مجلة جامعة حمص

سلسلة العلوم الأساسية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 48 . العدد 3

1448 هـ - 2026 م

الأستاذ الدكتور طارق حسام الدين رئيس جامعة حمص **المدير المسؤول عن المجلة**

أ. د. وليد حمادة	**رئيس تحرير مجلة جامعة حمص للعلوم الإنسانية**
د.نعيمة عجيب	**رئيس تحرير مجلة جامعة حمص للعلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية**

د.محمد فراس رمضان	عضو هيئة التحرير
د. مضر سعود	عضو هيئة التحرير
د. ممدوح عبارة	عضو هيئة التحرير
د. موفق تلاوي	عضو هيئة التحرير
د. طلال رزوق	عضو هيئة التحرير
د. أحمد الجاعور	عضو هيئة التحرير
د. الياس خلف	عضو هيئة التحرير
د. روعة الفقس	عضو هيئة التحرير
د. محمد الجاسم	عضو هيئة التحرير
د. خليل الحسن	عضو هيئة التحرير
د. هيثم حسن	عضو هيئة التحرير
د. أحمد حاج موسى	عضو هيئة التحرير

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة حمص

سورية . حمص . جامعة حمص . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

. موقع الإنترنت : www.homs-univ.edu.sy

. البريد الالكتروني : journal.homs-univ.edu.sy

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة حمص

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- **اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:**

يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقته على النشر في المجلة.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:**

يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :**

يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.

- **اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :**

يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):**

عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1- مقدمة

2- هدف البحث

3- مواد وطرق البحث

4- النتائج ومناقشتها .

5- الاستنتاجات والتوصيات .

6- المراجع.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب – الاقتصاد– التربية – الحقوق – السياحة – التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):**
- عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

أ- قياس الورق 17.5×25 B5.

ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 – يمين 2.5- يسار 2.5 سم

ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8

ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20

ـ كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي ـ العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.

8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.

9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.

10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة ـ الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة ـ سنة النشر ـ وتتبعها معترضة (–) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة ـ دار النشر وتتبعها فاصلة ـ الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة.

وفيما يلي مثال على ذلك:

–MAVRODEANUS, R1986– **Flame Spectroscopy**. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

ـــ بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة ـــ المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة ـــ أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.

مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases **Clinical Psychiatry News** , Vol. 4. 20 – 60

ج. إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة حمص

1. **دفع رسم نشر (50000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.**
2. **دفع رسم نشر (200000) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .**
3. **دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .**
4. **دفع مبلغ (15000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.**

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
دراسة مقارنة لنسب الزيت والحموض الدهنية في 14 سلالة من دوّار الشمس واصطفاء سلالات إنتاجية	د. لبنى مقراني + د.غسان أبو شامة + د. غرود العسود	28-11
مقاومة بكتريا *Aeromonas hydrophila* المعزولة من براز الأطفال المصابين بالتهاب الأمعاء للمضادات الحيوية	د. ندى محفوض	68-29
دراسة أولية لرخويات نهر الفرات(الرقة – سورية)	علاء عثمان د. اقبال فاضل د. زهير المجيد	90-69
دراسة الهبوط التكتوني وتطور المتتاليات الرسوبية خلال الميزوزوي في منطقة دير عطية	موسى شمالي د. عبد الكريم العبد الله د. سامر البب	119-91

دراسة مقارنة لنسب الزيت والحموض الدهنية في 14 سلالة من دوّار الشمس واصطفاء سلالات إنتاجية

د. لبنى مقراني[1]، د. غسان أبو شامة[2]، د. غرود العسود[3]

الملخّص

استُخلص الزيت من بذور 14 سلالة من نبات دوّار الشمس (مرقّمة من 1 إلى 14)، حيث تمَّ إكثارها وأقلمتها في مركز حمص التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. عُين محتوى الزيت في بذور كل سلالة وكذلك أهمّ الحموض الدهنية المكوّنة له، وذلك بهدف الاصطفاء المباشر لسلالات ذات خصائص زيتية مرغوبة أو من أجل اختيار آباء لبرامج التهجين والتربية. تراوحت نسب الزيت بين 23.5% و 42.7% لدى السلالتين 4 و6 على التوالي، وقد سُجّلت أعلى نسبة من حمض الأوليك في زيت بذور السلالة 12 (58.89%). كما سُجّلت أعلى نسبة لحمض اللينولييك لدى السلالة 5 (45.74%) وأعلى نسب حموض دهنية غير مشبعة لدى السلالة 8 (89.53%)، وهي ذات السلالة التي احتوت بذورها على أدنى نسبة من الحموض الدهنية المشبعة (10.46%)، لذلك يمكن اعتبار السلالة 8 خياراً جيّدا نظراً لتركيبها المرغوب من الحموض الدهنية الصالحة لإنتاج زيوت ذات سيولة وقيمة غذائية وصحية عالية. ولكن بالنظر إلى نسب الزيت إضافةً إلى نسب الحموض المشبعة/الحموض غير المشبعة تصبح السلالة 6 أفضل خيار، حيث أنّها لا تختلف كثيرا عن السلالة 8 وتحتوي على نسبة زيت أعلى. من ناحية أخرى، كانت أعلى نسبة من الحموض الدهنية المشبعة لدى السلالة 9 (26.09%)، بسبب ارتفاع نسبة حمض البالميتيك بشكل خاص (18.47%). أما أعلى نسبة لحمض الستياريك فقد وُجدت في بذور السلالة 1 (13.29%). تسمح قيم التماثل وتحليل العناقيد باعتبار السلالة 9 أفضل خيار لإنتاج زيوت موجهة نحو صناعات غذائية تتطلّب صلابة نسبية للمواد الدهنية.

الكلمات المفتاحية: دوّار الشمس، زيت، حموض دهنية، تحليل التماثل، اصطفاء.

1) أستاذ مساعد في قسم علم الحياة النباتية – كلية العلوم–جامعة دمشق – سورية.
2) مدرّس في قسم الكيمياء – كلية العلوم–جامعة دمشق – سورية.
3) باحثة في قسم إدارة أبحاث المحاصيل –الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

Comparative study of oil and fatty acids content in 14 sunflower lines and selection of productive ones

Loubna Mokrani[1], Ghassan Abo Chameh[2], Ghrood Al Aswd[3]

Abstract

Oil was extracted from 14 sunflower lines (numbered from 1 to 14), which were multiplied and adapted by the General Commission for Scientific Agricultural Research (Homs station). The most important fatty acids were also analyzed for direct selection of lines with desirable oil characteristics or as parents for hybridization and breeding programs. Oil percentages ranged from 23.5% and 42.7% for line 4 and 6 respectively, and the highest oleic acid percentage (58.89%) was obtained with line 12. As for linoleic acid, the highest value characterised line 5 (45.74%). Unsaturated fatty acids constitute 89.53% of line 8 seeds, characterized also by the lowest percentage of saturated fatty acids (10.46%), which makes it a good choice for its desirable fatty acid composition, giving fluidity and a healthy high nutritional value. However, considering oil percentages in addition to saturated/unsaturated fatty acids proportions, line 6 becomes then more

advantageous than line 8, as it is not very different from line 8, but with higher oil content. On the other hand, the highest percentage of saturated fatty acids was obtained with line 9 (26.09%), because of the high content of palmitic acid (18.47%). As for stearic acid, the highest value was found in line 1 seeds (13.29%). Similarity values and cluster analysis allowed the selection of line 9 to be the best choice for oils oriented to food industries requiring relatively solid fats.

Key words: Sunflower, oil, fatty acids, similarity analysis, selection.

---

1) Assistant Professor -Department of Plant Biology, Faculty of Science, Damascus University.
2) Lecturer -Department of Chemistry, Faculty of Science, Damascus University.
3) Researcher – Crops Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research, Damascus, Syrian Arab Republic.

1-مقدّمة

تشكّل الزيوت بمصدريها الحيواني والنباتي جزءاً أساسياً من غذاء الإنسان، وهي ضرورية للحفاظ على نشاطه الحيوي. وتتكوّن الزيوت من نوعين من الحموض الدهنية: مشبعة وغير مشبعة، غير أنّ الزيوت ذات المصدر النباتي تحتوي على نسب أعلى من الحموض الدهنية غير المشبعة.

يُعد نبات دوّار الشمس (*Helianthus annuus* L.) من أهمّ المحاصيل المنتجة للبذور الزيتية، حيث يمثّل أكثر من 12% من مجمل الإنتاج العالمي للمحاصيل الزيتية، أي ما يعادل

22 مليون طن، ويحتل بذلك المرتبة الرابعة بعد النخيل الزيتي وفول الصويا والكانولا، كما تقدر المساحة العالمية المزروعة بدوّار الشمس بحوالي 29.2 مليون هكتار موزّعة على 72 دولة [4].

يتراوح محتوى بذور دوّار الشمس من الزيت بين 35% و50%، يتكوّن معظمه من حموض دهنية غير مشبعة مناسبة للاستهلاك البشري [11 ,3]. وقد ذكرت إحدى الدراسات أنّ معظم الأصناف التقليدية تتكوّن من 15% حموض دهنية مشبعة و85% حموض دهنية غير مشبعة، وأنّ معظم هذه الحموض الدهنية غير المشبعة تضمّ حمض الأولييك بنسب تتراوح بين 14 و43% وحمض اللينولييك بين 44 و75% [1]. تتراوح الحموض الدهنية غير المشبعة وفقاً لدراسة أخرى بين 70% و94% [13].

تجدر الإشارة إلى أهميّة أن تكون الدهون المستهلكة غير مشبعة بالدرجة الأولى، وألّا تتجاوز نسبة الحموض الدهنية المشبعة 10% من مجموع الطاقة المأخوذة من الغذاء، كما توصي منظّمة الصحة العالمية [16]. ومن ناحية أخرى يمكن تناول البذور المغلّفة كأكلات خفيفة ومغذية، كما تُقدّم للتسلية، وتستعمل من قبل الخبّازين كأحد المكوّنات. من البذور تُصنع زبدة دوّار الشمس أيضاً، وتُعد بديلاً جيّداً للأشخاص الذين يعانون من الحساسية تجاه المكسرات. وتُعطى بذور دوّار الشمس كغذاء للحيوانات، خاصّة الطيور [17]. يدخل زيت دوّار الشمس في العديد من الصناعات الغذائية، كالسمن النباتي والمثلجات، وكذلك الأجبان التي وُجد تحسّنٌ واضحٌ في قوامها وطراوتها وقيمتها الغذائية بإضافة بعض الزيوت النباتية، كزيت جوز الهند وزيت دوّار الشمس [7]. وبالإضافة إلى أهميّته في الصناعات الغذائية، يدخل زيت دوّار الشمس في العديد من المواد الصيدلانية والتجميلية، كما يُستعمل في صناعة المزلّقات (مخفّفات الاحتكاك)، الطلاءات، الورنيشات (الملمّعات) والصابون [14].

بالإضافة إلى جميع الاستعمالات سالفة الذكر، انضمّ زيت دوّار الشمس أيضاً إلى مجال الطاقة، حيث تشير العديد من الأبحاث إلى استعماله كوقود بديل عن طريق مزجه بنسب معيّنة بالوقود الأحفوري، وقد أظهر حسب بعض الدراسات كفاءة عالية وفق معايير الجودة المعتمدة لديها [2, 10].

2- هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى توصيف 14 سلالة نقية من دوّار الشمس كيميائياً من خلال تقدير نسب الزيت الكلي وتحديد التركيب الكمّي للحموض الدهنية الرئيسية في بذورها. ويهتمّ البحث بتحليل درجة التشابه الوراثي–الكيميائي بين هذه السلالات وبدراسة ارتباط الصفات المدروسة ببعضها، من أجل:

1- **الاصطفاء المباشر**: لسلالات تتميّز بأفضل نسبة زيت وأفضل تركيب زيتي للاستهلاك البشري أو لاستخدامات صناعية محدّدة.
2- **تحديد أباء محتملة**: لبرامج التربية والتهجين المستقبلية، من خلال اقتراح أزواج من السلالات المتباعدة وراثياً بغية الحصول على ظاهرة قوّة الجنين.

يتعلّق استعمال دوّار الشمس في هذا المجال أو ذاك بتركيب البذور من الحموض الدهنية، لذلك كان الهدف الرئيس من هذا البحث تكوين رؤية بخصوص توجيه 14 سلالة نقيّة من دوّار الشمس (تمّ إكثارها وتربيتها عن طريق التلقيح الذاتي لعدّة سنوات) نحو استعمالات معيّنة أو نحو برامج تحسينية تعتمد على التهجين بشكل أساسي. شُكّلت هذه الرؤية أو الاقتراحات بعد تحقيق الأهداف التالية:

- تحديد نسب الزيت والحموض الدهنية في بذور سلالات دوّار الشمس المدروسة.
- تحديد درجة التشابه بين هذه السلالات.
- تقدير درجة الارتباط بين الصفات الكيميائية المدروسة.
- ربط نتائج التحاليل بالاستخدامات المختلفة لزيت دوّار الشمس ومتطلّبات كلّ منها.

3- المواد والطرائق

المادة النباتية:

تتكوّن المادة النباتية من 14 سلالة من نبات دوّار الشمس التي جرى إكثارها عبر التلقيح الذاتي في مركز حمص التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وأقلمتها منذ سنة 2010. تعود أصول هذه السلالات إلى أصناف مُدخلة فرنسية، وهي عبارة عن سلالات نقيّة لكلّ منها رقم (من 1 إلى 14).

استخلاص الزيت:

استُخلص الزيت من البذور الكاملة (البذور المغلّفة)، حيث وُزن 50غ من البذور المطحونة وأُضيف إليها 150سم^3 من الهكسان كمذيب استخلاص، ووُضعت العينة في جهاز سوكسليه Soxhlet لمدّة 6 ساعات. تمّ الحصول على الزيت بعد التخلّص من المذيب ضمن شروط منخفضة لكل من درجة الحرارة والضغط. حُفظت عينات الزيت عند الدرجة 4°C+ لحين إجراء التحليل.

تحليل الزيت بجهاز الكروماتوغرافيا الغازية المربوط بمكشاف طيف الكتلة (GC–MS):

أجري تحليل الزيت لمعرفة محتواه من الحموض الدهنية ونسبها بواسطة الكروماتوغرافيا ذات الطور الغازي المربوط بمكشاف طيف الكتلة (GC–MS) وذلك بعد إجراء الأسترة التبادلية (Transesterification) بأخذ 10 ميكروليتر من الزيت وبوجود 500 ميكروليتر من الهكسان و500 ميكروليتر من هيدروكسيد البوتاسيوم الميتانولي (2M) وحركت العينات لمدة 8 دقائق ثم فُصلت طبقة الهكسان العلوية وحُقن منها 1 ميكروليتر وفصلت باستعمال عمود كروماتوغرافي HP–5MS(5 % Phenyl Methyl Silox – 30m*250 µm*0.25 µm thickness) وبوجود الهيليوم كطور متحرك (99.9999%) وبتدفق 1 مل/دقيقة. تم تطبيق البرنامج الحراري عند الدرجة 60°C لمدة دقيقة ثم رفع درجة الحرارة بمعدل 40°C/min حتى الدرجة 160°C وكذلك رفع درجة الحرارة بمعدل 2.5°C/min حتى الدرجة 180°C ومن ثم رفع درجة الحرارة بمعدل 2°C/min حتى 185°C وثبات لمدة 8 دقائق ورفع درجة الحرارة بمعدل 20°C/min حتى الدرجة 195°C وكذلك رفع درجة الحرارة بمعدل 25°C/min حتى الدرجة 235°C ورفع درجة الحرارة بمعدل 30°C/min حتى الدرجة 300°C والثبات لمدة دقيقة واحدة. تم ضبط درجة حرارة مكشاف طيف الكتلة عند 150°C وبمصدر تأين الكتروني عند 70 eV. تم التعرف على استرات الحموض الدسمة من خلال المقارنة بمكتبة الجهاز (nist 08).

التحليل الإحصائي:

خضعت نتائج مردود الزيت وتحليل محتواه من الحموض الدهنية ونسبها إلى دراسة الارتباط بينها عن طريق حساب الارتباط الخطّي البسيط لبيرسون (Pearson's Correlation)، كما أُجريت دراسة التماثل (Similarity) وتحليل العناقيد (Cluster Analysis) وفق دليل Gower، عن طريق برنامج Past.exe.

4- النتائج والمناقشة

تهدف برامج تربية النبات إلى إنتاج واصطفاء أنماط وراثية (سلالات، أصناف، هجن) ذات صفات مرغوبة، ولعلّ أهمّ هذه الصفات بالنسبة للنباتات الزيتية مردود الزيت ونسب الحموض الدهنية المتوافقة مع أهداف إنتاجية صناعية محدّدة، بالإضافة إلى الصفات الزراعية. تمّ الحصول على 14 سلالة من نبات دوّار الشمس عن طريق التلقيح الذاتي على مدار عدّة سنوات في محطّات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، لما في السلالات النقية من ميزات هامّة كالتماثل الوراثي بين الأفراد المنتمين إلى نفس السلالة وثبات الصفات جيلاً بعد جيل ضمن نفس الظروف البيئية وإمكان اصطفاء آباء من أجل برامج التهجين. جرى بعد ذلك تحليل مردود الزيت ونسب الحموض الدهنية الأكثر أهميّة لدى تلك السلالات من أجل اختيار أفضلها سواءٌ بشكل مباشر كسلالات تحتوي على أفضل الخصائص أو كآباء يمكن إدراجها ضمن برامج تربية وتهجين.

أظهرت نتائج مردود الزيت (جدول 1) تبايناً واضحاً بين السلالات المدروسة، حيث كانت أعلى نسبة زيت لدى السلالة 6 (42.7%)، حيث توافقت هذه القيمة في العموم مع قيمة أعلى مردود (39.13%) التي ذكرتها إحدى الدراسات [17]. في حين وُجدت أدنى نسبة زيت لدى السلالة 4 (23.5%)، وهو مردود منخفض جداً، الأمر الذي يجعل هذه السلالة الأخيرة مستبعدة في عمليات الاصطفاء المباشر لسلالات زيتية، خاصّة أنّها لا تتميّز أيضاً بنسب مرغوبة من الحموض المشبعة أو غير المشبعة. كما تستبعد السلالتان 11 و 2 لذات السبب، إذ تحتويان على 25.6% و 28.5% من الزيت في بذورهما على الترتيب. غير أنّه يمكن الاستفادة من هذه السلالات ذات المردود المنخفض من الزيت في برامج التربية المعتمدة على التهجين بعد دراسة صفاتها الزراعية وبشكل خاص إنتاجها ومدى مقاومتها للأمراض وتحمّلها للإجهادات، حيث أنّه

من المهم جداً وجود اختلافات وبعد وراثي بين الآباء المنتخبين لبرامج التربية والتحسين، فهذا الاختلاف في مصادر الصفات المرغوبة يسمح بالحصول على أفضل الصفات في الهجن الناتجة، كما يعطي قوّة الهجين Heterosis التي تنشأ من هذا الاختلاف ويبرز فيها تفوّق أفراد من النسل على أفضل الآباء [5]. وضمن هذا التوجه أيضاً تلعب السلالات غير المرغوبة في الاصطفاء المباشر دوراً مهماً في تربية جيل متباين بعد التهجين بين آباء مختلفين وراثياً، حيث يمكن من خلال هذا التضاد في الصفات إنشاء خرائط وراثية والكشف عن مواقع وراثية ذات أهمية [15]. من ناحية أخرى اختلفت نسب الحموض الدهنية بين السلالات المدروسة (جدول 1)، حيث وُجدت أعلى نسبة لحمض الأوليك لدى السلالة 12 (58.89%) متبوعة بالسلالة 7 (58.12%)، وهي قيم قريبة من تلك المذكورة من قبل [6]، والتي بلغت 56.5% لدى الأصناف التقليدية، غير أنّ هذه النسب من حمض الأوليك لا تعتبر عالية بالمقارنة مع الأصناف عالية حمض الأوليك High oleic، والتي تتجاوز فيها النسبة 82% [1]، أو حتّى 85% حسب آخرين [19] وكانت أدنى نسبة من حمض الأولييك في بذور السلالة 9 (35.73%)، وهي أيضا ليست بعيدة عن القيم الدنيا المسجّلة لدى الأصناف التقليدية (31.7%) [6]. تتميّز أصناف دوّار الشمس ذات النسب العالية من حمض الأوليك بالعديد من الخصائص المرغوبة غذائياً وصحياً، فهو مقاوم للتأكسد بالحرارة وقابل للتخزين لفترات طويلة [9]. أمّا بالنسبة لحمض اللينولييك، الذي يعدّ أيضاً من الحموض الدهنية غير المشبعة، فقد تراوحت النسب بين 26.07% و 45.74% لدى السلالتين 12 و5 على التوالي، وهي بذلك أقل من نسب حمض الأوليك في حدودها الدنيا والقصوى، ولا تُعدّ من السلالات عالية النسب من حمض اللينولييك High linoleic، كبعض الأصناف المستعملة التي تزيد فيها نسب حمض اللينولييك عن 65% [18]، والتي تُعتبر أيضاً نوعية جيّدة من الزيوت، حيث أنّها لا تسبّب ارتفاع مستوى الكولسترول في الدم ولا تحدث تصلّب الشرايين [9].

تراوح مجموع نسب الحموض الدهنية غير المشبعة بين 73.9% (السلالة 9) و89.53% (السلالة 8)، في حين كانت نسب الحموض الدهنية المشبعة بين 10.46% لدى السلالة 8 و26.09% لدى السلالة 9، بمتوسّط 84.56% (حموض دهنية غير مشبعة) و

15.68% (حموض دهنية مشبعة)، والذي يتوافق تماماً مع النسب الموجودة في بذور معظم الأصناف الكلاسيكية المزروعة [1]. يعود ارتفاع نسبة الحموض المشبعة في بذور السلالة 9 إلى ارتفاع نسبة حمض البالميتيك بشكل كبير، حيث بلغت 18.47%. تجدر الإشارة إلى احتوائها أيضا على النسبة الأدنى من حمض الأوليبك 35.73%، وقد لوحظ أنّ هذه النسبة العالية من حمض البالميتيك في السلالة 9 بعيدة بشكل واضح عن ثاني أعلى نسبة 10.78%، التي وُجدت لدى السلالة 4 والتي تحتوي على أدنى مردود من الزيت. أمّا أدنى نسبة لحمض البالميتيك فقد سجّلت عند السلالة 7 (2.92%)، تلتها السلالة 8 بنسبة 3.42%، والتي تميّزت أيضاً بأعلى نسبة من الحموض الدهنية غير المشبعة (89.53%) وأدنى قيمة من الحموض الدهنية المشبعة (10.46%)، ما يجعل السلالة 8 خياراً جيّداً كتوازنات حموض دهنية مشبعة/غير مشبعة من أجل إنتاج زيت يتميّز بسيولة عالية وقيمة غذائية وصحيّة، غير أنّها ليست المثلى من حيث المردود الزيتي، وبذلك يصبح اصطفاء السلالة 6 ذات نسبة الزيت الأعلى (42.7%) الأمثل، خاصّة أنها لا تبعد كثيراً عن السلالة 8 من حيث تناسب الحموض الدهنية (88.92% غير مشبعة، 11.08% غير مشبعة)، بل إنّها تتميّز عن السلالة 8 أيضاً بنسبة حمض ستياريك أدنى (5.41%)، والتي تعدّ ثاني أدنى نسبة من هذا الحمض بعد السلالة 11 (4.38%). بالمقابل تعتبر السلالة 1 سلالة عالية النسبة من حمض الستياريك (13.29%)، ويمكن اصطفاؤها لتميّزها بهذه الصفة. على الرغم من القيمة الغذائية والصحية للزيوت المستخلصة من بذور الأصناف التقليدية أو تلك الأصناف عالية النسب من حمض الأوليبك واللينولييك إلّا أنّ سيولة الزيت ليست مرغوبة في بعض الصناعات الغذائية التي تتطلّب صلابة المادة الدهنية، لذلك تُضاف في كثير من الأحيان بعض المواد الدهنية الصلبة نسبياً من أجل الحصول على القوام المنشود للمنتج. تعتمد صلابة أيّ نوعٍ من الدهون عند درجة حرارة معيّنة بشكل كبير على محتواه من الحموض المشبعة، وقد ارتكز إنتاج المواد التي تحتاج إلى تلك الصلابة على المصادر الحيوانية والأنواع النباتية المدارية، مثل جوز الهند وزيت النخيل وعلى عملية الهدرجة الجزئية التي انخفضت نسبياً لاعتبارات صحيّة. لهذه الأسباب تمّ تطوير نمط وراثي طافر من دوّار الشمس يحتوي على أكثر من 25% من حمض الستياريك[20]. وقد لوحظ أنّه على الرغم من كون حمض الستياريك حمضاً مشبعاً إلّا أنّه لا يؤدي

إلى رفع مستوى الكولسترول الضار، لذلك يعتبر استهلاكه أفضل من استهلاك دهون ذات نسب عالية من حمض البالميتيك [12]. علاوة على ذلك، فإنّ مؤشّر تصلّب الشرايين لدى زيت دوّار الشمس عالي النسبة بحمض الستياريك أخفض من مؤشر الزيوت المستخلصة من النخيل الزيتي وجوز الهند [20].

