



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة كربلاء

كلية الزراعة

قسم وقاية النبات

التقييم الحقلى لبعض عناصر مكافحة المتكاملة في مكافحة من الالهانة *Brevicoryne brassicae* و تقدير متبقيات المبيد *Lambda-cyhalothrin*

رسالة مقدمة الى مجلس كلية الزراعة - جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الزراعة - وقاية النبات

من قبل

رواسي عبد الرضا شلبة المسعودي

بإشراف

أ.م.د. مشتاق طالب محمد علي القرشي

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ
فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ
طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ
مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي
ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ"

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ

سورة الأنعام (99)

الإهداء

أهدي ثمرة جهدي المتواضع الى رسول الهدى والرحمة والإنسانية نبينا محمد (عليه و على اله أفضل الصلاة و السلام) .

● الى من علمني ان العلم سلاح ونجاح و أن الحياة جهد و كفاح .. الى من فارق عيني و لم يفارق فؤادي وما قدمه لي طيلة حياتي من الأمور المادية و المعنوية والدي الحبيب رحمه الله

● الى من أمدتني بحنانها وعطائها و دعواتها أطال الله في عمرها .. التي وضعتني على طريق الحياة أمة الغالية حفظها الله

● الى روعي و نبض قلبي و قرّة عيوني و ثمرة فؤادي بنتي الغالية زهراء ...

● الى من ساندوني بكل حب و ازاحوا عن طريقي كل المتاعب و بهم استمد قوتي و إصراري على التقدم و النجاح و بفضلهم أكملت مسيرة حياتي العلمية إخوتي و أخواتي سندي في الحياة حفظكم الله ...

أهدي اليهم جميعاً هذا الجهد المتواضع سائلاً الله العلي القدير أن يُنتفع به إنه سميعٌ مُجيب ...

رواسي عبد الرضا

الشكر والتقدير

قال تعالى " لَئِنْ شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ " الحمد لله حمداً كثيراً كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه و عدد خلقه ورضا نفسه وزنه عرشه ومداد كلماته على ما أكرمني به لإتمام رسالتي هذه والتي أرجوا أن تنال رضاه ...

أتوجه بجزيل الشكر والتقدير الى كل من ...

جامعة كربلاء المتمثلة برئيس الجامعة أ.د. صباح واجد علي وكلية الزراعة المتمثلة بالعميد أ.د. علي عبد الحسين كريم وقسم الدراسات العليا المتمثل السيد الدكتور محمود المحترم مسؤول شعبة الدراسات العليا أتقدم إليكم بوافر الشكر والتقدير لما تبذلونه من جهد ودعم متواصل لطلبة الدراسات العليا، وحرصكم الدائم على تذليل الصعاب أمام مسيرتهم العلمية. إن كلمات الامتنان لا تفي حقكم تجاه ما تقدمونه من وقت وعطاء، وقد كان لمساندتكم الأثر البالغ في تشجيعنا على مواصلة السعي نحو التميز والنجاح. مع خالص الاحترام والتقدير لقسم وقاية النبات المتمثلة برئيس القسم أ.د. ياسر ناصر الحميري. وأتقدم بالشكر الجزيل والثناء الجميل إلى مشرفي الدكتور مشتاق طالب محمد علي على عطائه الدائم لما بذله من وقت وجهد كبير في متابعة رسالتي هذه و إبداء الملاحظات و النصائح القيمة و الدعم الدائم طيلة مدة العمل للخروج بأفضل صورة ممكنة طيلة مدة الدراسة . كما أخص بجزيل شكري و تقديري الى الدكتور عقيل نزال الكعبي لما قدمه لي من توجيهات وكذلك الدكتور ثامر الشويلي لما قدمه لي من مساعدة ، وشكري لجميع الكادر التدريسي والعاملين في الكلية. كذلك أقدم الشكر الجميل لزملائي و زميلاتي طلبة الدراسات العليا الماجستير لما قدموه من مساعدة خلال فترة الدراسة كل من (سلام ومحمد و بشير وتيماء والحوراء و نور و زهراء ووسن وميسم) أسأل الله عز وجل بدوام التوفيق لهم و بالتقدم لأعلى المراتب . وشكري وتقديري الى جميع من مَد يد العون والمُساعدة والنصيحة لإتمام مشروع دراستي هذه.

الباحثة

إقرار المشرف

أشهد أن إعداد الرسالة الموسومة (التقييم الحقلّي لبعض عناصر مكافحة المتكاملة في مكافحة من اللهانة *Brevicoryne brassicae* و تقدير متبقيات المبيد Lambda- cyhalothrin) التي قدمتها الطالبة

(رواسي عبد الرضا شلبي) تمت تحت إشرافي في قسم وقاية النبات \ كلية الزراعة \ جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الزراعة \ وقاية النبات .



التوقيع :

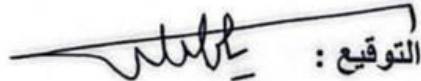
إسم المشرف : أ.م.د. مشتاق طالب محمد علي

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : جامعة كربلاء \ كلية الزراعة

التاريخ : \ \

توصية رئيس قسم وقاية النبات و رئيس لجنة الدراسات العليا بناءً على التوصية المقدمة من قبل الأستاذ المشرف أشرح هذه الرسالة للمناقشة .



التوقيع :

الاسم : أ.د. ياسر ناصر الحميري

المرتبة العلمية : أستاذ

العنوان : جامعة كربلاء \ كلية الزراعة

التاريخ : \ \

إقرار لجنة المناقشة


نشهد بأننا أعضاء لجنة المناقشة اطلعنا على هذه الرسالة الموسومة (التقييم الحقل لبعض عناصر مكافحة المتكاملة في مكافحة من اللفانة *Brevicoryne brassicae* و تقدير متبقيات المبيد *Lambda-cyhalothrin*) و قد ناقشنا الطالبة (رواسي عبد الرضا شلبة) في محتوياتها ووجدنا أنها جديرة بالقبول لنيل درجة الماجستير علوم في الزراعة \ وقاية النبات.

رئيس اللجنة : 

الإسم : أ.د. علاء حسن راضي

المرتبة العلمية : أستاذ

كلية الزراعة \ جامعة البصرة

عضو اللجنة 

الإسم : أ.م.د. حسين علي باقر

المرتبة العلمية : الأستاذ المساعد

كلية الزراعة \ جامعة كربلاء

عضو اللجنة 

الإسم : أ.م.د. مشتاق طالب محمد علي

المرتبة العلمية : الأستاذ المساعد

كلية الزراعة \ جامعة كربلاء

عضو اللجنة 

الإسم : سيناء مسلم عبد

المرتبة العلمية : الأستاذ المساعد

كلية الزراعة \ جامعة كربلاء

صُدقت الرسالة من قبل مجلس كلية الزراعة \ جامعة كربلاء

أ.د. علي عبد الحسين كريم

عميد كلية الزراعة \ جامعة كربلاء

الخلاصة :

أُجريت سلسلة من التجارب الحقلية في المحطة البحثية التابعة لكلية الزراعة بجامعة كربلاء لدراسة التوزيع الموسمي لحشرة مَن اللهانة *Brevicoryne brassicae* على صنفين نبات اللهانة الخضراء والحمراء Globe Master و Red Globe. شملت الدراسة تقييم الفعالية النسبية لمبيدات الاصل النباتي (Palizin، Tondexir و Oxymatrine) والمُبيد الكيميائي (Karate 5%EC) (*Bacillus amyloliquefaciens*) Amyloland والمُبيد الإحيائي البكتيري (*Bacillus amyloliquefaciens*) و أوكسيد السيلكا النانوية (SIO₂ NPs) ، فضلاً عن ذلك تمت دراسة فعالية المركب النانوي الناتج عن تحميل المبيد الكيميائي Lambdacyhalothrin (Karate 5%EC) على جسيمات السيلكا النانوية (Lambdac@nio₂nps) في مكافحة حشرة مَن تحت الظروف الحقلية المكشوفة. كما تضمنت الدراسة تقدير متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin على أوراق نبات اللهانة، مع تقييم تأثير بعض المعالجات الغذائية مثل الغسل بالماء والصابون، والتنقيع في المحاليل الملحية و التخليل في إزالة بقايا المبيد. تم تهيئة الحقل وذلك من خلال تنظيفه من الادغال و اجراء الحراثة و إضافة السماد بعدها أجري زراعة محصول اللهانة للنوعين الأخضر و الأحمر بتاريخ 2024/10/20 .

أظهرت الدراسة تسجيل أول ظهور لحوريات حشرة مَن اللهانة على محصول اللهانة بتاريخ 2024/11/10، بعد مرور أربعة أسابيع من نقل الشتلات إلى الحقل، بكثافة 1.66 حورية/ورقة عند درجة حرارة 17.93°م ورطوبة نسبية 46.79% . سُجلت أعلى كثافة عددية للحشرة 7.04 حورية/ورقة في الأسبوع الرابع عند درجة حرارة 16.62°م ورطوبة نسبية 53.47%، ثم إنخفضت بشكل ملحوظ حتى وصلت إلى 0.08 حورية/ورقة في بداية كانون الاول 2024 مع إنخفاض درجات الحرارة إلى 10.43°م وارتفاع الرطوبة النسبية إلى 71.27%. لوحظ إنخفاض واضح في أعداد الحوريات على صنف اللهانة الحمراء Red Globe مقارنة بصنف اللهانة الخضراء Globe Master ، حيث سُجلت كثافة أعلى بلغت 1.33 حورية/ورقة مقابل ذروة 7.04 حورية/ورقة لصنف اللهانة الخضراء .

أشارت نتائج تقييم الفعالية النسبية لمبيدات الأصل النباتي باليزين و توندكسير و أوكسيمترين بتركيز 3 مل/لتر عن تفوق مُبيد باليزين بنسبة فعالية نسبية وصلت إلى 91.28% بعد 21 يوماً من المعاملة ، بينما سُجل توندكسير و أوكسيمترين نسب 72.48% و 73.3% على التوالي.

أثبت المُبيد الحيوي Amyloland كفاءةً عاليةً في مكافحة الآفة المستهدفة، حيث تفوق التركيز 3 غم/لتر في إحداث أعلى معدلات الهلاك محققاً 67.2% بعد 21 يوماً من المعاملة، مع وجود فروق معنوية مقارنةً بتركيزي 2 و 2.5 غم/لتر اللذين سجّلا معدلات هلاك بلغت 51.2% و 56.9% على التوالي. كما أظهر

التركيز 3 غم/لتر أعلى نسبة فاعلية بيولوجية بعد 21 يوماً من المعاملة، حيث بلغت 99.4%، متفوقاً بذلك على تركيزي 2 و 2.5 غم/لتر اللذين سجّلا نسب فاعلية بلغت 91.6% و 92.9% على التوالي للمدة الزمنية نفسها .

بيّنت نتائج تقييم كفاءة المبيد الاحيائي Amyloland مقارنة مع مركب السليكا النانوية خلال فترات زمنية قصيرة، لوحظ أن معاملات المبيد الاحيائي عند التراكيز 2، 2.5، و 3 غم/ لتر حققت نسب قتل بلغت 40.3%، 59.6%، و 86.3%، و 100% بعد 3، 5، 7، و 9 أيام من المعاملة على التوالي. في المقابل، سجّلت معاملة مركب السليكا النانوية عند التراكيز 0.1، 0.15، و 0.2 غم/ لتر نسب قتل أقل، حيث بلغت 36.6%، 50.1%، و 70.3%، و 76.6% لنفس الفترات الزمنية على التوالي.

أظهرت معاملة Lambdacyhalothrin فاعلية عالية منذ اليوم الأول، حيث سجلت نسبة قتل بلغت 90.33%، واستمرت بالارتفاع لتصل إلى 100% بداية من اليوم الخامس، بينما أشارت نتائج المبيد المحمل على السليكا النانوية إلى وجود علاقة ارتباطية إيجابية بين زيادة تركيز المستحضر المركب من المبيد الكيميائي Lambdacyhalothrin المحمل على جسيمات السليكا النانوية (@) تحديداً عند التركيز 0.7 ملغم/لتر، حيث سُجل فاعلية نسبية تقارب فعالية المبيد الكيميائي القياسي، حيث بلغت 91.67% في اليوم الأول و 100% بدءاً من اليوم الخامس .

كشفت دراسة تلاشي المبيد في أوراق نبات اللهانة عن انخفاض ملحوظ في تركيزه من 0.700 ملغم/كغم (التركيز الموصى به) إلى 0.0335 ملغم/كغم بعد 9 أيام، مع عدم القدرة على كشف أي أثر للمبيد بعد 13 يوماً. أما عند استخدام التركيز المضاعف، فقد انخفضت كمية المبيد من 0.832 ملغم/كغم إلى 0.0373 ملغم/كغم بعد 13 يوماً. وتراوح العمر النصفى للمبيد (Half-life) بين 3.3 و 3.7 أيام، مع فترة ما قبل الحصاد (PHI) تبلغ 7 أيام لضمان سلامة المحصول.

أما بالنسبة لنتائج معاملات المعالجات الغذائية وتأثيرها في إزالة متبقيات المبيد، فقد أظهرت البيانات أن معاملة الغسل بماء الحنفية مع الصابون حققت نسبة إزالة بلغت 25.19%، وهي النسبة الأقل مقارنةً بباقي المعاملات. في حين سجلت معاملة الغمر بالمحلول الملحي 5% نسبة إزالة أعلى، وصلت إلى 68.79%. وجاءت معاملة الغمر بالمحاليل الملحية والتخليل (التمثلة في الغمر بمحلول ملحي تركيز 50 جم/لتر لمدة 10 أيام، يليه التخليل بالخل الصناعي لمدة 5 أيام) كأكثر المعاملات فعاليةً، حيث حققت أعلى نسبة إزالة للمبيد، بلغت 90.21% .

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع	التسلسل
1	المقدمة	1
3	إستعراض المراجع	2
3	محصول اللهانة	1-2
4	حشرة من اللهانة	2-2
4	تصنيف وتسمية الحشرة	1-2-2
5	الموطن الأصلي والانتشار للحشرة	2-2-2
5	وصف الحشرة	3-2-2
6	دورة حياة الحشرة	4-2-2
7	أضرار من اللهانة <i>Brevicoryne brassicae</i> على الأجزاء الخضرية والتكاثرية للنبات	5-2-2
8	ليات الدفاع الكيماوية في نباتات العائلة الصليبية	3-2
9	مبيدات الاصل النباتي ودورها في مكافحة الآفات	4-2
11	المكافحة الحيوية باستخدام البكتريا الممرضة للحشرات	5-2
12	المبيد الحيوي البكتيري Amyloland	1-5-2
14	المواد النانوية Nanomaterials	6-2
15	الخصائص السمية للجسيمات النانوية (NPs)	1-6-2
16	استعمال اوكسيد السيلكا النانوي SiO ₂ NPs في مكافحة الحشرات	2-6-2
18	المبيد الحشري Lambda-chalothrin	7-2
19	الحدود القصوى المسموح بها و العمر النصفى للمبيد Lambda-cyhalothrin	8-2

21	تقنية الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC)	9-2
22	طريقة كويكرز QuEChERS Methodology	10-2
24	تأثير عمليات التحضير الغذائي في تلاشي المبيدات	11-2
24	عملية الغسل (Washing)	1-11-2
25	الغمر بالمحلول الملحي dipping in saline solution	2-11-2
26	الغمر بالخل الصناعي (حامض الخليك) Acetic Acid CH ₃ COOH	3-11-2
27	المواد وطرق العمل	3
27	الأجهزة والمواد المستخدمة لإجراء التجارب في الدراسة.	1-3
27	الأجهزة والادوات المستخدمة في التجارب المختبرية و الحقلية .	1-1-3
28	المواد الكيميائية لإجراء التجارب في الدراسة	2-1-3
29	تهيئة الحقل	2-3
29	الوجود الموسمي <i>Brevicoryne brassicae</i> على صنفين من اللهانة الخضراء و الحمراء	3-3
29	تقييم الكفاءة النسبية لمبيدات الاصل النباتي و مبيد الاصل الحيوي البكتيري	4-3
30	تقييم الكفاءة النسبية للمبيد الحيوي Amyloland و السليكا النانوية حقليا	5-3
31	تحميل المبيد الكيميائي Lambdacyhalothrin على السليكا النانوية و تقييم المركب حقليا .	6-3
31	تحميل المبيد على السليكا النانوية	1-6-3
32	التقييم الحيوي للمبيد المحمل على السليكا النانوية مع مبيد Lambdacyhalothrin عند التركيز الموصى به حقليا .	2-6-3
32	تقدير الاثر المتبقي لمبيد Lambdacyhalothrin على أوراق نبات اللهانة	7-3

32	المعاملة الحقلية بالتركيز الموصى به و ضعف التركيز	1-7-3
33	كفاءة الاسترجاع	2-7-3
33	تحضير المادة القياسية ومنحني المعايرة للمبيد Lambdacyhalothrin	3-7-3
34	التقدير الكمي والنوعي لبقايا المبيد	4-7-3
34	اخذ العينة Sampling	1-4-7-3
34	الاستخلاص Extraction	1-1-4-7-3
35	التنقية Purification	2-1-4-7-3
35	عمليات التحضير الغذائي	8-3
35	الغسل بماء الحنفية والصابون	1-8-3
35	الغمر بالمحاليل الملحية NaCl	2-8-3
36	الغمر بالمحاليل الملحية والتخليل	3-8-3
36	التحليل الاحصائي للتجارب	9-3
37	النتائج والمناقشة	4
37	الوجود الموسمي <i>B. brassicae</i> على صنفين من الالهانة الخضراء والحمراء	1-4
40	تقييم الكفاءة النسبية لمبيدات الاصل النباتي ومبيد الاصل الحيوي البكتيري	2-4
40	تقييم الفاعلية النسبية لمبيدات الاصل النباتي	1-2-4
41	تقييم الفاعلية النسبية لمبيد الاصل الحيوي البكتيري Amyloland	2-2-4
42	التأثير التازري بين المستحضر البكتيري و مبيدات الاصل النباتي	3-2-4
44	تقييم الكفاءة النسبية لفاعلية المبيد الحيوي Amyloland و SiO ₂ NPs	4-2-4
44	فحص السيلكا النانوية SiO ₂ NPs	1-4-2-4
45	تقييم الكفاءة النسبية لمبيد الحيوي Amyloland و السليكا النانوية حقلياً	2-4-2-4

47	التقييم الحيوي للمبيد المحمل على السليكا النانوية مع مبيد Lambdacyhalothrin عند التركيز الموصى به حقلياً	3-4
47	الكشف عن Lambda@siO ₂ nps باستخدام تقنية HPLC	1-3-4
48	التقييم الحقلية للمركب المحمل نانويا و مبيد Lambdacyhalothrin	2-3-4
50	كفاءة الاسترجاع	4-4
50	تحضير المنحنى القياسي	5-4
51	دراسة تلاشي متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin في أوراق اللهاة	6-4
51	متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin	1-6-4
54	تأثير استخدام طرق التحضير الغذائي على تلاشي مبيد Lambdacyhalothrin	2-6-4
54	الغسل بماء الحنفية والصابون	1-2-6-4
55	الغمر بالمحلول الملحي NaCl 5%	2-2-6-4
55	الغمر بالمحاليل الملحية والتخليل	3-2-6-4
57	الإستنتاجات و التوصيات	5
57	الإستنتاجات	1-5
58	التوصيات	2-5
59	المصادر	6
59	المصادر العربية	1-6
62	المصادر الأجنبية	2-6
91	الملاحق	7

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان	التسلسل
27	الأجهزة والأدوات المستخدمة	1
28	المواد الكيميائية المستخدمة	2
28	المبيدات المختبرة حقلًا والمجموعة الكيميائية ومعدل الخلط	3
33	تواريخ وفترات جمع عينات محصول اللهانة بعد معالته بالمبيد Lambdacyhalothrin وبالتركيز الموصى به (1 مل/ لتر) وضعف التركيز (2 مل/ لتر)	4
53	تلاشي كميات المبيد Lambdacyhalothrin (ملغم / كغم) من اوراق اللهانة المعاملة باستعمال التركيز الموصى به وضعف التركيز	5

قائمة الصور

رقم الصفحة	العنوان	التسلسل
6	صورة بالغة و حوريات حشرة من اللهانة	1
30	تقسيم الحقل الى ثلاثة مكررات وموزعة عليها جميع المعاملات	2
31	المواد المستخدمة في عملية تحميل المبيد على السليكا النانوية	3
44	حجم دقائق السليكا النانوية	4

قائمة الأشكال

رقم الصفحة	العنوان	التسلسل
16	طريقة تأثير المواد النانوية عند دخولها جسم الحشرة	1
19	التركيب البنائي لمبيد Lambda-cyhalothrin	2
22	مخطط لأجزاء جهاز الكروماتوغرافيا السائل عالي الكفاءة	3
37	معدل درجات الحرارة و الرطوبة النسبية في محافظة كربلاء للموسم الزراعي 2024-2025	4
38	الكثافة العددية لحوريات من اللهانة على محصول اللهانة الخضراء صنف كلوب ماستر للموسم الزراعي 2024-2025 في محافظة كربلاء	5
39	الكثافة العددية لحوريات من اللهانة على محصول اللهانة الحمراء صنف ريد كلوب للموسم الزراعي 2024-2025 في محافظة كربلاء	6
40	الفاعلية النسبية لثلاث مبيدات ذات الاصل النباتي عند التركيز 3 مل / لتر ضد حشرة <i>B. brassicae</i>	7
41	الفاعلية النسبية لثلاثة تراكيز من المستحضر التجاري البكتيري Amyloland في مكافحة <i>B. brassicae</i>	8
43	الفاعلية النسبية للتأثير التارزي بين المستحضر التجاري البكتيري Amyloland مع ثلاث من مبيدات الاصل النبات (2 مل + 2 غم / لتر) ضد <i>B. brassicae</i>	9
45	كفاءة المبيد الحيوي البكتيري Amyloland و السليكا النانوية في السيطرة على من اللهانة حقلياً	10
48	الكشف عن مركب Lambda@ sio ₂ nps بأستخدام تقنية HPLC	11
49	الفاعلية النسبية للمبيد الكيميائي و السليكا النانوية و المبيد الكيميائي المحمل على السليكا النانوية ضد حشرة من اللهانة	12

51	المنحني القياسي للمبيد Lambdacyhalothrin	13
52	منحني المادة القياسية للمبيد Lambdacyhalothrin	14
53	المدة الزمنية لتلاشي كميات المبيد Lambdacyhalothrin من أوراق اللهانة المعاملة به (ملغم / كغم) بأستخدام التركيز الموصى به وضعف التركيز.	15
55	دور العمليات الغذائية في إزالة متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin	16

قائمة الملاحق

رقم الصفحة	العنوان	التسلسل
91	جمع عينات أوراق اللهانة المعاملة بالمبيد بالتركيز الموصى به وضعف التركيز وتعليمها وحفظها بالمجمدة لحين إجراء عملية الكشف وتقدير الأثر المتبقي.	1
91	رش محصول اللهانة بالمعاملات المختلفة حقلياً	2
92	بيانات الكشف عن متبقيات المبيد بالتركيز الموصى به وضعف التركيز	3

المختصرات

دلالته	المختصر	التسلسل
Water soluble powder	SP	1
Water dispersible granules	WG	2
World Health Organization	WHO	3
Food Agriculture Organization	FAO	4
United States Environmental Protection Agency	USEPA	5
European Food Safety Authority	EFSA	6
Maximum Residue Limits	MRLs	7
Acceptable Daily Intake	ADI	8
Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues	JMPR	9
High Performance Liquid Chromatography	HPLC	10
Acetyl Choline	AC	11
Soluble concentrate	SL	12
Oregano Phosphorus pesticide	OPC	13
Acute Reference Dose	ARFD	14
Lethal concentration 50	LC50	15
Lethal concentration 90	LC90	16
International Union of Pure and Applied Chemistry	IUPAC	17
Australia New Zealand Food Authority	ANZFS	18
Codex Alimentarius Commission for Pesticide Residues	CAC/PR	19
Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe	QuEChERS	20
Primary Secondary Amen	PSA	21

Pounds Per Square Inch	Psi	22
Environmental Pesticides Agency	EPA	23
Part per million	ملغم \ لتر	24
Codex Alimentarius Commission for Pesticide Residues	CAC/PR	25
Beet Western Yellows Virus	BWYV	26
Cucumber Mosaic Virus	CMV	27
Emulsifiable Concentrate	EC	28
Randomized Complete Block	RCBD	29
Di-Ammonium Phosphate	DAP	30

1- المقدمة

يستخدم نبات اللهانة *Brassica oleracea var. capitata* L ، الذي ينتمي إلى العائلة الصليبية Cruciferae، كغذاء منذ أكثر من 3000 عام، حيث أولاه سكان اليونان القديمة أهمية كبيرة في نظامهم الغذائي (Zahid وآخرون ، 2024) . تحتوي أوراق اللهانة على مضادات للأكسدة مثل مادة polyphenolics ومضادات للالتهابات كما لها تأثير في إزالة السموم من جسم الإنسان بسبب احتوائها على نسبة عالية من الكبريت وفيتامين C (Madhura وآخرون ، 2025) . بلغت المساحة المزروعة باللهانة 3315 دونماً و إنتاج كُلي قدرة 6130 طناً لعام 2018، في حين تراجع إنتاجها عام 2019 حتى وصل 3270 دونماً وإنتاج كُلي بلغ 5817330 طناً. بينما بلغت المساحة المزروعة لعام (2020) بحدود 3686 دونماً وإنتاج بلغ 8789 طناً. وتراجعت المساحة المزروعة في عام 2023 لتصل إلى 2819 دونم وإنتاج بلغ 7267 طن (هيئة الإحصاء ونُظم المعلومات الجغرافية، 2024).

تُعد حشرة من اللهانة *Brevicoryne brassicae* من أهم الآفات التي تصيب نباتات اللهانة و القرنبيط و البروكلي و الخردل العائدة إلى العائلة الصليبية (Patel وآخرون ، 2024) ، تُسبب الكاملات و الحوريات عن أضرارٍ مباشرةً تشمل تجعد الأوراق وتشوهها والتفافها، فضلاً عن إعاقة النمو الكلي للنبات، وقد تصل شدة الإصابة إلى تلف الشتلات المُعدة للزراعة، فتفقد قيمتها الاقتصادية بالكامل (Canassa وآخرون ، 2021) .

تلعب المبيدات الكيميائية دوراً بارزاً في زيادة الإنتاج النباتي وتحسين نوعيته جراء تقليل الأضرار الناجمة عن الإصابة بالحشرات كالمن و الذبابة البيضاء و الحشرات القارضة وكذلك الأمراض وغيرها من الكائنات الضارة، ومن المحاذير العديدة حول المبيدات هو الاستخدام المفرط للمبيدات مما يؤدي إلى تراكمها في التربة وزيادة تشبع الترب الزراعية بالمبيدات مما يولد قلقاً متزايد بشأن التلوث في جميع أنحاء العالم (Sarkar وآخرون، 2024). يعد تراكم المبيدات الكيميائية أحد أهم المشاكل المتزايدة والخطيرة والمؤثرة بشكل مباشر في صحة الإنسان وأشارت بعض الدراسات إلى أنّ التعرض الحاد و المزمن للمُبيدات تسبب الغثيان والصداع وفقدان الوعي يضاف إلى ذلك السرطانات والعيوب الخلقية والعقم (Garud وآخرون ، 2024 ؛ Singh و آخرون، 2022).

أشارت العديد من الأبحاث و الدراسات إلى أن المبيدات الكيميائية و متبقياتها من أكثر المواضيع أهمية في جميع الدول النامية ومن ضمنها العراق حيث أن بعض المزارعين لا يلتزمون بالمدة ما بعد معاملة المُبيد وكذلك بالنسبة للتراكم الموصى بها من قبل الشركات المنتجة لضمان جاهزية المنتج للاستهلاك البشري (المشهداني ، 2011 ؛ حسين ، 2018 ؛ أبو دكة ، 2021 ؛ المكصوسي ، 2021 ؛ الثرواني ، 2023) .

أدت هذه المشاكل الصحية و البيئية إلى البحث عن بدائل واستراتيجيات حديثة تُحدث تغييرات جذرية في إدارة الآفات، حيث يتم استبدال المبيدات الكيميائية تدريجياً بمواد ذات أصل حيوي أكثر أماناً لتقليل المخاطر الناجمة عن تلك المواد السامة على صحة الإنسان (Kar وآخرون ، 2024). ومن بين هذه البدائل، تم استخدام مبيدات نباتية الأصل كبديل للمركبات الكيميائية، نظراً لانخفاض سُميتها على الإنسان والحيوان، فضلاً عن تأثيرها الطارد والقاتل للحشرات (Aimad وآخرون ، 2022). كما شملت الاستراتيجيات الحديثة مكافحة الإحيائية باستخدام مسببات الأمراض مثل البكتيريا و النيماتودا و الفطريات و التي تخترق جسم الحشرة عبر جدار الجسم أو الثغور التنفسية لتصل إلى الجهاز الهضمي، مما يؤدي إلى موتها لاحقاً (Hamrouni وآخرون، 2025).

من أجل زيادة فعالية المبيدات ادخلت تقانة البوليمر و النانو تكنولوجي مؤخراً في صناعة المبيدات الكيميائية بهدف تحسين خواص عوامل المكافحة المختلفة وإن أحد الاسباب المحتملة لتطبيق هذه التقانة هو توصيل المادة الفعالة للمبيدات الى المناطق المستهدفة وتغليف جزيئات المبيد والتحكم بإطلاق المواد الفعالة وكذلك المحافظة على المادة الفعالة من التدهور أو التحلل السريع (Jiang وآخرون ، 2024). علاوةً على ذلك، تُعد بعض المركبات النانوية القابلة للتحلل الحيوي خياراً مثالياً كمبيدات حشرية فعالة، منخفضة التكلفة، وصديقة للبيئة (خليل، 2022).

هدفت الدراسة الحالية الى تقييم بعض عناصر المكافحة المتكاملة و إمكانية الإفادة منها في تحقيق الفاعلية في مقاومة من اللهانة يضاف الى كونها من الطرق الصديقة للبيئة ، حيث جاءت هذه الدراسة بعدة محاور هي :

- 1- تقييم فعالية مبيدات الأصل النباتي Palizin، Tondexir و Oxymatrine إضافة الى المُستحضر التجاري البكتيري Amyloland ضد حشرة من اللهانة حقلياً .
- 2- قياس مدى تأثير توليفة الفعالية التازيرية بين السيلكا النانوية (SNPs) مبيدات الأصل النباتي و المستحضر البكتيري (Amyloland) ضد حشرة من اللهانة حقلياً .
- 3- تقييم حقلية لفعالية مبيد الأصل الكيميائي EC 5 % Karate و إمكانية تحميل المبيد على السيلكا النانوية تحت ظروف الحقل .
- 4- تقدير بقايا المبيد الكيميائي Lambdacyhalothrin باستخدام تقنية الكروماتوغرافي السائلة عالية الأداء HPLC.
- 5- استعمال بعض الطرائق (عمليات التحضير الغذائي) لتقليل بقايا كل مبيد في أوراق اللهانة كغسل الأوراق بالماء فقط أو بالماء والصابون أو الغمر بالمحاليل الملحية والخل الملحي.

2- إستعراض المراجع

1-2- محصول اللهانة

ينتمي نبات اللهانة *Brassica oleracea var. capitata* L. الى العائلة الصليبية Brassicaceae، التي تضم العديد من أنواع الخضر المهمة اقتصادياً ومن أهمها القرنابيط *Brassica oleracea var. botrytis* و البروكلي *Brassica oleracea var. italic* و الفجل *Raphanus sativus* و اللفت *Brassica rapa subs. rapa* و الجرجير *Eruca sativa* (German واخرون ، 2023) . تُعدّ اللهانة من الخضروات الورقية ذات القيمة الغذائية لإحتوائها على العديد من المركبات والعناصر الغذائية ومضادات الاكسدة (Liao واخرون ، 2021) .

تحتوي أوراق محصول اللهانة على قيمة غذائية عالية اذ يحتوي كل 100 من أوراقها الطازجة على 24 سعرة حرارية و 6.1- 11.2 % مادة جافة و 3- 5.4 % كربوهيدرات و 2.1 % حديد (Yue واخرون، 2024) و فيتامين B والبيتا كاروتين وفيتامين C والعناصر البوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم والفسفور والزنك (de Evan واخرون، 2019).

تحتوي أوراق محصول اللهانة على مضادات للأكسدة مثل مادة polyphenolics ومضادات للالتهابات (Lučić واخرون، 2023)، كما ذكر Gunjal واخرون (2024) أن اللهانة لها تأثير في ازالة السموم من جسم الانسان بسبب احتوائها على نسبة عالية من الكبريت وفيتامين C. يمكن زراعة محصول اللهانة بجميع أنواع الثرب الزراعية التي تحتوي على درجة حموضة 5.5- 6.5.

في عام 2021، تصدّرت الصين الإنتاج العالمي كأكثر بلد مُنتج ل محصول اللهانة وبقدرة إنتاجية بلغت 32.8 مليون طن، تليها الهند بـ 8.5 مليون طن، ثم روسيا بـ 3.3 مليون طن، لتحتل هذه الدول المراكز الثلاثة الأولى في الإنتاج العالمي. وتجدر الإشارة إلى أن روسيا تُصنّف أيضاً كأكبر مستهلك لهذا المحصول عالمياً. أما فيما يتعلق بالهند، فهي تُبرز دوراً متميزاً في زراعة محاصيل الفصيلة الصليبية؛ حيث تستحوذ على 6 ملايين هكتار مُخصصة لزراعة السلجم والخردل، مُحققة إنتاجاً سنوياً يصل إلى 5.8 مليون طن (Davis واخرون، 2023).

2-2- حشرة مَن اللهانة

1-2-2 السلم التصنيفي للحشرة وتسميتها

Kingdom: Animalia

Phylum : Arthropoda

Subphylum : Hexapoda

Class : Insecta

Order : Hemiptera

Suborder : Sternorrhyncha

Family : Aphididae

Genus : *Brevicoryne*

Species : *brassicae*

Scientific name : *Brevicoryne brassicae*

(Mersha واخرون ، 2014)

تعد حشرة مَن اللهانة *B. brassicae* من أهم الآفات التي تصيب نباتات اللهانة و القرنبيط و البروكلي و الخردل و العائدة الى العائلة الصليبية (Patel واخرون ، 2024) . جاءت هذه التسمية نتيجة اشتقاق اسم الجنس من كلمتين لاتينيتين هما *brevi* و *coryne* اللتان تعنيان الأنابيب الصغير *small pipes* (Mersha واخرون ، 2014) . تتميز هذه الحشرات بامتلاكها نوعين من الأنابيب الصغيرة، المعروفة بإسم القرينين *cornicles* أو *siphunculi*، والتي يمكن ملاحظتها في الجزء الخلفي من جسم الحشرة بإستخدام عدسة مكبرة يدوية. وبناءً على ذلك، يمكن تمييز حشرة مَن التي تصيب نبات اللهانة عن الأنواع الأخرى، نظرًا لإمتلاكها قرينين أقصر نسبيًا مقارنة بباقي الأنواع، بإستثناء حشرة مَن التي تصيب نبات الشلغم (Shafi و Farooq ، 2021) .

أشار Taca واخرون (2025) إلى أن الصفتين التصنيفيتين الرئيسيتين، وهما القرينان القصيران ووجود الطلاء الشمعي على حشرات مَن اللهانة، يمكن إعتبارهما صفات مميزة تساعد في تمييزها عن أنواع مَن الأخرى التي تهاجم نفس النبات العائل.

2-2-2- الموطن الأصلي و الإنتشار للحشرة

الموطن الأصلي لحشرة *B. brassicae* هو أوروبا، ومن هناك إنتشرت إلى مختلف أنحاء العالم (CABI، 2019، Goggin و Quisenberry، 2017). وقد أشار Patel واخرون (2024) إلى أن هذه الحشرة تتواجد في مناطق واسعة تشمل آسيا وكندا وأفريقيا وأستراليا، فضلاً عن الولايات المتحدة الأمريكية والصين والهند وهولندا، فضلاً عن إنتشارها في عدد من الدول الأفريقية. كما بين Mutua واخرون (2024) إلى أن حشرة المَنّ التي تصيب العائلة الصليبية تنتشر على نطاق واسع في جميع أنحاء الولايات المتحدة الأمريكية، مع الإشارة إلى أنها تُعتبر آفة زراعية خطيرة، خاصة في الولايات الجنوبية من البلاد.

