مجلة جامعة حمص

سلسلة العلوم الأساسية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 47 . العدد ١

1443 هـ - 2025 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة حمص

المدير المسؤول عن المجلة

أ. د. وليد حمادة	رئيس التحرير
أ. د. درغام سلوم	رئيس التحرير

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

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

رئيس تحرير مجلة جامعة حمص

سورية . حمص . جامعة حمص . الإدارة المركزية . ص . ب (٧٧)

. هاتف / فاكس : ٢١٣٨٠٧١ ٣١ ٩٦٣ ++

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

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

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

١- مقدمة

٢- هدف البحث

٣- مواد وطرق البحث

٤- النتائج ومناقشتها .

٥- الاستنتاجات والتوصيات .

٦- 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).

١. مقدمة.
٢. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
٣. أهداف البحث و أسئلته.
٤. فرضيات البحث و حدوده.
٥. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
٦. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
٧. منهج البحث و إجراءاته.
٨. عرض البحث و المناقشة والتحليل
٩. نتائج البحث.
١٠. مقترحات البحث إن وجدت.
١١. قائمة المصادر والمراجع.

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

أ- قياس الورق ١٧,٥×٢٥ B5.

ب- هوامش الصفحة: أعلى ٢,٥٤- أسفل ٢,٥٤ – يمين ٢,٥- يسار ٢,٥ سم

ت- رأس الصفحة ١,٦ / تذييل الصفحة ١,٨

ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس ٢٠

. كتابة النص Simplified Arabic قياس ١٣ عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس ١٣ عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى ١٢سم.

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

٩- 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.

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

١١- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [١] 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

١. دفع رسم نشر (٥٠٠٠٠) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
٢. دفع رسم نشر (٢٠٠٠٠٠) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
٣. دفع رسم نشر (٢٠٠) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
٤. دفع مبلغ (١٥٠٠٠) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
استخدام طريقة العناصر المنتهية في إيجاد سلوك ستاتيكي لصفيحة مستطيلة تشكل جزء من آلة عشارية	بشرى الحبيب د.مصطفى حسن	١١-٣٢
تحديد البرنامج الحراري لإصطناع أكسيد جديد منتمي لسلسلة رادلسدين وبوبيرعند n=1	د.علا الخوجة	٣٣-٥٦
دراسة الاختلافات الوراثية لحشرة فراشة اللوز الحرشفية (L) *Aporia crataegi* في مناطق انتشارها في سورية	أماني شلالو	٥٧-٨٢

استخدام التعلم الآلي: الشبكات العصبونية وآلية متجه الدعم في تقدير وضع مريض سرطان الرئة	د.فاطمة شلاف	٨٣-١٠٦
توزع البوليفينولات الكلية في عصير الرمان وقشوره وبذوره من مناطق مختلفة في سورية	د.يمن هلال	١٠٧-١٢٢

استخدام طريقة العناصر المنتهية في إيجاد سلوك ستاتيكي لصفيحة مستطيلة تشكل جزء من آلة عشارية

طالبة الدكتوراه : بشرى عزيز الحبيب
قسم الرياضيات – كلية العلوم – جامعة البعث
اشراف الدكتور: مصطفى حسن

ملخص البحث

الطرائق الهامة في تحديد معادلات بترامي – ميشيل هي المعادلات الي تصف ميكانيك بشكل عام وميكانيك المرونة بشكل خاص ومقاومة المواد بشكل أخص، من إحدى الأوساط المستمرة الإجهادات مباشرة" الأمر البالغ الأهمية في الصناعة .

هذه الطريقة تمكننا من حساب الإجهادات ولكن تملك السلبية التالية : في معظم الأحيان الحل التحليلي يكون معقد الأمر الذي يجبرنا للذهاب باتجاه الطرق العددية.

في البحث سنقوم أولا" بعرض معادلات بترامي –ميشيل السكونية لأجل صفيحة مستطيلة تشكل أحد أجزاء آلة عشارية مزودة بشروط حدية وبدئية بعدها سنقوم باستخدام طريقة العناصر المنتهية، ثم تقطيع المعادلات اللازمة .

الكلمات المفتاحية :

معادلات بترامي – ميشيل للحالة السكونية المستوية الأولى ،آلة عشارية ، طريقة العناصر المتناهية .

Using the FEM method in finding the static behavior of a rectangular plate which is part of Ten-Bar Mechanism

Abstract

The Btrami-Michell equations in the mechanics of continuous media in general, the mechanics of elasticity and the resistance of materials in particular, they are considered one of the important methods for determining stresses directly, which is extremely important in industry.

This method enables us to calculate stresses, but it has the following drawback: Most of the time the analytical solution is complex, which forces us to go towards numerical methods.

In the research, we will, firstly, present the Btrami-Michell static equations for a rectangular plate that forms one of the parts of a decagon machine provided with boundary with initial conditions. Then we will use the finite element method to discretize the necessary equations

Key words: Btrami-Michell equations for the first plane static state, Ten - Bar mechanism, Finite element method.

مقدمة :

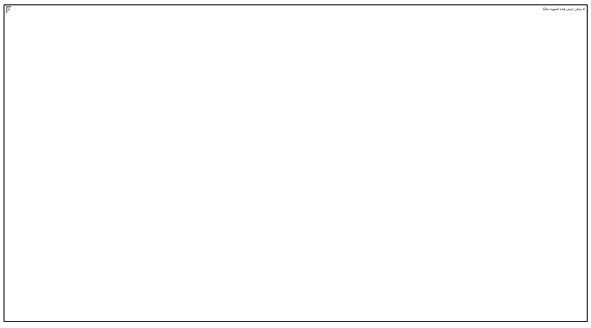
يعتبر سانت فينانت(١٨٩٠) [3]أول من وضع صياغة ناقصة لمعادلات الإجهادات من خلال معادلات الاستمرار بالانفعالات يكمن هذا النقص أن عدد المعادلات أقل ب ثلاث من عدد المجاهيل (في الحالة الفراغية للانفعالات) ، مع بداية (١٩١٠) [٣] أتى العالمان الفرنسيان بترامي – ميشيل لسد هذا النقص من خلال إضافة معادلات نافيير إلى معادلات سانت فينانت ،وقد أطلقوا على المعادلات الجديدة بمعادلات بترامي – ميشيل وبعد مضي فترة للأسف ظهرت مشكلة جديدة تكمن بالآتي : صحيح أن عدد المعادلات الجديدة يساوي عدد المجاهيل لكن عندما تكون الشروط الحدية ليست شروط الجر فيكون حل هذه المعادلات ليس وحيد.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى مناقشة صياغة بترامي – ميشيل لصفيحة مستطيلة تشكل جزء من الآلة العشارية المبينة في الشكل b. حيث أن الحل التحليلي لهذه المسألة معقد مما يجبرنا على تقطيع هذه المسألة (كتابتها بالشكل الضعيف وتحويلها إلى معادلات فرقية) مستخدمين في ذلك طريقة العناصر المنتهية من أجل متطلبات البحث يلزمنا فيما يلي عرض صياغة بترامي – ميشيل لصفيحة مستطيلة وتشكل جزء من آلتنا.

طرق ونتائج البحث

الآلة العشارية: جملة مكونة من عشرة أجسام مرتبطة فيما بينها باثني عشر مفصلاً دوارنياً [1]الشكل $[b]$ [2]

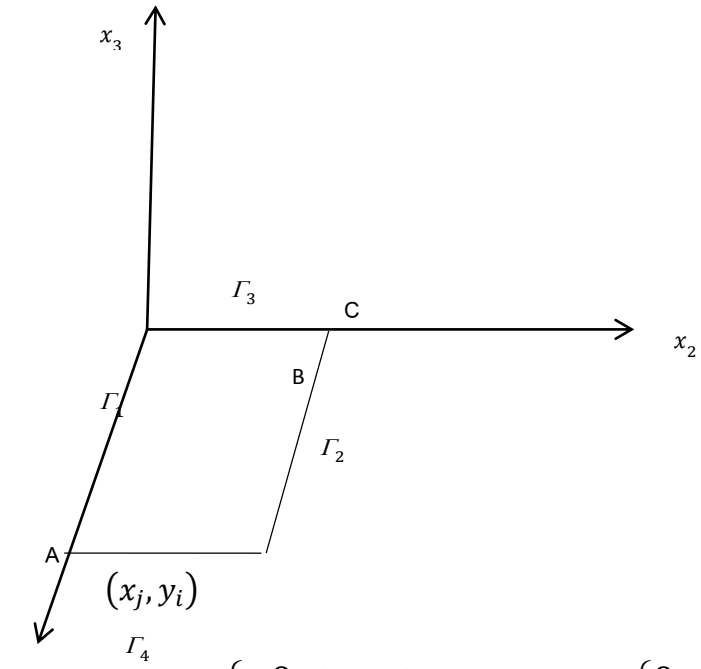


مسألة بترامي **ـ ميشيل** :[3]

ليكن لدينا صفيحة مستطيلة $OABC$ متوازنة ولا تخضع إلى قوى حجمية ومتجانسة ومتماثلة المناحي ولنرمز بالرمز Ω للمنطقة الدّاخلية في الصفيحة ولحدود المنطقة بالرّمز $\partial\Omega$ ولطول ضلع الصّفيحة بالرّمز a ولعرضها b حيث:

$$\partial\Omega = \underset{\Gamma_1}{[OA]} + \underset{\Gamma_4}{[AB]} + \underset{\Gamma_2}{[BC]} + \underset{\Gamma_3}{[OC]}$$

ويمكن توضيح الصّفيحة كما في الشّكل المجاور (١,٢)



حيث يكون لدينا:

$$\Gamma_1 : \begin{cases} 0 \le x_1 \le a \\ x_2 = 0 \end{cases} \qquad \Gamma_2 : \begin{cases} 0 \le x_1 \le a \\ x_2 = b \end{cases}$$

$$\Gamma_3 : \begin{cases} 0 \le x_2 \le b \\ x_1 = 0 \end{cases} \qquad \Gamma_4 : \begin{cases} 0 \le x_2 \le b \\ x_1 = a \end{cases}$$

ويكون نموذج هوك كما يلي:

١) معادلات التّوازن المحققة في Ω:

$$\sigma_{\beta\alpha,\beta}=0 \qquad \alpha=1,2$$

أي:(1)
$$\begin{cases}\sigma_{11,1}+\sigma_{21,2}=0\\ \sigma_{12,1}+\sigma_{22,2}=0\end{cases}$$

٢) العلاقات الهندسية المحققة في Ω:

$$\begin{cases}\varepsilon_{11}=\dfrac{1}{2}(u_{1,1}+u_{1,1})=u_{1,1}\\ \varepsilon_{12}=\dfrac{1}{2}(u_{1,2}+u_{2,1})=\varepsilon_{21}\\ \varepsilon_{22}=\dfrac{1}{2}(u_{2,2}+u_{2,2})=u_{2,2}\end{cases} \qquad (2)$$

٣) العلاقات التّأسيسية المحققة في Ω:

$$\sigma_{\alpha\beta}=2\mu\varepsilon_{\alpha\beta}+\lambda\varepsilon_{\gamma\gamma}\delta_{\alpha\beta} \qquad \alpha,\beta=1,2 \qquad (3)$$

حيث: $\varepsilon_{\gamma\gamma}=\varepsilon_{11}+\varepsilon_{22}$ فيما يلي سنستنتج معادلات بترامي _ ميشيل بتقليص العلاقات نجد:

$$\sigma_{\gamma\gamma}=2\mu\varepsilon_{\gamma\gamma}+2\lambda\varepsilon_{\gamma\gamma}=2(\mu+\lambda)\varepsilon_{\gamma\gamma}\Rightarrow\varepsilon_{\gamma\gamma}=\frac{\sigma_{\gamma\gamma}}{2(\mu+\lambda)}$$

وبالتّالي:

$$\varepsilon_{\alpha\beta}=\frac{1}{2\mu}[\sigma_{\alpha\beta}-\frac{\lambda}{2(\mu+\lambda)}\sigma_{\gamma\gamma}\delta_{\alpha\beta}]$$

$$;\sigma_{\gamma\gamma}=\sigma_{11}+\sigma_{22};\alpha,\beta=1,2 \qquad (4)$$

وبالتّالي نجد:

(5)

$$\begin{cases}\varepsilon_{11}=\frac{1}{2\mu}[(1-\frac{\lambda}{2(\mu+\lambda)})\sigma_{11}-\frac{\lambda}{2(\mu+\lambda)}\sigma_{22}]\\ \varepsilon_{22}=\frac{1}{2\mu}[(1-\frac{\lambda}{2(\mu+\lambda)})\sigma_{22}-\frac{\lambda}{2(\mu+\lambda)}\sigma_{11}]\\ \varepsilon_{12}=\frac{1}{2\mu}\sigma_{12}=\varepsilon_{21}\end{cases}$$

نعلم أنّ معادلة توافق الانفعالات هي: (6) $\varepsilon_{11,22}+\varepsilon_{22,11}=2\varepsilon_{12,12}$.

بتعويض (4)في (6) نجد:

$$\frac{1}{2\mu}[\sigma_{11,22}+\sigma_{22,11}-\frac{1}{2(\mu+\lambda)}\nabla_1^2\sigma_{\gamma\gamma}]=\frac{1}{\mu}\sigma_{12,12} \quad (7)$$

حيث: $\nabla_1^2\sigma_{\gamma\gamma}=\frac{\partial^2}{\partial {x_1}^2}\sigma_{\gamma\gamma}+\frac{\partial}{\partial {x_2}^2}\sigma_{\gamma\gamma}$ وبالتالي فأنّ المعادلة (٧)

تأخذ الشّكل:

$$\sigma_{11,22}+\sigma_{22,11}-\frac{\lambda}{2(\lambda+\mu)}\nabla_1^2(\sigma_{11}+\sigma_{22})=2\sigma_{12,12} \qquad (8)$$

وبالتالي اصبح لدينا جملة ثلاث معادلات بثلاثة مجاهيل هي: σ_{11} و σ_{22} و σ_{12}.

نضيف للمعادلات السّابقة **الشّروط الحدية** التّالية:

على Γ_1 و Γ_2:

$$\sigma_{2\alpha}=0 \qquad ;\alpha=1,2$$

أي: (9)
$$\begin{cases}\sigma_{21}=0\\ \sigma_{22}=0\end{cases}$$

على Γ_3 :(10)
$$\begin{cases}\sigma_{11}=f\\ \sigma_{12}=0\end{cases}$$

على Γ_4 :(11)
$$\begin{cases}\sigma_{11}=-f\\ \sigma_{12}=0\end{cases}$$

سنكتفي في العرض الّسابق لمسألة بيلترامي _ ميشيل دون التّطرق إلى حلها.

صياغة عددية لمعادلة بيلترامي ميشيل باستخدام الفروق المنتهية:[4]

إنّ فكرة إيجاد الحل العددي للمسألة:

$$\begin{aligned}\sigma_{11,1}+\sigma_{21,2}&=0\\ \sigma_{12,1}+\sigma_{22,2}&=0\end{aligned} \qquad (١٢)$$

$$\sigma_{11,22}+\sigma_{22,11}-\frac{\lambda}{2\left(\lambda+\mu\right)}\nabla_1^2\left(\sigma_{11}+\sigma_{22}\right)=2\sigma_{12,21}$$

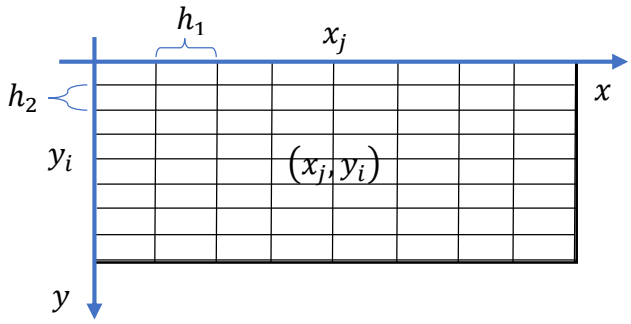
$$\nabla_1^2\sigma_{\gamma\gamma}=\frac{\partial^2}{\partial x^2}\sigma_{\gamma\gamma}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\sigma_{\gamma\gamma}$$

تتلخص في إيجاد قيم تقريبية عددية لهذا الحل $\overset{-ij}{\sigma}_{\alpha\beta}\approx\sigma_{\alpha\beta}\left(x_j,y_i\right)$ عند نقاط متقطعة $\left(x_j,y_i\right)$. من أجل ذلك علينا تقطيع منطقة العمل ثنائية البعد وبناءً على ذلك نقسم منطقة العمل إلى مجموعة من النقاط بحيث تكون المسافة بينها ثابتة سواءً أكانت على المحور الأفقي أم الشاقولي وذلك بالشكل:

$$\Omega_{h_1,h_2}=\{\left(x_j,y_i\right)=\left(a+\left(j-1\right)h_1,c+(i-1)h_2\right),1\leq j\leq M_1+1,\quad 1\leq i\leq M_2+1\}$$

حيث $M_1,M_2>2$ ثابتين صحيحين و $h_1=\frac{b-a}{M_1}>0\,,h_2=\frac{c-d}{M_2}>0$ تمثلان الخطوة المكانية، عندئذ نحصل على نقاط شبكة التقطيع وعددها

$$\left(M_2-1\right)\times\left(M_1-1\right)$$



الشكل 1: الشبكة المكانية

الآن لتسهيل بناء التقريب سوف نكتب المعادلات (١٢) بالشكل الصريح:[5]

$$\begin{pmatrix} \partial_1\sigma_{11} + \partial_2\sigma_{21} \\ \partial_1\sigma_{12} + \partial_2\sigma_{22} \\ \partial_{22}\sigma_{11} + \partial_{11}\sigma_{22} - \frac{\lambda}{2(\lambda+\mu)}\left(\partial_{11}\sigma_{11} + \partial_{22}\sigma_{11} + \partial_{11}\sigma_{22} + \partial_{22}\sigma_{22}\right) - 2\partial_{12}\sigma_{12} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

عندئذٍ لإيجاد الحل التقريبي ينبغي إيجاد صياغة متقطعة للمعادلة (١,١) تكون محققة على نقاط الشبكة. نبدأ باستبدال المؤثرات التفاضلية بتقريباتها الملائمة من مؤثرات الفروق المنتهية:

$$\partial_{11}\sigma_{\alpha\beta}\left(x_j, y_i\right) \approx \frac{\sigma_{\alpha\beta}^{-i(j+1)} - 2\sigma_{\alpha\beta}^{-ij} + \sigma_{\alpha\beta}^{-i(j-1)}}{h_1^2}$$

$$\partial_{22}\sigma_{\alpha\beta}\left(x_j, y_i\right) \approx \frac{\sigma_{\alpha\beta}^{-(i+1)j} - 2\sigma_{\alpha\beta}^{-ij} + \sigma_{\alpha\beta}^{-(i-1)j}}{h_2^2}$$

$$\partial_{12}\sigma_{\alpha\beta}\left(x_j, y_i\right) \approx \frac{\sigma_{\alpha\beta}^{-(i+1)(j+1)} - \sigma_{\alpha\beta}^{-(i+1)(j)} - \sigma_{\alpha\beta}^{-(i)(j+1)} + \sigma_{\alpha\beta}^{-(i)(j)}}{h_1 h_2}$$

$$\partial_1\sigma_{\alpha\beta}\left(x_j, y_i\right) \approx \frac{\sigma_{\alpha\beta}^{-i(j+1)} - \sigma_{\alpha\beta}^{-i(j)}}{h_1}$$

$$\partial_2\sigma_{\alpha\beta}\left(x_j, y_i\right) \approx \frac{\sigma_{\alpha\beta}^{-(i+1)j} - \sigma_{\alpha\beta}^{-(i)j}}{h_2}$$

مؤثرات الفروق السابقة معرفة من أجل:

$$2 \le j \le M_1, \qquad 2 \le i \le M_2,$$

إنّ إزالة $i = 1, M_1 + 1$ هو لأن المعادلات أعلاه غير معرّفة عند الحدود التي تخضع للشروط الحدية وفق:

$$\overset{-\ ijk}{\sigma_{\alpha\beta}} = \sigma_{\alpha\beta}\left(x_j, y_i\right) = p_{\alpha\beta}\left(x_j, y_i\right), \left(x_j, y_i\right) \in \Omega\partial$$
$$\Omega\partial = \Gamma_1 \cup \Gamma_2 \cup \Gamma_3 \cup \Gamma_4$$

وبالتالي تنتج الصيغة المتقطعة الآتية:

$$\frac{\overset{-\ i(j+1)}{\sigma_{11}} - \overset{-\ i(j)}{\sigma_{11}}}{h_1} + \frac{\overset{-\ (i+1)j}{\sigma_{12}} - \overset{-\ (i)j}{\sigma_{12}}}{h_2} = 0$$
$$\frac{\overset{-\ i(j+1)}{\sigma_{12}} - \overset{-\ i(j)}{\sigma_{12}}}{h_1} + \frac{\overset{-\ (i+1)j}{\sigma_{22}} - \overset{-\ (i)j}{\sigma_{22}}}{h_2} = 0$$

$$\frac{\sigma_{11}^{-(i+1)j} - 2\sigma_{11}^{-ij} + \sigma_{11}^{-(i-1)j}}{h_2^2} + \frac{\sigma_{22}^{-i(j+1)} - 2\sigma_{22}^{-ij} + \sigma_{22}^{-i(j-1)}}{h_1^2}$$
$$- \frac{\lambda}{2(\lambda+\mu)}\left(\frac{\sigma_{11}^{-i(j+1)} - 2\sigma_{11}^{-ij} + \sigma_{11}^{-i(j-1)}}{h_1^2}\right.$$
$$+ \frac{\sigma_{11}^{-(i+1)j} - 2\sigma_{11}^{-ij} + \sigma_{11}^{-(i-1)j}}{h_2^2} + \frac{\sigma_{22}^{-i(j+1)} - 2\sigma_{22}^{-ij} + \sigma_{22}^{-i(j-1)}}{h_1^2}$$
$$\left. + \frac{\sigma_{22}^{-(i+1)j} - 2\sigma_{22}^{-ij} + \sigma_{22}^{-(i-1)j}}{h_2^2}\right)$$
$$- 2\frac{\sigma_{12}^{-(i+1)(j+1)} - \sigma_{12}^{-(i+1)(j)} - \sigma_{12}^{-(i)(j+1)} + \sigma_{12}^{-(i)(j)}}{h_1 h_2} = 0$$

إن هذا الصيغة المتقطعة محققة من أجل كل نقطة من نقاط الشبكة الداخلية Ω_{h_1,h_2} ماعدا تلك النقاط الواقعة على حدود منطقة التعريف.الصياغة السابقة تكتب بالشكل:

$SM = B$حيث

$$S = \left(S_1^{11}, \dots, S_N^{11}, S_1^{12}, \dots, S_N^{12}, S_1^{22}, \dots, S_N^{22}\right)^T,$$
$$N = (M_1 + 1)(M_2 + 1)$$

$$S_I^{\alpha\beta} = \sigma_{\alpha\beta}^{ij} \qquad ,I = (i-1)\left(M_1+1\right)+j$$

صفريا إلا إذا أضفنا شروط باستخدام الدليل I قمنا بتحويل قيم التنسور $\sigma_{\alpha\beta}$ في كل نقطة (x_j, y_i) إلى شعاع سطري S.

إن جملة المعادلات الجبرية الممثلة للصياغة المتقطعة السابقة تملك حلا حدية غير صفرية، من أجل ذلك سنأخذ ممثلاً للشروط الحدية على النقاط الحدودية:

$$\overset{-\ ijk}{\sigma_{11}} = \sigma_{11}\left(x_j, y_i\right) = \mathrm{e}^{-\left(\mathrm{x}^2+\mathrm{y}^2\right)}, \quad \overset{-\ ijk}{\sigma_{12}} = \overset{-\ ijk}{\sigma_{22}} = 0 \qquad \left(x_j, y_i\right) \in \Gamma_4$$

$$\sigma_{\alpha\beta} = 0 \ , \qquad \left(x_j, y_i\right) \notin \Gamma_4$$

يمكن وضع هذه الشروط الحدية في الحد الثابت $B_I = p_{\alpha\beta}\left(x_j, y_i\right)$ باستخدام الدليل I نفسه.بقي تحديد قيمة مدخلات المصفوفة $\mathcal{M}$.

سنقوم في كل معادلة متقطعة ببناء مصفوفة جزئية مربعة M^r تتعلق بالمتحول $S_{\alpha\beta}$ والمعادلة.والتي تملك قيمة واحدية $M_{II}^r = 1, r = 1,2, \ldots 7$

عندما تكون I محسوبة من (x_j, y_i) حدودية، أي عندما

$i = 1, M_1 + 1$ أو $j = 1, M_2 + 1$.

