر مكعب /يومياً

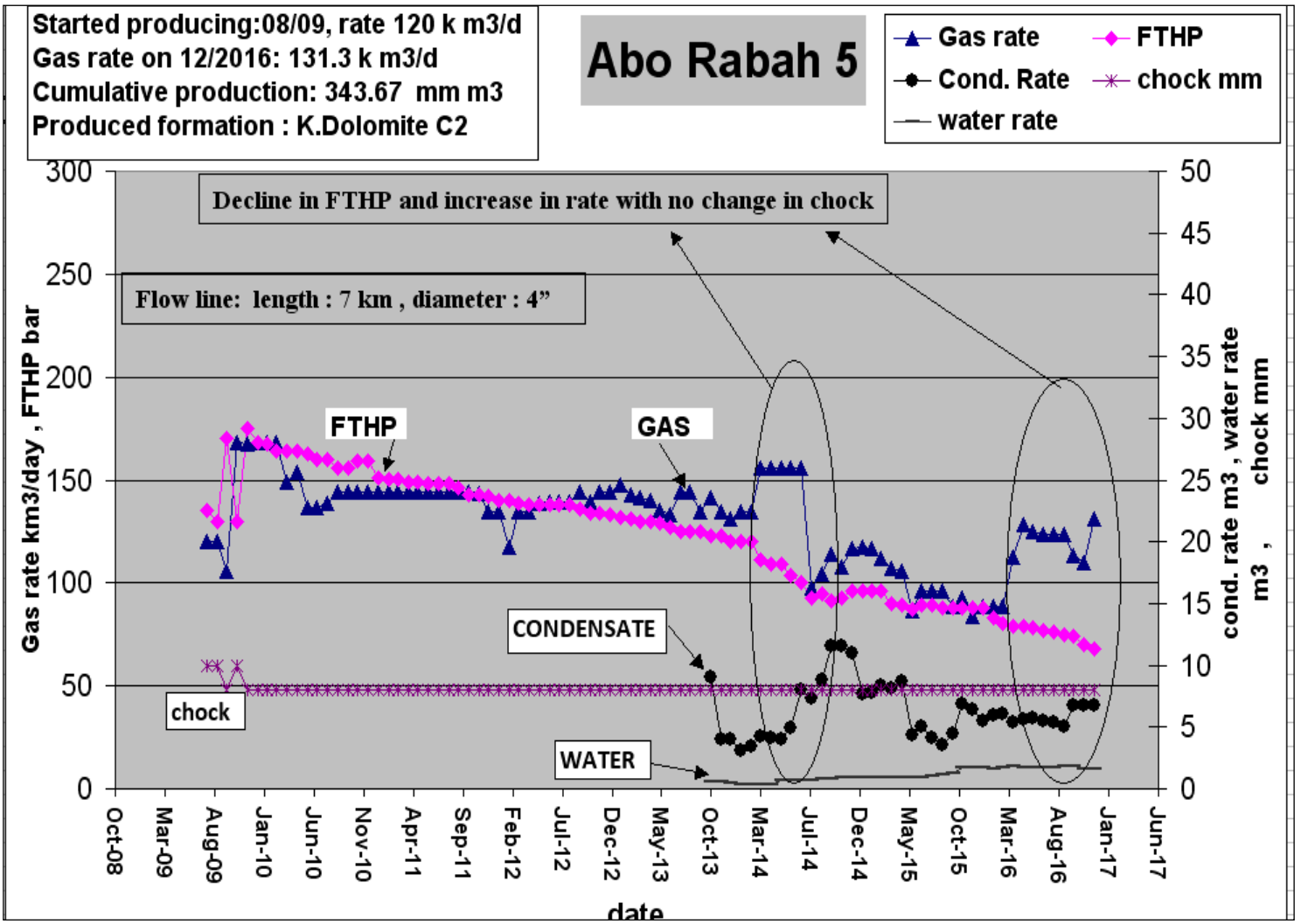
متوسط معدل الإنتاج لغاية كانون أول /2016 : 113 ألف متر مكعب/يومياً

الطبقة المنتجة كوروشينا دولوميت نطاق (C2)

المجال المثقب:

Abo Rabah-3	2670-2707

تم دراسة منحنى أداء عمل البئر خلال فترة إنتاجه ورسم المنحنى التالي:

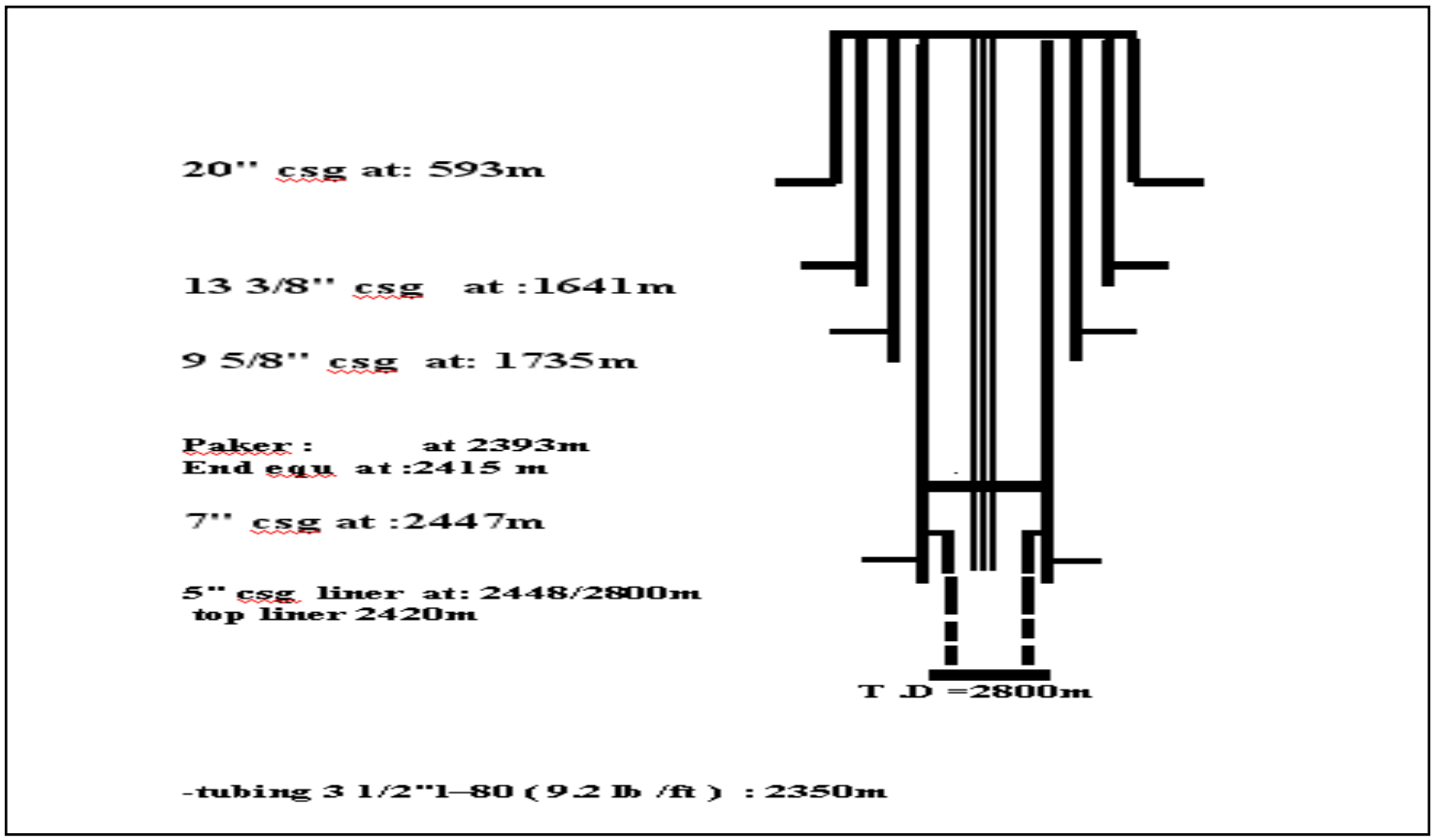


الملاحظات والمقترحات:

1 - يجب الانتباه لانخفاض ضغط رأس البئر الديناميكي دون قيمة 100 بار وبالتالي الاقتراب أكثر من مرحلة الحاجة لاستخدام ضواغط على رأس البئر لمساعدة الغاز في الوصول للمحطة.

2-انخفاض ضغط رأس البئر الديناميكي بشكل مستمر وكبير وخاصة بداية الفترة أيار-2013 و آب- 2016 على الرغم من ارتفاع الإنتاج وعدم تغير قطر الفالة.

بئر أبو رباح-6



بدء الإنتاج من البئر: تشرين أول /2009 بمعدل إنتاج: 525 ألف متر مكعب /يومياً

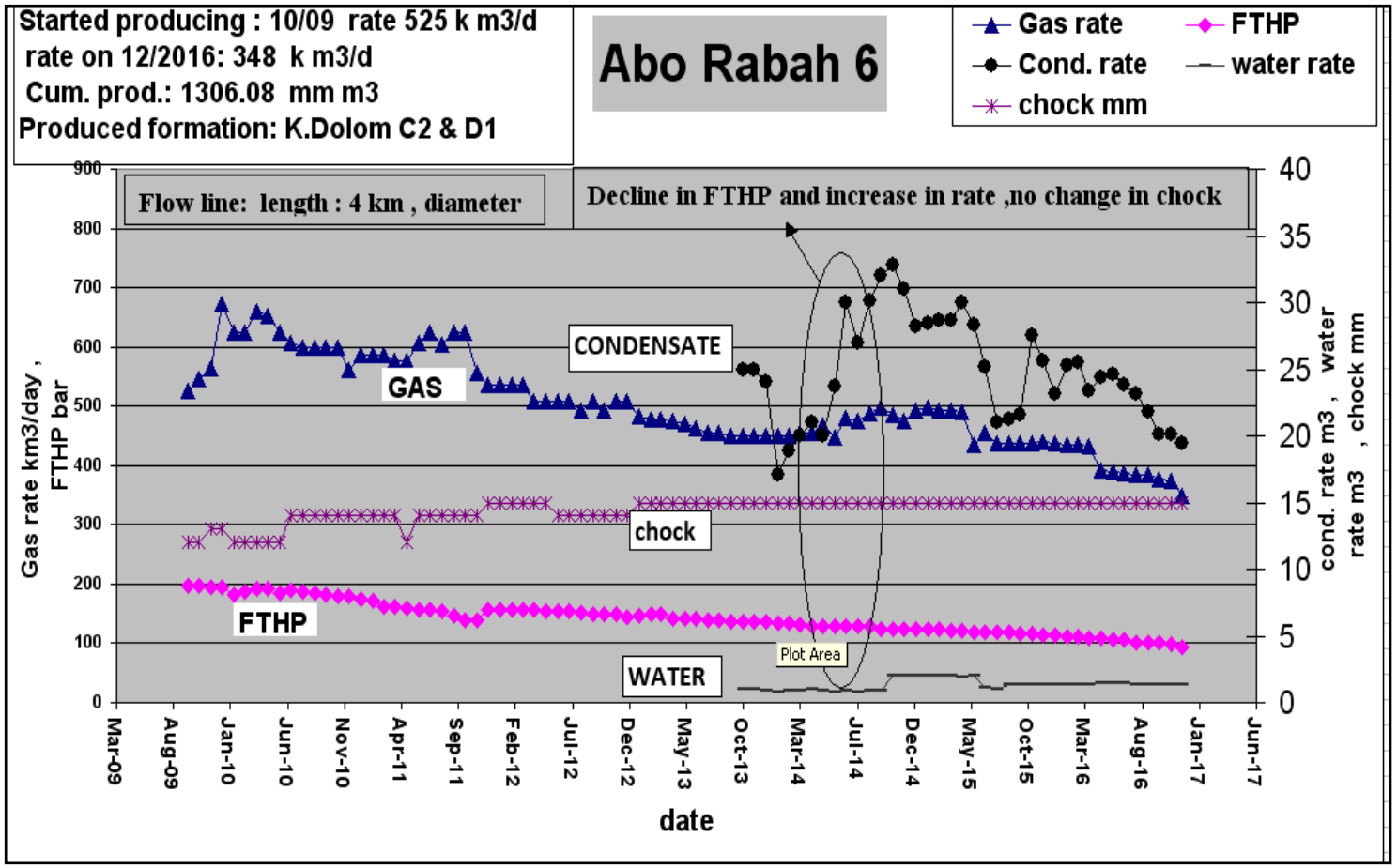
متوسط معدل الإنتاج لغاية كانون أول /2016 : 348 ألف متر مكعب/يومياً

