

دراسة فعالية استخدام زيت اليوكالبتوس مع المبيد الكيميائي أبامكتين في مكافحة بالغات ويرقات حشرة خنفساء الحبوب الشعيرية (الخابرة)

دينا حسين هاتف المنصوري¹، فراس شوكت البياتي² وسحر محمد جواد¹

(1) قسم علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة الكوفة، العراق؛ (2) قسم البيئية، كلية العلوم، جامعة الكوفة، العراق.

*البريد الإلكتروني للباحث المرسل: dina.almansoori@uokufa.edu.iq

الملخص

المنصوري، دينا حسين هاتف، فراس شوكت البياتي وسحر محمد جواد. 2023. دراسة فعالية استخدام زيت اليوكالبتوس مع المبيد الكيميائي أبامكتين في مكافحة بالغات ويرقات حشرة خنفساء الحبوب الشعيرية (الخابرة). مجلة وقاية النبات العربية، 41(1): 18-27. <https://doi.org/10.22268/AJPP-41.1.018027>

إنّ لاستخدام المبيدات الكيميائية العديد من التأثيرات السلبية على البيئة وعلى صحة الانسان. تمّ في الأونة الاخيرة استخدام الزيوت النباتية العطرية كبديل في مجال مكافحة الآفات الحشرية نظراً لتركيبها الكيميائي وامتلاكها العديد من المركبات المهمة في مكافحة الحشرات الضارة، ومنها آفات الحبوب المخزونة، للتقليل من أضرار المبيدات الكيميائية. تضمنت الدراسة إجراء سلسلة من التجارب المختبرية لتحديد أقلّ تركيز من المبيد أبامكتين الذي يمكن أن يعطي أعلى نسبة موت لبالغات ويرقات الطور الثالث والخامس لحشرة الخابرة (*Trogoderma granarium*)، وذلك عند خلطه بنسبة 1:1 مع زيت اليوكالبتوس، بالإضافة إلى دراسة التأثير الطارد أو الجاذب لهذا الزيت. أظهرت نتائج الدراسة أنه عند استخدام تراكيز مختلفة من المبيد الكيميائي أبامكتين ضد بالغات حشرة الخابرة، تفوق التركيز 0.6 مل/ليتر بإعطاء نسبة موت بلغت 91.67%، في حين أعطى التركيز 0.15 مل/ليتر أقلّ نسبة موت (78.33%) بالمقارنة مع معاملة الشاهد التي كانت نسبة الموت فيها 0.00%. أما في حالة خلط المبيد أبامكتين بالتركيز 0.3 مل/ليتر مع زيت اليوكالبتوس بنسبة 1:1، فقد أعطى نسبة موت بلغت 98.33%، في حين سجل التركيز 0.15 مل/ليتر في حالة خلطه مع زيت اليوكالبتوس نسبة موت بلغت 86.67% بالمقارنة مع معاملة الشاهد (0.00%). كما أوضحت الدراسة أنه عند استخدام تراكيز مختلفة من المبيد الكيميائي أبامكتين ضد يرقات الطور الثالث والخامس لحشرة الخابرة قد تفوق التركيز 0.6 مل/ليتر على بقية تراكيز المبيد بنسب موت بلغت 80.00 و 85.55%، على التوالي، ويفارق معنوي عن بقية المعاملات، في حين كانت أقلّ نسبة موت عند التركيز 0.15 مل/ليتر حيث بلغت 74.44 و 67.77% لكل من يرقات الطور الثالث والخامس، على التوالي، بالمقارنة مع معاملة الشاهد (1.11%). كما بيّنت نتائج الدراسة أنه في حالة خلط المبيد بالتركيز 0.3 مل/ليتر مع زيت اليوكالبتوس بنسبة 1:1 فقد تحققت نسب موت بلغت 88.89 و 85.55%، في حين سجل التركيز 0.15 مل/ليتر في حالة خلطه مع زيت اليوكالبتوس نسب قتل بلغت 81.11 و 82.22% ويفارق معنوي بينهما لكل من يرقات الطور الثالث والخامس، على التوالي، بالمقارنة مع معاملة الشاهد (1.11%). كما أوضحت النتائج أنه في حال استخدام زيت اليوكالبتوس ضد بالغات ويرقات الطور الثالث والخامس لحشرة الخابرة تحققت نسب موت بلغت 83.33، 48.61 و 65.55%، على التوالي، بالمقارنة مع معاملة الشاهد (1.67%). كما تضمن البحث دراسة التأثير الطارد أو الجاذب لزيت اليوكالبتوس بالنسبة لبالغات ويرقات الطور الخامس لحشرة الخابرة، إذ بينت النتائج أن لزيت اليوكالبتوس تأثير طارد إزاء بالغات الخابرة وبنسبة طرد بلغت 83.00%، في حين أظهر زيت اليوكالبتوس تأثيراً جاذباً بالنسبة إلى يرقات الطور الخامس بنسبة جذب بلغت 84.50%.

كلمات مفتاحية: حشرة الخابرة، زيت اليوكالبتوس، أبامكتين، الزيوت النباتية العطرية.

المقدمة

الحبوب الشعيرية (الخابرة) (*Trogoderma granarium*)، والتي تنتشر في الهند وفي العديد من المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والبلدان الدافئة، من الآفات الحشرية المخزنية المهمة والخطرة، التي تعود الى عائلة خنافس الجلود Dermestidae وإلى رتبة غمدية الأجنحة (Coleoptera)، وتعدّ من أعقد حشرات المخازن ومن أكثرها مقاومة للمبيدات (Hong Chen et al., 2014)؛ كما تتسم بقابليتها لمقاومة

تسبب آفات المخازن العديد من الأضرار والخسائر الاقتصادية الكبيرة للمواد الغذائية المخزونة (المنظمة العربية للتنمية والزراعة، 2019)، إذ إن من المشاكل المهمة التي تواجه عمليات نقل وخرن وتجارة الحبوب هي إصابتها بالعديد من الآفات ولا سيّما الحشرية. تعدّ حشرة خنفساء

أحزمة مطاطية، وتم وضعها في الحاضنة عند حرارة $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ورطوبة نسبية $70 \pm 5\%$ (العفري، 1979؛ الجوراني، 1991).

