

دراسة الهبوط التكتوني في منطقة النبك وتطور المتتاليات الرسوبية خلال الميزوزوي

د. عبد الكريم العبدالله*

د. سامر البب**

موسى شمالي***

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٥ / ١١ / ٢ - تاريخ النشر ٢٠٢٦ / ٣ / ٤)

□ ملخص □

بينت الدراسة التي نفذت في منطقة النبك - جنوب غرب السلسلة التدمرية، والتي اعتمدت على معطيات بئري النبك 1 والنبك 2، وجود ثلاث مراحل رئيسية لتطور الحوض الرسوبي وهي (A,B,C)، توافق على الترتيب أدوار الترياسي، الجوراسي والكريتاسي حتى طابق التورونيان، توافق المرحلة A مرحلة هبوط مستمرة وكبيرة في الترياسي متوافقة مع مرحلة انفتاح النيوتيتس، وتصبح أكثر استقراراً في نهايتها، في حين توافق المرحلة B مرحلة مستقرة من هبوط الحوض في بداية الجوراسي وتوافق مرحلة الهبوط الحراري اللاحق للهبوط الترياسي، تتحول إلى نهوض في الجوراسي الأوسط-أعلى، المرحلة C تبدأ بهبوط تدريجي خلال الكريتاسي الأسفل، وهي توافق مرحلة تجاوز بحري إقليمي، لتتحول إلى هبوط كبير نسبياً في السينومانيان، ثم يسود في التورونيان نهوض نعتقد أنه على علاقة مع بداية مرحلة الاعتلاء الأفيوليتي في شمال شرق وشمال الصفيحة العربية، وبينت الدراسة وجود متتاليات رسوبية انسحابية وتجاوزيه خلال الميزوزوي، حيث وافقت المتتاليات الانسحابية تشكيلات كورشيينا دولوميت، كورشيينا أنهدريت، القسم العلوي لتشكيلة الكامشوكا، والقسم العلوي لتشكيلة حيان، بينما وافقت المتتاليات التجاوزية تشكيلات البطمة، القسم السفلي لتشكيلة الكامشوكا، الرطبة، القسم السفلي لتشكيلة حيان، جوديا، صوان رماح، وأظهر تقاطع النتائج بين الهبوط والمتتاليات أنه خلال طابقي اللانديان و السينومانيان ساد نشاط تكتوني وترسيبي كبير جداً مقارنةً مع الأعمار الجيولوجية الأخرى خلال هذا الحقب.

الكلمات المفتاحية: الهبوط التكتوني، المتتاليات الرسوبية، التجاوز، الانسحاب.

* أستاذ مساعد، قسم الجيولوجيا- كلية العلوم- جامعة اللاذقية.

** أستاذ مساعد، قسم الجيولوجيا- كلية العلوم- جامعة اللاذقية

*** طالب دكتوراه، قسم الجيولوجيا- كلية العلوم- جامعة اللاذقية.

A Study of Tectonic Subsidence and Sedimentary Sequences in the Nebek Area During the Mesozoic

Dr. Abdulkarim Alabdallah*

Dr. Samer Alabb**

Moussa Shamali***

(Received 2/11/2025.Accepted 4/3/2026)

□ABSTRACT □

The study conducted in the Nebek area (southwestern Palmyrides), which relied on data from the AL-Nabk1 and AL-Nabk2 wells, revealed three main stages of sedimentary basin evolution, designated A, B, and C. These stages correspond, in chronological order, to the Triassic, Jurassic, and Cretaceous periods up to the Turonian stage. Stage A coincides with a period of continuous and significant subsidence during the Triassic, associated with the opening of the Neotethys Ocean, becoming more stable towards its end. Stage B corresponds to a phase of stable basin subsidence in the Early Jurassic, consistent with post-Triassic thermal subsidence. This stage transitioned into uplift during the Middle to Late Jurassic. Stage C commenced with gradual subsidence during the Early Cretaceous, coinciding with a regional marine transgression. This was followed by relatively significant subsidence during the Cenomanian, and then shifted to uplift in the Turonian, which is believed to be related to the initial stages of ophiolite obduction in the northeastern and northern parts of the Arabian Plate. The study identified both regressive and transgressive sedimentary sequences throughout the Mesozoic. Regressive sequences were found to correspond with formations such as Korishina dolomite, Korishina anhydrite, the upper part of the Kamshuka Formation, and the upper part of the Hiyah Formation. In contrast, transgressive sequences were associated with the Batma Formation, the lower part of the Kamshuka Formation, the Rutbah Formation, the lower part of the Hiyah Formation, the Joudeh Formation, and the Rmah Chert. Cross-analysis of subsidence and sequence data indicated that the Ladinian and Cenomanian stages were characterized by exceptionally intense tectonic and sedimentary activity compared to other geological ages within this era.

Keywords: Tectonic Subsidence, Sedimentary Sequences, Transgression, Regression.

*Assistant professor – Lattkia University – Faculty of Science – Department of Geology. .

**Assistant professor – Lattkia University – Faculty of Science – Department of Geology.

***Doctor student – Lattkia University – Faculty of Science – Department of Geology.

المقدمة:

تقدم دراسة المتتاليات الرسوبية سجلاً مفصلاً للتاريخ الجيولوجي للحوض الرسوبي، فهي توفر سجلاً لظروف الترسيب وبيئاتها المتغيرة في كل تعاقب طبقي، وتسهم المتتاليات في رسم تاريخ الحوض الرسوبي ومراحل تطوره، وتأثير الحركات التكتونية عليه كالهبوط والنهوض لقاع حوض الترسيب، وتأثير تغيرات منسوب سطح البحر خلال الزمن، من جهة أخرى تقدم دراسة الهبوط التكتوني صورة عن الحركة الجيوديناميكية لقاع الحوض الرسوبي، وبالتالي فهم مراحل تشكل الحوض الرسوبي وتطورها التكتوني مع الزمن. إن دمج تحليل المتتاليات الرسوبية من جهة، ونمذجة حركة قاع حوض الترسيب من جهة أخرى تعطي صورة متكاملة عن مراحل تطور الحوض الرسوبي، فمنحنيات الهبوط التكتوني تقدم صورة واضحة عن المراحل المتعاقبة من مراحل الشد التي تسبب الإنهدامات، أو مراحل الضغط التي توقف الهبوط وتسبب نهوض في قاع الحوض (Brunet. 1981).

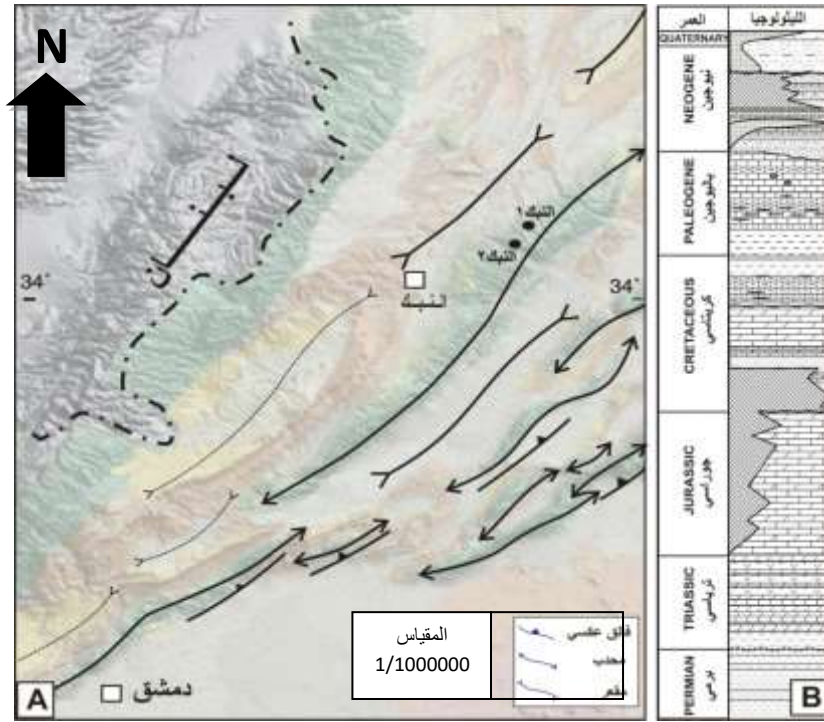
تمثل السلسلة التدمرية حالياً أهم البنات الضغطية الرئيسة في شمال الصفيحة العربية في سورية، باتجاه NE-SW وتمتد على امتداد 400 كم من حدود لبنان-سوريا في الجنوب الغربي حتى انهدام الفرات في الشمال الشرقي. في الباليوزوي الأعلى، وحتى الميزوزوي، شكلت السلسلة التدمرية حوضاً ضمن قارياً (حوض نتج عن الإنهدامات الناتجة عن صدوع في القارة) اتجاه NE-SW يضم في مركزه 11 كم من رسوبات الفانيروزوي هذه السماكة تترجم الهبوط الهام في حوض التدمرية، وخصوصاً في البرمي - ترياسي (Chaimov *et al.*, 1992)، و إن مورفولوجية التدمرية الحالية هي ناتجة عن انقلاب (عمليات الضغط والشد خلال النيوجين على الرسوبات الأقدم) للحوض القديم للتدمرية، حيث تظهر دراسة المتتاليات الرسوبية، والهبوط التكتوني الموافق لها المراحل الأساسية التي مر بها الحوض التدمري خلال تاريخه الجيولوجي.

