

## دراسة مكمنية - مصدرية لتكوين الزبير في حقل الرميلة الشمالي جنوب حوض بلاد الرافدين جنوب العراق

هدير عبد المطلب العرادي فهد منصور النجم عامر جاسم الخفاجي

قسم علم الأرض / كلية العلوم / جامعة البصرة

## Abstract

The main purpose of the research is to study and evaluate the formation of Zubair in the northern Rumaila field from the two sides of the reservoir (the main Pay reservoir (the upper sand member) and the source (the upper shale member). The results obtained from the study indicated that the petrophysical properties improve towards the south of the field, as the porosity, permeability and hydrocarbon saturation increase while they decrease towards the north of the field. It was also noted that the water saturation increased towards the west of the field. As for the source study, the results showed that the Zubair formation contained a good amount of organic matter generating hydrocarbons and entering the stage of peak maturity, in addition to a good potential for the source rocks to generate hydrocarbons.

**Keywords:** Rumaila field, Zubair formation, main pay, upper shale member, Pyrolysis, petrophysical properties

## المستخلص

الغرض الرئيسي من البحث دراسة وتقييم تكوين الزبير في حقل الرميلة الشمالي من ناحيتين المكمنية (مكمن العطاء الرئيسي (عضو الرمل الاعلى)) والمصدرية (عضو السجيل الأعلى). اشارت النتائج المستحصلة من الدراسة الى ان الخصائص البتروفيزيائية تتحسن باتجاه جنوب الحقل حيث تزداد المسامية و النفاذية والتشبع الهيدروكربوني بينما تقل باتجاه شمال الحقل ، كذلك لوحظ ازدياد التشبع المائي باتجاه غرب الحقل. اما من ناحية الدراسة المصدرية فقد اظهرت النتائج احتواء تكوين الزبير على كمية جيدة من المادة العضوية المولدة للهيدروكربونات ودخولها مرحلة ذروة النضوج اضافة الى جهد جيد للصخور المصدرية لتوليد الهيدروكربونات.

**الكلمات الدالة :** حقل الرميلة ، تكوين الزبير ، العطاء الرئيسي ، عضو السجيل الاعلى ، التحلل الحراري ، الخصائص البتروفيزيائية

**A reservoir-source study for the Zubair formation in the northern Rumaila field, south of the Mesopotamian Basin, southern Iraq**

Hadeer Abdul Muttalib Al-Arabi<sup>1</sup> , Asst. Fahad Mansour Al-Najm<sup>2</sup> Amer Jassim Al-Khafaji<sup>3</sup>

الرميلة الشمالي تظهر عند عمق يتراوح بين ( ٣١٠٠ - ٣١٧٠ م ) ، سمك التكوين يتراوح بين ٢٨٠ - ٤٠٠ م مع زيادة باتجاه شمال شرق الحقل ( Al- Abedi et al, 2012 ) و يبلغ الحد الاقصى لسماكة التكوين حوالي ٥٥٠ م شمال بئر السماوة ( Al- Siddiki, 1978 ) ، يتألف التكوين من طبقات متناوبة من sand , shale مع خطوط صغيرة من silt .

أقترح Al- Ameri and Batten 1997 ترسب التكوين في نظام دلتا مرتبط بالأهوار و المستنقعات مع وجود منصة بحرية ، و ذكر Al- Abedi 2012 إن التكوين غني بالترسبات العضوية و تراكم المادة الرسوبية (مصدر النفط) اضافة الى توفر الظروف المناسبة لتكوين النفط مما جعله مُنتج في الكثير من حقول النفط الرئيسية في وسط و جنوب العراق .

يقع تكوين الزبير في Early Cretaceous ضمن الدورة الرسوبية الثامنة AP8 (مجموعة ثمام Late Tithonian - Aptian) ضمن الدورة الثانوية (Barremian - Aptian (131- 113 Ma)) شكل (2). التكوين مُمتد إقليمياً في العراق و الكويت و السعودية و ايران و سوريا ، و هو عبارة عن تعاقب من الحجر الرملي المنتج للنفط بشكل عام و الحجر السجيلي ، ترسب التكوين من خلال بيئة الدلتا و البيئة النهرية والمصببات (Harris et al, 2012) .

يمتد تكوين الزبير على نطاق واسع في العراق و الدول المجاورة إذ يعادله Biyadh Formation في المملكة العربية السعودية و Jdvan Formation في ايران و Lower Sarmord Formation في سوريا ( Buday, 1980 ) .

تكون الحدود العليا و السفلى للتكوين متوافقة و متدرجة في الجزء المركزي من الحوض بينما باتجاه الغرب في نطاق السلطان فأن حدوده العليا و السفلى تكون غير متوافقة ( Jassim and Goff, 2006 ) .