الطبقة المنتجة كوروشينا دولوميت نطاق(D1 , C2)

المجالات المثقبة:

Abo Rabah- 6	2448-2800

تم دراسة منحنى أداء عمل البئر خلال فترة إنتاجه ورسم المنحنى التالي:

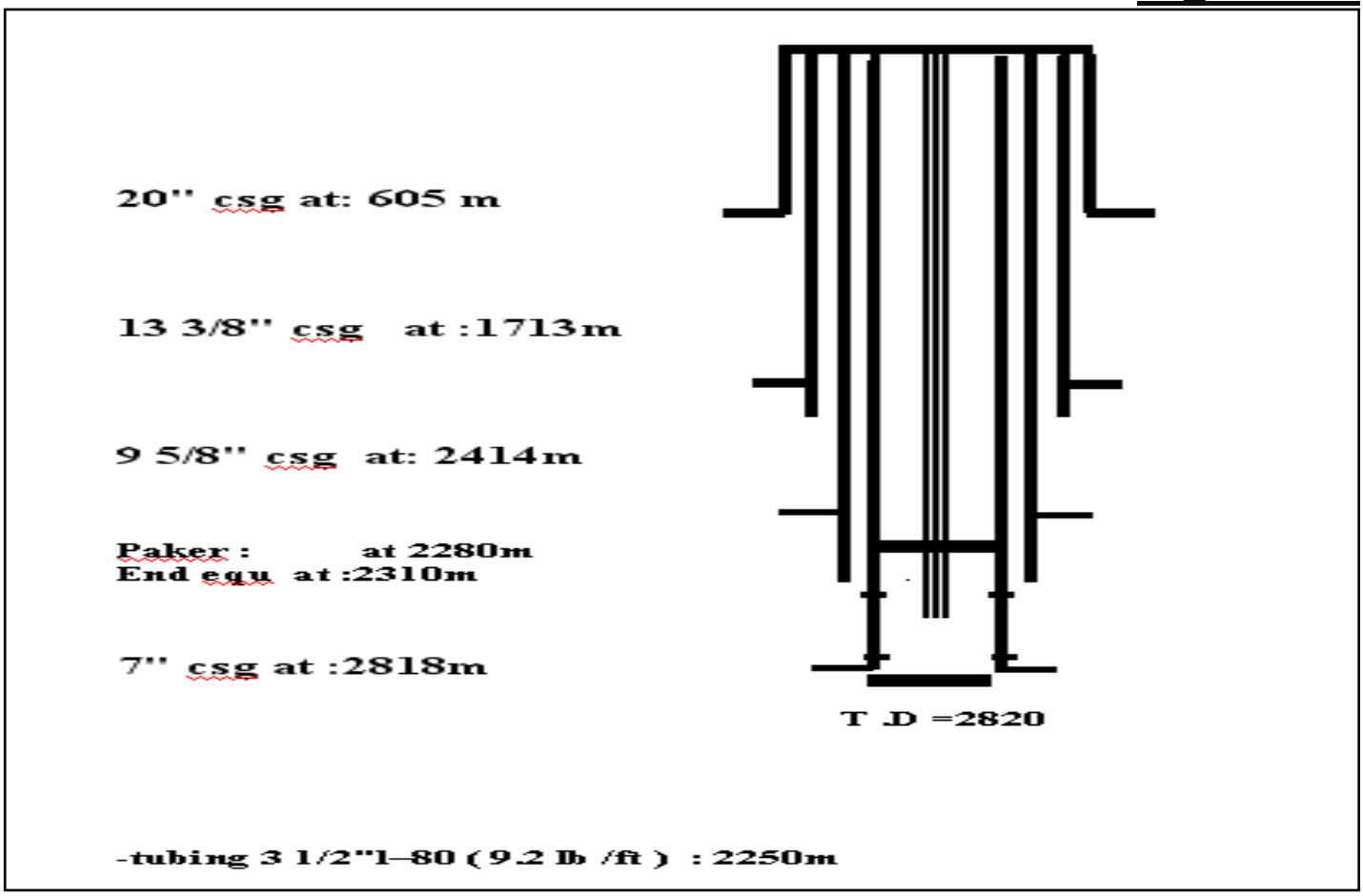


الملاحظات والمقترحات:

2. الانتباه لانخفاض ضغط رأس البئر الديناميكي دون قيمة 100 بار.

3. انخفاض ضغط رأس البئر الديناميكي بشكل مستمر وكبير وخاصة بداية الفترة تشرين أول /2013 على الرغم من ارتفاع الإنتاج وعدم تغير قطر الفالة.

بئر أبو رباح-7



بدء الإنتاج من البئر: تشرين أول /2009 بمعدل إنتاج: 288 ألف متر مكعب /يومياً

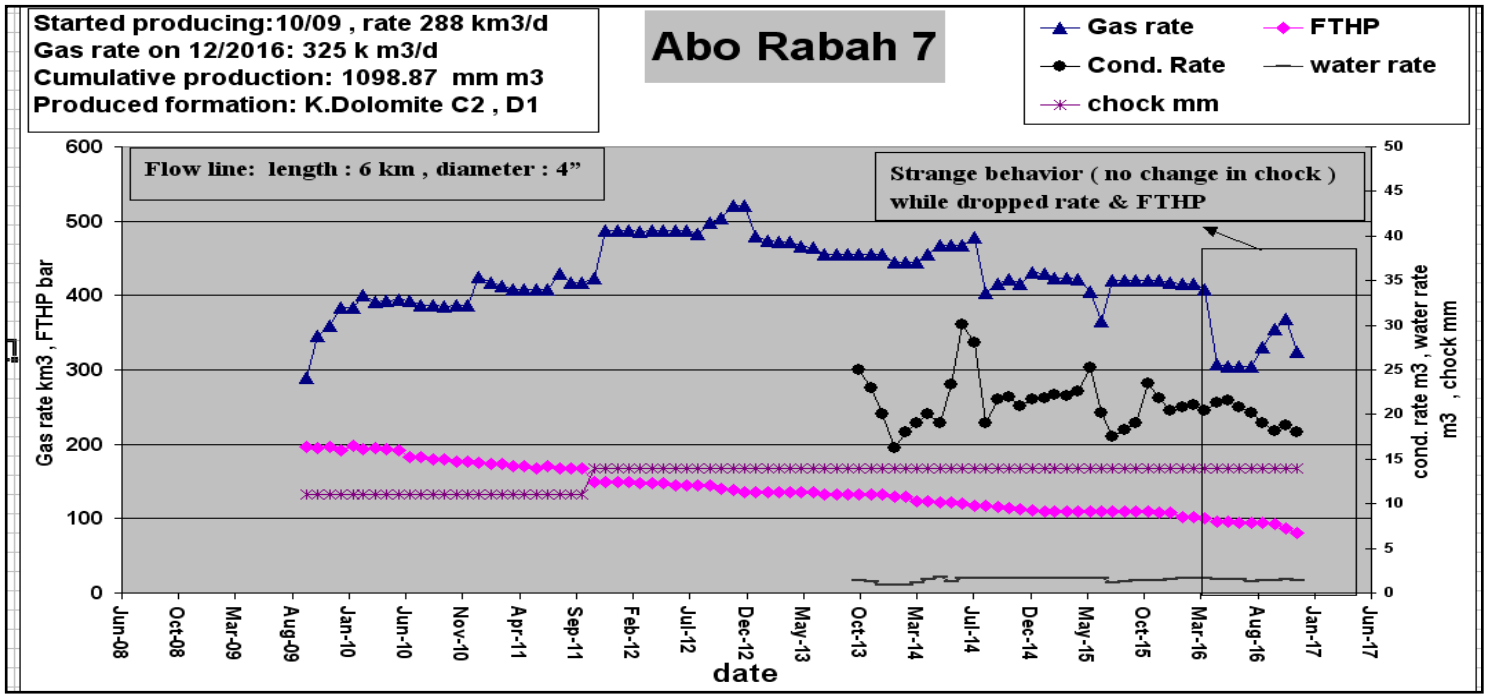
متوسط معدل الإنتاج لغاية كانون أول /2016 : 325 ألف متر مكعب/يومياً

الطبقة المنتجة كوروشينا دولوميت نطاق (C2 و D1)

المجالات المثقبة:

Abo Rabah- 7	2441-2434
	2460-2466
	2475-2478
	2486-2489

تم دراسة منحنى أداء عمل البئر خلال فترة إنتاجه ورسم المنحنى التالي:



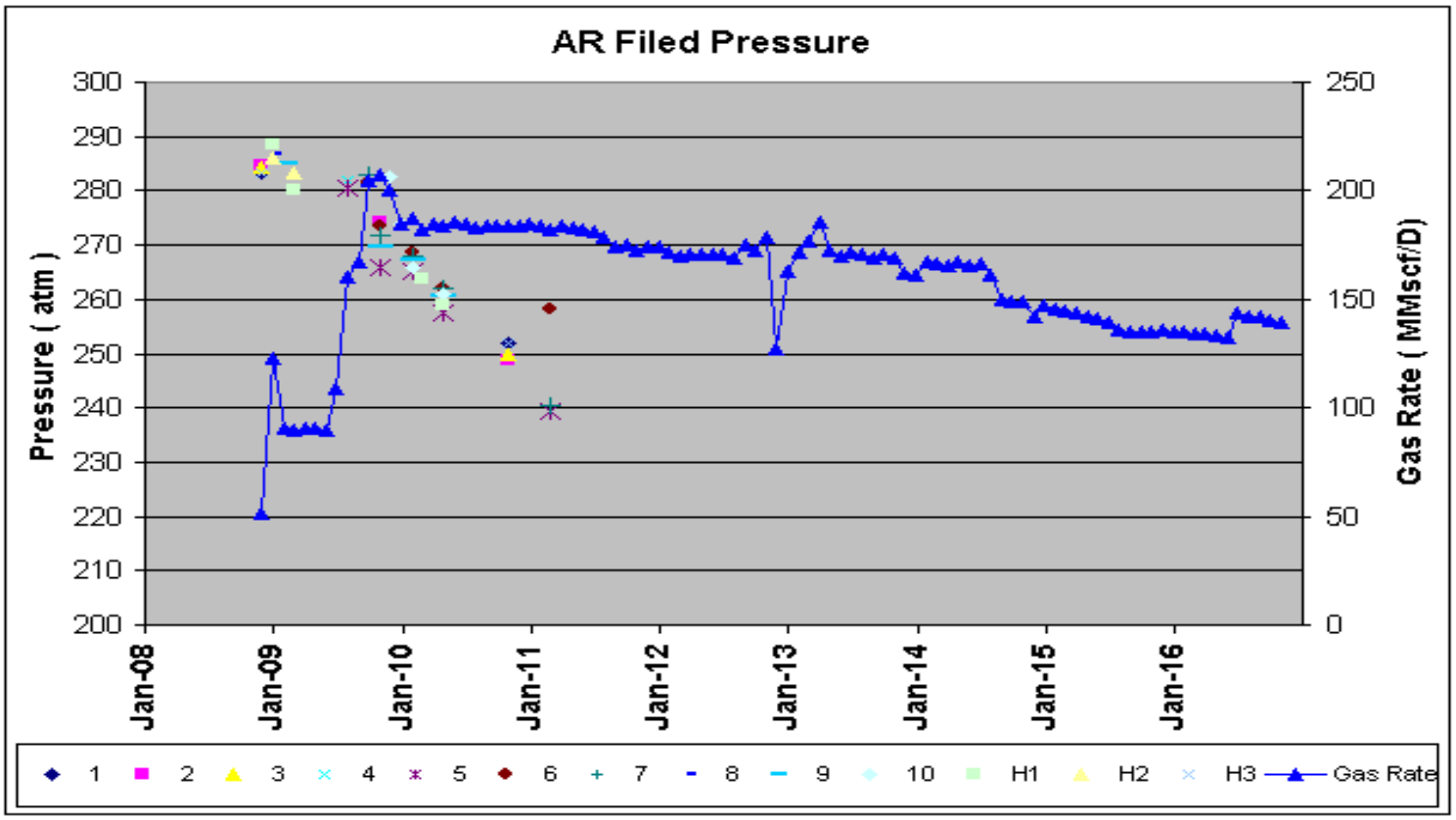
الملاحظات والمقترحات:

1-الانتباه لانخفاض ضغط رأس البئر الديناميكي دون قيمة 100 بار

2- سلوك غريب للبئر يلاحظ في فترات مختلفة أهمها في آذار/2016 حيث نلاحظ انخفاض ضغط رأس البئر الديناميكي بشكل مستمروكبير مترافق مع هبوط حاد بمعدل الإنتاجية مع ثبات قطر الفالة دون تغيير.