تم اختيار جنوب غرب السلسلة التدمرية (منطقة النبك) لدراسة العلاقة بين الهبوط التكتوني والمتتاليات الرسوبية (الأهمية موقع هذه المنطقة وما تحويه من سجل كبير للحركات التكتونية كونها تقع على حد صفائحي من جهة، ومن جهة أخرى تمتلك أهمية اقتصادية لاحتوائها على العديد من مكامن النفط والغاز ومكامن الثروة المعدنية) العائدة لحقب الميزوزوي وفقاً لسجلات الآبار، وخاصة سجلات أشعة غاما، والتي تساعد في فهم دورة الترسيب، مع الذكر أن جميع الدراسات السابقة في المنطقة لم تقدم الهبوط التكتوني وفق أحداث متسلسلة متعاقبة، ووفق منهجية جديدة، كما أنه لم يتم دراسة المتتاليات الرسوبية بشكل مفصل، ولم يتم دراستها باستخدام سجلات أشعة غاما في هذه المنطقة.

الإطار العام للبحث: تتميز المنطقة بوجود طيات كبيرة غير متناظرة ذات اتجاه شمال شرق- جنوب غرب الشكل (1)، وتتأثر هذه الطيات بعدد من الصدوع ذات الاتجاه شرق-غرب التي تقطع محور الطي بشكل مائل مشكلة أودية مستقيمة، وهي فوالق عادية وازياحية جانبية يمنية، حيث يعتبر محذب الصوان أهم المحدبات الموجودة في المنطقة، بينما يعد مقعر يبرود من أهم المقعرات، (المذكورة الإيضاحية لرقعة النبك بمقياس 1/50000، 2011).

من الناحية الستراتغرافية، تظهر المعطيات التحت سطحية أن الهبوط ازداد في السلسلة التدمرية خلال دور الترياسي حيث توضع أكثر من 1000م من الرسوبات (Beydoun, 1981)، و يتكون من حجر رملي في الأسفل مع كربونات ومنتخرات في الأعلى، يكون اتجاه محور حوض الترياسي في التدمرية NE-SW،

ويكون مفتوحاً نحو حوض المشرق، و يتكشف الجوراسي على السطح كصخور كربونائية وتصل سماكتها حتى 1000 م في البعاس (Salel, 1993)، وتزداد سماكة الجوراسي نحو الغرب الشكل (1) لتصل لأكثر من 2500 م في لبنان (Beydoun, 1981)، حيث فسرت هذه السماكة العالية كنتيجة لمتابعة الهبوط الترياسي (Chaimov *et al.*, 1993; Salel, 1993; Chaimov *et al.*, 1993)، و تعرّضت رسوبات الجوراسي للحت نتيجة مرحلة النهوض في نهاية الجوراسي و بداية الكريتاسي، ولكنها بقيت محفوظة في مركز التدمرية، ويتوضع الكريتاسي الأسفل بعدم توافق على رسوبات الجوراسي الأوسط والأعلى في جنوب غرب التدمرية، حيث يكون الأسيان ذو تركيب كلسي دولوميتي وصخور رملية، كما تشير رسوبيات الألبان الكربونائية إلى تجاوز جديد في المنطقة وهي مكونة من دولوميت مارني (Ponikarov, 1966)، و يتكشف الكريتاسي الأعلى بشكل واسع في التدمرية، ويتكون من ثلاث تشكيلات هي بالتسلسل كما يلي: الجوديا من عمر سينومانيان -تورونيان، والسخنة من عمر كونياسيان - كامبانيان، والشيرانيش من عمر الكامبانيان - ماسترختيان (Ponikarov, 1966).



الشكل(1): A-موقع منطقة الدراسة على خارطة بنيوية مبسطة لغرب السلسلة التدمرية، B -العمود الليتولوجي العام للسلسلة التدمرية .

أهمية البحث و أهدافه: يتناول البحث دراسة منطقة ذات أهمية اقتصادية كبيرة، حيث تحتوي هذه المنطقة على العديد من المكامن المفيدة مثل الفحم الهيدروكربونائية، وبعض خامات الثروة المعدنية، حيث تقدم دراسة الهبوط التكتوني، والمتتاليات الرسوبية مفهوم متكامل عن تطور الحوض الرسوبي، وتوضع الرسوبات، والتي تشكل مفهوماً جديداً حول المنطقة وتاريخها الجيولوجي، ومرجعاً هاماً للدراسات الاقتصادية اللاحقة.

يهدف البحث إلى:

- 1- دراسة الهبوط التكتوني للحوض الرسوبي في منطقة النبك.
- 2- تحديد المتتاليات الرسوبية المتوسطة والصغرى العائدة للحقب الميزوزوي في المنطقة.

طرائق البحث و موادہ:

1- حساب الهبوط الكتوني: تم الاعتماد في طريقة العمل على المعادلة الرياضية الأساسية (1) لحساب الهبوط التكتوني (Steckler and Watts 1978; Steckler et al. 1988)، وعلاقة حساب الهبوط التكتوني الصرف (Brunet, 1981)، والتي طبقت على معطيات الحفر والعمود الليتولوجي لتشكيلات من الترياسي حتى الكريتاسي في بئري النبك 1 والنبك 2 المنفذان من قبل الشركة السورية للنفط بين عامي 1993-1992، حيث تتيح لنا تطبيق هذه العلاقة بتقديم الهبوط:

$$Y = W_d + S_0 [(\rho_m - \rho_s) / (\rho_m - \rho_w)] - \Delta s l [\rho_m / (\rho_m - \rho_w)] \dots (1)$$

$$Y_t = S_0 [(\rho_m - \rho_s) / \rho_m] + W_d [(\rho_m - \rho_w) / \rho_m] - \Delta s l \dots$$

حيث أن: Y الهبوط التكتوني الكلي، Y_t الهبوط التكتوني الصرف، (W_d water depth) عمق المياه في الحوض أثناء ترسيب تشكيلة ما، $S [(\rho_m - \rho_s) / (\rho_m - \rho_w)]$ هو التحميل الرسوبي (Sediment loading)، $\Delta s l / (\rho_m / \rho_m - \rho_w)$ ويقصد به تحميل منسوب البحر (Sea-level loading)، S_0 تخانة الرسوبات الأولية، ρ_w كثافة ماء البحر، ρ_m كثافة المعطف، ρ_s كثافة الرسوبات $\Delta s l$ ، تغير منسوب البحر خلال الزمن الجيولوجي الذي ترسبت خلاله تشكيلة ما.

لحساب الهبوط التكتوني قمنا بالآتي:

حساب تخانة الرسوبات الأولية S_0 عن طريق عملية فك التراص (Backstripping)، أي نقوم بإعادة تخانة الوحدات الستراتيغرافية الحالية إلى سماكاتها الأصلية قبل التراص، وبمعنى آخر تحديد التخانة الأولية للرسوبات عند ترسيبها في الحوض الرسوبي، وتحسب من خلال العلاقة حسب (Steckler et al. 1988):

$$S_0 = S(1 - \emptyset) / (1 - \emptyset_0) \dots \dots \dots (2)$$

حيث S التخانة الحالية للطبقة أو التشكيلة المراد فك تراصها، \emptyset مسامية الطبقات الصخرية الحالية، \emptyset_0 المسامية الأولية للرسوبات، ويتم فك التراص للطبقات والتشكيلات الصخرية اعتباراً من أقدم تشكيلة في الأسفل إلى الأحدث في الأعلى، بعد حساب المسامية الحالية والمسامية الأولية للطبقات الصخرية:

حساب المسامية الأولية للرسوبات \emptyset_0 : يقصد بالمسامية الأولية مسامية الرسوبات عندما كانت قرب السطح أي عند ترسيبها وقبل تعرضها للهبوط أو أي عوامل أخرى (كثقل الرسوبات) تؤدي لتصلبها ولتناقص هذه المسامية، ويتم حسابها من خلال العلاقة (3) (Athy, 1930):

