التحليل التركيبي الهندسي والمنشأي لحقل الزبير النفطي ـ جنوبي العراق

واثق غازي المطوري
جامعة البصرة/ كلية العلوم/ قسم علم الأرض
wathiqalmutury@yahoo.com

داود سلمان بناي المياحي
جامعة البصرة/ مركز علوم البحار/ قسم الجيولوجيا البحرية
banaydawod@yahoo.com

المستخلص:

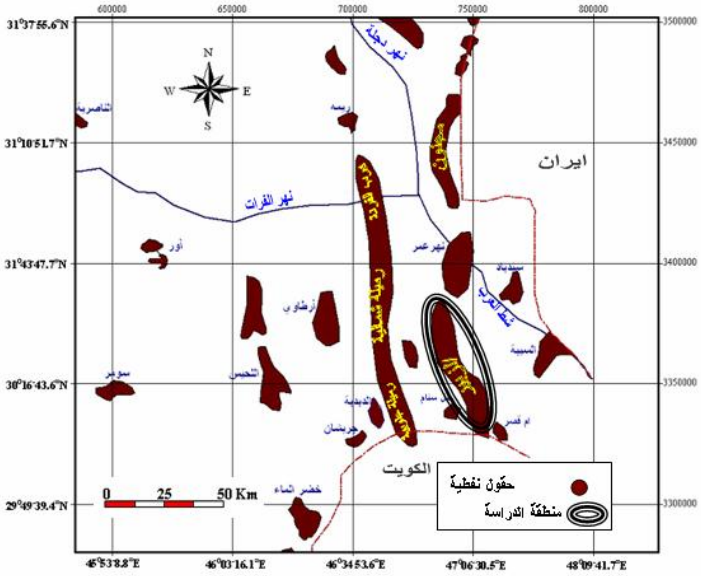
يمثل حقل الزبير احد الحقول النفطية المهمة في جنوبي العراق، وهو عبارة عن تركيب تحدبي يمتد محوره باتجاه شمال شمال غرب ـ جنوب جنوب شرق، ويتألف من ذروتين هما: ذروة الحمار في الشمال وذروة الرافضية في الجنوب. وان قسماً من الجزء الجنوبي من ذروة الرافضية يمتد داخل الأراضي الكويتية. يفصل بين الذروتين منخفض سرجي. يصنف التركيب هندسياً على انه طية محدبة، متناظرة، غير اسطوانية، غير مستوية، طولية، أفقية، قائمة، بسيطة، ذات خطوط انسجام شديدة التقارب، أما من الناحية المنشأية فأن التركيب تكون نتيجة لتظافر ثلاث عوامل هي: اندفاع صخور القاعدة، وتكتونية الأملاح، والحركة الأوروجينية الألبية. وان ذروة الحمار تأثرت بتكتونية الأملاح بشكل رئيس، بينما ذروة الرافضية تأثرت باندفاع صخور القاعدة، أما الحركة الألبية فقد كانت المسؤولة عن تكون التركيب في مرحلته النهائية.

المقدمة:

يقع حقل الزبير في جنوبي العراق (20 كم) غرب مدينة البصرة بين خطي طول (َ30 °47) و(َ45 °47) شرقاً، ودائرتي عرض (َ45 °30) و(َ00 °30) شمالاً. يقع حقل نهر عمر إلى الشمال من هذا الحقل، والى الغرب منه حقل الرميلة، والى الجنوب الغربي منه تركيب جبل سنام، ويمتد قسم من الجزء الجنوبي من حقل الزبير داخل الأراضي الكويتية (الشكل 1).

يتواجد النفط والغاز في حقل الزبير ضمن تكاوين: الفتحة، وابو غار، ومشرف، والزبير. وان المصدر الرئيس للإنتاج في هذا الحقل يأتي من عضوين رمليين من تكوين الزبير هما: العضو العلوي، والعضو السفلي [1].

تهدف الدراسة إلى أجراء التحليل التركيبي (Structural Analysis) بنوعيه الهندسي (Geometric)، والمنشأي (Genetic). يستخدم التحليل الهندسي لمعرفة نوع التركيب وخصائصه الهندسية، وبالتالي تصنيفه هندسيا. أما التحليل المنشأي فيستخدم لمعرفة أصل التركيب، وأسباب تكونه، ولغرض انجاز هذا الهدف تم الاستعانة بالخرائط الجيولوجية تحت السطحية، وبالدراسات الجيوفيزيائية، ومعلومات الآبار



الشكل (1): الخريطة الموقعية لحقل الزبير والحقول النفطية المجاورة له في جنوب العراق.
المصدر: خريطة مجتزئة ومحورة من خريطة أكبر أعدتها الشركة العامة لنفط الجنوب، عام (2005) [2]