5.2- مؤشرات الضغط في حقل أبو رباح:

إن الضغط الأولى لحقل أبو رباح بلغ PSI 4080 ما يعادل 281 بار عند العمق المرجعي لحقل أبو رباح (2035 م)



الشكل يمثل منحني ضغوط آبار حقل أبو رباح

بحسب مخطط ضغوط الآبار في حقل أبو رباح والتي تشمل قيم الضغوط من الإختبارات الأولية للطبقات المنتجة أثناء الحفر، ومن خلال قياسات الضغوط في بعض الآبار المنتجة رغم عدم دقتها لعدم تنامي الضغط بشكل كامل (زمن إغلاق البئر غير كافي)، يمكننا ملاحظة ما يلي :

1- إن تقارب ضغوط مختلف الآبار في الحقل وأخذها نفس المنحى العام مع الزمن يؤشر إلى أنها ذات اتصالية جيدة و ذات تأثير متبادل فيما بينها.

2- يلاحظ أن انخفاض الضغط في السنة الأولى من الإنتاج كان قليل و ذلك يعود إلى سببين :
1- معدل الإنتاج القليل

2- إنتاج الحقل بتأثير عامل مرونة الغاز

5.3- نتائج مراجعة مخططات أداء الآبار و مؤشرات الضغط في حقل أبو رباح :

بعد رسم مخططات أداء الآبار لكل بئر على حدى وتضمنت هذه المخططات : منحنيات إنتاج الغاز وضغط رأس البئر الديناميكي وقطر الفالة مقارنة مع الزمن .

ومن خلال تحليل البيانات والمنحنيات الناتجة توصلنا إلى النقاط التالية:

- بعد مرور العام الأول من الإنتاج والذي كان معدل الإنتاج الوسطي خلاله بحدود (3.5 مليون م3/يوم) ، ازداد معدل الإنتاج بالحقل ليستقر على (5.2 مليون م3/يوم) لفترة زمنية طويلة، مما أدى إلى ظهور الإنخفاض الحاد بشكل عام بضغط الحقل (بحدود 40 بار خلال عام واحد تقريباً) وهذا مؤشر على أن معدل الإنتاج اليومي للحقل (5.2 مليون م3/يوم) هو معدل كبير ولا يتناسب مع طاقة المكمن بشكل عام، لذلك ينصح بعدم تجاوز معدل إنتاج يتراوح بين (3.5 إلى 4 مليون م3/يوم) للحقل كي يتم تقليل معدل إنخفاض الضغط بالحقل أثناء عملية الإنتاج بما يتناسب مع طاقة المكمن وذلك لبلوغ أعلى مردود نهائي ممكن للحقل.
- عدم الدقة في القراءات المأخوذة من رأس البئر (فتحة الفالة ، ضغط رأس البئر) مما انعكس واضحاً على المنحنيات المرسومة وعلى تقييم عمل كل بئر على حدا

(مثال: لاحظنا ازدياد في معدل الإنتاج للبئر مترافق مع هبوط في قيم ضغط رأس البئر على الرغم من ثبات فتحة الفالة).

- تم ملاحظة انخفاض ضغط رأس البئر الديناميكي لمعظم الآبار دون 100 بار وهو مؤشر يجب الانتباه له وخاصة عند عملية زيادة فتحة فالة البئر لزيادة إنتاجيته دون النظر لموضوع الضغط وانخفاضه السريع
- عملية زيادة فتحة الفالة تتم بشكل غير مدروس حيث أن الزيادة المؤقتة في إنتاج الغاز لا تعتبر مبررا كافياً لنا بمقابل خسارة ضغط البئر وازدياد نسبة الماء في الإنتاج لاحقاً

6.1- قسم النمذجة :

قبل البدء بعملية النمذجة قمنا بتجميع البيانات و المعلومات المطلوبة من خلال دراسة التقارير النهائية للآبار الأفقية (H1-H2-H3) المحفورة ضمن التركيب و للآبار الشاقولية القريبة منها المراد مقارنتها بها (أبو رباح 5 - أبو رباح 6 - أبو رباح 7) و أيضاً مراجعة القياسات الكهربائية لهذه الآبار و الإطلاع على تفسيرها و مراجعة تقارير الحفر و التفسير السايزمي للمقاطع السايزمية لمعرفة شكل و وضعية المصيدة الهيدروكربونية

حيث تتضمن المعلومات الواجب توافرها لبناء الموديل الجيولوجي و البتروفيزيائي ما يلي :

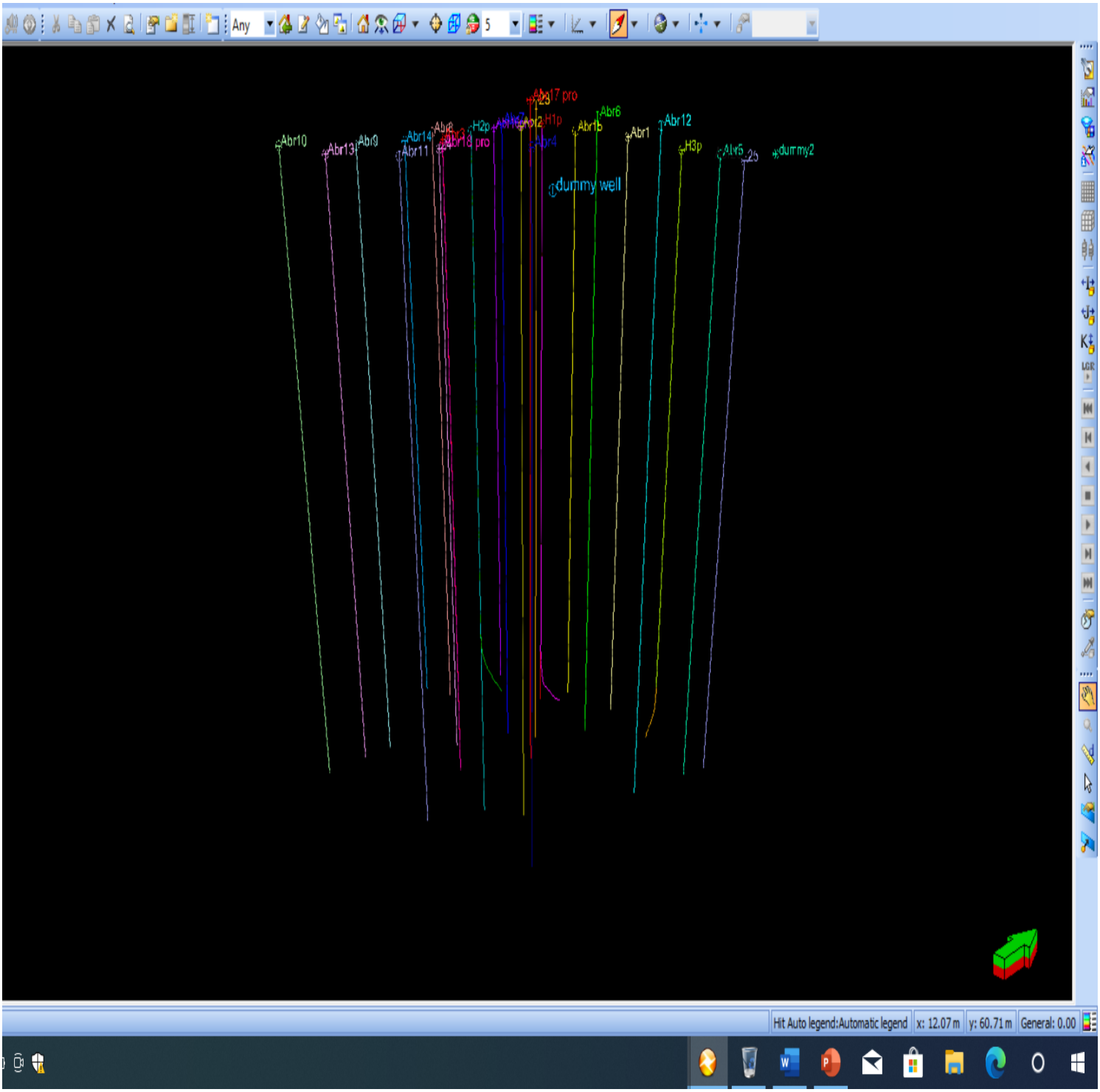
1- احداثيات الآبار الأفقية المحفورة ضمن التركيب
2- احداثيات الآبار الشاقولية المحفورة ضمن التركيب
3- أعالي التشكيلات المخترقة ضمن التركيب
4- القياسات الكهربائية المفسرة و تكون إما بلاحقة (LAS) أو (DLIS) أو (ASCI)
5- المقاطع السايزمية المفسرة بصيغة (CP-3) (خرائط الأعماق)
6- المقاطع السايزمية المفسرة بصيغة (CPS-3) (الفوالق)

بعد تجميع المعلومات السابقة قمنا بإدخالها إلى برنامج (PETREL) من أجل القيام بعملية النمذجة وفق الخطوات الآتية :

6.2- 1- إدخال احداثيات الآبار (WELLS) :

