مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
Damascus University Journal of Agricultural Sciences
المجلد 40 العدد 4 (2024): 301-286
Vo 40 No4 (2024): 301-286

# الأثر البخاري للمستخلصات الكحولية لبعض النباتات على بالغات ويرقات خنفساء الطحين الحمراء Tribolium castaneum(Colioptera: Tenebrionidae) في المخبر

**نبيل أحمد عبيد[1*] عبد النبي محمد بشير[2] زكريا عبد الكريم الناصر [3]**

*1 طالب ماجستير في قسم وقاية النبات ، كلية الزراعة – جامعة دمشق.

2 أستاذ دكتور في قسم وقاية النبات ، كلية الزراعة – جامعة دمشق.

3 أستاذ – وقاية النبات – كلية الزراعة – جامعة دمشق– سورية

E-mail: zinzanasera@gmail.com:.

**الملخص :**

نفذ البحث في مخبر مبيدات الآفات في قسم وقاية النبات ومركز بحوث ودراسات المكافحة الحيويّة (BCSRC) – كلية الزراعة في جامعة دمشق خلال عامي 2021 –2022 . وهدفت الدراسة لتقويم فاعلية الآثر البخاري لبعض المستخلصات الكحولية لأوراق الخزامى(Lavandula angustifolia) و الأزدرخت (Melia azedarach L.) و الأوكاليبتوس ((Eucalyptus camaldulensis ) وبذور الكمون (Cuminum cyminum)على بالغات ويرقات خنفساء الطحين الحمراء ((Tribolium castaneum (Herbst) من رتبة Coleoptera: وفصيلة Tenebrionidae . أظهرت النتائج أن قيم $LC_{50}$ بعد 48 ساعة لبالغات خنفساء الطحين الحمراء، بلغت 6.38 و7.05 و10.67 و20.25 ميكروليتر/ليتر هواء في حين كانت قيم $LC_{50}$ بعد 48 ساعة ليرقات خنفساء الطحين الحمراء 3.67 و4.68 و5.98 و17.16 ميكروليتر/ليتر هواء لكل من الخزامى والكمون والأزدرخت والأوكاليبتوس على الترتيب. أثبتت النتائج أنّ المستخلصات الكحولية لأوراق الخزامى وبذور الكمون قد تفوق بشكل معنوي على كل المعاملات وفي كلٍ من معاملة التدخين بالغات ويرقات خنفساء الطحين الحمراء. وزادت فاعلية المستخلصات الكحولية للنباتات المختبرة بزيادة التركيز ومدة التعرض.

**الكلمات المفتاحية** :خنفساء الطحين الحمراء ، مستخلصات نباتية ، الخزامى، الأزدرخت ، سورية

تاريخ الايداع:2023/1/25
تاريخ القبول: 2023/4/11

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص
**CC BY-NC-SA 04**



**ISSN: 2789-7214 (online)**
http://journal.damascusuniversity.edu.sy

# The vapor effect of alcoholic extracts of some plants on adults and larvae of the red flour beetle Tribolium castaneum (Colioptera: Tenebrionidae) in the laboratory

**Nabil Ahmad Obaid [1*] Abdul Nabi Mohammad Basheer [2] Zakaria Abd Alkarem AL-naser [3]**

*1 MS. Student . Dept. of Plant Protraction, Faculty of Agriculture, Damascus University.

2 Professor, Dept. of Plant Protraction, Faculty of Agriculture, Damascus University.

Received: 25/1/2023
Accepted: 11/4/2023

**Copyright:**Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

## Abstract:

The study was carried out in the laboratory of pesticides in Plant Production Dept. and Biological Control Studies and Research Center (BCSRC), in the Faculty of agriculture / Damascus University. during 2021-2022 . The study aimed to evaluate the efficacy of ethanol plant extracts obtained from leaves of lavender (Lavandula angustifolia), Chinaberry (Melia azedarach), and Eucalyptus (Eucalyptus camaldulensis) and seed of Cumin (Cuminum cyminum) on adult and larvae of flour beetle red (Tribolium castaneum) in laboratory.