## ١. المقدمة

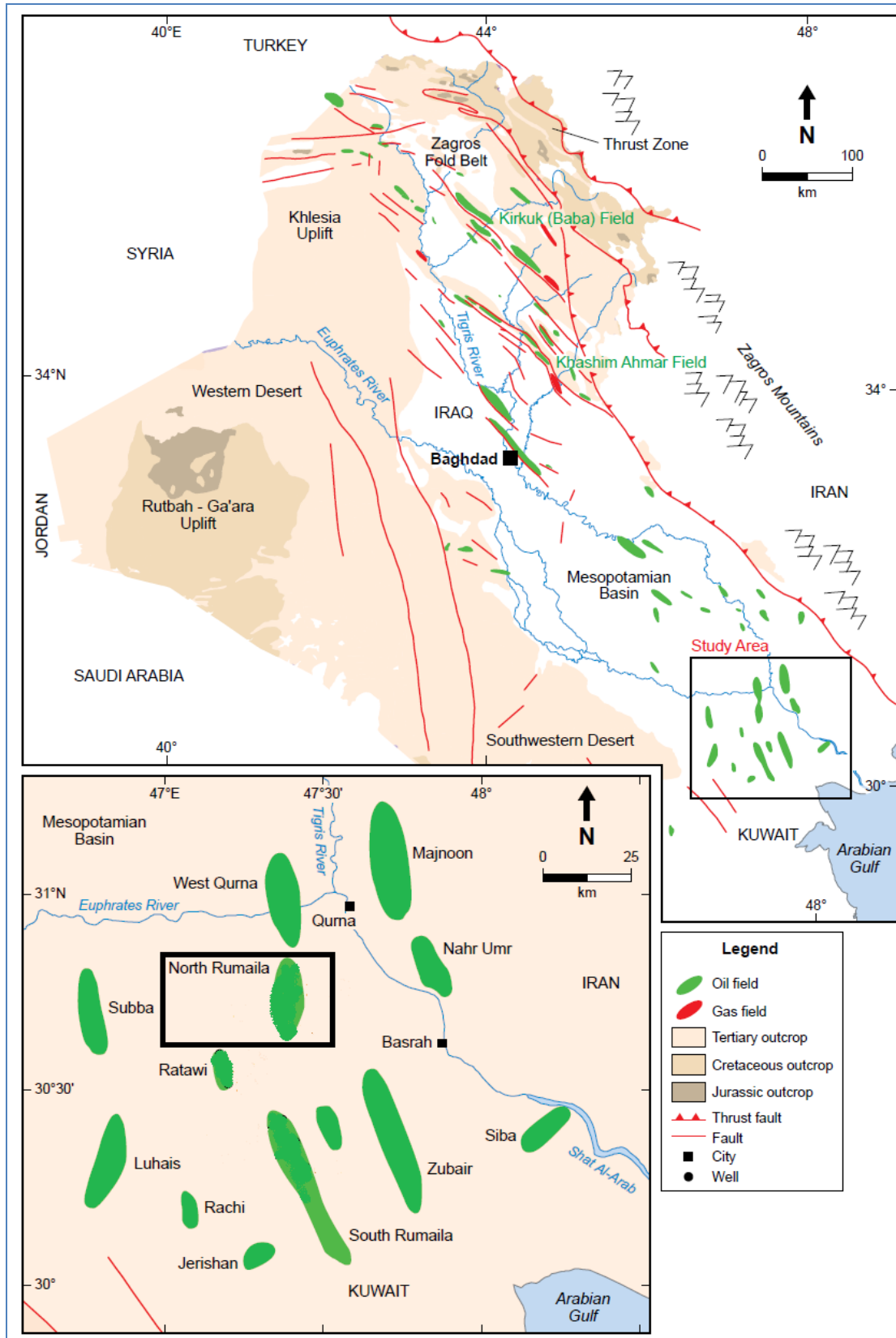
تم اجراء دراسة مصدرية لعضو السجيل الاعلى لغرض تقييم صخور التكوين المصدرية وتحديد قدرتها على توليد النفط من خلال معرفة اجمالي الكربون العضوي TOC ونوع المادة العضوية ومدى نضوجها بالاعتماد على نتائج التحلل الحراري Pyrolysis للنماذج المأخوذة للدراسة.

كذلك تم اجراء دراسة مكمية لعضو الرمل الاعلى لتقييمه مكميا بالاعتماد على بيانات سجلات الابار المفتوحة و اهمها مجس اشعة كاما ، مجس الجهد الذاتي ، مجس المقاومة ، مجسات الكثافة والنيوترون والمجس الصوتي لتحديد الخصائص البتروفيزيائية بالتالي مدى ما يحتويه من تشبع هيدروكربوني لمعرفة افضل المواقع للإنتاج ، تم اختيار اربعة ابار لدراستها وتقييمها وهي R-152 الذي يقع شمال الحقل ، R-518 وسط الحقل ، R-167 غرب الحقل و R-585 جنوب حقل الرميلة الشمالي .

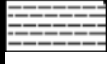
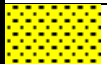












## ٢. الوضع الجيولوجي و الطباق



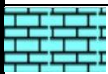
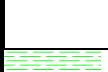





يعد حقل الرميلة حقل نفط عملاق يقع في جنوب العراق حوالي ٣٢ كم من الحدود الكويتية و على بُعد ٥٠ كم غرب مدينة البصرة و ٣٠ كم الى الغرب من حقل الزبير النفطي (Al-Fadel and Al- Ansari, 1992) يبلغ طول الحقل حوالي ١٠٠ كم و عرضة من ١٢ - ١٤ كم ، تم اكتشافه عام ١٩٥٣ من قبل شركة نفط العراق (Al-sharan and Narin, 1997) . يتألف حقل الرميلة النفطي من طيتين محدبة : الرميلة الشمالية و الرميلة الجنوبية. شكل (1)

يتكون حقل الرميلة من العديد من المكامن النفطية المنتجة منها تكوين الزبير ، و هو أحد اهم المكامن الهيدروكربونية المترسبة في العصر الطباشيري Cretaceous في العراق . قمة تكوين الزبير في حقل



