



التبخير السمي والتأثير الطارد لزيوت البروبوليس ضد كاملات ويرقات العمر الثالث لخنفساء الطحين الحمراء  
*Tribolium castaneum* (Herbst), (Coleoptera: Tenebrionidae)

منيف عبد مصطفى

براء رائد محمد

قسم علوم الحياة / كلية العلوم / جامعة الموصل

p-ISSN: 1608-9391

e-ISSN: 2664-2786

**Article information**

Received: 4/ 7/ 2022

Revised: 26/ 8/ 2022

Accepted: 10/ 9/ 2022

DOI: 10.33899/rjs.2023.180286

corresponding author:

براء رائد محمد

[baraa.20scp57@student.uomosul.edu.iq](mailto:baraa.20scp57@student.uomosul.edu.iq)

**الملخص**

هدفت الدراسة الحالية الى تقييم سمية التبخير والتأثير الطارد لزيوت بروبوليس نحل العسل *Apis mellifera* وبخمس تراكيز (0.12 ، 0.25 ، 0.50 ، 1.00 ، 1.50) % خلال مدد زمنية (12،24،48،72) ساعة، ضد كاملات ويرقات العمر الثالث لخنفساء الطحين الحمراء *Tribolium castaneum*. أظهرت النتائج أن جميع التراكيز كانت ذات فعالية سمية وطاردة لكل من الكاملات واليرقات. فقد سبب أقل تركيز 0.12 % نسبة قتل معنوية بمعدل عام 79 و68%، في حين سبب أعلى تركيز من الزيت 1.50 % نسبة قتل بلغت 96 و 94% في الكاملات واليرقات بعد 72 ساعة من المعاملة على التوالي. كما أظهرت التراكيز تأثيراً طارداً للكاملات واليرقات وينسبة طرد بلغت (86 -، 84 -) عند التركيز 0.50 % بعد نصف ساعة من الاختبار على التوالي، وقد ازدادت نسبة الطرد مع زيادة المدة الزمنية والتراكيز، وبينت النتائج أن الكاملات كانت أكثر حساسية للزيت من اليرقات بعد مرور 24 ساعة من المعاملة.

**الكلمات الدالة:** خنفساء الطحين الحمراء، بروبوليس نحل العسل، التبخير السمي، التأثير الطارد.

## المقدمة

تعد المنتجات المخزونة ذات الأصل الزراعي والحيواني عرضة لأكثر من 600 نوع من الخنافس و 70 نوع من العث وحوالي 355 نوعاً من الحلم متسببة في خسائر نوعية وأضرار كثيرة (Rajendran and Sriranjini, 2008). تعتبر خنفساء الطحين الحمراء *Tribolium castaneum* آفة عالمية تصيب المنتجات المخزونة، وهي تنتمي إلى فصيلة الخنافس الداكنة (Tenebrionidae)، وهذه المجموعة كبيرة تضم حوالي 10000 نوع، 100 نوع منها تعتبر آفات على منتجات مخزونة متنوعة (Sallam, 2008; Rees, 1996).

ونظراً للخسائر الكبيرة التي تسببها الآفات بما فيها حشرات المواد الغذائية المخزونة، فقد توسعت في السنوات الأخيرة الدراسات المتعلقة بإيجاد طرق ووسائل جديدة للتحكم بآفات المخازن ومكافحتها، ونتيجة لاستخدام المبيدات الحشرية التي تعتمد في معظمها على التبخين ببروميد الميثايل Methyl bromide والفسفين phosphine أو المبيدات الفسفورية العضوية Organo phosphorous insecticides خلال العقود القليلة الماضية، وما نتج عن هذه المواد من خلل في التوازن البيئي، لذا فإن الاستراتيجية الحديثة في مكافحة المتكاملة لحشرات الحبوب والمنتجات المخزونة يعتمد على التقليل ما أمكن من استخدام المبيدات، وأن تستبدل بمواد وأساليب أكثر أمناً للحفاظ على البيئة، ومن أهم هذه الأساليب استخدام الزيوت والمستخلصات النباتية لامتلاكها خصائص بيولوجية مختلفة، وتعتبر عموماً ذات طيف واسع وأمين للبيئة، إذ تحتوي على عدد من المركبات التي تؤدي وظيفة تنشيطية أو تثبيطية على الفعاليات الحيوية للحشرات كالنمو والتحول والتكاثر والسلوك (Mustafa and Al-khazraji, 2004; Mustafa, 1999).