وأما في النقاط الداخلية فنملك ثلاث معادلات ونقوم من أجل كل i, j بإدخال قيم المصفوفة $\mathcal{M}$:[6]

من أجل المعادلة الاولى:

$$\frac{\sigma_{11}^{-i(j+1)} - \sigma_{11}^{-i(j)}}{h_1} + \frac{\sigma_{12}^{-(i+1)j} - \sigma_{12}^{-(i)j}}{h_2} = 0$$

$$for\ \sigma_{11} \rightarrow M^{1}_{(I)(I)} = -\frac{1}{h_1}\ , M^{1}_{(I)(I+1)} = \frac{1}{h_1},$$

$$for\ \sigma_{12} \rightarrow M^{2}_{(I)(I)} = -\frac{1}{h_2}, M^{2}_{I\left(I+M_1+1\right)} = \frac{1}{h_2}$$

١- من أجل المعادلة الثانية:

$$\frac{\sigma_{12}^{-i(j+1)} - \sigma_{12}^{-i(j)}}{h_1} + \frac{\sigma_{22}^{-(i+1)j} - \sigma_{22}^{-(i)j}}{h_2} = 0$$

$$for\ \sigma_{12} \rightarrow \quad M^{3}_{(I)(I)} = -\frac{1}{h_1}\ , M^{3}_{(I)(I+1)} = \frac{1}{h_1},$$

$$for\ \sigma_{22} \rightarrow M^{4}_{(I)(I)} = -\frac{1}{h_2}, M^{4}_{I\left(I+M_1+1\right)} = \frac{1}{h_2}$$

من أجل المعادلة الثالثة:

$$\frac{\sigma_{11}^{-(i+1)j} - 2\sigma_{11}^{-ij} + \sigma_{11}^{-(i-1)j}}{h_2^2} + \frac{\sigma_{22}^{-i(j+1)} - 2\sigma_{22}^{-ij} + \sigma_{22}^{-i(j-1)}}{h_1^2}$$
$$- \frac{\lambda}{2(\lambda+\mu)}\left(\frac{\sigma_{11}^{-i(j+1)} - 2\sigma_{11}^{-ij} + \sigma_{11}^{-i(j-1)}}{h_1^2} + \frac{\sigma_{11}^{-(i+1)j} - 2\sigma_{11}^{-ij} + \sigma_{11}^{-(i-1)j}}{h_2^2} + \frac{\sigma_{22}^{-i(j+1)} - 2\sigma_{22}^{-ij} + \sigma_{22}^{-i(j-1)}}{h_1^2} + \frac{\sigma_{22}^{-(i+1)j} - 2\sigma_{22}^{-ij} + \sigma_{22}^{-(i-1)j}}{h_2^2}\right)$$
$$- 2\frac{\sigma_{12}^{-(i+1)(j+1)} - \sigma_{12}^{-(i+1)(j)} - \sigma_{12}^{-(i)(j+1)} + \sigma_{12}^{-(i)(j)}}{h_1 h_2}$$
$$= 0$$

$$for\ \sigma_{11} \rightarrow \mathrm{M}_{(I)(I)}^{5}$$
$$= -\frac{2}{h_2^2}\left(1 - \frac{\lambda}{2(\lambda+\mu)}\right) - \frac{2}{h_1^2}\left(-\frac{\lambda}{2(\lambda+\mu)}\right)$$

$$\mathrm{M}_{(I)(I+M_1+1)}^{5} = \frac{1}{h_2^2}\left(1 - \frac{\lambda}{2(\lambda+\mu)}\right)$$

$$\mathrm{M}^{5}_{(I)\left(I-M_1-1\right)}=\frac{1}{h_2^{\,2}}\left(1-\frac{\lambda}{2\left(\lambda+\mu\right)}\right)$$

$$\mathrm{M}^{5}_{(I)(I-1)}=\mathrm{M}^{5}_{(I)(I+1)}=-\frac{\lambda}{2\left(\lambda+\mu\right)h_1^{\,2}}$$

$$\mathrm{M}^{6}_{(I)(I+1)}=\frac{1}{h_1^{\,2}}\left(1-\frac{\lambda}{2\left(\lambda+\mu\right)}\right)$$

$$\mathrm{M}^{6}_{(I)(I-1)}=\frac{1}{h_1^{\,2}}\left(1-\frac{\lambda}{2\left(\lambda+\mu\right)}\right)$$

$$\mathrm{M}^{6}_{(I)(I)}=\frac{-2}{h_1^{\,2}}\left(1-\frac{\lambda}{2\left(\lambda+\mu\right)}\right)-\frac{2}{h_2^{\,2}}\left(-\frac{\lambda}{2\left(\lambda+\mu\right)}\right)$$

$$\mathrm{M}^{6}_{(I)\left(I-M_1-1\right)}=\mathrm{M}^{6}_{(I)\left(I+M_1+1\right)}=-\frac{\lambda}{2\left(\lambda+\mu\right)h_2^{\,2}}$$

$$\mathrm{M}^{7}_{(I)\left(I-M_1-2\right)}=\mathrm{M}^{7}_{(I)\left(I+M_1+2\right)}=-\frac{2}{h4_1h_2}$$

$$\mathrm{M}^{7}_{(I)\left(I+M_1+1-1\right)}=\mathrm{M}^{7}_{(I)\left(I-M_1-1+1\right)}=\frac{2}{h4_1h_2}$$

ولتحديد قيمة مدخلات المصفوفة $\mathcal{M}$:[7]

$$\mathcal{M}=\begin{pmatrix} M^{1} & \mathbf{0}_{NN} & \mathbf{0}_{NN} \\ \mathbf{0}_{NN} & M^{2} & \mathbf{0}_{NN} \\ \mathbf{0}_{NN} & M^{3} & \mathbf{0}_{NN} \\ \mathbf{0}_{NN} & \mathbf{0}_{NN} & M^{4} \\ M^{5} & \mathbf{0}_{NN} & \mathbf{0}_{NN} \\ \mathbf{0}_{NN} & M^{7} & \mathbf{0}_{NN} \\ \mathbf{0}_{NN} & \mathbf{0}_{NN} & M^{6} \end{pmatrix},$$

$$S=\left(S_1^{11},\dots,S_N^{11},S_1^{12},\dots,S_N^{12},S_1^{22},\dots,S_N^{22}\right)^T$$

$B=$ جملة المعادلات فوق المحددّة $=\begin{pmatrix} B^{11} \\ B^{12} \\ B^{22} \\ B^{11} \\ B^{12} \\ B^{12} \\ B^{22} \end{pmatrix}$

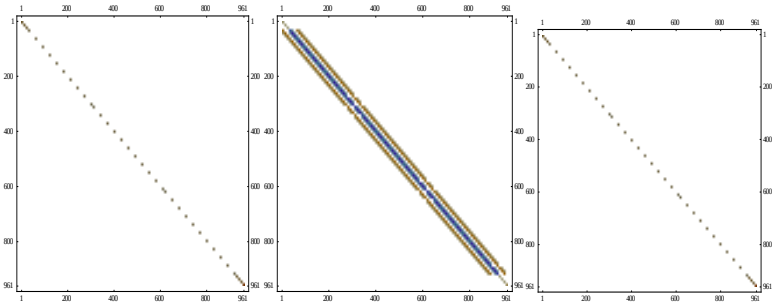
$S\mathcal{M}=B$ تحل كمسألة أمثليات عددية[**8**] . تم تنفيذهذه الصياغة العددية باستخدام البرامج الحاسوبية المناسبة عن طريق لغة البرمجة(ماثماتيكا).

وبوضع قيم الثوابت

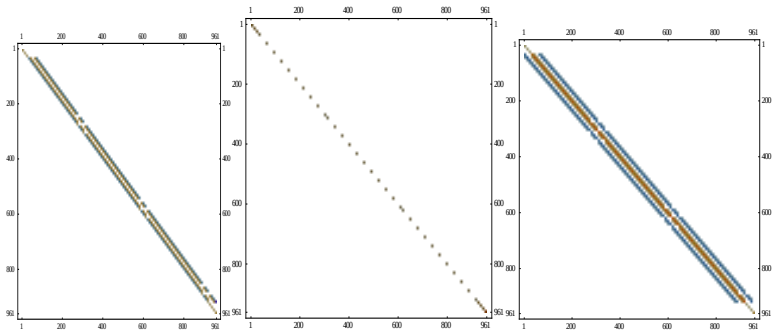
$$\lambda = 4\,, \mu = 3\,, a = 0\,, b = 4, c = 0, d = 4, M_1 = M_2 = 30,$$

نحصل على الحل العددي الموضح بالشكل:

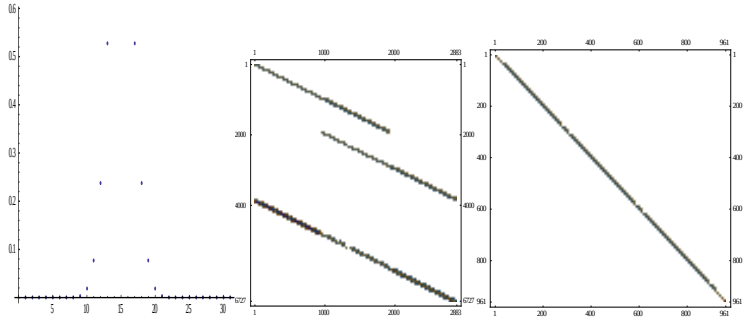
الشكل يبين تعرض صفيحة مستطيلة لحمل غوصي متمركز في منتصف الضلع السفلي اتجاه تزايد المتحول x نحو اليمين مع تزايد الدليل j الموافق لأعمدة المصفوفة اتجاه تزايد المتحول y نحو الأعلى مع تزايد الدليل i الموافق لأسطر الملحق: برنامج أعدّ لتنفيذ ماسبق بالترتيب من اليمين يوضح الخط البياني للإجهاد باستخدام ماث ماتيكا٩ و يوضح الحمل الغوصي المتمركز في منتصف الضلع الرابع



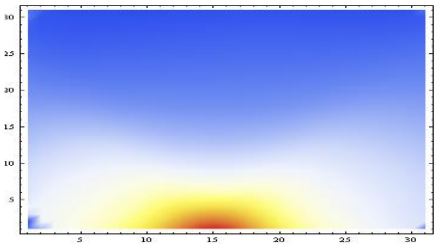
١ ٢ ٣



٤ ٥ ٦



٧ ٨ ٩



١٠

نتائج البحث

تم اختيار صفيحة مستطيلة من الآلة ثم تقطيع معادلات الصفيحة باستخدام معادلات بترامي – ميشيل بطريقة الشبكات المتداخلة .(صياغة عددية لمعادلة بيلترامي ميشيل باستخدام الفروق المنتهية) وبذلك نكون قد حولنا الحل التحليلي إلى حل عددي بخطأ مقبول وأصبحت المسألة أقل تعقيدا".

مسائل للمناقشة:

١) تهجين صياغة معادلات بترامي – ميشيل بطريقتي العناصر المنتهية والشبكات المتداخلة لصفيحة مثلثية الشكل.

٢) دراسة السلوك الستاتيكي لصفيحة مستطيلة ضمن منظومة مكونه من آلتين رباعية وعشارية مع مرونة عالية، بوساطة وصلة صلبة ومفاصل دوارنية وهنا نميز ثلاث حالات للوصل:

١–الوصلة ثابت الطرفين .

٢– الوصلة ذات مفصل واحد.

٣- الوصلة متحركة الطرفين.

المراجع العلمية

[1] د. مصطفى حسن. التحليل الدقيق لمجموعة مستوية مع مرونة، أطروحة دكتورا ، جامعة صوفيا ٢٠٠٦

[2]Dado, M.H., Variable Parametric Pseudo-Rigid-Body Model for Large Deflection Beams with End Loads, International Journal of Non-Linear Mechanics, Vol. 36 (2001), 1123-1133.

[٣] - Truesdell C., (1984) , Mechanics of Solids, Volume II, Springer - Verlag Berlin Heidelberg GmbH.

[4]- Hetnarski, R.B., and Ignaczak, J., (2011), The Mathematical Theory of Elasticity , Second Edition , CRC Press,Taylor & Francis Group,6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300,Boca Raton, FL 33487-2742.

[5]- Hetnarski, R.B., Ignaczak, J., Eslami, M.R., Noda, N., Sumi, N., and Tanigawa, Y., (2013), Theory of Elasticity and Thermal Stresses, Springer Science+Business Media Dordrecht.

[6]-Richard S.Falk: Finite Element Methods for Linear Elasticity, 2008, Lectures Notes in Mathematics-Springer-Verlag.

[٧]- Susanne C. Brenner &Li-Yeng Sung: Linear Finite Element Methods for Planar Linear Elasticity, 1992, Mathematics of Computation, Vol.59,Nr,200, Pages 321-338.

[٨]-Bastien Durand, Franck Delvare and Patrice Baillyity: Numerical Solution of Cauchy Problems in Linear Elasticity in Axisymmetric Situations, 2011,International Journal of Solids and Structures 48(2011) 3041-3053.

تحديد البرنامج الحراري لإصطناع أكسيد جديد منتمي لسلسلة رادلسدين وبوبير عند n=1.

"ملخص"

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد البرنامج الحراري لاصطناع الأكسيد $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$الذي ينتمي لسلسلة رادلسدين–بوبير عندما **n=1** باستخدام الطريقة السيراميكية وطريقة السول جل فلاش. وتم دراسة الاستبدال الجزئي للكوبالت في الشبكة البلورية بالعنصر الانتقالي الكروم.

أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية بأن الأكسيد المحضر يتبلور وفق البنية البلورية الرباعية Tetragonal (ضمن النظام الفراغي I4/mmm عند n=1 وفق النموذج البنيوي للمركبK_2NiF_4) وتكون درجة الحرارة المثلى لتحضير المركب $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$ عند ١١٥٠° لمدة ٢٤ساعة بالطريقة السيراميكية و٩٣٠° لمدة أسبوع بطريقة السول جل فلاش.

كلمات مفتاحية: بيروفسكيت، رادلسدين وبوبير، الاشعة السينية، برنامج حراري ، استبدال جزئي.

Determine the thermal program for the synthesis of a new oxide belonging to the Ruddlesden and Popper series at n = 1

“Abstract”

This study aims to determine the thermal program for the synthesis of the oxide $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$ belonging to the Ruddlesden-popper series when n=1 using the Ceramic method and the Sol-Gel Flash method. The partial replacement of Cobalt in the crystal lattice with the transition element Chromium was studied.

X-ray diffraction results showed that the prepared oxide crystallizes according to the tetragonal crystal structure (within the spatial system I4/mmm at n=1 according to the structural model of the compound K_2NiF_4) and the optimum temperature for preparing the compound $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$ is 1150° for 24 hours by the Ceramic method and 930° for a week by the Sol-Gel Fash method.

Key words : perovskite; Ruddlesden-Popper; X-ray diffraction; Thermal program;Partial replacement.

مقدمة:

تعتبر الأكاسيد أحد ركائز الثورة التكنولوجية الحديثة، كما أنها تصنف ضمن المواد الإستراتيجية في
بعض الدول، وتقوم هذه الدول بإنفاق ميزانيات ضخمة على البحوث التي تهتم بتطوير تطبيقات للخواص المميزة لهذه الأكاسيد في ميادين مختلفة من أهمها ميدان الطاقات النظيفة.

وتعتبر هذه الأكاسيد من أكثر المركبات تنوعاً من حيث الخصائص الفيزيائية، فعائلة الأكاسيد ABO_3 مثلاً تمتلك تنوعاً كبيراً يتوزع على الناقلية الفائقة وأنصاف النواقل والعوازل الكهروحراري ...كما أنها تمتلك تطبيقات مهمة في مجال الطاقات المتجددة، حيث تعتبر المكون الأساسي لخلايا الأكاسيد الصلبة Solid Oxide Fuel Cells (**SOFC**)التي تستعمل الهيدروجين من أجل انتاج الكهرباء،فهي خلايا كهركيميائية تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية للوقود المغذي لها (كالهيدروجين أو الغاز الطبيعي) بشكل مباشر الى طاقة كهربائية وتعد وسيلة فعالة لاستعادة الطاقة المخزونة في الهيدروجين على هيئة طاقة كهربائية لذا تعد من التقنيات الحديثة للتوليد المباشر للطاقة الكهربائية بكفاءة عالية. وقد تم اختيار هذا النوع من الأكاسيد بسبب تحمله للإجهادات الميكانيكية ، ودرجات الحرارة المرتفعة.وبسبب التنوع الكبير لعائلة الأكاسيد ABO_3 فيمكن اعتبارها نموذج يمثل معظم الخواص الفيزيائية للأكاسيد مع بعض الاختلافات البسيطة. وتدخل الأكاسيد ABO_3 في البنية الأساسية للأكاسيد ذات الناقلية الفائقة التي تملك درجات حرارة حرجة مرتفعة مثلYBCO [1-5].

تتجه الأنظار حالياً إلى تخفيض درجات حرارة التشغيل وذلك عن طريق تطعيم الالكتروليت بمركبات معينة تلعب دوراً مهماً في الصناعات والبحوث الحديثة [6]. إضافة لذلك تطوير مادة المصعد ضمن الخلية وذلك لاعطاء كفاءة أعلى [7]. يزداد البحث عن امكانية وجود أكاسيد تمتلك خصائص مميزة من الناقلية الفائقة [8] والناقلية الأيونية والعديد من الخصائص العازلة [9] ذات الأهمية الكبيرة في الالكترونيات الدقيقة والاتصالات السلكية واللاسلكية[10] وتعد أكاسيد البيروفسكيت أحد أهم الأكاسيد التي تثير الكثير من الانتباه بسبب التنوع الكبير في الظواهر الفيزيائية التي تظهرها كجسم صلب. لمركبات البيروفسكيت عدة تطبيقات صناعية مهمة إذ تستعمل في التطبيقات الكهربائية كالمعالجة الكهرضوئية للماء لانتاج االهيدروجين [11] ، وتعد المكون الأساسي لخلايا الأكاسيد الصلبة التي تستعمل الهيدروجين لانتاج الكهرباء والتي تجد مؤخراً تطبيقاً مهماً في بطاريات السيارات الكهربائية.

إن تحضير عدة أكاسيد للكوبالت ذات بنية بلورية جديدة تنتمي لعائلة البيروفسكيت تمكننا من الحصول على خواص مغناطيسيّة وبنيوية عن طريق التحكم في محتوى الأكسجين تعطي تطبيقات هامة تستخدم في خلايا الوقود الصلبة [12].

- بنية البيروفسكيت Perovskite Structure

تعتبر الأكاسيد ركيزة أساسية في الثورة التكنولوجية من الالكترونيات إلى النانو (مركبات نانوية ذات حجوم متناهية في الصغر)، لهذا فقد لقيت عناية خاصة

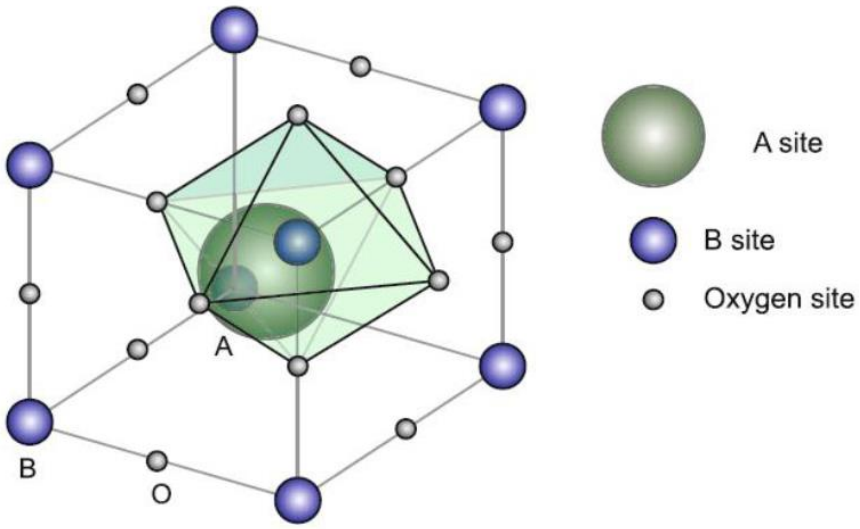
من قبل الباحثين في كيمياء المواد. وبسبب العدد الكبير من مركبات الأكاسيد، فقد وجدنا مجموعة من عائلات الأكاسيد التي تلعب دوراً مهماً في الصناعات والبحوث الجديدة، كما أنها عائلات واسعة تتنوع خصائصها الفيزيائية من الناقلية الفائقة و المغناطيسية والعوازل والمعادن .. ومن بين هذه العائلات نجد عائلة Perovskites .

هذه المركبات عبارة عن أكاسيد معدنية تمتلك بنية مكعبة الشكل أو شبه مكعبة، وهي تملك الصيغة ABO_3 ، و هي تشمل العديد من المركبات التي تملك العديد من الخواص الملفتة للانتباه. إن عائلة البيروفسكيت تشمل المعادن والعوازل والمواد فوق الناقلة والمواد المغناطيسية وأنصاف النواقل بالإضافة إلى تشكيلة واسعة من الظواهر الفيزيائية في فيزياء الحالة الصلبة.

لقد تم اكتشاف الفلز $\mathbf{CaTiO_3}$ في جبال الأورال من طرف الجيولوجي **C.Rose** سنة ١٨٣٩ وأعطاه اسم **Perovskites** تكريماً لأحد العلماء الروس. وقد أصبح هذا الاسم يستعمل الآن للدلالة على أي فرد من العائلة الواسعة التي تملك التركيبة $\mathbf{ABC_3}$، حيث يقع الأيون B في مركز ثماني الوجوه المُحاط بستة أيونات أكسجين مقارنة بالأيون **A** المُحاط بإثني عشرة أيونات أكسجين المتواجدة في منتصف الضلع كما يظهر في الشكل**(١)**. ومعظم مركبات البيروفسكيت تملك بنية مكعبة أو شبه مكعبة وهي تمر بطور بنية أو أكثر في درجات الحرارة المنخفضة، حيث إن أصل الأيون B عبارة عن معدن انتقالي وبالتالي فإن البيروفسكيت تنتمي إلى عائلة الأكاسيد المعدنية الانتقالية [١٣].

إن أكاسيد البيروفسكيت تجلب الكثير من الانتباه بسبب التنوع الكبير في الظواهر الفيزيائية التي تظهرها كجسم صلب. بعضها تملك سويات طاقة غير متوضعة و البعض يملك الكترونات متوضعة والبعض الآخر يتصرف كحالة انتقالية بينهما.

تمتلك مركبات البيروفسكيت عدة تطبيقات صناعية مهمة حيث تستعمل البيروفسكيت في التطبيقات
الكهروكيميائية كالمعالجة الكهروضوئية للماء لإنتاج الهيدروجين. وفي خلايا الوقود التي تستعمل
الأكاسيد الصلبة **SOFC** [١٤,١٥] .



الشكل (١) رسم تخطيطي يظهر النموذج المثالي لبنية الأكاسيد ABO_3 [11]

تؤثر حجوم الأيونات **A** و**B** بشكل رئيسي على الخصائص الفيروكهربائية في نظام البيروفسكيت **ABO_3**. بشكل عام، تتواجد الأيونات **A** بأحجام كبيرة في بنية البيروفسكيت (**K^+ ،Ba^{2+}، Pb^{2+}**) ، وأيونات **B** صغيرة (**Nb^{5+}،Co^{3+} ، Ti^{4+}**)، وليس ضرورياً أن يكون الأيون السالب هوالأكسجين .

بل يمكن أن يكون فلور، كلور، كبريت، آزوت، هيدروجين، وتصنف مركباتها بأن بنيتها بيروفسكيتية.

تسمح بنية البيروفسكيت باستبدال للأيونات الموجبة **A** و **B** بالإضافة الى الأيونات السالبة والحصول على مركبات جديدة، فيسبب الاختلاف في حجم الأيونات والانزياح الصغير للذرات الى تشوه واختلال التناظر في البنية البلورية فتؤثر بشكل كبير على الخصائص الفيزيائية [١٦]، إذ تتعلق الخصائص البيزوكهربائية**Piezoelectricity**،البيروكهربائية**Pyroelectricity**والفيروكهر بائية **Ferroelectricity** بإزاحة الأيونات التي تسبب تشوهات في النظام البلوري. تلعب المواد ذات بنية البيروفسكيت هذا الدور الهام في السيراميك العازل [١٧].

معظم هياكل البيروفسكيت لديها تشوه وليس لديها بنية مكعب مثالية ولذلك تم تحديد ثلاث عوامل رئيسية بأنها مسؤولة عن التشوه:

*تأثيرات الحجم.

*الانحرافات عن تشكيل التركيب المثالي.

*تأثير جان تيلر **Jan-Tiler**.[**18**].

تخضع عملية استبدال أيونات البيروفسكيت الى معايير تم تحديدها من خلال قاعدة غولدن_شميت [١٩]:

$$t = \frac{r_A + r_O}{\sqrt{2(rB + r_O)}}$$

حيث t : عامل التحمل (السماح) لغولد شميت Tolerance (Goldschmidts) Factor

rA و rB و rO هي أنصاف الأقطار الأيونية للكاتيونين A وB والأنيون O على الترتيب.

في حالة البيروفسكيت المكعب المثالي **t=1.0** ، لكن بشكل عام تهمل التشوهات في بنية المادة عندما يكون عامل التحمل ضمن المجال **(0.9-1.0)** وتكون غير فيروكهربائية، والتي تزيد قليلا" عن **1.0** تكون فيروكهربائية.

الجدول (١) بنية البيروفسكيت كتابع لعامل السماح لغولدن شميث [٢٠].

t	البنية	التفسير	مثال
t>1	**سداسي الأضلاع**	**الأيونات A كبيرة جداً أو الأيونات B صغيرة جداً**	**$BaNiO_3$**
0.9-1	**مكعب**	**تمتلك الأيونات A وB حجوم مثالية**	**$BaTiO_3$**
0.71-0.9	**معيني قائم**	**الأيون A صغير جداً ليناسب الفجوات بين الأيونات B**	**$CaTiO_3$**
T<0.71	**تراكيب مختلفة**	**تمتلك الأيونات A وB أنصاف أقطار أيونية متماثلة**	**$FeTiO_3$(Trigonal)**

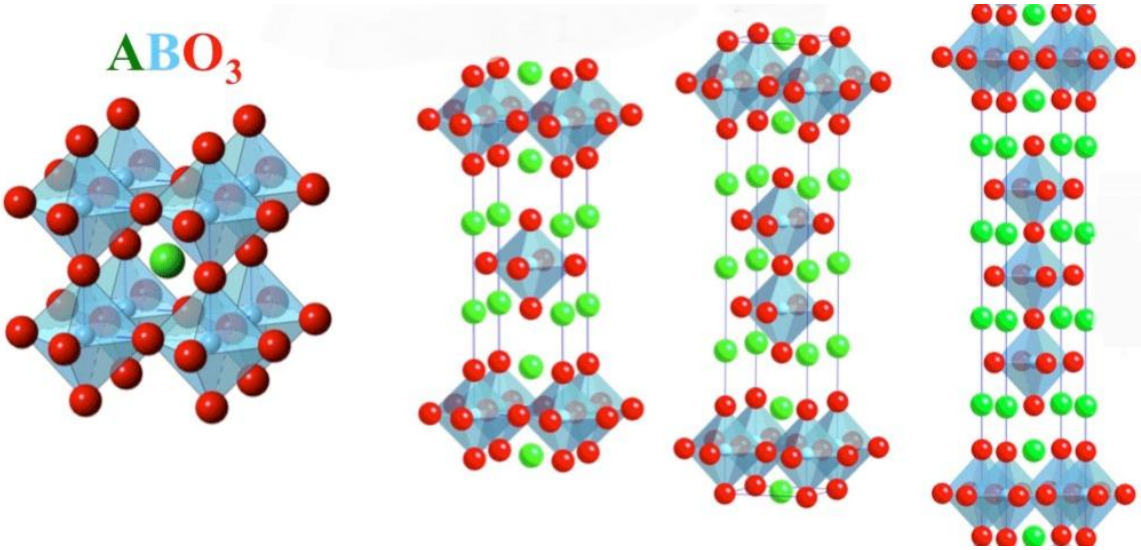
كما أنَّ هناك مركبات مشتقة من البنية البيروفسكيتيّة تسمى بسلسلة رادلسدين وبوبير وصيغتها العامة $A_{n+1}B_nO_{3n+1}$ ذات بنية صفائحيّة تفصل الصفائح عن بعضها البعض بطبقات ذات بنية مشابهة لبنية **NaCl**.

وتكون **A** و **B** هي الكاتيونات و **n** : تدل على عدد الطبقات الفاصلة **n=** **1,2,3** [٢١]

عندما **n=1** : طبقة فصل واحدة تفصل طبقات البيروفسكيت عن بعضها.

