

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الأساسية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 3

1444 هـ - 2023 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير	أ. د. محمود حديد
رئيس التحرير	أ. د. درغام سلوم

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

عضو هيئة التحرير	د. محمد هلال
عضو هيئة التحرير	د. فهد شريباتي
عضو هيئة التحرير	د. معن سلامة
عضو هيئة التحرير	د. جمال العلي
عضو هيئة التحرير	د. عباد كاسوحة
عضو هيئة التحرير	د. محمود عامر
عضو هيئة التحرير	د. أحمد الحسن
عضو هيئة التحرير	د. سونيا عطية
عضو هيئة التحرير	د. ريم ديب
عضو هيئة التحرير	د. حسن مشرقي
عضو هيئة التحرير	د. هيثم حسن
عضو هيئة التحرير	د. نزار عبشي

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

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

. هاتف / فاكس : ++ 963 31 2138071

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

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

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.
 - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
 - إذا 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.
 - إذا 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 25×17.5 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
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . 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 . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (-) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . 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:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة . 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 البعث:

1. دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون ألف 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 (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
28-11	أريح موسى د. خالد العبد الله	دراسة حركة نقطة ضمن حقل الجاذبية لمستقيمين
52-29	زينة جبر د. عصام ديبان	التموضع المتبادل للأغلفة الخطية لمدارات مناحي التناظر الأربعة والمنقاطعة بأربعة مستقيمات مختلفة
76-53	ورددينان حمدو د. عبد الكري العبد الله د. سامر البب	إعادة تدقيق ستراتغرافي للتشكيلات الرسوبية المتوضعة فوق صخور المعقد الأفيوليتي في رقعة اللاذقية
94-77	وليم العيسى د. ناصر سعد الدين د. عبد الله رستناوي	دراسة تأثير العوامل الجوية على كفاءة الخلية الشمسية

118-95	أردلان نعمان د. عفيفة عيسى د. عماد حويجة	دراسة الصفات الشكلية والتشريحية عند نبات هليون مستدق الورق Asparagus acutifolius L. في مدينة اللاذقية.
136-119	مرح علي	تحديد البارامترات الهندسية للكمون الضوئي بطريقة VMA للمنظومة $(n + {}^{54}_{26}\text{Fe}_{28})$
152-137	د. عادل المخلاتي	تحديد الثوابت الطيفية للحالة الأساسية لجزء كلوريد الفضة باستخدام هاملتوني ديراك - كولوم

دراسة حركة نقطة ضمن حقل الجاذبية لمستقيمين

إعداد الطالبة : أريج تيسير موسى

بإشراف أ. د. خالد العبد الله أستاذ في قسم الرياضيات كلية العلوم

ملخص البحث

درسنا في هذا البحث حركة جسم نقطي حول جسمين متطاولين حيث قدمنا الصياغة الهاملتونية للمسألة، ثم تطرقنا إلى التحليل العددي حيث درسنا سلوك ومسار هذا الجسم.

بيننا أيضاً أنه توجد نقطة عدم توازن في مسار هذا الجسم حيث ينتقل من دائرة إلى دائرة أخرى يكون عندها الاضطراب ضعيف.

بيننا بطرق مختلفة أن هذه الخطوط تأخذ شكل لانهاية خلال سرعات الزاوية معينة وتصبح لولبية عند وجود سرعة ابتدائية موازية للجسمين.

كلمات مفتاحيه: نقطة ماديه، قضيب مادي، منحني مادي

A Study point the motion in the field of gravitation the two lines

Abstract

In this research, we studied the motion of a point body around two elongated bodies where we presented the Hamiltonian formulation of the problem then we touched on the infectious analysis.

where we studied the behavior and path of this body we also explained that there is a point of imbalance in the area of this body, as it moves from one circle to another, at which the disturbance is weak.

We also explained, in different ways, that these lines take the form of infinity during certain angular velocities and become spiral when there is an initial velocity parallel to the two bodies.

Keywords material: point material, rod material curve

مقدمة:

منذ القدم كان الانسان ينظر الى السماء ويرصد حركة النجوم وتغير مواقعها خلال السنة ومع تطور العلم وظهور الأجهزة الحديثة تمكن الإنسان من وضع مسارات لحركة الكواكب والنجوم ومن ثم اكتشاف قوانين الجاذبية وعلاقتها بحركة الكواكب وكذلك حركة الأقمار وتأثرها بجاذبية هذه الكواكب وأول من قدم صيغة ناضجة لموضوع الجاذبية هو نيوتن حيث أشار إلى أن كل جسمين Q, P كتليهما m_Q, m_P والمسافة بينهما λ لا تساوي الصفر يتجاذبان بقوتين متعاكستين مباشرة شدتيهما .

$$F_{QP} = G \frac{m_Q m_P}{\lambda^2}$$

حيث G ثابت الجاذبية

وبالتالي ظهر علم متكامل يتعلق بالحركة بأشكالها المختلفة المنتظمة وغير المنتظمة والذي مكن الانسان من إرسال المركبات إلى الفضاء والأقمار الصناعية إلى محيط الأرض لتدور حولها بشكل منتظم.

وظهر العديد من العلماء الذين تمكنوا من وضع قواعد لحركة الكواكب، مثل العالم كبلر الذي درس واستنتج أن جميع أجرام النظام الشمسي تدور حول الشمس في مدارات على شكل قطع ناقص وإن الكواكب الأقرب إلى الشمس تدور بسرعة أعلى بسبب تأثرها بجاذبية الشمس.

وقدم الدكتور خالد العبد الله مجموعة من الأبحاث تخص القطعة المستقيمة والمستقيمات ومكافئة جاذبيتها بأقواس من دوائر [5].

هدف البحث:

هدفنا في هذا البحث دراسة حركة نقطة مادية في حقل جاذبية مستقيمين ماديين حيث نقدم الصياغة الهاملتونية لهذه المسألة ونبحث عن المسارات المستوية.

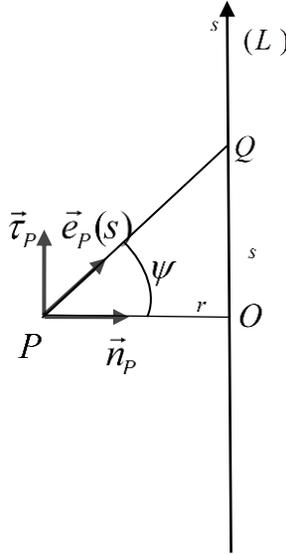
المناقشة والنتائج:

لدراسة حركة نقطة مادية في حقل الجاذبية الناتج عن مستقيمين ماديين متوازيين نحتاج لمعرفة شدة حقل الجاذبية حول مستقيم مادي واحد.

تحريك نقطة مادية في حقل مستقيم مادي سنبحث في هذه الفقرة عن قوة الجاذبية التي تتعرض لها النقطة المادية من قبل المستقيم.

حقل جاذبية مستقيم مادي متجانس:

ليكن L مستقيماً مادياً، ومتجانساً؛ كثافته الخطية ρ . لتكن P نقطة مادية كتلتها واحدية.



نعرف حقل جاذبية المستقيم L في النقطة P ، بأنه قوة الجذب $\vec{g}(P)$ التي يطبقها المستقيم L على النقطة P . لنوجه هذا المستقيم، ونجعل النقطة O موقع العمود المرسوم عليه من النقطة P مبدأً للفواصل s . تعطى قوة الجذب $\vec{g}(P)$ بالعلاقة:

$$\vec{g}(P) = G \rho \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\vec{e}_P(s)}{r^2 + s^2} ds$$

حيث r هو بعد P عن L ، والمتجه $\vec{e}_P(s)$ هو متجه واحدة يتجه من P نحو العنصر التفاضلي ds في الموضع Q ذو الفاصلة s .

بتغيير المتحول عبر العلاقة:

$$s = r \tan(\psi)$$

وتحليل المتجه $\vec{e}_P(s)$ إلى مركبتين على متجهي الوحدة \vec{n}_P الناظمي على L ، و \vec{t}_P الموازي للمستقيم L ، نجد [7]:

$$\vec{g}(P) = \frac{G \rho}{r} \left[\int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos \psi d \psi \vec{n}_P + \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \sin \psi d \psi \vec{t}_P \right]$$

المركبة الموازية معدومة، ومنه:

$$\vec{g}(P) = \frac{2G \rho}{r} \vec{n}_P$$

حقل جاذبية مستقيمين ماديين متوازيين متجانسين:

لتكن Oxy جملة عطالية، ولنفرض أن قضيباً متجانساً غير محدود كتلته الخطية ρ_1 وقضيباً موازياً له متجانساً غير محدود كتلته الخطية ρ_2 ، ولتكن M نقطة مادية ذات كتلة واحدة.

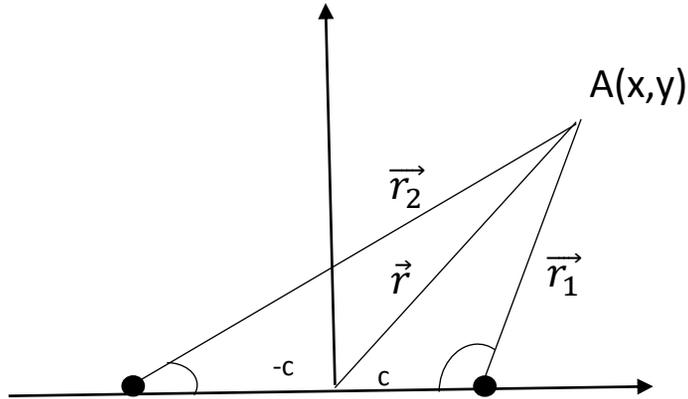
ينشر كل من هذين القضيبين حقل جاذبية يؤثر في النقطة M .

سندرس في هذه الفقرة حركة نقطة مادية في حقل مستقيمين ماديين متوازيين

سنبدأ بدراسة دالة هاملتون للمستقيمين:

$$\vec{r} = \vec{r}_2 - c\vec{i}$$

$$\vec{r} = \vec{r}_2 + c\vec{i}$$



يملك هذا الحقل دالة الكمون التالية:

$$v = 2G \rho_1 \ln r_1 + 2G \rho_2 \ln r_2$$

للوصول لصياغة هملتونيه للمسألة سنشكل دالة لاغرانج ثم ننتقل إلى دالة هملتون عبر تحويل لوجندر

تعطى الطاقة الحركية بالعلاقة:

$$T = \frac{1}{2}mv^2$$

$$T = \frac{1}{2}m\dot{\vec{r}}^2$$

$$T = \frac{1}{2}(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)$$

سنقوم بحساب احداثيات النقطة $A(x, y)$ بدلالة $r_1 r_2$

$$r_1^2 = (x - c)^2 + y^2$$

$$r_2^2 = (x + c)^2 + y^2$$

$$r_1^2 - r_2^2 = 4xc$$

$$x = \frac{r_1^2 - r_2^2}{4c}$$

$$x = \frac{1}{4c}(r_1 + r_2)(r_1 - r_2)$$

بتعويض قيمة x

$$r_1^2 = \left(\frac{r_2^2 - r_1^2 - 4c^2}{4c}\right) + y^2$$

ومنه

$$y^2 = r_1^2 - \left(\frac{r_2^2 - r_1^2 - 4c^2}{4c}\right)^2$$

$$y^2 = \left(\frac{4cr_1 - r_2^2 + r_1^2 + 4c^2}{4c} \right) \left(\frac{4cr_1 + r_2^2 - r_1^2 - 4c^2}{4c} \right)$$

$$y^2 = \frac{(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}{16c^2}$$

$$y = \frac{\sqrt{(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}}{4c}$$

نلاحظ أن y هي عبارة عن مساحة المثلث بدلالة أطوال أضلعه مقسوما على c

$$\dot{x} = \frac{r_2 \dot{r}_2 - r_1 \dot{r}_1}{2c}$$

$$\dot{x}^2 = \frac{r_2^2 \dot{r}_2^2 - 2r_1 \dot{r}_1 r_2 \dot{r}_2 + r_1^2 \dot{r}_1^2}{4c^2}$$

$$\dot{y} = \frac{1}{4c} \left[\frac{(\dot{r}_2 + \dot{r}_1)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c) + (\dot{r}_2 - \dot{r}_1)(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c) + (\dot{r}_2 + \dot{r}_1)(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c) + (\dot{r}_1 - \dot{r}_2)(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)}{2\sqrt{(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}} \right]$$

بالحساب

$$\dot{y} = \frac{r_1^2 r_2 \dot{r}_2 + r_1 \dot{r}_1 r_2^2 - r_1^3 \dot{r}_1 - r_2^3 \dot{r}_2 + 4c^2 r_2 \dot{r}_2 + 4c^2 r_1 \dot{r}_1}{2c \sqrt{(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}}$$

ومنه

$$\dot{y}^2 = \frac{(r_1^2 r_2 \dot{r}_2 + r_1 \dot{r}_1 r_2^2 - r_1^3 \dot{r}_1 - r_2^3 \dot{r}_2 + 4c^2 r_2 \dot{r}_2 + 4c^2 r_1 \dot{r}_1)^2}{4c^2 (r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}$$

بالحساب واختزال العلاقة نجد

$$\dot{y}^2 = \frac{r_1^2 \dot{r}_1^2 r_2^4 + 2r_1 \dot{r}_1 r_2^5 \dot{r}_2 + 4r_1^3 \dot{r}_1 r_2^3 \dot{r}_2 + 8c^2 r_1^2 \dot{r}_1^2 r_2^2 + r_1^6 \dot{r}_1^2 - 2r_1^5 \dot{r}_1 r_2 \dot{r}_2 - 8c^2 r_1^4 \dot{r}_1^2 + r_2^6 \dot{r}_2^2 - 2r_1^2 r_2^4 \dot{r}_2^2 - 8c^2 r_2^4 \dot{r}_2^2 + r_1^4 r_2^2 \dot{r}_2^2 + 16c^4 r_2^2 \dot{r}_2^2 + 32c^4 r_1 r_2 \dot{r}_2 \dot{r}_1 + 16c^4 r_1^2 \dot{r}_1^2}{4c^2 (r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}$$

$$\dot{x}^2 + \dot{y}^2 = \frac{r_2^2 \dot{r}_2^2 - 2r_1 \dot{r}_1 r_2 \dot{r}_2 + r_1^2 \dot{r}_1^2}{4c^2} + \frac{r_1^2 \dot{r}_1^2 r_2^4 + 2r_1 \dot{r}_1 r_2^5 \dot{r}_2 + 4r_1^3 \dot{r}_1 r_2^3 \dot{r}_2 + 8c^2 r_1^2 \dot{r}_1^2 r_2^2 + r_1^6 \dot{r}_1^2 - 2r_1^5 \dot{r}_1 r_2 \dot{r}_2 - 8c^2 r_1^4 \dot{r}_1^2 + r_2^6 \dot{r}_2^2 - 2r_1^2 r_2^4 \dot{r}_2^2 - 8c^2 r_2^4 \dot{r}_2^2 + r_1^4 r_2^2 \dot{r}_2^2 + 16c^4 r_2^2 \dot{r}_2^2 + 32c^4 r_1 r_2 \dot{r}_2 \dot{r}_1 + 16c^4 r_1^2 \dot{r}_1^2}{4c^2 (r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}$$

باختزال العلاقة

$$\dot{x}^2 + \dot{y}^2 = \frac{r_1^4 r_2^2 \dot{r}_1^2 + 4c^2 r_1^2 r_2^2 \dot{r}_2^2 - 8c^2 r_1^3 \dot{r}_1 r_2 \dot{r}_2 - 8c^2 r_1 \dot{r}_1 r_2^3 \dot{r}_2 + 8c^2 r_1^2 \dot{r}_1^2 r_2^2 + 32c^4 r_1 r_2 \dot{r}_2 \dot{r}_1}{2c^2 (r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}$$

بالتالي علاقة الطاقة الحركية تأخذ الشكل:

$$T = \frac{r_1^4 r_2^2 \dot{r}_1^2 + 4c^2 r_1^2 r_2^2 \dot{r}_2^2 - 8c^2 r_1^3 \dot{r}_1 r_2 \dot{r}_2 - 8c^2 r_1 \dot{r}_1 r_2^3 \dot{r}_2 + 8c^2 r_1^2 \dot{r}_1^2 r_2^2 + 32c^4 r_1 \dot{r}_1 r_2 \dot{r}_2}{4c^2 (r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}$$

حيث تشير النقطة على متحول إلى مشتقه بالنسبة للزمن . لدينا بالتالي دالة لاغرانج التالي:

$$L = \frac{r_1^4 r_2^2 \dot{r}_1^2 + 4c^2 r_1^2 r_2^2 \dot{r}_2^2 - 8c^2 r_1^3 \dot{r}_1 r_2 \dot{r}_2 - 8c^2 r_1 \dot{r}_1 r_2^3 \dot{r}_2 + 8c^2 r_1^2 \dot{r}_1^2 r_2^2 + 32c^4 r_1 \dot{r}_1 r_2 \dot{r}_2}{4c^2 (r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)} - 2G\rho \ln r_1 - 2G\rho \ln r_2$$

تشكل تحويل لوجندر الذي يدخل المتحولات (R_1, R_2) المرافقة للإحداثيات المستخدمة (r_1, r_2) استناداً للعلاقات:

$$R_1 = \frac{\partial L}{\partial \dot{r}_1} = \frac{2\dot{r}_1 (r_1^4 r_2^2 + 8c^2 r_1^2 r_2^2) + (-8c^2 r_1^3 r_2 \dot{r}_2 - 8c^2 r_1 r_2^3 \dot{r}_2 + 32c^4 r_1 r_2 \dot{r}_2)}{4c^2 (r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}$$

$$R_2 = \frac{\partial L}{\partial \dot{r}_2} = \frac{2\dot{r}_2 (4c^2 r_1^2 r_2^2) + (-8c^2 r_1^3 \dot{r}_1 r_2 - 8c^2 r_1 \dot{r}_1 r_2^3 + 32c^4 r_1 \dot{r}_1 r_2)}{4c^2 (r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}$$

ومنه

$$\dot{r}_1 = \frac{2c^2(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)R_1 + 4C^2r_1^3r_2\dot{r}_2 + 4c^2r_1r_2^3\dot{r}_2 - 16c^4r_1r_2\dot{r}_2}{r_1^4r_2^2 + 8c^2r_1^2r_2^2}$$

$$\dot{r}_2 = \frac{(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)R_2 + \dot{r}_1(2r_1^3r_2 + 2r_1r_2^3 - 8c^2r_1r_2)}{2r_1^2r_2^2}$$

بالحساب نجد أن

$$\dot{r}_1 = \frac{(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)[2c^2R_1r_1r_2 + 2c^2R_2R_1^2 + 2c^2R_2r_2^2 - 8c^4R_2]}{r_1^5r_2^3 - 4c^2r_1^5r_2 + 32c^4r_1^3r_2 - 4c^2r_1r_2^5 + 32c^4r_1r_2^3 - 64c^6r_1r_2}$$

$$\dot{r}_2 = \frac{2c^2(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)\left[\frac{1}{4c^2}R_2r_1^3r_2 + R_1r_1^2 + 2R_2r_1r_2 + R_1r_2^2 - 4R_1c^2\right]}{r_1^5r_2^3 - 4c^2r_1^5r_2 + 32c^4r_1^3r_2 - 4c^2r_1r_2^5 + 32c^4r_1r_2^3 - 64c^6r_1r_2}$$

في الواقع يعبر هذا التحويل عن مشتقات المتحولات اللاغرانجية (\dot{r}_1, \dot{r}_2) بالنسبة للزمن بدلالة تلك المتحولات ومرافقاتها (r_1, r_2, R_1, R_2) .

لنضع الآن:

$$\tilde{H} = \frac{\dot{r}_1^2[r_1^4 r_2^2 + 8c^2 r_1^2 r_2^2] + \dot{r}_2^2[4c^2 r_1^2 r_2^2] + \dot{r}_1 \dot{r}_2[-8c^2 r_1^3 r_2 - 8c^2 r_1 r_2^3 + 32c^4 r_1 r_2]}{4c^2(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)} + 2G\rho_1 \ln r_1 + 2G\rho_2 \ln r_2$$

بتطبيق تحويل لوجندر على هذه الدالة ، نجد دالة هاملتون التالية:

$$H = \frac{[(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c) (2c^2 R_1 r_1 r_2 + 2c^2 R_2 R_1^2 + 2c^2 R_2 r_2^2 - 8c^4 R_2)]^2}{[r_1^5 r_2^3 - 4c^2 r_1^5 r_2 + 32c^4 r_1^3 r_2 - 4c^2 r_1 r_2^5 + 32c^4 r_1 r_2^3 - 64c^6 r_1 r_2]^2} [r_1^4 r_2^2 + 8c^2 r_1^2 r_2^2]$$

$$+ \frac{2c^2(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c) (\frac{1}{4c^2} R_2 r_1^3 r_2 + R_1 r_1^2 + 2R_2 r_1 r_2 + R_1 r_2^2 - 4c^2 R_1)^2}{[r_1^5 r_2^3 - 4c^2 r_1^5 r_2 + 32c^4 r_1^3 r_2 - 4c^2 r_1 r_2^5 + 32c^4 r_1 r_2^3 - 64c^6 r_1 r_2]^2} [4c^2 r_1^2 r_2^2]$$

$$+ \frac{2c^2(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c) (R_1 r_1 r_2 + R_2 R_1^2 + R_2 r_2^2 - 4c^2 R_2)}{r_1^5 r_2^3 - 4c^2 r_1^5 r_2 + 32c^4 r_1^3 r_2 - 4c^2 r_1 r_2^5 + 32c^4 r_1 r_2^3 - 64c^6 r_1 r_2}$$

$$+ \frac{2c^2(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c) (\frac{1}{4c^2} R_2 r_1^3 r_2 + R_1 r_1^2 + 2R_2 r_1 r_2 + R_1 r_2^2 - 4c^2 R_1)}{r_1^5 r_2^3 - 4c^2 r_1^5 r_2 + 32c^4 r_1^3 r_2 - 4c^2 r_1 r_2^5 + 32c^4 r_1 r_2^3 - 64c^6 r_1 r_2}$$

$$+ \frac{[-8c^2 r_1^3 r_2 - 8c^2 r_1 r_2^3 + 32c^4 r_1 r_2]}{4c^2(r_2 + r_1 - 2c)(r_2 - r_1 + 2c)(r_2 + r_1 + 2c)(r_1 - r_2 + 2c)}$$

$$+ 2G\rho_1 \ln r_1 + 2G\rho_2 \ln r_2$$

$$\begin{aligned}
 H = & \frac{c^2(r_2+r_1-2c)(r_2-r_1+2c)(r_2+r_1+2c)(r_1-r_2+2c)(R_1r_1r_2+R_2R_1^2+R_2r_2^2-4c^2R_2)^2}{(r_1^4r_2^2+8c^2r_1^2r_2^2)} \\
 & \frac{[r_1^5r_2^3-4c^2r_1^5r_2+32c^4r_1^3r_2-4c^2r_1r_2^5+32c^4r_1r_2^3-64c^6r_1r_2]^2}{[r_1^5r_2^3-4c^2r_1^5r_2+32c^4r_1^3r_2-4c^2r_1r_2^5+32c^4r_1r_2^3-64c^6r_1r_2]^2} \\
 & + \frac{c^2(r_2+r_1-2c)(r_2-r_1+2c)(r_2+r_1+2c)(r_1-r_2+2c)\left(\frac{1}{4c^2}R_2r_1^3r_2+R_1r_1^2+2R_2r_1r_2+R_1r_2^2-4c^2R_1\right)^2}{(4c^2r_1^2r_2^2)} \\
 & \frac{[r_1^5r_2^3-4c^2r_1^5r_2+32c^4r_1^3r_2-4c^2r_1r_2^5+32c^4r_1r_2^3-64c^6r_1r_2]^2}{[r_1^5r_2^3-4c^2r_1^5r_2+32c^4r_1^3r_2-4c^2r_1r_2^5+32c^4r_1r_2^3-64c^6r_1r_2]^2} \\
 & c^2(r_2+r_1-2c)(r_2-r_1+2c)(r_2+r_1+2c)(r_1-r_2+2c) \\
 & (R_1r_1r_2+R_2R_1^2+R_2r_2^2-4c^2R_2) \\
 & \left(\frac{1}{4c^2}R_2r_1^3r_2+R_1r_1^2+2R_2r_1r_2+R_1r_2^2-4c^2R_1\right) \\
 & + \frac{[-8c^2r_1^3r_2-8c^2r_1r_2^3+32c^4r_1r_2]}{[r_1^5r_2^3-4c^2r_1^5r_2+32c^4r_1^3r_2-4c^2r_1r_2^5+32c^4r_1r_2^3-64c^6r_1r_2]^2} \\
 & +2G\rho_1\ln r_1+2G\rho_2\ln r_2
 \end{aligned}$$

نحصل على تابع هملتون

$$\begin{aligned}
 H = & \frac{c^2(r_2+r_1-2c)(r_2-r_1+2c)(r_2+r_1+2c)(r_1-r_2+2c)}{[(R_1r_1r_2+R_2R_1^2+R_2r_2^2-4c^2R_2)^2(r_1^4r_2^2+8c^2r_1^2r_2^2)} \\
 & +\left(\frac{1}{4c^2}R_2r_1^3r_2+R_1r_1^2+2R_2r_1r_2+R_1r_2^2-4c^2R_1\right)^2(4c^2r_1^2r_2^2)} \\
 & +(R_1r_1r_2+R_2R_1^2+R_2r_2^2-4c^2R_2) \\
 & \left(\frac{1}{4c^2}R_2r_1^3r_2+R_1r_1^2+2R_2r_1r_2+R_1r_2^2-4c^2R_1\right)(-8c^2r_1^3r_2-8c^2r_1r_2^3+32c^4r_1r_2)]} \\
 & \frac{[r_1^5r_2^3-4c^2r_1^5r_2+32c^4r_1^3r_2-4c^2r_1r_2^5+32c^4r_1r_2^3-64c^6r_1r_2]^2}{[r_1^5r_2^3-4c^2r_1^5r_2+32c^4r_1^3r_2-4c^2r_1r_2^5+32c^4r_1r_2^3-64c^6r_1r_2]^2} \\
 & +2G\rho_1\ln r_1+2G\rho_2\ln r_2
 \end{aligned}$$

حل المسألة باستخدام التحليل العددي:

سوف نقوم بإيجاد بعض المسارات باستخدام أدوات التحليل العددي

$$\ddot{\vec{r}} = \frac{1}{m} \vec{f}$$

$$\ddot{\vec{r}} = -\frac{1}{m} \left[\frac{2G \rho_1}{r_1} \vec{e}_{r_1} + \frac{2G \rho_2}{r_2} \vec{e}_{r_2} \right]$$

$$r_1 = \sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

$$r_2 = \sqrt{(x+c)^2 + y^2}$$

$$\tilde{x}_1 = \frac{(x-c)}{r_1}$$

$$\tilde{y}_1 = \frac{y}{r_1}$$

$$\tilde{x}_2 = \frac{(x+c)}{r_2}$$

$$\tilde{y}_2 = \frac{y}{r_2}$$

$$\ddot{x} = -\frac{1}{m} \left[\frac{2G \rho_1}{r_1} \tilde{x}_1 + \frac{2G \rho_2}{r_2} \tilde{x}_2 \right]$$

$$\ddot{y} = -\frac{1}{m} \left[\frac{2G \rho_1}{r_1} \tilde{y}_1 + \frac{2G \rho_2}{r_2} \tilde{y}_2 \right]$$

بتنظيم الوحدات واختيار مناسب للكتل نضع:

$$c = 1$$

$$G = 1$$

$$\rho_1 = 1$$

$$\rho_2 = 1$$

$$m = 1$$

نختار الشروط الابتدائية كما يلي:

$$n = 450$$

$$h = 0,01$$

$$x = 0$$

$$y = 0$$

$$\dot{x} = 0.40$$

$$\dot{y} = 0.52$$

نختار طول الخطوة وعدد الخطوات كما يلي:

$$n = 450$$

$$h = 0,01$$

تبنى حلقة for وفق طريقة أولر المعدلة كما يلي:

For i from 1 to n do

$$\ddot{x}_1 = \ddot{x}$$

$$\ddot{y}_1 = \ddot{y}$$

$$x = x + \dot{x}h$$

$$y = y + \dot{y}h$$

$$\dot{x}_1 = \dot{x}$$

$$\dot{y}_1 = \dot{y}$$

$$\ddot{x}_c = \frac{1}{2}(\ddot{x}_1 + \ddot{x})$$

$$\ddot{y}_c = \frac{1}{2}(\ddot{y}_1 + \ddot{y})$$

$$\dot{x} = \dot{x} + \ddot{x}_c h$$

$$\dot{y} = \dot{y} + \ddot{y}_c h$$

$$\dot{x} = \frac{1}{2}(\dot{x}_1 + \dot{x})$$

$$\dot{y} = \frac{1}{2}(\dot{y}_1 + \dot{y})$$

$$x = x + \dot{x}h$$

$$y = y + \dot{y}h$$

$$a_i = x$$

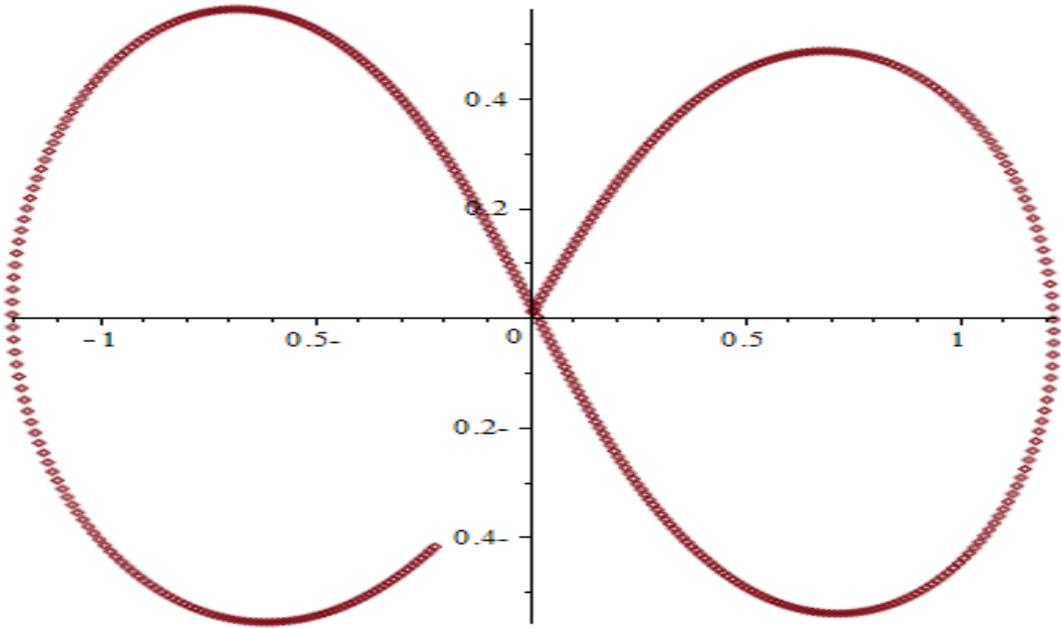
$$b_i = y$$

ثم نرسم المنحني باستخدام الأمر:

$$s = \text{seq}(a_i; i = 1..n)$$

$$w = \text{seq}(b_i; i = 1..n)$$

$$\text{plot}(\langle ss \mid ww \rangle, \text{style} = \text{point})$$



الاستنتاجات والمقترحات:

قدمنا في هذا البحث دراسة لحركة نقطة مادية في حقل جاذبية مستقيمين ماديين متجانسين، حيث قدمنا الصياغة الهملتونية واهتمنا بشكل خاص بالمسار المستوي للحركة.

تفتح هذه الدراسة باباً على العديد من الدراسات، كدراسة حركة نقطتين في حقل جاذبية مستقيمين. تحتاج هذه الدراسات إلى وقت وجهد طويلين.

المراجع العلمية

- [1] Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Edmond Halley, London, 1687,
- [2] K. Abdullah, *Propriétés du système séculaire*, thèse de doctorat de l'Observatoire de Paris, Paris 2001,
- [3] K. Abdullah, A Albouy, "On a strange resonance noticed by M. Herman", *REGUL CHAOTIC DYN*, 2001, **6** (4), 421-432,
- [4] V. Arnold, *Méthodes mathématiques de la mécanique classique*, Editions Mir, Moscou, 1976,
- [5] د. خالد العبدالله، حول حقل جاذبية قطعة مستقيمة مادية، مجلة جامعة البعث، حمص، 2014،
- [6] د. خالد العبدالله، إيجاد مراكز التوازن في حقول جاذبية بعض المنحنيات المادية، مجلة جامعة البعث، حمص، 2015،
- [7] أ. بوغوريلوف، الهندسة التفاضلية (مترجم عن الروسية)، دار مير، موسكو، 1984،
- [8] د. خالد العبدالله، فضاء حلول مسألة كبلر، مجلة جامعة البعث، حمص، 2010،
- [9] د. خالد العبدالله، تعبير مخروطي عن حل مسألة الجسمين، مجلة جامعة البعث، حمص، 2008.

التموضع المتبادل للأغلفة الخطية لمدارات مناحي التناظر الأربعة والمتقاطعة بأربعة مستقيمات مختلفة

د. عصام ديبان: أستاذ مساعد في قسم الرياضيات، كلية العلوم، جامعة البعث.

زينة جبر: طالبة دكتوراه في الرياضيات البحتة، كلية العلوم، جامعة البعث.

ملخص البحث

نقوم في هذا البحث بدراسة تناظر السطوح الجبرية F_n ، اللامتغيرة بالنسبة لزمرة التناظرات التامة غير المنتهية G في الفضاء الإقليدي E^m ، عندما يكون لمناحي تناظر هذه السطوح أربعة مدارات وتتقاطع أغلفتها الخطية بأربعة مستقيمات مختلفة. بالتحديد، نسعى إلى الحصول على المتراحة الهندسية، التي تعين الشرط النهائي للتموضع المتبادل لتلك الأغلفة الخطية. ويتم في هذا السياق إيجاد المعادلة القانونية للسطوح الجبرية الخاصة F_n ، اللامتغيرة بالنسبة للزمرة التامة G ، وإيجاد معادلات مستويات التناظر لهذه السطوح.

كلمات مفتاحية: تناظر السطوح الجبرية، مدارات مناحي التناظر، الأغلفة الخطية، زمرة التناظرات التامة، مستويات تناظر السطوح.

Mutual arrangement of linear envelopes of four orbits of directions of symmetry, that intersecting by four different lines

Abstract

In this paper, we study the symmetry of algebraic surfaces, which are immutable with respect to the group of infinite perfect symmetries in Euclidean space, when the symmetry areas of these surfaces have four orbits and their linear envelopes intersect with four different straight lines.

Specifically, we seek to obtain the geometric inequality, which defines the final condition for the mutual positioning of these linear shells.