وتأتي أهمية هذه الدراسة في سياق البحث عن زيوت ذات أصل نباتي تكون ذات تأثير كبير على حشرة خنفساء الطحين الحمراء المنتشرة على نطاق واسع في العراق لتحل محل المبيدات عالية السمية المستخدمة في مكافحتها. ومن المواد الفعالة والأمنة للبيئة هي مادة البروبوليس أو ما تسمى بغراء النحل: وهي مادة راتنجية طبيعية ينتجها نحل العسل من الأفرزات النباتية وشمع العسل وإفرزات النحل لغرض الدفاع عن خلاياه والذي يحتوي على أكثر من 250 مركب كيميائي (Kahramano et al., 2020). لذا تهدف الدراسة الحالية إلى تقييم تأثير التبخير السمي والطارذ لزيت بروبوليس نحل العسل *Apis mellifera* على كاملات ويرقات العمر الثالث لخنفساء الطحين الحمراء.

## المواد وطرائق العمل

## تربية الحشرة

تمت الدراسة الحالية في مختبرات قسم علوم الحياة / كلية العلوم / جامعة الموصل في العام 2020-2021، حيث جمعت عينات الجريش المصاب بحشرة خنفساء الطحين الحمراء *T. castaneum* من مخازن بيع المواد الغذائية، وتم تشخيصها اعتماداً على المفاتيح التصنيفية المعتمدة من قبل (Walker, 2006)، إذ وضعت عشرة أزواج من الحشرات (خمسة ذكور وخمس إناث) في قناني زجاجية سعة 500 غم، ذات قطر 15 سم، وارتفاع 10 سم مع مزيج من جريش الحنطة والخميرة و مسحوق الحليب بوزن (1:1:13) وغطيت بقماش الموسلين وربطت برباط مطاطي، ثم حضنت العينات داخل الحاضنة عند درجة حرارة  $28 \pm 2$  م° ورطوبة نسبية 70% (Benzi et al., 2014).

## جمع البروبوليس

تم جمع عينات بروبوليس نحل العسل *A. mellifera* بتاريخ 2021/4/15 بواسطة عتلة النحل بالقشط من مداخل الخلايا من قبل النحالين من منحل التيسير الكائن في منطقة حي العربي في مدينة الموصل، وحفظت في الثلاجة لحين الاستخلاص.

### أستخلاص الزيت

تم استخلاص الزيت من بروبوليس نحل العسل حسب طريقة (Mahadagde and Bhargara (2018 باستخدام جهاز كليفنجر (Clevenger-type apparatus) الذي يعتمد في عمله على مبدأ التقطير المائي، وضع 100 غرام من بروبوليس نحل العسل في دورق زجاجي وأضيف إليه 500 سم<sup>3</sup> من الماء المقطر أي بنسبة 5:1 (وزن: حجم) بوجود مصدر حراري، جمع الزيت الناتج في قناني وتم التخلص من الماء باعتبار أن الزيت يطفو فوق الماء وذلك بإضافة كبريتات الصوديوم اللامائية، وحفظت في الثلجة عند درجة حرارة 4 م° لحين الاستخدام.

### تجربة السمية التبخيرية

لتقييم الفعالية السمية لزيت البروبوليس استعملت قناني زجاجية صغيرة vials سعة 25 سم<sup>3</sup> ووضع داخل كل قنينة 10 برقات (عمر الثالث) أو عشر كاملات من خنفساء الطحين الحمراء *T. castaneum* من دون تحديد جنس الحشرات الكاملة وبدون أي مادة غذائية، تم تقطيع أوراق ترشيح من نوع Whatman No.1 بشكل قرص دائري صغير بقطر 2 سم، وتم معاملة هذه الأقراص بحوالي 15 مايكروليتر من كل تركيز من التراكيز المحضرة وهي (0.12 ، 0.25 ، 0.50 ، 1.00 ، 1.50) % وبثلاث مكررات لكل تركيز فضلا عن معاملة المقارنة التي عوملت بأوراق الترشيح فيها بالماء المقطر فقط، تركت أوراق الترشيح لتجف في الهواء لمدة 20 ثانية، ثم وضعت في أسفل أغطية القناني الزجاجية الحاوية على الحشرات، أغلقت أغطية القناني بإحكام ومن ثم وضعت في الحاضنة عند درجة حرارة (28 ± 2 م°) ورطوبة نسبية (70)%. تم حساب عدد الحشرات الميتة بعد مرور (12، 24، 48، 72) ساعة، إذ يستدل على موت الحشرة من خلال ملاحظة عدم وجود أي حركة في أرجل ومجسات الحشرة (Liu and Ho, 1999).