شكل (1) خارطة تبين موقع منطقة الدراسة (AL-Ameri et al, 2009)

Age		Group	Formation	Lith.	Description	Thicness m	AP	Super seq.	Tectonic Event					
period	epoch													
Tertiary	L. Miocene - Recent	Kuwait	Q. deposits		Clay and silt	180	AP11	IV	Zagros Orogeny					
			Dubbdiba		Sand and gravel	240								
			Fatha		Marl and limestone	120								
			Ghar		Sand and gravel	90								
	M-L Eocene	Hasa	Dammam		dolomite	220	AP10	I	Neo Tethys Ocean Closing					
			Rus		Anhydrite	30								
	Paleocene-early Eocene		Umm-Radhuma		dolomite	450								
			Tayarat		dolomite	260								
	Cretaceous		Late cretaceous	Aruma	shiraish					Marly limestone	105	AP9	IV	Tethys Obduction
					Hartha					Limestone and dolomite	190			
Sadi					Limestone	220								
Tanuma					Shale	45								
Khasib					Limestone	60								
cretaceous		Mishrif				Limestone	180	AP8	IV					

Early cretaceous	Thammama	Rumaila		Limestone	80	III	Neo Tethys Ocean Opening
		Ahmadi		Limestone	140		
		Mauddud		Limestone	110		
		Nhr Umar		Sand and Shale	260	II	
		Shuaiba		Limestone and Dolomite	80		
		Zubair		Sand and Shale	400	I	
		Ratawi		Limestone with Shale	260		
		Yamma ma		Limestone	280		
		Jurassic	U-Jurassic	sulaiy		Argillaceous Limestone	

شكل (2) العمود الطباقى و المراحل التكتونية الرئيسية (Aqrawi et al, 2010)

اولا : حساب حجم السجيل  $V_{sh}$

تم حسابه بواسطة مجس اشعة كاما من خلال المعادلة :

$$V_{sh} = 0.33 (2^{2+IGR} - 1)$$

$$IGR = \frac{GR_{log} - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}}$$

بينت النتائج اختلاف في قيم حجم السجيل مع العمق و تزيد في بعض الانطقة عن 10% و بالتالي تم تحديد الانطقة النظيفة (Permeable Clean Sand Layer) و الانطقة المحتوية على Shale (Impermeable Layer) ، و تم اخذ ذلك بنظر الاعتبار عند حساب الخصائص البتروفيزيائية و

3. طرائق البحث

1- حساب الخصائص البتروفيزيائية من خلال استخدام مجسات الابار المفتوحة.

2- تقسيم عضو الرمل الاعلى لتكوين الزبير الى وحدات مكمية بناء على نتائج الحسابات

البتروفيزيائية Computer CPI Processes Interpretation باستخدام برنامج Techlog.

3- دراسة و تقييم الصخور المصدرية لعضو السجيل الاعلى لتكوين الزبير لمعرفة قدرتها على توليد النفط.

4. النتائج والمناقشة

1,5 : الدراسة المكمية

$$\emptyset_S = \left[ \frac{\Delta t_{log} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} \right] - \left[ \frac{\Delta t_{sh} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} \right] * V_{sh}$$

وجرى حساب المسامية الثانوية من معادلة

: Schlumberger, 1997

$$S_{PI} = \emptyset_{N,D} - \emptyset_S$$

من خلال ملاحظة قيم المسامية في جميع ابار منطقة الدراسة وجد ان المسامية في الغالب تتراوح بين مدى جيد و ممتاز حسب تصنيف North, 1985 للمسامية مع وجود قليل من القيم المنخفضة التي تدل على مسامية واطنة .

ثالثا : حساب التشبع المائي و الهيدروكربوني

في النطاق غير الملوث Un Invaded Zone

تم حساب التشبع المائي من خلال معادلة Archie , 1944 للأعماق التي تحتوي نسبة سجيل اقل من %10

$$S_W = \sqrt{\frac{F * R_W}{R_t}}$$

اما الاعماق التي تزيد فيها نسبة السجيل عن 10 % فاستخدمت معادلة ( Simandoux, 1963 ) ، ( Asquith & Krygowski 2004 )

$$S_W = \left( \sqrt{\frac{F * R_W}{R_t}} \right) - \left( \frac{V_{sh} * R_W}{0.4 * \emptyset_t * R_{sh}} \right)$$

في النطاق المغسول Flashed zone جرى حساب التشبع المائي من معادلة Archie, 1944 :

اجراء التصحيحات اللازمة باستخدام المعادلات الخاصة بذلك .