In this context, the legal equation for special algebraic surfaces, which is not changing for perfect groups, and the equations for the levels of symmetry for these surfaces are found.

Keywords: Symmetry of algebraic surface, orbits of directions of symmetry, linear envelopes, symmetry planes of surfaces, complete groups of symmetry.

مقدمة:

ليكن F_n سطحاً جبرياً من الدرجة n والبعد $(m-1)$ معيناً في الفضاء E^m بالمعادلة:

$$\sum_{j=0}^n \varphi_j(\chi_i) = 0 \quad (i = \overline{1, m})$$

حيث φ_j صور من الدرجة j في مركبات المتجه $\vec{\chi} = (\chi_i)$.
ولتكن G زمرة مولدة بالانعكاسات المائلة (القائمة بحالة خاصة) بالنسبة للمستويات ذات البعد $(m-1)$. لنفرض أن المتجه الذي يعين منحنى التناظر \vec{u} فتكون مداراته $G_\mu(\vec{u})$ وأغلفتها الخطية هي المستويات Π^{μ_j} .

تعتمد هذه الدراسة على النتيجة الهامة: " لا يمكن أن يتقاطع غلافان خطيان لأية مدارين لمناحي تناظر السطح إلا بنقطة أو مستقيم".

إن مسألة التوضع المتبادل للأغلفة الخطية لمدارات مناحي تناظر السطوح الجبرية من أهم القضايا التي ترتبط بالنظرية الهندسية للامتغيرات الزمر، وهذه مسألة متشعبة حالاتها الخاصة كثيرة.

لقد تم حل هذه المسألة بالكامل عندما يكون لمناحي تناظر السطوح الجبرية ثلاثة مدارات [2],[3]، وتم حلها من أجل أربعة مدارات في الحالات الآتية: لا يوجد مستقيمتان تقاطع، تتقاطع الأغلفة الخطية بمستقيم واحد [1],[4]، تتقاطع الأغلفة الخطية بمستقيمين مختلفين، تتقاطع الأغلفة الخطية بثلاثة مستقيمتان اثنتان منها منطبقان [5],[6],[7],[8],[9],[10],[11]، وعندما تتقاطع الأغلفة الخطية بثلاثة مستقيمتان مختلفة [12],[13],[14]، أما عندما تتقاطع الأغلفة الخطية بأربعة مستقيمتان مختلفة فهذه مسألة لم يتم حلها بعد.

وقد درست جميع الحالات الممكنة لإنشاء مستقيمت التقاطع، حيث أن وضع مستقيم التقاطع يؤثر بشكل مباشر على شروط تموضع هذه الأغلفة، وبالتالي، على المعادلة العامة للسطح المدروس وعلى معادلات مستويات تناظره.

لتكن المستويات $\Pi^{\mu_j} = \Pi^{d_j} \oplus \Pi^{\gamma_j}$ حيث أن مستويات تناظر السطح F_n المرافقة لمتجهات المستويات Π^{d_j} توازي المستويات Π^{γ_j} لذا فإن التموضع المتبادل للمستويات Π^{μ_j} يتحدد بالتموضع المتبادل للمستويات Π^{γ_j} والذي يمكن أن يكون عشوائياً ويمكن اعتبار $d_j = 1$ (و هذا لا يؤثر على عمومية الدراسة).

لندخل الرموز:

$$\gamma_0 = \lambda \quad \gamma_1 = \mu \quad \gamma_2 = \nu \quad \gamma_3 = \sigma \quad (\lambda \geq \mu \geq \nu \geq \sigma)$$

$$\Pi^{r_1} = \Pi^\lambda + \Pi^\mu, \quad \Pi^{r_2} = \Pi^\lambda + \Pi^\nu, \quad \Pi^{r_3} = \Pi^\mu + \Pi^\nu$$

$$\Pi^r = \Pi^{r_t} + \Pi^\nu, \quad \Pi^{v_t} = \Pi^\sigma \cap \Pi^{r_t} \quad (t=1,2,3)$$

$$\Pi^v = \Pi^\sigma \cap \Pi^r, \quad \Pi^g = \Pi^\nu \cap \Pi^n$$

Π^λ الغلاف الأول، Π^μ الغلاف الثاني، Π^ν الغلاف الثالث، Π^σ الغلاف الرابع

ونقصد بالاصطلاح $\Pi^v = F \Pi^v$ ، أن توضع المستوي Π^v يمكن أن يكون عشوائياً.

للسهولة نفرض $\nu = \sigma$ وهذا لا يؤثر على عمومية الدراسة، حيث $\rho = \nu - g$.

هدف البحث:

يتأثر التموضع المتبادل للأغلفة الخطية بتقاطع المستوي Π^σ (والذي اعتبرناه Π^ν) مع المستويات Π^t ($t=1,2,3$)، وبالتالي، لإيجاد الشروط العامة لهذا التموضع لابد من دراسة ثلاث حالات أساسية مختلفة:

$$(1) \text{ إذا تقاطع } \Pi^\sigma \text{ فقط مع } \Pi^1 \text{ أي أن: } v \geq v_1 > 0, v_2 = v_3 = 0$$

$$(2) \text{ إذا تقاطع } \Pi^\sigma \text{ فقط مع } \Pi^2 \text{ أي أن: } v \geq v_2 > 0, v_1 = v_3 = 0$$

$$(3) \text{ إذا تقاطع } \Pi^\sigma \text{ فقط مع } \Pi^3 \text{ أي أن: } v \geq v_3 > 0, v_1 = v_2 = 0$$

يهدف هذا البحث إلى دراسة الحالة الأولى $v \geq v_1 > 0, v_2 = v_3 = 0$ للحصول على المتراحة الهندسية، التي تعين الشرط النهائي للتموضع المتبادل لتلك الأغلفة الخطية. ويتم في هذا السياق إيجاد المعادلة القانونية للسطح الجبري الخاص F_n ، اللامتغير بالنسبة للزمرة التامة G .

المناقشة والنتائج:

لتكن

$$\Pi^\lambda \cap \Pi^\mu = p_1, \quad \Pi^\lambda \cap \Pi^g = p_2, \quad \Pi^\lambda \cap \Pi^\nu = p_3, \quad \Pi^\mu \cap \Pi^\nu = p_4$$

حيث مستقيمات التقاطع هي:

$$OZ_\lambda = P_1, \quad OZ_{\lambda-1} = P_2, \quad OZ_{\lambda-2} = P_3, \quad OZ_{\lambda+1} = P_4$$

يعطى السطح الجبري F_n ذو زمرة التناظر التامة G في الفضاء الإقليدي E^m بالمعادلة:

[2]

$$R(y_1^2 + \sum_{i=1}^{\lambda} \xi_i Z_i) + S(y_2^2 + \sum_{j=1}^{\mu-1} \zeta_j Z_{\lambda+j}) +$$

$$T(y_3^2 + \sum_{r_1=1}^g \chi_{r_1} Z_{r_1} + \sum_{k=1}^{\rho} \chi_{r_{1+k}} Z_{r_{1+k}}) + P(y_4^2 + \sum_{l=1}^{v-1} \mathcal{G}_{r+l} Z_{r+l}) = c \quad (1)$$

إن كثيرات الحدود R, S, T, P و الدوال الخطية $\xi_i, \zeta_j, \chi_{r_{1+k}}$ التي تتعلق فقط بالمتحولات $\chi_{\tau} (\tau = \overline{1, s} > 2)$ تحقق العلاقات:

$$\left. \begin{aligned} R &= R_0 \zeta_{\lambda} & , & & S &= R_0 \xi_{\lambda} \\ R &= T_0 \chi_{\lambda-1} & , & & T &= T_0 \xi_{\lambda-1} \\ R &= P_0 \mathcal{G}_{\lambda-2} & , & & P &= P_0 \xi_{\lambda-2} \\ S &= S_0 \mathcal{G}_{\lambda+1} & , & & P &= S_0 \zeta_{\lambda+1} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

حيث

$$\zeta_{\lambda} \neq c \xi_{\lambda} \quad , \quad \chi_{\lambda-1} \neq c \xi_{\lambda-1} \quad , \quad \mathcal{G}_{\lambda-2} \neq c \xi_{\lambda-2} \quad , \quad \mathcal{G}_{\lambda+1} \neq c \zeta_{\lambda+1}$$

لدينا $\Pi^{\mu_j} = \Pi^{d_j} \oplus \Pi^{\gamma_j}$ ($j = 0, 1, 2, 3$) وتأخذ المستويات الشكل:

$$\begin{aligned} \Pi^{\mu_0} &= \Pi^1(y_1) \oplus \Pi^{\lambda}(Z_i) & (i = \overline{1, \lambda}) \\ \Pi^{\mu_1} &= \Pi^1(y_2) \oplus \Pi^1(Z_{\lambda}) \oplus \Pi^{\mu-1}(Z_{\lambda+j}) & (j = \overline{1, \mu-1}) \\ \Pi^{\mu_2} &= \Pi^1(y_3) \oplus \Pi^g \oplus \Pi^{\rho}(Z_{r_{1+k}}) & (k = \overline{1, \rho}) \\ \Pi^{\mu_3} &= \Pi^1(y_4) \oplus \Pi^v \end{aligned}$$

من العلاقات (2) نجد:

$$\frac{R_0}{T_0} = \frac{\chi_{\lambda-1}}{\zeta_\lambda} \Rightarrow R_0 = \frac{T_0}{\zeta_\lambda} \chi_{\lambda-1} = T_1 \chi_{\lambda-1}, \quad T_0 = T_1 \zeta_\lambda$$

$$\frac{R_0}{P_0} = \frac{g_{\lambda-2}}{\zeta_\lambda} \Rightarrow R_0 = \frac{P_0}{\zeta_\lambda} g_{\lambda-2} = P_1 g_{\lambda-2}, \quad P_0 = P_1 \zeta_\lambda$$

$$\frac{R_0}{S_0} = \frac{g_{\lambda+1}}{\xi_\lambda} \Rightarrow R_0 = \frac{S_0}{\xi_\lambda} g_{\lambda+1} = S_1 g_{\lambda+1}, \quad S_0 = S_1 \xi_\lambda$$

$$\frac{P_0}{S_0} = \frac{\zeta_{\lambda+1}}{\xi_{\lambda-2}} \Rightarrow P_0 = \frac{S_0}{\xi_{\lambda-2}} \zeta_{\lambda+1} = S_1 \zeta_{\lambda+1}, \quad S_0 = S_1 \xi_{\lambda-2}$$

أيضاً لدينا: $R_0 = T_1 \chi_{\lambda-1}$ ، $R_0 = P_1 g_{\lambda-2}$ وبالتالي $T_1 = P_1 \frac{g_{\lambda-2}}{\chi_{\lambda-1}}$ ومنه

$$T_0 = P_1 \frac{g_{\lambda-2}}{\chi_{\lambda-1}} \zeta_\lambda$$

ولكن $R = R_0 \zeta_\lambda$ وبالتالي $R = T_1 \chi_{\lambda-1} \zeta_\lambda$ وباعتبار $T_1 \equiv 1$ يكون $R = \chi_{\lambda-1} \zeta_\lambda$.

أيضاً نجد أن: $R = P_1 g_{\lambda-2} \zeta_\lambda$ وباعتبار $P_1 \equiv 1$ يكون $R = g_{\lambda-2} \zeta_\lambda$.

نعود للعلاقات (2) فنجد:

$$\left. \begin{aligned} \frac{R}{S} = \frac{\zeta_\lambda}{\xi_\lambda} = \frac{T_0 \chi_{\lambda-1}}{R_0 \xi_\lambda} &\Rightarrow T_0 = c_0 R_0 \Rightarrow \zeta_\lambda = c_0 \chi_{\lambda-1} \\ &= \frac{P_0 \vartheta_{\lambda-2}}{R_0 \xi_\lambda} \Rightarrow P_0 = c_1 R_0 \Rightarrow \zeta_\lambda = c_1 \vartheta_{\lambda-2} \\ \frac{R}{T} = \frac{\chi_{\lambda-1}}{\xi_{\lambda-1}} = \frac{P_0 \vartheta_{\lambda-2}}{T_0 \xi_{\lambda-1}} &\Rightarrow P_0 = c_2 T_0 \Rightarrow \chi_{\lambda-1} = c_2 \vartheta_{\lambda-2} \\ \frac{R}{P} = \frac{\vartheta_{\lambda-2}}{\xi_{\lambda-2}} = \frac{R_0 \zeta_\lambda}{S_0 \xi_{\lambda+1}} &\Rightarrow R_0 = c_3 S_0 \Rightarrow \vartheta_{\lambda-2} = c_3 \zeta_\lambda \\ \frac{S}{P} = \frac{\vartheta_{\lambda+1}}{\zeta_{\lambda+1}} = \frac{R_0 \zeta_\lambda}{S_0 \zeta_{\lambda+1}} &\Rightarrow R_0 = k S_0 \Rightarrow \vartheta_{\lambda+1} = k \zeta_\lambda \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ومنه نتوصل إلى المبرهنة المساعدة:

مبرهنة مساعدة (1): إذا كانت مستقيمت النقاط $OZ_{\lambda+1}, OZ_{\lambda-2}, OZ_{\lambda-1}, OZ_\lambda$

فإن الدوال $\zeta_\lambda, \chi_{\lambda-1}, \vartheta_{\lambda-2}, \vartheta_{\lambda+1}$ تحقق العلاقات (3)، و تعطى كثيرات الحدود

بالعلاقات R, S, T, P :

$$R = \vartheta_{\lambda-2} \zeta_\lambda = \chi_{\lambda-1} \zeta_\lambda, \quad S = \vartheta_{\lambda-2} \xi_\lambda = \chi_{\lambda-1} \xi_\lambda, \quad T = \frac{\vartheta_{\lambda-2}}{\chi_{\lambda-1}} \xi_{\lambda-1} \zeta_\lambda, \quad P = \zeta_{\lambda+1} \xi_{\lambda-2}$$

إذا اعتبرنا أن: $\Pi^g = \Pi^h \oplus \Pi^1(OZ_{\lambda-1})$

يمكن أن يعطى المستوى Π^h في المستوى Π^i بالمعادلات:

$$Z_{h+\varepsilon} = \sum_{p=1}^h a_{\varepsilon p} Z_p \quad \varepsilon = \overline{1, \lambda - h}$$

$$Z_{\lambda+j} = \sum_{p=1}^h b_{jp} Z_p \quad j = \overline{1, \mu - 1}$$

لنأخذ في المستوى Π^h محاور جديدة OZ'_p بحيث تتحقق دساتير التحويل:

$$Z_p = Z'_p \quad p = \overline{1, h}$$

$$Z_{h+\varepsilon} = Z'_{h+\varepsilon} + \sum_{p=1}^h a_{\varepsilon p} Z'_p \quad \varepsilon = \overline{1, \lambda - h}$$

$$Z_{\lambda+j} = Z'_{h+\varepsilon} + \sum_{p=1}^h b_{jp} Z'_p \quad j = \overline{1, \mu - 1}$$

تأخذ معادلة السطح (1) تحت تأثير هذه التحويلات الشكل الآتي:

$$\begin{aligned} R (y_1^2 + \sum_{i=1}^{\lambda-h} \xi_{h+i} Z'_{h+i}) + \\ S (y_2^2 + \sum_{j=1}^{\mu-1} \zeta_j Z'_{\lambda+j}) + \\ T (y_3^2 + \sum_{p=1}^h \chi_p Z_p + \sum_{k=1}^{\rho} \chi_{r_{1+k}} Z_{r_{1+k}}) + \\ P (y_4^2 + \sum_{l=1}^{v-1} \vartheta_{r+l} Z_{r+l}) = c \end{aligned} \quad (4)$$

حيث أن الدوال $\chi_p, \chi_{r_{1+k}}$ مستقلة خطياً كون السطح غير أسطواني.

تعطى الدوال χ_p بالعلاقة:

$$\chi_p = \lambda_0^{-1} (\xi_p + \sum_{\varepsilon=1}^{\lambda-h} a_{\varepsilon p} \xi_{h+\varepsilon}) = \lambda_1^{-1} (\sum_{j=1}^{\mu-1} b_{jp} \zeta_j) \quad (p=\overline{1, h}) \quad (5)$$

بالتالي كثيرة الحدود T تعطى بالعلاقة :

$$T = \lambda_0 R + \lambda_1 S \quad (6)$$

من العلاقات (2) و (6) نجد:

$$\begin{aligned} T_0 \xi_{\lambda-1} &= \lambda_0 (R_0 \zeta_\lambda) + \lambda_1 (R_0 \xi_\lambda) = R_0 (\lambda_0 \zeta_\lambda + \lambda_1 \xi_\lambda) \\ T_0 (\xi_{\lambda-1} - \lambda_0 \chi_{\lambda-1}) &= R_0 \lambda_1 \xi_\lambda \\ \frac{R_0}{T_0} &= \frac{\xi_{\lambda-1} - \lambda_0 \chi_{\lambda-1}}{\lambda_1 \xi_\lambda} = \frac{\xi_{\lambda-1}}{\lambda_0 \zeta_\lambda + \lambda_1 \xi_\lambda} = \frac{\chi_{\lambda-1}}{\zeta_\lambda} \end{aligned} \quad (7)$$

و منه $\chi_{\lambda-1} = c_1 \zeta_\lambda$ أي أن الدالتين $\xi_{\lambda-1}, \chi_{\lambda-1}$ ترتبطان خطياً مع الدالتين $\zeta_\lambda, \xi_\lambda$.

بغية الحصول على المترجمات الهندسية ودراسة تأثيرها على معادلة السطح، في حالة تقاطع الغلاف الرابع Π^σ فقط مع Π^i ، أي في حالة $v_2 = v_3 = 0$ ، $v \geq v_1 > 0$

لا بد من دراسة هذه الحالة بشيء من التفصيل:

الحالة الأولى: $v = v_1$ ، $v_2 = v_3 = 0$ ، وهنا نميز عدة احتمالات:

$$.h+v \leq \lambda - 2 \quad (1)$$

نكتب المستوي Π^v بالشكل:

$$\Pi^v = \Pi^{v-1} \oplus \Pi^1(OZ_{\lambda+1})$$

يمكن تعيين المستوى Π^{v-1} في Π^i بالمعادلات:

$$\begin{aligned} Z_p &= 0 & p &= \overline{1, h} \\ Z_{h+v-1+\delta} &= \sum_{q=1}^{v-1} a_{\delta q} Z_{h+q} & \delta &= \overline{1, \lambda - (h+v-1)} \\ Z_{\lambda+j} &= \sum_{q=1}^{v-1} b_{jq} Z_{h+q} & j &= \overline{1, \mu-1} \end{aligned}$$

نختار محاور إحداثية جديدة OZ'_{h+q} في Π^{v-1} فتكون دساتير التحويل هي:

$$\begin{aligned} Z'_p &= 0 & p &= \overline{1, h} \\ Z'_{h+q} &= Z'_{h+q} \\ Z'_{h+v-1+\delta} &= Z'_{h+v-1+\delta} + \sum_{q=1}^{v-1} a_{\delta q} Z'_{h+q} & \delta &= \overline{1, \lambda - (h+v-1)} \\ Z'_{\lambda+j} &= Z'_{\lambda+j} + \sum_{q=1}^{v-1} b_{jq} Z'_{h+q} & j &= \overline{1, \mu-1} \end{aligned}$$

ومنه تأخذ معادلة السطح (4) تحت تأثير هذه التحويلات الشكل الآتي:

$$\begin{aligned} R (y_1^2 + \sum_{i=1}^{\lambda-(h+v-1)} \xi_{h+v-1+\delta} Z'_{h+v-1+\delta}) \\ S (y_2^2 + \sum_{j=1}^{\mu-1} \zeta_j Z'_{\lambda+j}) + \\ T (y_3^2 + \sum_{p=1}^h \chi_p Z'_p + \sum_{k=1}^p \chi_{\bar{r}_k} Z'_{\bar{r}_k}) + \\ P (y_4^2 + \sum_{q=1}^{v-1} \vartheta_q Z'_{h+q}) = c \end{aligned} \quad (8)$$

لنضع:

$$\mathcal{G}_q = h_0^{-1} \left(\xi_{h+q} + \sum_{\delta=1}^{\lambda-(h+v-1)} a_{\delta q} \xi_{h+v-1+\delta} \right) = h_1^{-1} \left(\sum_{j=1}^{\mu-1} b_{jq} \zeta_j \right) \quad (q=\overline{1, v-1}) \quad (9)$$

حيث h_1, h_0 وسيطان، و منه

$$P = h_0 R + h_1 S \quad (10)$$

مما سبق نخلص إلى النتيجة الآتية:

مبرهنة (1): إذا كان $h+v \leq \lambda-2$, $v=v_1$, $v_2=v_3=0$ و حققت الدوال العلاقات \mathcal{G}_q ($q=\overline{1, v-1}$), χ_p ($p=\overline{1, h}$) فإن $\Pi^{v-1} = F \Pi^{v-1}$ إذا

تحققت المتراجحة: $h+v \leq \mu-1$

$$: h+v = \lambda-1 \quad -2$$

من أجل ذلك نعرّف المستوي Π^{v-1} في المستوي Π^h بالمعادلات:

$$Z_p = 0 \quad p = \overline{1, h}$$

$$Z_{\lambda-1} = \sum_{q_1=1}^{v-1} a_{q_1} Z_{h+q_1}$$

$$Z_{\lambda} = \sum_{q_1=1}^{v-1} b_{q_1} Z_{h+q_1}$$

$$Z_{\lambda+j} = \sum_{q_1=1}^{v-1} c_{jq_1} Z_{h+q_1} \quad j = \overline{1, \mu-1}$$

نختار في المستوي Π^{v-1} محاور إحداثية جديدة OZ'_{h+q_1} ونكتب دساتير التحويل:

$$\begin{aligned}
Z_{h+q_1} &= Z'_{h+q_1} & q_1 = \overline{1, v-1} \\
Z_{\lambda-1} &= Z'_{\lambda-1} + \sum_{q_1=1}^{v-1} a_{q_1} Z'_{h+q_1} \\
Z_{\lambda} &= Z'_{\lambda} + \sum_{q_1=1}^{v-1} b_{q_1} Z'_{h+q_1} \\
Z_{\lambda+j} &= Z'_{\lambda+j} + \sum_{q_1=1}^{v-1} c_{j q_1} Z'_{h+q_1} & j = \overline{1, \mu-1}
\end{aligned}$$

ومنه تأخذ معادلة السطح (4) تحت تأثير هذه التحويلات الشكل الآتي:

$$\begin{aligned}
R (y_1^2 + \xi_{\lambda-1} Z'_{\lambda-1} + \xi_{\lambda} Z'_{\lambda}) + S (y_2^2 + \sum_{j=1}^{\mu-1} \zeta_j Z'_{\lambda+j}) + T (y_3^2 + \sum_{p=1}^h \chi_p Z'_p + \sum_{k=1}^{\rho} \chi_{\bar{n+k}} Z'_{\bar{n+k}}) + \\
P (y_4^2 + \sum_{q_1=1}^{v-1} \mathcal{G}_{q_1} Z'_{h+q_1}) = c \quad (11)
\end{aligned}$$

نضع:

$$\mathcal{G}_{q_1} = t_0^{-1} (\xi_{h+q_1} + a_{q_1} \xi_{\lambda-1} + b_{q_1} \xi_{\lambda}) = t_1^{-1} \left(\sum_{j=1}^{\mu-1} c_{j q_1} \zeta_j \right) \quad (12)$$

$$P = t_0 R + t_1 S \quad (13) \quad \text{ومنه}$$

مما سبق نحصل على النتيجة الآتية:

مبرهنة مساعدة (2): إذا كان السطح F_n معطى بالمعادلة (11)، وأمكنا من أجل $\mathcal{G}_{q_1} (q_1 = \overline{1, v-1})$, $\chi_p (p = \overline{1, h})$ إيجاد الدوال الخطية $\lambda = \mu$ حيث $h + v = \lambda - 1$ بالعلاقات (5)، (12) عندها يكون $\Pi^{v-1} = F \Pi^{v-1}$.

-3 عندما $h+v=\lambda$

من أجل ذلك نعرّف المستوي Π^{v-1} في المستوي Π^h بالمعادلات:

$$Z_p = 0 \quad p = \overline{1, h}$$

$$Z_\lambda = \sum_{q_2=1}^{v-1} a_{q_2} Z_{h+q_2}$$

$$Z_{\lambda+j} = \sum_{q_2=1}^{v-1} b_{jq_2} Z_{h+q_2} \quad j = \overline{1, \mu-1}$$

نختار في المستوي Π^{v-1} محاور إحداثية جديدة OZ'_{h+q_2} ونكتب دساتير التحويل:

$$Z_{h+q_2} = Z'_{h+q_2} \quad q_2 = \overline{(1, v-1)}$$

$$Z_\lambda = Z'_\lambda + \sum_{q_2=1}^{v-1} a_{q_2} Z'_{h+q_2}$$

$$Z_{\lambda+j} = Z'_{\lambda+j} + \sum_{q_2=1}^{v-1} b_{jq_2} Z'_{h+q_2} \quad j = \overline{1, \mu-1}$$

ومنه تأخذ معادلة السطح (4) تحت تأثير هذه التحويلات الشكل الآتي:

$$R (y_1^2 + \xi_\lambda Z'_\lambda) + S (y_2^2 + \sum_{j=1}^{\mu-1} \zeta_j Z'_{\lambda+j}) + T (y_3^2 + \sum_{p=1}^h \chi_p Z'_p + \sum_{k=1}^{\rho} \chi_{r_{1+k}} Z'_{r_{1+k}}) + P (y_4^2 + \sum_{q_2=1}^{v-1} \mathcal{G}_{q_2} Z'_{h+q_2}) = c \quad (14)$$

نضع الدالة \mathcal{G}_{q_2} بالشكل:

$$\mathcal{G}_{q_2} = t_0^{-1} (\xi_{h+q_2} + a_{q_2} \xi_\lambda) = t_1^{-1} \left(\sum_{j=1}^{\mu-1} b_{jq_2} \zeta_j \right) \quad (15)$$

$$P = t_0 R + t_1 S \quad (16) \quad \text{ومنه:}$$

مما سبق نحصل على النتيجة الآتية:

مبرهنة مساعدة (3): إذا كان السطح F_n معطى بالمعادلة (13)، وأمكنا من أجل $h+v=\lambda$ حيث $\lambda=\mu$ إيجاد الدوال الخطية g_{q_2} ($q_2=\overline{1, v-1}$) بالعلاقة (15)، عندها يكون $\Pi^{v-1} = F \Pi^{v-1}$.

-4 عندما $h+v > \lambda$ وليكن $\mu < \lambda$

نفرض أن $d = h + v - \mu$ عندها تأخذ معادلة المستوي Π^{v-1} الشكل:

$$\Pi^{v-1} = \Pi^d \oplus \Pi^{\mu-1-h}$$

$$\text{حيث } (\Pi^g \cap \Pi^{\mu-1-h}) = \bar{0} \quad , \quad (h = g - 1)$$

يعطى المستوي $\Pi^{\mu-1-h}$ بالمعادلات:

$$Z_p = 0 \quad p = \overline{1, h}$$

$$Z_{\mu-1+\beta} = \sum_{q=1}^{\mu-1-h} a_{\beta q} Z_{h+q} \quad \beta = \overline{1, \lambda - (\mu - 1)}$$

$$Z_{\lambda+j} = \sum_{q=1}^{\mu-1-h} b_{jq} Z_{h+q} \quad j = \overline{1, \mu - 1}$$

نختار في المستوي $\Pi^{\mu-1-h}$ محاور إحداثية جديدة OZ'_{h+q} ونكتب دساتير التحويل:

$$Z_{h+q} = Z'_{h+q} \quad q = \overline{1, (\mu - 1) - h}$$

$$Z_{\mu-1+\beta} = Z'_{\mu-1+\beta} + \sum_{q=1}^{\mu-1-h} a_{\beta q} Z'_{h+q} \quad \beta = \overline{1, \lambda - (\mu - 1)}$$

$$Z_{\lambda+j} = Z'_{\lambda+j} + \sum_{q=1}^{\mu-1-h} b_{jq} Z'_{h+q} \quad j = \overline{1, \mu - 1}$$

ومنه تأخذ معادلة السطح (4) تحت تأثير هذه التحويلات الشكل الآتي:

$$\begin{aligned}
 R (y_1^2 + \sum_{\beta=1}^{\mu-1-h} \xi_{\mu-1+\beta} Z'_{\mu-1+\beta}) + \\
 S (y_2^2 + \sum_{j=1}^{\mu-1} \zeta_j Z'_{\lambda+j}) + \\
 T (y_3^2 + \sum_{p=1}^h \chi_p Z'_p + \sum_{k=1}^{\rho} \chi_{n+k} Z'_{n+k}) + \\
 P (y_4^2 + \sum_{q_2=1}^{\mu-1-h} \vartheta_q Z'_{h+q}) = c \quad (17)
 \end{aligned}$$

تعطى الدالة ϑ_{q_2} بالعلاقة:

$$\vartheta_q = \rho_0^{-1} (\xi_{h+q} + \sum_{\beta=1}^{\lambda-(\mu-1)} a_{\beta q} \xi_{\mu-1+\beta}) = \rho_1^{-1} (\sum_{j=1}^{\mu-1} b_{jq} \zeta_j) \quad (q = \overline{1, (\mu-1)-h}) \quad (18)$$

$$P = \rho_0 R + \rho_1 S \quad (19) \quad \text{بالتالي:}$$

سنعرّف المستوي Π^d بالمعادلات:

$$\begin{aligned}
 Z_p = 0 & \quad p = \overline{1, h} \\
 Z_{h+d+\gamma} = \sum_{\alpha=1}^d a'_{\gamma\alpha} Z_{h+\alpha} & \quad \gamma = \overline{1, \lambda - (h+d)} \\
 Z_{\lambda+j} = \sum_{\alpha=1}^d b'_{jq} Z_{h+\alpha} & \quad j = \overline{1, \mu-1}
 \end{aligned}$$

وباختيار مناسب لجملة محاور إحدائية جديدة نكتب دساتير التحويل الآتية:

$$\begin{aligned} Z_{h+\alpha} &= Z'_{h+\alpha} & \alpha &= \overline{1, d} \\ Z_{h+d+\gamma} &= Z'_{h+d+\gamma} + \sum_{\alpha=1}^d a'_{\gamma\alpha} Z'_{h+\alpha} & \gamma &= \overline{1, \lambda - (h+d)} \\ Z_{\lambda+j} &= Z'_{\lambda+j} + \sum_{\alpha=1}^d b'_{jq} Z'_{h+\alpha} & j &= \overline{1, \mu-1} \end{aligned}$$

ومنه تأخذ معادلة السطح (4) تحت تأثير هذه التحويلات الشكل الآتي:

$$\begin{aligned} R (y_1^2 + \sum_{\gamma=1}^{\lambda-(h+d)} \xi_{h+d+\gamma} Z'_{h+d+\gamma}) + \\ S (y_2^2 + \sum_{j=1}^{\mu-1} \zeta_j Z'_{\lambda+j}) + \\ T (y_3^2 + \sum_{p=1}^h \chi_p Z'_p + \sum_{k=1}^{\rho} \chi_{r_{1+k}} Z'_{r_{1+k}}) + \\ P (y_4^2 + \sum_{\alpha=1}^d C_{\alpha} Z'_{h+\alpha}) = c \quad (20) \end{aligned}$$

حيث C_{α} دوال خطية بالمتحولات χ_{ω} وتحقق:

$$PC_{\alpha} = R (\xi_{h+\alpha} + \sum_{\gamma=1}^{\lambda-(h+d)} a'_{\gamma\alpha} \xi_{h+d+\gamma}) + S (\sum_{j=1}^{\mu-1} b_{j\alpha} \zeta_j)$$

$\alpha = 1$ ومنه نجد:

$$PC_1 = A_1 R + B_1 S$$

بالاستفادة من العلاقة (18) نجد:

$$\begin{aligned}
 P &= \rho_0 R + \rho_1 S \\
 A_1 R + B_1 S &= (\rho_0 R + \rho_1 S) C_1 \Rightarrow A_1 R + B_1 S = \rho_0 C_1 R + \rho_1 C_1 S \\
 &\Rightarrow R(A_1 - \rho_0 C_1) = (\rho_1 C_1 - B_1) S \\
 \frac{R}{S} &= \frac{\rho_1 C_1 - B_1}{A_1 - \rho_0 C_1} = \frac{\zeta_\lambda}{\xi_\lambda} \\
 &\Rightarrow \zeta_\lambda = \alpha(\rho_1 C_1 - B_1) \quad , \quad \xi_\lambda = \alpha(A_1 - \rho_0 C_1)
 \end{aligned}$$

وبالاعتماد على العلاقة (17)

$$a_1 \lambda_0 \zeta_\lambda = \xi_{\lambda-1} - \lambda_1 \xi_\lambda \Rightarrow \zeta_\lambda = \lambda_0^{-1} \left(\frac{1}{a} \xi_{\lambda-1} - \lambda_1 \xi_\lambda \right) \quad \text{نجد أن:}$$

ومنه ينتج:

$$\begin{aligned}
 a_1 \lambda_0 \zeta_\lambda &= \xi_{\lambda-1} - \lambda_1 \xi_\lambda \Rightarrow \zeta_\lambda = \lambda_0^{-1} \left(\frac{1}{a} \xi_{\lambda-1} - \lambda_1 \xi_\lambda \right) \\
 \lambda_0^{-1} \left(\frac{1}{a} \xi_{\lambda-1} - \lambda_1 \xi_\lambda \right) &= \alpha(\rho_1 C_1 - B_1) = \alpha \rho_1 C_1 - \alpha B_1 \\
 \alpha \rho_1 C_1 &= \lambda_0^{-1} \left(\frac{1}{a} \xi_{\lambda-1} - \lambda_1 \xi_\lambda \right) + \alpha B_1 \\
 \alpha C_1 &= \rho_1^{-1} \left(\lambda_0^{-1} \left(\frac{1}{a} \xi_{\lambda-1} - \lambda_1 \xi_\lambda \right) + \alpha B_1 \right)
 \end{aligned}$$

ومن جهة أخرى لدينا:

$$\xi_\lambda = \alpha(A_1 - \rho_0 C) \Rightarrow \alpha C = \rho_0^{-1} (\alpha A_1 - \xi_\lambda)$$

وبالتالي نحصل على العلاقات الآتية:

$$\rho_0^{-1}(\alpha A_1 - \xi_\lambda) = \rho_0^{-1} \left(\lambda_0^{-1} \left(\frac{1}{a} \xi_{\lambda-1} - \lambda_1 \xi_\lambda \right) + \alpha B_1 \right)$$

$$\alpha B_1 = \rho_1 \rho_0^{-1}(\alpha A_1 - \xi_\lambda) - \lambda_0^{-1} \left(\frac{1}{a} \xi_{\lambda-1} - \lambda_1 \xi_\lambda \right)$$

أي يوجد علاقة ارتباط خطي بين ξ_i, ζ_i وهذا غير ممكن بالتالي

الحالة $h+v > \lambda$ غير ممكنة.