### اختبار التأثير الطارد

أجري اختبار التأثير الطارد باستخدام جهاز الطرد الزجاجي المحور الشكل (1)، الذي يتألف من ستة أذرع جانبية ويحتوي غرفة في الوسط مفتوحة الى الأذرع الستة (Jayakumar et al., 2017)، تم الاختبار بثلاث مكررات من كل تركيز من تراكيز زيت البروبوليس (0.12 ، 0.25 ، 0.50 ، 1.00 ، 1.50) % وذلك عن طريق معاملة ورق ترشيح بكل تركيز من التراكيز المذكورة، ثم وضعت أوراق الترشيح في نهاية كل ذراع، وذلك بالتبادل مع ورق ترشيح معاملة بالماء المقطر، أغلقت نهاية الأذرع بالقطن. وتم تحرير 50 حشرة (برقة أو كاملة) في الغرفة التي تقع في وسط الجهاز، وضع الجهاز تحت ظروف المختبر مع ضوء خافت، وتم حساب عدد الحشرات في كل ذراع بعد مرور (0.5، 1، 2، 3) ساعة من بداية الاختبار، تم تقدير دليل ونسبة الطرد Percent Repellency (PR) وفق معادلة (Nerio et al., 2009).

$$PR = \frac{Nt - Nc}{Nt + Nc} * 100$$

إذ تمثل:

PR = نسبة الطرد

Nt = عدد الحشرات المتواجدة في عينات المعاملة.

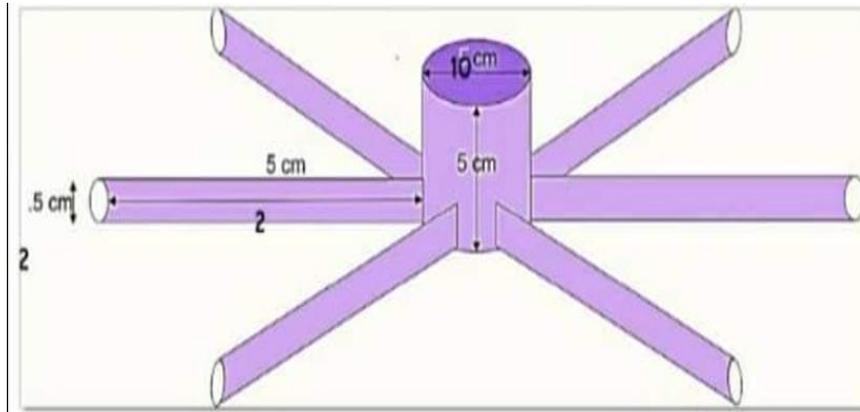
Nc = عدد الحشرات المتواجدة في عينات المقارنة.

وتم حساب دليل الطرد (IR) Index of repellency (باتباع معادلة (Mazzonetto, 2002):

$$IR = \frac{2G}{G+P}$$

حيث أن:

- G : عدد الكاملات أو اليرقات المنجذبة نحو ورق الترشيح المعامل بالزيت .
  - P : عدد الكاملات أو اليرقات المنجذبة نحو ورق الترشيح المعامل بالماء المقطر .
- ملاحظة: صنفت قيم دليل الطرد حسب الآتي: أقل من 1 = طرد، 1=متعادل، أكثر من 1 = جذب.



