

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الأساسية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 46 . العدد 6

1445 هـ - 2024 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

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

مدير مكتب مجلة جامعة البعث

د. إبراهيم عبد الرحمن

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

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

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

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

. هاتف / فاكس : 963 31 2138071 ++

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

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

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
 - طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
 - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :
يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
 - إذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :
يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
 - يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):
عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
 - 2- هدف البحث
 - 3- مواد وطرق البحث
 - 4- النتائج ومناقشتها .
 - 5- الاستنتاجات والتوصيات .
 - 6- المراجع.

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1. مقدمة.
- 2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
- 3. أهداف البحث و أسئلته.
- 4. فرضيات البحث و حدوده.
- 5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
- 6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
- 7. منهج البحث و إجراءاته.
- 8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
- 9. نتائج البحث.
- 10. مقترحات البحث إن وجدت.
- 11. قائمة المصادر والمراجع.
- 7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:
 - أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
 - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
 - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
 - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.
- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

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

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:
آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (-) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة .
وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

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

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

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

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و
التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. دفع رسم نشر (40000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (100000) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (6000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

| الصفحة | اسم الباحث | اسم البحث |
|---------|---|---|
| 32-11 | سعيد اليوسف الضايح د. جورج غندور د. محمود الحمدان د. سامر الزوري | تأثير إضافة أكسيد الزنك النانوي كسماد للتربة في إنتاجية صنفين من فول الصويا |
| 58-33 | د. مرام ناطور | دراسة تأثير المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان <i>Punica granatum L</i> في منع وضع البيض عند إناث عثة البندورة <i>Tuta absoluta</i> (MEYRICK) (Lepidoptera: Gelechiidae) |
| 84-59 | د. منار غسان حسن | اصطناع ودراسة البنية البلورية والخواص المغناطيسية للمركب $Sm_2SrCoFeO_7$ المنتمي لسلسلة رذلسدين و بوير عند $n=2$ (Ruddlesden-Popper) |
| 102-85 | منار الخوري أ. د ديب باكير د. يمن الهلال | دراسة السلوك الكهركيميائي لغليكلازيد في الوسطين المعتدل والقلوي |
| 124-103 | ايمان الحديد أ.د. حسن المقدم | تأثير حجم الجملة المغناطيسية المتماثلة المناحي في التحولات الطورية اعتماداً على النمذجة |
| 154-125 | سهير مصطفى الأحمد | دراسة فعالية الخوارزمية الجينية وتطبيقها في مسألة التغذية |

تأثير إضافة أكسيد الزنك النانوي كسماد للتربة في إنتاجية صنفين من فول الصويا

إعداد

الطالب سعيد عبد العزيز اليوسف الضايح

طالب دراسات عليا - كلية العلوم - جامعة البعث

| | | |
|---|---|---|
| د. سامر الزوري | د. محمود الحمدان | د. جورج غندور |
| باحث في الهيئة العامة للبحوث الزراعية (تربة واستصلاح أراضي) | باحث في الهيئة العامة للبحوث الزراعية (تربة واستصلاح أراضي) | أستاذ مساعد كلية العلوم جامعة البعث (فيزيولوجيا نبات) |

المُلخَص:

تم تنفيذ هذه التجربة في دائرة الموارد الطبيعية الثانية لمركز البحوث العلمية الزراعية في حمص خلال الموسم الزراعي لعام 2021 م وذلك لدراسة تأثير وفعالية التسميد الأرضي بأوكسيد الزنك النانوي في إنتاجية صنفين من فول الصويا (*Glycine max L*). وهما الصنفين Sb239 و Ascro 3803 حيث استخدمت أربعة تراكيز من سماد أوكسيد الزنك النانوي وفق النشرة المرفقة مع العبوة السمادية (100غ/هكتار) ورمز لها بالرمز T0، T1، T2، T3، وفق التراكيز (0، 1، 2، 3) ملغ / ل على الترتيب، وبثلاثة مكررات لكل معاملة، وتم التوصل إلى النتائج التالية: زيادة معنوية واضحة عند التسميد الأرضي بأوكسيد الزنك النانوي في كل من عدد القرون على النبات في مرحلتى العقد والنضج ووزن البذور على النبات ووزن 100 بذرة والغلة الحيوية ودليل الحصاد وبأعلى نسبة عند المعاملة T2 وفق النسب التالية: (90%) و (102.06%) و (79.03%) و (37.31%) و (67.87%) و (40.06%) على الترتيب وذلك بالمقارنة مع الشاهد، كما دلت النتائج التي تم التوصل إليها استجابة الصنف Sb239 للتسميد الأرضي بأوكسيد الزنك النانوي بشكل أكبر من الصنف Ascro3803.

كلمات مفتاحية: إنتاجية فول الصويا، صنف Sb239، صنف Ascro 3803،

أوكسيد الزنك النانوي.

Effect of adding nano-zinc oxide as a fertilizer to the soil in the yield of two cultivars of *soybean*

ABSTRACT:

This experiment was carried out at the Agricultural Research Center (Research Department of Natural Resources) in Homs during the agricultural season of 2021, In order to study the effect and effectiveness of ground fertilization with zinc nanoparticles on the productivity of two soybean cultivars (*Glycine max L.*), Sb239 and Ascro 3803, By using four levels of nano-zinc oxide fertilizer according to the leaflet attached to the fertilizer package (100g/ha) were coded as T0, T1, T2, and T3. These treatments were added at concentrations of (0, 1, 2, 3) mg/l, Respectively. With three replications for each treatment, The following results were obtained: a clear significant increase when fertilizing the ground with zinc nanoparticles in each of the number of pods on the plant, In the two stages of nodes(Flowers turn into fruits) and maturity, The weight of the seeds on the plant, The weight of 100 seeds, The Biological yield and the Harvest Index, With the highest percentage when the T2 treatment according to the following ratios : (90%), (102.06%), (79.03%), (37.31%), (67.87%), and (40.06%), Respectively, In comparison with the control, And it is noted from the results obtained that the variety Sb239 responded to ground oxide fertilization Zinc nanoparticles are more than Ascro3803.

Key words: Soybean yield, Sb239 cultivar, Ascro 3803 cultivar, Nano-zinc oxide.

المقدمة:

ينتمي نبات فول الصويا (*Glycine max* (L.) للعائلة البقولية Fabaceae ويعد من المحاصيل القديمة التي زرعها الانسان حيث عرف منذ حوالي سبعة آلاف سنة قبل الميلاد [1]، وأول من أطلق عليه اسم الصويا (الصوجا) هم الهولنديون و صنفوه من جنس اللوبياء (من الفصيلة البقولية) ثم انتقلت زراعته من الصين إلى البلاد المجاورة [2]، ويعد المحصول الأول من حيث نسبة الزيت التي تتراوح بين (14-24 %)، وكذلك بالنسبة للبروتين حيث تصل نسبته إلى (30-50 %) على أساس الوزن الجاف للبذرة [3].

تقسم أصناف فول الصويا التي تزرع في العالم بحسب طبيعة نموها إلى أصناف محدودة النمو وأصناف غير محدودة النمو وتباين كثيراً من حيث صفات النمو وطول المدة إلى النضج والإنتاجية ونوعية الإنتاج، وإن زراعة هذه الأصناف في مدى واسع من المتغيرات البيئية واختيار الأصناف ذات التكيف العالي لهذه المتغيرات والتي تمتلك القدرة على تثبيت و تخزين الطاقة الشمسية للاستفادة منها في عمليات الإنتاج تعد من أهم الأمور للحصول على إنتاجية عالية من فول الصويا [4].

تعد الأسمدة الكيميائية من محركات الزراعة الحديثة والتي زاد استخدامها في جميع أنحاء العالم منذ بداية النهضة الزراعية، فهي العامل الوحيد الأكثر أهمية في ارتفاع الإنتاج العالمي للمحاصيل، وتتكون الأسمدة من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، وتقسم إلى عناصر كبرى وعناصر صغرى، وتحتاج النباتات حوالي 18 عنصراً غذائياً ضرورياً لنموها وإكمال دورة حياتها وانخفاضها يؤثر على المحصول كماً ونوعاً، لذلك يجب إضافتها إما إلى التربة بشكل مباشر أو عن طريق رشها على المجموع الخضري للنبات لتزويد المحصول بهذه المغذيات [5]، إذ يعد فول الصويا من المحاصيل البقولية الحساسة لنقص العناصر المغذية الصغرى في الترب الكلسية وخاصة الحديد والزنك والمنغنيز [6].

أدى تطور العلم في السنوات الأخيرة إلى ظهور تقانة جديدة تدعى تقانة النانو والتي أصبحت التقنية الأولى الرائدة في العالم وذلك باعتبارها تقانة متعددة الوظائف والمهام حيث تم توظيفها في العديد من المجالات التطبيقية مثل صناعة الأدوية والعقاقير والتحاليل الطبية وفي المجال الزراعي في صناعة الأسمدة والمخصبات وفي مجال تنقية المياه وتحليلتها ومعالجة الملوثات وتطبيقات حيوية أخرى [7]، وتم تصميم الأسمدة النانوية وتقديمها كبديل جديد وفعال عن الأسمدة العادية نظراً لخصائصها المميزة التي تمكنها من زيادة نقاط تفاعلها مما يؤدي لتغيرات في امتصاص هذه الأسمدة من قبل النبات [8]، حيث تعمل الأسمدة النانوية بأقل حجم وكمية ممكنة من خلال زيادة جاهزية وامتصاص العناصر المغذية [9].

يعد الزنك (Zn) من العناصر المغذية الصغرى الأساسية للنبات حيث يتم امتصاصه من قبل النبات بشكل كاتيونات ثنائية التكافؤ إذ يعد مهماً لنمو النبات وإنتاجه ويساهم في العمليات الفيزيولوجية الحيوية المختلفة ويدخل في تركيب الكلوروفيل (صبغة الأوراق الخضراء) ويساهم في عمليات تخليق البروتين والحفاظ على سلامة الغشاء وإنتاج الطاقة كما يساهم في التخليق الحيوي لهرمونات النمو كالأوكسينات وتنظيم التخليق الحيوي للنشا وتطور الجذور وتنشيط بعض الانزيمات مثل الديهيدروجيناز والفوسفور هيدرولاز والبيبتيداز والبروتياز [8].

بين [8] في دراستهما على نبات الكتان باستخدام أكسيد الزنك وأوكسيد الزنك النانوي بالتراكيز التالية (20 - 40 - 60) ملغ / ل أدت إلى تفوق معنوي في طول الساق والجذر بشكل ملحوظ والوزن الرطب والوزن الجاف للنبات مقارنة بالنباتات غير المعالجة وأظهرت البيانات أن (60) ملغ / ل كان التركيز الأكثر فاعلية من أكسيد الزنك بينما كان التركيز (40) ملغ / ل من أكسيد الزنك النانوي هو الأكثر فاعلية مقارنة بالتراكيز الأخرى.

كما أكد الباحثون [10] في تجربتهم على محصول فول الصويا المزروع في أحواض أن إضافة تراكيز مختلفة من الأسمدة النانوية (ZnO, CuO, B_2O_2) للتربة أن التركيز

(160) ملغ / كغ أدت إلى زيادة معنوية في إنتاجية البذور بالنسبة لجميع المركبات المدروسة، كما لاحظوا انخفاض إنتاج البذور عند جميع المركبات عند التركيز (400) ملغ / كغ.

أظهرت نتائج [11] في دراسته التأثير المشترك بين الأسمدة الحيوية (أنواع من بكتريا الريزوبيوم) وأوكسيد الزنك النانوي على نبات فول الصويا باستخدام أربعة أنواع من الأسمدة الحيوية وأربعة مستويات من أوكسيد الزنك النانوي وهي (0، 0.3، 0.6، 0.9) غ / ل أن استخدام السماد الحيوي B4 وأوكسيد الزنك النانوي (0.9) غ / ل أدى إلى زيادة كبيرة في عدد العقد الجذرية وعدد القرون على النبات والغلة البذرية حيث زادت الغلة البذرية بنسبة 68% مقارنة بالشاهد، بالإضافة إلى زيادة محتوى البذور من الزيت.

بين [12] أن إضافة كبريتات الزنك وأوكسيد الزنك النانوي وأوكسيد النحاس النانوي للتربة أو رشاً على الأوراق أدت إلى إنتاجية أفضل لنبات القمح وزيادة في نمو وإنتاجية الرز تحت أنظمة الزراعة المختلفة.

أكدت نتائج [13] أن إضافة سماد هيومات الزنك بتركيز (5 ملغ / كغ) للتربة الموجودة في أحواض الزراعة أدى إلى زيادة كبيرة في مؤشرات الإنتاجية لنبات القمح وأدت إلى زيادة في الغلة البذرية والحيوية للنبات ونسبة البروتين في البذور.

ومن خلال هذه الدراسات جميعها يتبين لدينا أن استخدام الأسمدة النانوية للعناصر الصغرى (أوكسيد الزنك النانوي) على نبات فول الصويا ودورة حياته أنها تزيد من معدل إنتاجية النبات من خلال توفير مصدر العناصر الصغرى الضرورية للنبات.

مبررات البحث:

نظراً للأهمية الغذائية والصناعية والعلفية والسمادية والمكانة العالمية التي يحتلها فول الصويا، وقلة الأبحاث حول هذا المحصول في قطرنا العربي السوري وخصوصاً استخدام الأسمدة النانوية لمعرفة التراكيز المثالية من (أوكسيد الزنك النانوي) للحصول على الإنتاجية العالية تم اقتراح هذا البحث.

أهداف البحث:

تقدير إنتاجية صنفين من فول الصويا باستخدام أكسيد الزنك النانوي في ظروف مدينة حمص، وتحديد التركيز الأمثل من أكسيد الزنك النانوي للحصول على إنتاجية عالية من فول الصويا.

مواد وطرائق البحث: Materials and Methods:

1- موقع التجربة:

نفذت التجربة في أحد حقول دائرة بحوث الموارد الطبيعية التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في حمص الذي يقع على بعد 7 كم شمال مدينة حمص ويرتفع /497/ عن سطح البحر ويمتد على خط طول 36.74 درجة وعلى خط عرض 34.75 درجة خلال الموسم الزراعي لعام 2021 بمساحة إجمالية 399 م².

2- المناخ:

جدول (2) الظروف المناخية السائدة في موقع الدراسة

| الشهر | درجة الحرارة الصغرى (م) | درجة الحرارة العظمى (م) | الرطوبة النسبية % | معدل الهطول المطري (مم) |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| أيار | 16.38 | 30.10 | 32.12 | 0 |
| حزيران | 18.36 | 30.24 | 36.30 | 0 |
| تموز | 23.21 | 34.52 | 35.12 | 0 |
| آب | 23.85 | 33.21 | 35.56 | 0 |
| أيلول | 21.12 | 34.25 | 34.68 | 0 |
| تشرين الأول | 18.21 | 30.35 | 24.36 | 44.30 |
| تشرين الثاني | 19.35 | 24.57 | 25.65 | 18.10 |
| كانون الأول | 6.72 | 10.15 | 23.36 | 100.90 |

(مأخوذة من المحطة المناخية لمركز البحوث العلمية الزراعية بحمص).

3- التربة:

التربة حمراء طينية إلى طينية لومية، والقطعة التجريبية شبه مستوية منحدره بشكل عام نحو الشمال الغربي بنسبة أقل من 1 % تم تحليلها ومعرفة خصائصها وفق الجدول رقم (3).

جدول رقم (3) يبين الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع المدروس.

| كربونات الكالسيوم Ca CO ₃ | حموضة التربة pH | الزئك % | البوتاسيوم المتاح ملغ / كغ | الفوسفور المتاح ملغ / كغ | النتروجين المتاح ملغ / كغ | المادة العضوية % | قوام التربة | المجموعة الميكانيكية المكونة لقوام التربة % | | |
|--|--------------------|---------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|-------------|---|--------|-------|
| | | | | | | | | رم ل % | سل ت % | طين % |
| 0.922 | 8.40 | 2.28 | 204.25 | 4.5 | 30.45 | 1.37 | طينية | 60 | 14 | 26 |

4- المادة التجريبية:

تم دراسة صنفين من فول الصويا (Sb 239 , Ascro3803) تم الحصول عليهما من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

Sb239: عدد الأيام اللازمة للنضج الفيزيولوجي 80 يوم، عدد الأيام اللازمة للنضج الكامل 139 يوم، ارتفاع الساق 101سم، الإنتاجية 4 طن / هكتار.

Ascro3803: عدد الأيام اللازمة للنضج الفيزيولوجي والنضج الكامل بين (120-125) يوم، ارتفاع الساق 90 سم، والإنتاجية 3-5 طن / هكتار.

5- طريقة التنفيذ الحقلية:

تم حراثة أرض التجربة حراثتان متعامدتان باستخدام المحراث المطرحي القلاب بعمق 30 سم، ثم تنعيمها باستخدام المحراث القرصي، ثم تسوية التربة آلياً وتنقسمها إلى قطع

تجريبية بأبعاد $3 \times 2 = 6$ م²، تضمنت كل قطعة تجريبية أربعة خطوط بطول 3 م بمسافة بين الخط والآخر 50 سم، وزرعت البذور في حفر بمسافة (20) سم بين الحفرة والأخرى، بمعدل 2 بذرة في كل حفرة، وتركت مسافة 1 م بين كل قطعة تجريبية وبين كل مكرر وآخر كممرات خدمة.

تم زراعة القطع التجريبية ببذور كلا الصنفين (Sb 239, Ascro3803) بتاريخ 2021-6-15 م بالإضافة إلى زراعة خطين تجريبيين على محيط التجربة كنطاق حماية من الصنفين المدروسين، وبدأ إنبات البادرات بتاريخ 2021-6-24 م ومن ثم التفريد إلى نبات واحد بتاريخ 2021-7-1 م من الزراعة ثم بدأ الإزهار بعد حوالي الشهر من الزراعة وذلك بتاريخ 2021-7-20 م.

تم ري القطع التجريبية بعد الزراعة مباشرة بطريقة الري بالرذاذ واستمر الري بعد ذلك حسب حاجة النبات.

تمت إضافة السماد النانوي (أكسيد الزنك) للنبات على مرحلتين، بأربعة مستويات (T_0, T_1, T_2, T_3) بالإضافة الأولى قبل الإزهار والثانية بعد العقد، وأجريت عملية الرش في الصباح الباكر باستعمال مرش ظهري سعة 20 لتر بأربع معاملات من السماد النانوي (0، 1، 2، 3) ملغ / ل.

تم إضافة الأسمدة العضوية بمعدل (2-3) م³ / دونم والأسمدة المعدنية (NPK) حسب حاجة التربة بعد تحليلها وحسب المعادلة السمادية الموصى بها (الصادرة عن الهيئة العامة للبحوث الزراعية).

تمت إزالة الأعشاب الضارة النامية في الحقل بواسطة التعشيب اليدوي، كما تمت مكافحة كلما دعت الحاجة لذلك.

تم الحصول على سماد أكسيد الزنك النانوي من مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص واستخدم بأربعة مستويات مختلفة رمز لها بـ T_0, T_1, T_2, T_3 (0، 1، 2، 3)

ملغ / ل على الترتيب وبقواع رشتان الأولى قبل الإزهار والثانية بعد العقد وفق الجدول رقم (4) الذي يوضح مستويات السماد وتراكيز التسميد الأرضي.

جدول رقم (4) يوضح لمعاملات السمادية وتراكيز المحلول السمادي ملغ / ل.

| رمز المعاملة | المعاملات السمادية | تراكيز المحلول السمادي (ملغ . ل ⁻¹) |
|----------------|----------------------------------|---|
| T ₀ | 0% شاهد بدون إضافة | 0 |
| T ₁ | 50% من النشرة المرفقة مع السماد | 1 |
| T ₂ | 100% من النشرة المرفقة مع السماد | 2 |
| T ₃ | 150% من النشرة المرفقة مع السماد | 3 |

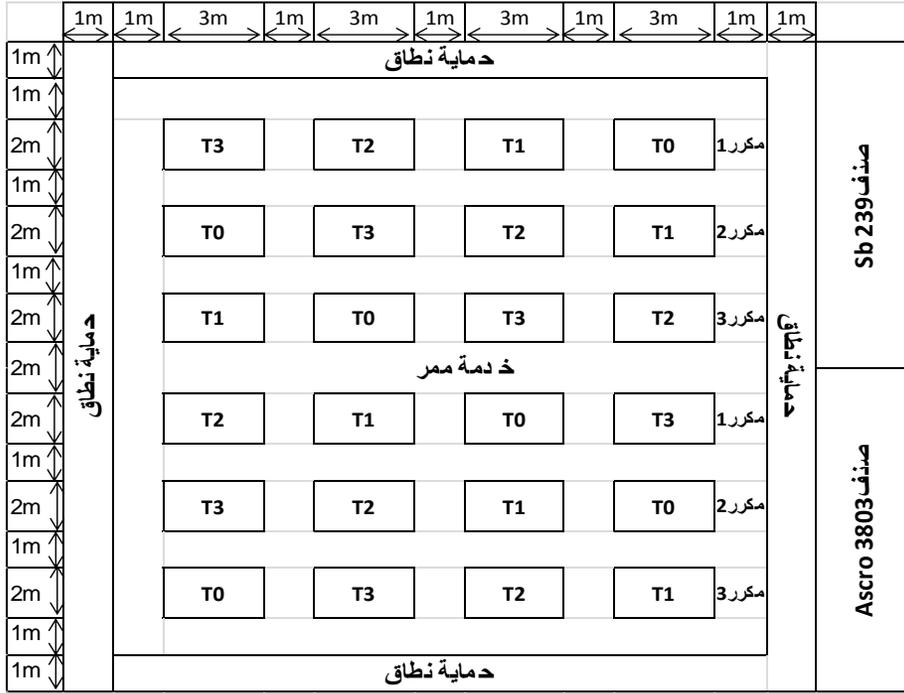
تصميم التجربة:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) Randomized Complete Block Design وبتلاثة مكررات لكل معاملة كما هو موضح في الشكل رقم (1).

عدد القطع التجريبية كالتالي:

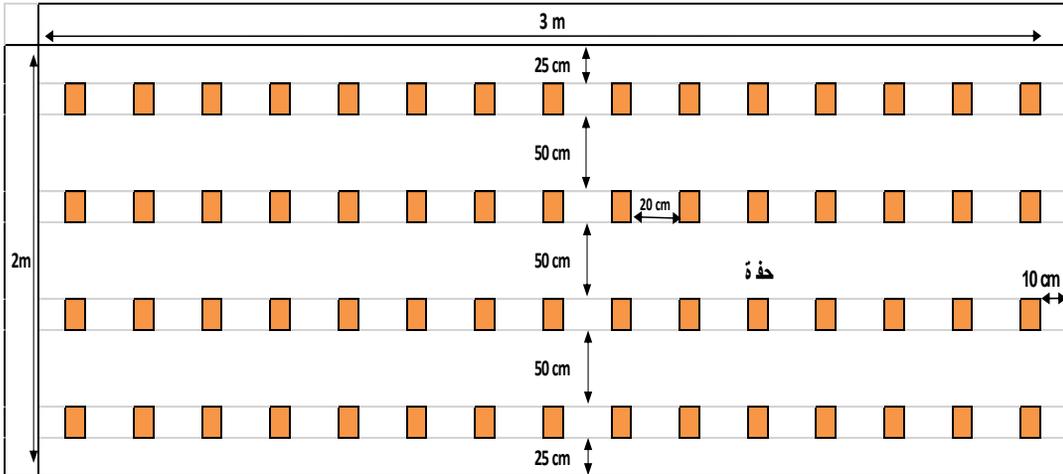
$$4 \text{ معاملات} \times 3 \text{ مكررات} \times 2 \text{ صنف} = 24 \text{ قطعة تجريبية}$$

تأثير إضافة أكسيد الزنك النانوي كسماد للتربة في إنتاجية صنفين من فول الصويا



شكل رقم (1): مخطط عام للتجربة المدروسة

(T₀: شاهد، T₁: 50%، T₂: 100%، T₃: 150% من التوصية السمادية الموصى بها)



شكل رقم (2): مخطط يوضح القطعة التجريبية الواحدة

القرارات والمشاهدات المدروسة:

بعد اكتمال مرحلة العقد عُلمت ستة نباتات عشوائياً من وسط كل قطعة تجريبية، وذلك لتقدير المؤشرات التالية:

1- عدد القرون (قرن/النبات): تم حساب متوسط عدد القرون لكل نبات بطريقة العد اليدوي للنباتات المُعلّمة في كل القطع التجريبية من ثم تم أخذ المتوسط الحسابي لها.

2- وزن البذور (غ / النبات): تم فرط القرون للنباتات المُعلّمة يدوياً ووزن البذور الناتجة وأخذ المتوسط الحسابي لها.

3- وزن 100 بذرة (غ): تم حساب متوسط وزن 100 بذرة من كل قطعة تجريبية للمكررات الثلاثة وأخذ المتوسط الحسابي لها.

4- الغلة الحيوية: هي متوسط إنتاجية وحدة المساحة (متر مربع واحد من كل قطعة تجريبية) من الغلة البيولوجية (كامل النبات).

5- دليل الحصاد % Harvest index: $\frac{\text{وزن الغلة البذرية}}{\text{وزن الغلة البيولوجية}} \times 100$ [14]

التحليل الإحصائي:

تم تحليل كافة النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GenStat وذلك لحساب المتوسطات، أقل فرق معنوي LSD عند مستوى ثقة 5%.

النتائج والمناقشة:

1. تأثير استخدام مستويات مختلفة من أكسيد الزنك النانوي في عدد القرون على النبات لمحصول فول الصويا في مرحلتي 50% عقد والنضج:

يتبين من الجدول رقم (5) وجود زيادة معنوية واضحة لعملية التسميد بأوكسيد الزنك النانوي لكافة المستويات المدروسة وهي (T1: 50%، T2: 100%، T3: 150%) من التوصية السمادية المرفقة مع السماد بالمقارنة مع الشاهد، حيث بلغ عدد

القرون على النبات في مرحلة 50% عقد عند كل من التراكيز T1، T2، T3 (58، 76، 71) قرن على الترتيب، بنسبة زيادة معنوية بلغت (45%، 90%، 77.5%) على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد الذي بلغ عدد القرون على النبات عنده 40 قرن، مع ملاحظة وجود تفوق معنوي واضح بين جميع المستويات، وعدم وجود تفوق معنوي بين الأصناف المدروسة في مرحلة 50% عقد.

جدول رقم (5) يوضح أثر التسميد بأوكسيد الزنك النانوي في عدد القرون على النبات (قرن / النبات) في مرحلة 50% عقد.

| متوسط الصنفين عند المعاملات المدروسة (V) | تركيز المحلول (T) ملغ/ لتر | | | | التسميد الصنف |
|--|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | T3 | T2 | T1 | T0 | |
| 63 ^a | 72 | 79 | 56 | 44 | Sb239 |
| 60 ^{ab} | 70 | 73 | 60 | 35 | Ascro3803 |
| 61 | 71 ^{ab} | 76 ^a | 58 ^b | 40 ^c | متوسط (T) |
| T*V=15.44 T=5.09 V=3.6 | | | | L.S.D(0.05) | |
| 14.5 | | | | c.v% | |

في حين بلغ عدد القرون على النبات في مرحلة النضج (154، 196، 180) قرن، عند كل من المستويات T1، T2، T3 على التوالي بنسبة زيادة معنوية بلغت (58.46%، 102.06%، 85.56%) على التوالي مقارنة مع الشاهد الذي بلغ عدد القرون على النبات عنده (97) قرن، ونلاحظ وجود تفوق معنوي بين جميع المستويات، ووجود تفوق معنوي أيضاً بين الأصناف المدروسة في مرحلة النضج جدول رقم(6).

جدول رقم (6) يوضح أثر التسميد بأوكسيد الزنك النانوي في عدد القرون على النبات في مرحلة النضج (قرن / النبات).

| متوسط الصنفين عند المعاملات المدرسة (V) | تركيز المحلول (T) ملغ / لتر | | | | التسميد الصنف |
|---|-----------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | T3 | T2 | T1 | T0 | |
| 160.2 ^a | 180 | 200 | 160 | 101 | Sb239 |
| 152.8 ^b | 179 | 192 | 148 | 93 | Ascro3803 |
| 156.5 | 180 ^b | 196 ^a | 154 ^c | 97 ^d | متوسط (T) |
| | T*V=14.44 T=10.21 V=7.22 | | | L.S.D(0.05) | |
| | 5.3 | | | c.v% | |

(ملاحظة: تدل الأحرف a, b, c, d على ترتيب المعاملات المتفوقة على الترتيب الأبجدي، وتدل الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروق معنوية)

L. S. D: تدل على أقل فرق معنوي عند مستوى ثقة 0.05%، C.V%: معامل الاختلاف

ومن خلال دراسة عدد القرون على النبات في كل من مرحلتي 50% عقد والنضج نلاحظ تفوق التركيز T2 (2 ملغ / لتر) على بقية المستويات المدروسة حيث أنه حقق أعلى زيادة في عدد القرون على النبات بينما انخفضت الزيادة عند التركيز T3.

وهذا يتفق مع دراسة [14] الذي أكد زيادة عدد القرون على النبات لمحصول فول الصويا عند التسميد الأرضي بأوكسيد الزنك النانوي.

2. تأثير استخدام مستويات مختلفة من سماد أوكسيد الزنك النانوي في وزن البذور لمحصول فول الصويا (غ / النبات):

تبين لدينا من نتائج الجدول رقم (7) وجود زيادة معنوية للتسميد الأرضي بأوكسيد الزنك النانوي على وزن البذور مقارنة مع الشاهد حيث ازداد وزن البذور عند كل من المستويات T1، T2، T3 مقارنة بالشاهد، حيث بلغ متوسط وزن البذور (36، 55.5،

تأثير إضافة أكسيد الزنك النانوي كسماد للتربة في إنتاجية صنفين من فول الصويا

47.5) غ / النبات على الترتيب وبنسبة زيادة معنوية (16.12%، 79.03%، 53.22%) مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسط وزن البذور عنده (31) غ / النبات، كما نلاحظ تفوق المستوى T2 على المستويات الأخرى مع وجود تفوق معنوي واضح بين جميع المستويات، كما نلاحظ أيضاً تفوق الصنف Sb239 على الصنف Ascro3803 ووجود فروق معنوية بين الصنفين.

جدول رقم (7) يوضح أثر التسميد بأوكسيد الزنك النانوي في وزن البذور على النبات (غ / النبات).

| متوسط الصنفين عند المعاملات المدروسة (V) | تركيز المحلول (T) ملغ / لتر | | | | التسميد الصنف |
|--|-----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | T3 | T2 | T1 | T0 | |
| 45.75 ^a | 52 | 57 | 40 | 34 | Sb239 |
| 39.25 ^b | 43 | 54 | 32 | 28 | Ascro3803 |
| 42.5 | 47.5 ^b | 55.5 ^a | 36 ^c | 31 ^d | متوسط (T) |
| T*V=6.262 T=4.428 V=3.131 | | | | L.S.D(0.05) | |
| 8.4 | | | | c.v% | |

ومن الجدول رقم (7) نلاحظ تفوق التركيز T2 (2 ملغ / لتر) على بقية التراكيز المدروسة في تحقيق أعلى نسبة في متوسط وزن البذور مقارنة بالتراكيز الأخرى المدروسة.

وهذا يتفق مع الدراسات [9] و [10] و [13] و [14] الذين أكدوا زيادة في الغلة البذرية عند التسميد الأرضي بتراكيب مختلفة من أكسيد الزنك النانوي.

3. تأثير استخدام مستويات مختلفة من سماد أكسيد الزنك النانوي في وزن 100 بذرة لمحصول فول الصويا (غ):

توضح نتائج الجدول رقم (8) وجود فروق معنوية بين جميع المستويات المدروسة مقارنة بالشاهد، حيث بلغ متوسط وزن 100 بذرة (13.77، 16.45، 15.13) غ عند كل من المستويات T1، T2، T3 على الترتيب وبنسبة زيادة معنوية بلغت (14.94%، 37.31%، 26.29%) مقارنةً بالشاهد الذي بلغ متوسط وزن 100 بذرة عنده (11.98) غ، كما نلاحظ تفوق المستوى T2 على بقية المستويات المدروسة مع وجود تفوق معنوي واضح بين جميع المستويات.

جدول رقم (8) يوضح أثر التسميد بأوكسيد الزنك النانوي في وزن 100 بذرة لمحصول نبات فول الصويا (غ).

| متوسط الصفين عند المعاملات المدروسة (V) | تركيز المحلول (T) ملغ / لتر | | | | التسميد الصف |
|---|-----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | T3 | T2 | T1 | T0 | |
| 14.89 ^a | 15.8 | 17.2 | 14 | 12.57 | Sb239 |
| 13.78 ^b | 14.47 | 15.7 | 13.53 | 11.4 | Ascro3803 |
| 14.335 | 15.13 ^{ab} | 16.45 ^a | 13.77 ^{bc} | 11.98 ^d | متوسط (T) |
| T*V=1.933 T=1.367 V=0.967 | | | | L.S.D(0.05) | |
| 7.7 | | | | c.v% | |

تبين لدينا من نتائج الجدول (8) وجود فروق معنوية بين الأصناف المدروسة وتفوق الصنف Sb239 على الصنف Ascro3803 في مؤشر وزن 100 بذرة (دليل البذور).

4. تأثير استخدام مستويات مختلفة من سماد أكسيد الزنك النانوي في الغلة الحيوية لمحصول فول الصويا:

توضح نتائج الجدول رقم (9) وجود فروق معنوية بين جميع المستويات المدروسة حيث بلغ متوسط الغلة الحيوية عند المستويات T1، T2، T3 على الترتيب (0.985، 1.385، 1.185) غ / م² ونسبة زيادة معنوية (19.39%، 67.87%، 43.63%) على التوالي مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسط الغلة الحيوية عنده (0.825) كغ / هـ، ونلاحظ تفوق المستوى T2 على بقية المستويات المدروسة ووجود فروق معنوية واضحة بين جميع المستويات، كما نلاحظ أيضاً تفوق الصنف Sb239 على الصنف Ascro3803 مع وجود فروق معنوية واضحة بينهما.