سمح تحليل الارتباط (جدول 2) بين نسب الزيت والحموض الدهنية مثنى مثنى بالكشف عن ارتباط عكسي قوي جداً (0.98−) بين مجموعتي الحموض المشبعة وغير المشبعة، حيث تُعتبر هاتان المجموعتان متكاملتين، فأيّ ارتفاع في نسب إحداهما لابدّ أن يكون على حساب المجموعة الثانية. كما لوحظ ارتباط عكسيّ قويّ بين حمض الأوليك واللينولييك المنتميين إلى مجموعة الحموض الدهنيّة غير المشبعة (0.77−)، وهذا النوع من الارتباط متوقّع أيضاً، لكون مسار إنتاج هذين الحمضين متعلّق بإنزيم دلتا 12 ديساتوراز الذي يؤدّي نشاطه إلى تحويل حمض الأوليك إلى حمض اللينولييك في البذور [8]. أمّا بالنسبة لمجموعة الحموض الدهنيّة المشبعة، ممثّلة بحمضي البالميتيك والستياريك، فقد كان الارتباط فيها بين هذين الحمضين ضعيفاً جداً (0.03)، وبذلك لا يُتوقّع أن يتميّز الأفراد ذوو النسب العالية من حمض البالميتيك بنسب عالية من حمض الستياريك والعكس. وقد وُجد أن ارتفاع نسبة الحموض المشبعة مرتبطة بارتفاع نسبة حمض البالميتيك على وجه الخصوص (0.86)، والذي يرتبط بشكل عكسيّ قويّ بمجموع الحموض غير المشبعة (0.90−)، على عكس حمض الستياريك الذي لم يُبدِ أيّ ارتباطات قويّة بباقي الحموض الدهنية ومجموعاتها، من ناحية أخرى، لا ترتبط نسبة الزيت بنسب الحموض الدهنية بشكل عام، حيث كانت أعلى قيمة (0.41) مع حمض اللينولييك، ما يعني أنّه لا يمكن التنبّؤ بأيّ زيادة أو انخفاض في نسب الحموض الدهنية بناء على زيادة أو انخفاض نسب الزيت في الأفراد، وقد أكّدت إحدى الدراسات جانباً من هذه النتيجة، حيث توصّلت أيضاً إلى عدم وجود ارتباط بين محتوى الزيت ونسبة حمض الستياريك فيه [21].

جدول 1: نسب الزيت والحموض الدهنية في بذور سلالات دوّار الشمس المدروسة.

السلالات	نسبة الزيت	حمض الأوليك	حمض اللينولييك	الحموض غير المشبعة	حمض البالميتيك	حمض الستياريك	الحموض المشبعة
1	35.8	39.37	42.75	82.12	4.58	13.29	17.87
2	28.5	54.06	26.2	80.26	9.15	10.59	19.74
3	31.9	55.78	28.35	84.13	6.87	9	15.87
4	23.5	48.84	28.31	77.15	10.78	12.07	22.85
5	41.8	39.54	45.74	85.28	7.04	7.68	14.72
6	42.7	55.28	33.64	88.92	5.67	5.41	11.08
7	34.4	58.12	30.37	88.49	2.92	8.59	11.51
8	38.6	50.74	38.79	89.53	3.42	7.04	10.46
9	37.2	35.73	38.17	73.9	18.47	7.62	26.09
10	40.5	47.73	40.3	88.03	4.54	7.43	11.97
11	25.6	45.99	42.25	88.24	7.38	4.38	11.76
12	35.7	58.89	26.07	84.96	7.56	7.48	15.04
13	35	51.49	33.2	84.69	7.18	8.13	15.31
14	31.9	50.25	34.44	84.69	5.55	9.76	15.31
المتوسط	34.51	49.66	34.90	84.56	7.22	8.46	15.68

جدول 2: قيم ارتباط بيرسون Pearson بين نسب الزيت والحموض الدهنية.

	نسبة الزيت	أوليك	لينولييك	غير المشبعة	بالميتيك	ستياريك	المشبعة
نسبة الزيت	1.00						

أولييك	−0.14	1.00					
		−					
لينولييك	0.41	0.77	1.00				
غير المشبعة	0.38	0.41	0.28	1.00			
		−	−				
بالميتيك	−0.22	0.51	0.10	−0.90	1.00		
		−	−				
ستياريك	−0.34	0.06	0.24	−0.43	0.03	1.00	
		−	−				
المشبعة	−0.36	0.46	0.21	−0.98	0.86	0.54	1.00

يسمح تحليل التماثل والعناقيد في مثل هذه الدراسة بتحديد السلالات المتشابهة والمختلفة مع تقدير درجة هذا التشابه أو الاختلاف، وذلك لثلاثة أهداف رئيسية:

1- الاصطفاء المباشر لسلالات ذات خصائص مميّزة، مختلفة عن باقي السلالات (جدول 3، شكل 1).

2- اختيار آباء متباعدين من أجل برامج التهجين التي قد تتجه نحو تربية النبات والتحسين الوراثي عن طريق الاصطفاء ضمن أفراد النسل الناتج، أو نحو إنشاء خرائط وراثية والكشف عن مواقع وراثية لصفات ذات أهمية بواسطة التحليل الجزيئي وأخذ القياسات المناسبة للآباء والنسل [15].

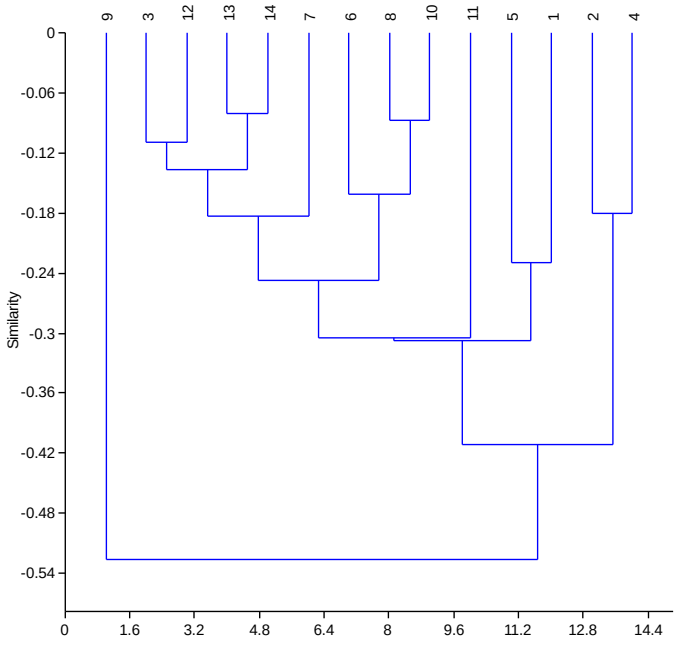
3- الكشف عن السلالات المتشابهة بدرجة عالية كي تكون بدائل عن بعضها في الصفات المدروسة، وذلك في حال استلزم الأمر استبدال سلالة بأخرى بناء على صفات غير مرغوب فيها كأن تكون إحدى السلالات المختارة لعمليات التهجين ذات إنتاجية منخفضة أو حسّاسة لبعض الإجهادات الحيوية أو اللاحيوية.

تراوحت قيم التماثل بين 0.08 (13 و14) و0.64 (7 و9)، ما يعني تماثلاً شديداً بين السلالتين 13 و14 وبعداً واضحاً بين 7 و9. وبشكل عام كانت السلالة 9 الأكثر بعداً عن باقي السلالات كما تشير قيم التماثل والعناقيد، وتجدر الإشارة إلى كونها الأكثر احتواء على حموض دهنية مشبعة، وبالتحديد حمض البالميتيك، كما أنّها الأقل احتواء على حموض دهنية غير مشبعة (جدول 3، شكل 1).

بناء على هذه النتائج يمكن اختيار السلالة 9 باعتبارها سلالة غنية بالحموض البالميتيك يمكن توجيه الزيت المستخلص من بذورها نحو صناعات غذائية تحتاج إلى صلابة المواد الدهنية، كالزبدة النباتية والمثلّجات وغيرها. كما يمكن اختيارها أيضاً كأحد الآباء في برامج التهجين لبعدها عن باقي السلالات كما سبق ذكره. يخضع اصطفاء الآباء للهدف المنشود من التهجين، حيث يتمّ اختيار الصفات المرغوبة في أحد الأبوين والبحث عن نقيضها وما يكمّلها من صفات زراعية أو غذائية في السلالات الأخرى.

جدول 3: قيم التماثل بين السلالات المدروسة وفق دليل Gower.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.00													
2	0.39	0.00												
3	0.33	0.17	0.00											
4	0.43	0.18	0.32	0.00										
5	0.23	0.49	0.34	0.57	0.00									
6	0.42	0.44	0.28	0.59	0.31	0.00								
7	0.37	0.34	0.17	0.49	0.39	0.19	0.00							
8	0.31	0.47	0.32	0.57	0.26	0.15	0.19	0.00						
9	0.49	0.51	0.55	0.46	0.43	0.62	**0.64**	0.54	0.00					
10	0.25	0.47	0.32	0.55	0.18	0.17	0.22	0.09	0.50	0.00				
11	0.35	0.45	0.36	0.49	0.30	0.29	0.34	0.25	0.60	0.21	0.00			
12	0.37	0.23	0.11	0.41	0.32	0.25	0.17	0.29	0.55	0.29	0.38	0.00		
13	0.27	0.25	0.11	0.37	0.23	0.22	0.18	0.21	0.46	0.21	0.30	0.12	0.00	
14	0.23	0.24	0.11	0.34	0.28	0.27	0.21	0.24	0.51	0.23	0.30	0.20	**0.08**	0.00



شكل 1: شجرة عناقيد السلالات المدروسة باستخدام قيم التماثل ودليل Gower على برنامج Past.exe.

5- الاستنتاجات والتوصيات:

- تراوحت نسب الزيت بين 23.5% و 42.7% لدى السلالتين 4 و6 على التوالي.
- سُجّلت أعلى نسبة من حمض الأوليك في زيت بذور السلالة 12 (58.89%)، كما سُجّلت أعلى نسبة لحمض اللينولييك لدى السلالة 5 (45.74%).
- سُجّلت أعلى نسبة حموض دهنية غير مشبعة لدى السلالة 8 (89.53%)، التي تحوي أدنى نسبة من الحموض الدهنية المشبعة (10.46%).
- سُجّلت أعلى نسبة من الحموض الدهنية المشبعة لدى السلالة 9 (26.09%)، حيث كانت نسبة حمض البالميتيك (18.47%).
- أعلى نسبة لحمض الستياريك وُجدت في بذور السلالة 1 (13.29%).

– تمثّل السلالة 6 خياراً جيّدا لإنتاج زيوت ذات خصائص غذائية مرغوبة وسيولة مطلوبة.

– تمثّل السلالة 9 أفضل خيار لإنتاج زيوت موجهة نحو صناعات غذائية تتطلّب صلابة نسبية للمواد الدهنية.

6- المراجع:

1-Akkaya M R, 2018, Fatty acid compositions of sunflowers (*Helianthus annuus* L.) grown in east Mediterranean region, La Rivista Italiana Dell Sostanze Grasse, Vol. 4. 239-247

2-Balafoutis A T, Papageorgiou E, Dikopoulou Z, Fountas S, and G. Papadakis G 2014, Sunflower oil fuel for diesel engines: an experimental investigation and optimum engine setting evaluation using multi-criteria decision making approach. International Journal of Green Energy, Vol. 11. 642–673

3-Ebrahimian E, Seyyedi S M, Bybordi A, Damalas C A, 2019, Seed yield and oil quality of sunflower, safflower, and sesame under different levels of irrigation water availability. Agric. Water Manage, Vol. 218. 149–157

4- FAO 2022. FAOSTAT: FAO Statistical Database. Retrieved July 2.

5-Gallais A 2009, Hétérosis et variétés hybrides en amélioration des plantes. INRA, Editions Quæ, France, 353.

6-Gandova V, Teneva O, Petkova Z, Iliev I, Stoianova A. 2024, Lipid composition and physicochemical parameters of unrefined sunflower oil. BIO Web of Conferences, 122, 1009.

7-Grossmann L, McClements D. J. 2021, The Science of Plant-Based Foods: Approaches to Create Nutritious and Sustainable Plant-Based Cheese Analogs. Trends Food Sci. Technol, Vol.118. 207–229

8-Harwood J L, 1996, Recent advances in the biosynthesis of plant fatty acids. Biochim. Biophys. Acta, Vol.1301. 7-56

9-Harun M, 2019, Fatty Acid Composition of Sunflower in 31 Inbreed and 28 Hybrid. Biomed J Sci & Tech Res| BJSTR. MS, Vol. 16. Iss. 3.

10-Hassan Q, Araibi A, Shather A, Mohammed M, Abdulkhaleq Alalwan H, 2024, The Impact of Utilizing Waste Sunflower Oil as a Biodiesel Blend on Four-Stroke Engine Performance and Emissions, Designs, Vol. 8, 38.

11-Hosni T, Abbes Z, Abaza L, Medimagh S, Ben Salah H, Kharrat M, 2022, Biochemical characterization of seed oil of Tunisian sunflower (*Helianthus annuus* L.) accessions with special reference to its fatty acid composition and oil content, J. Food Qual., 1–8.

12- Hunter JE, Zhang J, Kris-Etherton, PM, 2010, Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, other saturated, and unsaturated fatty acids: a systematic review, Am J Clin Nutr, Vol. 91. 46–63

13-Li Z, Xiang F, Huang X , Liang M, Ma S, Gafurov K, Gu f, Guo Q, Wang Q, 2024, Properties and Characterization of Sunflower Seeds from Different Varieties of Edible and Oil Sunflower Seeds, Foods, Vol. 13. 1188

14-Malunjkar B, Lokhande R, Sanjay Chitodkar S, 2024, The Significance of Sunflower in Ecology and Agriculture, AgroScience Today, Vol. 5 Iss. 3.0811 – 0813

15-Mokrani L, Gentzbittel L, Azanza F, Fitamant L, Al-Chaarani G, Sarrafi A, 2002, Mapping and analysis of quantitative trait loci for grain oil content and agronomic traits using AFLP and SSR in sunflower (*Helianthus annuus* L.), Theor. Appl. Genet. Vol. 106. 149–156

16-Nakonechna K, Ilko V, Berˇcíková M , Vietoris V, Panovská Z, Marek Doležal M, 2024, Nutritional, Utility, and Sensory Quality and Safety of Sunflower Oil on the Central European Market. Agricultur, Vol.14. 536

17-Puttha R, Venkatachalam K, Hanpakdeesakul S , Wongsa J, Parametthanuwat T, Srean P, Pakeechai K, Narin Charoenphun N, 2023, Exploring the Potential of Sunflowers: Agronomy, Applications, and Opportunities within Bio-Circular-Green Economy, Horticulture, Vol. 9. 1079

18-Romanic R S and Luzaic T Z, 2022, Dehulling effectiveness of high-oleic and linoleic sunflower oilseeds using air-jet impact dehuller: a comparative study, Food Sci. Technol, Campinas, Vol. 42. 58620.

19-Rozhon W, Ramirez V E, Wieckhorst S, Hahn V, Poppenberger B, 2023, Generation of high oleic acid sunflower lines using gamma radiation mutagenesis and highthroughput fatty acid profiling Wilfried, Front. Plant Sci. 14:1138603.

20- Salas J J, Bootello M A, Martínez-Force E, Calerón M V, Garcés R, 2021, High stearic sunflower oil: Latest advances and applications, Oilseeds & fats Crops and Lipids, 28, 35

21-Velasco L 2007, Relationships between seed oil content and fatty acid composition in high stearic acid sunflower. Plant Breeding 126(5):503 - 508

مقاومة بكتريا *Aeromonas hydrophila* المعزولة من براز الأطفال المصابين بالتهاب الأمعاء للمضادات الحيوية

الدكتورة :ندى محفوض

قسم علم الحياة – كلية العلوم – جامعة حمص – سوريا

الملخص

جرى في إطار هذا البحث عزل البكتريا التابعة للجنس *Aeromonas* من(277) عينة براز أطفال مصابين بالتهاب الأمعاء، درست بعض الخصائص المزرعية والمجهرية والبيوكيميائي إذ شخصت(14)عزلة تعود لبكتريا*Aeromonas hydrophila* من مجموع (97)عينة إيجابية الزرع البكتيري مشكلة بذلك نسبة 14.4%. أظهرت نتائج اختبار الحساسية للمضادات الحيوية أن جميع عزلات *Aeromonas hydrophila* قيد الدراسة أبدت مقاومة متعددة (MDR) multi drug resistance لأغلب المضادات الحيوية المستخدمة، فبلغت نسبة العزلات المقاومة للمضادات الحيوية ,Amoxicillin ,Ampicillin, Bacitracin, Cefuroxime, Cloxacillin , Cephalexin, Penicillin G, Erythromycin, Flumequine, Tetracyclineو نسبة 100%، في حين أبدت حساسية تامة بنسبة 100%لكل من Chlorotetracyclin و Azithromycin، فيما تباينت نسب المقاومة للمضادات الحيوية Amikacin, Ciprofloxacin, Gentamycin و Streptomycinإذ بلغت35.71%،21.43%،50%و14.29%على

التوالي، وللكشف عن وجود مورثتين من مورثات المقاومة لبعض المضادات الحيوية فيDNA بكتريا *Aeromonas hydrophila* هما المورثتين blaAmpc و blaOxA المسؤولتان عن انتاج انزيم β– lactamase بينت نتائج الرحلان الكهربائي بهلام الأغاروز بتركيز 2% لنواتج تفاعل PCR أن ثلاث عزلات من*Aeromonas hydrophila* هي:Ah1 وAh2 وAh7 تمتلك القطع المضخمة من المورثة blaAmpc بنسبة 42.86% وبعد المقارنة مع الحزم العائدة إلى الواسم الجزيئي المعياري DNA ladder بلغ الوزن الجزيئي للحزم الناتجة 550زوج قاعدي، وأن ثلاث عزلات هي Ah5 وAh6 وAh7 تمتلك القطع المضخمة من مورثة blaOxA مشكلة نسبة42.86%، بلغ الوزن الجزيئي للحزم الناتجة564زوج قاعدي بعد المقارنة مع الحزم العائدة إلى الواسم الجزيئي المعياريDNA ladder، وأن العزلة Ah7 قد امتلكت كلتا المورثتين blaAmpc وblaOxA وقد قاومت (14) مضاد حيوي مشكلة أعلى نسبة مئوية للعزلات المتعددة المقاومة للمضادات في هذه الدراسة والبالغة 87.5% ، وأظهرت مقاومة شديدة لمضادات مجموعة البيتالاكتام المستخدمة في الدراسة إذ تراوحت قيم MIC لها بين (512–>1024)مكغ/مل، وعلى الرغم من عدم امتلاك بقية العزلات الى هاتين المورثتين إلاّ أنهم أبدوا مقاومة مرتفعة لعدد من المضادات الحيوية مما يشير إلى امتلاكهم آليات مقاومة أُخرى للمضادات الحيوية.

الكلمات المفتاحية : التهاب الأمعاء،*Aeromonas hydrophila* ،مقاومة متعددة للمضادات الحيوية.

Abstract

Within the framework of this study, bacteria belonging to the genus *Aeromonas* were isolated from 277 stool samples collected from children suffering from gastroenteritis. Several cultural, microscopic, and biochemical characteristics were studied. 14 samples out of a total 97 bacterially positive samples, representing 14.4% were identified as *Aeromonas hydrophila* .The results of the antibiotic susceptibility test showed that all *Aeromonas hydrophila* isolates under study exhibited multidrug resistance (MDR) to most of the antibiotics used. The resistance rate reached 100% against Amoxicillin, Ampicillin, Bacitracin, Cefuroxime, Cloxacillin, Cephalexin, Penicillin G, Erythromycin, Flumequine, and Tetracycline. In contrast, the isolates showed 100% sensitivity to Chlorotetracyclin and Azithromycin. However, the resistance rates varied for Amikacin, Ciprofloxacin, Gentamycin, and Streptomycin, reaching 35.71%, 21.43%, 50%, and 14.29%, respectively. To detect the presence of two antibiotic resistance genes in the DNA of *Aeromonas hydrophila*, namely blaAmpc and blaOxa, which are responsible for the production of the β-lactamase enzyme, agarose gel electrophoresis (2%) of PCR products revealed that three isolates (Ah1, Ah2, and Ah7) possessed the amplified fragments of the blaAmpc gene with a

percentage of 42.86%. Comparison with the standard molecular marker (DNA ladder) showed that the molecular size of the amplified fragments was 550 bp. The results also showed that three isolates (Ah5, Ah6, and Ah7) possessed the amplified fragments of the blaOxa gene with a percentage of 42.86%, and the molecular size of the amplified fragments was 564 bp compared with the DNA ladder. Furthermore, the results indicated that isolate Ah7 possessed both genes (blaAmpc and blaOxa). This isolate showed resistance to 14 antibiotics, representing the highest percentage of multidrug-resistant isolates in this study (87.5%).The isolate also exhibited strong resistance to β-lactam antibiotics used in the study, with MIC values ranging from(512-1024 <)µg/ml. Although the remaining isolates did not possess these two genes, they still showed high resistance to several antibiotics, suggesting the presence of other antibiotic resistance mechanisms.

Keywords:

Gastroenteritis, *Aeromonas hydrophila*, Multidrug resistance.

المقدمة Introduction

عُزلت بكتريا *Aeromonas hydrophila* لأول مرة منذ أكثر من 80 عاماً، لكن الدلائل على أنها من ضمن الأنواع الإنتهازية والممرضة للإنسان فقد كان في بداية عام 1980، وعلى الرغم من المعلومات العديدة التي جمعت حول عوامل إمراضيتها إلا أن ميكانيكية تسببها للإسهال غير مفهومة كلياً [1]

فعوامل إمراضيتها تشمل إنتاجها لعدّة ذيفانات مثل Hemolysin،Aerolysin،Enterotoxin و Cytolysinوعدد من الإنزيمات مثل acetyl transferase،phospholipaseو proteaseنتيجةً لذلك يمكن ان تسبب *Aeromonas hydrophila* العديد من الأمراض عند الإنسان كالتهاب السبيل الهضمي والتهاب النسيج الخلوي والتهاب البلعوم واللوزتين والتهاب الرئة وفي حالات نادرة ممكن أن تسبب التهاب السحايا والتهاب الشغاف القلبي [2]، كما أنها تسبب تجرثم الدم وإنتانه خاصةً عند المرضى المصابين بسرطان الدم [3].

إن انتشار *Aeromonas hydrophila* على نطاق واسع في العالم و في المنظومات المائية المتعددة والمختلفة تشير إلى تلوث الماء بالبكتريا وما تسببه هذه البكتريا من خسائر اقتصادية من خلال إمراضيتها لمدى واسع من الكائنات المائية ،وإن وجودها في براز الإنسان يعكس ببساطة انتقالها من المياه إلى الأغذية كاللحوم و المنتجات البحرية والحليب والمنتجات الغذائية [4]، وقد عزلت من عدة عينات سريرية من الإنسان مثل البراز، القشع، الحنجرة، المرارة، البول، الدم و الخراجات [5].

بيّنت دراسة Gavriel و آخرون عام 1998مسؤولية *Aeromonas hydrophila*عن إحداث نوعين من الإلتهابات المعوية عند الإنسان النوع الأكثر شيوعاً يكون مشابها إلى الإصابة بالكوليرا من حيث الصفات البراز السائل والحمى المعتدلة في الأطفال في عمردون 12سنة ويصاحبها عادة تقيؤاً [6]،أما النوع الثاني يكون مشابهاً إلى الديزنتري من حيث تواجد الدم والمادة المخاطية في البرازوهو الأكثر شدةً وقد تستمر إلى عدة أسابيع،وهناك الكثير من الأدلة على وبائية *Aeromonas hydrophila*حيث عُزلت بصورة متكررة من عينات براز مرضى مصابين بالإسهال وفي كثير من الحالات هناك علاقة واضحة بين عزل *Aeromonas hydrophila* من عينات البراز ووجود حالة الإسهال وتكون *Aeromonas hydrophila*هي أحد العوامل الممرضة المشتبه بها في حالات الإسهال بعد المعالجة بالمضادات الحيوية وخاصةً عند الأطفال [7].

أكدت دراسة Kotloff عام (2016) امتلاك بكتريا *Aeromonas hydrophila* جينوم معقّد يحوي العديد من المورثات التي تمنحها القدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية كما أنها قادرة على النمو بدرجات حرارة تتراوح بين4 إلى 42□م بالإضافة لمنحها مقاومة تجاه العديد من المضادات الحيوية وهذا ما يشار له بالمقاومة الذاتية بالإضافة إلى ظهور سلالات ذات مقاومة ذاتية بالإضافة لاكتسابها المقاومة المكتسبة التي تكون بسبب ظهور سلالات مقاومة من الأنواع البكتيرية الحساسة سابقا بعد تعرضها لمضادات معينة سببها الجينات القافزة (Transposone) إذ تم تشخيص عدد من الجينات القافزة المسؤولة عن المقاومة المتعددة للمضادات الحيوية مثل1459− ApP ،ErM3 ،Tn971 و Tn961 نجم عنها حدوث طفرات تلقائية جعلتها مقاومة للعلاج بالمضادات الحيوية، [8] أو بلاسميدات المقاومة Resist plasmids أو مورثات صبغية المنشأ أو بلاسميدية مثل blaTEM،blaSHV، blaAMPC و blaOXA المسؤولين عن إنتاج انزيم β− lactamase [9] ومورثات مسؤولة عن مضخات الدفق Efflux pumps

(Es)أو نتيجة طفرات صبغية ينجم عنها تغير في نفاذية الغشاء الخارجي الذي يحتوي على فتحات بوروينية (porins)من نوع OprD وإن حدوث أي تغيير في مواقع هذه الفتحات يؤدي إلى حدوث مقاومة لعدد من المضادات الحيوية[10].