ثانيا : حساب المسامية

تم حسابها بواسطة مجس نيوترون - كثافة حيث ان قراءة مجس النيوترون تعطي المسامية مباشرة للأعماق الخالية من السجيل اما التي تحتوي على سجيل فصحت من خلال المعادلة Tiab & Donaldson, 1996 :

$$\emptyset_{Ncorr} = \emptyset_N - (V_{sh} * \emptyset_{Nsh})$$

جرى حساب مسامية الكثافة للأعماق الخالية من السجيل من المعادلة Wyllie at el , 1958 :

$$\emptyset_D = \frac{\rho_{ma} - \rho_b}{\rho_{ma} - \rho_f}$$

والأعماق التي تحتوي على سجيل تم تصحيحها بالمعادلة ( Dresser Atlas, 1979 ) :

$$\emptyset_{Dcorr} = \frac{\rho_{ma} - \rho_b}{\rho_{ma} - \rho_f} - \left[ \frac{\rho_{ma} - \rho_{sh}}{\rho_{ma} - \rho_f} \right] * V_{sh}$$

و بالتالي حُسبت المسامية الكلية من خلال المعادلة :

$$\emptyset_{N,D} = \left( \frac{\emptyset_D + \emptyset_N}{2} \right)$$

كذلك تم حساب المسامية الاولية من المجس الصوتي من خلال معادلة Wyllie at el , 1958 :

$$\emptyset_s = \frac{\Delta t_{log} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}}$$

اما الاعماق التي تحتوي على السجيل فصحت

قراءات المجس بواسطة معادلة ( Dresser Atlas, 1979 )

٤- حساب مقاومة ماء التكوين  $R_w$ 

تم الحصول على قيمتها من خلال شركة نفط البصرة والتي كانت تساوي  $0.017 \text{ ohm.m @ } 200 \text{ F}$  ( $220 \text{ ppk NaCl}$ )

بعد حساب التشبع المائي تم حساب التشبع الهيدروكربوني من المعادلة:

$$SH = 1 - S_w$$

رابعا : حساب الحجم الكلي للماء و الهيدروكربون المتحرك

تم حسابها من خلال المعادلتين ( Schlumberger, 1998 ) :

$$BV_w = S_w * \phi_{N.D}$$

$$BV_{x_o} = S_{x_o} * \phi_{N.D}$$

كذلك امكن حساب حجم الهيدروكربون الكلي  $BV_h$  و الذي يشمل كلا من حجم النفط القابل للحركة ( Movable oil saturation ( MOS ) و حجم الفضالة النفطية غير القابلة للحركة ( ROS ) Residual oil saturation من المعادلة ( Schlumberger, 1998 ) :

$$BV_h = S_h * \phi_{N.D}$$

و تم حساب التشبع النفطي القابل للحركة  $MOS$  من معادلة ( Spain, 1992 ) :

$$MOS = S_{x_o} - S_w$$

و حسب التشبع النفطي المتبقي  $ROS$  من معادلة ( Schlumberger, 1998 ) :

$$ROS = 1 - S_{x_o}$$

$$S_{x_o} = \sqrt{\frac{F * R_{mf}}{R_{x_o}}}$$

لتطبيق هذه المعادلات يجب حساب المتغيرات الآتية :

١- حساب معامل التكوين  $Formation$  Factor (  $F$  )

يرتبط معامل التكوين مع المسامية المرفوعة للاس  $m$  (  $m$  معامل السمنتة Cementation Factor الذي يعتمد على هندسة المسام ) بعلاقة عكسية ( Archie, 1944 )

$$F = \frac{a}{\phi^m}$$

اعتبرت قيمة  $a$  للصخور الرملية 0.81 اما قيمة  $m$  فاعتبرت 2.25 و بذلك تصبح المعادلة

$$F = \frac{0.81}{\phi^{2.25}}$$

٢- حساب درجة حرارة التكوين  $T_F$  $Formation$  Temperature

تم حسابها باستخدام المعادلتين ( Asquith and Krygowski, 2004 ) :

$$T_f = (G.G * d) + T_s$$

$$G.G = \frac{BHT - T_s}{T_D}$$

٣- حساب مقاومة راشح طين الحفر  $R_{mf}$ 

تم الحصول عليها من رأسية المجس و جرى تصحيحها حسب درجة حرارة التكوين من خلال معادلة ( Arps, 1964 ) :

$$R_{mf} @ T_f = R_{mf} @ T_s * \left( \frac{T_s + 21.5}{T_f + 21.5} \right)$$

٣- *D Unit* / تتكون اساسا من *Sandstone* مع وجود طبقات رقيقة من *Siltstone* و *Silty Shale* و *Shale* تنتهي حدود هذه الطبقة مع الطبقة *K* العازلة ، لهذه الطبقة اهمية كبيرة حيث انها تشكل نسبة كبيرة من العطاء الرئيسي للتكوين بسبب سمكها الكبير . اشارت النتائج الى مسامية وتشبع هيدروكربوني عالي في جميع الابار ماعدا بئر R-167 الذي اظهر تشبع هيدروكربوني قليل و تشبع مائي عالي .

٤- *K Unit* / طبقة عازلة من *Shale* تفصل بين الوحدات المكمنية *D* و *L* يتراوح سمكها بين 4-7 m في ابار الدراسة .