جدول رقم (9) يوضح أثر التسميد بأوكسيد الزنك النانوي على الغلة الحيوية لمحصول نبات فول الصويا (غ / م²).

| متوسط الصنفين عند المعاملات المدروسة (V) | تركيز المحلول (T) ملغ / لتر | | | | التسميد الصنف |
|--|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| | T3 | T2 | T1 | T0 | |
| 1.138 ^a | 1.230 | 1.420 | 1.030 | 0.870 | Sb239 |
| 1.052 ^b | 1.140 | 1.350 | 0.940 | 0.780 | Ascro3803 |
| 1.095 | 1.185 ^b | 1.385 ^a | 0.985 ^c | 0.825 ^d | متوسط (T) |
| T*V=85.9 T=60.7 V=42.9 | | | | L.S.D(0.05) | |
| 4.5 | | | | c.v% | |

تبين من الجدول (9) وجود تفوق معنوي بين الأصناف المدروسة، بالإضافة إلى تفوق التركيز T2 (2 ملغ / لتر) لأنه حقق أعلى غلة حيوية مقارنة بالتركيز الأخرى المدروسة.

وهذا يتفق مع دراسة [12] اللذان أكدا زيادة واضحة في الصفات المورفولوجية لنبات الكتان عند التسميد الأرضي بأوكسيد الزنك أو أوكسيد الزنك النانوي.

5. تأثير استخدام مستويات مختلفة من سماد أوكسيد الزنك النانوي في دليل

الحصاد (HI%) لمحصول فول الصويا:

توضح نتائج الجدول رقم (10) عدم وجود فروق معنوية بين جميع المستويات المدروسة حيث بلغ متوسط دليل الحصاد عند المستويات T1، T2، T3 على الترتيب (36.43، 40.06، 39.98) % مقارنة بالشاهد الذي بلغ متوسط دليل الحصاد عنده (37.36) %، ونلاحظ تفوق المستوى T2 على بقية المستويات المدروسة، كما نلاحظ وجود فروق معنوية واضحة بين الصنفين وتكون الصنف Sb239 على الصنف Ascro3803.

جدول رقم (10) يوضح أثر التسميد بأوكسيد الزنك النانوي في دليل الحصاد (HI%) لمحصول نبات فول الصويا.

| متوسط الصنفين عند المعاملات المدروسة (V) | تركيز المحلول (T) ملغ / لتر | | | | التسميد الصنف |
|--|-----------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| | T3 | T2 | T1 | T0 | |
| 40.09 ^a | 42.27 | 40.14 | 38.83 | 39.11 | Sb239 |
| 36.83 ^b | 37.70 | 39.97 | 34.02 | 35.61 | Ascro3803 |
| 38.46 | 39.98 ^{ab} | 40.06 ^a | 36.43 ^{abcd} | 37.36 ^{abc} | متوسط (T) |
| T*V=5.44 T=3.846 V=2.72 | | | | L.S.D(0.05) | |
| 8.1 | | | | c.v% | |

المناقشة:

إنَّ الزيادة الكبيرة في عدد القرون على النبات والذي بدوره أدى إلى زيادة واضحة في الغلة البذرية يعود للدور الكبير الذي يؤديه عنصر الزنك وخاصةً عند إضافته بالشكل النانوي حيث يساهم في العديد من العمليات الحيوية في النبات كعملية التركيب الضوئي كونه يدخل في تركيب الكلوروفيل وإنتاج الطاقة الضرورية لنمو النبات وإنتاجيته، والزيادة الواضحة في وزن البذور على النبات ووزن 100 بذرة كونه يساهم في عمليات تخليق النشاء والبروتين وهرمونات النمو كالأوكسينات، وكونه يعد من المكونات الأساسية لإنزيم النتروجيناز والذي يزيد من محتوى العقيدات من الليموغلوبين وعدد العقد الجذرية ووزنها وتنشيط بعض الانزيمات مثل الديهدروجيناز والفسفور هيدرولاز والبيبتيداز والبروتياز مما يساعد على تطور الجذور والذي يؤدي بدوره إلى زيادة في مكونات البذور وظهر ذلك من خلال الزيادة في الغلة الحيوية [12].

أدى استخدام سماد أكسيد الزنك النانوي بالتراكيز (T0، T1، T2، T3) لصنفين من فول الصويا Sb239 و Ascro3803 المزروعين في محافظة حمص للتوصل

للاستنتاجات التالية:

1- زيادة معنوية في عدد القرون على النبات بأعلى نسبة عند المعاملة T2 والتي بلغت (90%) في مرحلة 50% عقد و (102.06%) عند النضج لمتوسط الصنفين المدروسين بالمقارنة مع الشاهد.

2- زيادة معنوية في وزن البذور على النبات بأعلى نسبة عند المعاملة T2 والتي بلغت (79.03%) لمتوسط الصنفين المدروسين بالمقارنة مع الشاهد.

3- زيادة معنوية في وزن ال 100 بذرة بأعلى نسبة عند المعاملة T2 والتي بلغت (37.31%) لمتوسط الصنفين المدروسين بالمقارنة مع الشاهد.

4- زيادة معنوية في الغلة الحوية بأعلى نسبة عند المعاملة T2 والتي بلغت (67.87%) لمتوسط الصنفين المدروسين بالمقارنة مع الشاهد.

إن كل ماسبق من نتائج تظهر الاستجابة الواضحة لمحصول فول الصويا للتسميد بأوكسيد الزنك النانوي وتفق المستوى T2 (2 ملغ / ل) على بقية المستويات المدروسة مما يدل على أن المستوى T2 (التركيز 100%) هو المستوى الأمثل لحاجة ومتطلبات نبات فول الصويا.

التوصيات:

- 1- إضافة سماد أوكسيد الزنك النانوي بتركيز 2 ملغ / لتر لصنفي فول الصويا في مرحلتي الإزهار والعقد في ظروف محافظة حمص.
- 2- إجراء المزيد من الأبحاث والدراسات على إضافة الأسمدة النانوية للتربة وبأنواع سمادية أخرى على الصنفين المدروسين وأصناف أخرى من فول الصويا.

المراجع:

- [1] قاجو، أولاً نديم، 2009. دراسة تأثير الكثافة النباتية وموعدى الزراعة الرئيسى والتكثيفى فى نمو وانتاجية بعض أصناف فول الصويا فى ظروف الساحل السورى، رسالة ماجستير جامعة تشرين كلية الهندسة الزراعية قسم المحاصيل الحقلية، ص 12-13.
- [2] وهبي، صالح، 2002. فول الصويا كمحصول جديد فى سوريا، مجلة جامعة دمشق، المجلد 18، العدد 3+4، الصفحة 15-23.
- [3] الهاشمي، حسام. شاكر، إياد طلعت. علي، كاوه عبد الكريم، 2016. تأثير الرش بعنصري المنغنيز والزنك فى نمو حاصل أصناف من فول الصويا *Glycine max (L.) Merrill*، مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، المجلد 16، العدد 3، الصفحة 15.
- [4] سرحان، إسماعيل أحمد. الجميلي، جاسم محمد عباس، 2015. تأثير السايكوسيل والتغذية الورقية بالنتروجين والبيرون فى نمو أصناف من فول الصويا، مجلة العلوم الزراعية العراقية، المجلد 2، العدد 46، ص 121.
- [6] صالح، حمد محمد، 2012. استجابة حاصل ومكونات الحاصل لفول الصويا للتسميد الورقى ببعض العناصر الصغرى، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد: 10، العدد 1، الصفحة 309.

[7] سهام، تي. نرجس، ممادي، 2019. تحضير تشخيص والفعالية البيولوجية

لجسيمات أكسيد الجرافين GO النانوية المفعّل ب ZnO، رسالة ماجستير، جامعة

الشهيد حمه لخضر-الوادي، كلية العلوم الدقيقة قسم الكيمياء، الصفحة 12.

[9] جاسم، رحيم علوان هلول، 2018. تأثير مستويات ومواعيد الرش بالسماذ

النانوي Super micro plus في تركيز بعض العناصر الصغرى في المادة الجافة

وحاصل الرز (*Oriza sativa L.*)، وقائع المؤتمر الزراعي الثالث، كلية الزراعة

جامعة كربلاء، الصفحة 256.

[12] علي، نور الدين شوقي. الجوزدي، حياوي وبيوة، 2017. تطبيقات التقنية

النانوية للمغذيات الصغرى في الإنتاج الزراعي (مقالة مرجعية)، كلية العلوم الزراعية

العراقية، المجلد 4، العدد 48، الصفحة 986-988.

[13] العبيدي، رغه كريم. الحديثي، أكرم عبد اللطيف، 2010. دور هيومات الزنك

في جاهزية الزنك وأثره في نمو الحنطة، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد

8، العدد 4، الصفحة 79.

[14] العسافي، زهراء محسن محمد، 2020. تأثير تراكيز ومراحل الرش المخصب

العضوي النانوي (Optimus Plus) في نمو وحاصل الذرة الصفراء (*Zea mays*)

(L.)، رسالة ماجستير، جامعة كربلاء كلية الزراعة، الصفحة 19.

[5] IQBAL, S. RIAZ, U. MURTAZA, G. JAMIL, M. AHMED, M. HUSSAIN, A. ABBAS, Z. 2020- Chemical Fertilizers, Formulation, and Their Influence on Soil Health. Springer Nature Switzerland AG 2021, P (1-15).

[8] SADAK, M,S. BAKRY, B,A. 2020- Zinc-oxide and nano ZnO oxide effects on groth, som biochemical aspects, yield quantity, and quality of flax (*Linum uitatissimum* L.) in absence and presence of compost under sandy soil. Bulletin of the National research Centre, vol. 4. No. 98. P (1-6).

[10] YUSEFI-TANHA, E. FALLAH, S. ROSTAMNEJADI, A. POKHREL, L,R- 2020. Zinc Oxid Nanoparticles (ZnONPs) as Nanofertilizer: Improvement on Seed Yield and Antioxidant Defense System in Soil Grown Soybaen (*Glycine max cv. Kowsar*). The Department of Agronomy, Shahrekord University, Iran, P(1-39).

[11] SHARIFI, R,S. 2016- Application of biofertilizers and zinc increases yield, nodulation and unsaturated fatty acids of soybean. College of Agricultural Sciences and Natural Research, Zemdirbyste- Agriculture, Vol. 103. No. 3. P (251).

دراسة تأثير المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان *Punica granatum L* في منع وضع البيض عند إناث عثة البندورة (*Tuta absoluta* (MEYRICK) (Lepidoptera: Gelechiidae)

د.مرام ناطور *

*عضو هيئة تدريسية، قسم علم الحياة الحيوانية، كلية العلوم، جامعة حلب

الملخص

إن الهدف من هذه الدراسة هو تأثير المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان *Punica granatum L* في منع وضع البيض عند إناث عثة البندورة *Tuta absoluta* وذلك للحد من انتشارها ونظراً لاحتواء هذا المستخلص على مركبات كيميائية عديدة وكونها مبيدات نظيفة.

تم تحضير المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان بتركيز مختلفة وذلك بتمديدها بالماء (2%، 4%، 6%، 8%، 10%) (w/v).

وقد أظهرت النتائج أن للمستخلص المائي لقشور ثمار الرمان تأثيراً مانعاً لوضع البيض عند إناث عثة البندور *Tuta absoluta* بنسبة 100% عند التركيز 10%، بينما أظهرت تأثيراً أقل فعالية نسبياً عند التركيز الأدنى.

أظهرت النتائج إمكانية الحد من تكاثر عثة البندورة *Tuta absoluta* باستخدام المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان كمصدر طبيعي لتطوير مبيدات حشرية آمنة وصديقة للبيئة.

الكلمات المفتاحية: قشور ثمار الرمان، التأثير المانع لوضع البيض، *Tuta absoluta*.

The effect study of oviposition deterrent of aqueous extract of fruit peels (*Punica granatum L*) of moth tomato females *Tuta absoluta* (MEYRICK) (Lepidoptera: Gelechiidae)

Abstract

The purpose of this study was conducted to evaluate the aqueous extract of fruit peels *Punica granatum L*, in oviposition deterrent of moth tomato females *Tuta absoluta*, to reduce of its spread because this extracts contain several chemical compounds, its being clean pesticides.

The aqueous extract of fruit peels *Punica granatum L* were prepared by different concentrations by diluer with water (2%, 4%, 6%, 8% and 10%).

The results showed that the aqueous extract of fruit peels *Punica granatum L* had oviposition deterrent of moth tomato females *Tuta absoluta* at the rate of 100% at concentrations 10%. Whereas showed relatively less effective at the lowest concentrations.

The results showed potential to reduce of tomato leaf mines distribution by using aqueous extract of fruit peels *Punica granatum L*, as a natural resource for developing safe and environment friendly pesticides.

Key Words: *Punica granatum*, oviposition deterrent, *Tuta absoluta*

1- مقدمة

تعد المستخلصات النباتية مصنعة للمركبات الطبيعية والتي تستخدم كوسائل حيوية في مكافحة الآفات، وهي تستخدم كبداية للمبيدات الكيميائية نظراً للتلوث الكبير الذي تسببه تلك المبيدات الكيميائية من تأثير سلبي على الانسان والبيئة معاً. لذلك كان ظهور هذه المبيدات الحيوية ضروري حيث إن استخدامها يكون لقتل الآفات بأنواعها المختلفة وردع الخطر عن الانسان والبيئة معاً. ومن هذه المستخلصات النباتية المهمة المستخدمة لمكافحة الآفات مستخلص قشور نبات الرمان الذي ينتمي إلى الفصيلة الرمانية Punicaceae لاحتوائه على العديد من المواد الفعالة، إذ تحتوي قشور الرمان على كمية كبيرة من مضادات الأكسدة مثل المركبات الفينولية منها catechin، الأنثوسيانين Anthocyanins، فلاونويد Flavonoid، بالإضافة إلى مركبات التانينات Tannins وحمض الجاليك Gallic acid وحمض الإيلاجيك Ellagic acid [12]. وتعتبر حافرة أوراق البندورة *Tuta absoluta* من أخطر الآفات الحشرية التي تؤثر على إنتاجية عدد من المحاصيل الاقتصادية التي تنتمي للعائلة الباذنجانية Solanaceae مثل البطاطا *Solanum tuberosum*، والباذنجان *Solanum melongena*، والفلفل الحلو *Capsicum annuum*، والتبغ *Nicotiana tabacum* [29،34،45،59،49] في مختلف البلدان. وتنتمي حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* إلى فصيلة Gelechiidae من رتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera، وتعتبر نباتات البندورة العائل الأساسي لها في الزراعات المكشوفة والمحمية، إذ أن يرقاتها تتغذى على جميع أجزاء نبات البندورة وتسبب خسائر في إنتاج المحصول قد تتراوح بين 80-100% [9].

دورة حياة حشرة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta*:

طور البيات الشتوي هو اليرقة، ولكن اليرقة لا تدخل السكون طالما أن الغذاء متوفر والحرارة والإضاءة مناسبين. تنشط الفراشة في درجات الحرارة الأعلى من 7م⁰، وهي ليلية النشاط وتختبئ أثناء النهار في الأماكن المظلمة والمحمية خاصة بين الأوراق. وتضع الأنثى البيض على المجموع الخضري للنبات العائل. وتتراوح الكفاءة التناسلية للأنثى ما بين 250-300 بيضة خلال فترة حياتها وتضع الأنثى البيض على المجموع الخضري للنبات العائل. (على السطح السفلي للأوراق وعلى الساق)، بشكل مفرد أو في مجموعات. يفسس البيض بعد 4-5 أيام من وضعه عن يرقات صغيرة تتغذى بين بشرتي الورقة أو داخل الثمار محدثة أنفاقاً، وتتسلخ اليرقة ثلاثة انسلاخات لتعطي أربعة أعمار يرقية بحيث تستغرق فترة الطور اليرقي 13-15 يوماً لتدخل بطور العذارى في التربة أو بين بقايا النباتات المتساقطة داخل شرنقة حريرية بيضاء وتستغرق فترة التعذر 9-11 يوماً. وتنبثق الحشرات الكاملة من العذارى وتنشط ليلاً بحيث تطلق الإناث الفيرومون الجنسي لتجذب الذكور من أجل حدوث عملية التزاوج. تكتمل دورة الحياة خلال 29 - 38 يوماً حسب الظروف البيئية السائدة. لهذه الحشرة 12 جيل في العام الواحد في الظروف المناسبة و10 أجيال في الظروف الأقل ملاءمة [27،2].

طبيعة الضرر:

يكمن خطر وضرر حشرة حافرة أوراق البندورة طول موسم نمو البندورة وينتقل إلى أماكن التعبئة والتصنيع، حيث تتغذى يرقات هذه الحشرة وتتطور على جميع أجزاء النبات الخضري (الأوراق-الساق-الثمار)، إذ تتغذى اليرقات على النسيج البارانشيمي للأوراق محدثة أنفاق غير منتظمة بين بشرتي الورقة تاركة تجاويف فارغة مغطاة بالبشرة الخارجية للأوراق وتتحول الورقة لاحقاً إلى بقع جافة، وتترك اليرقة مخلفاتها (برازها) في

نهاية الأنفاق التي تصنعها الآفة، كما تمتاز اليرقات بقدرتها على اختراق الساق والبراعم الحديثة محدثة أنفاق بها وخصوصاً منطقة اتصال عنق الورقة مع ساق النبات، وكذلك تهاجم الثمار أثناء تكوينها وتحدث بها أنفاقاً مما يؤدي إلى إصابتها ببعض الفطريات ويؤدي ذلك إلى سقوط الثمار. تسبب الإصابة نقصاً كبيراً في المحصول وتدهوراً في نوعية الثمار ونقلها للممرضات المختلفة عبر الجروح والثقوب التي تسببها على سطح الثمار، كما تفقد الثمار المصابة بشدة صلاحيتها للتسويق، وتصل نسبة الضرر حتى 80% عموماً وأحياناً حتى 100% [8].

مكافحة حشرة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta*:

تم البدء بتطبيق وسائل مكافحة المتاحة وخاصة الكيميائية منها والتي أعطت في البدايات نتائج جيدة في الحد من تكاثر الحشرات وأضرارها. إلا أن قدرة هذه الآفة الحشرية على إعطاء السلالات المقاومة للمبيدات الحشرية كانت سبباً مهماً في تغيير تلك المبيدات بشكل دوري. وتتسم عثة البندورة بكونها من الآفات صعبة المكافحة نظراً لأن يرقاتها تعيش داخل أنفاق تحدثها في القمم النامية وفي الأوراق والثمار، إضافة إلى ما تتميز به من قدرة عالية على التكاثر، وسرعة استثنائية في الانتشار، وقدرة على تطوير المقاومة تجاه المبيدات [21،50].

ونتيجة الآثار السلبية للمبيدات على الإنسان والبيئة فقد اتجهت الأبحاث الحديثة

في مجال مكافحة حشرة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* إلى البحث عن وسائل أخرى تعتمد على المكافحة الحيوية ومنها المستخلصات النباتية، التي تعتبر مصدراً لتخليق المركبات الطبيعية والتي تستخدم كوسائل حيوية في مكافحة الآفات، ويتم البحث حالياً عن العديد من المواد الفعالة الطبيعية والتي لها صفات موجودة في بعض النباتات كمنظمات نمو حشرية (Insect growth regulator) ومثبطات (Inhibitors)،

وطاردات (Repellents) وممانعات للتغذية (Antifeedants)، وبالإضافة إلى استخدامها كسموم عامة ضد الأطوار غير البالغة للحشرات، حيث المكونات الكيميائية لبعض النباتات لها تأثيراً فعالاً [61].

لكي نتجنب الضرر الذي تسببه حشرة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* ينبغي اكتشاف الأعراض باكراً وخاصةً البيض أو الأنفاق الصغيرة التي تحدثها اليرقة ومكافحتها بأحد طرائق مكافحة الحيوية ومنها المستخلصات النباتية.

المستخلصات النباتية:

غالباً ما يكون للمواد الفعالة في النباتات الطبيعية بعض التأثيرات على الحشرات كالتأثيرات الطاردة [20،47] أو المانعة للتغذية أو المانعة لوضع البيض [62] إضافة إلى تأثيرها في بعض الخصائص البيولوجية للحشرات المعاملة مثل معدل النمو ونسبة البقاء على قيد الحياة في مراحلها المختلفة [3]. والتأثير القاتل لليرقات [33،37،53] والتأثير القاتل للبالغات [20]، وهذه المبيدات الحشرية النباتية غير مؤذية للبيئة [36] وغير مؤذية للكائنات الحية الأخرى والبشر [57،58،61].

آلية تأثير المستخلصات النباتية في الحشرات:

أظهرت الدراسات المختلفة أن المستخلصات النباتية تعمل وفق الآليات التالية:

✓ التأثير المانع لوضع البيض والتأثير الطارد:

وفيه يتم التأثير على الجهاز العصبي المحيطي أو الخارجي للحشرة لما تطلقه هذه المواد من روائح لا يشعر بها البشر في حين تكون منفرة للحشرات [40].

وقد أظهرت بعض الدراسات [28] أن المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان
تأثير مانع لوضع البيض عند إناث البعوض *Culex pipiens*.

كما بينت بعض الأبحاث [31] أن المستخلص الإيتانول وإيتر البترول لقشور
الرمان تأثير مانع لوضع البيض عند إناث حشرة *Schistocerca gregaria*.

كما أظهرت بعض الأبحاث [46] أن للمستخلصات النباتية *Thymus*
capitatus و *Ocimum basilicum* و *Laurus nobilis* و *Allium sativum* تأثير
مانع لوضع البيض عند إناث *T. absoluta*.

أشارت بعض الدراسات [35] أن لبعض المستخلصات المائية *Cymbopogon*
citratrus والبصل *Allium sativum* ولزيوت بعض النباتات الكينا *Eucalyptus spp*
والسذاب *Ruta graveolens* والحبق *Ocimum basilicum* واليانسون *Pimpinella*
anisum تأثيراً طارداً ضد حشرة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta*.

✓ التأثير المانع للتغذية:

مانعات التغذية: هي عبارة عن مواد يتم بها الحد من ضرر الآفة عن طريق تجويعها
بالرغم من بقائها على النبات الذي يصبح غير مستساغ للحشرة مما يؤدي لتثبيط تغذيتها
عليه [1]، حيث تستخدم الحشرات المستقبلات الذوقية في تذوق الغذاء وهذه المستقبلات
تلعب دوراً أساسياً في تحديد المواد المانعة للتغذية، إذ تنتج سيالة عصبية مندفة في
العصبونات الذوقية عندما تتنبه النهايات الذوقية بفعل هذه المركبات النباتية وتنتقل
الإشارة إلى الدماغ فيولد نتيجة هذه الإشارة تحوراً في سلوك الحشرة ينتج عنه امتناع
الحشرة عن متابعة التغذي [40].

أكدت بعض الأبحاث [4، 22] التأثير المانع للتغذية للمستخلص المائي لثمار
الأزدרכת تجاه يرقات الطور الأول والثاني والثالث والرابع لجادوب أعشاش الصنوبر،
كما أن لثماره تأثير قاتل تجاه يرقات حشرة *Rhipicephalus microplus*.

وبينت بعض الدراسات [17، 41، 54] أن المواد الكيميائية Azadirachtin و
Limonoids المعزولة من نبات *Azadirachta indica* أظهرت تأثيراً مانعاً للتغذية
ومنظماً للنمو ضد الجراد الصحراوي *Schistocerca gregaria* وديدان ورق القطن
Spodoptera littoralis.

وذكرت بعض الأبحاث [15، 55] أن لأوراق وثمار نبات الأزدרכת تأثيراً
منظماً للنمو ومبيداً لديدان ورق القطن *S. littoralis*.

✓ التأثير السمي:

ويحدث هذا التأثير نتيجة دخول هذه المستخلصات مع الغذاء عبر الفم إلى
الجهاز الهضمي للحشرة ويسبب هضمها اضطراباً في العمليات الخلوية الحيوية
والفيزيولوجية للحشرة [67].

كما تسهم هذه المواد في الحد من قدرة الحشرات على التكيف ومقاومة المبيدات
وذلك نتيجة تأثيرها المتعدد على سلوكها وفيزيولوجيتها. كما تزيد تلك المواد من حساسية
الحشرة للمبيدات [43].

وذكرت بعض الأبحاث [30] أن للمستخلصات المائية لأوراق نبات وأوراق
وثمار نبات الأزدרכת والبصل والثوم تأثيراً قاتلاً ليرقات العمر الثاني لحشرة حافرة أوراق
البندورة *T. absoluta*.

وأظهرت بعض الأبحاث [16] أن للمستخلصات النباتية لأوراق نبات *Piper amalago* و *Piper glabratum* و *Piper mikanianum* و *Piper mollicomum* تأثيراً قاتلاً ليرقات حشرة حافرة أوراق البندورة *Tuta absoluta*.
وبينت بعض الأبحاث [7] أن للمستخلصات النباتية لنبات الدفلة *Nerium oleander* تأثيراً قاتلاً ليرقات البعوض *Culex quinquefasciatus*.

✓ التأثير المنظم للنمو:

منظمات النمو: هي عبارة عن مواد كيميائية تحدث تغييراً في نمو وتطور الحشرات وتعمل على:

أ- إعاقة نمو الأطوار غير البالغة ومنعها من التحول إلى حشرات كاملة [19،18].

وقد أكدت بعض الدراسات [52،32،56] أن مستخلصات نبات النيم سببت إطالة المرحلة اليرقية (منع تطور اليرقات) للبعوض *Culex quinquefasciatus* و *Aedes aegypti* و *Culex pipiens*.

وبينت بعض الدراسات [65،14] أن مستخلص نبات الأزدرخت له الكفاءة العالية للحد من كثافة انتشار حشرات البعوض وأن معظم نباتات فصيلة *Meliaceae* تستخدم كمنظمات نمو للعديد من الآفات الحشرية

كما بينت بعض الأبحاث [24] منع تطور يرقات الطور الأول إلى الطور الثاني للبعوض *Culex pipiens* عندما استخدم نباتات القرنفل *Syzygium aromaticum* والنيم *Azadirachta indica* والحرمل *Rhazya stricta*.

ب- تثبيط تشكيل الكيتين وبالتالي عدم قدرة الحشرة على بناء هيكلها الخارجي بعد عملية الإنسلاخ [19،6].

أكدت بعض الدراسات [39] أن مستخلص نبات النيم والأزدرخت لها تأثير منظم نمو ومانع للانسلاخ للحشرات.

وبينت بعض الدراسات [7، 10، 57] أن المستخلص المائي لأوراق نبات الدفلة يحتوي على مركبات مانعة لتكوين القشرة والتي من المحتمل أن تعمل على منع تكوين القشرة في الأطوار غير البالغة، إذ أن الطور اليرقي المنسلخ يعجز عن بناء قشرة جديدة مما يؤدي إلى هلاك حشرات *Culex pipiens* و *Culex quinquefascitus*.

◆ تتميز منظمات النمو:

- ✓ بالتخصص النوعي [6، 66].
- ✓ تتداخل مع بعض النظم الفيزيولوجية المتخصصة في الحشرات، مما يؤثر على نموها وتطورها وتكاثرها دون غيرها من الكائنات الحية [66].
- ✓ يوجد نوعان من منظمات النمو هي مشابهاة هرمون الشباب (الفتوه) (الصبا) (Juvenile hormone) في الحشرات الذي يتداخل مع عملية الانسلاخ ويؤدي إلى انسلاخ مبكر، ومثبطات تخليق الكايتين Chitin synthesis inhibitor والتي تبدي مستوى عالي من الفعالية في الحد من تكاثر وانتشار الحشرات [42].
- ✓ تتميز مركباتها بنشاطها الإباضي المنخفض وعدم قدرتها على الفعل الإباضي الفوري [42].

لها تأثير فعال في طور معين أو عدة أطوار خلال فترة حياة الحشرة.

مببرات البعث:

نظراً للأهمية الاقتصادية لمحصول البندورة والتفاقم السريع للإصابة بحشرة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* وما تسببه من أضرار بالغة للمحصول، خاصةً أمام المعرفة المحدودة بها في بداية انتشارها، لجأ الإنسان إلى الاستخدام الكثيف للمبيدات الكيميائية للحد من تكاثرها وأضرارها. إلا أن الآثار السلبية للمبيدات على البيئة والإنسان أدت إلى البحث عن وسائل أخرى، فقد قام الإنسان بالبحث عن مواد جديدة مستخلصة من النباتات لمكافحة الحشرات تكون أكثر فعالية وأماناً، وأدت الدراسات السابقة في هذا المجال إلى اكتشاف مواد في النباتات الطبيعية ذات فعالية مدهشة على الحشرات، ولها تأثير كمنظمات نمو حشرية (Insect growth regulator) ومثبطات (Inhibitors) وطارادات (Repellents) ومانعات للتغذية (Antifeedants)، بالإضافة إلى استخدامها كسموم عامة ضد الأطوار المختلفة للحشرات، حيث المكونات الكيميائية لبعض النباتات لها تأثيراً فعالاً كمثبطات للنمو والتناسل وكطاردة وكمانعة لوضع البيض للقضاء عليها بطريقة سليمة وآمنة.

2- أهداف البحث:

هدف هذا البحث إلى:

دراسة التأثير المانع لوضع البيض للمستخلص المائي لفسور ثمار الرمان *Punica granatum* بتركيز مختلفة في منع وضع البيض لإناث عثة البندورة *T. absoluta* لمنع تكاثر هذه الآفة والحد من أضرارها.

3- مواد البحث وطرائقه:

تم إجراء البحث ضمن البيت الزجاجي التابع لكلية العلوم-جامعة حلب، في الفترة الزمنية من بداية شهر نيسان إلى نهاية شهر تشرين الأول لعام 2022.

تم استخدام 100 أصيص لزراعة شتلات نبات البندورة وتضمن كل أصيص خمس شتلات من نباتات البندورة ضمن البيت الزجاجي (ضمن شروط درجة الحرارة التي تراوحت بين 25-35 درجة مئوية ورطوبة من 60-70%).

1- زرع الشتلات:

تم إحضار شتلات نبات البندورة من إحدى الصيدليات الزراعية في مدينة حلب ومن أحد البساتين في منطقة النيرب الواقعة شرق مدينة حلب، وزرعت في أصص في البيت الزجاجي في كلية العلوم-جامعة حلب.

2- جمع حشرة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta*:

تم جمع أوراق بندورة مصابة بالطور اليرقي لحشرة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* من أحد البساتين في منطقة النيرب شرق مدينة حلب (وذلك بفحص كل ورقة من أوراق البندورة) بواسطة علب بلاستيكية طولها 20 سم وعرضها 10 سم وتم إغلاق العلب بإحكام بورق بارافيلم، ومن ثم تقبت العلب بواسطة الدبوس بتقوب صغيرة لتهوية اليرقات، ومن ثم تم عزل اليرقات من أوراق البندورة المصابة وتربيتها في البيت الزجاجي ضمن أقفاس (عدد5) خاصة بتربية الحشرات قياسها (60 × 60 × 60) سم، حاوية على أصص (عدد 4 لكل قفص) لشتلات البندورة في كلية العلوم-جامعة حلب.

وبعد ذلك تم التعرف على حشرة *T. absoluta* بالاعتماد على بعض الصفات الشكلية لليرقات (وجود رأس اسود) والحشرة البالغة (كقرون الاستشعار الخيطية والملماس الشفوي ووجود بقع سوداء على الأجنحة الأمامية) باستخدام المفتاح التصنيفي [64]، 13، 63، 26].

3- تحضير المستخلص النباتي:

تم جمع كمية من ثمار الرمان وغسلت وجففت بالظل حتى ثبات الوزن ومن ثم تم تحضير المستخلص المائي منها، واستخدمت طريقة الاستخلاص المائي [11] في درجة حرارة الغرفة للحصول على المستخلص النباتي المائي وذلك وفق الخطوات التالية:

- 1- طحن 100 غ من قشور ثمار الرمان الجافة بشكل ناعم جداً بواسطة مطحنة كهربائية (الخلاط الكهربائي).

- 2- ثم نقل المسحوق إلى دورق مخروطي زجاجي سعة 2 ل وتم إكمال الحجم إلى لتر واحد من الماء المقطر وحرك المزيج باستخدام الخلاط لمدة ساعة وبدرجة حرارة المختبر.

- 3- بعد ذلك رشح المحلول بورق الترشيح ذات حجم وسط وقطر 15 سم ومسام 100 ميكرو متر وعلامة تجارية Sartorius filters.

- 4- استخدم جهاز الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة/ دقيقة لمدة 15 دقيقة لتفيل المستخلصات.

- 5- تم الحصول على مستخلص نباتي رائق أساس تركيزه 10% W/V (100 غ قشور ثمار الرمان/1000 مل ماء مقطر).

6- ومن هذا المحلول تم تحضير التراكيز المختلفة وذلك بتخفيفها بالماء (2%، 4%، 6%، 8%، 10).