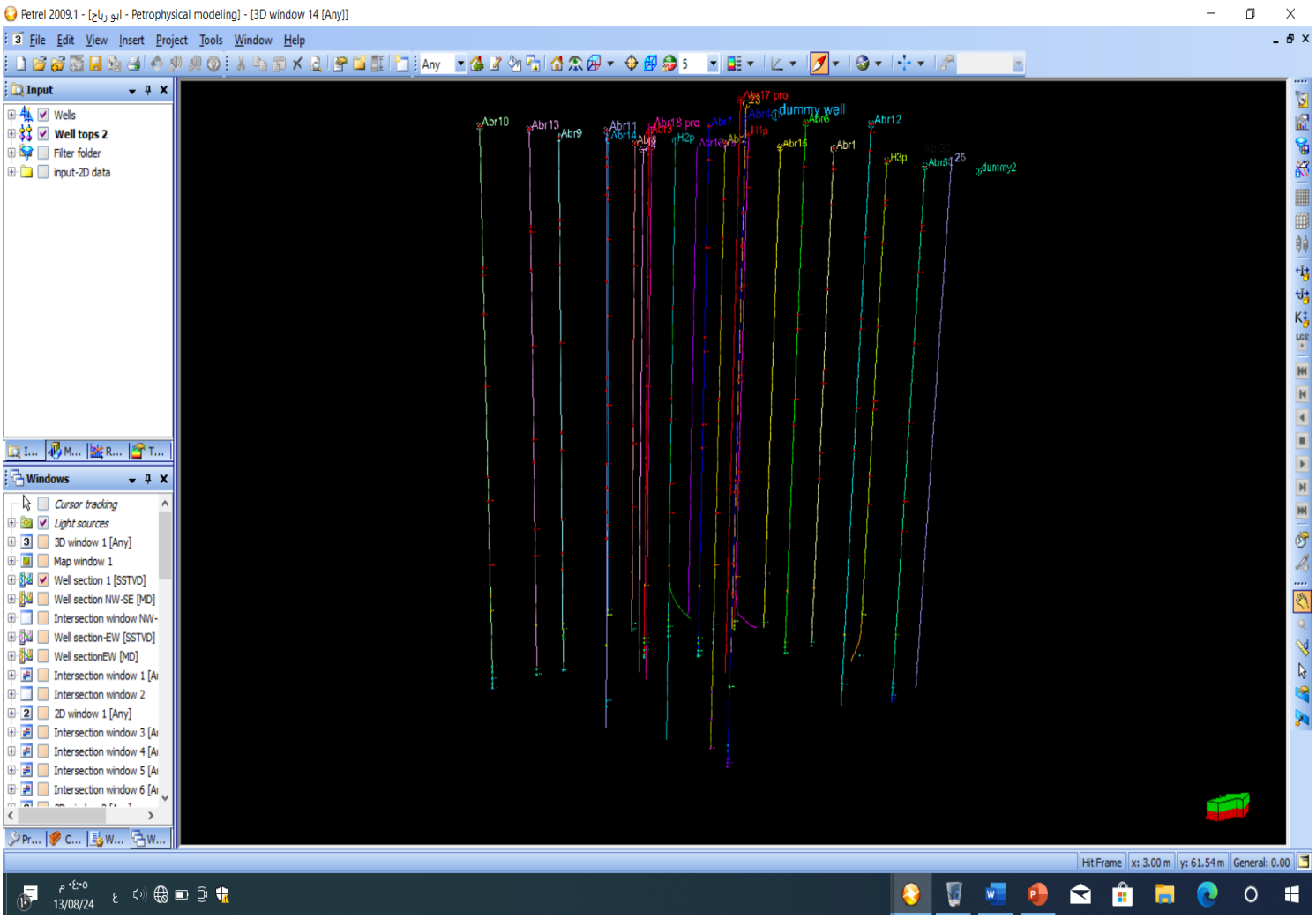
أنقر على INSERT أعلى و يسار الشاشة ثم أنقر على NEW WELL FOLDER فتظهر (WELLS) على يسار الشاشة ثم أقوم بالنقر عليها بالزر اليميني و أختار IMPORT و اغير FILE OF TYPE إلى WELL HEADS و أضع في FILE NAME ملف WELL HEADS من داخل ملف WELLS ثم أنقر على OPEN فيظهر جدول أقوم بتعديل خاناته و ترتيبها لتصبح بالشكل المطلوب و انقر على OK و أفعل ال WELLE ثم أنقر على WELLS بالزر الميني و أنقر على IMPORT و أغير FILE OF TYPE إلى WELL PATH DEVAITION

و أحدد جميع الملفات ذات اللاحقة (DEV) ثم انقر OPEN لتظهر الآبار المحفورة في التركيب (أبو رباح) وفق ما يوضح الشكل



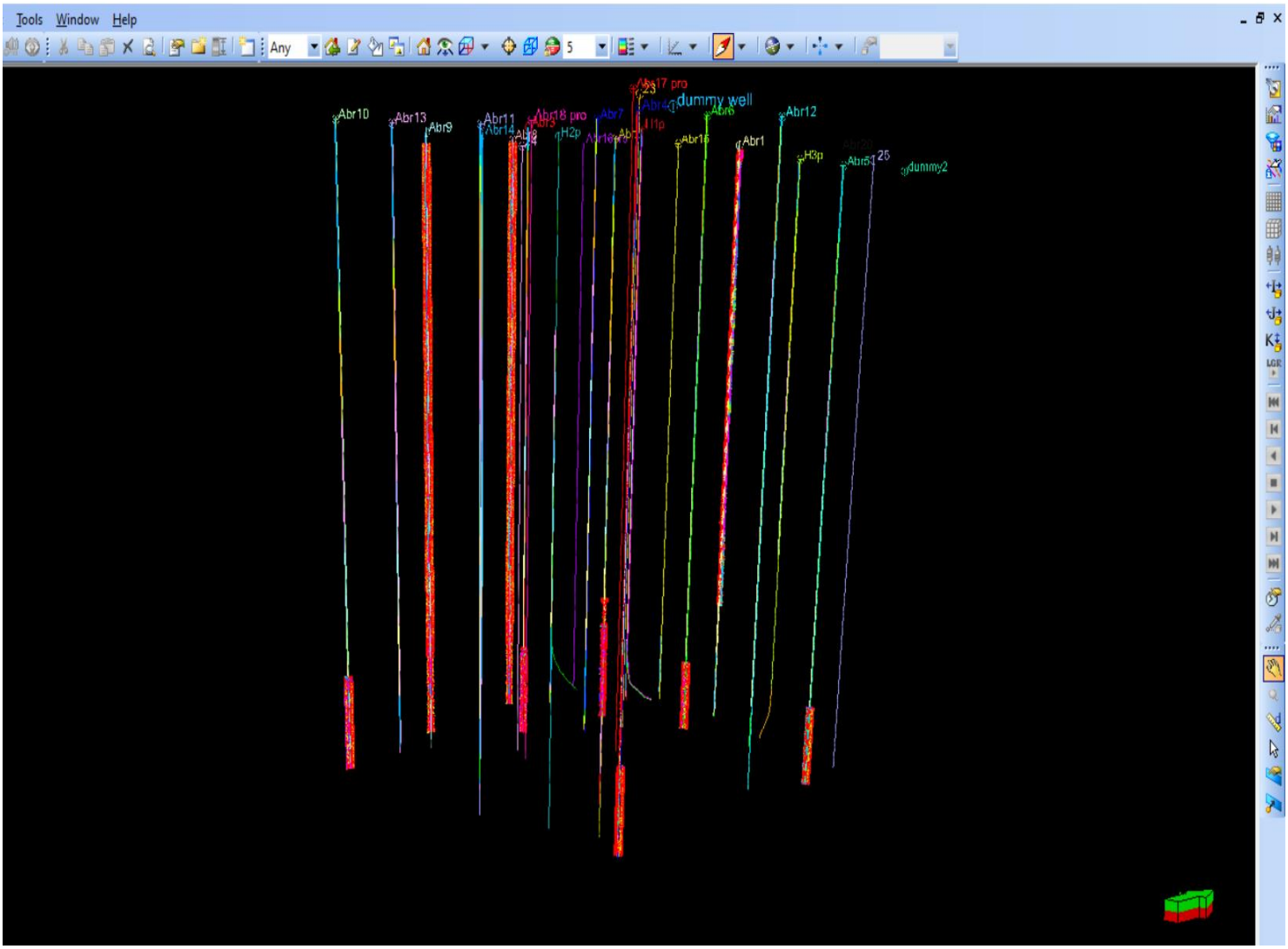
6.3 -2-إدخال أعالي التشكيلات المخترقة (well tops) :

من insert انقر على new well tops فتظهر (well tops) على يسار الشاشة ف انقر عليها بالزر اليميني ثم أنقر على import و أغير file of type إلى petrel well tops (ASCI) و أضع في FILE NAME ملف WELL TOPS TYPE ثم أنقر OPEN فيظهر جدول أقوم بترتيب خاناته لتصبح بالشكل المطلوب ثم أنقر على OK و أفعل ال WELL TOPS لتظهر أعالي التشكيلات المخترقة كما في الصورة



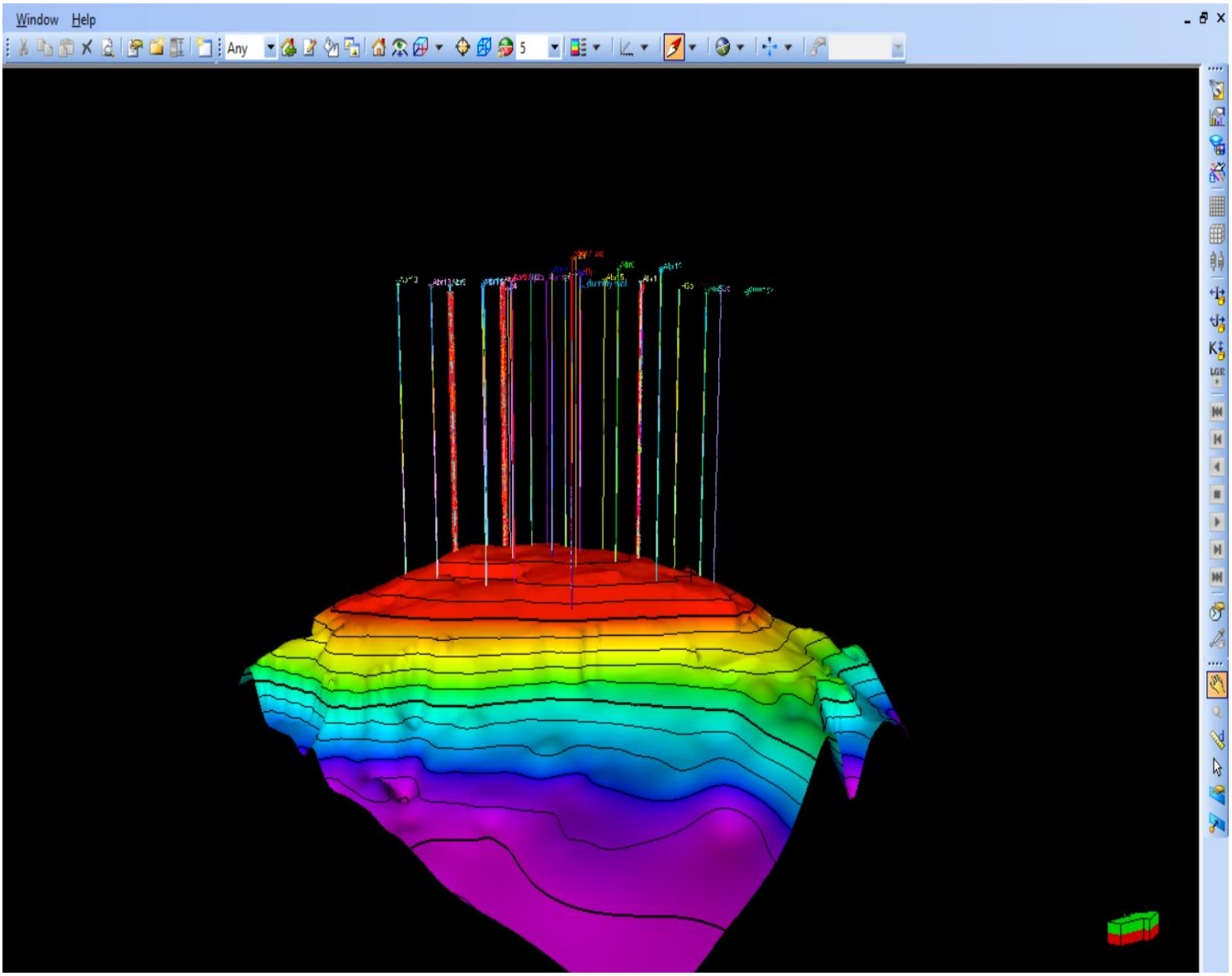
6.4- **3- إدخال القياسات الكهربائية (WELL LOGS) :**