الحالة الثانية:

$$v > v_1 > 0, \quad v_2 = v_3 = 0$$

$$\Pi^v = \Pi^\omega \oplus \Pi^{v_1} \text{ ليكن}$$

عندما $h+v < \mu-1 = \lambda-1$ أو $h+v \leq \mu-1 < \lambda-1$

يعطى Π^w في Π^r بالمعادلات:

$$Z_p = 0$$

$$p = \overline{1, h+v_1}$$

$$Z_{h+v_1+\omega+\delta} = \sum_{q_2=1}^w A_{\delta q_2} Z_{h+v_1+q_2}$$

$$\delta = \overline{1, \lambda - (h+v_1 + \omega)}$$

$$Z_{\lambda+j} = \sum_{q_2=1}^w B_{j q_2} Z_{h+v_1+q_2}$$

$$j = \overline{1, \mu-1}$$

$$Z_{r_1+k} = \sum_{q_2=1}^w C_{k q_2} Z_{h+v_1+q_2}$$

$$k = \overline{1, \rho} \quad (\rho = v - g)$$

بأخذ محاور جديدة $OZ'_{h+v_1+q_2}$ في المستوي Π^w بحيث تتحقق دساتير

التحويل الآتية:

$$\begin{aligned}
 Z_{h+v_1+q_2} &= Z'_{h+v_1+q_2} & q_2 &= \overline{1, w} \\
 Z_{h+v_1+\omega+\delta} &= Z'_{h+v_1+\omega+\delta} + \sum_{q_2=1}^w A_{\delta q_2} Z'_{h+v_1+q_2} & \delta &= \overline{1, \lambda - (h + v_1 + \omega)} \\
 Z_{\lambda+j} &= Z'_{\lambda+j} + \sum_{q_2=1}^w B_{j q_2} Z'_{h+v_1+q_2} & j &= \overline{1, \mu - 1} \\
 Z_{r_1+k} &= Z'_{r_1+k} + \sum_{q_2=1}^w C_{k q_2} Z'_{h+v_1+q_2} & k &= \overline{1, \rho}
 \end{aligned}$$

تأخذ معادلة السطح (4) تحت تأثير هذه التحويلات الشكل الآتي:

$$\begin{aligned}
 R (y_1^2 + \sum_{\delta=1}^{\lambda-(h+v_1+\omega)} \xi_{h+v_1+\omega+\delta} Z'_{h+v_1+\omega+\delta}) + \\
 S (y_2^2 + \sum_{j=1}^{\mu-1} \zeta_j Z'_{\lambda+j}) + \\
 T (y_3^2 + \sum_{p=1}^h \chi_p Z'_p + \sum_{k=1}^{\rho} \chi_{r_1+k} Z'_{r_1+k}) + \\
 P (y_4^2 + \sum_{\alpha=1}^{v_1} \mathcal{G}_\alpha Z'_{h+\alpha} + \sum_{\alpha=1}^w \mathcal{G}_{v_1+q_2} Z'_{h+v_1+q_2}) = c \quad (21)
 \end{aligned}$$

حيث $\mathcal{G}_{v_1+q_2}$ دالة خطية تعطى بالعلاقة:

$$\left. \begin{aligned}
 \mathcal{G}_{v_1+q_2} &= l_0^{-1} \left(\xi_{h+v_1+q_2} + \sum_{\delta=1}^{\lambda-(h+v_1+\omega)} A_{\delta q_2} \xi_{h+v_1+\omega+\delta} \right) \\
 &= l_1^{-1} \left(\sum_{j=1}^{\mu-1} B_{j q_2} \zeta_j \right) \\
 &= l_2^{-1} \left(\sum_{k=1}^{\rho} C_{k q_2} \chi_{r_1+k} \right)
 \end{aligned} \right\} (q_2 = \overline{1, w}) \quad (22)$$

وبذلك يتعين كثير الحدود P بالعلاقة الآتية:

$$P = l_0 R + l_1 S + l_2 T \quad (23)$$

مما سبق نحصل على النتيجة الآتية:

$$v > v_1 > 0, \quad v_2 = v_3 = 0 \quad \text{ليكن (4): مبرهنة مساعدة}$$

ولیکن $h + v \leq \mu - 1 < \lambda - 1$ أو $h + v < \mu - 1 = \lambda - 1$ عندها

$$\Pi^{v-1} = F \Pi^{v-1} \quad \text{يتحقق}$$

ويتحقق العلاقتين (22) ، (23) يوجد السطح F_n ذو زمرة التناظر التامة G ويتعين بالمعادلة (21).

مما سبق نخلص إلى النتيجة الآتية:

مبرهنة (2): لتكن

$$\Pi^\lambda \cap \Pi^\mu = p_1, \quad \Pi^\lambda \cap \Pi^g = p_2, \quad \Pi^\lambda \cap \Pi^v = p_3, \quad \Pi^\mu \cap \Pi^v = p_4$$

حيث مستقيمات التقاطع هي:

$$oz_\lambda = p_1, \quad oz_{\lambda-1} = p_2, \quad oz_{\lambda-2} = p_3, \quad oz_{\lambda+1} = p_4$$

$$v \geq v_1 > 0, \quad v_2 = v_3 = 0 \quad \text{و}$$

عندئذ من أجل أي تموضع للأغلفة الخطية $(j=1,2,3)$ Π^{j} ، يمكن تعيين
السطح F_n ذي زمرة التناظر التامة G ، بالمعادلة (21) إذا تحقق الشرط:
 $g+v \leq \mu+1$ وتحقق كثيرات الحدود R, S, T, P العلاقات :

$$R = \vartheta_{\lambda-2} \zeta_{\lambda} = \chi_{\lambda-1} \zeta_{\lambda} \quad , \quad S = \vartheta_{\lambda-2} \xi_{\lambda} = \chi_{\lambda-1} \xi_{\lambda}$$

$$T = \frac{\vartheta_{\lambda-2}}{\chi_{\lambda-1}} \xi_{\lambda-1} \zeta_{\lambda} \quad , \quad P = \zeta_{\lambda+1} \xi_{\lambda-2}$$

المراجع

1. Игнатенко В.Ф., 1989- Бесконечные группы, порождённых косыми отражениями. Взаимное расположение линейных оболочек четырех орбит направлений симметрии. I // Симфероп.ун-т; Симферополь, 32с.-Библ.4 назв.- Рус.- Деп. в УкрНИИТИ 31.10.89.№ 2373 -Ук.89.
2. Игнатенко В.Ф., 1980-геометрия алгебраических поверхностей с симметриями. // Проблемы геометрии / Итоги науки и техники.-М.: Наука, Т.11, с.203-240
3. Игнатенко В.Ф., 1984-Некоторые вопросы геометрической теории инвариантов групп, порожденных отражениями (ортогональными и косыми)// Проблемы геометрии / Итоги науки и техники.,-М.: Наука, Т.16.- с.915-229.
4. Игнатенко В.Ф., 1989- Бесконечные группы, порождённых косыми отражениями. Взаимное расположение линейных оболочек четырех орбит направлений симметрии. II // Симфероп. ун-т; Симферополь, 34с.-Библ.5 назв.- Рус.- Деп. в УкрНИИТИ 19.02.90.№ 224 -Ук.90.
5. Дибан Иссам, 1991- Бесконечные группы, порождённых косыми отражениями. Взаимное расположение линейных оболочек четырех орбит направлений симметрии. IV // Симфероп. ун-т; Симферополь, 22с.- Библ.3 назв.- Рус.- Деп. в УкрНИИТИ 17.02.92.№ 192 - Ук.92.
6. Дибан Иссам, 1992-Бесконечные группы, порождённых косыми отражениями. Взаимное расположение линейных оболочек четырех орбит направлений симметрии. V // Симфероп. ун-т; Симферополь, 66с.- Библ.4 назв.- Рус.- Деп. в УкрИНТЭИ 17.09.92.№224- Ук.92.
7. Дибан Иссам. Бесконечные группы, порождённых косыми отражениями. Взаимное расположение линейных оболочек четырех орбит направлений

симметрии. // Международная научная конференция "Лобачевский и современная геометрия"; Казань, август, 1992. -С.35.

8. Дибан Иссам. Бесконечные группы, порождённых косыми отражениями. Взаимное расположение линейных оболочек четырех орбит направлений симметрии. // Динам. Системы.-1993. Вып. 12.

9. د. عصام ديبان - التوضع المتبادل للأغلفة الخطية لمدارات مناحي التناظر الأربعة، 1999، مجلة جامعة البعث، المجلد (21) العدد (3).

10. د. عصام ديبان - تناظر السطوح الجبرية ذات مدارات مناحي التناظر الأربعة في الفضاء الإقليدي $E^m (I)$ ، 2007، مجلة جامعة البعث، المجلد (29) العدد (9).

11. د. عصام ديبان - تناظر السطوح الجبرية ذات مدارات مناحي التناظر الأربعة في الفضاء الإقليدي $E^m (II)$ ، 2011، مجلة جامعة البعث ، المجلد (33).

12. محمد البردوني - الأغلفة الخطية الأربعة لمدارات مناحي تناظر السطوح الجبرية في الفضاء E^m ، 2013 ، مجلة جامعة البعث، المجلد (35) .

13. محمد البردوني - الأغلفة الخطية الأربعة لمدارات مناحي تناظر السطوح الجبرية في الفضاء $E^m (I)$ مجلة جامعة البعث، المجلد (35) .

14. محمد البردوني - الأغلفة الخطية الأربعة لمدارات مناحي تناظر السطوح الجبرية في الفضاء $E^m (II)$ ، 2013، منشورات مركز الدراسات والبحوث اليمني.

إعادة تدقيق ستراتغرافي للتشكيلات الرسوبية المتوضعة فوق صخور المعقد الأفيوليتي في رقعة اللاذقية

الدكتور عبد الكريم عبد الله *

الدكتور سامر البب **

وردينان حمدو ***

الملخص

يتناول هذا البحث دراسة ستراتغرافية للتشكيلات الرسوبية المتوضعة فوق صخور المعقد الأفيوليتي في رقعة اللاذقية 1/50000، وذلك بإجراء تحاليل مستحاثية لمجموعة من العينات الصخرية والبالغ عددها (19) عينة أُخذت من الصخور المتكشفة والمتنوعة السحنة في منطقة الدراسة.

بيّنت الدراسة المفصلة لست مواقع في منطقة الدراسة أنّ عمر الاعتلاء الأفيوليتي في منطقة الباير - بسيط هو ماقبل الماسترختيان الى ماقبل الكمبانيان الأعلى وقد يكون سينونيان أسفل وليس ماسترختيان وهذا النتيجة توافق عمر الاعتلاء الأفيوليتي في مناطق مجاورة لمنطقة الباير - بسيط

كلمات مفتاحية: ستراتغرافيا، المعقد الأفيوليتي، تشكيلات رسوبية، رقعة اللاذقية.

* أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - سورية.

Abdul976@yahoo.fr

** مدرس - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - سورية. Samer.Albub.2021

طالبة دكتوراه - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - ***

ward.hm1239@gmail.com سورية.

Stratigraphic re-check of the sedimentary formations located above the rocks of the ophiolite complex in the Latakia cheet

Dr. Abd Al - Kareem Abdullah*

Dr. Samer Al - Bub**

Wardinan Hamado***

Abstract

This research deals with a stratigraphic study of the sedimentary formations located above the rocks of the ophiolite complex in the Lattakia sheet 1/50000, by conducting fossil analyzes of a group of (19) rock samples taken from the exposed and diverse rocks in the study area.

The detailed study of six sites in the study area showed that the age of ophiolite ascent in the Payer - Baset region is pre-Maastrichtian to pre-Upper Campanian and it may be Sinonian below and not Maastrichtian.

Keywords: Stratigraphy, The ophiolite complex, sedimentary formations, Latakia sheet.

* Assistant Professor, Faculty of Science, Tishreen University, Syria.

"Abdul976@yahoo.fr"

** lecturer at Faculty of Science, Tishreen University, Syria."

Samer.Albub.2021"

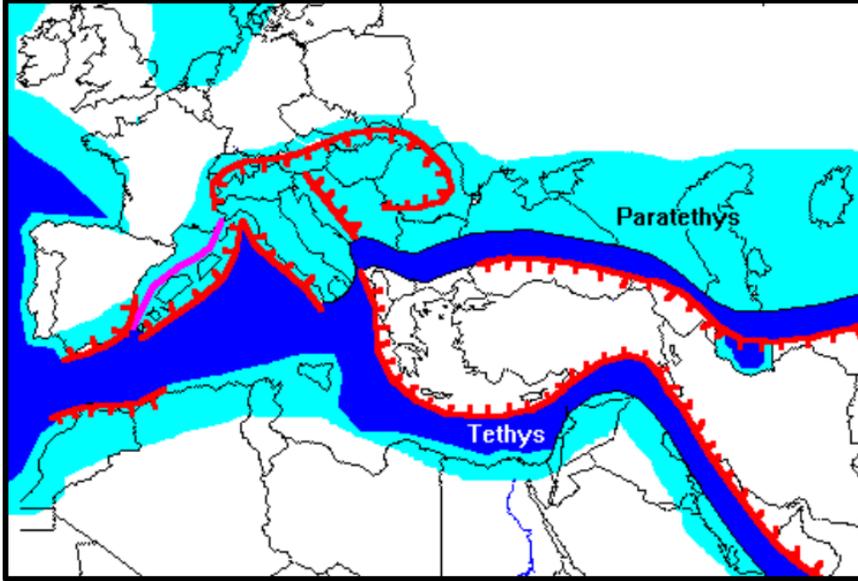
*** PhD student , Faculty of Science , Tishreen University , Syria

"ward.hm1239@gmail.com".

مقدمة:

تنتشر المعقدات الأفيوليتية في منطقة حوض المتوسط من يوغسلافيا وألبانيا غرباً حتى إيران وقوس عمان شرقاً مروراً باليونان وقبرص وسوريا وتركيا لمسافة تزيد على 300 كم وكذلك في الطيات حول جبال طوروس وجنوب الباكستان وكرمانشاه.

تتكشف الصخور الأفيوليتية في شرق المتوسط على امتداد نطاقين شبه متوازيين لهما اتجاه عام شرق - غرب. النطاق الأول وهو نطاق بيتلس _ زاغروس ويقع في الجزء الجنوبي لحافة السطحية الكربوناتيّة الطوروسية ويضم أفيوليت ترودوس وجبال طروادة، أما النطاق الثاني فهو نطاق جبال طوروس الممتد من الأمانوس والبسيط على طول الحافة الجنوبية للسطحية الطوروسية والمتجزأ في وحدات أفيوليتية مقتلعة ومشوهة ويشمل تكشفات أفيوليت Lycian و Mersin و Pozanti و Beysehir . هذا وتتميز جميع الصخور الأفيوليتية المنتشرة في منطقة شرق المتوسط بوجودها فوق أرضية من الصخور المتحولة (AL-Riyami et al, 2002).



الشكل (1): مخطط يبين محيط التيتس قبل 20 مليون سنة وتوزع الكتل الأفيوليتية في قوس الشرق العربي وشرق البحر المتوسط (Dutch, 2003).

- دُرست توضعات المعقد الأفيوليتي بالتفصيل من قبل السوفييت وقد أعطى لها الباحثون عمراً يمتد بين أعلى الترياسي وأعلى الكريتاسي (Ponikarov, 1968)، أما توضعات الكريتاسي فهي تعود الى الأبسيان والألبيان والسينومانيان والتورونيان والماسترختيان.

- أما (Parrot, 1974) فقد ذكر أنّ منطقة البايير - البسيط تتألف من مجموعة من القشور الأفيوليتية حُملت من الشمال الى الجنوب خلال الماسترختيان.

- درس (Montigny et al, 1980) صخور المعقد الأفيوليتي المنتشرة في تركيا وحُدّد عمر اعتلاء المعقد الأفيوليتي في Lycian كمبانيان - ماسترختيان، أما في Mersin فيعود عمر اعتلاء المعقد الأفيوليتي الى الماسترختيان الأوسط، في حين يُقدر عمر اعتلاء المعقد الأفيوليتي في كل من Pozanti و Beysehir خلال الماسترختيان.

- ذكر (Inwood, 2005) خلال دراسته للمعقد الأفيوليتي في Hatai أنّ صخوره تتراكم على صخور رسوبية من عمر الالبان - أبسيان وأنّ أقدم الصخور الرسوبية المغطية للأفيوليت تعود للكريتاسي الأعلى حيث يغطي الماسترختيان الأسفل صخور المعقد الأفيوليتي بسماكة 2-5 م ويكون حاوي على مخلفات الأفيوليت.

أما المعقد الأفيوليتي في Torrodos فهو يُعتبر من أكثر المعقدات الأفيوليتية التي دُرست في العالم حيث يُعطى أفيوليت Torrodos بعدة تشكيلات (لها تسميات محلية) تعود بعمرها الى التورونيان - كمبانيان.

- أما (Ajmian, 1997) فلم يتطرق أثناء مسح خارطة اللاذقية لدراسة التوضعات الأفيوليتية واعتمد على نتائج دراسة السوفييت السابقة واقتصرت أعمال المسح على دراسة التوضعات الرسوبية حيث تعود أقدم هذه التوضعات الى الكريتاسي الأعلى وتكون محدودة الانتشار وتقتصر على الرسوبيات العائدة الى الماسترختيان الأعلى.

أهمية البحث وأهدافه:

تُعد الدراسة هامة في إعادة تأريخ المعقد الأفيوليتي في السلسلة الساحلية (رقعة اللاذقية) ويهدف البحث إلى تدقيق العمر الجيولوجي لبداية التشكيلات الرسوبية المتوضعة فوق صخور المعقد الأفيوليتي في رقعة اللاذقية بغية تحديد عمر الاعتلاء الأفيوليتي السوري.

طرائق البحث وأدواته:

نُفذت الدراسة على مرحلتين حقلية ومخبرية:

1- الأعمال الحقلية: أجريت الدراسات الأولية والجولات الحقلية التي تمّ فيها تنفيذ ست مقاطع جيولوجية في عدة مواقع من رقعة اللاذقية عند حدود التماس بين صخور المعقد الأفيوليتي والصخور الرسوبية ، وهذه المواقع هي: أم الطيور، بلوران، الضامات ، يرنة، الخابورية، الكنيسات (الشكل 2). ركّزت الأعمال الحقلية على حدود التماس بين صخور المعقد الأفيوليتي وبين الصخور الرسوبية المتوضعة فوقه ومتابعة التغيرات الليتولوجية على مقياس سنتيمتري وديسيمتري. أخذت من هذه المقاطع 19 عينة صخرية نموذجية بهدف الدراسة المستحاثية كما وتمّ اسقاط العينات المأخوذة من المقاطع في المكان.

2- الأعمال المخبرية: تمّ تحضير العينات الطرية لإجراء الدراسة المستحاثية بهدف تحديد الأعمار الجيولوجية بدقة، حيث تمّت دراسة المنخربات المنتقاة من العينات باستخدام مكبرة بقوة تكبير 90X لتحديد أنواعها وأجناسها حسب المراجع العالمية المختصة.

الإطار الجيولوجي لمنطقة الدراسة:

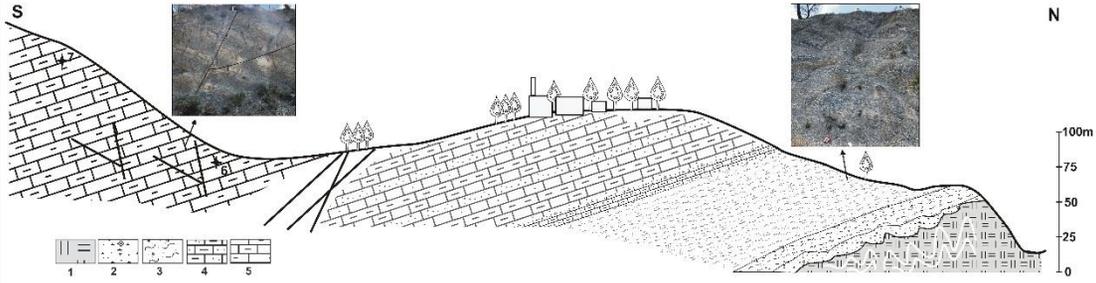
ينتمي المعقد الأفيوليتي المتكشّف في منطقة البائر - البسيط الى الحزام الأفيوليتي الجنوبي الممتد من قبرص الى سوريا وتركيا وإيران وحتى جبال عمان، تشكّل الصخور الأفيوليتية في البسيط الامتدادات الشرقية للصخور الأفيوليتية الموجودة في قبرص ويمثّل هذا المعقد أيضاً الجزء المركزي للقوس الأفيوليتي الممتد من قبرص الى البائر - البسيط الى أنطاكية وجبل الأكراد (Pearce et al, 1998).

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من القطر بمحاذاة شاطئ البحر الأبيض المتوسط، وتتكشف في المنطقة صخور مغماتية يعود عمرها حسب الدراسات السابقة الى ما قبل الترياسي الأعلى، أما الصخور الرسوبية المتكشفة في المنطقة فتمتد أعمارها من الكريتاسي وحتى النيوجين والرباعي وتمتد ضمن الاحداثيات التالية (الشكل 2):

الدراسة الحقلية:

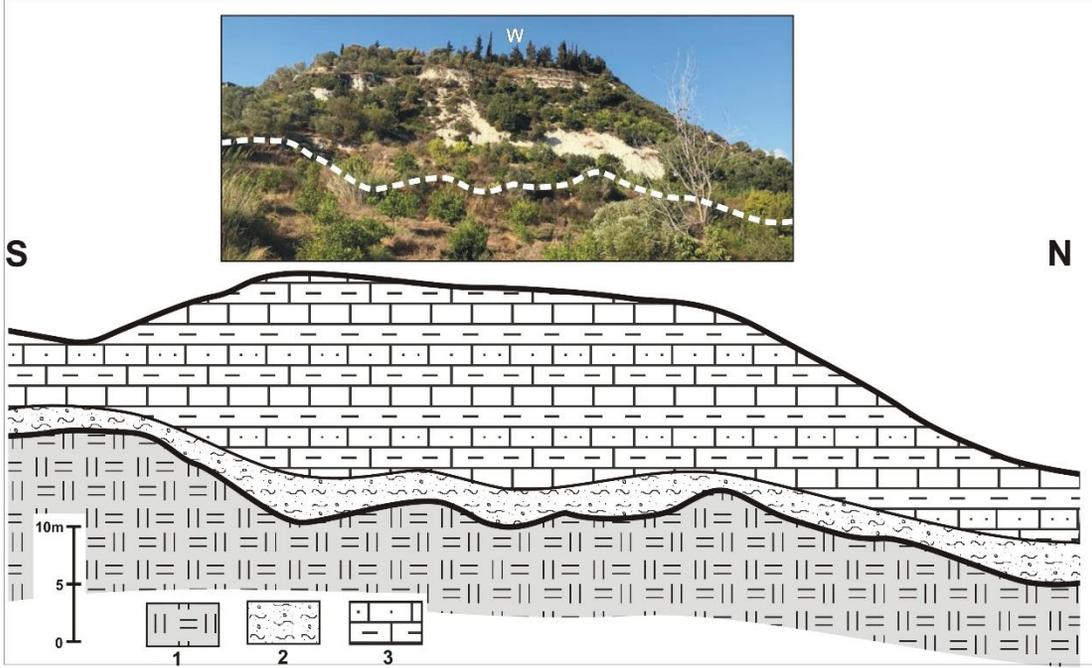
تم تنفيذ ست مقاطع جيولوجية في مواقع مختلفة مناسبة عند حدود التماس بين صخور المعقد الأفيوليتي والصخور الرسوبية المتوضعة فوقه، وهذه المقاطع هي: أم الطيور، يلوران، الضامات برنة، الخابورية، الكنيسات. سوف نصف المقاطع المدروسة من الشمال الى الجنوب:

موقع أم الطيور: تقع بداية المقطع عند الاحداثيات التالية "35° E - 26.3° N
"44.8' 45' في قرية أم الطيور حيث تتكشف الصخور الرسوبية المغطية لصخور المعقد الأفيوليتي والمتمثلة في هذا الموقع بطبقات مطوية ومشوهة من الراديولاريت والغضار الأحمر اللون. تبدأ أولى طبقات الصخور الرسوبية فوق الراديولاريت بصخور حطامية رملية غضارية تحوي على كتل من صخور كلسية قاسية مختلفة الأحجام وهي غير متماسكة متناوبة مع حجر رملي بسماكة حوالي 3م تعلوها صخور حوارية رملية تتغير نحو الأعلى تدريجياً الى حجر كلسي حواري حطامي بسماكة تصل الى 25 م وسطياً في الأعلى تسيطر الصخور ذات التركيب الكلسي المارني على الطبقات الصخرية بسماكة وسطية 25 م تنتهي الطبقات تحت غطاء نباتي بحيث يتعذر معرفة التركيب الصخري، يتابع المقطع نحو الجنوب والجنوب الغربي بتوضعات مارنية كلسية ديسيمترية ذات لون أبيض مصفر مقطوعة بمجموعة من الفوالق العادية نعتقد بأنها مرافقة للترسيب بسماكة 10 م تعلوها نحو الجنوب الشرقي تناوبات كلسية مارنية ومارنية حوارية بسماكة تصل حتى 80 م (الشكل 3).



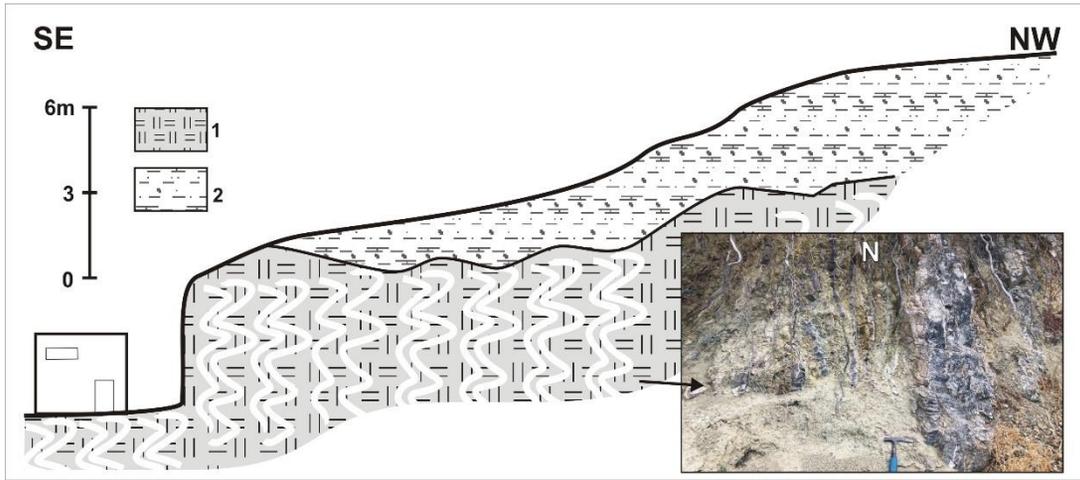
(الشكل 3): بروفيل يوضح صخور المعقد الأفيوليتي والصخور الرسوبية المتوضعة فوقه في موقع أم الطيور (1- راديولاريت، 2- حجر رملي غضاري 3- حوار رملي حطامي ، 4-كلس رملي، 5- كلس مارني)

موقع بلوران: يقع عند الاحداثيات التالية: "7.36 54° E: 35° 45' N: 18.33"- جنوب شرق قرية بلوران، حيث تتكشف الصخور الرسوبية المغطية لصخور المعقد الأفيوليتي والمتمثلة في هذا الموقع بصخور فاسدة من البيروودوتيت والسبرنتينيت وتعلوها طبقات من الراديولاريت والغضار الأحمر اللون. إنَّ الحد بين صخور المعقد الأفيوليتي والصخور الرسوبية التي تعلوها غير واضحة تماماً بسبب وجود الغطاء النباتي الكثيف وبعض الأراضي الزراعية التي تغطي سماكة تقدر ب 10 م تبدأ أولى الطبقات الرسوبية واضحة التكشف (الشكل 4) بصخور حوارية حطامية بسماكة قليلة لاتتجاوز 3 م تتحول تدريجياً الى توضعات كلسية ومارنية كلسية متناوبة بيضاء اللون على كامل التكشف الصخري بسماكة حوالي 16م (الشكل 4)



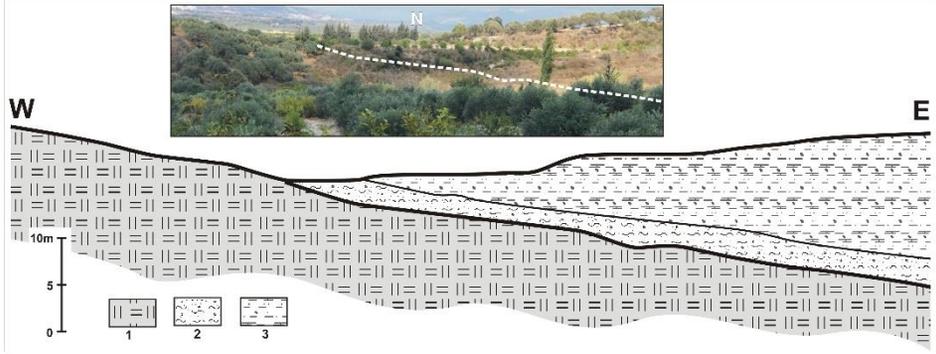
(الشكل 4): بروفيل يوضح صخور المعقد الأفيوليتي والصخور الرسوبية المتوضعة فوقه في موقع بلوران (1)- راديولاريت، 2-حوار رملي حطامي ، 3-كلس رملي

موقع الضامات: يقع عند الاحداثيات التالية: "56.19 35° 51' E: 35° 43' N: -8.42" بالقرب من قرية الضامات - وادي قنديل ، يتميز هذا الموقع بتكشف محدود لصخور المعقد الأفيوليتي المتمثلة بطبقات شاقولية من الراديولاريت والغضاريات حمراء اللون والتي تحوي على شواهد نفطية بيتومينية. مغطاة بطبقات رسوبية شبه أفقية. تتراوح سماكة هذه الطبقات الرسوبية بين 10 الى 15 م وهي مغطاة بغطاء نباتي كثيف إلا أن أعمال الحفريات في المنطقة ساهمت بإيضاح هذه التوضعات، تتمثل الصخور الرسوبية المغطية للمعقد الأفيوليتي بصخور حوارية حطامية ومارنية رملية الى مارنية كلسية (الشكل 5)



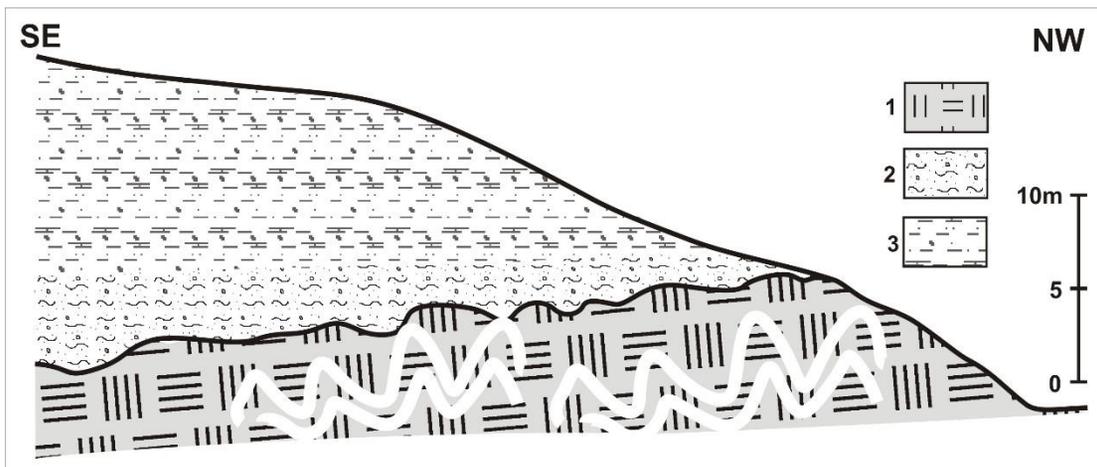
(الشكل 5): بروفيل يوضح صخور المعقد الأفيوليتي والصخور الرسوبية المتوضعة فوقه في موقع الضامات (1- راديولاريت، 2- حوار حطامي و مارن رملي)

موقع برنة: يقع عند الاحداثيات التالية: E: 35° 51' 58" - N: 35° 37' 46" جنوب شرق قرية برنة، حيث تتكشف الصخور الرسوبية المغطية لصخور المعقد الأفيوليتي والمتمثلة في هذا الموقع بالراديولاريت والغضار الأحمر اللون. تبدأ أولى الطبقات الرسوبية واضحة التكشف (الشكل 6) بصخور حوارية حطامية مع كتل و جلاميد ضمنها بسماكة قليلة لا تتجاوز 3 م تعلوها توضعات مارنية رملية الى مارنية كلسية بسماكة على كامل التكشف الصخري حوالي 10 م. (الشكل 6)



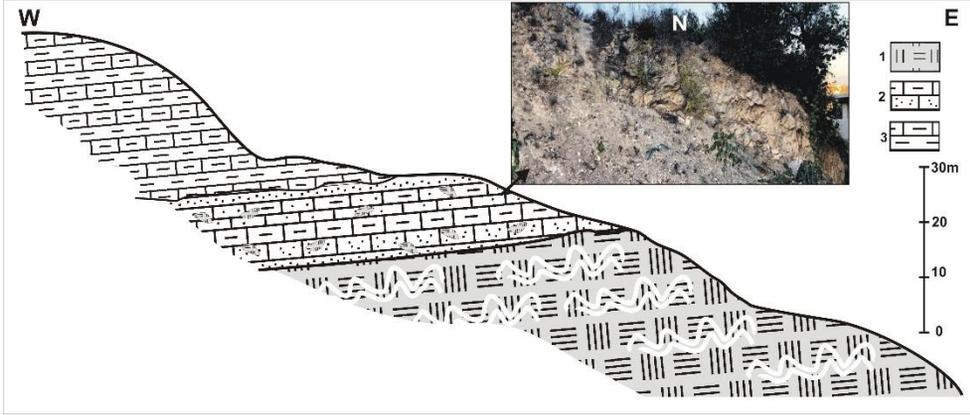
(الشكل 6): بروفيل يوضح صخور المعقد الأفيوليتي والصخور الرسوبية المتوضعة فوقه في موقع برنة (1- راديولاريت، 2- حوار رملي حطامي، 3- مارن رملي)

موقع الخابورية: يقع عند الاحداثيات التالية: $N: 35^{\circ} 38'$ $E: 35^{\circ} 52' 06.23''$ - $18.7''$ شمال قرية الخابورية وهو مشابه الى حد كبير لموقع برنة السابق حيث تتكشف الصخور الرسوبية المغطية لصخور المعقد الأفيوليتي والمتمثلة في هذا الموقع بالرادولاريت والغضار الأحمر المطوي والحاوي على شواهد نفطية اسفلتية. تبدأ أولى الطبقات الرسوبية (الشكل 7) بصخور حوارية رملية حطامية بسماكة 3 م تتحول تدريجياً الى مارن رملي ومارن كلسي بسماكة 15 م (الشكل 7).