3-2-2 وصف الحشرة

تتميز *B. brassicae* بصغر حجمها وجسمها الرخو ذي الشكل البيضوي أو الكمثري، مع وجود زوج خلفي من الأنابيب المعروفة بأسم القرينين Cornicles والتي تتجه نحو الخلف. تمتلك هذه الكائنات أجزاء فم ثاقبة ماصة، وتتنوع أفرادها بين المجنحة وغير المجنحة (Patel واخرون، 2024). وفقاً لـ Soh واخرون (2018)، فإن الإناث غير المجنحة ذات شكل بيضوي وتظهر بألوان تتراوح بين الرمادي والأخضر أو الرمادي والأبيض، وذلك اعتماداً على الغطاء الشمعي الذي يكسوها. كما يُلاحظ وجود ثماني بُقع غامقة بنية أو سوداء على السطح العلوي للبطن، تقع هذه البقع تحت الغطاء الشمعي وتزداد في الحجم كلما إتجهنا نحو النهاية الخلفية للجسم. أما الإناث المجنحة، فهي أصغر حجماً ولا تحتوي على الغطاء الشمعي مقارنة بالإناث غير المجنحة (Wu، 2024).

أوضح Lawrence واخرون (2024) أن الإناث المجنحة تتميز بأجنحة قصيرة ذات عروق بارزة، مع رأس وصدر بلون بني داكن إلى أسود. كما أن قرون الاستشعار لديها ذات لون بني داكن، بينما يتخذ البطن لوناً أصفر مع وجود نقطتين داكنتين على الحلقات الأمامية من الجهة الظهرية للبطن. و تجدر الإشارة إلى أن هاتين البقعتين تندمجان لتشكيل شريط غامق يغطي الجزء الأخير لحلقات البطن، أشار العزاوي وآخرون (1990) إلى أن طول الإناث غير المجنحة يتراوح بين 1.8 و 2.4 ملم، مع لون جسم يتراوح بين الأخضر الفاتح والأخضر الرمادي. كما أن الجسم مغطى بطبقة شمعية بيضاء تُعطي الحشرة مظهرًا أبيضاً. يتميز الرأس بلون أغمق مقارنةً بالجسم، بينما تكون قرون الاستشعار أقصر من طول الجسم وذات لون بني غامق. فضلاً عن ذلك، يتميز القرينان البطنيان بلون بني غامق ويستدقان تدريجياً نحو الخلف، في حين يتساوى طول الذنب مع طول القرينين البطنيين.

أما بالنسبة للإناث المجنحة، فيتراوح طولها بين 1.6 و 2.3 ملم، مع رأس وصدر أسودين وبطن أصفر مخضر إلى أخضر. يحتوي البطن على بقع سوداء على الجانبين وشرائط عرضية غامقة في المنتصف. وتتميز قرون الاستشعار بلون بني غامق وطول مماثل لطول الجسم. القرينان البطنيان قصيران وغامقان، مع انتفاخ في المنتصف وضيق عند القاعدة. أما الذنب فيساوي طول القرينين البطنيين أو يزيد قليلاً عنه، ويتميز بلون أخضر غامق (Bhatia و Oleksak، 2025)، كما في صورة (1).



صورة (1) بالغة و حوريات حشرة من اللمهانة. (Tjallingi و Gabrys ، 2002)

4-2-2 دورة حياة الحشرة

تتكاثر *B. brassicae* بطريقتين رئيسيتين تعتمدان بشكل أساسي على درجة الحرارة. في المناخ الدافئ، يحدث التكاثر بشكل عذري Thelytoky، حيث تضع الإناث الحوريات دون الحاجة إلى التزاوج مع الذكور، مما يؤدي إلى تكوين مستعمرات تتألف بالكامل من الإناث. على سبيل المثال، في مناطق مثل فلوريدا وهاواي، يحدث هذا النمط من التكاثر بشكل شائع. ومع ذلك، مع بداية فصل الخريف وإنخفاض درجات الحرارة، يتغير نمط التكاثر إستجابةً لظروف البيئة، حيث يتم إنتاج الذكور إما بسبب إنخفاض درجات الحرارة أو قصر المدة الضوئية خلال النهار (Marandi وآخرون ، 2024). نتيجة لذلك، يحدث التزاوج بين الذكور والإناث، وتضع الإناث البيض، مما يمثل الطريقة الثانية للتكاثر، وهي التكاثر الجنسي Holocyclic. خلال فصل الشتاء، تدخل الحشرة مرحلة البيض، حيث تتداخل الأجيال مع بعضها البعض، وقد يصل عدد الأجيال إلى 15 جيلًا خلال موسم زراعة المحاصيل (Patel وآخرون ، 2024).

2-2-5 أضرار حشرة مَن اللهانة *Brevicoryne brassicae* على الأجزاء الخضرية والتكاثرية للنبات

تُهاجم بالغات وحوريات الحشرة بشكل رئيسي الأجزاء النباتية النشطة في النمو مثل القمم النامية (المرستيمية) والأزهار والأوراق، وعندما تتفاقم أعدادها على النبات العائل فإنها تغطيه بالكامل. تُلحق هذه الحشرة أضرارًا بالغةً ومتنوعةً بمحصول اللهانة، تنقسم إلى أضرار مباشرة وأخرى غير مباشرة. تتمثل الأضرار المباشرة في امتصاص عصارة الأنسجة النباتية عبر أجزاء فيها الثاقبة الماصة، وإفرازها لمادة عسلية لزجة (الندوة العسلية) تُسهم في تكوين طبقة فطرية سوداء على الأوراق والبراعم. أما الأضرار غير المباشرة فترتبط بدورها كحشرة ناقلة فعالة لأكثر من 20 نوعًا من الأمراض الفيروسية التي تصيب مجموعة واسعة من المحاصيل النباتية (Singh و Pal، 2013؛ Elwakil و Mossler، 2016). أشار Safar و Bakr (1975) إلى أن حشرة المَن تُعد أخطر الآفات التي تصيب محصول السلجم (اللفت الزيتي أو الكانولا) في العراق، نظرًا لقدرتها على إمتصاص العصارة النباتية، مما يتسبب في إصفرار النباتات وصولاً إلى ذبولها في بعض الحالات. كما لفتا إلى أن الزراعة المتأخرة لهذا المحصول تؤدي إلى نضوجه في فترات تتزامن مع درجات حرارة مُلائمة لتكاثر المَن، مما يُفاقم أضرارها ويُسهم في تلف البذور وإنخفاض المُنتج النهائي.

أوضح Canassa و اخرون (2021) أن حشرة مَن اللهانة *B. brassicae* تُلحق أضرارًا مباشرةً تشمل تجعد الأوراق وتشوهها والتفافها، فضلاً عن إعاقة النمو الكلي للنبات، وقد تصل شدة الإصابة إلى تلف الشتلات المُعدة للزراعة، فتفقد قيمتها الاقتصادية بالكامل.

أما التأثير غير المباشر فيتمثل في آلية تغذية الحشرة على العصارة النباتية؛ حيث تمتص كميات كبيرة من العصارة الغنية بالكربوهيدرات والفقرية بالبروتين لتلبية إحتياجاتها البروتينية مما يُحفز إفرازها لكميات هائلة من الندوة العسلية. تتراكم هذه المادة اللزجة على أسطح الأوراق، فتُعيق الوظائف الفسيولوجية الحيوية مثل التمثيل الضوئي والنتح والتنفس، بسبب سدّها للثغور التنفسية للنبات. كما تُشكل الندوة العسلية وسطًا مغذيًا مثاليًا لنمو الفطريات الرُمّية، التي تُسبب بتكون العفن السخامي الأسود، مما يُفاقم الضرر البيئي والاقتصادي (Sooty mold) المتسبب عن *Cladosporium spp.*، *Capnodium spp.*، *Fumago spp.* (Patel و اخرون، 2024).

كشفت دراسات حقلية أُجريت في ألمانيا عن تسبب حشرة *B. brassicae* في خسائر إقتصادية فادحة بلغت 20-30%، خاصة خلال فصل الخريف، نتيجة وصول الكثافة العددية للحشرة إلى ذروتها (Allema و اخرون، 2017). سُجلت هذه الحشرة كأفة مُدمرة لمحصول القرنبيط في باكستان، حيث

أظهرت دراسة أجريت من قبل Khan وآخرون (2015) أن الإصابة بها تُخفض إنتاجية المحصول بنسبة 50-80%. ويعزى هذا التأثير التكاثر السريع للحشرة، مما يؤدي إلى تغطية النباتات بالكامل بأعداد هائلة من الحشرات وإفرازاتها اللزجة المتمثلة بالندوة العسلية. يضاف إلى ذلك أضرارها المتمثلة بأحداث تشوهات في النمو مثل عدم إكمال نمو رؤوس نباتات اللهانة وسيقان السلمج، وصولاً إلى ذبولها. التقاف حوامل الأزهار على نفسها، مما يُنتج أزهاراً مشوّهة غير قابلة للتسويق (Andrew و Gia ، 2015).

تنقل حشرة من اللهانة العديد من الفايروسات الضارة للنباتات منها فايروس إنتفاف أوراق البطاطا (Potato leaf roll virus) والفايروسات التابعة للجنس Pot viruses مثل فايروس موزائيك فول الصويا و فايروس البطاطا (X و Y) و فايروس الإصفرار الغربي للبنجر السكري (BWYV) و Beet Western Yellows Virus، و فايروس إصفرار البنجر السكري (Beet yellow) و فايروس موزائيك القرنابيط (Cauliflower mosaic) و فايروس موزائيك الخيار CMV و فايروس موزائيك الخس (Lettuce mosaic) و فايروس موزائيك الشلغم (Turnip mosaic) و فايروس موزائيك البطيخ (Water melon mosaic) تنسب الفايروسات التي تنقلها حشرة من اللهانة إلى ظهور الأعراض المتمثلة بتجدد وتشوية الأوراق وإصفرارها وتقزم في نمو النبات وتشوه الرؤوس وتلف الأزهار وتغيير في اللون في مرحلة من مراحل النمو لأجزاء النباتات (Sridhar وآخرون ، 2022).

2-3 آليات الدفاع الكيميائية في نباتات العائلة الصليبية

تتميز نباتات الفصيلة الصليبية Brassicaceae بقدرتها على إنتاج مركبات أيضية ثانوية متخصصة تعرف باسم الكلوكوسينولات Glucosinolates، والتي تمثل مجموعة مهمة من المركبات الثانوية غير المتطايرة في المحاصيل الصليبية ذات القيمة الاقتصادية. حتى الآن، تم تحديد ما يقارب 140 مركباً من الكلوكوسينولات، منها 30 مركباً تم عزلها من نباتات هذه العائلة (Wu وآخرون ، 2021) ; Arora ، 2024). تتكون الكلوكوسينولات كيميائياً من B-thioglucoside N- hydroxysulphates، وتحتوي على ذرتي كبريت، إحداها مشتقة من الحمض الأميني السيستين Cysteine والأخرى من فوسفوآدينوزين فوسفوسلفات phosphoadenosine phosphosulphate (Caba ، 2020).

يختلف تركيز وتكوين الكلوكوسينولات بشكل ملحوظ بين أجزاء النبات الواحد، كما يتأثر بعوامل متعددة تشمل النوع النباتي، والممارسات الزراعية، والظروف المناخية السائدة. تزداد مستويات هذه

المركبات إستجابة للتفاعل بين النبات والحشرات العاشبة، حيث تعمل كمجموعة من المبيدات الطبيعية ذات التأثير السام أو الطارد، مما يشكل آلية دفاع كيميائية لحماية النبات من الآفات والأمراض (Ahmed واخرون ، 2024 ؛ Ajaharuddin واخرون ، 2024) .

تم إكتشاف مصطلح خلايا المايروسين myrosin بواسطة (Heinricher، 1884) الذي إستخدم من قبل (Guignard، 1890) ، تنتشر خلايا المايروسين myrosin في السيقان و الأوراق و البذور و أعناق الأوراق و الجذور في نباتات العائلة الصليبية تنتج هذه الخلايا إنزيم myrosinase الذي هو عبارة عن B- Slupphaug , thioglucosidase, thioglucoside glucohydrolase (Restović واخرون ، 2024) .

هناك الية دفاع يطلق عليها نظام الدفاع الكلوكوسينوليت Glucosinolates و المايروسينيز myrosinase ، حيث عند تعرض أنسجة النبات للهجوم من قِبَل الحشرات، يدخل الكلوكوسينوليت في تفاعل مع الإنزيم المايروسينيز، مما يؤدي إلى تحلله إلى مجموعة متنوعة من السموم ذات النشاط البيولوجي الفعال، التي تعمل بدورها كعوامل ردع ضد إفتراس الحشرات الماضغة والماصة (Malik واخرون ، 2025) .

2-4 مبيدات الأصل النباتي ودورها في مكافحة الآفات

هي مركبات طبيعية منتجة من أصل نباتي متكونة من مجموعة من المواد ذات التأثيرات المتعددة على الآفات. تتميز هذه المركبات بسميتها المباشرة، حيث تحتوي على مواد كيميائية سامة تؤدي إلى موت الحشرات بشكل فوري. فضلاً عن ذلك، تعمل هذه المستخلصات كمثبطات للتغذية، حيث تمنع تنشيط المستقبلات الحسية الخاصة بالتذوق، مما يؤدي إلى فشل الحشرة في التعرف على العائل. كما تعمل كمثبطات لوضع البيض من خلال التأثير على المستقبلات الحسية المسؤولة عن هذه العملية. علاوة على ذلك، تتميز بعض المركبات النباتية والزيوت العطرية بخصائص طاردة، حيث تعمل على إبعاد الأدوار المختلفة للحشرات من المناطق المعالجة، وذلك بشكل رئيسي من خلال تأثيرها على أعضاء التذوق (Akbar واخرون ، 2024) .

تُعزى فعالية المبيدات ذات الأصل النباتي بشكل رئيسي إلى المركبات الأيضية الثانوية (Secondary metabolite substances) التي يتم إنتاجها داخل الخلايا النباتية. نظرًا للأهمية البالغة لهذه المركبات، فقد شهدت السنوات الماضية تزايدًا في عدد الدراسات والأبحاث التي تهدف إلى إستكشافها. وقد أظهرت النتائج وجود (1005) نوعاً نباتياً يتمتع بتأثير سام على الحشرات،

فضلاً عن 389 نوعاً ذا تأثير مانع للتغذية، و279 نوعاً ذا تأثير طارد، و31 نوعاً مثبتاً للنمو، و5 أنواع تؤدي إلى عقم الحشرات (Amira و Rehab، 2017).

تتميز مبيدات الاصل النباتي بإنخفاض سميتها على الكائنات ذوات الدم الحار، كما أنها تقلل من خطر تطور مقاومة الآفات بسبب تعدد آليات تأثيرها. فضلاً عن ذلك، فإنها تشكل خطراً أقل على الكائنات غير المستهدفة، مما يقلل من احتمالية ظهور آفات ثانوية بشكل وبائي. كما أنها لا تسبب أضراراً عكسية على نمو النباتات أو حيوية البذور. تتميز هذه المستخلصات أيضاً بإنخفاض تكلفتها وسهولة الحصول عليها نظراً لتواجدها الطبيعي (Hassan، 2024).

بينت دراسة قام بها Farazmand وآخرون (2012) أن المبيد ذو الأصل النباتي Palizin تسبب في معدل هلاك بلغ 95% حشرة من الحمضيات *Toxoptera aurantii* بعد مرور 72 ساعة من تطبيق المعاملة، وبالتالي يمكن إعتباره وسيلة تحكم فعالة في مكافحتها. وأكد Kabiri و Amiri-Besheli (2012) أن Palizin يعمل كحاجز فيزيائياً وكيميائياً ضد الآفات الحشرية، مما يجعله ذا إمكانات واعدة في التحكم الفعال في بعض الآفات الزراعية. كما أشارت دراسة مختبرية أجراها Moloud (2017) أن المبيد ذو الأصل النباتي حقق كفاءة عالية في مقاومة حوريات و بالغات من الورد *Macrosiphum rosae* و نسبة هلاك بلغت 90% بعد 72 ساعة .

عند استخدام تركيز 2500 ملغم \ لتر ، لوحظ أن Palizin أدى إلى إنخفاض أعداد حشرة من القطن *Aphis gossypii* بنسبة 90.6% على نباتات الخيار المزروعة تحت ظروف الزراعة المحمية (Baniameri, 2008). فضلاً عن ذلك، سجل التركيز نفسه (2500 ملغم \ لتر) معدل هلاك بلغ 84.93% على الدور الحوري الثاني لحشرة بسبب الفستق *Agonoscena pistaciae* بعد 72 ساعة من المعاملة (Kabiri و Amiri-Besheli، 2012). كما أشار Sheibani و Hassani (2014) إلى أن معدل الهلاك بلغ 93.33% لحشرة الفستق الحلبي بعد 14 يوماً من تطبيق معاملة Palizin وبتركيز (2500 ملغم \ لتر)، مما دفع الباحثين إلى إستنتاج أن هذا المبيد النباتي يُعد خياراً مناسباً لإدارة الآفات المتكاملة لحشرة الفستق الحلبي الشائعة.

وفضلاً عن ذلك، أظهرت نتائج دراسة أجراها Ahmadi وآخرون (2012) أن معاملة Palizin بتركيز 3000 ملغم \ لتر أدت إلى معدل هلاكات بلغ 89.1% في الحشرة القشرية على الحمضيات *Planococcus citri*.

تم إستعمال مبيد الأصل النباتي Oxymatrine بتركيز 3.36 مل / لتر بنجاح في السيطرة على الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* و من البطيخ *Aphis gossypii* ونوعين من خنفساء البراغيث

(*Podagrica sjostedti* و *Podagrica uniformis*) التي تهاجم نبات الباميا في غانا (Aetiba و Osekre ، 2016). أشارت الأسدي (2018)، في دراستها لمبيد الآفات Oxymatrine على الكثافة السكانية لثrips الخيار *Thrips spp.* إلى أن تأثير المبيد في قتل أفراد الحشرات تلاشى بعد أسبوعين من الرش. أوضح الظاهري (2020) أن فعالية مبيد Oxymatrine على الحشرة القشرية *Aonidiella orientalis* بلغت 56.1%. بينت العامري (2022) أن إستخدام المبيدات الكيميائية Acetamiprid و Alpha cypermethrin و Oxymatrine أظهرت فاعلية في السيطرة على البق المطرز في الحقل، حيث كان تأثيرها واضحاً منذ اليوم الأول للمعاملة، حيث بلغ معدل القتل المصحح 74.5 و 63 و 50.4% على التوالي، وإستمرت هذه النسبة في الزيادة، لتصل إلى 91.8 و 92.8 و 77.9% على التوالي، في اليوم الخامس للمعاملة.

أشار يحيى (2022) في دراستها في تقييم المبيدين Oxymatrine و Emamectin benzoate على حشرة خنفساء الحبوب الشعيرية إلى تفوق تراكيز المبيد Oxymatrine في اليوم الأول كان واضحاً في تحقيق أعلى معدلات الهلاك للأدوار اليرقية مقارنة بالمبيد Emamectin benzoate، حيث حقق تركيز 2.5 مل / لتر أعلى معدل هلاك 97.7% بعد يوم واحد من المعاملة. تفوق تركيز 2.5 مل / لتر لمبيد الآفات Oxymatrine في تحقيق أعلى معدلات الهلاك لمرحلة البالغات من الحشرة ولجميع الفترات الزمنية مقارنة بالتراكيز الأخرى المستخدمة في البحث وبنسبة 76.16% وبقوارق معنوية عن تركيزين 1.5 و 2 مل / لتر والتي سجلت نسبة هلاك 56.38 و 61.38% على التوالي.

2-5 مكافحة الحيوية بإستخدام البكتيريا الممرضة للحشرات

أجريت العديد من الدراسات والأبحاث في مختلف دول العالم من قبل متخصصين بهدف تطوير أساليب مكافحة آمنة بحيث لا تؤثر على الإنسان والبيئة، من خلال إستهدافها الآفات بشكل مباشر. وقد أسفرت هذه الجهود عن إكتشاف مجموعة من المبيدات المصنفة تحت مسمى "المبيدات الحيوية"، والتي تشمل كائنات حية مثل البكتيريا و الفطريات و الفيروسات و النيماتودا أو السُموم المُنتجة منها. تُعتبر هذه المبيدات بديلاً واعدًا لمكافحة الآفات، حيث تتكون من كائنات حية أو منتجاتها الأيضية. وقد أظهرت الدراسات أن هذه المبيدات تتمتع بكفاءة عالية في القضاء على الآفات، مع الحفاظ على سلامة الثدييات والكائنات غير المستهدفة. فضلاً عن ذلك، فإن قدرة الآفات على تطوير مقاومة ضد هذه المبيدات الحيوية تُعتبر محدودة مقارنة بالمبيدات الكيميائية التقليدية (Matten وآخرون ، 2024).

من بين الأجناس البكتيرية التي حظيت باهتمام واسع في الأبحاث العلمية، يُعد جنس *Bacillus amyloliquefaciens* من أكثرها فائدةً للنباتات. حيث تمت دراسة هذه البكتيريا بشكل مكثف نظرًا لقدرتها الفعّالة في مكافحة الحشرات و الأمراض النباتية وتعزيز نمو النباتات. ترجع فعالية هذه البكتيريا بشكل أساسي إلى إنتاج مجموعتين من السُموم المعروفة باسم Cyt و Cry delta-endotoxins (De Castro وآخرون ، 2025) ، تعمل هذه البكتيريا أيضا على تحفيز إفراز الهرمونات النباتية، وزيادة امتصاص العناصر الغذائية، كما تساهم في تثبيت النيتروجين في التربة وتحليل مركبات الفوسفات والبوتاسيوم، مما يعزز من خصوبة التربة ويدعم نمو النباتات (Ajuna وآخرون ، 2024 ; Ahmed وآخرون، 2020).

عُرف المُبيد الحيوي بأنه عامل يتم إنتاجه بكميات كبيرة من كائنات حية دقيقة أو منتجات طبيعية، ويُستخدم في مكافحة الزراعة. في السنوات الأخيرة، لوحظت زيادة ملحوظة في استخدام المُبيدات الحيوية، حيث تشير التقديرات إلى أن حوالي 50% من المواد الفعّالة في المُبيدات الحيوية المسجلة في الولايات المتحدة الأمريكية والإتحاد الأوروبي تُشتق من كائنات حية دقيقة، وتُصنف هذه المُبيدات تحت مسمى المُبيدات الميكروبية (Sawangproh وآخرون ، 2025) .

من بين الكائنات الدقيقة المفيدة المستخدمة كعوامل للتحكم البيولوجي، توجد أنواع عديدة من البكتيريا موجبة الغرام (Gram-positive) والقدرة على تكوين الأبواغ، والتي تتمتع بتأثيرات إيجابية على النباتات. بناءً على هذه الخصائص، يتم تصنيفها ضمن مجموعة البكتيريا الجذرية المُعززة لنمو النبات (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) (Khosro وآخرون، 2024).

2-5-1 المُبيد الحيوي البكتيري Amyloland

يتكون المُبيد الحيوي Amyloland من بكتيريا *Bacillus amyloliquefaciens* ، وهي بكتيريا معروفة بقدرتها على إنتاج مركبات فعالة في مكافحة الآفات الميكروبية، فضلاً عن مجموعة من المركبات ذات النشاط الحيوي التي تمتلك تأثيراً فعالاً ومضاداً للآفات الحشرية و للفطريات الممرضة للنبات (Malik وآخرون ، 2025) .

تصنع المُبيدات الحيوية البكتيرية المتداولة تجارياً لمكافحة أنواع معينة من الحشرات، وخاصة تلك التي تنتمي إلى رتبة حرشفية الأجنحة، وذلك لقدرة هذه البكتيريا على تكوين الأبواغ الداخلية Endospores وإنتاج بلورات سامة داخلية تؤثر على الحشرات (Zelena و Tkachuk، 2025) عند إبتلاع الحشرات لهذه المواد، تذوب البلورات في الوسط القاعدي للعصارة الهضمية داخل القناة

الهضمية للحشرة، حيث تعمل إنزيمات معينة على تنشيطها. تتميز هذه البكتيريا بقدرتها على النمو والتكاثر داخل القناة الهضمية للحشرات، حيث لا تتأثر بإفرازات الجهاز الهضمي، كما تمتلك القدرة على إختراق جدار القناة الهضمية أو الجدار الخارجي للحشرة بفضل إفراز إنزيمات تحلل الأنسجة الواقية، مما يمكنها من الوصول إلى الأنسجة الدموية والأنسجة الأخرى القابلة للإصابة، مما يؤدي في النهاية إلى موت الحشرة. (Skaljic, 2017)

يُعزى التفاوت في حساسية الحشرات للمبيدات الحيوية البكتيرية إلى إختلاف تأثير الإنزيمات ودرجة الحموضة (pH) في العصارة الهضمية للحشرات. هذا الإختلاف يُفسر سبب تأثير بعض أنواع الحشرات بشكل كبير بالمبيدات الحيوية، بينما تظهر أنواع أخرى مقاومة نسبية (Guo وآخرون ، 2023). في دراسة مختبرية أجرى Al-Hayali وآخرون (2024) بهدف تقييم فعالية مجموعة من المبيدات الحشرية، بما في ذلك المُستحضر التجاري البكتيري *Bacillus amyloliquefaciens* ضد بالغات حشرة من المشمش *Hyalopterus pruni* استُخدمت تراكيز مختلفة من المستحضر التجاري البكتيري (10% و 20% و 30%)، محققاً نسب هلاك للحشرات بلغت 30% و 36.6% و 66.6% بعد مرور 48 ساعة من المعاملة على التوالي. أشارت العديد من الدراسات الى كفاءة البكتريا *Bacillus amyloliquefaciens* في مقاومة العديد من الأمراض الفطرية ومنها فطريات الذبول *Fusarium solani* و *Rhizoctonia sp*. (Hassan و Salim , 2022).

أظهرت دراسة أجراها Guadalup وآخرون (2019) أن البكتيريا *Bacillus amyloliquefaciens* تمتلك فعالية كبيرة في مكافحة حشرة المن الأخضر *Myzus persicae* من خلال تثبيط قدرتها على التكاثر. ويُعزى هذا التأثير إلى الإنزيمات النشطة التي تنتجها هذه البكتيريا، والتي تمتلك أيضاً خصائص قاتلة للحشرات.

بين Qiu Yue وآخرون 2024 أن أنواع بكتريا *Bacillus* تقوم بإفراز Lipopeptides و الذي يعد من مركبات الايض الثانوية و الفعال في مقاومة من البزاليا *Acyrtosiphon pisum* ومن الممكن اعتمادها كمبيدات أصل حيوي . وجد Yun وآخرون (2013) أن lipopeptide surfactin البيبتيد الدهني للبكتريا *B. amyloliquefaciens* أظهر نشاطاً قاتلاً ضد من الخوخ الأخضر .

في دراسة Zhao وآخرون (2025) أظهرت سلالة *Bacillus amyloliquefaciens* YJNbs21.10 فعالية مثبطة مماثلة لتلك التي تُظهرها المبيدات الحشرية الكيميائية، مما يُشير إلى إمكاناتها في توفير مكافحة بيولوجية فعالة ضد حشرات المن. فضلاً عن ذلك، تم تقييم النشاط البيولوجي لمركب ماكرولاكتين أ (macrolactin A) ضد المن لأول مرة، حيث بلغت قيمة التركيز

الفعال لهذا المركب ضد المن بلغت 169.02 ملغم/لتر بعد 24 ساعة من التعرض. هذه النتائج تُقدم دليلاً قوياً على أن السلالة YJNbs21.10 قد يكون عاملاً وقائياً فعالاً في مكافحة حشرة من الشوفان *Rhopalosiphum padi*.

2-6 المواد النانوية Nanomaterials

تُعرف المواد النانوية بأنها مواد ذات أبعاد نانومترية تتراوح بين 1 - 100 نانومتر، وتتمتع بخصائص فيزيائية وكيميائية فريدة تختلف بشكل ملحوظ عن تلك الخاصة بالمواد ذات التركيب نفسه في الحجم التقليدي. وقد شهدت الفترة الأخيرة تزايداً ملحوظاً في الإهتمام بتطبيقات المواد النانوية في مجال مكافحة الآفات، وذلك نظراً لخصائصها المتميزة، والتي تشمل زيادة المساحة السطحية، وارتفاع النشاط الكيميائي، فضلاً عن تحسين مستوى الاستقرار (Jasrotia و اخرون ، 2018 ; Duman و اخرون ، 2024) .

استُخدم مُصطلح "تكنولوجيا النانو" لأول مرة من قِبَل العالم الياباني Taniguchi Norio عام 1974 في جامعة طوكيو (Fulekar و اخرون ، 2014). وتعرف تقنية النانو بأنها "القدرة على فهم المادة والتحكم فيها على المستوى النانوي، حيث تتراوح أبعادها بين 1 و100 نانومتر، مع العلم أن 1 نانومتر يُعادل 10^{-9} من المتر (أي جزء من مليار من المتر) (Fajardo و اخرون ، 2022).

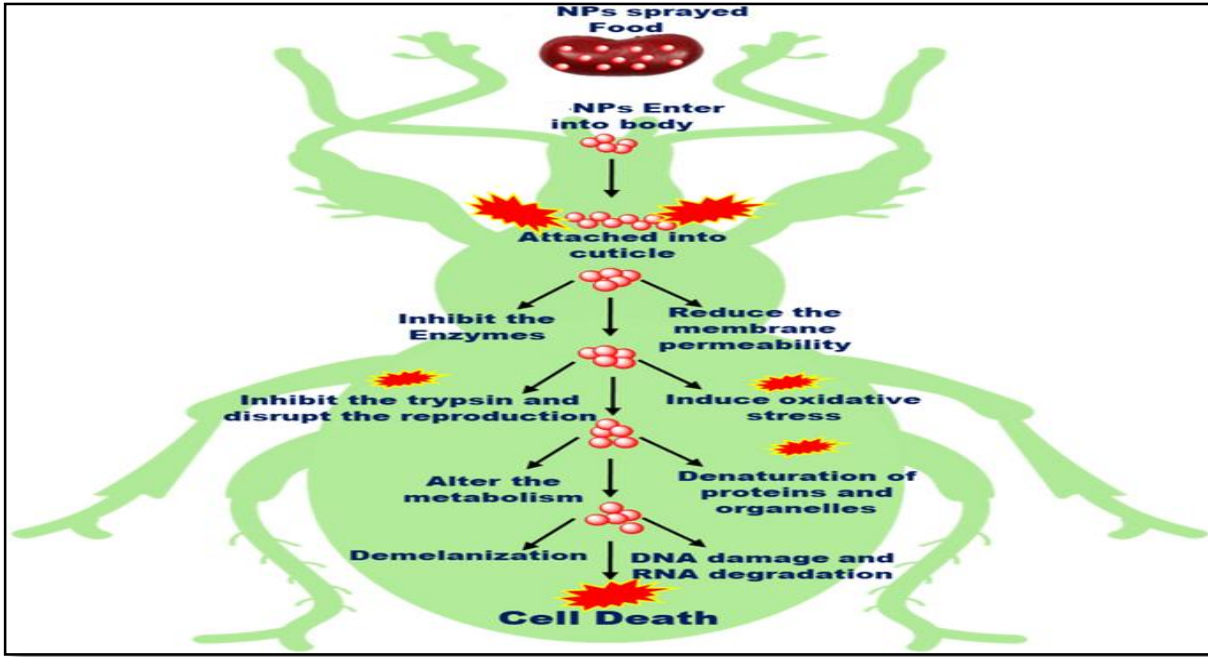
تُقسم المواد النانوية الى نوعين الأول هي المواد النانوية غير العضوية والتي تتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية إستثنائية تختلف عن نظيراتها ذات الحجم الأكبر. وقد أسهمت هذه الخصائص المميزة في إنتشار إستخداماتها عبر مجالات متعددة. ومن أبرز الأمثلة على هذه المواد، والتي حظيت بإهتمام كبير في الأبحاث، هي الفضة النانوية (Ag NPs) ، حيث تم تطبيقها بشكل ملحوظ في المجالات الطبية الحيوية، لا سيما كعوامل فعالة في مقاومة البكتيريا (Rai و اخرون ، 2021).

المواد النانوية العضوية هي المواد التي يقل حجم جزيئاتها عن 100 نانومتر، وتتألف من جزيئات عضوية أو بوليمرات. تتميز هذه المواد بخصائص فيزيوكيميائية إستثنائية ناتجة عن صغر حجمها، وقد تم تطبيقها في مجالات متنوعة مثل الإلكترونيات و التصوير الطبي الحيوي و إيصال الأدوية وتخزين الطاقة. إلى جانب ذلك، حظيت المواد النانوية الفوق جزيئية، مثل البوليمرات الفوق جزيئية والطبقات الأحادية ذاتية التجميع، بإهتمام كبير نظراً لخصائصها المميزة، كالقدرة على تعديل بنيتها وإستجابتها للمحفزات الخارجية. وقد تم إستخدام هذه المواد في مجالات مثل إيصال الأدوية، هندسة الأنسجة، إضافة الى عملها كمحفزات (Hao و اخرون ، 2014) ، كما موضح في شكل (1).

2-6-1 الخصائص السمية للجسيمات النانوية (NPs)

تتأثر الخصائص السمية للجسيمات النانوية (NPs) بشكل رئيسي بعوامل تشمل الحجم، والشكل، وخصائص السطح الكيميائية (Sukhanova وآخرون 2018). حيث تميل الجسيمات ذات الأحجام الأصغر إلى إظهار مستويات أعلى من السمية، ويعزى ذلك إلى إمتلاكها مساحة سطح نشطة أكبر، مما يعزز تفاعلاتها مع المكونات البيئية المحيطة (Gowtham وآخرون 2024). فضلاً عن ذلك، تتميز الجسيمات الصغيرة بقدرة أعلى على إختراق الخلايا وإحداث أضرار داخلية. تجدر الإشارة إلى أن مسام جدار الخلية النباتية تتميز بأقطار صغيرة تتراوح عادة بين 3-20 نانومتر، مما يحد من قدرة الجسيمات على العبور إلى داخل الخلية. ومع ذلك، أظهرت الدراسات أن الجسيمات النانوية الأكبر حجماً قد تسهم في توسيع مسام جدار الخلية، مما يسهل إختراقها إلى الداخل (Navarro وآخرون 2007).

يعد وجود المواد المثبتة الممتازة على سطح الجسيمات النانوية (NPs) عاملاً مؤثراً بشكل كبير في نشاطها الحيوي. حيث يمكن لهذه المواد المثبتة أن تحفز حدوث تفاعلات كيميائية متنوعة وعمليات فيزيائية على سطح الجسيمات النانوية، وذلك تبعاً لطريقة التثبيت المستخدمة (Kamalesh 2024). فضلاً عن ذلك، فإنها قد تؤثر في عملية الذوبان التأكسدي للجسيمات النانوية، مما قد يؤدي إلى إما إخفاء أو زيادة سميتها مقارنة بالأيونات عند التركيزات المتشابهة (O'Keefe وآخرون 2024). يمكن أن تتباين تأثيرات الجسيمات النانوية اعتماداً على طريقة تفاعلها مع الحشرات، سواء من خلال العمل على السطح الخارجي أو الدخول إلى الجهاز الهضمي عن طريق الإبتلاع. قد يؤدي ذلك إلى عواقب مثل تلف الحمض النووي، إختلال وظائف الإنزيمات، وإضطرابات فسيولوجية أخرى (Jiang وآخرون ، 2015). وقد أشارت بعض الدراسات إلى التأثيرات المعوية للجسيمات النانوية عند تناولها مع الطعام، حيث تدخل إلى الجهاز الهضمي وتتسبب في موت الحشرات نتيجة ضعف وظائفه (El-Samad وآخرون ، 2024). ترتبط الجسيمات النانوية بالكبريت الموجود بالبروتين أو الفسفور الموجود في الحمض النووي في داخل الخلايا ، مما يؤدي الى خلل خلوي و موت الخلايا (Abd-Elsalam وآخرون ، 2018).