أنقر على WELLS ذاتها بالزر اليميني ثم انقر IMPORT و أغير FILE OF TYPE إلى WELL LOGS بالصيغة (LAS) أو (DLIS) أو (ASCI) بحسب المعطيات المأخوذة من نتائج القياسات الكهربائية المفسرة ثم أقوم بتحديد جميع الملفات ذات اللواحق المذكورة آنفاً (إحدى هذه اللواحق – LAS – DLIS – ASCI) و أنقر على OPEN ثم OK و أقوم بتفعيل GLOBAL WELL LOGS من ال WELLS لتظهر نتائج القياسات الكهربائية وفق ما توضح الصورة



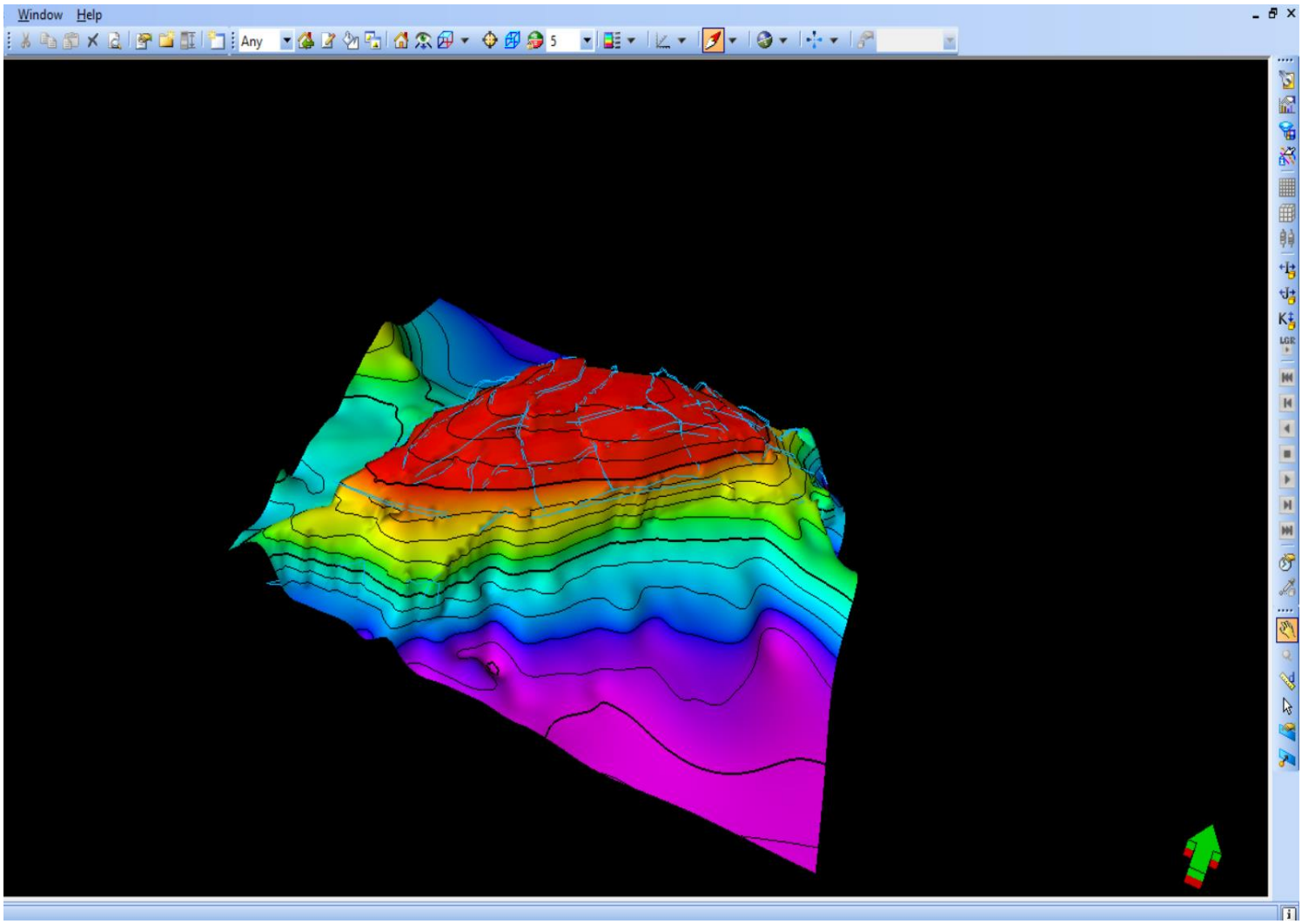
6.5 -4- إدخال الخرائط (GRIDE) :

أنقر على أيقونة INSERT NEW FOLDER الموجودة في شريط الأيقونات العلوي فيظهر على يسار الشاشة NEW FOLDER أقوم بتغيير إسمه إلى GRIDE بالنقر عليه مرتين و كتابة الإسم الجديد ثم أنقر على GRIDE ذاتها بالزر اليميني و أنقر على IMPORT و أغير FILE OF NAME إلى Z MZP GRIDE ذات اللاحقة (ASCI) أو أي لاحقة أخرى تحدد بناءً على نتائج المعطيات السايزمية المفسرة و أضع في FILE NAME جميع ملفات الخرائط السايزمية ثم أنقر OPEN و أقوم بتفعيل ال GRIDE لتظهر الخرائط الزمنية للحقل المعني كما تظهر الصورة



6.6- **5- إدخال الفوالق (fualt) :**

أنقر على أيقونة INSERT NEW FOLDER الموجودة في شريط الأيقونات العلوي فيظهر على يسار الشاشة NEW FOLDER أقوم بتغيير إسمه إلى fualt بالنقر عليه مرتين و كتابة الإسم الجديد ثم أنقر على fualt ذاتها بالزر اليميني و أنقر على IMPORT و أغير FILE OF NAME إلى Z MZP lines ذات اللاحقة (ASCI) أو أي لاحقة أخرى تحدد بناءً على نتائج المعطيات السايزمية المفسرة و أضع في FILE NAME جميع ملفات الفوالق المأخوذة من المعطيات السايزمية ثم أنقر OPEN و أقوم بتفعيل ال fault لتظهر الفوالق على خريطة الحقل المعني وفق ما توضح الصورة

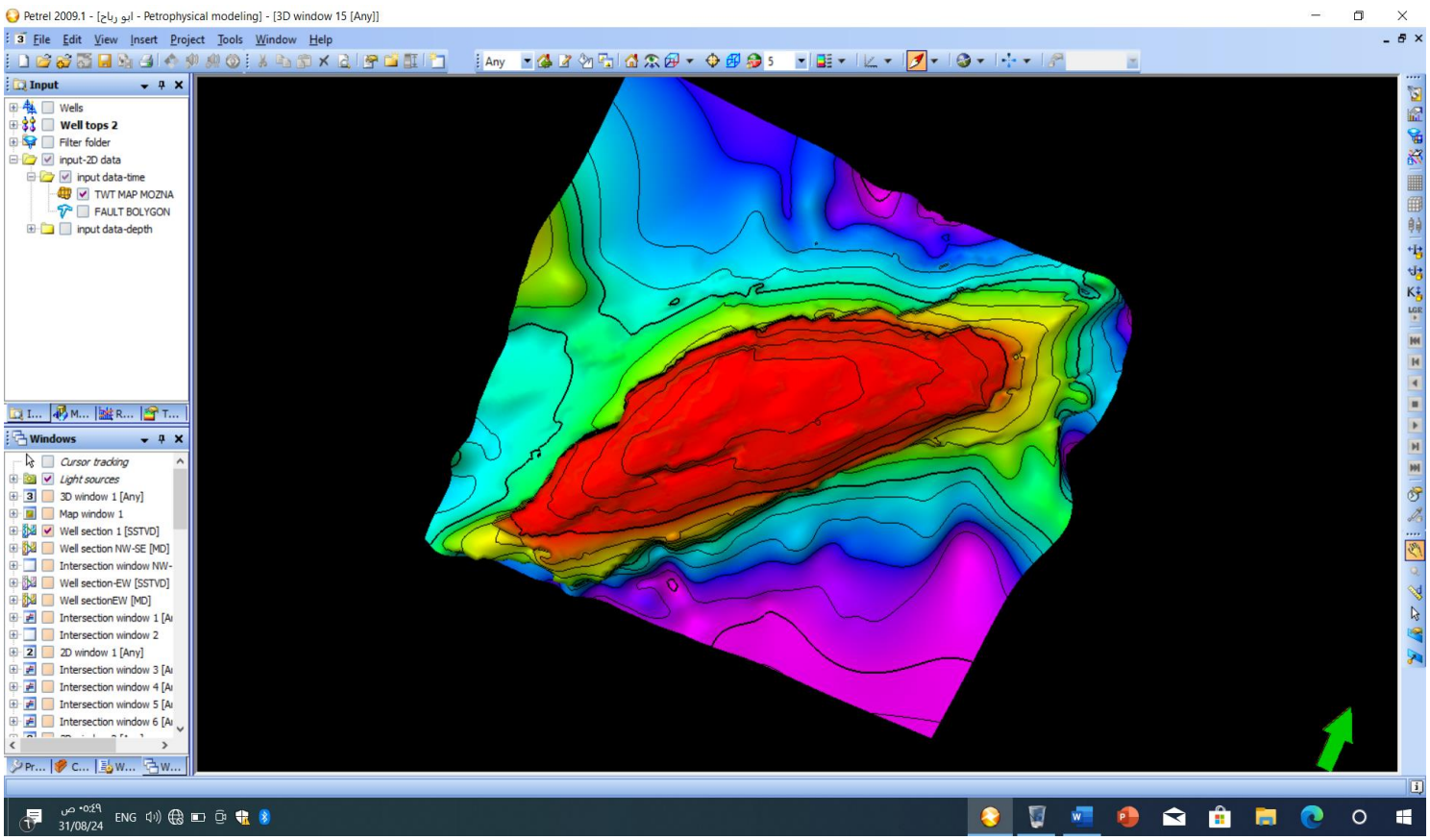


6.7- **6- إزالة النتوئات من الخرائط (تنظيف الخرائط) :**

أفتح widows 3D جديد و أختار من GRIDE خريطة ما
ثم من PROCESSES أنقر على UTILITIES و أنقر على MAKE EDIT SURFACE
تظهر مجموعة أيقونات على الجهة اليمنى من الشاشة فأقوم بالنقر على PEAK REMOVER و أحرك بالمؤشر على الخريطة بجميع الإتجاهات لإزالة النتوئات

أعود إلى GRIDE و أنقر بالزر اليميني على الخريطة المحددة ذاتها

أنقر على SETTING فتظهر نافذة أنقر منها على STYLE و أفعل زر SHOW ثم أنقر APPLY
أنقر من النافذة ذاتها على MORE و أنقر على SMOOTH عدة مرات لتصحيح خطوط الكونتور على الخريطة بعد تنظيفها ثم أنقر APPLY و OK و أكرر الخطوات السابقة لجميع الخرائط لتظهر الخرائط المصححة كما في الصورة أدناه



6.8- **7- تعيين حدود لخريطة و إنشاء خرائط جديدة للنطاقات المطلوب دراستها مثلاً (c2-d1-d2) لإنشاء خرائط سماكة بناءً عليها في الخطوة اللاحقة :**

اختار خريطة لطبقة او لنطاق معين مثلاً (c2) ثم من processes أنقر على utilities و انقر على make edit polygon

أنقر على start new polygon on active set of polygon في الجهة اليمينية للشاشة

أعين حدود للخريطة و أنقر على آخر حد مرتين

أعود إلى utilities و أنقر بالزر اليميني على make edit surface ثم انقر على setting فتظهر نافذة أضع بجانب main input إسم الخريطة الأولى (الأقل عمقاً) مثلاً (c2) من ال gride

و أضع بجانب boundary كلمة polygons من ال input

أفعل زر ال name بالنقر على المربع الفارغ و أكتب أسم الخريطة (c2)