(الشكل 7): بروفيل يوضح صخور المعقد الأفيوليتي والصخور الرسوبية المتوضعة فوقه في موقع الخابورية (1- راديولاريت، 2- حوار رملي حطامي، 3- مارن رملي)

موقع غرب الكنيسات: يقع عند الاحداثيات التالية: "2.24' 35° 53' E: 35° 37' N: 21.63"- غرب قرية الكنيسات، حيث تتكشف الصخور الرسوبية المغطية لصخور المعقد الأفيوليتي والمتمثلة في هذا الموقع بصخور من البيرودوتيت والسبرنتينيت الفاسدة وتعلوها طبقات من الراديولاريت والغضار الأحمر اللون، وهي على تماس واضح مباشرة مع صخور رسوبية تعلوها تبدأ أولى الطبقات الرسوبية بحجر كلسي رملي حطامي محمر اللون يحوي على حصى من صخور المعقد الأفيوليتي متناوبة مع طبقات كلسية مارنية رملية بسماكة تصل الى 15 م، تعلوها بتغير لیتولوجي واضح طبقات كلسية مارنية متناوبة مع طبقات مارنية بيضاء اللون بسماكة تصل الى 20 م ضمن التكتشف (الشكل 8).



(الشكل 8): بروفيل يوضح صخور المعقد الأفيوليتي والصخور الرسوبية المتوضعة فوقه في موقع الكنيسات

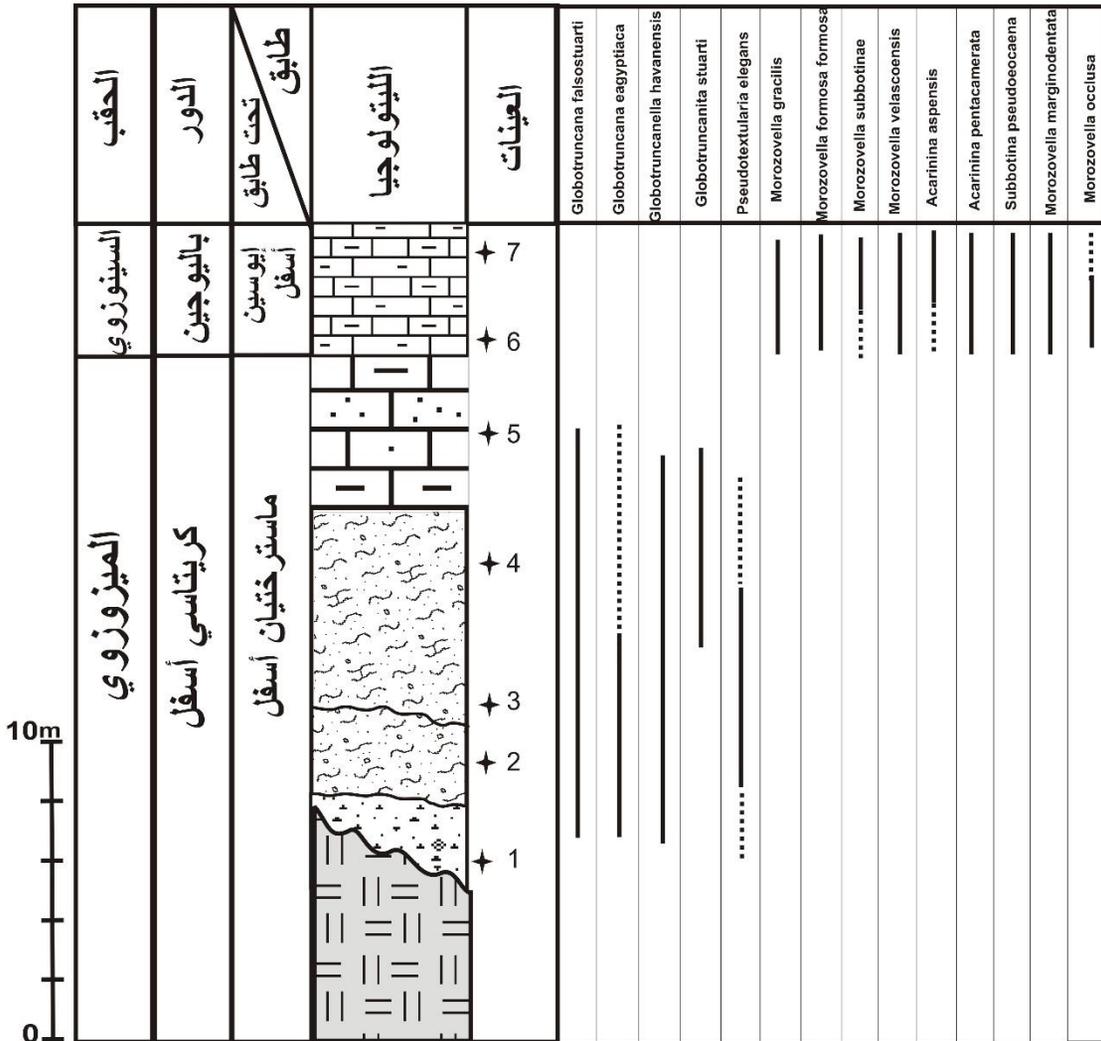
(1- راديولاريت، 2-كلس رملي، 3- كلس مارني)

الدراسة المستحاثية:

أُخذت من المقاطع المدروسة 19 عينة من الصخور الغضارية والمارلية المفككة والطرية وُحدد المحتوى المستحاثي (الأجناس والأنواع) بالطريقة التقليدية (تفتيت - غسل - تجفيف - تنقية - دراسة مجهرية)، بالاعتماد والمقارنة مع المراجع العلمية المتخصصة والعودة إلى الدراسات ذات الصلة. وفيما يلي وصف مفصل للنتائج التي توصل إليها البحث في مجال الدراسة المستحاثية:

1- أم الطيور:

أُخذت من هذا الموقع 7 عينات من التوضعات الغضارية والمارلية الطرية، وتم تحديد المحتوى المستحاثي لها (الشكل 9).

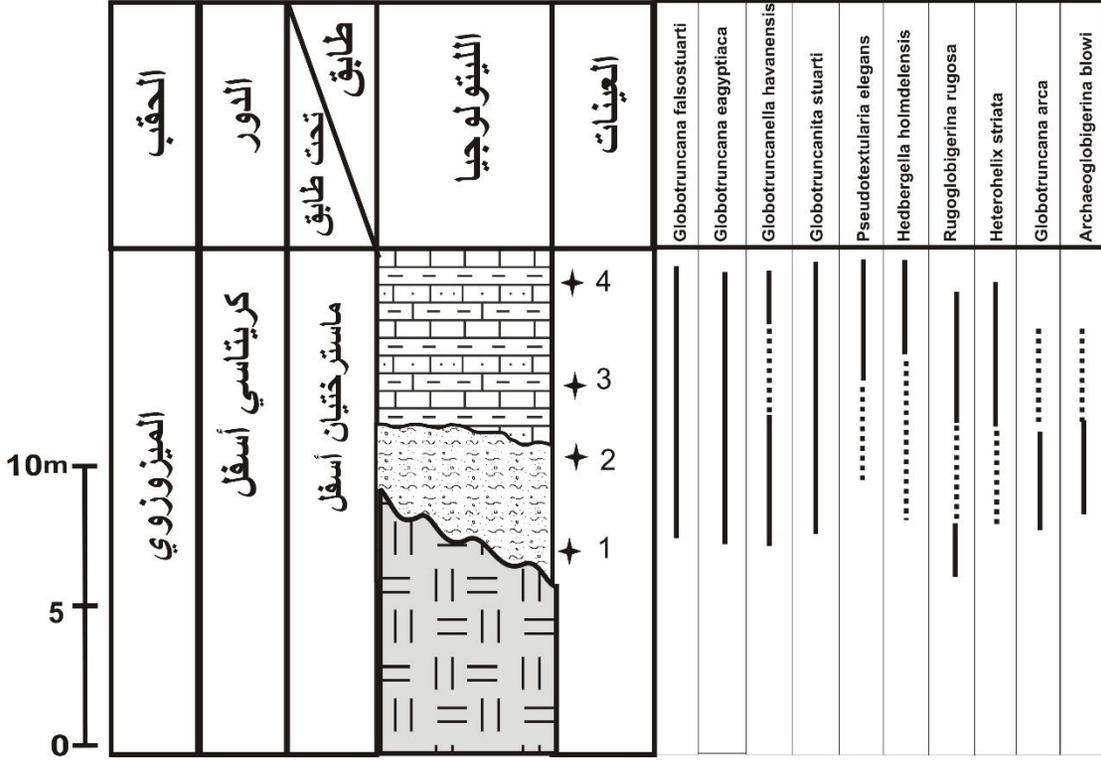


(الشكل 9): العمود الليتولوجي ومجالات تَوَزَع المنخربات في مقطع أم الطيور

تُظهر نتائج التحليل المستحاثي للعينات (1، 2، 3، 4، 5) أنها عائدة لعمر الماسترختيان الأسفل (*Globotruncana falsostuarti*)
 أما نتائج التحاليل المستحاثية للعينات (6، 7) فتظهر أنها عائدة لعمر الإيوسين الأسفل (نطاق *Acarinina pentacamerata*)

2- بلوران:

أُخذت من هذا المقطع 4 عينات من التوضعات الغضارية والمارلية الطرية، وتم تحديد المحتوى المستحاثي لها (الشكل 10)



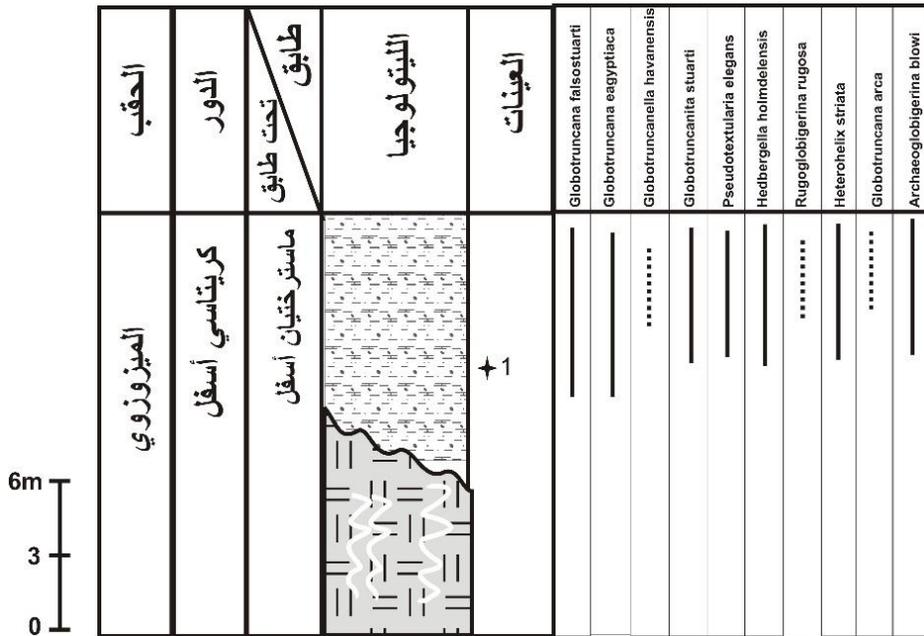
(الشكل 10): العمود الليتولوجي ومجالات توزع المنخريات في مقطع بلوران.

تُظهر نتائج التحليل المستحاثي للعينات أنها عائدة لعمر الماسترختيان الأسفل (نطاق

Globotruncana falsostuarti).

3- الضامات:

أُخذت من هذا المقطع عينة واحدة من التوضعات المارلية الطرية، وتم تحديد المحتوى المستحاثي لها (الشكل 11):



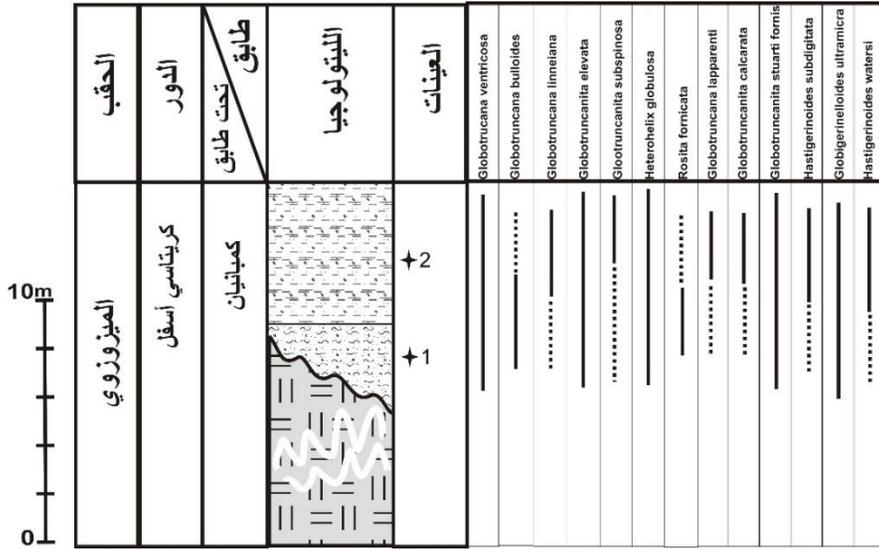
(الشكل 11): العمود الليتولوجي ومجالات توزع المنخربات في مقطع الضمامات

تُظهر نتائج التحليل المستحاثي للعيينة المأخوذة من الرسوبيات المتوضعة مباشرة فوق المعقد الأفيوليتي أنها عائدة لعمر الماسترختيان الأسفل (نطاق *Globotruncana falsostuarti*).

4- برنة:

أُخذت من هذا المقطع عينتان من التوضعات المارلية الطرية، وتم تحديد المحتوى المستحاثي لها (الشكل 12):

إعادة تدقيق ستراتغرافي للتشكيلات الرسوبية المتوضعة فوق صخور المعقد الأفيوليتي في رقعة اللانقية



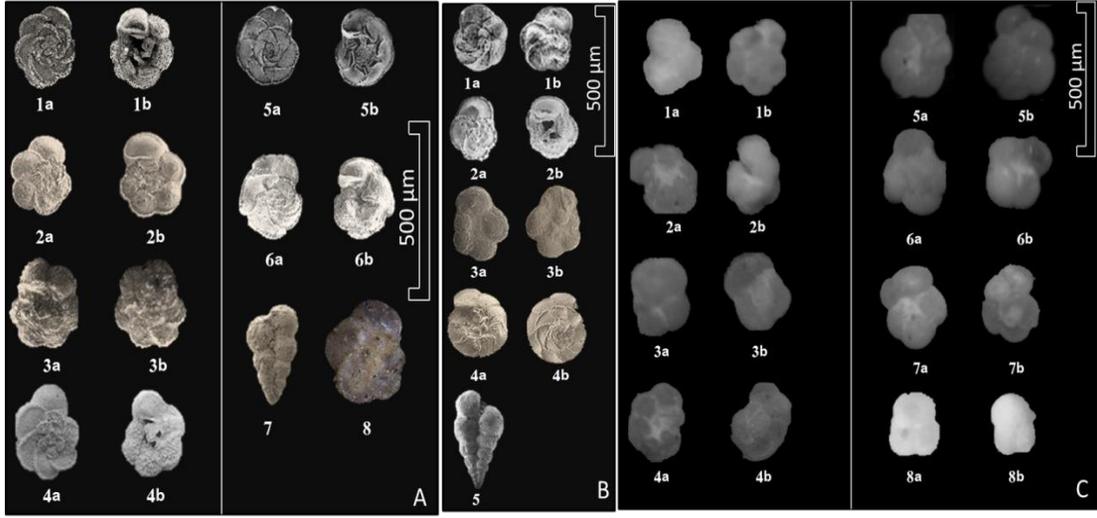
(الشكل 13): العمود الليتولوجي ومجالات توزع المنخربات في مقطع الخابورية.

تُظهر نتائج التحليل المستحاثي للعينات أنها عائدة لعمر الكمبريان ()

نطاق (*Globotruncana ventricosa*).

6- غرب الكنيسات

أُخذت من هذا المقطع ثلاث عينات من التوضعات المارلية الطرية، وتم تحديد المحتوى المستحاثي لها (الشكل 14):



(الشكل 15) صوراً مجهرية لبعض المنخربات المحددة للأعمار المدروسة

A-(الكمبانيان) 1- *Globotruncana ventricosa*, 2- *Globotruncana bulloides*, 3- *Globotruncana linneiana*, 4-*Globotruncana lapparenti*, 5- *Globotruncanita elevata*, 6- *Globotruncanita subspinosa*, 7- *Heterohelix globulosa*, 8- *Rosita fornicate*. B- (الماسرختيان الأسفل) 1- *Globotruncana falsostuarti*, 2- *Globotruncana aegyptiaca*, 3- *Globotruncanella havanensis*, 4- *Globotruncanita stuarti*, 5- *Pseudotextolaria elegans*. C- (الإيوسين الأسفل) 1- *Morozovella gracilis*, 2- *Morozovella formosa formosa* (BOLLI), 3- *Morozovella subbotinae* (MOROZOVA), 4- *Morozovella velascoensis* (CUSHMAN), 5- *Acarinina aspensis* (COLOM), 6- *Acarinina interposita* (SUBBOTINA), 7- *Acarinina pentacamerata* (SUBBOTINA), 8- *Subbotina pseudoecaena* (SUBBOTINA)

الاستنتاجات والتوصيات:

تبين دراسة المواقع السابقة للصخور الرسوبية التي تغطي مباشرة صخور المعقد الأفيوليتي أنّ عمر الاعتلاء الأفيوليتي في منطقة الباير - بسيط هو ما قبل الماسترختيان الى ما قبل الكمبانيان الأعلى وقد يكون سينونيان أسفل وليس ماسترختيان وهذا النتيجة توافق عمر الاعتلاء الأفيوليتي في مناطق مجاورة لمنطقة الباير - بسيط كما في منطقة Hatai و Lycian و Torrodos بحسب [4 ، 5] وفي مناطق أبعد من ذلك في شمال شرق الصفيحة العربية حيث بدأ الاعتلاء الأفيوليتي في نهاية التورونيان [8]، وهذه النتيجة تتوافق تماماً مع الغيابات المحلية والثغرات الستراتغرافية ضمن الكريتاسي الأعلى في سوريا حيث نجد في السلسلة الساحلية العديد من سطوح الحت والتعرية تمتد ما بين التورونيان والسانتونيان [9] وتسبب جزئياً غياب الكمبانيان الكونياسيان والسانتونيان وأحياناً تطل أعلى التورونيان أما في السلسلة التدمرية نلاحظ غياب الكونياسيان وأحياناً يوجد محلياً بسماكة قليلة جداً (عدة أمتار) على شكل حجر رملي حسب Ponikarov وكذلك الأمر في صفيحة حلب حيث يغيب الكونياسيان ويكون على شكل توضعات حطامية جصية في موقع وحيد قرب حماه.

نوصى بإجراء دراسة ستراتغرافية للرسوبيات المتوضعة أسفل المعقد الأفيوليتي وإجراء دراسة تفصيلية للرسوبيات المتوضعة فوق المعقد الأفيوليتي وذلك في مواقع أكثر من رقعة اللاذقية ورقعة كسب بغية تطوير النتائج الواردة في هذا البحث.

المراجع:

- 1- Ponikarov, V. (1966) Explanatory notes to the geological of Syria (Latakia and Hama sheet), scale 1/200000. Damascus
- 2-. Ponikarov, V. (1968). Explanatory notes to the geological of Syria (kasab sheet), scale 1/50000. Ministry of Petroleum and Mineral Resources. Damascus.
- 3- Jean-François Parrot (1974) Les Écailles Métamorphiques Infrapéridotitiques Du Baër-Bassit (Nord-Ouest De La Syrie).
- 4- Gass, I. G., Neary, C. R., Plant, J. Robertson, A. H. F., Simonian, K. O., Smewing, J.D., Spooner, E. T. C., and Wilson, R. A. M., (1975) Comments on "'The Troodos Ophiolitic Complex was Probably Formed in an Island Arc", by A. Miyashiro, and Subsequent Correspondence by H. Hynes and A. Miyashiro: *Earth and Planetary Science Letters*, V: 25, 236-238
- 5- R. Montigny R. Thuizat, H. Whitechurch, and T. Juteau. K-Ar (1981) Dating of Some Infra-Ophiolitic Metamorphic Soles From The Eastern Mediterranean: New Evidence For Oceanic Thrustings Before Obduction. *Earth and Planetary Science Letters*, 52 302-310.
- 6- Bednarz, U., and Schmincke, H. U. (1994) Petrological and Chemical Evolution of the Northeastern Troodos Ex-Trusive Series, *Cyprus. J. Petrol.* 35: 489–523

- 7- Jack Ajmian, (1997). Explanatory notes to the geological of Syria (Iatakia sheet), scale 1/50000. Ministry of Petroleum and Mineral Resources. Damascus.
- 8- Pearce, J. A., Lippard, S. J., and Roberts, S..(1998) Characteristics and Tectonic significance of Supra-Subduction Zone Ophiolites. In Kokelaar, B. P., and Howells, M. F. (Eds.), Marginal Basin Geology. *Geol. Soc. Spec. Publ. London*, 1617-94.
- 9- Morris, A., Anderson, M., Al-Riyami, K., Robertson, A. & Dixon, J., (2000), First Palaeomagnetic Results from the Baer Bassit Ophiolite of N. Syria. Abstract., *Geol. Soc.*
- 10-Robertson, A. H. F., Xenophontos, C., Danellan, T. and Dixon, J. E (2000). Tectonic Evolution of the Mesozoic Arabian Passive Continental Margin and Related Ophiolite in Baer-Bassit Region (NW Syria). Proceedings of the Third international conference on the Geology of the eastern Mediterranean. Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Geological Survey Department. Nicosia, Cyprus
- 11- Al-Riyami, K., Robertson, A. Dixon, J., Xenophontos, C., (2002) Origin and Emplacement of Late Cretaceous Baer-Bassit Ophiolite and its Metamorphic Sole in NW Syria. *Elsevier, Lithos* 65, , 225-260.

12- Filak, J. M.(2002) ..Les Plates-formes Carbonatées D'âge Crétacé Moyen À Supérieur De La Chaîne Côtière De Syrie. Universite de Provence.289.

13- Dutch Steven, (2003). Closure of the Tethys, *Plate Tectonics Page*, 40-47.

14- Sharland P. R, Casey D. M., Davies R. B., Simmons M.D., and Sutcliffe O.E. (2004) Arabian Plate Sequence Stratigraphy – revisions to SP2 GeoArabian, 9: p. 199 – 214.

15- Jennifer Inwood. (2005). The Tectonic Evolution Of The Hatay Ophiolite Of Southeast Turkey. University of Plymouth Research Theses,

.

دراسة تأثير العوامل الجوية على كفاءة الخلايا الشمسية

وليم العيسى¹

د. ناصر سعد الدين²

د. عبد الله رستناوي³

ملخص البحث

تم في هذا البحث دراسة تأثير كل من درجة الحرارة والرطوبة والغبار وشدة الإشعاع الشمسي على كفاءة الخلايا الشمسية، وتبين أن ترسب وتراكم الغبار المحمول جواً على الخلايا الشمسية تسبب في حدوث انخفاض كبير في تيار قصر الدارة، مما يؤدي إلى تقليل كفاءة الخلايا الشمسية، كما أن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة تيار الإشباع، مما يؤدي إلى تناقص جهد الدارة المفتوحة ويؤدي بالتالي إلى تناقص عامل الملء وبالنتيجة تناقص كفاءة الخلايا الشمسية، كما بينت الدراسة أن الرطوبة تؤثر سلباً على الخلايا الشمسية وأن زيادة شدة الإشعاع الشمسي الوارد يؤدي إلى ازدياد عدد الفوتونات الساقطة على سطح الخلايا الشمسية وبالتالي زيادة الاستطاعة الكهربائية للخلية.

الكلمات المفتاحية : خلية شمسية ، كفاءة ، درجة الحرارة ، الغبار ، الرطوبة ، شدة الإشعاع الشمسي.

1 طالب ماجستير في فيزياء المادة الكثيفة

2 أستاذ في قسم الفيزياء في كلية العلوم جامعة البعث

3 أستاذ في قسم الفيزياء في كلية العلوم جامعة البعث

1- الهدف من البحث :

دراسة تأثير كل من درجة الحرارة والرطوبة والغبار وشدة الإشعاع الشمسي على كفاءة الخلية الشمسية .

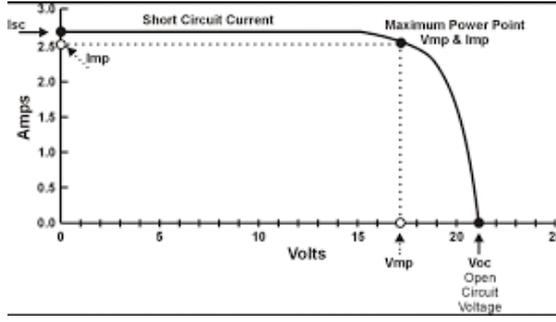
2- مقدمة :

الخلايا الشمسية عبارة عن أجهزة بسيطة مصنوعة من مواد نصف ناقلة تمتلك القدرة على امتصاص الضوء وتحويل جزء من الطاقة الضوئية الممتصة إلى حوامل carriers (ثقوب والكترونات) وبالتالي تيار كهربائي، فالخلية الشمسية ببساطة هي ثنائي diode مصمم ومنتج بعناية ليمتص طاقة الضوء (بكفاءة مقبولة) من الشمس وتحويلها إلى طاقة كهربائية. [1,2,3]

ولقد أصبحت للطاقة الشمسية مكانتها اللائقة بين مصادر الطاقة الأخرى في الوقت الحاضر واعتمدت ميزانيات كبيرة في أغلب الدول لاستغلال هذه الطاقة، كما تعددت الطرق المقترحة للاستفادة منها، مثل استخدام المرايا العاكسة لتجميع ضوء الشمس، أو ابتكار طرق لتجميع حرارة الشمس وامتصاصها، أو تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية [4,5,6].

بارامترات الخلية الشمسية :

- المنحني المميز للخلية الشمسية (I-V): تعطي الخلية الشمسية تيار مستمر ومن الرسم البياني للمنحني نجد أن الخلية لا تخضع لقانون أوم، وأن التناسب التيار مع الفولطية غير خطي الشكل (1)، ومن المنحني المميز يمكن تحديد كل البارامترات الكهربائية للخلية الشمسية.



الشكل (1): المنحني المميز I-V للخلية الشمسية

• نقطة الاستطاعة العظمى: Maximum Power Point

هي النقطة التي تكون عندها الاستطاعة المتولدة من الخلية أكبر ما يمكن، أي إن نقطة القدرة العظمى (MPP) هي نقطة القمة بين خط التيار وخط الفولطية على مخطط (I-V) الشكل (1).

وتحسب بحاصل الضرب للنقطة القصوى للفولط V_{mp} و النقطة القصوى للتيار

$$I_{mp}$$

وتعطى بالعلاقة:

$$P_{mpp} = V_{mp} \cdot I_{mp} \quad \dots \quad (1)$$

• تيار قصر الدارة I_{sc} : يمثل أقصى شدة للتيار المتولد ضوئياً ويتم الحصول عليه عندما تكون المقاومة معدومة $R = 0$ ، أي عند عدم وجود حمولة، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$I_{sc} = I_0 \left(e^{q \cdot V_{oc} / kT} - 1 \right) \quad \dots \quad (2)$$

- **جهد الدارة المفتوحة V_{oc}** : تمثل أقصى قيمة لفرق الكمون الذي تنتجه الخلية ويتم الحصول عليها عندما تكون المقاومة لا نهائية ويعطى بالعلاقة التالية :

$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \ln \frac{I_{sc}}{I_0} \quad \dots \quad (3)$$

حيث K ثابت بولتزمان و T درجة الحرارة، I_0 تيار الإشباع للوصلة.

- **عامل الملء FF** : يعد عامل الملء مقياس لمدى حدة المنحني المميز للخلية الشمسية ومدى قربه من منحني الخلية (V_{oc}, I_{sc}) حيث أنه يمثل المساحة المحصورة بين منحني (V_{oc}, I_{sc})، ومنحني (I_m, V_m)، وقيمه بالنسبة للخلايا ذات الكفاءة المقبولة بين (0.75-0.85) ويحسب من العلاقة :

$$FF = \frac{V_m \cdot I_m}{V_{oc} \cdot I_{sc}} \quad \dots \quad (5)$$

- **الكفاءة η** : تمثل مقدار تحويل الخلية الطاقة الضوئية الواردة P_{in} لطاقة كهربائية وتحسب من العلاقة: [7,8,9]

$$\eta = \frac{V_m \cdot I_m}{P_{in}} \quad \dots \quad (6)$$

القسم العملي:

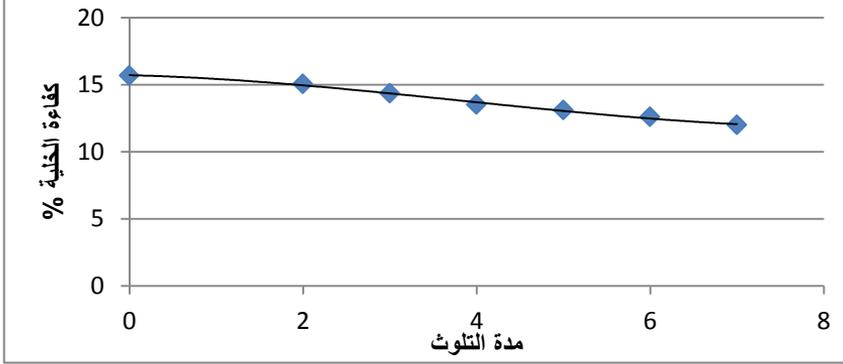
أولاً: دراسة تأثير الغبار على أداء الخلية الشمسية : يمثل الغبار جزءاً كبيراً من الجزيئات الطبيعية وهذه الجسيمات لها أقطار تصل إلى عدة ميكرونات، وبالتالي فهي قادرة على تشتت وامتصاص الطاقة الشمسية الذي يؤثر على كفاءة الخلايا الشمسية، إذ يسبب تراكم الغبار على الغطاء الزجاجي إلى انخفاض طاقة الخلايا الشمسية وبالتالي انخفاض كفاءتها.

قمنا بإجراء جريت تجارب بيئية حقيقية في منطقة حمص لدراسة تأثير تراكم الغبار على الخلايا الشمسية المثبتة بزاوية محددة ، وبيّن الجدول (1) كفاءة الخلية الملوثة وكفاءة الخلية النظيفة عند زاوية ميل الخلية الشمسية 45° :

مدة التلوث	كفاءة خلية نظيفة	كفاءة خلية ملوثة
يومين	15.69	15.06
ثلاثة أيام		14.35
أربعة أيام		13.51
خمسة أيام		13.1
ستة أيام		12.6
سبعة أيام		12

الجدول (1) كفاءة الخلية الملوثة وكفاءة الخلية النظيفة عند زاوية ميل الخلية الشمسية 45°

ويبين الشكل (2) علاقة بين كفاءة الخلية الشمسية ومدة التلوث:



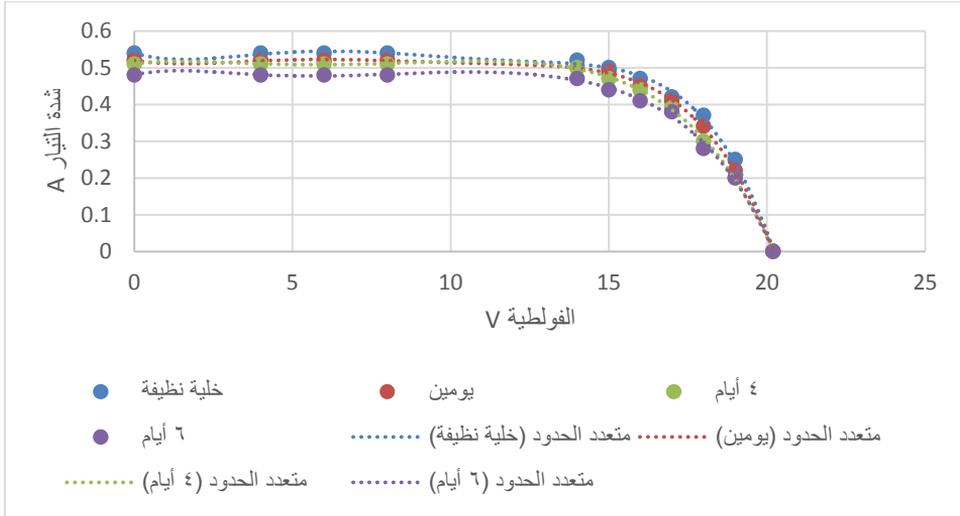
الشكل(2): يمثل تأثير مدة التلوث على كفاءة الخلية

منحي I-V لخلية شمسية معرضة للتلوث لمدة يومين أيام:

I	0	0.22	0.34	0.41	0.45	0.49	0.5	0.52
V	20	19	18	17	16	15	14	0

منحي I-V لخلية شمسية نظيفة:

I	0	0.25	0.37	0.42	0.47	0.5	0.52	0.54
V	20.2	19	18	17	16	15	14	0



أظهرت النتائج التجريبية أن ترسب وتراكم الغبار المحمول جواً على الخلايا الشمسية تسبب في حدوث انخفاض كبير في تيار قصر الدارة ، مما يؤدي إلى تقليل كفاءة الخلايا الشمسية، ويرجع هذا التأثير إلى انخفاض النفاذية التي تتأثر بكثافة ترسب الغبار وأحجام الجسيمات ، علاوة على ذلك فإن التنظيف بالماء الطبيعي ضروري لإزالة الغبار، وبالتالي يتم الحصول على أفضل كفاءة الخلايا الشمسية، وفي مثل هذه الحالة يوصى بشدة باستخدام نظام التنظيف الذاتي خاصة في المناطق المترتبة التي قد تكون مفيدة لمنع تراكم الغبار وتحسين أداء وحدة الطاقة .

ثانياً: دراسة تأثير درجة الحرارة على أداء الخلية الشمسية

إن درجة الحرارة التي تعمل بها الوصلة p-n تؤثر على خصائصها الكهربائية ، والسبب الرئيسي في ذلك يعود إلى ازدياد حاملات الشحنة الأقلية بسبب أزواج الإلكترون-ثقب على جانبي خط الفصل.