شكل (1) تأثير المواد النانوية عند دخولها جسم الحشرة (Karthik وآخرون ، 2025)

كما لوحظ أن للجهاز التنفسي دورًا في موت الحشرات ، حيث يؤدي إنسداد القصبة الهوائية بسبب تأثير الجسيمات النانوية التي تؤدي إلى إختناقها أو عن طريق الإستنشاق الذي يوتر في نشاط إنزيمات الجهاز العصبي كما في إرتباط أكسيد الزنك و أكسيد التيتانيوم النانوي بالأسستيل كولين إستريز و بالتالي التأثير على نشاطه (Suthar و آخرون ، 2023 ; Keratum و آخرون ، 2015) . فضلاً عن ذلك، سُجل إرتفاع في معدلات الوفيات بسبب تعطل سلوك التزاوج الناتج عن الجفاف وإرتفاع درجات الحرارة الناجم عن إستخدام الجسيمات النانوية (Salem ، 2020) .

ومع ذلك، تبقى التأثيرات الفيزيائية للجسيمات النانوية الأكثر أهمية، حيث تتسبب هذه الجسيمات في إتلاف طبقة الشمع الواقية على بشرة الحشرة إما عن طريق الامتصاص أو التآكل، مما يؤدي إلى فقدان الماء والجفاف، وبالتالي موت الحشرة (Mohmed ، 2025) .

2-6-2 إستعمال أكسيد السيلكا النانوي SiO_2 NPs في مكافحة الحشرات

تستخدم جسيمات النانو السيلكا حاليًا على نطاق واسع في مجالات الزراعة والعلوم المرتبطة بها. بفضل خصائصها الفيزيائية والكيميائية المميزة، توفر هذه الجسيمات نطاقًا أوسع من التطبيقات وفوائد أكبر مقارنة بالمبيدات الحشرية الإصطناعية في مجال مكافحة الآفات (Wang وآخرون ، 2023) .

تتميز جسيمات النانو السيلكا بتعدد المساحات السطحية، وذلك بفضل وجود مجموعات وظيفية مثل الهيدروكسيل والأمين والثيول والكاربوكسيل (Yuvaraj وآخرون ، 2023). تلعب هذه الجسيمات دورًا مهمًا في برامج مكافحة المستدامة للآفات الحشرية في الزراعة. ومع ذلك، فإن الإمكانيات الكاملة للجسيمات النانوية في المجال الزراعي لم تُستغل بالكامل بعد. في هذا البحث، تم تقديم مراجعة شاملة حول طرق تركيب وتطبيقات جسيمات النانو السيلكا في مجال مكافحة الآفات الحشرية.

تعد جسيمات السيلكا النانوية حالة إستثنائية في هذا السياق. حيث يتم إمتصاصها فيزيائيًا عبر الطبقة الدهنية في بشرة الحشرة، مما يتسبب في إلحاق أضرار جسيمة بجسم الحشرة ويؤدي إلى موتها في النهاية (Arumugam وآخرون ، 2016).

أظهرت العديد من الدراسات استخدام مادة السيلكا النانوية كمبيدًا حشريًا فعالاً، حيث تم تطبيقها بطريقتين رئيسيتين: الأولى هي استخدامها مباشرة في الحقل، مما أدى إلى دور كبير في مكافحة وقتل الحشرات بأدوارها المختلفة، بما في ذلك الأطوار غير البالغة (Magda و Hussein ، 2016). الطريقة الثانية تمثلت في استخدامها كمواد حاملة وناشرة نانوية، حيث تم مزجها مع المبيدات التجارية لتعزيز فعاليتها، وزيادة إنتشارها، وتحسين قدرتها على إختراق أنسجة جسم الحشرة (El-Bendary و El-Hela ، 2013).

وجدت Ruiz-Aguilar وآخرون (2025) في دراسة مختبرية حول تقييم كفاءة جسيمات السيلكا النانوية على يرقات العمر الثاني للعثة الجياشة *Spodoptera frugiperda* تحت الظروف المختبرية ان التركيز 3000 ملغم / لتر قد حقق نسبة هلاك بلغت 100 % بعد 7 ايام من المعاملة . حيث أدت الجسيمات النانوية إلى إحداث أضرار واضحة تشمل إنخفاضًا في طول جسم اليرقات، فضلاً عن تغيرات ملحوظة في الشكل الخارجي (المورفولوجيا)، خاصة في المناطق الظهرية والبطنية. كما لوحظ ظهور بقع وردية وداكنة، وتشوهات عامة في الهيكل، فضلاً عن حدوث نخر في أنسجة الجسم، وتكوّن أجسام المومياء . أشارت نتائج الدراسة التي قام بها Anirudh وآخرون (2025) والتي تناولت تأثير تراكيز متنوعة من جزيئات السيلكا النانوية SiO_2 NPs على حشرة من اللوبيا *Aphis craccivora* ، أن معاملة نبات اللوبيا و ذلك برش الأوراق عند التركيز 1000 ملغم/ لتر SiO_2 NPs، قد حقق فعالية عالية في مقاومة الحشرة و حماية النباتات المعاملة من الإصابات الفيروسية المنقولة عن طريق هذه الحشرة .

و أظهرت دراسة حول تقييم كفاءة جسيمات السيلكا النانوية على دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis* أن إستخدام تركيز 300 ملغم/لتر أدى إلى إنخفاض تام في معدل الإصابة، بنسبة 100%، بعد مرور سبعة أيام من تطبيق المعاملة (Thabet وآخرون ، 2021). كما كشفت نتائج دراسة أخرى أن جسيمات السيلكا النانوية أظهرت فعالية كبيرة في مكافحة يرقات حشرة *Tuta absoluta* عند إستخدام تركيز 75 ملغم / لتر، حيث بدأ تأثيرها يظهر بعد عشرة أيام من المعاملة تحت ظروف الزراعة الحقلية (Shnawa و Alshukri ، 2022).

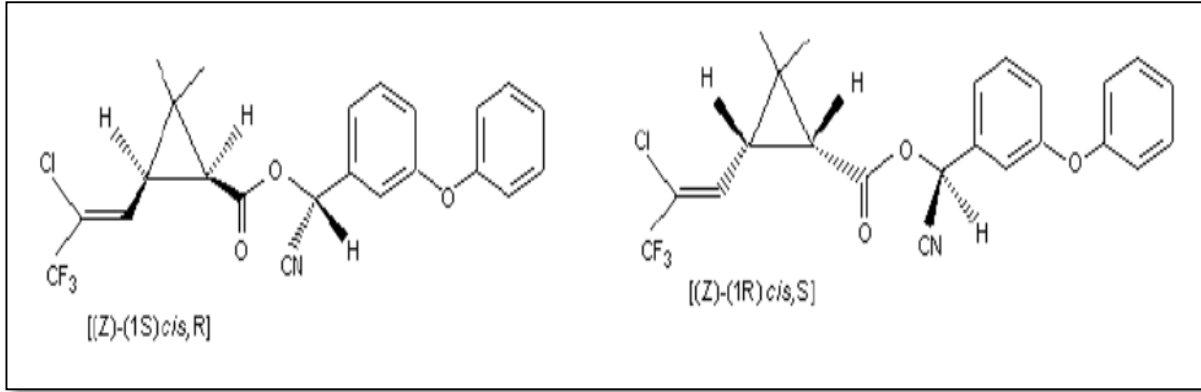
في العراق أُجريت العديد من الدراسات و البحوث حول إستخدام جسيمات السيلكا النانوية ضد الحشرات المخزنية مثل خنفساء الطحين الصدفية و خنفساء اللوبيا الجنوبية و خنفساء الخابرا و التي أثبتت كفاءة المادة النانوية في تحقيق فاعلية عالية في هلاك أطوار الحشرات المعاملة (يحيى ، 2022 ؛ حبيب ، 2022 ؛ كشمير ، 2023 ؛ عيسى ، 2024).

7-2 المبيد الحشري Lambda-chalothrin

Lambda-chalothrin تحت الإسم التجاري Karate 5 EC من إنتاج شركة Syngenta و الاسم الكيميائي : α -cyano-3-phenoxybenzyl 3-(2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl)-2,2-dimethyl-cyclopropanecarboxylate، مبيد حشري من مجموعة البيريثرويدات، هي مركبات حشرية طبيعية المنشأ تُنتج في أزهار نباتات الأقحوان (*Chrysanthemum cinerariaefolium*). وقد استُخدمت المنتجات الحشرية المحتوية على البيريثرويدات على نطاق واسع لمكافحة الآفات الحشرية في مجالات الزراعة، والصحة العامة، والمنازل والحدائق، مسجل بأسماء تجارية مختلفة هي Karate, Demand , Icon Warrior, Scimitar و Matador (Djouaka وآخرون ، 2018). تشكل المبيدات البيريثرويدية المصنعة على أكثر من 30% من سوق المبيدات الحشرية العالمية (Jia وآخرون، 2022).

تؤثر المبيدات البيريثرويدية في قنوات الصوديوم في الأغشية المحورية (النقل الكهربائي للإيعازات العصبية) ، مما يقلل من تدفق الصوديوم وتدفق البوتاسيوم. هناك أيضا دراسات حول قدرتها على تثبط إنزيمات ATPases. والنتيجة الإجمالية هي إنخفاض في سعة جهد الفعل، وتوليد نبضات عصبية متكررة (العادل ، 2006 ؛ Dalefield ، 2017).

مبيد Lambda-cyhalothrin هو عبارة عن مزيج من isomers حيث يتكون من الزوج المتماثل الفراغي Cis B ([1R,cis,Z-S^{''}], [1S,cis,Z-R بنسبة 50:50. شكل (2).



شكل (2) التركيب البنائي لمبيد **Lambdacyhalothrin** (2014 European Food Safety Authority). نظراً لطبيعة المبيدات البيريثرويدية المُحبة للدهون (Lipophilic) ، فإن الأغشية والأنسجة تمتصها بسهولة. على وجه التحديد، يخترق **Lambda-cyhalothrin** طبقة الكايتين للحشرات، مما يعطل التوصيل العصبي في غضون دقائق؛ وهذا يؤدي إلى توقف التغذية، وفقدان السيطرة العضلية، وشلل، وموت في النهاية. كما يوفر المبيد حماية إضافية للمحصول من خلال تأثيره الطارد القوي للحشرات (He وآخرون ، 2008).

حددت مُنظمتي FAO و WHO في عام 2018 التناول اليومي المقبولة (ADI acceptable) (daily intake) التي تتراوح بين 0 ، 0.02 ملغم/كغم من وزن الجسم، والجرعة المرجعية الحادة (ARFD (An acute reference dose) التي تبلغ 0.02 ملغم/كغم من وزن الجسم (FAO و WHO ، 2018) .

تمت دراسة الأيض لمبيد **Lambda-cyhalothrin** في أربع منتجات من محاصيل الخضر والفاكهة. أظهرت الدراسات التي بحثت تأثير المعالجة على طبيعة **Lambda-cyhalothrin** (دراسات التحلل المائي) أن المادة الفعالة ظلت مستقرة تحت ظروف البسترة والخبز والتخمير والغليان، ولكنها تتحلل بشكل كبير في ظروف التعقيم (EFSA ، 2020) .

8-2 الحدود القصوى المسموح بها والعمر النصف للمبيد **Lambda-cyhalothrin**

يتم تحديد الحد الأقصى المسموح به لمتبقيات المبيدات (MRLs) لكل سلعة من قبل هيئة الدستور الغذائي (CAC). ويُعد هذا الحد أحد معايير ضبط الجودة لحماية صحة مستهلكي المنتجات الزراعية

مع تسهيل التجارة الدولية . وتستخدم معايير الحدود القصوى للمتبقيات على مستوى العالم لتعزيز سلامة الأغذية والحفاظ على المدخول اليومي المقبول من المبيدات (Dash و Priyadarshini ، 2024) .

أشارت سُلطة السلامة الغذائية الاوربية EFSA - European Food Safety Authority بأن قيمة MRLs لمحصول اللهانة بما فيها الحمراء والبيضاء وكذلك اللهانة الصينية هي 0.01 ملغرام / كغم (EFSA ، 2024) . أشارت العديد من الدراسات و الأبحاث الى تقدير الأثر المتبقي و حساب العمر النصفى لمعدل تلاشي المبيد تحت ظروف حقلية خاصة ، بينت Lozano (2024) أن العمر النصفى لمبيد Lambada-cyhalothrin على أوراق نبات الكاسافا بلغ 4.7 أيام ، وجد Song و اخرون (2021) في دراسة أُجريت لتقدير متبقيات بعض من المبيدات البايروثرويدية في التربة ، أن مُبيد Lambda-Cyhalothrin سجل 3.24 ملغم \ كغم مقارنة بالمبيدات Fenprothrin و Fenvalerate و cypermethrin التي سجلت 2.07 ، 7.23 ، و 4.13 و 2.08 ملغم \ كغم تربة وعلى التوالي . في دراسة اخرى أشار Shalaby (2017) أن قيمة العمر النصفى (1/2t) لمبيد لامبداسيهالوثرين 2.68 و 3.45 أيام في ثمار وأوراق الفلفل الأخضر على التوالي.

تتراوح قيمة العمر النصفى Half-life لمبيد Lambdacyhalothrin من 2.8 إلى 3.5 أيام ويُقترح ان تكون فترة حصاد آمنة مدتها 5 أيام على أوراق الشاي بالجرعة الموصى بها (Seenivasan و Muraleedharan ، 2009) . مقارنة بالعمر النصفى للمبيد على ثمار قرع الكوسه و الذي بلغ 4 ايام (Lofty و اخرون ، 2013) . كما بلغ العمر النصفى للمبيد على قرون اللوبيا 6 ايام (ZHANG و اخرون ، 2016) على ثمار نبات الجوافة بلغ العمر النصفى 4.41 الى 4.71 أيام (Devi و اخرون ، 2016) بينما بلغ العمر النصفى لمبيد لامبداسيهالوثرين على ثمار الباذنجان من 2.06 الى 2.13 يوم (Mishra و اخرون ، 2022) .

كما وجد Elbashir و اخرون (2013) ان بقايا مبيدات Fenprothrin و Lambdacyhalothrin و Deltamethrin في ثمار الطماطه تم رصدها في اليوم الأول عند التراكيز 27.355 و 3.047 و 1.103 ملغم ، كغم على التوالي. كما وصلت المبيدات الحشرية إلى مستوى أقل من الحد الأقصى المسموح به بعد 27 و 18 و 3 أيام على التوالي. بين Kadam و اخرون (2015) أن متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin في ثمار الرمان الكاملة كانت 0.120 و 0.170 ملغم/كغم بعد الرش بـ 12.5 و 25 غم من المادة الفعالة للهكتار، على التوالي. وإنخفضت هذه الكميات لتصل إلى 0.018 و 0.032 ملغم/كغم بعد 7 أيام، على التوالي .

أوضح Slowik-Borowiec (2016) في دراسة أُجريت لتقدير تلاشي مُبيد Alphacypermithrin و Lambdacyhalothrin على نبات الخردل الأبيض ، أن المُبيدين تلاشا بعد 21 يوما من المعاملة / اما في اليوم 18 من المعاملة وجد التركيز 0.010 و 0.017 ملغم / كغم وان العمر النُصفي للمبيدين بلغا 2.9-3.7 و 3.1-4.6 يوم و على التوالي .

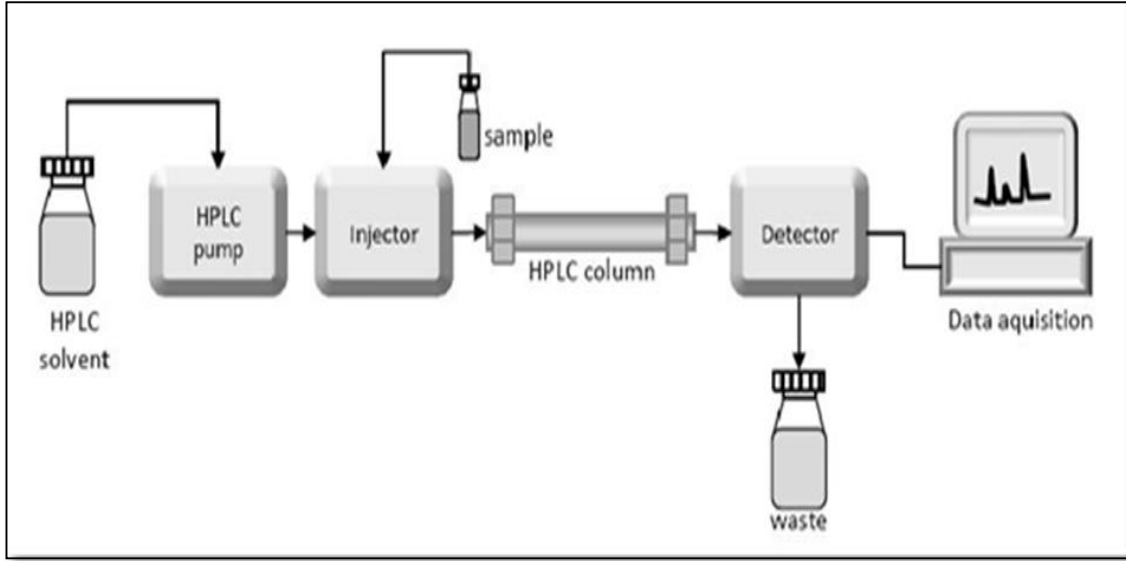
2-9 تقنية الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC)

تُعد تقنية الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC) إحدى أهم تقنيات الفصل الفيزيائي للمواد، وتُستخدم على نطاق واسع في إطار منهجية QuEChERS لفصل وتحديد وقياس المركبات في العينات. ويتميز جهاز HPLC بحساسيته العالية ودقته الفائقة في التحليل الكمي والنوعي للمواد الكيميائية، مع سهولة معالجة العينات حيث يتطلب حجمًا صغيرًا منها (بالميكرو لتر) .

تعتمد الآلية الأساسية على وجود طورين: متحرك المذيب مثل Acetonitrile (CAN) وثابت (عمود الفصل). يُدفع الطور المتحرك عبر العمود بواسطة مضخة (Pump) ، مما يؤدي إلى انتقال مكونات العينة بسرعات متفاوتة حسب درجة تفاعلها مع الطور الثابت. تخرج المكونات من العمود في أزمنة احتفاظ (Retention Times) مختلفة، يتم رصدها بواسطة كواشف متخصصة مثل كاشف الامتصاص فوق البنفسجي (UV Detector) و كاشف معامل الانكسار (Refractive Index Detector) من مزايا التقنية هي إمكانية إعادة استخدام عمود الفصل بعد معايرته و دقة قياس عالية للتركيز المنخفضة (Lundanes وآخرون ، 2013)

مكونات الجهاز الأساسية :

- خزان المذيب Solvent Reservoir
- نظام الضخ Pumping System
- وحدة إزالة الغازات Degassing Unit
- أنابيب التوصيل Connecting Tubes
- نظام حقن العينة Sample Injection System
- العمود Column
- فرن العمود Column Oven
- الكاشف Detectors
- نظام معالجة البيانات Data Processing System



شكل (3) مخطط لأجزاء جهاز الكروماتوغرافيا السائل عالي الأداء Hanai (2007).

10-2 طريقة كويكرز QuEChERS Methodology

وظفت هذه الطريقة في مجال التحليل لأجل تقدير متبقيات المبيدات باستخدام تقنيات HPLC و GC MS . طورت في عام 2003 من قبل Anastassiades Michelangelo ولا تزال قيد التحديث والتطوير وقد أشتق اسم الطريقة من الحروف الأولى لتوصيف الطريقة وهي كما موضح Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe ، أي إن الطريقة سريعة النتائج، سهلة التطبيق، ورخيصة الثمن، وفعالة، ودقيقة النتائج ، وأمينة (Anastassiades) وآخرون ، (2003).

تتميز طريقة QuEChERS بمجموعة من المزايا التحليلية البارزة، أهمها

- 1- **السرعة والكفاءة:** تُنجز المعالجة التحليلية للعينات في فترات زمنية وجيزة (تتراوح بين 10-20 دقيقة)، مع تحقيق إنتاجية عالية في معالجة العينات .
- 2- **مراعاة الاعتبارات البيئية:** تقتصد في استخدام المواد الكيميائية والمذيبات العضوية، مما يحد من الآثار البيئية الضارة.
- 3- **الدقة التحليلية:** تضمن نسب استرداد مرتفعة ومستقرة تتجاوز 85% للمركبات المستهدفة .
- 4- **البساطة الإجرائية:** لا تتطلب أعداداً كبيرة من الأدوات المختبرية المعقدة، ويمكن إجراؤها بواسطة فني مختبر بعد تدريب أساسي
- 5- **الجدوى الاقتصادية:** تتميز بانخفاض تكاليف التطبيق
- 6- **المرونة المكانية:** لا تحتاج إلى مساحات مختبرية كبيرة، مما يجعلها مناسبة للمختبرات محدودة الموارد .

وبذلك تُعد هذه الطريقة حلاً تحليلياً مثالياً يجمع بين الكفاءة والدقة والسلامة البيئية والاقتصادية، وفقاً لما أشارت إليه الدراسات الاكاديمية السابقة (Al Kraawi ، 2018).

أستخدم Leili وآخرون (2016) هذه الطريقة في إيران لتقدير بقايا المبيد Imidacloprid في الخيار. كما استخدمها Mahdi و Mohammed (2017) في العراق لمعالجة المركبات الثانوية العائدة لمتبقيات المبيدات في بعض الخضروات العراقية اضافة الى العديد من الباحثين الاخرين (المشهداني، 2010 ; حسين، 2018 ; ابو دكه، 2021 ; المكصوسي، 2021 ; الثرواني 2023).

11-2 تأثير عمليات التحضير الغذائي في تلاشي المبيدات

في السنوات الأخيرة شهد موضوع سلامة الغذاء اهتماماً متزايداً كونه أحد القضايا العالمية الأساسية التي تسعى الدول إلى ضمانها، وذلك لحماية صحة الإنسان والتأكد من خلو الأغذية من المواد الكيميائية الضارة. وتُعد بقايا المبيدات في الغذاء من أبرز مصادر القلق للباحثين في هذا المجال.

وفي محاولة للتخفيف من استخدام المبيدات والكيماويات الزراعية، ظهرت فكرة الزراعة العضوية، إلا أن هذه الطريقة لم تحظَ بالقبول الكافي، خاصة في الدول النامية، كما أن تكاليفها المرتفعة تتحملها في النهاية كاهل المستهلك.

من جهة أخرى، تلعب عمليات التصنيع والتحضير الغذائي مثل الغسيل والتعليب والطبخ والتقسير دوراً مهماً في تقليل مستويات بقايا المبيدات في الغذاء (Kaushik وآخرون، 2009). وتُعد عمليات مثل التقشير والتخليل، فضلاً عن طرق الغسيل المختلفة (كالماء العادي أو الماء مع الصابون أو المحاليل الملحية)، فعالة في خفض متبقيات المبيدات في الأجزاء الصالحة للأكل من الذبذبات (Rodrigues وآخرون، 2017)

و أشارت دراسات مثل Lozowicka وآخرون (2018) إلى أن بعض طرق الطبخ التقليدية كاللتنظيف والتبخير والتجفيف والتخليل والخبز والغلي والقلي والتعقيم والتخمير تساهم في تقليل تركيز المبيدات، حيث تعمل عمليات التنظيف والتقسير بشكل خاص على خفض مستوياتها بشكل ملحوظ في الأغذية.

العمليات الغذائية المستخدمة لتقليل أو إزالة بقايا المبيدات من الأغذية المستهلكة

1-11-2 عملية الغسل (Washing)

تشير الدراسات إلى أن غسل الفواكه والخضراوات بالماء يُعد من أكثر الطرق فعالية في تقليل تركيز بقايا المبيدات. فقد أظهرت الدراسات أن الغسل بالماء وحده يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في مستويات المبيدات. وتُعتبر هذه العملية خطوة أساسية ومبدئية في التخلص من بقايا المبيدات، لا سيما في الثمار والخضراوات الورقية المعالجة كيميائياً، سواء على المستوى المنزلي أو التجاري (Yang وآخرون، 2022).

ومع ذلك، أشار Geisman (1975) إلى أن فعالية الغسل تعتمد على نوع المبيد وطريقة ترسبه على المنتج الزراعي. ففي حالة المبيدات الفسفورية العضوية سريعة التحلل، مثل مبيد

Fenitrothion، يمكن إزالة معظم البقايا السطحية عن طريق الغسل، لكن يصعب التخلص منها إذا اخترقت الأنسجة الداخلية للنبات، مما يجعل الغسل غير مجدٍ في هذه الحالة.

وأكدت دراسة Kumari (2008) أن الغسل بالماء الجاري مع الفك لمدة دقيقة واحدة أدى إلى خفض بقايا المبيدات في خضراوات الباميا والقرنبيط والباذنجان بنسب 50% و74% و77% على التوالي. كما أظهرت نتائج دراسة Sarode (1982) أن كفاءة الغسل تختلف باختلاف نوع المحصول، حيث سجلت إزالة 48.9% من بقايا Fenitrothion في الباميا، بينما انخفضت النسبة إلى 20.5% في أزهار القرنبيط، مما يشير إلى أن طبيعة السطح النباتي تلعب دوراً حاسماً في فعالية عملية الغسل. كما إن غسل الخيار بالماء الجاري فقط قد أزال 51.4% و 42.5% من مبيد Ethion و Imidacloprid على التوالي (Leili وآخرون، 2016).

و في العراق اشار ابو دكة (2021) الى ان غسل أوراق اللهانة بماء الحنفية ولمدة دقيقة واحدة ادى الى ازالة 47.15% من متبقيات مبيد Thiamethoxam حيث وصل تركيزه الى 42.40 ملغم / كغم بعد أن كان 80.23 ملغم / كغم .

وبشكل عام، يبقى الغسل بالماء أحد أكثر الطرق شيوعاً وفعالية في تقليل بقايا المبيدات، لكن نجاحه يعتمد على عوامل متعددة، بما في ذلك نوع المبيد، وطريقة ترسبه، وخصائص المحصول الزراعي.

2-11-2 الغمر بالمحلول الملحي Dipping in saline solution

يُعد استخدام محلول كلوريد الصوديوم (NaCl) - المعروف شعبياً بملح الطعام - أحد الطرق الفعالة والاقتصادية لإزالة الملوثات وبقايا المبيدات من الخضراوات والفواكه، حيث يمكن تطبيقه بسهولة على المستوى المنزلي. وقد دعمت الدراسات العلمية فعالية هذه الطريقة، حيث أظهرت إحدى الدراسات أن نقع القرنبيط الصيني (القرنبيط ذي الأوراق الخضراء) المعامل بالمبيد الكلوروثالونيل Chlorothalonil في محلول ملحي تركيزه 1% لمدة خمس دقائق أدى إلى إزالة نسبة كبيرة من هذا المبيد (Keikotlhaile، 2010).

وجد Kelageri وآخرون (2017) أن استخدام محلول ملحي عن تركيز 2% قد حقق نسبة إزالة لمبيد Lambdacyhalothrin من ثمار الطماطة بنسبة بلغت 48.02%، كما أشار أبو دكة (2021) إن عملية غمر أوراق اللهانة بالمحلول الملحي بتركيز 50 غم / لتر ولمدة نصف ساعة 76.38% حيث وصل تركيزه 21.00 ملغم / كغم بعد ان كان 88.93 ملغم / كغم ، و أشارت دراسة Singh

واخرون (2024) طريقة الغمر في محلول ملحي 2% أدى الى ازالة 52-68% من مبيد Lambdacyhalothrin من ثمار الباميا .

تؤكد هذه النتائج أن طريقة الغمر بالمحلول الملحي تمثل خياراً عملياً وفعالاً للحد من بقايا المبيدات في المنتجات الزراعية، خاصة عند استخدامها بتركيزات مناسبة ولمدد زمنية كافية ومع ذلك تبقى فعالية هذه الطريقة مرتبطة بعوامل متعددة تشمل نوع المبيد وتركيز المحلول وطبيعة المنتج الزراعي.

3-11-2 الغمر بالخل الصناعي (حامض الخليك) Acetic Acid CH_3COOH

تشير الدراسات العلمية إلى أن استخدام حمض الخليك بتركيزات مخففة يُعد وسيلة فعالة لإزالة متبقيات المبيدات من المنتجات الزراعية. فقد أظهرت دراسة Chandra واخرون (2015) أن غسل ثمار الباذنجان والباميا بحمض الخليك بتركيز 0.05% أدى إلى انخفاض ملحوظ في مستويات متبقيات المبيدات Cypermethrin و Monocrotophos و Chlorpyrifos. حيث سجلت نسب الإنخفاض في ثمار الباميا 65.2-69.4% و 74.6-78.0% و 65.6-69.8% على التوالي، بينما بلغت في ثمار الباذنجان 67.9-68.5% و 78.8-79.2% و 65.6-67.3% على التوالي.

وفي دراسة أخرى، أشار المشهداني (2012) إلى أن عملية التخليل ساهمت في انخفاض تركيز مبيد Thiamethoxam بنسبة 72% في عينات الخيار المأخوذة بعد الرشوة الأولى مقارنة بمعاملة المقارنة. كما لوحظ وصول تركيز المبيد إلى أدنى مستوياته (0.02 ملغم/كغم) بعد 14 يوماً من المعاملة، مما قد يُعزى إلى تفاعل جزيئات المبيد مع الأحماض وتحولها إلى مركبات أخرى. هذه النتائج تؤكد فعالية حمض الخليك كعامل إزالة لمتبقيات المبيدات، حيث يعمل من خلال آليتين رئيسيتين: إذابة المتبقيات السطحية وتحفيز التفكك الكيميائي للمركبات عبر التفاعل مع المجموعات الحامضية.

3. المواد وطرائق العمل

3-1: الأجهزة والمواد المستخدمة لإجراء التجارب في الدراسة.

3-1-1: الأجهزة والأدوات المستخدمة في التجارب المختبرية والحقلية.

جدول (1) الأجهزة والأدوات المستخدمة

ت	إسم الجهاز أو الأداة	الشركة المصنعة	بلد المنشأ
1	الثلاجة Refrigerator	Hitachi	Japan
2	الحاضنة Incubator	Hysc	Korea
3	مجهر ضوئي مركب Compound light microscope x100	Olympus	Japan
4	ميزان حساس Sensitive Balance	Sartorius	Germany
5	Vortex	Digisystem	Taiwan
6	جهاز كروموتغرافيا السائل HPLC	SYKAMN	Germany
7	pH meter	Sartorius	Germany
8	أطباق بتري بلاستيكية Petridishes or Plates	-	Jordan
9	أنابيب اختبار بلاستيكية Test tubes	Hiprove	China
10	دوارق زجاجية مختلفة الأحجام Flasks	-	China
11	ورق المنيوم Aluminum Foil	Zhangjiagang	China
12	قطن Cotton	-	China
13	مرشة يدوية سعة 500 مل	-	China
14	مرشة يدوية سعة 2 لتر	-	China
15	أوراق ترشيح Filter paper	Whatman	England
16	جهاز الطرد المركزي Centrifuge	Eppendorf	Germany
17	كفوف Paws	-	China
18	كمامات Masks	-	China

(-) تعني الجهاز أو الاداة لا تحمل اسم الشركة أو بلد المنشأ

3-1-2 : المواد الكيميائية لإجراء التجارب في الدراسة

جدول (2) المواد الكيميائية المستخدمة

ت	أسم المادة	الشركة المصنعة	بلد المنشأ
1	(SiO ₂) Nano silica	US Research Nano., Inc.	USA
2	أسيتونتريل (Acetonitrile)	Merck	Germany
3	Methanol	Merck	Germany
4	ماء مقطر Distilled wate	-	Iraq
5	كلوريد الصوديوم (NaCl)	BDH	England
6	كبريتات المغنيسيوم الالمانية (MgSO ₄)	Merck	Germany
7	Primary secondary amine	Merck	Germany
8	كحول ايثانول 70%	الجود Aljoud	Iraq
9	ماء لا أيوني Nonionic	-	Iraq
10	Acetic acid	Merck	Germany

جدول (3) المبيدات المختبرة حقلياً والمجموعة الكيميائية ومعدل الخلط

ت	الاسم التجاري	المجموعة الكيميائية	المادة الفعالة	معدل الخلط الموصى به
1	Karate % 5 EC	Pyrethroids	Lambdacyhalothrin	1 ml
2	Palizin 65%SL	Botanical pesticides	صابون زيت جوز الهند	3 ml
3	Tondexir 80%EC	Botanical pesticides	مستخلص الثوم والفلل الاحمر	3 ml
4	Amyloland	Bio pesticides	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	2-3 gr.
5	Oxymatrine 2.4% SL	Botanical pesticides	Tetracyclo-Quinolizidine	3 ml

3-2 : تهيئة الحقل

أُجريت التجربة للموسم الخريفي للعام 2024-2025 في المحطة البحثية التابعة لكلية الزراعة / جامعة كربلاء على صنفين من محصول اللهانة (*B. oleracea var. capitata* L) ، هما صنف اللهانة الخضراء Globe Master وصنف اللهانة الحمراء Red Globe من شركة TAKII اليابانية ، تم تحضير التربة بمساحة 125 م² (5 × 25 م²) ، هيئت المساطب وأجريت عمليات الخدمة من إزالة الادغال وازافت الاسمدة الخاصة بتحضير التربة سماد DAP. نُقلت الشتلات إلى موقع التجربة بتاريخ 2024/10/20. شملت الزراعة 6 خطوط (مساطب)، حيث بلغ طول كل خط 25 م²، مع ترك مسافة 90 سم بين الخطوط و60 سم بين الأشتال. صورة (2).

خُصت العناية الكاملة بالعمليات الزراعية، بما في ذلك الحراثة، وتنظيف الحقل، وإزالة الأعشاب الضارة، والتسميد الورقي. كما قُدرت الكثافة العددية لحشرة اللهانة خلال الموسم الخريفي على مدى 15 أسبوعاً. صُممت التجربة باستخدام ثلاث مكررات لكل تركيز، حيث شمل كل مكرر 10 نباتات كوحدة تجريبية، مع تطبيق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD).

3-3 : التواجد الموسمي لمن اللهانة *B. brassicae* على صنف اللهانة الخضراء و الحمراء

تمت دراسة التواجد الموسمي لحشرة من اللهانة *B. brassicae* على صنفين من اللهانة الخضراء والحمراء من خلال الفحص الدوري وأخذ القراءات لتواجد الحشرة للفترة من 2024/10/20 ولغاية 2025/1/26. وأُخذت القراءات أسبوعياً وحسب درجات الحرارة والرطوبة المسجلة التي تم الحصول عليها من قسم البيئة في مديرية زراعة محافظة كربلاء. تم تشخيص حشرة من اللهانة من قبل أ. د. عقيل عدنان عبد السيد/ كلية الزراعة - جامعة البصرة .

3-4 : تقييم الكفاءة النسبية لمبيدات الأصل النباتي و مبيد الأصل الحيوي البكتيري

حضرت تراكيز المبيدات ذات الأصل النباتي بواقع 3 مل / لتر والمبيد الإحيائي البكتيري و بثلاث تراكيز 2، 2.5 و 3 غم / لتر ، بعد حدوث الإصابة الشديدة بحشرة من اللهانة تم إجراء عملية المكافحة . استخدمت مرشحة حجم 5 لتر بعد إتمام عملية المعايرة لها ، نُفذت التجربة بواقع ثلاث مكررات لكل تركيز من التراكيز المستخدمة وكل مكرر 10 نبات تمثل الوحدات التجريبية ، استخدم

تصميم القطاعات العشوائية RCBD في تنفيذ التجربة . لغرض حساب الكفاءة النسبية للمبيدات المختبرة إستخدمت معادلة Henderson و Telton (1955)

عدد افراد الافة بعد المعاملة × عدد افراد الافة في المقارنة قبل المعاملة

$$\% \text{ لفاعلية المبيد} = 100 (1 - \frac{\text{عدد افراد الافة بعد المعاملة}}{\text{عدد افراد الافة قبل المعاملة}})$$

عدد افراد الافة قبل المعاملة × عدد افراد الافة في المقارنة بعد المعاملة



صورة رقم (2) : الوحدات التجريبية للدراسة .