أهمية البحث

نظراً للأهمية الطبية التشخيصية و العلاجية، ولندرة البحوث المحلية عن إمراضية *Aeromonas hydrophila*ومقاومتها المتعددة لأغلب المضادات الحيوية التي أصبحت مصدر قلق للأطباء بسبب الانتشار السريع والخيارات العلاجية المحدودة والنتائج الضارة للمرضى وخصوصاً الأطفال فهي مشكلة يصعب علاجها، من هنا جاءت الأهمية كونها تهدد الصحة العامة، وإن معرفة نسب المقاومة للمضادات الحيوية يساعد في محاولة الحد من انتشارها.

أهداف البحث

- عزل بكتريا *Aeromonas hydrophila* من براز الأطفال المصابين بالتهاب الأمعاء .
- تشخيص العزلات اعتماداً على الصفات المزرعية وصبغة غرام والاختبارات الكيموحيوية.
- اختبار حساسية بكتريا*Aeromonas hydrophila* للمضادات الحيوية .
- قياس التراكيز المثبطة الدنيا لبعض مضادات مجموعة β- lactam .
- الكشف *عن وجود* مورثتين من مورثات المقاومة في بكتريا *Aeromonas hydrophila* وهما المورثتين *blaOxA* وblaAmpc المسؤولتان عن انتاج انزيم β- lactamase .

المواد و طرائق البحثMaterials and Methods

-استخدمت الأوساط الزرعية الآتية لعزل وتشخيص *Aeromonas hydrophila* :

Cary Blair transport media،MacConkey agar ،Blood agar، Nutrient broth ، Mueller Hinton broth و Mueller Hinton agar (حضرت حسب تعليمات الشركات المصنعة وعُقمت بالأوتوكلاف بدرجة حرارة121□م وضغط 15بار/انج^2 لمدة 15دقيقة) .

–صبغة غرام ،أوساط وكواشف الاختبارات الكيموحيوية،عدة تشخيص البكتريا السالبة لصبغة غرام(API–20 E)Analytic Profile Index، أقراص ومساحيق مضادات حيوية مختلفة،عدة استخلاص(Genomic DNA)(Presto ™Mini G.DNA Bacteria Kit)،مواد تفاعل البلمرة المتسلسل المتضمن كيت PCR^{R}AccuPower PreMix .

مكان العمل :

أُجريت تجارب البحث في مخبر البحث العلمي في قسم علم الحياة في كلية العلوم في جامعة حمص ومخبر التقانات الحيوية في كلية الهندسة الحيوية في جامعة حلب .

جمع العينات :

تم جمع277عينة براز لأطفال مراجعين لمشافي وعيادات ومراكز صحية ومخابر تحليلات مرضية في مدينة حمص من كلا الجنسين وبأعمار تراوحت بين(6 أشهر – 9سنوات) مصابين بالتهاب الأمعاء خلال المدة ما بين (شهر تموز عام2024 – شهر آب عام 2025).

العزل و التشخيص:

زُرعت العينات في الوسط الناقلCary Blair transport mediaوحُضنت بظروف هوائية بدرجة 37 م□ لمدة 24ساعة ليتم عزل البكتريا وتنقيتها ثم تشخيصها اعتماداً على مصنف(Bergyes manual) عام (1994) [11]،

وذلك من خلال دراسة الفحص المجهري والصفات الزرعية للمستعمرات النامية على أوساط مختلفة واجراء الاختبارات الكيموحيوية وفقاً لطريقة العمل المذكورة في[12]التي شملت الاختبارات الآتية:

الكاتالاز، الأوكسيداز، الاندول، أحمرالمثيل، الفوكس بروسكاور ،استهلاك السترات، القابلية على انتاج اليورياز، وللتأكد من صحة التشخيص على مستوى النوع *Aeromonas hydrophila* استُخدام نظام(API) الذي يحتوي على 20اختبار، طُبقت اعتماداً على تعليمات الشركة المصنعة وفسرت النتائج بالاعتماد على النشرة المرفقة.

اختبار حساسية بكتريا *Aeromonas hydrophila* للمضادات الحيوية :

حسست عزلات بكتريا *Aeromonas hydrophila* لأقراص المضادات الحيوية المذكورة في الجدول(1)، إذ اتُبعت طريقة الانتشار بالآغار، تم إجراء الاختبار اعتماداً على طريقة Kirby– Bauer وفقاً لما ذكره Quinn وآخرون في عام(2004) [12]، ومحفوض عام(2016) [13]، وذلك بتنمية مستعمرة بكتيرية نقية بعمر 24 ساعة من كل عزلة في مرق Mueller broth Hinton، وحضنت بدرجة 37م□لمدة5 ساعات وقورنت عكارتها مع محلول ثابت العكارة القياسي0.5 Mcfarland وقيست الامتصاصية عند طول موجة625 نانومتر إذ قدرت قيمة الامتصاصية 0.1 والتي تقدر عدد الخلايا البكتيرية 1.5×10^8 خلية/مل، ونشر 100 مايكرولتر من المعلق البكتيري على سطح أغارMueller Hinton agar وتركت لمدة 10 دقائق لحين التشرب، وضعت أقراص المضادات الحيوية على سطح الوسط وحضنت الأطباق بدرجة 37 م□لمدة24 ساعة ثم قيست أقطار هالات تثبيط النمو البكتيري المحيطة بكل قرص من أقراص المضادات الحيوية باستخدام ورق مليمتري مدرج، وقورنت مع الجدول المرفق بالمضادات الحيوية.

جدول(1) المضادات الحيوية المستخدمة في البحث

اسم المجموعة التي ينتمي إليها المضاد الحيوي	تركيزه	رمزه	اسم المضاد
Aminoglycoside	30	AK	Amikacin
Penicillins	30	Am	Amoxycillin
Penicillins	10	A	Ampicillin
Polypeptide	10u	B	Bacitracin
Cephalosporines	30	CF	Cefuroxime
Tetracyclines	30	Cl	Chlorotetracyclin
Penicillins	10	CX	Cloxacillin
Cephalosporines	30	CP	Cephalexin
FluroQuinolones	5	Cf	Ciprofloxacin
Macrolides	30	Az	Azithromycin
Aminoglycoside	10	G	Gentamycin
Penicillins	2U	P	PenicillinG
Macrolides	15	E	Erythromycin
Quinolones	25	F	Flumequien
Tetracyclines	30	T	Tetracycline
Aminoglycoside	50	S	Streptomycin

قياس التركيز المثبط الأدنى Minimum Inhibitory Concentration(MIC)

استُخدمت طريقة التراكيز المضاعفة المتسلسلة في الأنابيب وتم تحديد القيم باستخدام مرق Mueller Hinton مع تمديدات من المضادات الحيوية المستخدمة، إذ تم اتباع طريقة Quinnوآخرون في عام(2004)[12]وفقاً لما جاء في [14] و[15] وذلك بتحضير محاليل خزينة (stock solution) من المضادات الحيوية المستخدمة بتركيز نهائي مقداره 10 ملغ/مل وعقمت باستخدام مرشحات دقيقة الثقوب(millipore filter 0.22 µm) وأُضيف كل مضاد بتراكيز متسلسلة متضاعفة تراوحت ما بين(0.125–1024) مكغ/مل إلى كل أُنبوب من أنابيب الاختبار الحاوية على5 مل من (Mueller Hinton broth) المعقمة، مزجت جيداً ثم لقحت بـ100 مايكرولتر من كل عزلة على حدة يقدر عدد الخلايا البكتيرية بها 1.5×10^8 خلية/مل، وحضنت الأنابيب بدرجة 37 م□لمدة24 ساعة، استخدم وسط زرعي خالٍ من أي مضاد حيوي كشاهد إيجابي، تم اختبار أول أُنبوب رائق يأتي بعد سلسلة أنابيب عكرة ليكون تركيز المضاد بهذا الأُنبوب هو التركيز المثبط الأدنى.

استخلاص Genomic DNA وقياس تركيزه و نقاوته :

استُعمل كيت لاستخلاص الـ DNA الجينومي من بكتريا *Aeromonas hydrophila* وتمت عملية الاستخلاص حسب تعليمات الشركة (Presto ™MiniBacteria G.DNA Kit) وذلك بتنمية عزلات بكتيريا*Aeromonas hydrophila* –التي أبدت أعلى مقاومة للمضادات الحيوية المستخدمة والتي شملت العزلات (Ah1)،(Ah2)، (Ah3)، (Ah4)، (Ah5)، (Ah6) و (Ah7) (– في مرق Nutrient broth وحُضنت بدرجة 37م□لمدة18 ساعة، ثم رُسبت الخلايا بجهاز الطرد المركزي بسرعة (6000) xg لمدة 2 دقيقة، وعُلقت بـ 200مايكرولتر من محلول S1 ومُزجت بلطف وتُركت بدرجة حرارة الغرفة مدة 5 دقائق، ثم أُضيف 200مايكرولتر من محلول S2ومُزجت بلطف وتُركت في حمام مائي بدرجة حرارة 70 م□لمدة10دقائق، ثم أُضيف إلى

المعلق 5 مايكرولتر من إنزيم RNase، ثم مُزجت جيداً وحضن المزيج بدرجة 37 م□ لمدة ساعة، ثم أُضيف إلى المعلق400 مايكرولتر من الواقي NB buffer ومُزج بلطف عدة مرات، ثم أُجري طرد مركزي بسرعة (16000) xg لمدة 10 دقائق، نُقل الطافي إلى عمود التنقية المحمول على أُنبوب ابندروف معقم وطُرد مركزياً بسرعة (10000) xg لمدة 1 دقيقة، ثم غُسل العمود بإضافة 700 مايكرولتر من wash buffer، وطُرد مركزياً بسرعة(10000)xg لمدة 1 دقيقة، وتم التخلص من الطافي وإضافة100 مايكرولتر من Elution buffer، وحُضن بدرجة حرارة الغرفة لمدة 1 دقيقة، ثم وطُرد مركزياً بسرعة(10000) xg لمدة 1 دقيقة للحصول على DNA، كما تم قياس تركيز ونقاوة الـDNA المستخلص من العزلات (Ah1)،(Ah2)، (Ah3)، (Ah4)، (Ah5)، (Ah6) و(Ah7) باستخدام جهاز Spectrophotometer –Nanodrop من خلال قراءة الامتصاصية بطول موجي 260نانومتر و280 نانومتر، إذ تم إتباع طريقة Maniatis وآخرون عام (1982) [16]، ووفقاً لما ذكره Sarkar و Thomas عام(2024) [10].

الرحلان الكهربائي بهلام الأغاروز Agarose Gel Electrophoresis

حُضر هلام الأغاروز بتركيز 2 % للكشف عن نواتجPCR للDNAالمستخلص من العزلات (Ah1)،(Ah2)، (Ah3)، (Ah4)، (Ah5)، (Ah6) و(Ah7) العائدة إلى بكتريا *Aeromonas hydrophila* إذ تم إتباع طريقة Maniatis وآخرون في عام (1982) [16].

الكشف عن المورثات المسؤولة عن إنتاج إنزيم β– lactamase في بكتريا *Aeromonas hydrophila* المقاومة للمضادات الحيوية:

استُخدم جهاز تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) للكشف عن وجود المورثتين blaAmpcو blaOxA لدى العزلات (Ah1)،(Ah2)، (Ah3)، (Ah4)، (Ah5)، (Ah6)،

و(Ah7) لبكتريا *Aeromonas hydrophila* واستُعملت المرئسات P1 و p2 للكشف عن المورثتين blaAmpc و blaOxa على التوالي كما موضحة بالجدول (2).

جدول(2) المرئسات المستعملة في تفاعل البلمرة المتسلسل المستعمل في الدراسة

المورثة	رمز المرئسة	تتابع المرئسة 3→5	الوزن الجزيئي للقطعة المضخمة(bp)	المرجع
blaAmpc	P1	– ATGATGAAAAAATGCTTATGC–3 (F)5 5–TTGCAGCTTTTCAAGAAT– (R) 3	550	[9]
blaOxA	p2	5– ATGAAAAACACAATACATATCAACTTCGC– (F) 3 5–GTGTGTTTAGAATGGTGATCGCATT –3 (R)	564	[9]

وحُضر خليط تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) لكل مورثة على حدى كما موضح بالجدول (3).

جدول(3) المواد المستعملة في تفاعل البلمرة المتسلسل المستعمل في الدراسة

المادة	التركيز النهائي(µM/ µl)	الحجم (µl)
10x buffer	1 x	2.5µl
$MgSO_4$(50Mm)	3mM	1.5 µl
dNTPs1		1µl
TaqDNA Polymerase(5U)		0.2 µl
Primers(10µM)	10µM	2µl
tamplate DNA	100 ng/ µl	5 µl
dH_20		12.8µl
Total volume		25 µl

تم برمجة جهاز (PCR)حسب ما ذكر في البرنامج الحراري المصمم لهذه الدراسة وبظروف مثلى للكشف عن المورثتينblaAmpc وblaOxA لدى العزلات (Ah1)،(Ah2) ، (Ah3)،(Ah4)، (Ah5)، (Ah6) و(Ah7) لبكتريا *Aeromonas hydrophila* وفق عدة مراحل : مرحلة المسخ الأولي بدرجة حرارة95م□لمدة 5 دقائق، ومرحلة مسخ DNA القالب بدرجة حرارة95 م□ لمدة 30 ثانية، ومرحلة الارتباط بدرجة حرارة55م□لمدة 30 ثانية، ومرحلة الاستطالة بدرجة حرارة72 م□لمدة 45 ثانية، ومرحلة الاستطالة النهائية بدرجة حرارة72 م□ لمدة 5دقائق، بعد ذلك نقل 5مايكرولتر من ناتج تضاعف كل مورثة للرحلان الكهربائي على

هلام الأغاروز المحضر بتركيز2 % وبفرق جهد70 فولط ولمدة 60 دقيقة باتباع طريقة Maniatis وآخرون في عام (1982) [16] .

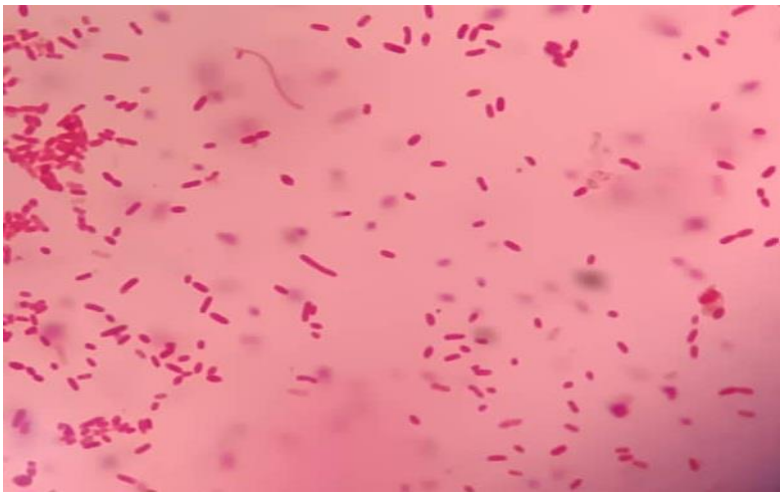
النتائج و المناقشةResults and Discassion

أظهرت نتائج الزرع البكتيري لـ (277) عينة إسهال لأطفال مشخصة إصابتهم بالتهاب الأمعاء من كلا الجنسين تراوحت أعمارهم بين (6 أشهر – 9سنوات) أن(97)عينة فقط قد أعطت زرع بكتيري موجب مشكلة نسبة 35.02% ، يعود سبب ذلك إلى أن كثير من حالات الإسهال عند الأطفال تكون فيروسية المنشأ مثل Rotavirusو Norovirus أو تكون بسبب بكتريا لاهوائية مجبرة أو إصابة طفيلية أو كون الإسهال ناجم عن سبب دوائي أو غذائي، تقاربت نسبة الزرع البكتيري الموجب لعينات براز الأطفال المصابين بالإسهال نتائج دراسة Heydari وآخرون في عام(2024) [17].

تم تشخيص 14عزلة تعود لبكتريا *Aeromonas hydrophila* – رموزها (Ah1، Ah2، Ah3، Ah4، Ah5، Ah6، Ah7، Ah8، Ah9، Ah10، Ah11 ، Ah12، Ah13 وAh14) – من مجموع العينات التي أعطت زرع بكتيري موجب البالغ عددها (97)عينة مشكلة بذلك نسبة % 14.4، وقد قاربت تلك النسبة دراسة الباحث Sadeghi وآخرون في عام(2023) إذ بلغت 13.6% والذي بين أن *Aeromonas hydrophila* أحد المسببات المرضية المسؤولة عن حالات التهابات معدية معوية عند الأطفال تتراوح من الإسهال الخفيف إلى أمراض شديدة تشبه الكوليرا عند الأطفال و البالغين [18]، إلاّ أنها خالفت النسبة التي وجدها الباحث Echeverria

و آخرون في عام(1986)والتي بلغت في دراستهم 10.5% [19]، قد يعود السبب لاختلاف الموقع الجغرافي وعدد العينات المدروسة.

اعتُمدت كل من نتائج الفحص المجهري للبكتريا بعد صبغها بصبغة غرام ونتائج الصفات المزرعية على أوساط زرعية مختلفة ونتائج الاختبارات الكيموحيوية في تحديد هوية *Aeromonas hydrophila*، فتميزت بكونها عصيات قصيرة سالبة لصبغة غرام تترتب بشكل منفرد أو أزواج أو سلاسل قصيرة، شكل (1) .



شكل (1) خلايا تتبع للجنس Aeromonas بعد صبغها بصبغة غرام (100x)

نمت المستعمرات بشكل جيد على وسط MacConkey agar وكانت مستعمراتها شاحبة اللون كونها غير مخمرة لسكر اللاكتوز وبحجم صغير دائري الشكل وبحواف منتظمة، ونمت على وسط

Blood agar محللة خلايا الدم الحمراء بشكل كامل لإنتاجها الإنزيم الحال للدم من نوع β− Hemolysin، أما فيما يخص الاختبارات الكيموحيوية فقد أعطت جميع العزلات قيد الدراسة نتائج موجبة لكل من اختبار الكاتالاز(الذي فسر قدرة البكتريا على تحطيم بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وغازالأوكسجين)، واختبارالأوكسيداز(الذي بين امتلاك بكتريا *Aeromonas hydrophila* لانزيم Cytochrom oxidase)،واختبار الاندول، واختبارأحمرالمثيل، واختبارالفوكس بروسكاور ، واختباراستهلاك السترات، ونتائج سالبة لاختبار اليورياز، تم الاختيار بشكل عشوائي للعزلة Ah7 لتأكيد التشخيص باستخدام نظامAnalytic Profile Index (API 20E)الخاص بتشخيص البكتريا السالبة لصبغة غرام التي وضحت نتائجه بالجدول (4)، والشكل (2).

جدول (4) نتائج الاختبارات الكيموحيوية لنظام (API 20E) لتأكيد هوية العزلة Ah7 لبكتريا *Aeromonas hydrophila*

الاختبار	النتيجة
B–galaclosidase	+
Arginine dihydrolase	+
Lysine decarboxylase	+
Ornithine decarboxylase	–
Citrate Utilization	+
H2s production	–
Urease	–
Tryptophane Deaminase	–
Indol Production	+
Acetone production	+
Gelatinase	+
Glucose fermentation /Oxidation	+
Mannitol fermentation /Oxidation	+
Inositol fermentation /Oxidation	–
Sorbitol fermentation /Oxidation	–
Rhamenose fermentation /Oxidation	–
Sucrosefermentation /Oxidation	+
Melibiose fermentation /Oxidation	–
Amygdalin fermentation /Oxidation	+
Arabinose fermentation /Oxidation	+

شكل (2) نتائج الاختبارات الكيموحيوية لنظام (API) لتأكيد هوية العزلة Ah7 لبكتريا *Aeromonas hydrophila*

وافقت نتائج التشخيص النتائج التي ذكرها Borchardtوآخرون في عام(2025) [20] الخاصة بتشخيص النوع *Aeromonas hydrophila*.

مقاومة عزلات *Aeromonas hydrophila* للمضادات الحيوية

أظهرت نتائج اختبار الحساسية لـ (16)مضاد حيوي تعود الى (7) مجموعات مختلفة من المضادات الحيوية شملت الأمينوغلايكوسيدات والبنسلينات والسيفالوسبورينات والببتيدات المتعددة والكونيولونات والماكروليدات والتتراسايكلينات، أن جميع عزلات *Aeromonas hydrophila* قيد الدراسة أبدت مقاومة متعددة لأغلب المضادات الحيوية المستخدمة، بلغت نسبة العزلات المقاومة للمضادات الحيوية Cefuroxime, Bacitracin ,Amoxycillin,Ampicillinو Cloxacillin Tetracycline, Flumequien, Penicillin G,Erythromycin, Cephalexin, نسبة 100 % في حين أبدت حساسية تامة بنسبة 100 %لكل منChlorotetracyclin و Azithromycin،

فيما تباينت نسب المقاومة للمضادات الحيوية : Amikacin ,Ciprofloxacin ,Gentamycin Streptomycin,إذ بلغت 14.29%، 50%، 21.43% و35.71 % على التوالي جدول (5).

جدول (5) أنماط المقاومة المتعددة من قبل بكتريا *Aeromonas hydrophila* المعزولة للمضادات الحيوية

رمز العزلة / اسم المضاد	Ah1	Ah2	Ah3	Ah4	Ah5	Ah6	Ah7	Ah8	Ah9	Ah10	Ah11	Ah12	Ah13	Ah14	عدد العزلات المقاومة للمضاد	%لمقاومة العزلات للمضاد
Amikacin	R	R	S	S	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	5	35.71
Amoxycillin	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100
Ampicillin	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100
Bacitracin	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100
Cefuroxime	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100
Chlorotetra	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0	O

cyclin																
Cloxacillin	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100
Cephalexin	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100
Ciprofloxacin	R	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	3	21.43
Azithromycin	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0	0
Gentamycin	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	7	50
PenicillinG	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100
Erythromycin	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100
Flumequien	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100
Tetracycline	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	14	100

Streptomycin	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	14.29	2
عدد المضادات المقاوم تل كل عزلة	13	13	11	11	10	10	10	10	14	13	12	11	11	13	13	10	10	10	10	10	10		
%لمقاومةالعزلة للمضاد	81.25	81.25	68.75	68.75	81.25	62	62.5	62.5	87.5	81.25	75	68.75	68.75	81.25	81.25	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5		

تتفق نتائج هذه الدراسة بالنسبة لمقاومة مضادات مجموعة البنسيلينات التي تضمنت Ampicillin, Amoxycillin, Cloxacillin,و Penicillin G مع نتائجAl-shammari و Al-niaemm في عام (2025) ، إذ أبدت كافة عزلاتهما من*Aeromonas hydrophila* البالغ عددها (73) معزولة من حالات مرضية مختلفة مقاومة بنسبة 100% إلى هذه المضادات، وتم تعليل سبب المقاومة المرتفعة لهذه المضادات إلى إنتاج إنزيم β- lactamase الذي يهاجم حلقة البيتالاكتام الموجودة في نواة هذه المضادات جاعلة منها مضادات غير فعالة وذلك بفعل مورثات مقاومة موجودة عند أغلب سلالات *Aeromonas hydrophila* وهيblaTEM,blaOxA, blaSHV المحمولة عادةً على الصبغي وأحياناً على البلاسميدات، ولتغير في نفاذية الغشاء الخارجي Outer membrane لهذه البكتريا [21]، أما نتائج الدراسة الحالية بالنسبة لمضادات

مجموعة Aminoglycoside التي تضمنت مضادات Amikacinو Gentamycinو Streptomycin فتخالفت مع نتائج الباحثانKaskhedikarو Chabraعام (2024)إذ أبدت عزلاتهما من *Aeromonas hydrophila*البالغ عددها(128) المعزولة من حالات مرضية مختلفة مقاومة بلغت 57.81%,73.43%,52.34% على التوالي[22]، قد يعود سبب الاختلاف في نسب المقاومة لهذه المضادات لاختلاف عدد عزلات *Aeromonas hydrophila* ولاختلاف الأعمار المستهدفة بالدراسة واختلاف الموقع الجغرافي [23].

يعود سبب مقاومة *Aeromonas hydrophila* لمضادات مجموعةAminoglycoside إلى إنتاجها لإنزيمات محورة كإنزيمي Phosphotransferase و N–acetyle transferase [24].