الشكل 1: جهاز فحص التأثير الطارد لزيت البروبوليس (المحور) عن Jayakumar et al., (2017)

#### التحليل الاحصائي:

تضمن التحليل الاحصائي جزئين: فقد تم تحليل بيانات اختبار التبخير السمي وفق نظام التجارب العالمية بالتصميم العشوائي الكامل CRD وباستخدام اختبار دنكن ذو المدى المتعدد Duncan's New Multiple Range Test. أما اختبار التأثير الطارد فقد أعتمد المعيار التصنيفي المستخدم من قبل (Roy et al., 2005; Benzi et al., 2009) وكالاتي:

Class	Repellency %
0	to < 0.1 > 0.01
I	0.1 – 20
II	20.1 – 40
III	40.1 – 60
IV	60.1 – 80
V	80.1 – 100

#### النتائج والمناقشة

##### 1- التأثير السام والقاتل لزيت البروبوليس

يبين (الجدول 1) التأثير السام والقاتل لزيت البروبوليس بتركيزات (0.12، 0.25، 0.50، 1.00، 1.50) % خلال مدد زمنية (12، 24، 48، 72) ساعة في كاملات ويرقات العمر الثالث لخنفساء الطحين الحمراء *Tribolium castaneum*، إذ أظهرت كافة التراكيز تأثيراً معنوياً ساماً للكاملات واليرقات قيد الدراسة. إذ تزداد نسبة التأثير بزيادة التركيز والمدة الزمنية، وقد بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقاً معنوية عند مستوى احتمال 5 % في معدل نسبة القتل تبعاً للتركيز المستعمل للزيت. أظهر الجدول قيم المعدل العام للقتل إذ لوحظ أن أقل تركيز من زيت البروبوليس 0.12% أدى الى قتل بنسبة معنوية بلغت 79 و68% بينما

أدى أعلى تركيز من الزيت 1.50% إلى قتل بنسبة معنوية بلغت 96 و 94% في الكاملات واليرقات على التوالي، ويلاحظ من معدل تأثير الزمن أن الكاملات كانت أكثر حساسية من اليرقات بعد مرور 24 ساعة من المعاملة، وازدادت نسبة التأثير بزيادة الوقت إذ بلغت بعد 72 ساعة 96% في الكاملات و91% في اليرقات، وبلغت قيمة التركيز النصف قاتل LC50 (0.013 و 0.035)% في حين بلغت قيمة LC90 (0.858 و 1.388) % قتل في الكاملات واليرقات بعد 24 ساعة من المعاملة على التوالي.

الجدول 1: التأثير السمي والقاتل للتبخير بزيت البروبوليس في كاملات ويرقات العمر الثالث لخنفساء الطحين الحمراء

النسبة المئوية للقتل										الزمن (ساعة) التركيز (%)
يرقات العمر الثالث					الكاملات					
معدل تأثير التركيز %	72	48	24	12	معدل تأثير التركيز %	72	48	24	12	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	المقارنة
f	O	o	o	o	E	I	i	I	I	
68	83	70	65	56	79	90	83	73	70	0.12
e	F	j	K	n	D	D	f	G	H	
70	86	73	63	60	89	96	90	86	83	0.25
d	E	i	L	m	C	B	d	E	F	
80	90	90	76	63	91	96	93	90	86	0.50
C	D	d	h	l	B	B	c	D	E	
89	96	93	86	80	95	100	96	93	90	1.0
B	B	c	e	g	A	A	b	C	D	
94	100	96	90	90	96	100	96	93	93	1.50
A	A	b	d	d	A	A	b	C	C	
	91	84	76	70		96	92	87	84	معدل تأثير الزمن
	A	b	C	d		A	b	C	D	

\*الأرقام المتبوعة بأحرف مختلفة لكل طور تدل على وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% بحسب اختبار دنكن متعدد المدى.