The results showed that the LC50 values after 48 hours for red flour beetle adults were 6.38, 7.05, 10.67, and 20.25 µL./L. air, while the LC50 values after 48 hours for red flour beetle larvae were 3.67, 4.68, 5.98, and 17.16. µL./L. air for lavender, cumin, Chinaberry, and eucalyptus, respectively. The results showed that the alcoholic extracts of lavender leaves and cumin seeds were significantly superior to all treatments and in both treatment of evaporation adults and larvae of the red flour beetle. The effectiveness of alcoholic extracts of the tested plants increased with increasing concentration and exposure time.

**Key Word:** Flour Beetle Red, Plant Extracts**,** Lavender, Chinaberry Syria

## المقدمة:

خنفساء الطحين الصدئية الحمراء (Tribolium castaneum (Herbst)) من رتبة :Coleoptera وفصيلة Tenebrionidae ، من أهم آفات المواد المخزونة على الحبوب والطحين تسبب خسائر في مجموعة واسعة من المنتجات المخزنة بما في ذلك الشعير والذرة والدقيق والدخن والقمح والبطاطس والبطاطا الحلوة ، الفواكه المجففة والجوز والذرة الرفيعة (Bennett, 2003) ( Campbell and Runnion 2003 و Jemâa, *et al.*, 2012 ) . توجد الحشرة الكاملة واليرقة في المستودعات على مدار العام وتسبب أضرار كمية ونوعية للمواد المخزونة. وتسبب الحشرة الكاملة واليرقة ضرر للحبوب المخزونة وتتغذى على جنين البذور مما يؤدي لمنع إنبات البذور المعدة للزراعة (Webster 1992; Moino *et al*. 1998). تعتبر خنفساء الطحين الصدئية *T. castaneum* حشرة صغيرة، حوالي 3–6 مم، ولونها بني محمر. وتوجد في المناطق المعتدلة، ولكن يمكنها البقاء على قيد الحياة في فصل الشتاء ضمن الأماكن المحمية، خاصةً عند تواجد تدفئة مركزية(Tripathi *et al.*, 2001). تتطور الحشرة بعدة مراحل يرقية (عادة 7، ولكن قد تكون 5 أو 6 أعمار يرقية عند الجوع (Chafino et al, 2019) ، وحتى 11 عمرًا بناءً على بعض الدراسات المرجعية وتتراوح الحرارة الملائمة للنمو الجنيني بين 22 و 32 درجة مئوية ، وتستمر 7 أيام عند 25 درجة مئوية و 3 أيام عند 32 درجة مئوية (Sokoloff, 1974). تستخدم المدخنات في تعقيم وتبخير المستودعات والمواد المخزونة مثل: غاز بروميد الميثيل (methyl bromide) والفوسفين (phosphine) ( Butler و Rodriguez، 1996). تم إيقاف استخدام بروميد الميثيل بسبب ضرره لطبقة الأوزون بناءً على اتفاقية مونتريال (Mishra *et al.*,2007) فقد أوصت وكالة حماية البيئة الأمريكية بإيقاف استخدامه بالبلاد المتقدمة في 2005 وفي البلاد النامية 2015 (Anonymous, 2000). أظهرت العديد من حشرات المخازن مقاومة لغاز الفوسفين في العديد من البلدان (Collins, 1998و Daglish and Collins, 1999). فقد أظهرت بعض حشرات غمدية الأجنحة مثل ثاقبة الحبوب الصغرى(Rhyzopertha dominica) و خنفساء الدقيق الصدئية (Tribolium castaneum) و خنفساء الدقيق المفلطحة (Cryptolestes spp.) مقاومتها تجاه الفوسفين (Opit *et al.* 2012 و Rajendran (2016)). إضافة أن أغلب المواد الكيميائية سامة على البذور المعاملة وتضر بالإنسان وتلوث البيئة (*Khan et al.*, 2015). بدأ الباحثون البحث عن مبيدات أكثر أمناً على الإنسان وبيئته المحيطة به. إذ تعد المبيدات الحيوية من المصادر الطبيعية بدائل جيدة للمبيدات الكيميائية الصنعية المستخدمة لمكافحة الآفات الزراعية وقليلة الآثار السلبية على الإنسان وحيواناته وبيئته، ومقبولة من المستهلكين وتتحلل حيوياً في البيئة (Khatter,2011 و Khani and Asghari, 2012 ). الزيوت النباتية الطيارة مركبات طبيعية لها رائحة عطرية لوجود مركبات التربينات الأحادية والسيسيكوتربين (monoterpenes و sesquiterpens) (Mahdi *et al.*, 2011). وتُنتج الزيوت النباتية الطيارة تجارياً من العديد من الفصائل النباتية، وأهمها تلك التي تنتمي للفصيلة الشفوية (Lamiaceae) (Isman, 2000). أظهرت العديد من الزيوت الطيارة للنباتات العطرية فاعلية كبيرة في مكافحة الحشرات والممرضات الفطرية والآفات الأخرى التي تصيب النباتات. وقد يكون لها فعل كمبيدات حشرية (قاتلة) أو فعل طارد أو مضادات تغذية أو مانعات وضع البيض أو كمنظمات نمو للحشرات (Abdullahi, *et al.*, 2011 و Ikbal , *et al.*, 2007). وتؤدي المستخلصات والزيوت الطيارة الناتجة عن النباتات العطرية (المبيدات الخضراء) دوراً كبيراً في الزراعة العضوية النظيفة. وبدأت الكثير من الدول المتطورة إدخالها ببرامج المكافحة المتكاملة للآفات (**IPM**: *In*tegrated Pest Management) كونها آمنة على البيئة والكائنات الحية غير المستهدفة والأعداء الحيوية (Koul, 2008)،، لذلك بدأ الباحثون باستخدام بدائيل للمبيدات الكيميائية باستخدام الزيوت الطيارة لكثير من النباتات الطبية