أما فيما يخص نتائج مقاومة مضادات مجموعة Cephalosporins التي تضمنت مضادي Cefuroxime(من مضادات الجيل الثاني) و Cephalexin(من مضادات الجيل الأول) فتتفق مع نتائج Vila وآخرون في عام (2002)

الذين وجدوا أن بكتريا *Aeromonas hydrophila* كانت مرتفعة المقاومة للمضادات الحيوية التابعة لمجموعة Cephalosporinsإذ بلغت 97.14%,89.41% على التوالي[25]، إن السبب الرئيسي لهذه المقاومة المرتفعة هو امتلاك بكتريا *Aeromonas hydrophila* *مضخات* دفق Efflux pumps (Es) ذات كفاءة في طرح مضادات هذه المجموعة خارج الخلية وإزالة تأثيرها الضار بالخلية، وكذلك لإنتاج انزيمات Cephalosporinase التي تحطم حلقة β– lactam الموجودة في تركيبة هذه المجموعة من المضادات بفعل مورثات المقاومة المتمثلة بـ bla CTX– ، blaAMPC و blaTEM [26]،أما بالنسبة لمقاومة مضادات مجموعة Macrolides التي تضم مضادي Azithromycin و Erythromycin في هذه الدراسة فقد وافقت نتائج Elbialy وآخرون في عام (2024) بإبداء كافة العزلات مقاومة تجاه المضادErythromycinإلاّ أنها خالفتهم فيما يخص المضاد Azithromycin إذ أبدت كافة عزلات *Aeromonas*

*hydrophila*قيد الدراسة حساسية تامة تجاهه، في حين بلغت نسبة مقاومة عزلاتهم من*Aeromonas hydrophila* 71.12%[27]، عزي سبب مقاومة عزلات *Aeromonas hydrophila* لمضادات مجموعة Macrolides المتمثلة بالمضاد Erythromycin إلى التحلل المائي hydrolysis للمضاد وتثبيط عمله، بالإضافة لامتلاكها أنظمة الدفق الناجمة عن فعل المورثات erm B و erm A و erm C و meFA [28]، أما بالنسبة لمقاومة عزلات *Aeromonas hydrophila*لمضاد Bacitracin فقد توافقت مع نتائج الباحثان Kaskhedikar و Chabra عام (2024)، إذ حصلا على مقاومة تامة بنسبة 100 % لعزلات *Aeromonas hydrophila*المعزولة من حالات سريرية مختلفة ولأعمار مختلفة و لكلا الجنسين [22]، يعود سبب المقاومة لهذا المضاد الى كونه مركب ببتيدي ذات وزن جزيئي كبير ضعيف المرور عبر قنوات Porins لذلك لا يصل بتراكيز فعالة الى الغشاء السيتوبلازمي، بالإضافة لوجود آليات إزالة سمية شائعة في سلالات *Aeromonas hydrophila* وهي أنظمة نقل مثل Bac A–like undecaprenyl pyrophosphate phosphatase تعمل على إعادة تدوير هدف الباستراسين وتقليل فعاليته بالارتباط بالهدف داخل البكتريا لذلك تعد هذه المقاومة مقاومة طبيعية وليست مكتسبة [23]، أما بالنسبة لمقاومة عزلات*Aeromonas hydrophila* لمضادات مجموعةQuinolones التي تضمنت مضاد Flumequien ومضادات Fluoro Quinolones التي تضمنت مضاد Ciprofloxacin في هذه الدراسة فقد توافقت مع نتائج دراسة الباحث Sadeghi وآخرون في عام(2023)إذ بلغت نسبة مقاومة عزلاتهم من *Aeromonas hydrophila* المعزولة من براز مرضى مصابين بالتهاب معوي ومن أعمار مختلفة في المكسيك 46.66%و66.66 %على التوالي، وبيّن أن سبب المقاومة لمضاد Flumequien الاستعمال المفرط لهذا المضاد الحيوي في المكسيك أدى إلى زيادة نسبة المقاومة بشكل ملحوظ، يعود سبب مقاومة بكتريا *Aeromonas hydrophila* لمضادات Quinolonesومضادات Fluoro

Quinolones إلى طفرة في DNA Gyrase بفعل مورثة المقاومة qnr gyr A تعمل على المضادFlumequien ومورثات المقاومة المتمثلة بـ qnr A و qnr B و gyr A, qnr S و Par C [21]، وفيما يخص نتائج مقاومة عزلات*Aeromonas hydrophila* لمضادات مجموعة Tetracyclines التي تضم مضادي Tetracyclineو Chlorotetracyclin فقد تباينت النسب بين الحساسية التامة لمضادChlorotetracyclin والمقاومة التامة للمضادTetracycline ولكافة العزلات قيد الدراسة، قد يعود السبب لاختلاف بنية المضادين، فالـChlorotetracyclin يحتوي على ذرة كلور في بنيته الكيميائية التي نزيد من قابلية الذوبان في الدهون وبالتالي تحسن اختراق المضاد الغشاء الخارجي للبكتريا سلبية الغرام، كما أن له قابلية ارتباط بكفاءة أعلى بموقع الارتباط على الوحدة 30S للأجسام الريبية، ولضعف كفاءة مضخات الدفق بطرده مما يؤدي لتراكمه داخل الخلية البكتيرية[22].

بشكل عام تعود المقاومة المرتفعة للتتراسايكلين لوجود مورثات مقاومة شائعة في سلالات*Aeromonas hydrophila* مثل tet B و tet E و tet A تشفر إلى مضخات دفق فعالة تطرد مضاد Tetracycline خارج الخلية، وللاستخدام الواسع للتتراسايكلين [28].

أنماط المقاومة المتعددة من قبل بكتريا *Aeromonas hydrophila* للمضادات الحيوية Resistance Profile (Antibiotype)

أظهرت كافة عزلات *Aeromonas hydrophila* قيد الدراسة البالغ عددها (14) عزلة مقاومة متعددة لمجاميع مختلفة من المضادات الحيوية، إذ أبدت عزلة واحدة هي (Ah7) مقاومتها لـ (14)مضاد حيوي، وثلاث عزلات هن (Ah1),(Ah2),(Ah6) قاومن (13) مضاد حيوي، وعزلة واحدة هي(Ah5) قاومت(12) مضاد حيوي وعزلتان هما (Ah3)و(Ah4) قد قاومتا (11) مضاد حيوي، وسبع عزلات هن (Ah8), (Ah9), (Ah10),(Ah11), (Ah13), (Ah14) (Ah12)

قاومن(10) مضادات حيوية، تراوحت النسبة المئوية للعزلات المتعددة المقاومة للمضادات الحيوية المستخدمة قيد الدراسة بين 87.5% -62.5% ،(سبق توضيحها في جدول 3).

خالفت تلك النتائج ماتوصل له Elbialy و آخرون في عام (2024) إذ بلغت النسبة المئوية لعزلاتهم ذات المقاومة المتعددة والمعزولة من أسماك المياه العذبة الشائعة Telapia mossambica(Telapia) المصابة بمرض الجلد التقرحي بين 21% -44%، ربما يعود السبب إلى اختلاف عدد و مصادر العينات المشمولة بالدراسة[27].

- قياس التركيز المثبط الأدنى Minimum Inhibitory Concentration(MIC)

تم قياس التراكيز المثبطة الدنيا لمضادات مجموعة β- actam وللمضادين (Chlorotetracyclinو Azithromycin)، باستخدم مرق مولر هنتون (MHB) لاحتوائه على تراكيز متدنية من كل من كلوريد الصوديوم وشوارد الكالسيوم والمغنيزيوم لتجنب التداخل مع عمل بعض المضادات الحيوية، أظهرت العزلات مقاومة شديدة لمضادات مجموعةβ- lactamالتي تشمل مضادات البنسيلينات (PenicillinGو Ampicillin و Amoxycillin و Cloxacillin)ومضادات السيفالوسبورينات(Cephalexinو Cefuroxime)من خلال نموها بتراكيز وصلت أضعاف نقطة توقف المضاد (Break Point) والمثبتة من قبل CLSI عام(2005) وفقاً لما جاء في [15] والتي يعتمد عليها في حساب استجابة البكتريا للمضاد، تراوحت قيم (MIC) لمضادAmoxycillin بين (512-64) مكغ/مل و

(128->1024)مكغ/مل للمضادAmpicillin و(64-1024)مكغ/مل للمضادCefuroxime و(512-128) مكغ/مل للمضادCloxacillin و(64->1024)مكغ/مل للمضادCephalexin و(128->1024)مكغ/مل للمضادPenicillin G، لم تستجب أي عزلة لهذه المجموعة من

المضادات، في الوقت الذي استطاعت فيه كافة العزلات الاستجابة للمضادين Chlorotetracyclin وAzithromycin إذ سجلت قيم MIC منخفضة تراوحت بين(0.5– 0.125) مكغ/مل و(O.25– O.125)مكغ/مل على التوالي ، جدول(6).

وفقاً لهذه النتيجة أن المضادين Chlorotetracyclin و Azithromycin هما المضادان الفعالان ضد عزلات *Aeromonas hydrophila* المحلية وبأنهما ذو المدى الأقل في الMIC وهنا يجب التأكيد على الاستعمال الصحيح لهذين المضادين للحد من إبداء مقاومة البكتريا لهما.

وافقت نتائج حساب MIC لمضادات البيتالاكتام في هذه الدراسة نتائج Echeverria و آخرون في عام (1986)الذين وجدوا أن كافة عزلاتهم لم تستجب لمضادات البيتالاكتام التي شملت (Ampicillin و Amoxycillinو Cloxacillin) إذ عللوا السبب إلى استعمال جرع تحت علاجية من المضادات يؤدي إلى نشوء الطفرات تلقائياً، بالإضافة إلى مقدرة أغلب سلالات البكتريا السالبة لصبغة غرام على إنتاج إنزيمات البيتالاكتاماز الكروموسومية أو المشفرة بلاسميدياً[19]،إلاّ أنها خالفت ما سجله كل من الباحثان Kaskhedikar و Chabraفي عام (2024) من قيمMIC لمضادات البيتالاكتام التي شملت(Cephalexin و Ampicillin و Amoxycillin و Cloxacillin Cefuroxime)والتي كانت أدنى من القيم التي سجلت في هذه الدراسة [22]، ربما يعود السبب إلى الاستخدام الواسع و العشوائي لهذه المضادات في بلدنا مقارنةً مع دول الغرب.

الجدول (6) التراكيز المثبطة الدنيا مقدرة بـ (مكغ/مل) لبعض المضادات الحيوية المستخدمة ضد عزلات*Aeromonas hydrophila*

Ah 14	Ah13	Ah12	Ah11	Ah10	Ah 9	Ah 8	Ah 7	Ah6	Ah5	Ah 4	Ah 3	Ah2	Ah1	اسم المضاد
256	128	256	128	64	128	256	512	128	128	64	64	512	256	Amoxycillin
256	128	512	256	512	256	512	1024<	1024	512	512	1024	1024	1024	Ampicillin
128	128	256	128	128	128	128	1024	512	512	64	64	512	512	Cefuroxime
o.125	o.125	o.5	o.5	o.125	o.125	o.5	o.25	o.5	o.25	o.125	o.125	o.25	0.25	Chlorotetracyclin
256	128	128	128	128	128	128	512	512	512	256	256	128	128	Cloxacillin
64	64	64	64	128	256	128	1024<	512	512	128	128	512	1024	Cephalexin
0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.25	o.25	o.125	o.125	o.25	0.125	Azithromycin

Penicilli nG	>1024	1024	512	256	1024	10 24	25 6	25 6	128	256	256	256	256	25 6

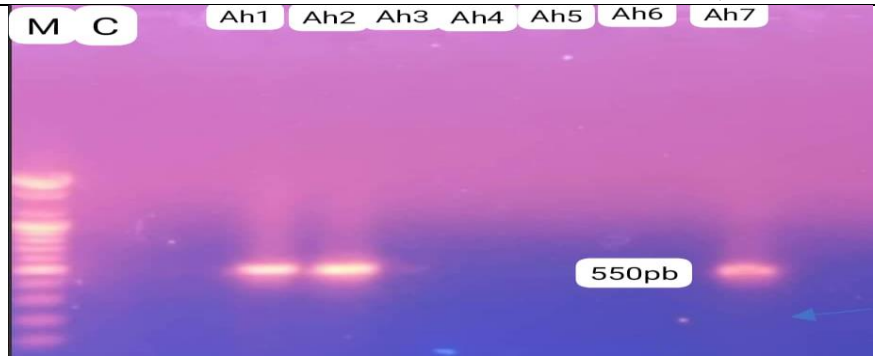
-الكشف عن المورثات المسؤولة عن إنتاج إنزيم lactamase -β في بكتريا *Aeromonas hydrophila* المقاومة للمضادات الحيوية:

تم الكشف عن وجود المورثتينblaAmpcو blaOxA المقاومتين للمضادات الحيوية اللتان تشفران لإنتاج إنزيم lactamase -β في العزلات (Ah1)،(Ah2)، (Ah3)،(Ah4)، (Ah5)، (Ah6)و (Ah7) لبكتريا *Aeromonas hydrophila* التي أبدت أعلى مقاومة للمضادات الحيوية المستخدمة باستعمال جهازPCR Thermal Cyecler، فبعد استخلاص Genomic DNA من العزلات السبعة المذكورة أعلاه، تراوحت درجة نقاوة ناتج DNA المستخلص (1.57- 1.91)، وبلغ تركيز ناتج DNA المستخلص من العزلات السبعة بين (72.1-97.1) نانوغرام/مايكرولتر جدول (7)، كما تم التأكد من نقاوة وتركيزالـ DNA الجينومي المستخلص بترحيله كهربائياً بهلام الأغاروز بتركيز1%، حيث أن زيادة تألق صبغة بروميد الإثيديوم عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية يشير الى أن الـDNA المستخلص كان بتركيز ونقاوة عالية.

جدول (7) نتائج قياس نقاوة وتركيز DNA المستخلص من عزلات *Aeromonas hydrophila*

Sample type ds DNA	Con(ng/µl)	Abs.280nm	Abs260nm	Abs260nm/280nm
Ah1	83.5	0.898	1.669	1.86
Ah2	72.1	0.81	1.442	1.78
AH3	87.1	0.97	1.741	1.79
Ah4	78.5	0.855	1.571	1.84
Ah5	89.6	1.138	1.792	1.57
Ah6	97.1	1.02	1.943	1.9
Ah7	81.8	0.855	1.636	1.91

أظهرت نتائج الرحلان الكهربائي بهلام الأغاروز بتركيز 2% لنواتج تفاعل PCR للكشف عن المورثة blaAmpc في DNA بكتريا *Aeromonas hydrophila*، أن ثلاث عزلات من *Aeromonas hydrophila*هي:Ah1، Ah2 و Ah7 تمتلك القطع المضخمة من المورثة blaAmpc بنسبة42.86% وبعد المقارنة مع الحزم العائدة إلى الواسم الجزيئي المعياري DNA ladder، بلغ الوزن الجزيئي للحزم الناتجة 550زوج قاعدي، أما العزلات (Ah3)، (Ah4)،(Ah5) فلم تمتلك القطع المضخمة من المورثة blaAmpc ، شكل(3) .



الشكل (3) نتائج تفاعل الـPCR .يمثل المسار M مؤشرالأوزان الجزيئية(100,200,300,400,500,1000,2000 زوج قاعدي) وتمثل المسارات الأول والثاني و السابع نواتج الـPCR لـDNA بكتريا *Aeromonas hydrophila* الحاوية على القطع المضخمة من مورثة blaAmpc والمسارات الثالث و الرابع والخامس و السادس نواتج الـ PCR لـDNA بكتريا *Aeromonas hydrophila* غيرالحاوية على مورثةblaAmpc و C- شاهد سلبي.

وأن ثلاث عزلات هي Ah5 و Ah6 و Ah7 تمتلك القطع المضخمة من مورثة blaOxA مشكلة نسبة 42.86% ، بلغ الوزن الجزيئي للحزم الناتجة564 زوج قاعدي بعد المقارنة مع الحزم العائدة إلى الواسم الجزيئي المعياريDNA ladder ، شكل(4).

الشكل (4) نتائج تفاعل الـPCR يمثل المسار M مؤشرالأوزان الجزيئية (400,500,600,800,900,1000 زوج قاعدي) وتمثل المسارات الخامس و السادس و السابع نواتج الـPCR لـDNA بكتريا *Aeromonas hydrophila* الحاوية على القطع المضخمة من مورثة blaOxA والمسارات الأول والثاني والثالث و الرابع نواتج الـPCR لـDNA بكتريا *Aeromonas hydrophila* غيرالحاوية على مورثة blaOxA و C- شاهد سلبي.

من الملاحظ أن العزلة Ah7 قد امتلكت كلتا المورثتين blaAmpc و blaOxA ،وقد أبدت مقاومة متعددة للمضادات الحيوية إذ قاومت 14مضاد حيوي مشكلة أعلى نسبة مئوية للعزلات المتعددة المقاومة للمضادات في هذه الدراسة والبالغة 87.5 %،وأظهرت مقاومة شديدة لمضادات مجموعة البيتالاكتام المستخدمة في الدراسة إذ تراوحت قيم MIC لها(512->1024) مكغ/مل،على الرغم من عدم امتلاك بقية العزلات إلى هاتين المورثتين إلاّ أنهم أبدوا مقاومة مرتفعة لعدد من المضادات الحيوية مما يشير إلى امتلاكهم آليات مقاومة أخرى للمضادات الحيوية كالتغيير في نفاذية الغشاء الخارجي الذي يحتوي على فتحات بروتينية تسمىporinsإذ أن حدوث أي تغيير في مواقع هذه

الفتحات يؤدي إلى حدوث مقاومة لعدد من المضادات الحيوية، أولامتلاك أنظمة الدفق Efflux system التي تعمل على ضخ المضاد الحيوي خارج الخلية البكتيرية، أو نتيجة تحوير في الوحدة الصغيرة للأجسام الريبية (30)S[22].

قاربت نتائج هذه الدراسة النتائج التي توصل اليها الباحث Thomas وآخرون في عام (2009) إذ بلغت نسبة عزلاتهم من*Aeromonas hydrophila* التي تمتلك المورثة blaAmpc نسبة 65% [28]، وتوافق نتائج Vila وآخرون في عام (2002) إذ بلغت نسبة بكتريا *Aeromonas hydrophila*التي امتلكت مورثتي المقاومة للمضادات الحيوية 61 % وأكدوا أن العزلات البكتيرية الطافرة mutants التي تفقد المورثتين تظهر قابلية ضعيفة في مقاومة مجاميع متعددة من المضادات الحيوية أكثر من السلالات الأبوية الأصلية [25]،إلاّ أن نتائج هذه الدراسة خالفت النتائج التي توصل إليها Borchardtوآخرون في عام (2025) الذين حددوا نسبة انتشار المورثة blaAmpc78%في سلالات *Aeromonas hydrophila* المقاومة للمضادات الحيوية المتعددة والمعزولة من مصادر سريرية مختلفة [20]، ربما يعود سبب اختلاف نسب انتشار المورثة لاختلاف عدد و مصادر العينات المدروسة .

الاستنتاجات

– بينت نتائج الدراسة أن نسبة عزل بكتريا *Aeromonas hydrophila* من براز الأطفال المصابين بالتهاب الأمعاء 14.4%

–أظهرت جميع عزلات *Aeromonas hydrophila* مقاومة متعددة لأغلب المضادات الحيوية المستخدمة

-أبدت جميع عزلات *Aeromonas hydrophila* حساسية تامة إلى Chlorotetracyclinو Azithromycin

-أظهرت نتائج تفاعل الPCR أن 42.86 %من بكتريا*Aeromonas hydrophila* تمتلك كل من مورثة المقاومة blaOxAالبالغ وزنهاالجزيئي 564زوج قاعدي ومورثة المقاومة blaAmpc البالغ وزنها الجزيئي 550 زوج قاعدي.

التوصيات

-إجراء العديد من الدراسات الوبائية والجزيئية للكشف عن أسباب زيادة مقاومة *Aeromonas hydrophila* المعزولة من حالات سريرية مختلفة للمضادات الحيوية

– ضرورة إجراء فحص الحساسية للمضادات الحيوية وتحديد التركيز المثبط الأدنى لها قبل وصف الدواء

– نشر الوعي الصحي بين المواطنين حول الحد من استعمال المضادات الحيوية بدون وصفة طبية لمنع تطور المقاومة للمضادات الحيوية.

المراجع

1-DAS,B. and MUKHERJEE, S. 1997.Pathobiology of *Aeromonas* infection in Rohu,Labeo Rohita Fingerling. J.Aquacult.Vol.5,Pp:89-94.

2-FIGUERAS ,M.,ALDEA,M. ,FERNANDEZ,N. and GUARRO,J.2007.*Aeromonas* hemolytic uremic syndrome,A case and a Review of the Literature .Diag.Microbiol.Infect.Dis , Vol.58,pp:231-239.

3-JAUD,J.1991.Recent advances in the study of the taxonomy ,pathogenicity ,and infectious syndromes associated with the genus *Aeromonas*. Clin.Microbiol.Rev.Vol.4,pp:397-410

4-AGUIRRE-GUZMAN,G. and FILIPE,A.2000.Infections disease in Shrimp species with aquaculture potential Rec. Res.Develop.Microbiol.Vol.4,pp:333-348.

5-GHENGHESH,K.,EL-KHALEK,R.and KLENA,J.2008.*Aeromonas hydrophila*-associated infection in developing countries .J.Infect.Dev.Countries,Vol.2,no.2,pp:81-98.

6-GAVRIEL,A.A., LANDER, J.P.,and LAMB,A.J. 1998.Incidence of Mesophilic *Aeromonas* Within aPublic Drinking Water Supply in North-EastScotland, J.Appl.Microbiol.,Vol.84,PP:383-392.

7-CHOPRA ,A.and HOUSTON,C.1999.Enterotoxins in *Aeromonas* associated gastroenteritis. Microbes and Infection Vol.1,pp:1129-1137.6-

8-KOTLOFF,K.2016.*A. hydrophila*-associated Diarrhea in children under 5 years: The GEMS Experience.The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, Vol.95,No.4,PP:774-780.

9-CHOPRA ,A. HOUSTON,C. and KUROSKLY,A. 1991. Genetic Variation in related cytolytic toxins produced by species of *Aeromonas* FEMS Microbiol.Lett.Vol.62,pp:231-237.

10-SARKAR,M.and THOMAS,P.2024. Characterization of *Aeromonas hydrophila* through RAPD-PCR and SDS-PAGE analysis. Open J.Med.Microbiol.Vol.7,pp:137-147.

11-.HOLT,J.G., KREIEG,N.R.,SNEATH,P.H.,STALEY,J.T.&WILLIAMS,S.T.1994-Bergey,sManual of Determinative Bacteriology. 9th edition. Williams &Wilkins,U.S.A. PP:190,254-259,1063.

12-QUINN,P.J.,CARTER,M.E.,MARKEY,B.,& CARTER,G.R.2004.Clinical Verterinary Microbiology,Mosby,Elsevier,London,Sec,2,pp:130-147.

13-محفوض،ندى. 2016 .الكشف عن انظيم البنسيلينيز من المسببات البكتيرية لخمجات العيون .مجلة جامعة حمص،المجلد 38 لعام 2016.

14-محفوض،ندى2023 . مقارنة الاشريكية القولونية المعزولة من عينات مرضية مختلفة مع تلك المعزولة من البراز . مجلة جامعة حمص .مجلد 45 لعام 2023.

15-WHO(World Health Organization).2003.Basic Laboratory Procedures in ClinicalBacteriology.2thed.Geneva, Switzerland.

16-MANIATIS,T.,FRITSCHAND,E.and SAMBROOK,J,1982. Molecular Cloning :Alaboratory Manual Cold Spring Harber Laboratory.New York.

17-HEYDARI,H.,IRANIKHAN,A.,GHASEMI,A.,MOHAMAD,A.,and KERMANI, S.2024.Evaluation of the Prevalence of *Aeromonas* spp.,*Compylobacter spp*. And *Clostridum difficile* in Immunocompromsed children with diarrhea BMC infections Diseases,vol.24,pp:512-521.

18-SADEGHI,H.,ALIZADEH,A.,VAFAIE,M.VAFAIE,M.and GHOLMZADEH ,K.2023. An Estimation of Global *Aeromonas* Infection Prevalence in Children with Diarrhoea:a systematic review and meta analysis.BMC pediatrics,vol.23,pp:254.

19-ECHEVERRIA,P.,TAYLOR,D.,LEKSOMBOON,V.and ROWE,B.1986.Clinical associations of *Aeromonas* spp. In fecal

specimens from children. Diagnostic Microbiology and infections Disease.vol.4,NO.4,PP:277-284.

20-BORCHARDT,M.,STEMPER,M.and STANDRIDGE,J. 2025. *Aeromonas hydrophila* isolates from human diarrheic stool.Emer.Infect.Dis.vol.11,no.7,pp:447-461.

21-Al-SHAMMARI,S.M. and AL-NIAEMM,K.S.2025. The Resistance of *Aeromonas* Bacteria to Antibiotics and the Effectiveness of Lactic Acid Bacteria Agianst Pathogenic strains in Cyprinus Carpiol.Egyptian J. of Aquatic Biology.vol.24.,NO.1,PP:747-758.

22-KASKHEDIKAR,M.andCHABRA,D.2024.Multiple Drug Resistance in *Aeromonas hydrophila* .Vet.World,Vol.6,No.9,pp:176-190.

23-DIASE,C.,MOTA, V.,MARTINES-MURCIA,A.and SAVEDRA,M. 2012.Antimicrobial Resistance Patterns of Aeromonas spp.J.Aquacult,Res.Dev.Vol.3,No.3,pp:1-7.

24-ODEYEMI,O.,ASMAT,A. and USUP,G.2023.Antibiotics Resistance and Putative Virulence Factors of *Aeromonas hydrophila* isolated from Estuary.J.Microbiol.Biotechnol.Food Sci.,Vol.4,No.7,pp:1449-1457.

25- VILA ,J., MARCO,F. and SOLER,L.2002 In Vitro Antimicrobial Susceptibility of Clinical Isolates of *Aeromonas hydrophila* Biotype Sobria,J. Antimicrob,Chemother. Vol.49,pp:701-720

26-FIGUERAS ,M.J.,GUARRO,J. and MARTINEZ-MURACIA, A,J.2000. Clinical Relevant *Aeromonas* spp.Clin.Infect.Dis.Vol.30,pp:988-910.