## 2-التأثير الطارد لزيت البروبوليس للحشرات الكاملة:

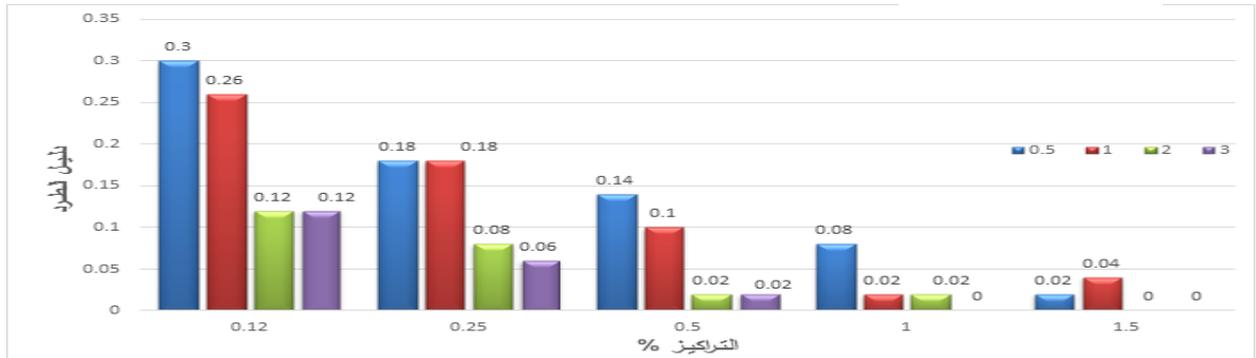
توضح البيانات في (الجدول 2) التأثير الطارد لزيت البروبوليس في كاملات خنفساء الطحين الحمراء عند التركيزات (0.12، 0.25، 0.50، 1.00، 1.50)%، إذ سببت نسبة طرد عالية للكاملات بلغت (74، -82، -86، -92، -96)% بعد نصف ساعة من الاختبار، وازدادت نسبة الطرد مع مرور الوقت حيث بلغت (88، -94، -98، -100، -100)% بعد مرور ثلاث ساعات من المعاملة على التوالي، وكان التأثير الطارد ضمن الدرجة التصنيفية (V)، مقارنة مع تجربة المقارنة التي كانت جاذبة للكاملات. ويبين الشكل (2) أن قيم دليل الطرد تباينت باختلاف التركيز، حيث بلغت أعلى قيم لدليل الطرد

(0.3 ، 0.26 ، 0.12، 0.12) في التركيز الواطئ 0.12% بعد مرور (0.5 ، 1 ، 2 ، 3) ساعة من المعاملة على التوالي، وانخفضت هذه القيم حتى وصلت الى (0.02 ، 0.04 ، 0.0) عند أعلى تركيز 1.50% بعد مرور (0.5 ، 1 ، 2) ساعة من المعاملة على التوالي، وهذا يدل على أن قوة الطرد تزداد بزيادة التراكيز مع مرور الزمن .

الجدول 2: التأثير الطارد لزيت البروبوليس في كاملات خنفساء الطحين الحمراء *T. castaneum*

التصنيف	3			2			1			0.5			زمن (ساعة)	
	متوسط عدد الكاملات المنجذبة في المقارنة	متوسط عدد الكاملات المنجذبة في المقارنة	نسبة الطرد %	متوسط عدد الكاملات المنجذبة في المقارنة	متوسط عدد الكاملات المنجذبة في المقارنة	نسبة الطرد %	متوسط عدد الكاملات المنجذبة في المقارنة	متوسط عدد الكاملات المنجذبة في المقارنة	نسبة الطرد %	متوسط عدد الكاملات المنجذبة في المقارنة	متوسط عدد الكاملات المنجذبة في المقارنة	نسبة الطرد %		
V	3	47	-88	3	47	-88	3	42.5	-70	7.5	6.5	-74	43.5	0.12
V	1.5	48.5	-94	2	48	-92	4.5	45.5	-82	4.5	4.5	-82	45.5	0.25
V	0.5	49.5	-98	0.5	49.5	-98	2.5	47.5	-90	2.5	3.5	-86	46.5	0.50
V	0	50	-100	0.5	49.5	-98	0.5	49.5	-98	0.5	2	-92	48	1.00
V	0	50	-100	0	50	-100	1	49	-96	1	1	-96	49	1.50

المدة الزمنية (ساعة)



### 3- التأثير الطارد لزيت البروبوليس للعمر اليرقي الثالث:

يشير (الجدول 3) الى التأثير الطارد لزيت البروبوليس في العمر اليرقي الثالث لخنفساء الطحين الحمراء، إذ أظهرت التراكيز (0.50، 1.00، 1.50) %، أعلى نسبة طرد لليرقات وقد بلغت (-84، -88، -88) % بعد نصف ساعة من الاختبار، وبعد مرور ثلاث ساعات ازدادت نسبة الطرد الى (-94 ، -98 ، -100) % على التوالي، وكان التأثير الطارد في الدرجة التصنيفية (V)، لقد تباينت قيم دليل الطرد في الشكل (3) باختلاف التراكيز والفترة الزمنية للتعرض. إذ بلغت قيمة دليل الطرد

(0.22) عند التركيز 0.12%، ثم انخفضت الى (0.02) عند التركيز 1.50% بعد مرور ساعة من مدة الاختبار، وهذا يؤكد النتائج في (الجدول 3)، إذ ازدادت نسبة الطرد بزيادة التراكيز والفترة الزمنية.