4- طريقة دراسة التأثير المانع لوضع البيض للمستخلص النباتي:

تم دراسة تأثير المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان *P. granatum* لمنع وضع البيض عند إناث *T. absoluta* وذلك بإدخال 6 أطباق بتري (كان قد احتوى كل طبق على أوراق البندورة (3 أوراق لكل طبق) وقد تم معاملة 5 أطباق منها بالتراكيز الخمسة (2% و 4% و 6% و 8% و 10%) للمستخلص المائي لقشور ثمار الرمان *P. granatum* (وذلك بنقع أوراق البندورة بالمستخلص لمدة دقيقة لكل تركيز على حدا ومن ثم وضع الأوراق المعاملة بالمستخلص لكل تركيز في أطباق (عدد5) كل طبق يحتوي على أوراق بندورة معاملة بأحد التراكيز الخمسة)، أما الطبق السادس فقد احتوى أوراق بندورة غير معاملة بالتراكيز المذكورة كمجموعة شاهدة) إلى قفص تربية حشرة حافرة أوراق البندورة *T. absoluta* الذي احتوى على 20 فرد بالغ لكل من ذكور وإناث *T. absoluta* التي تم جمعها من البيت الزجاجي ووضع محلول سكري 10% لتغذية الحشرة البالغة، ومن ثم تم مراقبة عدد البيوض التي وضعتها إناث عثة البندورة وذلك بالعد المباشر للبيض بعد 24 ساعة [23] (وقد تم التأكد من فترة وضع البيض من خلال تربية الحشرة ومراقبة أطوارها) وقد كررت التجربة ثلاث مرات لكل تركيز (وقد كان كل مكرر في طبق مستقل وكل معاملة بمكرراتها في قفص تربية مستقل) للحصول على القيمة المتوسطة وحسبت النسبة المئوية لمتوسط عدد البيض الموضوع:

النسبة المئوية للتأثير المانع لوضع البيض = (العدد بالشاهد - العدد بالمعاملة) / العدد بالشاهد) × 100. [23، 48].

5- التحليل الإحصائي للنتائج:

أجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS وقد استخدم تحليل التباين ANOVA، وعند العثور على فرق معنوي عند مستوى الدلالة 0.05 بين النتائج تم أيضاً تطبيق دالة أقل فرق معنوي (Least significant difference (LSD) لتحديد النتائج التي يوجد بينها اختلاف.

4- النتائج والمناقشة:

تأثير المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان *P. granatum L* لمنع وضع البيض عند إناث *T. absoluta L*:

أوضحت النتائج أن المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان أبدى تأثيراً قوياً على منع وضع البيض وخاصةً عند التركيز 10% إذ أن إناث *T. absoluta* قد وضعت البيض في التركيز (2%) بنسبة (33.33%)، وفي التركيز (4%) بنسبة (48.88%)، وفي التركيز (6%) بنسبة (74.44%)، بينما في التركيز (8%) فقد بلغت النسبة (88.88%) بعد 24 ساعة، أما في التركيز 10% فلم تضع أي بيضة، وبالتالي فإن التركيز 10% لمستخلص قشور الرمان أكثر فعالية من بقية التراكيز فقد أظهر تأثيراً مانعاً لوضع البيض أكثر من بقية التراكيز وهذا ما أكدته نتائج التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS وباستخدام معامل تحليل التباين ANOVA، أن هناك فرق معنوي بين التراكيز الخمسة (2%، 4%، 6%، 8%، 10%) للمستخلصات المدروسة عند مستوى دلالة 0.05، حيث بلغت القيمة الاحتمالية $p=0.000 > 0.05$ وبالتالي هناك فروق معنوية بين التراكيز المستخدمة للمستخلصات وبالتالي نطبق دالة أقل فرق

دراسة تأثير المستخلص المائي لثمار الرمان *Punica granatum L* في منع وضع البيض عند إناث عثة البندورة (*Tuta absoluta* (MEYRICK) (Lepidoptera: Gelechiidae)

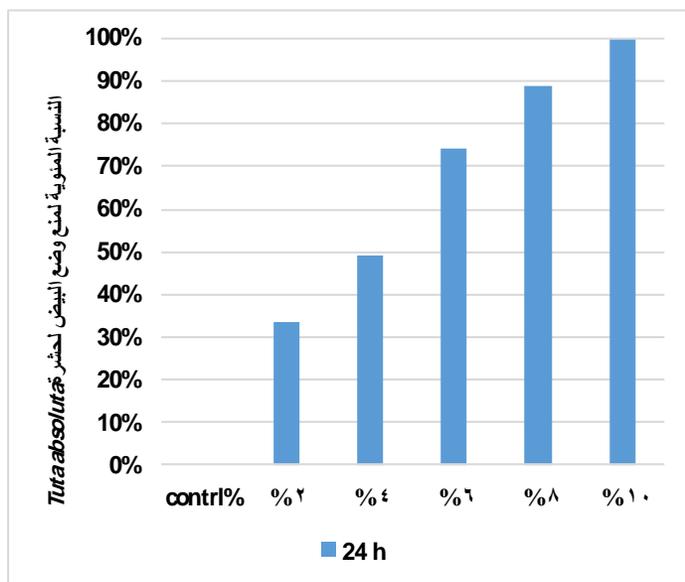
معنوي (Least significant difference (LSD) لتحديد التراكيز التي يوجد بينها اختلاف للمستخلصات المدروسة، وقد وجد أن التركيز 10% أكثر فعالية من بقية التراكيز يليه التركيز 8% ويليه التركيز 6% ثم التركيز 4% والتركيز 2%، حيث بلغت القيمة الاحتمالية $p=0.000 > 0.05$. الجدول رقم (1) و(2) والمخطط رقم (1).

الجدول رقم (1) يبين التأثير المانع لوضع البيض للمستخلص المائي لثمار الرمان بتراكيزه الخمسة مع تكررات كل تركيز (3 مرات لكل تركيز) عند إناث عثة البندورة *T. absoluta* بالمقارنة مع الشاهد

| 24 ساعة | | | الأيام |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| عدد البيض | عدد البيض | عدد البيض | التراكيز |
| 5 | 5 | 8 | 2% |
| 4 | 4 | 6 | 4% |
| 2 | 2 | 3 | 6% |
| 0 | 0 | 1 | 8% |
| 0 | 0 | 0 | 10% |
| 8 | 9 | 10 | %Control |

الجدول رقم (2) يبين التأثير المانع لوضع البيض للمستخلص المائي لبقشور ثمار الرمان بتركيزه الخمسة (متوسط عدد البيض والانحراف المعياري والنسبة المئوية لكل تركيز) عند إناث عثة البندورة *T. absoluta* بالمقارنة مع الشاهد

| 24 ساعة | | الأيام التركيز |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| النسبة المئوية لمنع وضع البيض | متوسط عدد البيض ± الانحراف المعياري | |
| %33.33 | 6 ± 1.73 | %2 |
| %48.88 | 4.6 ± 1.15 | %4 |
| %74.44 | 2.3 ± 0.57 | %6 |
| %88.88 | 0.3 ± 0.57 | %8 |
| %100 | 0 ± 0 | %10 |
| %0 | 9 ± 1 | %Control |
| P=0.000<0.05 | | تحليل التباين |
| P=0.000<0.05 | | LSD |



المخطط (1) يبين التأثير المانع لوضع البيض للمستخلص المائي لبقشور ثمار الرمان بتركيزه الخمسة عند إناث عثة البندورة *T. absoluta* بالمقارنة مع الشاهد

وقد اتفقت نتائجنا مع بعض الأبحاث [44] التي أشارت إلى دور المستخلص المائي لنبات الدفلة والزيتون والغار في منع وضع البيض عند إناث *T. absoluta* بنسبة 100% عند التركيز 10%.

وقد بينت بعض الدراسات [28] أن المستخلص المائي لقشور ثمار الرمان تأثير مانع لوضع البيض عند إناث البعوض *Culex pipiens*.

وقد ذكر [38] أن للمستخلص المائي لأوراق نبات الدفلة *Nerium oleander* تأثيراً مانعاً لوضع البيض عند إناث البعوض *Culex tritaeniorhynchus* و *Culex gelidus* بنسبة 100%.

ويعود سبب التأثير المانع لوضع البيض للمستخلصات النباتية إلى احتواء النباتات على مركبات ثانوية قلويدية وفينولية وتربينية وغيرها تعمل كمواد طاردة تؤدي إلى تثبيط عملية وضع البيض ونسبة الفقس وفي عملية الانسلاخ الأطوار اليرقية وهلاك البالغات [5] و [25].

5- الاستنتاجات:

1- بينت هذه الدراسة أن للمستخلص المائي لقشور ثمار الرمان بتركيز 10% تأثيراً مانعاً في وضع البيض عند إناث عثة البندورة *T. absoluta*.

6- المراجع:

1. أحمد، إيمان بدوي مرسى؛ سلامة، رمضان عبد القادر؛ عبد الفتاح، محمد عبد الوهاب؛ إبراهيم، عبد العزيز محمود؛ حميده، ابتسام عبد المنعم؛ العسراوي، صلاح عبد الله؛ 2014 - الحشرات الاقتصادية.
2. أرشيد، فراس؛ 2012 - حافرة أنفاق البندورة *Tuta absoluta*. الادارة العامة للإرشاد والتنمية الريفية في فلسطين.
3. الحاج إسماعيل، إباد يوسف؛ 2009 - الإدارة المتكاملة للآفات الحشرية. قسم علوم الحياة، كلية التربية- جامعة الموصل.
4. زكور، عفاف؛ 2013 - تأثير بعض المستخلصات النباتية على يرقات جادوب أعشاش الصنوبر. رسالة ماجستير - جامعة حلب.
5. سليمان، أمل كمال؛ 2016. - تأثير بعض مساحيق التوابل في مكافحة بالغات خنفساء الطحين الصدئية الحمراء *Tribolium castaneum* (Herbest) Coleopteran: Tenebrionidae. مجلة تكريت للعلوم الصرفة، 21 (5).
6. الشفيق، حمدتو عبد الفرغ؛ عبد المولى، عوض الله عبدالله؛ 2007 - بدائل المبيدات الكيميائية وآفاق استخدامات التقانة الحيوية في مكافحة الآفات. قسم وقاية المحاصيل - كلية الزراعة- جامعة الخرطوم.
7. صالح، ثائر عبد القادر؛ الفهداوي، طارق محمد؛ ذاکر، عبد علي؛ 2010 - التأثيرات التراكمية وغير التراكمية للمستخلصات المائية وبعض مستخلصات المذيبيات العضوية لنبات الدفلة على يرقات بعوض *Culex quinquefasciatus*. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد (8)، العدد (4).
8. عبد الجليل، فاروق عبد القوي؛ 2014 - النشرة البيئية لكلية الزراعة. جامعة أسيوط، العدد الخامس.

9. محمد موسي، جهاد؛ 2015- الدليل الإسترشادي لإدارة حافرة الطماطم *Tuta absoluta*. معهد وقاية النباتات - مركز البحوث الزراعية - جمهورية مصر العربية، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، المكتب الإقليمي للشرق الأدنى وشمال إفريقيا، القاهرة، عدد الصفحات:90.

10. ناطور، مرام؛ 2014- تأثير بعض المستخلصات النباتية على الخصائص البيولوجية للبعوضة العادية (*Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) رسالة ماجستير - جامعة حلب.

11. ADIL, B; TARIK, A; ABDERRAHIM, K; KHADIJA, O; 2015 - Evaluation of the Insecticidal Effect of the Essential Oil of *Cinnamomum zeylanicum* Against *Tuta absoluta* (Meyrick). International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 4, Issue 9, September. ISSN(Online) :2319-8753

12. Al-Rawahi ,A. S., Giles ,E., Mohammed Al-Sibani,G., AlThani, A. S., Al-Harrasi and Mohammed ,S.R; 2014 - Phenolic Constituents of Pomegrana Peels (*Punica granatum L.*) Cultivated in Oman European Journal of Medicinal Plants ,4(3):315-331.

13. BADAOU, M.I; AND BERKANI, A; 2011 -Morphologie comparaison des appareils énitaux de deux especes invasives *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 *Phthorimaea operculella* Zeller 1873 (Lepidoptera: Gelechiidae). Entomologie faunistique – Faunistic Entomology (2010) 63 (3), 191-194.

14. BANCHIO, E; VALLADARES, G; DEFAGO, M; PALACIO, S.S; CARPINELLA, C; 2003 - Effects of *Melia azedarach* (Meliaceae) fruit extracts on the leaf miner *Liriomyza haidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): assessment in laboratory and field experiments. Annals of Applied Biology, 143: 187-193.

15. BOHNENSTENGEL, F.J.V; WRAY, L; WRITE, R.P; SRIVASTAVA AND PROKACH, P; 1999 - Insecticidal Meliasecarpins (C-seca limonoids) from *Melia azedarach*. Phytochemistry, 50: 977-982.

16. BRITO, E. F. D; BLADIN, E. L. L; Silva, R. D. C. M; Ribeiro, L. D. P; Vendramin, J. D; 2015 - Bioactivity of *Piper* extracts on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato. Pesq. agropec. Bras, Brasília, v.50, n.3, p.196-202.
17. CHAMPAGNE, D.E; ISMAN, M.B; TOWERS, G.H.N; 1989 - Insecticidal activity of phytochemicals and extracts of the Meliaceae. In: Arnason JT, Philogene BJR, Morand P (eds) Insecticides of plant origin, vol. 387. Amer. Chem.Soc. Symp. Ser. Washington DC, USA, pp: 95–109.
18. CHANDLER, L.D; PAIR, S. D; Harson, W. E; 1992 - A new insect growth regulator active against corn earworm and fall army worm. *J. Econ. Entomology* (85): 1988 :1003.
19. CHARMILLT, P.J; GOURMELOM, A; FABRE, A. L; PASAQUIER, D; 2001 - Ovicidal and larvicidol effectiveness of several growth inhibitors and regulators on the colding moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Apple Entomol.* 125(3):147-153.
20. CHOOCHOTE, W; TUETUN, B; KANJANAPOTHI, D; 2004 - Potential of crud seedextract of celery *Apium graveolens* L against the mosquito *Aedes aegypti* (L) (Diptera: Culicidae). *J. vector Ecol*, 29: 340-346.
21. DESNEUX, N., E. WAJNBERG, K.A.G. WYCKHUYS, G. BURGIO, S. ARPAIA, C.A. NARVÁEZ-VASQUEZ, J. GONZÁLEZCABRERA, D.C. RUESCAS, E. TABONE AND F. FRANDON. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83: 197-215.
22. DESOUSA, L.A; SOARES, S.F; Pires, H.B. J; 2008 - Evaluation of efficacy of ripe and unripe fruit oil extracts of *Melia azedarach* against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Rev Bras Parasitol Vet*, 17: 36–40.
23. ELANGO, G; BAGAVAN, A; KAMARAJ, C; ABDUZ ZAHIR, A; ABDUL RAHUMAN, A; 2009 -Oviposition-deterrent, ovicidal, and repellent activities of indigenous plant extracts against *Anopheles subpictus Grassi* (Diptera:

- Culicidae). Published online: 26 August, Parasitol Res, 105:1567–1576.
24. ELHAG, E.A; EL NADI, A.H; ZAITOON, A.A; 1999 - Toxic and growth retarding effects of three plant extracts on *Culex pipiens* larvae (Diptera: Culicidae). Phytother Research, 13: 388-392.
 25. EL-LAKWAH, F. A; KHALED, O. M; DARWISH, A.A; 1993 - Laboratory studies on the toxic effect of some plant seed extracts on some stored product insects. Annals of Agric. Sc. Moshtohor. 31(1): 593-602.
 26. EPPO; 2005 - Datasheet on quarantine pests (*Tuta absoluta*). OEPP/EPPO Bulletin 35: 434- 435.
 27. ESTAY, P; 2000 - Polilla del Tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) Informativo09. Accesed 2 Feb.
 28. FARAG, S.M; HUSSEIN, M.A; HAFEZ, S.E; KHALED, A.S; KAMEL, O.M; ZYAAN, O.H; 2021 - Larvicidal, biological, and histopathological alterations induced by pomegranate peel extract, *Punica granatum* against *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae). *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Zoology Department*, Faculty of Science, Ain Shams University, Cairo, Egypt. ISSN 1110 – 6131 Vol. 25(2): 139 – 161.
 29. GARZIA, G.T; SISCARO, G; BIONDI, A; ZAPPALÀ, L; 2009- "*Tuta absoluta*, a South American pest of tomato now in the EPPO region: biology, distribution and damage", EPPO Bull., 42(2), 205-210.
 30. GHANIM, N. M; GHAMI, S. B. A; 2014 - Controlling *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) by aqueous plant extracts. *Life Science Journal*, 11(3).
 31. GHONEIM, K; AL-DALY, A; AMER, M; MOHAMMAD, A; KHADRAWY, F; MAHMOUD, M.A; 2014 - Disruptive effects of pomegranate *Punica granatum* Linn. (Lythraceae) extracts on the reproductive potential of desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Orthoptera: Acrididae). *Entomology and Applied Science Letters*, 2014, 1, 1:1-10.
 32. GUNASEKARAN, K; VIJAYAKUMAR, T; KALYANASUNDARAM, M; 2009 - Larvicidal and emergence

- inhibitory activities of Neem Azal T/S1.2 percent EC against vectors of malaria, filariasis and dengue. *Indian J. Med Res*, 130: 138-145.
33. **HALAWA, S.M; 2001** - Studies on the use of some plant extracts as factors in pest management. (Ph.D Thesis - Faculty of Agriculture, Moshtohor Zagazig University, Benha Branch).
34. **HECTOR VARGAS, C., 1970** - "Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta*. (Meyrick). (Lep. Gelechiidae)", Idesia Depto. Agricultura, Universidad del Norte-Arica. Agosto, N° 1.
35. **HUSSEIN, N. M; HUSSEIN, M. I; HAK, S. H., SHAALAN, H. S., HAMMAD, M. A; 2015** - Effect Of two plant extracts and four aromatic oils on *Tuta absoluta* population and productivity of tomato cultivar gold stone. *J. Plant Prot, and Path, Mansoura Univ.*, Vol. 6 (6): 969 – 985.
36. **JACOBSON, M; 1975** - Insecticides from plants: a review of the literature, agricultural and book. Washington, U.S. Dep. Agriculture, v. 138, p: 1954-1971.
37. **KHATER, H.F; 2003** - Biocontrol of some insects. (Ph.D Thesis - Fac. Vet. Med, Moshtohor, Zagazig Univ. Benha Branch).
38. **KUMAR, G; KARTHIK, L; RAO, K.V.B; KIRTHI, A.V; RAHUMAN.A; 2012** - Phytochemical composition and mosquito controlling property of *Nerium oleander* leaves (Apocynaceae) against *Culex tritaeniorhynchus* and *Culex gelidus* (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 1-6.
39. **LEE, M.S; KLOCKE, J.A; BARNBYM, M.A; YAMASAKI, R.B; BALANDRIN, M.F; 1991** - Insecticidal constituents of *Azadirachta indica* (Meliaceae). Pages: 293-304 In: Naturally occurring Pest Bioregulators. P. A. Hedin(Editor). American Chemical Society Symposium, series No. 449.
40. **MENDEL, M.J; ALFORD, A.R; RAJAB, M.S; BENTLEY, M.D; 1991** - Antifeedant effects of citrus limonoids differing in ring structure on Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae. *J. Econ Entomol*, 84(4): 1158-1162.
41. **MORDUE, A.J; SIMMONDS, S.J.M; LEY, V.S; BLANEY, M.W; MORDUE, W; NASIRUDDIN, M; NISBET, J.A; 1998** -

Actions of azadirachtin, a plant allelochemical against insects. Pestic Sci 54: 277–284.

42. **MULLA, M.S; 1991** -Insect growth regulator for the control of mosquito pest and disease vectors. *Chinese J. Entomol. Spec. Publ.* 6: 81– 91.
43. **MURRAY, K.D; ALFORD, A.R; GRODEN, E; DRUMMOND, F.A; STORCH, R.H; BENTLEY, M.D; SUGATHAPALA, P.M; 1993** - Intractive effects of an antifeedant used with *Bacillus thuringiensis* var. sandiego delta endotoxin on Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ, Entomol*, 86(6): 1793-1801.
44. **NATOUR, M; KAROOM, M; 2017** – The effect study of oviposition deterrent of some plant aqueous extracts of moth tomato females *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of King Abdulaziz University*. Vol. 29, No. 2.
45. **NOTZ, A.P; 1992** - Distribution of eggs and larvae of *Scrobipalpula absoluta* in potato plants. *Revista de la Facultad de Agronomia (Maracay)* 18: 425-432.
46. **PINTO, M; VELLA, L; AGRO, A; 2022-** Oviposition deterrence and repellent activities of selected essential oils against *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae): laboratory and greenhouse investigations. *International Journal of Tropical Insect Science*.
47. **PRAKASH, A; BHATTACHARYA, D.R; MOPHAPATRA, P.K; MAHANTA, J; 2000** - Preliminary field evolution of repellent action of neem oil in Assam against two mosquito vectors of Japanese encephalitis. *J. paras. Dis*, 24: 221-222.
48. **RAJKUMAR, S; JEBANESAN, A; 2009** - Larvicidal and oviposition activity of *Cassia obtusifolia* Linn (Family: Leguminosae) leaf extract against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res*, **104(2)**: 337–340.
49. **ROBERTO CAMPOS, G., 1976** - “Control químico del "minador de hojas y tallos de la papa" (*Scrobipalpula absoluta* Meyrick) en el valle de cañete”. *Revista Peruana de Entomología*. Vol. 19, n° 1.
50. **RODITAKIS, E., E. VASAKIS, M. GRISPOU, M. STAVRAKAKI, R. NAUEN, M. GRAVOUIL AND A. BASSI.**

2015. First report of *Tuta absoluta* resistance to diamide insecticides. *Journal of Pest Science*, 88(1): 9-16.
51. **RUSSELL IPM LTD; 2009-** *Tuta absoluta* information network-News. Russell IPM Ltd. Accessed May 16.
52. **SAGAR, S.K; SEHGAL, S.S; 1997** - Toxicity of neem seed coat extract against mosquitoes. *Indian J. Entomol*; 59(2): 215-223.
53. **SALEH, E.H; 1995** - Effect of some botanical extracts as potential insecticides for the control of some mosquitoes in Egypt. (Ph. D. degree - Dep. Entomol, Fac.Sci. Cairo Univ., Egypt).
54. **SCHAAF, O; JAVIS, A.P; VANDERESCH, S.A; GIAGNACOVO, G; OLDHAM, N.J; 2000** - Rapid and sensitive analysis of azadirachtin and related triterpenoids from Neem (*Azadirachta indica*) by high-performance liquid chromatography Atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 21: 89-97.
55. **SCHMIDT, G.H; REMBOLD, H; AHMED, A.A.I; and Breuer, A.M. 1998** - Effect of *Melia azedarach* fruit extract on juvenile hormone titer and protein content in the hemolymph of two species of noctuid lepidopteran larvae (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). *Phytoparasitica* 26, 283-291.
56. **SINGH, S; 1996** - Growth regulatory effects of neem extracts on *Culex quinquefasciatus*. *Indian J. Entomol*, 58(1): 22-26.
57. **SIVAGNANAME, N; KALYANASUNDARAM, M; 2004** - Laboratory evaluation of methanolic extract of *Atlantia monophylla* (Family: Rutaceae) against immature stages of mosquitoes and non-target organisms. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 99(1): 115-118.
58. **SU, T; MULLA, M.S; 1998** - Ovicidal activity of neem products (Azadirachtin) against *Culex tarsalis* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *J. Am Mosq Cont Assoc*, 14:204-209.
59. **SUINAGA, F.A; PICANCO, M; JHAM, G.N; BROMMONSCHENKEL, S.H; 1999** - Chemical resistance of *Lycopersicon peruvianum* (L.) to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *An Soc Entomol Brazil* 28:313-321.

60. SUN R.; SACALIS J.N.; CHIN C.K. AND STILL C.C; 2001 - Bioactive aromatic compounds from leaves and stems of *Vanilla fragrans*, *J. Agric. Food Chem.*, 49: 51-61.
61. SUN, L, DONG, H; GUO, C; 2006 - Larvicidal activity of extracts of *Ginkgo biloba* exocarp for three different strains of *Culex pipiens pallens*. *J. med. Entomol*, 43: 258-261.
62. TILAK, R; GUPTA, M.V; SURYAM, M.V; YADAV, J.D; GUPTA, B.K; 2005 - A laboratory investigation into oviposition responses of *Aedes aegypti* to some common household substances and water from conspecific larvae. *Med. J. Armed Forces India*, 61: 227-229.
63. TOSEVSKI, I; JOVIC, J; MITROVIC, M; CVRKOVIC, T; 2011- *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae): a New Pest of Tomato in Serbia. *Institute for Plant Protection and Environment, Department of Plant Pests, Banatska 33, 11080 Belgrade, Serbia*. *Pestic. Phytomed.* (Belgrade), 26(3), 197-204.
64. TRAN VINH, L; 1997- Morphologie des pieces genitales nervation alaire des principales pyrales foreurs du riz en Cote d'Ivoire. Description de quelques hymenopteres parasites. Cahiers ORSTOM, série Biologie 12, p. 29-45
65. WANDSCHEER, C.B; DUQUE, J.E; DASILVA, M.A.N; FUKUYAMA, Y; WOHLKE, J.L; ADELMANN, J; FONTANA, J.D; 2004 - Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*. *Toxicon*, 8: 829-835.
66. WILLIAMS, C.M; 1967 -Third generation pesticides *Sci. Am.* 217: 13-17.
67. WRIGHT, J.R; 1976 - Antifeedants, in W.W. Kilogre and R.L. Doutt [Eds.] *Pest Control Biological, Physic Al and selected chemical methods*. Academic press, New York London, pp: 287-293.

اصطناع ودراسة البنية البلورية والخواص المغناطيسية للمركب $Sm_2SrCoFeO_7$ المنتهي لسلسلة ردلسدين و بوبر (Ruddlesden-Popper) عند $n=2$

د. منار غسان حسن علوم تشرين

ملخص

تم اصطناع أكسيد جديد من سلسلة ردلسدين وبوبر (Ruddlesden-Popper) بطريقة سول جل (sol-gel) وتم توصيفه بنيويا في الجملية Sm-Sr-Co-Fe-O. تظهر تقاننا حيود الأشعة السينية (XRD) والمجهر الإلكتروني (HRTEM¹) و-ABF STEM²) أن الاكسيد $Sm_2SrCoFeO_7$ يقع ضمن سلسلة ردلسدين وبوبر من اجل $n=2$ و يتبلور في النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر الفراغي P_{42}/mnm الموافق للنموذج البنيوي للمركب Eu_2SrFeO_7 . ان السمة الأساسية لهذا الاكسيد هي وجود طبقتين متصلتين من نوع Co/Fe متوضعة على شكل ثماني الوجوه تفصل بينهما ذرات Sm. يظهر الاكسيد $Sm_2SrCoFeO_7$ عند درجة حرارة أقل من (200 كلفن) ظاهرتين مغناطيسيتين مختلفتين الأولى توافق ظهور سلوك فيرومغناطيسي عند الدرجة (200 ~ كلفن)، بينما الثانية تظهر سلوك من نوع Spin Glass³ عند درجة حرارة منخفضة (60 ~ كلفن)

كلمات مفتاحية: الاشعة السينية، المجهر الالكتروني، ردلسدين بوبر، سبين كلاس

¹ HRTEM, (High Resolution Transmission Electron Microscopy)

² ABF-STEM (Annular Bright-Field Scanning Transmission Electron Microscopy)

³ Spin Glass are a mixture ferromagnetic bonds and antiferromagnetic bonds

*Synthesis and study of the crystalline structure
and magnetic properties of Ruddlesden-Popper
series $n=2$ $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ compound*

ABSTRAC

A new oxide of the Ruddlesden–Popper series has been synthesized by the sol–gel method and structurally characterized in the Sm–Sr–Co–Fe–O system. X–ray diffraction and electron microscopy (HRTEM and ABF–STEM) show that the oxide $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ constitutes the $n=2$ member of a homologous series of the tetragonal system of the P_{42}/mm space group of $\text{Eu}_2\text{SrFeO}_7$ crystal model. The essential feature of which is the existence of two connected Co/Fe octahedral layers, separated by Sm atoms. Below 200 K the tittle material presents two different magnetic phenomena. The first one corresponds to the formation of ferromagnetic interactions (~ 200 K), whereas at lower temperature (~ 60 K) a spin glass state occurs.

Keywords: X–Rays, Electronic Microscope, Ruddlesden–Popper, Spin Glass

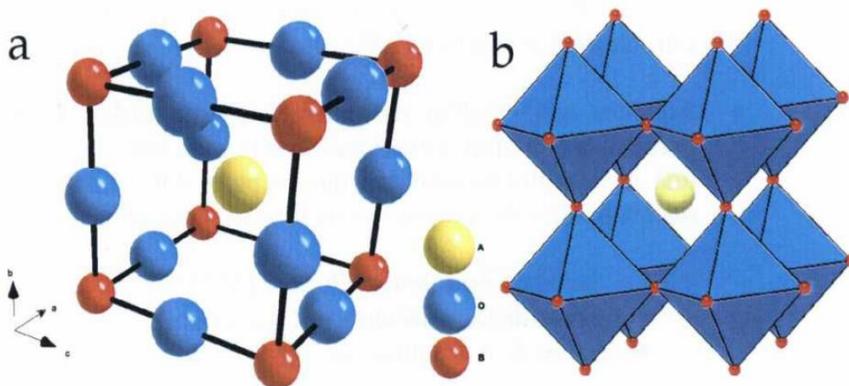
1. مقدمة

شغلت أكاسيد المعادن الانتقالية حيزا كبيرا من اهتمام الابحاث العلمية الدولية في العقود الأخيرة، نظراً لارتباط هذه المواد بأهم التطورات العلمية في مجال كيمياء وفيزياء الحالة الصلبة وبشكل خاص الأكاسيد المختلطة من عائلة البيروفسكايت والبنى البلورية المشتقة منها لما تتمتع به هذه الاكاسيد من خواص مهمة ومن حيث التطبيقات التكنولوجية المحتملة ولكن في السنوات الاخيرة كان هناك حدثان أعادا الاهتمام العلمي بدراسة الخواص المغناطيسية والنقل الكهربائي لهذه المواد حيث تم اكتشاف الموصلية الفائقة عند درجات الحرارة العالية لأكاسيد النحاس المختلطة ذات البنية المشتقة من بنية البيروفسكايت من قبل جورج بيدنورز و أليكس موليري (Georg Bednorz and Alex Muller) في عام 1986 [1]، ومؤخرا تم اكتشاف القيم الكبيرة للمقاومة المغناطيسية السالبة في البيروفسكايت لأكاسيد المغنيزيوم بتكافؤات مختلطة من قبل فون هيلمولت وآخرين (Von Helholt et al) عام 1993 [2].

تعتبر المركبات التي تنتمي لسلسلة رادلسدين وبوبر (Roddlesden – Popper) من الاكاسيد المعدنية التي شغلت حيزا كبيرا من الاهتمام في مجال الكيمياء الصلبة والفيزياء لما تتمتع به هذه المركبات من خصائص فيزيائية مهمة مثل العزل الكهربائي [3] $Sr_{n+1}Ti_nO_{3n+1}$ والموصلية الفائقة [4] $Sr_{n+1}Ru_nO_{3n+1}$ والمقاومة المغناطيسية [5] $Sr_{n+1}Mn_nO_{3n+1}$

حيث ان بنية المركبات المنتمة لسلسلة رادلسدين وبوبر مشتقة من بنية البيروفسكايت التي يمكن وصف بنيتها المثالية بالصيغة ABO_3 على أنها بنية بلورية مكعبية تتشكل بتواجد أيونات B في مركز ثمانية الوجوه التي ترتبط مع بعضها البعض عن طريق الرؤوس بينما تتواجد ايونات A في مركز متعدد الوجوه الشكل (1-b) وكما هو موضح

في الشكل (1-a) ايونات B تتواجد في رؤوس المكعب وايونات A تتواجد في مركز المكعب بينما ايونات الأوكسجين تتواجد في منتصف اضلاع المكعب. نلاحظ أن الأيون B ذو العدد التناسقي (التساندي) المساوي لستته، والأيون A ذو عدد تساندي مساوي للعدد 12 بواسطة أيونات الأوكسجين. وبالتالي فإن البنية البلورية لهذه المركبات تتألف من ثمانية الوجوه $[\text{BO}_6]$ التي تشترك في الرؤوس في توضع مكعب، مع أيونات A في الفراغات المكعبية لثمانيات الوجوه [6-7-8].



الشكل (1) : البنية المثالية للبيروفسكايت ABO_3

هناك مجموعة كبيرة ومتنوعة من البنى البلورية المشتقة من بنية البيروفسكايت والتي يمكن تقسيمها إلى مجموعتين [9,10]:

- البنى البلورية التي تتشكل بسبب وجود شواغر كاتيونية، خاصة في المواقع A (على سبيل المثال، البرونز $(\text{A}_{1-x}\text{BO}_3)$ ، وأحياناً في المواقع B (على سبيل المثال، البنى البلورية من النوع (K_2PtO_6) أو الشواغر الأيونية والتي يمكن أن تكون عشوائية أو مرتبة والتي ينتج عنها بنى بلورية مضاعفة $\text{A}_2\text{B}_2\text{O}_7$ (على سبيل المثال بنية Brownmillerite $\text{ABO}_{3-\alpha}$).