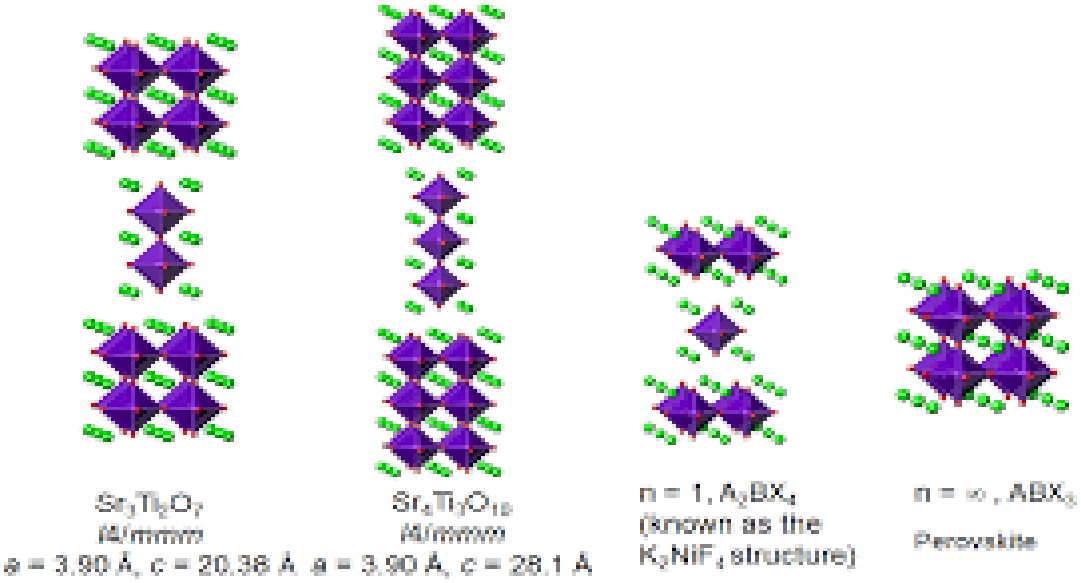
عندما **n=2** : طبقتي فصل تفصل طبقات البيروفسكيت عن بعضها.

عندما **n=3** : ثلاث طبقات فصل تفصل طبقات البيروفسكيت عن بعضها.



الشكل (٢) بنية رادلدسن – بوبير من أجل n=1,2,3 [٢٢]

وتمَّ التوصل لبنية المركبات التي تنتمي لسلسلة رادلسدين وبوبير عندما **(n=1)** [٢٣] بالنسبة للمركب K_2NiF_4 و من **(n=2)** للمركب $Sr_3Ti_2O_7$ [٢٤] و من **(n=3)** للمركب $Sr_4Ti_3O_{10}$ وذلك في عام ١٩٥٨.



الشكل (٣) بنية رادلدسن – بوبير من أجل المركبات السابقة [٢٥].

أهمية البحث وأهدافه:

– أهمية البحث :

- تأتي أهمية البحث بأنّ هذه الأكاسيد تمتلك خصائص مهمة كما ذكرنا من الناحيتين النظرية والتطبيقيّة مثل الخصائص المغناطيسيّة ،الناقلية الكهربائية والناقلية الحرارية والخصائص الحفزية.
- نتيجة الخصائص المميزة التي تمتلكها هذه الاكاسيد تم العثور على العديد من تطبيقاتها التكنولوجيّة ذات الأهمية الكبيرة في الالكترونيات الدقيقة والاتصالات السلكية واللاسلكية.

- كما إنّ فهم ومراقبة حركية نقل الأكسجين ضروري لتصميم المواد الأمثل لاستخدامها في أجهزة الطاقة الكهروكيميائية مثل خلايا الوقود ذات أكسيد الصلب (sofc)[٢٦].

- أهداف البحث:

أولاً: اصطناع الأكسيد $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$ ثم دراسة الاستبدال الجزئي للكوبالت في الشبكة البلورية بعنصر آخر من العناصر الانتقالية(الكروم) بالطريقتين السيراميكية والسول جل فلاش.

ثانياً: بعد تحضير هذا الأكسيد سوف يتم دراسته بتقنية XRD للتأكد من بنيته إن كانت تنتمي لسلسة رادلسدين وبوبير.

ثالثاً: تحديد درجة الحرارة لاصطناع الأكسيد$Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$ بالطريقةالسيراميكية وطريقة

السول جل فلاش.

المواد والتجهيزات وطرائق الدراسة:

-الأجهزة والأدوات المستخدمة:

١- ميزان وزني حساس (TE 64 – Sartorius) مجال حساسيته – (10 mg . 60 g)

٢- هاون صغير من العقيق Gate Mortar.

٣- فرن ترميد (Carbolite, BAMFORD,SHEFFIEJD, ENGLAND,S30 2AU)،

في معمل الاسمنت –طرطوس.

٤- جهاز XRD جهاز انعراج الأشعة السينية (X-ray diffractometer) في المعهد العالي للعلوم والتكنولوجيا في دمشق.

المواد المستخدمة:

تمتاز جميع المواد الأولية المستخدمة في هذا البحث بدرجة عالية من النقاوة ٩٩% على الأقل ومن صنع الشركات (Himedia,Merck): كربونات السترونسيوم- نترات الكوبالت- نترات الكروم-أكسيد الكوبالت- أكسيد الكروم.

طرائق العمل:

1-الطريقة السيراميكية(Ceramic method):

تم اصطناع العينات بالطريقة السيراميكية وفق المراحل الآتية:

١- جُففت المواد الأولية ووُزنت العينات المراد دراستها، وطُحنت العينات وفق النسب الستكيومترية في هاون عقيق طحناً جيداً.

2- سخنت العينات داخل فرن الترميد وفق البرنامج الحراري الوارد في النتائج والمناقشة.

3-تُبرد العينة حتى تصل إلى درجة حرارة الغرفة ثمّ يُؤخذ قسم من نواتج التحضير بعد طحنها جيداً لدراستها بالأشعة السينية (XRD).

٢-طريقة السول جل **فلاش(Sol- Gel Flash method):**

1- تم استخدام المواد الأولية التالية:

. $Cr(NO_3)_3. H_2O$، $Co(NO_3)_2.6H_2O$ ،$Sr(NO_3)_2$

2- تم إذابة هذه المواد بالماء المقطربالكميات الموافقة ضمن بيشر وبوجود محرك مغناطيسي بالنسب الستكيومترية للحصول على المركب المطلوب بحيث يصبح الحجم 250 مل ،وتمت إضافة محلول الأمونيا قطرة قطرة من السحاحة مع تحريك هذه المكونات حتى تشكل الجل(الهلام).

3- يتم تسخين المحلول حتى الجفاف، ثم يتم معاودة تسخين المسحوق وفق البرنامج الحراري الوارد لاحقاً.

- يتم طحن الناتج بشكل جيد جداً ومن ثم دراسة العينات الناتجة XRD).

4بالأشعة السينية (

النتائج والمناقشة:

1-الطريقة السيراميكية Ceramic method:

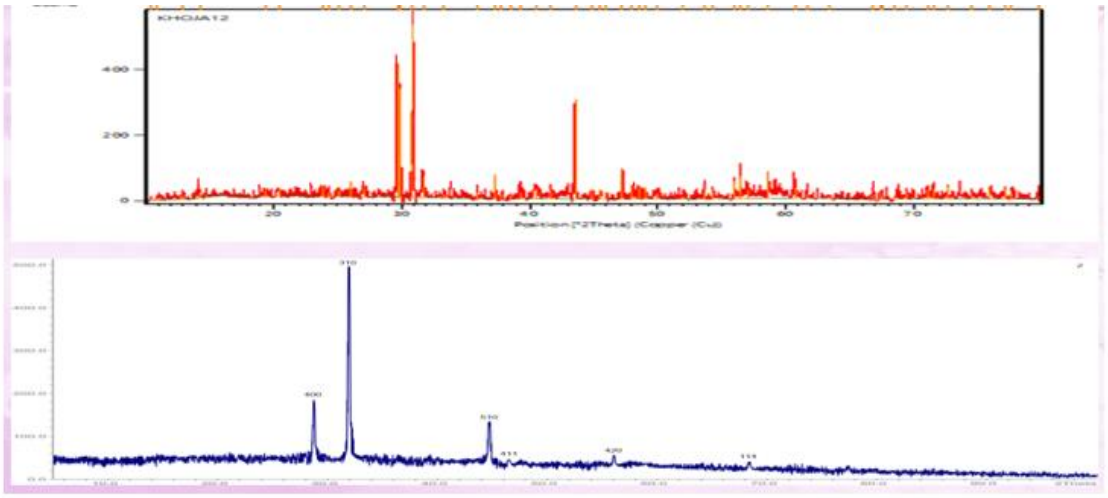
تم اصطناع المركبات بالطريقة السيراميكية وفق البرنامج الحراري الوارد في الجدول (1) .

الجدول(1): شروط تحضير المركب بالطريقة السيراميكية

درجة الحرارة المئوية	الزمن
105/100	2 ساعة
700	2 ساعة
1000/970	48 ساعة
١١٥٠	٢٤ ساعة

أظهرت نتائج الدراسة من خلال مخططات حيود الأشعة السينية للأكسيد المحضر بالاعتماد على برنامج High Score Plus الشكل (٤)، وجود بعض الشوائب في المركب المحضر بالطريقة السيراميكية عند التسخين إلى الدرجة °1000 مئوية لذلك تم رفع درجة الحرارة الى الدرجة°1150 لمدة 24 ساعة وسحب طيوف الأشعة السينية للمركب وبالتالي التأكد من اختفاء

قمم هذه الشوائب مما يدل على أنها درجة الحرارة الأفضل لتشكل المركب بالطريقة السيراميكية وفق البنية الرباعية (Tetragonal I4/mmm) وذلك بالأبعاد والمعطيات الواردة في الجدول (٢) (قرائن ميلر hkl لكل قمة، والبعد البلوري d،وعرض القمة عند المنتصف (FWHM)،والحجم الحبيبي D) مقارنة بالمركبات المحضرة $NdSrCo_{1-x}\ Cu_x\ O_{4-Y}$ [27] ، $La_{n+1}Ni_nO_{3N+1}$ [28] ، Sr_2CuO_4 (Hg,Cr)[29] التي تتبلور وفق نفس



البنية ولكن بأبعاد مختلفة.

الشكل (٤) مخطط انعراج الأشعة السينية للمركب $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$ قبل وبعد عملية المعالجة بالطريقة السيراميكية.

الجدول(٢):قرائن ميلر،وبارامترات وحدة الخلية،وعرض القمةعندالمنتصف،والحجم الحبيبي للمركب $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$

Sample	2θ(deg)	(hkl)	d(A°)	Rel.int [%]	β(deg)	D(nm)	a(Å)=b(Å)	c(Å)
Sr_2 $Co_{0.2}$ $Cr_{0.8}$ O_4	24.890	(002)	3.5442	26.35	0.3272	18.886	3.6421	12.4321
	29.391	(400)	3.0342	25.21	0.2452	12.338		
	32.488	(310)	2.7467	100.00	0.3542	13.859		
	33.894	(011)	2.6670	54.32	0.0980	12.858		
	38.251	(110)	2.5508	8.83	0.8792	14.930		
	44.321	(510)	2.0529	26.85	0.6352	13.622		
	45.592	(411)	1.9679	41.72	0.3352	14.940		
	48.558	(020)	1.5831	45.	0.2852	12.903		

				26			
	55.296	(420)	1.1602	5.21	0.2242	14.920	
	57.211	(800)	1.1205	9.69	0.2362	12.922	
	59.644	(211)	1.6496	26.59	0.1462	15.049	
	68.431	(114)	1.5571	11.28	0.1372	15.391	

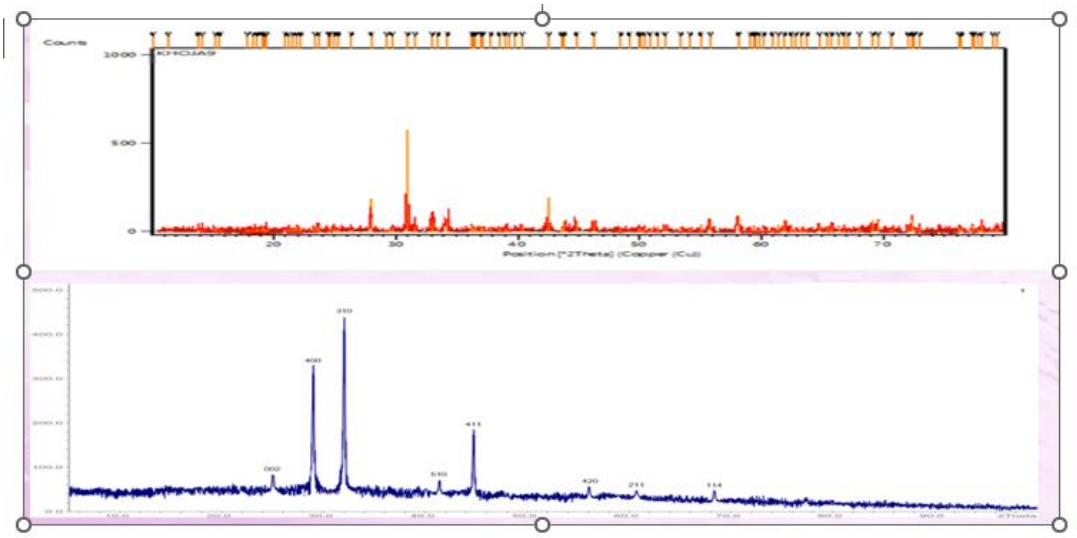
٢-طريقة السول جل فلاش(Sol- Gel Flash):

تم اصطناع المركبات بطريقة السول جل فلاش وفق البرنامج الحراري الوارد في الجدول (٢) .

الجدول(3): شروط تحضير المركب بطريقة السول جل فلاش

درجة الحرارة المئوية	الزمن
90(محلول)	2 ساعة(إذابة حمض الستريك)
100(محلول)	8 ساعة(للتبخير)
250	2 ساعة
930	32 ساعة/أسبوع

وكذلك الأمر تم وجود بعض الشوائب بطريقة السول جل فلاش لذلك تم إطالة زمن التسخين لأسبوع كامل على الدرجة °930 مئوية وسحب طيوف الأشعة



السينية للمركب وبالتالي التأكد من اختفاء قمم هذه الشوائب وتشكل المركب المطلوب وفق البنية الرباعية الجدول (4) .والشكل (٥) يوضح الطيف قبل وبعد عملية المعالجة بزيادة درجة الحرارة بطريقة السول جل فلاش.

الشكل (٥) مخطط انعراج الأشعة السينية للمركب $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$ قبل وبعد عملية المعالجة بطريقة السول جل فلاش.

الجدول(٤):قرائن ميلر،وبارامترات وحدة الخلية،وعرض القمةعندالمنتصف،والحجم الحبيبي للمركب $Sr_2\ Co_{0.2}\ Cr_{0.8}\ O_4$

Sample	2θ(deg)	(hkl)	d(A°)	Rel.int.[%]	β(deg)	D(nm)	a(Å)=b(Å)	c(Å)
$Sr_2\ Co_{0.2}\ Cr_{0.8}\ O_4$	24.951	(002)	3.5552	30.35	0.2872	18.286	٣,٨٥٩	12.658
	29.331	(400)	3.0512	27.21	0.2962	13.338		
	32.587	(310)	2.5437	100.00	0.4542	12.289		
	33.534	(011)	2.6370	56.32	0.2910	13.858		
	38.651	(110)	2.3408	9.23	0.1492	12.930		
	44.681	(510)	2.1429	30.75	0.2952	14.623		
	45.412	(411)	1.1079	35.72	0.2392	15.644		
	48.958	(020)	1.9831	45.	0.1942	12.973		

				6 6			
	55.8 96	(42 0)	1.8 602	5. 9 5	0.1 342	14.9 35	
	57.6 23	(80 0)	1.6 805	9. 6 9	0.3 262	15.9 12	
	59.2 14	(21 1)	1.6 496	29.4 9	0.2 562	14.0 49	
	68.6 31	(11 4)	1.3 901	12.5 8	0.2 572	12.3 96	

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1-يتشكل المركب $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$ بالطريقة السيراميكية عند الدرجة ١١٥٠° لمدة ٢٤ساعة بالطريقة السيراميكية .

٢-يتشكل المركب $Sr_2Co_{0.2}Cr_{0.8}O_4$ بطريقة السول جل فلاش عندالدرجة ٩٣٠° لمدة أسبوع بطريقة السول جل فلاش.

التوصيات:

١- إمكانية إجراء موسباور للكوبالت الذي يحدد درجات الأكسدة للكوبالت بالموقع B بالاضافة للخواص المغناطيسية والكهربائية.

٢-إمكانية إجراء مسح ضوئي بواسطة المجهر الالكتروني الماسح SEM لتأكيد البنية واعطاء معلومات عن العينة وخصائصها مثل السطح وتضاريس السطح وتكوبنها.

٣-إمكانية إجراء قياسات كهربائية لمقارنتها مع نتائج سابقة.

٤-إمكانية إجراء دراسة المحتوى الأكسجيني لدراسة تأثير زيادة ونقصان الأكسجين.

المراجع:

[1] L. F. Mattheiss, Phys. Rev **6**, 4718 (1972).

[2] E. O. Wollan and W. C. Koehler, Phys. Rev. **100**, 545 (1955).

[3] F. L. Battye, H. HÄochst, and A. Goldman, Solid State Commun. **19**, 269 (1976).

[4] M. Cardona, Phys. Rev. **140**, A651 (1965).

[5] P. A. Lightsey, Phys. Rev. B **8**, 3586 (1973).

[6] LEE; K. T., " MANTHIRAM. A ***."LaSr$_3$Fe3-yCoyO$_{10-ä}$ (0 < y <1.5) Intergrowth Oxide Cathodes for Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells***", chem. Matar, Austin. 2006, pp. 1621-1626.

[7] LIGHTSEY; P. A. Phys. Rev. 1973, pp. 8-3586.

MITRA; C. and et al. " ***Ground state and spin-wave***

[8]

[9] DEMONT; A. and et al. **"** ***The $Sr_{2.75}Ce_{0.25}Co_2O_{7}$_d oxide, n ¼ 2 member of the Ruddlesden–Popper series: Structural and magnetic evolution depending on oxygen stoichiometry*****"**, Science direct, France. 2008, pp. 1314-1320.

[9] DEMONT; A. and et al. **"** ***The $Sr_{2.75}Ce_{0.25}Co_2O_{7}$_d oxide, n ¼ 2 member of the Ruddlesden–Popper series: Structural and magnetic evolution depending on oxygen stoichiometry*****"**, Science direct, France. 2008, pp. 1314-1320.

[10] KULKARNI; A. and et al, **"** ***Mixed ionic electronic conducting perovskite anode for direct carbon fuel cells*****"**, since direct, Australia. 2012, I9092-I9I02.

11] E. A. Kraut, T. Wolfram, and W. E. Hall, Phys. Rev.

[1972, pp. 6-1499.

[12] R. D. Shannon,

Acta Cryst. 1976,

[13] V. E. Henrich, G. Dresselhaus, and H. J. Zeiger, Bull. Am. Phys. Soc**. 22**, 364 (1977).

[14] R. D. Shannon, Acta Cryst. A **32**, 751 (1976).

[15] E. A. Kraut, T. Wolfram, and W. E. Hall, Phys. Rev. B **6**, 1499 (1972).

MOHAPATRA; C., "*Synthesis and Characterization of Ferroelectric ceramic by soft chemical route*". [16] Ms.Thesis, NIT Roukela, India, 2010.

ROUT; K. S., "*Phase Formation and studies of Some -ZrO_2 Based Perivskites System*".Ph.D [17]*BaO-TiO_2* Thesis,A Deemed University.India, 2006

LIU; Y. Y,. and et al, "*Microstructures and electric* [18] *characteristics*

of $SrNdCoO_4$ ceramics with $K2NiF_4$ structure". J Electroceram, China. 2008, PP. 706–710.

[19]SAHOO; K. G., "*Synthesis and Characterization of Ferroelectric Ceramics* ". *Zr and Ca modified $BaTio_3$* ph.D Theis , NIT Rourkela, India, 2015.

[20]SAHOO; G., "*Synthesis and Characterization of Zr and Ca modified $BaTiO_3$ Ferroelectric Ceramics"* .Ph.D. Thesis,National Institute of Technology, Rourkela, India, 2015.

MIKKO; M., "*Synthesis And Characterization Of Some* [21]

Ruddlesden-Popper And Spinel Type Oxides", Inorganic Chemistry Publication Series.Espoo , 2007 .

[22] M. Seppanen and M. H. Tikkanen, Acta Chem. Scand. (1976), pp. 30-389.

PLIETH, K. B., D, "Die *Struktur Des Kaliumnickel-* [23] *Fluorids*".

Acta. crystallographica, 1954. 7(10): p. 637.

[24] RUDDLESDEN, S. P., P, "*The compound $Sr3Ti2O_7$ and its structure*". CRYSTALLOGRAPHICA, 1958. 11(1): pp. 54-55.. ACTA

[25] Popper, S. N. R. a. P., "*New compounds of the K2NiF4 type*". ACTA

CRYSTALLOGRAPHICA, 1957. 10(8).

[26]LEE; D. and et "*Controlling Oxygen Mobility in Ruddlesden–Popper Oxides material s*",U.S.A, 31 March 2017.

MIKKO; M., "*Synthesis And Characterization Of Some*

[27]

Ruddlesden-Popper And Spinel Type Oxides", Inorganic Chemistry Publication Series.Espoo , 2007 .

[28]M. Seppanen and M. H. Tikkanen, Acta Chem. . Scand. (1976), pp. 30-389.

PLIETH, K. B., D, "Die *Struktur Des Kaliumnickel-*

[٢٩] *Fluorids*".

Acta. crystallographica, 1954. 7(10): p. 637.

دراسة الاختلافات الوراثية لحشرة فراشة اللوز الحرشفية (L) *Aporia crataegi* في مناطق انتشارها في سورية

أماني جودت شلالو قسم البيولوجيا الحيوانية، كلية العلوم، جامعة دمشق، سورية، البريد الإلكتروني: amannishllalo@yahoo.com

المُلَخَّص

أجريت دراسة الاختلافات الوراثية لحشرة فراشة اللوز الحرشفية *A.crataegi* المجموعة من خمسة عشر منطقة من سورية تنتشر فيها الحشرة، في المنطقة الوسطى والسويداء وجبل الشيخ خلال عام ٢٠٢٣، وذلك بتطبيق تقنيّة ISSR inter-simple sequence repeat، استعمل في التوصيف الجزيئي للذكور ٢٢ بادئ، أعطى منها ١٣ بادئ نتائج تضخيم الـ Deoxyribonucleic acid DNA، واستعمل في التوصيف الجزيئي للإناث ٢٣ بادئ، أعطى منها ١٣ بادئ نتيجة لتضخيم الـ DNA، وقد بلغت التعددية الشكليّة لذكور *A.crataegi* (٩٨,٩٨%)، وسُجلت أعلى درجة قرابة وراثية بين ذكور بقعسم (جبل الشيخ) والمتونة (السويداء)، وبين ذكور بقعسم وعرنة التابعتين لجبل الشيخ، وبالتحليل العنقودي لدرجة القرابة الوراثية تبين أنّ ذكور تل الذرة (حماة) انفصلت في مجموعة منفصلة لوحدها، أما التعدديّة الشكلية للإناث فقد بلغت (١٠٠%)، وسجلت أعلى درجة قرابة وراثية بين إناث العثمانية (حمص) وعرنة (جبل الشيخ)، وبالتحليل العنقودي انفصلت إناث المخرم إلى مجموعة منفصلة لوحدها.

الكلمات المفتاحية: فراشة اللوز الحرشفية، *Aporia crataegi* (L)، الاختلافات الوراثية، سورية.

Genetic differences of black-veined white betterfly *Aporia crataegi* (L) in the areas of its distribution in Syria

Amany Jaudat Shllalo
Department of animal Biology, Faculty of Science-University of Damascus
amannishllalo@yahoo.com

ABSTRACT

The study of genetic differences of *A. crataegi* was conducted from fifteen regions of Syria where the insect is widespread; in the centrai region, Al-Swaida and Jabal Al-Sheikh during 2023, using ISSR inter-simple sequence repeat technique, 22 primers were used for the molecular characterisation of males. Only 13 primers gave DNA Deoxyribonucleic acid amplifying results, and 23 primers were used for the molecular characterisation of females, of which 13 primers gave DNA amplification results. and 23 primers were used for the molecular characterisation of females, of which 13 primers gave DNA amplification results The polymorphism of A. crataegi males reached (98%). The highest degree of genetic relatedness was found between the males of Baqasem (Jabal al-Sheikh) and al-Matuna (Suwayda). Between the males of Baqasem and Arnah of Jabal al-Sheikh, and by cluster analysis of the degree of genetic relatedness, The highest degree of genetic relatedness was recorded between the females of Othmaniya (Homs) and Arnah (Jabal al-Sheikh). By cluster analysis, the females of Makhram were separated into a separate group on their own.

Keywords: *Aporia crataegi* (L), black-veined white betterfly, Genetic differences, Syria

١- المقدمة:

تعّد فراشة اللوز الحرشفية .*Aporia crataegi* L (Lepidoptera– Pieridae) آفة مهمة على أشجار التفاح واللوز في وسط وجنوب سورية يتمثل الضرر الأكبر في العمر اليرقي الثالث بعد النشاط فتسبب اتلاف البراعم الزهرية والخضرية، وتتميز في العمرين اليرقيين الرابع والخامس بنهمها الكبير مسببة تعرية الأشجار، تمضي السكون الخريفي الشتوي على هيئة يرقات عمر ثالث ضمن أعشاش حريرية، يتألف كل عش من ٢–٤ أكياس حريرية بداخلها يرقات العمر الثالث الساكنة متماثلة في سرعة النمو [2]. تنشط في ظروف سورية في بداية شهر شباط مع بدء سريان النسغ وانتفاخ البراعم، لها جيل واحد في العام وتمر بخمسة أعمار يرقية، وتتميز بوجود توافق بين الأطوار البيولوجية للحشرة مع المراحل الفينولوجية للعائل النباتي، حيث يترافق نشاط يرقات العمر الثالث وخروجها من السكون مع بدء سريان النسغ في النبات وانتفاخ البراعم [19]، ومدة الأعمار اليرقية في سورية تختلف باختلاف الظروف المناخية والارتفاع عن سطح البحر[20].

يكون طول اليرقات عند الفقس ١,٤ مم، ويسيطر عليها اللون البني والأصفر، مع وجود طيات عرضيّة وصفائح صدرية وشرجية بلون أسود، ويكون طولها عند الخروج من السكون في العمر اليرقي الثالث ٤ مم، ويبلغ طول اليرقة في نهاية العمر اليرقي الخامس(٣٩–٤٣) مم، يكون الرأس عند اليرقة بلون أسود، مع شعرات قصيرة سوداء، وشعرات طويلة بيضاء [2].

ويبلغ طول العذراء (٢٢– ٢٥) مم وبعرض ٧ مم، وتثبت على أغصان النبات على شكل مجموعات مؤلفة من عدّة عذارى، تبلغ المسافة بين الجناحين منبسطين عند الحشرة الكاملة *A.crataegi* ٦٦–٧٦مم [2].