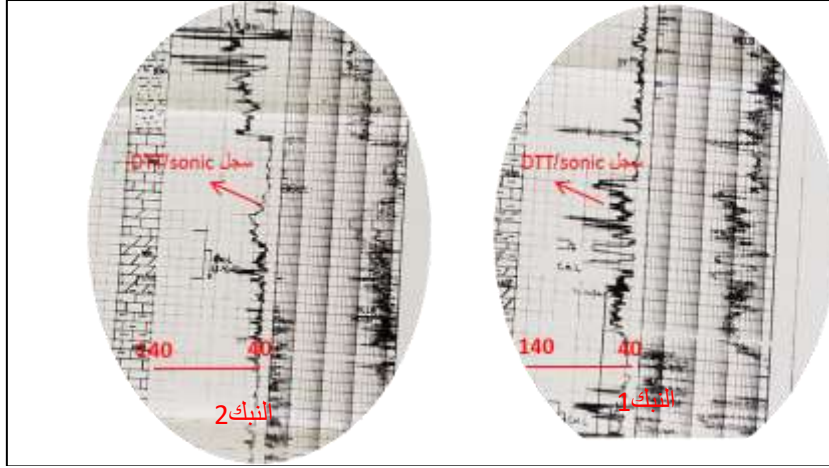
$$\emptyset = \emptyset_0 e^{-cy} \dots \dots \dots (3)$$

حيث: \emptyset مسامية الطبقات الصخرية الحالية عند العمق y ، \emptyset_0 المسامية الأولية، c ثابت يتعلق بالتركيب الليتولوجي للصخر، وتبين العلاقة 3 بأن المسامية تتغير بشكل أسّي مع العمق، ولحساب المسامية على السطح نحتاج لمعرفة المسامية الحالية للطبقات الصخرية (\emptyset) التي يتم حسابها أما من معطيات دراسة الشرائح الصخرية، أو من خلال القياسات البئرية الصوتية في بئري النبك 1 والنبك 2 والمتمثلة بمنحني (sonic log) (حيث تعتبر هذه الطريقة أكثر دقة وتعطي صورة المسامية بشكل مستمر) الذي يسجل Δt المقاس بالميكروثانية/قدم، وهو مدرج من 40 إلى 140 من اليمين إلى اليسار الشكل (2)، وبما أن سرعة الأمواج الصوتية في الصخر ترتبط مع المسامية بعلاقة عكسية قمنا بتطبيق العلاقة التالي (Athy, 1930):

$$\emptyset = \Delta t_{log} _ \Delta t_{ma} / \Delta t_f _ \Delta t_{ma} \dots \dots \dots (4)$$

حيث: Δt_{log} تؤخذ من منحني التسجيل الصوتي للبئر، Δt_f وهي 189 للطفلة العذبة غالباً، 185 للطفلة المالحة، أما Δt_{ma} فتؤخذ من جدول خاص يمثل قيم Δt_{ma} لكل نوع صخري، فمثلاً تكون Δt_{ma} للحجر

الكلسي 47.6، وللدولوميت 43.5، وللحجر الرملي ، 55.5 وللأنهدريت 50 (في حال أكثر من نوع في التشكيلة المأخوذة، فإنه تأخذ القيمة المتوسطة ل Δt_{ma}).



الشكل (2): عينة من سجلات sonic في بئري النبيك 1 والنبيك 2، والمستخدمة في حساب المسامية الحالية (الشركة السورية للنفط، -1993 (1992).

نطبق قيمة \emptyset المحسوبة من العلاقة (4) في العلاقة رقم (3) فنحصل على قيمة المسامية الأولية للرسوبات \emptyset_0 ، وذلك مع العلم أن الثابت c هو ثابت يعبر عن مقدار تناقص مسامية كل نوع صخري مع زيادة العمق بمقدار 1كم ويعطى كنسبة مئوية، وهناك قيم محددة للمعامل c لكل نوع صخري مثل الحجر الكلسي 55.7%، الدولوميت 31%، الحجر الرملي 39%، الغضار 51%، الكونغلوميرا 27%، (في حال أكثر من نوع من الصخور ضمن التشكيلة أو الوحدة المأخوذة والتي تعكس جزء معين السجل الصوتي فإننا نأخذ القيمة المتوسطة C) حسب (Steckler et al. 1988).

نطبق قيمتا المسامية \emptyset و \emptyset_0 في العلاقة 2 فنحصل على ثخانة الرسوبات الأولية S_0 ، لا بد من التنويه إلى أنه يتم تقسيم التشكيلة الممتلئة بعمر جيولوجي محدد إلى عدة مجالات بالاعتماد على تغيرات المسامية الحالية والليثولوجيا ثم يتم حساب المسامية والثخانة الأولية للرسوبات لكل مجال ضمن العمر الزمني.

i. حساب كثافة الرسوبات ρ_s بعد فك التراص للتشكيلات في كل عمر جيولوجي محدد، بعد أن يتم فك التراص لكل مجال صخري وحساب الثخانة الأولية له، وذلك بدءاً من الأقدم إلى الأحدث ، ومن ثم حساب قيمة الكثافة لكامل المجال: وذلك وفق العلاقة (Steckler et al. 1988) ..

$$\rho_s = \sum [\rho_w \emptyset_0 + \rho_{gi} (1 - \emptyset_0)] S_0 / S_0 \dots\dots\dots(5)$$

حيث: ρ_w كثافة الماء، وقيمتها ثابتة وتقدر ب 1.03 غ/سم³، ρ_{gi} هي كثافة الحبات الرسوبية، وهي تكون معطاة في جدول خاص يوضح قيمها لكل نوع صخر ومثلاً تكون قيمتها للحجر الكلسي 2.71 غ/سم³ للغضار 2.72 غ/سم³، للمازل 2.715 غ/سم³، للكونغلوميرا 2.68 غ/سم³، للرمل 2.65 غ/سم³.

ii. حساب مقدار التحميل الرسوبي الموضح في العلاقة 1 وهو: $S_0 [(\rho_m - \rho_s) / (\rho_m - \rho_w)]$ حيث: ρ_m كثافة المعطف وتقدر ب 3.25 غ/سم³. ρ_w كثافة الماء وتقدر ب 1.03 غ/سم³.

iii. تحديد مقدار تغير منسوب البحر $\Delta s/l$ خلال الزمن الجيولوجي الذي ترسبت خلاله تشكيلة ما، ويكون موجباً إذا كان منسوب البحر أعلى من المنسوب الحالي للبحار والمحيطات، ويكون سالباً إذا كان أقل من المنسوب الحالي للبحار والمحيطات. تعود التغيرات في منسوب سطح البحر عالمياً إما لتغير في حجم مياه المحيطات أو لتغير في

حجم الأحواض المحيطية التي ترتبط بالبركنة في مناطق الأعراف المحيطية، وانتشار قيعان المحيطات، وذوبان الصفائح الجليدية أو نموها حسب (Vial et al., 1977)، حيث تم في هذا العمل الاعتماد على المنحنيات هذه وأخذت القيم المتوسطة لهما لتقدير تغيرات منسوب سطح البحر خلال الميزوزوي.

iv. تحدد Wd عمق وسط الترسيب الذي تشكلت فيه طبقة أو تشكيلة رسوبية وتقدر بمجال بالمتري (المتوسط) من خلال سحنة الرسوبات الليتولوجية والباليونوتولوجية للطبقة أو التشكيلة، واعتمد في تحديدها من الدراسات الترسيبية والستراتغرافية السابقة ومن هذه الدراسات دراسة (Mouty, 2000)، و أعطيت Wd قيمة متوسطة بين قيمتين دنيا وعليا وحُسب على أساسها الهبوط التكتوني، تم تقسيم السجل البئري إلى وحدات متشابهة من حيث شكل السجل وقيمتة، والتي تعكس ليتولوجيا متشابهة من حيث التركيب والاستمرار، لنقوم ونحسب الهبوط التكتوني لكل تشكيلة.

v. بعد إجراء كل الحسابات سابقة الذكر نعوض القيم في العلاقة 1 فنحصل على قيمة Y و Yt في فترة جيولوجية محددة. نقوم بتكرار تطبيق جميع الخطوات السابقة على كل تشكيلة ستراتغرافية ممثلة لعمر جيولوجي لنحصل على قيم الهبوط على كامل أدوار السلم الستراتغرافي للحوض، ونقوم برسم منحنى يربط تغير قيم الهبوط التكتوني مع الزمن الجيولوجي، فنحصل على منحنى الهبوط الذي يفسر ويحدد تاريخ تطور الحوض الرسوبي وأهم المراحل التكتونية التي مر بها. وهنا لابد من التنويه إلى أن قيمة الهبوط التكتوني Y قد تكون موجبة وتعني هبوط نحو الأسفل وقد تكون سالبة وتعني هنا نهوض لقاع الحوض.