• البنى البلورية التي تتشكل بالنمو المنتظم للبيروفسكايت مع بنى بلورية أخرى ينتج عنها سلاسل مختلفة من المركبات، حيث ان كل هذه البنى البلورية لديها أبعاد أقل من البنية البلورية للبيروفسكايت، و الصيغ العامة لهذه المركبات هي:

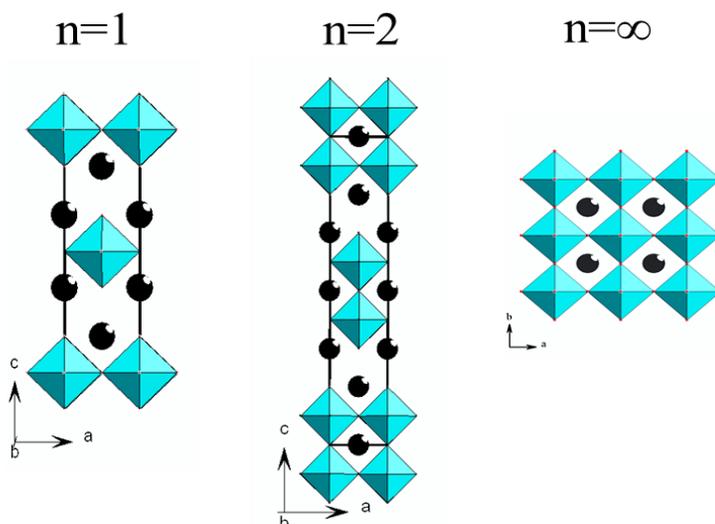
سلسلة رلدسن-بوير Ruddlesden-Popper $(AO)(ABO)_n, 1 \leq n \leq \infty$

سلسلة ديون-جاكوبسون Dion-Jacobson $A(A_{n-1}BnO_{3n+1}), 1 \leq n$

سلسلة أوريفيلوس Aurivillius $(Bi_2O_2)(A_{n-1}BnO_{3n+1}), 1 \leq n$

حيث ان A هو كاتيون ذو نصف قطر كبير نسبيا و B كاتيون ذو نصف قطر صغير نسبيا كما هو الحال في البنية البلورية للبيروفسكايت.

سنركز في هذا العمل على دراسة مركبات سلسلة رلدسين وبوير ذات الصيغة العامة $(AO)(ABO_3)_n$ [11]. تتميز أفراد عائلة رلدسين وبوير بنيويًا بنمو طبقات البيروفسكايت المكونة من n من ثمانية الوجوه $[BO_6]_n$ على طول المحور البلوري c والتي تظهر مفصولة بطبقات ذات بنية من نوع كلوريد الصوديوم $[A_2O_2]$ ، وبالتالي ينتج لدينا سلسلة من المركبات التي تنتمي لعائلة رادلدين وبوير $(AO)(ABO_3)_n$ ، من اجل $n=1$ نحصل على المركبات A_2BO_4 ، و $n = 2$ المركبات $A_3B_2O_7$ ، وما إلى ذلك، كما هو موضح في الشكل (2-a) و (2-b) وعندما $n=\infty$ نحصل على البنية البلورية للبيروفسكايت الشكل (2-c)



الشكل (2): يوضح البنية البلورية للمركبات المنتمية لسلسلة ردلستين و بوير على طول المحور c

إن وجود المستويات $[\text{A}_2\text{O}_2]$ تشبه التشكل ثلاثي الأبعاد لبنية البيروفسكايت ويعطي ثلاث خصائص مهمة لهذه المركبات [12]:

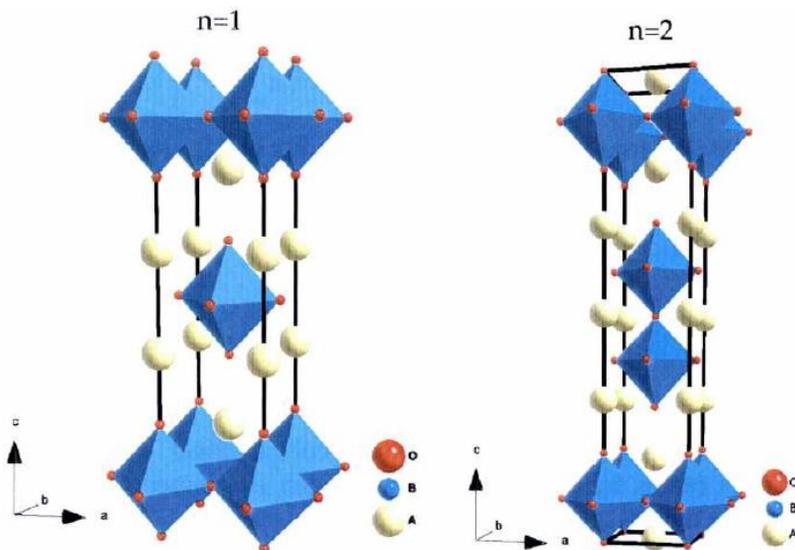
- تباين واختلاف الخواص الفيزيائية في المستوى ab أو على طول المحور البلوري c.
- وذلك بسبب التباين البنيوي الذي يؤدي الى تباين الكرونيما.

- يؤثر التغير البنيوي على الشحنة الكهربائية لهذه المركبات فوفقا للبنيتها الطباقية تكون مشحونة كهربائيا بشكل متناوب، على سبيل المثال بالنسبة للمركب $\text{A}_2^{+3}\text{B}^{+2}\text{O}_4$ في مستوى البيروفسكايت $[\text{BO}_2]$ تكون الشحنة سالبة (-2) بينما الطبقات ذات البنية من نوع كلوريد الصوديوم $[\text{A}_2\text{O}_2]$ تكون الشحنة موجبة (+2) إن وجود هذا الحقل الكهربائي الداخلي يسبب استقرار مستويات الطاقة الإلكترونية في المناطق الموجبة الشحنة وتخريب استقرارها في المناطق السالبة الشحنة.

• عندما يكون نصف القطر الأيوني للكاتيونات A و B اصغر او اكبر من حجم الشواغر الموافقة لها في البنية البلورية ينشا عن ذلك جهدا داخليا على طبقات البنية البلورية مسببا بذلك تشوها بالبنية البلورية.

تشكل المركبات عند $n=1$ أكاسيد مختلطة صيغتها العامة A_2BO_4 من أكثر المركبات التي تمت دراستها في عائلة رلدسدين وبوبر (Ruddlesden-Popper) حيث ان البنية البلورية المثالية لهذه المركبات تتبلور وفقا للنموذج البنيوي للمركب K_2NiF_4 ضمن النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر الفراغي $I4/mmm$. نلاحظ في الشكل (3) ان الكاتيونات B يكون عددها التناسقي (التساندي) مساوي للسته بينما تكون كاتيونات الموقع البلوري A بعدد تساندي مساوي للتسعة بواسطة أيونات الأكسجين، من الواضح انه بالمقارنة مع بنية البيروفسكايت يقل تنسيق الكاتيون A.

تشكل المركبات عند $n=2$ أكاسيد مختلطة صيغتها العامة $A_3B_2O_7$ والبنية البلورية المثالية لهذه المركبات تتبلور وفقا للنموذج البنيوي للمركب $Sr_3Ti_2O_7$ ضمن النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر $I4/mmm$ او تتبلور ضمن النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر P_{42}/mnm وفق النموذج البنيوي $Eu_2SrFe_2O_7$. تتوضع في هذه المركبات الكاتيونات A في طبقتين (طبقة تملك بنية البيروفسكايت وطبقة ذات بنية NaCl) بتسقيين مختلفتين حيث ان كاتيونات A التي تتوضع في طبقات البيروفسكايت تتوضع بعدد تناسقي (12)، بينما تتوضع بعدد تساندي (9) في الطبقات التي تملك بنية NaCl ، كما هو موضح في الشكل (3).



الشكل (3): البنية البلورية المثالية للمركبين $n=1$ و $n=2$ من سلسلة Ruddlesden-Popper

يرتبط استقرار بنية البيروفسكايت والبنى المشتقة منها بشكل أساسي بميل الكاتيون B إلى تحقيق التساند الثماني وان يكون حجم الكاتيون A كبير. ان الحدود الدنيا لأنصاف الاقطار للكاتيونات A و B التي يمكن أن تشغل المواقع الكاتيونية هي (radius A: 0.9 \AA و (radius B: 0.51 \AA). إذا كان نصف قطر الأيون B أقل من هذه القيمة فإن اطول روابطه مع الأكسجين سوف تتغير وبالتالي فإن ثماني الوجوه سيكون غير مستقر ولتحقيق استقرار البنية يشكل الكاتيون B عدد تساندي اقل من العدد التساندي الثماني. تم التوصل لمعادلة توضح طبيعة العلاقة بين انصاف الاقطار الايونية لهذه العناصر بما يحقق بنية بلورية مستقرة من قبل غولد شميت (Goldschmidt) [13] ويعرف بمعامل السماحية (tolerance factor):

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

rA: نصف قطر الكاتيون A ، rB: نصف قطر الكاتيون B ، rO: نصف قطر الايون

O

فإذا كانت $t = 1$ تكون البنية البلورية بنية مكعبية مثالية لا يحصل عليها أي تشوه لان نصف القطر الأيوني لـ A و B يتطابق تمامًا مع نصف قطر الفجوات الخاصة بهم في الشبكة البلورية.

عند انخفاض قيمة t تخضع البنية البلورية لإجهاد (شد وضغط) للروابط بحيث تكون الروابط B-O عرضة لقوى الضغط والروابط A-O لقوى الشد نتيجة فعل جان تيلر وللتخفيف هذه التوترات تحدث تشوهات في البنية مما يؤدي إلى انخفاض تماثلها.

تتميز بنية K_2NiF_4 لأنها بنية متينة ويعود ذلك لوجود الطبقات التي بنيتها من نوع NaCl التي تجعل مستويات ثمانية الوجوه أكثر متانة مما يجعل دورانها صعبًا، وبالتالي لملاحظة التغيرات التي تطرا على الزاوية Co-O-Co فانه يجب ان تحدث انحرافات كبيرة عن البنية البلورية المثالية. على الرغم من هذه الصعوبات، تمت ملاحظة التغيرات التالية على البنية البلورية مع انخفاض t [14,15]:

• عندما تكون قيمة $0.88 < t < 1$ ، يتم التبلور وفق النظام البلوري (139) ضمن النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر $I4/mmm$ الذي يوافق النموذج البنيوي للمركب K_2NiF_4 مع الحفاظ على قيمة الزاوية للرابطة $Co-O-Co = 180^\circ$ بحيث يحصل تشوه لبينة ثماني الوجوه $[BO_6]$ ويتحول الى بنية مربع مستو مما يؤدي إلى تقليل طول الرابطة B-O في المستوى (ab) وزيادة طول الرابطة B-O على طول المحور c.

• عندما تكون قيمة $0.88 > t > 0.865$ ، يحدث دوران لثماني الوجوه باتجاه المحور $\langle 110 \rangle$ ، مما يؤدي إلى تشكل بنية معينة (الشكل 4-1) وقيمة زاوية الرابطة $Co-O-Co \neq 180^\circ$.

اصطناع ودراسة البنية البلورية والخواص المغناطيسية للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ المنتمي لسلسلة ردلستين و بوبر (Ruddlesden-Popper) عند $n=2$

• عندما تكون قيمة $0.865 < t < 0.83$ ، تتشكل بنية ضمن النظام الرباعي tetragonal تعرف بالنظام الرباعي T' وهي تتكون من بنية لمستو من الأيونات $[\text{BO}_2]$ مفصولة بطبقات $[\text{A}_2\text{O}_2]$ ، تسلك هذه المركبات طرق اخرى للتخلص من توترات البنية البلورية من خلال إدخال الأكسجين البيني بين مستويات AO في الطبقات التي بنيتها من نوع كلوريد الصوديوم $[\text{A}_2\text{O}_2]$.

اما بالنسبة للمركبات عندما $n \geq 2$ في سلسلة ردلستين و بوبر (Ruddlesden-Popper) تظهر تغيرات في البنية البلورية اعتمادا على عامل السماحية الا ان تشوهات هذه البنى عمليا لم يتم دراستها اعتمادا على اساس عامل السماحية .

التنوع الكبير للبنى البلورية للبيروفسكايت والبنى البلورية المشتقة منها يرتبط بشكل كبير بسماحية هذه البنى البلورية للاستبدال الجزئي للكاتيونات A و/أو B بواسطة A' و/أو B' أخرى من نفس التكافؤ (بدائل متساوية التكافؤ) أو من تكافؤات مختلفة (بدائل غير متجانسة) ويمكن أن تؤدي هذه البدائل إلى الحصول على مركبات ذات خصائص مثيرة للاهتمام ومختلفة جدًا عن المركب "الأم"، مع تغييرها حسب درجة الاستبدال الكاتيوني. على سبيل المثال تظهر المركبات التي تملك بنية البيروفسكايت ABO_3 والتي تنتمي لعائلة ردلستين و بوبر $(\text{AO})(\text{ABO}_3)_n$ مجموعة واسعة من الخصائص الكهربائية والمغناطيسية حيث B هو معدن انتقالي. كأمثلة على هذه الخصائص وفقا للمركبات التي تمت دراستها أكاسيد تتمتع ببارامغناطيسية باولي LaNiO_3 ، أكاسيد فيرومغناطيسية $\text{La}_{1.2}\text{Sr}_{1.8}\text{Mn}_2\text{O}_7$ و $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ ، أكاسيد عازلة وانتي فيرومغناطيسية LaMnO_3 و La_2CuO_4 ، أكاسيد عازلة وفيرومغناطيسية BiMnO_3 ، أكاسيد تظهر سلوك سوبر بارامغناطيسي لبولي $\text{La}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{CoO}_3$ ، أكاسيد ذات شحنة منتظمة $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ و $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{NiO}_4$ ، أكاسيد ذات موصلية فائقة [18-16,7] $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_4$.

من خلال الدراسة التي اجريت على المركبات المنتمية لسلسلة رادلسدين وبوير لوحظ ارتباط ابعاد البنية البلورية لهذه المركبات مع المقاومة الكهربائية علما ان البنية البلورية للمركبات عندما $n=\infty$ (بنية البيروفسكايت) ثلاثية الابعاد (3D) والمركبات عند $n=1$ (بنية K_2NiF_4) بنيتها ثنائية الابعاد (2D)، وباقي المركبات المنتمية لسلسلة RP عندما $n \geq 2$ بنيتها البلورية تكون بين ثلاثية الابعاد وثنائية الابعاد تبعا لقيمة n [19,18]. وهذا يعني أنه من خلال تقليل ابعاد الشبكة البلورية فإن المقاومة الكهربائية تزداد، على سبيل المثال: في عائلة المركبات $(La/Sr)_{n+1}Mn_nO_{3n+1}$ ($n=1, 2, \text{ and } \infty$) عند نفس درجة الاستبدال الجزئي لكل المركبات يظهر المركب الذي بنيته البلورية بنية البيروفسكايت (3D) سلوك ناقل بينما المركب عند $n=1$ (2D) يظهر سلوك أشباه النواقل والمركب عند $n=2$ يظهر سلوك العوازل وقيمت مقاومته الكهربائية متوسطة بين قيم مقاومات مركبات البيروفسكايت و مركبات $n=1$ [19,20,21]

من اهم المركبات التي تنتمي لسلسلة رادلسدين وبوير عند ($n=2$) التي تمت دراستها مركبات الكوبالت $Gd_2SrCo_2O_7$ و $Sr_2SmCo_2O_7$ و $Sm_2BaCo_2O_7$ وفي هذه المركبات تبين ان الكوبالت تكون درجة اكسدته ($3+$) وتتبلور وفقا للنموذج البنيوي للمركب $Sr_3Ti_2O_7$ ضمن النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر $I4/mmm$ وتمت دراسة الخواص المغناطيسية والكهربائية لهذه المركبات واطهرت سلوكًا بارامغناطيسيًا وسلوك اشباه النواقل [23]. يعد الاستبدال الجزئي للكوبالت بالحديد مثيرا للاهتمام حيث لوحظ ان المركبات $Eu_2SrFe_2O_7$ و $Nd_2SrFe_2O_7$ تتبلور ضمن النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر P_{42}/mnm وتظهر سلوكا انتي فيرومغناطيسيا [24] وعند استبدال الكوبالت بالحديد في المركبات $Sr_3Co_{2-x}Fe_xO_7$ و $SrCo_{1-x}Fe_xO_3$ وجد ان الناقلية الكهربائية لهذه المركبات تزداد ويرافقها ايضا ظهور السلوك الفيرومغناطيسي بشكل واضح [25,26,27]. وفقا للخواص الفيزيائية الهامة التي تم الحصول عليها عند

اصطناع ودراسة البنية البلورية والخواص المغناطيسية للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ المنتمي لسلسلة رادلسدين و بوبر (Ruddlesden-Popper) عند $n=2$

الاستبدال الجزئي لعنصر الكوبالت بعنصر الحديد في الدراسات السابقة توجهننا لدراسة التغيرات التي تطرا على البنية البلورية للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCo}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_7$ وبعض خواصه الفيزيائية عن طريق اشابته بعنصر الحديد حيث تم استبدال عنصر Co بعنصر Fe عند النسبة $x=1$ واستخدمت طريقة سول جل في اصطناع العينة.

2. أهمية البحث:

تتركز أهمية هذا البحث على اصطناع اكسيد جديد من الاكاسيد المتقدمة التي تنتمي لسلسلة رادلسدين و بوبر عند $n=2$ والتي تمتاز بتطبيقاتها المهمة في مجالات مختلفة لامتلأها خصائص مميزة منها الخواص المغناطيسية والناقلية الكهربائية

3. اهداف البحث:

- اصطناع الاكسيد $\text{Sr}_2\text{SmCo}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_7$ من خلال الاستبدال الجزئي لعنصر الكوبالت بعنصر الحديد عند النسبة المولية ($x=1$).
- دراسة البنية البلورية لهذا الاكسيد باستخدام تقنية حيود الاشعة السينية.
- دراسة البنية البلورية لهذا الاكسيد باستخدام تقنية المجهر الالكتروني عالي الدقة HRTEM و المجهر الماسح النافذ ذو المجال المتألق الحلقي ABF-STEM.
- دراسة الخواص المغناطيسية لهذا الاكسيد.

4. طرائق البحث ومواده

1.4 الأجهزة والأدوات المستخدمة:

حضر الاكسيد $Sm_2SrCoFeO_7$ بطريقة سول جل باستخدام المواد $Sr(NO_3)_2$ (99%), $Sm(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ (99%), $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ (99%) وحمض الستريك ($C_6H_8O_7$) (99,5%) لضبط قيمة (ال pH) عند القيمة 4.6 حيث تم وزن الكميات وفق النسب الستكيومترية المحسوبة للمركب المراد اصطناعه و عولج حراريا عند الدرجة (1100C) لمدة 48 ساعة وتمت دراسة العينة بتقنية حيود الاشعة السينية XRD

(difractorómetro de polvo Bruker D8 equipado co un monocromador primario de germanio y un detector rápido LynxEye®)

في قسم الكيمياء للاعضوية في جامعة كومبلتنسي في مدريد

Departamento de Química Inorgánica, Facultad Ciencias Químicas, Universidad Complutense, E-28040 Madrid, Spain

واستخدم جهاز (JEOL JEM ARM 200cF (200 kV) لدراسة العينة بتقنية المجهر الالكتروني عالي الدقة في المركز الوطني للمجاهر الالكترونية في جامعة كومبلتنسي في مدريد

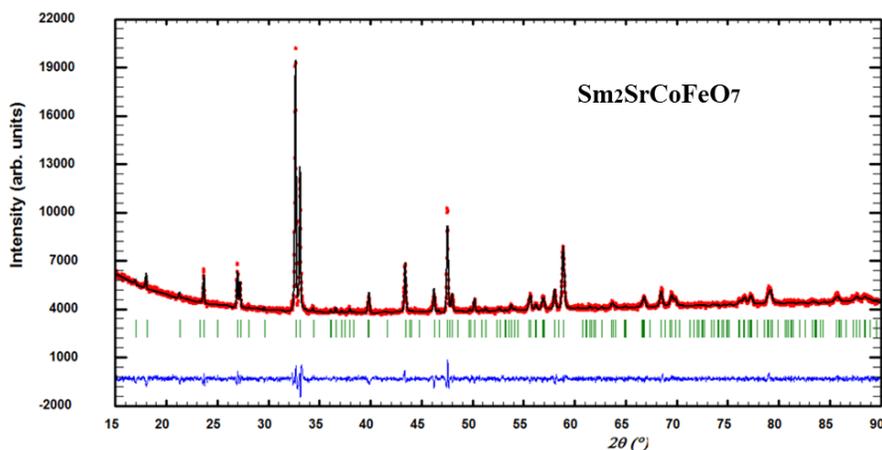
درست الخواص المغناطيسية لهذا الاكسيد باستخدام الجهاز SQUID (Superconducting Quantum Interference Device) model MPMS-XL (Physical Property Measurement System) (with system PPMS) في

جامعة كومبلتنسي في مدريد

5. النتائج والمناقشة:

تم اصطناع المركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ بطريقة سول جل (sol gel) وذلك بوزن الكميات وفق النسب الستكيومترية المحسوبة للمركب المراد اصطناعه ثم وضعت في دورق سعته 250 مل واذيبت في 100 مل من الماء المقطر للحصول على محلول متجانس من الكاتيونات المرغوبة (sol) وتم تسخين المحلول مع اضافة 1g من حمض الستريك ليبدأ بالتبخر عند الدرجة (100C) مشكلا الجل (gel) واستمر التسخين حتى تبخر كامل المحلول بعد ذلك طحن الناتج في جرن عقيق وعولج عند الدرجة (250C) للتخلص من المحلول المتبقي والنترات ثم اعيد الطحن وعولج الناتج معالجة حرارية اولية عند الدرجة (800C) لمدة 12 ساعة للتخلص من المركبات العضوية فتشكل مسحوق اسود اللون تم طحنه وكبسه في مكبس للحصول على كبسولة، عولجت هذه الكبسولة حراريا عند الدرجة (1100C) لمدة 48 ساعة وسحبت العينة من الفرن مباشرة ليتم تبريد العينة بشكل سريع ثم طحنت العينة من جديد وتم دراسة العينة بتقنية حيود الاشعة السينية.

يوضح الشكل (4) قمم الحيود للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ التي تبين انه تم الحصول على الطور المطلوب بشكل نقي خالي من الشوائب. حيث تمت معالجة النتائج التي تم الحصول عليها بتقنية XRD للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ بطريقة ريتفيلد Rietveld (refinement) وبناءً على البيانات التي تم الحصول عليها والتي تظهر في الشكل (4) يمكن ملاحظة تطابق القمم بشكل جيد مع البيانات التجريبية للعينة. مما يدل ان العينة بنيتها توافق بنية النموذج البنيوي للمركب $[\text{Eu}_2\text{SrFeO}_7]$ [24].



الشكل (4): مخطط انعراج الاشعة السينية XRD للعينة $Sm_2SrCoFeO_7$ ومعالجة نتائج XRD بطريقة ريتفيلد Retvild حيث تمثل (النقاط الحمراء) قمم العينة التجريبية و(الخط الأسود) القمم المحسوبة نظريا باستخدام البرنامج وتمثل (الخطوط الخضراء الصغيرة) قمم براغ

تمت دراسة البنية البلورية للمركب المحضر وأطوال الروابط باستخدام طريقة ريتفيلد Rietveld كما هو موضح بالجدول (1).

عرض في المقدمة ان الكاتيونات A في المركبات المنتمية لسلسلة رلدسدين وبوير عند $n=2$ يمكن ان تتوضع في طبقات البيروفسكايت وفق عدد تساندي (12) او في الطبقات التي تملك بنية NaCl وفق عدد تساندي (9) لذلك يكون توزع الذرات عند الاستبدال الجزئي لكاتيون Sr على سبيل المثال بأحد عناصر الاتربة النادرة غير منتظم.

من الجدول (1)

- نلاحظ ان النسبة الاكبر من كاتيونات Sr في المركب $Sm_2SrCoFeO_7$ تتوضع في طبقات ذات بنية مركبات البيروفسكايت بينما النسبة الاكبر من كاتيونات Sm

تتوضع في الطبقات التي تملك بنية NaCl حيث ان ذرات Sm/Sr(P) تمثل كاتيونات سماريوم/سترونسيوم التي تتوضع في طبقات ذات بنية مركبات البيروفسكايت بينما ذرات Sm/Sr(R) تمثل كاتيونات سماريوم/سترونسيوم التي تتوضع في الطبقات التي تملك بنية NaCl كما هو موضح في الشكل (5) ولم يلاحظ أي ترتيب لتوضع ذرات الحديد والكوبالت داخل ثمانية الوجوه.

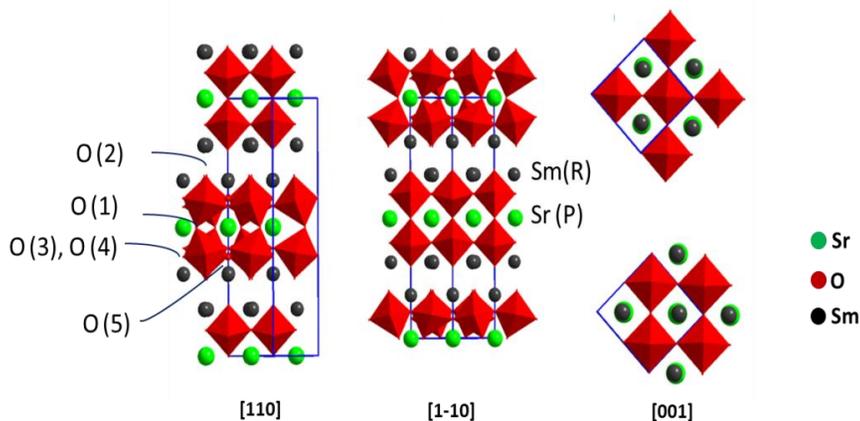
- يحدث تشوه لثمانيات الوجوه في طبقات البيروفسكايت وفقاً لفضل جان تيلر حيث لوحظ أنه في طبقات البيروفسكايت (ثمانيات الوجوه المشتركة في الزوايا) يحصل ميلان لثمانية الوجوه BO_6 في الجزء السفلي من الطبقة وفقاً لنظام الميل (a^-) (a^0c^0) وفي منتصف الطبقة $(a^0a^-c^0)$ وفقاً لنظام الميل Glazer [28]. أي أنه في كل جزء مكون من طبقتين يحدث ميل على طول أحد محاور الطبقة ذات بنية البيروفسكايت، حيث يتم دوران محور الميل بمقدار 90° درجة باتجاه الطبقات المجاورة كما هو موضح في الشكل (5). وهذا شبيه بما حصل في مركبات البيروفسكايت السداسية من النوع $(12R)$ $\text{Sr}_3\text{NdNb}_3\text{O}_{12}$ بحيث يتم ميلان ثمانية الوجوه في الاجزاء المكونة من ثلاث طبقات في البنية ذات بنية البيروفسكايت المضاعف على طول المحاور x و y و z وفقاً لنظام الميل $(a^-a^-a^-)$. [6].

- تبين ان المركب المدروس يتبلور ضمن النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر الفراغي P_{42}/mnm الموافق للنموذج البنيوي للمركب $\text{Eu}_2\text{SrFeO}_7$ وبارامترات الشبكة البلورية $a=b=5.401$, $c=19.6054$.

| Atom | X | Y | Z | Site occupancy | |
|---|--------------|------------|-------------|----------------|------------|
| Sm (P) | 0.2487 (6) | 0.2487 (6) | 0 | 0.18(5) | |
| Sm(R) | 0.2365 (7) | 0.2365 (7) | 0.1820(6) | 0.90(3) | |
| Sr (P) | 0.2487 (6) | 0.2487 (6) | 0 | 0.81(5) | |
| Sr(R) | 0.2365 (7) | 0.2365 (7) | 0.1820(6) | 0.09(3) | |
| Co/Fe | 0.2467 (5) | 0.2467 (5) | 0.4011 (7) | 1 | |
| O(1) | 0 | 0.5 | 0.399(2) | 1 | |
| O(2) | 0.294(3) | 0.294(3) | 0.299(1) | 1 | |
| O(3) | 0 | 0 | 0.085 (4) | 1 | |
| O(4) | 0 | 0 | 0.377 (3) | 1 | |
| O(5) | 0.304 (4) | 0.304 (4) | 0 | 1 | |
| Sm-O | | Sr-O | | Co/Fe-O | |
| O(1) | 2.44(2) x 2 | O(1) | 2.79(3) x 4 | O(1) | 1.912(5) x |
| O(2) | 2.28(2) | O(3) | 2.45(2) x 2 | 2 | |
| O(2) | 2.444(9) x 2 | O(5) | 2.476(9) x | O(2) | 2.11(1) |
| O(3) | 2.679(8) | 2 | | O(3) | 1.972(8) |
| O(4) | 2.46(4) | | | O(4) | 1.887(9) |
| | | | | O(5) | 1.926(8) |
| Space group $P_{42}/mnm(\#136)$, $a=b=5.401$, $c=19.6054$ | | | | | |

الجدول (1): بارامترات الشبكة البلورية وأطوال الروابط للمركب $Sm_2SrCoFeO_7$ التي تم

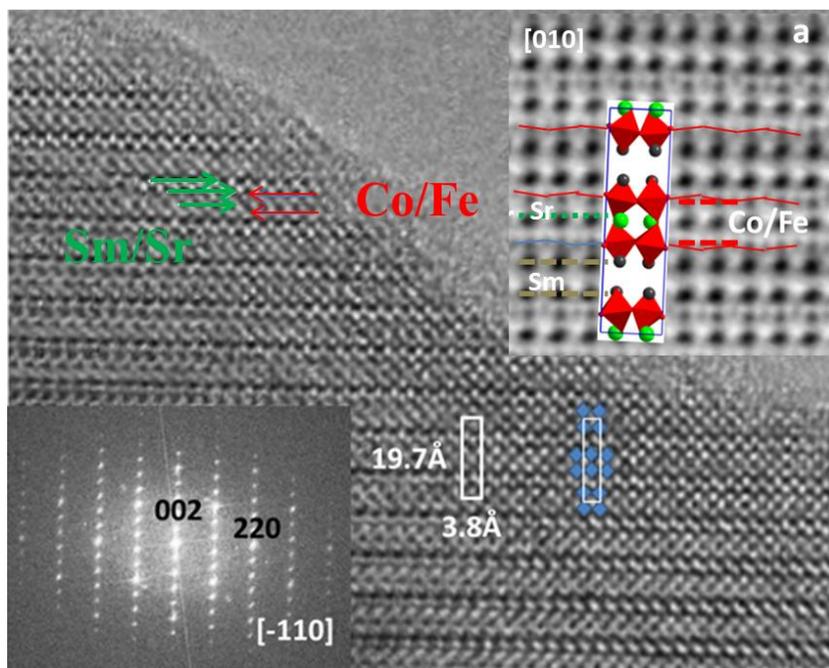
الحصول عليها باستخدام طريقة ريتفيلد Rietveld



الشكل (5): شكل نمونجي يمثل البنية البلورية للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$

يبين الشكل (6) صورة HRTEM على المحور $[010]$ للعينة $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ حيث ان ذرات Co/Fe لونت باللون الاحمر وذرات Sm لونت باللون الاسود و ذرات Sr لونت باللون الاخضر.

تظهر صورة HRTEM للعينة $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ بان ذرات المركب تتوضع بشكل منتظم في الشبكة البلورية كما تظهر الصورة، المسافات بين الذرات 3.8 \AA و 19.7 \AA على المحور a وعلى المحور c على الترتيب.



الشكل (6): صورة HRTEM و ABF-STEM للعينة $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ على طول محور المنطقة [010]

من الصورة يمكن ملاحظة نقاط لامعة ترتبط بطبقات ذات بنية NaCl (ذرات Sr\Sm (شريط بالون الأخضر)) حيث ان هذه الطبقات مفصولة بنقاط اقل لمعانا تشكل طبقتين ترتبط بطبقات ذات بنية البيروفسكايت (ذرات الكوبالت\ حديد (شريط بالون الأحمر)).

الصورة الجانبية (a) في الشكل (6) على طول المحور [010] هي من نوع ABF-STEM والتي تتيح لنا تحديد الذرات الثقيلة والذرات الخفيفة (بما في ذلك ذرات الأوكسجين). يمكننا ملاحظة اعمدة من نقاط قائمة حيث النقاط ذات الاكثر سوادا ترتبط بالكاتيونات الأثقل مثل Sm، في حين أن النقاط متوسطة السواد ترتبط بكاتيون Sr بينما

اصطناع ودراسة البنية البلورية والخواص المغناطيسية للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ المنتمي لسلسلة ردلسدن و بوير (Ruddlesden-Popper) عند $n=2$

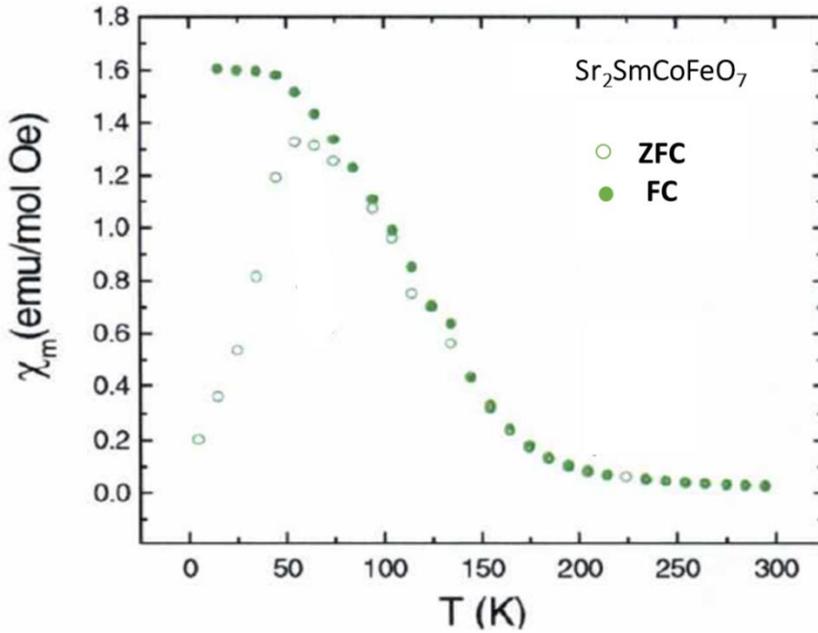
النقاط الاقل سوادا ترتبط بكاتيونات Fe و Co. ومن المثير للاهتمام، أن مواضع الأكسجين واضحة بما فيه الكفاية في الصورة التجريبية.