الوضع الجيولوجي:

يقع حقل الزبير ضمن الحوض الغائر(Sagged basin) لنطاق وادي الرافدين، حسب تقسيمات العراق التكتونية لـ [3]، الذي يشكل جزءاً من شبه منصة الأرض المقدمة (Quasiplatform foreland (التابع للطبق العربي (Arabian plate). يقسم نطاق وادي الرافدين وفقا لـ [4] إلى ثلاث أشباه أنطقة هي: شبه نطاق الفرات (Euphrates Subzone)، وشبه نطاق دجله (Tigris Subzone)، وشبه نطاق الزبير (Zubair Subzone)، تقع منطقه الدراسة ضمن شبه نطاق الزبير والذي دعي من قبل الفريق العراقي السوفيتي عام (1979) بنطاق البصرة (Basrah Zone).

يمتاز شبه نطاق الزبير بكونه غير مستقر تكتونياً لثلاث أسباب رئيسيه هي: تأثير الحركة الأوروجينية الألبية، واندفاع صخور القاعدة، وتكتونية الأملاح. عادة ما تشترك هذه العوامل الثلاث سوية في تكوين التراكيب التحدبية تحت السطحية، كما إن كل واحد منها قد يعمل على تحفيز الأخر، فالحركات الأوروجينية الألبية تعمل على اندفاع صخور القاعدة نتيجة لتحفيز الحركة على فوالقها، كما إن اندفاع صخور القاعدة هذا قد يساهم في تحفيز الملح على الصعود نحو الأعلى وتكوين التراكيب الملحية.

تتألف صخور القاعدة أسفل شبه نطاق الزبير من بلوك البصرة (Basrah Block) الذي يقسم إلى ثلاث بلوكات ثانوية (Sub-Block) هي: البلوك الثانوي الشمالي الواقع بين فالقين مستعرضين هما فالق تخاديد القرنة في الشمال، وفالق الحمار في الجنوب. البلوك الثانوي الأوسط الواقع بين فالق الحمار في الشمال، وفالق البصرة في الجنوب. البلوك الثانوي الجنوبي الواقع أسفل فالق البصرة يمتد إلى الكويت والسعودية [5].

طرائق العمل:

يعتمد التحليل التركيبي الهندسي على دراسة العناصر الهندسية للتركيب سواء كانت عناصر خطيه (Linear)، أو مستوية (Planar). ولأن حقل الزبير هو تركيب تحت سطحي، فلا بد من الاستعانة بالخرائط التركيبية (الكونتورية) المعدة بواسطة الطرق الجيوفيزيائية وحفر الآبار، لغرض دراسة الخصائص الهندسية له. في هذه الدراسة تم الاعتماد على خريطة تركيبيه لأعلى تكوين المشرف باعتباره عاكسا جيدا، معده من قبل شركه النفط الوطنية العراقية، وبمقياس رسم (1:50000) وهو مقياس دقيق نسبيا يسمح بالحصول على نتائج مرضيه. استخدمت البيانات المأخوذة من هذه الخريطة، ومن الدراسات السابقة، والمتمثلة بوضعيات أجنحة تركيب الزبير، ولمسارين يقع كل منهما على قمة احد الذروتين الشمالية، والجنوبية، وبصوره عموديه المحور، وإسقاطها على شبكه شمت المتساوية المساحة (Schmidt equal area net) للإسقاط المجسم (Stereographic Projection) لنصف الكره السفلي. تم تنفيذ الإسقاط المجسم بالاستعانة ببرنامج الشبكة المجسمة (Stereo Net) المعد سنة (1995)، وبرنامج الحاسبة الجيولوجية (Geo-calculator) المعد سنه (2000). ان النتائج المستحصلة من هذين البرنامجين تمثل وضعيات العناصر الخطية، والمستوية التي استخدمت لتصنيف تركيب الزبير هندسيا. فضلا عن ذلك فقد تم الاستعانة ببرنامج السيرفر (Surfer) المعد سنة (1997)، لغرض رسم شكل مجسم ثلاثي الأبعاد لتركيب الزبير، وذلك لأجل اكتمال الصورة الهندسية للتركيب. أما التحليل المنشأي فقد اعتمد على نتائج الدراسات الجيوفيزيائية المتوفرة لغرض تحديد أسباب تكون التركيب وآليات تكونه.