ومن خلال الدراسة الحقلية لـ *A.crataegi* في المنطقة الجنوبية والوسطى من سورية خلال الأعوام ٢٠٠٦– ٢٠١٠ ، فقد تم التمييز بين نمطين للإناث من خلال الشكل الظاهري. أطلق اسم النمط B على الإناث التي تميزت باللون المصفر، وأطلق اسم النمط A على

الإناث باللون المزهر، كما تميز النمط A بالخصوبة المرتفعة عن النمط B وعدد البيض الناضج في الأفرع المبيضية، لم يلاحظ النمط B في المنطقة الجنوبية وبلغت نسبة انتشاره ١٥% من مجمل انتشار الحشرة في المنطقة الشمالية [2].

تعدّ ISSR inter–simple sequence repeat من أهم التقنيات المطبقة في الكشف عن التعدديّة الشكليّة Polymorphism، فهي تتميّز بأنّها ذات كفاءة عاليّة، وبادئاتها متاحة [4]، ولا تتطلب معرفة مسبقة بمجين الكائن المدروس، فالتكرارات البسيطة مثل النكليوتيدات الثنائيّة موجودة في مجينات كل حقيقيات النوى [16]، وهي من التقنيات السريعة والدقيقة في رسم الخرائط الوراثيّة باستعمال كميات قليلة من الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA Deoxyribonucleic acid ، كما أنّها منخفضة التكاليف وتعطي مستويات عاليّة من الاختلافات الوراثيّة بين المجتمعات [23]. وعادة ما يضخم (ISSR) ٢٥– ٥٠ منتجاً في التفاعل الواحد.

إن الفائدة الرئيسة لهذه التقنية هي أنّها لا تتطلب وقتاً طويلاً لبناء المكتبة الوراثية، وهي مناسبة بشكل خاص لدراسات علم الوراثة العرقي وتقييم التنوع الوراثي وتحديد الأصناف [13]. تعطي مؤشرات ISSR عدداً كبيراً من الحزم، ومستوى التعددية الشكلية متوسط إلى عالي، والقدرة على التضخيم متوسطة إلى عالية، والتكاليف منخفضة كما أن جهد تنفيذها منخفض [7].

وتعد طريقة التوصيف الجزيئي مستقلة بيئياً ويمكن استعمالها في تحاليل التنوع الوراثي وتقدير التشابه الوراثي.

لذا تعدّ الحاجة للمؤشرات الجزيئية للآفات الحشرية مهمة من أجل دراسة علاقات القرابة الوراثية لتحديد الأنواع القريبة من بعض وكذلك ضمن النوع الواحد، وتخمين تباين قابلية التوريث في الاستقصاء البيئي ووراثة الجماعات [22]. كما بيّن [5] أهمية استعمال مؤشرات ISSR للتمييز بشكل ناجح بين وضمن أنواع البعوض. وقد استعمل [11] تقنية ISSR لتوصيف *Tospovirus* الذي ينتقل عبر طريق حشرات التربس، وبيّن Philips ورفاقه (٢٠٠٢) أنّ تقنية ISSR أظهرت وجود اختلافاً بين حشرات نبات الفصة *Medicago aethiopoides* الموجودة في فرنسا عن حشرات نفس النوع الموجودة

في هولندا. وكانت نتائج تضخيم ISSR مفيدة لدراسة أنواع (Noctuidae, Lepidoptera) وللدراسة ضمن نفس النوع. واستعملت تقنية ISSR بنجاح في العديد من الدراسات الوراثية على فراشة دودة الحرير *Bombyx mori* (L.) [17]. وطبقت من قبل [9] على بسيلا الأجاص *Cacopsylla pyricola* وأعطت نتائج جيدة. وقد كانت تقنية ISSR الأكثر حساسية عند غربلة طرائق المؤشرات الجزيئية الأربع، وتم استعمال تقنية ISSR على حشرة نطاطا الأوراق (*Homalodisca coagulate*, Cicadellidae, Homoptera) حيث سمحت هذه التقنية بالكشف عن تباين الحمض الريبي النووي منقوص الأوكسجين DNA في التكرار البسيط الترادفي SSR من دون الحاجة لعزل وتحديد تسلسل DNA [25].

كما استعملت هذه التقنية في دراسة التنوع الوراثي لدودة لوز القطن الأمريكية *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) حيث جمعت العينات من أقاليم مختلفة من أيران على البندورة، وتمّ استخلاص الـ DNA من اليرقات وأظهرت تقنية ISSR اختلافات وراثية تبعاً لاختلاف المناطق الجغرافية [10].

وتم استعمال ISSR في التوصيف الجزيئي لخمسة أنواع لذبابة Necrophagous وهي أحدى حشرات الجثث من مناطق مختلفة باستعمال ١٨ بادئ أعطت ١٠٥ حزم واضحة منها ٩٥ حزمة متعددة شكلياً وأظهرت وجود نوع مختلف تماماً عن باقي الأنواع (He *et al.,* 2006).

تعدّ حشرة *Liposcelis bostrychophila badonnel* (Psocoptera: Liposcelididae) من الآفات المهمة التي تصيب المواد المخزنة، وقد أدى تطبيق طريقة ISSR لتصنيفها وفق مكان تواجدها إلى أربع مجموعات تخصصت كل مجموعة بإصابة المواد المخزونة في مكان محدد (المكاتب، غرف النوم، مستودعات المواد النباتية، مستودعات الطحين) [24].

تناولت عدّة أبحاث سورية استعمال طريقة ISSR في التوصيف الجزيئي للحشرات كالدراسة التي أجراها زغيب (٢٠١٢) لدراسة درجة القرابة الوراثيّة لحشرة حفار ساق اللوزيات ذو

القرون الطويلة (Coleoptera: Cerambycidae) F *Cerambyx dux* في مناطق انتشاره في المنطقة الوسطى والجنوبية من سورية.

٢- هدف البحث:

أظهرت دراسات محلية سابقة [2] وجود اختلافات في الخصوبة واختلافات شكلية واضحة لحشرة *A.crataegi*. فأجريت هذه الدراسة لمعرفة الاختلافات الوراثية بين الذكور والإناث لحشرة فراشة اللوز الحرشفية *A.crataegi* التابعة لمناطق مختلفة من سورية،

٣- مواد وطرائق البحث:

٣-١- موقع الدراسة:

تم جمع بالغات الحشرة المدروسة من الذكور والإناث من سبعة عشر موقعاً تتبع لأربع محافظات في القطر (ريف دمشق، السويداء، حمص، حماة)، تمت عملية الجمع في ذروة نشاط الطيران للحشرة وهو في بداية شهر نيسان عند ذروة الظهيرة باستخدام شبكة الحشرات الطائرة، تم الفصل بين الإناث والذكور اعتماداً على الصفات الشكلية، ووضعت في المجمدة على حرارة −٢٠ C°، يوضح الجدول (1) أماكن أخذ العينات.

الجدول (1). أماكن أخذ عينات *A.crataegi* والإحداثيات الجغرافية للمنطقة:

رقم العينة	المنطقة	المحافظة	الإناث	نمط الأنثى	الذكور	الارتفاع عن سطح البحر م	درجة الطول	درجة العرض
١	بقعسم	ريف دمشق	+	A	+	١٥٠٠	35°56′17″E	33°24′19″ N
٢	حينا		+	A	+	١٠٨٠	35°56′33″E	33°20′59″ N
٣	عرنة		+	A	+	١٩٥٠	35°52′45″E	33°21′58″ N
٤	دربل		+	A	+	١٣٢٠	35°54′45″E	33°21′19″ N
٥	المتونة	السويداء	+	A	+	٨٤٨	36°36'11.1 "E	32°57'03.4 "N
٦	سد الروم		+	A	+	١٤٥٧	36°39'16.6 "E	32°43'11.3 "N
٧	المزرعة		+	A	+	٦٥١	36°28'29.5 "E	32°46'43.6 "N
٨	أم الزيتون		-	-	-	٩٠٠	36°36′27.8 ″E	32°54′13.2 ″N
٩	المخرم	حمص	+	B	+	٧٤٥	37°5′E	34°49′N
١٠	المشرفة		+	A	+	٦٣٦	36°51′26″E	34°49′55″ N
١١	عين النسر		+	A	+	٨٧٤	36°55′41″E	34°50′29″ N
١٢	تل شنان		+	A	+	٥٤٢	37°00'18.4 "E	34°41'44.8 "N
١٣	أم العمد		+	A	+	٦٣٤	37°0′35″E	34°48′46″ N
١٤	الجابرية		+	A	+	٥١٢	36°51′21″E	34°47′57″ N
١٥	العثمانية		+	A	+	٦٩٥	37°5′11″E	34°53′3″N
١٦	نوى		-	-	-	٧٨٩	36°59′3″E	34°50′33″ N
١٧	تل الذرة	حماة	+	A	+	٨١٧	36°96′55″E	35°18′26″ N

٣-٢- خطوات البحث:

٣-٢-١- استخلاص الحمض الريبي النووي منقوص الأوكسجين DNA: DNA Extraction

أُعطيت كلّ عينة رقم محدد مع كتابة كافة المعلومات عن مكان جمع العينة والعائل النباتي وتاريخ جمعها، وحفظت ضمن المجمدة عند حرارة −٢٠ ° س، لحين الاستخلاص، وتم التوصيف الجزيئي للذكور وإناث *A.crataegi* وفق طريقة [15] مع إجراء بعض التعديلات عليها وفق الخطوات التالية:

- تم عزل الإناث والذكور كلاً على حدة.
- نظفت العينات بمسحها بالماء المقطر والكحول على الوجهين.
- أُزيلت الأجنحة وقرون الاستشعار والأرجل، والبطن واستخدمت فقط عضلات الصدر.

- طحن ٠,٥ غ من كل حشرة (منطقة عضلات الصدر) لذكور وإناث *A. crataegi* ضمن الآزوت السائل في جفنة بورسلان معقمة بالكحول ووضعت في أنابيب Eppendorf سعة ١,٥ مل، وأضيف لها ٧٠٠µL محلول استخلاص SDS المكون من: (200 mM Tris−Hcl pH=8, 250 mM NaCl, 25 mM Na_2−EDTA. pH=8, 0.5% SDS, H2O)، و ٣٥٠ µL أسيتات الصوديوم 3M للأنبوب الواحد، وحركت للمجانسة، ووضعت الأنابيب عند درجة −٢٠ °س لمدة ١٠ دقائق ليتم ترسيب البروتينات واللبتيدات.

– ثفلت الأنابيب بعد التحضين عند سرعة ١٠٠٠٠ rpm مدة خمس دقائق في مثفلة (Universal 32 R) على حرارة ٤ °س، ونُقل السائل الطافي إلى أنابيب جديدة، وأضيف لها الايزوبروبانول بمعدل ١:١ (V/V)، وحفظت على درجة −٢٠ °س لمدة ساعة، تمت مجانستها بلطف، وضعت عند درجة حرارة ٤ °س لمدة ١٠ دقائق بسرعة ١٠٠٠٠ دورة /دقيقة، ثم وضع السائل الطافي في أنبوب وأضيف 300µL من الايتانول ٧٠%، وتم التثفيل لمدة ١٠ دقائق عند درجة ٤ °س بسرعة ١٢٠٠٠ دورة/ الدقيقة.

- أزيلت المادة الطافية بدقة لتجنب أخذ الراسب (DNA)، حلَّت المادة الوراثية DNA المترسب باستعمال محلول TE (Tris, EDTA, PH= 8) ، وأضيف ١٠٠µL من الماء المقطر المعقم وتركت عند حرارة ٤ °س لحين الاستعمال.
- قُدّر DNA الناتج كمياً باستعمال جهاز المطياف الضوئي Ultra Violet Spectrophotometer (Jenway Genova).

حُسبت كمية الحمض النووي DNA من المعادلة التالية [12]

$$\text{تركيز الحمض النووي (ug/ml)} = \frac{\text{OD}_{260} \times 50 \times \text{(عامل التمديد)} \times 50 \text{ (ug/ml)}}{1000}$$

٣-٢-٢- تضخيم الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA:

أجري تضخيم DNA الناتج من عملية الاستخلاص للعينات المدروسة، حيث كان الحجم النهائي في الأنبوب الواحد ٢٥ µL، متضمنة: Master Mix (Promega) ١٢,٥µL ، ماء مقطر معقم ٨,٥ µL، البادئة المستخدم ٢ µL بتركيز ١٠ µM، والـ DNA بتركيز 40 ng/µL. استعمال ٢٨ بادئ في التوصيف الجزيئي الجدول (2).

الجدول (2). التسلسل النيكلوتيدي للبادئات المستخدمة بتقنية ISSR للذكور وإناث *A* ودرجة الالتحام:

رقم البادئ	اسم البادئ	٣´----------٥´	درجة الالتحام° س
١	16/230	(CA)8A	٥٤
2	2	(GA)8C	52
٣	٤	(AC)8T	٥٢
٤	٦	(GT)4(GA)5	٥٦
5	7	(CA)7AG	54
٦	٨	(CAC7)(AT)3	٥٤
٧	٩	(TC)8GA	٥٦
٨	١٣	(TC)8AG	٥٦
9	14	CCAG(GT)7	56
١٠	١٥	(CA)8G	٥٦
11	16	(TG)8G	54
١٢	17	CCAG(GT)8	56
١٣	١٨	C(CT)4(GT)4G	٥٦
14	20	(TC)7GA	56
15	22	(GA)10	56
16	25	(GA)8TT	56
17	28	(AC)8TT	56
18	30	(GA)10T	56
19	3	(GA)8CG	52

52	(GA)8T	33	20
52	(CT)8G	34	21
52	(AC)8TCGA	35	22
56	(TC)8C	36	23
٥٢	(CT)10G	٣٧	24
52	(AC)8TT	40	25
56	(AC)8GG	41	26
٥٤	(AC)8AAGG	42	27
52	(TG)8AA	43	28

٣-٢-٣- فصل نواتج تضخيم DNA:

حُدِدَ نجاح التضخيم، بفصل نواتج التضخيم على هلامة الآغاروز ٢% المكونة من (Agarose 2g, TBE 100 ml, 1X) باستعمال جهاز الرحلان الكهربائي Electrophoresis، وأضيفت صبغة Ethidium bromide ٥ ميكروليتر بتركيز (50 mg/ml)، ضمن محلول الرحلان (TBE 1X) المكون من: (Tris-base 10.8g/L, Boric acid 5.5 g/L, EDTA 0.93 g/L, H_2O) على pH= 8، ولا بد من إضافة سلم جزيئي(ladder) يعبر عن الطول الجزيئي 1000 pb إلى الهلامة، وهو عبارة عن محلول تجاري يتألف من قطع الحمض النووي DNA بأطوال معروفة بعد الهجرة.

٣-٣- التحليل الاحصائي:

أجري التحليل الإحصائي باستعمال برنامج Popgene 32 الإحصائي. وتمت دراسة العلاقة الوراثية بين الطرز الوراثية المدروسة بتطبيق مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق Percent Disagreement Values (PDV)، ورسمت شجرة القرابة الوراثية (Dendrogram) بتطبيق متوسطات المجموعات الزوجية غير المتزنة (UPGMA) Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averaging.

٤- النتائج والمناقشة:

٤-١- التوصيف الجزيئي لذكور *A.crataegi* :

٤-١-١- استخلاص الحمض النووي للذكور:

تمّ استخلاص الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA من ذكور *A.crataegi* ، وتم تحديد سلامته ونقاوته على هلامة الأغاروز ٠,٨% الشكل (١)، حيث تراوح تركيز

الـ DNA بين ٠,٢٦ إلى ٠,٦٢، ومدد التركيز ليصبح 40 نانوغرام/ميكروليتر في حين تراوحت نقاوة العينات المدروسة بين ١,٧٨ إلى ٢,٠٣.

الشكل (١). هلامة الأغاروز بتركيز ٠,٨% المستخدمة لتحديد سلامة الحمض النووي DNA لذكور *A.crataegi*

تم استعمال ٢٢ بادئ لتحديد درجة القرابة الوراثية بين ذكور المناطق المدروسة، أعطى ١٣ ثلاثة عشر بادئة منها نتائج تضخيم بتطبيق تقنية ISSR، ولم تعطِ ٩ تسع بادئات أي تضخيم لقطعة الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA في جميع العينات المدروسة.

كان عدد الحزم الكلية الناتجة عن البادئات الثلاثة عشر ٩٨ حزمة، وقد أعطت البادئة (٣٣) أعلى عدد من الحزم حيث بلغت (١٤) حزمة، وأعطت البادئة (٤١) حزمة واحدة وهي أقل عدد للحزم.

بلغت النسبة المئويّة للتعددية الشكلية Polymophic لدى الذكور (٩٨,٩%)، حيث أعطت جميع البادئات تعدديّة شكليّة بنسبة (١٠٠%) ماعدا البادئة (٣٤) فكانت أقل نسبة للتعدديّة الشكليّة حيث بلغت (٨٥,٧%). الجدول (٣).

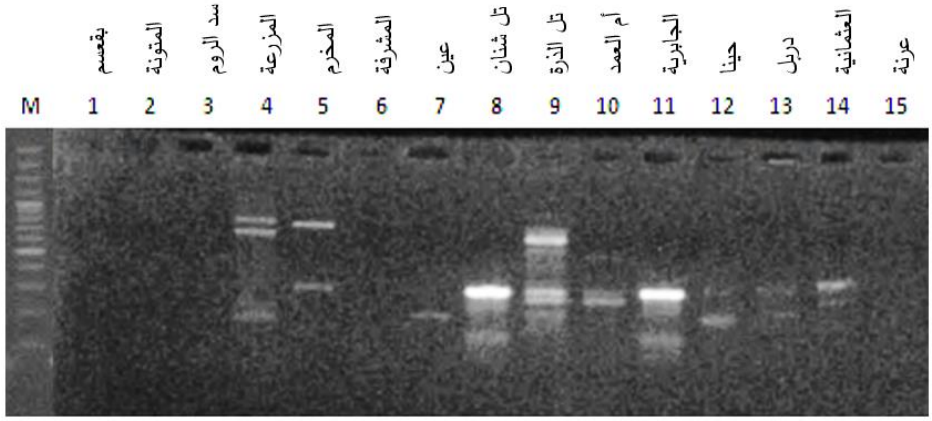
الجدول (٣). عدد الحزم الكليّ لكلّ بادئ وعدد الحزم المتعددة شكلياً والنسبة المئوية للتعددية الشكليّة التي أعطتها عند ذكور *A.crataegi* في مناطق الدراسة

اسم البادئة	عدد الحزم الكلية	عدد الحزم المتعددة شكلياً	النسبة المئوية للتعددية الشكلية
2	10	10	100
7	5	5	100
14	8	8	100
16	7	7	100
22	8	8	100
28	4	4	100
32	11	11	100

100	14	14	33
85.70	6	7	34
100	6	6	36
100	12	12	40
100	1	1	41
100	5	5	43
٩٨,٩	97	98	

أعطت جميع البادئات حزماً فريدة والتي تعد كحزم واسمة للعينة المدروسة، فبلغت عدد الحزم الفريدة عند الذكور ٣٧ حزمة موجودة وغائبة، ماعدا البادئة (٤١) لم تعط أي حزمة فريدة، أعطت البادئة (٣٣) أكبر عدد للحزم الفريدة التي بلغت (٧) حزم فريدة موزعة على جميع العينات المدروسة، وحزمة من كل من البادئة (١٤، ٧)، وحزمتين من البادئة (٣٦)، وثلاثة حزم فريدة من البادئة (٤٣)، وظهرت في العينة (٩) التي تمثل منطقة تل الذرة (حماة) أعلى عدد للحزم الفريدة التي بلغت (٧) حزم فريدة، بينما لم تظهر أي حزم فريدة لدى العينة (١٥) التي تمثل منطقة جبل الشيخ (عرنة)، وهذا يدل على التنوع الوراثي بين ذكور *A.crataegi* المناطق المدروسة والتي كشف عنها بالبادئات المستخدمة الجدول (٢).

يمثل الشكل (٢) هلامة الأغاروز بتركيز ٢% لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة للبادئ ٢٢.



الشكل (٢). هلامة الأغاروز بتركيز ٢% للبادئ ٢٢ لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة

٤-١-٢- تحديد درجة القرابة الوراثيّة لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة:

تمت دراسة درجة القرابة الوراثيّة لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة بتطبيق مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق (Percent Disagrment Value)، حيث يدل ارتفاع قيم هذه المصفوفة على وجود اختلاف وراثي، وبازديادها يزداد التباين الوراثي بين العينات المدروسة، تراوح قيم النسب المئويّة لعدم التوافق بالنسبة لبادئات ISSR بين ذكور المناطق المدروسة بين (٠,١٤٢٣) بين ذكور جبل الشيخ (بقعسم) والسويداء (المتونة)، وبين بقعسم وعرنة التابعتين لجبل الشيخ وهذا يدل على درجة قرابة وراثية كبيرة بينهما، و(٠,٦١٤٧) بين ذكور حماة (تل الذرة) وذكور حمص (المشرفة) وهذا يدل على وجود تباين وراثي كبير بينهما. الجدول (٤).

جدول (٤). مصفوفة المتوسط العام لنسب عدم التوافق (PDV) الناتجة عن دراسة متوسط التشابه الوراثي لذكور *A.crataegi*

العينة	بقعسم	المتونة	سد الروم	المزرعة	المخرم	المشرفة	عين التنسر	تل شنان	تل الذرة	أم العمد	الجابرية	جبنا	دربل	العثمانية	عرنة
بقعسم	****														
المتونة	٠,١٤٢٣	****													
سد الروم	٠,٢٤١٢	٠,٢٢٨٣	****												
المزرعة	٠,٢٩٤٥	٠,٢٥٤٢	٠,٣٩٥٣	****											
المخرم	٠,٢٩٤٥	٠,٢٥٤٢	٠,٣٣٦٥	٠,٢٦٠٩	****										
المشرفة	٠,٢٢٨٣	٠,٢١٥٥	٠,٣٥٠٩	٠,٣٨٠٣	٠,٣٦٠٣	****									
عين التنسر	٠,٢١٥٥	٠,٢٠٢٩	٠,٢٥٤٢	٠,٢٨٠٩	٠,٢٢٨٣	٠,٢٤١٢	****								
تل شنان	٠,٢٦٧٥	٠,٢٨٠٩	٠,٣٦٥٥	٠,٢٨٠٩	٠,٣٦٥٥	٠,٣٥٠٩	٠,٣٠٢٣	****							
تل الذرة	٠,٤٤١٨	٠,٤٢٦١	٠,٣٣٦٥	٠,٥٢٤٥	٠,٤٥٧٨	٠,٦١٤٧	٠,٤٥٧٨	٠,٥٢٤٥	****						
أم العمد	٠,٢٥٤٣	٠,٢١٥٥	٠,٣٥٠٩	٠,٤١٠٦	٠,٣٨٠٣	٠,٢٥٤٢	٠,٣٥٠٩	٠,٣٥٠٩	٠,٥٠٧٤	****					

الجابرية	٠,٣٠٨ ٣	٠,٢٩٤ ٥	٠,٢٩٤ ٥	٠,٣٨٠ ٣	٠,٤٤١ ٨	٠,٤٢٦ ١	٠,٤٤١ ٨	٠,٢٦٧ ٢	٠,٤٤١ ٨	٠,٣٩٥ ٣	****				
حينا	٠,٢٤١ ٢	٠,٢٥٤ ٢	٠,٢٥٤ ٢	٠,٣٩٥ ٣	٠,٣٣٦ ٥	٠,٤٤١ ٨	٠,٣٠٨ ٣	٠,٣٣٦ ٥	٠,٣٩٥ ٣	٠,٣٥٠ ٩	٠,٣٨٠ ٣	****			
دربل	٠,٢٤١ ٢	٠,٢٥٤ ٢	٠,٤٥٧ ٨	٠,٣٩٥ ٣	٠,٤٢٦ ١	٠,٣٢٢ ٣	٠,٣٣٦ ٥	٠,٣٣٦ ٥	٠,٥٥٩ ٦	٠,٢٩٤ ٥	٠,٣٨٠ ٣	٠,٣٩٥ ٣	****		
العثمانية	٠,٢٢٨٣	٠,١٦٦١	٠,٢٤١٢	٠,٣٢٢٣	٠,٢٦٧٥	٠,٢٥٤٢	٠,٢٤١٢	٠,٢٩٤٥	٠,٣٨٠٣	٠,٢٥٤٢	٠,٣٠٨٣	٠,٢٩٤٥	٠,٣٥٠٩	****	
عرنة	٠,١٤٢٣	٠,١٧٨٢	٠,٢٢٨٣	٠,٣٣٦٥	٠,٢٨٠٩	٠,١٩٠٥	٠,١٥٤٢	٠,٢٥٤٢	٠,٤٢٦١	٠,٢٤١٢	٠,٢٦٧٥	٠,٢٨٠٩	٠,٢٢٨٣	٠,١٩٠٥	****

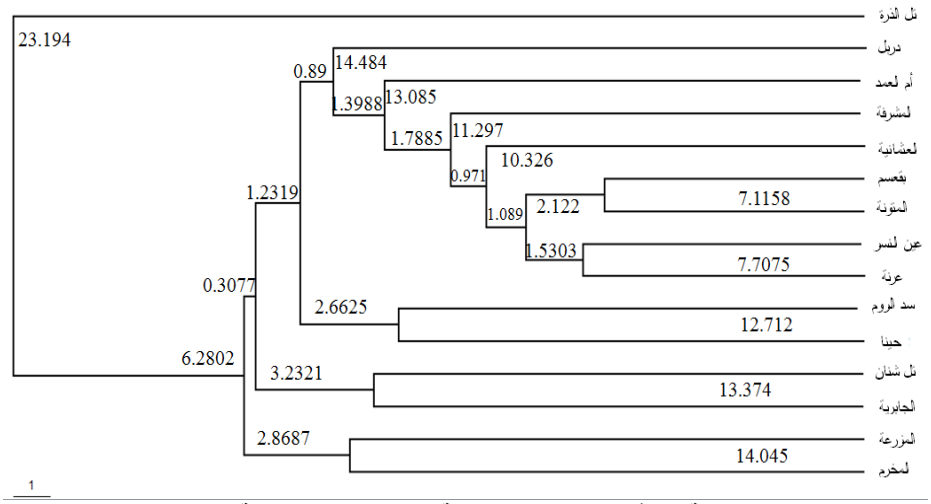
٤-١-٣- التحليل العنقودي لذكور *A.crataegi* في المناطق المدروسة:

أجري التحليل العنقودي لتحديد درجة القرابة الوراثية ورسم شجرة القرابة الوراثيّة بين الذكور ويلاحظ من الشكل (٣) أنّ الذكور قسمت إلى مجموعات عكست درجة القرابة الوراثيّة فيما بينها، تمّ الإشارة للانقسام المجموعة إلى مجموعات أصغر بقوى تعبر عنها.