ان المعلومات التي تم الحصول عليها من تقنية المجهر الالكتروني عالي الدقة تؤكد المعلومات التي تم الحصول عليها بتقنية XRD وهي ان المركب يتبلور ضمن النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر P_{42}/mnm وفق النموذج البنيوي $\text{Eu}_2\text{SrFe}_2\text{O}_7$ ، لم يتم ملاحظة وجود تشكل أي مركب ثانوي في هذه العينة نتيجة التشوه الحاصل

6. الخواص المغناطيسية

تمت دراسة الخواص المغناطيسية للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ وفي الشكل (7) نلاحظ تغير في قيم القابلية المغناطيسية (magnetic susceptibility) مع تغير درجات الحرارة من (2K) الى (300K) للعينة $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$. حيث ان المنحني ZFC يوضح قيم القابلية المغناطيسية بدون تطبيق حقل مغناطيسي والمنحني FC مع تطبيق حقل مغناطيسي.

نلاحظ من المنحني ZFC ان العينة $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ تظهر انتقال من السلوك البارامغناطيسي الى السلوك الفيرومغناطيسي عند الدرجة $T_C=(200 \text{ K})$ وهي تمثل درجة حرارة كوري للمركب بينما تظهر العينة سلوكاً من نوع Spin Glass عند الدرجة (60)K تمت ملاحظتها عند التبريد مع تطبيق حقل مغناطيسي (المنحني FC)



الشكل (7): القابلية المغناطيسية بتابعة درجة الحرارة للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ تم القياس بتطبيق حقل مغناطيسي شدته $(1000)\text{Oe}$

7. الاستنتاجات والتوصيات:

1.7 الاستنتاجات:

- تتوضع النسبة الاكبر من كاتيونات Sr في المركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ في طبقات البيروفسكايت بينما تتوضع النسبة الاكبر من كاتيونات Sm في الطبقات التي تملك بنية NaCl
- يحدث تشوه لثمانيات الوجوه وفقا لفعل جان تيلر في طبقات البيروفسكايت حيث لوحظ أنه في طبقات البيروفسكايت (ثمانيات الوجوه المشتركة في الزوايا)

يحصل ميلان لثمانى الوجوه BO_6 فى الجزء السفلى من الطبقة وفقاً لنظام
الميل $(a^0a^-c^0)$ وفى منتصف الطبقة وفقاً لنظام الميل $(a^0a^-c^0)$

- لم يلاحظ تشكل أى مركب ثانوى فى هذه العينة من خلال النتائج التى تم الحصول عليها من تقنية حيود الأشعة السينية وتقنية المجهر الإلكتروني عالى الدقة، وكما تبين ان المركب يتبلور ضمن النظام الرباعي tetragonal وفق التناظر P_{42}/mnm الموافق للنموذج البنوي للمركب $\text{Eu}_2\text{SrFeO}_7$ وبارامترات الشبكة البلورية $a=b=5.401$, $c=19.6054$
- تبين من دراسة الخواص المغناطيسية للمركب $\text{Sm}_2\text{SrCoFeO}_7$ انتقال من السلوك البارامغناطيسي الى السلوك الفيرومغناطيسي عند الدرجة $T_C=(200)\text{K}$ وهى تمثل درجة حرارة كوري بينما تظهر العينة سلوكاً من نوع Spin Glass عند الدرجة $(60)\text{K}$

2.7 التوصيات:

- دراسة الناقلية الكهربائية لهذا المركب لما يتميز به من بنيته بلورية طبقية.
- دراسة المحتوى الأكسجيني لربط تأثير تواجد الأكسجين فى هذه البنى بالناقلية الكهربائية.
- اجراء موسباور للمركب.

Reference

- [1] Bednorz J, Müller K, Zeitschrift für. Possible high Tc superconductivity in the Ba–La–Cu–O system. Physik B Condensed Matter (1986), 64(2).
- [2] Von Helmolt R, Wecker J, Samwer K. Giant negative magnetoresistance in perovskite like $\text{La}_{2/3}\text{Ba}_{1/3}\text{MnO}_x$ ferromagnetic films. Physical Review Letters (1993), 71(14)
- [3] Haeni J, Theis C, [...] Xiang X. Epitaxial growth of the first five members of the $\text{Sr}_{n+1}\text{Ti}_n\text{O}_{3n+1}$ Ruddlesden–Popper homologous series. Applied Physics Letters (2001), 78(21).
- [4] Maeno Y, Hashimoto H, [...] Lichtenberg F. Superconductivity in a layered perovskite without copper Nature (1994), 372(6506).
- [5] Moritomo Y, Asamitsu A, [...] Tokura Y. Giant magnetoresistance of manganese oxides with a layered perovskite structure Nature (1996), 380(6570).
- [6] Galasso. F.S. Structure properties and preparation of perovskite–type compounds. Pergamon Press, Oxford (1969)
- [7] Hellwege. K.H, Hellwege.A.M. Landolt–Bornstein new series (structure data of elements and intermetallic phase). Springer–Verlag, Berlin (1970)
- [8] Wells A.F. Quimica Inorganica Estructural Ed. Reverte, Barcelona (1978)

- [9] Aleksandrov K, Bartolome J. Octahedral tilt phases in perovskite-like crystals with slabs containing an even number of octahedral layers. *Journal of Physics, Condensed Matter* (1994), 6(40).
- [10] Schaak R, Mallouk T. Perovskites by design: A toolbox of solid-state reactions. *Chemistry of Materials* (2002), 14(4).
- [11] Ruddlesden S, Popper P. New compounds of the K_2NiF_4 type. *Acta Crystallographica* (1957), 10(8).
- [12] Goodenough J, Manthiram A. Crystal chemistry and superconductivity of the copper oxides. *Journal of Solid State Chemistry* (1990), 88(10).
- [13] Goldschmidt V.M. The laws of crystal chemistry. *Naturwissenschaften* (1926), 14.
- [14] Ganguly P, Rao C. Crystal chemistry and magnetic properties of layered metal oxides possessing the K_2NiF_4 or related structures. *Journal of Solid State Chemistry* (1984), 53(2).
- [15] Wilhelm H, Cros C, [...] Hanfland M. Pressure-induced structural phase transitions in $\text{Ln}_{(2-x)}\text{Nd}_x\text{CuO}_4$ for $\text{Ln} = \text{La}$ ($0.6 \leq x \leq 2$) and $\text{Ln} = \text{Pr}$ ($x = 0$). *Journal of Solid State Chemistry* (2000), 151(2) (15).
- [16] Cox P.A. *Transition Metal Oxides*. Oxford University Press Cox P(2010)

- [17] Goodenough J. Metallic oxides. Progress in Solid State Chemistry (1971)
- [18] Goodenough J. Magnetism and the chemical bond. Journal of the Franklin Institute (1963), 276(4).
- [19] Mohan Ram R, Ganguly P, Rao C. Magnetic properties of quasi-two-dimensional $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_{1+x}\text{MnO}_4$ and the evolution of itinerant electron ferromagnetism in the $\text{SrO} (\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3)_n$ system. Journal of Solid State Chemistry (1987), 70(1).
- [20] Ram R, Ganapathi L, [...] Rao C. Evolution of three-dimensional character across the $\text{La}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_{3n+1}$ homologous series with increase in n. Journal of Solid State Chemistry (1986), 63(2).
- [21] Kimura T, Tokura Y. Layered magnetic manganites. Annual Review of Materials Science (2000), 30
- [22] Heffner R, Mac Laughlin D, [...] Uemura Y. Effects of reduced dimensionality on spin dynamics in the layered perovskite $\text{La}_{1.4}\text{Sr}_{1.6}\text{Mn}_2\text{O}_7$. Physical Review Letters (1998), 81(8).
- [23] Siwen L, Yufang R. Studies on the Synthesis, structural, electrical, and magnetic properties of the new layered oxides $\text{Ln}_2\text{MCo}_2\text{O}_7$ ($\text{Ln} = \text{Sm}, \text{Gd}; \text{m} = \text{Sr}, \text{Ba}$). Journal of Solid State Chemistry (1995), 114(1).

- [24] Gurusinghe N, De La Figuera J, [...] Greaves C. Synthesis and characterisation of the $n=2$ Ruddlesden–Popper phases $\text{Ln}_2\text{Sr}(\text{Ba})\text{Fe}_2\text{O}_7$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Nd}, \text{Eu}$). Materials Research Bulletin (2013), 48(9).
- [25] Takeda T, Watanabe H. Magnetic Properties of the System $\text{SrCo}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_{3-y}$. Journal of the Physical Society of Japan (1972), 33(4).
- [26] Kawasaki S, Takano M, Takeda Y. Physical properties of Co–substituted iron perovskite systems. Solid State Ionics (1998), 108(1–4).
- [27] Prado F, Manthiram A. Synthesis, crystal chemistry, and electrical and magnetic properties of $\text{Sr}_3\text{Fe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_{7-\delta}$ ($0 \leq x \leq 0.8$). Journal of Solid State Chemistry (2001), 158(2).
- [28] Glazer A. The classification of tilted octahedra in perovskites. Acta Crystallographica Section B Structural Crystallography and Crystal Chemistry (1972), 28(11).

دراسة السلوك الكهركيميائي لجليكلازيد في

الوسطين المعتدل والقلوي

منار الخوري (*) أ.د ديب باكير (***) د.يمن الهلال (***)

الملخص

تم في هذا العمل دراسة الإرجاع الكهركيميائي لجليكلازيد بأوساط مختلفة:

1- وسط معتدل من كلوريد البوتاسيوم بتركيز (0.5M) KCl

2- وسط قلوي من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (0.5M) NaOH ككهليليات

داعمة على مسرى الذهب معتمدين الطريقة الفولتومتريّة الحلقية Cyclic Voltammetry (CV)، وقد أظهرت الدراسة وجود موجة كاتودية متضمنة نقل

الالكترونين.

حددت الحركية التي يخضع لها تفاعل الإرجاع، وتم دراسة تأثير تغيير التركيز على عملية الإرجاع بأوساط مختلفة.

حدّد الجليكلازيد كميّاً في بعض المستحضرات الصيدلانية الحاوية عليه

(80mg unicon) في الوسطين المعتدل والقلوي.

الكلمات المفتاحية: الطريقة الفولتومتريّة الحلقية، جليكلازيد، مسرى الذهب، الداء السكري، التحليل النوعي والكمي.

(*) طالبة دكتوراه - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة البعث.

(**) أستاذ دكتور - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة البعث.

(***) أستاذ مساعد - كلية الصيدلة - جامعة البعث.

Study of the Electrochemical Behavior of Gliclazide in Moderate and Basic Medium

Manar Alkhoury ^{1*}

Deeb Bakir ²

Yumen Hilal ³

A b s t r a c t

In this work, the electrochemical reduction of gliclazide was studied in various medium:

1-The moderate medium of potassium chloride with a concentration of KCl (0.5 M).

2-The basic medium of sodium hydroxide with a concentration of (0.5 M) NaOH as electrolytes on the gold electrode using cyclic voltammetry (CV), the study has shown the presence of a cathodic wave involving the transfer of two electrons. The kinetics of the reduction reaction was determined, the effect of the concentration change on the reduction was studied in different medium. Specify gliclazide quantitatively in some container pharmaceuticals. It has (80mg unicon) in the moderate and basic medium.

Keywords: Cyclic voltammetry method, Gliclazide, Gold electrode, Diabetes mellitus, Qualitative & Quantitative Analysis.

¹ Doctor's student. in Electrical Chemistry- Faculty of Science at Al-Baath University, Homs, Syria.

²Prof. Dr. in Electrical Chemistry- Faculty of Science at Al-Baath University, Homs, Syria.

³Dr. in Pharmaceutical Analytical and Food Chemistry– Faculty of Pharmacy at Al-Baath University, Homs, Syria.

1- المقدمة:

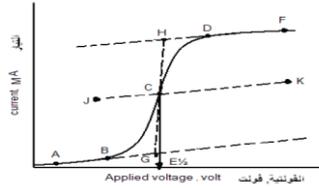
التحليل النوعي والتحليل الكمي : Qualitative & Quantitative Analysis

في البولاروغرافية لدينا ناتجين :

❖ التحليل النوعي Qualitative Analysis :

يستعمل كمون نصف الموجة ($E_{1/2}$)) للتحليل النوعي وهو الكمون الذي يحصل عنده الانعطاف في البولاروغرام وهو صفة مميزة للمادة المسؤولة عن اعطاء الموجة البولاروغرافية أي المادة التي تعاني أكسدة أو ارجاع على القطب وتكون قيمة التيار هي نصف قيمة تيار الانتشاره i_a , ولا تعتمد قيمة ($E_{1/2}$) على تركيز المواد المتفاعلة لكن تعتمد على طبيعة المحلول الالكتروليتي المذاب فيه.

يمكن تقدير قيمة $E_{1/2}$ من الشكل (1) حيث أنها تساوي قيمة الكمون عند النقطة (C) في الشكل (1):



الشكل (1) طريقة تحديد كمون نصف الموجة على الموجة البولاروغرافية بطريقة التيار المستمر (DC)

❖ التحليل الكمي Quantitative Analysis :

تيار الانتشار : إن سرعة حركة أي من الأيونات بسبب الانتشار يتناسب مع التركيز [1].

- اكتسب التحليل الكهركيميائي في الآونة الأخيرة أهمية كبيرة في مجال التحليل الحيوي(البيولوجي) والدوائي وهناك العديد من الأسباب التي جعلته يحتل المركز الأول، فهو يجمع حساسية كبيرة وحد كشف ممتاز ومجال ديناميكي واسع؛ وتعتبر طرائق

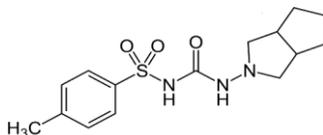
التحليل الكهركيميائي نموذجية وسهلة وبسيطة التطبيق وذات انتقائية عالية، كما أن إمكانية التحليل الحيوي أصبحت مطروقة بشكل واسع^[2].

طورنا الطرق لتحديد بعض مضادات السكري التالية: مثال

جليكلازيد (GLC) Gliclazide

جليكلازيد هو عبارة عن دواء ينتمي الى مجموعة سلفونيل يوريا، يستخدم لتقليل نسبة السكر (غلوكوز) في دم مرضى السكري من النوع الثاني (الذين يعانون من نقص في هرمون الإنسولين) عن طريق تحفيز خلايا البنكرياس المسؤولة عن إنتاج الإنسولين (خلية بيتا)، والذي بدوره يقلل من نسبة السكر في الدم^[3,4].

جليكلازيد عبارة عن مسحوق بلوري أبيض، انحلاليته في الماء حوالي ($4 \mu\text{g}.\text{mL}^{-1}$) عند ($\text{pH} = 4$) و ($600 \mu\text{g} .\text{mL}^{-1}$) عند ($\text{pH} = 9$) وانحلاليته في الكحول ($3 \text{mg}.\text{mL}^{-1}$)، ($\text{pK}_a=6.8$) صيغته الكيميائية ($\text{C}_{15}\text{H}_{21}\text{N}_3\text{O}_3\text{S}$) ووزنه الجزيئي ($323.412 \text{g}.\text{mol}^{-1}$) وصيغته المنشورة موضحة في الشكل (2)^[5]:



الشكل (2) الصيغة المنشورة للجليكلازيد

- حُدّد الجليكلازيد بشكله النقي وفي مستحضراته الصيدلانية بطريقة التحليل الطيفي في المجال مافوق البنفسجي عند طول موجة الامتصاص الاعظمي (229.5nm) مع معامل امتصاص جزيئي ($1.4962 \times 10^4 \text{L}.\text{mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$). تراوح المجال الخطي للتركيز الذي يحقق قانون بيبير ما بين ($7-27 \mu\text{g}.\text{mL}^{-1}$) . وكان حد

الكشف (LOD) وحد التحديد الكمي (LOQ) هما ($0.31 \mu\text{g.ml}^{-1}$ ، 0.92) ($\mu\text{g.ml}^{-1}$ على التوالي). تم تحديد نسبة المادة الفعالة في المستحضر الدوائي ما بين (98.68 - 100.12%)^[6].

- طُورت طريقة كروماتوغرافية السائلة عالية الكفاءة ذات الأطوار المعكوسة، والتي تتصف بالحساسية والانتقائية في تحديد الغليكلازيد في مستحضراته الصيدلانية. تمت عملية الفصل الكروماتوغرافي باستخدام عمود (C_{18}) واستندت تقنية الفصل على نظام متساوي الضغط وبمعدل تدفق (1.2ml.min^{-1}) والطور المتحرك يتكون من ميثانول: وافي فوسفاتي ($50:50 \text{ v/v}$) باستخدام كاشف الأشعة مافوق البنفسجية عند طول موجة (210 nm). أظهرت الطريقة المطورة خطية جيدة وكان مجال التراكيز المحددة من ($1-100 \mu\text{g.ml}^{-1}$) وزمن الاحتفاظ (3.25 min)^[7].

2- هدف وأهمية البحث:

- أهمية البحث:
يستمد البحث أهميته من خلال استخدام طرائق التحليل الكهربائي التي تميزت بحساسيتها العالية بالإضافة إلى أنها لاتحتاج إلى زمن طويل وأقل كلفة مقارنة بالطرائق الأخرى وذلك لتحديد الغليكلازيد.
- هدف البحث:
دراسة آلية وحركية عملية الإرجاع الكهركيميائية (أي تحديد المرحلة المحددة لسرعة التفاعل والتحكم بنواتج التفاعل) على مسرى الذهب في الأوساط المعتدلة والقلوية باستخدام الطريقة الفولتومترية الحلقية، بالإضافة إلى امكانية التحديد الكيفي والكمي للغليكلازيد.

3- مواد وطرق البحث:

• الأجهزة:

1) محطة فولت - أمبيرومترية: من طراز (AMEL-433) انتاج شركة Amel Instruments الإيطالية تعمل على مسرى الزئبق القطار، بالإضافة إلى مجموعة من المساري الخارجية الصلبة مثل البلاتين والذهب والغرافيت الزجاجي وكان المسرى المقارن (فضة / كلوريد فضة)، ويمكن استخدام العديد من التطبيقات: Voltammetry, Polarography.

2) ميزان تحليلي: من شركة Precisa السويسرية نموذج XB220A بدقة أربع أرقام بعد الفاصلة.

• الأدوات المستخدمة:

دوارق وأرلينات وبياسر وماصات وسيلندرات بسعات مختلفة.

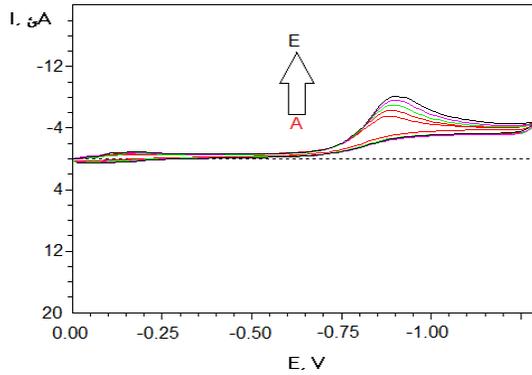
• المواد الكيميائية المستخدمة:

- i. كهليليات: كلوريد البوتاسيوم KCl نقاوته (99.5%) من انتاج شركة .BATCH
- ii. هيدروكسيد الصوديوم NaOH نقاوته (99.5 %) من شركة .BATCH
- iii. مضغوطات (80mg micron) تحتوي كل مضغوظة (80 mg) من غليكلازيد.

4- القسم العملي والمناقشة:

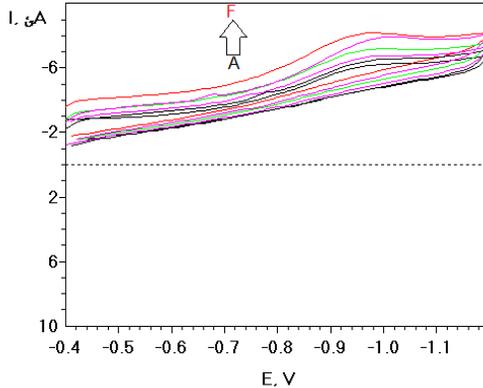
1.4. دراسة الإرجاع الكهركيميائي للغليكلازيد في الوسطين المعتدل والقلوي على إلكترود الذهب:

دُرس الإرجاع الكهركيميائي للمركب الدوائي الغليكلازيد في الوسطين المعتدل والقلوي على إلكترود الذهب باستخدام الطريقة الفولتومترية الحلقية ومن أجل ذلك حددنا كمون بداية الإرجاع (0.00 mv)، وكمون نهاية الإرجاع (-1300 mv)، بسرعة المسح (50 mv/s)، وتخلصنا من الأكسجين المنحل بقرقرة المحلول بغاز الأزوت النقي لمدة عشرين دقيقة فحصلنا على المنحنيات الموضحة في الأشكال (3)(4).



الشكل (3) المنحنيات الفولت أمبيرومترية الحلقية لتراكيز مختلفة للغليكلازيد

في وسط معتدل من KCl(0.5M) على مسرى الذهب (A: 1×10^{-5} - B: 3×10^{-5} - C: 6×10^{-5} - D: 1.2×10^{-4} - E: 1.8×10^{-4} mol/L)

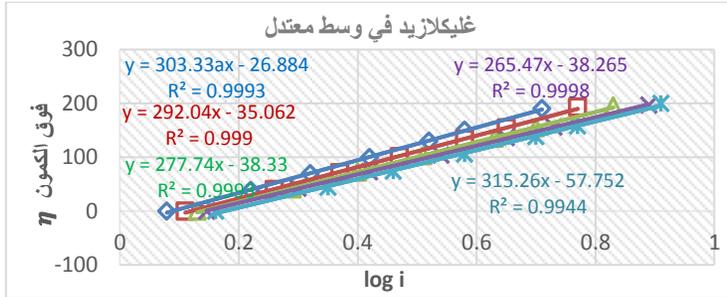


الشكل (4): المنحنيات الفولت أمبيرومترية الحلقية لتراكيز مختلفة للغليكلازيد

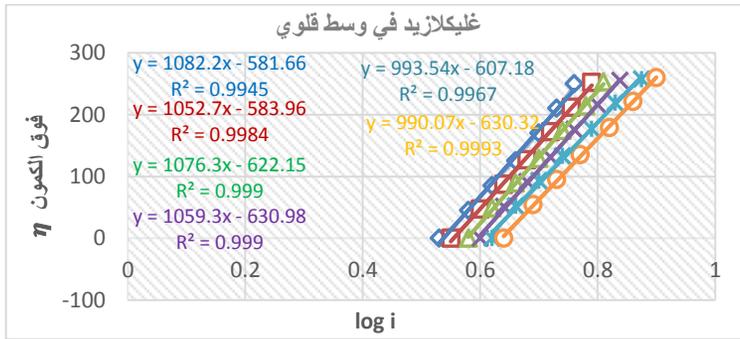
(A: 1×10^{-5} - B: 5×10^{-5} - C: 1.1×10^{-4} - D: 1.8×10^{-4} - E: 3×10^{-4} - F: 4.5×10^{-4} mol/L)

في وسط قلوي من NaOH(0.5M) على مسرى الذهب

تم تحديد العدد الإجمالي للإلكترونات المنقولة خلال العملية المسروية :
 من خلال استنتاج قيمة تيار التبادل الموافقة لكل تركيز من خلال دراسة تغير فوق
 الكمون η بدلالة $(\log i)$ وفق علاقة تافل من أجل تراكيز مختلفة للغليكازيد كما في
 الأشكال الآتية :

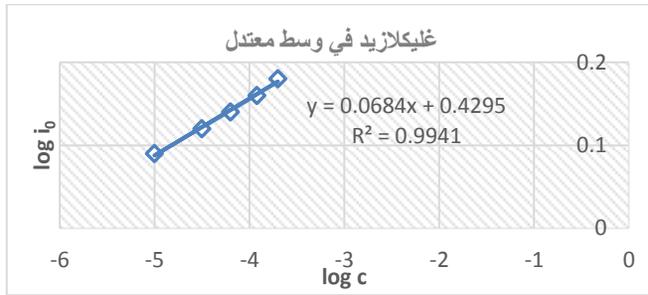


الشكل(5): تغيرات فوق الكمون η بدلالة $(\log i)$ للغليكازيد في وسط معتدل عند التراكيز
 $(1 \times 10^{-5} - 3 \times 10^{-5} - 6 \times 10^{-5} - 1.2 \times 10^{-4} - 1.8 \times 10^{-4} \text{ mol/L})$

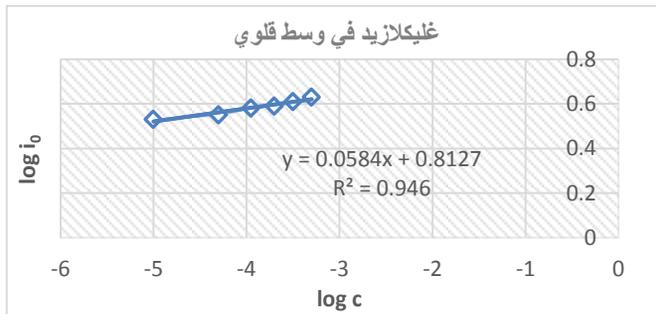


الشكل(6): تغيرات فوق الكمون η بدلالة $(\log i)$ للغليكازيد في وسط قلوي عند التراكيز
 $(1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-5} - 1.1 \times 10^{-4} - 1.8 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-4} - 4.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L})$

ثم تم تحديد قيمة معامل النقل (α) بالاعتماد على علاقة تيار التبادل ^[8] كما في
 الأشكال (7)(8).



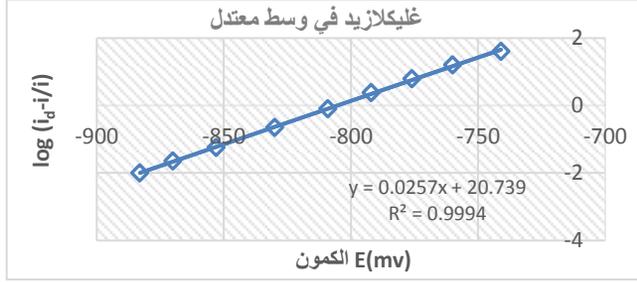
الشكل(7):تغيرات قيم تيار التبادل $\log(i_0)$ بدلالة تغير التركيز $\log(C)$ في وسط معتدل



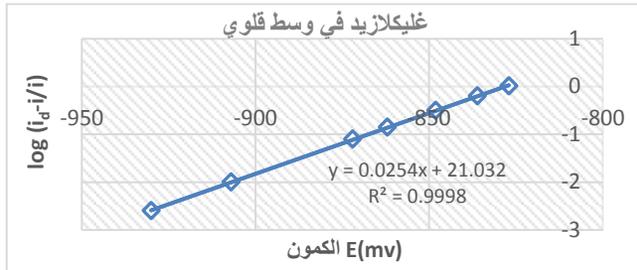
الشكل(8):تغيرات قيم تيار التبادل $\log(i_0)$ بدلالة تغير التركيز $\log(C)$ في وسط قلوي

وفقاً لعلاقة تيار التبادل ^[8] تم إيجاد قيمة معامل النقل $\alpha = (0.9316)$ في الوسط المعتدل، $\alpha = (0.9416)$ في الوسط القلوي.

وبعد استنتاج قيمة معامل النقل قمنا برسم تغيرات $(\log \frac{i_d - i}{i})$ بدلالة الكمون (E) في الأشكال (9)(10).

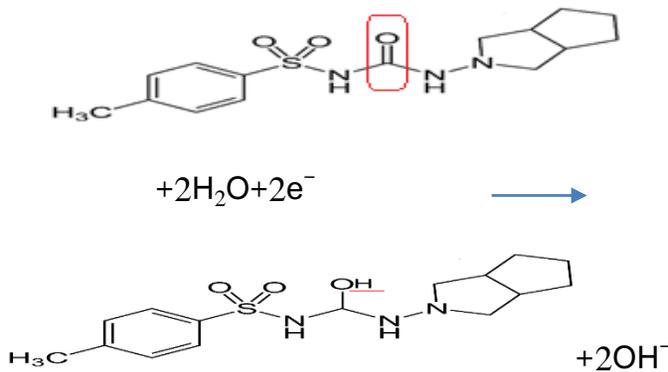


الشكل(9):تغيرات $\log(i_d - i/i)$ بدلالة الكمون E في وسط معتدل



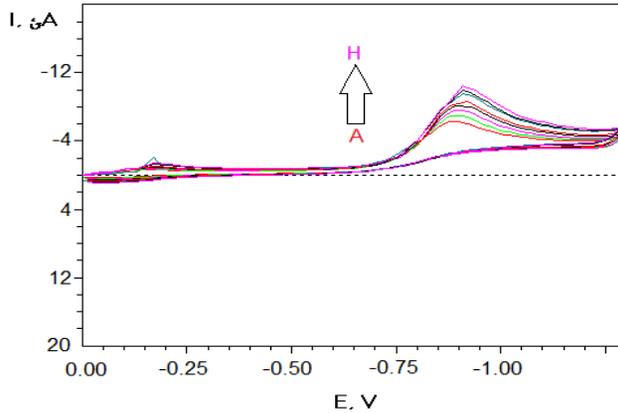
الشكل(10):تغيرات $\log(i_d - i/i)$ بدلالة الكمون E في وسط قلوي

نلاحظ أن ميل هذه العلاقة الخطية في الوسطين المعتدل (0.0257) والقلوي هو (0.0254) وبتطبيق العلاقة نجد أن قيمة (n=2) وبالتالي عدد الالكترونات الكلي المتبادل هو الكترولين ($2e^-$) وفق المعادلة الآتية:

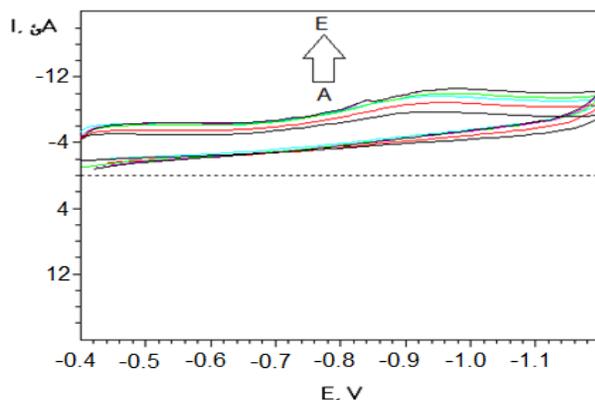


2.4. تأثير معدل المسح في الإرجاع الكهركيميائي للغليكلازيد:

تم دراسة الإرجاع الكهركيميائي للغليكلازيد عند معدلات مسح مختلفة بوجود وسط معتدل من كلوريد البوتاسيوم (0.5M KCl)، وسط قلوي من هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.5M) ككهرليات داعمة لتحديد آلية انتقال جزيئات الغليكلازيد من عمق المحلول إلى سطح إلكترود الذهب باستخدام الطريقة الفولتومترية الحلقية، لتحديد فيما إذا كانت عملية الإرجاع الكهركيميائي على إلكترود الذهب خاضعة للحركية الانتشارية أو للحركية الكيميائية اعتماداً على دراسة تغيرات شدة تيار الذروة مع تغير معدلات المسح كما هو مبين في الأشكال (11)(12).



الشكل(11): المنحنيات الفولتامترية الحلقية لتأثير معدلات مسح مختلفة
100,(H) على الإرجاع (G) 90، (F)80، (E)70،(D)60 ، (C)50 ،(B)40، (A)30 mV/s
الكهركيميائي للغليكلازيد في وسط معتدل من KCl(0.5M) على مسرى الذهب



الشكل (12): المنحنيات الفولتامترية الحلقية لتأثير معدلات مسح مختلفة

(A)50 mV/s، (B)60، (C)70، (D)80، (E)90 على الإرجاع

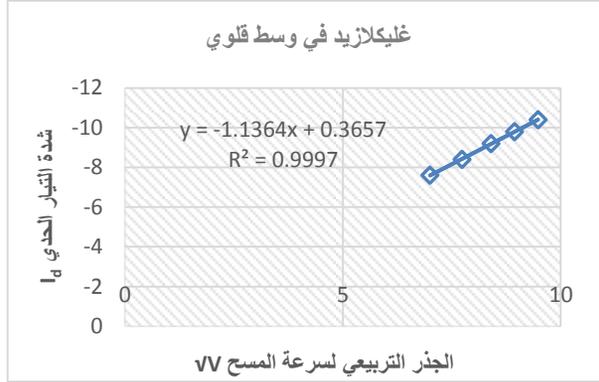
الكهروكيميائي للغلوكلازيد في وسط قلوي من NaOH(0.5M) على مسرى الذهب

تبين الأشكال (11)(12) ظهور موجة كاتودية واضحة عند جميع معدلات المسح المطبقة، ولتوضيح تابعة القيم الحدية للتيار لمعدلات المسح قمنا برسم المنحني الذي يمثل تغيرات I_d مع الجذر التربيعي لمعدلات المسح المطبقة كما هو موضح في الأشكال (13)(14).



الشكل (13): تابعة القيم الحدية للتيار إلى الجذر التربيعي لسرعة المسح لإرجاع الغلوكلازيد

في وسط معتدل من KCl(0.5M)



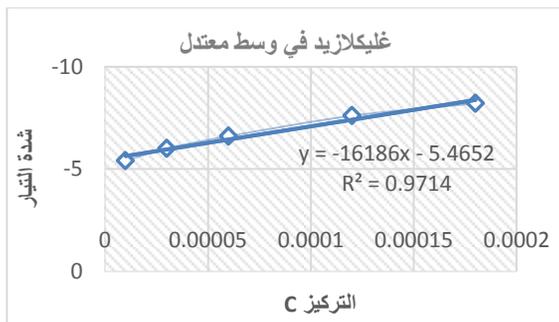
الشكل(14): تابعة القيم الحدية للتيار إلى الجذر التربيعي لسرعة المسح لإرجاع الغليكلازيد في وسط قلوي من NaOH(0.5M)

توضح الأشكال (13)(14) طبيعة العلاقة الخطية بين القيم الحدية للتيار والجذر التربيعي لمعدلات المسح المطبقة، ومن هنا يمكننا استنتاج أن عملية الإرجاع في الأوساط القلوية والمعتدلة تتم وفق الحركية الانتشارية، أي أن الحركية المسيطرة على تفاعل الإرجاع هي حركية انتشارية.