2- دراسة المتتاليات الرسوبية:

درست المتتاليات الرسوبية بتحديد حدودها من الدراسات البئرية التي تعتمد على سجلات أشعة غاما حيث يتم تحديد هذه السطوح وفق تغير مفاجيء في قيم أشعة غاما، وانتقال من نمط معين في شكل السجل إلى نمط جديد يختلف كلياً عن النمط السابق (Catuneanu, 2005)، بعد تحديد أسطح المتتاليات يتم تحديد نظام الترسيب (تم تحديد نظام الترسيب من سجل أشعة غاما في بئري النبك 1 والنبك 2)، وكما حددت السحنات التالية، HST, TST, LST, FSST, RST, (Catuneanu, 2005). **HST** (Highstand System) **Tract**: يمثل نظام الترسيب العالي يتصف بمياه ذات عمق كبير وطاقة الوسط منخفضة جداً نحو زيادة في طاقة الوسط، **TST** (Transgressive Systems Tract): يمثل نظام الترسيب المتقدم/المتوسط يتصف بمياه ذات عمق أقل من النظام السابق وطاقة الوسط متوسطة، **LST** (Lowstand Systems Tract): يمثل نظام الترسيب المنخفض يتصف بعمق مياه قليل جداً، وطاقة الوسط عالية جداً، **FSST** (Falling Stage System Tract): يمثل نظام الترسيب المنخفض القسري يتصف بعمق المياه قليل وتغير مفاجيء وسريع في عمق الماء مع استمرار الترسيب، **RST** (Regressive System Tract): يمثل نظام الترسيب التراجعي ويتصف بانتقال تدريجي من المياه الأعمق إلى الأقل عمقاً، حسب (Cant, 1993) هناك أنماط كلاسيكية لنمط سجل أشعة غاما تعكس بيئة الترسيب كما هو موضح في الشكل (3)، فهناك النمط الصندوقي، والنمط الجرسى، والنمط القمعي، ونمط المسنن الخشن، والنمط المتماثل بالإضافة للنمط المستقيم الناعم ذو القيم المرتفعة لأشعة غاما، والنمط المستقيم الناعم ذو القيم المنخفضة جداً لأشعة غاما، والنمط الذي يعكس الشكل الصندوقي المفاجيء الذي يظهر على سجل ويقابل نظام الترسيب **FSST**، حيث كل نمط يعكس نظام ترسيب معين وبدره

يعكس بيئة الترسيب السائدة، ولكن عند الاشتباه في أكثر من نوع بيئة ترسيب يتم ضبطها بواسطة ليتولوجيا البئر عند تعذر التمييز بين البيئات.

نمط سجل أشعة غاما	صندوق / اسطوانة	أشعة	جرمي	متمائل	ممنن / غير منتظم
اتجاه سجل أشعة غاما					
إمداد الرواسب	ترسيب تراكمي / رأسي	ترسيب متقدم	ترسيب تراكمي	متقدم ومتراجع	ترسيب تراكمي
بيئة الترسيب الشائعة	قناة نهريّة، حاجز كربوناتي، حاجز مرجاني، تفرعات دلتا متقدمة، كثبان ريحية، ملاء حوض بالتبخّر	رواسب شق فيضاني، نهر، مصب نهري، مقدمة الدلتا، وجه شاطيء، منحدر المروحة البحرية.	حاجز نقطي نهري، حاجز نقطي مدي، قناة مد وجزر عسيقة، بيئات بحرية عسيقة، قنات دلتا، سهول طينية مديّة.	حاجز رسوبي بعيد عن الشاطيء، سعاد ترسيبه، دلتا وجه الشاطيء المتحولة من تراجع إلى تقدمية.	سهل فيضاني نهري، منحدر بحري عالي، الطاقة، ساحل طيني مخلوط، تنفق حطامي، وادي مسلو، منحدر البحر العميق.

الشكل (3): يوضح أشكال أنماط سجل أشعة غاما الكلاسيكية مقابل بيئة الترسيب، حسب (Cant, 1993).

النتائج والمناقشة:

1- منحنيات الهبوط التكتوني:

اخترقت بئر النيك 1 التشكيلات الرسوبية في المنطقة حتى 2490م، حيث قسم بئر النيك 1 إلى وحدات (الجدول [1]- الشكل (4)) بحسب تغيرات في سجل Sonic في القياسات البئرية المقابلة لتشكيلات الرسوبية التي تم إعادة رسمها وفق عمود ستراتغرافي بمقياس 1/2500، والتي تحسب من خلالها المسامية الحالية للصخور، والمسامية الأولية للرسوبات، وهذه التشكيلات ممثلة للأعمار الزمنية التالية (من الأحدث حتى الأقدم):

التورونيان - السينومانيان: حتى عمق 215م، التركيب الليتولوجي (دولوميت، كلس، نسبة قليلة من الغضار)، المسامية الأولية تتراوح 0.24.

السينومانيان - الألبيان: من عمق 215 حتى 713م، حيث قسمت إلى ثلاث وحدات فيها المسامية الأولية وفق الترتيب (0.21، 0.23، 0.14)، التركيب الليتولوجي ممثل بالدولوميت والكلس والكلس الغضاري وبعض السويات الصوانية).

الألبيان - الأبيسيان: من عمق 713 حتى 813م، التركيب الليتولوجي رمال وغضار تتخللها مواد حطامية بركانية، والمسامية الأولية المحسوبة (0.47).

الجوراسي: من عمق 813 حتى 1170م قسم إلى تحت وحدتين، المسامية الأولية المحسوبة وفق الترتيب (0.05، 0.31)، ويتمثل ليتولوجياً بالكلس والدولوميت والكلس الغضاري والغضار.

الكارنيان: من عمق 1170 حتى 1235م، مكون من كلس وكلس غضاري وغضار ودولوميت وبعض المتبخرات في بدايته، المسامية الأولية المحسوبة (0.12).

اللانديان - الكارنيان: من عمق 1235 حتى 1492م، قسم إلى تحت وحدتين، المسامية الأولية (0.08)، مكون من متبخرات بشكل رئيسي مع تعاقبات غضارية ونسبة قليلة من الكلس والدولوميت. (0.10)، الكارنيان: من عمق 1492 حتى 1977م، قسم إلى أربع تحت وحدات، المسامية الأولية (0.23)، 0.35، 0.47، 0.49) على الترتيب من الأعلى إلى الأسفل. ليثولوجياً مكون من كلس وكلس غضاري ودولوميت وغضار.

الأنسيان: من عمق 1977 حتى 2177م، ممثل بالكلس الكتلبي والكلس الغضاري والدولوميت والغضار، المسامية الأولية (0.10).

السيثيان: من عمق 2177 حتى 2202م، التركيب الليثولوجي (غضار، رمال، دولوميت بنسبة قليلة)، والمسامية الأولية (0.47).

الترياسي المبكر: من عمق 2202 حتى 2276م، التركيب الليثولوجي (كلس، دولوميت، غضار، رمال، كلس غضاري)، والمسامية الأولية (0.27).

الترياسي - البرمي: من عمق 2276 حتى 2490م، التركيب بشكل عام (غضار، دولوميت)، والمسامية الأولية (0.55).

الجدول [1]: قيم الهبوط التكتوني والهبوط الكلي في بئر النبك ١، وأهم القيم للحصول على قيمة الهبوط (الباحث). السماكة الأولية S_0 (م)، كثافة الحبات الصخرية P_{gi} وكثافة الرسوبات P_s (غ/سم³)، W_d عمق عمود الماء (م)، ΔSL تغير منسوب البحر (م)، Y_t و Y الهبوط التكتوني والهبوط الكلي على التوالي (م).

الوحدة	السماكة م	العمود المتغير	العمود الثابت	العمود المتغير	العمود الثابت
51	190	الجبديا	تورنيان	الجبديا	تورنيان
52-1	498	الجبديا	حوران	الجبديا	حوران
52-2			الجبديا	الجبديا	الجبديا
52-3			الجبديا	الجبديا	الجبديا
58	100	الجبديا	الجبديا	الجبديا	الجبديا
54-1	357	الجبديا	الجبديا	الجبديا	الجبديا
54-2					
55	65	الجبديا	الجبديا	الجبديا	الجبديا
56-1	257	الجبديا	الجبديا	الجبديا	الجبديا
56-2					
57-1	685	الجبديا	الجبديا	الجبديا	الجبديا
57-2					
57-3					
57-4					
58	25	الجبديا	الجبديا	الجبديا	الجبديا
59	74	الجبديا	الجبديا	الجبديا	الجبديا
510	184	الجبديا	الجبديا	الجبديا	الجبديا

الشكل (4): العمود الليتوستراتغرافي لبئر النبك 1 (الشركة السورية للنفط، 1992)، محددًا عليه السماكات الحالية، والوحدات حسب Sonic، (الباحث).