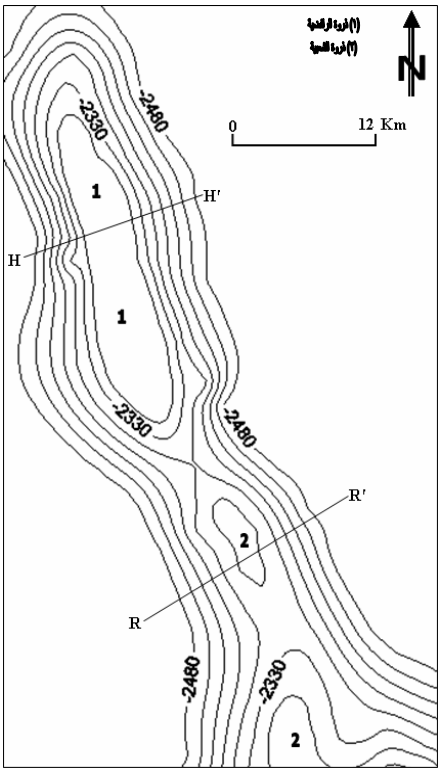
التحليل التركيبي الهندسي:

حقل الزبير عبارة عن طيه محدبه غير اسطوانية يبلغ طول محورها حوالي (65 كم)، وأقصى عرض لها قرابة (18 كم). يتراوح ميل جناحيها بين (2-3) درجه. اتجاه محورها شمال شمال غرب - جنوب جنوب شرق (الشكل 2). بعض الدراسات ترى أن التركيب مكون من ثلاث ذروات هي من الشمال إلى الجنوب. الذروة الشمالية (ذروه الحمار)(Hammar Culmination) وهي اصغر الذروات، والذروة الوسطية (ذروه الشعيبة)(Shuaiba Culmination) وهي اكبر الذروات، والذروة الجنوبية (ذروه الرافضية)(Rafidiya Culmination). بينما دراسات أخرى، مثل دراسة الشرهان [1] تقسم التركيب إلى ذروتين هما ذروه الحمار وذروه الرافضية، وهذا التقسيم هو المتبع في الدراسة الحالية لأنه أكثر انسجاما مع النتائج التي توصلت إليها.

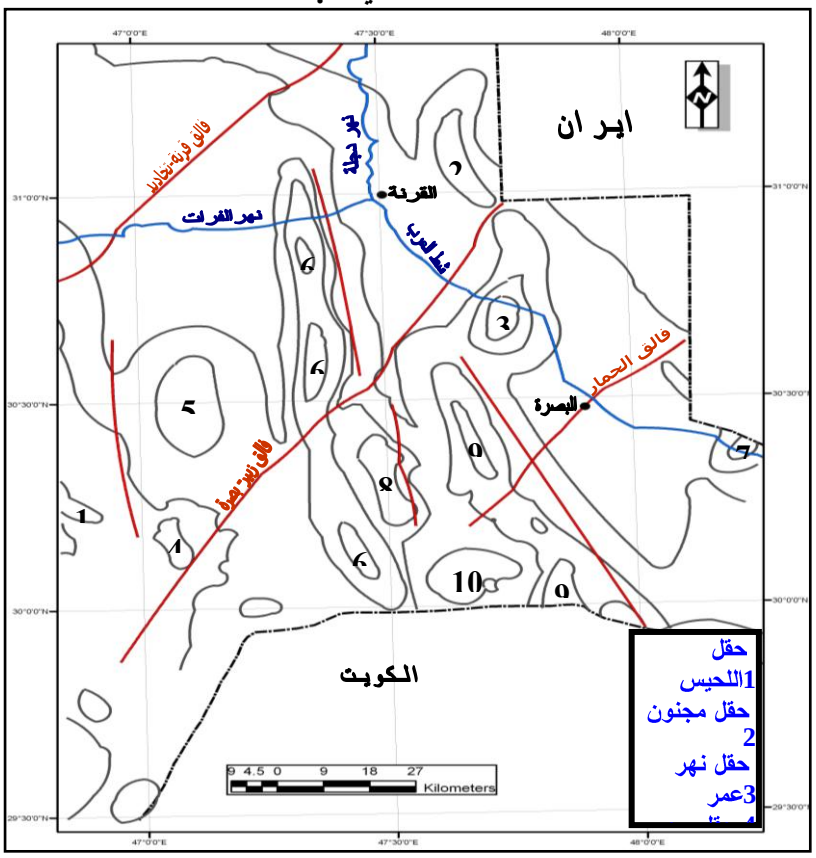
ومن الجدير بالذكر إن عدد من الدراسات تستخدم مصطلح (قباب) (Domes) بدلا من (ذروات) لوصف النقاط ذات المنسوب الأعلى ارتفاعا والموجودة على طول المحور المنحني للتراكيب غير الأسطوانية، وهذا غير دقيق من الناحية التركيبية لان القباب تمثل التراكيب ذات الشكل الدائري في المقطع الرأسي [6]، وهو ما لم يتوفر في ذروات منطقه الدراسة ذات الشكل الطولي.