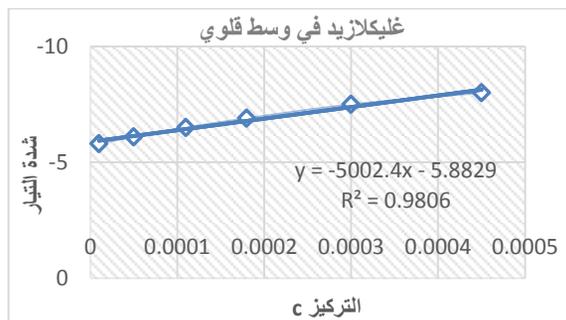
3.4. دراسة تأثير تغير التركيز في الإرجاع الكهروكيميائي لغليكلازيد في الأوساط

المختلفة على إلكترود الذهب :

تمت دراسة تأثير تغير التركيز في عملية الإرجاع في أوساط كهروكيميائية مختلفة على إلكترود الذهب، وذلك لتحديد المجال الخطي بين القيم الحدية للتيار والتركيز الأشكال (3)(4) اعتماداً على الطريقة الفولتومترية الحلقية، ومن أجل ذلك تم تحضير سلسلة عيارية من تراكيز مختلفة لغليكلازيد نلاحظ من الأشكال السابقة أن زيادة التركيز تؤدي إلى زيادة التيار ولتحديد التبعية بين القيم الحدية والتركيز، تم رسم العلاقة بين القيم الحدية للتيار والتركيز:



الشكل(15) تابعة القيم الحدية للتيار إلى تراكيز مختلفة من غليكلازيد في وسط معتدل

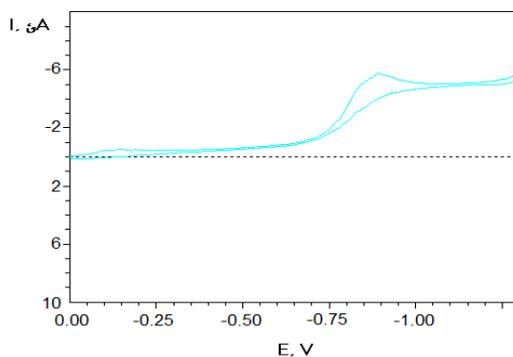


الشكل(16) تابعة القيم الحدية للتيار إلى تراكيز مختلفة من غليكلازيد في وسط قلوي

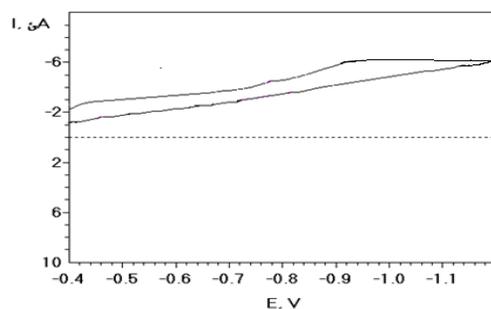
توضح الأشكال (15)(16) أن التابعية خطية ضمن هذا المجال من التراكيز سواء في الوسط المعتدل أو القلوي.

4.4. تحديد الغليكلازيد كميًا في العينات الواقعية :

تم تحليل عينة دوائية تجارية تحتوي على الغليكلازيد (يونيكرون 80mg)، من أجل تحديد قابلية تطبيق الطريقة الكهركيميائية المقترحة في تحليل العينات الدوائية حيث تم أخذ عشرين حبة من الدواء طحنت إلى مسحوق ثم أخذت وزن حبة واحدة وحلت بقليل من الميثانول، وأكمل الحجم حتى (100ml) باستخدام محاليل كهروليتية مختلفة ثم أخذ (10ml) إلى دورق (50ml) ثم تم تسجيل المنحنيات الفولتامترية للعينة كما هو موضح في الأشكال(17)(18).



الشكل (17) المنحني الفولتامترية الحلقية للإرجاع الكهروكيميائي لعينة يونيكرون في وسط معتدل من $KCl(0.5M)$ على مسرى الذهب بمعدل مسح $(50mv/s)$



الشكل (18) المنحني الفولتامترية الحلقية للإرجاع الكهروكيميائي لعينة يونيكرون في وسط قلوي من $NaOH(0.5M)$ على مسرى الذهب بمعدل مسح $(50mv/s)$

تم تحديد نسبة المادة الفعالة في المستحضر الدوائي (يونيكرون $80mg$ unicon) بوجود وسطين المعتدل و القلوي (97%) (لتحديد الغليكلازيد كميًا) و تقع أيضاً ضمن المجال النموذجي المسموح به وفق دستور الأدوية الأمريكي [9].

5-الاستنتاجات:

1- طورنا طريقة تحليلية فولط أمبيرومترية حاقية لتحديد الغليكلازيد، تميزت هذه الطريقة بانتقائية ممتازة وحساسية كبيرة ونكففة منخفضة وسرعة وسهولة في الاستخدام، بالمقارنة مع الطرائق المرجعية التي تحتاج إلى معالجة مسبقة للعينات بالاضافة إلى انها ذات تكلفة كبيرة.

2- إن تغيير نوع الكهريت أو شروط العمل الكهركيميائي يؤدي إلى تغيير في العملية المسروية، فإما أن تظهر القمة أو تختفي أو يتغير شكلها وحدتها وتناظرها وكذلك التطبيق على المستحضرات الصيدلانية.

3- لدى دراسة مركب الغليكلازيد لاحظنا أن للمركب خواص كهركيميائية تعود لعدد من الزمر الكهركيميائية الموجودة في صيغتها والتي تمت دراستها بالطريقة الكهركيميائية الحلقية على مسرى الذهب، حيث وجدنا أن الغليكلازيد يخضع لعملية مسروية مهبطية في وسط معتدل من (KCl) على مسرى الذهب و لاحظنا ظهور قمة واحدة للمادة أما في الوسط القلوي نلاحظ انزياح كمونات الإرجاع نحو القيم الأكثر سلبية.

4- اقترحنا الآلية للتفاعلات الحاصلة على سطح المسرى، حيث أن القمة تعود لارجاع زمرة الكربونيل (-CO-) في الصيغة الكيميائية للغليكلازيد، وحسبنا عدد الالكترونات المتبادلة وفقاً للعلاقات الرياضية، ووجدنا أنها تساوي $2e^-$.

5- يخضع تفاعل الإرجاع الكهركيميائي للغليكلازيد في الوسطين المعتدل والقلوي إلى الحركية الانتشارية (هي المرحلة المحددة لسرعة التفاعل).

6- قمنا بتطبيق الطريقة الفولط أمبيرومتريّة الحلقية لتحديد الغليكلازيد في المستحضرات الصيدلانية المتوفرة في الأسواق السورية بمردود (97%) بوجود الوسطين المعتدل والقلوي.

6-التوصيات:

إن الطرائق المطورة في هذا البحث تصلح من أجل تحديد الغليكلازيد في المضغوطات بدون اعاقه من السواغات المضافة ونقترح تطبيقها في ضبط الجودة للمستحضرات الصيدلانية المدروسة.

7-المراجع: References :

1. HASAN.S,2014- Automated Chemical Analysis Electrolysis Methods. Baghdad University, Iraq, Chapter II, 16.
2. عصام الفلق، جمال حمدو، 2011-2012-التحليل الآلي(1)، منشورات جامعة دمشق.
3. O' NEIL M.J., 2013-The Merck Index-An Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals, Royal Society of Chemistry.
4. SHARMA.V K, MAZUMDER B,2014- Analytical methods for the determination of gliclazide in pharmaceutical formulations and biological fluids. World Journal of Pharmaceutical Research,3, (9), 979-997.
5. BRITISH PHARMACOPOEIA. 2012-The Department of Health. London: The Stationary Office, Vol 1.
6. SAMINA A. J., SNEHAL P. M., POONAM S. K., YOGESH V. P., KISHOR B. B., 2011- Development and validation of UV spectrophotometric method for the determination of Gliclazide in tablet dosage form, Der Pharma Chemica, 3 (4),338-343.
7. RAVI KUMAR1 B.V.V, PATNAIK A.K., KUMAR RAUL S., NEELAKANTA RAO N., 2013-A RP-HPLC Method Development and Validation for the Estimation of Gliclazide in bulk and Pharmaceutical Dosage Forms, Journal of Applied Pharmaceutical Science, 3 (04), 059-063.
8. بلال، عمران. باكير، ديب. الرحيل، صالح. 2022- الإرجاع الكهروكيميائي للزمرة الكربوكسيلية في مركب حمض البنزوثييك بالطريقة البولاروغرافية. مجلة جامعة البعث المجلد 44 العدد 5.
9. The United States Pharmacopeia and the National Formulary, USP 41-NF 36,2018.

تأثير حجم الجملة المغناطيسية المتماثلة المناحي في التحولات الطورية اعتماداً على النمذجة

الدكتور المشرف: أ.د. حسن المقدم

طالبة الدراسات العليا: ايمان الحديد

ملخص Abstract:

تم تطبيق نموذج إيزينغ Ising model على عينات ذات أحجام مختلفة باستخدام محاكاة مونت كارلو وذلك لدراسة تأثير حجم الجملة المغناطيسية في الانتقالات الطورية بغياب الحقل المغناطيسي الخارجي.

تمت الدراسة باستخدام النمذجة في إطار نظرية الحقل الوسيط ورسمت منحنيات كل من الطاقة والمغنطة والسعة الحرارية والطواعية المغناطيسية بدلالة تغير درجات الحرارة، وتم من خلال هذه المنحنيات تحديد موقع الانتقال من الطور الفيرومغناطيسي إلى الطور البارامغناطيسي وذلك من خلال معرفة قيمة درجة حرارة كوري. والذي يؤكد زيادة هذه الدرجة بزيادة أبعاد الجملة وتأثير المغنطة التلقائية على قيم درجة الحرارة الحرجة المأخوذة من منحنيات الطواعية.

الكلمات المفتاحية Key words:

نموذج إيزينغ، محاكاة مونت كارلو، الانتقالات الطورية، درجة حرارة كوري T_C ، نظرية الحقل الوسيط، الطور الفيرومغناطيسي، الطور البارامغناطيسي.

Abstract

The Ising model had applied to samples of different sizes using Monte Carlo simulation to study the effect of the size of the magnetic system on phase transitions in the absence of an external magnetic field.

The study had carried out using modeling within the framework of mean field theory, and the curves of energy, magnetization, heat capacity, and magnetic ductility were drawn as a function of temperature. Through these curves, the location of the transition from the ferromagnetic phase to the paramagnetic phase was determined by knowing the value of the Curie temperature. This confirms the increase in this degree with increasing bulk dimensions and the effect of spontaneous magnetization on the critical temperature values taken from the ductility curves.

Key words: Ising model, Monte Carlo simulation, phase transitions, Curie temperature T_C , mean field theory, ferromagnetic phase, paramagnetic phase.

❖ **هدف البحث Research objective:**

تحديد درجة حرارة كوري التي يتم عندها التحول الطوري كتابع لحجم الجملة المغناطيسية المدروسة مع تغيرات درجات الحرارة وذلك بغياب الحقل المغناطيسي الخارجي.

❖ **طريقة البحث research method:**

تمت الدراسة باستخدام برنامج تم تطويره اعتماداً على برنامج Matlab ، كما تم رسم الخطوط البيانية باستخدام برنامج Excel .

1 المقدمة Introduction:

تختلف استجابة المواد للحقل المغناطيسي تبعاً لخصائص هذه المواد وتركيبها فمنها ما يتأثر بالحقول المغناطيسية بشكل كبير فتعمل على مضاعفة الحقل المطبق وذلك نظراً لامتلاكها عزم مغناطيسي داخلي تضاف قيمته للحقل المطبق، ومنها ما يعتمد على الحقل المطبق فتزيد مغنطتها بزيادة هذا الحقل وتزول بزواله، ومنها ما يؤثر بشكل سلبي على الحقل المطبق فتعمل على اضعاف هذا الحقل.

ويعزى منشأ المغناطيسية إلى إلكترونات الذرة، التي لها عزم مغناطيسي بحكم حركتها وتتمتع النواة أيضاً بعزم مغناطيسي صغير لكنه غير مهم مقارنة بالإلكترونات ولا تؤثر على الخصائص المغناطيسية الكلية.

تحتوي الذرات على العديد من الإلكترونات، كل منها يدور حول محوره الخاص ويتحرك في مداره الخاص. العزم المغناطيسي المرتبط بكل نوع من الحركة هو كمية متجهة، موازية لمحور الدوران وعمودية على مستوي المدار، على التوالي. العزم المغناطيسي للذرة هو مجموع المتجهات لجميع العزوم الإلكترونية، وهنا لدينا احتمالان:

1 العزوم المغناطيسية لجميع الإلكترونات موجهة لدرجة أنها تلغي بعضها البعض، والذرة ككل ليس لها عزم مغناطيسي صافي. هذه الحالة تؤدي إلى الدايامغناطيسية.

2 إلغاء العزوم الإلكترونية جزئي فقط ويبقى في الذرة عزم مغناطيسي صافي. غالباً ما يشار إلى مثل هذه الذرة، للإيجاز، على أنها ذرة مغناطيسية. المواد المكونة من ذرات من هذا النوع هي بارامغناطيسية أو فيرومغناطيسية أو أنتيفيرومغناطيسية أو فيري مغناطيسية[1].

تنشأ الاختلافات في السلوك المغناطيسي من الاختلافات في تفاعل التبادل للمواد المختلفة وتفاعلات التبادل هي ظواهر كمومية تخضع لمبدأ الاستبعاد لباولي، من أجل التبادل القوي، تتمتع العزوم المغناطيسية باقتران قوي مع بعضها البعض[2].

سنبداً بالنظر إلى الدايامغناطيسية في المواد التي لا توجد بها عزوم مغناطيسية دائمة، ثم البارامغناطيسية في المواد ذات العزوم المغناطيسية التي لا تتفاعل مع بعضها البعض. أخيراً، نأخذ في الاعتبار المواد التي يوجد فيها تفاعل قوي بين العزوم المغناطيسية، مما يؤدي إلى سلوك فيرومغناطيسي أو أنتيفيرومغناطيسية أو فيري مغناطيسي[3].

2- أنواع المواد المغناطيسية Types of magnetism:

1-2 الدايامغناطيسية Diamagnetism:

إن أصل الخاصية الدايا مغناطيسية هو الحركة المدارية للإلكترون التي تستحث نتيجة تطبيق حقل مغناطيسي خارجي على المادة وهذا الحقل يحدث تغييراً في حركة الإلكترونات ويكون العزم المغناطيسي الناتج عن هذا التغيير هو السبب في الخاصية الدايا مغناطيسية. والصفة الدايا مغناطيسية هي صفة مؤقتة تستمر باستمرار وجود الحقل المغناطيسي الخارجي وتختفي بإزالته أي أنها تمثل رد الفعل المعاكس على تأثير الحقل المغناطيسي المطبق عليها ومن أهم المواد الدايا مغناطيسية الغازات الخاملة والمركبات

ذات المدارات الالكترونية المشبعة والكثير من المركبات العضوية. كما أن جميع المواد تصبح دايا مغناطيسية عند درجات الحرارة المرتفعة.

2-2 البارامغناطيسية Paramagnetism:

تظهر البارامغناطيسية في الذرات أو الجزيئات التي تمتلك عدداً فردياً من الالكترونات التي تعمل على إعطاء عزم مغناطيسي صافي عند تطبيق حقل مغناطيسي أما في حال عدم تطبيق حقل مغناطيسي على المادة فإن الاتجاهات العشوائية للعزم المغناطيسية ستجعل مغناطيسية المادة صفر. ان الخاصية البارامغناطيسية صفة متأصلة في المادة ولا تستحث نتيجة تطبيق حقل مغناطيسي خارجي عليها.

2-3 الفيرو مغناطيسية Ferromagnetism:

تتشأ الخاصية الفيرو مغناطيسية من الالكترونات المفردة ذات العزم المغناطيسي الدائم أو من توجه هذه العزوم باتجاه واحد. حيث تأخذ هذه العزوم اتجاهاً واحداً عندما تكون درجة حرارة المادة أقل من درجة حرارة كوري وتأخذ اتجاهات عشوائية عند درجات الحرارة الأكبر من درجة حرارة كوري.

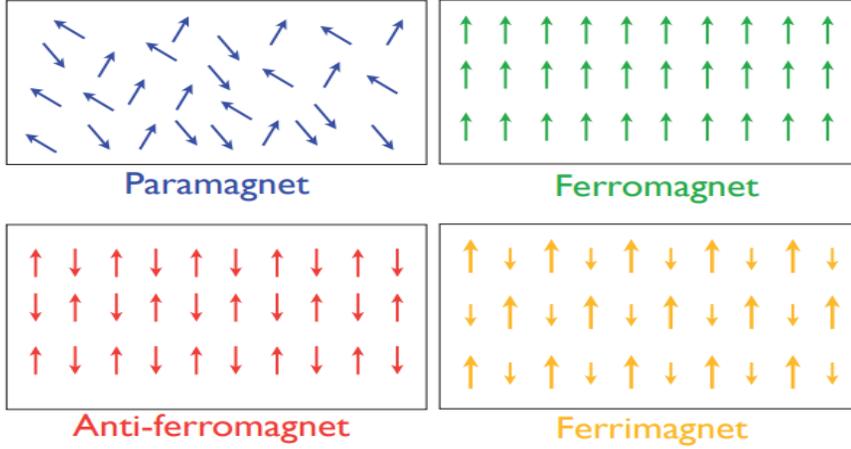
أي تتحول المواد الفيرو مغناطيسية الى مواد بارامغناطيسية عند تسخينها فوق درجة حرارة كوري وتعود فيرو مغناطيسية عند تبريدها الى ما دون درجة حرارة كوري.

2-4 الأنتيفيرو مغناطيسية Anti-ferromagnetism:

تكون العزوم المغناطيسية مرتبة بشكل صفوف متوازية ومتشابهة لكنها متعاكسة عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة نيل وتتحول الى مواد بارامغناطيسية عند درجة حرارة أعلى من درجة حرارة نيل.

2-5 الفيري مغناطيسية Ferrimagnetism:

وهي حالة خاصة للمواد الأنتيفيرو مغناطيسية حيث يكون كل صفين متجاورين من العزوم المغناطيسية متعاكسين في الاتجاه لكنهما غير متساويين في المقدار، ولذلك تمتلك المواد الفيري مغناطيسية عزم مغناطيسي صافي [4].



الشكل 1: رسم بياني لمختلف أنواع الظواهر المغناطيسية [3].

وتجدر الإشارة الى أن المواد المغناطيسية لها أهمية كبيرة في مجموعة واسعة من التطبيقات التقنية من توليد الطاقة إلى تخزين البيانات كما يجدر بالذكران سلوك هذه المواد على المستوى العياني يكون مفهوماً بشكل جيد جداً، لكن على المستوى الكمي لاتزال الأبحاث مستمرة بشكل نشط نظراً لعدم الوضوح الكامل للرؤية [5].

3 التحولات الطورية والظواهر الحرجة:

Phase transitions and critical phenomena:

لطالما كانت التحولات الطورية والظواهر الحرجة من بين الموضوعات الرئيسية للدراسات النشطة في الفيزياء وأن الفعل البسيط المتمثل في تحويل حالة المادة منطور إلى آخر عن طريق تغيير درجة الحرارة كان دائماً ما يأسر العقل البحثي. بهذه الطريقة، يمكن

تحويل حالة غير مثيرة للاهتمام تقريباً من المادة إلى مادة ذات تأثيرات وتطبيقات هائلة. لذلك تعد المعرفة الأساسية لنظرية انتقالات الطور والظواهر الحرجة لا غنى عنها للباحثين في العديد من مجالات الفيزياء[6].

1.3 مفهوم الطور Phase concept:

جزء من النظام تكون خصائصه وتكوينه متجانسة ومتميزة فيزيائياً عن الأجزاء الأخرى من النظام. ويعد التحول من فيرومغناطيسي إلى بارامغناطيسي تغيير في الطور، حيث أن الطور الفيرومغناطيسي له خصائص مغناطيسية مختلفة عن الطور البارامغناطيسي. ولكل طور مجموعة من البارامترات الترموديناميكية التي تحدد خصائصه الفيزيائية[2].

2.3 درجة الحرارة الحرجة Critical temperature:

اكتشف بيير كوري أنه بعد درجة حرارة معينة تفقد المواد الفيرومغناطيسية خصائصها المغناطيسية، أي القدرة على امتلاك مغنطة صافية في غياب الحقل المغناطيسي الخارجي. هذا ما يسمى درجة الحرارة الحرجة T_c (أو نقطة كوري) وهي تختلف من مادة لأخرى[7].

تعد درجة حرارة كوري معامل مهم لأي مادة فيرومغناطيسية، كما أن تحديدها التجريبي الدقيق له قيمة كبيرة في فيزياء المغناطيسية وهي خاصية فريدة لكل مادة مغناطيسية حديدية تمر بمرحلة انتقالية بانتقال طور من الدرجة الثانية[8].

3.3 تأثير درجة الحرارة على السلوك المغناطيسي:

3.3 Effect of temperature on magnetic behavior:

يتميز انتقال الطور بتغيرات ماكروسكوبية مفاجئة مع تغير المؤثرات الخارجية مثل زيادة درجة الحرارة والتي تؤدي إلى زيادة في حجم الاهتزازات الحرارية للذرات نظراً لأن العزوم المغناطيسية الذرية حرة في الدوران وبالتالي فإن ارتفاع درجة الحرارة يترافق بإضفاء

الطابع العشوائي على اتجاهات العزوم المتحاذية. كما أنه مع ارتفاع درجة الحرارة تتضاءل مغنطة التشبع تدريجياً ثم تنخفض فجأة إلى الصفر عند درجة حرارة كوري حيث يتم زوال قوى الأقتزان المتبادل للسينين بالكامل وعند درجات الحرارة الأعلى من درجة حرارة كوري تصبح المواد الفيرومغناطيسية بارامغناطيسية.

4.3 دور الحقل المغناطيسي في السلوك المغناطيسي:

3.4 The role of the magnetic field in magnetic behavior:

إذا تم وضع المواد الفيرومغناطيسية في حقل مغناطيسي خارجي قوي بما فيه الكفاية يتم إعادة توجيه المجالات في نفس الاتجاه حتى إذا تم إزالة الحقل المغناطيسي الخارجي اتضح أن هذه المجالات تميل بقوة للبقاء متجهة في هذا الاتجاه[9].

4 نموذج إيزينغ ومحاكاة مونت كارلو:

4 Ising model and Monte Carlo simulation:

نموذج إيزينغ هو نموذج رياضي في الميكانيك الإحصائي وله أهمية خاصة في دراسة المواد المغناطيسية، اوجده ويليم لينز Wilhelm Lenz (1920). حيث أعطى ويليم لينز النموذج كمسألة لتلميذه إرنست إيزينغ Ernst Ising. وقد حل إيزينغ هذه المسألة في بُعد واحد في أطروحة الدكتوراه الخاصة به (1924)، وبعد ما يقرب من عشرين عاماً، قام لارس أونسجر Lars Onsager بحل نموذج إيزينغ ثنائي الأبعاد في عام 1944 وعرض انتقال الطور[10].

يعرض نموذج إيزينغ انتقال طور عند درجة حرارة محددة بين طور فيرومغناطيسي عند درجة حرارة منخفضة وطور بارامغناطيسي عند درجة حرارة عالية وطور لفهم اتجاه السبينات التي تعطي الخاصية المغناطيسية في دراسة انتقالات الطور في المواد الصلبة عند درجة حرارة محددة[11].

كما يوفر نموذج إيزينغ طريقة بسيطة لوصف كيفية استجابة مادة مغناطيسية للطاقة الحرارية والمجال المغناطيسي الخارجي. في هذا النموذج، يعتبر قيمة السبين $S = \pm 1$ [12].

يجب على المرء أن يأخذ بالاعتبار تفاعلات سبين-سبين لفهم الانتقال بين الأطوار. وفقاً لنموذج إيزينغ يعطى الهاميلتوني لتفاعل السبينات المتجاورة بواسطة

$$H = -J \sum_{\langle ij \rangle} S_i S_j - h \sum_i S_i , \quad (4.1)$$

حيث يشير $\langle ij \rangle$ إلى أننا نجمع على أقرب زوج من السبينات المتجاورة فقط مع $S_i = \pm 1$ للسبين، للمواقع الفردية، J هو ثابت الإقتران، و h هو الحقل المغناطيسي الخارجي. عندما تكون $h = 0$ ، يتم الحصول على أقل حالات طاقة باختيار جميع السبينات إما لأعلى أو لأسفل.

تؤدي هذه الميزة، عند درجات حرارة منخفضة بدرجة كافية، إلى ظاهرة جماعية تسمى المغنطة التلقائية. وذلك من خلال التفاعل بين الجيران الأقرب، يمكن أن يؤثر عزم مغناطيسي معين في محاذاة السبينات التي يتم فصلها عن السبين المعطى بمسافة مجهرية. ترتبط هذه التصحيحات طويلة المدى بين السبينات بترتيب طويل المدى تمتلكه الشبكة، وهو مغنطة صافية في غياب الحقل المغناطيسي [13].

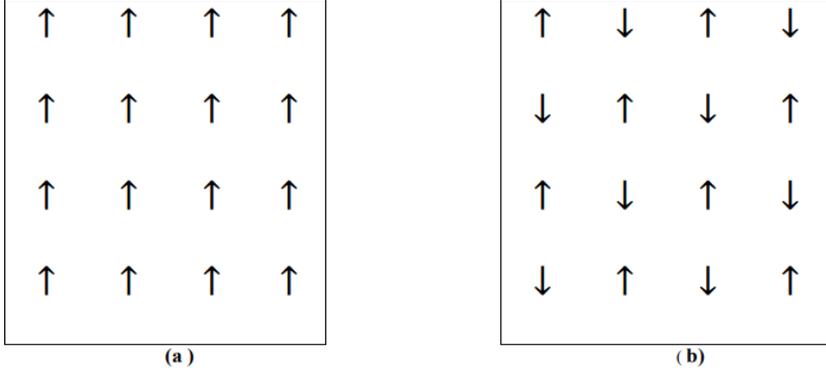
لتحديد انتقال طوري اعتماداً على النموذج، يتم استخدام متوسط المغنطة

$$\langle M \rangle = \frac{1}{N} \sum_i^N S_i \quad (4.2)$$

يتم محاذاة مجموعة من السبينات الذرية بحيث تشير جميع العزوم المغناطيسية المرتبطة بها إلى نفس الاتجاه، وتستخدم لإيجاد انتقال الطور.

بالنسبة لدرجة الحرارة الأقل عن T_C ، فإن المغنطة $\langle M \rangle \neq 0$ وتستقر في قيم تعتمد على درجة الحرارة. يُظهر نموذج إيزينغ ترتيباً طويل المدى من السبينات المتحاذية.

ومع ذلك، بالنسبة لدرجة الحرارة الأعلى من T_C ، فإن المغنطة $\langle M \rangle = 0$ تحدد انتقال الطور إلى حالة مضطربة تماماً.



الشكل 2: تفاعل السبين الفيرومغناطيسي وفق نموذج إيزينغ.

يوضح الشكل 2a أن جميع السبينات المتجاورة متوازية في نفس الاتجاه. في هذه الحالة قمنا بتعيين $J > 0$ ويقال عن جملة السبينات بهذا التكوين أنها تخضع لتفاعل الفيرومغناطيسي.

من ناحية أخرى، يُظهر الشكل 2b أن جميع السبينات المتجاورة غير متوازية. في مثل هذه الحالة لدينا $J < 0$ ويقال عن جملة السبينات بهذا التكوين أنها تخضع لتفاعل أنتيفيرومغناطيسي.

في هذه الدراسة، اخترنا التفاعل الفيرومغناطيسي بحيث يكون لدينا حالات مرتبة جيداً، لأن جميع السبينات متحاذية، مما يؤدي إلى مغنطة أعلى [14].

إن حقيقة قدرتنا على إجراء تفسير عشوائي ناجح لإجراءات أخذ العينات تثبت أنها أمر محوري في السماح لنا بتقديم طريقة مونت كارلو كأسلوب لحل المسائل التي يمكن ملاحظتها في نموذج Ising.

يتم تعريف حساب مونت كارلو، بشكل أساسي، على أنه يستخدم بشكل صريح المتغيرات العشوائية وتتميز العملية العشوائية بتطورها مع مرور الزمن. وبالتالي فإن طريقة مونت كارلو تفسح المجال بشكل طبيعي لمحاكاة الأنظمة التي تحدث فيها العمليات العشوائية.

من وجهة نظر التنفيذ، فإن مسألة الرقم العشوائي تكمن في قلب هذه العملية ويعتمد نجاحها على حقيقة أن الرقم الناتج عشوائي حقًا.

هذا الارتباط بالعشوائية هو أيضًا أصل اسم المحاكاة نظرًا لأن موقع مونت كارلو الساحر مرادف للحظ والصدفة [15].

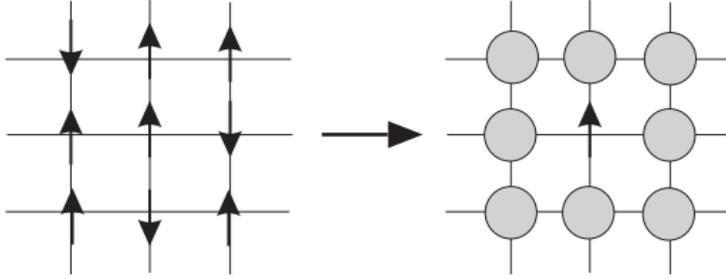
5 نظرية الحقل الوسطي Mean field theory:

يرجع أصل نظرية الحقل الوسطي إلى الفيزياء منذ زمن بعيد، حيث عمل عليها P. Weiss في عام 1900، وقد نُشر حتى قبل ذلك في أعمال P. Curie.

هدفها هو تبسيط تحليل العديد من مشاكل الجسم بشكل عام وتحولات الطور بشكل خاص عن طريق استبدال تعقيد التفاعل بين السبين بالحقل المتوسط الفعال الذي يعمل على السبين الفردي [16].

تتمثل الإستراتيجية الأساسية في تركيز انتباهنا على سبين واحد واستبدال السبينات المجاورة بمتوسطاتها، بعد ذلك تنخفض المشكلة إلى حالة متغيرة واحدة، ويتم تقليل عدد درجات الحرية التي تظهر في حساب تابع التقسيم بشكل كبير من 2^N إلى 2 ويتم استبدال مشكلة العديد من الجزئيات المتفاعلة بواحدة غير متفاعلة والذي يسهل بشكل

كبير المعالجة النظرية. كما هو موضح أدناه في الشكل 3. إن هذا الإجراء هو المقصود فيه بالتقريب حيث يتجاهل المرء الانحرافات (التقلبات) عن متوسط قيمة متغيرات السبينات.



الشكل 3: في تقريب المجال الوسطي، يتم استبدال متغيرات السبين التي تحيط بسبين معين بقيمتها المتوسطة (كما هو موضح في الدوائر الرمادية) [17].

6 بعض الخصائص الترموديناميكية:

6 Some thermodynamic properties:

إن أهم سمة للمغناطيسية الحديدية هي درجة الحرارة الانتقالية، أي درجة حرارة كوري، والتي لا تقرر التطبيقات فحسب، بل تعكس أيضاً الآلية المغناطيسية الجوهرية. حتى الآن، ركزت العديد من الحسابات النظرية على هذه الخاصية المغناطيسية الهامة [18].

بمجرد محاكاة النظام، يكون الهدف هو التحقق من خصائصه عن طريق حساب العديد من القيم الترموديناميكية وتحديد ما إذا كان يمر بمرحلة انتقالية أم لا. يمكن القيام بذلك عن طريق حساب العديد من الملاحظات والتحقيق في خصائصها؛ على وجه الخصوص، كيف أنها تعتمد على درجة حرارة النظام.

- يتم تحديد متوسط الطاقة لكل سبين بواسطة:

$$\langle E \rangle = \left\langle \sum_{\langle i,j \rangle} H_{ij} \right\rangle = \frac{1}{2} \left\langle \sum_{\langle i,j \rangle} H_{ij} \right\rangle, \quad (1.6)$$

ان $\frac{1}{2}$ يفسر حقيقة أن كل زوج يتم حسابه مرتين في المجموع. إذا كان النظام فيرومغناطيسي، فإن القيمة المتوقعة لـ $\langle E \rangle$ للشبكة المربعة ثنائية الأبعاد ستكون $2J$ - عند محاذاة جميع السبينات. يجب أن تكون $\langle E \rangle$ دالة مستمرة لدرجة الحرارة، مع نقطة انعطاف عند T_c ، ويجب أن تقترب من الصفر بعد تلك النقطة، مما يدل على حدوث تغيير في الطور وأن المادة أصبحت مضطربة (بارامغناطيسية).