27- ELBIALY,Z.,SALAH,A.,ELSHESHTAWY,A. and ABO-AL-ELA,H. 2024. Differential Tissue Regulation of nrF2/Keap1 Crosstalk in Response to *Aeromonas* infection in Nile Tilapia: Acomparative Study/. Aquaculture International, Vol. 32,No.1,pp:545-562.

28- THOMAS,P.,DIVYA,P.,CHANDRIKA,V.and PAULTON,M.2009. Genetic Characterization of *Aeromonas hydrophila* Using Protein Profiling and RAPD PCR. Asian Fish. Sci.Vol.22,pp:763-771.

دراسة أولية لرخويات نهر الفرات(الرقة –سورية)

علاء عثمان *، اقبال فاضل، زهير المجيد*****

ملخص البحث

يقدّم هذا البحث أول دراسة بيئية وتصنيفية للرخويات في نهر الفرات ضمن موقعين محددين هما: منطقة الجسر الجديد ومنطقة الجسر القديم.

جُمعت العينات بمعدل مرة واحدة شهريًا لمدة عام كامل من أيار 2023 حتى نيسان 2024 باستخدام طرق جمع كيفية بسبب طبيعة الوسط المائي. تم تصنيف عشرة أنواع من الرخويات، ثلاثة منها تنتمي إلى صف بطنيات القدم Gastropoda (نوعان من تحت صف أماميات الغلاصم Prosobranchia ونوع واحد من تحت صف الرئويات Pulmonata)، بينما تنتمي الأنواع السبعة الأخرى إلى صف ثنائيات المصراع Bivalvia.

وقد سُجل لأول مرة في سورية ظهور النوع *Dreissena bugensis*، كما سُجل للمرة الأولى وجود النوع *Dreissena polymorpha* في مياه نهر الفرات. كما دُرست الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه في مواقع الجمع، وشملت قياس درجة الحرارة، والأوكسجين المنحل، والعيار القلوي والعيار القلوي الكامل، والشفافية وكانت قيم العيار القلوي الكامل أعلى من قيم العيار القلوي مما يشير إلى طبيعة المياه الواخزة.

كلمات مفتاحية: الرخويات ، نهر الفرات، الرقة، سورية.

*) طالب دراسات عليا (ماجستير) –قسم علم الحيوان – كلية العلوم –جامعة اللاذقية –سورية.
**) أستاذ مساعد –قسم علم الحيوان – كلية العلوم –جامعة اللاذقية–سورية.
***)أستاذ – قسم علم الحيوان – كلية العلوم – جامعة اللاذقية– سورية.

A Preliminary Study of the Mollusks of the Euphrates River (Raqqa-Syria)

Alaa othman*, Ekbal Fadel, Zuhair al Majid *****

Abstract

This study presents the first ecological and taxonomic assessment of freshwater mollusks in two selected sites of the Euphrates River: the New Bridge area and the Old Bridge area. Samples were collected monthly for one full year, from May 2023 to April 2024, using qualitative sampling methods due to the nature of the aquatic environment. A total of ten mollusk species were identified, including three species belonging to the class Gastropoda (two prosobranch species and one pulmonate species), while the remaining seven species belonged to the class Bivalvia.

The study documents, for the first time in Syria, the presence of *Dreissena bugensis*, in addition to the first recorded occurrence of *Dreissena polymorpha* in the Euphrates River. Physical and chemical water parameters were measured at each site, including temperature, dissolved oxygen, total alkalinity, total carbonate hardness, and water transparency. Relative abundance and constancy analyses revealed clear differences in species distribution between the two study sites. This work contributes essential baseline data on the molluscan fauna of the region and provides valuable insight for future ecological studies and water quality assessment.

Keywords: Mollusks, Euphrates River, Raqqa, Syria

*Masters student- specialization of Ecology and zoological Classification, Department of Zoology

**Assistant Professor- Department of Zoology, Faculty of science

*** Professor- Department of Animal Biology, Faculty of Science

1. مقدمة:

تُعدّ الفونا الرخوية جزءاً أساسياً من الأنظمة البيئية المائية، حيث تلعب دوراً مهماً في دعم التنوع الحيوي والحفاظ على التوازن البيئي في الأنهار والبحيرات. وتُسهم الرخويات، وخاصةً ثنائيات المصراع، في عدد من الوظائف البيئية الحيوية مثل تنقية المياه من العوالق والمواد العضوية مما يساهم في تحسين جودة المياه (Vaughn & Hakenkamp, 2001). كما تُعدّ الرخويات مصدراً غذائياً مهماً للعديد من الكائنات المائية والبرية بما في ذلك الأسماك والطيور، وبالتالي فإن اختفاء أي نوع منها قد يؤدي إلى اضطراب الشبكات الغذائية وحدوث خلل في البنية البيئية للنظام المائي (Lodge *et al*., 1998).

تؤدي الرخويات دور مؤشرات بيئية مهمة نظراً لحساسيتها للتغيرات الفيزيائية والكيميائية في المياه، إذ تُستخدم بعض الأنواع في تقييم جودة المياه ورصد مستويات التلوث بالعناصر الثقيلة والمواد العضوية (Bogan, 2008؛ Outa *et al*., 2020). إضافةً إلى ذلك، فإن بعض الأنواع تُسهم في تحديد عمر الطبقات الرسوبية ومعرفة تاريخ التغيرات البيئية في المناطق المائية.

ورغم توفر دراسات عديدة حول رخويات المياه العذبة في مناطق مختلفة من سورية مثل الساحل السوري واللاذقية وحلب (ناشد، 1992؛ فاضل، 1996؛ رجب، 2016؛ حسن، 2021 حمكو؛2023)، إلا أنّ الدراسات في نهر الفرات في محافظة الرقة ما زالت غائبة تماماً، وتفتقر إلى دراسات تصنيفية وبيئية شاملة للرخويات. ومن المعروف بأنّ نهر الفرات يُعدّ أحد أهم الموارد المائية في سورية ويُستخدم على نطاق واسع في الزراعة والشرب والأنشطة المحلية المختلفة، لذلك فإن دراسة الرخويات فيه تكتسب أهمية خاصة في فهم ديناميكية التنوع الحيوي وتقييم صحة النظام المائي (Al Zubaidi *et al*., 2019).

وفي سياق الدراسات حول الرخويات، حددت دراسة (Pennak,1978). عدة أنواع من المبارد لدى الرخويات في بحيرة ناصر في مصر، بينما ركّزت دراسة (Yildirim,2006). على تصنيف الرخويات في شمال تركيا.

وفي شبه الجزيرة العربية، قام (Aloufi & Amr,2015) بتسجيل عدة أنواع جديدة من رخويات المياه العذبة في منطقة تبوك بالسعودية، أما في مصر، فقد قام (El-، 2017 Khayat *et al*) بدراسة الصفات الشكلية والتشريحية لعدد من الرخويات العذبة.

شهدت سورية عدداً من الدراسات المهمة حول رخويات المياه العذبة في مناطق مختلفة. فقد تناولت ناشد (1992) الرخويات معديات الأرجل في بعض الأوساط المائية في حلب، بينما درست فاضل (1996، 2003) رخويات المياه العذبة في الساحل السوري من الناحية البيئية والتصنيفية وقدمت بيانات مفصلة عن الفونا المرافقة.

كما حدد قاسم (2010) أهمية استخدام الرخويات كمؤشرات بيئية في مياه الشرب والري في منطقة الحرمون. ودرست رجب (2016، 2020) رخويات الأنهار في اللاذقية وخاصة في نهر الكبير الشمالي، حيث تعرفت على 24 نوعاً من الرخويات العذبة.

وقدمت حسن (2021، 2022) بيانات جديدة عن رخويات حوض المضيق وسجلت لأول مرة النوع Hydrobia ventrosa في محافظة اللاذقية. وفي السنوات الأخيرة، وثّقت حمكو (2023) تسجيلات جديدة لبطنيات القدم في حوض رميلة جبلة وأجرت دراسة بيئية وتصنيفية على 18 نوعاً من الرخويات شكلت إضافة مهمة للفونا السورية.

2-هدف البحث وأهميته:

بناء على ما سبق، تأتي هذه الدراسة بصفتها الأولى التي توثّق التنوع الرخوي في نهر الفرات – الرقة، وتُحدّد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للوسطين المائيين المدروسين، بهدف بناء قاعدة بيانات حيوية يمكن الاعتماد عليها في الدراسات البيئية المستقبلية وفي برامج الإدارة المستدامة للموارد المائية، كما يهدف إلى:

1. تحديد الأنواع الرخوية الموجودة في المحطتين المدروستين وتصنيفها اعتمادًا على المعايير التصنيفية المعتمدة وأهمها المعيار الشكلي وبنية المبرد.

2. دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه في مواقع الجمع، بما في ذلك: درجة الحرارة – درجة الحموضة – تركيز الأوكسجين المنحل – العيار القلوي – العيار القلوي الكامل – الشفافية.

3. تحليل علاقة الارتباط بين توزيع الأنواع الرخوية والخواص البيئية للموقعين.

4. دراسة بنية جماعة الرخويات من خلال دراسة التكرار النسبي والثبات.

5. توثيق أي تسجيلات جديدة للأنواع الرخوية في نهر الفرات وإضافتها إلى قاعدة البيانات الحيوية للمنطقة.

مواد وطرائق البحث:

أولاً: موقع الدراسة:

أجريت الدراسة في موقعين محددين على نهر الفرات– محافظة الرقة، يتميز كل منهما بخصائص حيوية ولاحيوية مختلفة، الأمر الذي يتيح مقارنة واضحة بين البيئتين:

1– الموقع الأول: منطقة الجسر الجديد

يقع هذا الموقع على مجرى نهر الفرات، ويتميز بكونه منطقة ذات تيار مائي دائم الجريان مع قاع مختلط من الرمل والحصى. تنتشر النباتات المائية ونصف المائية مثل قصب الماء على ضفتيه، ويختلف عمق المياه باختلاف الفصول، حيث يتراوح بين 20 – 60 سم. يوفّر هذا التنوع في التركيب الفيزيائي بيئة مناسبة لتجمع أنواع مختلفة من الرخويات، الشكل (1).

الشكل (1) منطقة الجسر الجديد

2– الموقع الثاني: منطقة الجسر القديم

يقع على المجرى ذاته وعلى مسافة تقارب 5 كم من الموقع الأول. يشبهه في بنية القاع الرملي– الحصوي ووجود النباتات المائية، إلا أنّه أقل عمقاً ويتراوح عمقه بين 15 – 30 سم

الشكل (2) منطقة الجسر القديم

تبعاً لمنسوب المياه. ويمتاز هذا الموقع بانخفاض سرعة الجريان مقارنة مع الموقع الأول، مما يساهم في زيادة عدد الأنواع واختلاف أعداد الأفراد مقارنة مع الوقع الأول. الشكل (2).

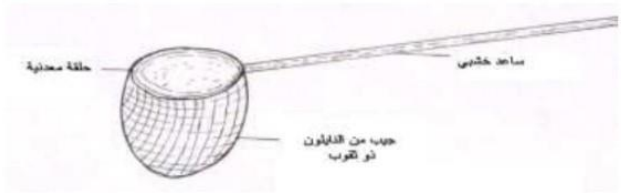
ثانياً: جمع العينات:

تم جمع العينات باستخدام الطريقة النوعية (Qualitative Method) نظراً لعدم إمكانية استخدام الطريقة الكمية بسبب طبيعة الأوساط المائية التي تتصف بعمق متغير وانتشار كثيف للنباتات المائية.

2-1 أدوات الجمع

استُخدمت شبكة جمع الرخويات المصممة خصيصاً للمسطحات الضحلة، وتتألف من ساعد خشبي بطول 1.5 متر، حلقة معدنية قطرها 25 سم، جيب قماشي ذو فتحات 0.3 مم يسمح بجمع الأفراد الصغيرة والفتية، أما في المحطات ذات القاع الصخري أو الحواف الحجرية فقد تم جمع الرخويات بوساطة الملقط بالنسبة للأفراد الصغيرة التي كانت مختبئة بين الصخور أو في الشقوق أما الرخويات كبيرة الحجم فقد تم جمعها بالملقط أو باليد من خلال غسل الحجارة والنباتات الحاملة للرخويات شكل (3)، ووضعت ضمن عبوات بلاستيكية كتب عليها اسم المنطقة وتاريخ الجمع.

الشكل (3) شبكة جمع الرخويات



2-2 زمن الجمع:

تم جمع العينات مرة واحدة شهرياً لمدة عام كامل، من أيار 2023 حتى نيسان 2024. وضعت العينات بعد جمعها في عبوات بلاستيكية تحمل ملصقات تتضمن: اسم النوع، منطقة الجمع ، تاريخ الجمع.

ثالثاً: طرائق حفظ العينات:

بعد جمع العينات وغسلها، حُفظت بطريقتين بحسب نوع الدراسة المطلوبة:

1- الطريقة الجافة: غسلت القواقع بالكحول، وتركت لتجف في بيئة نظيفة، ثم حفظت في عبوات محكمة الإغلاق مع وضع بطاقات تعريفية مقاومة للماء.

2- الطريقة السائلة: حُفظت العينات في كحول 75% وهو تركيز مناسب يحافظ على البنية التشريحية للرخويات ويسمح بإجراء الدراسات التشريحية لاحقًا. كما حُفظت البيوض باستخدام الطريقة نفسها.

رابعاً: التصنيف: تم اعتماد تصنيف الأنواع على الصفات المورفولوجية الخارجية للقوقعة والعناصر التشريحية، وعلى المفاتيح التصنيفية المعتمدة لدى عدد من الباحثين، منهم: Adam (1960) – Macan (1960) – Fretter & Graham (1962)

. Grasse (1968) – Yacine-Kassab(1973)

بالإضافة إلى الدراسات المحلية: ناشد (1992)، فاضل (1996، 2003)، رجب (2016)، حسن (2022). كما تم استخلاص المبرد لبعض أنواع أماميات الغلاصم كمعيار تصنيفي هام جداً (Pennak,1978).

خامساً: المعايير البيئية المقاسة:

شملت القياسات الفيزيائية والكيميائية للمياه في كل زيارة: درجة حرارة الماء، درجة الحموضة (pH)، الأوكسجين المنحل (DO)، العيار القلوي (TA)، العيار القلوي الكامل (TAC)، الشفافية، واستُخدم التكرار النسبي والثبات في توصيف بنية الجماعة.

الدراسة الإحصائية:

تم توصيف البنية الجماعية للرخويات من خلال دراسة التكرار النسبي والثبات.

الدراسة الإحصائية:

تم توصيف البنية الجماعية للرخويات من خلال دراسة التكرار النسبي والثبات.

التكرار النسبي Relative Frequency: وهو النسبة المئوية لأفراد نوع ما بالنسبة للعدد الكلي من أفراد جميع الأنواع في العينة ذاتها ويعطى بالعلاقة التالية:

$$F= \frac{N}{p} \times 100$$

حيث:

F: التكرار النسبي.

N: عدد أفراد نوع ما في عينة.

P: عدد الافراد الكلي من مختلف الأنواع في العينة نفسها.

التكرار النسبي الكلي Total Relative Frequency: وهو النسبة المئوية لأفراد نوع ما في جميع العينات بالنسبة للعدد الكلي لجميع أفراد جميع العينات ويعطى بالعلاقة التالية:

$$Ft=\frac{n1}{N} \cdot 100$$

حيث n1 : عدد أفراد النوع المدروس في كافة العينات.

N: المجموع الكلي لأفراد الأنواع في العينات كلها خلال فترة الدراسة.

الثبات Constance : وهو النسبة المئوية لعدد العينات التي وجد فيها النوع المدروس بالنسبة للعدد الكلي للعينات ويعبر عنه بالعلاقة التالية :

$$C = \frac{p}{P} \times 100$$

حيث p عدد العينات التي تحتوي على النوع المدروس. P عدد العينات الكلي

ومن خلال حساب قيمة الثبات يمكن تمييز الفئات التالية:

1-أنواع عالية الثبات عندما توجد في أكثر من 75% من عدد العينات الكلي.

2- أنواع ثابتة عندما توجد في أكثر من 50-75% من عدد العينات الكلي.

3- أنواع مساعدة عندما توجد في أكثر من 25-50% من عدد العينات الكلي.

4-أنواع عرضية عندما توجد في أقل من 25% من عدد العينات الكلي.

3. النتائج والمناقشة:

نتائج الدراسة التصنيفية والبيئية:

1.3. النتائج التصنيفية:

تم تصنيف عشرة أنواع من الرخويات، ثلاثة منها تنتمي إلى صف بطنيات القدم Gastropoda (نوعان من تحت صف أماميات الغلاصم Prosobranchia ونوع واحد من تحت صف الرئويات Pulmonata)، بينما تنتمي الأنواع السبعة الأخرى إلى صف ثنائيات المصراع Bivalvia. (الشكل 4) نوجزها في اللائحة التصنيفية التالية:

- صف بطنيات القدم Gastropoda
  - تحت صف أماميات الغلاصم Prosobranchia
    - ❖ رتبة بطنيات القدم البدائية Archaegastropoda
      - ▪ فصيلة الـ Neritidae
        - ○ جنس *Theodoxus*
          1. **النوع** *T. fluviatilis* (L.1758)
    - ❖ رتبة بطنيات القدم المتوسطة Mesogastropoda
      - ▪ فصيلة Melaniidae
        - ○ جنس *Melanopsis*
          2. **النوع** *M. praemorsa* (L.1758)
  - تحت صف الرئويات Pulmunata
    - ❖ رتبة قاعدية العينين Basommatophora
      - ▪ فصيلة Planorbidae
        - ○ جنس Biomphalaria
          3. **النوع** *Biomphalaria.sp*

- صف ثنائيات المصراع Bivalvia
  - تحت صف صفيحيات الغلاصم Lamellibranchia
    - رتبة مختلفات الأسنان Heterodonata
      - فصيلة *Corbiculidae*
        - جنس *Corbicula*

4. النوع *C.flaminea*

5. النوع *C.fluminalis*

- فصيلة Dressenidae
  - جنس *Dressena*

6. النوع *D.polymorpha*

7. النوع *D.buginsis*

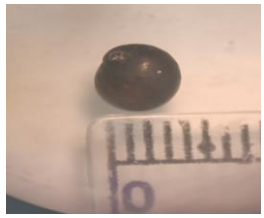
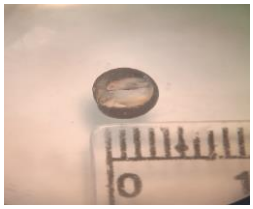
- رتبة مشطورات الأسنان Shizodonata
  - فصيلة Unodiidae
    - جنس *Unio*

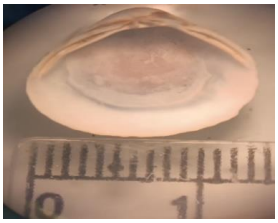
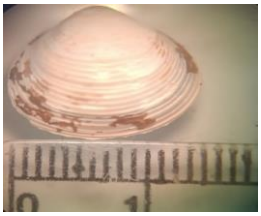
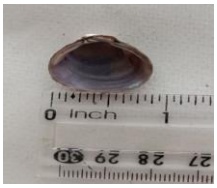
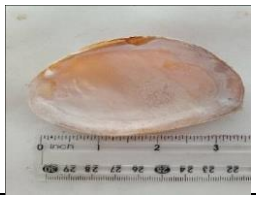
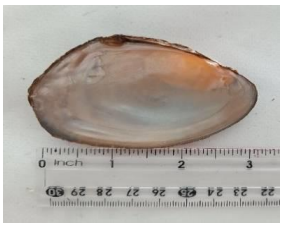
8. النوع *U. homesensis*

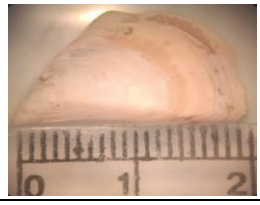
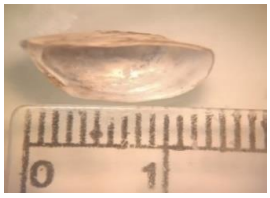
9. النوع *U. tigridis*

10. النوع *U.mancus*

وهذا يتطابق مع الدراسات المحلية التي أكدت وجود هذه الأنواع في المياه الجارية والغنية بالأوكسجين وذات درجات الحرارة المعتدلة فمثلاً تم العثور على النوعين *Theodoxus fluviatilis* و *Melanopsis praemorsa* في معظم الأوساط المائية العذبة الجارية والغنية بالأوكسجين ناشد 1992 وفاضل 1996 و2003 ورجب 2016 وحسن 2022.

اسم النوع	وجه ظهري	وجه بطني
1- *Theodoxus fluviatilis*		
2 -*Melanopsis praemorsa*		
3- Biomphalaria *sp.*		

		4- *Corbicula fluminea*
		5− *Corbicula fluminalis*
		6− *Unio homesensis*
		7- *Unio tigridis*
		8−*Unio mancus*

		9 −*Dreissena polymorpha*
		10 −*Dreissena buginsis*

الشكل (4) صور للأنواع المصنفة في مياه نهر الفرات

2.3. نتائج الدراسة البيئية:

الجدول (1) أسماء الأنواع المحددة وخصائصها البيئية

صف	تحت صف	اسم النوع	التكرار النسبي	الثبات
بطنية القدم Gastropoda	أمامية الغلاصم Prosobranchia	1- *Theodoxus fluviatilis*	% 0.076	عرضي 8.33%
		2 -*Melanpsis praemorsa*	% 94.5	عالي الثبات 100%
	الرئويات Pulmonata	3- *Biomphalaria sp.*	%1.3	عرضي 8.33%
Bivalvia ثنائية المصراع	تحت صفيحيات الغلاصم Lamellibranchia	4- *Corbicula fluminea*	% 1.67	عالي الثبات 91 %
		5− *Corbicula fluminalis*	% 0.79	ثابت 75 %
		6− *Unio homesensis*	% 0.019	عرضي 8.33%
		7- *Unio Tigridis*	% 0.038	عرضي 8.33%

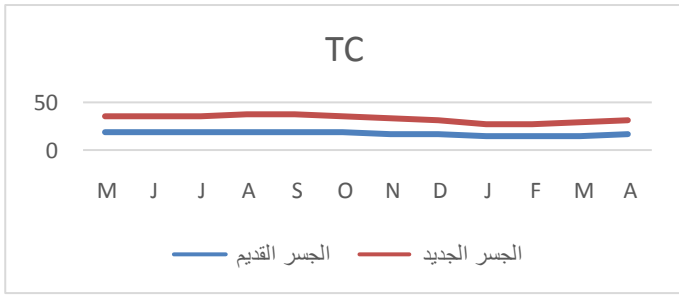
مساعد 25 %	% 0.20	8−*Unio mancus*		
ثابت 58.33 %	% 0.77	9 −*Dreissena polymorpha*		
ثابت 66 %	% 0.53	10 −*Dreissena buginsis*		

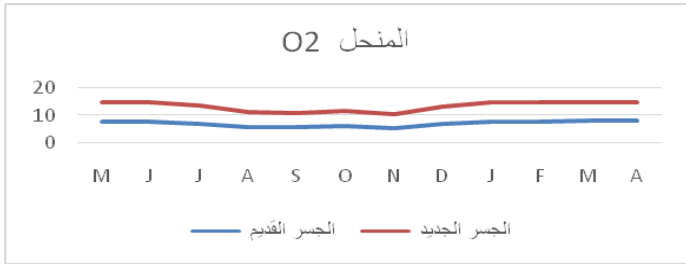
لقد تطابقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة فاضل 2003 من حيث الثبات العالي لبعض الأنواع من أماميات الغلاصم ووجود أفراد من ثنائية المصراع بشكل عرضي والذي يتناسب مع الخصائص البيئية المحيطة (مستندات للتثبت، سرعة الجريان، الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأوساط المدروسة...)

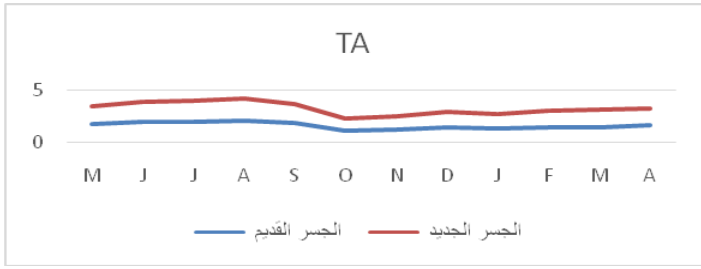
3.3. نتائج الدراسة الفيزيائية والكيميائية

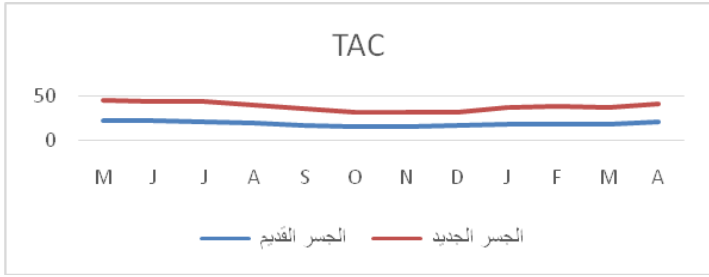
أظهرت نتائج الدراسة أن تغيرات درجات الحرارة قد تروحت بين 13.8درجة مئوية وبين 18.5 درجة مئوية متأثرة بالظروف الخارجية المحيطة وكانت أعلى قيمة 18.5 درجة مئوية في الجسر الجديد في شهر آب وأدنى درجة 13.8 درجة مئوية في الجسر القديم في شهر كانون الثاني وقد كان هناك علاقة بين درجات الحرارة ونسبة الاوكسجين المنحل إذ تمثلت القيم المنخفضة لـ O_2 المنحل مع القيم المرتفعة لدرجات الحرارة والعكس صحيح، أما بالنسبة للعيار القلوي TA فقد تراوحت نسبته بين 1.1 درجة فرنسية و2.2، وسجلت قيم العيار القلوي الكامل TAC من 15 حتى 22.9 درجة فرنسية.