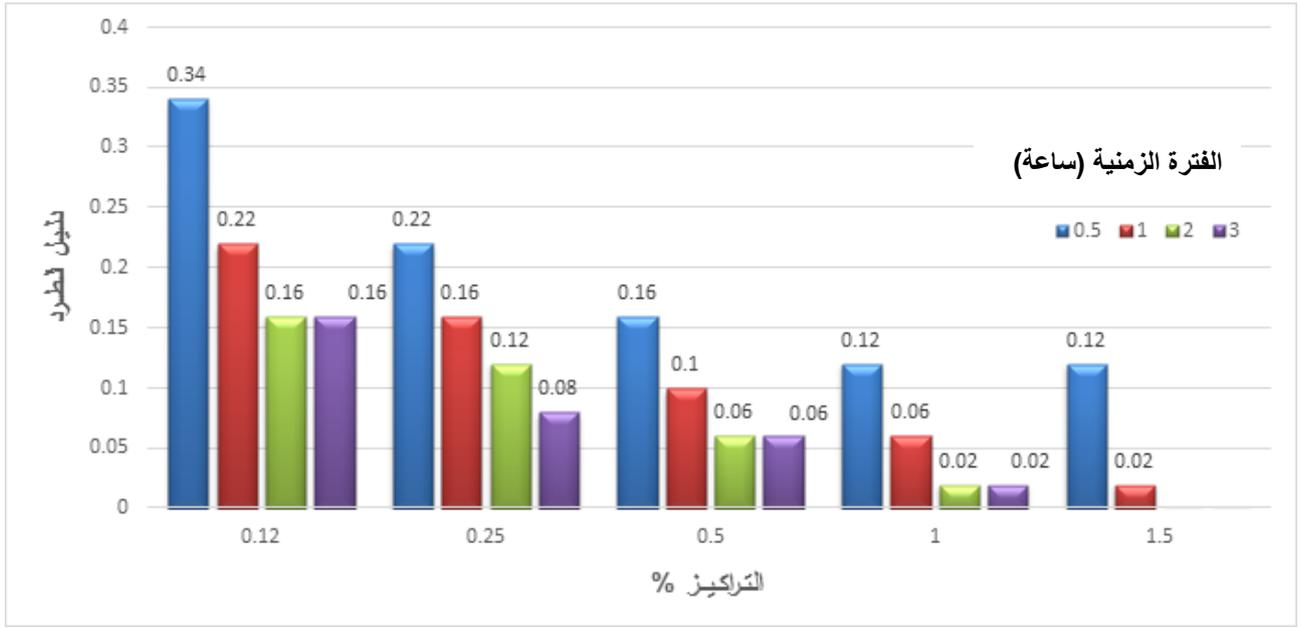
لقد أوضحت نتائج الدراسة الحالية أن لزيت البروبوليس فعالية سامة وطاردة لكاملات ويرقات خنفساء الطحين الحمراء، وأن هذه الفعالية تزداد بزيادة التراكيز والفترة الزمنية، ويعزى سبب ذلك الى الفعالية السامة والطاردة لبروبوليس نحل العسل الذي يحتوي على مركبات كيميائية عديدة ذات رائحة أو لها سمية عالية لحشرات المنتجات المخزونة، مثل الفلافينويدات والتربينات والفينولات والاسترات والسكريات والهيدروكربونات وعناصر معدنية (Totan et al., 2001; Zhang et al., 2015). والتي تختلف باختلاف الموقع الجغرافي والمصدر النباتي ونوع النحل (Toreti et al., 2013).