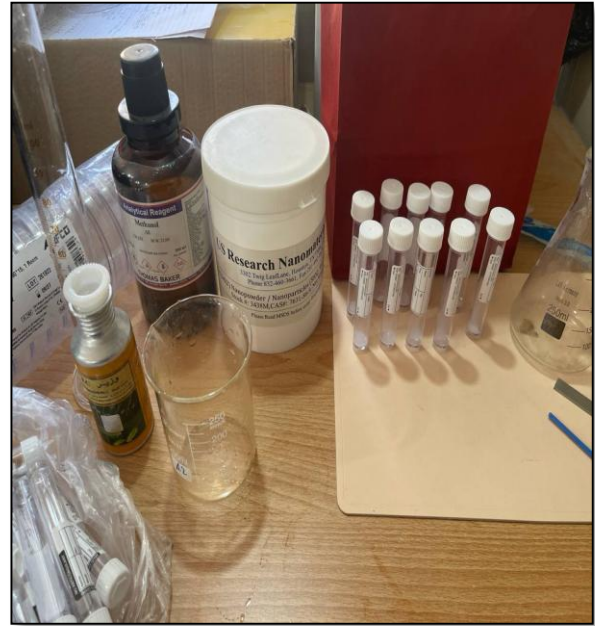
5-3 مقارنة الكفاءة النسبية للمبيد الحيوي Amyloland والسليكا النانوية حقلياً.

لغرض تقييم الكفاءة النسبية التازيرية للمبيد الحيوي Amyloland و السليكا النانوية تحت ظروف الحقل ، اخذ 2، 2.5 و 3 غم/لتر للمبيد الحيوي، فضلاً عن ثلاث تراكيز من السليكا النانوية 0.1، 0.15، 0.2 غم/لتر. تم اخذ القراءات في الفترات الزمنية التالية: قبل الرش، وبعد 1، 3، 5، 7، و9 أيام من المعاملة. صُممت التجربة باستخدام ثلاث مكررات لكل تركيز، حيث شمل كل مكرر 10 نباتات كوحدة تجريبية.

6-3 : تحميل المُبيد الكيميائي Lambdacyhalothrin على السليكا النانوية SiO_2

1-6-3 : تحميل المُبيد على السليكا النانوية

تم تحميل مُبيد Lambdacyhalothrin على مركب السليكا النانوية حسب طريقة Gao وآخرون (2020) ، من خلال خلط 9 مل من محلول (السليكا بتركيز 3 ملغم/مل المذاب في 9 مل من مذيب الميثانول) مع 1 مل من مبيد الكيمياء بتركيز 50 ملغم/مل وذلك عند درجة حرارة 35 °م لمدة 48 ساعة. وقد تم تنفيذ عملية التحميل بظروف معتمدة. بعد ذلك، تم جمع المركب المحمل $\text{Lambda@SiO}_2\text{nps}$ الراسب عن طريق الطرد المركزي. أخذ الراسب المكون من مُعلق مركب $\text{Lambda@SiO}_2\text{nps}$ و مُزج في 10 مل من مزيج ميثانول-ماء بنسبة 3:7. ثم تم تحريك الخليط بسرعة 100 دورة في الدقيقة عن طريق الطرد المركزي. تم جمع الراشح العلوي و تم إرسال 1 مل من الراشح لأجل تحليله و الكشف عنه باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC) ، صورة (3) .



صورة (3) : المواد المستخدمة في عملية تحميل المبيد على السليكا النانوية .

3-6-2: التقييم الحيوي للمبيد المحمل على السليكا النانوية مع مبيد Lambdacyhalothrin عند التركيز الموصى به حقلياً .

تم تحضير 3 تراكيز من $\text{Lambda@sio}_2\text{nps}$ بواقع 0.5 ، 0.6 و 0.7 مل / لتر من الراشح المحمل لأجل تقييم الكفاءة النسبية تحت ظروف الحقل المكشوف على حشرة من اللهانة مقارنة بمبيد Lambdacyhalothrin عند التركيز الموصى به . نفذت التجربة بواقع ثلاث مكررات لكل تركيز من التراكيز المستخدمة وكل مكرر 10 نبات تمثل الوحدات التجريبية إضافة الى معاملة المقارنة . تم حساب الكفاءة النسبية للمبيدات المختبرة استخدمت معادلة Henderson و Telton (1955) .

3-7: تقدير المتبقيات لمبيد Lambdacyhalothrin على أوراق نبات اللهانة .

3-7-1 : المعاملة الحقلية بالتركيز الموصى به و ضعف التركيز

نفذت التجربة الحقلية من خلال تقسيم الوحدات التجريبية الى ثلاث مكررات وكل مكرر قسم الى خمس معاملات أربعة منها لكل تركيز وواحد لمعاملة للمقارنة التي رشت بالماء فقط ، تضمنت معاملات المبيد : التركيز الموصى مل / لتر ($15 \text{ g Active ingredient ha}^{-1}$) ، و ضعف التركيز 2 مل / لتر ($30 \text{ g Active ingredient ha}^{-1}$) . ولأجل التحري عن بقايا المبيد في أوراق اللهانة الخضراء، أخذت نماذج من الاوراق وفق ما مبين في الجدول (4) حيث يمثل النموذج في الموعد الواحد والتركيز الواحد 10 أوراق من كل معاملة ومن مستويات مختلفة من النبات وبأحجام مختلفة من أعلى ووسط وأسفل النبات من كل مكرر، مع مراعاة أخذ عينات من مواقع مختلفة من تربة الحقل المزروع (EPA، 1998) . وضعت العينات المجموعة في اكياس بلاستيكية سوداء من البولي اثلين ، واحكم غلقها وتم تعليمها ثم حفظت بالمجمدة بدرجة حرارة - 20 م ° ملحق (3) ، تجنب أي عامل يؤثر على متبقيات كلا التركيزين ولحين إجراء التحاليل الخاصة بكشف وتقدير المبيدات بواسطة جهاز HPLC وكذلك إجراء العمليات الغذائية لأجل خفض تراكيزها (Chavarri وآخرون، 2005؛ Sivaperumal وآخرون، 2015).

أستخدم Leili وآخرون (2016) طريقة كويكرز في إيران لتقدير بقايا المبيد Imidacloprid في الخيار. كما أستخدمها Mahdi و Mohammed (2017) في العراق لمعالجة المركبات الثانوية العائدة لمتبقيات المبيدات في بعض الخضروات العراقية إضافة الى العديد من الباحثين الاخرين (المشهداني، 2010 ؛ حسين، 2018 ؛ ابو دكه، 2021 ؛ المكصوصي، 2021 ؛ الثرواني 2023).

تتلخص الطريقة بخلط 10 غم من العينة (أوراق أو ثمار) مع 10 مل من المذيب Acetonitrile لمدة دقيقة بواسطة خلاط كهربائي (Blender)، وبعدها ينقل المزيج إلى قارورة حجمية (Volumetric flask) سعة 50 مل ويضاف إليه 4 غم من كبريتات المغنيسيوم اللامائية (MgSO₄) و 1 غم من كلوريد الصوديوم (NaCl)، ثم يوضع النموذج في جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) ولمدة 5 دقائق بسرعة 3600 دورة بالدقيقة وذلك لسحب كمية من الماء الزائدة والموجود بالعينة ولتعديل حموضة الخليط. عادة ما تساعد إضافة الأملاح أيضا على فصل المبيد عن الأنسجة. ينقل 2 مل من السائل الناتج من عملية الفصل بالطرد المركزي إلى قارورة مختبرية سعة 10 مل ويضاف إليها 0.05 غم من (PSA) Primary Secondary Amine و 1.5 غم من MgSO₄. يستخدم جهاز الطرد المركزي لمدة 5 دقائق بسرعة 3600 دورة بالدقيقة وذلك لإزالة الأحماض الدهنية والسكريات والدهون من العينة، ومن ثم ينقل الناتج إلى جهاز الكروماتوغرافيا السائل عالي الكفاءة للتحليل. (Momčilović، 2012).

جدول (4) تواريخ وفترات جمع عينات محصول اللهانة بعد معالته بالمبيد Lambdacyhalothrin وبالتركيز الموصى به (1 مل/ لتر) وضعف التركيز (2 مل/ لتر)

رقم العينة	فترات ما بعد المعاملة (الوقت)	تاريخ جمع العينة
1	بعد المعاملة بساعة واحده	2025 / 1 / 23
2	بعد المعاملة بيوم واحد	2025 / 1 / 24
3	بعد المعاملة 3 أيام	2025 / 1 / 26
4	بعد المعاملة 5 أيام	2025 / 1 / 28
5	بعد المعاملة 7 أيام	2025 / 1 / 30
6	بعد المعاملة 9 أيام	2025 / 2 / 1
7	بعد المعاملة 13 يوم	2025 / 2 / 4

3-7-2 : كفاءة الاسترجاع .

وزن 10 غم من اوراق اللهانة خالية من المبيد واضيف اليه مبيد بتركيز 50 ملغم \ لتر واجريت عليه عملية الاستخلاص حسب الطريقة المذكورة في عملية الاستخلاص واجريت عملية التحليل حسب الظروف الموصوفة . اظهرت النتائج احتواء النموذج على تركيز 46 ملغم \ لتر

3-7-3: تحضير المادة القياسية ومنحني المعايرة للمبيد Lambda cyhalothrin

تم وزن 10 ملغم من المادة القياسية ووضعها في قارورة حجمية سعة 25 مل، ثم تم إذابتها باستخدام ميثانول عالي النقاوة، وأكملت القارورة الحجمية حتى علامة المعايرة، ليصبح تركيز المحلول

الابتدائي 400 ملغم \ لتر بالإعتماد على قانون التخفيف: ($N_1V_1=N_2V_2$) تم بعد ذلك تحضير أربعة تراكيز مختلفة من كل مبيد، وهي: 50، 75، 100، و125 ملغم \ لتر . وقد تم حقن هذه التراكيز في جهاز الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء HPLC.

أُسْتُخدمت ثلاث مكررات لكل تركيز لاستخراج المتوسط الحسابي، ومن ثم رسم منحنى المعايرة Calibration Curve الذي يوضح العلاقة بين تركيز المبيد ومساحة القمة Peak Area . ولغرض التحقق من دقة الجهاز، تم حقن العينة المراد تحليلها لتحديد بقايا المبيد، وتم الاعتماد على زمن احتجاز Retention Time المادة القياسية، من خلال مقارنته بزمن الاحتجاز الذي ظهر في العينة.

4-7-3 : التقدير الكمي والنوعي لبقايا المبيد

تم إجراء تحاليل الكشف عن المبيد و متبقياتهُ من قبل شركة الروابي الخضراء للتحليلات المخبرية العلمية / بغداد ، حيث تم فصل المادة الفعالة Lambdacyhalothrin بأستخدام عمود الكروماتوغرافيا السائلة السريعة (FLC) من نوع Shimadzu 10AV-LC تحت الظروف المثلى الآتية :

Column: Accucore RP-MS 2.6 μ m (100 x 2.1 mm I.D)

Mobile phase: acetonitrile: deionize water (60:40, V/V)

UV detector wavelength: 225 nm.

Injection volume: 20 μ l

flow rate 1.20 ml/min.

temperature: 30 C

1-4-7-3 : اخذ العينة Sampling

تم تنفيذ نفس الإجراء الموصوف في الفقرة السابقة (3-7-3) والخاصة بمبيد Lambdacyhalothrin ، بهدف الحصول على مزيج متجانس لكل عينة. وقد تم اعتماد طريقة الاستخلاص والتنقية التي وردت لدى الباحث Suganthi وآخرون (2018)، والتي تُلخص على النحو الآتي :

1-1-4-7-3 : الاستخلاص Extraction

تم خلط 10 غم من العينة مع 10 مل من الأسيتونتريل (CH_3CN) باستخدام جهاز الخلط Vortex ، ولمدة 20 دقيقة، لضمان تجانس العينة. ثم نُقلت العينة إلى قارورة حجمية Volumetric Flask

سعة 50 مل، وأضيف إليها 4 غرامات من كبريتات المغنيسيوم اللامائية ($MgSO_4$) و 1 غرام من كلوريد الصوديوم (NaCl). تم استخدام جهاز الـ Vortex مرة أخرى لضمان امتزاج المكونات جيدًا، ثم نُقل الخليط إلى جهاز الطرد المركزي ودُور لمدة 10 دقائق بسرعة 6000 دورة في الدقيقة.

أسفرت عملية الطرد المركزي عن تكوّن ثلاث طبقات: الطبقة العليا احتوت على المبيد مع المذيب (محلول رائق)، والطبقة الوسطى كانت مكوّنة من الألياف، في حين احتوت الطبقة السفلى على بقايا أنسجة الأوراق. تم بعد ذلك نقل 6 مليلتر من المحلول الرائق (الطبقة العليا) إلى أنبوب اختبار بسعة 15 مل يحتوي على 100 ملغم من مادة (Primary Secondary Amine)PSA و 600 ملغم من كبريتات المغنيسيوم اللامائية ($MgSO_4$)، ثم خلط المزيج باستخدام جهاز الـ Vortex لمدة دقيقة واحدة، تلتها عملية طرد مركزي ثانية لمدة 10 دقائق بسرعة 3000 دورة في الدقيقة.

2-1-4-7-3 : التنقية Purification

تم أخذ 2 مل من المحلول الناتج من عملية الاستخلاص ، وتم ترشيحه باستخدام قرص ترشيح دقيق (Syringe Filter) بحجم مسام 0.2 ميكرومتر والمخصص لتحاليل الكروماتوغرافيا السائلة عالية الكفاءة (HPLC). بعد ذلك، نُقل الرشيح إلى قوارير مختبرية صغيرة (Vial Tubes) بسعة 1.5 مليلتر، والمخصصة لجهاز HPLC، لغرض الكشف والتحليل النوعي والكمي لمتبقيات المبيد في عينات الأوراق.

8-3 : عمليات التحضير الغذائي :

أُجريت بعض المعاملات الغذائية بهدف تقليل متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin في عينات أوراق اللهانة، وذلك باستخدام التركيز الموصى به والبالغ 1 مل/لتر ماء ، بعد مرور ساعة واحدة من المعاملة. وقد تم تنفيذ المعاملات وفقًا لما يأتي :

1-8-3 : الغسل بماء الحنفية والصابون : غُسلت العينات بماء الحنفية وقليل من الصابون (الزاهي) مع المسح والشطف بالماء ثم التنشيف وبعدها ووضعت في أكياس نايلون محكمة الغلق ووضعت في المجمدة بعد تعليمها (العزاوي ، 1988 ; Randhawa وآخرون ، 2008) .

2-8-3 : الغمر بالمحاليل الملحية NaCl : غُسلت العينات بماء الحنفية ثم وضعت في محاليل ملحية بتركيز 5% محضرة من خلط ملح الطعام المختبري (النقي) مع الماء وتم الغمر لمدة 15 دقيقة ثم اخرجت وشطفت بماء الحنفية ونشفت وحُفظت داخل اكياس نايلون محكمة ووضعت في المجمدة (Geetanjali وآخرون، 2009) .

3-8-3 : الغمر بالمحاليل الملحية والتخليل : لمعرفة تأثير عملية التخليل في إزالة متبقيات المبيدات المستخدمة في التجربة أخذت العينات من أوراق نبات اللهانة ثم غُسلت بماء الحنفية الإعتيادي، ثم حفظت في الماء المملح عند تركيز 5 % لمدة خمسة أيام لحين اصفرارها، ثم اخرجت وحفظت لمدة عشرة أيام في الخل لغرض التخليل بعدها اخرجت واستخلصت منها بقايا المبيد (العزاوي، 1988).

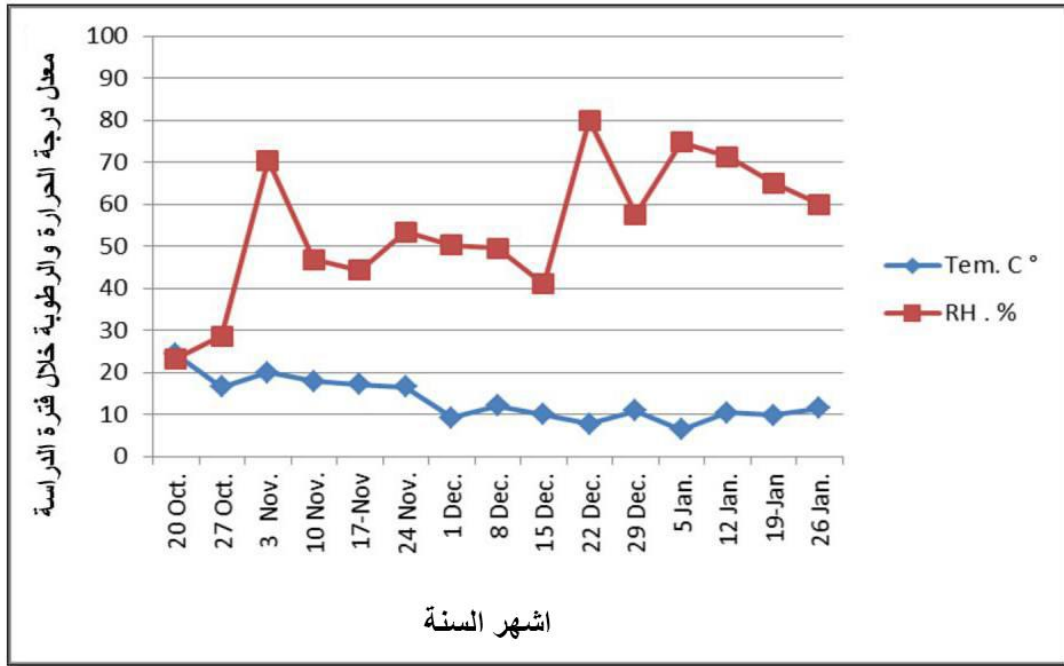
3-9 : التحليل الإحصائي للتجارب:

تم اعتماد تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design RCBD, وتم مقارنة النتائج باستعمال أقل فرق معنوي LSD عند مستوى احتمالية 0.05 (الراوي و خلف الله ، 2000) .

4- النتائج والمناقشة

4-1- التواجد الموسمي *Brevicoryne brassicae* على صنفين من اللهانة الخضراء و الحمراء

يبين الشكل (4) معدلات درجات الحرارة و الرطوبة النسبية في محافظة كربلاء خلال الموسم الخريفي و لمدة 15 اسبوعاً .

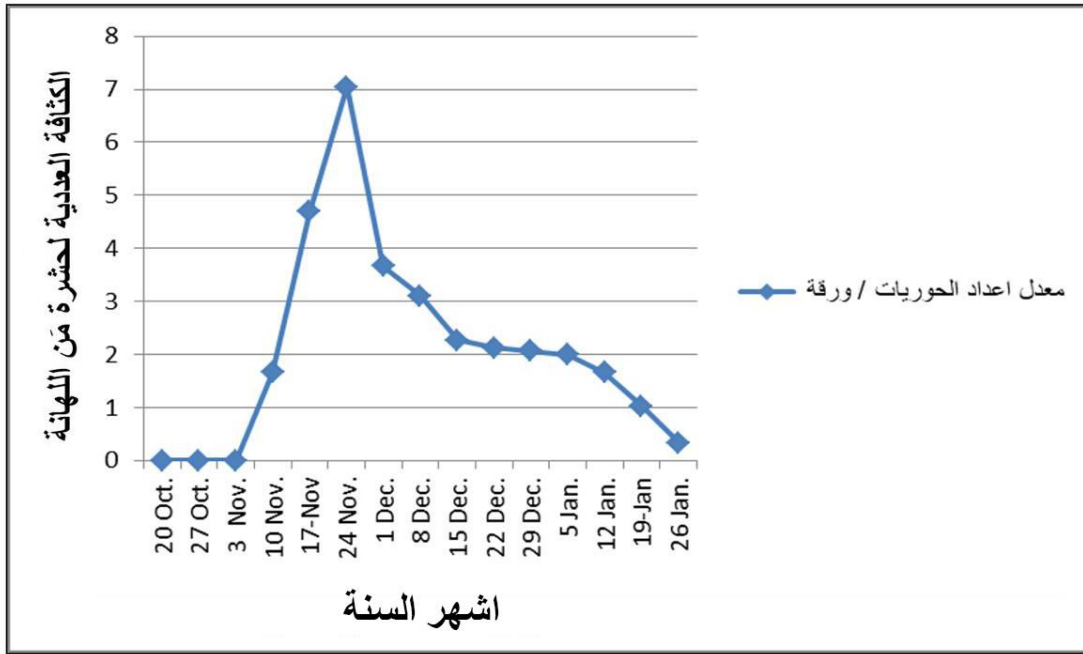


شكل (4) معدل درجات الحرارة والرطوبة النسبية في محافظة كربلاء للموسم الزراعي.

(2025-2024)

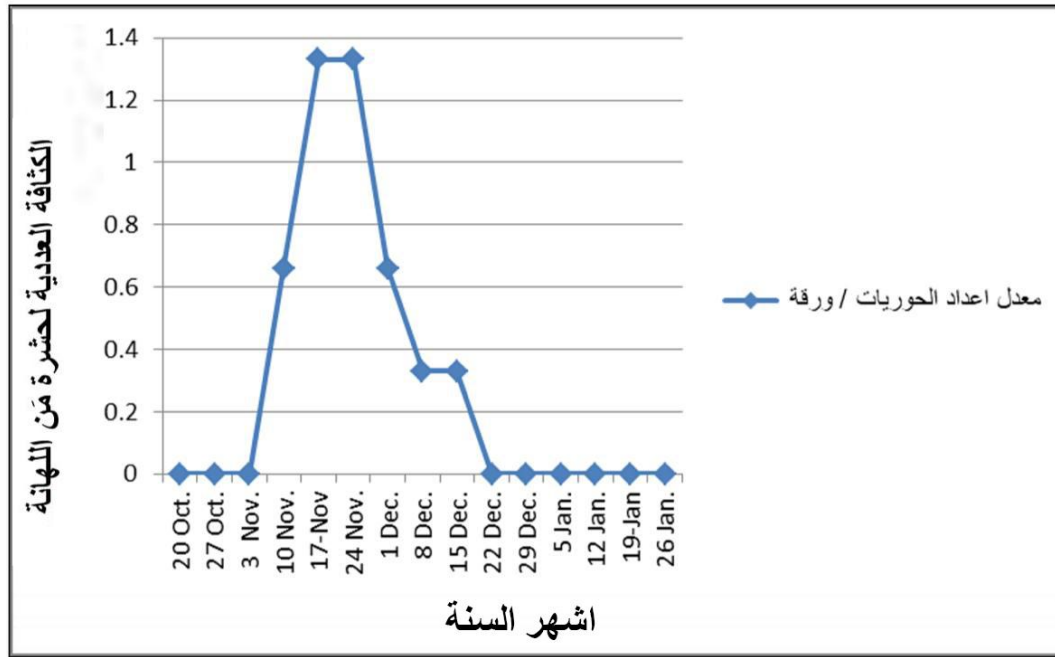
سُجِّلَ أول ظهور لحوريات حشرة من اللهانة *B. brassicae* على محصول اللهانة في بعد مرور أربعة أسابيع من نقل الإشتال الى الحقل ، وذلك بتاريخ 10 / 11 / 2024، حيث سجلت الكثافة السكانية للحوريات مُعدلاً بلغ 1.66 حورية/ورقة (شكل 5). عند درجة الحرارة 17.93 °م و رطوبة نسبية 46.79%. استمرت أعداد الحشرة في التزايد التدريجي حتى وصلت إلى ذروتها خلال الأسبوع الرابع من تشرين الثاني 2024/11/24، حيث سُجِّلَ أعلى مُعدَّل للكثافة بلغ 7.04 حورية/ورقة، وذلك تحت ظروف مناخية تميزت بدرجة حرارة 16.62 °م و رطوبة نسبية 53.47%. بعد ذلك، أخذت أعداد الحشرة في الانخفاض بشكل ملحوظ حتى وصلت إلى 0.08 حورية/ورقة في الأسبوع الثاني

من كانون الثاني 2025/1/12، حيث انخفض متوسط درجة الحرارة إلى 10.43 م°، بينما بلغت الرطوبة النسبية 71.27%. يمكن إسناد التراجع الملحوظ في الكثافة السكانية للحشرة إلى التأثير المشترك للعوامل المناخية، حيث أسهم انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية في تفعيل آليات المقاومة الأحيائية عبر تنشيط العوامل الممرضة الحيوية. كما ساهمت المركبات الكيميائية النباتية الثانوية المتعلقة بمقاومة العائل في هذه الظاهرة. تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه الدراسة (Skendžić وآخرون، 2021).



شكل (5) الكثافة العددية لحوريات من اللهاة على محصول اللهاة الخضراء صنف Globe Master للموسم الزراعي 2024-2025 في محافظة كربلاء.

و سجلت نتائج الكثافة العددية لحوريات الحشرة و كثافتها على أوراق محصول اللهاة الحمراء صنف ريد كلوب شكل (6) إنخفاضاً ملحوظاً في أعداد الحوريات مقارنة بالكثافة العددية المتواجدة على صنف اللهاة الخضراء كلوب ماستر ، حيث سجلت إنخفاضاً في أعداد الحوريات مُسجلة أعلى كثافة عددية بلغت 1.33 حورية لكل ورقة بعد مرور 5 أسابيع من نقل الأشتال عند التاريخ 2024/11/17 مقارنة بالكثافة العددية على صنف اللهاة الخضراء التي سجلت ذروتها بتسجيل أعلى معدل كثافة بلغ 7.04 حورية / ورقة .



شكل (6) الكثافة العددية لحوريات من اللهاة على محصول اللهاة الحمراء صنف Red Globe للموسم الزراعي 2024-2025 في محافظة كربلاء.

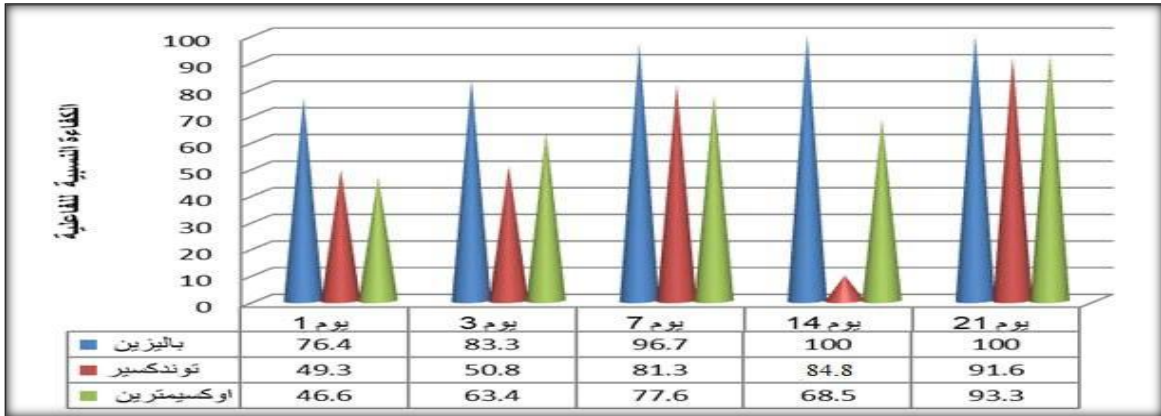
أشار Park و اخرون (2014) في دراستهم التحليلية لقياس مركبات الكلوكوسينولات (GSLs) أن التركيز الكلي لهذه المركبات في صنفين من اللهاة الحمراء كان أعلى بنسبة 50% مقارنةً بصنفين من اللهاة الخضراء. حيث أظهرت النتائج أن متوسط تركيز الكلوكوسينولات الكلية في صنف اللهاة الخضراء بلغ 14.10 و 13.65 ميكرومول/ غرام وزن جاف، في حين سجل صنف اللهاة الحمراء مستويات أعلى بشكل ملحوظ، وصلت إلى 33.63 و 34.34 ميكرومول/غرام وزن جاف على التوالي.

تعتبر الكلوكوسينولات مركبات مستقرة داخل الخلايا النباتية. ولكن عندما يتعرض النسيج النباتي للتلف، تتفاعل الكلوكوسينولات مع إنزيم myrosinase المرتبط بها، حيث يتم تخزينها في حجرات خلوية منفصلة. عند تعرض النبات لهجوم الحشرات، يُحفز myrosinase تحويل الكلوكوسينولات إلى مركبات سامة مثل الأيزوثيوسيانات، والثيوسيانات، والنتريل التي تعد مركبات سامة وطاردة للحشرات (Hou و اخرون ، 2025 ; Loitongbam و اخرون ، 2024) .

2-4 : تقييم الكفاءة النسبية لمبيدات الأصل النباتي و مبيد الأصل الحيوي البكتيري

1-2-4 : تقييم الفاعلية النسبية لمبيدات الأصل النباتي

أظهرت نتائج تقييم فعالية ثلاثة مبيدات نباتية (باليزين و توندكسير و أوكسيمترين) عند التركيز الموصى به (3 مل/لتر) تفاوتاً كبيراً في كفاءتها النسبية شكل (7) . وقد تمثلت أبرز النتائج عن تسجيل مبيد باليزين أعلى معدل للفاعلية النسبية، حيث بلغت 91.28%، مما يعكس تفوقه الواضح مقارنة بالمبيدات الأخرى بعد 21 يوماً من المعاملة ، مقارنة بمبيد توندكسير و أوكسيمترين اللذان حققا معدلات فعالية بلغت 72.48% و 73.3% على التوالي، مما يشير إلى انخفاض كفاءتهما النسبية مقارنةً بالباليزين. كما تفوقت الفترة الزمنية 21 يوم في تسجيل أعلى نسبة فاعلية و التي تحققت عند معاملة مبيد باليزين مسجلاً 100% مقارنةً بمعاملة المبيدات الأخرى عند المدة الزمنية نفسها 89.4 و 85.6% على التوالي .



3.79	التداخل	16.55	الوقت	9.87	المعاملات	LSD 0.05
------	---------	-------	-------	------	-----------	----------

شكل (7) الفاعلية النسبية لثلاث مبيدات ذات الأصل النباتي عند التركيز 3 مل / لتر ضد حشرة

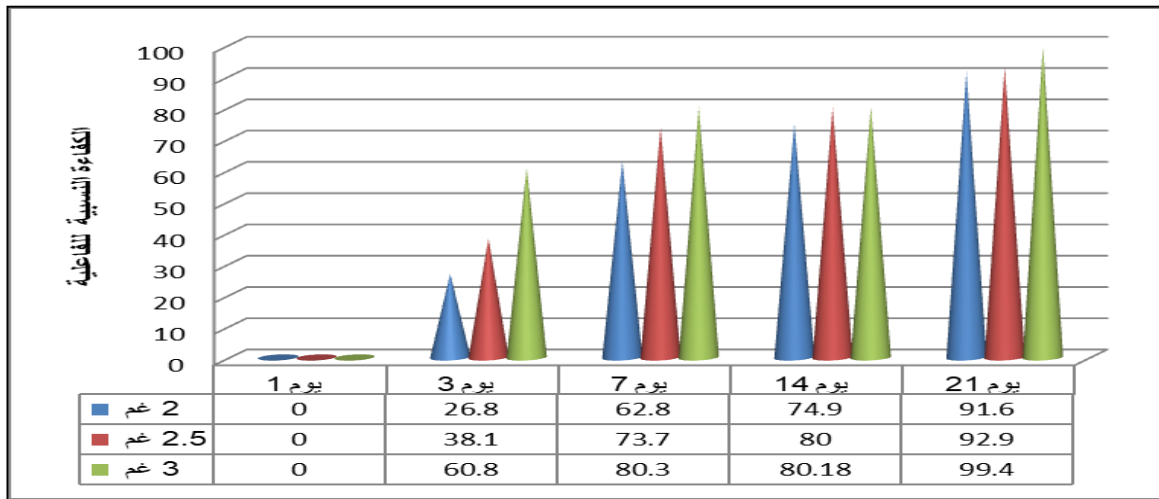
B. brassicae

يعود تأثير تلك المبيدات ذو الأصل النباتي باليزين و توندكسير الى إحتوائها على الزيوت العطرية essential oil والقلويدات الفعالة ذات القابلية على النفاذ والإنتشار في أنسجة جسم الحشرة بطريقة تماثل عمل المبيدات التقليدية وكذلك تعمل بالملامسة لسطح جسم الحشرة حيث تخترق هذه المركبات الكيميائية كيوتل الحشرة خلال الأنسجة الرقيقة الموجودة في جسم الحشرة فتسبب لها الشلل ثم الموت (عفيفي، 2002) تحتوي مبيدات ذات الأصل النباتي على مركبات قلويدية ومواد سامة ومركبات فعالة تعمل على منع حدوث التغذية وبالنتيجة تموت الحشرة .

كما تدخل هذه المركبات عن طريق الفتحات التنفسية حيث تؤثر على الجهاز الهضمي والعصبي (Romeilah وآخرون ، 2010). كما يؤثر مبيد Oxymatrine وهو من أصل نباتي على الجهاز العصبي للحشرة حيث يعمل على حدوث خلل في عملية النقل الكيميائي للإيعازات العصبية حيث يسرع المبيد النشاط الإنزيمي لـ Acetyl cholinesterase و Phenol oxidase مما يؤدي إلى الشلل وضعف القدرة على التنفس ثم موت الحشرة (Sineria ، 2016 ، Yahya و Mohammadali ، 2023).