يظهر من الخريطة التركيبية لأعلى تكوين المشرف (الشكل 2) إن تركيب الزبير يتكون من جزأين رئيسيين هما؛ الجزء الشمال (ذروه الحمار)، والجزء الجنوبي (ذروه الرافضية)، يفصلهما سرج (Saddle) منخفض نسبيا. وفيما يلي دراسة التحليل التركيبي الهندسي لهذين الجزأين عند أعلى تكوين المشرف:

(1) الذروة الشمالية (ذروة الحمار): تنفصل ذروة الحمار عن تركيب نهر عمر بواسطة سرج ضحل [7]، اتجاه غطس الجزء الشمالي لذروه الحمار باتجاه الشمال إلى الشمال الشرقي وذلك لكي يلتقي باتجاه الغطس الجنوبي لحقل نهر عمر [8]، يبلغ طول محور ذروة الحمار عند أعلى تكوين المشرف حوالي (40 كم) وباتجاه شمال غرب - جنوب شرق. تقسم ذروه الحمار بدورها إلى ذروتين هما: الذروة الشمالية طول محورها (23 كم)، والذروة الجنوبية طول محورها (17 كم) يفصلهما سرج ضحل جدا. ذروه الحمار تقع فوق البلوك الثانوي الأوسط، الذي يحده فالق الحمار في الشمال وفالق البصرة في الجنوب. فالق الحمار يقع أسفل السرج الفاصل بين تركيب نهر عمر وتركيب مجنون، أما فالق البصرة فيقع أسفل السرج الفاصل بين ذروة الحمار وذروة الرافضية (الشكل 3).



الشكل (2): الخريطة التركيبية لحقل الزبير عند اعلى تكوين المشرف، والمساران المعتمدان في تحليل التراكيب هندسياً [9].



الشكل (3): يبين توزيع التراكيب تحت السطية في شبه نطاق الزبير عند عمق (4 كم) تقريباً مع صدوع القاعدة، أعدت اعتماداً على [10]،[5]

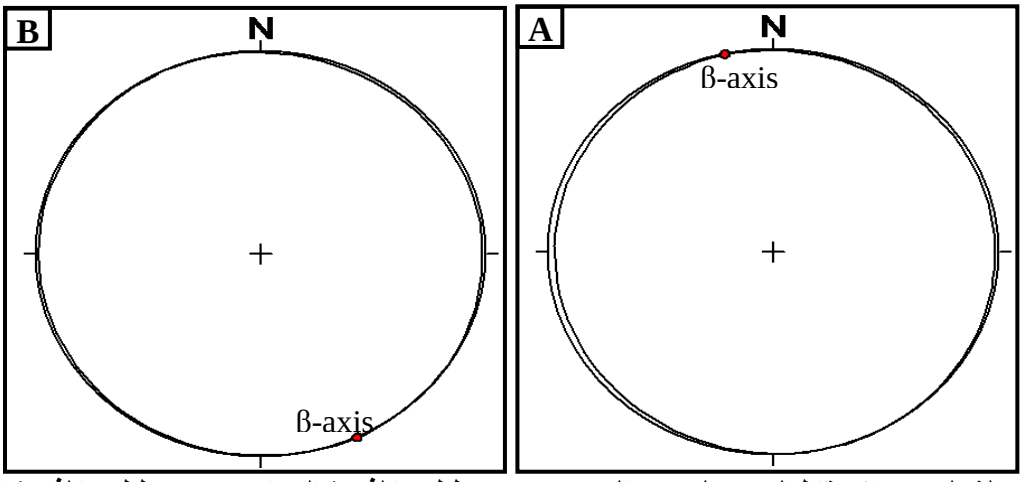
(2) الذروة الجنوبية (ذروة الرافضية): يمتد محور ذروة الرافضية عند أعلى تكوين مشرف من الجنوب ابتداءاً من الحدود العراقية الكويتية باتجاه الشمال لمسافة تبلغ حوالي (10 كم)، وينحرف باتجاه الغرب قاطعا مسافة مقدارها (16 كم) حتى يصل إلى الغاطس الشمالي له عند السرج الذي يفصلها عن ذروه الحمار، أي إن طول محور ذروة الرافضية داخل الأراضي العراقية هو (26 كم) (الشكل 2).