ومن نتائج ازدياد حاملات الشحنة الأقلية هو انخفاض جهد الوصلة وهذا يقلل من عرض منطقة الاستنزاف وأيضا يزداد تيار الإشباع الناتج عن الحاملات الأقلية وبالتالي

دراسة تأثير العوامل الجوية على كفاءة الخلية الشمسية

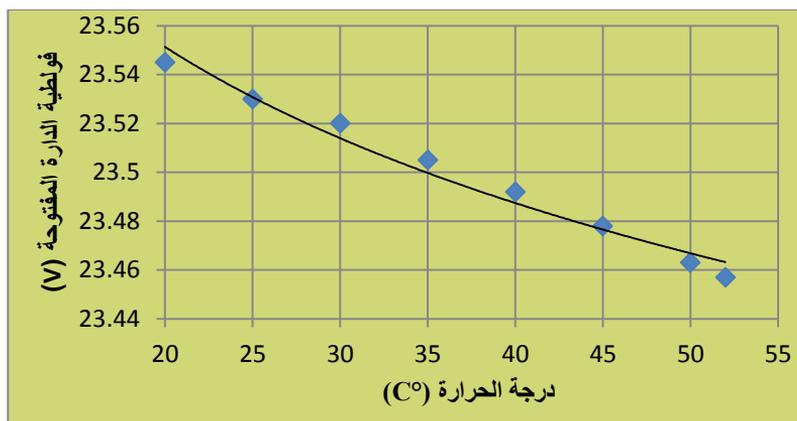
البارامتر الأكثر تضرراً من زيادة درجة الحرارة في الخلية الشمسية هو جهد الدائرة المفتوحة.

يبين الجدول التالي تأثير درجة حرارة الخلية الشمسية على تيار الدارة المقصورة وجهد الدارة المفتوحة

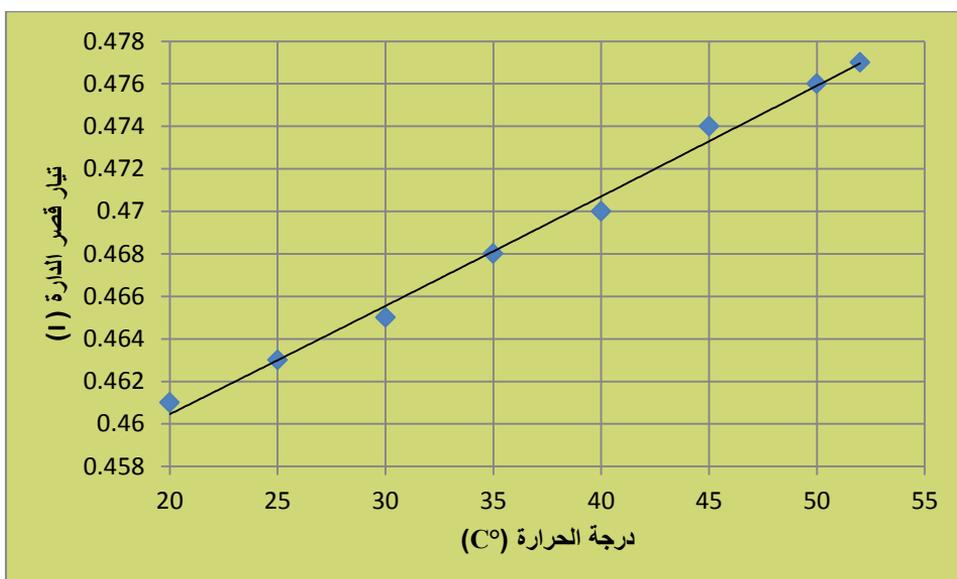
في يوم 2019/6/29 ، شدة الإشعاع الشمسي 78klu ، وزاوية ميل الخلية الشمسية 45° ، خلال زمن قياس قدره نصف ساعة على سطح المنزل

$T^\circ\text{C}$ (للخلية)	I_{sc}	V_{oc}
20	0.461	23.545
25	0.463	23.530
30	0.465	23.520
35	0.468	23.505
40	0.47	23.492
45	0.474	23.478
50	0.476	23.463
52	0.477	23.457

الجدول (3) تأثير درجة حرارة الخلية الشمسية على تيار الدارة المقصورة وجهد الدارة المفتوحة



الشكل (3): تغيرات جهد الدارة المفتوحة بدلالة درجة الحرارة



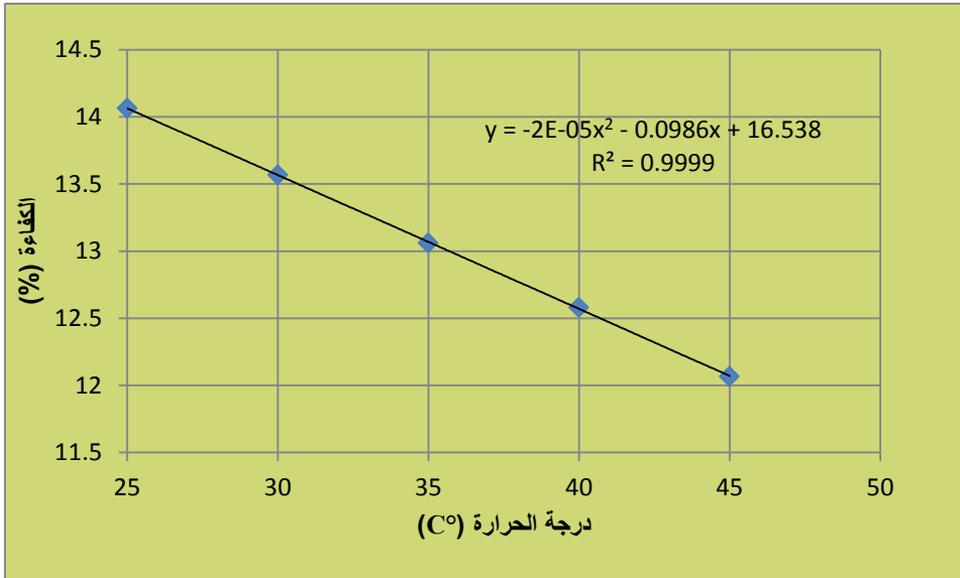
الشكل (4): يمثل تغيرات تيار قصر الدارة بدلالة درجة الحرارة

دراسة تأثير العوامل الجوية على كفاءة الخلية الشمسية

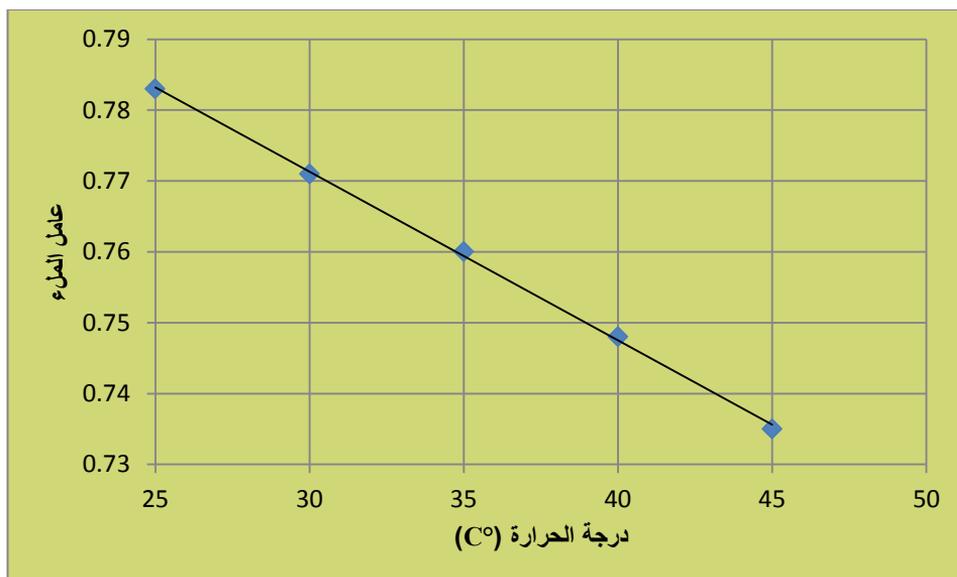
وفي يوم 2019/10/14 وعند الساعة 12 وعند الزاوية الأفقية :

عامل الملء	الكفاءة	الاستطاعة العظمى (W)	درجة الحرارة
0.735	12.0671	6.29	45
0.748	12.5792	6.46	40
0.76	13.0612	6.63	35
0.771	13.5675	7.14	30
0.783	14.0647	7.2	25

الجدول (3) تأثير درجة الحرارة على كفاءة الخلية الشمسية



يمثل الشكل(5): علاقة الكفاءة بدرجة الحرارة



الشكل (6) تغيرات عامل الماء بدلالة درجة الحرارة

يتضح من الجداول السابقة تغير بارامترات الخلية الشمسية مع تغير درجة الحرارة عند شدة إشعاع (78 klux)، حيث أنه بزيادة درجة الحرارة فإن الكثير من الالكترونات ستكون قادرة على التحرك من عصابة التكافؤ إلى عصابة الناقلية، علاوة على الالكترونات الإضافية منها في عصابة الناقلية والثقوب في عصابة التكافؤ التي تؤدي إلى زيادة تيار الإشباع، مما يؤدي إلى تناقص جهد الدارة المفتوحة بمقدار $(3 \times 10^{-3} \text{V}/^\circ\text{C})$ ، هذا التناقص في الجهد يسمح لحاملات الشحنة المتهيجة حرارياً أن تعبر الوصلة في كلا الاتجاهين، ولكن تيار قصر الدارة يزداد بمقدار $(6 \times 10^{-4} \text{A}/^\circ\text{C})$ ، ويؤدي بالتالي إلى تناقص عامل الماء بمقدار $(2.4 \times 10^{-3}/^\circ\text{C})$ وبالنتيجة تناقص كفاءة الخلية بمقدار $(0.101\%/^\circ\text{C})$.

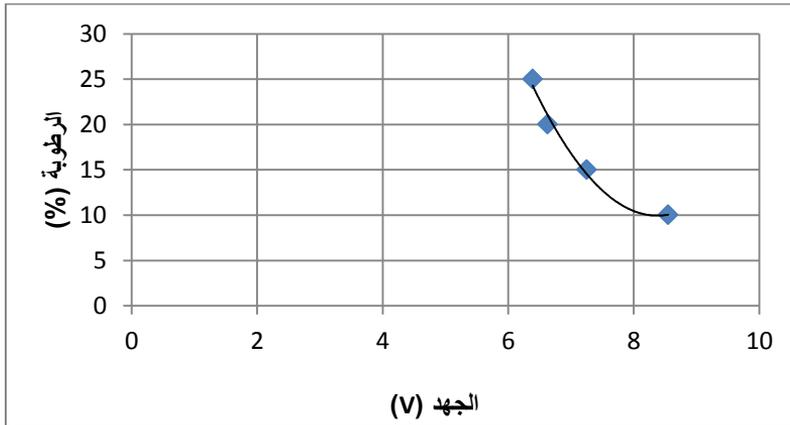
ثالثاً: دراسة تأثير الرطوبة على أداء الخلية الشمسية

وفقاً لحقيقة أن قشرة الأرض تتكون أساساً من 70% من المياه ، فإن الطاقة التي تضرب الأرض تضرب بشكل غير مباشر المياه / المحيطات مما يساعد في زيادة مستوى الرطوبة.

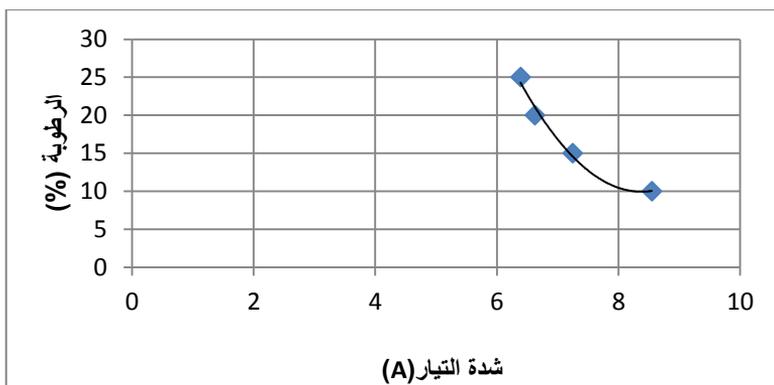
تم جمع البيانات وترتيبها في الجدول التالي وذلك ضمن مدة زمنية مقدارها عشر أيام في نهاية فصل الخريف ، وكانت النتائج كالتالي :

الرطوبة (%)	الجهد	شدة التيار	الاستطاعة الكهربائية P_{MPP} (W)
10	15	0.56	8.55
15	14.5	0.5	7.25
20	14.4	0.46	6.624
25	14.2	0.45	6.39

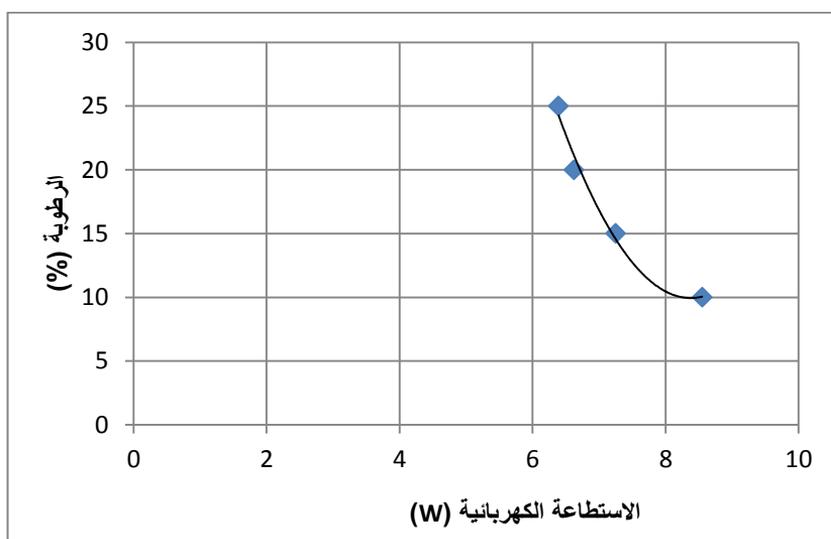
الجدول (4) تأثير الرطوبة على الجهد الفعلي للخلية الشمسية



الشكل (6) يبين تأثير الرطوبة على الجهد الفعلي للخلية الشمسية



الشكل (7) يبين تأثير الرطوبة على التيار الفعلي للخلية الشمسية



الشكل (8) يبين تأثير الرطوبة على الاستطاعة الكهربائية للخلية الشمسية

نستنتج أن للرطوبة تأثيراً على الخلايا الشمسية التي تخلق عقبات أمام طاقة الضوء، مما يجعل الجهاز يعمل بكفاءة أقل مما يمكن أن يكون بدونها.

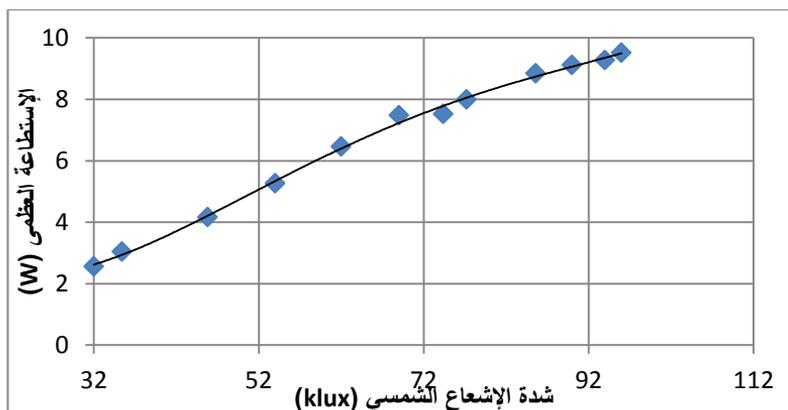
عندما يصطدم الضوء المكون من الطاقة (الفوتون) بطبقة المياه التي هي أكثر كثافة، فإن الانكسار يؤدي إلى تقليل شدة الضوء الذي يظهر في الواقع السبب الجذري لتناقص الكفاءة. وأيضاً فإن تبعثر الضوء وانكساره يؤدي إلى توهين الإشعاع الشمسي. بسبب ما سبق فإن الرطوبة تؤثر سلباً على الخلية الشمسية.

رابعاً: دراسة تأثير شدة الإشعاع الشمسي على أداء الخلية الشمسية :

تتأثر شدة الإشعاع الشمسي قبل وصوله إلى الأرض بعاملين أساسيين هما: الغلاف الجوي و الزوايا الشمسية التي يسقط بها الإشعاع على الأرض والتي يمكن من خلالها توقع شدة الإشعاع في موقع معين من الأرض اعتماداً على مكانه من الكرة الأرضية والزمن (اليوم والشهر والسنة) ، يبين الجدول (5) تغيرات شدة الإشعاع الشمسي والاستطاعة العظمى للخلية الشمسية

شدة الإشعاع الشمسي (klux)	الاستطاعة العظمى (W)
96	9.52
94	9.28
90	9.12
85.6	8.84
77.2	8
74.4	7.52
69	7.48
62	6.46
54	5.27
45.8	4.16
35.4	3.04
32	2.56

الجدول (5) تغيرات شدة الإشعاع الشمسي والاستطاعة العظمى للخلية الشمسية



الشكل (9): يوضح علاقة الاستطاعة العظمى بشدة الإشعاع الشمسي

نستنتج أنه كلما زادت شدة الضوء الوارد أي ازداد عدد الفوتونات الساقطة على سطح الخلية الشمسية ازداد عدد الإلكترونات والثقوب المنشأة بواسطة تلك الفوتونات (حيث أنه يمكن لكل فوتون إنشاء زوج إلكترون-ثقب) وبالتالي زيادة الاستطاعة الكهربائية للخلية .

الخاتمة :

أظهرت النتائج التجريبية عند دراسة تأثير العوامل الجوية (الغبار، الرطوبة ، درجة الحرارة، شدة الإشعاع الشمسي) على أداء الخلية الشمسية :

✓ ترسب وتراكم الغبار المحمول جواً على الخلايا الشمسية تسبب في حدوث انخفاض كبير في تيار قصر الدارة ، مما يؤدي إلى تقليل كفاءة الخلايا الشمسية، ويرجع هذا التأثير إلى انخفاض النفاذية التي تتأثر بكثافة ترسب الغبار وأحجام الجسيمات

✓ زيادة درجة حرارة تؤدي إلى زيادة تيار الإشباع، مما يؤدي إلى تناقص جهد الدارة المفتوحة بمقدار $(3 \times 10^{-3} \text{V}/^\circ\text{C})$ ، هذا التناقص في الجهد يسمح لحاملات الشحنة المثيجة حرارياً أن تعبر الوصلة في كلا الاتجاهين، ولكن تيار قصر الدارة يزداد بمقدار $(6 \times 10^{-4} \text{A}/^\circ\text{C})$ ، ويؤدي بالتالي إلى تناقص عامل الملء بمقدار $(2.4 \times 10^{-3}/^\circ\text{C})$ وبالنتيجة تناقص كفاءة الخلية بمقدار $(0.101\%/^\circ\text{C})$

✓ الرطوبة تؤثر سلباً على الخلية الشمسية، بسبب تبعثر الضوء وانكساره الذي يؤدي إلى توهين الإشعاع الشمسي

✓ زيادة شدة الإشعاع الشمسي الوارد يؤدي إلى ازداد عدد الفوتونات الساقطة على سطح الخلية الشمسية وبالتالي زيادة الاستطاعة الكهربائية للخلية

المراجع العلمية

- 1-RYAD, M.; MARTIN, H.; SIEFAN, R.; GUNTHER, S. *Comparison of Modelled and Measured Tilted Solar Irradiance for Photovoltaic Applications*. MDPI, ENERGIES, Received: 9 August 2017; Accepted: 16 October 2017; Published: 25 October (2017).
- 2- **Bailey, Robert L.** 1980. *Solar Electrics Research and Development*. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Sciences; pp. 2-186.
- 3- **Cheremisinoff, Paul N.; Dickinson, William C.** (eds.). 1980. *Solar Energy Technology Handbook, Part A*. New York, NY: Marcel Dekker, Inc.; pp. 1-167.
- 4- **Dixon, A.E.; Leslie, J.D.** (eds.). 1979. *Solar Energy Conversion*. New York, NY: Pergamon Press; pp. 1-37.
- 5- **Rauschenbach, H.S.** 1980. *Solar Cell Array Design Handbook*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold Co.; pp. 6-14, 155-160.
- 6- **1. Green M. Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications**, Chap. 1, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1-12 (1982).
- 7- **Potsavage Jr, William J. Physics and engineering of organic solar cells**. Diss. Georgia Institute of Technology, 2010.

- 8- Jager, Klaus, Olindo Isabella, and Arno HM Smets. "Rene'ACMM, Van Swaij, Miro Zeman,“." **Solar Energy fundamentals, technology, and systems** (2014).
- 9- Zhang, Chunfu, et al. "A simple and efficient solar cell parameter extraction method from a single current-voltage curve." *Journal of applied physics* 110.6 (2011): 064504.

دراسة الصفات الشكلية والتشريحية عند نبات *Asparagus acutifolius* L. هليون مستدق الورق في مدينة اللاذقية.

أ.م.د. عفيفة عيسى* أ. د عماد حويجة** أردلان نعمان***

الملخص:

تناول هذا البحث دراسة الصفات الشكلية للهليون مستدق الورق *Asparagus acutifolius* L. بينت الدراسة المورفولوجية أن النبات ينمو في البداية كبرعم (سوق غضة) يحمل أوراق حقيقية حرشفية مثلثية الشكل وبعدها يكبر هذا البرعم ليعطي سوق هوائية متورقة (Cladodes) تقوم بعملية التمثيل الضوئي وهي إبرية الشكل ومجمعة في حزم يبلغ عددها (6-30) في كل حزمة ومتوسط أطوالهم (4.35mm)، النبات وحيد الجنس ثنائي المسكن، الأزهار صغيرة جرسية الشكل ذات لون أصفر مخضر، الثمرة عنبية سوداء اللون تحوي (1-3) بذور كروية سوداء اللون. أوضحت الدراسة التشريحية أن المقطع العرضي للجذر دائري الشكل ويحتوي على حزم رافيد في منطقة القشرة، أما بالنسبة للمقطع العرضي للسوق المتورقة فكان أيضاً دائري الشكل واحتوت طبقة النسيج الداعم على بلاستيدات خضراء وحبيبات النشاء وحزم رافيد، وفي المقطع العرضي للسوق الغضة كانت الحزم الوعائية الناقلة صغيرة وكثيرة العدد، كما أوضحت الدراسة التشريحية للبشرة أن الثغور متوزعة على السوق المتورقة وهي من النمط غير منتظم الخلايا المساعدة وخلايا البشرة المجاورة للثغور كانت معينة الشكل.

الكلمات المفتاحية: هليون مستدق الورق - الدراسة الشكلية - التشريحية - الثغور - سوق متورقة.

*أستاذ مساعد - قسم علم الحياة النباتية - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا **أستاذ دكتور - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا ***طالبة الدراسات العليا (ماجستير) - قسم علم الحياة النباتية - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

Study of the morphological and anatomical characteristics of *Asparagus acutifolius* L. plant in Lattakia City.

Dr. Afifa Issa* Dr. Emad Hwija** Ardeelan Noaman***

ABSTRACT:

This research deals with the study of the morphological characteristics of *Asparagus acutifolius* L. The morphological study showed that the plant is initially growing as a young turions (tender stem) that carries real triangular scaly leaves then this young turions grows to give a foliated aerial stem (Cladodes) that performs photosynthesis, which is needle-shaped and collected in bundles of (6-30) in each bundle, and their average length is (4.35mm), the plant is unisexual dioecious, Flowers are small bell-shaped greenish yellow, the fruit is a black grape containing (1-3) black spherical seeds. The anatomical study showed that the cross-section of the root is circular in shape and contains raphides bundles in the cortex, As for the cross-section of the cladodes it was also circular in shape and the palisade parenchym contained chloroplasts and starch granules and raphides bundles, In the cross section of the young turions the vascular bundles were small and numerous. The anatomical study of the epidermis showed that the stomata are distributed over the cladodes and are of the type anomocytic and the epidermal cells adjacent to the stomata were rhombic.

Keywords: *Asparagus acutifolius*, morphological study – anatomical – stomata - Cladodes.

*Doctor, Dep. Of plant Biology – Faculty of Sciences – Tishreen University- Lattakia- Syria. **Prof. Dr, Dep. of Chemistry – Faculty of Sciences – Tishreen University- Lattakia-Syria. ***Postgraduate Student , Dep. of Plant Biology – Faculty of Sciences – Tishreen University- Lattakia-Syria

المقدمة:

تعد النباتات البرية أهم الثروات المتاحة للجنس البشري، حيث أصبح عدد هذه الأنواع الموجودة في بلد ما مؤشراً يدل على رقي هذا البلد [1]، كما تعتبر النباتات البرية الصالحة للأكل من المصادر البديلة للأغذية الصحية والمغذية ذات أهمية بالغة في دعم سلة الغذاء العالمية في جميع أنحاء العالم بشكل عام [2].

تأخذ الدراسات الشكلية لكل أجزاء النبات والشكلية الدقيقة، ومنها دراسة بشرة الورقة وزوائدها حيزاً كبيراً من الاهتمام كونها تلعب دوراً مهماً في تصنيف الأنواع المحلية [3]، وتعد دراستها مصدراً هاماً للمعلومات حيث أن دراسة صفات البشرة المختلفة وما تحتويه من ثغور وأوبار تفيد في حل القضايا التصنيفية والتطورية [4]، كما أن استخدامات الدراسات النسيجية القائمة على الأدلة التشريحية تغني الدراسات التصنيفية [5].

تزايد الاهتمام العالمي خلال العقود الأخيرة بالنباتات الطبية على مختلف المستويات بعد أن تحقق بالعلم الحديث أهميته البيولوجية وفعالته العلاجية ضد الكثير من الأمراض التي تصيب الإنسان. ومن هنا، توجهت الأنظار على الطبيعة الزاخرة بالنباتات الطبية والعطرية واستخدامها في العلاج والوقاية من الأمراض التي تصيب الإنسان [6].

ومن أهم هذه النباتات الطبية جنس الهليون *Asparagus* الذي يحتوي على 300 نوع منتشر في جميع أنحاء العالم بالمناطق المعتدلة والاستوائية [7]، وتتميز نباتات هذا الجنس بأشكال مختلفة (عشبي - شجيري - متسلق) كما أن جميع الأنواع تملك سوق متورقة تقوم بعملية التركيب الضوئي وتتحوّل الأوراق إلى قشور صغيرة حيث يتم تزويد النباتات بجذور تنشأ منها البراعم الهوائية، وينتشر أنواع هذا الجنس في بلدان البحر الأبيض المتوسط وخاصةً في المنافذ البيئية المظلمة والرطبة [8].

أشارت دراسات علم الوراثة الجزيئية على أن السوق المتورقة لنبات الهليون تتطور من شكل يشبه الأوراق (مفلطح) إلى شكل يشبه العصية (اسطواني) [9][10]، كما تم

تحديد الجينات المشاركة في المسار التطوري لتحويل البراعم الإبطية إلى سوق متورقة [11].

أما النوع هليون مستدق الورق أو الهليون البري *Asparagus acutifolius* L. فهو نبات بري صالح للأكل، يتم استخدامه في مجموعة متنوعة من المأكولات التقليدية في جميع بلدان البحر الأبيض المتوسط [12] غنية بالفلافونويدات مما يظهر نشاطاً عالياً كمضادات أكسدة [13] كما يعتبر نبات طبي مفيد للصحة ويستخدم في العلاجات الطبية التقليدية كمدر للبول ومضاد للالتهابات [14][15]، ويعد مصدر غني للعديد من المركبات الطبيعية ذات فعالية بيولوجية مختلفة (مضادات جراثيم، مضاد سرطان) كما أنه يقوم بخفض الكوليسترول [16][17].

في دراسة تشريحية لجذور أنواع الهليون الموجودة في تركيا حيث تم عمل مقاطع عرضية في جذر كل نوع من بينهم نوع هليون مستدق الورق وتمت دراسة الأنسجة التي تتكون منها الجذر وإجراء مقارنة بين الأنواع [18].

في الجزائر قامت مجموعة من الباحثين بإجراء دراسة تشريحية لخمسة أنواع من جنس الهليون من بينهم *A. acutifolius* تبين فيها وجود اختلافات بين الأنواع في شكل المقاطع العرضية من السوق المتورقة (Cladodes) وسماكة البشرة وشكل خلاياها وعدد الحزم الوعائية ووجودها حيث ان الصفات المورفولوجية والتشريحية للسوق المتورقة من المعايير المهمة لتصنيف الأنواع ضمن جنس الهليون [19].

وفي بلغاريا تم دراسة الخصائص المورفولوجية والتشريحية لخمسة أنواع من جنس الهليون وتم التعرف على السمات التشريحية للسوق المتورقة والسوق الغضة وتقييمها كأداة للتصنيف بين الأنواع [20].

وفي اللاذقية تم إجراء دراسة مورفولوجية للنوع *A.acutifolius* إضافةً إلى دراسة تشريحية لبشرة السوق المتورقة حيث تبين وجود ثغور من نمط Anomocytic أي غير منتظم الخلايا المساعدة كما تم تحديد نمط خلايا البشرة المجاورة للثغر. [21].

أهمية البحث وأهدافه:

إن إغناء دراسات الفلورا السورية والتعمق فيها لتشمل نواحٍ أخرى كالدراسة الشكلية الظاهرية والشكلية الدقيقة حاجة ماسة لما لها من أهمية تصنيفية في تحديد الأنواع المحلية وقلة الدراسات المحلية المتعلقة بهذا النوع وأهمية هذا النبات من الناحية الغذائية. ويهدف هذا البحث إلى دراسة شكلية لأجزاء النبات بالكامل (الساق الغضة، الساق المتورقة، الأزهار، الثمار، البذور) ودراسة تشريحية للجذر والساق الغضة والساق المتورقة ودراسة تشريحية للبشرة لمعرفة نمط الثغور.

مواد وطرائق البحث:

المواد:

تم جمع العينات من مدينة اللاذقية على مدى عامي 2021 و 2022 في جميع مراحل نمو النبات (التبرعم، الإزهار، الإثمار).

المادة النباتية: جمعت العينات (السوق المتورقة- السوق الغضة- الجذر- الأزهار- الثمار) ونظفت من الأتربة والأوساخ والحشرات العالقة بها وحفظت بطريقتين:

- الطريقة السائلة: تحفظ ضمن عبوات بلاستيكية تحوي محلول مثبت F.A.A - { 90 مل كحول إيثيلي + 5 مل حمض الخل الثلجي + 5 مل فورمول } .
- الطريقة الجافة: جففت العينات بأوراق الجرائد ووضعت ضمنها بشكل منسق ثم نقلت إلى لوحات كرتونية بعد أن جفت أصبحت بشكل معشب.

المواد والأجهزة:

- 1- مجهر ضوئي
- 2- مكبرة
- 3- أدوات مخبرية (أطباق بتري - زجاجات ساعة- شرائح- ساترات- مشرط- أنابيب مدرجة- أنابيب اختبار.....).
- 4- مواد كيميائية لحفظ العينات وتلوين المقاطع: (ملون أزرق الميثيل - التلوين المضاعف- حمض خل- حمض خل ثلجي- كحول إيثيلي- فورمول).

طرائق البحث:

1- الدراسة الشكلية (المورفولوجية):

قمنا بإجراء دراسة للصفات الشكلية لأجزاء النبات المختلفة: (ساق متورقة- ساق غضة- زهرة- ثمرة) كما تمت دراستها من حيث الطول والسماكة واللون والشكل وقيست الأبعاد باستخدام ورقة مليمترية وبواسطة المكبرة واعتمدنا متوسط 10 قياس للأزهار المؤنثة والمذكورة و20 قياس- للسوق الغضة والسوق المتورقة والثمرة والبذرة.

تم التوصيف الشكلي للنوع بالإستعانة بالفلورات النباتية والمراجع العلمية المختصة [21][22][23].

2- الدراسة التشريحية: تضمنت الدراسة بنية نسيج الجذر والسوق الغضة والسوق المتورقة وتم إجراء عدد كبير من المقاطع العرضية للجذر والساق المتورقة والساق الغضة وتمت دراسة الأنسجة التي تتكون منها هذه الأعضاء ولونت المقاطع باستخدام التلوين المضاعف وأزرق الميثيل وعملت المقاطع بالطريقة اليدوية وفق الخطوات التالية:- عمل مقاطع عرضية رقيقة بواسطة شفرة حادة.

- توضع المقاطع في زجاجة ساعة تحوي على هيبوكلوريد الصوديوم لمدة خمس دقائق حتى زوال اللون.
 - تنقل المقاطع إلى زجاجة ساعة أخرى تحوي ماء مقطر للغسل من هيبوكلوريد الصوديوم.
 - تنقل بعدها المقاطع إلى زجاجة ساعة أخرى تحوي حمض الخل وتترك لمدة 5 دقائق.
 - تنقل المقاطع إلى زجاجة ساعة تحوي التلوين المضاعف وتترك لمدة 5 دقائق.
 - تغسل المقاطع بالماء المقطر لإزالة الصباغ الزائد. تم اختيار أفضل المقاطع ووضعت على شريحة زجاجية ووضع عليها قطرة من الغليسيرين ثم غطيت بساترة وتمت دراستها بالمكبرة والمجهر الضوئي على التكبيرين (400X, X₁₀₀).
- 3- الدراسة التشريحية للبشرة: تحديد نمط الثغور بإجراء كشط لبشرة للسوق المتورقة مباشرة أو من السوق المتورقة المحفوظة بال F.A.A ووضعها على صفيحة زجاجية ثم غمرها بالماء الساخن ووضع الساترة عليها ودرستها تحت المجهر الضوئي لتحديد نمط الثغر [24].

النتائج والمناقشة:

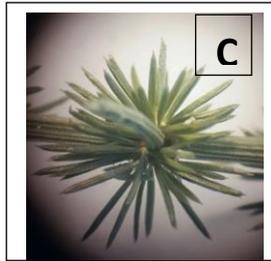
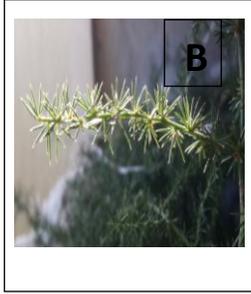
- 1- تصنيف النوع: هليون مستدق الورق *Asparagus acutifolius* L. ينتمي نبات الهليون إلى شعبة مغلفات البذور Magniophyta، صف Liliopsida، تحت صف Lilidae، رتبة Liliales، فصيلة Liliaceae، جنس *Asparagus*، نوع *Asparagus acutifolius* [25].