والعطرية (Wagan,*et al*., 2021 و Ayvaz,*et al*. 2010 ). أثبتت العديد من الدراسات أن نواتج تبخير الزيوت النباتية الطيارة في مستودعات الحبوب المخزونة ومستودعات المواد الغذائية تؤدي عمل المدخنات نفسه في المخازن لحماية المنتجات الغذائية المخزونة (Shaaya, *et al.*, 1997 و Papachristos and Stamopoulos, 2002 ). وأشار Obeng-Ofo*ri* وزملاؤه (1998) أن زيت نبات الريحان (Ocimum kilimandscharicum) الذي يحوي مركب الـ camphor له فاعلية عالية كمبيد حشري وله فعل طارد ومثبط لنمو أربعة أنواع من خنافس المخازن. ووجد أن الزيوت الطيارة المستخلصة من الكمون (Cuminum cyminum) واليانسون (Pimpinella ansium) والمردقوش (Origanum syriacum var. bevanii) والأكاليبتوس (Eucalyptus *camaldulensis*) كانت فعالة كمدخنات في مكافحة منّ القطن (Aphis gossypii) والأكروس (Tetranychus cinnabarinus) في البيوت المحمية (Tuni and Sahinkaya, 1998).

وجد Roger و Hamraoui (1994) أن النباتات من الفصيلة الشفوية مثل المردقوش (Origanum vulgare) والزعتر المزروع (Thymus vulgaris,) وإكليل الجبل (Rosmarinu officinalis) لها كفاءة في مكافحة خفساء البقوليات الجافة Acanthoscelides obtectus (bruchid) على الفاصولياء، وكان مستخلص المردقوش أعلى فاعلية من باقي المستخلصات. وجد Tripathi وزملاؤه (2001) أن زيت ثمار الشبت الهندي أدة لموت حشرات خنفساء اللوبياء على الحمص بنسبة 100% عند بتركيز 3 ميكروليتر/مل، وأعطى مستخلص الكحول الإيثيلي لبذور النيم عند معاملة بالغات خنفساء اللوبياء بطريقة الملامسة نسب موت من 80 إلى 100% عند التراكيز 50 إلى 100% ، وقد ازدادت نسبة موت الحشرات بزيادة التركيز. وجد إبراهيم والناصر (2009)، أن المستخلص الكحولي لثمار الأزدرخت أدى إلى طرد الحشرات الكاملة لخنفساء اللوبياء بنسبة 83.3%. وجد Mahfuz و Khalequazzaman (2007) أن زيت الأوكاليبتوس ( Eucalyptus globule) له فاعلية عالية على خنفساء اللوبياء C. maculatus، إذ أعطى نسبة موت 100% لكل الحشرات الناضجة خلال 24–48 ساعة

**الهدف من الدراسة :**

**تقييم فاعلية المستخلصات الكحولية لأوراق الأزدرخت والأوكاليبتوس والخزامى وبذور الكمون في تبخير** خنفساء الطحين الحمراء، Tribolium castaneum **في المخبر**.