إن ذروة الرافضية عند أعلى تكوين مشرف – وكذلك أعلى تركيبي الشعيبة والزبير– تتألف من ذروتين يفصلهما سرج ضحل جداً [11]، وتكون الذروة الجنوبية أكثر ارتفاعا من الشمالية بمقدار (20 م) تقريبا. ذروة الرافضية تقع فوق البلوك الثانوي الجنوبي الذي يحده من الشمال فالق البصرة ويمتد داخل الأراضي الكويتية، (الشكل 3). تنفصل ذروة الرافضية عن ذروة صفوان الواقعة في الجنوب وعلى بعد (12 كم) بواسطة سرج ضحل، كما إن ذروة صفوان تكون أعلى تركيبيا من ذروة الرافضية بحوالي (100 م) [12].

لقد اجري التحليل التركيبي الهندسي عند أعلى تكوين المشرف وعند المسار (H-H′) العمودي على محور ذروة الحمار، وكذلك المسار (R-R′) العمودي على محور ذروة الرافضية والمبينة نتائجها في الجدول (1) المستحصلة من الإسقاط المجسم لوضعيات الجناحين في التركيب، وباستخدام مخطط بيتا (ß-Diagram)، (الشكل 4).

الجدول (1): نتائج التحليل التركيبي الهندسي لحقل الزبير عند أعلى تكوين مشرف.
(قراءات المضرب مأخوذة من اتجاه الميل مع حركة عقرب الساعة)

تركيب الزبير	وضعية الجناح الغربي	وضعية الجناح الشرقي	الزاوية الداخلية	وضعية خط المفصل	وضعية المستوي المحوري
الجزء الشمالي (قبة الحمار)	351°/3.5°	162°/2.2°	174.5°	347°/0.5°	167°/89°
الجزء الجنوبي (قبة الرافضية)	333°/1.5°	156°/02°	176.5°	160°/0.1°	160°/90°



الشكل (4): الإسقاط المجسم لتركيب الزبير: (A) مخطط بيتا لذروة الحمار، (B) مخطط بيتا لذروة الرافضية.

التصنيف الهندسي لتركيب الزبير:

هناك العديد من الأسس التصنيفية المتبعة في تصنيف الطيات، ويمكن إيجازها في أربعة أسس رئيسيه، كل واحد منها يشمل عدد من التصانيف. فيما يلي استعراض لهذه الأسس والتصانيف التي تشملها، مع تصنيف حقل الزبير نسبة إلى هذه الأسس، (جدول 2):

أولا: توجه الطية (Fold Facing): اعتمادا على هذا الأساس وضعت العديد من التصانيف نعتمد على اثنين منها، هي: التصنيف المعتمد على اتجاه ميل الجناحين (Dip Direction of Limbs) والتصنيف المعتمد على مقدار ميل الجناحين (Dip of Limbs)، واعتمادا على هذين التصنيفين، فأن حقل الزبير هو طيه تحدبيه متناظرة (Symitrical Antiform Fold).

ثانيا: شكل الطية بالأبعاد الثلاث (Fold Shape in Three Dimensions): اعتمادا على هذا الأساس وضعت العديد من التصانيف أبرزها:

(1) التصنيف المعتمد على شكل خط المفصل والسطح المحوري (Shape of Hinge line And Axial plane) وهو تصنيف تيرنر ووايس [13]، واعتمادا على هذا التصنيف فأن تركيب الزبير يصنف على انه طيه غير مستوية وغير اسطوانية (Non-planner Non-cylindrical Fold) وذلك لأن السطح المحوري له منحني وخط مفصلة منحني أيضا.

(2) التصنيف المعتمد على النسبة بين طول وعرض التركيب (Ratio of Length and long of Fold) هذا التصنيف وضع من قبل جاروسزيوسكي [14] وهو يعتمد على النسبة بين طول الطية وعرضها مقاسا عند مستوى طباقي واحد، وتقسم الطيات وفقا لهذا التصنيف إلى ثلاث أنواع هي: الطية الخطية، والطية القصيرة، وطيه الذروة.

بما إن طول تركيب الزبير هو (60 كم)، وعرضه (8 كم) فأن النسبة بين طوله وعرضه هي (7,5)، وهذا يعني انه عبارة عن طيه خطيه (Linear Fold)، وإذا طبقنا هذا التصنيف على كلا الذروتين على حده فسوف نجد أنها جميعا تمثل طيات خطيه أيضا.

ثالثا: اتجاه الطية (Fold Orientation): اعتمادا على هذا الأساس وضعت العديد من التصانيف أبرزها: التصنيف المعتمد على زاوية غطس خط المفصل (Plunge of Hinge Line) والتصنيف المعتمد على ميل السطح المحوري (Dip of Axial Surface)، واعتمادا على هذين التصنيفين فأن حقل الزبير هو طيه أفقيه (Horizontal Fold) لأن زاوية غطس خط المفصل تتراوح بين (صفر-10)، وطيه قائمه (Upright Fold) لأن زاوية ميل السطح المحوري تتراوح بين (70-90).