العمر الزمني	$\frac{Y}{S_0}$	S_0	P_{gi}	P_s	W_d	ΔSL	Y_t	Y
تورنيان سينومانيان	S1	191	2.82	2.39	50	110	-26	-37.7
سينومانيان ألبيان	S2-	153	2.78	2.38	50	109	66.02	97
	S2-2	205.	2.78					
	S2-3	169	2.73					
ألبيان أبسيان	S4	160	2.68	1.90	1	65	2	4
جوراسي أسفل - أوسط	S5-1	160	2.77	2.51	7	95	-0.5	-3.8
	S5-2	235	2.74					
كارنيان	S6	69	2.73	2.51	10	5	17.5	25.6
كارنيان لانديان	S7-1	159	81 2	2.53	2	4	55.1	79.3
	S7-2	102	2.68					
لانديان	S8-1	213	2.72	2.26	10	-10	134.7	206.2
	S8-2	194	2.77					
	S8-	229	2.74	2.27	10	-10	169.8	250.9

							3	
					2.72	277	S8-4	
162.5	111	-90	20	2.36	2.73	27	S9	أنسيان
147.2	100	-25	5	1.2	2.69	114	S10	سيثيان
139.4	95.2	-20	8	2.26	2.74	229	S11	الترياسي المبكر

اخترقت بئر النيك 2 التشكيلات الرسوبية في المنطقة حتى 1800م، حيث تم حساب المسامية الأولية وتم إعادة رسم العمود الطبقي اعتماداً على معطيات الحفر ولكن بمقياس أقل من المستخدم في الشركة السورية للنفط 1/2500، (الليتولوجيا متشابهة مع بئر النيك 1 بشكل عام حسب الأعمار الزمنية الجيولوجية) حيث قسمت التشكيلات إلى وحدات (الجدول [2]- الشكل (5))، وتم حساب قيم السماكة الأولية، وكثافة الرسوبات لتشكيلات، وتغيرات منسوب البحر، وعمق عمود الماء لكل تشكيلية وقيم الهبوط الكلي والتكتوني.

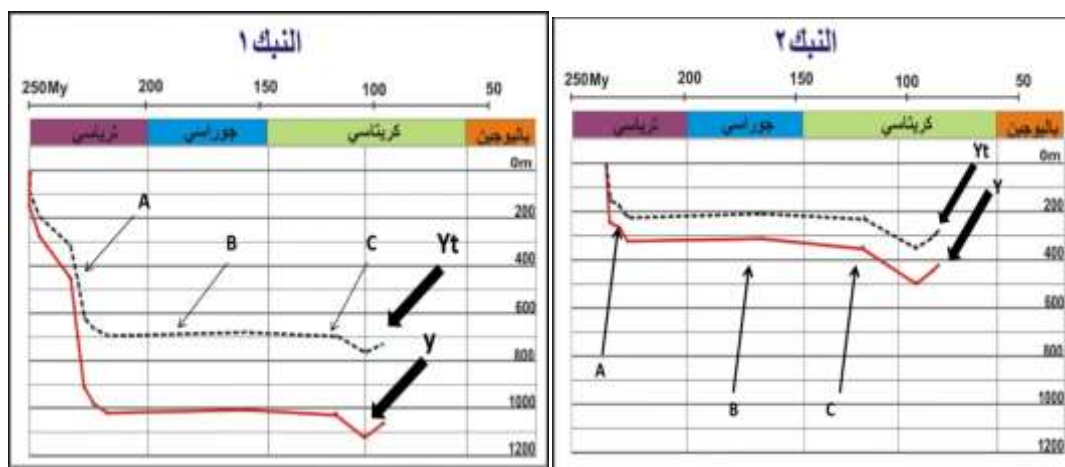
العمر الزمني	العمود الطبقي	سماكة (م)	التشكيلات	الطبقات	الخصائص	العمود الطبقي	الوحدات	Y	Yt	ΔSL	Wd	Ps	Pgi	So	العمود الطبقي	العمر الزمني
سانتونيان	رماح شعرت	150	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S1	-24.3	-	112	65	2.22	2.68	153	S1	سانتونيان
كونياسيان	البحرية	113	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S2	-	-	110	60	2.23	2.80	116	S2	تورونيان
تورونيان	البحرية	343	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S3-1	47.6	32.6	109	50	2.14	2.751	139	S3-1	تورونيان
سينومانيان	البحرية	85	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S3-2	3	3	109	50	2.14	2.756	210	S3-2	سينومانيان
البحرية	البحرية	101	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S3-3	172	117.3	109	50	2.14	2.71	213	S3-3	البحرية
البحرية	البحرية	82	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S4-1	11	7.5	65.3	1	2.05	2.68	63	S4-1	البحرية
البحرية	البحرية	413	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S4-2	-	-	90	7	3	2.71	72	S4-2	البحرية
البحرية	البحرية	82	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S5-1	-	-	90	7	3	2.73	165	S5-1	البحرية
البحرية	البحرية	101	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S5-2	-	-	90	7	3	2.71	115	S5-2	البحرية
البحرية	البحرية	82	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S5-3	-	-	90	7	3	2.71	115	S5-3	البحرية
البحرية	البحرية	413	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S6-1	26.7	18.4	5	10	2.82	2.71	70	S6-1	البحرية
البحرية	البحرية	82	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S6-2	13.9	9.5	4	3	2.68	2.70	43	S6-2	البحرية
البحرية	البحرية	413	البحرية	البحرية	البحرية	البحرية	S7	13.9	9.5	4	3	2.68	2.66	61	S7	البحرية

الشكل (5): العمود الليتوستراتغرافي لبئر النيك 2 (الشركة السورية للنفط، 1993)، محددًا عليه السماكات الحالية، والوحدات حسب Sonic، (الباحث).

						2.69	111	S8-1	لانديان
					2.86	10	175	S8-2	
							205	S8-3	
	119.8	82.4	-10	10					

نلاحظ أنه هناك تشابه وتساير كبير بين قيم الهبوط التكتوني والكلي المحسوبة من معطيات بئر النبك 1 و معطيات بئر النبك 2، واعتماداً على قيم الهبوط التكتوني المحسوبة (الجدول [1] والجدول [2]) تم رسم المنحني الهبوط في منطقة النبك كما هو موضح بالشكل (5): يشير منحني الهبوط إلى وجود ثلاث مراحل رئيسة من الترياسي إلى الكريتاسي الأعلى وهي كما يلي:

مرحلة الهبوط A: توافق دور الترياسي وهي كبيرة جداً ومستمرة، وتتوافق بشكل عام مع مرحلة انفتاح النيوتيتس وتشكل حوض التدمرية NE- SW (Brew *et al.*, 2001)، حيث تتراوح قيم الهبوط التكتوني بين (75-205م)، في البداية هبوط مفاجيء سريع ليصبح الهبوط أقل حدة ليصل إلى نقطة توافق بداية تشكيلة القرينين ليعود الهبوط بشكل حاد جداً، يوافق تشكيلة كورشينا دولوميت وهذا ما يفسر السماكة الكبيرة ضمن وسط مياه لا يتجاوز عمق 15م، ليصبح المنحني في نهاية دور الترياسي شبه أفقي وهو يمثل تشكيلة كورشينا أنهديت، والبطمة حيث السماكة كانت قليلة بالمقارنة مع سماكة تشكيلة كورشينا دولوميت.