تحضير تراكيز المبيد وزيت اليوكالبتوس

تم الحصول على المبيد البايروثرويدي المصنع الجديد (أبامكتين) من شركة سنجنتا (Syngenta) السويسرية، فرع بغداد، العراق، وذلك بصورة مستحضر تجاري جاهز (عبوة 1 لتر) لاستخدامها في التجارب. تم تحضير ثلاثة تراكيز من المبيد المستخدم (أبامكتين)، وهي: التركيز الموصى به (0.6 مل/لتر)، نصف التركيز الموصى به (0.3 مل/لتر)، ربع التركيز الموصى به (0.15 مل/لتر)، بواسطة إبرة سعة 5 مل، بالإضافة لمعاملة الشاهد والتي احتوت على الماء فقط في حال استخدام المبيد، وعلى الزيت المذاب في الأسيتون في حال خلط المبيد مع الزيت (داوود وآخرون، 1987). تم الحصول على الزيوت النباتية المستخدمة في البحث (زيت اليوكالبتوس) من الشركة العامة للزيوت النباتية بواقع 500 مل من زيت اليوكالبتوس لاستخدامها في التجارب ومعرفة تأثيرها الطارد والجاذب للحشرة، حيث تمت إذابة زيت اليوكالبتوس في الأسيتون النقي بواقع 2:1 مل (زيت: أسيتون)، وتمت إذابة كمية كافية من زيت اليوكالبتوس لاستخدامها في التجربة، ووضعت في قنينة خاصة مع إضافة قليل من مادة التنظيف إلى القنينة وذلك للمساعدة على انتشار الزيت المذاب وجاهزيته للاستخدام والخلط مع المبيد (داوود وآخرون، 1991). وبغرض تحضير تراكيز المبيد أبامكتين المخلوط بزيت اليوكالبتوس، تم خلط 1 مل من زيت اليوكالبتوس المحضّر إلى 1 مل من نصف التركيز الموصى به من المبيد المحضّر، أي بنسبة 1:1 مل (مبيد: زيت اليوكالبتوس)، وتم تحضير كمية كافية من الخليط لاستخدامه في التجارب اللاحقة.

تأثير تراكيز المبيد أبامكتين في نسبة موت بالغات ويرقات الطور الخامس والثالث لحشرة الخابرة

أخذت 10 حشرات بالغة و10 يرقات من الطور الخامس و10 يرقات من الطور الثالث من المستعمرة التي تمت تربيتها والحصول عليها باعتبارها تمثل الأطوار الأكثر ضرراً لمنتجات المخازن وتقاوم المبيدات الكيميائية، وتم وضعها في أطباق بتري بقطر 9 سم، وبواقع 10 حشرات لكل مكرر وبثلاثة مكررات. تمت معاملة بذور قمح سليمة غير معاملة بالتراكيز المذكورة من المبيد، وتم نفعها لمدة 30 ثانية في 1 مل مبيد من كل التراكيز المحضرة، وبواقع ثلاثة مكررات لكل تركيز. بعد ذلك تم وضعها على ورق تشيف، ومن ثم في الأطباق الحاوية على الحشرات (البالغات)، وبمقدار 1 غ قمح لكل مكرر. تم حساب نسب الموت بعد 24 ساعة من المعاملة.

الظروف البيئية الصعبة، حيث ليرقاتها القدرة على البقاء مدة 23 شهراً دون غداء في حالة سبات طويلة لحين توفر الغذاء. يحدث الضرر عادة نتيجة لتغذية اليرقات على الحبوب وإتلافها، فضلاً عن تلوينها للحبوب المخزونة بجلود الانسلاخ وفصلاتها وأجسام الحشرات الكاملة مما يقلل من قيمتها التجارية (Jawad et al., 2021).

تعدّ الطرائق الكيميائية باستخدام المبيدات، ولاسيما المبخّرات، من أهمّ الطرائق الشائعة في مكافحة هذه الآفة في العالم على الرغم من التأثيرات السلبية التي تسببها مثل هذه المكافحة (الخطيب، 2020؛ Arthur et al., 2018)، لهذا لجأت العديد من الدراسات الحالية إلى إيجاد بدائل عن المبيدات الكيميائية لتقليل الضرر البيئي. وأشار العديد من الباحثين إلى إمكانية استخدام الزيوت العطرية في مكافحة آفات الحبوب المخزونة والسيطرة على العديد من الآفات الحشرية الضارة (Campolo et al., 2018؛ Chaudhari et al., 2021). إنّ الزيوت النباتية العطرية عبارة عن مركبات عطرية طيارة توجد بشكل طبيعي في النباتات، وهي خليط من المركبات المشتقة من التوابل القادرة على توليد النكهة والرائحة (Perricone et al., 2015). تم استخدام العديد من المستخلصات والزيوت النباتية في مكافحة حشرة الخابرة (جرجيس والجبوري، 2005؛ المعجل، 2005؛ Papachristos & Stamopoulos, 2002).

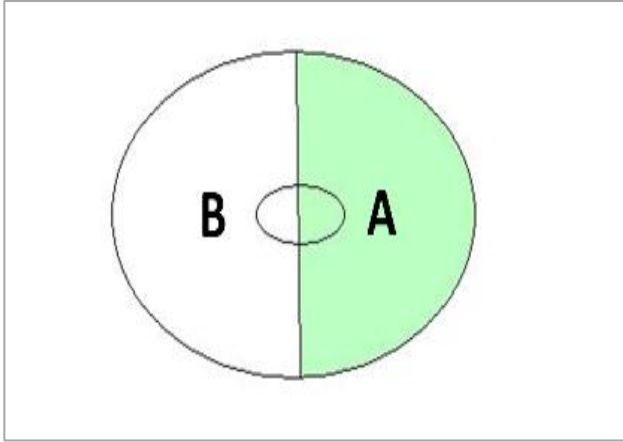
وفي هذه الدراسة، تم تقييم فعالية الزيوت النباتية العطرية (زيت اليوكالبتوس) ضدّ بالغات ويرقات حشرة الخابرة إلى جانب استخدام المبيد الكيميائي أبامكتين. حيث تم اختبار تأثير المبيد الكيميائي أبامكتين في بالغات ويرقات الطور الثالث والخامس لحشرة الخابرة، اختبار تأثير المبيد الكيميائي أبامكتين بصورة تآزرية (synergistic effect) مع زيت اليوكالبتوس في بالغات ويرقات الطور الثالث والخامس لحشرة الخابرة، اختبار تأثير زيت اليوكالبتوس في بالغات ويرقات الطور الثالث والخامس لحشرة الخابرة، اختبار تأثير زيت اليوكالبتوس في مقدار جذب أو طرد بالغات ويرقات الطور الخامس لحشرة الخابرة.

مواد البحث وطرائقه

تحضير مواد التجربة

تم الحصول على خنفساء الحبوب الشعرية (الخابرة) من حبوب مصابة أخذت من مختبر الدراسات العليا في قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة الكوفة، وتم تأسيس مستعمرة دائمة في المختبر بوضع الحشرات مع بذور الحنطة/القمح، صنف أبي غريب، داخل أوعية زجاجية (بقطر 13 سم وارتفاع 5 سم) غطيت فوهتها بقماش مملم وأحكم بشدة بواسطة

ثم حولت النسب المئوية للموت المصححة الى قيم زاوية لإدخالها في التحليل الإحصائي (داوود وآخرون، 1991).



شكل 1. طريقة الجذب والطرود لبالغات حشرة الخابرة والطور اليرقي الخامس. (A) منطقة غير معاملة، (B) منطقة تم مسحها بقطنة تحوي على 1 مل من زيت اليوكالبتوس. الدائرة المركزية وضع فيها الحشرات.

Figure 1. Attracting and expelling method of adults and the 5th instar larvae of the Khabra beetle. (A) untreated region, (B) treated region with a cotton swab containing 1 ml eucalyptus oil. Insects were placed in the central circle.