رابعا: شكل الطية في مستوي البروفايل (Fold Shape in Profile Plane): مستوي البروفايل هو المستوي العمودي على خط المفصل [15]، وتصنيف الطيات في هذا المستوي اعتمادا على عدد من العناصر الهندسية، من أهم هذه التصنيفات ما يلي:

(1) تصنيف الطيات اعتمادا على الزاوية (Interlimb Angle): هذا التصنيف وضع من قبل فلوتي [16]، وفقا لهذا التصنيف فأن تركيب الزبير هو عبارة عن طيه بسيطة (Gentle Fold) وذلك لأن قيمه الزاوية الداخلية له لا تقل عن (176) على طول المسارين المأخوذين له.

(2) تصنيف الطيات اعتمادا على اختلاف سمك الطبقات الصخرية (Thickness of Beds): هذا التصنيف وضع من قبل رامزي [17] وهو يعتمد على ميل خطوط التساوي الميل أو خطوط الانسجام (Dip Isogons) والذي فيه تقسم الطيات إلى ثلاث أصناف (Classes) رئيسيه، الأول منها يحتوي على ثلاثة أشباه أصناف (Subclasses)، اعتمادا على هذا التصنيف فأن تركيب الزبير هو عبارة عن طيه من الصنف الأول (Class 1A) الذي تكون فيه خطوط الانسجام شديدة التقارب (Strongly Convergent Isogons) بسبب كبر سمك الطبقات الصخرية عند أجنحه التركيب نسبة إلى هامته.

الصورة التركيبية النهائية لحقل الزبير تظهر بشكل واضح في الشكل المجسم (الشكل 5) المعد من الخريطة التركيبية للحقل عند أعلى تكوين مشرف وباستخدام برنامج السيرفر. هذا الشكل يملك الخصائص التصنيفية الهندسية للتركيب والمبينة في الجدولين (1 و 2).

الجدول (2): التصنيف الهندسي لتركيب الزبير اعتماداً على العناصر الهندسية الخطية والمستوية.

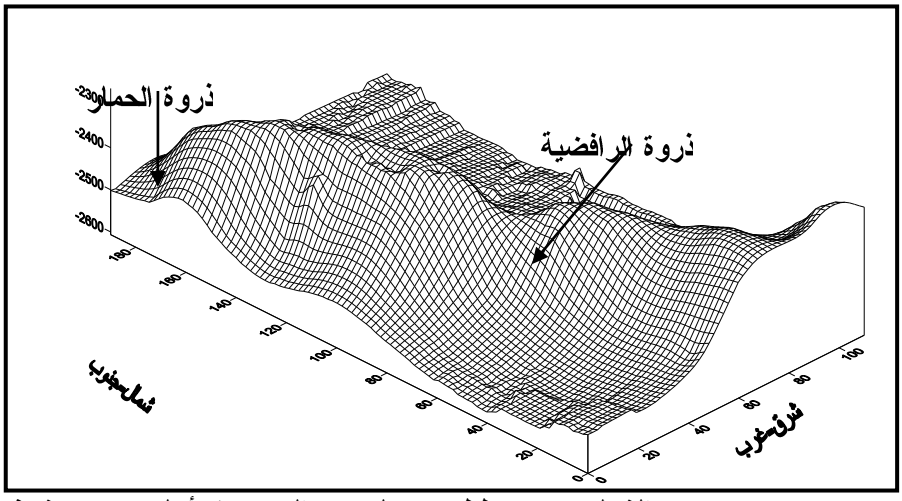
تصنيف الطيات على أساس:	نوع التصنيف اعتماداً على العناصر الخطية والزاوية:	تصنيف تركيب الزبير:
وجه الطية	اتجاه ميل الأجنحة	طية محدبة
	ميل الأجنحة	طية متناظرة
شكل الطية في	شكل خط المفصل والمستوي المحوري[13]	طية غير مستوية

أبعادها الثلاث		غير اسطوانية
	النسبة بين طول وعرض الطية [14]	طية خطية
وضعية الطية	**غطس خط المفصل [16]**	طية افقية
	ميل السطح المحوري [16]	طية عمودية أو منتصبة
شكل الطية في المقطع العرضي (البروفايل)	**الزاوية الداخلية المحصورة بين الجناحين [16]**	طية مسطحة
	تباعد وتقارب خطوط تساوي الميل [17]	الصنف الأول (أ) شديدة التقارب

التحليل المنشأي لحقل الزبير:

وفقا لكياوركين [18] بدأ تكّون حقل الزبير في العصر الكريتاسي الأسفل (Lower Cretaceous) بنمو الجزء الوسطي من التركيب والمتمثل بالجزء الجنوبي من ذروه الحمار، تبعه تكون ذروة الرافضية، وكانت سعه ذروة الحمار اكبر من سعه ذروة الرافضية. وتكون السرج الفاصل بين ذروتي الحمار والرافضية أثناء الكريتاسي الأعلى (Upper Cretaceous)، مع الازدياد في الانغلاق التركيبي لكلا الذروتين.