2-2-4 : تقييم الفاعلية النسبية لمبيد الأصل الحيوي البكتيري Amyloland

يُبين شكل (8) تأثير الفاعلية النسبية لتداخل تراكيز المبيد ذي الأصل الحيوي البكتيري Amyloland (2.5 و 3 غم / لتر) مع الفترات الزمنية المختلفة . أوضحت نتائج الدراسة عن تفوق التركيز 3 غم / لتر في تحقيق أعلى معدلات الهلاك 67.2 % بعد 21 يوما من المعاملة مقارنة بمعاملي التركيز 2 و 2.5 غم / لتر اللذان حققا 51.2 و 56.9 % على التوالي . سجل التركيز 3 غم / لتر أعلى نسبة فاعلية بعد 21 يوما من المعاملة 99.4 % متفوقا على معاملي التركيز 2 و 2.5 و التي سجلنا 91.6 و 92.9 % على التوالي عند نفس الفترة الزمنية . كما لم تسجل أي نسبة هلاك أو فاعلية نسبية لتراكيز الثلاث من مبيد الأصل الحيوي البكتيري اميولولاند عند اليوم الأول من المعاملة



4.83	التداخل	15.47	الوقت	7.66	المعاملات	LSD 0.05
------	---------	-------	-------	------	-----------	----------

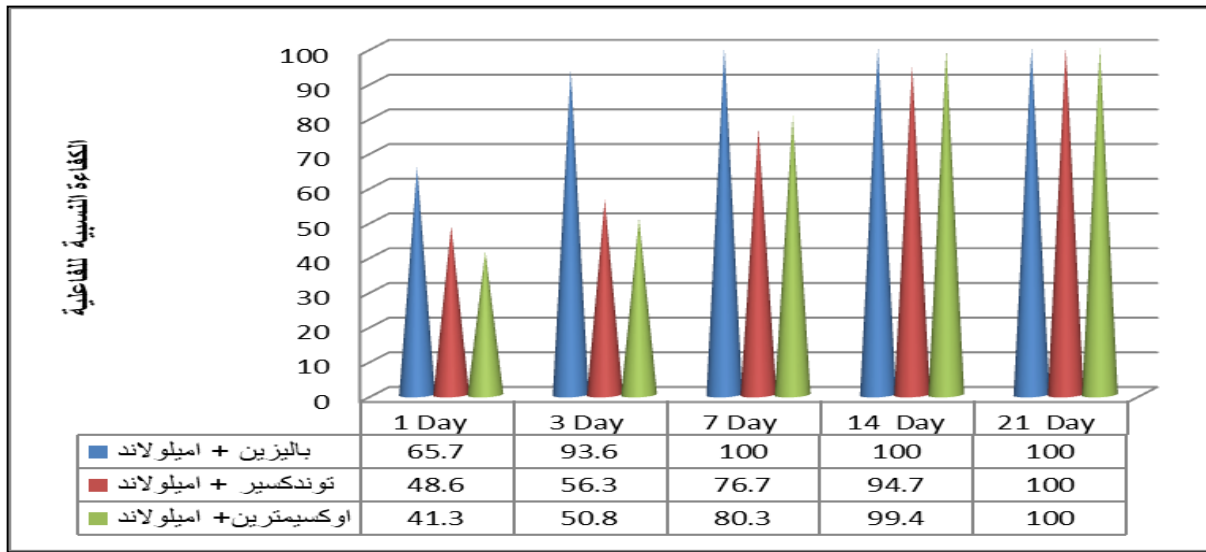
شكل (8) الفاعلية النسبية لثلاثة تراكيز من المستحضر التجاري البكتيري Amyloland في

مكافحة *B. brassicae*

تکمن فاعلية المبيدات الإحيائية البكتيرية المتداولة تجارياً للجنس *Bacillus* لمكافحة بعض أنواع الحشرات الضارة للنبات إلى إمتلاكها القدرة على تكوين الأبواغ الداخلية Endospores وكذلك تكوين كريستالات التوكسين الداخلية في الحشرات (Patil وآخرون، 2202) . أشار Khedher وآخرون (2015) الى قدرة البكتريا الإحيائية *B. amyloliquefaciens* في السيطرة على الطور اليرقي لحشرة *Tuta absoluta* عن طريق تفاعل لهذه البكتيريا مع الببتيدات الدهنية والبوليكيتيدات ثنائية الببتيد ومن ثم قدرتها على تحلل جدار جسم الحشرة . كما أشار الباحث نفسه في دراسة أخرى (2017) الى فعالية البكتريا في مقاومة حشرة دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis* عن طريق إصابتها للأمعاء الوسطى للحشرة و التسبب في نخر وتفكك الغشاء القاعدي. في دراسة Zhao وآخرون (2025) أظهرت سلالة *B. amyloliquefaciens* (YJNbs21.10) فعالية مثبطة مماثلة لتلك التي تُظهرها المبيدات الحشرية الكيميائية، مما يُشير إلى إمكاناتها في توفير مكافحة بيولوجية فعالة ضد حشرات المَن. فضلاً عن ذلك، تم تقييم النشاط البيولوجي لمركب ماكرولاكتين أ (macrolactin A) ضد المَن لأول مرة، حيث بلغت قيمة التركيز الفعال لهذا المركب ضد المَن بلغت 169.02 ملغم/ لتر بعد 24 ساعة من التعرض. تشير هذه النتائج بوضوح إلى أن السلالة YJNbs21.10 تمتلك قدرة واعدة كعامل وقائي فعّال في مكافحة حشرة مَن الشوفان *Rhopalosiphum padi*.

4-2-3 : التأثير التازري بين المستحضر البكتيري و مبيدات الاصل النباتي

أشارت نتائج جدول (9) الفاعلية النسبية للتأثير التازري بين المستحضر التجاري البكتيري أميلولاند عند التركيز 2 غم مع ثلاث من مبيدات الاصل النباتي (باليزين و توندكسير و أوكسيمترين) عند التركيز 2 مل / لتر ضد حشرة من اللهانة ، إذ تميز التأثير التازري باليزين + أميلولاند منذ اليوم الاول من المعاملة محققا فاعلية نسبية بلغت 65.7 % باختلاف معنوي عن معاملي توندكسير + أميلولاند و أوكسيمترين + أميلولاند التي حققتا نسبة فاعلية نسبية بلغت 48.6 و 41.3 % على التوالي ، في اليوم الثالث بعد المعاملة استمر تفوق معاملة باليزين + اميلولاند وبفروق معنوية عالية عن باقي المعاملات مسجلا فاعلية نسبية وصلت الى 93.6 % مقارنة بالمعاملتين الأخرتين اللتان سجلتا فاعلية نسبية بلغت 56.3 و 50.8 على التوالي. و إستمر تفوق معاملة باليزين + أميلولاند في اليوم السابع و الرابع عشر وأيضاً بعد واحد وعشرون يوماً محققاً نسبة بلغت 100 % مقارنة بمعاملي توندكسير + أميلولاند و أوكسيمترين + أميلولاند اللتان حققا عند نفس المدد الزمنية 76.7 ، 94.7 ، 100 % و 80.3 ، 99.4 ، 100 % على التوالي.



7.09	التداخل	13.60	الوقت	5.12	المعاملات	LSD 0.05
------	---------	-------	-------	------	-----------	----------

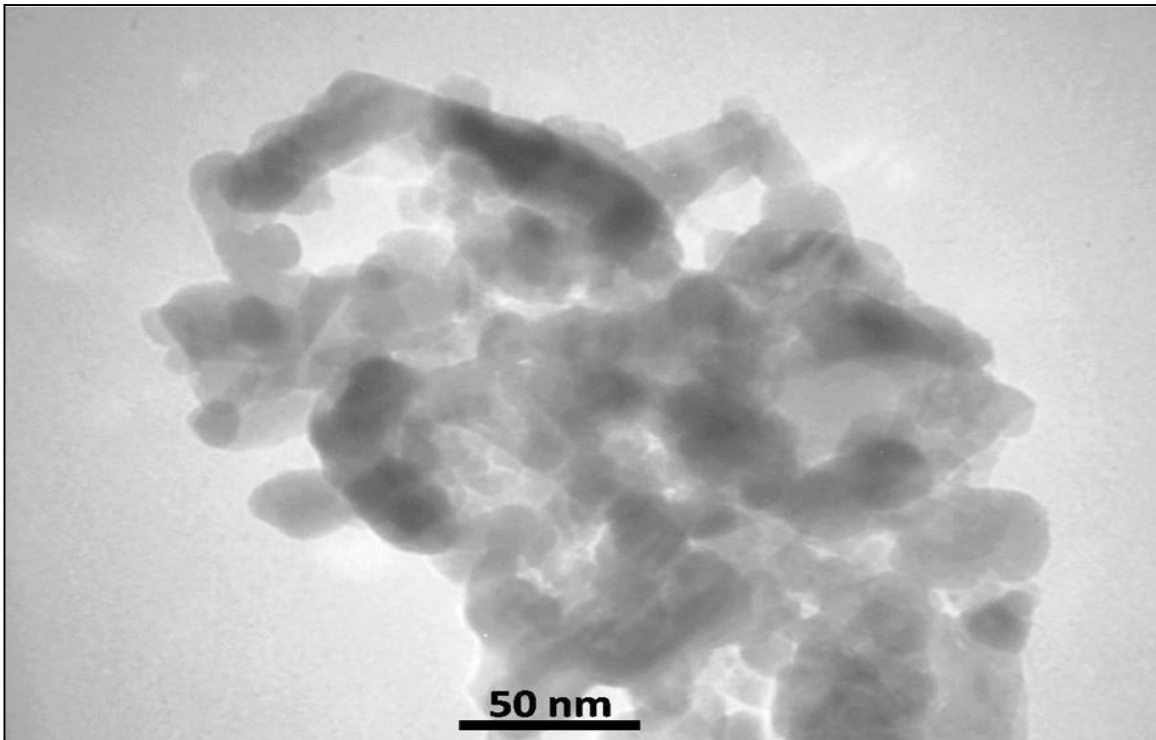
شكل (9) الفاعلية النسبية للتأثير التازري بين المستحضر التجاري البكتيري Amyloland مع ثلاث من مبيدات الاصل النباتي (2 مل + 2 غم / لتر) ضد *Brevicoryne brassicae*

بينت نتائج التأثير التازري تأثير التوليفة مبيد الاصل الاحيائي Amyloland و مبيدات الاصل النباتي بشكل واضح مع مرور الفترة الزمنية للمعاملة حيث سجل نسبة هلاك بلغت 100 % بعد 14 لتوليفة باليزين + اميلولاند و 21 يوما من المعاملة لجميع التوليفات . يتكون المبيد الحيوي Amyloland من بكتيريا *B. amyloliquefaciens* ، وهي بكتيريا معروفة بقدرتها على إنتاج مركبات فعالة في مكافحة الآفات الميكروبية، فضلاً عن مجموعة من المركبات ذات النشاط البيولوجي التي تمتلك تأثيراً فعالاً و مضاداً للآفات الحشرية و للفطريات الممرضة للنبات (Malik وآخرون، 2025) . أظهرت دراسة أجراها Guadalup وآخرون (2019) أن البكتيريا *B. amyloliquefaciens* تمتلك فعالية كبيرة في مكافحة حشرة المن الأخضر *Myzus persicae* من خلال تثبيط قدرتها على التكاثر.

تجدر الإشارة إلى أن الأبحاث الحديثة تؤكد فعالية المواد النانوية في تحسين أداء المبيدات الحشرية، حيث تستخدم كمواد مغلقة ووسائط بوليميرية لتعزيز اختراقها ونفاذيتها، مما يزيد من فعاليتها. وقد تم تطبيق هذا الأسلوب بنجاح مع عدة مبيدات منها Imidacloprid، Deltamethrin، و Lambdacyhalothrin (Mohammed و Alkazafy، 2014) . يُعزى هذا التأثير إلى الإنزيمات النشطة التي تنتجها هذه البكتيريا، والتي تمتلك أيضاً خصائص قاتلة للحشرات .

4-2-4: تقييم الكفاءة النسبية لفاعلية المبيد الحيوي Amyloland و SiO₂ NPs**1-4-2-4 فحص السيلكا النانوية SiO₂ NPs**

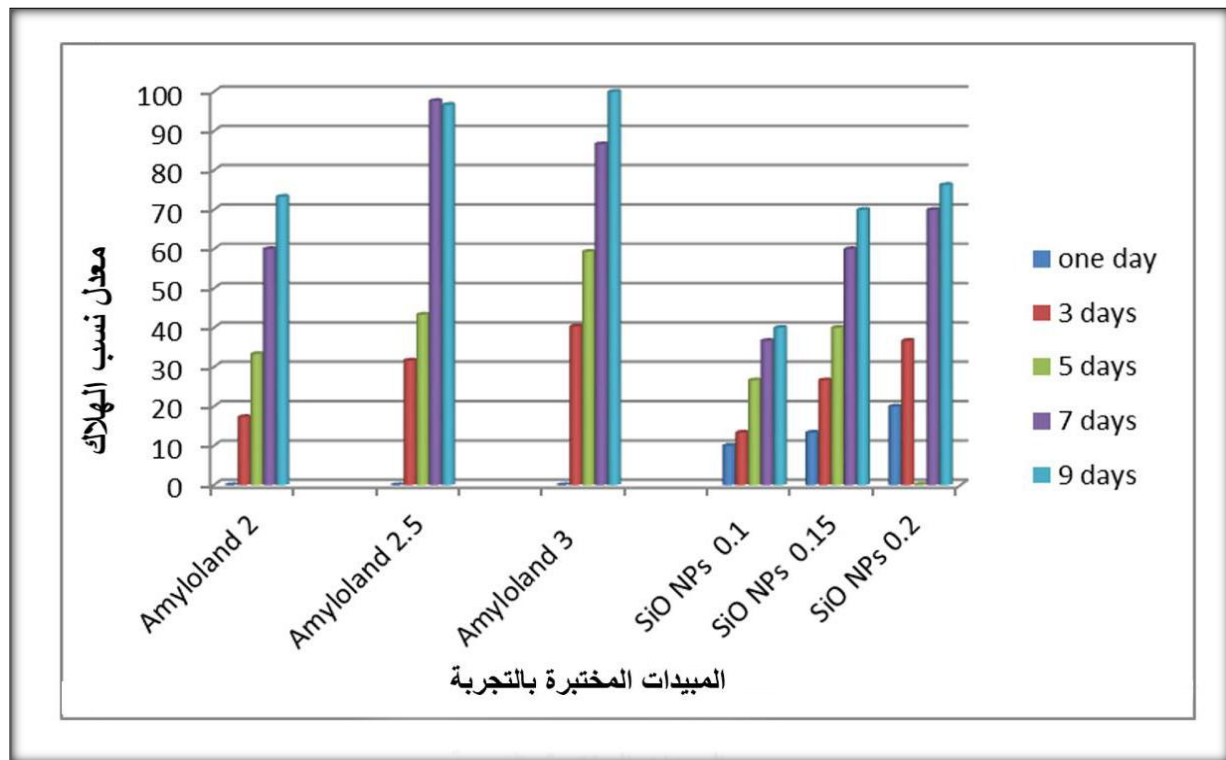
أظهرت نتائج الفحص باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) Scanning Electron Microscope أن متوسط قطر جسيمات السيلكا النانوية يبلغ حوالي 50 نانومتر، وذلك كما هو موضح في صورة (4)، مع درجة نقاء تصل إلى 98%. كما بيّنت نتائج تحليل الأشعة السينية المشتتة للطاقة (Energy Dispersive X-Ray Analysis, EDX) أن التركيب الكيميائي الكمي لجسيمات السيلكا النانوية يتكون من 66.38% سيليكون (Si)، و33.26% أوكسجين (O₂)، و0.37% صوديوم (Na)، و0.25% نحاس (Cu).



صورة (4) حجم دقائق السيلكا النانوية Dubey وآخرون (2015) .

2-4-2-4 تقييم الكفاءة النسبية للمبيد الحيوي Amyloland و السليكا النانوية حقلياً.

أشارت نتائج الدراسة شكل (10) عن تفوق المبيد الحيوي Amyloland عند جميع التراكيز في تحقيق أعلى نسب القتل ضد حوريات حشرة من اللهانة عند جميع الفترات الزمنية وبتفوق معنوياً على معاملة السليكا النانوية. حققت معاملات مبيد Amyloland عند التراكيز 2 ، 2.5 و 3 غم/لتر أعلى نسب القتل 40.3 ، 59.6 ، 86.3 و 100 % بعد 3 ، 5 ، 7 و 9 يوماً من المعاملة على التوالي مقارنة مع معاملة مركب السليكا النانوية عند التراكيز 100، 150 و 200 ملغم/لتر التي سجلت نسبة قتل في حوريات من اللهانة والتي بلغت 36.6 ، 50.1 ، 70.3 و 76.6 % و بالمدة الزمنية نفسها على التوالي . هذا التفاوت في النسب يدل ذلك على أن للبكتيريا تأثيراً تراكمياً أقوى من التأثير الفيزيائي للسليكا، خصوصاً في المراحل المتأخرة من المعاملة (اليوم السابع والتاسع)، حيث بلغت فعالية Amyloland أكثر من 86%، في حين لم تتجاوز فعالية السليكا النانوية 76.6% .



9.97	التداخل	11.28	الوقت	14.13	المعاملات	LSD 0.05
------	---------	-------	-------	-------	-----------	----------

شكل (10) كفاءة المبيد الحيوي البكتيري Amyloland و السليكا النانوية في السيطرة على من اللهانة حقلياً.

يعود تفوق Amyloland إلى قدرته الحيوية على إفراز مركبات سامة ومضادة للحشرات (مثل iturin و surbactin و fengycin)، والتي تؤدي إلى اختراق الجهاز الهضمي للحشرة والتسبب في موتها تدريجياً. بينما تقتصر آلية عمل جسيمات السليكا النانوية على إحداث أضرار ميكانيكية في طبقة الكيوتكل للحشرة، ما يؤدي إلى فقدان الماء والجفاف، لكنها أقل استدامة أو قدرة على التراكم داخل جسم الحشرة. (López-Isasmendi و اخرون ، 2019).

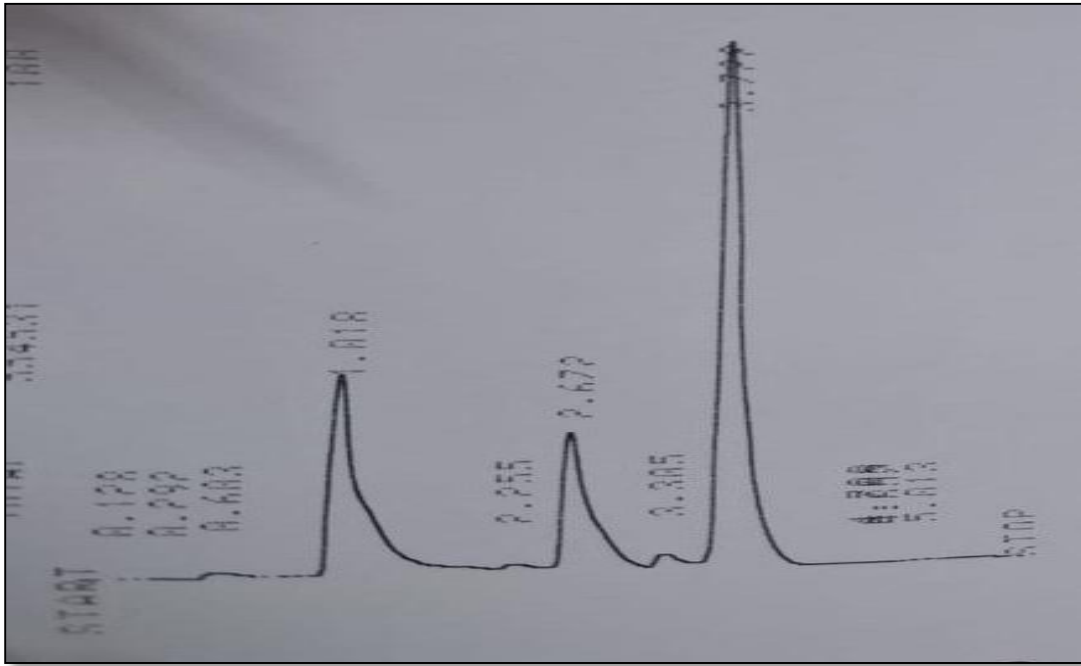
وجد Yun واخرون (2013) ان تأثير هذا المبيد البكتيري ضد *Myzus persicae* وذلك بسبب امتلاكه لأنزيمات قادرة على تحليل انسجة جدار الحشرة ، كما اشار Lim واخرون (2011) ان سلالة *B. amyloliquefaciens* لها القدرة على مكافحة العديد من الآفات الحشرية النباتية بسبب قدرتها على انتاج البيبتيدات الدهنية مثل iturin ، fengycin ، bacillomycin و surfactin و المضادات الحيوية ثنائية الببتيد مثل bacilysin و subtilin وتتميز هذه المركبات المختلفة بتأثيرها على طيف واسع من الكائنات الحية وقدرتها على تحلل الخلايا خاصة للجدار الخلوي. اشار Eesa و Mohammadali (2024) . تُعتبر المبيدات الحشرية الميكروبية صديقة للبيئة، إذ تُساهم في تعزيز التنوع البيولوجي ضمن النظم البيئية من خلال تقليل تأثيرات الآفات الطبيعية الأخرى. وبفضل خصوصيتها العالية تجاه الآفات المستهدفة، تُظهر كفاءةً كبيرة في مكافحة (Pan واخرون ، 2023) .

3-4 التقييم الحيوي للمبيد المحمّل على السليكا النانوية بالتزامن مع مبيد Lambdacyhalothrin عند التركيز الموصى به حقلياً.

1-3-4 الكشف عن Lambda@sio₂nps باستخدام تقنية HPLC

أظهرت نتائج تحليل المركب Lambda@sio₂nps باستخدام تقنية الكروماتوغرافيا السائلة عالية الكفاءة (HPLC) شكل (11) نجاح عملية تحميل مبيد Lambda-cyhalothrin على جسيمات السليكا النانوية، حيث لوحظت ذروة كروماتوغرافيا واحدة حادة عند زمن إحتجاز ثابت دون ظهور ذروات إضافية تشير إلى تحلل أو تفاعل كيميائي. يُعزز ذلك من فرضية أن التحميل قد تم عبر آلية إمتزاز فيزيائي سطحي (Physical Adsorption) ، وليس من خلال إحتواء داخل الجسيمات (Encapsulation) أو تكوين روابط كيميائية جديدة، الأمر الذي يُشير إلى إحتفاظ المبيد ببنية الكيمائية الأصلية (Bueno ، 2021 ، Zhou ؛ واخرون ، 2023).

إن طبيعة الذروة الحادة والمنفردة تدل على نقاوة المركب المحمّل واستقراره، مما يُعد مؤشراً إيجابياً على فعالية وخصوصية نظام التحميل. وتكتسب هذه النتيجة أهمية كبيرة في مجال تطوير أنظمة الإطلاق الموجّه والبطيء للمبيدات، حيث يتيح استخدام جسيمات السليكا النانوية تحسين الخصائص الحركية للمبيد (مثل معدل التحرير، التوزيع الموضعي، وثبات المركب)، وبالتالي تقليل الجرعة المطلوبة وتحسين الأمان البيئي (Kapeleka و Mwema ، 2024 ، Kah ؛ واخرون ، 2013) كما أن تحميل المبيدات على جسيمات نانوية مثل السليكا يساهم في الحد من التدهور السريع للمادة الفعالة ويقلل من فقدانها في التربة أو المياه، مما ينعكس إيجاباً على الفعالية البيولوجية وكفاءة المكافحة (Sahoo واخرون ، 2021). ومن هذا المنطلق، فإن النتائج المتحصّل عليها تعكس كفاءة النظام النانوي المُستخدم، وتفتح آفاقاً واسعة في تصميم أنظمة توصيل ذكية للمبيدات في التطبيقات الزراعية الحديثة.



شكل (11) الكشف عن مركب Lambda@ SiO_2nps باستخدام تقنية HPLC

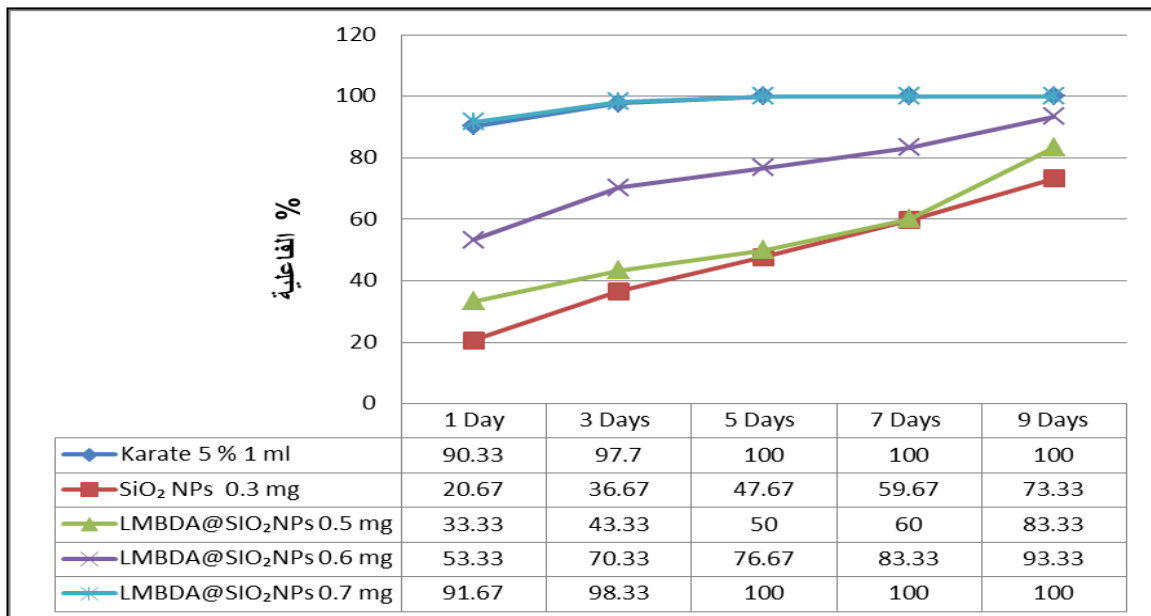
4-3-2 التقييم الحقلّي للمركب المحمل نانويًا ومبيد Lambdacyhalothrin

يوضح الشكل (12) التغير الزمني في الفعالية النسبية (%) لمعاملات مختلفة، شملت المبيد الكيميائي التجاري Karate 5% EC و مركب السليكا النانوي (SiO_2 NPs) والمبيد النانوي المحمل Lambda@ SiO_2nps بتركيزات مختلفة، وذلك خلال فترات زمنية امتدت إلى تسعة أيام بعد المعاملة. أظهرت معاملة Karate 5% فعالية عالية منذ اليوم الأول، حيث سجلت نسبة قتل بلغت 90.33%، واستمرت بالارتفاع لتصل إلى 100% بداية من اليوم الخامس. بينما بينت معاملة SiO_2 NPs بتركيز 0.3 ملغم/لتر فعالية متدنية نسبياً، حيث بدأت بنسبة 20.67% في اليوم الأول، ووصلت إلى 73.33% فقط في اليوم التاسع، ما يؤكد محدودية تأثير السليكا النانوية وحدها كمبيد حشري فعال. تشير النتائج إلى وجود علاقة ارتباطية إيجابية بين زيادة تركيز المستحضر المركب من المبيد الكيميائي Lambdacyhalothrin المحمل على جسيمات السليكا النانوية (Lambda@ SiO_2nps) وتحسن كفاءته البيولوجية. حيث أظهرت النتائج تحسناً تراكمياً في الأداء مع زيادة التركيز تحديداً عند التركيز 0.7 ملغم/لتر، حيث سجل فاعلية نسبية تقارب فعالية المبيد الكيميائي القياسي، حيث بلغت 91.67% في اليوم الأول و100% بدءاً من اليوم الخامس. يعكس الأداء المتفوق لتركيبية

Lambda@ SiO_2NPs 2، خصوصًا عند التركيز 0.7 ملغم/لتر، تأثيرًا تآزري بين العنصر النشط (Lambdacyhalothrin) وجسيمات السليكا النانوية من حيث السليكا النانوية تعزز ثبات المبيد الكيميائي وتحسن من قدرته على الالتصاق بسطح الجسم الحشري. هذا التآزر يتيح استخدام جرعات أقل من المادة الفعالة، ويطيل فترة بقاء التأثير، مما يخفض من معدل تكرار الرش.

تُساهم المواد النانوية في حماية المادة الفعالة للمبيدات الحشرية من التدهور المبكر، مما يعزز من استقرارها ويزيد من كفاءتها في مكافحة الآفات. فضلًا عن ذلك، فإنها تُقلل من الاعتماد على المبيدات الحشرية التقليدية، مما يُسهم في تقليل الآثار البيئية والصحية الضارة المرتبطة باستخدامها (Wang وآخرون، 2024؛ Nuruzzaman وآخرون، 2016).

تتميز المبيدات النانوية القائمة على السليكا بمجموعة من المزايا مقارنة بأشكال الجرعات التقليدية، بما في ذلك انخفاض الجرعات المطلوبة للفعالية، وتحسين الاستقرار الضوئي والحراري، والقدرة على التوصيل المستهدف، وإطالة فترة الفعالية، وزيادة الكفاءة بصورة عامة. في ضوء الحاجة الملحة لتخفيف الآثار السلبية للمبيدات الحشرية التقليدية على البيئة والكائنات غير المستهدفة. ومع ذلك، فإن التوسع في استخدامها على نطاق واسع يتطلب معالجة التحديات المتعلقة بالمخاطر البيئية المحتملة لهذه المنتجات الجديدة (Kah وآخرون، 2018؛ Li وآخرون، 2019).



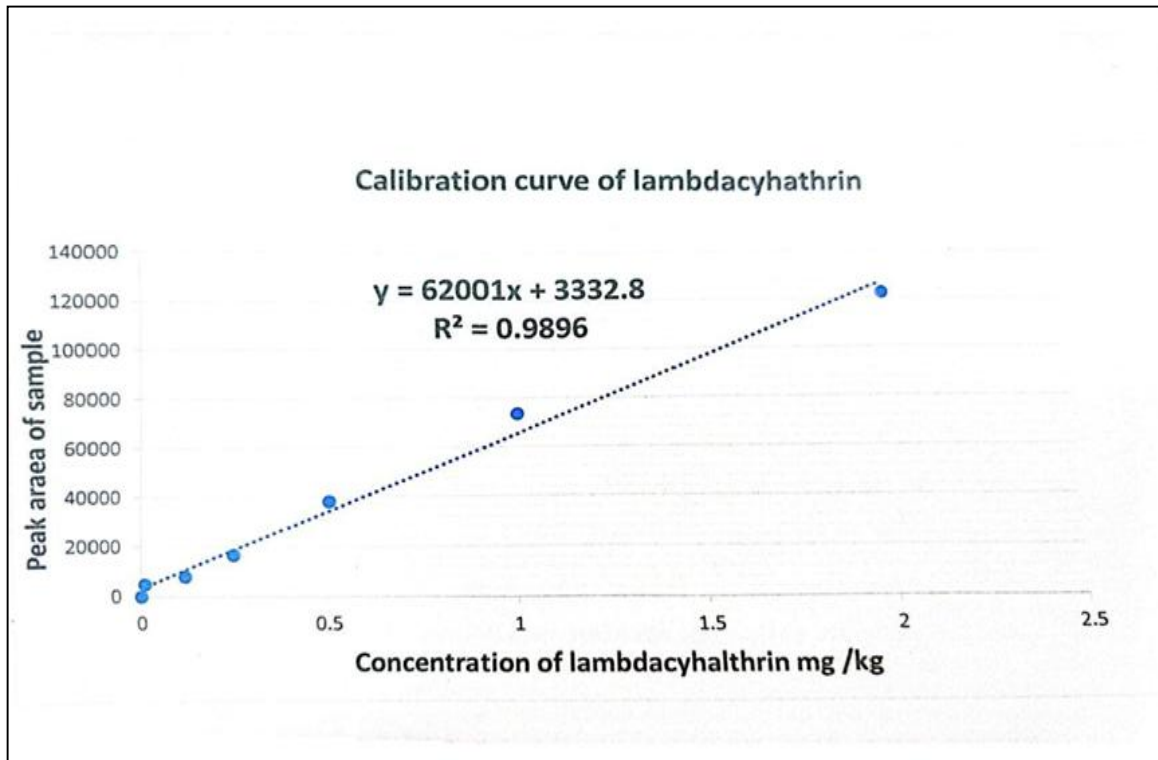
شكل (12) الفاعلية النسبية للمبيد الكيميائي Lambdacyhalothrin و السليكا النانوية و المبيد الكيميائي المحمل على السليكا النانوية ضد حشرة من الالهانة .

4-4 كفاءة الإسترجاع

تم استخدام طريقة الإستخلاص المتبعة لمبيد الـ Lambdacyhalothrin لتقييم كفاءة إستخلاص متبقيات المبيد من أوراق نبات اللهانة. حيث تم حساب نسبة الإسترداد وفقاً للمعادلة التالية: نسبة الاسترداد (%) = (كمية المتبقيات المستخلصة / الكمية الكلية المضافة) $\times 100$ وأظهرت النتائج أن نسبة الإسترداد تراوحت بين 97.72% و 99.54%، مع انحراف معياري نسبي بلغ 2.53%. هذه النتائج تتوافق مع طريق الاستخلاص المتبقية من قبل Singh (2024) حول تقدير متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin في عينات ثمار الباميا، حيث سجلت نسبة إسترداد بلغت 96.97%. مما يؤكد على كفاءة الطريقتين في إستخلاص وتحديد متبقيات المبيد، ويُسهّل إجراء مقارنات دقيقة بين تراكيز المبيد في العينات المختلفة.

4-5 تحضير المنحنى القياسي

تم تحضير سلسلة من المحاليل القياسية لمبيد Lambdacyhalothrin بتركيزات تتراوح بين 0.1 و 2 جزء في المليون (ملغم \ لتر)، ثم حقنت مباشرة في جهاز الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC). بعد ذلك، تم رسم العلاقة البيانية بين مساحة القمة (peak area) على المحور الصادي وتركيز المبيد (ملغم \ لتر) على المحور السيني؛ لإنشاء منحنى المعايرة القياسي. أظهر تحليل الانحدار الخطي توافقاً عالياً مع معادلة من الدرجة الأولى، حيث بلغ معامل التحديد (R^2) قيمة 0.98969، مما يشير إلى وجود علاقة خطية قوية بين مساحة القمة وتركيز المبيد. هذه النتيجة تؤكد دقة تحضير المحاليل القياسية وكفاءة تحديد زمن الإحتجاز، مما يعزز موثوقية الطريقة التحليلية المستخدمة في التقييم الكمي. شكل (13) .

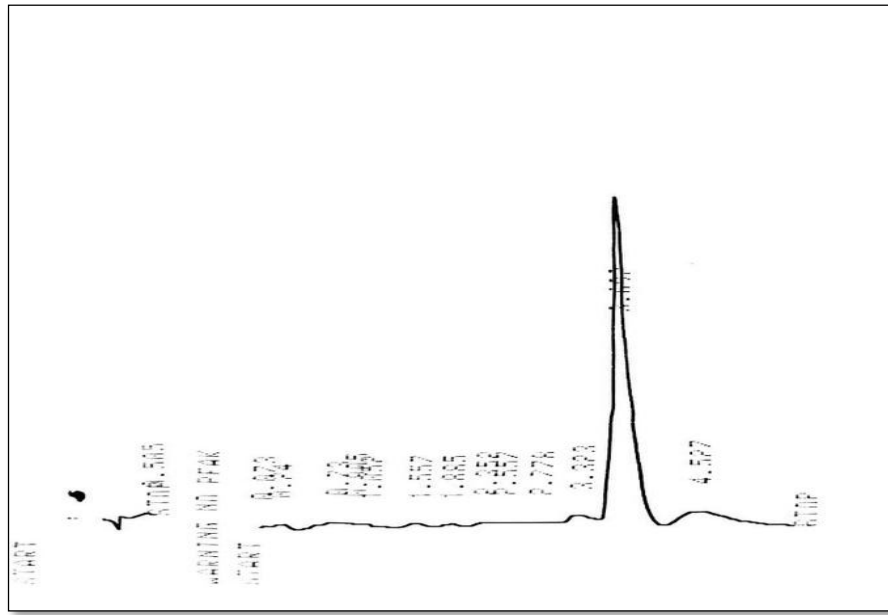


شكل (13) : المنحني القياسي للمبيد Lambdacyhalothrin

6-4 دراسة تلاشي متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin في أوراق اللهاة

1-6-4 متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin

تم حقن المحلول القياسي لمبيد Lambdacyhalothrin بتركيز 1μ في جهاز الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC)، حيث أظهر المنحني الكروماتوغرافيا قمة عند زمن إحتجاز قدره 3.69 دقيقة. إستُخدمت هذه القمة كمعيار مرجعي للتعرف على المادة الفعالة للمبيد في العينات المجهولة التي تم جمعها خلال الفترات الزمنية المختلفة الشكل (14).