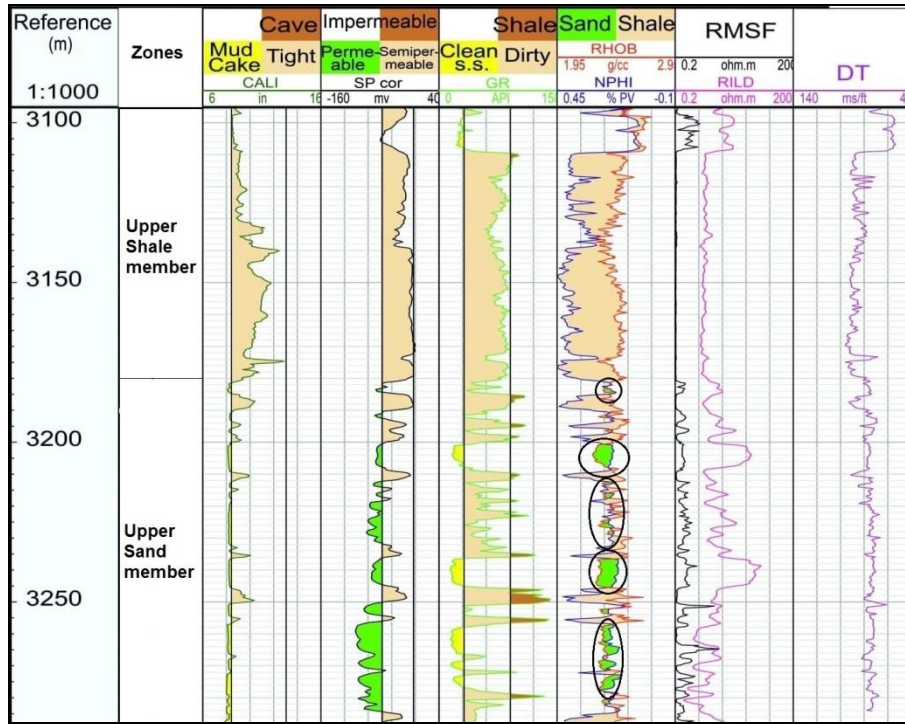
٥- *L Unit* / تتكون من *Sandstone* و *Shaly Sand* مع طبقات رقيقة من *Shale* ، يشير الحد السفلي لهذه الوحدة الى الحد الفاصل بين عضو الرمل الاعلى و عضو السجيل الاوسط ، وهي ذات سمك كبير الا ان سمكها اقل من سمك الوحدة *D* و ايضا تحتوي تشبع هيدروكربوني عالي و مسامية جيدة ما عدا بئر R-167 .

من خلال ملاحظة سلوك المجسات البئرية شكل (3-3) و حساب الخصائص البتروفيزيائية تم تقسيم عضو الرمل الاعلى لتكوين الزبير الى ثلاث وحدات مكمنية رئيسية (*AB, D, L*) تفصل بينها طبقتين عازلة (*C, K*) شكل (3-B) :

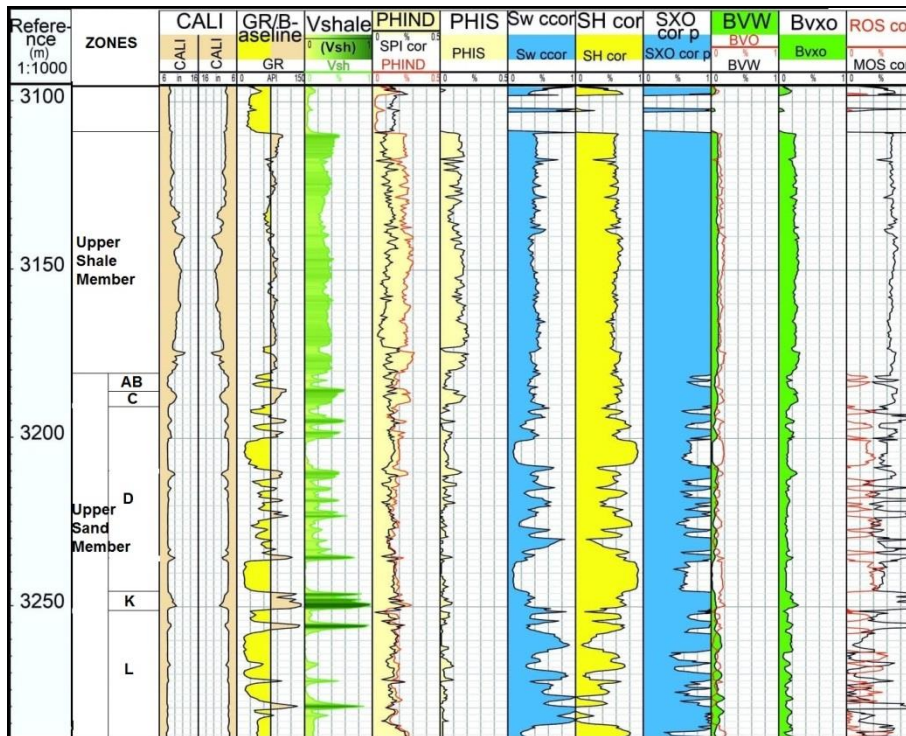
١- *AB Unit* / تمتد هذه الوحدة في جميع الابار المدروسة و يتراوح سمكها بين 4-8 m و كما يظهر من نتائج تحليل المجسات تتكون هذه الوحدة من *Sandstone* بشكل اساسي ومن خلال المصادر و البحوث السابقة نجد انها تتميز بطبقة علوية من *Silty Sandstone* متدرجة من *USM* ، تنتهي حدود الطبقة مع طبقة *C* العازلة تحتها المكونة من *Shale* و تظهر جيدة التشبع الهيدروكربوني ما عدا بئر R-167 .

٢- *C Unit* / طبقة عازلة متكونه من *Shale* كما تُظهر المجسات تفصل بين الوحدة المكمنية *AB* اعلاها و الوحدة المكمنية *D* اسفلها و يتراوح سمكها بين 4-6 m في الابار المدروسة و تحتوي نسبة تشبع هيدروكربوني عالي.