من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة تبين أن الدراسة الحالية هي لأول مرة يتم فيها اختبار تأثير زيت البروبوليس ضد كاملات ويرقات خنفساء الطحين الحمراء، إلا أن هناك دراسات تبين تأثير مستخلص البروبوليس أو زيوت نباتية أخرى في حشرات الحبوب المخزونة، فقد أشار (Mohamed, 2007) الى أن مستخلص الكحولي لبروبوليس نحل العسل سبب هلاك يرقات الخابرا *Tngoderma granarium* بنسبة قتل بلغت 60.72 و 68.2 و 71.5% عند التراكيز 5 ، 10 ، 15 % على التوالي. وبين (Chahal et al., 2016) أن زيت أوراق الغار كانت فائتة لكاملات خنفساء الطحين الحمراء. وتتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما لاحظته (Kim et al., 2010) أن زيت المردقوش الذي يحتوي على تسع مركبات كان له تأثيراً طارداً لخنفساء الطحين الحمراء وبنسبة بلغت 98% بعد ساعتين من التعرض للتركيز 0.03 ملغم/سم<sup>2</sup>، كما بين العديد من الباحثين الى التأثير الطارد للزيوت النباتية، فقد أشار (Abo-El-Saad et al., 2011) الى أن لزيت القرنفل *Syzygium aromaticum* فعالية طاردة لكاملات خنفساء الطحين الحمراء، وكذلك زيت البابونج *Matricaria chamomilla* (Al-Jabr, 2006)، وزيت الكزبرة *Coriandrum sativum* (Eljazia et al., 2018) والذي يعتمد في تأثيره على تراكيز الزيت وفترة التعرض.

نستنتج من خلال نتائج الدراسة الحالية أنه بالإمكان استخدام زيت البروبوليس كمادة سامة وطاردة لكاملات ويرقات خنفساء الطحين الحمراء بدلاً من المبيدات الكيميائية السامة للإنسان والحيوان والملوثة للبيئة.

### الجدول 3: التأثير الطارد لزيت البروبوليس في يرقات العمر الثالث لخنفساء الطحين الحمراء *T. castaneum*

التراكيز %	3			2			1			0.5			زمن (ساعة)
	متوسط عدد اليرقات المنجذبة في المقارنة	متوسط نسبة الطرد %	متوسط عدد اليرقات المنجذبة في المقارنة	متوسط عدد اليرقات المنجذبة في المقارنة	متوسط نسبة الطرد %	متوسط عدد اليرقات المنجذبة في المقارنة	متوسط عدد اليرقات المنجذبة في المقارنة	متوسط نسبة الطرد %	متوسط عدد اليرقات المنجذبة في المقارنة	متوسط عدد اليرقات المنجذبة في المقارنة	متوسط نسبة الطرد %	متوسط عدد اليرقات المنجذبة في المقارنة	
0.12	4	46	84	4	46	84	5.5	44.5	78	4	46	78	8.5
0.25	2	48	92	3	47	88	4	46	84	4	46	78	5.5
0.50	1.5	48.5	94	1.5	48.5	94	2.5	47.5	90	4	46	84	4
1.00	0.5	49.5	98	0.5	49.5	98	1.5	48.5	94	3	47	88	3
1.50	0	50	100	0	50	100	0.5	49.5	98	3	47	88	3



الشكل 3: قيم دليل الطرد لزيت البروبوليس ضد يرقات خنفساء الطحين الحمراء *T. castaneum*

### الاستنتاجات

أثبتت النتائج ان لزيت البروبوليس تأثيراً ساماً وطارداً لكاملات ويرقات العمر الثالث لخنفساء الطحين الحمراء *Tribolium castaneum* وبتراكيز (0.12، 0.25، 0.50، 1.00، 1.50) % خلال مدد زمنية (12، 24، 48، 72) ساعة، من الاختبار ، اذ سبب أقل تركيز 0.12 % نسبة قتل معنوية بمعدل عام 79 % لكاملات و68 % لليرقات. وأظهرت التراكيز تأثيراً طارداً لكاملات واليرقات وبنسبة طرد بلغت (86 -، 84 -) عند التركيز 0.50 % بعد نصف ساعة من الاختبار على التوالي ، وبينت النتائج أن الكاملات كانت أكثر حساسية للزيت من اليرقات.

### التوصيات

بالإمكان استخدام زيت بروبوليس نحل العسل في التقليل من أضرار كاملات ويرقات خنفساء الطحين الحمراء بدلا من المبيدات الكيميائية المصنعة ، ونوصي بعزل المركبات الفعالة لزيت البروبوليس واختبار تأثيره في أطوار خنافس الحبوب المخزونة أو في حشرات أخرى.