استمرت قبة الحمار بالنمو بوجود قوة تكتونية مستقلة عن باقي أجزاء التركيب لغاية الوقت الحالي [18]، ويعتقد إن السبب في هذه الاستقلالية يعود إلى نشاط تكتونية الأملاح منذ الكريتاسي الأعلى واستمرارها بالتأثير لغاية الوقت الحالي، إذ إن الدراسات الجيوفيزيائية الزلزالية بالطريقتين الانعكاسية والانكسارية تشير إلى إن ذروة الحمار تكونت نتيجة لاندفاع الصخور الملحية الخفيفة العائدة إلى النفراكامبري أو الجوراسي الأعلى [19]. ومن الجدير بالذكر إن حقل نهر عمر الواقع إلى شمال ذروة الحمار تكون أيضا نتيجة لتكتونية الأملاح ولعل هذا ما يفسر التعقيد التركيبي للسرج الفاصل بين تركيب نهر وذروه الحمار.



الشكل (5): مخطط مجسم لتركيب الزبير عند أعلى تكوين مشرف.

النمو الأكبر لحقل الزبير حدث خلال العصر الثلاثي (Tertiary) نتيجة لتأثير الحركة الألبية التي قامت بتنشيط الحركة على فوالق القاعدة وبالتالي حدوث عمليات رفع لبعض أجزاء التركيب (ذروة الرافضية خاصة)، إذ إن الدراسات الجيوفيزيائية تؤكد على تأثرها باندفاع صخور القاعدة [19]. إن اندفاع صخور القاعدة هذا بدأ أثناء الكريتاسي وساهم بشكل كبير في تكون العديد من التراكيب تحت

السطحية منها تركيب جبل سنام [20] الواقع غرب قبة الرافضية والتي تأثرت هي الأخرى باندفاع صخور القاعدة. النمو التركيبي لذروتي الحمار والرافضية وصل إلى أقصاه في نهاية العصر الطباشيري، وتحديداً مع بداية المايوسين (Miocene)، [18].

من الملاحظات المهمة هو قلة سمك تكاوين تركيب الزبير عند المساحة المفصلية نسبة إلى الأجنحة، [18]، وهذا يعد دليلاً على أن ميكانيكية الطي المسئولة عن تكون التركيب تأثرت بقوى رأسية من الأسفل مصدرها اندفاع الصخور الملحية العائدة إلى الانفراكامبيري أو إلى اندفاع صخور القاعدة المتصدعة أو كليهما.

الاستنتاجات:

1- يتألف تركيب الزبير من ذروتين هما ذروة الحمار وذروة الرافضية، يفصلهما سرج عميق نسبياً، وتكون الذروة الثانية أكثر ارتفاعاً من الأولى والجزء الجنوبي منها يقع ضمن الأراضي الكويتية.

2- يصنف التركيب هندسياً على انه طية محدبة، متناظرة، غير اسطوانية، غير مستوية، طولية، أفقية، قائمة، بسيطة، ذات خطوط انسجام شديدة التقارب.

3- من الناحية المنشأية، بدأ تكوين حقل الزبير في بداية العصر الكريتاسي، واستمر بالنمو إلى نهاية الثلاثي، وذلك نتيجة لتظافر ثلاث أسباب رئيسة هي: الحركة الأوروجينية الألبية، واندفاع صخور القاعدة المتفلقة، وتكتونية الأملاح.

4- تكونت ذروة الحمار نتيجة لتأثرها باندفاع الصخور الملحية العائدة للأنفراكامبيري، وهي أقدم تكوناً من ذروة الرافضية التي تكونت فيما بعد نتيجة لاندفاع صخور القاعدة المتفلقة، أما المراحل المتأخرة من نمو التركيب فقد كانت الحركة الأوروجينية الألبية هي المسؤول الأول عنها.

Geometric and Genetic Structural Analysis of Zubair Oil Field, Southern Iraq.