انقسمت الذكور إلى مجموعتين ضمت المجموعة الأولى الذكور التابعة لمنطقة تل الذرة (حماة) لأنها امتلكت أكبر عدد من الحزم الفريدة والتي بلغت (٧) حزم فريدة، أما المجموعة الثانية فضمت تحت مجموعتين ضمت تحت مجموعة أولى ذكور المزرعة (السويداء) والمخرم (حمص)، أما تحت المجموعة الثانية فانقسمت إلى مجموعة أخرى ضمت ذكور تل شنان وذكور الجابرية التابعتين لمحافظة حمص والقريبتان جغرافياً، بينما انقسمت تحت تحت مجموعة ثانية إلى (تحت)[٣] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور سد الروم(السويداء) وذكور حينا (جبل الشيخ) التابعتين للمنطقة الجنوبية، أما (تحت)[٣] مجموعة ثانية فانقسمت إلى (تحت)[٤] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور دربل (جبل الشيخ) والثانية انقسمت إلى (تحت)[٥] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور أم العمد (حمص) أما الثانية فقد انقسمت إلى (تحت)[٦] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور المشرفة والثانية انقسمت إلى (تحت)[٧] مجموعتين، ضمت الأولى ذكور العثمانية والثانية عادت لتنقسم إلى (تحت)[٨] مجموعتين حيث ضمت

الأولى إلى عين النسر (حمص) وعرنة (جبل الشيخ)، أما الثانية فقد ضمت بقعسم (جبل الشيخ) والمتونة (السويداء) التابعتين للمنطقة الجنوبية.

وبالتالي لم يخضع التوزع الوراثي لذكور المناطق الجغرافية بل كان هناك تداخل للتوزع الوراثي في المناطق المختلفة.



الشكل (٣). شجرة القرابة بين ذكور المناطق المدروسة حسب البيانات الجزيئية باستعمال برنامج POP GENE32 وبطريقة UPGMA

٤-٢- التوصيف الجزيئي لإناث *A.crataegi* :

٤-٢-١- استخلاص الحمض النووي للإناث:

تمّ استخلاص الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA من إناث *A.crataegi* وتم تحديد سلامته ونقاوته على هلامة الأغاروز ٠,٨% الشكل (4)، حيث تراوح تركيز الـ DNA بين ٠,٢٧ إلى ٠,٦٢، ومدد التركيز ليصبح 40 نانوغرام/ميكروليتر، في حين تراوحت نقاوة العينات المدروسة بين ١,٧٨ إلى ٢,٢.

الشكل (4). هلامة الأغاروز بتركيز ٠,٨% المستخدمة لتحديد سلامة الحمض النووي DNA إناث *A.crataegi*

تم استعمال ٢٣ بادئ لتحديد درجة القرابة الوراثية بين الإناث، أعطى منها ١٣ بادئة نتائج تضخيم بتطبيق تقنية ISSR، ولم تعط ١٠ بادئات أي تضخيم لقطعة الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA في جميع العينات بالتقنية المستخدمة.

كان عدد الحزم الكلية الناتجة عن البادئات الثلاثة عشر (٧٩) حزمة، وقد أعطت البادئة (٣٧-٤٠) أعلى عدد من الحزم حيث بلغت (٩) حزمة، وأعطت البادئات (٢٠-٣٥) حزمة واحدة فقط وهي أقل عدد للحزم.

بلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية Polymophic لدى الإناث (١٠٠%)، حيث أعطت جميع البادئات تعدديّة شكليّة بنسبة (١٠٠%) الجدول (٥).

الجدول (٥). عدد الحزم الكلية لكلّ بادئ وعدد الحزم المتعددة شكلياً والنسبة المئوية للتعدديّة الشكليّة التي أعطتها عند إناث *A.crataegi* في مناطق الدراسة:

اسم البادئة	عدد الحزم الكلية	عدد الحزم المتعددة شكلياً	النسبة المئوية للتعددية الشكلية
١٥	6	6	100
١٦	6	6	100
١٨	7	7	100
٢٠	1	1	100
٢٢	8	8	100
٣٢	1	1	100
٣٣	8	8	100
٣٤	7	7	100
٣٥	1	1	100
٣٦	8	8	100
٣٧	9	9	100
٤٠	9	9	100
٤٢	8	8	100
	79	79	100

بلغ عدد الحزم الفريدة الكلية عند الإناث ٢٢ حزمة فأعطت جميع البادئات حزم فريدة ماعدا البادئة (٢٠)، أعطت البادئة (٤٢) أكبر عدد للحزم الفريدة التي بلغت (٦) حزم فريدة موزعة على العينات، وظهرت في العينة (٥) التي تمثل منطقة حمص المخرم أعلى عدد

للحزم الفريدة التي بلغت (٥) حزم فريدة، حزمة من كل من البادئة (١٦، ٢٢، ٣٢، ٣٣، ٣٤، ٣٥)، وحزمتين من كل من البادئتين (٤٠، ١٥)، بينما لم تظهر أي حزم فريدة لدى العينات (١٤،١٠،١٤،١)، وهذا يدل على التنوع الوراثي بين الإناث *A.crataegi* المناطق المدروسة والتي كشف عنها بالبادئات المستخدمة.

٤-٢-٢- تحديد درجة القرابة الوراثيّة لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة:

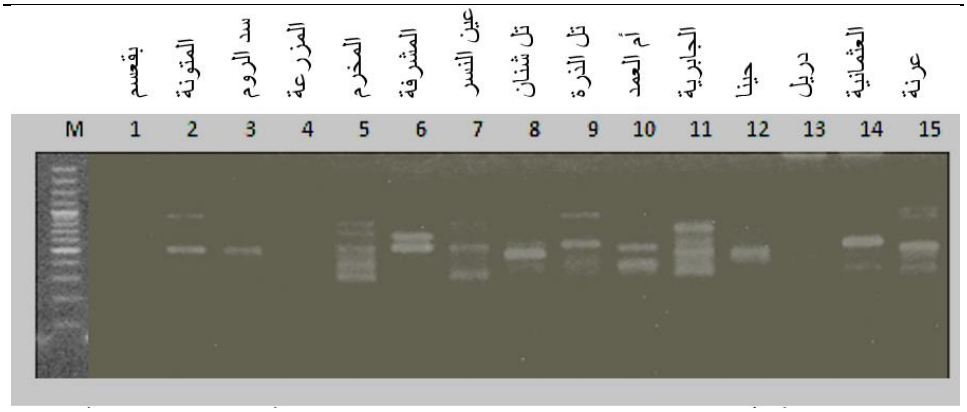
تمت دراسة درجة القرابة الوراثيّة لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة بتطبيق مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق (Percent Disagrment Value)، حيث يدل ارتفاع قيم هذه المصفوفة على وجود اختلاف وراثي، وبازديادها يزداد التباين الوراثي بين العينات المدروسة، تراوحت قيم النسب المئويّة لعدم التوافق بالنسبة لبادئات ISSR بين إناث المناطق المدروسة بين (٠,٠٨١١) بين إناث حمص (العثمانية) وجبل الشيخ (عرنة)، وهذا يدل على درجة قرابة وراثية كبيرة بينهما، و(٠,٦٨٠٢) بين إناث حمص (المخرم) وإناث حمص (عين النسر) وهذا يدل على وجود تباين وراثي كبير بينهما.

جدول (٦). مصفوف المتوسط العام لنسب عدم التوافق (PDV) الناتجة عن دراسة متوسط التشابه الوراثي لإناث *A.crataegi*

العينة	بقعسم	المتونة	سد الروم	المزرعة	المخرم	المشرفة	عين النسر	تل شنان	تل الذرة	أم العمد	الجابرية	حينا	دربل	العثمانية	عرنة
بقعسم	****														
المتونة	٠,٢٨٣٤	****													
سد الروم	٠,٣١٨٥	٠,٤١٢٠	****												
المزرعة	٠,١٦٩٤	٠,٣٥٤٨	٠,٣١٨٥	****											

المخرم	المشرفة	عين	تل شنان	تل الذرة	أم العمد	الجابرية	حينا	دربل	العثمانية	عرنة
٠,٦٣٠٢	٠,٢٣٢٩	٠,٣٣٦٥	٠,٢٦٦٣	٠,٢٣٢٩	٠,٢٣٢٩	٠,٣١٨٥	٠,١٦٩٤	٠,٣٠٠٨	٠,٢٤٩٥	٠,٣١٨٥
٠,٦٠٦١	٠,٣١٨٥	٠,٤٧٢٦	٠,٤٣١٨	٠,٣٩٢٦	٠,٣٥٤٨	٠,٤٥٢٠	٠,٣٥٤٨	٠,٤٧٢٦	٠,٣٧٣٥	٠,٤١٢٠
٠,٤٣١٨	٠,٣٥٤٨	٠,٢٨٣٤	٠,٣٥٤٨	٠,٣١٨٥	٠,٣١٨٥	٠,٣٧٣٥	٠,٣١٨٥	٠,٣٥٤٨	٠,٣٣٦٥	٠,٣٣٦٥
٠,٦٣٠٢	٠,١٦٩٤	٠,٣٣٦٥	٠,٢٦٦٣	٠,٢٦٦٣	٠,٢٣٢٩	٠,٥١٥٢	٠,٢٠٠٧	٠,٢٣٢٩	٠,٢٤٩٥	٠,٢٤٩٥
****	٠,٦٣٠٢	٠,٦٨٠٢	٠,٥٣٧١	٠,٥٣٧١	٠,٤١٢٠	٠,٥١٥٢	٠,٦٣٠٢	٠,٥٨٢٦	٠,٥١٥٢	٠,٥١٥٢
	****	٠,٤٩٣٧	٠,٣٠٠٨	٠,٣٠٠٨	٠,٣٠٠٨	٠,٥٥٩٦	٠,٢٣٢٩	٠,٢٦٦٣	٠,٢٤٩٥	٠,٢٤٩٥
		****	٠,٣٧٣٥	٠,٣٠٠٨	٠,٣٧٣٥	٠,٣٩٢٦	٠,٣٧٣٥	٠,٤١٢٠	٠,٤٣١٨	٠,٤٣١٨
			****	٠,٣٧٣٥	٠,٢٦٦٣	٠,٤٧٢٦	٠,٢٣٢٩	٠,٣٣٦٥	٠,٣١٨٥	٠,٣٥٤٨
				****	٠,٣٧٣٥	٠,٣١٨٥	٠,٣٣٦٥	٠,٣٧٣٥	٠,٣٥٤٨	٠,٣٥٤٨
					****	٠,٣٩٢٦	٠,٢٠٠٧	٠,٢٦٦٣	٠,٢٤٩٥	٠,٢٨٢٤
						****	٠,٤٣١٨	٠,٥٥٩٦	٠,٤٥٢٠	٠,٤٩٣٧
							****	٠,٢٦٦٣	٠,٢٨٣٤	٠,٣١٨٥
								****	٠,٤٣١٨	٠,٤٧٢٦
									****	٠,٠٨١١
										****

يمثل الشكل (٥) هلامة الأغاروز بتركيز ٢% لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة للبادئ.



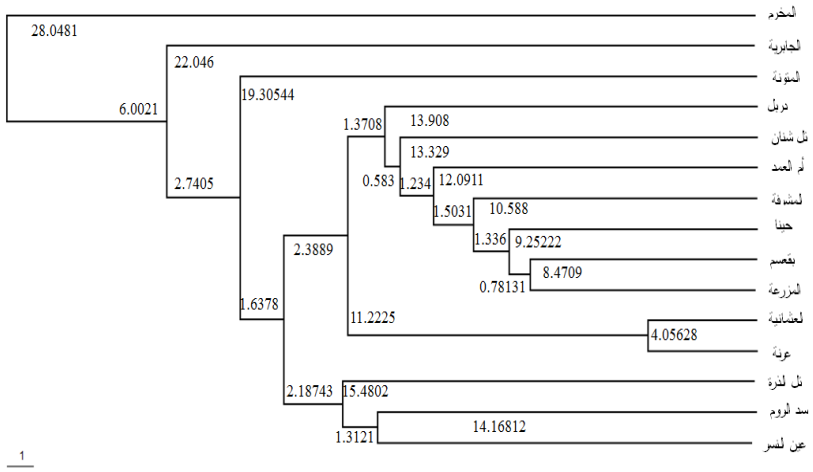
الشكل (٥). هلامة الأغاروز بتركيز ٢% للبادئ ٤٠ لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة

٤-٢-٣- التحليل العنقودي لإناث *A.crataegi* في المناطق المدروسة:

أجري التحليل العنقودي للنتائج التي تم الحصول عليها وذلك لتحديد درجة القرابة الوراثية ولرسم شجرة القرابة الوراثيّة بين الإناث، ويلاحظ من الشكل (٦) أنّ الإناث قسمت إلى مجموعات عكست درجة القرابة الوراثيّة فيما بينها بناءً على المعلمات الجزيئيّة التي قامت بتمييز إناث المناطق المدروسة وذلك على المستوى الجزيئي.

انقسمت إناث المناطق المدروسة إلى مجموعتين ضمت المجموعة الأولى إناث منطقة المخرم (حمص) وهي إناث من النمط B وبالتالي فقد انقسم هذا النمط بشكل مستقل عن النمط A المتمثل بالعينات المأخوذة من المناطق الأخر، كما أنها امتلكت أكبر عدد من الحزم الفريدة التي بلغت (٥) حزم فريدة، أما إناث المجموعة الثانية فقد انقسمت إلى تحت مجموعتين، ضمت الأولى إناث الجابرية (حمص)، أما تحت المجموعة الثانية فضمت (تحت)^{٢} مجموعة، ضمت الأولى إناث منطقة المتونة (السويداء)، وانقسمت الثانية إلى (تحت)^{٣} مجموعتين، انقسمت الأولى إلى (تحت)^{٤} مجموعتين، ضمت الأولى إناث تل الذرة (حماة) والثانية انقسمت إلى إناث عين النسر (حمص)، وسد الروم (السويداء)، أما (تحت)^{٣} مجموعة الثانية فانقسمت إلى (تحت)^{٤} مجموعتين، انقسمت الأولى إلى إناث عرنة (جبل

الشيخ) والعثمانية (حمص)، أما الثانية فقد انقسمت إلى (تحت)[٥] مجموعتين ضمت الأولى إناث دربل (جبل الشيخ)، وانقسمت الثانية إلى (تحت)[٦] مجموعتين، ضمت الأولى تل شنان (حمص)، وانقسمت الثانية إلى (تحت)[٧] مجموعتين ضمت الأولى إناث إم العمد (حمص)، وانقسمت الثاني إلى (تحت)[٨] مجموعتين ضمت الأولى إناث المشرفة (حمص)، وانقسمت الثانية إلى (تحت)[٩] مجموعتين، ضمت الأولى إناث حينا (جبل الشيخ)، وانقسمت الثانية إلى إناث بقعسم (جبل الشيخ)، والثانية المزرعة (السويداء).



الشكل (٦). شجرة القرابة بين إناث المناطق المدروسة حسب البيانات الجزيئية باستعمال برنامج POP GENE32 وبطريقة UPGMA

لم يخضع التوزع الوراثي للذكور والإناث للتوزع الجغرافي، حيث تتميز الفراشات *A.crataegi* بأنها فراشات متعددة العوائل فهي تصيب الأشجار التابعة للفصيلة الوردية Rosaceae بالإضافة للفصيلة الصفصافيّة Salicaceae [21]، كما أنها فراشات كبيرة الحجم [8]، وتتميز بقدرتها المتوسطة على الطيران [6]. وتعد من الفراشات المهاجرة التي تنتقل لمسافات طويلة على شكل أسراب في بعض المناطق [18]، لذا يمكن اعتبار هذه العوامل من العوامل المهمة التي قد تكون سبب لانتشار هذه الفراشة من الشمال إلى الجنوب أو العكس.

كما أن مركز زراعة وتحضير شتول اللوز والتفاح تتم في مشتل المختارية التابع لوزارة الزراعة وبالتالي يرجح أنّ تكون الشتول المنقولة مع التراب وبقايا النبات مصدر أساسي لنقل يرقات *A.crataegi* الساكنة، لأنّ هذه الشتول يتم نقلها وتوزيعها وزراعتها قبل بدء تفتح البراعم،وهذا موافق لما ذكره [3] حيث استعمل تقنية ISSR في التوصيف الجزيئي لحشرة *Athetis lepigone* (Lepidoptera: Noctuidae)، وهي من أفات الذرة المهمة في الصين استعمل ٧ بادئات و١٥ منطقة جغرافية مختلفة أعطت ١٨٣ حزمة منها ١٧٤ حزمة متعددة شكلياً بنسبة ٩٥,٠٨% ولم يكشف التحليل عن وجود علاقة بين التنوع الجيني والقرب الجغرافي، وذكر أنّ النقص في التنوع الوراثي الكبير أو عدم الارتباط مع الموقع الجغرافي يشير إلى احتمال وجود تدفق مرتفع بين المناطق أو توسع الحشرة إلى مناطق جديدة.

٥- الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت نتائج التوصيف الجزيئي وجود اختلافات وراثية كبيرة في المنطقة الوسطى في سورية مما يعطي مؤشراً على وجود سلالات جديدة من *A.crataegi*.

مما يستدعي دراسة التسلسل النيكلوتيدي لكامل الجينوم للحشرة بهدف تحديد السلالات المحلية المنتشرة، وتحديد درجة قرابتها مع السلالات الأخرى الموجودة في المناطق المجاورة.

REFERENCES المراجع

١. زغيب، ايهاب. (٢٠١٢). دراسة بيولوجية جزيئية لحشرة حفار ساق اللوزيات ذو القرون الطويلة *Cerambyx dux* F. في المنطقة الوسطى والجنوبية من سوريا. جامعة دمشق، (رسالة ماجستير).

٢. شلالو، أماني. (٢٠١٠). دراسة بيولوجية فراشة اللوز الحرشفيّة *Aporia crataegi* (L) وأعدائها الحيويّة في وسط وجنوب سورية. جامعة دمشق، (رسالة ماجستير).

3. CHEN, F., Ahmad, T., Liu, Y., He, K., and Wang, Z., (2014) Analysis of genetic diversity among different geographic populations of Athetis lepigone using ISSR molecular markers. J. Asia-Pacific Entomology. 17 (4) :793-798.
4. DE LEON, J.H., and Walker, J. (2004). Detection of DNA polymorphisms in *Homalodisca Coagulata* (Homoptera: Cicadellidae) by Polymerase Chain Reaction- Based DNA fingerprinting methods. Ann. Entomol. Soc. Am. 97(3): 574- 585.
5. DUŠINSK, R., Kdela, M., Stloukalov, V., and Jedlička, L. (2006). Use of inter-simple sequence repeat (ISSR) markers for discrimination between and within species of blackflies (Diptera: Simuliidae). Biologia, Bratislava. 61: 299-304.
6. FRANZÉN, M., and Thomas, R. (2004). Occurrence patterns of butterflies (Rhopalocera) in semi-natural pastures in southeastern Sweden. J. Nature Conservation: 12 (2): 121-135.
7. GUI, F. R., Wan, F. H., and Guo, J. Y. (2008). Population genetics of Ageratina denophora using intersimple sequence repeat (ISSR) molecular markers in China. Plant Biosystems. 142 (2): 255-263.
8. HIGGINS, L. G., and Riley, N. D. (1970). A Field Guide to the Butterflies of Britain and Europe, Collins, London: 1432-1434.
9. KANG, A.R., Baek, J.Y., Lee, S.H., Cho, Y.S., Kim, W.S., Han, Y.S., and Kim, I. (2011). Geographic homogeneity and high gene flow of the pear psylla, *Cacopsylla pyricola* F. (Hemiptera: psyllidae), detected by mitochondrial COI gene and nucle, Journal Animal cells and systems. 15(2): 1-9.

10. KHIABAN, N.G.M.Z., Hejazi, M.H., Nejad, K.H.I., and Khaghaninia, S. (2010). Genetic variation of geographical population of the Bollworm. *Helicoverpa Armigera* HUBNER (Lepidoptera: Noctuidae), in west and northwest of Iran. Munis Entomology and Zoology, 5 (2): 670-676.
11. MEENA, R. L., Ramasubramanian, T., Venkatesan, S., and Mohankumar, S. (2005). Molecular characterization of Tospovirus transmitting Thrips populations from India. American Journal of Biochemistry and Biotechnology. 1: 167-172.
12. MANIATIS, T., FRITSCH, E. F. & SAMBROOK, J. (1982). Molecular Cloning: A Laboratory Manual. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory.
13. NAGARAJU, J., Kathirvel, M., Ramesh, R., Kumar, E., Siddiq, A., and Hasnain, S.E. (2002). Genetic analysis of traditional and evolved Basmati and non-Basmati rice varieties by using fluorescence-based ISSR-PCR and SSR markers. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 99: 5836-5841.
14. PHILIPS,T. W., Cane, R. P., Mee, J., Chapman, H. M., Hoelmer, K. A., and Coutinot, D. (2002). Intraspecific variation in the ability of *Microctonus aethiopoides* (Hymenoptera: Braconidae) to parasitise Sitona Lepidus (Coleoptera: Curculionidae) New Zealand Journal of Agricultural Research. 45: 295–303.
15. POSPIECH, A., and Neumann, B. (1995). A versatile quick-prep of genomic-DNA from Gram-positive bacteria. Trends in Genetics. 11: 217-218
16. PRASAD, M. D., Muthulakshmi, M., Madhu, M., Archak, S., Mita, K., and Negaraju, J. (2005). Survey and analysis of microsatellites in the silkworm, *Bombyx mori:* Frequency, distribution, mutation, marker potential and their conservation in heterologous species. Genetics. 169: 197- 214.

17. REDDY, K. D., Nagaraju, J., and Abraham, E. G. (1999). Genetic characterization of the silkworm *Bombyx mori* by simple sequence repeat (SSR)- nchored PCR. Heredity 83: 681-687
18. SERGEY, G., and Popov, A. (1999). Present State of butterfly populations of European threatened species in transcarpathia (SW UKRAINE), Report for VIII European Ecological Congress, (Halkidiki - Greece, September 18-23).
19. SHLALO, A., and Kassis, W. (2016a). Field studies on the black-veined white butterfly, *Aporia crataegi* (L.) infesting almonds in Syria. Arab Journal of Plant Protection. 34 (2): 71-81.
20. SHLALO, A., and Kassis, W. (2016b). Biological study of almond butterfly *Aporia crataegi* in central Syria. Arab Journal of Plant Protection,. 34(2): 82-94.
21. TING, J., and Renxin, H. (2004). Apreliminary investigation of damage in forest by *Aporia crataegi* and *Nymphalis xanthomelas* in Xinjiang. Entomological knowledge. 41 (3) : 238-240.
22. UNRUH, T. R., and Woolley, J. B. (1999). Molecular methods in classical biological control, pp. 57- 85. In R. G. Van Driesche and T. S. Bellows, Jr. [eds.], Biological control. Chapman & Hall, New York.
23. VIJAYAN, K., Anuradha, H. J., Nair, C. V., Pradeep, A. R., Awasthia, A. K., Saratchandr, B. S., Rahman, S.A., Singh, K. C., Chakraborti, R., and Raje, S. R. (2006). Genetic diversity and differentiation among populations of the Indian silkworm, Samia Cynthia ricini, reversed by ISSR markers. J. Insect Science. 6:11-30.
24. WANG, W., Sun, E., Wang, W., Wang, K., Wang, H., and Ge, M., (2016) Effects of habitat fragmentation on genetic diversity and population differentiation of *Liposcelis bostrychophila* badonnel (Psocoptera: Liposcelididae) as revealed by ISSR markers. J. Stored Products Research. 68: 80-84

25. ZIETKIEWICZ, E., A. Rafalski, A., and Labuda, D. (1994). Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR) - anchored polymerase chain reaction amplification. Genomics. 20: 176- 183.

استخدام التعلم الآلي: الشبكات العصبونية وآلية متجه الدعم في تقدير وضع مريض سرطان الرئة

*دفاطمة شلاف

الكلمات المفتاحية: الشبكات العصبونية، التنبؤ، النمذجة، التعلم الآلي، آلية متجه الدعم، بيانات التدريب،

الملخص

يهدف البحث إلى بناء نماذج تعلم الآلي باستخدام الشبكات العصبونية وآلية متجه الدعم الـــــSVM ومقارنة النتائج بين كلا النوعين من حيث الدقة في تقدير وتنبؤ حالة الشـخص (١- مصـاب ٢- مهيأ ٣- سـليم) للإصـابة بسـرطان الرئة، وكانت العوامل المسـتقلة هي قيم (حمض البول – البوتاسيوم – الصوديوم –الارجنين)، حيث جمعت البيانات من مشفى البيروني في دمشق ومشـفى جامعة البعث التعليمي، تم جمع البيانات عن ٨٦ شـخص موزعين كما يلي: 50 مصـاب من مشـفى البيروني في دمشـق، و١٦ مهيأ (كلهم مدخنين) من مشـفى جامعة البعث و٢٠ سـليم من مشفى جامعة البعث.

في البداية تم بناء نموذج آلية متجه الدعم SVM وقســمت البيانات الى قســمين قســم التدريب 29 قيمة وقسـم الاختبار ٥٧ قيمة اختيرت بشـكل عشـوائي من بين القيم وحسـبت دقة بيانات الاختبار فكانت 100% ودقة بيانات التدريب ٨٦% ثم طبق النموذج على كل البيانات فكانت دقته 95.34% وهذا يؤكد لنا فعالية آلية متجه الدعم في الكشـــف عن حالة المريض بشكل مبكر. تم بناء نماذج شبكات عصبونية وتبين لنا من خلال المحاكاة أن افضل نموذج هو: NN(2,2) حيث تم تقســيم البيانات الى قســم تدريب 80% وقســم اختبار ٢٠% فكانت دقة الشـبكة بالنسـبة لبيانات التدريب 100% ولبيانات الاختبار ٩٤% وكانت الدقة بشـكل عام 98% وبالمقارنة مع نموذج آلية متجه الدعم SVM نجد أن هناك تفوق للشبكات العصبونية في تصنيف حالة المريض وننصح في استخدامها في تشخيص هذا النوع من الأمراض

بيانات الاختبار.

*مدرس- قسم الإحصاء الرياضي- كلية العلوم -جامعة حمص.

Using Machine Learning: Neural Networks and Support Vector Machine in Estimating the Condition of Lung Cancer Patients

Fatima Shallaf*

Abstract

The aim of this research is to build machine learning models using neural networks and Support Vector Machine (SVM), and compare the results of both types in terms of accuracy in estimating and predicting a person's condition (1-affected, 2-predisposed, 3-healthy) for lung cancer. The independent variables were values of (uric acid, potassium, sodium, arginine). Data were collected from Al-Biruni Hospital in Damascus and Al-Baath University Teaching Hospital. Data was gathered from 86 individuals distributed as follows: 50 affected patients from Al-Biruni Hospital in Damascus, 16 predisposed individuals (all smokers) from Al-Baath University Hospital, and 20 healthy individuals from Al-Baath University Hospital.