النتائج والمناقشة

تأثير تراكيز المبيد أبامكتين في نسبة الموت لبالغات حشرة الخابرة تفوق التركيز 0.6 مل/ليتر على باقي التراكيز بنسبة موت بلغت 91.67% وبفروق معنوية عن باقي المعاملات، في حين سجل التركيز 0.15 مل/ليتر أقل فرق معنوي بنسبة موت بلغت 78.33% بالمقارنة مع معاملة الشاهد التي كانت نسبة الموت فيها 0% (جدول 1). أما بالنسبة لتأثير الفترة الزمنية بعد المعاملة، فقد أعطى التركيز 0.6 مل/ليتر نسبة موت بلغت 83.33%، في حين تحققت أقل نسبة موت بتأثير التركيز 0.3 مل/ليتر بنسبة موت بلغت 56.66% وبفروق معنوية بينهما بعد مرور 24 ساعة من المعاملة، وارتفعت نسب الموت في جميع المعاملات إلى 100% بعد مرور 48 ساعة من المعاملة بالمقارنة مع معاملة الشاهد التي كانت نسبة الموت فيها 0%.

تأثير تراكيز المبيد أبامكتين المخلوط مع زيت اليوكالبتوس في نسبة موت بالغات ويرقات الطور الخامس والثالث لحشرة الخابرة تم أخذ 10 حشرات بالغة، و10 يرقات من الطور الأخير، و10 يرقات من الطور الثالث من المستعمرة، ووضعت في أطباق بتري قطرها 9 سم، وبواقع 10 حشرات لكل مكرر وبثلاثة تكرارات. تمت معاملة بذور قمح سليمة غير مصابة بتراكيز المبيد المخلوط مع زيت اليوكالبتوس المحضرة كما ذكر أعلاه. تم حساب نسب الموت بعد 24 ساعة من المعاملة.

تأثير زيت اليوكالبتوس في نسبة موت بالغات ويرقات الطور الخامس والثالث لحشرة الخابرة تم تطبيق الخطوات المذكورة أعلاه نفسها، ولكن بدون استخدام المبيد.

دراسة التأثير الطارد والجاذب لزيت اليوكالبتوس لبالغات حشرة الخابرة والطور اليرقي الخامس باستعمال الأطباق الزجاجية اعتمدت طريقة McDonald *et al.* (1970) المحورة من قبل Talukder & Howse (1993) باستعمال أطباق بتري نظيفة قطرها 15 سم وارتفاعها 2 سم، وقسم الطبق بواسطة قلم مؤشر إلى قسمين متساويين، القسم الأول (A) والثاني (B) وفي منتصف الطبق دائرة صغيرة (2 سم) لوضع الحشرات (شكل 1). تم مسح المنطقة B من الطبق بقطعة قطن تحوي 1 مل من زيت اليوكالبتوس، بينما بقيت المنطقة A دون معاملة. بعد ذلك، وضعت 10 بالغات في منتصف الطبق، وتم حساب نسبة الطرد والجذب والموازنة بعد 15 و30 دقيقة، وكررت التجربة ثلاث مرات. بعد ذلك أعيدت الخطوات السابقة نفسها على الطور اليرقي الثالث والطور اليرقي الأخير، وتم حساب نسبة الطرد والجذب وفقاً لمعادلة Talukder & Howse (1993) كما يلي:

$$PR=2(C-50)$$

حيث PR=نسبة الطرد، C=نسبة الحشرات في الجزء غير المعامل.

التحليل الإحصائي

حللت النتائج وفق نموذج التجارب العاملية Factorial Design باستخدام التصميم العشوائي التام (CRD)، وتم استعمال اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 5% لاختبار معنوية الفروق بين المعاملات. تم تصحيح النسب المئوية للموت وفق معادلة أبوت (Abbott, 1925)، وتم حساب النسب المئوية للموت المصححة وفق المعادلة التالية:

$$\% \text{ للموت} = \frac{\% \text{ للموت في المعاملة} - \% \text{ للموت في الشاهد}}{100 - \% \text{ للموت في الشاهد}} \times 100$$

كما كانت النتائج مطابقة لأبحاث سابقة منشورة (Sagheer *et al.*, 2013)؛ حيث تبين فعالية الزيوت العطرية المستخلصة من النباتات في مكافحة حشرة الخابرة.

جدول 2. تأثير إضافة زيت اليوكالبتوس (1:1) مع تراكيز مختلفة من المبيد في نسبة موت بالغات حشرة الخابرة.

Table 2. Effect of the addition of eucalyptus oil to different insecticide concentrations (1:1) on the mortality rate of khapra beetle adults.

معدل المعاملات Mean of Treatment	الوقت (ساعة) بعد المعاملة Time (hours) after treatment		تركيز المعاملات Treatment concentrations
	48	24	
98.33	100	96.66	0.3 ml/L+ eucalyptus oil
86.67	100	73.33	0.15 ml/L+ eucalyptus oil
0.00	0.00	0.00	الشاهد Control
	66.67	56.66	معدل تأثير الوقت بعد المعاملة Mean of effect of period after treatment

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لكل من المعاملات = 4.621، الوقت = 3.812، التداخل = 6.452.
LSD_{0.05}: Treatments = 4.621, time = 3.812, Interaction = 6.452.

تأثير تراكيز المبيد أباكتين في نسبة موت يرقات الطور الثالث لحشرة الخابرة

تفوق التركيز 0.6 مل/ليتر على بقية التراكيز في النسبة المئوية لموت يرقات الطور الثالث بنسبة موت بلغت 85.55% وبفارق معنوي عن باقي المعاملات، تلتها معاملات التراكيز 0.15 و 0.3 مل/ليتر بنسب موت بلغت 73.33 و 74.44%، على التوالي، وبدون فروق معنوية بينهما، في حين كانت نسبة الموت في معاملة الشاهد 1.11% (جدول 3). أما بالنسبة لتأثير الفترة الزمنية بعد المعاملة فقد سجل التركيز 0.6 مل/ليتر أعلى نسبة موت (63.33%)، وكانت أقل نسبة موت (43.33%) بتأثير التركيز 0.15 مل/ليتر، في حين كانت نسبة الموت في معاملة الشاهد 0.00% بعد مرور 24 ساعة من المعاملة، وارتفعت نسبة الموت لكل معاملات تراكيز المبيد بعد مرور 48 ساعة من المعاملة في حين بقيت نسبة الموت لمعاملة المقارنة 0.00%، ووصلت نسبة الموت لكل معاملات تراكيز المبيد إلى 100%، أما معاملة الشاهد فقد أعطت نسبة موت بلغت 3.33% بعد مرور 72 ساعة من المعاملة. كما بينت النتائج أن الفترة الزمنية 72 ساعة بعد المعاملة أعطت أعلى نسبة موت (75.83%)، وكانت أقل نسبة موت (40.00%) بتأثير الفترة الزمنية 24 ساعة بعد المعاملة وبفارق معنوي بينهما.

جدول 1. تأثير تراكيز المبيد أباكتين في نسبة موت بالغات حشرة الخابرة بعد 24 و 48 ساعة من المعاملة.

Table 1. Effect of different concentrations of the insecticide abamectin on the mortality rate of khapra beetle 24 and 48 hours after treatment.