2- الدراسة المورفولوجية لنبات هليون مستدق الورق أو حاد الورق:

نبات عشبي بري يتسلق على نباتات أخرى يصل حتى 2m و 3m في الارتفاع دائم الخضرة متفرع كثيراً معمر ذو ريزومات قصيرة تنمو منها براعم جانبية (السوق الغضة) بالقرب من الأرض ذو سماكة (7.47 mm) حيث تحمل السوق الغضة أوراق حقيقية حرشفية صغيرة مثلثية الشكل بنية اللون، وبعد أن تنمو هذه السوق الغضة وتكبر تعطي سوقاً هوائية متورقة متسلقة مرنة ومتعرجة وأحياناً يكون خشبية ومنتشعبة ومتحورة تقوم بعملية التمثيل الضوئي والتي لا يتم تنفيذها بواسطة الأوراق الحرشفية، وهي إبرية الشكل اسطوانية شبه متساوية ومجمعة في حزم وبلغ عددها (30-6) ومتوسط أطوالهم (4.35 mm) النبات وحيد الجنس ثنائي المسكن الغلاف الزهري مؤلف من 6 قطع زهرية منحنية في دوارتين ، قطع الدائرة الداخلية أقصر من قطع الدائرة الخارجية، الأزهار صغيرة جرسية الشكل ذات لون أصفر مخضر تخرج من أباط الأوراق الأبرية، الأزهار المذكورة تحمل 6 أسدية متساوية تقريباً كما أن المآبر صفراء اللون، الأزهار المؤنثة يكون المبيض فيها شبه كروي مع قلم قصير وميسم مؤلف من 3 أجزاء، وكانت متوسط أطوال الازهار المذكرة والمؤنثة (10.36mm) (8.18mm) على التوالي، الثمار عنبية خضراء اللون في البداية ثم تصبح سوداء اللون عند النضج وكانت متوسط أطوال الثمار (7.12 mm) ، ومتوسط عرض الثمار (7.15 mm) ، وتحوي الثمار (3-1) بذور سوداء اللون كروية الشكل حيث بلغت متوسط أطوال البذور (4.32mm) ، بينما متوسط عرض البذور كانت (4mm). الشكل (1)(2)(3)(4).

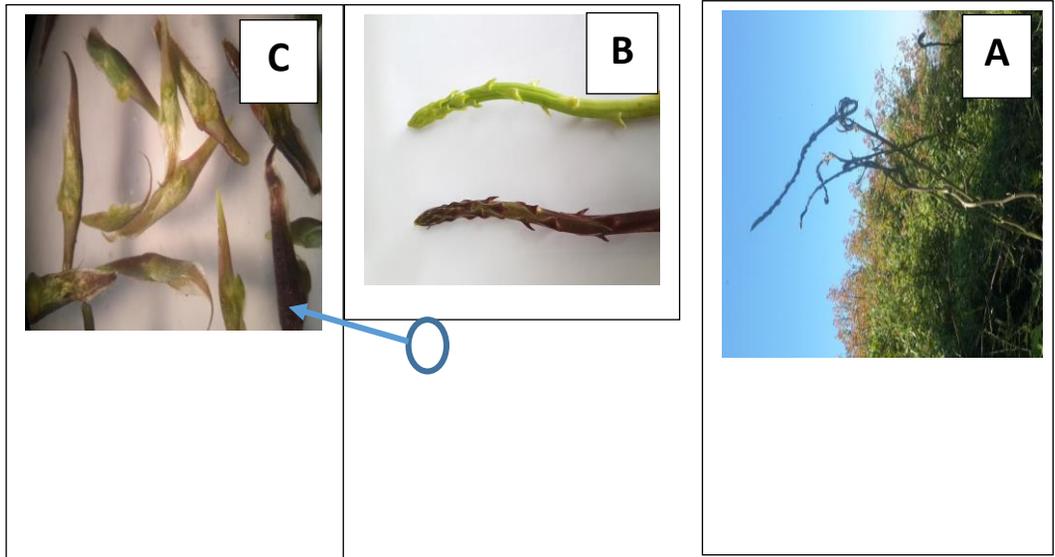
والجدول الآتي (1): يوضح قياسات الثمار والبذور والسوق المتورقة والسوق الغضة والأزهار.

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	
<u>1.52</u>	<u>4.35</u>	أطوال السوق المتورقة
<u>0.35</u>	<u>10.36</u>	أطوال الأزهار المنكرة
<u>0.58</u>	<u>8.18</u>	أطوال الأزهار المؤنثة
<u>1.45</u>	<u>7.13</u>	أطوال الثمار
<u>1.31</u>	<u>7.15</u>	عرض الثمار
<u>0.34</u>	<u>4.33</u>	أطوال البذور
<u>0</u>	<u>4</u>	عرض البذور
<u>0.63</u>	<u>7.48</u>	عرض السوق الغضة

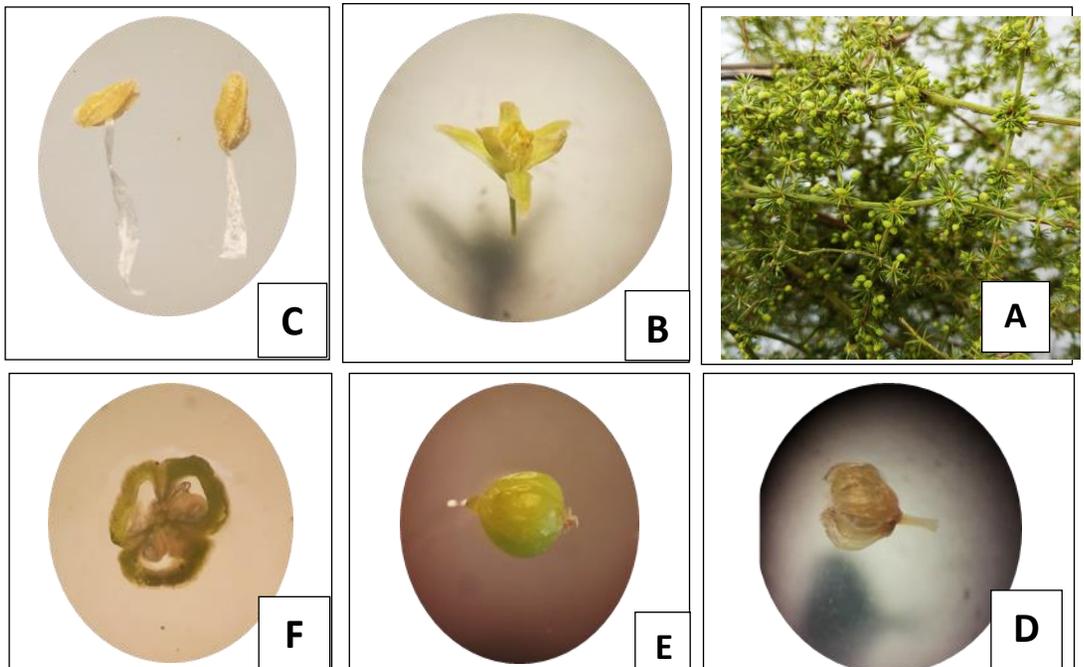


الشكل (1): A: الشكل العام عند النوع المدروس مع تداخل السوق المتورقة مع السوق الغضة، B: فرع من السوق المتورقة، C: (dodesaIC): حزمة من

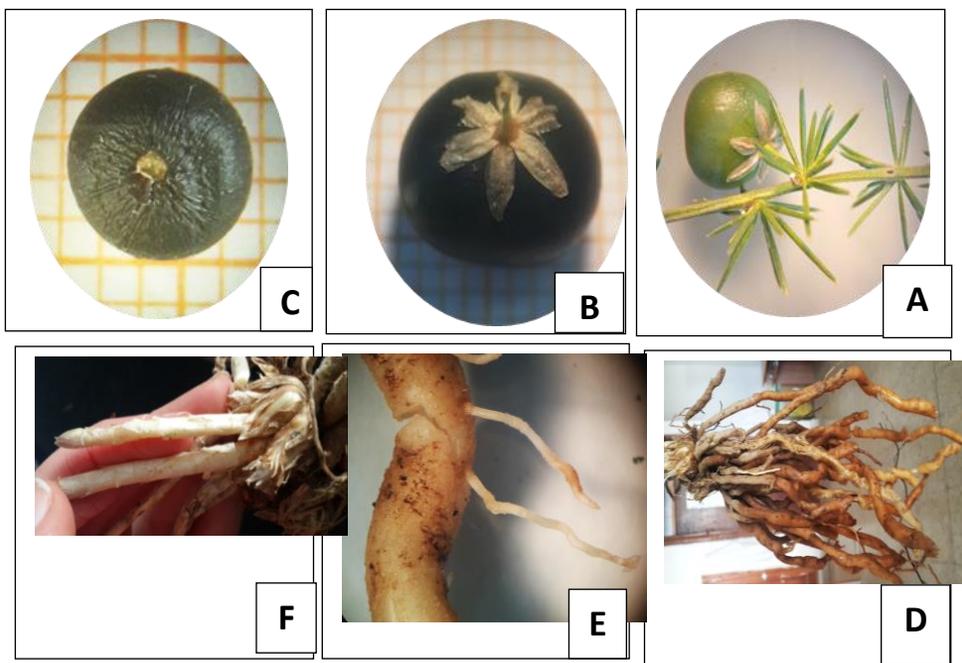
دراسة الصفات الشكلية والتشريحية عند نبات هليون مستدق الورق في مدينة اللاذقية.
Asparagus acutifolius L.



الشكل(2): A+B: شكل السوق الغضة وعليها الأوراق الحرشفية، C: الأوراق الحرشفية



الشكل(3): A: الشكل العام للأزهار B: الزهرة المذكرة، C: الأسدية، D: الزهرة المؤنثة، E: المبيض، F: مقطع عرضي في المبيض.



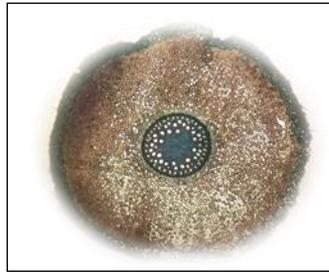
الشكل (4): A: الثمرة الغير الناضجة، B: الثمرة الناضجة، C: البذرة، E+D: الجذور، F: نمو البراعم من الجذور.

مما سبق نستنتج توافق نتائج دراستنا الشكلية لـ *A. acutifolius* مع النتائج التي أجريت في الجزائر [19] من حيث الشكل الحياتي للنبات وشكل الساق المتورقة (Cladodes) وشكل وبيئة السوق الغضة ولونها والأوراق الحرفشية وشكل الأزهار والثمار والبذور. كما توافقت نتائج دراستنا مع الدراسة التي أجريت في اللاذقية [21].

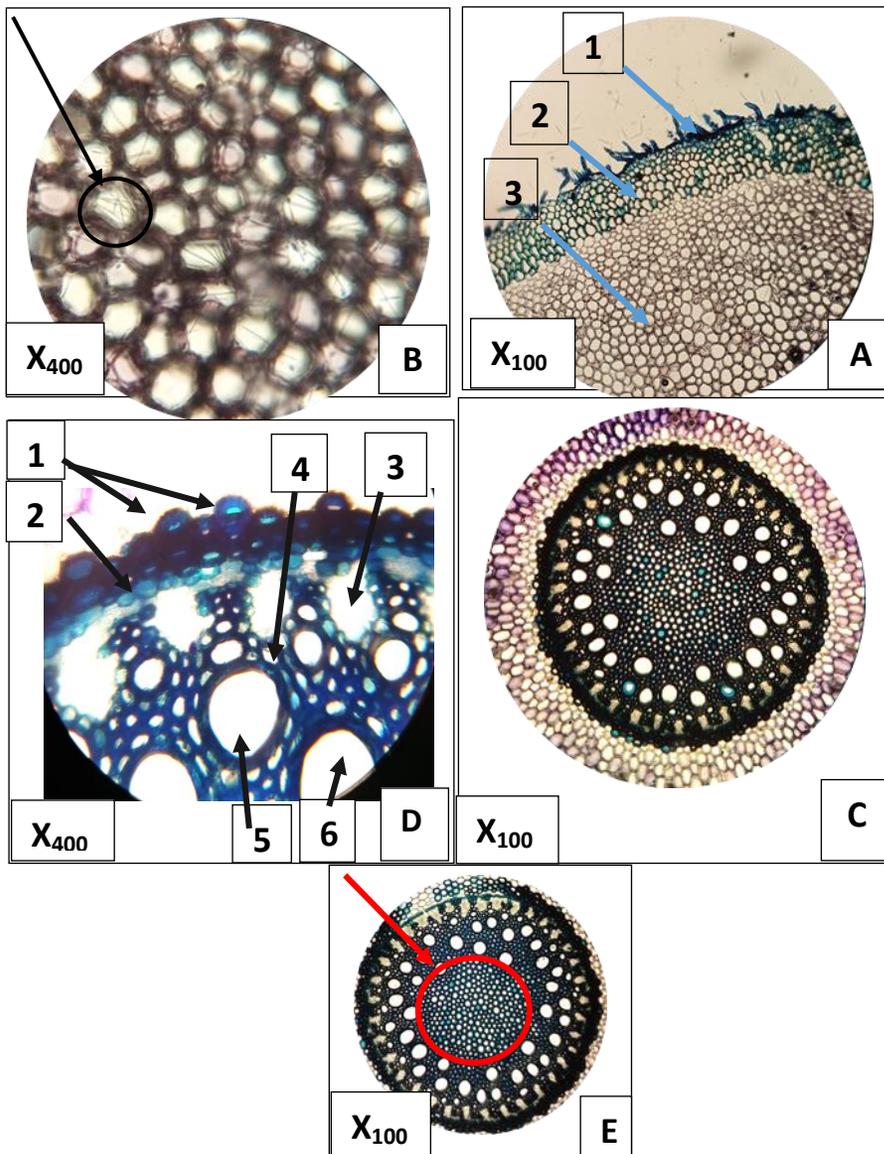
الدراسة التشريحية للجذر والسوق المتورقة والسوق الغضة: أولاً: المقاطع العرضية في جذر هليون مستدق الورق:

1- طبقة البشرة الخارجية Epiderm: والتي تتكون من صف واحد من الخلايا، بعض خلايا البشرة تحمل شعيرات ماصة للخارج.

- 2- أسفل طبقة البشرة: هذه المنطقة تتكون من (3-5) صفوف من الخلايا بلون أصفر بني.
- 3- منطقة البرنشيم القشري Cortex: تتألف من عدة طبقات من الخلايا المستديرة ذات جدران سميكة وتترك بينها فراغات هي الأصمخة كما يوجد في هذه المنطقة حزم رافيد (وهي عبارة عن بلورات إبرية من أوكسالات الكالسيوم).
- 4- الأسطوانة المركزية Central cylinder: وهي عبارة عن صفوف قليلة من الخلايا الحجرية المتصلبة.
- 5- الأدمة الباطنة Endoderm: الجدار العلوي منها (الجدار المواجه للقشرة) يتكون من صف واحد من الخلايا وتكون رقيقة والجدران الثلاثة الأخرى سميكة على شكل حدوة حصان.
- 6- المحيط الدائر Pericycle: توجد أسفل الأدمة الباطنة وهي طبقة محيطية تتكون من صف واحد من الخلايا رقيقة الجدران.
- 7- الحزم الوعائية الناقلة (الخشبية واللحائية) Vascular bundles: تتواجد أسفل المحيط الدائر وتتوضع بشكل تتناوب فيه الحزمة الخشبية مع الحزمة للحائية وعددها لا يقل عن عشر، تتألف الحزم الخشبية من أوعية الخشب الأول المتاخمة للمحيط الدائر وأوعية الخشب التالي التي تتشكل باتجاه مركز الجذر.
- 8- المخ Pith: نسيج برنشيمي دائري وتسمى خلاياه المركزية المخ وامتداده بين الحزم تسمى الأشعة البينية ولا يحتوي على حزم رافيد. الشكل (5) (6).



الشكل (5): م.ع في الجذر عند النوع المدروس



الشكل (6): الدراسة النسيجية للجذر باستخدام ملون أزرق الميثيلين A: 1- طبقة البشرة حاملة الأوبار الماصة 2- الطبقة المتفلنة (أسفل البشرة) 3- طبقة القشرة، B: حزم رافيد الموجودة داخل خلايا القشرة، C: الأسطوانة المركزية، D: 1- الخلايا الحجرية في الأسطوانة المركزية 2- الأدمة الباطنة 3- اللحاء 4- المحيط الدائر 5- الخشب الأول 6- الخشب التالي، E: المخ.

ثانياً: المقاطع العرضية في السوق المتورثة:

المقطع العرضي يكون دائري الشكل ومؤلف من الطبقات الآتية:

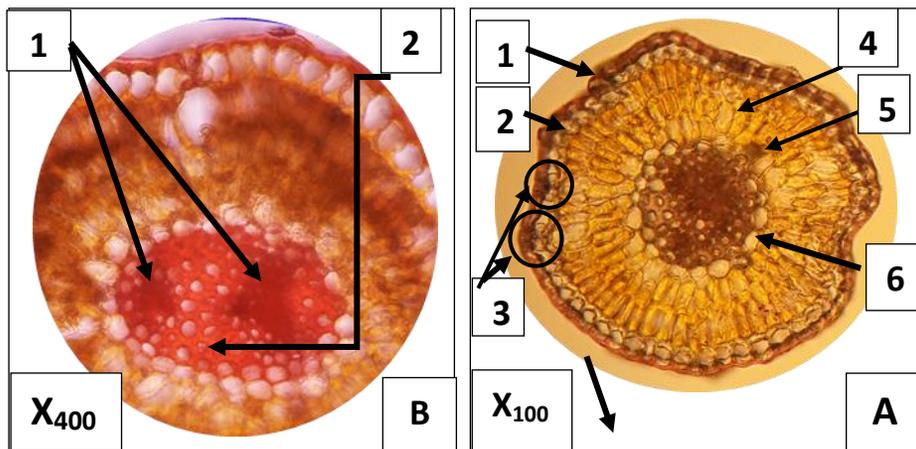
1- البشرة Epiderm: وتكون مؤلفة من خلايا متساوية القياس مع وجود ثغور على طول البشرة والبشرة مغطاة بقشرة سميكة.

2- النسيج الدعامي Palisade parenchym: يوجد أسفل البشرة والذي يتكون من 3 طبقات من الخلايا الممدودة وتكون أيضاً خلاياها متساوية القياس وهذا النسيج يحتوي على العديد من البلاستيدات الخضراء وكذلك حبيبات النشاء وحزم رافيد.

3- النسيج الإسفنجي Spongy parenchym: يوجد أسفل النسيج الدعامي وهب طبقة واحدة من الخلايا البارانشيمية المتساوية القياس كما يلاحظ وجود حزم رافيد في طبقة النسيج الداعم والنسيج الإسفنجي.

4- المخ Pith: يوجد في مركز ال Cladode، ذات لمعة كبيرة وتتكون من خلايا سكليرنشيمية متصلبة.

الحزم الوعائية الناقلة Vascular bundles: يوجد حزمتين من الأوعية الناقلة حيث تحيط بالخلايا السكليرنشيمية. الشكل (7).



الشكل (7): الدراسة النسيجية للسوق المتورقة: A: 1- القشرة 2- البشرة 3- الثغور الموجودة في طبقة البشرة 4- النسيج الدعامي 5- حزمة رافيد 6- النسيج الإسفنجي، B: 1- الحزمتان الوعائيتان الناقلتان 2- المخ.

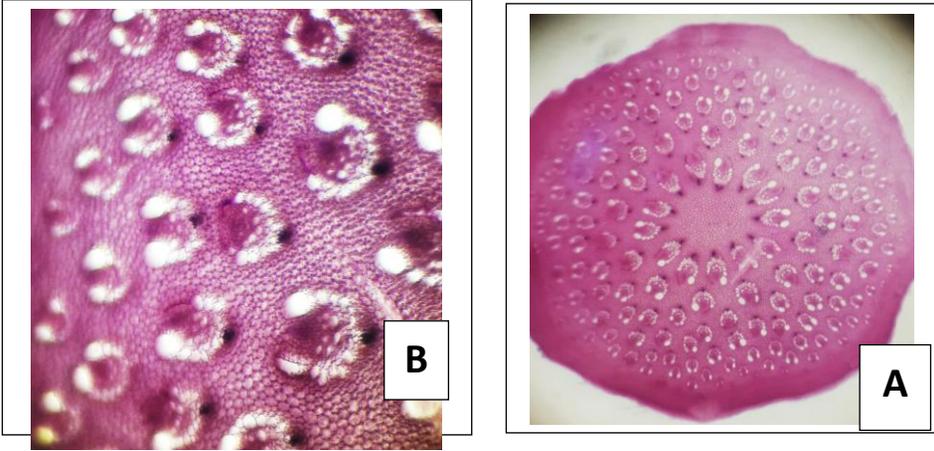
ثالثاً: المقاطع العرضية في السوق الغضة عند هليون مستدق الورق:

وتتألف من الطبقات الآتية:

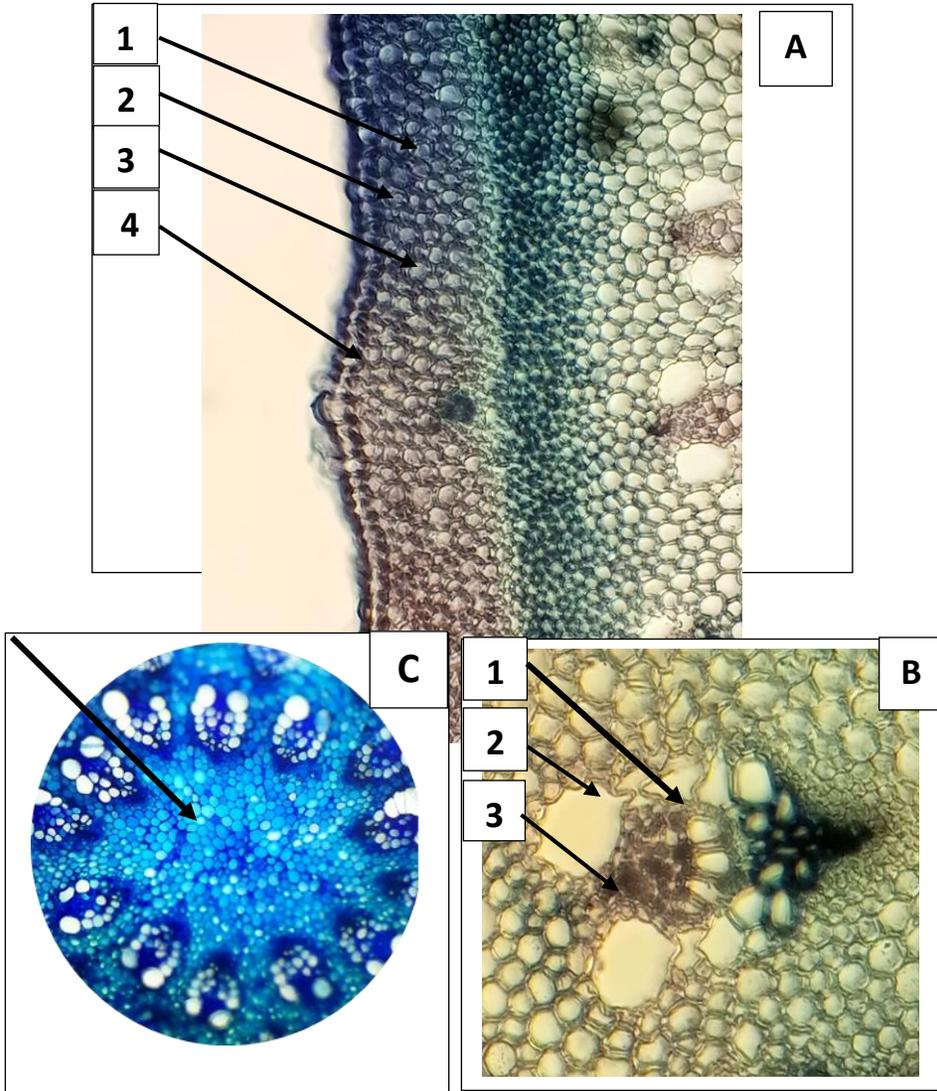
- 1- طبقة البشرة: تتكون من طبقة واحدة من الخلايا السيللوزية المستطيلة والمنظمة تغطيها قشرة سميكة.
- 2- طبقة تحت البشرة: تتألف من (2-3) صفوف من الخلايا الكلورينشيمية حيث تكون الخلايا دائرية الشكل ويتخللها مسافات صغيرة تسمى الأصمخة.
- 3- طبقة السكليرنشيم: حلقة مؤلفة من (5-6) صفوف من الخلايا حيث تكون هذه الحلقة صلبة ومتطورة جداً كون الهليون البري ينمو في أكثر الأحيان في الأراضي الجافة الصخرية المفتوحة.

4- الحزم الوعائية الناقلة: تتصف بأنها صغيرة وكثيرة العدد ويقع اللحاء إلى الخارج والخشب إلى الداخل وهذا الأخير يتكون من خشب تال نحو المحيط وخشب أول نحو الداخل.

طبقة البرنشيم الداخلي والمخي: وهي المنطقة التي تلي السكليرنشيم (البارنشيم الداخلي) وتحتل مركز الساق (البرنشيم المخي)، خلاياها سيللوزية رقيقة الجدران. الشكل (8)(9).



الشكل (8):A: الشكل العام للمقطع العرضي للسوق الغضة باستخدام التلوين المضاعف، B: شكل الحزم الوعائية باستخدام التلوين المضاعف

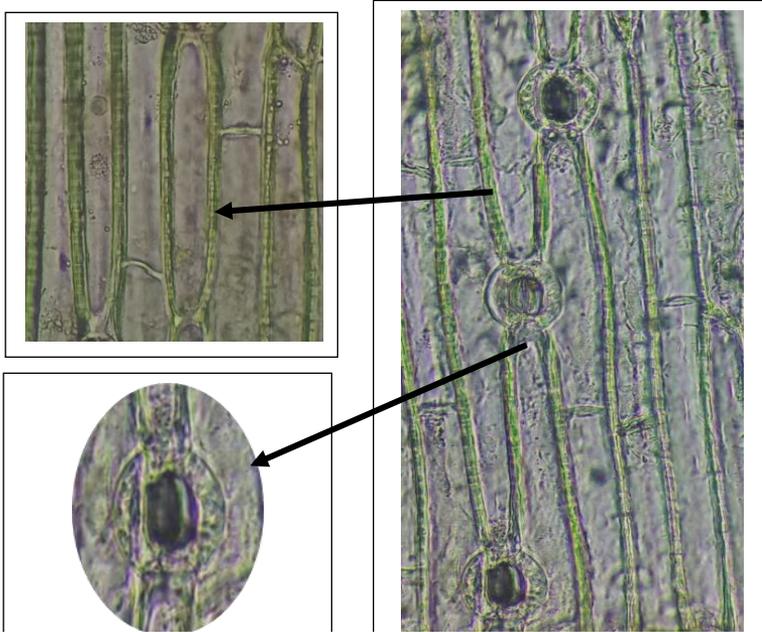


الشكل (9): A: 1 - طبقة البشرة 2- طبقة أسفل البشرة 3- الأصبغة 4- طبقة
السيكلرنشيم B: الحزمة الوعائية الناقلة 1- اللحاء 2- الخشب التالي 3- الخشب الأول،
C: طبقة البارنشيم الداخلي والمخي. (الملون المستخدم أزرق الميثيل). X_{100}

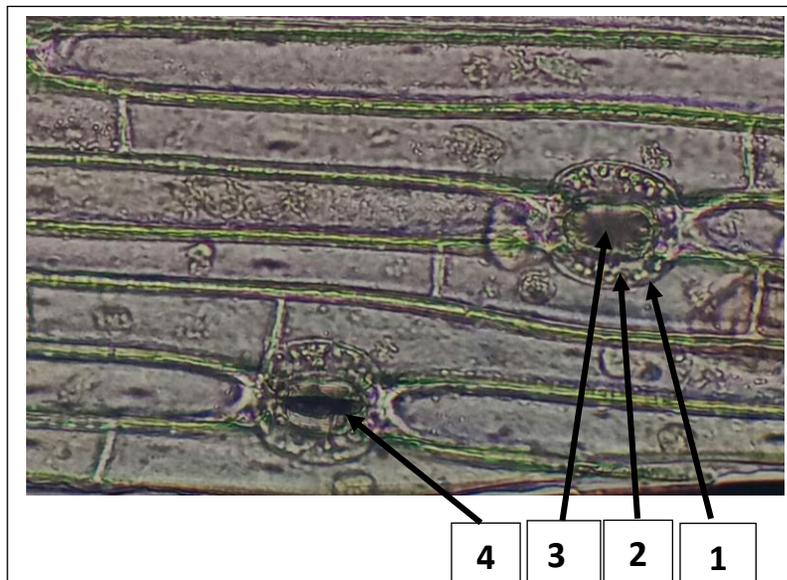
رابعاً: الدراسة التشريحية للبشرة:

بينت هذه الدراسة بأن الثغور موزعة على السوق المتورقة (Cladodes) كون الأوراق الحقيقية تكون حرشفية عند *A. acutifolius*، وأنه بصعوبة تم تمييز الثغور كون السوق المتورقة صغيرة جداً ومن الصعب إجراء كشط للبشرة إضافة إلى أن عدد الثغور قليل جداً من (3-4) ثغور لكل مقطع.

وتبين بأن الثغور كانت مفتوحة وهي تتكون من خليتين حارستين (Guard cell) كلويتي الشكل تحصران فتحة وهي فتحة الثغر وحجرة تحت ثغرية تتصل مع فراغات النسيج البارنشمي، كما أن الثغور هنا من النمط غير منتظم الخلايا المساعدة Anomocytic، أي لا تحاط الخلايا الحارسة بأي من الخلايا المساعدة وتبين أيضاً بأن خلايا البشرة كانت خلايا معينة الشكل (Rhomboidal cells) الشكل (10) (11).



الشكل(10): نمط الثغر عند النوع المدروس وشكل خلايا البشرة المجاورة للثغر



الشكل(11): مكونات الثغر، 1- الخلايا الحارسة 2- حبيبات
يخضورية 3- فتحة الثغر 4- فتحة الثغر وهي مفتوحة (X₄₀₀)

توافقت نتائج الدراسة التشريحية للثغور مع الدراسة التي أجريت في اللاذقية [21] من حيث نمط الثغور ونمط خلايا البشرة المجاورة للثغر.

ونستنتج أن دراستنا التشريحية للجذر توافقت مع الدراسة التي أجريت في تركيا [18] من حيث عدد الطبقات وشكلها وشكل الحزم الوعائية الناقلة.

كما توافقت نتائج دراستنا التشريحية للجذر والسوق المتورقة مع الدراسة التي أجريت في الجزائر [19] من حيث الشكل والطبقات وعدد الحزم الوعائية الناقلة.

وتوافقت أيضاً السمات التشريحية للسوق المتورقة والسوق الغضة مع الدراسة التي أجريت في بلغاريا [20].

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- تم دراسة النوع *Asparagus acutifolius* هليون مستدق الورق من الناحية المورفولوجية من حيث الشكل واللون والطول فكان ذو لون أخضر غامق ومتفرع كثيراً ويصل في الارتفاع حتى 2m أو 3m ، وكان النبات وحيد الجنس ثنائي المسكن، الغلاف الزهري مؤلف من 6 قطع زهرية منحنية في دوارتين.
- 2- أما من الناحية التشريحية تم عمل مقاطع عرضية في ثلاثة أجزاء: الجذر والسوق المتورقة والسوق الغضة، فكان مقطع الجذر دائري الشكل ويحتوي على حزم رافيد في منطقة القشرة، أما مقطع السوق المتورقة فكان أيضاً دائري الشكل ومؤلف من 5 طبقات حيث أن طبقة النسيج الدعامي كانت تحتوي على بلاستيدات خضراء وحببيات النشاء وحزم رافيد، وبالنسبة لمقطع السوق الغضة فكانت الحزم الوعائية الناقلة صغيرة وكثيرة العدد.
- 3- تبين وجود ثغور في بشرة السوق المتورقة وكانت بأعداد قليلة (3-4) ثغر في كل مقطع كما أن الثغور من نمط غير منتظم الخلايا المساعدة.

التوصيات:

- 1- التوسع في هذه الدراسة لتشمل جميع أنواع الهليون.
- 2- التعمق بدراسة الهليون البري في سورية من جميع النواحي الشكلية والتشريحية والوراثية.

References:

- 1- Sheikh, Bassima: **A contribution to the study of wildlife (plant and animal) in the Al-Braj of Baniyas Coastal Region**, Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research, Biological Sciences Series, Volume (28) Issue (1), 2006, 77-93.
- 2- Duguma, H. T. (2020). **Wild edible plant nutritional contribution and consumer perception in Ethiopia**. *International Journal of Food Science*, 2020.
- 3- ZAHRA,N.B.; AHMAD,M. M.; SHINWARI,Z.K.; ZAFAR ,M.AND SULTANA,S., **Systematic significance of anatomical characterization in some Euphorbiaceous Species** , Pak. J. Bot.Vol. 46, N° . 5, 2014, 1653-1661.
- 4- DEVI, N.S.;PADMA,y NARASIMHUDU C.L AND VENKATA RAJU, R.R.; RAJU,V. **Diversity of stomata and trichomes in Euphorbia L., Bangladesh J. Plant Taxon**,Vol. 20. N°.1, 2013, 27-38.
- 5- METCALFEL,C.R. **Comparative Anatomy as a Modern Botanical Discipline: With Special Reference to Recent Advances in the Systematic Anatomy of Monocotyledons**. Elsevier Ltd A.i.b.r.Vol. 1, 1963 ,101-104.
- 6- Dr. Al -Shahat Nasr Abu Zaid (2007). **Complementary medicine with herbal treatment for medicinal and aromatic plants**, Dar Al-Kutub for Publishing and Distribution, Cairo, pp. 16-7.
- 7- BOULOS, L.(2005). **Flora of Egypt, monocotyledons (Alismataseae- Orchidaceae)**, Al-Hadara publishing, 4, 617.

- 8- Schnitzler, A., & Arnold, C. (2010). **Contribution of vines to forest biodiversity in the Mediterranean basin.** *Ecologia Mediterranea*, 36, 7-23.
- 9- FUKUDA, T., Ashizawa, H., Suzuki, R., Ochiai, T., Nakamura, T., Kanno, A., ... & Yokoyama, J. (2005). **Molecular phylogeny of the genus Asparagus (Asparagaceae) inferred from plastid petB intron and petD-rpoA intergenic spacer sequences.** *Plant Species Biology*, 20(2), 121-132.
- 10-Kubota, S., Konno, I., & Kanno, A. (2012). **Molecular phylogeny of the genus Asparagus (Asparagaceae) explains interspecific crossability between the garden asparagus (*A. officinalis*) and other Asparagus species.** *Theoretical and Applied Genetics*, 124(2), 345-354.
- 11- Nakayama, H., Yamaguchi, T., & Tsukaya, H. (2012). **Cladodes, leaf-like organs in Asparagus, show the significance of co-option of pre-existing genetic regulatory circuit for morphological diversity of plants.** *Plant signaling & behavior*, 7(8), 961-964.
- 12- Di Maro, A., Pacifico, S., Fiorentino, A., Galasso, S., Gallicchio, M., Guida, V., ... & Parente, A. (2013). **Raviscanina wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L.): A nutritionally valuable crop with antioxidant and antiproliferative properties.** *Food research international*, 53(1), 180-188.
- 13- Martins, D., Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. (2011). **Nutritional and in vitro antioxidant properties of edible wild greens in Iberian Peninsula traditional diet.** *Food Chemistry*, 125(2), 488-494.
- 14- Baytop, T. (1999). **Türkiye'de bitkiler ile tedavi: geçmişte ve bugün.** Nobel Tıp Kitabevleri.