### المصادر

- Abo-El-Saad, M.; Ajlan, A.; Al-Eid, M.; Bou-Khowh, I. (2011). Repellent and fumigant effects of essential oil from clove buds *Syzygium aromaticum* L. against *Tribolium castaneum* (Herbest) (Coleoptera: Tenebrionidae). *J. Agric. Sci. Technol.*, A, **1**, 613–620 <https://www.researchgate.net/publication/301241914>
- Al-Jabr, A.M. (2006). Toxicity and repellency of seven plant essential oils to *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Sci. J. King Faisal Univ.*, **7**, 1–12.

- Benzi, V.; Murray, A.; Ferrero, A. (2009). Insecticidal and insect-repellent activities of essential oils from Verbenaceae and Anacardiaceae against *Rhizopertha dominica*. *Natur. Prod. Comm.*, **4**, 1287-1290.
- Benzi, V.; Stefanazzi, N.; Murray, A. (2014). Composition, repellent, and insecticidal activities of two south American plants against the Stored Grain Pests *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) Article ID 175827, 5 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/175827>
- Chahal, K.; Bansal, R.; Kaur, R. (2016). Chemistry and insecticidal potential of bay leaf essential oil against stored grain pest of wheat. *J. App. and Nat. Sci.*, **8**(4), 2049-2054.
- Eljazi, J.S.; Bachrouch, O.; Salem, N.; Msaada, K. (2018). Chemical composition and insecticidal activity of essential oil from coriander fruit against *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*, and *Lasioderma serricornis*. *Int. J. Food Prop.*, **20**, 2833–2845. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1381112>
- Jayakumar, M.; Arivoli, S.; Raveen, R.; Tennyson, S. (2017). Repellent activity and fumigant toxicity of a few plant oils against the adult rice weevil *Sitophilus oryzae* Linnaeus1763 (Coleoptera: Curculionidae). *J. Ento. Zool. Stud.*, **5**(2), 324- 335.
- Kahramanoğlu, I.; Okatan, V.; Wan, C. (2020). Biochemical composition of propolis and its efficacy in maintaining postharvest storability of fresh fruits and vegetables. *J. Food Quality*, 9 pages. <https://doi.org/10.1155/2020/8869624>
- Kim, S.; Yoon, J.; Jung, J.; Hong, K.; Ahn, Y.; Kwon, H. (2010). Toxicity and repellency of *Origanum* essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults. *J. Asia-Pac. Ento.*, **13**, 369–373. DOI: [10.1016/j.aspen.2010.06.011](https://doi.org/10.1016/j.aspen.2010.06.011)
- Liu, Z.L.; Ho, S.H. (1999). Bioactivity of the essential oil extracted from *Evodia rutaecarpa* Hookf. et Thomas against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum* (Herbst). *J. Stor. Prod Res.*, **35**(4), 317- 328.
- Mahadagde, P.; Bhargava, R. (2018). Techniques available for the extraction of essential oils from plants: A Review. *International J. Research in Appl. Sci. Engin. Technol.*, (IJRASET), **6**(3). ISSN: 2321- 9653
- Mazzonetto, F. (2002). Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós origem vegetal sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). 134 p., Tesis Doctor en Ciencias. Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.
- Mohamed, A.A.I. (2007). Effect of propolis extracts on Khapra Beetle *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae). M.Sc. thesis. College of Agriculture. Khartoum University, Republic of Sudan.
- Mustafa, M.A. (1999). Growth – regulating activity of Chinaberry tree, *Melia azedarach* L., on the Khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts. *Raf. J. Sci.*, **10**(2), 1-5.
- Mustafa, M.A.; Abdul Latif–Al-Khazraji (2004). Effect of root powder of the soaproot *Gypsophilla struthium* L. on *Oryzaephilus surinamensis* L. and *Tribolium confusum* Duv. *Raf. J. Sci.*, **15**(5). *Biol.*, Special Issue:15 – 19.
- Nerio, L.; Olivero-Verbel, J.; Stashenko, E. (2009). Repellency activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *J. Stored Prod. Res.*, **45**, 212-214
- Rajendran, S.; Sriranjini, V. (2008). Plant products as fumigants for stored-product insect control. *J. of Stored. Prod. Res.*, **44**(2), 126–135.
- Rees, D.P. (1996). “Coleoptera. In Integrated Management of Insect in Stored Product, Subramanyam, B. and Hagstrum, D. W. (Eds)”. Marcel Dekker, New York, pp. 1-39.