معدل المعاملات Mean of Treatment	الوقت بعد المعاملة (ساعة) Time after treatment (hours)		تركيز المعاملات Treatment concentration
	48	24	
91.67	100	83.33	0.6 ml/L
83.33	100	66.66	0.3 ml/L
78.33	100	56.66	0.15 ml/L
0.00	0.00	0.00	الشاهد Control
	69.60	46.13	معدل تأثير الوقت بعد المعاملة Mean of effect of period after treatment

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لكل من المعاملات = 3.264، الوقت = 1.225، التداخل = 4.592.
LSD_{0.05}: Treatments = 3.264, Time = 1.225, interaction = 4.592.

تأثير إضافة زيت اليوكالبتوس بنسبة 1:1 مع تراكيز المبيد أباكتين في نسبة موت بالغات حشرة الخابرة

يتضح من الجدول 2 أن إضافة زيت اليوكالبتوس بنسبة 1:1 لتراكيز المبيد قد أدى إلى زيادة نسبة موت بالغات حشرة الخابرة، إذ أعطى التركيز 0.3 مل/ليتر أعلى نسبة موت (98.33%)، وتحققت أقل نسبة موت (86.67%) بتأثير التركيز 0.15 مل/ليتر وبفروق معنوية بينهما، في حين كانت نسبة الموت في الشاهد 0%. أما بالنسبة للفترة الزمنية فقد أعطى التركيز 0.3 مل/ليتر نسبة موت بلغت 96.66%، في حين أعطى التركيز 0.15 مل/ليتر نسبة موت بلغت 73.33% بالمقارنة مع معاملة الشاهد التي كانت نسبة الموت فيها 0% بعد مرور 24 ساعة من المعاملة. وارتفعت نسب الموت لكلا التركيزين (0.15 و 0.3) إلى 100% بعد مرور 48 ساعة من المعاملة، بينما بقيت نسبة الموت في الشاهد 0% (جدول 2). كما ازدادت نسب هلاك بالغات حشرة الخابرة عند استخدام زيت اليوكالبتوس مع المبيد أباكتين في حالة استخدام التركيز 0.3 مل/ليتر بالمقارنة مع النتائج المبينة في جدول 1.

إن الزيوت النباتية العطرية قد تؤثر على أنزيمات تمثيل المبيدات، حيث أكد Day & White (2016) بأن عمل الزيوت النباتية العطرية ينحصر في تنشيطها للنظم الأنزيمية المسؤولة عن تمثيل المواد السامة، ويؤدي هذا إلى زيادة الكمية الفعالة للجزء السام داخل الكائن الحي. وجاءت هذه النتائج مشابهة لما نشر سابقاً (Hanif *et al.*, 2015) بأن استخدام الزيوت النباتية مع المبيدات يجعلها أكثر فعالية في مكافحة حشرة الخابرة، ويمكن تقليل كمية المبيد المستعمل لمكافحة حشرات المخازن للتخفيف من التأثيرات الصحية للمبيدات الكيميائية على البيئة.

1984) بأن هنالك ثلاث مجاميع رئيسية من هذه المركبات الكيميائية الثانوية في النباتات، وهي المركبات الفينولية والفلويدية والترينينية.

جدول 4. تأثير إضافة زيت اليوكالبتوس بنسبة 1:1 مع تراكيز المبيد أبامكتين في نسبة موت يرقات الطور الثالث لحشرة الخابرة بعد فترات مختلفة من المعاملة.

Table 4. Effect of the addition of eucalyptus oil at 1:1 ratio to different abamectin concentrations on mortality rate of the third larval stage of khapra beetle at different periods after treatment.

معدل المعاملات Mean of Treatment	الوقت (ساعة) بعد المعاملة Time (hours) after treatment			تركيز المعاملات Treatment concentration
	72	48	24	
88.89	100	100	66.66	0.3 ml/L+ eucalyptus oil
81.11	100	93.33	50.00	0.15 ml/L+ eucalyptus oil
1.11	3.33	0.00	0.00	الشاهد معدل تأثير الوقت بعد المعاملة
	67.78	64.44	38.89	Mean of effect of period after treatment

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لكل من المعاملات = 3.615، الوقت = 3.615، التداخل = 5.618.
LSD_{0.05}: Treatments=3.615, time=3.615, interaction=5.618.

تأثير تراكيز المبيد أبامكتين في نسبة موت يرقات الطور الخامس لحشرة الخابرة

بيّنت النتائج (جدول 5) تفوق التركيز 0.6 مل/ليتر بفروق معنوية على باقي معاملات التراكيز بنسبة موت بلغت 80.00%. كانت أقل نسبة موت (67.77%) بتأثير التركيز 0.15 مل/ليتر، في حين كانت نسبة الموت في معاملة الشاهد 1.11%. أما بالنسبة للفترة الزمنية بعد المعاملة، فقد سجل التركيز 0.6 مل/ليتر أعلى نسبة موت (53.33%) في حين أعطى التركيز 0.15 مل/ليتر أقل نسبة موت (36.66%) أما معاملة الشاهد فقد أعطت نسبة موت بلغت 0.00% بعد مرور 24 ساعة من المعاملة. وارتفعت نسبة الموت لكل المعاملات بعد مرور 48 ساعة من المعاملة، ما عدا معاملة الشاهد فقد بقيت النسبة ذاتها 0.00%. وصلت نسبة الموت لكل معاملات تراكيز المبيد إلى 100% في حين بلغت نسبة الموت في معاملة الشاهد 3.33% بعد مرور 72 ساعة من المعاملة. كما أشارت النتائج أن الفترة الزمنية 72 ساعة أعطت أعلى نسبة موت (75.83%) وكانت أقل نسبة موت (32.50%) بتأثير المدة الزمنية 24 ساعة وبفروق معنوية بينهما. كما أثرت تراكيز المبيد على يرقات الطور الخامس بنسبة أقل مقارنة بتأثيرها في يرقات الطور الثالث (جدول 6).

جدول 3. تأثير تراكيز المبيد أبامكتين في نسبة موت يرقات الطور الثالث (%) لحشرة الخابرة بعد فترات مختلفة من المعاملة.

Table 3. Effect of different concentrations of the insecticide abamectin on the mortality rate (%) of the third stage larvae of khapra beetle following different periods after treatment.

معدل المعاملات Mean of Treatment	الوقت (ساعة) بعد المعاملة Time (hours) after treatment			تركيز المعاملات Treatment concentration
	72	48	24	
85.55	100	93.33	63.33	0.6 ml/L 0.6 مل/ل
73.33	100	66.66	53.33	0.3 ml/L 0.3 مل/ل
74.44	100	80.00	43.33	0.15 ml/L 0.15 مل/ل
1.11	3.33	0.00	0.00	الشاهد معدل تأثير الوقت بعد المعاملة
	75.83	60.00	40.00	Mean of effect of period after treatment

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لكل من المعاملات = 6.511، الوقت = 5.953، التآثر = 7.924.

LSD_{0.05}: Treatments=6.511, time=5.953, interaction=7.924.