Seq	Subjects	Retention time minute	Area μ volt	Concentration 1mg/l, (ppm)
1	lambda-cyhalothrin	3.692	122710	ppm

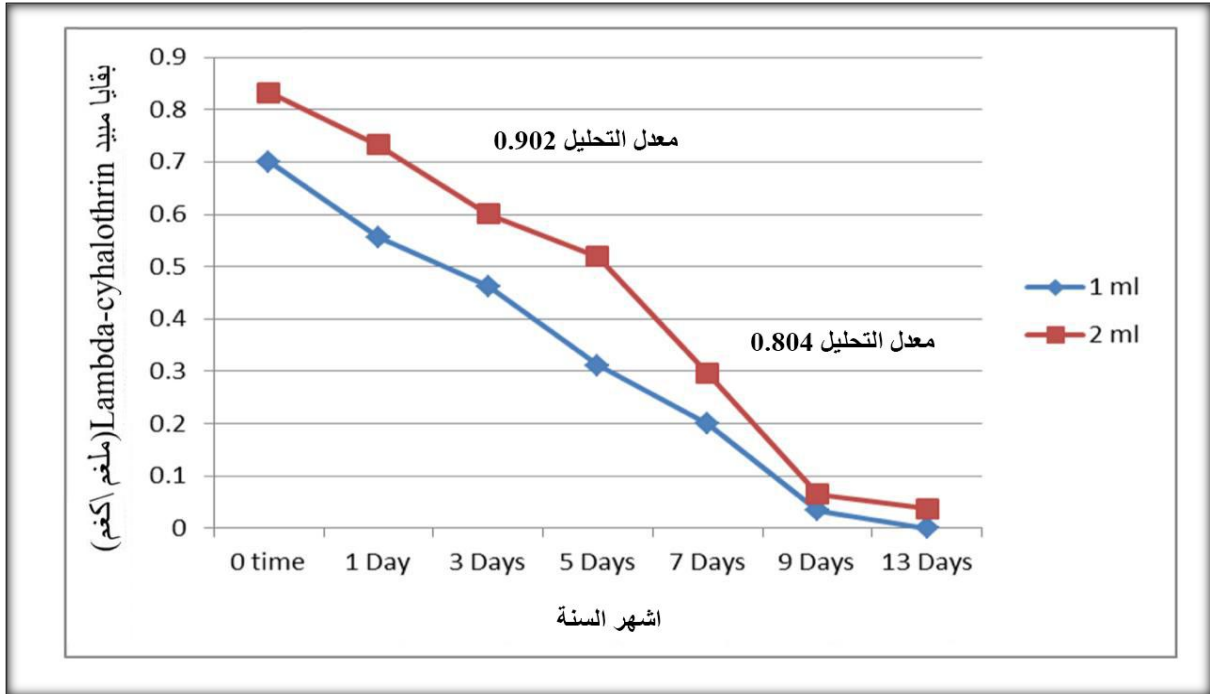
شكل (14) منحنى المادة القياسية للمبيد Lambdacyhalothrin

إذ يُلاحظ من دراسة تلاشي مبيد Lambdacyhalothrin ولمدة 13 يوماً كما في الجدول (5) والشكل (15) الخاص بمنحنى تلاشي المبيد في أوراق اللهانة وبالتركيزين الموصى 1 مل / لتر وضعف التركيز 2 مل / لتر إحتواء أوراق نبات اللهانة على تركيز عالي من المبيد بعد المعاملة بساعة واحدة وهو 0.700 ملغم / كغم للتركيز الموصى و 0.832 ملغم / كغم لضعف التركيز ، بعد يوم من المعاملة سجلت المعاملتين تركيز بلغ 0.556 و 0.733 ملغم / لتر و على التوالي ، ثم بدأ تركيز المبيد بالانخفاض لحين الوصول الى التركيز 0.0335 ملغم / كغم في اليوم التاسع وبعدها لم يتحسس جهاز HPLC لأي تركيز للأوراق المعاملة بالتركيز الموصى بينما وصل الانخفاض في تركيز المبيد الى 0.0373 ملغم / كغم بعد 13 يوماً من الرش للأوراق المعاملة بضعف التركيز . بلغ العمر النصفى ($t_{1/2}$) **Half-life** للتركيز الموصى به 3.3 أيام و لضعف التركيز 3.7 أيام . وحسب نتائج الدراسة يكون فترة ما قبل الحصاد PHI هي 7 أيام .

جدول (5) تلاشي كميات المبيد Lambdacyhalothrin (ملغم / كغم) من أوراق اللهاثة المعاملة باستخدام التركيز الموصى به وضعف التركيز .

Area peak	تركيز 2 مل ملغم / كغم	Area peak	تركيز 1 مل ملغم / كغم	الوقت
102157	0.832	85995	0.700	0 time
90069	0.733	68234	0.556	1 Day
73840	0.601	58881	0.462	3 Days
63749	0.519	38164	0.311	5 Days
36298	0.295	28232	0.200	7 Days
8001	0.065	4120	0.0335	9 Days
4584	0.0373	N. D.	N. D.	13 Days

N. D. = (NOT DETECT)



شكل (15) المدة الزمنية لتلاشي كميات المبيد Lambdacyhalothrin من أوراق اللهاثة المعاملة به (ملغم / كغم) باستخدام التركيز الموصى به وضعف التركيز.

أشار Shalaby (2017) في دراسة أجريت لقياس متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin على نبات الفلفل الحلو خلال فترات حصاد مختلفة (بعد ساعتين من الرش)، ثم بعد 1، 3، 6، 9، 12 و 15 يوماً من تطبيق المبيد. كشفت النتائج أن نسبة التلاشي كانت أعلى في ثمار الفلفل الحلو مقارنةً بالأوراق. حيث بلغت قيم العمر النصفى للمبيد 2.68 و 3.45 أيام في ثمار وأوراق الفلفل الحلو على التوالي. في دراسة أخرى بين Djouaka وآخرون (2018) في دراسة أجريت لتقدير متبقيات مبيد Lambdacyhalothrin على أوراق نبات الخس و اللهاثة ، كشفت النتائج أن مستويات تركيز

مُتبقّيات المبيد في أوراق الخس قد إنخفضت من 4.2 ملغم/كغم في اليوم الأول إلى حوالي 0.2 ملغم/كغم في اليوم السابع ، من اليوم التاسع إلى اليوم الرابع عشر بعد المعاملة بالمبيد لم يتم الكشف عن أي أثر لهذا المبيد في أوراق محصول الخس . فيما يخص محصول اللهانة ، تم الكشف عن تسجيل التركيز 11.84 ملغم/كغم من متبقّيات المبيد في اليوم الأول بعد المعاملة. إنخفض هذا التركيز إلى 3.05 ملغم/كغم بحلول اليوم السابع. أما في اليوم العاشر والرابع عشر، فقد سجل وجود متبقّيات المبيد في أوراق اللهانة بتراكيز بلغت 1.14 ملغم/كغم و 2.60 ملغم/كغم على التوالي.

أشارت سلطة السلامة الغذائية الأوروبية EFSA - European Food Safety Authority بأن قيمة MRL لمحصول اللهانة بما فيها الحمراء والبيضاء وكذلك اللهانة الصينية هي 1.0 ملغم / كغم (EFSA ، 2024) .

تتراوح قيمة العمر النصفى Half-life لمبيد Lambdacyhalothrin من 2.8 إلى 3.5 يومًا ويُقترح ان تكون فترة حصاد آمنة مدتها 5 أيام على أوراق الشاي بالتركيز الموصى بها (Seenivasan و Muraleedharan ، 2009) . مقارنة بالعمر النصفى للمبيد على ثمار قرع الكوسه و الذي بلغ 4 ايام (Lofty واخرون ، 2013) . كما بلغ العمر النصفى للمبيد على قرون اللوبياء 6 ايام (ZHANG واخرون ، 2016) على ثمار نبات الجوافة بلغ العمر النصفى 4.41 الى 4.71 ايام (Devi و اخرون ، 2016) بينما بلغ العمر النصفى لمبيد لامبداسيهالوثرين على ثمار الباذنجان من 2.06 الى 2.13 ايام (Mishra واخرون ، 2022) .

4-6-2 تأثير استخدام طرق التحضير الغذائي على تلاشي مبيد

Lambdacyhalothrin

4-6-2-1 الغسل بماء الحنفية والصابون

أدى غسل أوراق اللهانة بماء الحنفية مع استخدام الصابون السائل ولمدة دقيقة واحدة مع الدعك المستمر إزالة 25.19 % اذ كان تركيزه 0.523 ملغم / كغم بعد ان كان تركيزه 0.7 ملغم / كغم . الصابون السائل يعمل كعامل استحلاب (Emulsifier) ، يذيب الشحرات الدهنية للمبيد (-lambda cyhalothrin مركب كاره للماء). اضافة الى ان الدعك الميكانيكي يزيل المبيد المترسب على السطح الخارجي للأوراق (Kaushik واخرون ، 2009 ; Keikotlhaile و Spanoghe ، 2011). كما في شكل (16) .

4-2-6-2 الغمر بالمحلول الملحي 5 % NaCl

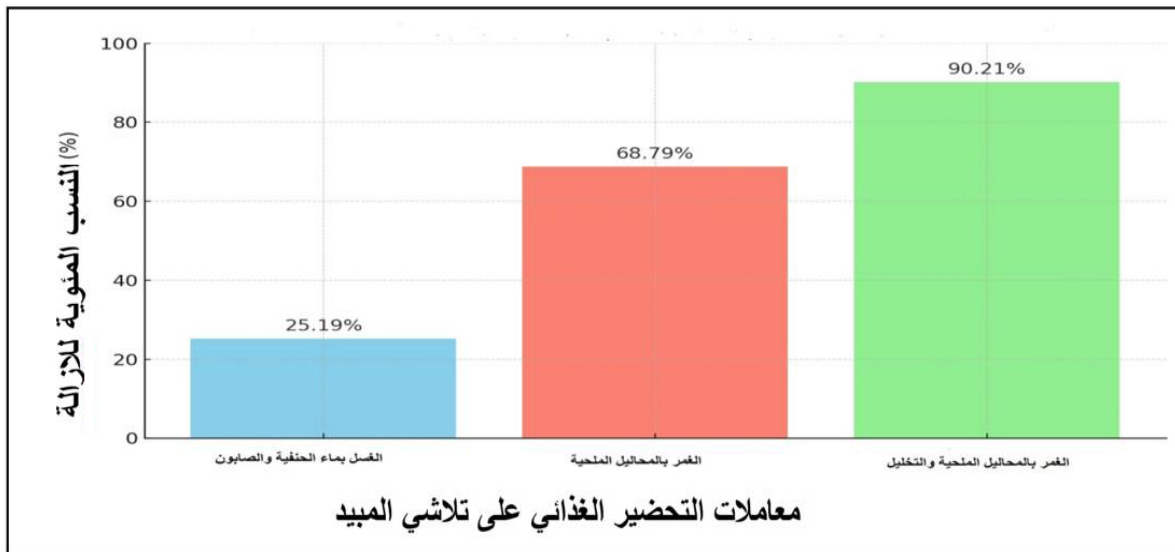
أزالت عملية غمر أوراق اللهانة بالمحلول الملحي بتركيز 50 غم / لتر ولمدة نصف ساعة 68.79 % حيث وصل تركيزه 0.218 ملغم / كغم بعد ان كان 0.7 ملغم / كغم .

التأثير الأسموزي: ارتفاع تركيز الملح يحدث ضغطاً أسموزياً يسحب الماء والمبيد من أنسجة الأوراق. حيث تتبادل أيونات الصوديوم ($+Na$) تتنافس مع مبيد الـ λ -cyhalothrin على مواقع الامتصاص في أنسجة النبات (Fenik وآخرون ، 2011 ، Zhang وآخرون ، 2007) . كما في شكل (16) .

4-2-6-3 الغمر بالمحاليل الملحية والتخليل

محلول ملحي تركيز 50 غم / لتر ولمدة 10 أيام وبعدها غمرت بالخل الصناعي (حامض الخليك) لمدة 5 أيام : ازلت هذه العملية نسبة 90.21 % اذ وصل تركيزه الى 0.068 ملغم / كغم من اصل 0.7 ملغم / كغم .

النوع الملحي يزيل الجزء الأكبر من المبيد السطحي. اما حامض الخليك (CH_3COOH) يحفز التحلل المائي (Hydrolysis) للمبيد، خاصة في الوسط الحامضي (Krol و وآخرون ، 2000 ؛ Sandhu و Bajwa ، 2014) . كما في شكل (16) .



شكل (16) دور العمليات الغذائية في إزالة متبقيات مبيد λ -cyhalothrin

تتفق نتائج هذه الدراسة فيما يخص كفاءة الغمر بالمحاليل الملحية و التخليل في التقليل من الاثر المتبقي للمبيد مع دراسة ابو دكة (2021) حيث اشار الى كفاءة هذه الطريقة في تحقيق نسبة بلغت 88.41% عند اجراء هذه العملية على اوراق اللهانة المعاملة بمبيد Acetamiprid عند التركيز الموصى به مقارنة بعملية الغسل بالماء و الصابون و التي حققت اقل نسب الخفض مسجله 25.19% . اشار Shalaby (2017) في دراسة بينت أن الغسل بماء الحنفية والصابون يمكن أن يزيل حتى 31.5% من بقايا Lambda-cyhalothrin من الفلفل الحلو . بين Muralikrshna و اخرون (2019) الذي أوضحوا دراستهم أن الغمر في محلول NaCl تركيز 2% لمدة 15 دقيقة أزال 58.5% من بقايا المبيدات على الطماطة، مع ملاحظة ازدياد النسبة مع زيادة تركيز ومدة النقع . وفي دراسة Abdullah و اخرون (2016) بين ان استخدام عملية الخليل عند التركيز 4% في تنظيف الخضروات الملوثة بمبيدات البيرثرويدات المصنعة ومنها Lambda-cyhalothrin أدى إلى تحقيق نسبة إزالة تصل إلى 59.3%، بينما ساعدت التركيبات التي تشمل ملح و خل في تحقيق إزالة أكبر وصلت إلى 68.9% .

5- الإستنتاجات و التوصيات

1-5 الإستنتاجات

Conclusions

- 1- تشير النتائج بأن صنف اللهانة الحمراء مقاومة أعلى مقارنة بالصنف الأخضر، حيث سجلت أعلى كثافة عددية 1.33 حورية/ورقة مقابل 7.04 حورية/ ورقة؛ بسبب ارتفاع تركيز مركبات الكلوكوسينولات (GSLs) بنسبة 50% في الأصناف الحمراء.
- 2- بينت النتائج أن ذروة الكثافة العددية للحوريات قد بلغت 7.04 حورية/ورقة في الأسبوع الرابع من تشرين الثاني 2024، مع انخفاض ملحوظ إلى 0.08 حورية/ورقة بحلول كانون الثاني 2025 بسبب انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية.
- 3- ان مبيد الباليزين النباتي قد تفوق في الفعالية النسبية (91.28% بعد 21 يومًا) مقارنة بمبيدات توندكسير و اوكسيمترين (72.48% و 73.3% على التوالي)، مع تحقيق نسبة قتل 100% بعد 14 يومًا.
- 4- أظهر المبيد الحيوي *Amyloland (B. amyloliquefaciens)* فعالية عالية عند التركيز 3 غم/لتر، حيث حقق نسبة قتل 100% بعد 9 أيام، متفوقًا على جسيمات السيلكا النانوية (SiO_2) (NPs) التي بلغت فعاليتها 76.6% .
- 5- حققت التركيبة التازرية (باليزين + *Amyloland*) أعلى نسبة قتل 100% بعد 14 يومًا، مقارنة بالتركيبات الأخرى مثل (توندكسير + *Amyloland*) و (اوكسيمترين + *Amyloland*) .
- 6- أظهر المبيد النانوي $\text{Lambda@sio}_2\text{nps}$ 0.7 ملغم /لتر فعالية مماثلة للمبيد الكيميائي Karate 5%، حيث حقق نسبة قتل 100% بعد 5 أيام، مع تقليل الجرعة المطلوبة.
- 7- انخفضت متبقيات مبيد *Lambdacyhalothrin* في أوراق اللهانة من 0.700 ملغم/كغم إلى 0.0335 ملغم/كغم بعد 9 أيام، مع عمر نصفي يتراوح بين 3.3 و 3.7 يوم.
- 8- أشارت الدراسة طرق التحضير الغذائي عن تفوق معاملة الغمر بالمحلول الملحي، والتخليل عن إزالة تصل إلى 90.21% من متبقيات المبيد اذ وصل تركيزه الى 0.068 ملغم / كغم من اصل 0.7 ملغم / كغم .

Recommendation

2-5 التوصيات

- 1- إستخدام المبيد النباتي باليزين والمبيد الحيوي Amyloland كبدائل فعالة وصديقة للبيئة للمبيدات الكيميائية التقليدية مع إمكانية دمج هذه المبيدات ذات الأصل الحيوي مع إستراتيجيات مكافحة المتكاملة (IPM) لتعزيز فعاليتها وتقليل الإعتماد على المبيدات الكيميائية. دمج التركيبة التازرية (باليزين+Amyloland) في برامج مكافحة لتحسين الفعالية وتقليل الإعتماد على المبيدات الكيميائية.
- 2- تطبيق فترة ما قبل الحصاد (PHI) مدتها 7 أيام عند إستخدام مبيد Lambdacyhalothrin لضمان إنخفاض متبقيات المبيد إلى الحدود الآمنة .
- 3- تشجيع المستهلكين على غسل أوراق اللهانة بالمحلول الملحي 5% NaCl أو الخل الصناعي لإزالة متبقيات المبيدات بنسبة تصل إلى 90%.

6- المصادر

6- 1 المصادر العربية

- ابو دكة ، احمد برير . (2021) . دراسة بقايا المبيدين SP 20 % Acetamidrid و WG % 25 Thiamethoxam واستخدامها لمكافحة المن *Brevicoryne Homoptera: Aphididae brassicae* على محصول اللهانة ودور بعض العمليات الغذائية في خفضهما . رسالة ماجستير . كلية الزراعة ، جامعة كربلاء . 104 صفحة.
- الاسدي ، سارة محمد عبد علي . (2018) . دراسات بيئية لأنواع التربس على محصول الخيار بالزراعة المكشوفة والمحمية وتقييم بعض عناصر الإدارة المتكاملة ، رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد ، 84 صفحة .
- الثرواني ، وسن صاحب عطية . (2023) . تأثير بعض العوامل الأحيائية والسليكا والفضة النانوية في تحطيم مبيد الادغال كلايفوسيت في التربة . رسالة ماجستير . كلية الزراعة ، جامعة كربلاء . 155 صفحة .
- الراوي، خاشع محمود و خلف الله عبد العزيز محمد. 2000. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. الطبعة المنقحة. دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق. ص488.
- الظاهري، علي ماجد عمران. (2020) . دراسة لبعض الجوانب البيئية وطرائق مكافحة للحشرة القشرية الصفراء *(Hemiptera : Diaspidiae) Aonidieella orientalis* على الحمضيات في وسط العراق، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 104 صفحة.
- العادل ، خالد محمد . 2006 . مبيدات الآفات مفاهيم اساسية ودورها في المجالين الزراعي والصحي . كلية الزراعة - جامعة بغداد . 422 صفحة .
- العامري، احمد عودة لفته. (2022) . دراسة حياتية لحشرة البق الشبكي المطرز على بعض أشجار الفاكهة وتقييم كفاءة بعض المبيدات الكيميائية والفطريات الممرضة

للحشرات في مكافحتها، رسالة ماجستير، كلية علوم الهندسة الزراعية، جامعة بغداد، 120 صفحة.

العزاوي، **خلود عبد المجيد**. (1988). تلاشي بقايا مبيد الفنتراثايون "سوميثيون" في محصول الخيار في البيوت المحمية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة بغداد. 60 صفحة.

العزاوي، **عبد الله فليح و ابراهيم قدوري ق دو و حيدر صالح الحيدري**. (1990). الحشرات الاقتصادية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. 650 صفحة.

المشهداني، **وسام علي**. (2011). دراسة متبقيات بعض المبيدات الحشرية على محصول الخيار ودور بعض عمليات التحضير الغذائي في خفضها. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد. 100 صفحة.

المكصوسي، **سلام هاشم**. (2021). دراسة بقايا المبيدين Abamectin 1.8 % EC و Chlorfenapyr 24% SC واستخدامهما لمكافحة الحلم ذي البقعتين *Tetranychus urticae* Koch على محصول الخيار تحت ظروف الزراعة المحمية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة كربلاء. 112 صفحة.

حبيب، **نور جاسب**. (2022). تقييم كفاءة بعض المركبات النانوية والمبيدات ذات الأصل النباتي، والمستحضر الحيوي التجاري Naturalis-L في السيطرة على حشرة خنفساء الطحين الصدئية الحمراء (*Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera:Tenebrionidae) تحت ظروف المختبر. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة كربلاء. 124 صفحة.

حسين، **علاء حسين**. (2018). دراسة بقايا المبيدين Oxymatrine 2.4% S.L و Imidacloprid 20% S.L واستخدامهما لمكافحة المن *Aphis gossypii*

- Glopher على محصول الخيار. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة بغداد. 108 صفحة.
- خليل ، سارة اسماعيل.(2022). دراسة تأثير المستخلص النانوي لبذور وأوراق نبات لنك الدنيا / *Eriobotrya japonica* على بعوض *Culex pipiens*. رسالة ماجستير ،كلية العلوم للنبات، جامعة بغداد ، جمهورية العراق. 115 صفحة.
- عفيفي ، فتحي عبد العزيز.(2002). المستخلصات النباتية والفعالية البيولوجية. مكتبة الثقافة الدينية. جمهورية مصر العربية. 388 صفحة .
- عيسى ، امين طاهر . (2024). تقييم كفاءة بعض المبيدات ذات الاصل الحيوي بالصورة الطبيعية والنانوية للأداء الحياتي لخنفساء اللوبيا الجنوبية *Callosobruchus maculatus* (Fabricius)(Coleoptera:Bruchidea) . رسالة ماجستير . كلية الزراعة ، جامعة كربلاء . 153 صفحة.
- كشمر ، اقبال زهو عبد . (2023) . التقييم الحيوي Bioassay لتأثير البوليمر الحيوي Chitosan مع بعض المبيدات الآمنة وصديقة البيئة في السيطرة على خنفساء اللوبيا الجنوبية *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) . رسالة ماجستير . كلية الزراعة ، جامعة كربلاء . 96 صفحة .
- هياة الإحصاء ونظم المعلومات الجغرافية.(2024). انتاج المحاصيل والخضروات وزارة التخطيط العراقية ،الجهاز المركزي للإحصاء ،مديرية الاحصاء الزراعي . تقرير إحصائي لشهر نيسان 2024.
- يحيى ، ايلاف عماد يحيى .(2022). استخدام تقانة HS- SPME Fiber للكشف عن المركبات العضوية المتطايرة لخنفساء الحبوب الشعيرية الخابرا *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) على الحنطة واستخدام بعض المبيدات الحيوية لمكافحتها . رسالة ماجستير . كلية الزراعة ، جامعة كربلاء . 85 صفحة.

6-2 المصادر الاجنبية

- Abd-Elsalam, K. A., & Prasad, R. (Eds.). (2018).** Nano biotechnology applications in plant protection. Springer.291 pp.
- Abdullah, Randhawa, M. A., Asghar, A., Pasha, I., Usman, R., Shamoon, M., & Ahmad, N. (2016).** Evaluation of various soaking agents as a novel tool for pesticide residues mitigation from cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis). Journal of food science and technology, 53, 3312-3319.
- Aetiba ,J .P.N. , Osekre ,E. A. (2016).** Management of Insect Pests of Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Using Oxymatrine-based Insecticide . Sciencedomain international. AIR, 6(1): 1-7.
- Ahmadi M., Amiri-Besheli B., Hosieni S.Z. (2012).** Evaluating the effect of some botanical insecticides on the citrus mealy bug *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). African Journal of Biotechnology 11 (53): 11620–11624.
- Ahmed, A. Mounir, S. He, b. Lee, Y. He, b. Yishin, and. He, Y. (2020).** Biocontrol arsenals of bacterial endophytes: an imminent victory against a rare root disease. Microbiology Research. 241, 126565.

- Ahmed, S., Jamil, S., & Siddiqui, M. U. A. (2024).** Secondary metabolites-God gifted arsenal for plants. *J. Pharmacogn. Phytochem*, 13, 38-43.
- Aimad, A., Bourhia, M., Hana, H., Sanae, R., Salamatullah, A.M., Soufan, W., Rihan, H.Z., Ouahmane, L., Youness, E.A., Nouredine, E. and Mohamed, F., (2022).** Essential Oils from *Artemisia herba alba* Asso., *Maticaria Recutita* L., and *Dittrichia Viscosa* L.(Asteraceae): A Promising Source of Eco-Friendly Agents to Control *Callosobruchus maculatus* Fab. Warehouse Pest. *Journal of Chemistry*, 2022.
- Ajaharuddin, S. M., Das, K. K., Kar, P., Bandyopadhyay, P., Shah, M. H., & Goswami, S. (2024).** Insect-plant-pathogens: toxicity, dependence, and defense dynamics. In *Biocontrol Agents for Improved Agriculture* (pp. 385-411). Academic Press.
- Ajuna, H. B., Lim, H. I., Moon, J. H., Won, S. J., Choub, V., Choi, S. I., & Ahn, Y. S. (2024).** The prospect of antimicrobial peptides from *Bacillus* species with biological control potential against insect pests and diseases of economic importance in agriculture, forestry and fruit tree production. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 38(1), 2312115.
- Akbar, R., Faheem, B., Aziz, T., Ali, A., Ullah, A., Khan, I. A., & Sun, J. (2024).** Evaluating the efficacy of plant extracts in

- managing the bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Insects*, 15(9), 691.
- Al-Hayali, T. S. A., Salim, H. A., & Alhadithy, O. T. H. A. (2024).** The Toxicity and Repellent Activities of some Commercial Products Against Apricot Aphids, *Hyalopterus pruni* (Geoffroy).
- Allema, B. , Hoogendoorn, M. , Beek, J.v. and Leendertse, P.(2017).** Neonicotinoids in European agriculture. Main applications, main crops and scope for alternatives. CLM Research and Advice, Culemborg, Netherlands.78 pp.
- Anirudh, S., Ayisha, R., Vijayaraghavan, R., & Varghese, S. G. (2025).** Viricidal Activity of Silicon Dioxide Nanoparticles against Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus. *International Journal of Plant & Soil Science*, 37(1), 167-177.
- Arora, R. (2024).** Glucosinolates and Their Hydrolytic Products—A Love Story of Environmental, Biological, and Chemical Conditions. *Journal of AOAC International*, 107(5), 867-875.
- Arumugam ,G. ; Velayutham, V. ; Sakthivelkumar , S. & Janarthanan , S. (2016) .** Efficacy of nanostructured silica as a stored pulse protector against the infestation of bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera:Bruchidae).*Applied Nanosciences* ,6 (445-450) .

- Bajwa, U., & Sandhu, K. S. (2014).** Effect of handling and processing on pesticide residues in food—a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(2), 201–220.
- Baniameri V. (2008).** Study of the efficacy of different concentrations of insecticidal soap, in comparison oxydemeton-methyl (Metasystox) to control *Aphis gossypii* in greenhouse cucumber. *IOBC – WPRS Bulletin* 32 : 13–16.
- Belhamel, C; Boulekbache–Makhlouf, L; Bedini, S; Tani, C; Lombardi,T; Giannotti, P; et al. (2020).** Nanostructured Alumina as Seed Protectant against Three Stored-Product Insect Pests. *J Stored.Product.Research*.87,101607.
- Bhatia, I., & Oleksak, M. (2025).** Applying *Cordyceps militaris* biopesticide to reduce *Brevicoryne brassicae* infestation of *Brassica oleracea* crops. *Sydowia*, 77, 69.
- Bueno, V. (2021).** Synthesis, characterization and application of pesticide-encapsulated silica nanoparticles in agriculture. McGill University (Canada).
- Caba , Z. T. (2020) .** Glucosinolates: Properties, Recovery, and Applications. Pages 143-180 .
- CABI Plantwise: Cabbage Aphid, Brevicoryne Brassicae.(2019).**
- Canassa, V. F., Baldin, E. L. L., Sacilotto, M. G., Lourenção, A. L., & Fanela, T. L. M. (2021).** Assessing the resistance of

collard greens genotypes to the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). *Phytoparasitica*, 49, 633-644.

Chandra, S., Kumar, M., Mahindrakar, A. N., and Shinde, L. P. (2015). Effects of household processing on reduction of pesticide residues in brinjal and okra. *International journal of advances in pharmacy, biology and chemistry*, 4(1), 98-102.

Chavarri, M. J., Herrera, A., and Ariño, A. (2005). The decrease in pesticides in fruit and vegetables during commercial processing. *International journal of food science & technology*, 40(2): 205-211.

Dalefield, Rosalind. (2017). *Veterinary Toxicology for Australia and New Zealand Insecticides and Acaricides.* , (3), 87–109.

Davis, W. V., Weber, C., Wechsler, S., Lucier, G., Wakefield, H., & Vaiknoras, K. (2023). *Vegetables and Pulses Outlook: December 2023.* Outlook.

De Castro, M. T., de Lima Ferreira, A. D. C., do Nascimento, I. N., Rocha, G. T., Celestino, M. F., Freire, Í. A., ... & Monnerat, R. G. (2025). Endophytic *Bacillus spp.* of coffee plants *Coffea arabica* L. and its potential in the biocontrol of phytopathogenic fungi and Lepidoptera larvae. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 35(1), 1-11.

- de Evan, T., Vintimilla, A., Marcos, C. N., Ranilla, M. J., & Carro, M. D. (2019).** Evaluation of Brassica vegetables as potential feed for ruminants. *Animals*, 9(9), 588.
- Devi, M., Duhan, A., Kumari, B., & Yadav, G. S. (2016).** Determination of dimethoate, lambda-cyhalothrin and malathion residues in guava fruits using GCMS-tandem mass spectrometry. *Indian Journal of Horticulture*, 73(2), 197-201.
- Djouaka, R., Soglo, M. F., Kusimo, M. O., Adéoti, R., Talom, A., Zeukeng, F, and Mahuku, G.(2018).** The rapid degradation of lambda-cyhalothrin makes treated vegetables relatively safe for consumption. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1536.
- Dodd, G. D. (1976).** Key for the identification of the instars of the cabbage aphid(*Brevicoryne brassicae* (L.).—*Pl. Path.* 25, 84–86.
- Dubey, R. S., Rajesh, Y. B. R. D., & More, M. A. (2015).** Synthesis and characterization of SiO₂ nanoparticles via sol-gel method for industrial applications. *Materials Today: Proceedings*, 2(4-5), 3575-3579.
- Duman, H., Eker, F., Akdaşçi, E., Witkowska, A. M., Bechelany, M., & Karav, S. (2024).** Silver nanoparticles: A comprehensive review of synthesis methods and chemical and physical properties. *Nanomaterials*, 14(18), 1527.

- Eesa, A. T., & Mohammadali, M. T. (2024).** Effectiveness of the biopesticide Amyloland and the two chemical pesticides in controlling of the red rusty flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Kerbala for Agricultural Sciences, 11(4), 87-98.
- EFSA (European Food Safety Authority), Anastassiadou, M., Bernasconi, G., Brancato, A., Carrasco Cabrera, L., Greco, L., ... & Verani, A. (2020).** Modification of the existing maximum residue levels for lambda-cyhalothrin in seed and fruit spices. EFSA Journal, 18(6), e06110.
- EFSA (European Food Safety Authority), Bellisai, G., Bernasconi, G., Carrasco Cabrera, L., Castellan, I., del Aguila, M., ... & Verani, A. (2024).** Review of the existing maximum residue levels for gamma and lambda-cyhalothrin according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. EFSA Journal, 22(5), e8758.
- El-Bendary, H. M., & El-Helaly, A. A. (2013).** First record nanotechnology in agricultural: Silica nano-particles a potential new insecticide for pest control. App. Sci. Report, 4(3), 241-246.
- El-Samad, L. M., Bakr, N. R., Abouzeid, M., Shedid, E. S., Giesy, J. P., Khalifa, S. A., ... & Al Naggar, Y. (2024).** Nanoparticles—mediated entomotoxicology: lessons from biologicala. Ecotoxicology, 33(3), 305-324.

-
- Elwakil, W. M., & Mossler, M. (2016).** Florida crop/pest management profile: Cabbage. Univ. Florida, IFAS Ext.
- EPA. (1998).** Analytical method for the determination of residue of CGA-293343 and the metabolite CGA-322704 in animal and crop substrates by High Performance Liquid Chromatography with detection by UV and Mass Spectrometry including validation data, Pp235.
- European Food Safety Authority. (2014).** Reasoned opinion on the review of the existing maximum residue levels (MRLs) for lambda-cyhalothrin according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. EFSA Journal, 12(1), 3546.
- Fajardo, C., Martinez-Rodriguez, G., Blasco, J., Mancera, J.M., Thomas, B. and De Donato, M., (2022).** Nanotechnology in aquaculture: Applications, perspectives and regulatory challenges. Aquaculture and Fisheries, 7(2), pp.185-200.
- FAO and WHO meeting.(2018).** Pesticide residues in food . Part II - Toxicological .FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. 780 pp.
- Farazmand H., Sirjani M., Yousefi M., Jafari-Nodooshan A., Azadbakht N., Moshiri A., Naserian N., Ahmadi-Rad S. (2012).** Effect of herbal insecticides, palizin and tondexir, on pomegranate aphid and mite. In: Proceedings of the 20th

- Iranian Plant Protection Congress, 25–28 August 2012, Shiraz, Iran, 368 pp.
- Fenik, J., Tankiewicz, M., & Biziuk, M. (2011).** Properties and determination of pesticides in fruits and vegetables. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 30(6), 814–826.
- Fulekar, M.H., Pathak, B. and Kale, R.K., (2014).** Nanotechnology: perspective for environmental sustainability. In *Environment and sustainable development* (pp. 87-114). Springer, New Delhi.
- Gabrys, B. & Tjallingi, W.F. (2002).** The role of sinigrin in host recognition by aphids during initial plant penetration. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 104, 89-93.
- Gao Y. , Xiao Y. , Mao K. , Qin X. , Zhang Y. , Li D. , Zhang Y. , Li J. , Wan H. , He S. (2020).** Thermo responsive polymer-encapsulated hollow mesoporous silica nanoparticles and their application in insecticide delivery. *Chemical Engineering Journal* , 383: 123169.
- Garud, A., Pawar, S., Patil, M. S., Kale, S. R., & Patil, S. (2024).** A scientific review of pesticides: Classification, toxicity, health effects, sustainability, and environmental impact. *Cureus*, 16(8), e67945.

- Geetanjali, K., S. Santosh and S.N. Naik. (2009).** Food processing a tool to pesticide residue dissipation – A review. *Food Research International*, 42:26–40.
- Geisman, J. R. (1975).** Reduction of pesticide residues in food crops by processing. *Residue reviews*, 43-54.
- German, D. A., Hendriks, K. P., Koch, M. A., Lens, F., Lysak, M. A., Bailey, C. D., & Al-Shehbaz, I. A. (2023).** An updated classification of the Brassicaceae (Cruciferae). *PhytoKeys*, 220, 127.
- Gia, M. H., & Andrew, N. R. (2015).** Performance of the cabbage aphid' *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) on canola varieties. *General and Applied Entomology: The Journal of the Entomological Society of New South Wales*, 43, 1-10.
- Goggin, F.L.; Quisenberry, S.S.; Ni, X.(2017).** Feeding Injury. In *Aphids as Crop Pests*, 2nd ed.; van Emden, H.F., Harrington, R., Eds.; CAB International: Oxfordshire, UK, pp. 303–322.
- Gowtham, H. G., Shilpa, N., Singh, S. B., Aiyaz, M., Abhilash, M. R., Nataraj, K., ... & Murali, M. (2024).** Toxicological effects of nanoparticles in plants: Mechanisms involved at morphological, physiological, biochemical and molecular levels. *Plant Physiology and Biochemistry*, 108604.

- Guadalupe López-Isasmendi, Adriana Elisabet Alvarez, Gabriela Petroselli, Rosa Erra-Balsells, Marcela Carina Audisio, (2019).** Aphicidal activity of *Bacillus amyloliquefaciens* strains in the peach-potato aphid *Myzus persicae*, *Microbiological Research* 226 41–47.
- Guignard, L. 1890.** Sur la localization des principes qui fournissent les essences sulfurées des crucifers . C.R. Acad. Hebd. - Seances III: 249–251.
- Gunjal, M., Singh, J., Kaur, J., Kaur, S., Nanda, V., Sharma, A., & Rasane, P. (2024).** Microgreens: Cultivation practices, bioactive potential, health benefits, and opportunities for its utilization as value-added food. *Food Bioscience*, 105133.
- Guo, Y., Feng, H., Li, W., Wang, W., Yu, M., & Chen, S. (2023).** Enzyme and pH dual-responsive CAP@ CS@ PLGA microcapsules for controlled release antibacterial application. *Biochemical Engineering Journal*, 196, 108956.
- Hamrouni, R., Regus, F., Farnet Da Silva, A. M., Orsiere, T., Boudenne, J. L., Laffont-Schwob, I., ... & Dupuy, N. (2025).** Current status and future trends of microbial and nematode-based bio pesticides for bio control of crop pathogens. *Critical Reviews in Biotechnology*, 45(2), 333-352.
- Hanai, T. T. (2007).** HPLC: a practical guide (Vol. 6). Royal Society of Chemistry. 113 PP.