وكانت بشكل دائم قيم العيار القلوي الكامل أعلى من قيم العيار القلوي مما يعكس طبيعة المياه الواخزة الشكل (5).









الشكل (5): تغيرات درجات حرارة الماء وتغييرات قيم الاوكسجين المنحل والعيار القلوي والعيار القلوي الكامل في منطقتي الجسر الجديد والجسر القديم .

4. الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. تـم التعـرّف علـى عشـرة أنـواع مـن الرخويـات تشـمل ثلاثـة أنـواع مـن صـف Gastropoda وسبعة أنواع من صف Bivalvia وهي أول دراسة للرخويات على نهر الفرات في سورية.
2. سُجل الجنس Dreissena والنوعان *Dreissena bugensis* و *Dreissena polymorpha* لأول مرة في مياه نهر الفرات – الرقة، وهو ما يمثل إضافة جديدة للفونا الرخوية في سورية.
3. بينت القياسات البيئية في موقعي الدراسة تفاوتاً موسمياً واضحاً؛ إذ تراوحت درجة الحرارة بين 13.8–18.5°C، وكانت أعلى القيم في منطقة الجسر الجديد وأدناها في منطقة الجسر القديم منسجمة مع الظروف المناخية المحيطة بمنطقة الدراسة.
4. تراوحت قيم العيار القلوي (TA) بين 1.1–2.2 درجة فرنسية، بينما بلغت قيم العيار القلوي الكامل (TAC) بين 15–22.9 درجة فرنسية، مما يشير إلى طبيعة مياه ذات قساوة مرتفعة نسبياً.
5. أظهرت نتائج التكرار النسبي والثبات اختلافاً في انتشار الأنواع بين الموقعين، والذي يُعزى إلى الاختلاف في الخصائص البيئية المحلية لكل منهما.
6. تُشكل النتائج هذه الدراسة قاعدة بيانات أولية مهمة للرخويات في نهر الفرات.

التوصيات:

1. الاستمرار في إجراء الدراسات البيئية والتصنيفية على الرخويات في مختلف مواقع نهر الفرات، خاصة في المناطق التي لم تُدرس سابقاً، وذلك لاستكمال قاعدة البيانات الخاصة بالفونا الرخوية في المنطقة الشرقية.

2. متابعة مراقبة الأنواع المسجّلة حديثاً مثل *Dreissena bugensis* و *Dreissena polymorpha*، ودراسة مدى انتشارها وتكاثرها وتأثيرها المحتمل على الأنواع المحلية والبيئة المائية.

4. دراسة إمكانية استخدام الأنواع الرخوية كمؤشرات بيئية لرصد مستويات التلوث العضوي وغير العضوي في مياه نهر الفرات، نظراً لحساسيتها للتغيرات البيئية وارتباط وجودها بنوعية المياه.

5. إجراء دراسات أعمق حول الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه في المواقع نفسها، وربطها بتركيب المجتمعات الحيوية بهدف فهم العوامل المؤثرة على توزع الرخويات وتنوعها.

المراجع العربية :

1-حسن، ديما(2021). تحديد 9 أنواع من الرخويات، تنتمي جميعها إلى صف Gastropoda وتسجيل النوع *Hydrobia ventrose* لأول مرة في محافظة اللاذقية (حوض المضيق). مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية- سلسلة العلوم البيولوجية.

2-حسن، ديما (2022). دراسة بيئية لرخويات الماء العذب في حوض المضيق (محافظة اللاذقية)- سورية- رسالة ماجستير، جامعة تشرين- كلية العلوم، 129ص.

3-حمكو، ثناء(2023). دراسة بيئية وتصنيفية لبعض اللافقاريات المائية (الرخويات) في حوض الرميلة – اللاذقية سورية – رسالة ماجستير، جامعة تشرين – كلية العلوم، 2023، 136 ص.

4- -رجب، إيفا **.(2016)** مساهمة في الدراسة التصنيفية والبيئية لرخويات المجرى السفلي لنهر الكبير الشمالي وبعضاً من روافده. رسالة ماجستير ، جامعة تشرين، كلية العلوم،132 ص .

5-رجب، ايفا.(2020) دراسة تصنيفية وبيئية للحشرات Insecta (فصيلتي Simuliidae&Chironomida) وللرخويات Mollusca في بعض الأوساط المائية العذبة شمال مدينة اللاذقية. رسالة دكتوراه، جامعة تشرين، كلية العلوم.

6- قاسم، عصام(2010) . **استخدام رخويات المياه العذبة كدليل بيئي .** مجلة جامعة دمشق للعلوم الاساسية ، المجلد (1) العدد (4)، 240-235.

7- فاضل، إقبال (1996) **. دراسة بيئية للرخويات بطنيات القدم في مياه بحيرة السن.** رسالة ماجستير، جامعة تشرين، كلية العلوم ، 1996، 157ص

8- فاضل ، إقبال (2003). دراسة بيئية وتصنيفية لرخويات الماء العذب في بعض الاوساط المائية في بعض الاوساط المائية في منطقة الساحل السوري

(معطيات حول بعض مكونات الفونا المرافقة) . رسالة دكتوراه في البيئة المائية ، جامعة تشرين ، كلية العلوم ، 323ص.

9- ناشد، فادية، (1992). **دراسة بيئية وتصنيفية للرخويات معديات الأرجل في بعض الأوساط المائية في منطقة حلب.** رسالة ماجستير، جامعة حلب: سورية. 188ص.

المراجع الأجنبية :

1. Vaughn CC, Hakenkamp CC. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. BioScience. 2001.
2. Lodge DM, Brown KM, Klosiewski SP, Stein RA, Covich AP, Bronmark C, Garvey JE. Biological invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. Ecology. 1998.
3. Bogan AE. Global diversity of freshwater mussels. Hydrobiologia. 2008.
4. Outa JO, Kowenje CO, Avenant-Oldewage A, Jirsa F. Trace elements in crustaceans and mollusks of Lake Victoria. Arch Environ Contam Toxicol. 2020.
5. Al-Zubaidi HA, Al-Ansari N, Knutsson S. Ecological assessment of Euphrates River water quality. Environ Monit Assess. 2019.

6. Pennak RW. Freshwater invertebrates of the United States. 2nd ed. John Wiley & Sons, Moscow. 1978. 803 p.
7. Yildirim MZ, Abkym BM, Kebapci M, Koca SB. The Basommatophora pulmonate species (Mollusca: Gastropoda) of Turkey. Turk J Zool. 2006;30(4):445–458.
8. El-Khayat HM, Mahmoud K, Sayed SS. Distribution and seasonal abundance of freshwater snails in some Egyptian water courses. J Egypt Soc Parasitol. 2017;47(3):541–548.
9. Fretter V, Graham A. British prosobranch molluscs: their functional anatomy and ecology. Ray Society, London. 1962.
10. Macan TT. A key to the British fresh- and brackish-water gastropods with notes on their ecology. Freshwater Biological Association. Vol. 13. 1960.
11. Adam W. Mollusques terrestres et dulcicoles. Faune de Belgique, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. 1960. 402 p.
12. Grassé PP. Traité de zoologie. Vol. 5. Masson et Cie, Paris. 1968. 925 p.

دراسة الهبوط التكتوني وتطور المتتاليات الرسوبية خلال الميزوزوي في منطقة دير عطية

موسى شمالي*

د. عبد الكريم العبدالله**

د.سامر البب***

الملخص

بينت دراسة وعملية تحليل معطيات الحفر في بئر دير عطية1 في منطقة غرب السلسلة التدمرية، وجود ثلاث مراحل رئيسة للهبوط التكتوني (A, B, C) توافق الترياسي الأوسط والأعلى والجوراسي والكريتاسي على التوالي، تمثل المرحلة A هبوط كبير مرافق لترسيب تشكيلتي الكوروشينا انهدريت والكوروشينا دولوميت ويصبح الهبوط أقل أثناء ترسيب تشكيلة البطمة، تعكس المرحلة A تشكل حوض السلسلة التدمرية في البرمي– الترياسي، وتوافق المرحلة B هبوط خفيف في الجوراسي يمثل الهبوط الحراري اللاحق للهبوط التكتوني البرمي– ترياسي، يليه نهوض في نهاية الجوراسي الأوسط، وهذه المرحلة توافق مرحلة تشكل تشكيلة الكامشوكا، و توافق المرحلة C هبوط خفيف أثناء ترسيب تشكيلة الرطبة، ويزداد بشكل كبير أثناء ترسيب تشكيلة حيان والقسم السفلي من تشكيلة الجوديا ليتحول بشكل تدريجي إلى نهوض أثناء ترسيب القسم العلوي من تشكيلة الجوديا حيث يعتبر هذا النهوض على علاقة بالاعتلاء الأفيوليتي في شمال الصفيحة العربية، ليعود الهبوط بالازدياد بشكل كبير أثناء ترسيب تشكيلتي رماح صوان والشيرانيش، وبينت دراسة المتتاليات الرسوبية بحسب معطيات تسجيلات أشعة غاما في بئر دير عطية1 وجود متتالية انسحابية على المستوى المتوسط توافق تشكيلتي كوروشينا انهدريت ودولوميت، تليها دورة رسوبية كاملة (تجاوزية – انسحابية) توافق تشكيلة البطمة الترياسية، تعلوها دورة رسوبية ثانية توافق تشكيلة الكامشوكا الجوراسية حيث تكون متتالية تجاوزية في القسم الأسفل والأوسط من التشكيلة وانسحابية في القسم العلوي منها، تليها دورتان رسوبيتان خلال الكريتاسي إحداهما على كامل تشكيلتي الرطبة و حيان والقسم السفلي من تشكيلة الجوديا والثانية تمثل القسم العلوي من تشكيلة الجوديا وتشكيلة صوان رماح و جزء من تشكيلة الآرك مارل، لتبدأ متتالية تجاوزية جديدة توافق تشكيلتي الشيرانيش و الآرك مارل.

الكلمات المفتاحية: الهبوط، تجاوز ، انسحاب، الحوض الرسوبي، بيئة ترسيب.

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

A Study of Tectonic Subsidence and the Evolution of Sedimentary Sequences During the Mesozoic in the Deir Atiyah Area

Moussa Shamali*
Dr.Abdul Karim Al-Abdullah**
Dr.Samer Al-Bab***

Abstract

Analysis of drilling data from the Deir Atiyah 1 well, located in the western Palmyride zone, revealed three main stages of tectonic subsidence (A, B, C) corresponding to the Middle-Upper Triassic, Jurassic, and Cretaceous, respectively. Stage A represents significant subsidence accompanying the deposition of the Kurchina Anhydrite and Kurchina Dolomite formations, with subsidence decreasing during the deposition of the Butmah Formation. This stage reflects the formation of the Palmyride basin during the Permian-Triassic. Stage B corresponds to mild subsidence in the Jurassic, representing the post-rift thermal subsidence following the Permian-Triassic tectonic subsidence, followed by uplift at the end of the Middle Jurassic. This stage aligns with the deposition of the Kamshaka Formation. Stage C corresponds to gentle subsidence during the deposition of the Rutbah Formation, increasing substantially during the deposition of the Hayane Formation and the lower part of the Judea Formation, then gradually transitioning to uplift during the deposition of the upper part of the Judea Formation. This uplift is considered related to ophiolite obduction in the northern part of the Arabian Plate. Subsidence then increased significantly again during the deposition of the Ramah Chert and Shiranish formations. The study of sedimentary sequences based on gamma-ray log data from the Deir Atiyah 1 well showed the presence of an intermediate-scale regressive sequence corresponding to the Kurchina Anhydrite and Dolomite formations. This is followed by a complete sedimentary cycle (transgressive-regressive) corresponding to the Triassic Butmah Formation. Above this lies a second sedimentary cycle

corresponding to the Jurassic Kamshaka Formation, which is transgressive in its lower and middle parts and regressive in its upper part. This is followed by two Cretaceous sedimentary cycles: one encompassing the entire Rutbah and Hayane formations and the lower part of the Judea Formation, and the second representing the upper part of the Judea Formation and the Sawan Ramah and Arc Marl formations. A new transgressive sequence then begins, corresponding to the Shiranish and Arc Marl formations.

Keywords: Subsidence, Transgression, Regression, Sedimentary Basin, Depositional Environment.

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

المقدمة:

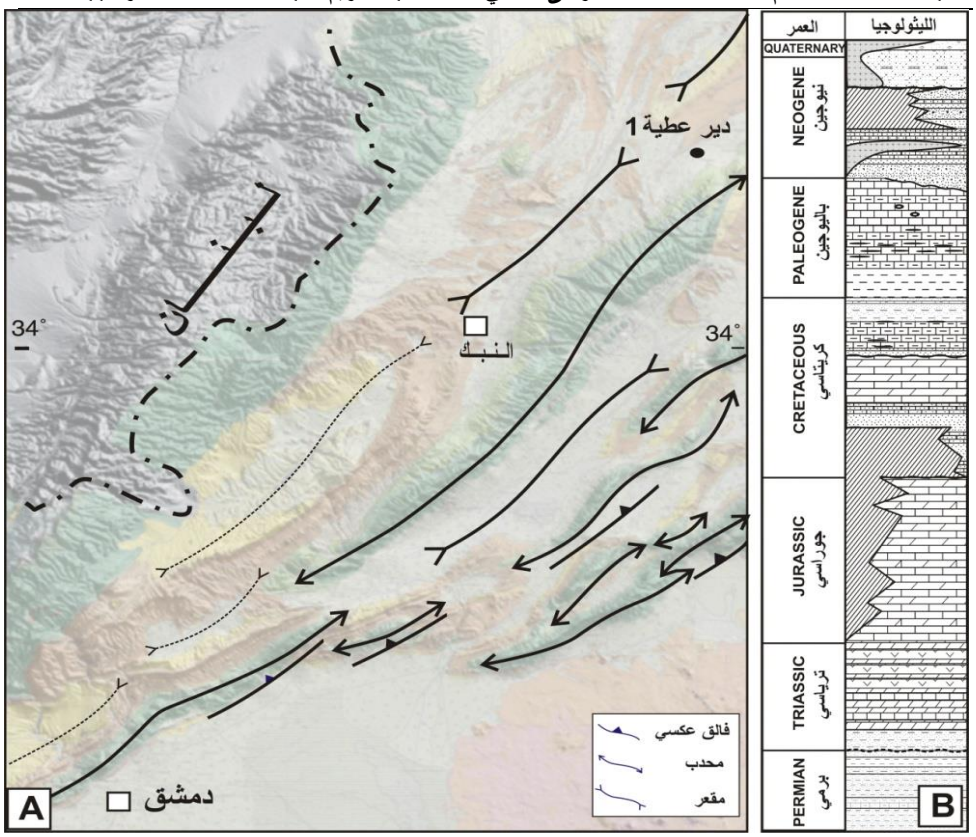
يعتبر الهبوط التكتوني (Tectonic Subsidence) أحد العوامل الهامة في ايجاد مساحات ترسيبية (Accommodation Space) تملؤها الرواسب مع الزمن، حيث يساعدنا هذا في فهم السماكات الكبيرة للرواسب التي تصل سماكتها إلى أكثر من مئات الأمتار تشكلت ضمن وسط مائي لا يتجاوز عمق الماء فيه بضعة أمتار، و دراسة الهبوط التكتوني توضح حركة قاع الحوض الرسوبي (Basin Floor) وتطوره خلال الزمن الجيولوجي، حيث تكون هذه الحركة أما هبوط ناتجة عن قوى شد تكتونية، أو نهوض ناتجة عن قوى ضغط تكتونية وفقاً لِ [1]، أما المتتاليات الرسوبية (Sedimentary Sequences) فتعتبر أرشيفاً جيولوجياً لظروف الترسيب، وبيئاتها المتغيرة في كل تتابع طبقي، والذي تكون معالمه الرئيسة هي العمليات التكتونية وتغيرات منسوب سطح البحر وإمداد الرواسب عبر الزمن الجيولوجي حسب [2]، وبالتالي فإن دمج نتائج نمذجة حركة قاع الحوض الرسوبي مع نتائج تحليل المتتاليات الرسوبية سيقدم صورة متكاملة و دقيقة عن تطور الحوض الرسوبي خلال الأزمنة الجيولوجية، وأداة هامة جداً في اعادة بناء الظروف الباليوجغرافية القديمة والمساهمة في استكشاف الموارد الطبيعية.

تم اختيار جنوب غرب السلسلة التدمرية (منطقة دير عطية) الشكل (1) نظراً لأهميتها الاقتصادية الكبيرة، و وضعها الجيولوجي الذي يتصف بنوع من التعقيد لدراسة الهبوط التكتوني والمتتاليات

الرسوبية العائدة للحقب الميزوزوي والعلاقة بينهما، وفقاً لسجلات البئرية المتوافرة في المنطقة، وخاصة سجلات السونيك وسجلات أشعة غاما.

الإطار الجيولوجي العام: تتميز منطقة الدراسة بانتشار واسع لتوضعات الحطامية العائدة لدور الرباعي، والتي تغطي قاع الوديان وقمم الهضاب والتلال، وتوضعات الكريتاسي التي تتركز في الأجزاء الجنوبية الشرقية للمنطقة، وبانتشار أقل لتوضعات الباليوجين التي تتركز في الأجزاء الشمالية الغربية للمنطقة، وبانتشار قليل لتوضعات دور النيوجين وفقاً ل[3].

تكتونياً ان الجزء الشمالي والشرقي والشمالي الشرقي من المنطقة يتألف من مجموعة من الطيات الخطية، على شكل شبه سلاسل. ونادراً ما تكون على شكل طيات صندوقية، منها ما يكون مقلوبة نحو الجنوب بفوالق عكسية، وهذه المحدبات غالباً ما تكون متتابعة سلمياً، تأخذ الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب والذي يتوافق مع الاتجاه العام للسلسلة التدمرية، وتتميز بعدم تناظر واضح فسفوحها الجنوبية الشرقية شديدة الانحدار ومعقده بمجموعة من الفوالق الكبيرة وفقاً لِ [3]، ومن أهم المحدبات في المنطقة محدب الكودن، وأهم المقعرات مقعر وادي العريضة.



الشكل(1): A–موقع منطقة الدراسة على خارطة بنيوية مبسطة لغرب السلسلة التدمرية وفقاً ل[4]، B –العمود الليتولوجي العام للسلسلة التدمرية، وفقاً ل[5].

ستراتغرافياً أظهرت المعطيات السطحية أن أقدم التكشفات في المنطقة تعود لعصر الكريتاسي الأعلى طابق السينومانيان ويشكل مع طابق التورونيان وحدة رسوبية تتألف من صخور كلسية دولومتية ودولوميت، يعلو هذه الوحدة توضعات طوابق الكونياسيان السانتونيان الكامبانيان الماستريختيان وتتألف ليتولوجياً بشكل عام من صخور كلسية غضارية ومارلية تتعاقب مع بعض السويات الصوانية حسب [3]، وتعلو توضعات عصر الكريتاسي الأعلى توضعات دور الباليوجين وهي تتألف بشكل عام من صخور كلسية غضارية وكلسية غضارية شبه حوارية ومارل تحتوي على عقد بيريت وبعض العقد الصوانية تصبح في أعلى عصر الأوليغوسين صخور رملية حسب [3]، حيث تعلو توضعات دور الباليوجين توضعات دور النيوجين وهي توضعات حطامية ذات منشأ قاري بشكل عام مع غياب أعلى عصر البليوسين، وتقدر سماكة دور النيوجين حوالي 110م

وفقاً لِ [3]، تعلوه توضعات دور الرباعي بكافة عصوره وهي أيضاً حطامية ذات منشأ قاري تأخذ شكل الميول الطبوغرافية في المنطقة حيث تغطي قاع الوديان وقمم الهضاب والتلال في المنطقة حسب [3].

أما المعطيات تحت السطحية أظهرت أن دور الترياسي يتكون بشكل عام من صخور رملية في الأسفل وتعاقبات من الصخور الكربوناتية والمتبخرات في الأعلى بسماكة تتجاوز 1000م وفقاً ل[6]، وحسب [6] دل ذلك على ازدياد الهبوط التكتوني في هذا الدور، تعلوها توضعات الجوراسي الكربوناتية بسماكة حوالي 1000م وفقاً لِ [7] وتزداد سماكة هذا الدور باتجاه الغرب في لبنان لتصبح 2500م حسب [6]، حيث فسرت هذه السماكة كنتيجة لمتابعة الهبوط في الترياسي وفقاً لِ [7.8.9]، وخلال عصر الجوراسي الأعلى حصل نهوض وفقاً لِ [10] أدى إلى تعرض الرواسب إلى عمليات الحت والتعرية ولكنها بقيت محفوظة في مركز السلسلة التدمرية، لتتوضع رسوبات طابق الأبسيان والألبيان العائدان إلى عصر الكريتاسي الأسفل بعدم توافق ستراتغرافي، حيث يشير التركيب الليتولوجي لهذان الطابقان والمؤلف من صخور ورملية وبركانية وبعض الصخور الكلسية في الأسفل وصخور كربوناتية في الأعلى إلى تجاوز بحري واسع حسب [10]، وتعلو هذه التوضعات توضعات الكريتاسي الأعلى وهي بشكل عام كربوناتية في الأسفل لتصبح صخور كلسية وكلسية غضارية ومارلية تتعاقب مع بعض السويات الصوانية في الأعلى بسماكة وسطية تتجاوز 1000م وفقاً ل [4].

أهمية البحث وأهدافه:

إن دراسة الهبوط التكتوني والمتتاليات الرسوبية تقدمان مفهوماً متكاملاً عن تطور الحوض الرسوبي وتوضع الرسوبات، والذي يشكل مفهوماً جديداً عن التاريخ الجيولوجي لمنطقة دير عطية التي تمتلك أهمية اقتصادية كبيرة حيث تحتوي على مكامن هيدروكربوناتية وبعض خامات الثروة المعدنية، حيث تصبح هذه الدراسة مرجعاً ومرتكزاً أساسياً للدراسات الاقتصادية اللاحقة.

أهداف البحث:

1- دراسة الهبوط التكتوني في منطقة دير عطية وفقاً لمعطيات البئرية المتوافرة.

2- تحديد المتتاليات الصغرى والمتوسطة العائدة للحقب الميزوزوي في المنطقة.

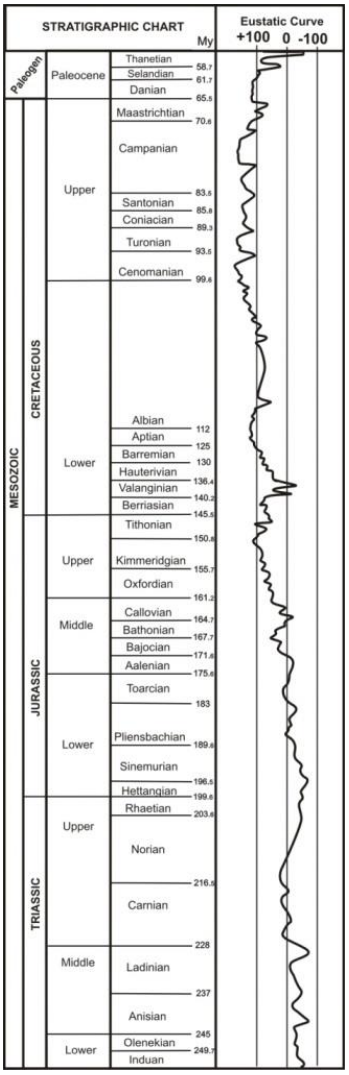
طرائق البحث ومواده:

تم الاعتماد في طريقة العمل على المعادلة الرياضية الأساسية لحساب الهبوط التكتوني Y(الهبوط نتيجة عمليات تكتونية مضافاً إليه تأثير الضغط أو تحميل عمود مياه البحر على قاع الحوض الرسوبي) وفقاً لِ [11.12]، وعلاقة حساب الهبوط التكتوني الصرف Yt (ناتج عن سبب قوى تكتونية عميقة مثل التمدد الحراري بمعزل عن تأثير عمود مياه البحر) حسب [13]، والتي طبقت على معطيات الحفر والعمود الليتولوجي لتشكيلات من الترياسي الأوسط (تشكيلة كوروشينا دولوميت) حتى الكريتاسي في بئر دير عطية1 المنفذ من قبل الشركة السورية للنفط عام 2016:

$$Y = W_d + S_0\,[(\rho_m-\rho_s) / (\rho_m-\rho_w)] - \Delta sl\ \ [\rho_m / (\rho_m-\rho_w)]$$

$$Y_t = S_0\,[(\rho_m-\rho_s) /\rho_m] + W_d\,[(\rho_m-\rho_w) /\rho_m] - \Delta sl$$

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)، $\Delta sl(\rho_m/\rho_m-\rho_w)$ ويقصد به تحميل منسوب البحر-(Sea level loading)، S_0ثخانة الرسوبات الأولية، ρ_wكثافة ماء البحر، ρ_m كثافة المعطف، ρ_s كثافة الرسوبات، Δsl تغير منسوب البحر خلال الزمن الجيولوجي الذي ترسبت خلاله تشكيلة ما حيث نحصل على قيم تغير منسوب البحر من الشكل (2) (نأخذ القيمة المتوسطة لتغير منسوب البحر المقابل لكل عمر زمني، حيث نأخذ عدة قيم تعكس تغير منسوب البحر لزمن معي ونحسب المتوسط الحسابي لها).