تأثير إضافة زيت اليوكالبتوس بنسبة 1:1 مع تراكيز المبيد أبامكتين في نسبة موت يرقات الطور الثالث لحشرة الخابرة

أشارت النتائج (جدول 4) إلى أن إضافة زيت اليوكالبتوس إلى تراكيز المبيد 0.3 و 0.15 مل/ليتر أدى إلى زيادة نسبة موت يرقات الطور الثالث لحشرة الخابرة، حيث أعطت معاملة التركيز 0.3 مل/ليتر أعلى نسبة موت (88.89%)، وكانت أقل نسبة (81.11%) بتأثير معاملة التركيز 0.15 مل/ليتر وبفارق معنوي بينهما، في حين كانت نسبة الموت في معاملة الشاهد 1.11%. أما بالنسبة للفترة الزمنية بعد المعاملة، فقد تفوقت معاملة التركيز 0.3 مل/ليتر بنسبة موت بلغت 66.66%، في حين أعطت معاملة التركيز 0.15 مل/ليتر أقل نسبة موت (50.00%) مقارنة بمعاملة الشاهد (0.00%) بعد مرور 24 ساعة من المعاملة. وارتفعت نسبة الموت إلى 100% بالنسبة لمعاملة التركيز 0.3 مل/ليتر. أما معاملة التركيز 0.15 مل/ليتر فقد أعطت نسبة موت بلغت 93.33% مقارنة بـ 0.00% لمعاملة الشاهد بعد مرور 48 ساعة من المعاملة. وارتفعت نسبة الموت في بقية المعاملات بعد مرور 72 ساعة من المعاملة، إذ بلغت 100% في معاملة التركيز 0.15 مل/ليتر مقارنة بالشاهد 3.33%. يتضح من هذه النتائج بأن ازدياد نسب الموت في هذه التجربة بالمقارنة مع التجربة في جدول 3 ربما يعود إلى أن الزيوت النباتية العطرية تعمل على زيادة فاعلية الجرعة المستخدمة من المبيد (Hanif et al., 2015)، وقد يعود سبب ازدياد فاعلية المبيد عند خلطه بالزيت المذكور إلى وجود مركبات ثانوية في هذا الزيت تزيد من نسب القتل (Fathi & Shakarami, 2014). وقد نشر سابقاً (Harborn,)

ويستنتج من ذلك أن خلط المبيد المذكور مع نسبة محددة من زيت اليوكالبتوس قد أدى إلى نسبة موت عالية بالمقارنة مع نسب الموت باستخدام المبيد لوحده، وبالتالي يمكن تقليل كمية المبيد المستخدم مع تحقيق أعلى نسبة موت للأطوار المعاملة مما يعزز تقليل التلوث البيئي. وجاءت هذه النتائج مطابقة لما ذكر سابقاً (Cao *et al.*, 2018)؛ و (Gharsan, 2015) بأن الزيوت العطرية كانت فعالة في مكافحة يرقات حشرة الخابرة.

جدول 6. تأثير إضافة زيت اليوكالبتوس بنسبة 1:1 مل مع تراكيز المبيد أبامكتين في نسبة موت يرقات الطور الخامس لحشرة الخابرة بعد فترات مختلفة من المعاملة.

Table 6. Effect of adding eucalyptus oil at 1:1 ratio to different concentrations of the insecticide abamectin on mortality rate of 5th instar larvae of khapra beetle after different periods from treatment.

معدل المعاملات Mean of Treatment	الوقت (ساعة) بعد المعاملة Time (hours) after treatment			تركيز المعاملات Treatment concentration
	72	48	24	
85.55	100	100	63.66	0.3 ml/L+ eucalyptus oil
82.22	100	93.33	53.33	0.15 ml/L+ eucalyptus oil
1.11	3.33	0.00	0.00	الشاهد Control
	67.78	64.44	36.66	معدل تأثير الوقت بعد المعاملة Mean of effect of period after treatment

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لكل من المعاملات = 2.364، الوقت = 2.364، التداخل = 4.927.
LSD_{0.05}: Treatments=2.364, time= 2.364, interaction= 4.927>

تأثير زيت اليوكالبتوس على نسب موت بالغات ويرقات الطور الثالث والخامس لحشرة الخابرة

أشارت النتائج (جدول 7) إلى تأثير زيت اليوكالبتوس في النسبة المئوية لموت بالغات ويرقات الطور الثالث والخامس لحشرة الخابرة، إذ أعطى زيت اليوكالبتوس أعلى معدل نسبة موت (83.33%) بالنسبة إلى بالغات الحشرة وكان أقل معدل نسبة موت (48.61%) بالنسبة إلى يرقات الطور الثالث، في حين كانت نسبة الموت لمعاملة الشاهد 1.67%. أما بالنسبة لتأثير الفترة الزمنية بعد المعاملة، فقد أعطى زيت اليوكالبتوس نسبة موت بلغت: 53.33، 33.33، 23.33% بالنسبة إلى بالغات ويرقات الطور الخامس والثالث لحشرة الخابرة، على التوالي، في حين كانت نسبة الموت في معاملة الشاهد 0.00% بعد مرور 24 ساعة من المعاملة، وارتفعت نسب الموت لكل المعاملات مع زيادة المدة الزمنية بعد المعاملة، إذ وصلت إلى 100، 75.92 و 54.81% بالنسبة إلى بالغات ويرقات

جدول 5. تأثير تراكيز المبيد أبامكتين في نسبة موت يرقات الطور الخامس لحشرة الخابرة بعد فترات مختلفة من المعاملة.

Table 5. Effect of different concentrations of the insecticide abamectin on mortality rate of 5th instar larvae of khapra beetle after different periods from treatment.

معدل المعاملات Mean of Treatment	الوقت (ساعة) بعد المعاملة Time (hours) after treatment			تركيز المعاملات Treatment concentration
	72	48	24	
80.00	100	86.66	53.33	0.6 ml/L
71.11	100	73.33	40.00	0.3 ml/L
67.77	100	66.66	36.66	0.15 ml/L
1.11	3.33	0.00	0.00	الشاهد Control
	75.83	56.66	32.50	معدل تأثير الوقت بعد المعاملة Mean of effect of period after treatment

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 لكل من المعاملات = 3.619، الوقت = 2.518، التداخل = 5.999.
LSD_{0.05}: Treatments=3.619, time=2.518, interaction=5.999>

تأثير إضافة زيت اليوكالبتوس بنسبة 1:1 مل مع تراكيز المبيد أبامكتين في نسبة موت يرقات الطور الخامس لحشرة الخابرة بعد أوقات مختلفة من المعاملة

أوضحت النتائج (جدول 6) أن إضافة زيت اليوكالبتوس بنسبة 1:1 مل مع تراكيز المبيد أبامكتين أدى إلى زيادة نسبة موت يرقات الطور الخامس لحشرة الخابرة، إذ أعطى التركيز 0.3 مل/ليتر أعلى نسبة موت (85.55%) في حين أعطى التركيز 0.15 مل/ليتر أقل نسبة موت (82.22%) وكانت نسبة الموت في الشاهد 1.11%. أما بالنسبة للفترة الزمنية بعد المعاملة، فقد أعطى التركيز 0.3 مل/ليتر أعلى نسبة موت (56.66%) وتحققت أقل نسبة موت (53.33%) بتأثير التركيز 0.15 مل/ليتر وبفروق معنوية بينهما، في حين كانت نسبة الموت في معاملة الشاهد 0.00% بعد مرور 24 ساعة من المعاملة. وارتفعت نسبة الموت إلى 100% بالنسبة إلى التركيز 0.3 مل/ليتر في حين أعطى التركيز 0.15 مل/ليتر نسبة موت بلغت 93.33%، أما بالنسبة إلى معاملة الشاهد فقد بقيت نسبة الموت فيها 0.00% بعد مرور 48 ساعة من المعاملة. وارتفعت نسبة الموت لكل المعاملات ووصلت إلى 100% بالنسبة إلى التركيز 0.15 مل/ليتر، وقابلها 3.33% في الشاهد بعد مرور 72 ساعة من المعاملة.