- Hao, N. , Li, L. , & Tang, F. (2014).** Shape-mediated biological effects of mesoporous silica nanoparticles. *Journal of Biomedical Nanotechnology*, 10(10), 2508–2538. 10.1166/jbn.2014.1940
- Hassan, G. Z., Shafiq, S., Naqvi, S. A. R., Sarfaraz, W., Ali, H., Khaliq, A., & Hanif, M. T. (2024).** Integrating bio pesticides and botanicals for sustainable and eco-friendly crop protection strategies. In *Revolutionizing pest management for sustainable agriculture* (pp. 309-330). IGI Global.
- He, L. M., Troiano, J., Wang, A., & Goh, K. (2008).** Environmental chemistry, ecotoxicity, and fate of lambda-cyhalothrin. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 71-91.
- Heinricher, E. .1884.** Über Eiweissstoffe führende Idioblasten bei einigen Cruciferen, *Ber. Dtsch. Bot. Ges. II*: 463–467.
- Henderson, C. F., and Tilton, E. W. (1955).** Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48(2), 157-161.
- Hou, Y., Zhou, X., Wu, Z., Jiang, S., Wu, M., Huang. (2025).** Enhanced accumulation of indole glucosinolate and resistance to insect and pathogen in flowering Chinese cabbage by overexpression of Arabidopsis CYP79B2 and CYP83B1. *Pest Management Science*.

In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1371, No. 3, p. 032018). IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/1371/3/03201

Jasrotia, P., Lal Kashyap, P., Kumar Bhardwaj, A., Kumar, S., Pratap Singh, G., Kashyap, P., Bhardwaj, A., Kumar, S., & Singh, G. (2018). Wheat and Barley Research Scope and applications of nanotechnology for wheat production: A review of recent advances Article history Citation Scope and applications of nanotechnology for wheat production: A review of recent advances. *Wheat and Barley Research*, 10(1), 1–14.

Jia, C., Zhang, S., Cheng, X., An, J., Zhang, X., Li, P., ... & He, M. (2022). Association between serum pyrethroid insecticide levels and incident type 2 diabetes risk: a nested case–control study in Dongfeng–Tongji cohort. *European Journal of Epidemiology*, 37(9), 959-970.

Jiang, X., T. Miclăuș, L. Wang, R. Foldbjerg, D.S. Sutherland, H. Autrup, C. Chen and C. Beer. 2015. Fast intracellular dissolution and persistent cellular uptake of silver nanoparticles in CHO-K1 cells: implication for cytotoxicity. *J. Nanotoxicology* , 9: 181–189.

Jiang, X., Yang, F., Jia, W., Jiang, Y., Wu, X., Song, S., ... & Shen, J. (2024). Nanomaterial's and nanotechnology in

agricultural pesticide delivery: A review. *Langmuir*, 40(36), 18806-18820.

Kabiri M., Amiri-Besheli B. (2012). Toxicity of palizin, mospilan and consult on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae), *Oenopia conglobata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) and *Psyllaephagus pistaciae* Ferrière (Hymenoptera: Encyrtidae). *Academic Journal of Entomology* 5 (2): 99–10.

Kah, M., Beulke, S., Tiede, K., & Hofmann, T. (2013). Nanopesticides: state of knowledge, environmental fate, and exposure modeling. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 43(16), 1823-1867.

Kah, M.; Kookana, R.S.; Gogos, A.; Bucheli, T.D. A. (2018). Critical Evaluation of Nanopesticides and Nanofertilizers against Their Conventional Analogues. *Nature Nanotechnology*, 13, 677–684.

Kamalesh, T. (2024). Advances in stabilization of metallic nanoparticle with bio surfactants-a review on current trends. *Materials Science*, Volume 10, Issue 9 .**Kapeleka, J. A., & Mwema, M. F. (2024).** State of nano pesticides application in smallholder agriculture production systems: Human and environmental exposure risk perspectives. *Heliyon*.

- Kar, A., Deole, S., Nayak, R. R., Gupta, A. K., Gadratagi, B. G., Patil, N., ... & Adak, T. (2024).** Distribution and risk assessment of pesticide pollution in small streams adjoining paddy fields. *Journal of Hazardous Materials*, 469, 133852.
- Karthik Raja, R., Prabu Kumar, S., Balasubramani, G., Sankaranarayanan, C., Liu, B., Hazir, S., & Narayanan, M. (2025).** An updated review on green synthesized nanoparticles to control insect pests. *Journal of Pest Science*, 1-20.
- Kashmar, I. Z. A., & Mohammadali, M. T. (2024).** Evaluation of the efficacy of some pesticides and plant extracts in controlling the adults of southern cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* under laboratory conditions. *Arab Journal of Plant Protection*, 42(2), 196–201.
- Kaushik, G., Satya, S., and Naik, S. N. (2009).** Food processing a tool to pesticide residue dissipation—A review. *Food research international*, 42(1), 26-40.
- Kaushik, G., Satya, S., Naik, S. N. (2009).** Food processing a tool to pesticide residue dissipation – A review. *Food Research International*, 42(1), 26–40.
- Keikotlhaile, B. M., & Spanoghe, P. (2011).** Pesticide residues in fruits and vegetables. *Pesticides - Formulations, Effects, Fate*. InTech.

- Keikotlhaile, B. M., Spanoghe, P., and Steurbaut, W. (2010).** Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: a meta-analysis approach. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1): 1-6.
- Kelageri, S. S., Rao, C. S., Bhushan, V. S., & Reddy, P. N. (2017).** Residues, risk assessment and decontamination of lambda cyhalothrin residues from tomato fruits. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5), 1764-1768.
- Keratum, A.Y., R.F.A. Arab, A.A. Ismail and G.N. Nasr. (2015).** Impact of nanoparticle zinc oxide and aluminum oxide against rice weevil *Sitophilus oryzae* (coleoptera: curculionidae) under laboratory conditions. *Egypt J. Plant Pro. Res.*, 3(3): 30-38.
- Khan, I. A., Ahmad, M., Akbar, R., Hussain, S., Saeed, M., Farid, A., & Ud Din, M. M. (2015).** A study on Losses due to *Brevicoryne brassicae* in different *Brassica* genotypes under screen house conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies* , 3(6), 16-19.
- Khedher, S. B., Boukedi, H., Dammak, M., Kilani-Feki, O., Sellami-Boudawara, T., Abdelkefi-Mesrati, L., & Tounsi, S..(2017).** Combinatorial effect of *Bacillus amyloliquefaciens* AG1 biosurfactant and *Bacillus thuringiensis* Vip3Aa16 toxin on *Spodoptera littoralis* larvae. *Journal of invertebrate pathology*, 144, 11-17.

- Khedher, S. B., Boukedi, H., Kilani-Feki, O., Chaib, I., Laarif, A., Abdelkefi-Mesrati, L., & Tounsi, S. (2015).** *Bacillus amyloliquefaciens* AG1 biosurfactant: Putative receptor diversity and histopathological effects on *Tuta absoluta* midget . Journal of Invertebrate Pathology, 132, 42-47.
- Khoso, M. A., Wagan, S., Alam, I., Hussain, A., Ali, Q., Saha, S., & Liu, F. (2024).** Impact of plant growth-promoting Rhizobacteria (PGPR) on plant nutrition and root characteristics: Current perspective. Plant Stress, 11, 100341.
- Krol, W. J., Arsenault, T. L., Pylypiw Jr, H. M., & Incorvia Mattina, M. J. (2000).** Reduction of pesticide residues on produce by rinsing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(10), 4666–4670.
- Kumari, B. (2008).** Effects of household processing on reduction of pesticide residues in vegetables. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 3(4), 46-51.
- Lawrence, M., Morleen, N., & Tapiwa, K. A. (2024).** Efficacy of varying concentrations of agroforestry-derived botanical extracts on aphid (*Brevicoryne brassicae*) populations and yield performance in rape (*Brassica napus* L.). Research square journal. 19 p.
- Leili, M., Pirmoghani, A., Samadi, M.T., Shokoohi, R., Roshanaei, G. and Poormohammadi, A., (2016).**

- Determination of pesticides residues in cucumbers grown in greenhouse and the effect of some procedures on their residues. *Iranian journal of public health*, 45(11), p.1481.
- Li, L.; Xu, Z.; Kah, M.; Lin, D.; Filser, J. (2019).** Nano pesticides: A Comprehensive Assessment of Environmental Risk Is Needed before Widespread Agricultural Application. *Environmental Science and Technology*, 53, 7923–7924.
- Liao, X., Rao, S., Yu, T., Zhu, Z., Yang, X., Xue, H., & Xu, F. (2021).** Selenium yeast promoted the Se accumulation, nutrient quality and antioxidant system of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata L.). *Plant Signaling & Behavior*, 16(6), 1907042.
- Lim, J. H., Jeong, H. Y., & Kim, S. D. (2011).** Characterization of the bacteriocin J4 produced by *Bacillus amyloliquefaciens* J4 isolated from Korean traditional fermented soybean paste. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 54, 468-474.
- López-Isasmendi, G., Alvarez, A. E., Petroselli, G., Erra-Balsells, R., & Audisio, M. C. (2019).** Aphicidal activity of *Bacillus amyloliquefaciens* strains in the peach-potato aphid (*Myzus persicae*). *Microbiological research*, 226, 41-47.
- Lofty, H. M., Abd El, A. E. A. A., & Monir, H. H. (2013).** Determination of insecticides malathion and lambda-cyhalothrin residues in zucchini by gas chromatography.

- Bulletin of faculty of pharmacy, Cairo University, 51(2), 255-260.
- Loitongbam, A., Samal, N. K., Kumar, N. R., Kumar, S., Annamalai, M., Kundu, A., & Bhattacharya, R. (2024).** Differential regulation of glucosinolate-myrosinase mediated defense determines host-aphid interaction in Indian mustard *Brassica juncea* L. *Molecular Biology Reports*, 51(1), 1079.
- Lozano, E. B., Garces, J. J., & Vasquez, E. A. (2024).** Residual toxicity of Methomyl and γ -Cyhalothrin against Papaya mealy bugs on Cassava Leaves. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 102(2), 197-207.
- Lozowicka, B., Jankowska, M., Hrynko, I., and Kaczynski, P. (2016).** Removal of 16 pesticide residues from strawberries by washing with tap and ozone water, ultrasonic cleaning and boiling. *Environmental monitoring and assessment*, 188(1), 51.
- Lučić, D., Pavlović, I., Brkljačić, L., Bogdanović, S., Farkaš, V., Cedilak, A., & Salopek-Sondi, B. (2023).** Antioxidant and anti-proliferative activities of kale (*Brassica oleracea* L. Var. acephala DC.) and wild cabbage (*Brassica incana* Ten.) polyphenolic extracts. *Molecules*, 28(4), 1840.
- Madhura, S., Chandrasekaran, P., Saravanan, G., Revathi, P., & Vadivukkarasi, S. (2025).** Exploring antioxidative

scavenging effects of extracts of white *Brassica Oleraccae* L. Var Capitata f. alba and violet cabbage *Brassica Oleraccae*. L. Var capitata f. rubra. “Emerging Trends and Recent Advancements in Nutraceuticals and Therapeutic Supplements as Future Ceuticals” 14th March, 2025 Organized by.

Magda, S., & Hussein, M. M. (2016). Determinations of the effect of using silica gel and nano-silica gel against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato fields. J Chem Pharm Res, 8(4), 506-512

Malik, M. A., Poveda, J., Zuluaga, D. L., Boccaccio, L., Hassan, Z., & Ali, J. (2025). Defence of Brassicaceae plants against generalist and specialised insect pests through the development of myrosinase mutants: A review. Industrial Crops and Products, 228, 120945.

Malik, R., Pawaskar, M., Temkar, D., Mohanty, A. K., Tilve, S., & Kerkar, S. (2025). Characterization of a Cyclic Lipopeptide from a Halotolerant *Bacillus amyloliquefaciens* and its Bioactivity as a Fungicide and a Larvicide. International Journal of Peptide Research and Therapeutics, 31(3), 42.

Marandi, R., Safavi, S. A., Forouzan, M., & Jarrahi, A. (2024). Fertility life table parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* affected by sub lethal concentration of

- Botan Aphid aphidicide on two cabbage varieties. Plant Protection, Scientific Journal of Agriculture, 47(4), 23-43.
- Matten, S. R., Milewski, E. A., Schneider, W. R., & Slutsky, B. I. (2024).** Biological pesticides and the US environmental protection agency. In Advanced engineered pesticides (pp. 321-335).
- Mersha, W.; Ayele, N.; Fentahun, G.; Getinet, M.; Kassu, K. and Nagappan, R.(2014).** Repellent and insecticidal activity of *Mentha piperita* (L.) plant extracts against cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* Linn. (Homoptera: Aphididae)]. Am. Eurasian J. Sci. Res., 9, 150–156.
- Mishra, S., Pandey, V. K., Bansal, S., Singh, M., Alam, S., & Thakur, L. K. (2022).** Dissipation of Lambda-cyhalothrin 5% EC on Brinjal Fruit Grown in Gurugram, Haryana. Quarterly Research Journal of Plant & Animal Sciences/Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika, 37(4).
- Mohamed Ragaie and Al-kazafy Hassan Sabry.(2014).** nanotechnology for insect pest control. International Journal of Science Environment and Technology, Vol. 3, No 2, 2014, 528 – 545 .
- Mohmed, A. S. (2025).** Role of nanoparticles in stored-product insect pest management: A review. Sarhad Journal of Agriculture, 41(1), 176-183.

- Moloud Gholamzadeh-Chitgar .(2017) .** Botanical Insecticide, Palizin a Good Alternative for Control of Rose Aphid, *Macrosiphum rosae* (Hom., Aphididae) Compared with Chemical Insecticide, Imidacloprid. Scientific Extension Journal of Flowers and Ornamental Plants ,2(9):1-9.
- Muralikrshna, P., Mathew, T. B., & Paul, N. P. A. (2019).** Evaluation of different household practice to decontaminate synthetic pyrethroid insecticide residues from *Amarnathus tricolor* L. IJCS, 7(5), 2049-2052.
- Mutua, B. K., Dubois, T., Akutse, K. S., Muli, B., Karanja, E. N., & Mutyambai, D. M. (2024).** Electrophysiological and behavioral responses of cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) to rosemary (*Rosmarinus officinalis*) volatiles, a potential push plant for vegetable push-pull cropping system. Journal of chemical ecology, 1-12.
- Navarro, S., deBruin T., Montemayor, A. R., Finkelman, S., Rindner, M., & Dias, R. (2007).** Use of biogenerated atmospheres of stored commodities for quality preservation and insect control, with particular reference to cocoa beans. IOBC/wprs Bulletin, 30(2), 197 204.
- Nuruzzaman, M.D.; Rahman, M.M.; Liu, Y.; Naidu, R. (2016)**).Nano encapsulation, Nano-Guard for Pesticides: A New Window for Safe Application. Journal of Agricultural and Food Chemistry , 64, 1447–1483.

- O’Keefe, T. L., & Haynes, C. L. (2024).** Review of oxidative dissolution and sulfidation of select nanoparticles in the environment: impact on applications. *ACS Applied Nano Materials*, 7(8), 8392-8406.
- Pal, M., & Singh, R. (2013).** Biology and ecology of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Linn.)(Homoptera: Aphididae): a review. *Journal of Aphidology*, 27(1), 59-78.
- Pan, X.; Guo, X.; Zhai, T.; Zhang, D.; Rao, W.; Cao, F.; Guan, X.(2023).** Nano Biopesticides in Sustainable Agriculture: Developments, Challenges, and Perspectives. *Environmental Science: Nano*, 10, 41–61.
- Park MH, Arasu, MV, Park, NY, Choi, YJ, Lee, SW, Al-dhabi, NA, Jung, BK, Kim, SJ. (2014).** Variation of glucoraphanin and glucobrassicin: anticancer components in Brassica during processing. *Food Science Technology Campinas*, 33(4), 624-631.
- Patel, A. K., Joshi, D., Khan, A., Jaisval, G. K., Kumar, A., Pathania, R., & Kushwaha, T. N. (2024).** Biology, Diversity, Distribution, and Characterization of *Brevicoryne brassicae* (L.) Cabbage. *International Journal Plant Soil Sciences* , 36(3), 336-347 .
- Patil, S.V., Mohite, B.V., Marathe, K.R., Salunkhe, N.S., Marathe, V. and Patil, V.S., (2022).** Moringa Tree, Gift of

Nature: a Review on Nutritional and Industrial Potential. Current Pharmacology Reports, pp.1-19.

Priyadarshini, A., & Dash, J. R. (2024). Pesticide Residues and Food Safety—Challenges and Regulations. BIO VET INNOVATOR Magazine, 1(2), 8-11.

Qiuyue L., Wenya Z., Wenya L., Feiyan Z., Yana W., Jiangping W., Yumeng G., Hongwei L. and Liping Z. .(2024). Lipopeptides from *velezensis* ZLP-101 and their mode of action against bean aphids *Acyrtosiphon pisum* Harris. BMC Microbiology.24:231. <https://doi.org/10.1186/s12866-024-03378-2>.

Rai, M., Ingle, A. P., Trzcińska-Wencel, J., Wypij, M., Bonde, S., Yadav, A.,& Golińska, P. (2021). Biogenic silver nanoparticles: what we know and what do we need to know?. Nanomaterials, 11(11), 2901.

Randhawa, M.A., F.M. Anjum, M.S. Randhawa, A. Ahmed, U. Farooq, M. Abrar and M.A. Randhawa. (2008). Dissipation of Deltamethrin on supervised vegetable and removal of its residue by household processing. J. Chem. Soc. Pak., 30:227-231.

Rehab A. and Amira A.. (2017). Plants Secondary Metabolites: The Key Drivers of the Pharmacological Actions of Medicinal Plants . Herbal Medicine . 41(1):277-288 .

- Restović, I., Kević, N., Kurić, L., Bočina, I., Vuko, E., & Vrca, I. (2024).** Myrosin cells and myrosinase expression pattern in nasturtium (*Tropaeolum majus* L.). *Agronomy*, 14(9), 2108.
- Romeilah, R. M.; S. A. Fayed and Mahmoud, G. I.(2010).**Chemical composition, antiviral and antioxidant activities of seven essential oils. *Journal of Applied Sciences Research*, 6(1):50-62.
- Ruiz-Aguilar, M. Y., Aguirre-Uribe, L. A., Ramírez-Barrón, S. N., Pérez-Luna, Y. D. C., Castro-del Ángel, E., & Juárez, A. H. (2025).** Insecticidal efficacy of zinc oxide and silicon dioxide nanoparticles against larvae of *Spodoptera frugiperda* JE Smith (Lepidoptera: Noctuidae) Efficacy of nanoparticles on *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Experimental Nanoscience*, 20(1), 2466532.
- Safar, N.H. and I.A. Bakr. (1975).** The influence of the late time of planting and Iraqi condition on the yield, oil percent and Iodine value of three varieties of rape seed. Second scientific Congress, Baghdad, 6-11 December .
- Sahoo, M., Vishwakarma, S., Panigrahi, C., & Kumar, J. (2021).** Nanotechnology: Current applications and future scope in food. *Food Frontiers*, 2(1), 3-22.
- Salem, A.A., 2020.** Comparative insecticidal activity of three forms of silica nanoparticles on some main stored product insects. *Journal of Plant Protection Pathology* , 11(4): 225–230.
- Salim H. A., and Hassan A. Y. (2022).** Antagonistic effects of *Securigera securidaca* extracts, *Bacillus cereus* and *Pseudomonas fluorescens* against *Aspergillus sp.*, *Fusarium solani*, and *Rhizoctonia sp.* in vitro, *Euphrates Journal of Agriculture Science*-14 (1): 78-85.
- Sarkar, S., Jaswal, A., & Singh, A. (2024).** Sources of inorganic nonmetallic contaminants (synthetic fertilizers, pesticides) in

- agricultural soil and their impacts on the adjacent ecosystems. In *Bioremediation of Emerging Contaminants from Soils*, Elsevier (pp. 135-161).
- Sarode, S.V . (1982).** Dissipation of fenitrothion residues on cauliflower. *Indian journal of Agriculture Sciences* 52:173-176 .
- Sawangproh, W., Paejaroen, P., Afifah, L., & Phaenark, C.(2025).** Microbial pesticides: a bibliometric analysis of global research trends (1973–2024). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 35(1), 2.
- Seenivasan, S., & Muraleedharan, N. N. (2009).** Residues of lambda-cyhalothrin in tea. *Food and Chemical Toxicology*, 47(2), 502-505.
- Shafi, S., & Farooq, A. 2021.** Influence of sowing time on cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.)(Homoptera; Aphididae) population in different *brassica* species under field condition. *Sarhad Journal of Agriculture*, 37(3), 993-998.
- Shalaby, A. (2017).** Residues of lambda-cyhalothrin insecticide and its biochemical effects on sweet pepper fruits. *Journal of Productivity and Development*, 22(1), 65-81.
- Sheibani Z., Hassani M.R. (2014).** Th e toxicity investigation of the botanical insecticides on the common pistachio psyllid, *Agonosцена pistaciae* Burckhardt and *Lauterer* (Hemiptera: Psyllidae). *Journal of Nuts* 5 (1): 57–62.
- Shnawa, U.M. & Alshukri, B.M. (2022).** Enhanced Insecticidal Activity of orizon and oxymatrine by Silica Oxide Nanoparticles to control *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Annals For Research*, 65(1), 2186-2200 .
- Sineria company Ltd.cyprus.(2016).** Levo 2.4 S.L . company profile pp.1-10.www.sineria.org .

- Singh, B., Gaur, R. K., Jakhar, A., & Chauhan, R. (2024).** Decontamination of λ -cyhalothrin Residues in Okra Fruits. *Biological Forum – An International Journal* ,16(10): 89-93 pp
- Singh, B., Gaur, R. K., Jakhar, A., Chauhan, R., & Kumar, A. (2024).** Persistence and Dissipation Kinetics of λ -Cyhalothrin in Okra Fruits and Soil. *Journal of Experimental Agriculture International*, 46(10), 880-889.
- Singh, Priyanka, Gurudatta Singh, Anubhuti Singh, and Virendra Kumar Mishra. (2022).** ‘Persistence of Pesticides and Their Impacts on Human Health and Environment’. *Pesticides in the Natural Environment*, 139–62.
- Sivaperumal, P.; Anand, P. and Riddhi, L.(2015).** Rapid determination of pesticide residues in fruits and vegetables, using ultra-high-performance liquid chromatography/time-of-flight mass spectrometry. *Food chemistry*, 168, pp:356-365.
- Skaljac ,M. ,Kanakala ,S. ,Zanic ,K. ,Puizina ,J. ,Lepen Pleic , I. ,& Ghanim ,M. (2017) .** Diversity and phylogenetic analyses of bacterial symbionts in three whitefly species from Southeast Europe. *Insects*, 8(4) ,113.
- Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V., & Lemić, D. (2021).** The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12(5), 440.
- Soh, B. S. B., Kekeunou, S., Nanga Nanga, S., Dongmo, M., & Rachid, H. (2018).** Effect of temperature on the biological parameters of the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae*. *Ecology and Evolution*, 8(23), 11819-11832.
- Song, X., Zhang, X., You, M., Zhao, X., & Wang, X. (2021).** Characteristics of Pyrethroids Pesticide Residues in Soil of Shenyang, China. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 821, No. 1, p. 012029). doi:10.1088/1755-1315/821/1/012029.

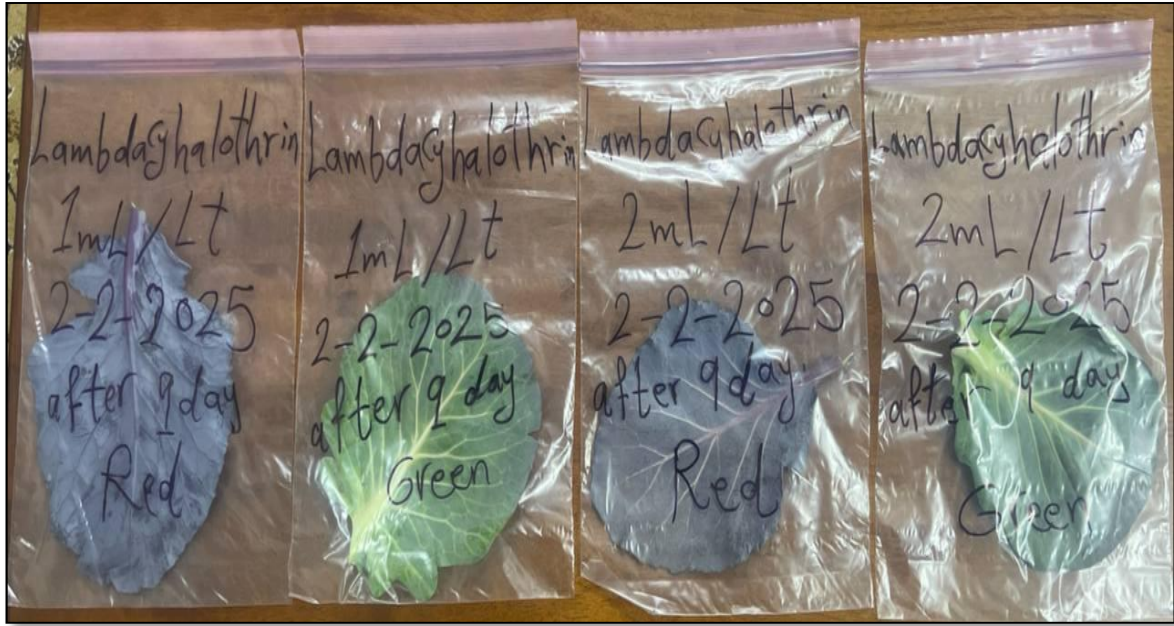
- Souza, E. A. S., Faita, M. R., & Sandro, A. (2023).** Biology and life table of *Brevicoryne brassicae* and *Lipaphis pseudobrassicae* (Hemiptera: Aphididae) on *Brassica oleracea* var. acephala. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2023; 11(5): 172-177.
- Sridhar, J., Venkateswarlu, V., Shah, M. A., Kumari, N., Bhatnagar, A., Raigond, B., & Chakrabarti, S. K. (2022).** Incidence of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. in potato crops in India and its efficiency for transmission of potato virus Y. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(1), 285-291.
- Suganthi, A., Nikita, S. A., Kousika, J., Bhuvaneshwari, K., and Sridharan, S. (2018).** Determination of thiamethoxam residues in banana stem and fruit through LC-MS/MS. *Environmental monitoring and assessment*, 190(5), 1-8.
- Sukhanova, A., Bozrova, S., Sokolov, P. (2018).** Dependence of Nanoparticle Toxicity on Their Physical and Chemical Properties. *Nanoscale Research Letters*, 13, 44 .
- Suthar, J. K., Rakesh, B., Vaidya, A., & Ravindran, S. (2023).** Comprehensive Analysis of Titanium Oxide Nanoparticle Size and Surface Properties on Neuronal PC-12 Cells: Unraveling Cytotoxicity, Dopaminergic Gene Expression, and Acetylcholinesterase Inhibition. *Journal of Xenobiotics*, 13(4), 662-684.
- Taca, B. S., Lau, D., & Rieder, R. (2025).** A comparative study between deep learning approaches for aphid classification. *IEEE Latin America Transactions*, 23(3), 198-204.
- Thabet, A. F., Boraie, H. A., Galal, O. A., El-Samahy, M. F., Mousa, K. M., Zhang, Y. Z., Tuda, M., Helmy, E. A., Wen, J., & Nozaki, T. (2021).** Silica nanoparticles as pesticide against insects of different feeding types and their non-target attraction of predators. *Scientific reports*, 11(1), 113.

- Tian, X., Li, Y., Hao, N., Su, X., Du, J., Hu, J., & Tian, X. (2021).** The antifeedant, insecticidal and insect growth inhibitory activities of triterpenoid saponins from *Clematis aethusifolia Turcz* against *Plutella xylostella* (L.). *Pest Management Science*, 77(1), 455-463.
- Tkachuk, N., & Zelena, L. (2025).** Bacterial secondary metabolites as promising “green” microbiologically influenced corrosion inhibitors/biocides: a review. *Ecological Questions*, 36(1), 1-25.
- Wang, G., Xu, X., Cheng, Q., Hu, J., Xu, X., Zhang, Y., ... & Su, C. (2023).** Preparation of sustainable release mesoporous silica nano-pesticide for control of *Monochamus alternatus*. *Sustainable Materials and Technologies*, 35, e00538.
- Wang, Z., Thavarajah, N., & Fernando, X. (2024).** Exploring Silica Nanoparticles: A Sustainable Solution for Pest Control in Sri Lankan Rice Farming. *Technologies*, 12(11), 210.
- Wu, J. (2024).** A chromosome-level genome assembly of the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae*. *Scientific Data* , 12: 167.
- Wu, X., Huang, H., Childs, H., Wu, Y., Yu, L., & Pehrsson, P. R. (2021).** Glucosinolates in Brassica vegetables: Characterization and factors that influence distribution, content, and intake. *Annual Review of Food Science and Technology*, 12(1), 485-511.
- Yahya, E. E., & Mohammad Ali, M. T. (2023).** Evaluation of the efficacy of Oxymatrine, Emamectin benzoate and silica and zinc nanoparticles for controlling the adults of *Trogoderma granarium* (Evert) under laboratory conditions. *Arab Journal of Plant Protection* , 41(2) , 168-172 .
- Yang, S. J., Mun, S., Kim, H. J., Han, S. J., Kim, D. W., Cho, B. S., & Park, D. W. (2022).** Effectiveness of different

- washing strategies on pesticide residue removal: The first comparative study on leafy vegetables. *Foods*, 11(18), 2916.
- Yue, Z., Zhang, G., Wang, J., Wang, J., Luo, S., Zhang, B., ... & Liu, Z. (2024).** Comparative study of the quality indices, antioxidant substances, and mineral elements in different forms of cabbage. *BMC Plant Biology*, 24(1), 187.
- Yun, D.C., Yang, S.Y., Kim, Y.C., Kim, I.S., Kim, Y.H., (2013).** Identification of surfactin as an aphicidal metabolite produced by *Bacillus amyloliquefaciens* G1. *Journal Korean Applied Biological Chemistry*. 56, 751–753.
- Yuvaraj, M., Priya, R. S., Jagathjothi, N., Saranya, M., Suganthi, N., Sharmila, R., ... & Subramanian, K. S. (2023).** Silicon nanoparticles (SiNPs): Challenges and perspectives for sustainable agriculture. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 128, 102161.,
- Zahid, Z. H., Hoshain, S., Abuyusuf, M. D., Rahman, J. R., Rubel, M. H., & Ahmed, R. (2024).** Morphophysiological and biochemical characterization of the exotic cabbage (*Brassica oleracea* var. Capitata L.) varieties in Bangladesh. *SABRAO Journal Breed Genet*, 56(2), 591-603.
- ZHANG, X., WU, D., PAN, H., LUO, X., JIAO, J., LI, Q., & WANG, Y. (2016).** Residual behavior of chlorantraniliprole and lambda-cyhalothrin in cowpea and soil. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 18(4), 481-489.
- Zhang, Y., Dong, F., Liu, X., Xu, J., Li, Y., & Zheng, Y. (2007).** Effect of various washing treatments on pesticide residues in vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(5), 930–933.
- Zhao, K., Ma, R., Cheng, M., Guo, T., Wu, W., Song, Y., & Wei, S. (2025).** Isolation of Macrolactin A from a new *Bacillus amyloliquefaciens* and its aphicidal activity against

Rhopalosiphum padi. Pest Management Science. 81(4), 1882-1893.

Zhou, J., Liu, G., Guo, Z., Wang, M., Qi, C., Chen, G., ... & Xu, D. (2023). Stimuli-responsive pesticide carriers based on porous nanomaterials: A review. *Chemical Engineering Journal*, 455, 140167.