أنقر من النافذة ذاتها على goemetry ثم على get limit

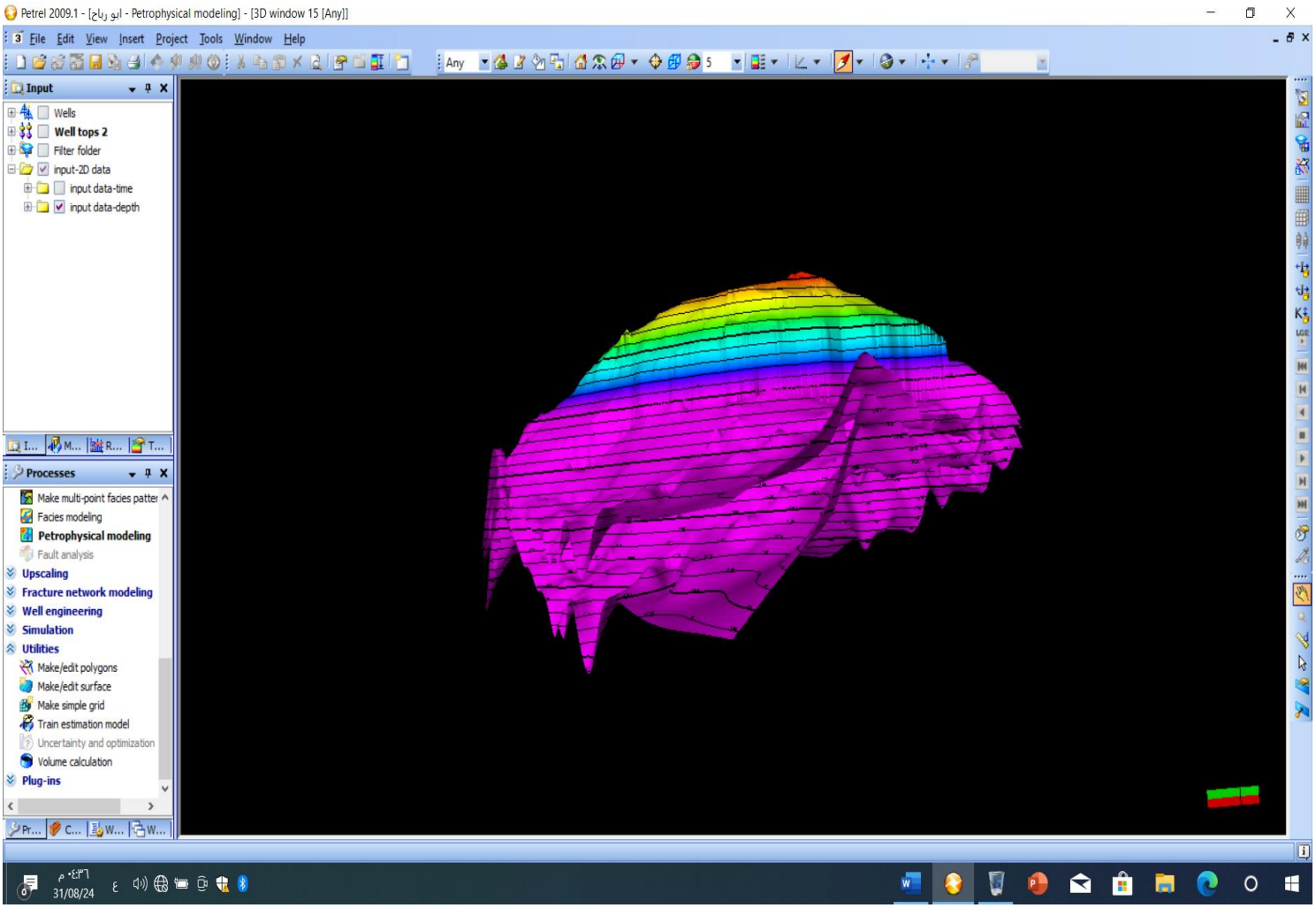
افعل زر ال automatic و أنقر من النافذة ذاتها على well adjustment و أضع بجانب well tops اسم الخريطة نفسها و لكن من ملف ال well tops من input

6.9- **8-إنشاء خرائط سماكة للنطاقات المطلوب دراستها (c2-d1-d2) :**

أنقر على أسم الخريطة الأولى (الأقل عمقاً) و هي ال (c2) المنشأة في الخطوة السابقة

أنقر على setting فتظهر نافذة أنقر منها على operations ثم على calculations

أنقر على make thickness map و أضع بجانب ال base surface أسم الطبقة التي تلي (c2) عمقاً و التي هي (d1) و أكرر الخطوة السابقة لخريطة ال (d1) مع مراعاة ان الطبقة التي تلي طبقة (d1) هي ال (d2) و تظهر النتائج في ال input وفق ما يوضح الشكل

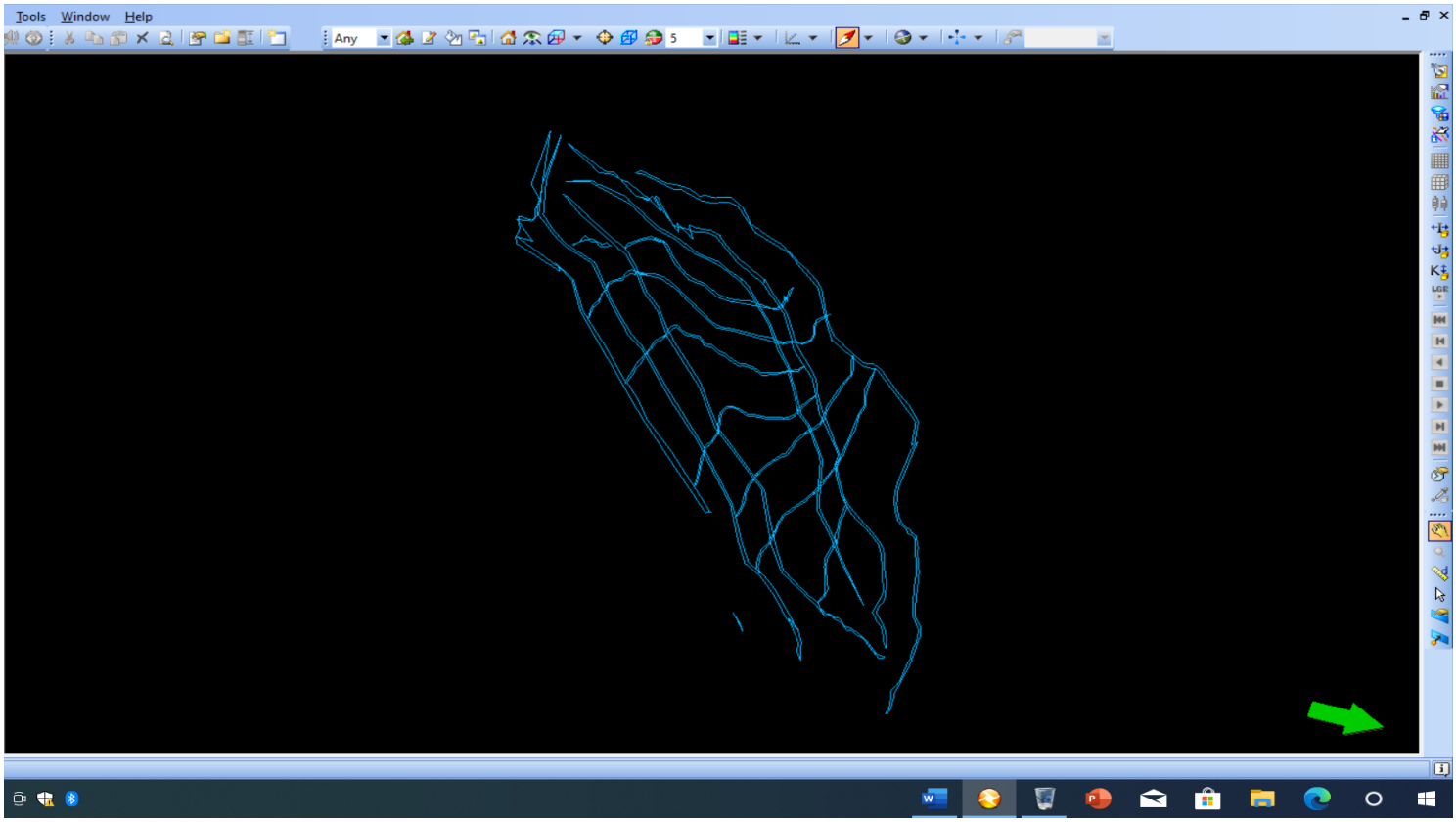


6.10- **9- إجراء modeling للفوالق :**

أقوم بفتح (windows 3d) ثم من processes أنقر على structural modeling

انقر على define model فتظهر نافذة أغير فيها ال name of model على اسم اختياري لا على التعيين ثم أنقر apply ثم ok

من input أختار فالق و أنقر عليه بالزر اليميني ثم انقر على convert to fault in fault model ثم انقر ok و اكرر الخطوات السابقة لجميع الفوالق وصولاً للشكل الآتي



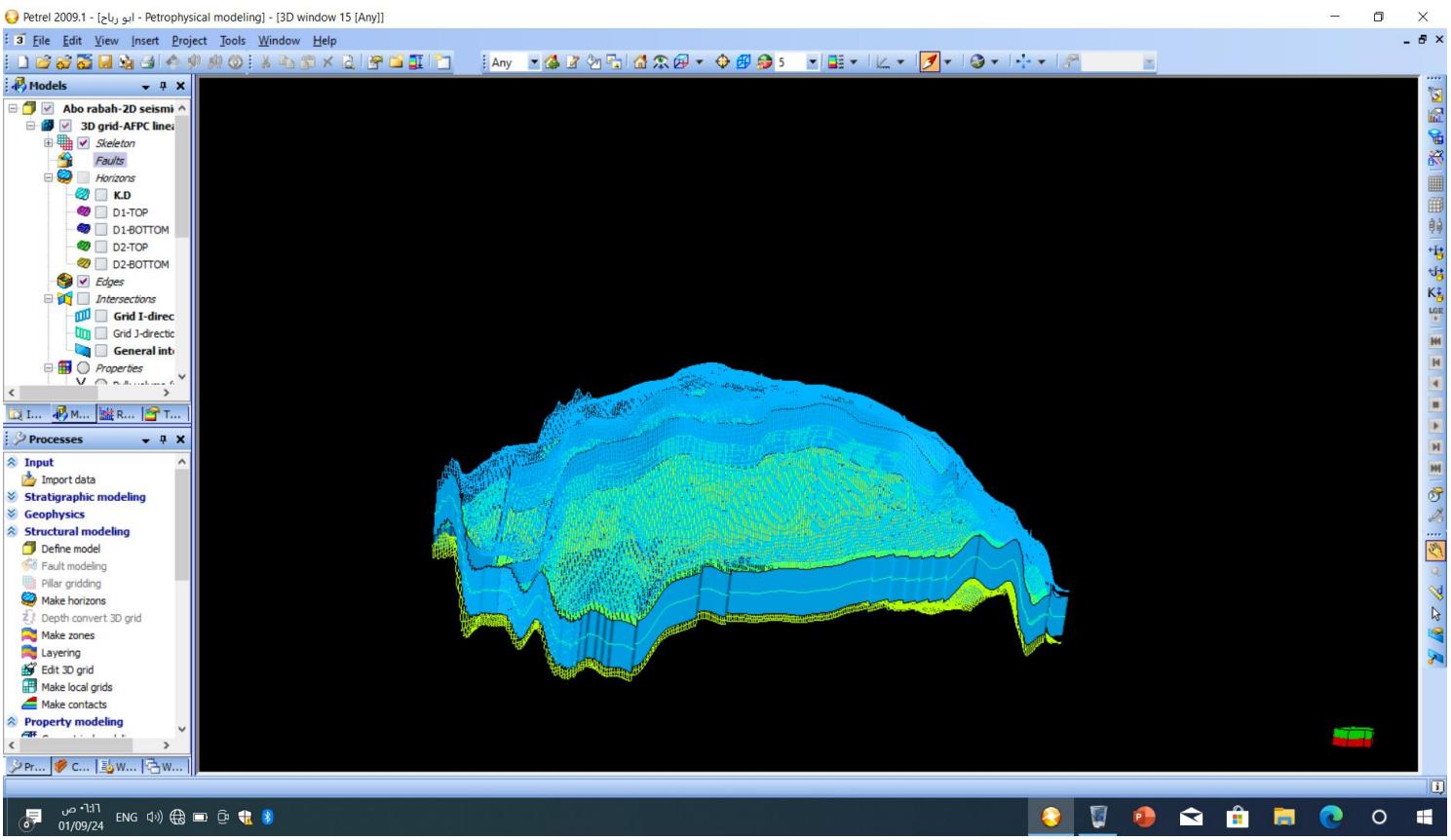
6.11- **10- بناء 3D GRIDE :**

أقوم بفتح WINDOW 2D جديد ثم من PROCESSES أنقر على STRUCTURAL MODELING ثم على FAULT MODELING فتظهر الفوالق