أوضحت النتائج بأن التأثير الفعال للزيوت العطرية المخلوطة مع المبيدات الكيميائية يعتمد على نوع الحشرة والزيت النباتي العطري وطريقة الاختبار، إذ يعتقد بأن الزيادة الحاصلة في نسبة الموت تتوقف على عدة عوامل، ومنها زيادة نفاذية المبيد خلال كيوتكل الحشرة، وتكوين جزئيات معقدة بين الزيت العطري والمبيد (Fathi & Shakarami, 2014)،

على التوالي، بعد مرور 30 دقيقة، بينما كان معدل نسبة طرد زيت اليوكالبتوس للطور اليرقي الخامس وبالغات الحشرة 83.00 و 14.50%، على التوالي.

بالنسبة للفترة الزمنية بعد المعاملة فقد وصلت نسبة الطرد للطور اليرقي الخامس وبالغات الحشرة إلى 16 و 86%، على التوالي، بعد مرور 15 دقيقة، وانخفضت نسبة الطرد للطور اليرقي الخامس وبالغات الحشرة إلى 13 و 80%، على التوالي، بعد مرور 30 دقيقة. جاءت هذه النتائج مطابقة لما وجدته داوود وآخرون (1991) بأن الزيت الطيار لنبات اليوكالبتوس أظهر تقوفاً واضحاً على بقية الزيوت الطيارة والثابتة المستخدمة من بين عشر نباتات في تأثيره الطارد على حشرة خنفساء اللوبيا الجنوبية. وكذلك جاءت النتائج مشابهة لما نشر سابقاً (Schortemeyer et al., 2011) بأن لزيت اليوكالبتوس الليموني تأثير طارد للبعوض *Aedes aegypti* مختبرياً باختلاف الحشرة والمادة الطاردة المستخدمة.

مما سبق، يتبين أن هذه النتائج جاءت مطابقة لما ذكره Elnabawy et al. (2021) بأن الزيوت الطيارة كانت طاردة لحشرة خنافس الطحين بنسبة عالية، وبالتالي فإن للزيوت المستخلصة من النباتات أهمية في حماية منتجات المخازن من الإصابة بحشرات المخازن.

الطور الخامس والثالث لحشرة الخابرة، على التوالي، في حين كانت نسبة الموت في معاملة الشاهد 3.33% بعد مرور 72 ساعة من المعاملة. وبلغت نسبة الموت 79.62 و 96.29% ليرقات الطور الثالث والخامس، على التوالي، بعد مرور 96 ساعة من المعاملة. كما يتضح من الجدول أعلاه أن بالغات حشرة الخابرة كانت أكثر تأثراً بزيت اليوكالبتوس من يرقات الطور الثالث والخامس.

هذا وجاءت هذه الدراسة مشابهة لدراسات سابقة والتي أشارت بأن لزيت اليوكالبتوس تأثير فعال وسام على بالغات ويرقات حشرة الخابرة (Tayoub et al., Ebnolelm et al., 2015؛ Adak et al., 2020؛ Zimmermann et al., 2012؛ 2012).

تأثير زيت اليوكالبتوس في جذب وطرده بالغات ويرقات الطور الخامس لحشرة الخابرة

بيّنت النتائج (جدول 8) أن لزيت اليوكالبتوس تأثير جاذب للطور اليرقي الخامس، وطارداً لبالغات حشرة الخابرة، إذ وصل معدل نسبة الجذب إلى 84.56% للطور اليرقي الخامس، في حين كان معدل نسبة الجذب 16.50% لبالغات الحشرة. أما بالنسبة للفترة الزمنية بعد المعاملة، فقد كانت نسبة جذب زيت اليوكالبتوس ليرقات الطور الخامس وبالغات الحشرة 83.00 و 13.00%، على التوالي، بعد مرور 15 دقيقة وارتفعت النسبة ليرقات الطور الخامس وبالغات الحشرة إلى 86.00 و 20.00%،

جدول 7. تأثير زيت اليوكالبتوس على نسب موت بالغات ويرقات الطور الثالث والخامس لحشرة الخابرة.

Table 7. Effect of eucalyptus oil on mortality rate of adults and 3rd and 5th instar larvae of the khapra beetle.

معدل المعاملات Mean of Treatment	الوقت (ساعة) بعد المعاملة Time (hours) after treatment				المعاملات Treatments	المعاملات
	96	72	48	24		
83.33	100.00	100.00	80.00	53.33	Adults	البالغات
1.67	3.33	3.33	0.00	0.00	Control	الشاهد
	51.67	51.67	40.00	26.67		معدل الوقت بعد المعاملة
						Mean effect of time period after treatment
48.61	79.62	54.81	36.66	23.33	3 th instar larvae	يرقات الطور الثالث
1.67	3.33	3.33	0.00	0.00	Control	الشاهد
	41.48	44.07	18.33	11.67		معدل الوقت بعد المعاملة
						Mean effect of time period after treatment
65.55	96.29	75.92	56.66	33.33	5 th instar larvae	يرقات الطور الخامس
1.67	3.33	3.33	0.00	0.00	Control	الشاهد
	49.81	39.63	28.33	16.67		معدل الوقت بعد المعاملة
						Mean effect of time period after treatment

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 للبالغات: المعاملات = 4.592، الوقت = 7.815، التداخل = 8.991.

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 ليرقات الطور الثالث: المعاملات = 2.614، الوقت = 3.814، التداخل = 6.519.

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 ليرقات الطور الخامس: المعاملات = 5.153، الوقت = 5.014، التداخل = 7.615.

LSD_{0.05} for adult: Treatments=4.592, time=7.815, interaction= 8.991.

LSD_{0.05} for 3rd instar larvae: Treatments=2.614, time= 3.814, interaction= 6.519.

LSD_{0.05} for 5th instar larvae: Treatments=5.153, time= 5.014, interaction= 7.615.

Table 8. Effect of eucalyptus oil on attracting and repelling adults and 5th instar larvae of the khapra beetle.