Initially, an SVM model was built, and the data was divided into two parts: 29 values for training and 57 values for testing, chosen randomly. The accuracy of the test data was 100%, and the accuracy of the training data was 86%. The model was then applied to all the data, achieving an overall accuracy of 95.34%, confirming the effectiveness of the SVM in early detection of the patient's condition.

Neural network models were also built, and through simulation, it was found that the best model was: NN(2,2), where the data was split into 80% for training and 20% for testing. The network's accuracy for the training data was 100%, and for the test data, it was 94%, with an overall accuracy of 98%. In comparison with the SVM model, it was found that neural networks outperform in classifying the patient's condition, and thus, their use in diagnosing this type of disease is recommended

Keywords: Neural Networks, Prediction, Modeling, Machine Learning, Support Vector Machine (SVM), Training Data, Test Data.

*Teacher, Dept. of Mathematical Statistics, Faculty of Science, Homs University.

مقدمة (Introduction):

تُعد **تقنيات التعلم الآلي** اليوم جزءاً لا يتجزأ من الذكاء الاصـــطناعي(AI) ، وهو مجال يتطور بســرعة كبيرة ويشــهد تقدماً هائلاً لقد بدأت رحلة الذكاء الاصــطناعي رســمياً في عام ١٩٤٣ عندما قدّم كلٌ من **McCulloch**و **Walter Pitts**أول نموذج لشـبكة عصـبية، وهي محاولة لمحاكاة وظائف الدماغ البشــري باســتخدام أنظمة حســابية. ثم جاء **Alan Turing**في عام ١٩٥٠، حيث أسهم بشكل كبير في تطور هذا المجال عبر طرحه السؤال الشهير: "هل تستطيع الآلات التفكير؟"، وهو الســـؤال الذي فتح الباب لمزيد من الأبحاث حول إمكانية تطوير أنظمة ذكية تُحاكي القدرات البشرية. وفي عام ١٩٥٦، تم استخدام مصطلح "الذكاء الاصطناعي" لأول مرة خلال ندوة علمية عقدت في **معهد ماســاتشــوســتس للتكنولوجيا(MIT)** ، وهي الندوة التي كانت بمثابة نقطة الانطلاق لهذا المجال الذي يشهد تقدمًا متسارعًا حتى يومنا هذا.

التعلم الآلي (Machine Learning)هو أحد الفروع الرئيسية للذكاء الاصطناعي، ويُعرّف بأنه القدرة على تمكين الآلات من "التعلم" من البيانات بدون الحاجة إلى برمجتها بشكل صريح لتنفيذ مهام محددة. بعبارة أخرى، يتم تدريب الآلات على فهم الأنماط واكتشـــاف العلاقات في البيانات لتحقيق نتائج دقيقة. ينقسم التعلم الآلي إلى نوعين رئيسيين:

١. **التعلم تحت الإشـراف(Supervised Learning)** ، حيث يتم تزويد الآلة ببيانات مدخلة مصـــحوبة بالنتائج المطلوبة (المخرجات)، مما يمكنها من تعلم كيفية التنبؤ بالنتائج بناءً على المدخلات الجديدة.
٢. **التعلم غير الخاضــع للإشــراف(Unsupervised Learning)** ، حيث يتم إعطاء الآلة بيانات غير مصـــحوبة بالمخرجات، ويُطلب منها اكتشـــاف الأنماط أو العلاقات المخفية داخل البيانات.

في هذا البحث، ســـيتم الاعتماد على **أهم طرق التعلم الآلي**، وهما :**الشـــبكات العصـــبية (Neural Networks)**و**آلية دعم المتجهات .(Support Vector Machine – SVM)**

سنستعرض في هذا البحث شرحاً تفصيلياً لكل من هاتين الطريقتين، موضحين كيفية عملهما ودورهما في تقدير وتنبؤ حالة مرضى سرطان الرئة بناءً على البيانات الطبية المتاحة.

مشكلة البحث:

إن الكثير من الأمراض لا يتم اكتشافها الا في وقت متأخر وخاصة أمراض السرطان ومنها سرطان الرئة، وهذا يتسبب في فقدان الكثير من البشر لحياتهم رغم أنه كان بالإمكان انقاذهم من الموت.

أهمية البحث:

يعتبر اكتشاف مرض سرطان الرئة في مرحلة مبكرة من خلال تصنيف المريض كمهيأ للمرض مهماً جداً من أجل البدء بالعلاج قبل تطور المرض، ومن هنا تأتي أهمية البحث في استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في محاولة الكشف عن المهيئين للمرض قبل فترة زمنية من استفحال المرض.

الهدف من البحث:

١- إيجاد فلتر ذكي لتصنيف المرضى لثلاث مجموعات (مصاب، سليم، مهيأ) وذلك بطريقتي الشبكات العصبونية، وآلية متجه الدعم.

٢- المقارنة بين طريقتي الشبكات العصبونية وآلية متجه الدعم، من حيث الدقة في التصنيف.

٣- إضافة طرق إحصائية ذكية لتشخيص سرطان الرئة في سوريا مما يكشف المرض مبكراً وبالتالي معالجته قبل تأزم وضع المريض.

١-خوارزمية آلية متجه الدعم (Support Vector Machine):[4][2][3]

إن خوارزمية آلية متجه الدعم (Support Vector Machine) والتي قد تختصر الى (اخصهراً) (SVM) من الطرائق الإحصائية التي تنتمي الى الذكاء الاصطناعي، حيث قُدمت لأول مرة من قبل العالم Vladimir Vapnik عام ١٩٩٢، وهي عبارة عن خوارزمية تعلّم عن طريق مشرف أو موجّه ، تُستعمل للتصنيف مُستندة إلى نظرية التعلّم

الإحصـــــــــــــــــــــائـــــــــــــــــــــيـــــــــــــــــــــة

.(Statistical Learning Theory

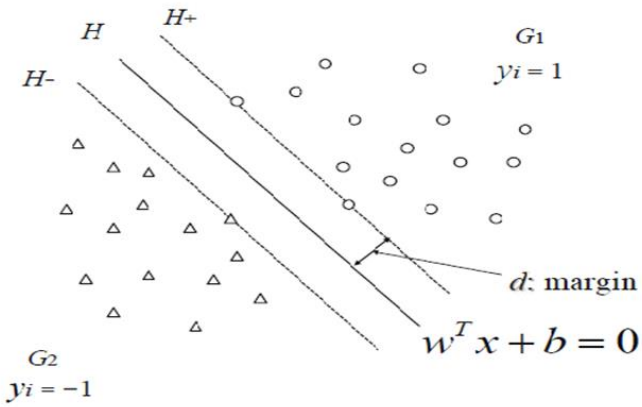
تَستخدم هذه التقنية مجموعة (جزء من البيانات) للتدريب تسمى بمتجهات الدعم (Support Vector) لتمثيل حد القرار (Decision Boundary) من خلال البحث عن أكبر هامش تبتعد عنه البيانات من الطرفين، وهو مســـتو فائق ذو هوامش أعظمية (Maximum Margin Hyperplane).[5]

ولتكن $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)^T$ مجموعة من المتغيرات لبيانات تصـــنيف ثنائية ويراد تصـــنيفها في مجموعتين G_1 , G_2 ، وبأخذ مجموعة تدريب $x_1, x_2, \dots, x_n$ ولها نفس المتغيرات p ، الهدف هو العثور على مســـتو يصـــنف بيانات التدريب إلى مجموعتين G_1،G_2، فإذا لوحظ أنّ النقطة x_i تنتمي إلى المجموعة G_1 نضـــع $y_i = 1$ وإذا كانت تنتمي للمجموعة G_2 وضـــعنا $y_i = -1$، يمكننا تمثيل n من بيانات التدريب على النحو التالي:

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n); y_i = \begin{cases} 1 & if \quad x_i \in G_1 \\ -1 & if \quad x_i \in G_2 \end{cases} \qquad (1)$$

وسـنعرض فيما يلي آلية متجه الدعم في حالة البيانات قابلة للفصـل خطياً وغير القابلة للفصل خطياً.

أولاً: آلية متجه الدعم في حالة بيانات قابلة للفصـــل خطياً Linear Separable SVM: [3][6][4]



الشكل (١) بيانات قابلة للفصل خطياً

نرسم مستقيمين متوازيين H_+ , H_- من خلال نقاط الحافة لكل مجموعة، نرسم حد القرار H وهو منتصف المسافة بين المستقيمين المرسومين عند نقاط الحافة وموازياً لهما، يمكن ملاحظة وجود أكثر من مستو لفصل البيانات إلا أنّنا نبحث عن المستو الذي تبتعد أو تقع عليه متجهات الدعم، بحيث يجب أن يكون أبعد ما يمكن عن نقاط المجموعتين.

تُصنف بيانات التدريب في مجموعتين G_1، G_2بالشكل التالي:

$$x_i \in G_1 \Leftrightarrow w^T x_i + b \geq 1 \qquad (2)$$
$$x_i \in G_2 \Leftrightarrow w^T x_i + b \leq -1$$

حيث: w الأوزان، b الانحياز.

وتعطى المسافة بين بيانات التدريب وحد القرار بالشكل التالي:

$$d = \frac{|w^T x + b|}{\|w\|} \; ; \; \|w\| = \sqrt{w_1^2 + w_2^2 + \cdots + w_p^2} \qquad (3)$$

بمعنى أن المستقيم الأول +H هو $w^T x_i + b = 1$

والمستقيم الثاني -H هو $w^T x_i + b = -1$

وبالتالي يكون حد القرار H هو: $w^T x_i + b = 0$

من أجل إيجاد الهامش بين المستقيمين +H و -H نقوم بحساب الفرق بين المستقيمن (إيجاد المسافة) أي إيجاد المسافة بين نقطة من كل حافة $wx_1 + b = 1$و $wx_2 + b = -1$

وبحساب الفرق نحصل على:

$$wx_1 - wx_2 = 2 \Rightarrow w(x_1 - x_2) = 2$$

وبعدها نحصل على:

$$\frac{w}{\|w\|}(x_1 - x_2) = \frac{2}{\|w\|}$$

وذلك للوصـــول على الهامش الذي يكون عمودي على المســتقيمات الثلاث وبالتالي تكون المســـافة هي $\frac{2}{\|w\|}$ والتي يجب أن تكون أكبر ما يمكن وعلينا الوصـــول إلى القيمة العظمى لها أو إيجاد القيمى الصغرى لـ $\frac{\|w\|^2}{2}$ كما يلي:

- **تعلّم آلية متجه الدعم**:[9][8][7] [4]

تهدف عملية التعلم الوصـــول لأكبر هامش تبتعد عنه البيانات من الطرفين، والتي تؤول إلى مسألة برمجة غير خطية مقيدة متمثلة بدالة الهدف:

$$f(w) = \min_w \frac{\|w\|^2}{2}$$

$$Subject\ to \quad y_i(w^T x_i + b) \geq 1 \quad ; \quad i = 1,2,\dots,N$$

تحل هذه المســألة باســتخدام طريقة مضــاريب لاغرانج، وهي طريقة لإيجاد قيم النهايات الحدية المحلية لدالة لعدة متحولات خاضـــعة لواحد أو أكثر من القيود، نشـــكل دالة لاغرانج من أجل مسألة الأمثلية:

$$L(w, b, \lambda_1, \lambda_2, \dots \lambda_n) = \frac{1}{2}\|w\|^2 - \sum_{i=1}^{n} \lambda_i (y_i(w^T x_i + b) - 1) \quad (5)$$

حيث λ_i هي مضاريب لاغرانج.

نشتق دالة لاغرانج اشتقاق جزئي بالنسبة لـــ w,b وذلك لإيجاد الحد الأدنى لها ومن ثم نعطي هذه المشتقات الجزئية القيمة صفر، كما يلي:

$$\frac{\partial L(w, b, \lambda_1, \lambda_2, \dots \lambda_n)}{\partial \mathrm{w}} = 0 \Rightarrow w = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_i x_i$$

$$\frac{\partial L(w, b, \lambda_1, \lambda_2, \dots \lambda_n)}{\partial \mathrm{b}} = 0 \Rightarrow \sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_i = 0$$

نعوض في العلاقة (5) فنجد:

$$L_D(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \lambda_i \lambda_j y_i y_j x_i^T x_j \qquad (6)$$

وبالتالي نكون قد حصـــلنا على مســـألة مزدوجة بين w و λ_i ، تابع الهدف للمسألة المزدوجة يحتاج لإيجاد الحد الأعظمي:

$$Max\ L_D(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n) = \max \left\{ \sum_{i=1}^{n} \lambda_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \lambda_i \lambda_j y_i y_j x_i^T x_j \right\}$$

$$Subject\ to \quad \lambda_i \geq 0 \quad ; i = 1,2, \dots, n \qquad (7)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_i = 0$$

وهي مسألة برمجة تربيعية (Quadratic Programming (QP)) بحلها نحصل على:

متجه الأوزان $\hat{w} = \sum_{i=1}^{n} \hat{\lambda}_i y_i x_i$ والانحياز $\hat{b} = -\frac{1}{2}(\hat{w}^T x_+ + \hat{w}^T x_-)$

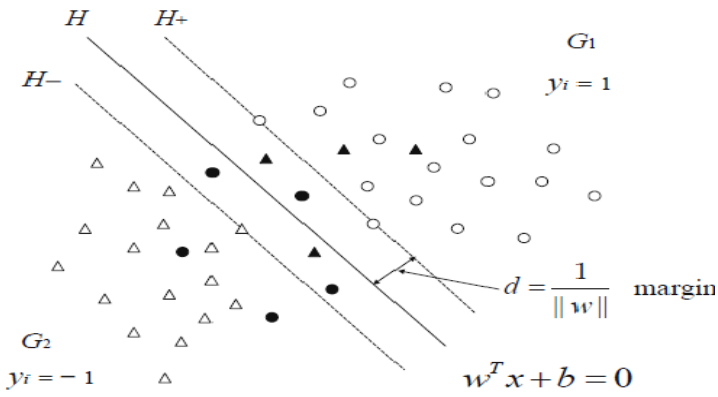
الأمثلي وحد قرار مع هوامش أعظمية $\hat{w}^T x + \hat{b} = \sum_{i=1}^{n} \hat{\lambda}_i y_i x_i^T x + \hat{b} = 0$

وفقاً لذلك فإنّ قاعدة التصنيف للمجوعتين G_1،G_2 تكون كالتالي:

$$\hat{w}^T x + \hat{b} = \sum_{i=1}^{n} y_i \hat{\lambda}_i x_i^T + \hat{b} = \begin{cases} \geq 0 \Rightarrow G_1 \\ < 0 \Rightarrow G_2 \end{cases} \qquad (8)$$

ثانياً: آلية متجه الدعم في حالة البيانات غير القابلة للفصـــل خطياً (Nonlinearly Separable SVM):[3][6]

تســـتخدم آلية متجه الدعم في هذه الحالة الهامش اللين (Soft Margin) الذي يسمح لحد القرار بأن يحتمل أخطاء صغيرة في بيانات التدريب كونها غير قابلة للفصل خطياً، وبالتالي يعمل الهامش اللين على حل هذه المشكلة من خلال المقايضة (Trade-Off) بين عرض الهامش وعدد أخطاء التدريب التي يرتكبها حد القرار من خلال تخفيض القيود الخطية بإدخال متحولات صورية غير سالبة ($\xi_i \geq 0$) .



الشكل (٢) بيانات غير قابلة للفصل خطياً

لتصبح القيود كمايلي:

$$y_i(w^T x_i + b) \geq 1 - \xi_i \quad ; i = 1,2,\dots,n \qquad (9)$$

حيث: $\xi_i = \max\left\{0, d - \frac{y_i(w^T x_i + b)}{\|w\|}\right\}$

- **تعلّم آلية متجه الدعم:[6][3][8]**

لتتجنب خوارزمية التعلّم تكبير هامش حد القرار الذي يؤدي للوقوع في أخطاء تصـــنيف الكثير من أمثلة التدريب، يتم تعديل حد القرار من خلال إعطاء قيم كبيرة لمتحولاته الصورية لتصبح مسألة البرمجة الخطية بالشكل:

$$f(x) = \min_{w,\xi}\left\{\frac{\|w\|^2}{2} + \alpha\sum_{i=1}^{n}\xi_i\right\} \qquad (10)$$

$$Subject\ to \quad y_i(w^T x_i + b) \geq 1 - \xi_i \quad ; \xi_i \geq 0, i = 1,2,\dots,n$$

حيث: $\alpha > 0$ تتحكم في المقايضة بين عرض الهامش والقيود.

نشكل دالة لاغرانج لمسألة الأمثلية المقيدة السابقة:

$$L(w,b,\xi,\lambda,\beta) = \qquad (11)$$

$$= \frac{1}{2}\|w\|^2 + \alpha\sum_{i=1}^{n}\xi_i - \sum_{i=1}^{n}\lambda_i(y_i(w^T x_i + b) - 1 + \xi_i) - \sum_{i=1}^{n}\beta_i\,\xi_i$$

حيث: λ_i, β_i هي مضاريب لاغرانج.

باشتقاق دالة لاغرانج:

$$\frac{\partial L(w,b,\xi,\lambda,\beta)}{\partial w} = w - \sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_i x_i = 0 \qquad (12)$$

$$\frac{\partial L(w,b,\xi,\lambda,\beta)}{\partial b} = -\sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_i = 0 \qquad (13)$$

$$\frac{\partial L(w,b,\xi,\lambda,\beta)}{\partial \xi_i} = \alpha - \lambda_i - \beta_i = 0 \ ; i = 1,2,\dots n \quad (14)$$

نعوض في العلاقة (11) فنحصل على:

$$L_D(\lambda_1,\lambda_2,\dots,\lambda_n) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \lambda_i\lambda_j y_i y_j x_i^T x_j \qquad (15)$$

من خلال العلاقة (15) نكون قد حصلنا على مسألة مزدوجة تابع الهدف لها بالشكل:

$$Max\ L_D(\lambda_1,\lambda_2,\dots,\lambda_n) = Max\left\{\sum_{i=1}^{n} \lambda_i - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \lambda_i\lambda_j y_i y_j x_i^T x_j\right\}$$

$$Subject\ to\ \sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_i = 0 \ \ ,0 \le \lambda_i \le \alpha\ ; i = 1,2,\dots,n \quad (16)$$

نلاحظ تطابق دالتي لاغرانج في حالتي البيانات القابلة للفصل خطياً وغير القابلة للفصل خطياً.

أمّا القيود على دالة لاغرانج في الحالتين مختلفة: ففي حالة البيانات القابلة للفصل خطياً كانت $\lambda_i \ge 0$ أمّا في حالة البيانات غير القابلة للفصل خطياً فإنّ λ_i يجب أن تحقق $0 \le \lambda_i \le \alpha$.

وبحل مسألة البرمجة التربيعية (16) نحصل على:

متجه الأوزان $\hat{w} = \sum_{i=1}^{n} \hat{\lambda}_i y_i x_i$ والانحياز $\hat{b} = -\frac{1}{2}(\hat{w}^T x_+ + \hat{w}^T x_-)$

الأمثلين وحد قرار بهوامش أعظمية $\hat{w}^T x + \hat{b} = \sum_{i=1}^{n} \hat{\lambda}_i y_i x_i^T x + \hat{b} = 0$

وفقاً لذلك فإنّ قاعدة التصنيف للمجوعتين G_1،G_2 تكون كالتالي:

$$\hat{w}^T x + \hat{b} = \sum_{i=1}^{n} y_i \hat{\lambda}_i x_i^T + \hat{b} = \begin{cases} \ge 0 \Rightarrow G_1 \\ < 0 \Rightarrow G_2 \end{cases} \qquad (18)$$

٢- الشبكات العصبونية الاصطناعية Artificial Neural Networks: [9] [10] [11][12]

٢-١- مقدمة:

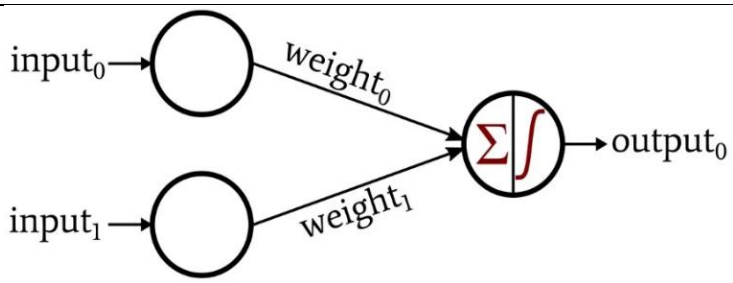
إن الشبكات العصبونية الاصطناعية هي محاكاة للطريقة التي يعمل بها الجهاز العصبي عند الانسان حيث وجد العلماء قابلية التعلم والتذكر والقدرة على التمييز واتخاذ القرارات، ومكونات الشبكة العصبونية الاصطناعية عبارة عن مجموعة من المعالجات التي تدعى بالعصبونات تمر الإشارات بين العصبونات عبر خطوط ربط ويرفق كل خط ربط بوزن معين(قيمة عددية) والذي يضرب مع الإشارات الداخلة إلى العصبون، ويطبق على كل عصبون تابع تفعيل ليحدد إشارة الخرج الناجمة عنه.

وبالتالي ستكون الشبكة العصبونية الاصطناعية مؤلفة من الأقسام التالية[13]:

١- طبقة الدخل input layer : هي طبقة الخلايا التي تستقبل إشارات الدخل من الوسط الخارجي

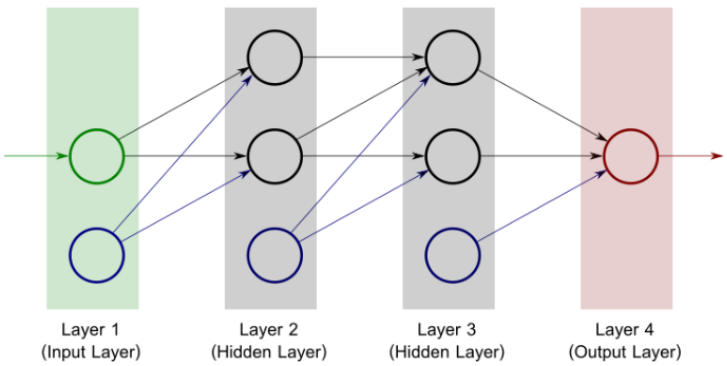
٢- طبقة الخرج output layer : هي طبقة الخلايا التي تعطي إشارات الخرج إلى الوسط الخارجي.

٣- الطبقة المخفية hidden layer : هي طبقة (طبقات) الخلايا التي تقع بين طبقتي الدخل والخرج وتقوم بعملية المعالجة، علما أنها تكون غير موجودة في الشبكة العصبونية البسيطة التي تكون مؤلفة من طبقة فقط (المدخلات وطبقة الخرج) كما في الشكل التالي



الشكل (3) شبكة عصبونية بسيطة وحيدة الطبقة.

أما في الشبكات العصبونية متعددة الطبقات يكون هناك طبقة مخفية واحدة أو أكثر من طبقة مخفية كما في الشكل التالي:



الشكل(4) شبكة عصبونية متعددة الطبقات.

وتدفق البيانات ضمن الشبكة العصبونية من طبقة الدخل الى الطبقات المخفية ثم طبقة الخرج وأن الشبكة العصبونية لا يمكن أن تتلقى من الخارج الا عن طريق هذه الطبقة (طبقة الدخل).

والجدير بالذكر أن الشبكة العصبونية يمكن أن تستوعب بيانات من عدد متغيرات أقل من عدد عصبونات الدخل بحيث نضع قيمة الصفر لعصبونات الدخل الاضافية وفي الحالة المعاكسة لا يمكن للشبكة العصبونية تلقي بيانات من عدد متغيرات أكبر من عدد عصبونات طبقة الدخل.

ويتم تحديد عدد المداخل وعدد عصبونات طبقة الخرج من المعطيات التي يتم تحليلها لذلك إذا كان ضمن المعطيات خمسة متغيرات لاستخدامها كمدخلات، ستبنى الشبكة العصبونية بخمسة مداخل، وبالمثل إذا كان هناك ثلاث متغيرات يجب دراستها كخرج للشبكة العصبونية تبنى الشبكة العصبونية بثلاث عصبونات في طبقة الخرج.

أما عدد عصبونات الطبقة المخفية لا يمكن تحديدها بسهولة حيث تُبنى بالتجريب، فلو كان عدد عصبونات الطبقة المخفية قليلاً فإن الشبكة العصبونية لن تتعلم، وان كان عدد عصبونات الطبقة المخفية كبيراً عندها ببساطة تميل الشبكة للحفظ، لذلك يتم تحديد عدد عصبونات الطبقة المخفية بين القلة التي تجعل الشبكة تتعلم وبين الكثرة التي تجعل الشبكة لا تحقظ معطيات الدخل.

(نبدأ ببناء الشبكة بعدد كبير نسبيا من عصبونات الطبقة المخفية وندرب الشبكة، هنا نعلم ان الشبكة تميل للحفظ وندرب الشبكة وثم نبدأ بتقليل عدد العصبونات بالتدريج إلى ان نحصل على أفضل النتائج مع الحفاظ على تدريب الشبكة العصبونية).

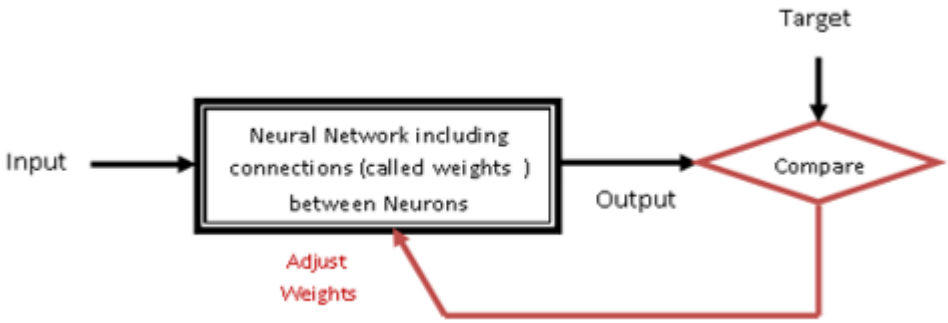
٢-٢- أنواع الشبكات العصبونية حسب نوع التدريب:[11][10][9]

حيث تعتبر عملية التدريب الأساس بالنسبة للشبكات العصبونية، لأنها عبارة عن عملية تستطيع الشبكة العصبونية من خلالها أن تتكيف مع مدخلات محددة من أجل الحصول على استجابات مطلوبة ويمكن تصنيف أساليب التدريب المختلفة للشبكات العصبونية إلى:

التدريب تحت الإشراف(المراقب) Supervised Training:

في التعليم المراقب (تحت الإشـــراف) تعطى مجموعة من بيانات التدريب المكونة من أزواج من(دخل – خرج) أي أن التدريب تحت الإشراف يحتاج إلى معلم أو مشرف يتمثل بشعاع الهدف ويتم التنبؤ بالخرج لدخل جديد وبعد إدخال معطيات التدريب تعالج الشبكة المدخلات وتقارن النتائج مع النتائج المرغوبة(الخرج المرغوب) وتحسـب الخطأ(الفرق بين الخرج الحالي الذي تم الحصـول عليه

من المدخلات وفق خوارزمية التدريب والخرج المرغوب)وتعاد (تنشـــر – تبث) الأخطاء من خلال الشـــبكة مما يؤدي لتحديث الأوزان التي تتحكم بالشـــبكة، تحدث هذه العملية عدة مرات طالما أن الأوزان تتعدل.