• يُعطى متوسط المغنطة لكل سبين بواسطة:

$$\langle M \rangle = \frac{1}{N^2} \sum_{\langle i,j \rangle} \sigma_{ij} \quad (2.6)$$

يمكن أن يسمح حساب M بالوقت الذي يستغرقه النظام للوصول إلى التوازن ليتم تحديده من أجل حجم معين للنظام. من خلال رسم متوسط المغنطة لكل سبين بعد كل تنفيذ لخوارزمية ميتروبولس مقابل عدد التكرارات، يجب أن يُنظر إلى متوسط المغنطة على أنه يقترب من قيمة ثابتة تدل على أن التوازن قد تحقق، ويتم تحديد الحد الأدنى من التكرارات المطلوبة لتحقيق ذلك، مما سيساعد على زيادة كفاءة الخوارزمية. يمكن أيضاً استخدام المغنطة لإظهار أن انتقال الطور قد حدث في المادة وتقريب درجة حرارة كوري. عن طريق رسم متوسط المغنطة بعد الوصول إلى التوازن مقابل سلسلة قيم لدرجة الحرارة، يجب ملاحظة انتقال الطور عند T_c . يجب أن تكون المغنطة 1 أو -1 في البداية لأنها فيرومغناطيسية، ولكن بعد T_c يجب أن تكون صفر، لأنها تصبح بارامغناطيسية.

السعة الحرارية النوعية C_V ، تعطى بـ

$$\begin{aligned} C_V &= \frac{\partial \langle E \rangle}{\partial T} \\ &= -\frac{\beta}{T} \frac{\partial \langle E \rangle}{\partial \beta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\beta}{T} \frac{\partial^2 \ln(Z)}{\partial \beta^2} \\ &= \frac{\beta}{T} (\langle E^2 \rangle - \langle E \rangle^2), \end{aligned}$$

حيث $\beta = (K_B T)^{-1}$ و Z دالة التقسيم. وبالمثل، فإن الطواعية المغناطيسية تعطى بواسطة

$$\begin{aligned} \chi &= \frac{\partial \langle M \rangle}{\partial H} \\ &= \beta (\langle M^2 \rangle - \langle M \rangle^2), \end{aligned}$$

- $\langle E^2 \rangle$ و $\langle M^2 \rangle$ يمكن حسابها بطريقة مشابهة لـ (3) و (4). بما أن C_V و χ مشتقات ثنائية للطاقة الحرة، عند رسمها مقابل درجة الحرارة، يجب أن تظهر انقطاعاً عند T_c ، مما يشير إلى أن انتقالاً طورياً من الدرجة الثانية قد حدث [19].

النتائج والمناقشة Results and discussion:

يسمح نموذج ايزينغ بالتعامل مع المشكلات الترموديناميكية مثل سلوك السبينات في المواد الفيرومغناطيسية. وهكذا، فإننا نشير إلى شبكة ثنائية الأبعاد تطبق عليها طريقة مونت كارلو،

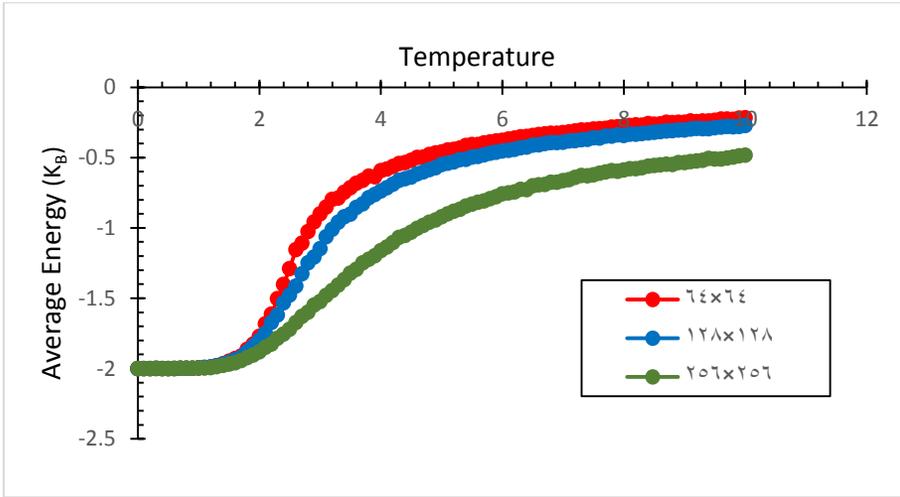
يلاحظ أنه في درجات الحرارة المنخفضة، يكون التفاعل بين السبينات قوي، وتميل السبينات إلى التحاذي مع بعضها. في هذه الحالة، تصل المغنطة إلى قيمتها القصوى $|M| = 1$ وفقاً لصيغتها، توجد المغنطة حتى لو لم يكن هناك مجال مغناطيسي خارجي.

وأنة في درجة الحرارة المرتفعة، يكون التفاعل ضعيفاً، والسيينات تكون بشكل عشوائي لأعلى أو لأسفل. لذا، فإن المغنطة قريبة من القيمة $M = 0$.

بينما تختفي المغنطة في درجة حرارة معينة وهي درجة حرارة كوري [20].

تم حساب القيم الترموديناميكية وتوضيح الانتقال عند درجة حرارة حرجة حيث أخذت النتائج من أجل قيمة للحقل $h = 0$ ومعامل اقتران $1 = J$ وذلك لعينات بأبعاد 64×64 و 128×128 و 256×256 كالآتي:

1 تغيرات الطاقة من أجل أبعاد مختلفة للعينة بغياب الحقل المغناطيسي:



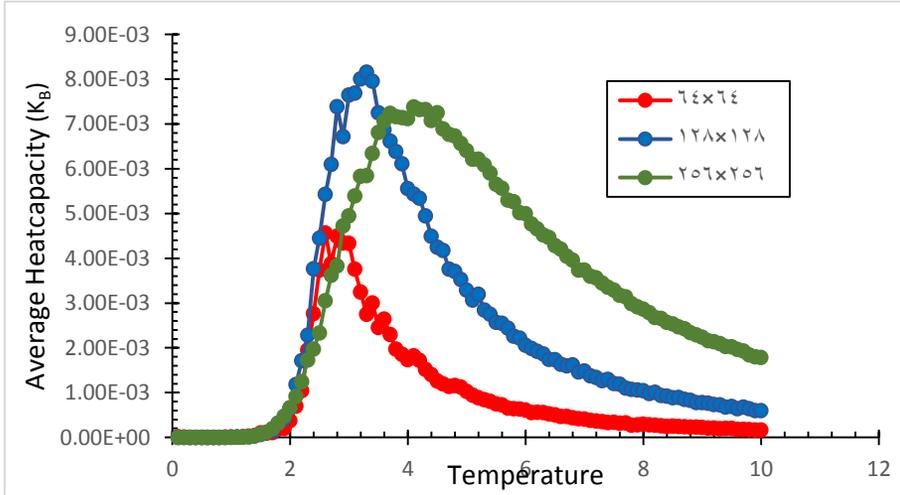
الشكل (4): تغيرات الطاقة من أجل أبعاد مختلفة للعينة بغياب الحقل المغناطيسي

عند دراستنا لتأثير تغيرات الطاقة بدلالة تغير درجات الحرارة على العينة من أجل أبعاد مختلفة للجملة نلاحظ التقارب في منحنيات الطاقة من أجل الأبعاد الصغيرة وتتباعد منحنيات الطاقة عند زيادة حجم العينة المدروسة،

ان المنحنيات تكون متطابقة عند درجات الحرارة الدنيا ثم يظهر التباين مع زيادة درجات الحرارة، ومن النقاط المحددة توجد نقطة انعطاف في الخط البياني المميز من أجل كل

جملة عند هذه النقطة تتحول المادة من الحالة الفيرومغناطيسية إلى الحالة البارامغناطيسية ويمكن تحديد هذه النقطة بدقة أكثر من خلال الاعتماد على الخط البياني التالي الذي يمثل تغيرات السعة الحرارية بدلالة تغيرات درجات الحرارة.

2 تغيرات السعة الحرارية من أجل أبعاد مختلفة للعينة بغياب الحقل المغناطيسي:



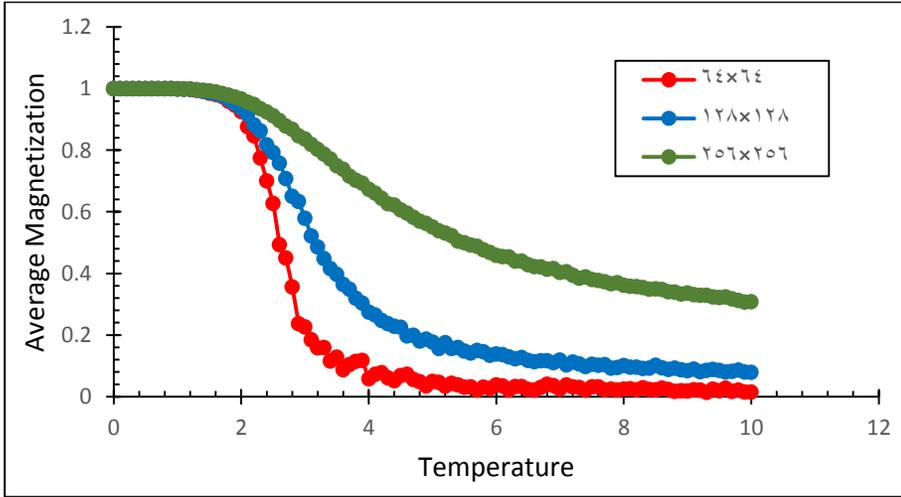
الشكل (5): تغيرات السعة الحرارية بدلالة تغيرات درجة الحرارة من أجل قيم أبعاد مختلفة بغياب الحقل المغناطيسي:

عند دراستنا لتغيرات السعة الحرارية بدلالة تغيرات درجة الحرارة من أجل قيم مختلفة لأبعاد الجملة المدروسة بغياب الحقل المغناطيسي ونلاحظ مع زيادة أبعاد الجملة تزداد قيمة السعة الحرارية نلاحظ من أجل كل منحنى من المنحنيات البيانية أن السعة الحرارية تأخذ قيمة عظمى عند درجة حرارة محددة والتي تمثل درجة حرارة كوري التي توضح لنا انتقال المادة من الحالة الفيرومغناطيسية إلى الحالة البارامغناطيسية،

نلاحظ من خلال القيم التي حصلنا عليها والموضحة بالجدول السابقة والمنحنيات البيانية أن درجة حرارة كوري تزداد مع زيادة أبعاد الجملة المدروسة. نظراً لحاجة الجملة

لطاقنة أكبر تتناسب طرذاً مع حجمها. وأن هذه الدرجة للعينة 64×64 هي $T_C = 2.6$ أما العينة 128×128 فتكون $T_C = 3.3$ وتصبح من أجل العينة 256×256 مساوية لـ $T_C = 4.1$.

3 تغيرات التمغنط من أجل أبعاد مختلفة للعينة بغياب الحقل المغناطيسي:



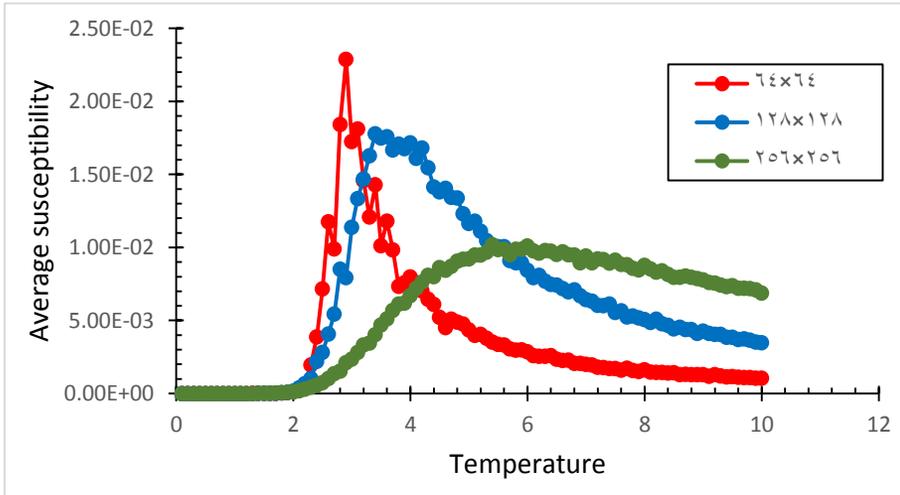
الشكل (6): تغيرات التمغنط بدلالة درجة الحرارة من أجل قيم مختلفة لأبعاد

العينة المدروسة بغياب الحقل المغناطيسي

عند دراستنا لتغيرات التمغنط بدلالة تغيرات أبعاد العينة بغياب الحقل المغناطيسي، نلاحظ أن قيم التمغنط تتناقص أكثر كلما كانت أبعاد الجملة أقل نظراً للحالة العشوائية للسبينات التي تكون محصلة المغنطة فيها أكبر مع زيادة أبعاد الجملة.

وتظهر على المنحنيات البيانية نقاط التقعر وتكون أوضح من أجل الأبعاد الأقل وتساعدنا هذه النقاط في تحديد الانتقالات الطورية من النوع الأول والثاني من خلال المقارنة مع المنحنيات البيانية لدراسة تغيرات الطوعية المغناطيسية.

4 تغيرات الطواعية المغناطيسية من أجل أبعاد مختلفة للعينة بغياب الحقل المغناطيسي:



الشكل (7): تغيرات الطواعية بدلالة تغيرات درجة الحرارة من أجل قيم مختلفة لأبعاد العينة عند غياب الحقل المغناطيسي

عند دراستنا لتغيرات الطواعية المغناطيسية بدلالة تغير أبعاد العينة بغياب الحقل المغناطيسي نلاحظ من خلال النتائج التي توصلنا إليها والممثلة بالمنحنيات البيانية أن الطواعية تقل بزيادة أبعاد العينة المدروسة كما نلاحظ أن قيم درجات الحرارة الموافقة للانتقالات الطورية تزداد بزيادة حجم الجملة.

نلاحظ أن درجة حرارة كوري للعينة 64×64 هي $T_C = 2.9$ أما العينة 128×128 فتكون $T_C = 3.6$ وتصبح من أجل العينة 256×256 مساوية لـ $T_C = 6$.

جدول مقارنة بين درجات حرارة كوري التي حصلنا عليها من قيم السعة الحرارية والطوعية المغناطيسية:

| 256 × 256 | 128 × 128 | 64 × 64 | العينة | |
|-----------|-----------|---------|--|---|
| 4.1 | 3.3 | 2.6 | درجة حرارة كوري المأخوذة من قيم السعة الحرارية | |
| 5.4 | 3.4 | 2.8 | الانتقال من النوع الأول | درجة حرارة كوري المأخوذة من قيم الطوعية المغناطيسية |
| 6 | 3.6 | 2.9 | الانتقال من النوع الثاني | |

نلاحظ من الجدول السابق أن درجة حرارة كوري تزداد بزيادة أبعاد الجملة أي أنه كلما زاد حجم الجملة احتاجت إلى حرارة أكبر لكي يحدث الانتقال الطوري.

نلاحظ أيضاً وجود تباين بين درجة حرارة كوري المأخوذة من منحنيات السعة وتلك المأخوذة من منحنيات الطوعية ويعود ذلك إلى المغنطة التلقائية التي تؤثر على الموضع الظاهري لدرجة حرارة كوري حيث نلاحظ أنه كلما زادت أبعاد العينة زاد الفرق بين القيمتين.

تنشأ ذيول المغنطة بسبب بقايا المغنطة التلقائية فوق T_C . وفقاً للترموديناميك، لا ينبغي أن توجد هذه البقايا أعلى من T_C ولكنها في الواقع موجودة دائماً. [8]

إضافة إلى أنه مع زيادة أبعاد الجملة يصبح للاضطرابات البعيدة المدى التي لم تأخذ بعين الاعتبار تأثير أكبر يساهم في التباين بقيم درجة الحرارة الحرجة.

قائمة المراجع

- [1]Cullity, B. D., & Graham, C. D. (2011). *Introduction to magnetic materials*. John Wiley & Sons.
- [2]Laughlin, D. E., Willard, M. A., & McHenry, M. E. (2000). Magnetic ordering: some structural aspects. *Phase Transformations and Evolution in Materials*, 121-137.
- [3]Morton, J. J. (2012). Magnetic properties of materials. *JJLM Trinity*, 1-6.
- [4] د صالح يونس درويش، الفصل السادس من مادة الحرارة، كلية العلوم قسم الفيزياء
طوز خورماتو
- [5] Kenneth E. Madsen Literature Seminar. Intrinsic Ferromagnetism in Two-Dimensional Materials November 1st, 2018
- [6]Nishimori, H., & Ortiz, G. (2011). *Elements of phase transitions and critical phenomena*. Oxford university press.
- [7]Bijker, R. (2009). Phase transitions and spontaneously broken symmetries. *Fundamentals of Physics*, 3, 51-60.
- [8] Zverev, V. I., Gimaev, R. R., Tishin, A. M., Mudryk, Y., Gschneidner Jr, K. A., & Pecharsky, V. K. (2011). The role of demagnetization factor in determining the 'true' value of the Curie temperature. *Journal of magnetism and magnetic materials*, 323(20), 2453-2457.

- [9] Getachew, W. (2013). PARAMETRIZATION OF FERROMAGNETIC PHASE TRANSITION IN FE.
- [10] Wu, X. Z. Di Li Zheng Dai, 2014. *Ising model-Phase transition, Allen Institute.*
- [11] Kurt, B. 2001. Theory of first order phase transitions institute fukphysik Johannes gutenbergy – universitat mainz.pp,390- 650.
- [12]Khalid, K, and Sa'ad, N. A. 2011. Phase Transition of the two-dimensionIsing model by using Monte Carlo method [England. Technology. Journal, Vol 29.
- [13] WITTHAUER, Lilian; DIETERLE, Manuel. The phase transition of the 2D-Ising model. *Summer Term, 2007, 7.1: 1-5.*
- [14] Jenson, H. 2009. A new approach to Monte Carlo simulations in statistical physics. Wang Landau sampling .journal 44(6):17-30.
- [15] Kotze, J. (2008). Introduction to Monte Carlo methods for an Ising Model of a Ferromagnet. *arXiv preprint arXiv:0803.0217.*
- [16] Bekele, D. (2017). SPECIFIC HEAT ESTIMATION FOR FERROMAGNETS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE ISING MODEL.
- [17]Nishimori, H., & Ortiz, G. (2011). *Elements of phase transitions and critical phenomena.* Oxford university press.

[18] Lu, X., Fei, R., & Yang, L. (2019). Curie temperature of emerging two-dimensional magnetic structures. *Physical Review B*, 100(20), 205409.

[19] Bennett, D. (2016). Numerical Solutions to the Ising Model using the Metropolis Algorithm. *JS TP*, 13323448.

[20] Khudier, D. K., & Fawaz, N. A. (2013). Two Dimensional Ising Model Application with MONTE CARLO Method. *Journal of University of Anbar for Pure Science*, 7(2), 1-10.

دراسة فعالية الخوارزمية الجينية وتطبيقها في مسألة التغذية

الباحثة:

المشرف على الأعمال : سهير مصطفى الأحمد

جامعة البعث - كلية العلوم - قسم الرياضيات

الملخص:

يعرّف الوزن الزائد والسمنة على أنهما تراكم غير طبيعي أو مفرط للدهون قد يكون ضاراً بالصحة وقد يؤدي حتى إلى الوفاة . يمكن تقليل هذه المشكلة للشخص إذا اتبع نظاماً غذائياً مناسباً ، حيث يتم تقييد استهلاك السعرات الحرارية والكربوهيدرات والدهون والبروتينات يومياً. في هذا البحث تم طرح مشكلة من مشاكل الأزمة الاقتصادية هي مشكلة الغذاء وتأمينه من ناحية القيمة الغذائية و التكلفة المادية . ومع تطور علم الحاسوب والتكنولوجيا واستخدام الذكاء الصناعي، الذي جوهره ومضمونه هو الخبرة والمعرفة والذاكرة ، و كل تطبيقاته تتمحور حول مفهوم الأمثلة optimization ، ومعرفة الحل الأنسب للمشاكل المطروحة بطريقة فعالة، وقد تعددت وسائل تطبيق الأمثلة و تطورت مع الزمن وصولاً إلى تقنيات التطور و الخوارزميات الجينية ، التي تم تطبيقها في حل مشكلة الغذاء [1]. إن إعطاء قاعدة بيانات للأطعمة ، للعثور على كوجبات في كل يوم من أيام الأسبوع يصبح مهمة معقدة ،في هذا البحث ،سيتم تقديم طريقة لإنشاء أنظمة غذائية باستخدام الخوارزميات الجينية ، والتي يأخذ المرء في الاعتبار القيود المذكورة و يسمح أيضاً بتحديد تفضيلات مجموعات غذائية معينة.

الكلمات المفتاحية : الخوارزمية الجينية genetic algorithm الكروموسوم

gen الجين chromosome

Study the effectiveness of genetic algorithm and its application in the diet problem

Abstract:

Overweight and obesity are defined as abnormal or excessive fat accumulation that may be harmful to health and even can even result in death. This problem can be reduced for a person if this follows a proper

diet, in which the consumption of kilocalorie, carbohydrates, lipids and

proteins per day are restricted.

In this research, one of the problems of the economic crisis was raised, which is the problem of food and securing it in terms of nutritional value and material cost.

The development of computer science and technology and the use of artificial intelligence, the essence and content of which is experience, knowledge and memory, and all its applications revolve around the concept of optimization, and knowledge of the most appropriate solution to the problems presented in an effective manner, and the means of applying examples have multiplied and developed with time leading to evolution techniques and genetic algorithms^[1],

The application of the genetic algorithm to the food problem was studied.

Given a database of foods to find the 5 meals in each day of a week becomes a complex task. In this article a way to generate diets using genetic algorithms is presented, which one considers the restrictions mentioned and also allows establish preferences for certain food group.

Wordkay : genetic algorithm , chromosome , gen

الهدف من البحث :

الغذاء من الأساسيات التي يقوم عليها العالم وحياة الإنسان؛ فمن دون غذاء لا يمكن للإنسان أن يستمر في العيش، وإن عاش فيعيش هزيبلا مريضاً، ولهذا فإن الغذاء من المرتكزات التي تقوم عليها الحياة وحركية المجتمعات والدول.

ويمكننا أن نقدم تعريفاً للأمن الغذائي على أنه الحد المتعارف عليه صحياً واقتصادياً الذي يسد حاجة الإنسان يومياً، بعبارة أخرى إنه القدر الأساسي الذي يمكن الإنسان من الحصول على سعرات حرارية تكفيه للعيش يومياً [2].

زيادة الوزن والسمنة من الأمراض المزمنة التي يمكن علاجها ، و هذا المرض بسبب عدم التوازن النشط بين السعرات الحرارية المستهلكة والسعرات الحرارية اللازمة.

ينتج عن زيادة الوزن هذه مجموعة متنوعة من المشاكل الصحية ، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، مرض السكري، ومشاكل الجهاز التنفسي ، ومشاكل العضلات والعظام ، وأمراض القلب والأوعية الدموية ، وارتفاع ضغط الدم ، والغدة الدرقية ، وقصور الغدة الدرقية ، وفرط نشاط الغدة الدرقية ، وارتفاع السكر في الدم ، والسرطان ، والمشاكل النفسية [1].

النظام الغذائي هو وسيلة للحد من هذه المشكلة في الأشخاص ، تعتمد على مختلف العوامل و يجب أن يحددها أخصائي من أجل وضع نظام غذائي واحد، يحد من كمية السعرات الحرارية المستهلكة في اليوم على سبيل المثال ، 1300 كيلو كالوري ، 1500 كيلو كالوري ، إلخ....

وهنا قمنا بدراسة مشكلة الغذاء من ناحية التكلفة / أقل كلفة ممكنة / ، حسب ما هو متوفر من أنواع الغذاء ، بالاعتماد على تطبيقات الخوارزمية الجينية ، التي تحقق الحل الأمثل في هكذا نوع من المسائل .

تعريف الخوارزمية الجينية Genetic Algorithm :

وهي خوارزمية ذكية ، اعتمدت على أفكار مستتبطة ، من علم الوراثة ، لإيجاد وتحسين حل المسائل المعقدة ، التي تدخل في العديد من المجالات ، لإعطاء حل ابتدائي للمسألة ، أو لتحسين حل موجود سابقاً" ، و هي طريقة من طرق الاستمثال و البحث.

تعتمد على تقليد عمل الطبيعة من منظور دارويني في علم الجينات ، وتحاول الوصول الى الحل الأنسب للمشكلة المطروحة في الاصطفاء الطبيعي القائم على الاحتفاظ بالميزات و الصفات الجيدة الموجودة في جيل الآباء ، لنقلها الى جيل الأبناء ، بهدف الحصول على ذرية قوية ، تتمتع بأفضل صفات جيل السلف على أقل تقدير [1]

فهي عملية تعد إلى حد ما عملية ذكاء اصطناعي، يتم فيها إدخال الشيفرة الجينية (الكروموسومات) كاملة إلى نظام الحاسوب، حيث يقوم على معالجتها بناءً على الخطوات المدخلة إليه، والتعليمات، لتنتجاً بحدوث طفرات مثلاً، ودراسة كيف ستنم عملية المضاعفة الجينية، والتعبير الجيني، حيث يطلق على هذه العملية أيضاً البرمجة الجينية [2].

وقد تم استعارة عدة مصطلحات وصفات من علم الوراثة ، كالجيل ، و الوالدين ، و العبور ، و الطفرة .

وتعني اصطلاحاً: مجموعة خطوات، وقواعد رياضية، يتم برمجة الحواسيب عليها لتتعامل مع المسائل المختلفة، وإيجاد الحلول المناسبة.

يمكن تصنيف هذه الطريقة كإحدى طرق الخوارزميات التطورية التي تستعمل الخوارزمية الوراثة تقنية بحث لإيجاد حلول مضبوطة أو تقريبية تحقق الأمثلية.

تاريخ الخوارزمية الجينية :

في جامعة ميشيغان عام 1970، عمل العالم جون هولاند في تجاربه على تطوير العمل بالخوارزمية الجينية، حيث أصدر كتاب في هذا المجال، ومن ثم تابع طلابه أيضاً منهم؛ جون كوزا العمل على ذلك، حيث عمل على تأسيس شركة أطلق عليها اسم Scientific Games، التي تحتوي على العديد من التطبيقات التي تعمل على الخوارزمية الجينية تمثلت باختيارات الحاسب، بناءً على المعلومات التي تم اعطاؤها له، وتعليمات المبرمج عليها، حيث أنها تعد حلولاً أفضل، ولكنها ليست الأمثل، وذلك من وجهة نظر بشرية، لذلك لا بد من التدخل البشري بعد عملية البرمجة الجينية، لإجراء التعديلات المناسبة مع الحالات المعمول بها[2].

الخطوات العامة لعمل الخوارزمية الجينية :

يتم تنفيذ الخوارزميات الجينية باعتبارها محاكاة الكمبيوتر حيث تستخدم الكروموسومات أفراداً في العمليات التي تقوم بها لإيجاد أفضل الحلول. بشكل عام، تمثل الحلول بالنظام الثنائي من 0 و 1، وأيضاً يمكن استخدام رموز أخرى.

تبدأ عملية التطور عادة من اختيار الكروموسومات (population) بشكل عشوائي وهذا يحدث في الأجيال الأخرى. في كل جيل يتم حساب الدالة الأمثلية (fitness function) لكل الكروموسومات بشكل منفرد ويتم اختيار أفضل الكروموسومات بالاعتماد على أفضل الدالة الأمثلية ومن ثم عمل تهجين (دمج) وأيضاً عمل طفرة.

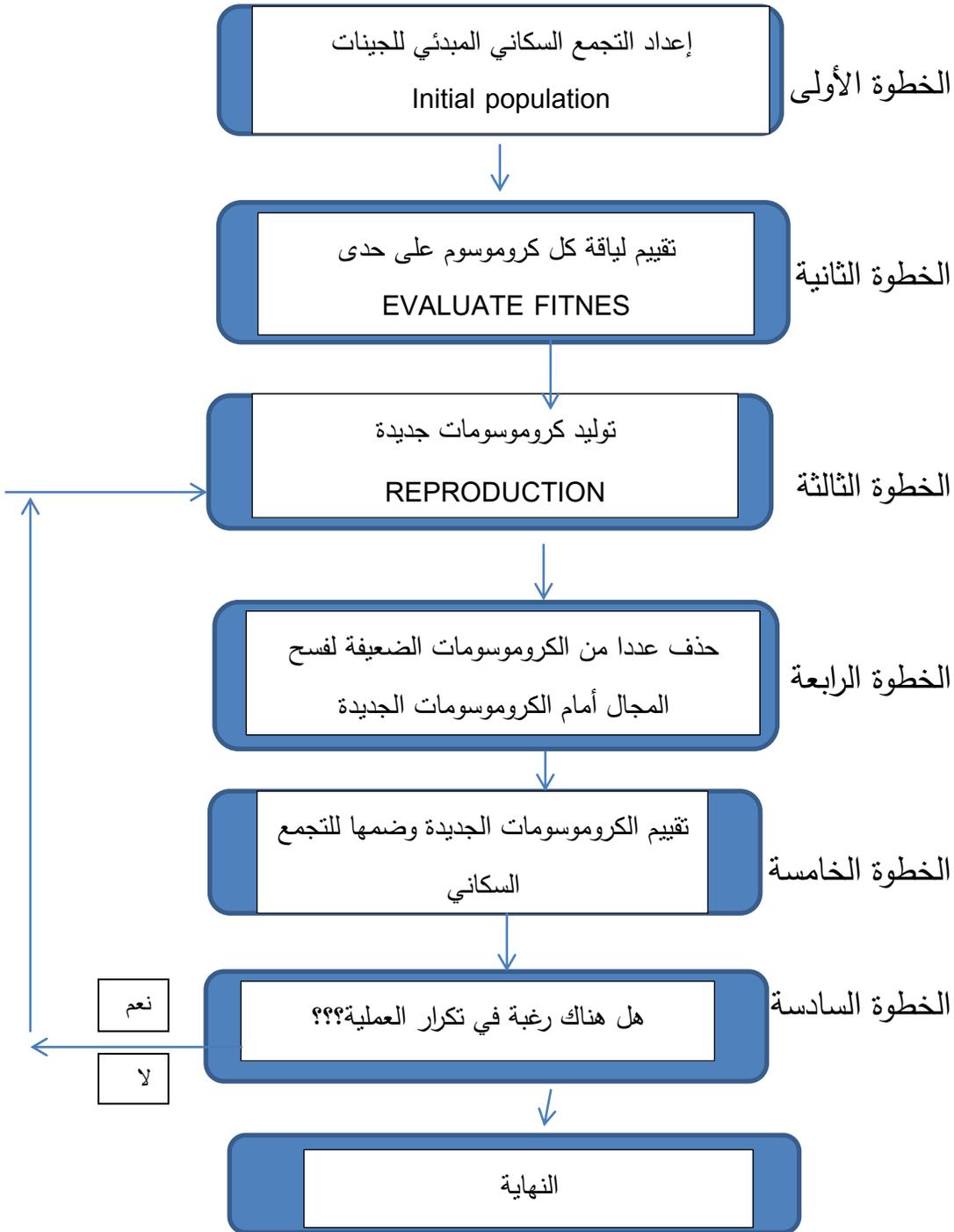
تتوقف هذه الخوارزمية عندما نصل إلى أكبر عدد من الأجيال تم إنتاجه أو الوصول إلى أفضل حل من خلال الدالة الأمثلية.

إذا كان التوقف بسبب أكبر عدد من الأجيال يكون الحل الأمثل غير متحقق.

تتم عملية برمجة الجينات من خلال استخدام المعلومات الوراثية المدخلة بشكلها الكامل بعد تعريفها بوضوح، ليتم بعد ذلك معالجتها عشوائياً، لتتوضح بعد ذلك خيوط التواصل الأولى، والاحتمالات الأولية، وباستخدام مجموعة مشغلات برمجية، يتم التعامل مع الاحتمالات الأولية؛ وذلك للوصول إلى صورة أوضح من المعلومات، حيث تعمل الخوارزمية بمشغلاتها الرئيسية على أهم ثلاثة خطوات فيها وهي : أو الاختيار ، ثم المضاعفة والتقاطع أو العبور، ثم الطفرة [2].



خطوات عمل الخوارزمية الجينية



مشكلة الغذاء : the diet problem

لماذا النظام الغذائي مهم؟ عند التخطيط لقائمة طعام ، من المهم جداً تحديد قائمة الطعام المناسبة. يجب أن يفي النظام الغذائي الصحي بكمية وتنوع الأطعمة المغذية وأنواع العناصر الغذائية التي يحتاجها الجسم .

يلزم اتباع نظام غذائي مغذي ، لتحقيق النمو الأمثل واكتساب العناصر الغذائية لتقوية جهاز المناعة.

يجب أن تستند قائمة الطعام إلى نمط صحي والذي يتكون من الأرز و الأطباق الجانبية والخضروات والفاكهة والحليب ، بينما يعتمد النظام الغذائي المحسّن على إرشادات التغذية المتوازنة ، و هي البروتين النباتي والبروتين الحيواني والكربوهيدرات والخضار والفاكهة والماء [2].

ما أهمية التغذية الغذائية؟ الإجابة هي أن التغذية يمكن أن تساعد في النمو ، وتحسّن وظائف أعضاء الجسم ، وتوفّر الحماية من مخاطر الأمراض. علاوة على ذلك ، يمكن أن يؤدي عدم التوازن الغذائي إلى سوء التغذية والذي بدوره يمكن أن يؤدي إلى بطء النمو - التقزّم .

مكونات التغذية المتوازنة هي الكربوهيدرات والبروتين والدهون والفيتامينات والمعادن والألياف والماء

ما سبب أهمية وقت الأكل؟ يتم تعريف وقت الوجبات الجيد على أنه جدول وجبات مع جدول منتظم في الوقت المناسب . ويمكن أن يؤثر تناول الطعام في الوقت الخطأ على الصحة.

يؤثر تخطي الوجبات أيضاً على توازن وظائف الجسم حيث يعمل جسم الإنسان وفقاً لساعات العمل

البيولوجية مما يؤثر على وقت الوجبات مكن أن يؤثر تأخير أوقات الوجبات على اضطرابات الهضم والتمثيل الغذائي[3].