معدل المعاملات Mean of Treatment	الوقت (دقيقة) بعد المعاملة Time (minutes) after treatment		المعاملات Treatment	أعداد الحشرات Number of insects	المعاملات Treatment
	30	15			
84.50	86.00	83.00	يرقات الطور الخامس	الحشرات المنجذبة	أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05
14.50	13.00	16.00	البالغات	الحشرات المطرودة	أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05
16.50	20.00	13.00	البالغات	الحشرات المنجذبة	أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05
83.00	80.00	86.00	البالغات	الحشرات المطرودة	أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05
	53.00	48.00	معدل الوقت بعد المعاملة	الحشرات المنجذبة	Mean effect of time
	46.50	51.00	معدل الوقت بعد المعاملة	الحشرات المطرودة	Mean effect of time

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 للحشرات المنجذبة: المعاملات = 3.614، الوقت = 3.614، التداخل = 5.667.

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 للحشرات المطرودة: المعاملات = 3.661، الوقت = 3.661، التداخل = 5.934.

LSD_{0.05} attracted insects: Treatments=3.614, time= 3.614, interaction= 5.667.

LSD_{0.05} repelling insects: Treatments=3.661, time= 3.661, interaction= 5.934.

Abstract

Al Mansoori, D.H.H., F.S. Al Bayati and S.M. Jawad. 2023. Studying the Efficiency of Essential Oil Blends with the Pesticide Abamectin against Adult and Larvae of *Trogoderma granarium* (Everts). Arab Journal of Plant Protection, 41(1): 18-27. <https://doi.org/10.22268/AJPP-41.1.018027>

Using chemical pesticides has several adverse effects on the environment and human health. Therefore, natural plant extract products may provide an alternative to chemical pesticides for the control of stored pests and reduce the impact caused by chemical pesticides. The use of aromatic essential oils in the management of insect pests has recently gained popularity due to their chemical composition and the presence of many important compounds for controlling harmful insects, such as stored grain pests. A series of laboratory studies were conducted to determine the lowest dosage of the insecticide Abamectin combined as (1:1) with Eucalyptus oil against the insect's adult, third, and fifth stage larvae khapra. In addition, the repellency or attraction of Eucalyptus oil has been examined. The findings indicated that various concentrations of Abamectin were used against the khapra beetle; the death rates of the concentrations (0.6 and 0.15 ml/L) were 91.67 and 78.33% compared to the control. The concentration 0.3 and 0.15 mg/L when mixed with Eucalyptus oil (1:1) gave 98.33 and 86.67% mortality, respectively, compared to the control, which was 0.00%. The result also indicated that mortality rates were highest by the concentration of 0.6 ml/L with a death rate of 85.55 and 80.00% of the third and fifth instar larvae, while the concentration of 0.15 ml/L gave death rates of 74.44 and 67.77%, respectively. The addition of Eucalyptus oil at a ratio of 1:1 to the insecticide concentrations 0.3 ml/L led to an increase in the mortality rates of the third and fifth instar larvae that reached 88.89 and 85.55%, respectively. Likewise, the death rates of using the insecticide concentration of 0.15 ml/L were 81.11 and 82.22%, respectively. The study also indicated the effect of Eucalyptus oil alone on the percentage of death of adults, the third and fifth instars of the Khapra beetle were 83.33, 48.61 and 65.55%, respectively, whereas the death rate for the control treatment was 1.67%. The study also confirmed that Eucalyptus oil had an 83.00% repellent effect on adults, whereas it had an 84.50% attraction effect on fifth-stage larvae. The study suggests using these essential oils as a potential safe alternative to insecticides.

Keywords: Khapra Beetle, Eucalyptus oil, pesticides, Essential oils

Affiliation of Authors: Al Mansoori, D.H. H^{1*}, F. S. Al Bayati² and S. M. Jawad¹. (1) Soil Sciences and Water Resources Department, Faculty of Agriculture, Kufa University, Iraq, (2) Environment Department, Faculty of Sciences, Kufa University, Iraq. *Email of corresponding author: dina.almansoori@uokufa.edu.iq

References

- المستخلصة من بعض النباتات في خنفساء اللوبيا الجنوبية *C. macalatus*. مجلة زراعة الرافدين، 23(2): 179-187. [Dawood, A.Sh., A.O. Fawzi and N.M. Al-Mallah. 1991. Study of the effect of some volatile and fixed oils extracted from some plants on the southern cowpea beetle *C. macalatus*. Rafidain Agriculture Journal, 23(2): 179-187. (In Arabic)]
- جرجيس، سالم جميل وعبد الرزاق يونس الجبوري. 2005. التأثيرات تحت القاتلة للمستخلصات الخام لبعض النباتات الطبية في خنفساء الحبوب الشعيرية *Trogoderma granarium*. مجلة الزراعة العراقية، 10: 83-93.

- داوود، عواد شعبان، عبد العزيز نزار مصطفى وسهل كوكب الجميل. 1987. استخدام زيوت نباتية لتنشيط سمية بعض مبيدات البيرثرويد المحضرة صناعياً ضد خنفساء الطحين. *T. confusum* L. مجلة زراعة الرافدين، 19(1): 247-253. [Dawood, A.Sh., A.N. Mustafa and S.K. Al-Jameel. 1987. Using vegetable oils to activate the toxicity of some synthetically prepared pyrethroid pesticides against the flour beetle *T. confusum* L. Al-Rafidain Agriculture Journal, 19(1):247-253. (In Arabic)]
- داوود، عواد شعبان، عبد العزيز عمر فوزي ونزار مصطفى الملاح. 1991. دراسة تأثير بعض الزيوت المتطايرة والثابتة