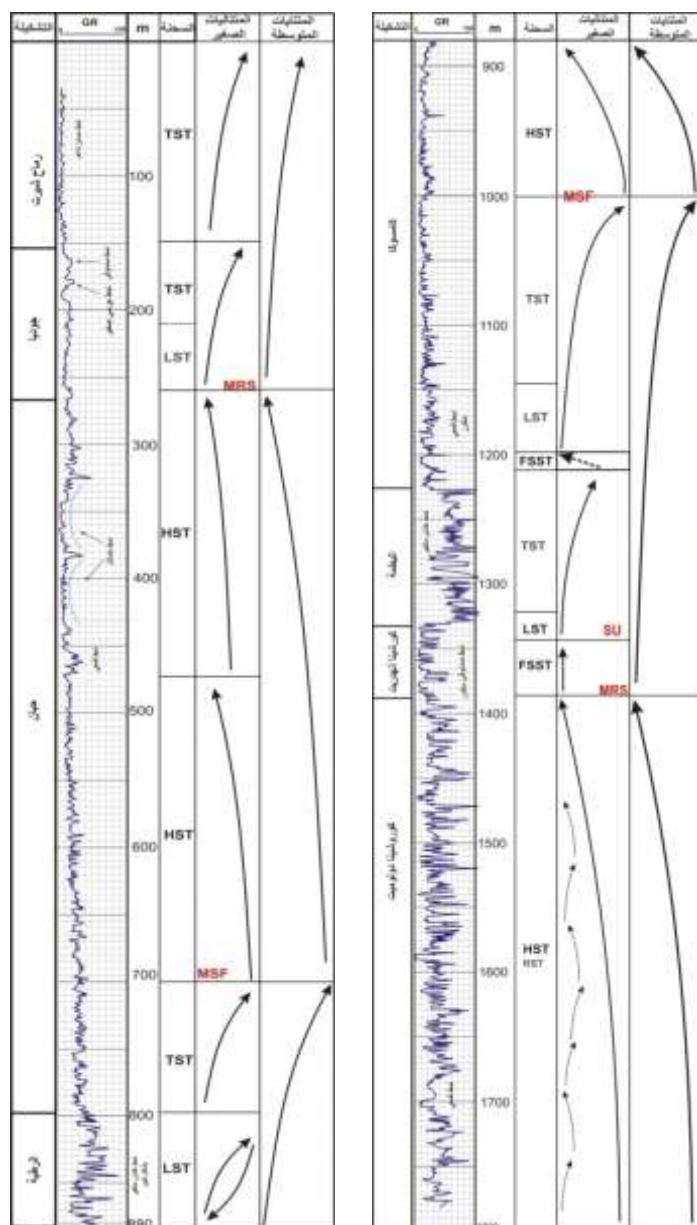
الشكل (6): منحني الهبوط التكتوني الكلي Y، والهبوط التكتوني الصرف Yt، لمنطقة النبك وفق القيم المحسوبة اعتماداً على معطيات حفر بئر النبك 1 وبئر النبك 2 (الباحث).

المرحلة B: توافق دور الجوراسي، يظهر المنحني شبه استقرار في بداية الدور وهو يعبر عن هبوط قليل يوافق مرحلة التطور الحراري لحوض التدمرية، التي تلت مرحلة الهبوط البرمي-الترياسي (Chaimov *et al.*, 1993; al., 1992)، أستمرت هذه المرحلة حتى نهاية الجوراسي الأوسط، ثم تحولت إلى نهوض يوافق الجوراسي الأعلى هذا النهوض يعبر عن مرحلة حثية، وهي مسؤولة عن غياب رسوبات الجوراسي في شمال وجنوب السلسلة التدمرية (Mouty, 2000)، أرجع باحثون هذه المرحلة الحثية إلى نهوضات محلية على شكل طي ذو طول كبير جداً في موجهته كما في سيناء وشمال مصر (Keeley & Wallis, 1991) وفي جنوب شرق أوروبا (Nikishin *et al.*, 1996) في نهاية الجوراسي.

المرحلة C: وهي توافق دور الكريتاسي، حيث يبدأ المنحني بالهبوط التدريجي وهو يمثل رسوبات الرطبة، ويعبر عن بحر ضحل جداً، هذه المرحلة معروفة على مستوى الصفيحة العربية، لتأتي مرحلة هبوط حادة تعبر و توافق تشكيلة حيان، وهذا ما يفسر السماكة الكبيرة لهذه التشكيلة، يتحول المنحني من نهاية السينومانيان إلى التورونيان من هبوط إلى نهوض، وهي توافق مرحلة الاعتلاء الأفويليتي على هامش الصفيحة العربية (AlAbdalla, 2022).

2-المتتاليات الرسوبية: تم اختيار السجل البئري النيك2 والذي يتضمن قياسات أشعة غاما لتطبيق الدراسة حسب (Catuneanu et al., 2016)، وأنماط (Cant, 1993). من الشكل(7):

بداية سجل أشعة غاما من تشكيلة كورشيينا دولوميت على عمق 1800م، نلاحظ في البداية وجود سطح تجاوز أعظمي MFS، هذا السطح يليه وجود أشكال قمعية تعبر عن بيئة وجه الشاطئ، هنا نحن أمام خيارين بين نظام LST أو نظام HST، تكرار التجاوزات بقيمة أقل بشكل عام أي ننتقل من وسط عميق نسبياً (5-10)م إلى وسط أقل عمقاً أقل من 5م، تم اختيار نظام HST، ينتهي هذا النظام بانتهاء تشكيلة كورشيينا دولوميت، وبداية تشكيلة كورشيينا أنهدرت حيث يظهر النظام FSST بشكل واضح ويعبر عن بيئة ترسيب أقل تماماً من 5م، الحد الفاصل بين الدولوميت والأنهدريت هو سطح تراجع أعظمي MRS، مع نهاية تشكيلة الأنهدريت وبداية تشكيلة البطمة يظهر النمط LST، الحد الفاصل بينهما هو SU عدم توافق هوائي (Catuneanu, 2005) يشكل نهاية دورة ترسيبية وبداية دورة ترسيبية جديدة، المتتالية الرسوبية المميزة لتشكيلة كورشيينا دولوميت انسحابيه، تحتوي ضمنها على تعاقبات من متتاليات انسحاب - تجاوز صغرى، أما تشكيلة كورشيينا أنهدرت أيضاً انسحابيه وتشكل مع الدولوميت متتالية انسحابيه على مستوى المتوسط، مع بداية تشكيلة البطمة يظهر نمط خشن من سجل أشعة غاما بقيم متغيرة مندرج نحو زيادة في القيم يعبر عن نظام LST، ما يلبث أن يتحول إلى نمط خشن كثيف ذو قيم مرتفعة عند عمق 1310م يعبر عن نظام TST(زيادة في عمق الماء، مرحلة تجاوز انتقالية)، هذا النظام يتابع لنهاية تشكيلة البطمة حيث يظهر بعد حد تشكيلة البطمة نمط خاص أيضاً مميز ل TST ثم يليه مباشرة نمط صندوقي المميز ل FSST، حيث لم يكن هناك وقت كافي لتشكل نظام HST، (حد البطمة يجب تدقيقه المتوقع على 1200م، وليس على عمق 1225م)، اذا هناك فقد لطوابق النورونيان و ريتيان العائد لترياسي العلوي،



الشكل (7): المتتاليات الرسوبية المستنبطة من تحليل أنظمة الترسيب الخاصة بأنماط أشعة غاما في بئر النبك 2 (الباحث). ظهور FSST اي أنه هناك نهوض مفاجئ، أو انسحاب سريع للمياه سطح البحر يفسر غياب هذه الطوابق، وعليه فإن المتتالية المميزة لتشكيلة البطمة هي متتالية تتجاوزية حدودها واضحة تشكل دورة رسوبية كاملة حدها السفلي SU وحدها العلوي نهاية تشكيل البطمة وبداية تشكيل الكامشوكا، (بين الترياسي العلوي والجوراسي بعدم توافق ستراتغرافي).

يعبر عن كامل الجوراسي بتشكيلة الكامشوكا، النمط المميز لهذه التشكيلة في البداية نمط قمعي متكرر يعلو FSST، يدل على نظام ترسيب LST، على عمق 1100م يبدأ مرحلة تتجاوزات متكررة تعبر عن نظام التجاوز الانتقالي TST، ليصل إلى قمة التجاوز على عمق 1000م ويوافق MFS، ليبدأ نظام HST حتى نهاية تشكيل الكامشوكا الذي ينتهي بأنماط متماثلة تعبر عن بيئة شاطئية، حتى الحد الفاصل بين الرطبة والكامشوكا و هو حد عدم توافق ستراتغرافي إقليمي معروف على مستوى الصفيحة العربية، وعليه فإن الجوراسي

يحوي على متتاليتين الأولى تجاوزية تصبح على عمق 1000م انسحابية وهي تمثل المتتالية الثانية، المتتالية الرسوبية الأولى تحوي على متتاليات تجاوزية صغرى متكررة، و المتتالية الثانية تحوي على متتاليات انسحابية متكررة بشكل عام، وعلى المستوى الكبير تمثل تشكيلة الكامشوكا دورة رسوبية كاملة تبدأ ببيئة شاطئية (عمق المياه من 5-10) ثم بيئة متوسطة العمق (أكبر تماماً من 10م) لتنتهي ببيئة شاطئية.

يتميز سجل أشعة غاما بنمط خشن متغير بشكل كبير بين قيم كبيرة ومنخفضة لأشعة غاما في تشكيلة الرطبة العمر الزمني ألبيان - ألبيان، ويعكس نظام الترسيب (LST) وهو يوافق بيئة ترسيب مقدمة الشاطئ (العمق أقل تماماً من 3م) أي ضحل جداً، والمتتالية الميزة لهذه التشكيلة هي متتالية تجاوزية تضم متتاليات صغرى تجاوزية انسحابية دورية.