(A)



(B)

شكل (3) A : سلوك المجسات البئرية ، B : النتائج البتروفيزيائية

لبئر R-152 لعضو السجيل الاعلى وعضو الرمل الاعلى لتكوين الزبير

تمثل إمكانات توليد الهيدروكربونات للصخر (Espitalie et al, 1977). يمكن التعبير عن هذا الجهد التوليدي (S1 + S2) بالكيلوغرام لكل طن من الصخور أو جزء في المليون (ppm) في تصنيف الصخور المصدرية على النحو التالي جدول (1):

٢,٥ دراسة الصخور المصدرية ينتج عن الانحلال الحراري Rock-Eval pyrolysis العديد من المتغيرات لتقييم جودة المادة العضوية حيث ان الهيدروكربونات الموجودة في العينة (S1) بالإضافة إلى الهيدروكربونات التي يمكن توليدها من الكيروجين مع زيادة درجة الحرارة (S2)

جدول(1) تقييم قدرة الصخور المصدرية اعتمادا على نسبة S1+S2 (Tissot and Welte, 1984)

S1+S2 Generative Potential	Interpretation
< 2 Kg/T ( 2000 ppm )	No Oil Source Rock, Some Gas
2 – 6 Kg/T ( 2000-6000 ppm )	Moderate Source Rock
6 – 12 Kg/T ( 6000-12000 ppm )	Good Source Rock
> 12 Kg/T ( >12000 ppm )	Very Good Source Rock

تم اجراء تحاليل التحلل الحراري لنماذج صخرية لتكوين الزبير المأخوذة من بئر R-167 جدول (2) وباعتماد على نتائج التحاليل امكن تقييم صخورها المصدرية ومعرفة قدرتها على توليد الهيدروكربونات.

جدول(2) نتائج التحلل الحراري لنماذج تكوين الزبير

	Well Name	Depth m	Formation	Sample	TOC Wt %	S1 mg/g	S2 mg/g	T max °C	Ro %	HI %	PI
1	R-167	3388	Zubair	cut	0.56	0.15	0.57	435	0.62	101.79	0.21
2	R-167	3425	Zubair	cut	0.89	0.12	0.8	435	0.67	89.89	0.13
3	R-167	3457	Zubair	cut	0.78	0.14	0.55	436	0.67	198.72	0.20
4	R-167	3507	Zubair	cut	1.09	0.19	0.43	437	0.67	66.97	0.30

5	R-167	3555	Zubair	cut	0.47	0.04	0.31	438	0.65	65.96	0.11
6	R-167	3655	Zubair	cut	1.3	0.11	0.81	440	0.69	115.38	0.12
7	R-167	3730	Zubair	cut	1.49	0.17	0.86	443	0.71	57.72	0.16

معادلات (North , 1985) التي تعطي كمية المادة

العضوية كنسبة حجمية او وزنية في الصخور .

١,٢,٥ كمية المادة العضوية

يتم حساب المحتوى الكلي للكربون العضوي

TOC بتقنية التحلل الحراري Pyrolysis حسب

$$OM (wt \%) = OC * 1.22$$

$$OM (wt \%) = OM (wt \%) * 2.5$$

جدول (3) تصنيف اجمالي المادة العضوية (Peters et al., 2005)

Petroleum Potential	TOC Wt %
Poor	0-0.5
Fair	0.5-1
Good	1-2
Very good	2-4
Excellent	> 4

نظرًا لأن نوع الهيدروكربونات التي

يمكن أن تولدها صخرة المصدر تعتمد على كمية

الهيدروجين في مادتها العضوية ، فإن مؤشر

الهيدروجين HI هي معلمة مفيدة لتقييم القدرة التوليدية

لصخرة المصدر. بناءً على ذلك يقترح Peters,

1986 المعايير التالية جدول (4) لتقدير جودة

الكيروجين:

واعتمادا على التصنيف الذي وضعه

(Peters et al., 2005) جدول (3) فقد اظهرت

نتائج التحاليل جدول (2) احتواء تكوين الزبير على

كمية معتدلة الى جيدة من المادة العضوية TOC.

٢,٢,٥ نوع المادة العضوية (الكيروجين)

جدول (4) تقييم قدرة الصخور المصدرية اعتماداً على قيم HI (Peters, 1986)

Type	HI (mg HC/g C)
III (Gas)	0 – 150
II or II-III (Gas & Oil)	150 – 300
I or II (Oil)	> 300

(Roberts, 1988). مع زيادة الدفن وبالتالي درجة الحرارة ، تخضع المادة العضوية للترسبات لتغيرات فيزيائية وكيميائية من خلال ثلاث مراحل جيوكيميائية للتطور هي Diagenesis, Catagenesis and Metagenesis (Tissot and Welte, 1984).

من المعلمات التي تستخدم في معرفة مدى نضوج المادة العضوية :

**انعكاس الفترينايت  $R_o$**  : وهو مقدار تحم المادة الدبالية Humic التي تنشأ من الخلايا النباتية من مادة اللجنين Lignin والسيليلوز Cellulose Taylor et al., (1998) ، قدم (Sweeny and Burnham, 1990) نموذجاً لتقييم  $R_o$  بناءً على التغيرات الكيميائية في تكوين الفترينايت مع الوقت ودرجة الحرارة ويُعبر عنه كنسبة مئوية جدول (5) .

أظهرت النتائج ان المادة العضوية المكونة للصخور المصدرية لتكوين الزبير تشير الى كيروجين من النوع الثاني II والنوع المختلط II-III المولدين للنفط والنوع الثالث III المولد للغاز.