- pest control. Journal of Food Quality, 2018: 6906105. <https://doi.org/10.1155/2018/6906105>
- Cao, J.Q., S.S. Guo, Y. Wang, X. Pang, Z.F. Geng and S.S. Du.** 2018. Toxicity and repellency of essential oil from *Evodia lenticellata* Huang fruits and its major monoterpenes against three stored-product insects. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 160: 342-348. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.05.054>
- Chaudhari, A.K., V.K. Singh, A. Kedia, S. Das and N.K. Dubey.** 2021. Essential oils and their bioactive compounds as eco-friendly novel green pesticides for management of storage insect pests: prospects and retrospects. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(15): 18918-18940. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12841-w>
- Day, C. and B. White.** 2016. Khapra beetle, *Trogoderma granarium* interceptions and eradication in Australia and around the world. SARE Working paper 1609, School of Agricultural and Resource Economics, University of Western Australia, Crawley, Australia.
- Ebnolelm, N., F. Kocheili, Q. Sabahi and M. Mosadegh.** 2015. Fumigant and persistence toxicity of Eucalyptus, walnut, and pennyroyal essential oil on Khapra beetle *Trogoderma granarium* (Evert.) (Coleoptera: Dermestidae). *Plant Protection*, 38(3): 75-84. <https://doi.org/10.22055/ppr.2015.11378>
- Elnabawy, E.S.M., S. Hassan and E.K.A. Taha.** 2021. Repellent and toxicant effects of eight essential oils against the red flour beetle, *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biology*, 11(1): 3. <https://doi.org/10.3390/biology11010003>
- Fathi, A. and J. Shakarami.** 2014. Larvicidal effects of essential oils of five species of Eucalyptus against *Tribolium confusum* (du Val) and *T. castaneum* (Herbst). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 7(5): 220-224.
- Gharsan, F.N.** 2015. Evaluation of some plant oils against larvae of Khapra beetle (*Trogoderma granarium* E.) (Coleoptera: Dermestidae). *International Journal of Life Sciences Research*, 3(4): 109-114.
- Hanif, C.M. S., M. Hasan, M. Sagheer, S. Saleem, K. Ali and S. Akhtar.** 2015. Comparative insecticidal effectiveness of essential oils of three locally grown plants and phosphine gas against *Trogoderma granarium*. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(3): 709-715.
- Harborn, J.B.** 1984. *Phytochemical methods* Chapman and hall. London, New York. 2nd edition. 288 pp.
- Hong Chen, Z., L. Xu, F. Yang, G. Ji, J. Yang and J. Wang.** 2014. Efficacy of *Metarhizium anisopliae* isolate Max – 2 from Shangri – la, China under desiccation stress. *BMC Microbiol.*, 14(4): 143- 49. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-14-4>
- Jawad, S.M., B.M. Alshukri, R.A. Altaee, A.S.J. Al-Bdery.** 2021. Microcin as an insecticidal antibiotic against *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(3): 4440-4449.
- Kavallieratos, N.G., M.C. Boukouvala, N. Ntalli, A. Skourti, E.S. Karagianni, E.P. Nika and G. Benelli.** 2020. Effectiveness of eight essential oils against two [Gargis, S.J. and A.Y. Al-Jubouri. 2005. Sublethal effects of crude extracts of some medicinal plants on *Trogoderma granarium*. *Iraqi Agriculture Journal*, 10: 83-93. (In Arabic)]
- الجوراني، رضا صكب. 1991. تأثيرات مستخلصات نبات الاس. *Myrtus conmmunis* L. في حشرتي الخابرة ودودة الشمع الكبرى. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة-جامعة بغداد. 111 صفحة.
- [Al-Jourani, R.S. 1991. *Effects of extracts of Myrtus conmmunis* L. on khapra and the great waxworm. Ph. D. thesis, College of Agriculture, University of Baghdad, Iraq. 111 pp. (In Arabic)]
- الخطيب، زكريا. 2020. المبيدات الزراعية. وزارة الزراعة والارشاد الزراعي. 161 صفحة.
- [Al-Khatib, Z. 2020. *Agricultural Pesticides*. Ministry of Agriculture and Agricultural Extension. 161 pp. (In Arabic)]
- العفري، عماد أحمد محمود. 1979. تأثير بعض العوامل البيئية على حياتية خنفساء الحبوب الشعرية *Trogoderma granarium* وأهمية ذلك في المكافحة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. 114 صفحة.
- [Al-Afri, I.A.M. 1979. *Effect of some environmental factors on the life of Trogoderma granarium and its importance in control*. M. Sc. thesis, College of Agriculture, University of Baghdad, Iraq. 114 pp. (In Arabic)]
- المعجل، نادرة حمود. 2005. تقييم كفاءة مسحوق لحاء القرفة الصينية (*Cinnamomum cassia* (Blume)) في ثلاثة أنواع حشرية من غمدية الأجنحة. مجلة وقاية النبات العربية، 23: 106-100.
- [Al-Moajel, N.H. 2005. *Evaluation of Cinnamomum cassia (Blume) powder against three Coleoptera species of stored-products*. *Arab Journal of Plant Protection*, 23: 100-106. (In Arabic)]
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. 2019. أوضاع الأمن الغذائي العربي. 39 صفحة
- [Arab Organization for Agricultural Development. 2019. *Arab food security situation*. 39 pp. (In Arabic)].
- Abbott, W.S.** 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267. <http://dx.doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Adak, T., N. Barik, N.B. Patil, B.G. Gadratagi, M. Annamalai, A.K. Mukherjee and P.C. Rath.** 2020. Nanoemulsion of eucalyptus oil: An alternative to synthetic pesticides against two major storage insects (*Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst)) of rice. *Industrial Crops and Products*, 143: 111849. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111849>
- Arthur, F.H., M.N. Ghimire, S. Myers and T.W. Phillips.** 2018. Evaluation of pyrethroid insecticides and insect growth regulators applied to different surfaces for control of *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae), the Khapra beetle. *Journal of Economic Entomology*, 111(2): 612-619. <https://doi.org/10.1093/jee/toy040>
- Campolo, O., G. Giunti, A. Russo, V. Palmeri and L. Zappalà.** 2018. Essential oils in stored product insect

Vehari and Faisalabad districts of Punjab, Pakistan. *Pakistan Entomologist*, 35: 37-41.

Schortemeyer, M., K. Thomas, R.A. Haack, A. Uzunovic, K. Hoover, J.A. Simpson, and C.A. Grgurinovic. 2011. Appropriateness of probit-9 in the development of quarantine treatments for timber and timber commodities. *Journal of Economic Entomology*, 104(3): 717-731. <https://doi.org/10.1603/ec10453>

Talukder, F.A. and P.E. Howse. 1993. Deterrent and insecticidal effects of extracts of pithraj, *Aphanamixis polystachya* (Meliaceae), against *T.castaneum* in storage. *Journal of Chemical Ecology*, 19(11): 2463-2471. <https://doi.org/10.1007/bf00980683>

Tayoub, G., A.A. Inaser and I. Ghanem. 2012. Toxicity of two essential oils from *Eucalyptus globulus* Labail and *Origanum syriacum* L. on larvae of khapra beetle. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 2(2): 240-245.

Zimmermann, R.C., C.E. de Carvalho Aragao, P.J.P. de Araújo, A. Benatto, A. Chaaban, C.E.N. Martins, and M.A. Zawadneak. 2021. Insecticide activity and toxicity of essential oils against two stored-product insects. *Crop Protection*, 144: 105575. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105575>

key stored-product beetles, *Prostephanus truncatus* (Horn) and *Trogoderma granarium* Everts. *Food and Chemical Toxicology*, 139: 111255.

<https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111255>

McDonald, L.L., R.H. Guy and R.D. Speirs. 1970. Preliminary evaluation of new candidate material as toxicants, repellent, and attractants against stored-product insects. Marketing research report No. 882. Agricultural research service, USDA. Washinton, DC. 14 pp.

Papachristos, D. and D. Stamopoulos. 2002. Repellent, toxic, and reproduction inhibitory effects of essential oil vapors on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 38(2): 117-128.

[https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(01\)00007-8](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(01)00007-8)

Perricone, M., E. Arace, M.R. Corbo, M. Sinigaglia and A. Bevilacqua. 2015. Bioactivity of essential oils: A review on their interaction with food components. *Frontiers in Microbiology*, 76(6): 1-7.

<https://doi.org/10.3389%2Ffmicb.2015.00076>

Sagheer, M., M. Hasan, Z. Ali, M. Yasir, Q. Ali, K. Ali and F.Z.A. Khan. 2013. Evaluation of essential oils of different citrus species against *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) collected from

Received: December 27, 2021; Accepted: August 5, 2022

تاريخ الاستلام: 2021/12/27؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2022/8/5