15-Taskin, T., & Bitis, L. (2016). **In vitro antioxidant activity of eight wild edible plants in Bursa province of Turkey.** *medicine*, 6, 25.

16-Hamdi, A., Jaramillo-Carmona, S., Rodríguez-Arcos, R., Jiménez-Araujo, A., Lachaal, M., Karray-Bouraoui, N., & Guillén-Bejarano, R. (2021). **Phytochemical Characterization and Bioactivity of Asparagus acutifolius: A Focus on Antioxidant, Cytotoxic, Lipase Inhibitory and Antimicrobial Activities.** *Molecules*, 26(11), 3328.

17- Hamdi, A., Jiménez Araujo, A., Rodríguez-Arcos, R., Jaramillo Carmona, S. M., Lachaal, M., Bouraoui, N. K., & Guillén Bejarano, R. (2018). **Asparagus saponins: chemical characterization, bioavailability and intervention in human health.**

18- GÜVENÇ, A., & KOYUNCU, M. (1999). **Studies on anatomical structure of the roots of Asparagus species (Liliaceae) growing in Turkey.** *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 28(1), 15-36.

19- Kenza, B., Nabila, A., & Rachid, A. (2022). **Morpho-anatomical diversity of five species of genus Asparagus (Asparagaceae) from Algeria.** *Acta Botanica Croatica*, 81(2), 0-0.

20- Raycheva, T., & Stojanov, K. (2013). **Comparative anatomical study of five species of genus Asparagus in Bulgaria.** *Trakia Journal of Sciences*, 2, 104-109.

21- JDEED, Lama: **Taxonomic study of species from families of Liliales in Jableh,** Master Thesis, Department of Plant Biology, Faculty of Science, Tishreen University, 2016.

Asparagus acutifolius L. دراسة الصفات الشكلية والتشريحية عند نبات هليون مستدق الورق في مدينة اللاذقية.

22- El-GADI, A. **Liliaceae**. Al-Faateh Uni., Department of Botany, 1987.

23- Mouterde, P., (1966), **Nouvelle Flore de Liban et de la syrie**. Tome I, Text, editions de l'imprimerie catholique Beyrouth P. 563.

24- PRABHAKAR, M. (2004). **Structure, delimitation, nomenclature and Classification of stomata**. Acta Botanica Sinica, 46(2), 242-252.

25- CRONQUIST, A. (1981) **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. Columbia University Press, 53. (Usado con permiso de la editorial, Sistema de Clasificación de Cronquist). 16/1/2012.

تحديد البارامترات الهندسية للكمون الضوئي

بطريقة VMA

للمنظومة $(n + {}^{54}_{26}Fe_{28})$

المخلص:

تم في هذا البحث و باستخدام طريقة (VMA) (التقريب التغييري للعزوم) تحديد البارامترات الهندسية للكمون النووي الضوئي للجسيمات المتبعثرة بطاقة $(40 \leq E_n \leq 50 \text{ MeV})$ بوساطة نواة الحديد ${}^{54}_{26}Fe_{28}$ ، فقد وجدنا أن مع ازدياد الطاقة فإن اعماق الكمون الحقيقي و انصاف اقطارها و نفاذيتها تتناقص بينما اعماق الكمون التخيلي الحجمي تزداد مع ازدياد الطاقة وهذا يتوافق مع الاعمال [1-2-3]. وهذا واضح في الجدول (1).

و وجدنا ايضاً بأن التحديد المثالي للبارامترات الهندسية للكمون الضوئي تقود إلى توافق وتطابق جيد بين مقاطع التفاعل الكلية المحسوبة بطريقة VMA و مثيلاتها التجريبية والمحسوبة من التمثيلات الوسطية العالمية .

كلمات مفتاحية:

طريقة (VMA)، العلاقة التبديدية، الكمون النيوتروني الضوئي، المقطع الكلي للتفاعل.

Determination of the geometric parameters of the optical by (VMA) method of the $(n + {}^{54}_{26}\text{Fe}_{28})$ system

Abstract:

In this paper, using the (VMA) method, the geometric parameters of the optical nuclear potential of the particles scattered with energy $(40 \leq E_n \leq 50 \text{ MeV})$ were determined by the iron nucleus ${}^{54}_{26}\text{Fe}_{28}$.

We found that with the increase in energy the depths of the real potential and its radii and permeability decrease, while the depths of the imaginary volumetric potential increase with the increase in energy and this corresponds to the works [1-2-3], and this is clear in table (1).

We also found that the ideal determination of the geometric parameters of the optical potential leads to a good agreement and convergence between the computed (VMA) interaction segments and their experimental and calculated counterparts from the global median representations.

Keywords:

VMA method, Dispersive relation, Optical neutron potential, Total reaction cross section.

مقدمة:

تعتبر دراسة التأثير المتبادل بين الأشعة و المادة من الامور الاساسية و الهامة في علم الاشعة المؤينة بسبب أن تأثير الاشعة في جميع المواد الحية وغير الحية يتم من خلاله. وتصبح ايضاً جميع قياسات الاشعة ممكنة فقط، بسبب هذا التأثير التبادل. ولكن عندما ينطوي الامر على دراسة التأثيرات المتبادلة بين النيوكلونات و حركتها داخل النواة سيكون بغاية التعقيد والصعوبة مقارنة مع الالكترونات الذرية و يعزى ذلك لوجود نوعين مختلفين من النيوكليونات (بروتونات و نيوترونات) داخل النواة و كذلك لوجود نوعين من القوى إحدهما هي القوى النووية و الأخرى هي قوة كولوم ، ولتبسيط ذلك فقد جرت العادة على استخدام النماذج لدراسة الظواهر النووية ،ومن أهم وايسر تلك النماذج النموذج الضوئي النووي حيث وصف النوى الذرية بأنها تشبه الكرات ضبابية تصطم بشعاع من الجسيمات المقذوفة تمتص جزءاً من الحزمة و تبعثر جزءاً آخر و تتقلها جزئياً بطريقة مماثلة لسلوك الضوء [11-12] .

خلال العقود الخمسة السابقة تم تطبيق النموذج الضوئي النووي على نطاق واسع لتحليل التشتت المرن للبيونات، ونيوكلونات وجسيمات الثقيلة بواسطة نوى على نطاق واسع من الطاقات [13]. وتم توسيعه ليشمل التشتت غير مرن بواسطة صيغة القنوات المتفاعلة [3]. واعتبار أثار التشتت ممكنة لكل من الحالات المحدودة والمتبعثرة والتي توصف بنفس المجال المتوسط [4-5]. أن التفاعل نواة-نواة هو معقد بطبيعته، والنموذج الضوئي يمثل بواسطة كمون تبديدي بشكل بسيط جداً، مع البارامترات التي يتم ضبطها لتتناسب البيانات التجريبية. هذا الكمون يحوي جزء تخيلي الذي يأخذ بالإعتبار تدفق تفاعل الامتصاص من قناة مرنة إلى غير مرنة تفاعل قنوات. هذا مشابه لتشتت وامتصاص الضوء بواسطة معامل الانكسار العقدي الوسطي، لذلك عُرف النموذج الذي

يُطلق عليه النموذج الضوئي. تتأثر المقاطع العرضية للتشتت المرن بالحالات المثارة من النظام المركب بواسطة الحالات المتبقية في القنوات الغير مرنة. هذا يسبب تغيرات المقطع العرضي، وهذه التغيرات يمكن تحليلها ورؤيتها عند القياسات لإجراءات عالية تمت على نوى خفيفة. عادة تكون دقة التجربة للكاشف كافية لمعرفة متوسط هذه التغيرات، ولكن يجب علينا أن نتأكد أن النموذج الضوئي يوافق فقط متوسط الطاقة للمقاطع العرضية [6-7].

هدف البحث:

إيجاد البارامترات الهندسية للكمون الضوئي بطريقة VMA ، وتحديد مقاطع التفاعل للمجال المدروس.

منهجية طريقة VMA : [8-9-10-11-12-13-14]

من اجل وصف الحقل الوسطي الذي يعبر عن التأثير المتبادل بين نيوترونات المقذوفة ونواة الهدف :

$$U(r, E) = V(r, E) + iW(r, E) + V_{LS}(r, E) + V_C(r) \quad (1)$$

ويتكون الحد الاول من العلاقة (1) من مجموع مركبتين:

المركبة الاولى مركبة كمون هارتي - فوك V_{HF} .

المركبة الثانية التبديدية و التي بدورها تتألف من مجموع حدين تبديدي سطحي $\Delta V_d(r, E)$ وتبديدي حجمي $\Delta V_w(r, E)$.

الحد الثاني: يتكون من مجموع مركبتين تخيلية سطحية $w_d(r, E)$ ومركبة تخيلية حجمية $w_w(r, E)$ ، والحد الثالث: هو الكمون الناتج عن التأثير المتبادل بين العزمين السبيني والمداري والحد الرابع يمثل الكمون الكولوني ويعبر عنه بدلالة نصف قطر المتبادل $R_c = r_c A^{\frac{1}{3}}$

وبالتالي تكتب العلاقة بالصيغة التفصيلية:

$$U(r, E) = [\Delta V_d(r, E) + \Delta V_w(r, E)] + V_{HF}(r, E) \quad (2)$$

$$+ i[w_d(r, E) + w_w(r, E)] + V_{LS}(r, E)$$

$$+ V_C(r, E)$$

ولوصف التابعية القطرية لكل من الحدود الواردة في العلاقة (2) يقترح باستخدام شكل تابع وودا ساكسون (*Woods-Saxon form factor*) المُعَبَّر عنه بالعلاقة التالية :

$$V(r, E) = V_v(E)F(x_v) \quad (3)$$

$$x_v = \frac{r - R_v}{a_v}, R_v = r_v A^{\frac{1}{3}} \quad f(x_v) = [1 + \exp x_v]^{-1}$$

ونعتبر قيم الوسطاء الخاصة بالكمون $V_{LS}(r, E)$ و كمون الكولوني غير تابعة للطاقة ، لذلك تؤخذ كقيم ثابتة

$$(V_{LS} = 6.8 \text{ Mev}, \quad r_{LS} = 1.2 \text{ Fm}, a_{LS} = 0.6 \text{ Fm}, r_c = 1.26 \text{ Fm})$$

محتوى طريقة (VMA):

هدفنا الاساسي إيجاد مكونات العلاقة (2) وفقاً لطريقة التقريب التغييري للجزء (Variational Moment Approach) اختصاراً (VMA) التي تربط بين حدي

الكمون الضوئي (الحجمي و التخلي) من خلال العلاقة التبدلية: [6-7]

$$\Delta V(r, E) = \frac{2}{\pi} (E - E_f) \int_{E_0}^{\infty} \frac{W(r, E) dE}{(E - E_f)^2 - (E - E_f)^2} \quad (4)$$

$$= \Delta V_w(E) f(x_w) + \Delta V_d(E) g(x_d)$$

تقوم هذه الطريقة المتبعة على ادخال بارامترات كمون الضوئي التقليدي (التي تم ايجادها بشكل تخميني) على برنامج حاسوبي بلغة الباسكال (SPI- GENOA) من خلاله نجد قيم التكاملات الحجمية للكمون الضوئي (العزوم من المرتبة الثانية بالنسبة للجزء الحقيقي و التخيلي على الترتيب $[r]_w^2(E)$, $[r]_d^2(E)$ وفقاً لعلاقة [20]:

$$[r]_w^2(E) = \frac{4\pi}{A} \int_0^{\infty} [W_d(r, E) + W_w(r, E)] r^2 dr \quad (5)$$

$$[r]_w^2(E) = [r]_{w_w}^2(E) + [r]_{w_d}^2(E)$$

ويليه من علاقة (براون - راو) نجد الوسطاء الهندسية $(\rho_2, \beta_2, E_0, \rho_w)$ من العلاقة :

$$[r]_w^2(E) = \beta_2 \frac{(E - E_0)^2}{(E - E_0)^2 + \rho_2^2} \quad (6)$$

ونقوم بحساب عزم هارترتي- فوك وفق العلاقة:

$$J_{Hf} = \frac{4\pi R_{Hf}^3}{3A} \left[1 + \left(\frac{\pi \alpha_{Hf}}{R_{Hf}} \right)^2 U_{Hf}(Ef) \right] \quad (7)$$

حيث:

$$U_{Hf}(Ef) = V_0 - \left(\frac{N - Z}{A} \right) \times V_1 \quad R = r_v A^{\frac{1}{3}}, r_{vHf} = 1.236$$

$$V_0 = 54.9 \text{ Mev}, V_1 = 38.1 \text{ Mev} \quad a_{rHf} = 0.62$$

ونوجد الوسطاء (r_w, r_d, a_w, a_d) نثبتها كقيم وسطية للبارامترات العشوائية للكمون الضوئي العادي بعد الانتهاء من تحديد مكونات العلاقة (2) يصبح الحقل بصيغته النهائية بالشكل: [15-16-17]

$$U(r, E) = \frac{[r^2]_{HF}(E_F)}{g_{HF}} \exp[\alpha_{HF}(E - E_F)] f(x_{HF}) + \Delta V_w(E) f(x_w) + \Delta V_d(E) g(x_d) + iW_w f(x_w) + iW_d g(x_d) + V_{ls}(r, E) + V_c(r) \quad (8)$$

وأخيراً وبعد تحديد جميع مكونات الكمون الضوئي وتحديد وسطائه، يتم حل معادلة شرودينغر الموجية المتضمنة لشكل الكمون وهي:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{(h/2\pi)^2} (E - U)\psi = 0$$

وباستخدام SPI يتم إيجاد مقاطع التفاعل ضمن المجال الطاقى المدروس و مقارنتها مع مثالتها التجريبية و مع التمثيلات العالمية و الوسطية [24-25].

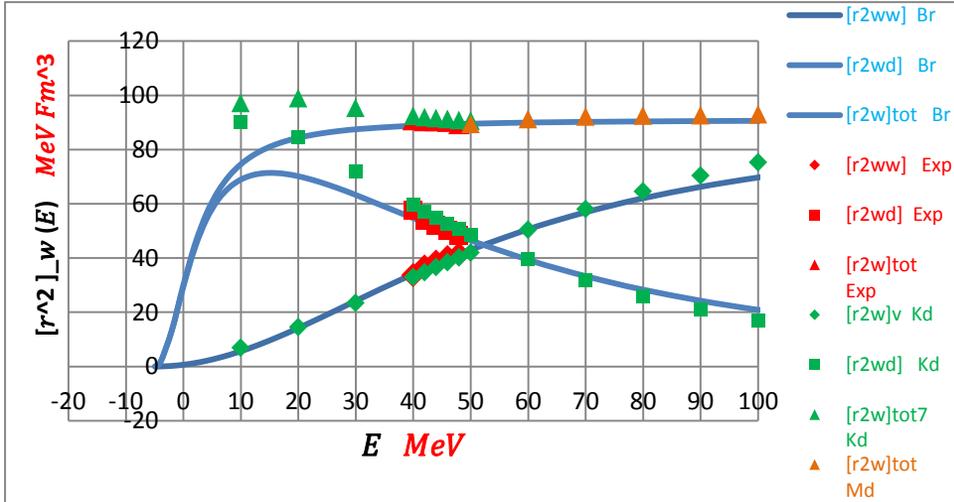
النتائج و المناقشة:

جدول (1): قيم البارامترات المثلى التي حصلنا عليها من برنامج (VMA):

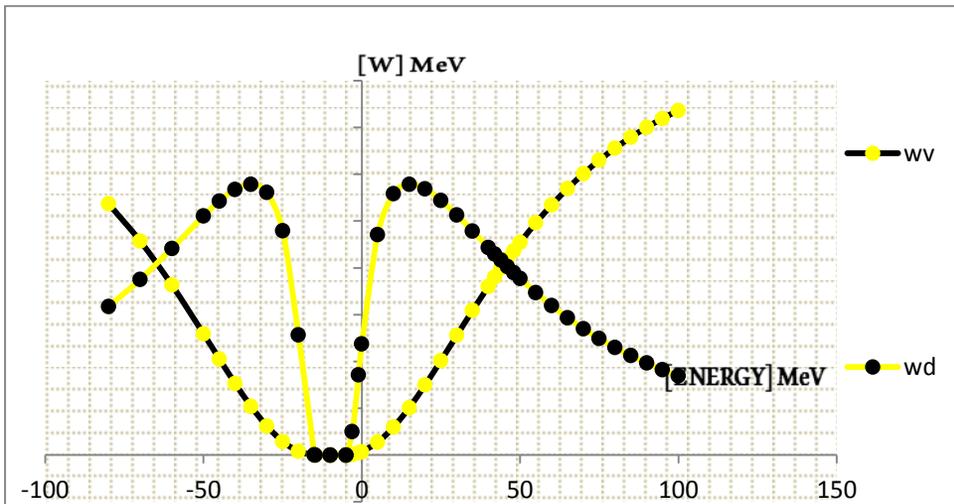
E (MeV)	V_0 (Fm)	r_0 (Fm)	a_0 (Fm)	W_w (MeV)	r_w (Fm)	a_w (Fm)	W_d (MeV)	r_d (Fm)	a_d (Fm)
5	49.522	1.279	0.588	2.723	1.260	0.563	4.709	1.260	0.563
10	48.214	1.263	0.588	5.955	1.260	0.563	5.586	1.260	0.563
15	46.912	1.250	0.588	1.013	1.260	0.563	5.787	1.260	0.563
20	45.595	1.238	0.588	1.497	1.260	0.563	5.688	1.260	0.563
25	44.256	1.229	0.588	2.019	1.260	0.563	5.444	1.260	0.563
30	42.895	1.221	0.588	2.557	1.260	0.563	5.130	1.260	0.563
35	41.516	1.215	0.588	3.090	1.260	0.563	4.787	1.260	0.563
40	40.130	1.209	0.588	3.604	1.260	0.563	4.437	1.260	0.563
42	39.575	1.207	0.588	3.803	1.260	0.563	4.299	1.260	0.563
44	39.021	1.206	0.588	3.996	1.260	0.563	4.163	1.260	0.563
46	38.468	1.204	0.588	4.185	1.260	0.563	4.030	1.260	0.563
48	37.917	1.202	0.588	4.368	1.260	0.563	3.900	1.260	0.563
50	37.369	1.201	0.588	4.545	1.260	0.563	3.773	1.260	0.563
55	36.011	1.197	0.588	4.964	1.260	0.563	3.470	1.260	0.563
60	34.679	1.195	0.588	5.347	1.260	0.563	3.191	1.260	0.563
65	33.377	1.192	0.588	5.696	1.260	0.563	2.935	1.260	0.563
70	32.110	1.190	0.588	6.013	1.260	0.563	2.701	1.260	0.563
75	30.880	1.188	0.588	6.299	1.260	0.563	2.489	1.260	0.563
80	29.689	1.186	0.588	6.558	1.260	0.563	2.297	1.260	0.563
85	28.538	1.185	0.588	6.792	1.260	0.563	2.123	1.260	0.563
90	27.429	1.183	0.588	7.003	1.260	0.563	1.966	1.260	0.563
95	26.356	1.182	0.588	7.194	1.260	0.563	1.824	1.260	0.563
100	25.331	1.180	0.588	7.366	1.260	0.563	1.694	1.260	0.563
$v_{so} = 6.8 \text{ MeV}$ $r_{so} = 1.2 \text{ Fm}$ $a_{so} = 0.6 \text{ Fm}$ $r_c = 1.22 \text{ Fm}$									

جدول (2) : الوسطاء الهندسية

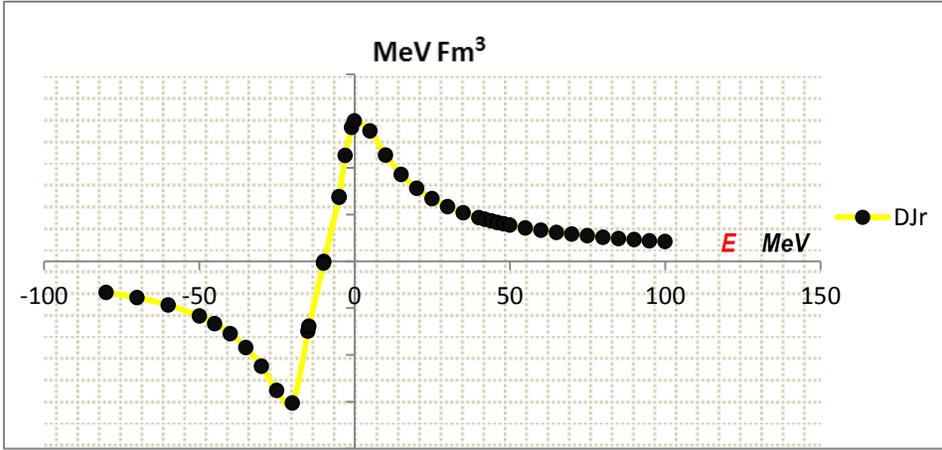
A	$\beta_2(Mev)$	$\rho_2(Mev)$	$\rho_w(Mev)$	α	$E_\gamma(Mev)$	$E_0(Mev)$	$[r^2]_{Hf}(E_\gamma)$
$^{54}_{26}Fe$	91	7	58	0.460	-9.85	-4.9	496.27



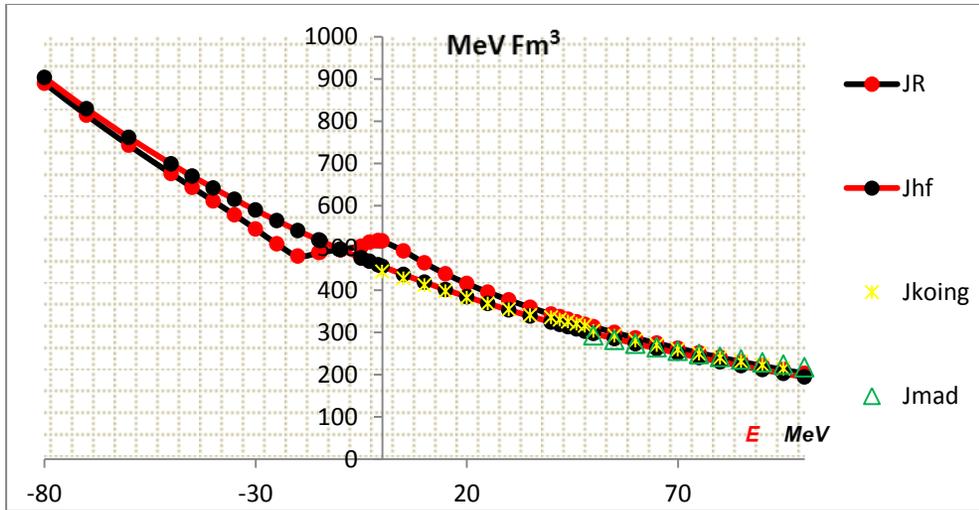
الشكل (1): يبين تابعة كل من العزم التخيلي (السطحي و الحجمي) بالنسبة للطاقة بوساطة نواة العنصر المدروس.



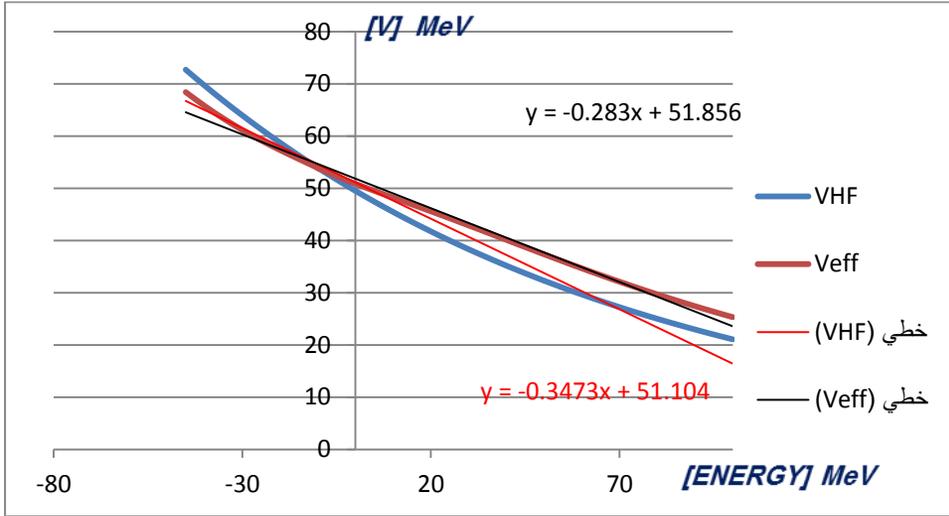
الشكل (2): يمثل التبعية الطاقية لكل في الجهد التخيلي السطحي والحجمي بواسطة العنصر المدروس.



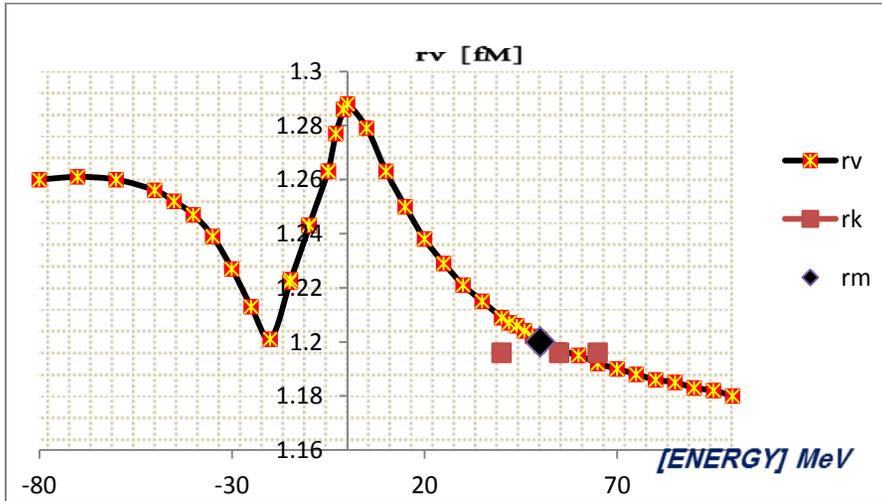
الشكل (3): يمثل العزم التبددي بتابعية الطاقة ضمن المجال المدروس.



الشكل (4): يمثل تغير العزم الحقيقي وعزم هارترتي - فواك للتفاعل بدلالة الطاقة ضمن المجال المدروس.

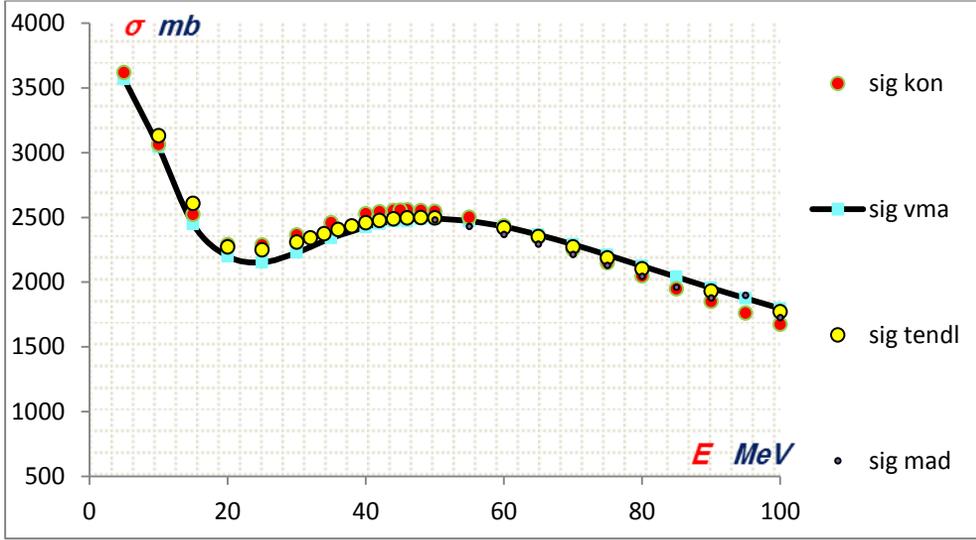


الشكل (5): التابعية الطاقية للجزء الحقيقي لكمون النيوتروني الضوئي وكمون هالرتري-فوك ضمن المجال المدروس.



الشكل (6): يمثل التابعية لنصف قطر الكمون النيوتروني الضوئي للتفاعل وضمن مجال الطاقى المدروس.

تحديد البارامترات الهندسية للكمون الضوئي بطريقة VMA للمنظومة $(n + {}^{54}_{26}\text{Fe}_{28})$



الشكل (7): يمثل تابعة المقطع الكلي للتفاعل للطاقة ضمن المجال الطاقي المدروس.

الاستنتاجات:

لقد قمنا بدراسة ظاهرة التبعثر باستخدام النموذج الضوئي التبددي وفق طريقة (VMA) للمنظومة $(n + {}^{54}_{26}\text{Fe})$ وضمن مجال طاقي $(40 \leq E \leq 50) \text{Mev}$ ومددنا المجال لندرس الطاقات الاخفض و الاعلى $(10 \leq E \leq 100) \text{Mev}$. وبناءً عليه لقد قمنا بايجاد كل من التكاملات الحجمية (السطحية والحجمية) و مقاطع التفاعل الكلية [18-19-20-21-22-23].

من خلال البارامترات المثلى الموضحة في الجدول (1,2). حيث قمنا بتمثل هذه البارامترات و مقارنتها مع كل من تصنيف (كونيك، مادلاندا) [24-25-26] لتتأكد من دقة القيم الناتجة.

نلاحظ من الشكل (1): وجود تقارب ملحوظ بين القيم الحسابية للتكاملات الحجمية بالنسبة لطاقة والمعطيات وفق المرجع..

ويوضح الشكل (2): الكمون التخيلي (السطحي و الحجمي) من خلال القيم المحدودة ضمن الجدول (1) وفق طريقة (VMA) من العلاقة (6).

ونرى من الشكل (3) التوافق الجيد مع الشكل العام الوارد في المرجع.. وهنا نلتمس صحة ودقة تحديد الوسطاء الهندسية للكمون (الجدول 1).

وأن القيم الحسابية التي حصلنا عليها وفق طريقة (VMA) التي يبينها الشكل (4) تعطينا تطابق جيد مع القيم التجريبية في المرجع [26] ومما يؤكد لنا دقة وصحة الطريقة المتبعة في تحديد البارامترات المثالية لكمون الضوئي.

ويوضح لنا الشكل (5) التابعة الخطية لكل من الكمون الحقيقي وكمون (هارتري-فوك) بالنسبة لطاقة وتوصف هذه التابعة بعلاقتين وسطيتين كما يلي:

$$V_{HF} = -0.347E + 51.104 \quad V = -0.283E + 51.856$$

ومن الشكل (6): يصف لنا نصف القطر الحقيقي لكمون وبمقارنتها مع نصف القطر الحقيقي لكل من تصنيف (كونيك ومادلاند) [24-25-26] لاحظنا وجود تقارب جيد مع القيم وهذا يدل على صحة القيم المحسوبة.

وبالاستناد إلى كل ما سبق ونتيجة للدقة في تطبيق طريقة (VMA) ومن ثم تحديد قيم البارامترات المثلى تم تحديد قيم المقاطع التفاعل الكلية ومثلت تابعيتها للطاقة الموضحة بالشكل (7): نلاحظ من خلال التمثيل البياني التطابق الجيد مع القيم التجريبية لمقاطع التفاعل وتلك المحسوبة من خلال طريقة (VMA) وايضاً التطابق بين قيم المقاطع التفاعل حسب طريقة (VMA) وقيم مقاطع التفاعل المحسوبة وفق تصنيف كونيك و

تصنيف مادلانند وننوه ان هذا التطابق قلما يلاحظ ضمن مناطق الطاقة المنخفضة ،الأمر الذي يجعل تلك البارامترات صالحة لتوصيف المقطع الكلي للتفاعل $(n + Fe^{54})$ [27].

نلاحظ من الشكل (7) ان قيم مقاطع التفاعل كبيرة في الطاقات المنخفضة وذلك بسبب أن مساهمة قنوات التفاعل تكون اعلى من مساهمة قناة التبعثر المرن في التفاعل $(n + Fe^{54})$ ،بينما في منطقة الطاقات المتوسطة تكون لقناة التبعثر المساهمة الأكبر من بين قنوات التفاعل ، وان انخفاض مساهمات قنوات التفاعل نتيجة انخفاض قيم مقاطع التفاعل الكلية في الطاقة العالية [4-5] .

من خلال كل ماسبق يمكن القول : أن النموذج الضوئي التبددي يعطي طريقة جديدة ودقيقة يمكن من خلالها استنباط شكل الكمون الضوئي و ايجاد قيم العزوم من المرتبة الثانية بالنسبة للكمون ، إضافة لتحديد قيم مقاطع التفاعل الكلية، وبالتالي يمكن اعتمادها كأساس مرجعي للدراسات المستقبلية للنوى المروسة،ويمكن الحكم على صحة النتائج التي تقدمها التصنيفات الموجودة في المراجع.

المراجع

- [1]- د- أنيس بلال ، د - عبد الهادي صوفان - خديجة الحسن -2016- دراسة التكاملات الحجمية للبروتونات المقذوفة بطاقة $E_p = 10MeV$ بدلالة الاعداد الكتلية ($27 \leq A \leq 90$) باستخدام طريقة VMA ، مجلة جامعة البعث ، مجلد (38) .
- [2] - د- أنيس بلال، مالك الحموي- 2016 - دراسة التبعثر البروتوني بواسطة $^{112}_{50}Sn$ في المجال الطاقوي $20 \leq E_p \leq 65 MeV$ ، مجلة جامعة البعث ، مجلد(38).
- [3] - د- أنيس بلال ، ملهم يوسف -2021- دراسة تأثير المساهمة التبددية لتبعثر النيوترونات المقذوفة بطاقة $(60 \leq E_n \leq 80)MeV$ بواسطة نواة الهدف $(^{58}_{29}Cu)$ باستخدام طريقة (VMA)، مجلة جامعة البعث، المجلد 43.
- [4]- Molhum Ussef, & Anis Belal. (2020). Study of the dispersive contribution effect for neutrons scattering with energy $(60 \leq E_n \leq 80)MeV$, Nuclear Science, Science PG, Vol.5, Issue Number 4, December 2020.
- [5]- Molhum Ussef, & Anis Belal. (2020). THE NEUTRONS SCATTERING ANALYSIS BY Cu60, NUCLEUS USING VARIATIONAL MOMENT APPROACH, International Journal of Science Academic Research, Vol. 01, Issue 09, pp.612-618, December, 2020 Available online at <http://www.scienceijsar.com>
- [6]- MAHAUX . C, BORTINGNON P.F, 1985 -Dynamics of the shell model .Phys. Rep, V.120 , p.p.1- 274.
- [7]- MAHAUX . C, SARTOR . R ,1989 , Nucl . Phys .V. 503,P.525.