### ٣,٢,٥ النضوج الحراري

تتبع المادة العضوية الرسوبية مساراً تطورياً كيميائياً حرارياً عند تعرضها لزيادة درجة الحرارة ، وتكون هذه الزيادة ناتجة عن عمق دفن الرواسب ، والتدرج الحراري الإقليمي أو المحلي ووقت التسخين ، وإلى حد ما الضغط (Connan, 1974) ، لذلك يتم تحديد التاريخ الحراري لصخرة المصدر من خلال التاريخ التكتوني والحراري للحوض الذي يحتوي عليه

جدول (5) يوضح قيم انعكاس الفترينايت (Sweeny and Burnham, 1990)

0.25 – 0.55	<i>Immature</i>
0.55 – 0.70	<i>Early oil</i>
0.70 – 1.00	<i>Main Oil</i>
1.00 – 1.30	<i>Late Oil</i>
1.30 – 2.00	<i>Wet Gas</i>

2.00 – 4.00	Dry Gas
4.00 <	Over mature

**معامل الانتاجية PI** : يُقصد به نسبة الهيدروكربونات الحرة الموجودة في الصخور S1 الى مجموع (الهيدروكربونات الحرة الموجودة في الصخور S1 والهيدروكربونات المتحررة نتيجة التكسر الحراري للكيريوجين S2)، تتأثر قيمته بالتلوث بطين الحفر وبالهيدروكربونات المهاجرة و ال Matrix (Clementz, 1979).

$$PI = \frac{S1}{S1 + S2}$$

تشير قيم Ro لتكوين الزبير الى مرحلة النضج المبكر وبدء دخولها مرحلة ذروة توليد النفط .

**درجة الحرارة القصوى T max** : تمثل درجة الحرارة المرافقة لتحرر اكبر كمية من الهيدروكربون الناتج من التكسر الحراري للمادة العضوية وبالتالي تعد دليلا على نضوج المادة العضوية ، استنادا الى تصنيف درجة الحرارة جدول (6) ونتائج التحليل جدول (2) نتبين ان النماذج المأخوذة هي في مرحلة النضج المبكر.

جدول (6) تصنيف مراحل نضوج النفط استنادا الى مؤشر الانتاج ودرجة الحرارة (Peters et al., 2005)

Stage of Thermal Maturity for Oil	T max °C	PI S1/S1+S
Immature	< 435	>0.1
Early mature	435-445	0.11-0.15

<b>Peak mature</b>	445- 450	0.25-0.4
<b>Late mature</b>	450- 470	> 0.4
<b>Post mature</b>	> 470	-

mg ( 250 – 350°C) مقاسة بوحدات ( HC / g rock ) . اشارت النتائج الى قدرة معتدلة Fair للصخرة المصدرية لتوليد الهيدروكربونات.

S2 / هي كمية الهيدروكربونات الناتجة من التكسر الحراري للكبريتين بين (-350 600°C) مقاسة بوحدات ( mg HC / g rock ) . اظهرت النتائج قدرة ضعيفة Poor لإنتاج الهيدروكربون.

دلت قيم مؤشر الانتاج جدول (2) و استنادا الى التصنيف في جدول (6) الى مرحلة النضوج المبكر وبداية مرحلة ذروة النضوج

٤,٢,٥ جهد الصخرة المصدرية

يمكن تقييم قدرة الصخور المصدرية لتوليد الهيدروكربونات من خلال قيم S1 , S2 جدول (7) حيث :

S1 / هي كمية الهيدروكربونات في الأنموذج الصخري التي تتحرر عند درجة حرارة بين

جدول (7) تصنيف قدرة الصخرة المصدرية لتوليد الهيدروكربونات (Peters et al., 2005)

<b>Petroleum Potential</b>	<b>Rock-Eval Pyrolysis</b>	
	<b>S1</b>	<b>S2</b>
<b>Poor</b>	0-0.5	0-2.5
<b>Fair</b>	0.5-1	2.5-5
<b>Good</b>	1-2	5-10
<b>Very good</b>	2-4	10-20
<b>Excellent</b>	> 4	> 20

الكيروجين من النوع الثاني و المختلط (الثاني والثالث) المولد للنفط والنوع الثالث المولد للغاز.

- التكوين في مرحلة بداية النضوج و دخل مرحلة ذروة النضوج .
- الصخور المصدرية ذات قدرة جيدة لتوليد الهيدروكربونات .

#### ٥. الاستنتاجات

- بعد حساب الخصائص البتروفيزيائية للتكوين في الابار المدروسة تم تقسيمه الى ثلاث وحدات مكمية رئيسية ( AB, D, L ) تفصل بينها وحدات عازلة من السجيل ( C, K ) .
- اشارت النتائج ان المواصفات البتروفيزيائية تتحسن كلما اتجهنا الى جنوب الحقل ، بينما يزداد التشبع المائي باتجاه غرب الحقل .
- اظهرت دراسة الصخور المصدرية للتكوين انه يحتوي على كمية جيدة من المادة العضوية و

#### المراجع

cretaceous Zubair formation, southern Iraq: Cretaceous Research 789-797pp.

4. Al-Fadel, K. and Al-Ansari, R., (1992). The Petroleum Geology of the Upper Sandstone Member of Zubair Formation in Rumaila North Oilfield, Ministry of Oil, Department of Reservoir and Field Development Section of Production Studies, Report. DEPT. of Reservoirs and Fields Development. Iraq. 15P .