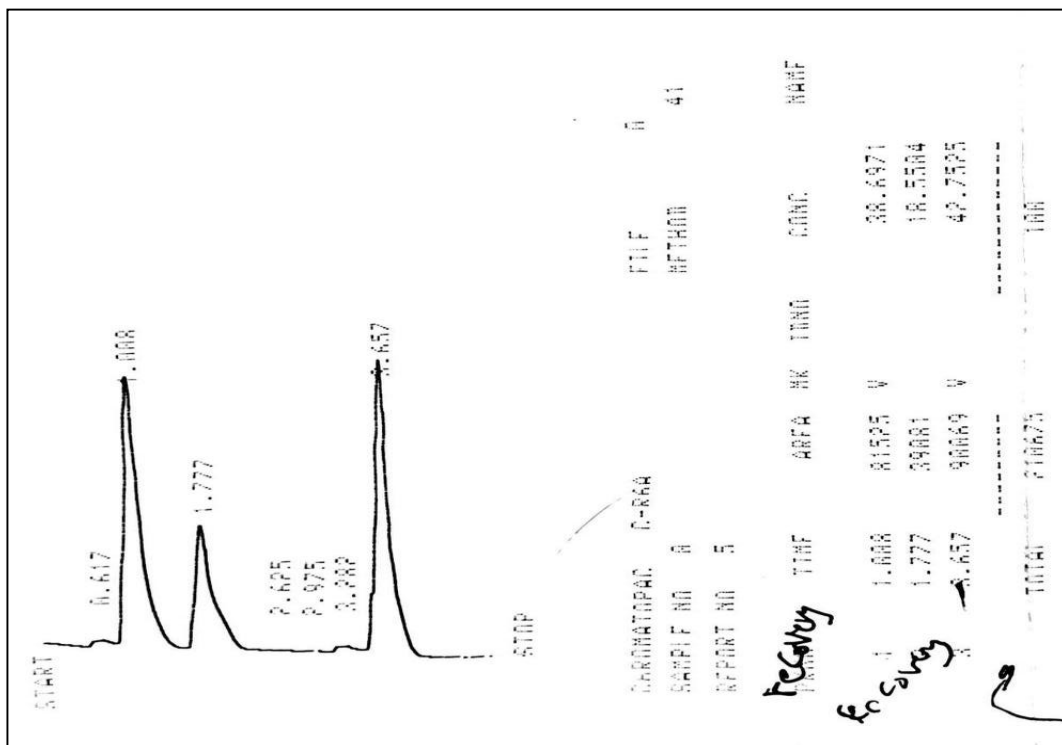
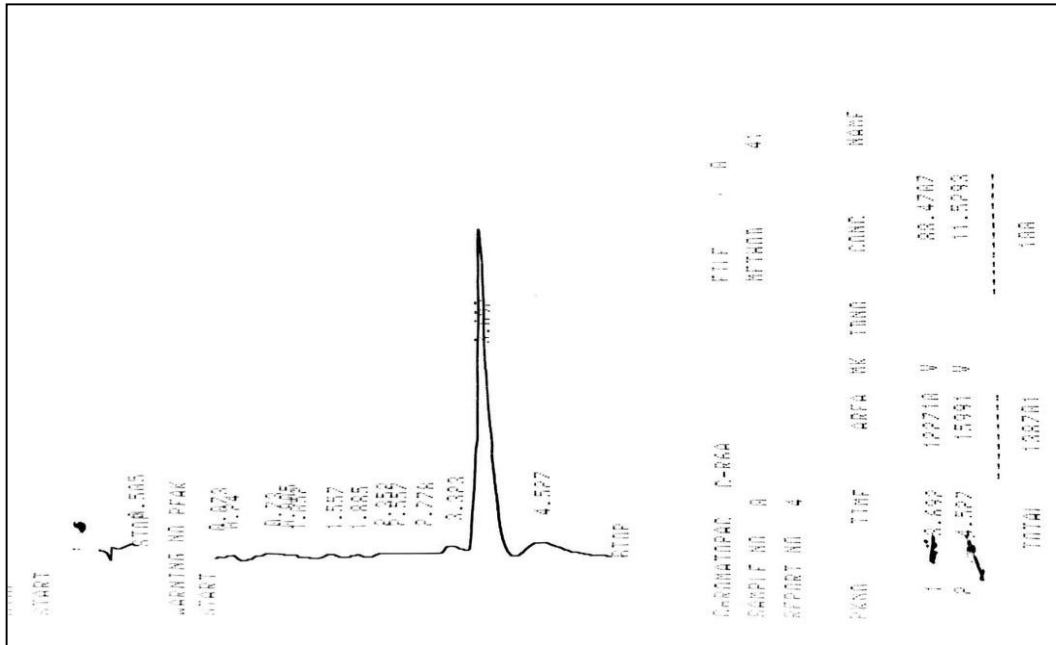


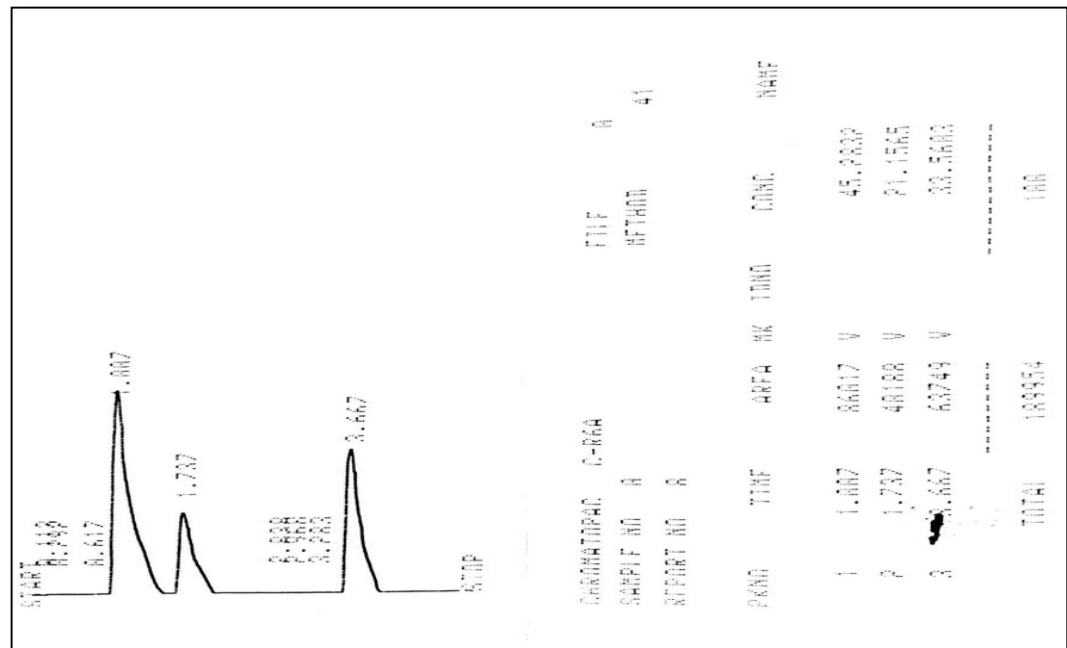
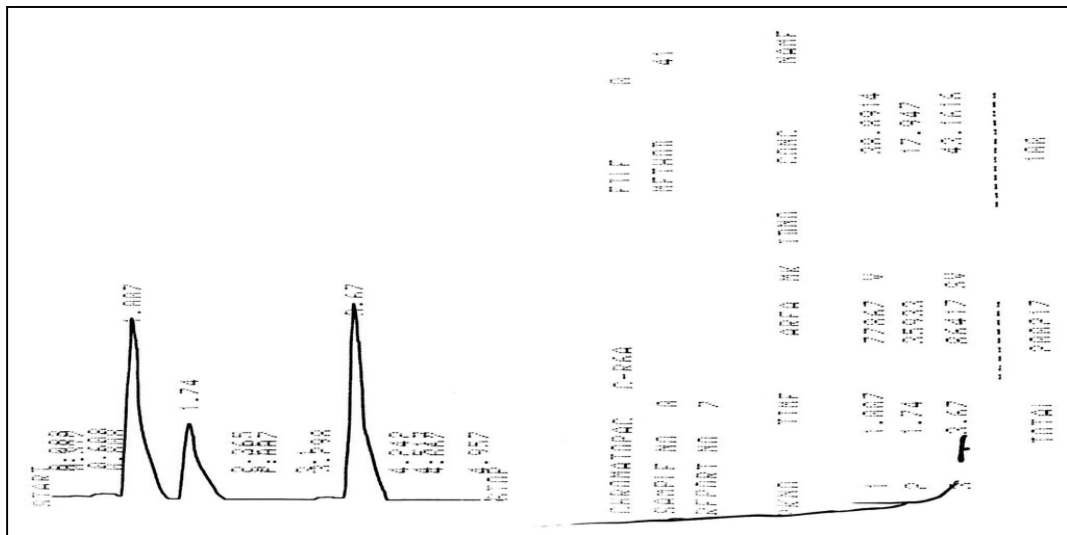
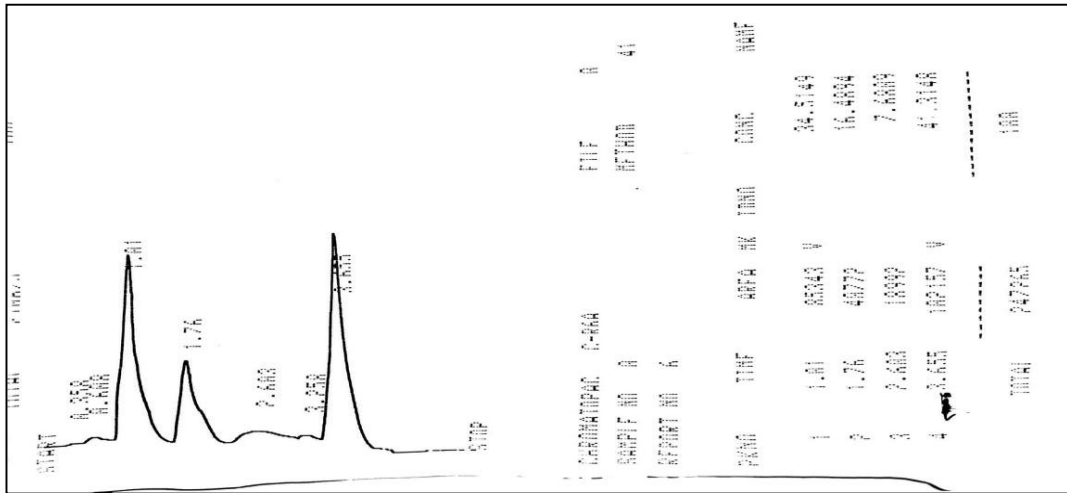
ملحق (1) جمع عينات أوراق اللهانة المعاملة بالمبيد بالتركيز الموصى به وضعف التركيز وتعليمها وحفظها بالمجمدة لحين إجراء عملية الكشف و تقدير الأثر المُتبقي .

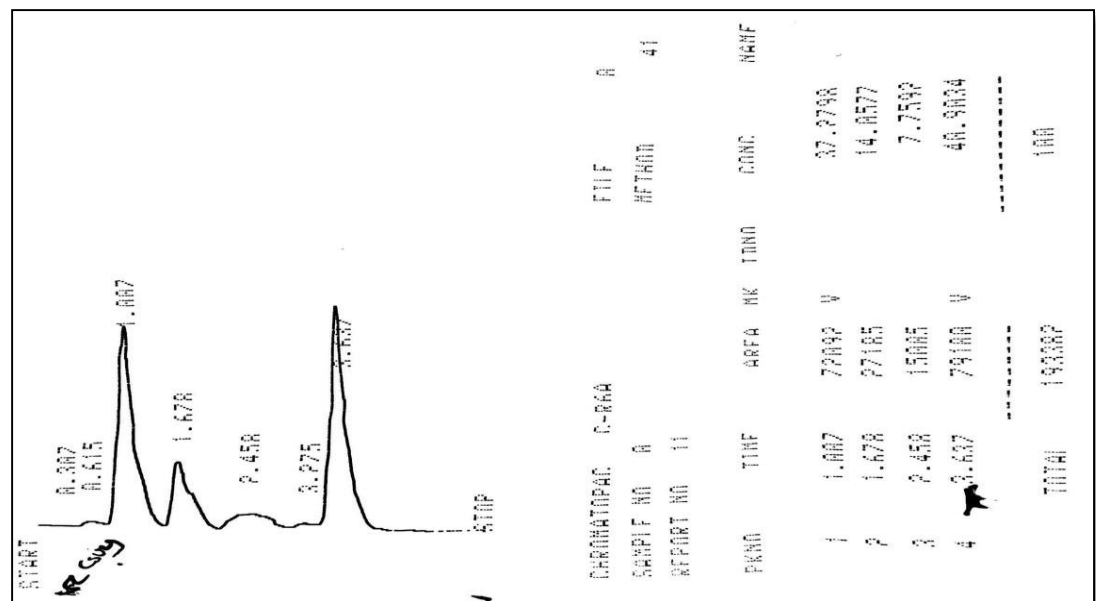
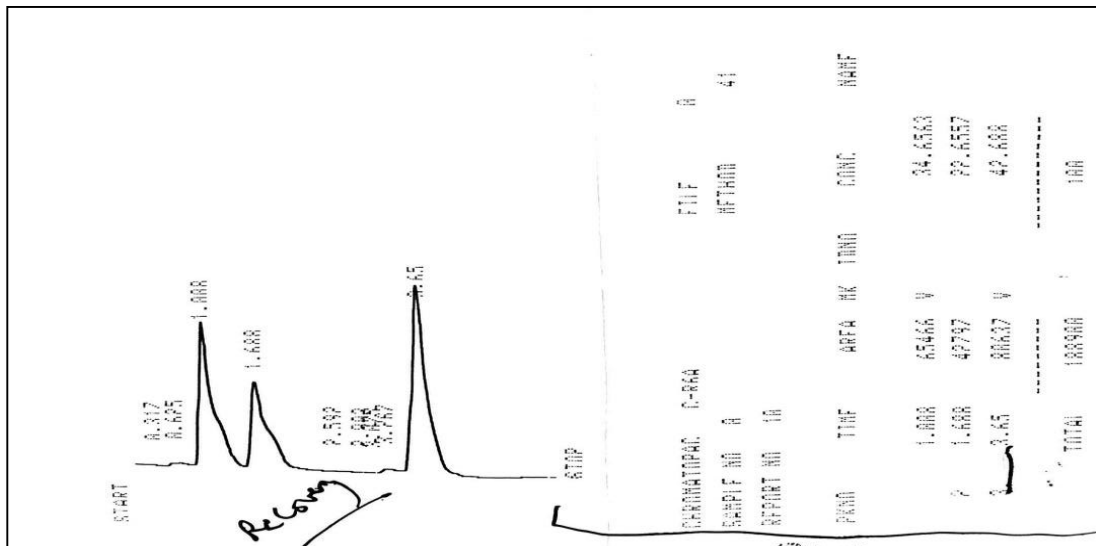
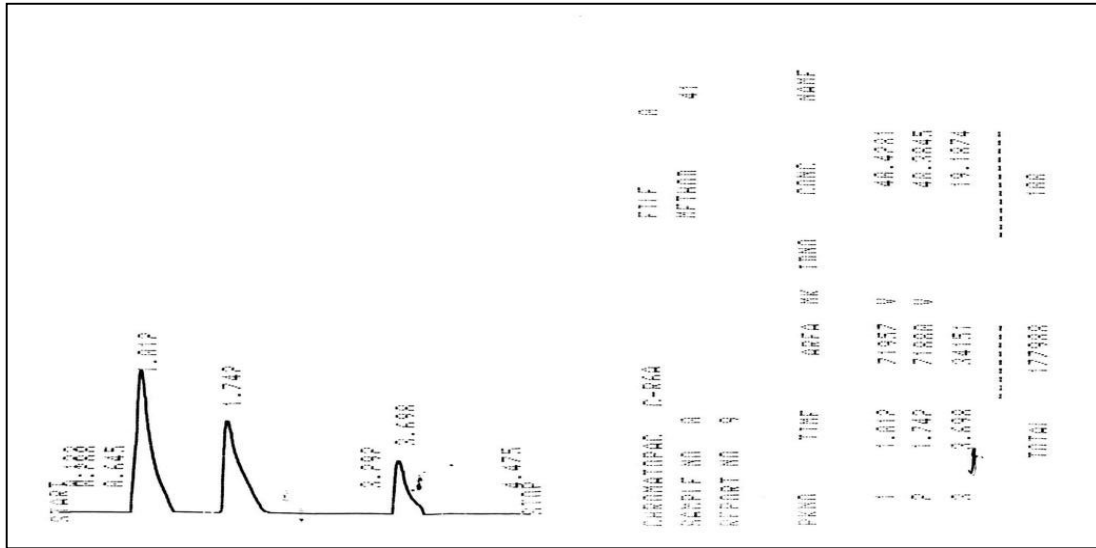


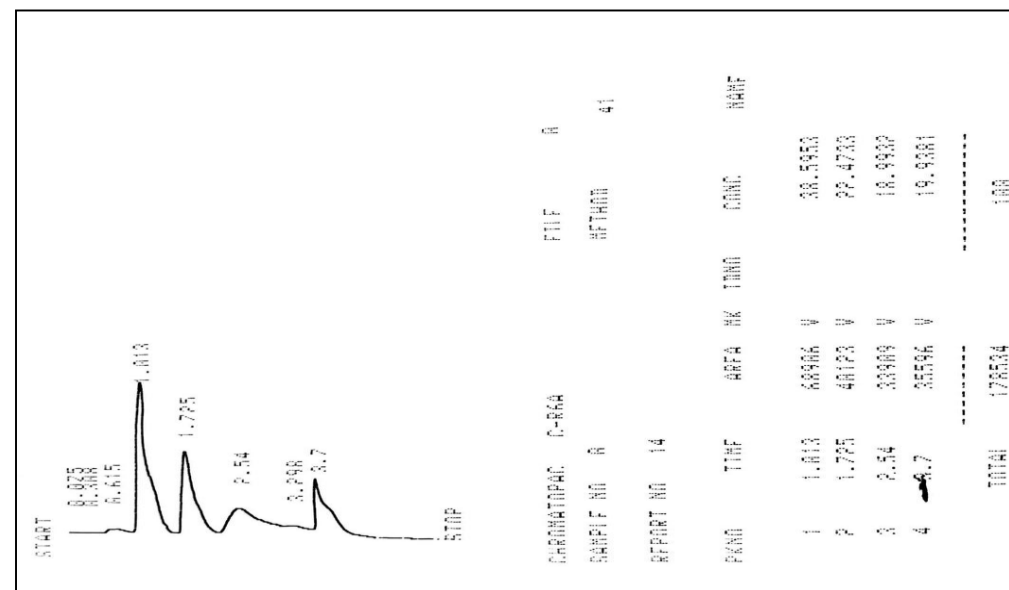
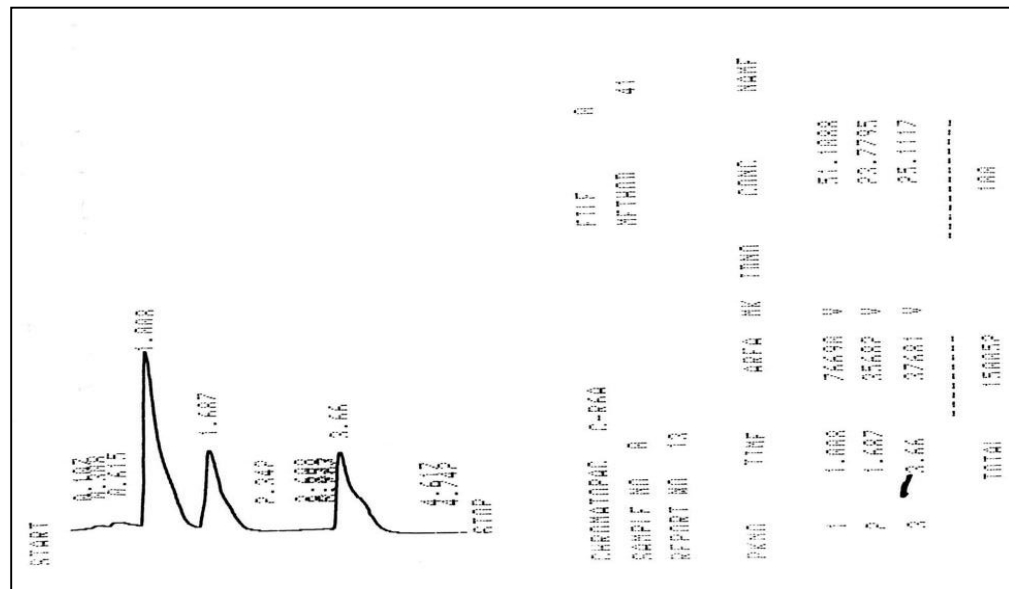
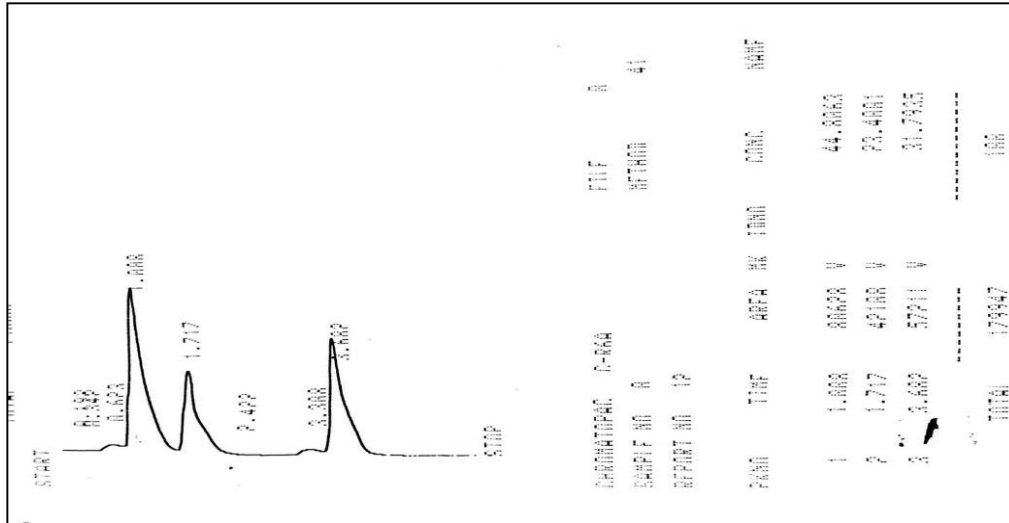
ملحق (2) رش محصول اللهانة بالمعاملات المختلفة حقلياً

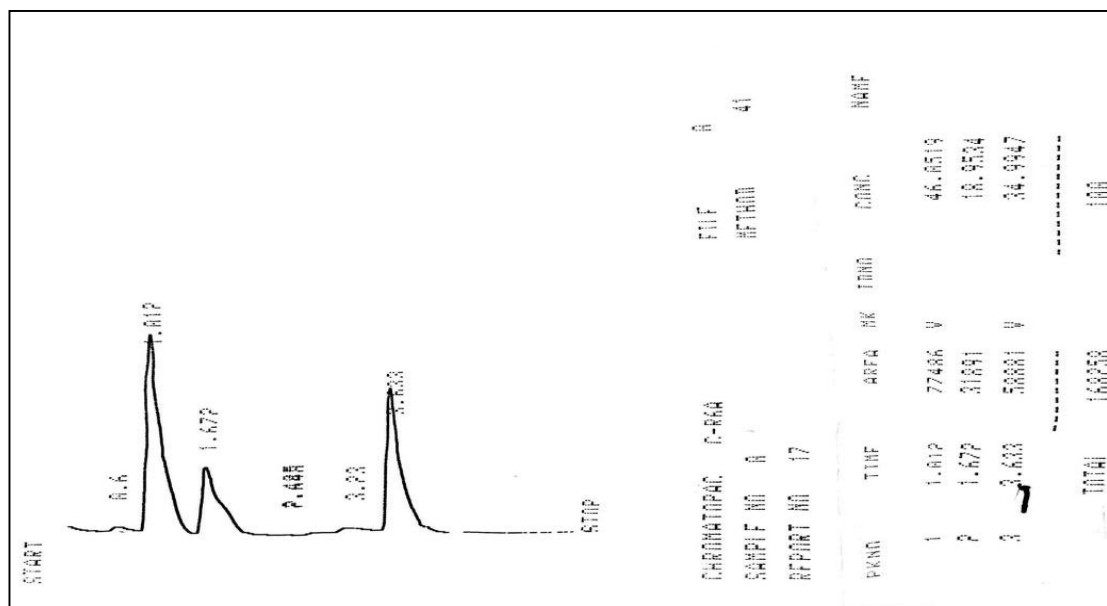
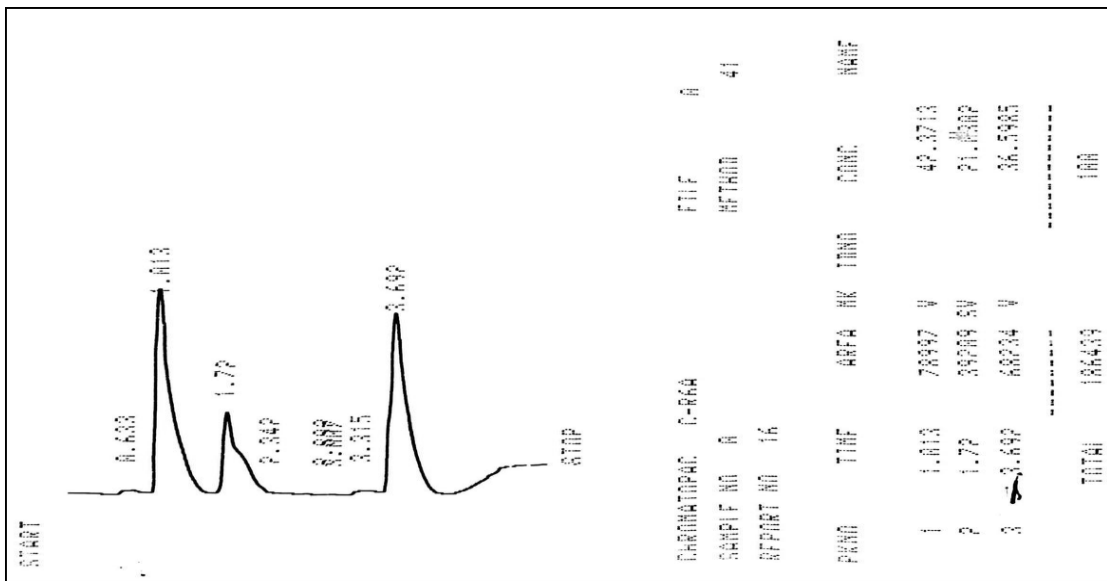
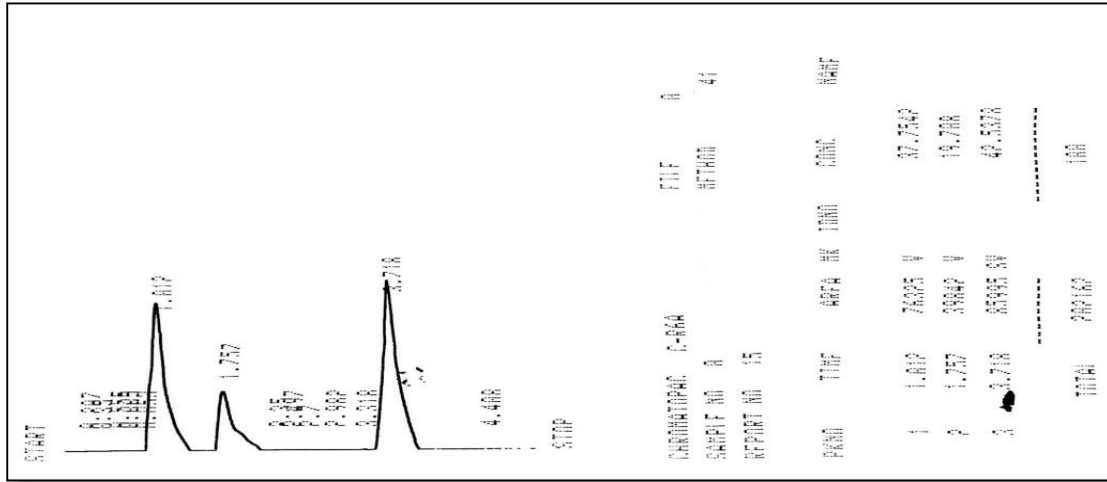
الملحق (3) بيانات الكشف عن متبقيات المبيد بالتركيز الموصى به وضعف التركيز

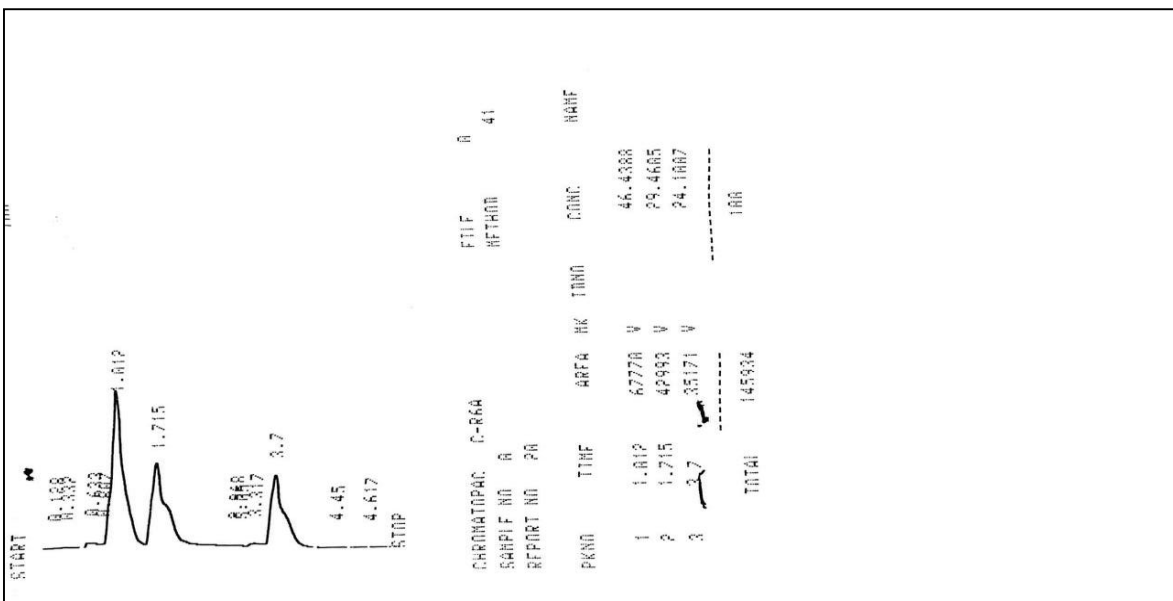
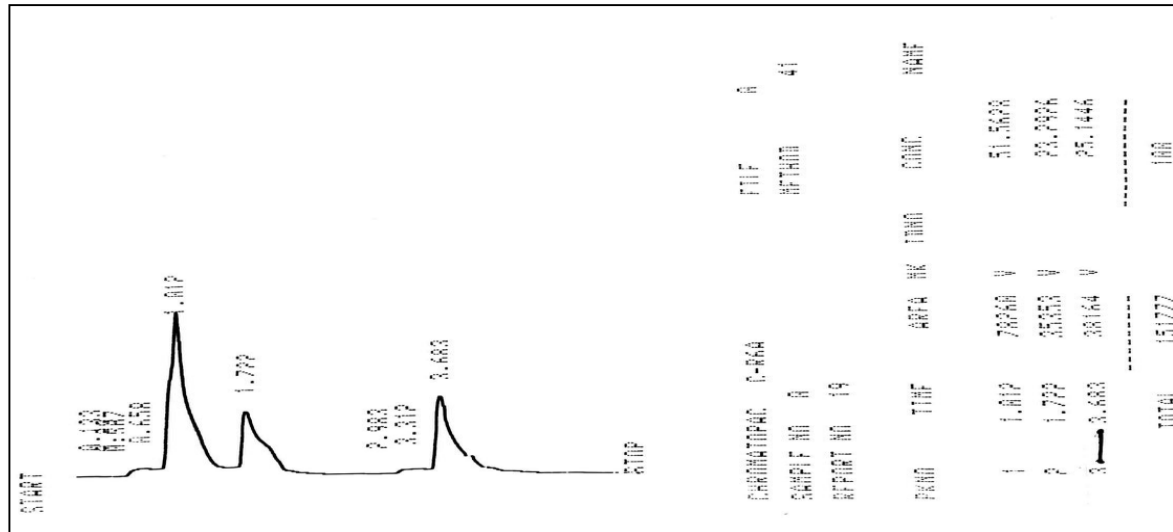
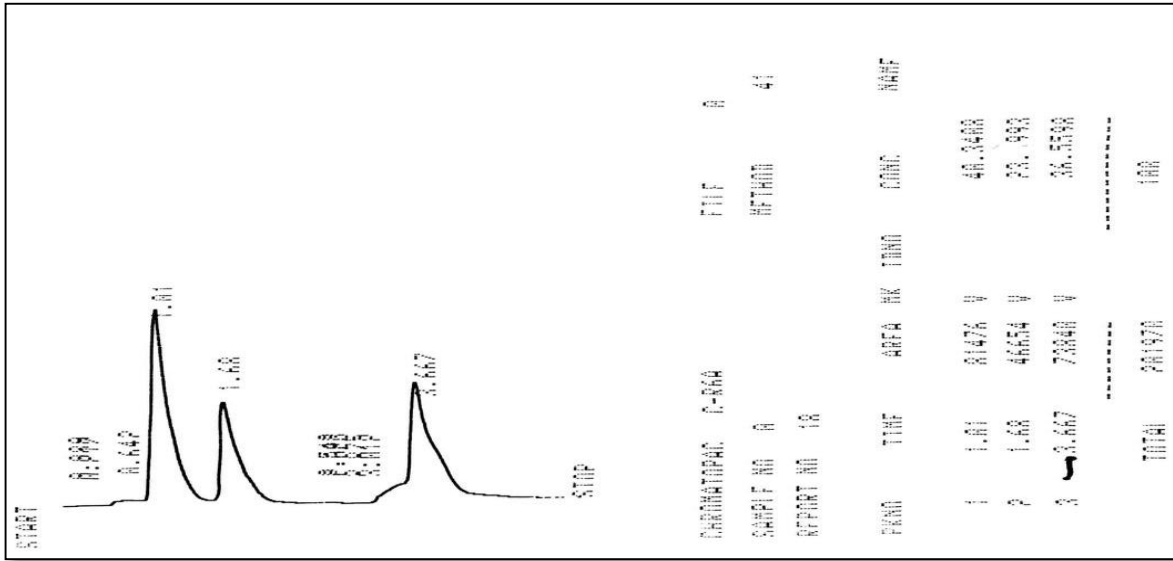












Abstract:

A series of field experiments were carried out at the research station of the College of Agriculture, University of Karbala, to investigate the seasonal population dynamics of the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) on two cabbage varieties (Globe Master and Red Globe). The study further assessed the relative efficacy of selected botanical insecticides (Palizin, Tondexir, and Oxymatrine), a chemical insecticide (Lambdacyhalothrin), a bio-insecticide Amyloland (*Bacillus amyloliquefaciens*), and Nano silicon dioxide particles (SiO₂ NPs). Additionally, the research evaluated the insecticidal performance of a nanocomposite consisting of Lambdacyhalothrin loaded onto nano-silica particles (Lambda@*sio2*nps). The study also included an analysis of the dissipation rate of Lambdacyhalothrin residues on cabbage leaves, along with an evaluation of the effectiveness of certain food processing treatments—such as washing with water and soap, soaking in saline solutions, and pickling—in removing pesticide residues.

The study recorded the first appearance of cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) nymphs on cabbage plants on November 10, 2024, four weeks after transplanting the seedlings into the field, with a density of 1.66 nymphs per leaf at a temperature of 17.93°C and relative humidity of 46.79%. The highest population density was observed in the fourth week, reaching 7.04 nymphs per leaf at a temperature of 16.62°C and relative humidity of 53.47%. Subsequently, the population declined significantly, reaching 0.08 nymphs per leaf by early December 2025, as the temperature dropped to 10.43°C and relative humidity rose to 71.27%. A noticeable reduction in nymph abundance was observed on the red cabbage variety (Red Globe) compared to the green variety (Globe Master), with a maximum density of 1.33 nymphs per leaf on Red Globe, versus a peak of 7.04 nymphs per leaf on Globe Master.

The results of evaluating the relative efficacy of the botanical insecticides Palizin, Tondexir, and Oxymatrine at a concentration of 3 mL/L indicated that Palizin achieved the highest relative efficacy, reaching 91.28% after 21 days of application. In comparison, Tondexir and Oxymatrine recorded efficacy rates of 72.48% and 73.3%, respectively. The bio-insecticide Amyloland also demonstrated high effectiveness in controlling the target pest. The 3 g/L concentration produced the highest mortality rate, reaching 67.2% after 21 days of treatment, with statistically significant differences compared to the 2 and 2.5 g/L concentrations, which recorded mortality rates of 51.2% and 56.9%, respectively. Furthermore, the 3 g/L concentration exhibited the highest biological efficacy after 21 days, reaching 99.4%, surpassing the 2 and 2.5 g/L concentrations, which achieved efficacy rates of 91.6% and 92.9%, respectively, over the same period.

The results of evaluating the efficacy of the bio-insecticide Amyloland in comparison with nano-silica compound over short time intervals showed that treatments with Amyloland at concentrations of 2, 2.5, and 3 g/L achieved cumulative mortality rates of 40.3%, 59.6%, 86.3%, and 100% at 3, 5, 7, and 9 days after treatment, respectively. In contrast, treatments with nano-silica at concentrations of 0.1, 0.15, and 0.2 g/L resulted in lower mortality rates, recording 36.6%, 50.1%, 70.3%, and 76.6% over the same time intervals, respectively.

The treatment with Karate 5% EC demonstrated high efficacy from the first day, recording a mortality rate of 90.33%, which continued to increase, reaching 100% by the fifth day. In contrast, the results of the nano-silica-loaded formulation indicated a positive correlation between increased concentration and insecticidal efficacy. Specifically, the formulation of the chemical insecticide Lambdacyhalothrin loaded onto nano-silica particles (Lambda@ SiO_2 nps) at a concentration of 0.7 mg/L exhibited a relative efficacy comparable to that of the

standard chemical insecticide, achieving 91.67% mortality on the first day and reaching 100% starting from the fifth day.

The dissipation analysis of the lambda-cyhalothrin in cabbage leaves revealed a significant decline in its concentration from 0.700 mg/kg for the recommended dose to 0.0335 mg/kg after 9 days, with no detectable residues observed after 13 days. When using the double dose, the concentration decreased from 0.832 mg/kg to 0.0373 mg/kg after 13 days. The pesticide's half-life ranged between 3.3 and 3.7 days, with a pre-harvest interval (PHI) of 7 days required to ensure crop safety.

Regarding the effects of food processing treatments on pesticide residue removal, the data showed that washing with tap water and soap resulted in the lowest removal rate at 25.19%. In contrast, soaking in a 5% saline solution achieved a higher removal rate of 68.79%. The most effective treatment was the combination of brining and pickling (soaking in a 50 g/L saline solution for 10 days followed by pickling in synthetic vinegar for 5 days), which resulted in the highest pesticide removal rate of 90.21%.



University of Kerbala

College of Agriculture

Plant Protection Department

Evaluation of the efficiency of some integrated pest management elements in controlling the cabbage aphids *Brevicoryne brassicae* and measuring the residual of Lambda-cyhalothrin pesticide .

A Thesis Submitted to the Council of the College of Agriculture - University of Kerbala in partial Fulfillment of the Requirements for the Master Degree Sciences in Agricultural - Plant Protection.

By

Rawasi Abd Alridha Shalbah

Supervised by

Asst.Prof. Dr. Mushtak Talib Mohammadali

1447 A.H

2025 A.D