الشكل(5) طريقة التدريب بمعلم

التدريب غير المشرف عليه (غير المراقب) Unsupervised Training: [9][10][14][15][16]

التدريب بدون اشراف (بدون مراقبة)

لا تحتاج الشـبكات التي تسـتخدم هذا الأسـلوب من التدريب إلى معلم أي إلى شـعاع الهدف (المخرجات المرغوبة) فهي قادرة على التعلم والتصـــنيف للمدخلات المقدمة لها بشـكل ذاتي أي تقدم المدخلات للشـبكة بدون المخرجات المرغوبة، فهي نوع من أنواع شبكات التنظيم الذاتي، حيث تبني الشبكة العصبونية الاصطناعية أساليب التعليم على أســاس قدرتها على اكتشــاف الصــفات المميزة لما يعرض عليها من أشــكالٍ وأنســاق وقدرتها على تطوير تمثيل داخلي لهذه الأشكال وذلك دون معرفة مسبقة وبدون عرض أمثلة لما يجب عليها أن تُنتجه وذلك على عكس المبدأ المتبع في أســـلوب التعليم بوســاطة معلم، ويوجد عدة أنواع للشـبكات ذات خوارزميات التعلم بدون مشـرف نذكر منها:

١- شـــبكـة الخريطـة ذاتيـة التنظيم self_Organizing Mapping: أو شـــبكـة Kohonen وهي نوع من شبكات التعلم التنافسي غير المشرف عليه وسميت بهذه التسمية بسبب التنافس بين العقد لتصبح نشطة وتدعى العقدة الرابحة حيث تقوم بإجراء تعديل على شعاع الوزن، وتنقل جزء من التعلم للعقد المجاورة لها.[15][14]

٢- الغاز العصبوني Neural Gas: تستخدم أيضاً في التدريب التنافسي وتطبق في مجالات التنبؤ، وتعتبر أكثر فعالية من شـــبكة الخريطة ذاتية التنظيم في مهام تنقيب المعطيات، حيث تقوم باكتشاف الطبوغرافية بنفسها وتعمل على ايجاد أفضل تمثيل لهيكلية المعطيات وإعطاء أفضل نتائج للتنقيب.[15][14]

٣- الغاز العصبوني المتنامي Growing Neural Gas: يشبه العنقدة التي تقوم على تجميع المعطيات (البيانات) في فضاء R^2 في عدد محدد مسبقاً من العناقيد حيث أن كل النقاط الموجودة في العناقيد حيث أن كل النقاط الموجودة ضـــمن العنقود متقاربة بالخواص فيما بينها أكثر من النقاط الموجودة في العناقيد الاخرى أما في الغاز العصبوني المتنامي يتم توزيع المدخلات ضمن R^n ويشكل بشكل متزايد شبكة من العقد حيث تمثل كل عقدة من الشبكة بنقطة من R^n، وفي حال تغير المدخلات فإن الغاز العصـــبوني قادر على تحريك العقد لتغطي التوزيع الجديد للدخل، أي لا يتم تحديد عدد العقد ولكنه يتم زيادتها بشكل متنامي أثناء التنفيذ ويم ايقاف إدراج العقد الجديدة عند قيام المســـتخدم بتعريف تابع الأداء أو في حال الوصول الى الحد الأقصى لحجم الشبكة، وهكذا يكون لكل عقدة ثلاث عناصر هي الأوزان المعرفة على R^n، والخطأ المتراكم، ومجموعة الحواف التي تعرف جيران العقدة.[14]

٢-٣- أنواع الشبكات حسب البنية:[13]

١- الشبكات العصبونية بتغذية أمامية feedforward networks

٢- الشبكات العصبونية العكسية Recurrent Neural Networks

الشبكات العصبونية بتغذية أمامية feed forward networks:[13]

تنتشر هنا المدخلات من وحدات الدخل الى الطبقات المخفية فطبقة الخرج عن طريق وصلات مقترنة بأوزان كما يلي:

المدخلات inputs: تستقبل الاشارات الواردة من المحيط الخارجي وتمثل بالشعاع $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ حيث يتم نقلها إلى جسم الخلية بنسب مختلفة.

الأوزان weights: قيم عددية قابلة للزيادة والنقصان وفق معادلات رياضية محددة ويرمز لها بـ$(w_1, w_2, \dots, w_n)$، حيث يتم اعطائها قيم ابتدائية في الخطوة الأولى للتدريب ثم يتم تعديل هذه القيم حتى الوصول الى أصغر قيمة ممكنة للخطأ الذي يتمثل بالفرق بين الخرج الفعلي للشبكة العصبونية والخرج المرغوب.

تابع التجميع summation function: يقوم بجمع المدخلات الموزونة weighted function وفق العلاقة:

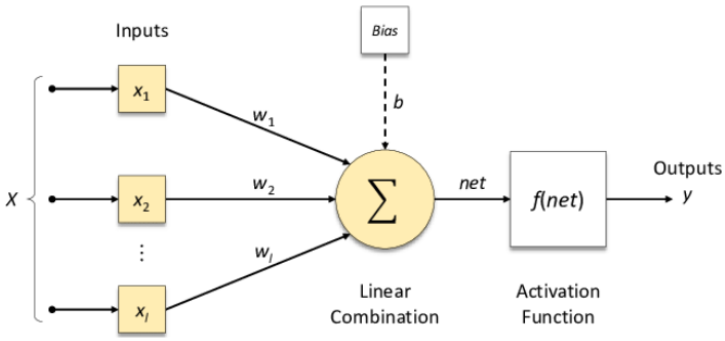
$$yin = \sum_{i=1}^{i=n} w_i x_i = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \cdots + w_n x_n \quad (19)$$

تابع التفعيل (التنشيط)activation function : يقوم بتحويل حاصل جمع المدخلات الموزونة إلى إشارة رياضية محددة حسب طبيعة المشكلة لينتج الخرج النهائي للخلية العصبية كما يلي:

$$\boldsymbol{yin} = \sum_{i=1}^{n} w_i x_i$$

فيكون خرج الشبكة العصبونية بتطبيق تابع التفعيل على $\boldsymbol{yin}$ كما في العلاقة التالية:

$$output = f(yin) = f\left(\sum_{i=1}^{i=n} w_i x_i\right) \quad (20)$$



الشكل (6) الشكل التفصيلي للشبكة العصبونية بتابع التجميع والتفعيل.

أنواع تابع التفعيل:

١. تابع التفعيل الخطي
٢. تابع الخطوة الثنائي (ذو عتبة **θ**)
٣. تابع الاشارة (ذو عتبة **θ**)
٤. تابع سيغمويد (Sigmoid)
٥. تابع سيغمويد الثنائي(Sigmoid)

٣- التطبيق العملي:

تم قياس المشعرات الأربعة وهي الأرجنين وحمض البول والبوتاسيوم والصوديوم وجمعت البيانات عن ٨٦ شخص موزعين كمايلي: 50 مصاب، ١٦ مهيأ (كلهم مدخنين)، ٢٠ سليم.

أولاً: تطبيق آلية متجه الدعم:

حيث تم بناء نموذج التعلم الآلي SVM وقسمت البيانات الى قسمين قسم التدريب 29 قيمة كما يلي:

الجدول (1) بيانات التدريب لآلية متجه الدعم

رقم المريض	Y	Uricacid	Na	K	Arginine
3	1	11	145.3	3.69	12.6
6	1	4.4	136.7	5.22	29.7
14	1	6.4	133.3	3.57	21
16	1	1.8	134.3	3.58	11.9
19	1	3.8	139.9	4.29	14.8
20	1	5.4	138.7	4.45	24.5
25	1	2.8	144.5	4.32	9.1
26	1	4.4	138.6	3.94	13.6
28	1	4.8	136.7	4.44	23.7
30	1	5	142.1	5.05	22.9
43	1	2.9	144	4.64	12.4
45	1	5.1	138.2	4.5	18
49	1	3.7	142	4.93	16.3
51	2	4.1	138	4.2	20.4
52	2	3.8	136.2	4.4	55.1
55	2	5.1	152	4.3	47.9
57	2	3.3	150.1	5.3	29.7
58	2	5.2	139	4.1	31.4
59	2	4.1	148.2	5.1	28.2
60	2	3.3	136	4.8	33.1
61	2	5.8	145.4	4.1	21
62	2	4.1	132.7	3.9	44.7
63	2	6	139	4.6	27.5
65	2	2.9	142.5	4.8	37.1
66	2	3.8	137.6	4.6	21.9
67	3	5.4	137.1	4.81	68.3
77	3	3.1	136.6	5	82.9
82	3	4.8	139.1	3.64	76.8
86	3	3.7	142.2	3.84	84

أما بيانات الاختبار فكانت 57 قيمة بالشكل التالي:

الجدول (2) بيانات الاختبار لآلية متجه الدعم

رقم المريض	y	Uricacid	Na	K	Arginine
1	1	3.6	127.5	4.85	1.2
2	1	3.2	137.9	4.18	9.3
4	1	4	142.5	4.18	5.7
5	1	5.4	136.5	4.46	11.5
7	1	6.3	137.6	4.08	1
8	1	4.4	139.2	4.15	1.3
9	1	4.6	139.6	4.09	9.7
10	1	5.3	132.8	4.9	4.3
11	1	3.7	132.8	4.93	5.9
12	1	5.6	140.7	4.78	16.8
13	1	2.1	136.9	3.96	9.1
15	1	4	134.5	3.74	9.7
17	1	3.8	140.2	5.38	4.2
18	1	4.7	135.3	4.72	17.4
21	1	6.1	139.3	6.37	27.4
22	1	6.2	138.6	6.65	9.7
23	1	4	137.5	5.36	2.7
24	1	4.9	134.4	7.7	8
27	1	3.3	138	4.25	2
29	1	3	139.4	4.4	3.9
31	1	3	139.6	5.03	14.2
32	1	3.7	133.2	5.3	3.7
33	1	4.1	134.6	4.34	17.4
34	1	4.3	132.4	5.13	14.1
35	1	3.1	133.1	4.9	9.1
36	1	4.2	132.8	4.22	12
37	1	5	131	5.1	14.6
38	1	3.4	134.7	4.36	8.6
39	1	2.7	140.1	4.82	7
40	1	5.3	139.2	5.1	10.5
41	1	5	135.6	5	11.3
42	1	3.6	132.2	5.22	16
44	1	6	132.6	5.12	9.3

46	1	6.1	142.1	4.92	13.3
47	1	2.6	139.1	5.02	10.1
48	1	4.8	134.2	5.44	20
50	1	2.8	140.1	5.13	9.1
53	2	3.4	142.7	4.3	50
54	2	4.6	151	4.7	27.6
56	2	4.6	148.6	4.8	32
64	2	5.2	156	5.2	28
68	3	6.9	139.5	3.9	75
69	3	3.4	140.1	5.02	102.1
70	3	3.9	143	3.99	88
71	3	5.1	142.2	4.16	113
72	3	4.2	144.1	4.08	90.6
73	3	6.5	141	4.9	103
74	3	5	138.1	3.78	84.2
75	3	3.9	140.2	3.6	110
76	3	4.6	139	4.25	130.5
78	3	5.3	144.7	4.82	98
79	3	4	139.5	3.84	114.7
80	3	2.8	142.6	4.16	132
81	3	4.1	143	4.55	94.7
83	3	5.1	143.7	5.08	108.2
84	3	6.2	140	4.76	120.5
85	3	4.2	138.2	4.46	116

بلغت دقة التنبؤ في بيانات الاختبار الى ١٠٠ % وهو شرط أساسي ليكون النموذج قابل للتطبيق بينما كانت دقة بيانات التدريب ٨٦,٢١% وبعد تطبيق النموذج على كل البيانات كانت الدقة ٩٥,٣٥%

وكانت نتائج بيانات التدريب كما في الجداول التالي:

نسبة الخطأ	3	2	1	y
0	0	0	13	١
4/29	0	8	4	٢
0	4	0	0	٣
0.137931	نسبة الخطأ الكلي			

وكانت نتائج بيانات الاختبار:

نسبة الخطأ	3	2	1	y
0	0	0	٣٧	١
0	0	٤	٠	٢
0	١٦	0	0	٣
0	نسبة الخطأ الكلي			

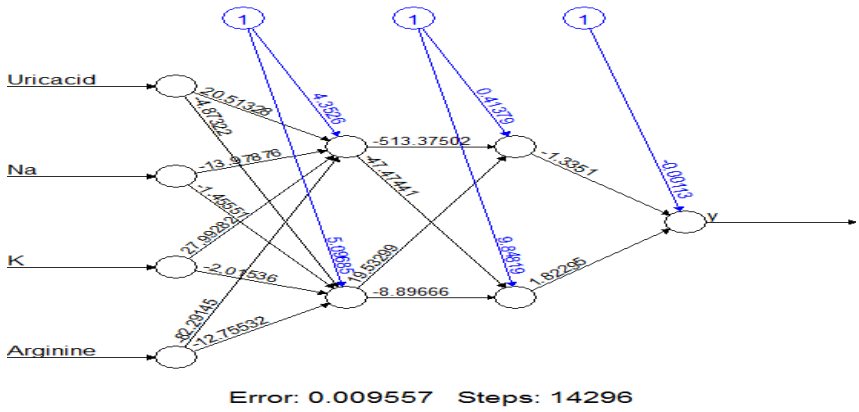
والنتائج النهائية لكل البيانات:

نسبة الخطأ	3	2	1	y
0	0	0	٥٠	١
4/86	0	١٢	4	٢
0	٢٠	0	0	٣
0.046512	نسبة الخطأ الكلي			

وهذا يؤكد فعالية آلية متجه الدعم في الكشف عن حالة المريض بشكل مبكر.

ثانياً: تطبيق الشبكات العصبونية:

تم بناء نماذج شبكات عصبونية وتبين لنا من خلال المحاكاة أن افضل نموذج هو: NN(2,2) حيث تم تقسيم البيانات الى قسم تدريب 80% وقسم اختبار ٢٠% وبنفس أسلوب الدراسة في آلية متجه الدعم كانت دقة الشبكة بالنسبة لبيانات التدريب 100% ولبيانات الاختبار ٩٤% وكانت الدقة بشكل عام 98% ويمكن تمثيل الشبكة بالشكل التالي:



الشكل (7) هيكل الشبكة العصبونية المدربة على البيانات

وبالمقارنة مع نموذج آلية متجه الدعم SVM نجد أن هناك تفوق للشبكات العصبونية في تصنيف حالة المريض وننصح في استخدامها في تشخيص هذا النوع من الأمراض.

النتائج:

١- حصلنا على دقة تنبؤ تصنيف سرطان الرئة باستخدام آلية متجه الدعم بلغت ٩٦%

٢- حصلنا على دقة في تصنيف سرطان الرئة باستخدام الشبكات العصبونية باغت (بلغت)٩٨%

٣- تفوقت الشبكات العصبونية على طريقة متجه الدعم في تصنيف حالات مرض سرطان الرئة

التوصيات:

١- استخدام طرق التعلم الآلي مثل الشبكات ومتجه الدعم في الكشف عن أمراض أخرى

٢- استخدام طرق العنقدة والانحدار اللوجستي واللوجستي الضبابي في الكشف عن الامراض.

المراجع:

[1]Mohammed Mohssen, Bashier Eihab Bashier,(2017),_ ***Machine Learning: Algorithms and Applications***_ by Taylor & Francis Group, LLC

[2] Suicheng Gu, YingTan , XinguiHe (2010),_ ***Discriminant analysis via support vectors.,*** *Elsevier*.

[٣] SADANORI K., -**Introduction to Multivariate Analysis**. Chuo University, Tokyo, Japan, 299.

[4] حباق هبة،2018 _ **مقارنة بين تحليل التمايز الخطي لفيشر /Fisher-LDA/ وآلية متجه الدعم /SVM/ للتصنيف الثنائي بين بيانات زيت الذرة وزيت دوار الشمس**_ جامعة حلب، سوريا، ١٢٥

[5] أبوزلام أحمد، ٢٠١٣–**دراسة بعض طرائق الشبكات العصبية وآلة متجه الدعم والطرائق الإحصائية في مسائل التصنيف لدعم القرار الطبي.** جامعة حلب، سوريا، ٩٨.

[6] GARETH J., DANIELA W., TREVOR H., ROBERT T., -**An Introduction to Statistical Learning with Applications in R.** New York Heidelberg Dordrecht London, 426.

[7] خانطوماني آية، ٢٠١٧–**مقارنة التصنيف المتعدد باستخدام طريقة المركبات الأساسية (PCA) وطريقة تحليل التمايز الخطي لفيشر (Fisher-LDA).** جامعة حلب، سوريا، ١٤٩.

[8] YIZENG L., QING-SONG X., HONG-DONG L., DONG-SHENG C., 2011- **Support Victor Machines and Their Application in Chemistry and Biotechnology.** United State of America, 194.

[9]− Michael Negnevitsky, 2005- **Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems**- 2ed **Edition.Addison-Wesley p435 .**

[10] Zurada M. Jacek (1995) , **"Introduction to Artificial Neural Systems"** , PWS.

[11]−Ben Coppin,2004-**Artificial Intelligence Illuminated-** Jones And Bartlett Publishers

[12] **شلاف** فاطمة،2019 _ **معالجة المعطيات المفقودة والشاذة من خلال تطوير خوارزمية شبكة ذكاء صنعي متقدمة_ جامعة حلب، سوريا، رسالة دكتوراه.**

[13] Sivanandam S N, Sumathi S, Deepa S N.,2006-**introduction to Neural Networks Using Matlab 6.0**-Tata Mcgraw_Hill Publishing Company Limited New Delhi.p549.

[14]M.Guthikonda S.,2005,**Kohonen Self-Organizing Maps**, Wittenberg University.

[15]Mehotra K & Mohan K & Ranka S.,1997, **LEMENTS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS. MIT Press .**

[16]J. Holmström **.,** 2002-**Growing Neural Gas Experiments with GNG, GNG with Utility and Supervised GNG.** Uppsala University Department of Information Technology Computer Systems

توزع البوليفينولات الكلية في عصير الرمان وقشوره وبذوره من مناطق مختلفة في سورية

د. يمن هلال صيدلة حمص

ملخص

تم دراسة المحتوى الكلي للفينولات في مستخلصات عصير وقشور وبذور الرمان السوري (Punica granatum L.) من أربع مناطق سورية مختلفة (حلب وحماة والرقة ودرعا) .وتم تحديد المركبات الفينولية الكلية بطريقة فولين-سيوكالتيو اللونية . وأظهرت النتائج أن المحتوى الكلي للبوليفينولات يتغير تبعاً للمناطق وأجزاء الفاكهة .تم الحصول على أعلى محتوى كلي للبوليفينولات من مستخلصات القشور (٥٩٧٤,٠٥ إلى ٧٩٥٨,٤ ملغم/لتر) . و تراوح المحتوى الكلي للبوليفينولات في عصير الرمان ومستخلص البذور من ٩٩٩,٣ إلى ١٨٦٦ ملغم/لتر و١٢٦,٧ إلى ١٩٤,٨١ ملغم/لتر على التوالي

احتوى "رمان حلب" على أعلى نسبة من البوليفينول الكلي من بين المناطق الأربع التي تم اختبارها . وبالمقارنة مع الدراسات السابقة، وجد أن نسبة البوليفينول الكلي الموجودة في الرمان السوري أعلى من تلك الموجودة في الرمان التركي

الكلمات المفتاحية:

الرمان، البوليفينول الكلي، المناطق السورية، مستخلصات العصير والقشور والبذور.

Distribution of Total Polyphenols in Pomegranate Juice, Peels, and Seeds from different Syrian regions.

Abstract

The total phenolic content in juice, peel, and seed extracts of Syrian pomegranate *(Punica granatum L. Regions)* from four different Syrian regions (Aleppo, Hama, Raqqa and Daraa) was investigated. Total phenolic compounds were determined with Folin–Ciocalteu colorimetric method. The results showed that the total polyphenols content changes depending on regions and fruit parts. In all regions, the highest levels of total polyphenols content were obtained from the peel extracts, (5974.05 to 7958.4 mg/L). However, the total polyphenols content of pomegranate juice and seed extract ranged from 999.3 to 1866 mg/L and 126.7 to 194.81 mg/L, respectively. "Pomegranate of Aleppo" showed the highest amount of the total polyphenols content among the four regions tested.

In comparison with the Turkish studies, it was found that the percentage of Total Polyphenols found in the Syrian pomegranate is more than that found in the Turkish pomegranate.

Key words: Pomegranate, Total Polyphenols, Syrian regions, juice, peels and seeds extracts.

Introduction

Pomegranate (*Punica granatum L., Lythraceae*) is a tree native to the Middle East, now cultivated around the world, especially in Mediterranean countries, China, Southeast Asia, and other dry areas [1] , and it is one of the most beneficial fruits for human health, because it contains relative high concentration of nutritional compounds such as vitamins, minerals, and antioxidants [2]. Pomegranate has been widely consumed and used as therapeutic agents since ancient times [3]. It was also mentioned in ancient Indian medicine that pomegranate is a heart tonic, and blood purifier [4] , and it was considered an effective medicine for gastritis and pain. Also in Arab medicine, Pomegranate peel was considered an astringent to stop Diarrhea and bleeding [5].

This historical health importance of the pomegranate fruit is now supported by a lot of modern medical research, which showed that the different parts of the pomegranate fruit have different biological activities of great importance, as recent research has proven anti-carcinogenic effects [6-7], anti-bacterial [8] and anti-inflammatory effects [9], and researches have also shown that the pomegranate fruit contains estrogenic compounds that help treat cancers related to hormones such as breast cancer [10], also the role of pomegranate in improving bone density in menopausal syndrome [11]. In addition, researches have shown that extracts of pomegranate peels and seeds stimulated precollege synthesis in human skin cells [12].

Pomegranate is a rich source of a variety of phytochemical like (Phenols, Flavonoids alkaloids, Ellagic acid, Punicalagin, Anthocyanins, and Tannins), and Vitamin C and E, which are responsible for its strong anti-oxidative and anti-inflammatory activities [3]. A review of the previous literatures confirms that extracts obtained from different parts of this plant (fruit, peel, seeds, and leaves) have great health benefits in both vitro and vivo studies [3]. The anti-effects of diabetic, hypertensive, microbial and tumour, which belongs to pomegranate fruit, are of particular scientific and clinical interests [3].

Historical, Pomegranate plant was used not only for its nutritional benefits, but also it was used in the industrial, food fields (to enhance the nutritional value, taste, texture, flavour, and shelf life of foods), in leather tanning, ink fixation, and dye fixation [13].

In Syria, A pomegranate juice can be boiled to prepare a pomegranate molasses, and preserved to acidify some foods. Also, pomegranate seeds are used after drying and grinding to make Syrian zaatar. Thus, the reuse of pomegranate derivatives can improve the health benefits, the

quality of food products, and reduce environmental impact and costs associated with their disposal [13].

Polyphenols are secondary metabolites that naturally found in plants and food, such as vegetables, herbs, spices, tea, dark chocolate, wine and fruits [14]. Pomegranates contain three times more antioxidants and polyphenols than green tea or red wine [1]. Polyphenols may be involved in the bitterness, astringency, colour, flavour, odour and oxidative stability of food [15]. They composed of aromatic rings with hydroxyl groups (See figure 1), which make them relatively hydrophilic and extractable using water or polar organic solvents as methanol, ethanol and acetone [16]. Polyphenols have been classified according to their chemical structure into four main groups: Phenolic acids, Flavonoids, Stilbenes, and Lignans [14]. They can act as antioxidants, by suppressing the generation of free radicals that always present in our bodies. On the other hand, having an excessive amount of them can be harmful and contribute to a number of chronic diseases [14]. A high percentage of Total Polyphenols (TP) was found in fruits such as (pomegranate, berries, cherries, strawberries), vegetables such as (carrots, red and yellow onions, potatoes), spices such as (cinnamon, cloves), nuts, and grains [17].

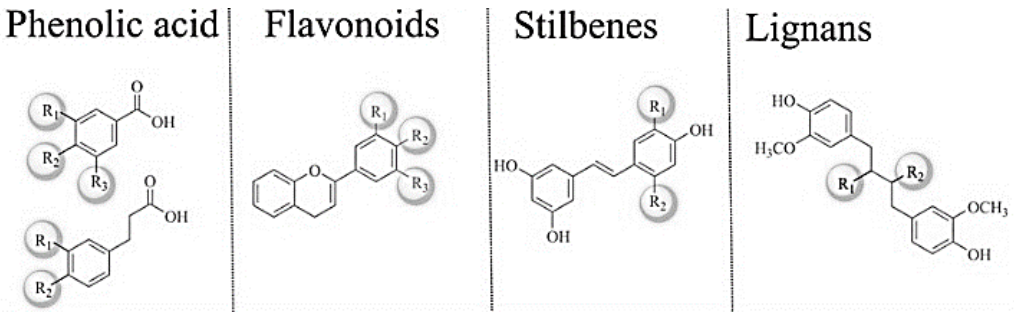


Figure (1): Classification of Polyphenols [16].

There are several methods for quantification of total polyphenols content (TPC), which based on colorimetric measurements. Total phenols can be measured using the Folin-Ciocalteu reaction and the results are typically expressed as Gallic acid equivalents [18].

The aim of this study is to determine the percentage of TPC present in the peels, seeds and juice of pomegranates grown in different Syrian regions, and compare the results with some previous studies on pomegranates.

Samples and Materials:

- Samples: Fresh pomegranate fruits (*Punica granatum L.*) from four region of Syria, and the table 1 showed their abbreviations used in this study.

- Methanol (CH_3OH), Molecular Weight (ML) 32.04, Purity (P) 99.7%, Chem Lab-Belgium.
- Sodium Carbonate (Na_2CO_3), (ML) 105.99, (P) 99.5%, Qualikems-India.
- Gallic acid ($C_7H_6O_5.H_2O$), (ML) 170.12, (P) 97.5%, Titan biotech-India.
- Folin–Ciocalteu reagent (FCR), Titan biotech-India.
- Distilled deionized (DI) water.

Table 1: The abbreviations of samples

Region	Fruit	Juice	Peels	Seeds
Aleppo	A*	A*J	A*P	A*S
Hama	B*	B*J	B*P	B*S
Daraa	C*	C*J	C*P	C*S
Raqqa	D*	D*J	D*P	D*S

Apparatus:

- Double-beam (UV-VIS) Spectrometer (Model 20-1650-01-0390) China.
- Ultrasonic bath (Model UG41204), HHS, China.
- Centrifuges, Hettich, Germany.
- Oven, (Model C310.0549) Germany.