- [8]- MAHAUX . C, SARTOR . R , 1991, Nucl . Phys .V. 528.P. 253.
- [9]- MAHAUX . C,SARTOR . R ,1992 -Advance in nuclear, phys. edited , New. York , Vol . 20 , p.1 .
- [10]- ROMANOVSKY E. A , BELAL. A , MORZENA L .R, 1993 , News. RAS ,Phys . Vol . 57, No . 10 , P. 179.
- [11]-ROMANOVSKY E. A, BOTROS. S,BECPALOVA,B.O,1995, News. RAS ,Phys . Vol . 59, No . 1 , P . 145.
- [12] - ROMANOVSKY E. A , BOTROS . S ,SBASKIA T. E,1995,News . RAS, Phys .Vol .59 , No . 5 , P . 117 .
- [13]-BELAL. A ,2006-Investigating the resultant characteristics of proton scattering on nuclei $50 \leq A \leq 70$ with energy near the columbic barrier $(E = E_B)$ using(VMA)model ,Journal of Al Baath Syria- Homs,Vol.28,No.2, p.279-297-University
- [14]- BELAL. A , 2009-Using the Dispersion Optical Model for Analysis of Proton Scattering by Nuclei $Zr^{92,94,96}$ Energy Range close to columbic barrier Journal of AL Baath University –Syria-Homs , No.31.
- [15]- ROMANOVSKY .E .A,BECPALOVA . O.B , 2001- MeasurementsandAnalysis elastic scattering protons with energies $< 10 MeV$ for (Sn)-Moscow.

- [16] - ROMANOVSKY . E. A , BECPALOVA . B .O ,2004- Analyzed within the dispersive optical model for the proton and Zr^{90} with in energies $5\text{Mev} < E < 65\text{Mev}$, Nucl. Phys..
- [17]- HODGSON . P. E , 1991- The Dispersive Optical Model, OUNP, 91-11, p.p.1-7.
- [18] - GURBICH .A . F, LIONEV. A , 1983- Analysis Proton Optical -Model potential near the coulomb barrier, blinks – USSR.
- [19]- MAHAUX . C, BORTINGNON P.F, 1985 -Dynamics of the shell model .Phys. Rep, V.120 , p.p.1- 274.
- [20]-Brown . G. E , Rho, M . 1981, Nucl . Phys , A . 372,397.
- [21]- PEREY F.G. code SPI-GENOA (unpublished)1976.
- [22]- MAHAUX . C, SARTOR . R(1991).Dispersion Relation Approach To The Mean Field And Spectral Functions Of Nucleons In 40 Ca, Nuclear Physics A528,253-297.
- [23]- B EER K.,HODGSON P.E, 1994-The Systematic of Nuclear Bound States.J.phys.G.Nuclphys.,V.4.N.12, 128791-12p.
- [24]-KONING A.J. AND D. ROCHMAN,2011- Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) Petten, The Netherlands. Release date: December 29.
- [25]- P.G. Young, Los Alamos National Laboratory-(1994), Experience at los alamos with use of the optical model for applied nucleia data calculations, (report la-ur-94-3104).
- [26]- Jeukenne J.P, Mahaux C, Jaminon M.
Dependence upon mass number and neutron excess of the real part of the proton optical potential for mass numbers ($44 \leq A \leq 72$).

Phys . Rev . 1986, V.C34M P.P.468-479.

[27]-A.E.Taylor, E.Wood, 2016- Neutron total cross section between 30 and 153 MeV,The London,Edinburgh,and Dublin Philosophical Magazin and Jornal of Science,Series 7.

[28]-TENDL-2015(Release Data 18 january 2016) By A.J. Koning1, D. Rochman, J. Kopecky, J.Ch. Sublet, M. Fleming, E. Bauge, S. Hilaire, P. Romain, B. Morillon, H. Duarte, S. C van der Marck, S. Pomp, H. Sjostrand, R. Forrest, H. Henriksson, O. Cabellos, S. Goriely, J. Leppanen, H. Leeb, A. Plompen, and R. Mills .

[29]-A,H, Wapstra . N. B , Gove. 1971 , Nuclear reaction and separation energies, Oak Ridge National Laboratory ,Oak Ridge,Tnnn.37830.

تحديد الثوابت الطيفية للحالة الأساسية

لجزء كلوريد الفضة باستخدام

هاملتوني ديراك - كولوم

الدكتور: عادل المخللاتي¹

الملخص

في هذا البحث، تم دراسة جزء كلوريد الفضة $AgCl$ باستخدام برنامج ديراك 22 ($DIRAC22$)، حيث كانت الطريقة المعتمدة هي نظرية تابعة الكثافة (DFT). لقد تم اختيار مجموعة قاعدة نسبية $dyall.cv2z$ ، وهي مجموعة القاعدة ديال الحاوية على توابع الارتباط للإلكترونات التكافؤية-الليبية ثنائية-زيتا، من أجل جميع التابعيات المستخدمة. إضافة إلى استخدام هاملتوني ديراك-كولوم النسبي. تم إجراء الحسابات الكوانتية النسبية المتعلقة بالثوابت الطيفية، وهي طول رابطة التوازن r_e ، التواتر التوافقي ω_e والتواتر اللاتوافقي $x_e\omega_e$ ، لجزء كلوريد الفضة $AgCl$ بالاعتماد على برنامج ديراك 22 ($DIRAC22$)، وبمساعدة برنامج إضافي ($TWOFIT$) الذي أستخدم لاستقراء قيم الثوابت الطيفية بالاعتماد على قيم الطاقة الناتجة. وقد وجدنا أنه لوصف جزء $AgCl$ ، فإنّ التابعة $CAMB3LYP$ تشكل طريقة جيدة بشكل عام لأجل حساب كل من التواتر التوافقي ω_e والتواتر اللاتوافقي $x_e\omega_e$ ، بينما شكلت التابعة PBE تابعة ممتازة لوصف طول رابطة التوازن r_e . لقد استطعنا أيضاً تحسين قيم الثوابت الطيفية المدروسة بعد الاعتماد على هاملتوني ديراك-كولوم النسبي الحاوي على التأثيرات السبينية-المدارية بشكلها الاضطرابي.

الكلمات المفتاحية: ميكانيك الكم النسبي، نظرية تابعة الكثافة، المطيافية الجزيئية، الثوابت الطيفية.

¹ قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة البعث.

Determination the ground-state spectroscopic constants of silver chloride using Dirac-coulomb Hamiltonian

Dr. Adel Almoukhalalati²

Abstract

In this paper, we have studied silver chloride (*AgCl*) using *DIRAC22* program. This research is based on three points. In the first, we have used density functional theory (*DFT*). The second, we have selected (*dyall.cv2z*) relativistic basis set for all the functionals that had been used in this research. The third, we have used Dirac-Coulomb Hamiltonian.

We have used *DIRAC22* with aid of another program in *DIRAC* package called *TWOFIT* for the calculations of the spectroscopic constants, which are the equilibrium bond length r_e , harmonic frequency ω_e and anharmonic frequency $x_e\omega_e$. We have found that to describe *AgCl*, the functional *CAMB3LYP* make a good method in general to describe both harmonic frequency ω_e and the anharmonic frequency $x_e\omega_e$, while the functional *PBE* provided the best value for the equilibrium bond length r_e . We have also optimized the values of spectroscopic constants when we have taken into account the Dirac-coulomb Hamiltonian which contains the spin-orbit effects in its perturbative form.

Keywords: Relativistic quantum mechanics, Density functional theory, Molecular spectroscopy, Spectroscopic constants.

² Department of Physics- Faculty of Science- Al-Baath University.

1. مقدمة

توقع بول ديراك (P. A. M. Dirac) مؤسس ميكانيك الكم النسبوي، أنّ النسخ الأكثر واقعية من ميكانيك الكم لن تقدّم أكثر من تلك التي أسسها هو نفسه وهذا بالمقارنة مع ميكانيك الكم اللانسبوي عند تطبيقها على النظم الذرية والجزيئية العادية [1].

بعد مضي أكثر من أربعين سنة على ظهور النظرية الكوانتية النسبوية [2,3,4]، بدأت تتوضح أهمية دراسة التأثيرات النسبوية حتى على النظم الذرية والجزيئية. تتبع أهمية التأثيرات النسبوية في الحسابات الكوانتية على النظم الجزيئية من عدة عوامل. على سبيل المثال، بسبب حقيقة أنّ سرعة الضوء محدودة، هذا يقود إلى مشكلة في الحسابات الكوانتية اللانسبوية على الذرات الثقيلة بسبب أنه كلما كانت الذرة أثقل كلما تحركت إلكتروناتها بشكل أسرع، وبالأخص إلكترونات الطبقة الداخلية التي يُمكنها أن تقترب من سرعات قريبة من سرعة الضوء.

حتى في حالة الحسابات الكوانتية على العناصر الخفيفة، فالتصحّحات النسبوية قد تملك قيم لا يُمكن إهمالها إذا كنا مهتمين بالطرق الحسابية التي تملك هامش خطأ مشابه لقيم التصحّحات النسبوية.

تتجلى التأثيرات النسبوية عن طريق انكماش المدارات الذرية s و p ، وتمدّد المدارات الذرية d و f والاقتران السبيني - المداري. من أحد أهمّ الأمثلة على أهمية التأثيرات النسبوية هو البنية العصبية لمعدن الذهب، حيث تقود الحسابات اللانسبوية إلى المبالغة في تقدير الفجوة ما بين $5d$ و $6p$ مع توقع عصابة امتصاص فوق بنفسجية والتي تتوافق مع معدن يشبه الفضة. [5,6]

من المعلوم أنّ تغير طول رابطة التوازن يُؤثر على قيمة الثوابت الطيفية، وبما أنّ طول رابطة التوازن يتبع للتأثيرات النسبوية فإنّ الثوابت الطيفية تتبع للتأثيرات النسبوية. لقد وُجد أنّ التأثيرات النسبوية، في معظم الحالات، على أطوال الروابط الكيميائية يكون ذو تأثير انكماشى [7]، مع العلم أنّ انكماش طول الرابطة لا يستدعي دائماً انكماش المدارات [7].

2. هدف البحث

إنّ الهدف الأساسي من هذا البحث هو إيجاد الثوابت الطيفية (طول رابطة التوازن r_e ، التواتر التوافقي ω_e والتواتر اللاتوافقي $x_e\omega_e$)، لجزيء كلوريد الفضة $AgCl$ بالاعتماد على برنامج ديراك 22 (DIRAC22) [8]، واستخدام نظرية تابعة الكثافة (DFT).

3. الدراسة النظرية:

1.3. نظرية تابعة الكثافة:

يُمكن القول بأنّ نظرية تابعة الكثافة (DFT) عبارة عن طريقة حسابية تقوم باستخراج خصائص الجزيء عن طريق تحديد الكثافة الإلكترونية التي تحوي على جميع معلومات الجزيء. وبمعنى آخر، فإنّ الفكرة الأساسية في (DFT) هي بالتعبير عن الطاقة الإلكترونية كـ "تابعة" للكثافة الإلكترونية.

يعود أصل نظرية (DFT) إلى نموذج طوره كل من توماس للويلين (Llewellyn Thomas) [9] وانريكو فيرمي (Enrico Fermi) [10] في نهاية عشرينات القرن الماضي، وبسبب تطور البرامج الحاسوبية وتطور سرعة وقدرة التطبيقات للمعالجة الرياضية، فإنّ النتائج النظرية لنظرية (DFT) ظهرت بشكل مرضٍ مع البيانات التجريبية وكانت كلفة استخدام هذه الطريقة أقل نسبياً بالمقارنة مع الطرق التقليدية.

توصّل كلاً من كوهن (Kohn) وشام (Sham) □ [11] في عام 1965 إلى فكرة ذكية، وهي استخدام نظام من الإلكترونات الوهمية الغير متفاعلة، بحيث تكون كثافة الحالة الأرضية لهذا النظام مشابه للنظام الحقيقي للإلكترونات المتفاعلة، عندها قدّم كل من كوهن وشام معادلة تفاضلية عُرفت باسمهم:

$$h^{KS}\varphi_i = \varepsilon_i\varphi_i \quad (1)$$

حيث h^{KS} هو مؤثر كوهن-شام للإلكترون الواحد والمعرّف بالشكل التالي:

$$h^{KS} = -\frac{1}{2}\nabla^2 + V_s(\mathbf{r})$$

حيث $V_s(\mathbf{r})$ هو كمون كوهن-شام. تُعطى الطاقة الكلية للنظام المتفاعل كما يلي:

$$E_0[\rho] = \int \rho(\mathbf{r})V_{ne}(\mathbf{r})d\mathbf{r} + F[\rho]$$

اقترح كوهن وشام □ [11] تقريب لـ $F[\rho]$ يقودهم لشكل مشابه لطريقة هارترى-فوك لكن يحوي على القدر الأكبر من تأثيرات الارتباط والتبادل. حيث عرّفوا $F[\rho]$ بالشكل:

$$F[\rho] = T_S[\rho] + J[\rho] + E_{XC}[\rho]$$

حيث $T_S[\rho]$ هي الطاقة الحركية للإلكترونات الغير المتفاعلة، $J[\rho]$ طاقة التأثير المتبادل الكولومي، $E_{XC}[\rho]$ هي طاقة التبادل-الارتباط والمعروفة بالشكل:

$$\begin{aligned} E_{XC}[\rho] &\equiv (T[\rho] - T_S[\rho]) + (E_{ee}[\rho] - J[\rho]) \\ &= T_C[\rho] + E_{ncI}[\rho] \end{aligned}$$

من الواضح أن $E_{XC}[\rho]$ لا تحوي فقط على التأثيرات غير الكلاسيكية لتصحيح التأثير الذاتي، وتأثيرات التبادل والارتباط، بل أيضاً على تأثيرات جزء من الطاقة الحركية.

باستخدام مبدأ التغيرات، تم التوصل إلى معادلات كوهن شام التالية: [11]

$$\left[-\frac{1}{2}\nabla^2 + \left\{ \int \frac{\rho(\mathbf{r}_2)}{r_{12}} d\mathbf{r}_2 + V_{XC}(\mathbf{r}_1) - \sum_A^M \frac{Z_A}{r_{1A}} \right\} \right] \varphi_i = \left(-\frac{1}{2}\nabla^2 + V_{eff}(\mathbf{r}_1) \right) \varphi_i = \varepsilon_i \varphi_i$$

بمقارنة العلاقة السابقة مع المعادلة الحاوية على الكمون الفعال للنظام المرجعي غير المتفاعل، المعادلة (1)، نحصل على:

$$V_S(\mathbf{r}) \equiv V_{eff}(\mathbf{r}) = \int \frac{\rho(\mathbf{r}_2)}{r_{12}} d\mathbf{r}_2 + V_{XC}(\mathbf{r}_1) - \sum_A^M \frac{Z_A}{r_{1A}}$$

نرى من المعادلة السابقة أن كمون التبادل - الارتباط، V_{XC} ، الذي ينتج عن طاقة الارتباط - التبادل، E_{XC} ، هو الحد الوحيد المجهول. نعبر عن V_{XC} كتابياً مشتقة لـ E_{XC} بالنسبة للكثافة الإلكترونية ρ بالشكل:

$$V_{XC} \equiv \frac{\delta E_{XC}}{\delta \rho}$$

طالما أن V_{XC} غير محدد، لذلك تم إيجاد تقريبات تسمح بحساب بعض المقادير الفيزيائية منها تقريب الكثافة المحلية (LDA) [15,14,13,12]، تقريب النشر المتدرج (GGA) [16]، تقريب التدرج المعمم [20,19,18,17]، وتقريب ميتا التدرج المعمم (Meta - GGA) [21].

2.3. هاملتوني ديراك-كولوم:

إنّ العلاقة التي تربط الطاقة بكمية الحركة هي من الشكل:

$$(E + e\phi)^2 = m^2 c^4 + \pi^2 c^2 \quad (2)$$

يُمكننا تكميم العلاقة السابقة مباشرة بالاعتماد على مبدأ التقابل (*corresponding principle*)، أيّ باستبدال $\mathbf{p} \rightarrow -i\hbar \nabla$ و $E \rightarrow i\hbar \partial/\partial t$ ، لكن سوف ينتج هنا مؤثرات أربعة إلكترونات (*four – electron operators*)، والذي سوف يكون غير مناسب لأجل الفيزياء الكوانتية النسبوية. يُمكننا تخفيض رتبة المؤثرات بأخذ الجذر التربيعي لهذه الصيغة، المعادلة (2)، لكن سنواجه عدة صعوبات، فإذا استخدمنا مبدأ التقابل سوف تظهر لدينا مشكلة تفسير الجذر التربيعي للمؤثر اللابلاسي، بالطبع يُمكننا الالتفاف على هذه المشكلة بإخراج العامل mc من الجذر التربيعي ثم نشر الجذر كسلسلة قوى في $\left(\frac{\pi}{mc}\right)^2$ ، وهذا يؤدي إلى:

$$\begin{aligned} H + e\phi &= mc^2 \sqrt{1 + \left(\frac{\pi}{mc}\right)^2} \\ &= mc^2 + \frac{\pi^2}{2m} - \frac{\pi^4}{8m^3 c^2} + O\left(\frac{\pi^6}{m^5 c^4}\right) \end{aligned}$$

حيث الحد الأول من المعادلة السابقة يُدعى بـ طاقة الكتلة السكونية بينما الحد الثاني يرتبط بالطاقة الحركية. لكن فشلت هذه الطريقة أيضاً لعدة أسباب: أولاً: السلسلة لا نهائية، والمفروض أن يتم اقتطاعها. ثانياً: هذه الصيغة محققة فقط في حالة كان $\pi < mc$ ، لكن نعلم أنّ π يُمكن أن تأخذ قيم حتى ∞ . ثالثاً: المؤثرات تُصبح أصعب

كلما ابتعدنا في السلسلة. وأخيراً: ثبات لورنتز غير واضح هنا، ومن الممكن فقدانه في حال تم اقتطاع السلسلة.

إنّ طريقة ديراك [22] لتكميم أي هاملتوني تتمثل بافتراض أنّه يُمكن كتابة مؤثر الجذر التربيعي بشكل مربع تام (*perfect square*):

$$\pi^2 + m^2 c^2 = (\alpha \cdot \pi + \beta m c^2)^2$$

حيث يجب تحديد α و β . يُمكن كتابة الهاملتوني النسبوي للإلكترون بالشكل:

$$H + e\phi = c \cdot \alpha(\mathbf{p} + e\mathbf{A}) + \beta m c^2$$

باستخدام مبدأ التقابل لتكميم هذا الهاملتوني، يُمكننا كتابة معادلة ديراك للإلكترون في حقل كهرومغناطيسي بالشكل:

$$\left(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} + e\phi \right) \psi = c \cdot \alpha(-i\hbar \nabla + e\mathbf{A})\psi + \beta m c^2 \psi$$

تمتلك المصفوفات α و β الخواص التالية:

$$\alpha_i^2 = \beta^2 = 1$$
$$\alpha_i \alpha_j = -\alpha_j \alpha_i \quad ; i \neq j \quad (3)$$

$$\alpha_i \beta = -\beta \alpha_i$$

لقد أدرك ديراك أنّ التمثيل الرياضي لهذه المصفوفات، المعادلات (3)، يتبع لجبر باولي، بحيث استطاع ديراك التوصل إلى التمثيل التالي للمصفوفات [22]:

$$\alpha_k = \begin{pmatrix} 0_2 & \sigma_k \\ \sigma_k & 0_2 \end{pmatrix} ; k = 1, 2, 3$$

$$\beta = \begin{pmatrix} I_2 & 0_2 \\ 0_2 & -I_2 \end{pmatrix}$$

حيث I_2 و 0_2 هي المصفوفة الواحدية (2×2) والمصفوفة الصفرية قياس (2×2) على الترتيب، و σ_k هي مصفوفات باولي.

بسبب ظهور مصفوفات قياس 4×4 في معادلات ديراك، فإن الدالة الموجية يجب أن تكون متجه يملك أربعة مركبات □ [22]:

$$\Psi(\mathbf{r}, t) = \begin{pmatrix} \psi_1(\mathbf{r}, t) \\ \psi_2(\mathbf{r}, t) \\ \psi_3(\mathbf{r}, t) \\ \psi_4(\mathbf{r}, t) \end{pmatrix}$$

أو يُمكن كتابة دالة ديراك الموجية بدلالة المركبتين العلويتين والسفليتين كسبينور ذو مركبتين (سبينورات باولي) (*Pauli spinor*):

$$\Psi(\mathbf{r}, t) = \begin{pmatrix} \Psi^L(\mathbf{r}, t) \\ \Psi^S(\mathbf{r}, t) \end{pmatrix}$$

حيث تُدعى المركبات Ψ^L و Ψ^S بالمركبات الكبرى والصغرى للتابع الموجي Ψ ، على الترتيب.

إذا يُمكن كتابة معادلة ديراك الإلكترونية المستقلة عن الزمن بالشكل:

$$[c(\boldsymbol{\alpha} \cdot \mathbf{p}) + (\beta mc^2 + V)]\Psi = E\Psi$$

حيث الحدّ (V) المستخدم في هذا البحث هو عبارة عن كمون كولوم.

4. النتائج والمناقشة:

إنّ جميع الحسابات المدرجة في هذه البحث تمت باستخدام برنامج ديراك 22 □ [8] (DIRAC22) والمبنية على هاملتوني ديراك-كولوم (*Dirac – Coulomb Hamiltonian*) النسبوي □ [23] ذو الأربع المركبات بالإضافة إلى استخدام مجموعات القاعدة من النوع الغاوصي (*GTO*) . □ [25,24]

يحيوي برنامج ديراك 22 على تصحيح للطاقة وذلك لتجنب الحسابات الصريحة لتكاملات الإلكترونين الحاوية على توابع القاعدة للمركبة الصغيرة فقط، وبالتالي من خلال التعليمية □ [8] (*DOSSSS*) . قمتنا بالاحتفاظ بهذه التكاملات، حيث إنّ تضمين حسابات تكامل الإلكترونين للمركبة الصغيرة فقط سيعطي نتائج أدق، لكن إجراء هذه الحسابات يتطلب تكلفة حسابية أعلى بشكل ملحوظ.

لقد تمّ استخدام مجموعة القاعدة ديال ثنائية-زيتا الحاوية على توابع الارتباط للإلكترونات التكافؤية اللبية (*core – valence*) والمشار إليها بـ *[dyall.cv2z]* □ [26]، ثم قمتنا بتطبيق شرط التوازن الحركي □ [28,27] لتوليد توابع القاعدة للمركبة الصغيرة من توابع القاعدة للمركبة الكبيرة. كما اعتمدنا نموذج غاوص □ [25,24] لوصف توزع الشحنة النووية للنوى *Cl, Ag*.

قمتنا بإجراء حسابات نظرية تابعة الكثافة (*DFT*) باستخدام تابعيات مختلفة: *LDA* □ [13]، *PBE* □ [21]، *PBE0* □ [20]، *BLYP* □ [19]، *B3LYP* □ [19]، *CAM – B3LYP* □ [29]. لقد تم إجراء جميع حسابات *DFT* باستخدام شبكة (*grid*) فوق دقيقة □ [8] (*ultrafine*) لأجل التكاملات العددية وذلك لضمان تقارب نتائج حسابات تابعة التبادل-الارتباط، وبالتالي فإنّ تعليمية (*ULTRAFINE*) . في برنامج ديراك 22 سنقوم بإجراء التكاملات القطرية باستخدام مخطط أدخله لينداه □ [30] (*Lindh*) بعتبة تقارب مساوية لـ 2×10^{-15} ، بينما تم

الحصول على التكاملات الزاوية باستخدام مخطط ليبيديف (Lebedev) [30] بحيث أن $L_{\max} = 64$.

تمّ حساب الثوابت الطيفية (r_e ، ω_e و $x_e\omega_e$) باستخدام كثيرات حدود من المرتبة السادسة لأجل 7 نقاط للطاقة الكلية لأكثر النظائر وفرةً، وذلك باستخدام برنامج إضافي يُدعى توفيت (TWOFIT) [31] المُضمّن في برنامج ديرك 22 لأجل الحسابات النسبوية.

بيّن لنا الجدول (1) الثوابت الطيفية (طول رابطة التوازن r_e ، التواتر التوافقي ω_e والتواتر اللاتوافقي $x_e\omega_e$) لجزيء كلوريد الفضة AgCl والتي تمّ الحصول عليها بطريقة تابعة الكثافة DFT لأجل تابعيات مختلفة، وباستخدام مجموعة القاعدة الكبيرة dyall.cv2z. كما يوضح الجدول (1) القيم التجريبية [32] الموافقة للثوابت الطيفية ($x_e\omega_e$ ، ω_e ، r_e).

الجدول (1): الثوابت الطيفية (طول رابطة التوازن r_e ، التواتر التوافقي ω_e والتواتر اللاتوافقي $x_e\omega_e$) لجزيء كلوريد الفضة AgCl والتي تمّ الحصول عليها لأجل تابعيات مختلفة باستخدام مجموعة القاعدة الكبيرة dyall.cv2z. تمّ الحصول على القيم التجريبية (r_e ، ω_e ، $x_e\omega_e$) من موقع NIST [32].

التابعة	مجموعة القاعدة	r_e [Å]	ω_e [cm ⁻¹]	$x_e\omega_e$ [cm ⁻¹]
LDA	dyall.cv2z	2.2308	366.01	2.42
PBE	dyall.cv2z	2.2913	332.83	2.41
PBE0	dyall.cv2z	2.2921	339.92	2.03
BLYP	dyall.cv2z	2.3213	316.19	1.92
B3LYP	dyall.cv2z	2.3138	326.97	1.94
CAMB3LYP	dyall.cv2z	2.2953	344.04	1.76
Exp. [32]	-	2.2808	343.5	1.17

لقد استطعنا التنبؤ، لأجل جزيء كلوريد الفضة $AgCl$ ، بأفضل قيمة نظرية لطول الرابطة r_e من خلال التابعية PBE بخطأ مطلق 0.01، بينما التابعية LDA قللت من شأن طول الرابطة فيما بالغت جميع تابعيات GGA في تقدير طول الرابطة من أجل هاملتوني ديراك-كولون النسبوي المستخدم.

لأجل الثابت التوافقي ω_e تمكنت التابعية $CAMB3LYP$ من تقديم أفضل قيمة نظرية وذلك بخطأ مطلق 0.5، في حين كانت التابعية $BLYP$ هي الأسوأ في تقدير قيمة الثابت التوافقي ω_e وبخطأ مطلق قدرة 27.3.

أعطت التابعية $CAMB3LYP$ قيمة نظرية جيدة من أجل الثابت اللاتوافقي $x_e\omega_e$ ، حيث كان الخطأ المطلق المرتكب هو 0.6، بينما بالغت التابعية LDA في تقدير قيمة الثابت اللاتوافقي $x_e\omega_e$ ، حيث وصل الخطأ المطلق إلى قيمة 1.25.

من المعلوم أن التابعيات GGA تقوم بزيادة عدم التمركز ($delocalize$) لكثافة الإلكترون [33]، وهذا ما قد يؤثر على زيادة أطوال الروابط للأيونات الجزيئية بحالتها الطبيعية. لكن نلاحظ أن تابعيات GGA المستخدمة في هذا البحث، PBE و $PBE0$ ، أعطت نتائج قريبة لأجل طول الرابطة بالمقارنة مع القيمة التجريبية، وكانت PBE هي الوصف الأمثل لطول الرابطة في حالة $AgCl$. نلاحظ جودة وصف التابعية PBE لطول الرابطة، ويعود سبب الانخفاض الكبير في الخطأ المطلق لهذه التابعية في هذا البحث إلى استخدام مجموعة القاعدة النسبوية $[dyall.cv2z]$ ، والتي تتضمن التأثيرات النسبوية بعد تحسينها عن طريق هاملتوني ديراك-كولوم [34]، بالإضافة للتعبير عن الطاقة بدلالة هاملتوني ديراك-كولوم، بحيث أدى هذا إلى تخفيض الزيادة في طول الرابطة بسبب ادخال التأثيرات النسبوية التفصلية للمدارات.

المراجع

- [1] P. A. M. Dirac. Quantum mechanics of many-electron systems. In Proc. Roy. Soc. London, A, volume 123, pages 714–733, 1929.
- [2] K. S. Pitzer. Relativistic effects on chemical properties. Acc. Chem. Res., 12(8):271–276, 1979.
- [3] P. Pyykko. Relativistic quantum chemistry. Adv. Quantum Chem., 11:353–409, 1978.
- [4] P. Pyykko and J. P. Desclaux. Relativity and the periodic system of elements. Acc. Chem. Res., 12(8):276–281, 1979.
- [5] L. J. Norrby. Why is mercury liquid? or, why do relativistic effects not get into chemistry text-books? J.Chem.Ed., 68(2):110, 1991.
- [6] P. Pyykko. Relativistic effects in structural chemistry. Chem. Rev., 88(3):563–594, 1988.
- [7] Pyykkö P. Relativistic Effects in Chemistry: More Common Than You Thought. Annu. Rev. Phys. Chem. 2012; 63: 45–64.
- [8] DIRAC, a relativistic ab initio electronic structure program, Release DIRAC22 (2022), written by T. Saue, L. Visscher, H. J. Aa. Jensen, and R. Bast. with contributions from V. Bakken, K. G. Dyall, S. Dubillard, U. Ekström, E. Eliav, T. Enevoldsen, E. Faßhauer, T. Fleig, O. Foss-gaard, A. S. P. Gomes, T. Helgaker, J. K. Lærdahl, Y. S. Lee, J. Henriksson, M. Ilia's, Ch. R. Jacob, S. Knecht, S. Komorovsk'y, O. Kullie, C. V. Larsen, H. S. Nataraj, P. Norman, G. Olejniczak, J. Olsen, Y. C. Park, J. K. Pedersen, M. Pernpointner, R. di Remigio, K. Ruud, P. Sa lek, B. Schim-melpfennig, J. Sikkema, A. J. Thorvaldsen, J. Thyssen, J. van Stralen, S. Villaume, O. Visser, T. Winther, and S. Yamamoto (see <http://www.diracprogram.org>).
- [9] Thomas LH. The calculation of atomic fields. Math. Proc. Cambridge Philos. Soc. 1927; 23: 542–548.

- [10] E. F. A statistical method for determining some properties of the atom. *Rend. Accad.* 1927; 6: 602–607.
- [11] Kohn W, Sham LJ. Self-Consistent Equations Including Exchange and Correlation Effects. *Phys. Rev.* 1965; 140: A1133.
- [12] Thomas LH. The calculation of atomic fields. *Math. Proc. Cambridge Philos. Soc.* 1927; 23: 542–548.
- [13] Dirac PAM. Note on Exchange Phenomena in the Thomas Atom. *Math. Proc. Cambridge Philos. Soc.* 1930; 26: 376–385.
- [14] Vosko SH, Wilk L, Nusair M. Accurate spin-dependent electron liquid correlation energies for local spin density calculations: a critical analysis. *Can. J. Phys.* 1980; 59: 1200.
- [15] Perdew JP, Zunger A. Self-interaction correction to density-functional approximations for many-electron systems. *Phys. Rev. B* 1981; 23: 5048–5079.
- [16] Kohn W, Sham LJ. Self-Consistent Equations Including Exchange and Correlation Effects. *Phys. Rev.* 1965; 140: A1133.
- [17] Perdew JP, Burke K, Wang Y. Generalized gradient approximation for the exchange-correlation hole of a many-electron system. *Phys. Rev. B* 1996; 54: 16533–16539.
- [18] Lee C, Yang W, Parr RG. Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. *Phys. Rev. B* 1988; 37: 785–789.
- [19] Becke AD. Density-functional exchange-energy approximation with correct asymptotic behavior. *Phys. Rev. A* 1988; 38: 3098–3100.
- [20] Perdew JP, Burke K, Ernzerhof M. Generalized Gradient Approximation Made Simple. *Phys. Rev. Lett.* 1996; 77: 3865–3868.
- [21] Tao J, Perdew JP, Staroverov VN, et al. Climbing the Density Functional Ladder: Nonempirical Meta-Generalized Gradient Approximation Designed for Molecules and Solids. *Phys. Rev. Lett.* 2003; 91: 146401.

- [22] Paul Adrien Maurice Dirac. The quantum theory of the electron. *Proc. R. Soc. London. Ser. A, Contain. Pap. a Math. Phys. Character* 1928; 117: 610–624.
- [23] Saue T. Relativistic Hamiltonians for Chemistry: A Primer. *ChemPhysChem*; 12. Epub ahead of print December 9, 2011. DOI: 10.1002/cphc.201100682.
- [24] L. Visscher and K. G. Dyall, *At. Data Nucl. Data Tables* 67, 2007 (1997).
- [25] Y. Ishikawa and H. M. Quiney. On the use of an extended nucleus in dirac-fock gaussian basis set calculations. *Int. J. Quant. Chem.*, 32(S21):523–532, 1987.
- [26] Dyall KG. Relativistic double-zeta, triple-zeta, and quadruple-zeta basis sets for the 4d elements Y–Cd. *Theor. Chem. Acc.* 2007; 117: 483–489.
- [27] R. E. Stanton and S. Havriliak. Kinetic balance: A partial solution to the problem of variational safety in Dirac calculations. *The Journal of Chemical Physics*, 81(4):1910, 1984.
- [28] Joshua Goings, Kinetic Balance, <https://joshuagoings.com/2014/04/27/kinetic-balance/> (accessed February 16, 2021).
- [29] Yanai T, Tew DP, Handy NC. A new hybrid exchange–correlation functional using the Coulomb-attenuating method (CAM-B3LYP). *Chem. Phys. Lett.* 2004; 393: 51–57.
- [30] Lindh R, Malmqvist P-Å, Gagliardi L. Molecular integrals by numerical quadrature. I. Radial integration. *Theor. Chem. Acc.* 2001; 106: 178–187.
- [31] TWOFIT — DIRAC 21.1 documentation, <http://www.diracprogram.org/doc/release-21/tutorials/utis/twofit.html> (accessed June 22, 2022).
- [32] NIST Chemistry WebBook, <https://webbook.nist.gov/chemistry/> (accessed July 7, 2022).

[33] Wilson DJ, Sokol AA, French SA, et al. Defect structures in the silver halides. *Phys. Rev. B* 2008; 77: 64115

[34] Dyllal KG. Relativistic double-zeta, triple-zeta, and quadruple-zeta basis sets for the 4d elements Y–Cd. *Theor. Chem. Acc.* 2007; 117: 483–489.