5. Al-Siddiki, A., (1978). Subsurface Geology of Southern Iraq, Tenth Arab petroleum congress tirpolilibya, No. 141 (B-3).

6. Aqrawi, A. A., Goff, J. C., Horbury, A. D., & Sadooni, F. N. (2010). The petroleum geology of Iraq. Scientific Press Ltd. UK.

1. Abedi, M., Norouzi, G-H., Bahroudi, A., (2012). Support vector machine for multi classification of mineral prospectively areas. Computers & Geosciences 46: 272–283. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2011.12.014> .

2. Al-Ameri, T.K., Al-Khafaji, A.J., Zumberge, J. (2009). Petroleum system analysis of Mishrif reservoir in the Ratawi, Zubair, North and South Rumaila oil fields, southern Iraq. Geo Arabia, v.14, no. 4, 91-108 pp.

3. Al-Ameri, T. K. and Batten, D. J. (1997). Palynomorph and Palynofacies indications of age, depositional environments and source potential for hydrocarbons: lower

14. Espitalie J., Laporte J.L., Madec M., Marquis F., Lepat P., Paulet J. and Boutefeu A., (1977). Methode rapide de caracterisation des roches meres , de leur potentiel petrolier et de leur degre d evolution . Inst Fr. Pet., 32.
15. Harris , G. D., Wellner, R.W., Catterall, V. et al, (2012). Stratigraphy and Depositional Environment of the Upper Zubair Sandstone ( Main Pay) , West Qurna 1 Field , Iraq. Presented at the EAGE workshop on Iraq : Hydrocarbon Exploration and Field Development , Istanbul , Turkey , 29 April – 2 May . Paper IR17.
16. Jassim, S.Z. and Goff, J.C. (Eds.) (2006). Geology of Iraq. DOLIN, sro, distributed by Geological Society of London, 341.
17. Nairn, A.E.M. and Al-sharhan, A.S. (1997). Sedimentary basins and petroleum geology of the Middle East. Elsevier.
18. North, F. K. (1985). Petroleum Geology, Allen and Unwin Inc.,607P.
19. Peters, K. E., Moldowan, J. M., & Walters, C. C. (2005). The Biomarker Guide: Biomarkers in petroleum systems and Earth history. V2, Cambridge University Press.
20. Peters, K. E. (1986). Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis. AAPG Bull., 70, 318–29.
7. Archie, G. E., (1944). The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. Petroleum Technology, Vol. 5, 54-62pp.
8. Arps, J. J., (1964). Engineering concepts useful in oil finding. AAPG Bulletin, vol. 48, 157-165pp.
9. Asquith, G. B. and Krygowski, D. (2004). Basic Well Log Analysis, 2nd Edition: AAPG Methods in Exploration Series 16. Published by The AAPG Tulsa, Oklahoma, 244p.
10. Buday, T., (1980). The Regional Geology of Iraq. 1: Stratigraphy and Paleogeography. In: Directorate General for Geological Survey and Mineral Investigations, State Organization for Minerals Library, Baghdad, Iraq, Dar-Al-Kutir publishing House, Baghdad.
11. Clementz, D. M., (1979). Effect of oil and bitumen saturation on source-rock pyrolysis: AAPG Bulletin, v. 63, p. 2227-2232.
12. Connan, J., (1974). Time-temperature relation in oil genesis: AAPG Bulletin, v. 58, p. 2516-2521.
13. Dresser Atlas, (1979). Log Interpretation Charts: Houston , Dresser Industries ,Inc.,107p.



26. Sweeney, J. J., & Burnham, A. K., (1990). Evaluation of a simple model of Vitrinite reflectance based on chemical kinetics (1). AAPG Bulletin, 74(10), 1559-1570.
27. Taylor, G.H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R., Robert, P., (1998). Organic petrology. Stuttgart, 704p.
28. Tiab, D. and Donaldson, E. C., (1996). Petrophysical theory and practice of measuring reservoir rock and fluid transport properties; Houston, Texas, 207P.
29. Tissot, B. P. & Welte, D. H., (1984). Petroleum Formation and Occurrence. Springer-Verlag, New York.
30. Wyllie, M. R. J., Gregory, A. R., and Gardner, G. H. F., (1958). An experimental investigation of the factors affecting elastic wave velocities in porous media: Geophysics, v.23, pp. 459-493.
21. Robert, P. (1988). Organic metaorphism and geothermal history. Microscopy study of organic matter and thermal evolution of sedimentary basins: Elf-Aquitaine and D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, Boston, p. 380.
22. Schlumberger, (1997). Log interpretation charts, Houston, Schlumberger, Wireline and Testing. 193p.
23. Schlumberger, (1998). Log interpretation principles /Applications, seventeen printing. Schlumberger Wireline & Testing 225, Schlumberger Drive Sugar Land, Texas 77478.
24. Simandoux, P., (1963). Mesures de techniques en milieu application a mesure des saturation en eau, etude du comportement de massifs argileux. Review du'Institute Francais du Patrole 18(Supplementary Issue):193.
25. Spain, D. R., (1992). Petrophysical evaluation of a slope fan/ basin floor fan comple: Cherry Canyon Formation, Ward County, AAPG Bulletin, vol. 76, no. 6, pp.: 805-827.