تشكيلة حيان العمر الزمني ألبيان - سينومانيان، نلاحظ أن النمط الخشن المتغير بشكل كبير يصبح أقل خشونة وأقل تغيراً في بداية التشكيلة، وهنا يدل على زيادة عمق الماء وهدهد أقل نسبياً في طاقة الوسط، تصبح الخشونة أكثر نعومة نحو الأعلى لنصل نقطة (MSF) عند عمق 700م ضمن البئر، وهي تمثل سطح فيضان أعظمي، النمط السابق هو من نوع (TST) المياه عميقة نسبياً وطاقة الوسط متوسطة توافق وجه الشاطئ أكبر من 5-10م، من حد سطح الفيضان حتى ظهور أول نمط قمعي صغير على سجل أشعة غاما هي من نوع نظام الترسيب (HST) ذات المياه العميقة نسبياً وطاقة الوسط المنخفضة، النمط القمعي يدل على عودة بيئة ترسيب وجه الشاطئ، يعلوه تكرار من النمط المتماثل الذي يعبر عن تقدم وتراجع البحر ضمن بيئة شاطئية المعروفة بتأثير المد والجزر، وعليه المتتاليات الصغرى على مستوى الطوابق السينومانيان والقسم الأعلى من الألبيان عبارة عن متتاليات تجاوزية حتى سطح الفيضان الأعظمي، لتصبح انسحابية حتى نهاية التشكيلة، نهاية السينومانيان في القسم السفلي من تشكيلة الجوديا ذات العمر الزمني سينومانيان - تورونيان، وهنا نلاحظ من الشكل أن بداية التشكيلة عبارة عن انماط متماثلة صغيرة الحجم من نمط أشعة غاما تدل وتؤكد أن نهاية السينومانيان هي بيئة ما يعرف ببيئة وجه الشاطئ (الجزء الأمامي من البيئة الشاطئية)، واستمرار المتتالية الإنسحابية حتى نهاية طابق السينومانيان.

تشكيلة الجوديا العمر الزمني سينومانيان - تورونيان، كما ذكرنا سابقاً أن نهاية السينومانيان بيئة وجه الشاطئ بعمق (5-10)م، في وسط التشكيلة تم ملاحظة أنماط من أشعة غاما متماثلة عكسية تدل على بيئة وجه الشاطئ ولكن الصفة الغالبة هي انسحابية، وبالتالي تعبر عن بيئة شاطئية ضحلة جداً، ليعود ويظهر نمط جرسى صغير يدل على زيادة عمق المياه بشكل متتالي، ووجود نمط صندوقي يعكس وجود حاجز كربوناتي (هنا يمكن القول زياد عمق الماء وامتداد الرواسب مع ثبات هبوط حوض الترسيب أدى إلى ظهور هذا الحاجز) تلاه حتى نهاية تشكيلة الجوديا نمط ناعم من نمط سجل أشعة غاما، وبالتالي تشكيلة الجوديا تبدأ ببيئة مقدمة الشاطئ إلى بيئة وجه الشاطئ عموماً (أكثر وضوحاً)، وبالتالي فالمتتالية هي متتالية تجاوزية على المستوى المتوسط والصغير، أما المتتالية الكبرى سوف نضعها في إطار دور الكريتاسي بشكل عام.

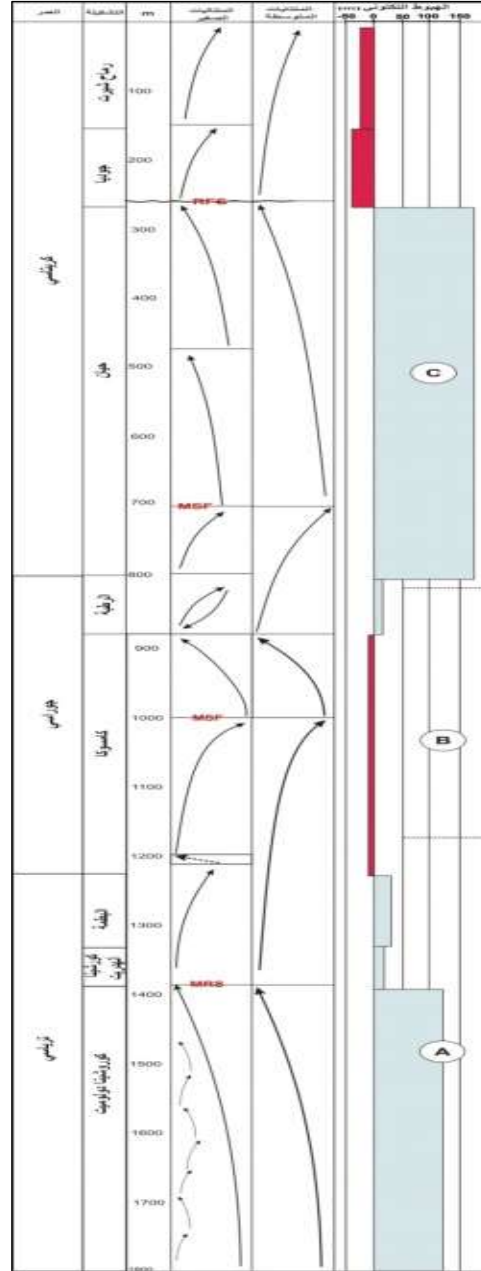
تميزت تشكيلة صوان الرماح العمر الزمني كونياسيان - سانتونيان بنمط ناعم من سجل أشعة غاما دلالة على أنها تلي مباشرة الحاجز الرسوبي وتدل على وسط هادئ من الطاقة، نلاحظ وجود أسطح (MSF) صغيرة متتالية نحو الأعلى، وهذا يدل على زيادة عمق المياه تدريجياً، وعليه المتتالية التي تميز طابق الكونياسيان - سانتونيان هي تجاوزية على المستوى الصغير والمتوسط، بناءً على ما سبق تم وضع نموذج للمتتاليات الرسوبية وفق معطيات بئر النيك 2 الشكل (7):

- 1- تميز دور الترياسي بوجود متالتين رسوبيتين على المستوى المتوسط، الأولى انسحابية توافق تشكيلة كورشينا دولوميت وكورشينا أنهدرت، والثانية تجاوزية توافق تشكيلة البطمة، الأولى تحوي على تعاقيات من تجاوزات وانسحابات متكررة، أما الثانية تحوي على تجاوزات متكررة على المستوى الصغير.
- 2- تميز دور الجوراسي بوجود متالتين الأولى تجاوزية، والثانية انسحابية، تميزت المتالتان بوجود تعاقيات تجاوزية متكررة، تتعاقب في الثانية مع انسحابات متكررة على المستوى الصغير.
- 3- تميز دور الكرياسي بوجود ثلاث متاليات الأولى تجاوزية حتى عمق 700م، والثانية انسحابية حتى نهاية القسم الأول من الجوديا (نهاية السينومانيان بداية التورونيان)، والثالثة انسحابية من بداية التورونيان حتى الكونياسيان، ضمت الأولى تعاقيات انسحاب وتجاوز في قسمها السفلي، وتعاقيات تجاوز في قسمها العلوي، أما الثانية فتميزت بانسحابات متكررة، و أما الثالثة ضمت تجاوزات متكررة وذلك على المستوى الصغير.

3- العلاقة بين الهبوط التكتوني و المتاليات الرسوبية:

من خلال الشكل (7)، نلاحظ ما يلي:

- 1- في دور الترياسي كان الهبوط كبيراً خلال المرحلة الموافقة لتشكيلة كورشينا دولوميت يقابلها متتالية انسحابية هذا يدل على أن امداد الرواسب كان أكبر من الهبوط ، وأن المنطقة خلال هذه المرحلة كانت ذات نشاط تكتوني ترسيبي كبير، وخلال المرحلة الموافقة لتشكيلتي كورشينا أنهدرت والبطمة لاحظنا أن الهبوط متوافق مع متتالية تجاوزية، وهذا يدل ان النشاط التكتوني أكبر من النشاط الترسيبي.
- 2- خلال دور الجوراسي كان النشاط الترسيبي قليل في البداية (متتالية تجاوزية مقابل النهوض) ثم ازداد وأصبح أكبر خلال الجوراسي الأوسط مقارنة مع النشاط التكتوني.



الشكل (7): المتتاليات الرسوبية والهبوط التكتوني في بئر النيك 2، (الباحث).

٣- وخلال دور الكريتاسي كان الهبوط قليل في البداية (تشكيلة الرطبة) ازداد بشكل كبير (تشكيلة حيان) قابله متتالية تجاوزية، وهذا يعكس نشاط تكتوني كبير مقارنة مع النشاط الترسبي ليزداد النشاط الترسبي بشكل كبير خلال المرحلة الموافقة لقسم العلوي من تشكيلة حيان مقارنة مع الهبوط، ليعود ويسيطر النشاط التكتوني خلال المرحلة الموافقة لتشكيتي الجوديا ورماح الصوان (شيرت).