الشكل(2): تغير منسوب البحر خلال الزمن الجيولوجي حسب [14].

لحساب الهبوط التكتوني نحسب ثخانة الرسوبات الأولية S_0 عن طريق عملية فك التراص (Backstripping)، وتحسب من خلال العلاقة حسب [13]: $S_0 = S(1-Ø)/(1-Ø_0)$ ، حيث

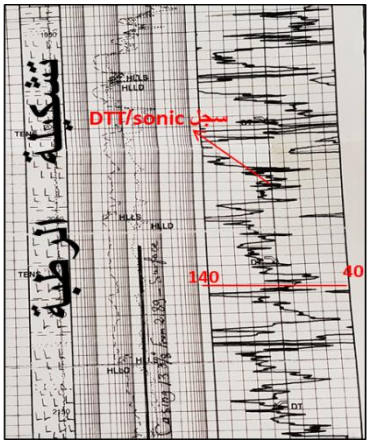
S الثخانة الحالية للطبقة أو التشكيلة المراد فك تراصها، Ø مسامية الطبقات الصخرية الحالية، $Ø_0$المسامية الأولية للرسوبات، ويتم حساب المسامية الأولية من خلال العلاقة وفقاً لِ [15]: $Ø = Ø_0 e^{-cy}$ حيثØ مسامية الطبقات الصخرية الحالية عند العمق y، وc ثابت يتعلق بالتركيب الليتولوجي للصخر هو ثابت يعبر عن 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%، الدولوميت31%، الحجر الرملي39%، الغضار51%، الكونغلوميرا 27%، (في حال اكثر من نوع من الصخور ضمن التشكيلة أو الوحدة المأخوذة والتي تعكس جزء معين السجل الصوتي فإننا نأخذ القيمة المتوسطة C) ، ولحساب المسامية الأولية نحتاج لمعرفة المسامية الحالية للطبقات الصخرية(Ø) من خلال القياسات البئرية الصوتية في بئر دير عطية1 حسب [16]، وذلك وفق المعادلة $Ø = \Delta t_{log} _ \Delta t_{ma}/\Delta t_f_\Delta t_{ma}$ حسب [15] حيث: Δt_{log} تؤخذ من منحني التسجيل الصوتي للبئر (تؤخذ قيمة وسطية المقابلة لكل تشكيلة أو جزء من تشكيلة، حيث يقسم السجل وفقاً لتغيرات السونيك مقابل التشكيلات الرسوبية إلى وحدات أو تحت وحدات متشابهة نسبياً على السجل) ، 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 و للأنهدريت 50 (في حال أكثر من نوع في التشكيلة المأخوذة، فإنه تأخذ القيمة المتوسطة لـ Δt_{ma}، بعد أن يتم فك التراص لكل مجال صخري وحساب الثخانة الأولية له، وذلك بدءاً من الأقدم إلى الأحدث، نحسب قيمة الكثافة للرسوبات بالعلاقة:

$\rho s = \sum[\ \rho_w Ø_0 + \rho_{gi}\ (1- Ø_0)\ ]\ S_0/S0$ **حيث:** ρ_w كثافة الماء وتقدر ب 1.03 غ/سم^3، ρ_{gi}هي كثافة الحبات الرسوبية،S0 السماكة الأولية الكلية لتشكيلة ما(عند تقسيم التشكيلة إلى تحت وحدات فهي تعبر عن مجموع السماكة الأولية لهذه تحت وحدات، وقد تتوافق مع S_0 في حال كانت التشكيلة تمثل وحدة فقط) ، ثم يقدر منسوب البحر Δsl خلال الزمن الجيولوجي الذي ترسبت خلاله تشكيلة ما كما ذكرنا سابقاً، وكما يقدر عمق وسط الترسيب Wd الذي توضعت فيه تشكيلة رسوبية وتقدر بالمتر من خلال سحنة الرسوبات الليتولوجية والباليونتولوجية، واعتمد في تحديدها الدراسات الترسيبية والستراتغرافية السابقة في المنطقة [17]، و بعد إجراء كل الحسابات سابقة الذكر نعوض القيم في العلاقة الأساسية للهبوط التكتوني فنحصل على قيمة Y و Yt في فترة

جيولوجية محددة ، يرسم منحني الهبوط الذي يفسر ويحدد تاريخ تطور الحوض الرسوبي وأهم المراحل التكتونية التي مر بها.

- تطبيق مثال على حساب القيم الداخلة في حساب الهبوط التكتوني في بئر دير عطية1 :

تشكيلة الرطبة العمر الزمني أبسيان، السماكة الحالية 219م، قيمة السونيك الوسطية من سجل البئري مباشرة هيΔt_{log} تساوي 100 ميكروقدم/ثانية الشكل (3)، التركيب الليتولوجي غضار ورمال واندفاعات بركانية ونسبة قليلة من الكلس وعليه فإن الثابتΔt_{ma} = 36.5%، والثابت c= 32.5.



الشكل(3): عينة من سجل السونيك لبئر دير عطية1 المقابلة لتشكيلة الرطبة وفقاً ل [16].

1- حساب المسامية الحالية $\emptyset = \Delta t_{log} _ \Delta t_{ma}/\Delta t_f_\Delta t_{ma}$

$\emptyset$= (100−36.5)/(189−36.5)= 0.41

2- حساب المسامية الأولية عند عمق y= 1945m من خلال العلاقة

نعوض القيم $\emptyset_0 = \emptyset/ e^{-cy}$

$\emptyset_0$= (0,41)/($e^{-0.325*1.945}$) = 0.77 (ملاحظة في هذه التشكيلة توجود اندفاعات بركانية ومساميتها الأولية صفر، نقوم بضبط المسامية من خلال النسب التقريبية من

محتوى التشكيلة والتي هي حوالي11% وبعد التصحيح تصبح قيمة المسامية الأولية (0.70

3- حساب السماكة الأولية من العلاقة $S_0 = S(1-Ø)/(1-Ø_0)$ نعوض القيم السابقة في هذه المعادلة نحصل علي قيمة السماكة الأولية

$$S_0 = 219*(1-0.41)/(1-0.70) = 430.7m$$

4- حساب ρs لهذه التشكيلة حسب العلاقة

$$\rho s = \sum[\ \rho_w Ø_0+\rho_{gi}\ (1-\ Ø_0)\ ]\ S_0/S0$$

حيث ρ_{gi} كثافة الحبات الرسوبية وتحسب من خلال القيمة المتوسطة لمجوعة الحبات الرسوبية الداخلة في تركيب التشكيلة، وفي تشكيلة الرطبة تم حسابها وهي 2.68غ/سم³.

$\rho s = \sum[\ 1.03*0.41+2.68*\ (1-\ 0.41)\ ]*\ 430.7/(430.7) = 1.58$ (ملاحظة هنا قيمةS0 و S_0 متساويتان كوننا أخذنا التشكيلة كوحدة واحدة متكاملة وذلك لأن سجل sonicمتشابه على كامل التشكيلة، في حال لدينا تغيرات في سجل sonic من حيث السلوك والتشابه نقسم التشكيلة إلى تحت وحدات وكل تحت وحدة يحسب لها هذه القيمة فقط ($\rho_w Ø_0+\rho_{gi}\ (1-\ Ø_0)\ ]\ S_0$ ثم تجمع وتقسم علىS0 السماكة الأولية الكلية لمجموع السماكات لتحت الوحدات).

5- حساب عمق عمود الماء من خلال الدراسات الترسيبية حسب [16] نأخذ القيمة المتوسطة وهي 3م، ونحسب تغيرات منسوب البحر خلال هذا الزمن طابق الأبسيان من الشكل (2) (القيمة المتوسطة حوالي 100 م تقريباً)

نعوض القيم السابقة في معادلة الهبوط التكتوني الكلي Y والهبوط التكتوني الصرف

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

$$=3 +430.7*\ [(3.25-1.58)/(3.25-1.03)]-\ (100)/\ [3.25/(3.25-1.03)]= 180.59m$$

$$Y_t = S_0\ [(\rho_m-\rho_s)\ /\rho_m] + W_d\ [(\rho_m-\rho_w)\ /\rho_m]-\ \Delta s/=127.6m$$

- تمت دراسة الهبوط التكتوني وفق هذه الطريقة في سوريا اعتماداً على سجلات السونيك البئرية في بئر واحد أو أكثر حسب المعطيات المتوافرة، وذلك في منخفض الفرات وحوض النهر الكبير

الشمالي و توضعات الكريتاسي في السلسلة الساحلية و في منطقة القريتين حسب [18.19.20.21].

درست **المتتاليات الرسوبية** بتحديد حدودها من الدراسات البئرية التي تعتمد على سجلات أشعة غاما حيث يتم تحديد هذه السطوح وفق تغير مفاجىء في قيم أشعة غاما، وانتقال من نمط معين في شكل السجل إلى نمط جديد يختلف كلياً عن النمط السابق حسب [22] والذي أعتبر أن تحليل سجل أشعة غاما أحد الطرق الحديثة في تحليل المتتاليات، و أداة قوية في تحديد حدود المتتاليات وأنظمة الترسيب الرئيسة في الآبار حيث طبق هذه الطريقة في عدة مناطق منها توضع كارديوم (توضع مستحاثي مميز لكريتاسي الأعلى) في حوض غرب كندا، بعد تحديد أسطح المتتاليات يتم تحديد نظام الترسيب (تم تحديد نظام الترسيب من سجل أشعة غاما في بئر دير عطية1)، وكما حددت السحنات التالية HST, TST, LST,FSST, RST, وفقاً لِ [22]، 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 مفاجئ 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 [23] هناك أنماط كلاسيكية لنمط سجل أشعة غاما تعكس بيئة الترسيب كما هو موضح في الشكل(4)، فهناك النمط الصندوقي، والنمط الجرسي، 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 المفاجىء الذي يظهر على سجل ويقابل نظام الترسيب FSST حسب [22] ، حيث كل نمط يعكس نظام ترسيب معين يعكس بيئة الترسيب السائدة، ولكن عند الاشتباه في أكثر من نوع بيئة ترسيب يتم ضبطها بواسطة ليتولوجيا البئر عند تعذر التمييز بين البيئات.

ومن أهم الدراسات العالمية أيضاً التي اعتمدت فقط على سجل أشعة غاما في دراسة المتتاليات وتفسير السحن الرسوبية هي دراسة [24] والتي تمت في حوض السند السفلي في باكستان.

نمط سجل أشعة غاما	صندوقي / اسطواني	قمعي	جرسي	متماثل	مسنن / غير منتظم
اتجاه سجل أشعة غاما	Left Right Low GR High GR	Coarse Up & Sharp top تدرج من الناعم إلى الخشن، قمة حادة	تدرج خشن إلى ناعم نحو الأعلى، قاعدة حادة Fine Up & Sharp base	شكل ساعة رملية Hour Glass	أسنان المنشار Saw Teeth
إمداد الرواسب	ترسيب تراكمي / رأسي	ترسيب متقدم	ترسيب تراجعي	متقدم ومتراجع	ترسيب تراكمي
بيئة الترسيب الشائعة	قناة نهرية، حاجز كربوناتي، حاجز مرجاني،تفرعات دلتا متقدمة،كثبان ريحية، ملأ حوض بالتبخر	رواسب شق فيضي، نهر، مصب نهري، مقدمة الدلتا، وجه شاطىء، منحدر المروحة البحرية.	حاجز نقطي نهري، حاجز نقطي مدي، قناة مد وجزر عميقة، بيئات بحرية عميقة قريبة، قناة دلتا، سهول طينية مدية.	حاجز رسوبي بعيد عن الشاطىء معاد ترسيبه، دلتا وجه الشاطىء المتحولة من تراجعية إلى تقدمية.	سهل فيضي نهري، منحدر بحري عالي الطاقة، ساحل طيني مخلوط، تدفق حطامي، وادي مملوء، منحدر البحر العميق.

الشكل(4): يوضح أشكل أنماط سجل أشعة غاما الكلاسيكية مقابل بيئة الترسيب، حسب [23].

النتائج والمناقشة:

1- الهبوط التكتوني:

اخترقت بئر دير عطية1 التشكيلات الرسوبية في المنطقة حتى 3351م، حيث قسم بئر دير عطية1 إلى وحدات (الجدول[1]–الشكل(5)) بحسب تغيرات في سجلSonic في القياسات البئرية، والتي تحسب من خلالها المسامية الحالية للصخور، والمسامية الأولية للرسوبات، حيث تم إعادة رسم العمود الطبقي لبئر بمقياس أكبر 1/2500، وهذه التشكيلات ممثلة للأعمار الزمنية التالية من الأعلى إلى الأسفل وفقاً ل [16]:

الماستريختيان الكامبانيان: من 1م حتى عمق 751م، التركيب الليتولوجي بشكل عام كلس غضار كلس غضاري و بعض التوضعات المارلية، يوافق تشكيلة الشيرانيش حيث قسمت إلى ثلاث تحت وحدات، المسامية الحالية المحسوبة(0.11 ,0.14 ,0.12)، المسامية الأولية المحسوبة كانت بالترتيب (0.13 ,0.21 ,0.20).

السانتونيان: من عمق 751م حتى عمق 1000م، التركيب الليتولوجي بشكل عام كلس كلس غضاري مع بعض التعاقبات السيليسية، يوافق تشكيلة صوان الرماح حيث قسمت إلى ثلاث تحت وحدات، المسامية الحالية المحسوبة (0.22 ,0.10 ,0.15)، المسامية الأولية بالترتيب من الأعلى إلى الأسفل (0.39 ,0.18 ,0.28).

التورونيان السينومانيان: من عمق 1000م حتى 1285، التركيب الليتولوجي دولوميت كلس نسبة قليلة من الغضار، يوافق تشكيلة الجوديا حيث قسمت إلى تحت وحدتين، المسامية الحالية المحسوبة (0.048 ,0.036)،المسامية الأولية المحسوبة (0.07,0.08).

السينومانيان الألبيان: من عمق 1285م حتى عمق 1945م، التركيب الليتولوجي بشكل عام كلسي وبنسبة أقل من الدولوميت و الغضار، يوافق العمر الزمني تشكيلة حيان حيث قسمت إلى ثلاث تحت وحدات، المسامية الحالية المحسوبة (0.19 ,0.16 ,0.15)، المسامية الأولية المحسوبة (0.42 ,0.37 ,0.33).

الأبسيان: من عمق 1945م حتى عمق 2164م، التركيب الليتولوجي صخور غضارية ورملية واندفاعات بركانية ونسبة قليلة من الكلس، يوافق العمر الزمني تشكيلة الرطبة، المسامية الحالية (0.41)، المسامية الأولية المحسوبة (0.70).

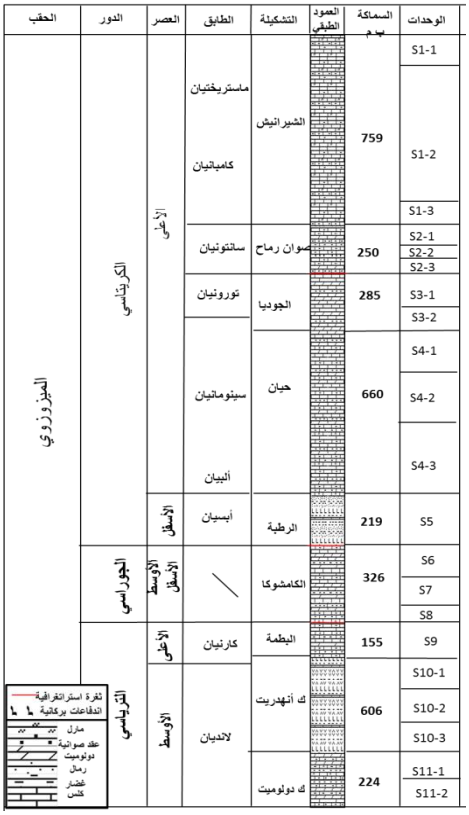
الجوراسي: من عمق 2164م حتى عمق 2490م، التركيب الليتولوجي نسبة كبيرة من الكلس والدولوميت وبنسبة أقل من الكلس الغضاري والغضار، يوافق تشكيلة الكامشوكا حيث قسمت إلى وحدات توافق الجوراسي الأوسط – الجوراسي الأوسط الأسفل– الجوراسي الأسفل وكانت قيم المسامية الحالية المحسوبة (0.05 ,0.10 ,0.10)، المسامية الأولية المحسوبة (0.38, 0.34, 0.14).

الكارنيان: من عمق 2490م حتى عمق 2645م، التركيب الليتولوجي بشكل عام كلس ونسبة أقل من الدولوميت والغضار ونسبة قليلة من الكلس الغضاري، يوافق تشكيلة البطمة، المسامية الأولية المحسوبة (0.14)، المسامية الأولية المحسوبة (0.55).

الكارنيان اللانديان: من عمق 2645م حتى عمق 3251م، التركيب الليتولوجي بشكل عام صخور المتبخرات واندفاعات بركانية ونسبة قليلة من الغضار ونسبة قليلة جداً من الكلس، يوافق تشكيلة

كورشينا أنهدريت، حيث قسمت إلى ثلاث تحت وحدات، المسامية الحالية المحسوبة (0.14, 0,06, 0.03)، المسامية الأولية المحسوبة (0.35, 0.28, 0.13).

اللانديان: من عمق 3151م حتى عمق 3351م، التركيب الليتولوجي كلس ودولوميت وبنسبة أقل كلس غضاري وغضار، يوافق تشكيلة كورشينا دولوميت، حيث قسمت إلى تحت وحدتيين، قيم المسامية الحالية المحسوبة (0.16, 0.12)، قيم المسامية الأولية المحسوبة (0.65, 0.61).



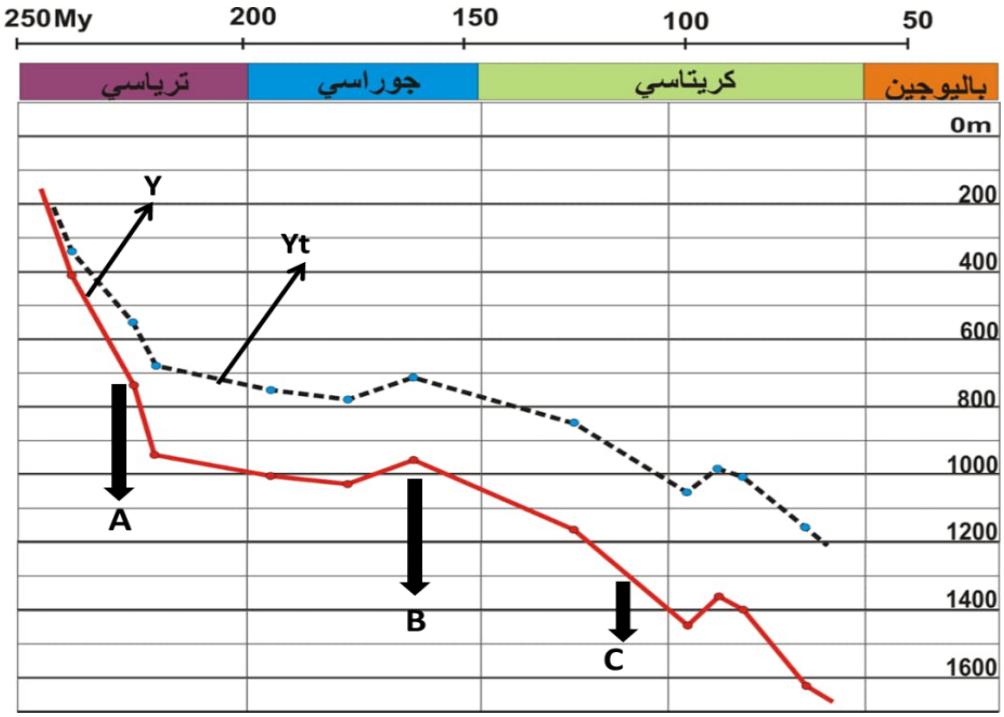
الشكل(5): العمود الطبقي لبئر دير عطية1 المعاد رسمه بمقياس أكبر 1/2500، موضحاً عليه التشكيلات الرسوبية وسماكتها الحالية وأعمارها الزمنية حسب [16]، وتقسيمات الوحدات حسب تغيرات السونيك، (الباحث).

الجول [1]: قيم الهبوط التكتوني الصرف والهبوط التكتوني الكلي، وأهم القيم المحسوبة للحصول قيمة الهبوط، (الباحث).

العمر الزمني	الوحدات	السماكة الأولية S_o بـm	الكثافة Pgi للرسوبات بـ غ/سم^3	الكثافة Ps بـ غ/سم^3	عمق عمود الماء Wd بـ m	تغيرات منسوب البحر ΔSL بـ m	الهبوط التكتوني Yt بـm	الهبوط الكلي Y بـm
ماستريخ تيان كامبانيان	S1-1	126.8	2.71	2.38	55	105	149.3	219.2
	S1-2	572	2.71					
	S1-3	116.6	2.72					
سانتونيان	S2-1	108.6	2.7	2.22	65	112	26.4	39.5
	S2-2	76.8	2.72					
	S2-3	112.1	2.75					
تورونيان سينوماني ان	S3-1	181	2.77	2.63	10	118	-54.9	-86.5
	S3-2	114	2.77					
سينوماني ان ألبيان	S4-1	265	2.73	2.10	15	120	198.8	291
	S4-2	233	2.74					
	S4-3	374.2	2.74					
أبسيان	S5	430.7	2.68	1.58	3	100	127.6	180.59
جوراسي أوسط	S6	150.2	2.74	2.5	7	75	-35.5	-51.7
جوراسي	S7	145.1	2.73	2.08	15	50	12.4	18.4

أوسط-أسفل								
جوراسي أسفل	S8	122.7	2.73	2.13	5	-2	47.6	69.82
كارنيان	S9	296	2.73	1.7	10	5	136.8	202
كارنيان لانديان	S10-1	222.9	2.83	2.31	2	4	217.4	320.2
	S10-2	261.1	2.77					
	S10-3	272.5	2.75					
لانديان	S11-1	225.6	2.75	1.62	10	-10	327.3	408.5
	S11-2	297.6	2.74					

من الجدول[1] نلاحظ أن القيم الهبوط التكتوني الكلي والهبوط التكتوني الصرف متشابهة، كلما زادت قيمة الهبوط التكتوني زادت قيم الهبوط الصرف والعكس صحيح، حيث تدل الإشارة الموجبة على هبوط قاع الحوض الترسيبي، والإشارة السالبة على نهوض في قاع الحوض الترسيبي، حيثُ تم رسم منحنيات الهبوط بواسطة برنامج Coral Draw اعتماداً على القيم الهبوط التي حصلنا عليها، حيث أكدت المنحنيات التشابه الكبير بين الهبوط التكتوني والهبوط التكتوني الكلي كما هو موضح بالشكل (6)، وبالتالي تحليل أحد المنحنيات يوافق تحليل المنحني الآخر.



الشكل (6): منحني الهبوط التكتوني الكلي Y، ومنحني الهبوط التكتوني الصرف Yt، موضحاً عليه المراحل الرئيسة الثلاث التي مرَ بها قاع الحوض الترسيبي (A, B, C)، (الباحث).

من الشكل (6) نلاحظ وجود ثلاث مراحل رئيسة لتطور قاع حوض الترسيب وهي (A, B, C) من الترياسي الأوسط حتى الكريتاسي:

المرحلة A: توافق العمر الزمني من الترياسي الأوسط حتى الأعلى، وهي مرحلة هبوط كبيرة جداً ومستمرة توافق مرحلة انفتاح حوض النيوتيتس وتشكل حوض السلسلة التدمرية ذات اتجاه NE – SW وفقاً لِ [21]، في البداية الهبوط كبير وحاد يوافق تشكيلة كوروشينا دولوميت، ليصبح أقل حدة نسبياً ويوافق تشكيلة كوروشينا أنهدريت وهذا ما يفسر السماكة الكبيرة للرواسب في هذه التشكيلتين ضمن وسط مائي لا يتجاوز 15م، ليصبح الهبوط في نهاية هذا الدور أقل حدة بشكل كبير وهو يوافق تشكيلة البطمة ذات السماكة القليلة نسبياً بالنسبة لتشكليتي كوروشينا أنهدريت وكوروشينا دولوميت.

المرحلة B: توافق دور الجوراسي، حيث تبدأ بمرحلة هبوط صغيرة توافق مرحلة الهبوط الحراري لحوض التدمرية (نتيجة تبرد وانكماش القشرة بسبب توقف أو تناقص التدفق الحراري) التي تلت مرحلة الهبوط الرمي – الترياسي حسب [8.9]، استمرت هذه المرحلة حتى نهاية الجوراسي الأوسط، ثم تحولت إلى نهوض يوافق عصر الجوراسي الأعلى هذا النهوض يعبر عن مرحلة حتية، وهي مسؤولة عن غياب رسوبات الجوراسي الأعلى في شمال وجنوب السلسلة التدمرية وفقاً لِ [10]، حيث أرجع الباحثون هذه المرحلة الحتية إلى نهوضات محلية على شكل طي ذو طول كبير جداً كما في سيناء وشمال مصر حسب [25]، وفي جنوب شرق أوروبا وفقاً لِ [26] في نهاية الجوراسي.