لذلك ، فإن أفضل طريقة لإدارة جدول الأكل الخاص بك هو معرفة وقت تناول الطعام والحصص التي تدعم الأنشطة التي سيتم تنفيذها.

يتكون جدول الأكل الجيد من الإفطار من الساعة 5 صباحاً حتى الساعة 9 صباحاً ، ووجبة صغيرة أو وجبة خفيفة في الصباح 10:00 صباحاً ، والغداء (12:00 - 13:00 ظهراً) ، ووجبة صغيرة بعد الظهر أو وجبة خفيفة في (16:00 - 15:00) بعد الظهر ، والعشاء (19:00 - 20:00)

ما سبب أهمية التكوين؟ تكوين الغذاء مهم جداً للجسم، يجب أن يليي الطعام عدد السرعات الحرارية، وجزء من الطعام، ونوع الطعام، وكمية التغذية، والقيمة الغذائية، وكمية الاستهلاك، وكمية الطاقة التي يحتاجها الجسم. الأهم من ذلك، يتم استهلاك الطعام وفقاً لجدول الأكل الصحيح، يعتمد استهلاك الغذاء على نظام غذائي و الذي يتكون من 3 حصص من ال بروتين النباتي، و 3 حصص من البروتين الحيواني، و 8 حصص من الكربوهيدرات، و 5 حصص من الخضار، و 5 حصص من الفاكهة، و 8 حصص من الماء [2].

من المهم تحديد تركيبة الطعام المستهلكة، لأنها ضرورية جداً لنظام غذائي مغذي. قوائم الطعام المغذية ضرورية لمعايير التغذية الغذائية و يجب أن تكون التغذية الغذائية من خلال تكوين الغذاء. يجب استهلاك مكونات الطعام وفقاً لجدول الأكل الصحيح.

يجب إجراء مجموعات من نظام غذائي مغذي ومتنوع لأن التغذية الغذائية تتطلب مجموعة متنوعة من الأطعمة ذات التركيبة المثلى. والأهم من ذلك، يجب استهلاك التركيبة الغذائية المثلى في الوقت المناسب. و بالتالي، فإن هذا التحسين ضروري لإنتاج تركيبة مثالية مع التركيبة الصحيحة

لاستهلاك الغذاء. يمكن أن يؤدي استهلاك الطعام مع التركيبة المثلى والتوليفة الصحيحة إلى تحسين

نوعية حياة الأشخاص الأصحاء و تقليل مخاطر الإصابة بالأمراض. يمكن أن تكون

هذه الاستراتيجية

إحدى الطرق لتحسين الصحة العامة[5].

نظراً لعدم وجود تركيبة واضحة أو مناسبة للمبادئ التوجيهية للغذاء الصحي وعدم وجود جدول زمني مثالي في إرشادات التغذية المتوازنة ، هناك حاجة ماسة إلى التحسين. الطريقة المقترحة هي عن طريق التحسين باستخدام الخوارزمية الجينية للحصول على تركيبة غذائية واضحة والجدولة المثلى. لذلك ، من المتوقع أن تكون هذه الطريقة توصية لأنماط استهلاك الغذاء و يمكن أن تكون مرجعاً لسياسات استهلاك الغذاء .

تكون هيكل العملية من عدة عناصر:

أولاً : عنصر الغذاء هو عنصر مصدر بيانات الغذاء.

ثانياً : نمط غذاء صحي .

ثالثاً : التحسين هو عملية لتحديد مشكلات الجزء و التركيب في مكونات الغذاء.

رابعاً: نموذج تركيب في شكل رياضي.

خامساً : الخوارزمية الجينية هي طريقة لكيفية إنتاج الحلول الرياضية.

سادساً : الحل كمخرج ،الحل البديل 1والحل 2 .

سابعاً: الإخراج باعتباره التحسين الأمثل ،قائمة الطعام ، والتغذية الغذائية ، وأوقات الوجبات ، وتكوين الطعام بناءً على نموذج الغذاء ، ونموذج الاستهلاك ، ونموذج التكوين .

| No | Dimension | Technique |
|----|--------------------|--|
| 1 | Problem المشكلة | Data Model Variable Chromosome Coding Chromosome نموذج البيانات |
| 2 | Initialization | Initialization Chromosome تهيئة الكروموسومات |
| | Evaluation | Objective Function |
| 3 | Selection | Probability Chromosome Roulette Wheel Model |
| 4 | Crossover | Crossover Rate عبور |
| 5 | Mutation | Mutation Rate طفرة |
| 6 | Iteration | Objective Function |
| 7 | Solution | Decoding Chromosome |

أولاً: نموذج البيانات Data Model

بناء على الجدول /1/ يتم تحويل هذه المكونات إلى نماذج رياضية. يعتمد النموذج المستخدم في

حل المشكلات المركبة على المعادلة . يتكون المكون الغذائي من بروتين نباتي بأجزاء ثلاث مرات و يرمز إليه بالرمز a. و هذا يعني أن استهلاك مجموعة متنوعة من

الأطعمة التي تحتوي على البروتين النباتي ، يكون جدول الاستهلاك خمس مرات في اليوم الصباح ، وجبة صغيرة أو وجبة خفيفة ، الغداء ، وجبة خفيفة بعد الظهر أو وجبة خفيفة ، والعشاء. (الاستهلاك صالح لمدة يوم واحد أو 24 ساعة).

ينطبق نمط الاستهلاك هذا بشكل طبيعي على كل فرد في حالة صحية. تم فعل الشيء نفسه بالنسبة للبروتين الحيواني بالرمز b ، والكربوهيدرات بالرمز c ، والخضروات بالرمز d ، والفاكهة بالرمز e ، والماء بالرمز f .

استهلاك الطعام في حجم الوجبة الواحدة ، والأطعمة تحتوي على البروتينات والكربوهيدرات والخضروات والفاكهة والفيتامينات والمعادن الموجودة في مجموعة متنوعة من الأطعمة [5].

يتم عرض نموذج البيانات في الجدول:

| صياغة الرموز | | المكون الغذائي |
|--------------|---------|----------------------|
| الرمز | | |
| a | 3 | بروتين نباتي |
| b | 3 | بروتين حيواني |
| c | 8 | كربوهيدرات |
| d | 5 | خضروات |
| e | 5 | فاكهة |
| f | 8 | ماء |
| | 24 ساعة | لاستهلاك في يوم واحد |

جدول رقم /1/

يتم تكوين نموذج بيانات الاستهلاك الغذائي اليومي من خلال النموذج الرياضي في المعادلة (1)

$$3 * a + 3 * b + 8 * c + 5 * d + 5 * e + 8 * f = 24$$

التحسين : التحسين باستخدام الخوارزمية الجينية في تكوين الطعام.

يتم التحسين من خلال إيجاد أفضل حل من العديد من البدائل. يمكن أن ينتج عن التحسين أكثر من حل واحد.

بناء على مخطط التدفق يمكن للخوارزمية الجينية حل مشاكل التحسين التجميعي لحلول بسيطة. يسمى الحل الناتج في الخوارزمية الجينية بالكروموسوم. تسمى مجموعة الكروموسوم بالسكان ، يتكون الكروموسوم من مكونات تسمى الجينات ، يمكن أن تحتوي الجينات على قيم في شكل أرقام رقمية و ثنائيات و رموز و أحرف حسب المشكلة التي نريد حلها.[6]

يتم تقييم الكروموسومات على أساس معدل نجاح حل المشكلة المراد حلها بمقياس يسمى اللياقة. لاختيار الكروموسومات التي سيتم الاحتفاظ بها للجيل القادم ، يتم تنفيذ عملية تسمى الاختبار.

تتمتع عملية اختيار الكروموسومات ذات نقاط اللياقة العالية بفرصة كبيرة لإعادة انتخابها في الجيل القادم . يتكون الكروموسوم الجديد المسمى النسل من خلال التكاثر الخلقى في جيل يسمى جيل العبور.

يتم تحديد عدد الكروموسومات التي تخضع للتقاطع بواسطة معلمة تسمى معدل التقاطع.[4]

تسمى عملية تغيير قيمة جينية واحدة أو أكثر في كروموسوم برقم عشوائي معدل الطفرة.

| القيمة | الترميز | العنصر |
|-------------|----------|---------------|
| 6 | Pop.size | حجم السكان |
| [0...30] | R[i] | رقم عشوائي |
| a,b,c,d,e,f | Chr[i] | كروموسوم |
| 50% or 0.5 | p_c | احتمال العبور |
| 5% or 0.05 | p_m | احتمال الطفرة |
| 36 | Max gen | الحد الأعلى |

جدول 2/ عناصر البيانات

| البديل الرابع | البديل الثالث | البديل الثاني | البديل الأول | مكونات الغذاء |
|---------------------|-----------------------|---------------|---------------------------------------|---------------|
| -- | 50 غ فول | 50 غ من الحمص | 25 غ أو 2.5 ملاعق كبيرة من فول الصويا | بروتين نباتي |
| كوب حليب 200مل | قطعة من لحم الدجاج | 2 بيض دجاج | شريحة لحم | بروتين حيواني |
| -- | 0.75 كوب أرز | 4 شرائح خبز | حبة بطاطا متوسطة | كربوهيدرات |
| 100 غ ملفوف | 100 غ بندورة | 100 غ سبانخ | 100 كوسا | خضروات |
| حبة فواكه موسمية | حبة موز | 2 حبة تفاح | 2 حبة برتقال | فواكه |
| 2 كوب ماء | 2 كوب ماء | 2 كوب ماء | 2 كوب ماء | ماء |

جدول 3/ مكونات الطعام

الخطوة 2: تهيئة الكروموسومات Initialization Chromosome بواسطة الرقم العشوائي

| | 3a | 3b | 8c | 5d | 5e | 8f |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| chr[1] | 2.50 | 1.50 | 1.53 | 0.40 | 0.8 | 0.5 |
| chr[2] | 1.75 | 2.45 | 0.40 | 0.80 | 0.60 | 0.60 |
| chr[3] | 1.30 | 1.70 | 0.30 | 1.85 | 1.50 | 0.20 |
| chr[4] | 2.56 | 2.50 | 0.50 | 0.80 | 0.40 | 0.25 |
| chr[5] | 1.25 | 1.75 | 0.60 | 0.80 | 0.80 | 1.55 |
| chr[6] | 1.70 | 1.30 | 0.20 | 1.50 | 1.90 | 0.30 |

جدول 4/ الكروموسومات

$$\text{chr}[1] = [a, b, c, d, e, f] = [2.50, 1.50, 1.53, 0.40, 0.80, 0.50]$$

$$\text{chr}[2] = [a, b, c, d, e, f] = [1.75, 2.45, 0.40, 0.80, 0.60, 0.60]$$

$$\text{chr}[3] = [a, b, c, d, e, f] = [1.30, 1.70, 0.30, 1.85, 1.50, 0.20]$$

$$\text{chr}[4] = [a, b, c, d, e, f] = [2.65, 2.50, 0.50, 0.80, 0.40, 0.25]$$

$$\text{chr}[5] = [a, b, c, d, e, f] = [1.25, 1.75, 0.60, 0.80, 0.80, 1.55]$$

$$\text{chr}[6] = [a, b, c, d, e, f] = [1.70, 1.30, 0.20, 1.50, 1.90, 0.30]$$

تقييم اللياقة fitness evaluation

يتم تقييم اللياقة عن طريق دالة رياضية function ويحتاج التقييم إلى ثلاثة مراحل :

- 1- فك ترميز الكروموسوم decoding .
- 2- شرط أن يقع تحويل الأرقام الثنائية إلى ارقام عشرية بين حدين معينين .
- 3- تقييم هذه الأرقام العشرية لإعطاء قيمة تعكس لياقة الكروموسوم .

-تقييم الكروموسومات على أساس الهدف

$$\begin{aligned} chr[1] &= Abs[(3 * 2.50 + 3 * 1.50 + 8 * 1.35 + 5 * 0.40 + 5 \\ &\quad * 0.80 + 8 * 0.50) - 24] = Abs([32.80 - 24]) \\ &= 8.80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[2] &= Abs[(3 * 1.75 + 3 * 2.45 + 8 * 0.40 + 5 * 0.80 + 5 \\ &\quad * 0.60 + 8 * 0.60) - 24] = Abs([27.60 - 24]) \\ &= 3.60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[3] &= Abs[(3 * 1.30 + 3 * 1.70 + 8 * 0.30 + 5 * 1.85 + 5 \\ &\quad * 1.50 + 8 * 0.20) - 24] = Abs([29.75 - 24]) \\ &= 5.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[4] &= Abs[(3 * 2.65 + 3 * 2.50 + 8 * 0.50 + 5 * 0.80 + 5 \\ &\quad * 0.40 + 8 * 0.25) - 24] = Abs([27.45 - 24]) \\ &= 3.45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[5] &= Abs[(3 * 1.25 + 3 * 1.70 + 8 * 0.30 + 5 * 0.60 + 5 \\ &\quad * 0.80 + 8 * 1.55) - 24] = Abs([33.20 - 24]) \\ &= 9.20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[6] &= Abs[(3 * 1.70 + 3 * 1.30 + 8 * 0.20 + 5 * 1.50 + 5 \\ &\quad * 1.90 + 8 * 0.30) - 24] = Abs([30.00 - 24]) \\ &= 6.00 \end{aligned}$$

-اختيار الكروموسومات يعتمد على دالة الهدف واحتمالها

-المتوسط

Avarage → $f[i]$ from $chr[i]$

$$avg \rightarrow f[0] \rightarrow chr[i] = \frac{8.80+3.60+5.75+3.45+9.20+6.00}{6} = 6.13$$

$$\text{fitness function } f[i] = \frac{1}{chr[i] + 1}$$

$$f[1] = \frac{1}{chr[1] + 1} = \frac{1}{8.80 + 1} = \frac{1}{9.80} = 0.102041$$

$$f[2] = \frac{1}{chr[2] + 1} = \frac{1}{3.60 + 1} = \frac{1}{4.60} = 0.217391$$

$$f[3] = \frac{1}{chr[3] + 1} = \frac{1}{5.75 + 1} = \frac{1}{6.75} = 1.148148$$

$$f[4] = \frac{1}{chr[4] + 1} = \frac{1}{3.45 + 1} = \frac{1}{4.45} = 0.224719$$

$$f[5] = \frac{1}{chr[5] + 1} = \frac{1}{9.20 + 1} = \frac{1}{10.20} = 0.098039$$

$$f[6] = \frac{1}{chr[6] + 1} = \frac{1}{6.00 + 1} = \frac{1}{7.00} = 0.142857$$

$$\text{total } f[i] = 0.102041 + 0.217391 + 1.148148 + 0.224719 \\ + 0.098039 + 0.142857 = 0.933196$$

$$p[i] = \frac{f[i]}{\text{total } f[i]}$$

$$p[1] = \frac{0.102041}{0.933196} = 0.109346$$

$$p[2] = \frac{0.217391}{0.933196} = 0.232954$$

$$p[3] = \frac{1.148148}{0.933196} = 0.158754$$

$$p[4] = \frac{0.224719}{0.933196} = 0.240806$$

$$p[5] = \frac{0.098039}{0.933196} = 0.105058$$

$$p[6] = \frac{0.142857}{0.933196} = 0.153084$$

$$Max = 0.240806$$

قيمة الاحتمال التراكمي c[i]

cumulative → c[i]

$$c[1] = 0.109346$$

$$c[2] = 0.109346 + 0.232954 = 0.342299$$

$$c[3] = 0.109346 + 0.232954 + 0.158754 = 0.501053$$

$$c[4] = 0.109346 + 0.232954 + 0.158754 + 0.240806 \\ = 0.741859$$

$$c[5] = 0.109346 + 0.232954 + 0.158754 + 0.240806 \\ + 0.105058 = 0.846916$$

$$c[6] = 0.109346 + 0.232954 + 0.158754 + 0.240806 \\ + 0.105058 + 0.153084 = 0.999997 \rightarrow 1.000000$$

الاختيار selection:

خلال كل الأجيال المتعاقبة، هنالك نسبة من الكورموسومات الحالية هي المختارة لإنتاج جيل جديد. ويتم اختيار هذه الكورموسومات بالاعتماد على الدالة الأمثلية، حيث تكون نسبة الاختيار على أفضلية الدالة الأمثلية، وهي عبارة عن خوارزميات معينة، تسهم في جعل الخوارزمية تتخذ قرارها باختيار زوج الصبغيات الأفضل.

وهناك طريقة أخرى عن طريق اختيار مجموعة عشوائية من الكورموسومات، لكن هذه العملية قد تستغرق وقتاً طويلاً جداً.

للاختيار عدة أنواع نورد فيما يلي:

*الاختيار وفق مبدأ العجلة المتدرجة roulette wheel selection :

تقوم على مبدأ أنه لدينا عجلة مقسمة إلى قطاعات دائرية مختلفة المساحة (بعضها صغير وبعضها كبير نسبياً) ، فإذا قمنا بإدارة العجلة عشوائياً ، فعندها سوف تستقر بحيث يكون المؤشر دال على أحد القطاعات .

في هذه الخوارزمية ، يتم الاختيار بالاعتماد على القطاع المشار إليه من قبل المؤشر ، بحيث أن مساحة كل قطاع تتناسب طردياً مع قيمة p_s للفرد المثل بهذا القطاع .

ويتم حساب p_s اعتماداً على العلاقة الرياضية التالية :

$$p_s(x) = \frac{f(x)}{\sum_{r=1}^n f(r)}$$

حيث:

$p_s(x)$ احتمالية انتخاب الفرد x .

$f(x)$ قيمة الكفاءة للفرد x (درجة ملائمة الفرد) .

n عدد أفراد الجيل.

بعد تشكيل التعداد الابتدائي ، تقوم الخوارزمية الجينية ، بحساب قيمة كفاءة كل صبغي على حدة ، ومن ثم قيمة احتمالية اختيار كل فرد من العلاقة السابقة .

نحتاج إلى تدوير العجلة واختيار الفرد الذي أشار المؤشر على القطاع الخاص به ، ونلاحظ أنه كلما زادت كفاءة (ملائمة) الفرد ، زادت مساحة القطاع المعبر عنه ، وزادت إمكانية اختياره من أجل التزاوج .

سؤال مهم

كيف يمكننا تدوير العجلة بوساطة الحاسوب ؟؟؟؟؟

إن كل فرد يعطي قيمة تعبر عن الاحتمال التراكمي له c وفق العلاقة :

$$c(i) = \sum_{j=1}^i f_j$$

وتوزع قطاعات العجلة على الأفراد حسب الاحتمال التراكمي السابق .يتم بعد ذلك توليد رقم عشوائي ضمن المجال $[1, 100]$ ، وعندها يتم انتخاب الفرد التابع للقطاع الذي وقع رقمه على الرقم العشوائي المولد .

* الاختيار وفق مبدأ حكم النخبة Elitism :

في بعض الحالات الخاصة ،قد ينتج عن الاختيار العشوائي للعجلة المتدرجة فرد ذو كفاءة قليلة

،وبالتالي يتم استخدامه على حساب فرد آخر أكثر ملائمة.

من هذا المبدأ تم استخدام طريقة حكم النخبة ،التي تعتمد على نسخ الأفراد الذين يتمتعون بكفاءة عالية

من الجيل السلف إلى الجيل الخلف ،وذلك لضمان الاستفادة منهم في الجيل الثاني ،أما بقية الأفراد فيتم اختيارهم بالطرق العادية.

وعليه يتم اختيار الكروموسومات استناداً الى نموذج العجلة المتدرجة وتوليد أرقام عشوائية:

$$R[1] = 0.740891 \approx C[4] = 0.740891 \rightarrow chr[1] = chr[4]$$

$$R[2] = 0.855193 \approx C[5] = 0.846916 \rightarrow chr[2] = chr[5]$$

$$R[3] = 0.999998 \approx C[6] = 0.999997 \rightarrow chr[3] = chr[6]$$

$$R[4] = 0.119081 \approx C[1] = 0.109346 \rightarrow chr[4] = chr[1]$$

$$R[5] = 0.342265 \approx C[2] = 0.342299 \rightarrow chr[5] = chr[2]$$

$$R[6] = 0.501488 \approx C[3] = 0.501053 \rightarrow chr[6] = chr[3]$$

$$chr[1] = chr[4] \rightarrow (2.65,2.50,0.50,0.80,0.40,0.25)$$

$$chr[2] = chr[5] \rightarrow (1.25,1.75,0.60,0.60,0.80,1.55)$$

$$chr[3] = chr[6] \rightarrow (1.70,1.30,0.20,1.50,1.90,0.30)$$

$$chr[4] = chr[1] \rightarrow (2.50,1.50,1.35,0.40,0.80,0.50)$$

$$chr[5] = chr[2] \rightarrow (1.75,2.45,0.40,0.80,0.60,0.60)$$

$$chr[6] = chr[3] \rightarrow (1.30,1.70,0.30,1.85,1.50,0.20)$$

العبور crossover

يعتمد على مبدأ احتمال العبور $Pc \rightarrow 50\% = 0.50$

| $R[i]$ | $Pc[i]$ |
|-------------------|--------------------|
| $R[1] = 0.476543$ | $Pc[1] = 0.500000$ |
| $R[2] = 0.524538$ | $Pc[2] = 0.500000$ |
| $R[3] = 0.489123$ | $Pc[3] = 0.500000$ |
| $R[4] = 0.515263$ | $Pc[4] = 0.500000$ |
| $R[5] = 0.496175$ | $Pc[5] = 0.500000$ |
| $R[6] = 0.537852$ | $Pc[6] = 0.500000$ |

المقارنة: $R[i]$ مع $Pc[i]$

| | |
|----------------|----------------|
| $R[1] < Pc[1]$ | $R[2] > Pc[2]$ |
| $R[3] < Pc[3]$ | $R[4] > Pc[4]$ |
| $R[5] < Pc[5]$ | $R[6] > Pc[6]$ |

اختيار الآباء

بأخذ القيمة التي يكون $R[i] < Pc[i]$

$R[1] \rightarrow parent$ $R[3] \rightarrow parent$ $R[5] \rightarrow parent$

$$Pc = 50\% * \text{Number of gens} = 50\% * 6 = 3$$

التقاطع

يستخدم موضع نقطة القطع رقمًا عشوائيًا يعتمد على عدد الكروموسوم ، في هذه الحالة ، يعني ،

هناك 3 كروموسومات المدى (1-3).

$$\text{chr}[1] \text{ >< chr}[3] \text{ with } c[1] = 2 \rightarrow$$

موضع الجين الثاني من تقاطع الكروموسوم الثالث مع الكروموسوم الأول

$$\text{chr}[1] \text{ >< chr}[3] \rightarrow (2.65, 2.50, 0.50, 0.80, 0.40, 0.25)$$

$$\text{chr}[1] \text{ >< chr}[3] \rightarrow (1.70, 1.30, 0.20, 1.50, 1.90, 0.30)$$

$$\text{الناتج} \rightarrow (1.70, 2.50, 0.20, 1.50, 1.90, 0.30)$$

$$\text{chr}[3] \text{ >< chr}[5] \text{ with } c(2) = 2 \rightarrow$$

موضع الجين الثاني من تقاطع الكروموسوم الثالث مع الكروموسوم الخامس

$$\text{chr}[3] \text{ >< chr}[5] \rightarrow (1.70, 1.30, 0.20, 1.50, 1.90, 0.30)$$

$$\text{chr}[3] \text{ >< chr}[5] \rightarrow (1.75, 2.45, 0.40, 0.80, 0.60, 0.60)$$

$$\text{الناتج} \rightarrow (1.75, 1.30, 0.40, 0.80, 0.60, 0.60)$$

$$\text{chr}[5] \text{ >< chr}[1] \text{ with } c(3) = 2 \rightarrow$$

موضع الجين الثاني من تقاطع الكروموسوم الثالث مع الكروموسوم الأول

$$\text{chr}[5] \text{ >< chr}[1] \rightarrow (1.75, 2.45, 0.40, 0.80, 0.60, 0.60)$$

$$\text{chr}[5] \text{ >< chr}[1] \rightarrow (2.65, 2.50, 0.50, 0.80, 0.40, 0.25)$$

$$\text{الناتج} \rightarrow (2.65, 2.45, 0.50, 0.80, 0.40, 0.25)$$

الطفرة mutation

تعتمد على مستوى احتمالية الطفرة

هي المرحلة الأخيرة من سلسلة العمليات التكرارية التي تسهم بشكل جيد في الوصول إلى الحل الأمثل بسرعة، وهي مستمدة من كون الخوارزميات الجينية فرعاً من تقنيات البحث العشوائي عن الحل الأمثل ومن ثمَّ فإن حدوث تغيير مفاجئ وغير متوقع في الجيل (عشوائي) ولو كان باحتمال حدوث طفيف سوف يكون له الأثر الإيجابي في الاقتراب من الحل الأمثل .

عند استخدام طريقة الترميز الثنائي تكون الطفرة عبارة عن عكس إحدى المورثات ضمن الصبغي أي من الصفر إلى الواحد أو العكس، واحتمال حدوث هذا التغيير يعرف باحتمال الطفرة P_m probability of Mutation

حيث يتم اختياره بقيمة متدنية نسبياً .

$$mutation \rightarrow P_m = 50\% = 0.05$$

$$total = number\ of\ gens * population = 6 * 6 = 36$$

$$mutation = 5\% * total = 0.05 * 36 = 1.8 \cong 2$$

$$R[i] = [0..35]$$

اختيار الكروموسوم قبل الطفرة

الطفرة في الكروموسوم الرابع في موضع الجين الثالث

الطفرة في الكروموسوم السادس في موضع الجين الرابع

$$chr[1] = [1.70,2.50,0.20,1.50,1.90,0.30]$$

$$chr[2] = [1.25,1.75,0.60,0.60,0.80,1.55]$$

$$chr[3] = [1.75,1.30,0.40,0.80,0.60,0.60]$$

$$chr[4] = [2.50,1.50,0.35,0.40,0.80,0.50]$$

$$chr[5] = [1.30,1.75,,0.40,0.80,0.60,0.60]$$

$$chr[6] = [1.30,1.70,0.30,1.85,1.50,0.20]$$

الكروموسومات بعد الطفرة

$$chr[1] = [1.70,2.50,0.20,1.50,1.90,0.30]$$

$$chr[2] = [1.25,1.75,0.60,0.60,0.80,1.55]$$

$$chr[3] = [1.75,1.30,0.40,0.80,0.60,0.60]$$

$$chr[4] = [2.50,1.50,0.25,0.40,0.80,0.50]$$

$$chr[5] = [1.30,1.75,0.60,0.60,0.80,0.50]$$

$$chr[6] = [1.30,1.70,0.30,0.70,1.50,0.20]$$

تقييم الكروموسومات الجديدة:

$$\begin{aligned} chr[1] &= Abs[(3 * 1.70 + 3 * 2.50 + 8 * 0.20 + 5 * 1.50 + 5 \\ &\quad * 0.90 + 8 * 0.30) - 24] = Abs(28.60 - 24) \\ &= 4.60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[2] &= Abs[(3 * 1.25 + 3 * 1.75 + 8 * 0.60 + 5 * 0.60 + 5 \\ &\quad * 0.80 + 8 * 1.55) - 24] = Abs(33.20 - 24) \\ &= 9.20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[3] &= Abs[(3 * 1.75 + 3 * 1.30 + 8 * 0.40 + 5 * 0.80 + 5 \\ &\quad * 0.60 + 8 * 0.60) - 24] = Abs(24.15 - 24) \\ &= 0.15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[4] &= Abs[(3 * 2.50 + 3 * 0.50 + 8 * 0.25 + 5 * 0.40 + 5 \\ &\quad * 0.80 + 8 * 0.50) - 24] = Abs(24 - 24) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[5] &= Abs[(3 * 1.30 + 3 * 1.75 + 8 * 0.60 + 5 * 0.60 + 5 \\ &\quad * 0.80 + 8 * 0.50) - 24] = Abs(29.35 - 24) \\ &= 5.35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} chr[6] &= Abs[(3 * 1.30 + 3 * 1.70 + 8 * 0.30 + 5 * 0.70 + 5 \\ &\quad * 1.50 + 8 * 0.20) - 24] = Abs(24 - 24) = 0 \end{aligned}$$

$$chr[i] = \frac{4.60 + 9.20 + 0.15 + 0 + 5.35 + 0}{6} = 3.22$$

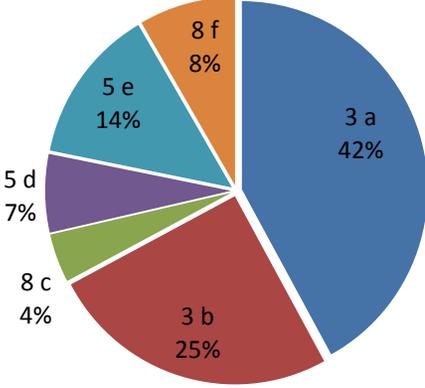
المقارنة

$$f(0): f(1) = 6.13 : 3.22 \rightarrow f(1) < f(0)$$

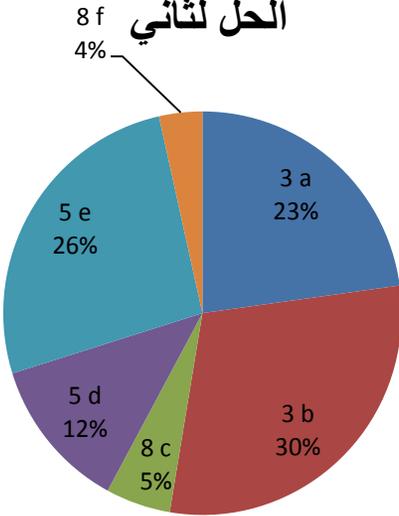
شرط التوقف :

إن شرط توقف الخوارزمية يؤدي دوراً مهماً في النتيجة النهائية وفي كلفة العملية عموماً . فمن الممكن أن يكون الشرط هو الوصول بالنتيجة إلى قيمة خطأ محددة مسبقاً نسبة للقيمة المرغوب فيها . وقد يضاف إليه شرط عدم تجاوز زمن التنفيذ لقيمة محددة . وهذا ما يحدث إذا ما أدخلنا مفهوم الزمن الحقيقي إلى دراستنا [5] وذلك بأن يُشترط في النظام الحصول على النتيجة قبل وصول المهمة إلى زمنها الحرج المعروف بأنه آخر لحظة زمنية يمكن قبول انتهاء تنفيذ المهمة عندها، وحتى يتسنى لنا إجراء المقارنات المختلفة عند تغير بقية المتغيرات قمنا باختيار شرط التوقف حسب عدد مرات التكرار، هناك زيادة في الجينات. تم إجراء الاختبار مرة أخرى مع عملية فك التشفير إذا تم الحصول على أفضل تركيبة ، ثم يتم إيقاف التكرار. ارجع إلى الخطوة متغيرات الكروموسومات إلى الطفرة حتى الوصول إلى الحد الأقصى للجيل في هذه الحالة ، تم الحصول على الحل.

الحل الأول



الحل لثاني



| حل 2/ | حل 1/ | صياغة الرموز | | المكون الغذائي |
|----------|----------|-----------------|------------|-------------------------|
| | | الرمز | | |
| 1.30 | 2.50 | a | 3 | بروتين نباتي |
| 1.70 | 1.50 | b | 3 | بروتين حيواني |
| 0.30 | 0.25 | c | 8 | كربوهيدرات |
| 0.70 | 0.40 | d | 5 | خضروات |
| 1.50 | 0.80 | e | 5 | فاكهة |
| 0.20 | 0.50 | f | 8 | ماء |
| | | | 24 ساعة | لاستهلاك في يوم واحد |

النتائج والتوصيات:

يقدم البحث خوارزمية وراثية جديدة ، تعتمد على خوارزمية استهلاك الغذاء، و تعد الفكرة المقدمة في البحث مفيدة جداً للمجتمع ، حيث لا يستطيع معظم الناس اتباع نظام غذائي صحي.

أظهرت هذه الدراسة بطريقة ما اكتشافات مثيرة للاهتمام لمبدأ توجيهي جديد متبع في هذا البحث باستخدام خوارزمية وراثية لتحسين تكوين الغذاء بناء على إرشادات صحية. و يمكن التوصية بها للأشخاص في حالة طبيعية . استبعاد الحوامل والأطفال وكبار السن وتعتمد أيضا على أنشطتهم ، باستثناء العمل الجاد ورياضيين كمال الأجسام وإدمان الطعام.

يمكن تحسين هذا العمل بتطوير ما يلي:

أضف إلى قاعدة بيانات الغذاء القدرة على إنشاء أنظمة غذائية لمرضى السكر .

توسيع قاعدة البيانات لتشمل الأطعمة المعدة و ما يقابلها.

توسيع الخوارزمية للنظر في الأنشطة الفيزيائية التي يدركها الفرد في يوم واحد.

توسيع الخوارزمية للنظر في الأطعمة المحظورة من أجل توليد أنظمة غذائية للأشخاص الذين يعانون من الحساسية.

المراجع

- 1) مزهر، و.، داود، ع.، أ بحبوح، 2003. (محاكاة عمل قواعد المعطيات الموزعة في بيئة زمن حقيقي مع تشارك الحمولة "مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد 19 - العدد 2.
- 2) الحجار، م .عبيد، م(2003). (الخوارزميات الجينية "إشراف العرفي، هادي. مشروع دبلوم، جامعة دمشق، كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية
- 3 – Davis, L. (1991). "Handbook of Genetic Algorithms", Van Nostrand Reinhold, New York.
- 4 – Smith, T. (2005). "Artificial Intelligence". Computer Science 165A..
- 5–Konar, A. Artificial Intelligence and Soft Computing: Behavioral and cognitive Modeling of the human Brain. CRC Press, 1999.
- 6–Gen, M. and Cheng, R. (1997). "Genetic Algorithms and Engineering Design", John Wiley & Sons, Inc. New York