اعين خريطة من gride مثلاً خريطة النطاق (C2) و أنقر على CREAT EXTENRAL GRIDE BOUNDARY من شريط الايقونات اليميني و أعين حدود للخريطة

من PROCESSES أنقر على PILLAR GRIDE فتظهر نافذة أنقر منها على APPLY ثم OK فتظهر MODELS في 3D GRIDE

أفتح نافذة WINDOW 3D و أعين الفوالق من MODELS و أفعل ال SKELTON و ال EDGES من ال 3D GRIDE



6.12- **11- إنشاء HORIZON :**

من PROCESSES أنقر على MAKE HORIZON

تظهر نافذة أضيف فيها ثلاث سطور (حسب عدد النطاقات المراد دراستها)

أضع أسماء النطاقات في input و أعالي التشكيلات في well tops ثم apply و ok

أذهب إلى models و أفعل ال horizon

ثم انقر على make zones من processes فتظهر نافذة اضيف فيها خمسة اسطر (حسب عدد خرائط السماكة بين النطاقات المراد دراستها)

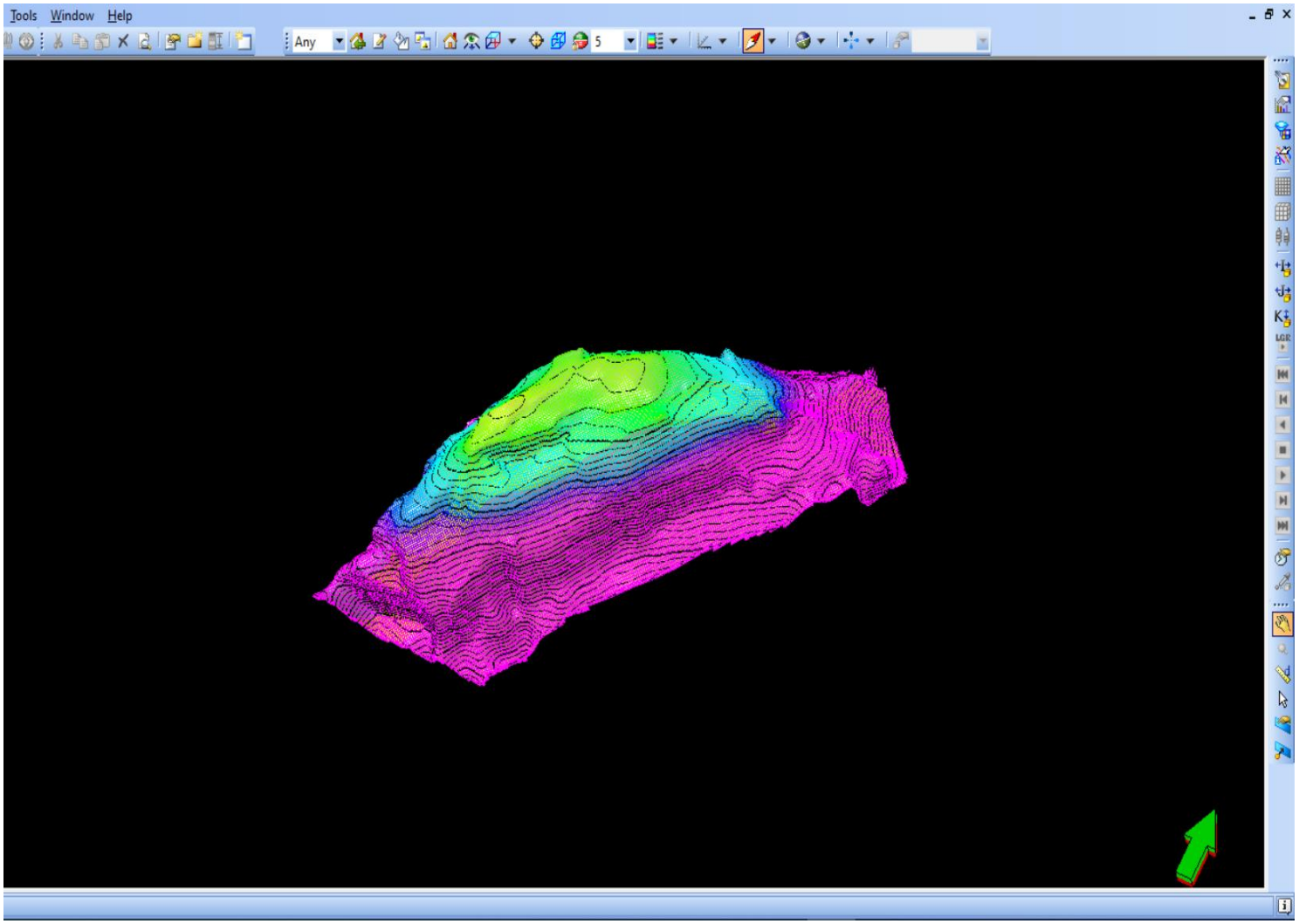
في السطر الأول اضع خريطة السماكة الأولى بين نطاقي ال (C2) و ال (D1)

في السطر الثاني أضع ال (D1) من ال WELL TOPS

في السطر الثالث أضع خريطة السماكة الثانية بين نطاقي ال (D1) و ال (D2)

في السطر الرابع اضع ال (D2) من ال WELL TOPS

أغير لاحقة السطر الخامس من ال ISOCHORE إلى CONFORM ثو أنقر APPLY و OK و أفعل الطبقات التي ظهرت في HORIZON من MODELS



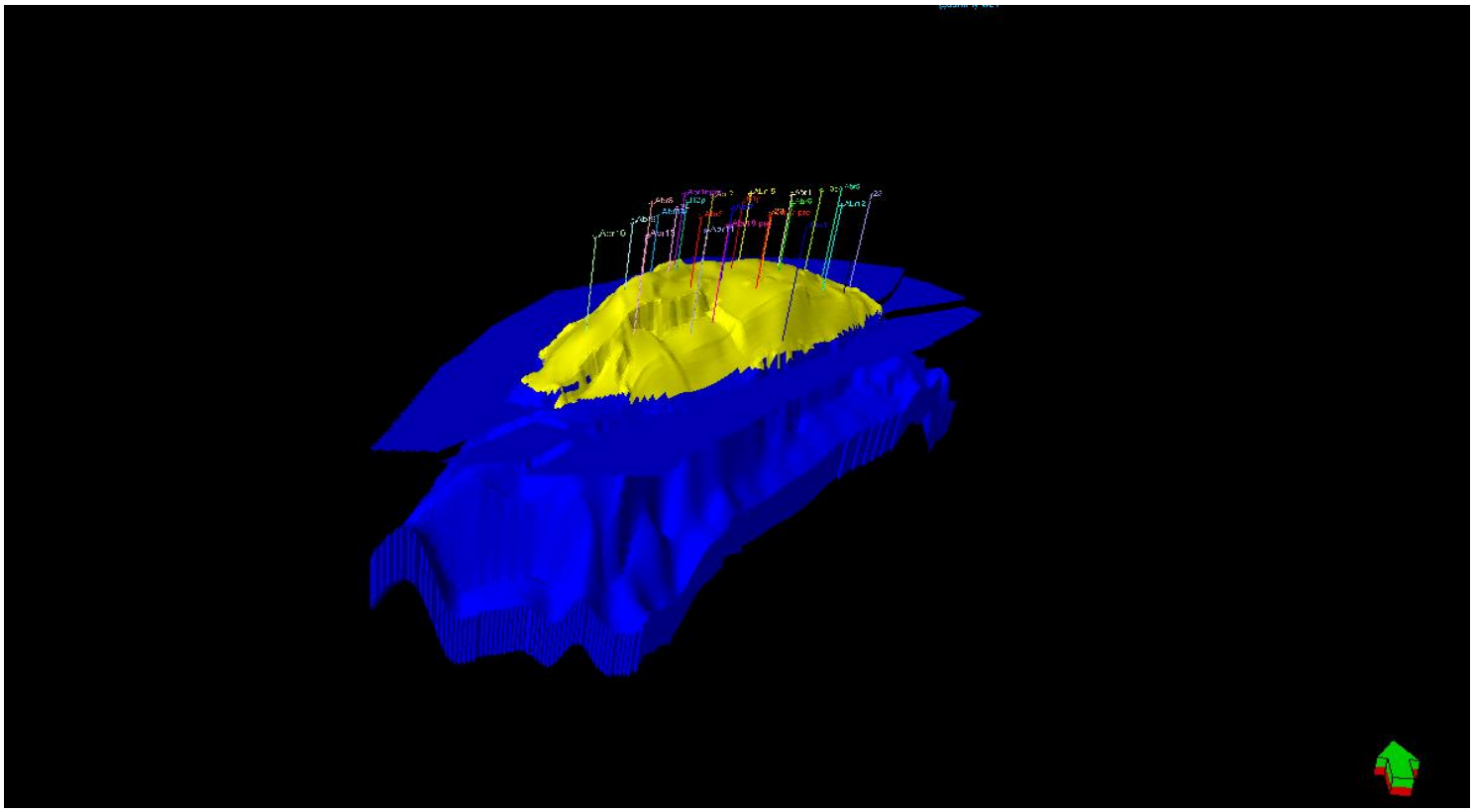
6.13- **12- تعيين خط إلتقاء الغاز بالماء :**

انقر على make contacts من processes فتظهر نافذة أضع فيها قيمة gas water contact ثم apply و ok

يظهر ملف fluid contact في models فأقوم بفتح نافذة window 3D جديدة و أفعل ال fluid contact من models و ذلك بتفعيل contact set

انقر بالزر اليميني على contact set و أنقر على setting فتظهر نافذة أنقر منها على operations ثم على make property ثم apply ثم ok

أقوم بفتح نافذة window 3D جديدة و أفعل ال properties من models فيظهر موديل يوضح خط إلتقاء الغاز بالماء كما في الشكل الآتي