المرحلة C: وهي توافق دور الكريتاسي، حيث يبدأ منحني بالهبوط التدريجي وهو يمثل رسوبات تشكيلة الرطبة، التي تعبر عن بحر ضحل، هذه المرحلة معروفة بتجاوز اقليمي على مستوى الصفيحة العربية، ثم تليها مرحلة هبوط أكثر حدتاً توافق تشكيلة حيان، وهذا ما يفسر السماكة الكبيرة لرسوبات هذه التشكيلة ضمن وسط مائي لا يتجاوز عمقه 50م، ليتحول المنحني من مرحلة الهبوط إلى نهوض في تورونيان وهي توافق مرحلة الاعتلاء الأفيوليتي على هامش الصفيحة العربية وفقاً لِ [19]، بعد هذه المرحلة تبدأ مرحلة هبوط كبيرة نسبياً توافق تشكيلة صوان الرماح لتصبح أكثر حدتاً وأكبر قيمة وتوافق تشكيلة الشيرانيش ذات السماكة الكبيرة والتي بلغت 759م ضمن وسط مائي لا يتجاوز عمقه 100م.

2- المتتاليات الرسوبية: كما ذكرنا سابقاً اعتمدت دراستنا على الأنماط المستنبطة من سجل أشعة غاما لبئر دير عطية1 وذلك وفقاً لدراسات [2.22.23] وتصنيف بيئة الترسيب وفق [27] والعلاقة بين أنماط سجل أشعة غاما والأنظمة الترسيبية الجدول [2].

من الشكل (6) حيث نبدأ بتحليل من الأسفل (الأقدم عمراً زمنياً) إلى الأعلى(الأحدث عمراً زمنياً):

الجدول[2]: العلاقة بين بعض أنماط اشعة غاما، وأنظمة الترسيب حسب [22.23]

نمط سجل أشعة غاما	النظام الترسيبي المسيطر
نمط FSST	أسفله نظام HST وفوقه نظام LST
نمط الصندوقي/ اسطواني	منخفض القيمة LST /مرتفع القيمة HST
نمط خشن متغير بشكل كبير جداً	نظام LST / نهاية نظام HST
نمط قمعي	نظام LST / فوق MFS نظام HST
نمط مسنن ناعم	نظام TST/ فوق MFS نظام HST
نمط مستقيم متوسط النعومة	نظام TST
نمط جرسي	نظام TST

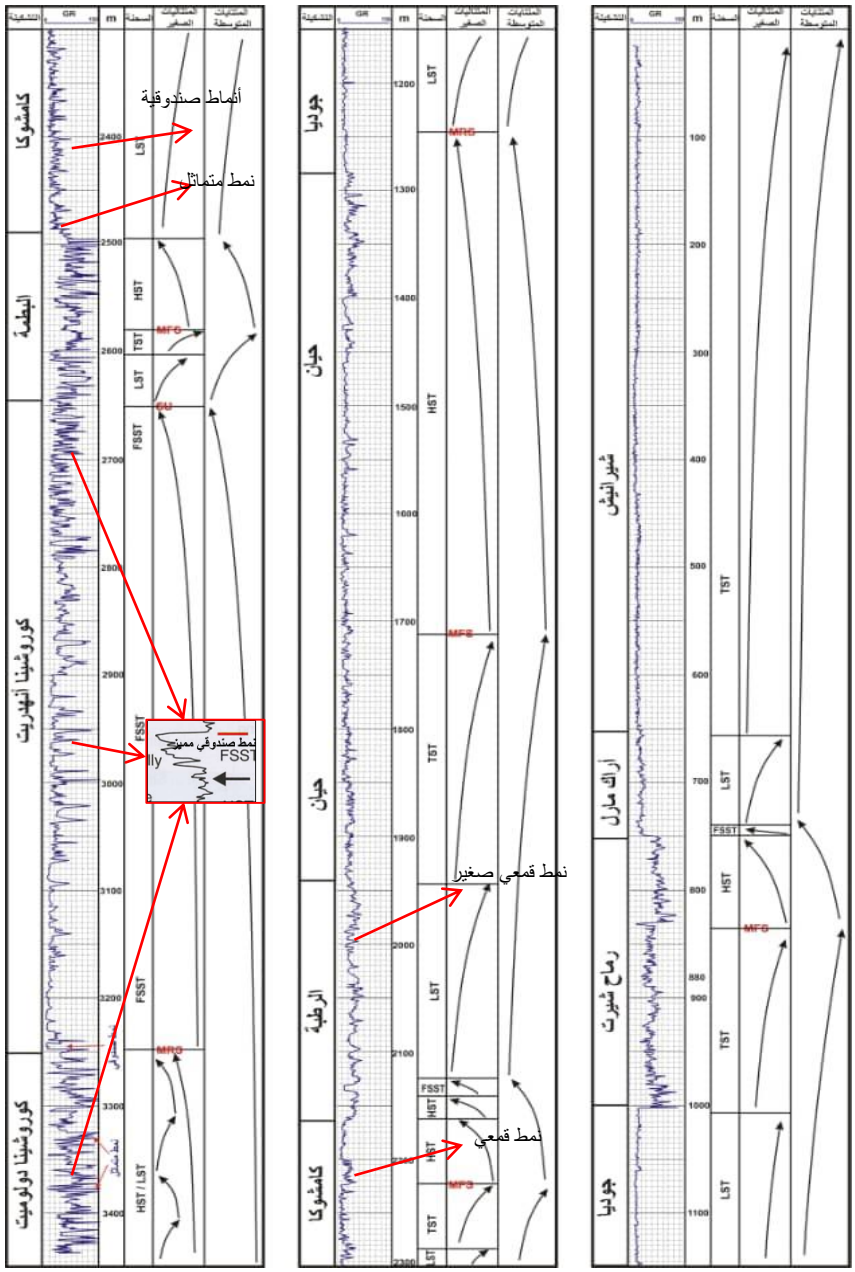
يبدأ سجل أشعة غاما من تشكيلة كورشينا دولوميت على عمق 3450م ، حيث يتميز السجل بنمط خشن جداً ومتغير بشكل كبير بين قيم عالية جداً وقيم منخفضة جداً الشكل (6)، وهذا يدل على طاقة وسط عالية هنا نحن أمام خياريين أم يعبر عن نظام LST، أو نهاية نظام HST، لكن وجود النمط الصندوقي المميز ل FSST على عمق 3151م والذي يفصله عن النمط السابق سطح تراجع أعظمي MRS يؤكد أن النمط الذي يوافق تشكيلة كورشينا دولوميت هو نهاية نظام HST، والمتتالية الرسوبية هي متتالية انسحابيه على مستوى المتوسط تضم مجموعة من المتتاليات الرسوبية المتعاقبة من تجاوزات وانسحابات على مستوى صغير، النمط الخشن المتغير بشكل كبير و وجود نمط متماثل ضمنه يعبر عن بيئة شاطئية الشكل (4) وتحديداً وجه الشاطئ العلوي إلى مقدمة الشاطئ حسب تصنيف[26]، و وفقاً لتركيب الليتولوجي حسب [16]، أي بيئة الترسيب أقل تماماً من 10م.

سجل أشعة غاما من عمق 3251م حتى عمق 2654م، يوافق تشكيلة كوروشينا أنهدريت تميز هذا النمط بوجود أنماط صندوقية مميزة لِ FSST أضيف حديثاً وفقاً ل [22] وأنماط صندوقية بالنسبة أقل مميزة لاندفاعات البركانية الشكل (4) حسب ليتولوجيا البئر (كون النمط الصندوقي العادي يشير إلى توضعات الدولوميت في أغلب الأحيان أو الاندفاعات البركانية ويعبر عن بيئة وجه الشاطئ ولكن وجود الأنماط الصندوقية المميزة ل FSST يدل على بيئة مقدمة الشاطئ، و

وسط الترسيب أقل تماماً من 5م، والمتتالية الرسوبية المميزة لهذه التشكيلة هي انسحابيه على المستوى المتوسط، تضم مجموعة من المتتاليات الصغرى الانسحابية، الحد الفاصل على عمق 2654م وهو سطح عدم توافق هوائي SU حسب [2.22]، وحسب التركيب الليتولوجي و وجود المتبخرات بشكل خاص وفقاً ل [16] وحسب تصنيف [27] يؤكد ما ذكرناه سابقاً أن بيئة الترسيب هي مقدمة الشاطئ.(ملاحظة: النمط الصندوقي المميز لFSST حسب [22] حده السفلي هو سطح تراجع أعظمي، وحده العلوي هو سطح SU، ويمكن اعتباره دليل قوي على بيئة مقدمة الشاطئ).

من عمق 2654م يبدأ سجل أشعة غاما الموافق لتشكيلة البطمة، في البداية نمط خشن متغير بشكل كبير الشكل (7) يدل على طاقة وسط عالية يعكس نظام LST و يوافق بيئة وجه الشاطئ العلوي، عند عمق 2600م يتحول إلى نمط كثيف متدرج بزيادة قيمة أشعة غاما يعبر عن نظام TST وبالتالي زيادة في عمق الوسط المائي لتصبح البيئة بيئة وجه الشاطئ تماماً، عند عمق 2590م يتشكل سطح تجاوز أعظمي MFS، ليدل على بيئة وجه الشاطئ السفلي و يوافق نظام HST حتى نهاية التشكيلة عند عمق 2490م، حيث يصبح وسط الترسيب أقل عمقاً ويوافق وجه الشاطئ العلوي، وبالتالي تميزت تشكيلة البطمة بوجود متتالتين رسوبيتين الأولى تجاوزيه من بداية التشكيلة حتى سطح MFS والثانية انسحابيه على المستوى المتوسط حتى نهاية التشكيلة تضم الأولى متتاليتين تجاوزيتين على المستوى الصغير، والثانية تضم متتاليات صغرى انسحابيه ايضاً على المستوى الصغير.

بداية تشكيلة الكامشوكا على عمق 2490م حيث يبدي سجل أشعة غاما تدرجات من النمط الصندوقي يظهر ضمنها النمط المتماثل الشكل (4) والشكل (7) هذا يدل على بيئة تتراوح بين وجه الشاطئ و وجه الشاطئ العلوي وتعكس نظام LST، على عمق 2285م يظهر نمط مستقيم مسنن خشن الشكل (7) يدل على زيادة عمق وسط المياه ويعبر عن بيئة وجه الشاطئ تماماً أكبر من 10م، وعلى عمق 2235م تم تحديد سطح تجاوز



الشكل(7): المتتاليات الرسوبية المستنبطة من سجل أشعة غاما لبئر دير عطية1، (الباحث).

أعظمي MFS ليبدأ نظام الترسيب HST حتى نهاية التشكيلة على عمق 2164م حيث يظهر نمط قمعي صغير يدل على بيئة وجه الشاطئ العلوي وعليه تتضمن تشكيلة الكامشوكا متتالية تجاوزية حتى عمق 2235م على المستوى المتوسط تحتوي ضمنها على متتالية تجاوزية صغرى متعاقبة، وأخرى متتالية رسوبية انسحابية من سطح التجاوز الأعظمي حتى نهاية التشكيلة تحتوي على متتاليات رسوبية انسحابية صغرى على المستوى الصغير.

تعلو تشكيلة الرطبة تشكيلة الكامشوكا بعدم توافق ستراتغرافي إقليمي معروف، حيث يبدأ سجل غاما بنمط كثيف ناعم يعبر عن نظام HST ما يلبث أن يتحول هذا النمط إلى نمط صندوقي مميز ل FSST، تفسير ذلك بالعودة إلى ليتولوجيا البئر حسب [16]، النظام HST بدا كمرحلة أولية لم تتطور بسبب الاندفاعات البركانية التي حدثات وبالتالي انتقال مفاجئ في عمق المياه وظهور نظام FSST ويعبر عن بيئة ترسيب مقدمة الشاطئ (بيئة التي تصل إليها المياه في عمليات المد والجزر الكبرى)، عمق وسط المياه بين 0–5م، ليظهر بعد ذلك نمط خشن واسع يحتوي ضمنه على أنماط قمعية من سجل أشعة غاما الشكل (4) والشكل (7)، والتي تعبر عن بيئة مقدمة الشاطئ (المنطقة المغمورة بالمياه ومكان تغيرات المد والجز الصغيرة) عمق وسط المياه أقل أو يساوي 5م، وبالتالي تميزت تشكيلة الرطبة بمتتالية تجاوزية على المستوى المتوسط، تتضمن متتاليتين انسحابيتين حتى عمق 2134م على المستوى الصغير، ومتتالية تجاوزية من عمق 2134م حتى نهاية التشكيلة على عمق 1942م.

تبدأ تشكيلة حيان على عمق 1942م، حيث يبدي سجل أشعة غاما في البداية نمط قمعي صغير يعلوه نمط مستقيم خشن قليلاً يعلوه نمط متماثل صغير، يعلوه نمط مستقيم خشن ذو كثافة متوسط ضمنه يوجد بعض الأسطح التجاوزية تدل زيادة في عمق وسط المياه، وبالتالي يكون لدينا نظام TST، والذي يشير الى تعمق وسط المياه والإنتقال من بيئة وجه الشاطئ العلوي إلى بيئة وجه الشاطئ وبيئة وجه الشاطئ السفلي حيث تكون عمليات المد والجزر ضعيفة، وعمق الوسط لكامل النظام يتراوح بين 5–10م، حتى عمق 1710م يظهر سطح تجاوز أعظمي MFS (يفصل بين نمط مستقيم ذو خشونة متوسطة ونمط مستقيم ناعم، وتسجل أعلى قيمة لأشعة غاما على المنحني وتظهر على شكل قمة حادة) ليبدأ نظام HST من بيئة ما تعرف باسم بيئة حول الشاطئ عمق المياه أكبر تماماً من 10م، ويستمر نظام حتى عمق 1225م ضمن تشكيلة الجوديا حيث يظهر

سطح تراجع أعظمي MRS، وبالتالي تميزت تشكيلة حيان بوجود متتالية تجاوزية من بداية التشكيلة حتى عمق 1710م، وأخرى انسحابية من عمق 1710م حتى عمق 1225م القسم السفلي من تشكيلة الجوديا، وذلك على المستوى المتوسط، أما على المستوى الصغير ضمت الأولى متتاليات تجاوزية متعاقبة، أما الثانية متتاليات انسحابيه متعاقبة.

القسم السفلي من تشكيلة الجوديا هو نهاية نظام HST حتى عمق 1225م كما ذكرنا سابقاً لكن ظهور نمط صندوقي معكوس صغير فهذا يدل على تشكل حاجز كربوناتي، وهذا ما يفسر النمط الناعم لسجل أشعة غاما بشكل عام في تشكيلة الجوديا، والذي يعكس هدوء في طاقة وسط الترسيب، من عمق 1225م حتى نهاية تشكيلة الجوديا على عمق 1001م سجل أشعة غاما يعكس أنماط صندوقية واسعة يفصل بينها تجاوزات صغيرة تدل على زيادة طفيفة في عمق المياه، وهذه الأنماط تعكس نظام LST، وبالتالي فإن تشكيلة الجوديا تضم في قسمها السفلي متتالية انسحابية استمرارية لنهاية نظام HST الذي بدء ضمن تشكيلة حيان، ومتتالية تجاوزية من عمق 1225م حتى عمق 1001م على المستوي المتوسط حيث تضمن الأولى متتالية انسحابية والثانية متتاليات تجاوزية متعاقبة على المستوى الصغير.

تشكيلة صوان رماح تبدأ بتجاوز واضح على منحني سجل أشعة غاما، يليه تجاوزات متكررة ليأخذ منحني السجل نمط المستقيم خشن في الأسفل ويصبح ناعماً في الأعلى حتى عمق 830م، النظام المميز لهذا النمط هو TST والذي يشير الى تعمق وسط المياه نحو الأعلى، البيئة المميزة هي بيئة وجه الشاطئ السفلي عمق المياه أقل من 50م في الأسفل لتصبح بيئة ما حول الشاطئ عمق المياه أكبر من 100م، على عمق 830م تم تحديد سطح تجاوز أعظمي MFS، يعلوه نظام HST حتى نهاية التشكيلة على عمق 751م، وبالتالي تميزت تشكيلة صوان الرماح بوجود متتالية تجاوزية حتى عمق 830م ومتتالية انسحابية تعلو الأولى حتى نهاية التشكيلة وذلك على المستوى المتوسط، أما على المستوى الصغير ضمت الأولى متتاليات تجاوزية تعاقبية، والثانية متتاليات انسحابيه.

تبدأ تشكيلتي الآرك مارل و الشيرانيش من عمق 751م الشكل (7)، حيث يظهر منحني سجل أشعة غاما تراجع واضح بقيم أشعة غاما يمكن اعتبار هذا الحد سطح تراجع اعظمي MRS

حسب [22]، او ظهور نمط أخر مميز ل FSST ضمن الانتقال المفاجئ من منطقة حول الشاطئ إلى منطقة الشاطئ الخلفي حسب [27]، ليعلوه نظام LST حتى عمق 654م، حيث نلاحظ بالقرب من هذه الحد وجود نمط جرسي صغير يعلوه سطح تجاوز صغير الذي يدل على زيادة عمق الوسط المائي، ليبدأ نظام TST حتى نهاية التشكيلة والذي تميز بوجود عدة مستقيمات ناعمة من نمط السجل أشعة غاما يفصل بينها أسطح تجاوزية صغيرة تدل على الزيادة التدريجية في عمق الوسط المائي، وبالتالي تضم تشكيلة الشرانيش وتشكيلة الآرك مارل متتالية انسحابية صغيرة في البداية على المستوى المتوسط توافق نمط خاص من FSST (خط أفقي صغير) تعلوها متتالية تجاوزية، الأولى يمكن تصنيفها متتالية انسحابية ايضاً على المستوى الصغير، اما الثانية فتضم عدة متتاليات تجاوزية تعاقبية.(تم دراسة تشكيلتي الآرك مارل والشيرانيش كتشيلة واحدة لأنها تبدي انسجام كبير في شكل سجل أشعة غاما الشكل (7)، والتشابه الليتولوجي الكبير حسب [16]).

النتائج:

1- دلت منحنيات الهبوط التكتوني على وجود ثلاث مراحل رئيسة (A, B, C) توافق الأدوار الترياسي والجوراسي والكريتاسي على الترتيب، المرحلة A مرحلة هبوط كبيرة توافق تشكليتي كورشينا دولوميت وكورشينا أنهدريت، ليصبح الهبوط أقل قيمة وحدة في نهاية هذه المرحلة وتوافق تشكيلة البطمة، تليها المرحلة B تبدأ بمرحلة هبوط طفيفة تعبر عن الانخفاض الحراري للحوض والذي يعد استمرار لمرحلة السابقة لتتحول إلى نهوض في نهاية الجوراسي الأوسط، تليها مرحلة C، والتي بدأت بهبوط متوسط يوافق تشكيلة الرطبة ليزداد الهبوط ويصبح أكثر حدتاً ويوافق تشكيلة حيان، ليتحول بالتدريج الهبوط إلى نهوض من نهاية تشكيلة حيان حتى التورونيان، ليعود في نهاية هذه المرحلة بشكل كبير ومستمر ويوافق تشكيلتا صوان رماح والشيرانيش.

2- تميز الدور الترياسي بوجود متتالتين انسحابيتين توافق تشكيلتي كورشينا دولوميت وكورشينا أنهدريت والقسم العلوي من تشكيلة البطمة، متتالية تجاوزية توافق القسم السفلي من تشكيلة البطمة، وتميز دور الجوراسي بوجود متتالية تجاوزية توافق القسم السفلي من تشكيلة الكامشوكا ومتتالية انسحابية توافق القسم العلوي من تشكيلة الكامشوكا، أما دور الكريتاسي فتميز بوجود ثلاث متتاليات

تجاوزية الأولى توافق تشكيلة الرطبة والقسم السفلي من تشكيلة حيان والثانية توافق القسم العلوي من تشكيلة الجوديا والقسم السفلي من تشكيلة صوان رماح، والثالثة توافق تشكيلة الشرانيش، وتميز بوجود متتاليتين انسحابيتين الأولى توافق القسم العلوي من تشكيلة حيان والقسم السفلي من تشكيلة الجوديا، والثانية توافق القسم العلوي من تشكيلة صوان الرماح وجزء صغير من القسم السفلي لتشكيلة الآرك مارل.

3- دلت دراسة الهبوط التكتوني والمتتاليات الرسوبية أنه خلال المرحلة الزمنية الموافقة لتشكيلتي ك دولوميت و ك أنهدريت ساد نشاط تكتوني وترسيبي كبير، أصبح هذا النشاط مستقر نسبياً خلال تشكيلة البطمة، وفي بداية الجوراسي (القسم السفلي لتشكيلة الكامشوكا)، ليعود النشاط التكتوني المتمثل بنهوض خلال الجوراسي الأعلى مع الاستقرار النسبي لتغير منسوب البحر، وخلال الكريتاسي كانت حركة قاع حوض الترسيب العامل المسيطر في تمايز أنواع الرواسب مقارنة مع العوامل الأخرى.

التوصيات والمقترحات:

يوصي البحث إلى استكمال دراسة الهبوط التكتوني في المناطق و الآبار المجاورة، ودمجها مع نتائج دراسة المتتاليات الرسوبية، لتوضيح تطور الحوض الرسوبي وتوضع الرسوبات فيه ضمن إطار إقليمي على مستوى السلسلة التدمرية.

المراجع:

[1] BRUNET, M.F 1989-Méthode d'étude quantitative de la subsidence, Dans Dynamique et Methodes d `etude des Bassins Sedimentaires. Association des Sedimentologistes Français, pp 87-98.

[2] CATUNEANU, O; MARTINS, M. and ERIKSSON, P. G 2005-Precambrian sequence stratigraphy. Sedimentary Geology, Vol. 176, Issues 1–2, pp. 67–95.

[3] The General Establishment of Geology and Mineral Resources. 2020-Explanatory Note for The Dayr Atiyah Map Sheet 1:50000 Scale. Damascus, Syria, in Arabic.

[4] AL-ABDALLA, A 2008- Evolution Tectonique de la Plate-formeArabe en Syriedepuis le Mésozoïque. ThèseDoct, Université de Paris6, 302p.
[5] 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.
[6] BEYDOUN, Z. R 1991- Arabian plate hydrocarbon geology and potential-a plate tectonic approach: Am. Assoc. Petrol. Geol, Study in Geol, n.33, 77 p.
[7] 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.
[8] CHAIMOV, T; BARAZANGI M; AL-SAAD, D; SAWAF, T; AND GEBRAN, A 1992- Mesozoic and Cenozoic de formation 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.
[9] CHAIMOV,T; BRAZANGI, M; AL-SAAD, D; AND SAWAF, T 1993- Seismic fabric and 3-D upper crustal structure of the south west ernintra continental Palmyride fold belt, Syria. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, n77, p.2032-2047.
[10] MOUTY,M 2000- The Jurassic in Syria: an overview. Lithostratigraphic and bio stratigraphic 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, Peri Tethys Memoir 5.p.159–168.
[11] STECKLER, M.S and WATTS, A.B 1978- Subsidence of Atlantic-type continental margin off New York. Earth and Planetry Science Letters, V41, pp1-13.
[12] 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. V1-2, pp399-416.
[13] BRUNET, M.F 1981- Etude qualitative de la subsidence du bassin de Paris. Thèse 3 cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris ,161p.
[14] 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.
[15] ATHY L,F 1930- De nsity, Porosity and compaction of sedimentary rocks. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Vol14, pp1-24.
[16] Syrian Petroleum Company, 2016-Final Report on well Dir Atiya1(Unpublished). Damascus, Syria. In Arabic.
[17] MOUTY, M.; ALMALIH, K 1988-Professional unit Repot in the Palmyride chain.Unpublishedb report. Department of Geology, University of Damascus, Syria. In Arabic.
[18] ALMOUALEM,H and ALABDALLA A 2016-Study of Tectonic Subsidence in Ner Al-Kabir AL-Shimaly Basin. Journal of Homas University, v.5, pp 122-128. In Arabic.
[19] ALBADALLA, A 2022- Study of Tectonic Subsidence in Syria Coastal Range. Journal of Lattakia University, v.15, pp125. In Arabic.
[20] SHAMALLI, M; ALBADALLA, A and ALBABB, S 2025- A study of Subsidence in the AL-Qaryatayn area. Lattakia Unirversity Journal, V.47-5. In Arabic.
[21] BREW, G; BARAZANGI, M; AL-MALEH, A. K; and SAWAF, T 1987-Tectonic and Geologic Evolution of Syria. GeoArabia , n. 6- 4, p.573-616.
[22] CATUNEANU,O 2006- Principles of Sequence Stratigraphy. UN of Alberta, Canda.
[23] 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.
[24] NAZEER, A.; AHMED ABBASI, S.; HUSSAIN SOLANG, S. 2016-Sedimentary Facies interpretation of Gamma Ray (GR) log as basic well logs in central and Lower Indus Basin of Pakistan. Journal Geodus and Geodynamics, vol 7, N 6, pp: 432-443.
[25] KEELEY, M.L; WALLIS, R.J 1993- The Jurassic System in the Northern Egypt: II, Depositional and tectonic regimes. Journal of Petroleum Geology, v.14, pp49–64.
[26] 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. Tectonophysic, v. 268, p.23-63.

[27] Filak J. M 2002- Les plates-formes carbonates d'âge crétacé moyen à supérieur
de la Chaîne Côtière de Syrie. Thèse Doct. Université de Provence-Aix Marseille I, 323p.