النتائج والتوصيات:

- النتائج:

1- وضحت منحنيات الهبوط التكتوني وجود ثلاث مراحل رئيسية (A,B,C) وهي توافق الأدوار الترياسي والجوراسي والكريتاسي على الترتيب، مرحلة هبوط كبيرة ومستمرة تصبح أقل حدة في نهاية الترياسي (كورشينا أنهدريت، البطمة)، أما الجوراسي فتميز بمرحلة مستقرة نسبياً في بدايته ومرحلة نهوض مميزة، و أما الكريتاسي بدء بمرحلة هبوط قليلة ليزداد خلال السينومانيان (تشكيلة حيان) بشكل كبير، ليعود الهبوط بتناقص التدريجي، ويعبر عن مرحلة نهوض خلال التورنيان.

2- تميز دور الترياسي بوجود متاليتين رسوبيتين، الأولى انسحابية توافق تشكيلي كورشينا أنهدريت وكورشينا دولوميت، والثانية تجاوزية توافق تشكيلة البطمة، وتميز الجوراسي بمتتالية تجاوزية في بدايته، ومنتالية انسحابية تميز القسم الأوسط والأعلى منه، أما الكريتاسي تميز بوجود ثلاث متتاليات الأولى وافقت تشكيلة الرطبة وبداية تشكيلة حيان، والثانية انسحابية من السينومانيان الأوسط (القسم السفلي من تشكيلة حيان) حتى نهاية السينومانيان، والثالثة تجاوزية من التورنيان حتى السانتونيان (تشكيلة صوان/شيرت).

3- دلت دراسة العلاقة بين الهبوط التكتوني والمنتاليات، أنه خلال دور الترياسي (ك دولوميت) كانت المنطقة ذات نشاط تكتوني وترسيبي كبير، أصبح النشاط التكتوني خلال فترة ما بين ك أنهدريت- البطمة أكبر نسبياً مقارنة مع النشاط الترسيبي، وخلال الجوراسي كانت مرحلة النهوض بطيئة مقارنة مع تغير منسوب البحر، الذي اتجه نحو الاستقرار في نهاية الجوراسي مع استمرار النهوض، خلال الكريتاسي كان التجاوز البحري كبير مقارنة مع الهبوط التكتوني (الرطبة)، أزداد النشاط التكتوني والترسيبي خلال فترة السينومانيان حتى التورنيان، ليسيطر التجاوز البحري على توضع الرسوبات خلال التورنيان - الكونياسيان بالرغم من وجود نهوض تكتوني في هذا العمر.

التوصيات:

- 1- استكمال دراسة الهبوط التكتوني والمنتاليات الرسوبية في المناطق والآبار المجاورة لمنطقة الدراسة، لإعطاء صورة أكثر شمولية ودقة عن تطور الحوض الرسوبي في هذه المنطقة.
- 2- دمج نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسات أخرى مشابهة على المستوى الإقليمي أن وجدت، لوضع نموذج عام وفق المفهوم الجديد لتطور الحوض الرسوبي على مستوى الإقليمي.

المراجع:

العربية:

- الشركة السورية للنفط. 1992، تقرير نهائي غير منشور لبئر النبك 1. سورية، دمشق.
- الشركة السورية للنفط. 1993، تقرير نهائي غير منشور لبئر النبك 2. سورية، دمشق.
- المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية. 2010. المذكرة الإيضاحية لرقعة النبك بمقياس 1/500000 سورية، دمشق.
- العبدالله، عبدالكريم. 2022، دراسة الهبوط التكتوني في الساحل السوري. مجلة جامعة اللاذقية، سوريا، العدد 6، ص 220-201.

الأجنبية:

- ATHY L,F. 1930,*De nsity, Porosity and compaction of sedimentary rocks*, The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Vol14, pp1-24 .
- AL-ABDALLA, A.(2008),*Evolution Tectonique de la Plate-formeArabe en Syriedepuis le Mésozoïque*, ThèseDoct, Université de Paris6,302p.
- BRUNET, M.F. 1981,*Etude qualitative de la subsidence du bassin de Paris*, Thèse 3 cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris ,161p.
- BEYDOUN, Z. R. 1991, *Arabian plate hydrocarbon geology and potential-a plate tectonic approach: Am. Assoc. Petrol. Geol*, Study in Geol,1991, n.33, 77 p.
- BREW, G.; BARAZANGI, M.; AL-MALEH, A. K.; AND SAWAF, T.(2001),*Tectonic and Geologic Evolution of Syria*, GeoArabia,2001,n 6, 4. p.573-616.
- CHAIMOV, T.; BARAZANGI M., AL-SAAD, D.; SAWAF, T. 1992 AND GEBRAN, A., *Mesozoic and Cenozoic deformation inferred from seismic stratigraphy in south west ernintra continental Palmyride fold-thrust belt, Syria*, Geological Society of America Bulletin,n 104, 6, p.704-715.
- CHAIMOV, T.; BARAZANGI, M.; AL-SAAD, D.; AND SAWAF, T. 1993,*Seismic fabric and 3-D upper crustal structure of the southwesternintracontinental Palmyride fold belt, Syria*, American Association of Petroleum Geologists Bulletin,n77, p.2032-2047.
- CANT, D. J. 1991, *Geometric modelling of facies migration: theoretical development of facies successions and local unconformities*.Basin Research, Vol. 3, pp. 51-62.
- CANT, D. 1992,*Subsurfacefacies analysis. In Facies Models: Responseto Sea Level Change (R. G. Walker, and N. P. James, Eds.)*.Geological Association of Canada, GeoText 1. pp. 27-45.
- CATUNEANU,O.; Martins-Neto, M.; and Eriksson, P. G. 2005,*Precambrian sequence stratigraphy*. Sedimentary Geology, Vol. 176,Issues 1-2, pp. 67-95.
- CATUNEANU,O. 2016, *Principles of Sequence Stratigraphy*. UN of Alberta, Canda.
- CHOQUETTE, P.W,JAMES N.P. *Digenesis in limestone, the deep burial environment*, Geosciences Canada. vol 14, pp 3-35.
- KEELEY, M.L;WALLIS, R.J. 1991,*The Jurassic System in the Northern Egypt: II, Depositional and tectonic regimes*, Journal of Petroleum Geology, 14, pp49-64.
- MOUTY, M. 2000,*The Jurassic in Syria: an overview. Lithostratigraphic and biostratigraphic correlations with adjacent areas*. In, S. Crasquin-Soleau and E. Barrier

(Eds.), New data on PeriTethyan sedimentary basins. Memoires du Muséum National d'Historie Naturelle, Paris, PeriTethysMemoir 5.p.159–168.

-NIKISHIN, A.M.; ZIEGLER, P.A.; CLOETHING S.; STEPHENSON ,R.A.; FURNE, A.V.; FOKIN P.A.; ERSHOV A.V.; BOLOTOV S.N.; KORAEV M.V.; ALEKSEEV A.S.; GORBACHEV I.; SHIPILOV E.V.; LANKREJER A; AND SHALIMOV I.V. 1996, *Late Precambrian to Triassic history of the East European Craton: dynamics of sedimentary basin evolution*. Tectonophysics.,v. 268 p.23-63.

-PONIKAROV, V.P.(1966), *The geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, scale 1:200 000*. Ministry of Industry, Syrian Arab Republic.

-SALEL, J.F. 1993, *Tectonique de chevauchement et inversion dans la chaîne des Palmyrides et le Graben de l'Euphrate (Syrie) ; conséquence sur l'évolution de la plaque arabe*. Mémoire de thèse à l'université de Montpellier 2, 288p.

-SCLATER, J. G.; AND CHRISTIE, P.Q.F. 1980, *Continental stretching: an explanation of the post-mid-Cretaceous subsidence of the North Sea basin*. Journal of Geophysical Research, v85, pp.3711-3739.

-STECKLER, M.S.; AND WATTS, A.B. 1978, *Subsidence of Atlantic-type continental margin off New York*. *Earth and Planetary Science Letters*. V41, pp1-13.

-STECKLER, M.S; WATTS, A.B.; AND THORNE, J.A. 1988, *Subsidence and basin modeling at the U.S. Atlantic passive margin*. Geological Society of America. 1988, V1-2, pp399-416.

-VIAL, P.R.; MITCHUM, R.M.JR.; AND THOMPSON, S. 1977, *Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part4: global cycles of relative changes of sea level*. In *Seismic stratigraphy applications to hydrocarbon exploration*. Edited by C.E. Payton. American Association of Petroleum Geologists Memoir 26, pp201-225.