Wathiq Ghazy AL-Mutury [1] Dawod Salman Banay AL-Mayahi [2]

[1] University of Basrah\Sciences College\Geology Dept.
[2] University of Basrah\Marine Sciences Center\Marine Geology Dept.

Abstract:

Zubair Oil field is one of the most important oil fields in Southern part of Iraq. It is an anticline structure which has NNW-SSE trend axis. It has two culminations; Hammar culmination in the north part and Rafidiya culmination in the south part. The South part of Rafidiya culmination is laid in the Kuwait areas. There is a deep saddle between the two culminations. The geometrical classification of the structure is: anticline, symmetrical, non-cylindrical, non-planner, linear, horizontal, upright, gentle, and strongly convergent isogons fold. While in genetic analysis, the structure was formed by two reasons are: uplift of

basement rocks and salt tectonics. Hammar culmination was formed mainly by salt tectonics; where Rafidiya culmination was formed by uplift of basement rock. The Alpian Orogeny was responsible for Structure formation in the last stage.

المصادر

1- AL-Sharhan, A.S., and A.E.M. Nairn, 1977: Sedimentary Basins and Petroleum Geology of the Middle East. Elsevier Science B.V., P.843.

2- شركة نفط الجنوب، 2005: خارطة العراق للحقول النفطية، مكتبة المكامن النفطية- شركة نفط الجنوب.

3- Numan, N.M.S., 1997: A Plate Tectonic Scenario for the Phanerozoic Succession in Iraq. Jour. Geol. Soc .Iraq, Vol.30, No.2, pp.85.85-110.

4- Buday, T. and Jassim, S.Z., 1987: The Regional Geology of Iraq: Tectonism, Magmatism, and Metamorphism. Vol. 2, S.E. Geological Survey and Mineral Investigation, Baghdad, Iraq, P.352.

5- النجار، عصام محمد صالح، 1989: استخدام المغناطيسية القديمة في تحديد أعمار الترسبات الحديثة في جنوب العراق. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، كلية العلوم، قسم علم الأرض 157 صفحة.

6- Billings, M.P., 1972: Structural Geology. 3rd. ed., New Delhi Prentice-Hall, Inc., P.606.

7- الجوهر، رؤوف حسين، 1996: دراسة تفاسير المسح الزلزالي في منطقة نهران عمر-الزبير. شركة الاستكشافات النفطية، بغداد.

8- العبيدي، عماد فاضل،1996: العلاقات التركيبية والمكمنية بين حقلي الزبير ونهر عمر. شركة الاستكشافات النفطية، بغداد.

9- شركة النفط الوطنية العراقية، 1987: الخريطة الكونتورية لأعلى تكوين مشرف. مكتبة شركة الاستكشافات النفطية، بغداد.

10- شركة نفط الجنوب، 1986: الخريطة التركيبية لأعلى تكوين الزبير في العراق، منطقة البصرة، الرقعة 21. تقرير رقم 134.

11- العزاوي، شاكر محمود، 1991: مراجعة وتحديث الصورة التركيبية "لقبة الرافضية وقبة صفوان: حقل الزبير وتركيب أم قصر وإيجاد العلاقة بينهما. وزارة النفط، دائرة المكامن وتطوير الحقول، قسم دراسات الإنتاج.

12- سماكة، فائز جعفر، 1980: دراسة جيولوجية تقييميه لقبة صفوان. شركة النفط الوطنية العراقية، المنشأة العامة لاستكشاف النفط والغاز، قسم الدراسات الجيولوجية.

13- Turner, F. J. and Weiss, L. E., 1963: Structural Analysis of Metamorphic Tectonics. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, p.205.

14- Jaroszewski, W., 1984: Fault and Fold Tectonic. Eills Horwood Ltd. England, p. 565.

15- Van der Pluijm, B. A. and S.Marshak, 1997: Earth Structure An Introduction to Structural Geology and Tectonics. McGraw-Hill, p.495.

16- Fleuty, N.J., 1964: The Description of Fold. Proc. Geol. Assoc. London, No. 75: pp.4920-4961.
17- Ramsay, J.G., 1967: Folding and Fracturing of Rocks. McGraw-Hill, New York, p.568.
18- Kiyorkian, D., 1975: Paleotectonic Development of Zubair Structure. Iraqi National Oil Company, Geology Dept. Baghdad, Report No. Ex/1/4, p.12.
19- Karim, H.H., 1993: General properties and patterns of the Gravity field of Basrah Area. Iraqi Geol. Jour., Vol.26, No.1, pp. 154-167.
20- المطوري، واثق غازي، 2002: تركيبية وتكتونية جبل سنام جنوبي العراق. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة البصرة، كلية العلوم، قسم علم الأرض، 110 صفحة.