Solution Preparation:

- Gallic acid standard (GAE): 500mg of Gallic acid was dissolved in a small amount of distilled water with slight heating, and then completed the volume to 100 ml to make a standard Solution (5000 mg\L). Standard calibration series of Gallic acid (concentration 50 -250 mg\L) were prepared.
- Sodium carbonate solution (20%): 10 g of sodium carbonate were dissolved in 50ml of distilled water.

Samples preparation:

- Preparation of pomegranate peels powder (ppp): mature pomegranate fruits were washed and cut manually to separate the seeds and peel. The rind (peels) was cut into small pieces using a sharp knife and dried in an oven at 60 ± 5 ºC for 6 hours. Then the TP of ppp were extracted according to the method of Duke et al. (2003) [19]. A known weight (0.5 g) of dried ppp was extracted with 25 ml methanol for 1 hour using ultrasonic bath.
- Preparation of pomegranate seeds powder: Pomegranate seeds were obtained by manual removing of the pericarp from the rest of the fruit, isolating the endocarp and subsequently

carefully splitting the tegmental pulp surrounding the seeds. Then were washed with water several times and dried in an oven at 60±5 ºC for 6 hours.

- (0.5 g) of pomegranate peel powder or pomegranate seed powder was extracted with 25 mL methanol for 1 hour by ultrasonic bath. Peel extracts for samples (A-C) were diluted with a ratio (1:60) and peel extracts for samples (B-D) were diluted with a ratio (1:30) with (Dl) water. For seed extract a centrifugation was applied to remove cloudiness from solution.
- Preparation of pomegranate juice: Cold pressed pomegranate juice was isolated from the seeds, filtered, and then diluted with a ratio of (1:10) for all samples.

Determination of TP:

Identification of TP in investigated pomegranate fruit was performed on (UV_VIS). The absorbance of 750 nm was assured by scanning Standard number (3) from calibration series in the interval (700-800) nm (showed in Figure 2), the wavelength corresponding to the maximum absorption was 750 nm, and hence it was used in this research.

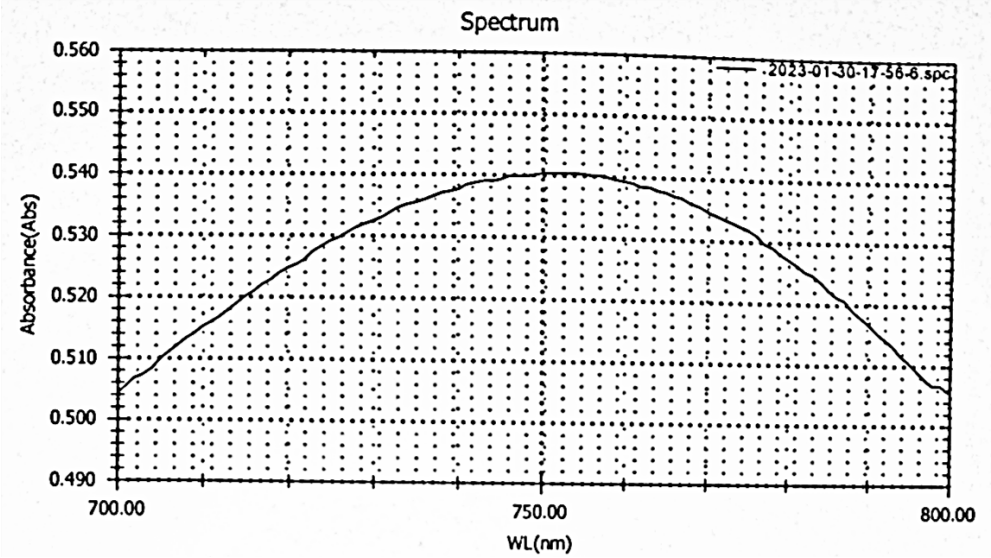


Figure (2): determining of the maximum absorbance wavelength by conducting spectroscopy of a standard series sample.

The measurement of TP content was conducted according to the modified Folin–Ciocalteu colorimetric method [20]. For each sample 200 µL of the previous prepared extract were moved in a test tube and 400 µL of (FCR) were added followed by 4 mL (DI) water. After 10 min standing 2 mL of 20% sodium carbonate solution were added. Each sample was allowed to stand for 60 min at room temperature and then measured at 750 nm using an UV/Vis spectrophotometer. Three replications for each sample were done (n=3).

Gallic acid was used as a standard and results were expressed as Gallic acid equivalents (GAE) per 100 g in a dry mass (DM). See Figure 3.

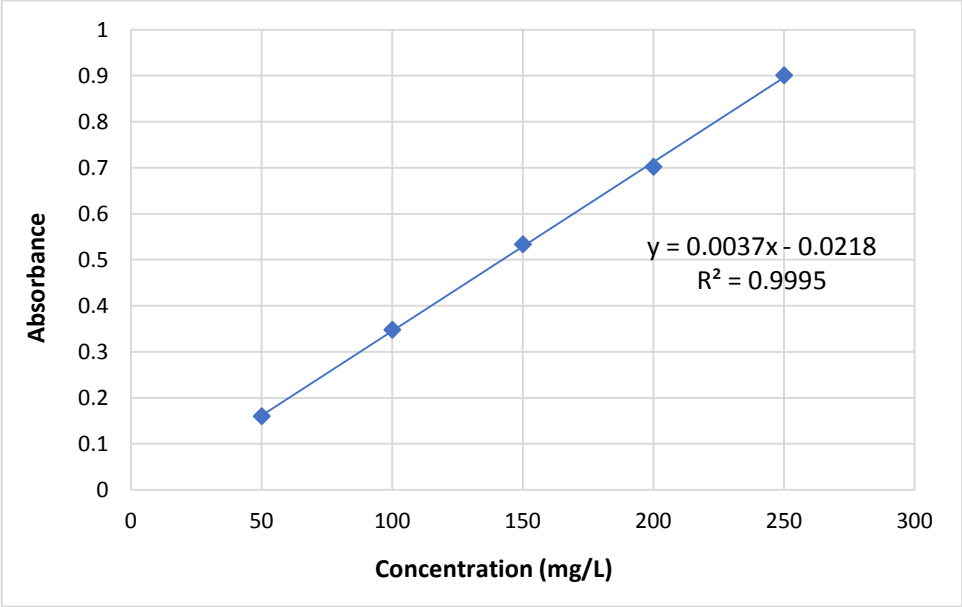


Figure (3): Gallic acid calibration series.

Result and Discussion:

The concentration of TP in the studied samples varied according to the geographical regions, as shown in Figure 4. The total concentration of TP in the samples of Aleppo, Raqqa, Hama and Daraa were (9084.4, 8545.67, 7823.83, 7808.26 mg/L) in descending order.

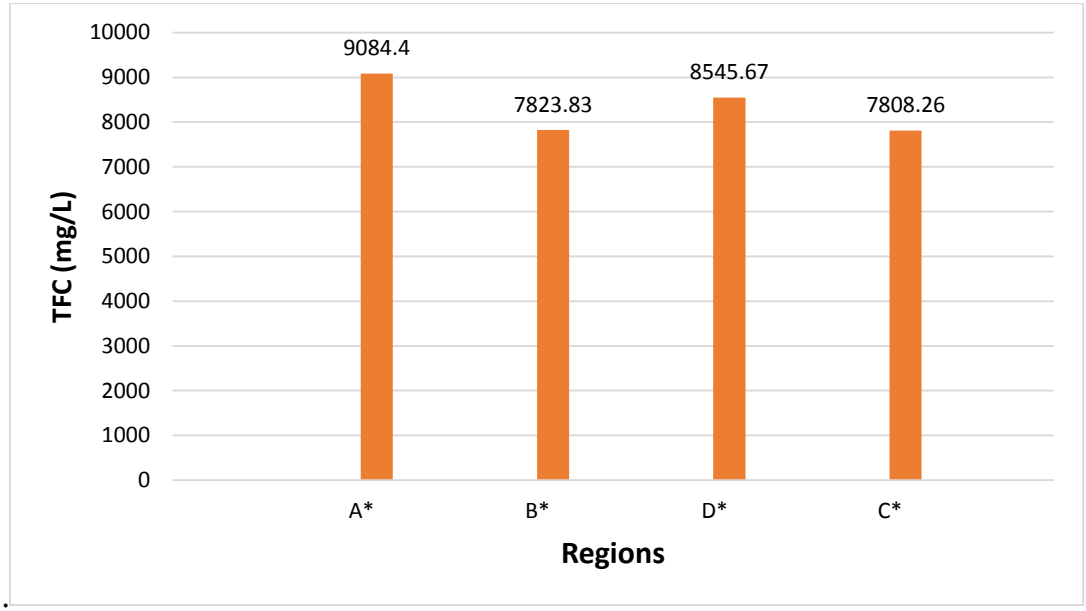


Figure (4): Total Polyphenols content in pomegranates from different Syrian regions. See abbreviations in table 1.

The reason for the differences in the concentration of polyphenols in pomegranates in the various Syrian regions is due to several climate factors. Temperature plays a major role, where hot and dry whether (such as in Aleppo and Raqqa, which locate in the north of Syria) increases the maturing of the fruit, improves quality and concentration of the chemical compounds in pomegranates. Fertile of soil also plays an important role, well-drained sedimentary soil is the best. Pomegranates can be grown in light sandy and clay soils, while excess moisture is an unfavourable factor for the growth and cultivation of pomegranates [21].

To assure the effect of climate on the concentration of TFC, the results of this study were compared to a Turkish study [22], where the TFC of Turkish pomegranates was in the range (5276.7– 2676.8 mg/L), which is lower than the total TFC in Syrian pomegranates.

Many studies of pomegranates showed that TFC varies between different parts of the plant. [22-23-24]. Figure (5) presents the TP content TFC in juice, peel and seed of the studied samples from four Syrian region.

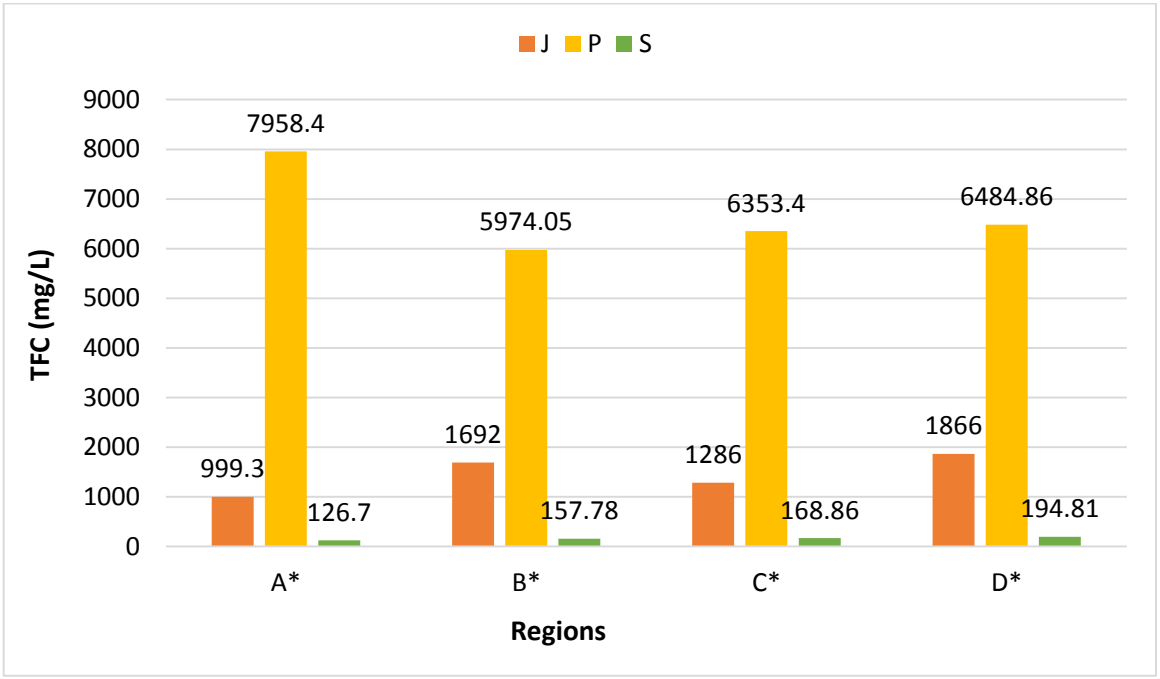


Figure (5): Total polyphenols content in juice, peel and seed from four Syrian region. See abbreviations in table 1.

It was observed that the highest Mean of total polyphenols content (TFC) in pomegranate samples was in peels (6692.67 mg/L), followed by juice (1460.8 mg/L), and the lowest TFC

was in seeds (162.03 mg/L), see Figure 5. In comparison to a previous study of Syrian pomegranate peel [21], the TFC in peels was (345.309 mg/L) much lower than in our study, due to the different climate and cultivation soil kind.

Furthermore, the results showed that TFC in juice was the highest in sample D*J (1866 mg/L) and the lowest in sample A*J (999.3 mg/L), while TFC was in samples B*J and C*J (1692 mg/L, 1286 mg/L) respectively. This content was also lower than what presented in another Syrian studies of pomegranates juice (2457.8 mg/L) [21], (2999.1 mg/L) [25] due to different cultivation regions and harvesting time and also using different extraction methods.

It was also observed that the highest TFC value in peel was in sample A*P (7958.4 mg/L), and the lowest in B*P (5974.05 mg/L), while in samples C*P and D*P were (6353.4 mg/L, 6484.86 mg/L) respectively. Thus, Syrian pomegranate peel is responsible for the majority of the total polyphenols content in pomegranate.

TFC in seeds was the highest value in sample D*S (194.81 mg/L) and lowest content in sample A*S (126.70 mg/L), followed by samples C*S and B*S (168.86 mg/L, 157.78 mg/L) respectively.

A similar result was reported by Gözlekçi et al [22], which found that peel usually contained higher amount of phenolic compounds (3547.8-1775.4 mg/L), While TFC in the juice between (1551.5-784.4 mg/L), While the seeds also had the lowest polyphenols content (177.4 -117 mg/L). Compared to this study, the concentrations in the peels were (7958.4-5974.05 mg/L), with juice (1866-999.3 mg/L) and by seeds (194.81-126.7 mg/L). TFC in Syrian pomegranate is higher than TFC in Turkish pomegranates due to the variation of environmental factors (soil, climate and rain) between Syria and Turkey.

The results in this study can be interpret better by using the soil map and the annual average rainfall in Syria. Figure 6 showed the annual average rainfall in Syria [26]. The three areas (Aleppo, Hama and Daraa) have almost the same annual average rainfall (250 mm), and Raqqa has less than (100 mm) but its location at Al-Fuat River has a great effect on TP in juice and seeds in comparison to other samples.

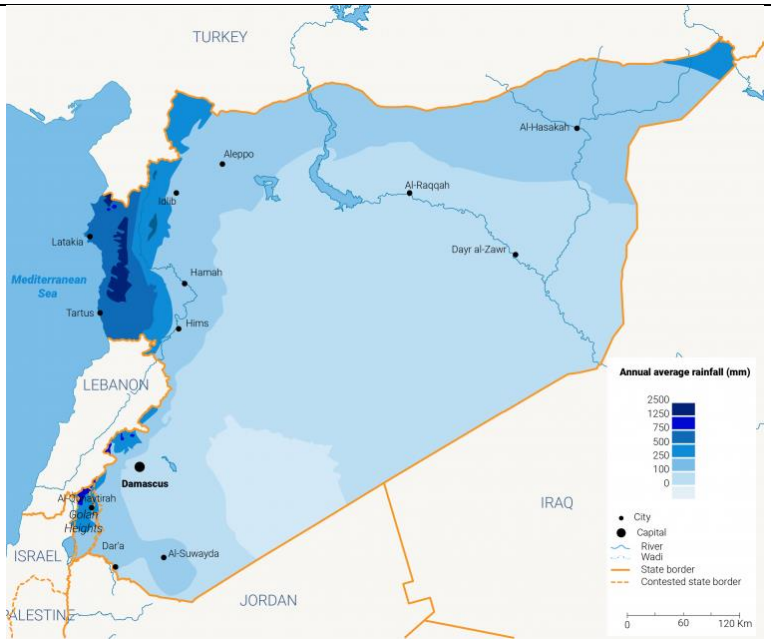


Figure 6: Annual average rainfall in Syria [26].

Figure 7 showed the soil map of Syria which performed by the Arab center for the studies of arid zones and dry lands (ACSAD) [27]. According to several Studies [27, 28, 29], the most common soils in the studied regions is presented in table (2). Grumusol soil which located in Aleppo and Daraa may be responsible for high TPC in Samples A* and C*. Whereas Cinnamonic soil seems to have no effect in our study. Moreover, Gypsiferous soil may be the responsible for the high peels TPC in Samples A* and D*.

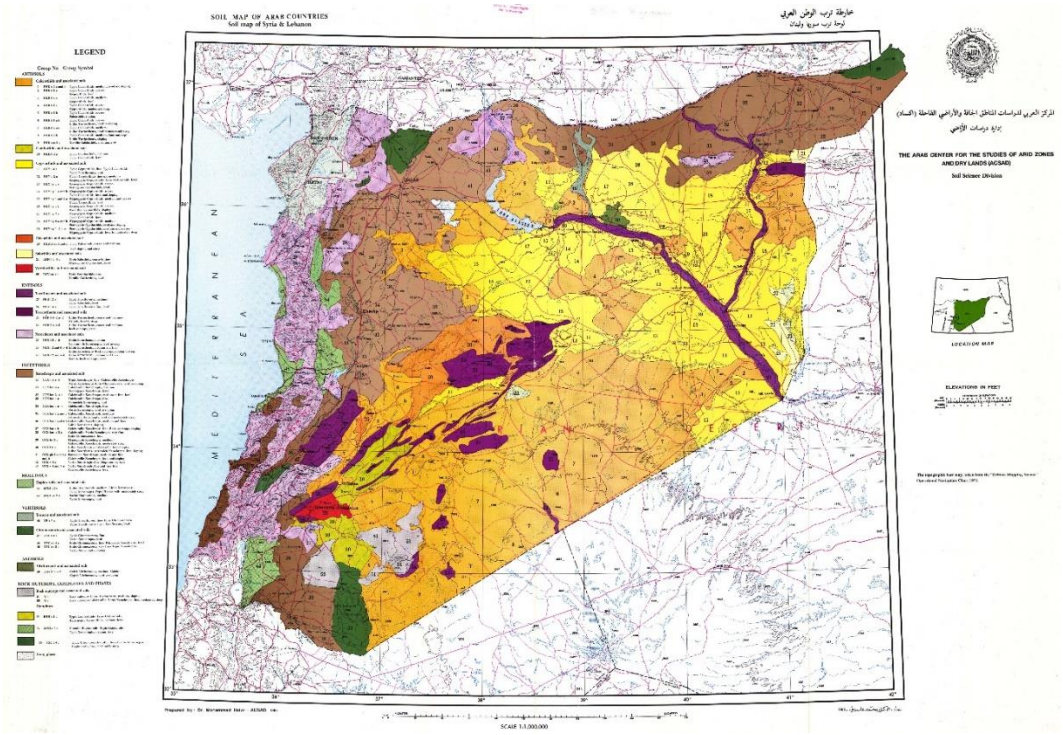


Figure 7: Soil Map of Syria & Lebanon. [27].

Table 2: Common Soils in the studied regions

City	Type of Soils
Aleppo	Cinnamonic, Gypsiferous and Grumusol
Hama	Cinnamonic, Grumusol
Daraa	Grumusol
Al-Rarqa	Gypsiferous, Cinnamonic

Summary of results:

The results showed that the total polyphenols content changes depending on regions and fruit parts. In all regions, the highest levels of total polyphenols content were obtained from the peel extracts, (5974.05 to 7958.4 mg/L). However, the total polyphenols content of pomegranate juice and seed extract ranged from 999.3 to 1866 mg/L and 126.7 to 194.81 mg/L, respectively. "Pomegranate of Aleppo" showed the highest amount of the total polyphenols content among the four regions tested.

Conclusion:

The results showed that the total polyphenols contents in pomegranate vary considerably from one cultivar to another. It was found that the total polyphenols in Aleppo pomegranates are the highest, while Daraa pomegranates are the lowest.

In addition, the concentration of polyphenols varied depending on different parts of the fruit. The results also showed that the peels contain the largest phenolic content, while the seeds have the lowest phenolic content. Syrian pomegranate peel was responsible for the majority of the total polyphenols content in pomegranate. Compared to Syrian studies, the results were close with slight differences, according to the region Geographical.

Moreover, the total concentration of polyphenols in the Syrian pomegranate (juice, peels, and seeds) was higher than that in the Turkish pomegranate according to Turkish studies about Turkish pomegranates, due to the different environmental conditions suitable for the growth and cultivation of pomegranates.

Acknowledgments

Thanks for Corporations: All analyses in this study were done in the research laboratory – Faculty of Pharmacy – Al-Wataniya University (WPU), Hama, Syria, with an assistance of Pharmacist Nour Ashesh (Master degree in Food control, WPU) and pharmacy students in WPU (Hekmat Arbo, Yara Kheder, Yesra Zidane).

References:

[1] Sarkhosh A.; Zamani Z.; Fatahi R.; Ebadi A. (2006). RAPD markers reveal polymorphism among some Iranian pomegranate (*Punica granatum L.*) genotypes. Sci. Hortic.111, 24–29.

[2] Joe L. (2021). 12 Health Benefits of Pomegranate

.

https://www.healthline.com/nutrition/12-proven-benefits-of-pomegranate#3.-May-help-keep-inflammation-at-bay

[3] Vesna V.; Milkica G.; Armen T.; Aleksandra A. (2019). Composition and Potential Health Benefits of Pomegranate: A Review. Curr Pharm; 25 (16):1817-1827.

[4] Langley P. (2000). Why a pomegranate? British Medical Journal, 321, 1153-115.

[5] Stefano B.; Adnan H.; Rubin Y. (2003). Evaluation of Pomegranate Distribution, Diversity and Use in Syria, Master's Thesis, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. University of Aleppo, pp 7-10.

[6] Lee S., Kim B., Kim K., Lee S., Shin K., Lim J. (2008).Immune-suppressive Activity of punicalagin via inhibition of NFAT activation. Biochemical and Biophysical Research Communications. 371, 799–803.

[7] Koyama S., Cobb L., Mehta H., Seeram NP., Heber D., Pantuck AJ., Cohen P .(2010). Pomegranate extract induces apoptosis in human prostate cancer cells by Modulation of the IGF-IGFBP axis. Growth Hormone & IGF Research .20 , 55–62.

[8] Negi P., Jayaprakasha G. (2003). Antioxidant and antibacterial activities of Punica granatum peel extracts. Journal of Food Science, 68, 1473-1477.

[9] Lin C., Hsu Y., Lin T. (1999). Effects of punicalagin and punicalin on Carrageenan-induced inflammation in rats. Am Journal Chin Med., 27, 371-376.

[10] Kim N.D., Mehta B., Yu W., Neeman I., Livney T., Amichay A., Poirier D., Nicholls P., Kirby A., Jiang W., Mansel R., Ramachan-dran C., Rabi T., Kaplan B., Lansky E., (2002). Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of Pomegranate (*Punica granatum*) for human breast cancer. Breast Cancer Research and Treatment 71.317–355.

[11] Mori-Okamoto J., Otawara-Hamamoto Y. (2004) .pomegranate extract Improves a depressive state and bone properties in menopausal syndrome model Ovariectomized mice. Journal of Ethnopharmacology, 92 93–101.

[12] Aslama N., Lansky E., Varani J. (2006) Pomegranate as a cosmeceutical source: Pomegranate fractions promote proliferation and procollagen synthesis and inhibit matrix

metalloproteinase-1 production in human skin cells. Journal of Ethnopharmacology 103 311-318.

[13] Bader Ul. , Tabussam T., Shahid B., Nabia I., Muzzamal H., Ali Ik., Muhammad A., Shamaail, A. (2023) .Nutritional importance and industrial uses of pomegranate peel: A critical review. Food science & Nutrition Volume 11, Issue 6 p. 2589-2598.

[14] Alina P. (2019). What Are Polyphenols? Types, Benefits, and Food Sources.

https://www.healthline.com/nutrition/polyphenols#what-they-are

[15] Kanti B., Syed I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. Oxid Med Cell Longev. 2(5): 270–278.

[16] Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jiménez L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. The American Journal of Clinical Nutrition. 79 (5): 727–747.

[17] Rohini R. 4 Types of Foods That Are Highest in Polyphenols. Medical Reviewer:

https://www.medicinenet.com/which_foods_are_highest_in_polyphenols/article.htm

[18] Aizpurua-Olaizola O., Ormazabal M., Vallejo A., Olivares M., Navarro P., Etxebarria N., Usobiaga A. (2015). Optimization of supercritical fluid consecutive extractions of fatty acids and polyphenols from Vitis vinifera grape wastes. Journal of Food Science. 80 (1): E101–E107.

[19] Duke S., Baerson S., Dayan F., Rimando A., Scheffler B., Tellez M., Wedge D., Schrader K., Akey D., Arthur F., De Lucca A., Gibson D., Harrison H., Peterson J., Gealy D., Tworkoski T., Wilson C., Morris J. (2003) Pest Manag Sci. ; 59 (6-7):708-17.

[20] Singleton L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R., (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, Methods in Enzymology, Academic Press, 299, 152-178.

[21] Al-Halabi R. (2014) Study of Changes of Phenolic compounds concentration During Syrian Pomegranate maturation, Damascus University, master work.

[22] Gözlekçi S., Saraçoğlu O., Onursal E., Ozgen M. (2011). Total phenolic distribution of juice, peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars. Pharmacogn Mag. 7(26).

[23] Rowayshed, G., Salama, A., Abul-Fadl, M., Akila-Hamza, S. Emad, A. Mohamed (2013) Nutritional and Chemical Evaluation for Pomegranate (Punica granatum L.) Fruit Peel and Seeds Powders by Products Middle East. Journal of Applied Sciences, 3(4): 169-179.

[24] Aryal S., Baniya M., Danekhu K., Kunwar P., Gurung R., Koirala N. (2019) Total Phenolic Content, Flavonoid Content and Antioxidant Potential of Wild Vegetables from Western Nepal. Plants (Basel). 11; 8 (4):96.

[25] Al-Diab D., Nasser S. (2018) Study of some affecting factors on phenolic compounds levels and their antioxidant activity in some functional juices. Tishreen University Journal -Medical Sciences Series, 40 (5).

[26] Annual average rainfall in Syria, (2019),

https://water.fanack.com/ar/syria

[27] Soil Map of Syria & Lebanon, 1985. The Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, (ACSAD), Damascus.

https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-map-arab-countries-soil-map-syria-lebanon

[28] Ilaiwi M. (2001), Soils of the Syrian Arab Republic. CIHEAM, p. 227-242.

http://om.ciheam.org/om/pdf/b34/01002096.pdf

[29] Habib, L., Ibrahim, W. (2007). Status of soil resource in Syria, Assessment of existing soil information system. 10.13140/RG.2.1.1996.1047.