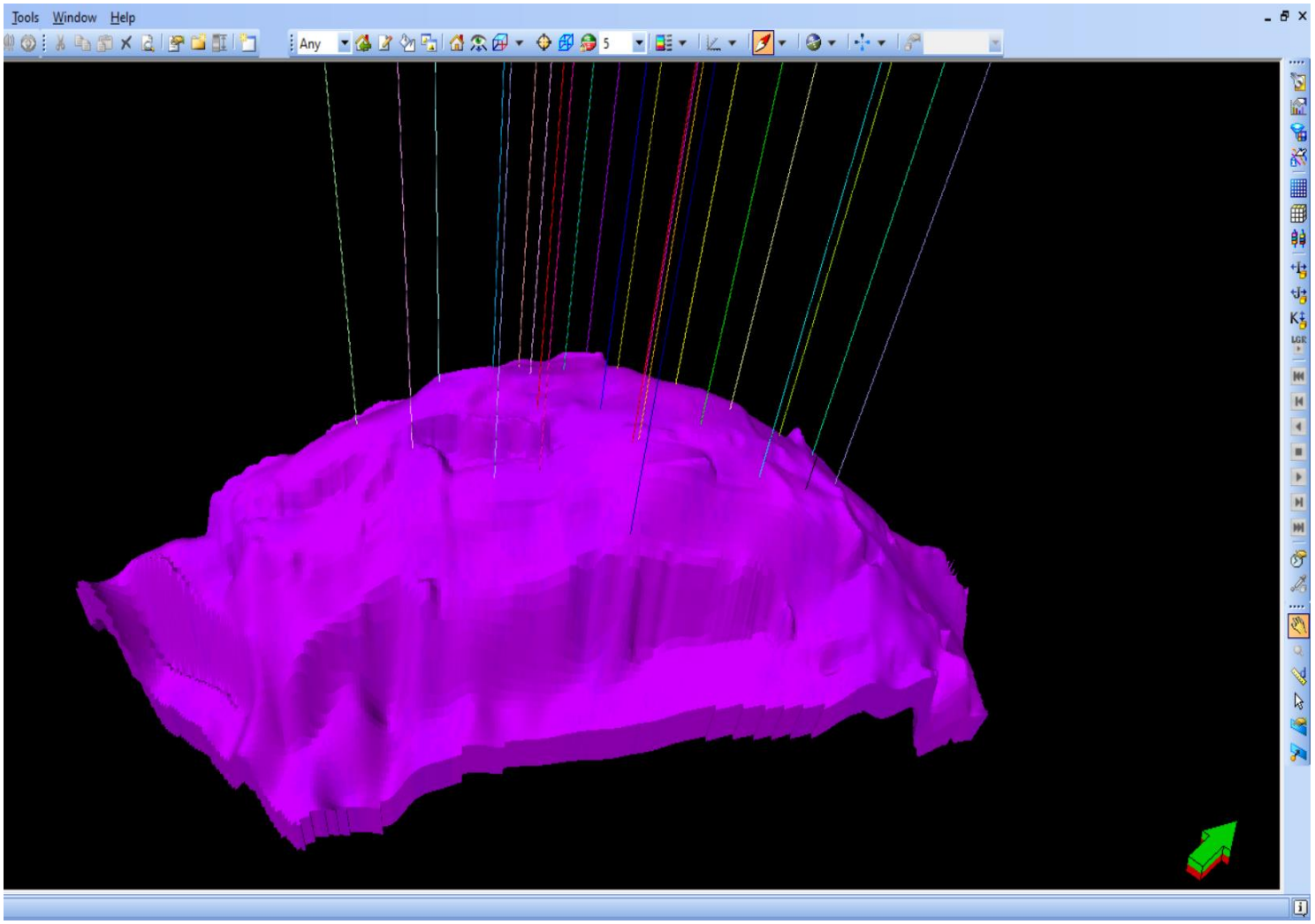


6.14 -13- بناء موديل بتروفيزيائي :

من processes أنقر على property modeling و منها أنقر على scale up well logs فتظهر نافذة أختار منها القياس المطلوب لبناء الموديل البتروفيزيائي ثم أنقر apply ثم ok

أنقر على petrophysical modeling من property modeling في processes فتظهر نافذة موجود بها ذات القياس الكهربائي المحدد آنفاً فأنقر على apply ثم ok

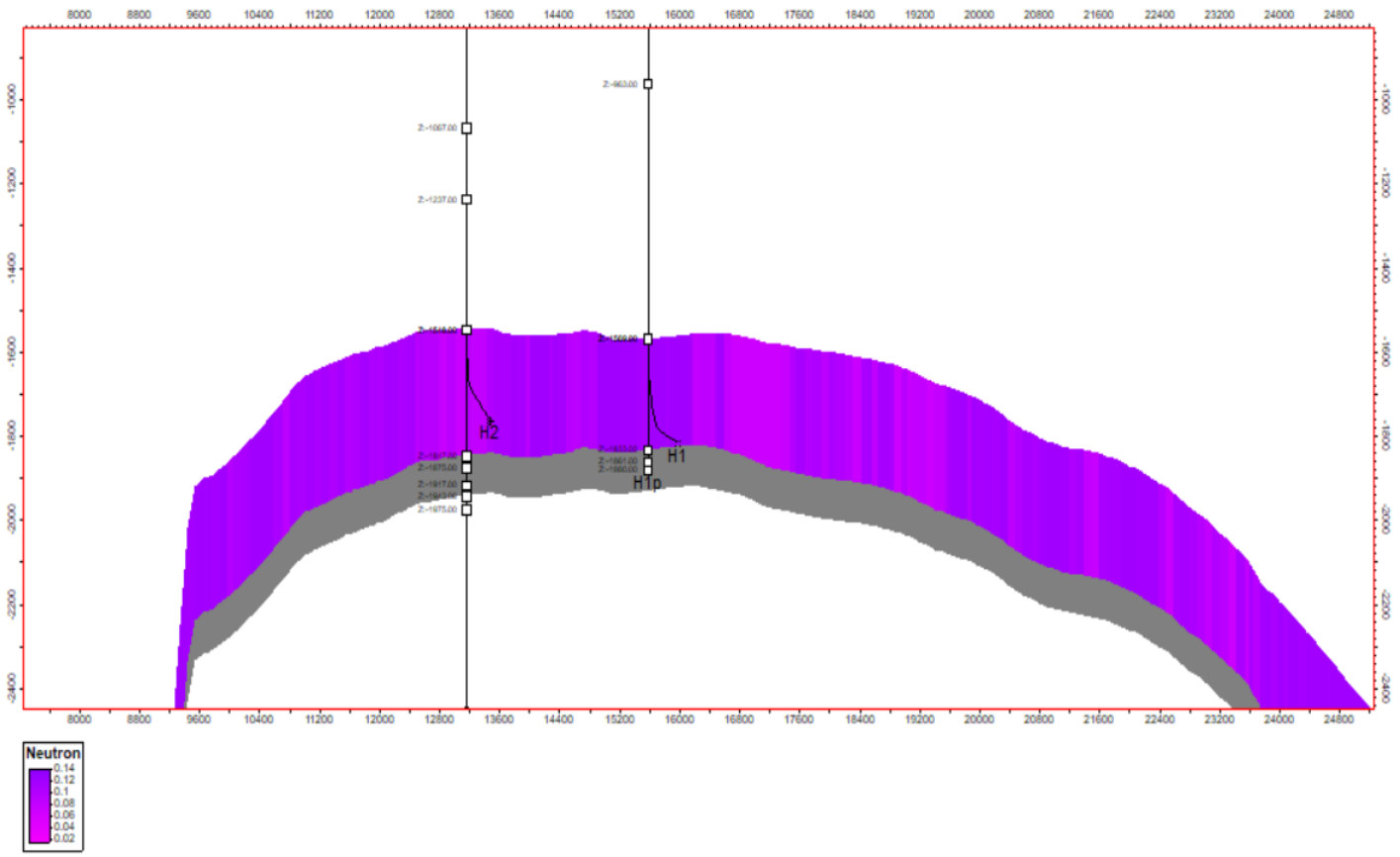
تظهر في models في properties أيقونة الموديل البتروفييائي الذي تم ببنائه وفق ما يوضح الشكل



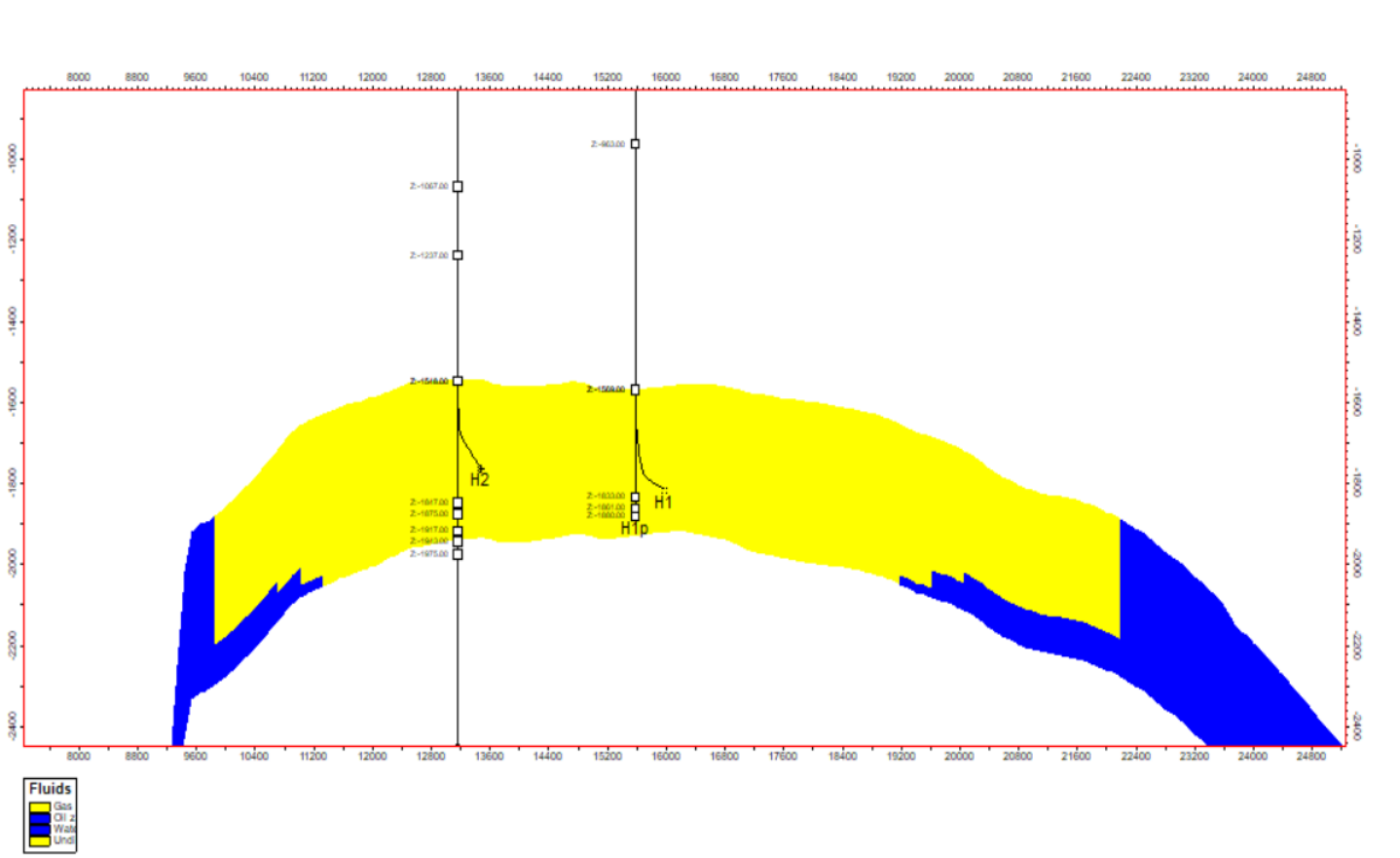
6.15- **14- إنشاء فيديو يوضح مسار الآبارالمحفورة ضمن تركيب أبو رباح (مقطع عرضي للموديلات البتروفيزيائي و موديل مستوى إلتقاء الغاز بالماء) :**

من window أختار new intersection window فتظهر أيقونة intersections في models فأنقر عليها بالزر اليميني و أختار insert general ثم أفعل الموديل البتروفيزيائي المطلوب من models و أفعل الآبار من input

مقطع عرضي لموديل النفوذية



مقطع عرضي لموديل إلتقاء الغاز بالماء



انتهى

إهداء

إلى الكادر التدريسي الذي يعزى له الفضل في عملية تحصيلنا العلمي ولكل من زادنا من العلم حرفاً

إلى أصحاب الفضل الدائم وإلى أولى الداعمين

آباؤنا وأمهاتنا

أخوتنا وأخواتنا

إلى زملائنا وأصدقائنا اللذين شاركونا المسيرة الجامعية نتمنى لهم كل التوفيق وأعظم النجاح

من

مهندس البترول محمد لؤي بلول و مهندسة البترول عفراء علي خلف