## مواد وطرائق البحث:

تمت الدراسة في مخابر قسم وقاية النبات ومركز المكافحة الحيوية – كلية الزراعة في جامعة دمشق للعام 2021– 2022.

**تهيئة وتجهيز المستعمرة الحشرية مخبرياً:**

تمَّ إحضار عينات طحين مصابة بحشرة خنفساء الطحين الحمراء، Tribolium castaneum من مخازن مصابة بهذه الآفة وتم تصنيفها في مركز المكافحة الحيوية بكلية الزراعة بجامعة دمشق، اعتماداً على الشكل الظاهري للحشرة . وهي حشر صغيرة الحجم يتراوح طولها من 4– 3 مم ذات شكل مبطط لونها بني محمر. وعلى الرأس والصدر الأمامي نقر دقيقة وأغمادها مخططة بخطوط طويلة غائرة تتخللها النقر. تتضخم حلقات قرن الاستشعار تدريجياً من القاعدة نحو الطرف ، وكذلك فإن العقل الطرفية الثلاثة لقرون الإستشعار أكبر بدرجة ملحوظة عن باقي العقل .

## تربية الحشرات:

جرى تربية الحشرات تحت ظروف المخبر على طحين مضاف له قليل من الخميرة وحليب البودرة لزيادة القيمة الغذائية ، بأوعية بلاستيكية سعة 2 كغ معقمة بالإيثانول 70% أُعِّدتْ مسبقا لهذا الغرض. حيث وضعت عينات من الطحين المصاب مع الطحين المعد للتربية في الأوعية البلاستيكية وتم تغطيتها بشاش الموسلين وربط برباط مطاطي. حُضنت في حاضنة عند درجة حرارة 25 ± 2 °س ورطوبة نسبية 65%(Wagan وآخرون،2022). جمعت الخنافس الخارجة حديثاً ووضعت في أوعية بلاستيكية جديدة بداخلها الوسط المغذي (طحين+ خميرة + حليب بودرة) من أجل توسيع التربية لحشرة خنفساء الطحين للحصول على بالغات واليرقات بطور الحديث.

**جمع النباتات المراد استخلاصها :** جمعت النباتات المراد استخلاصها، وهي: أوراق الأزدرخت والأوكاليبتوس و وأوراق الخزامى من حديقة كلية الزراعة ، وبذور الكمون (من أسواق دمشق). جففت الأجزاء النباتية لكل نوع منها على حدة بصورة طبيعيه بالظل، ثم طحنت باستخدام المطحنة الكهربائية لتصبح جاهزة للاستخلاص (جدول 1).

**الجدول 1 : الأنواع النباتية المستخدمة والأجزاء المستخدمة.**

| الاسم العربي<br>الاسم الانكليزي | الاسم العلمي | الفصيلة | الجزء المستخدم |
|---|---|---|---|
| الأزدرخت | Melia azedarach | Meliaceae. | الأوراق |
| الأوكاليبتوس | Eucalyptus camaldulensis) | Myrtaceae | الأوراق |
| الخزامى | Lavandula angustifolia | Lamiaceae | الأوراق |
| الكمون | Cuminum cyminum | Apiaceae | البذور |

## تحضير المستخلصات النباتية :

وُزن 50 غرام من العينة النباتية المطحونة ووضعت في كتشبان زجاجة جهاز السوكسليت (Soxhlet extractor) وأُضيف لها 300 مل من المُحل العضوي (كحول ايثيلي70%). شُغل السخان على درجة حرارة 35–40 درجة مئوية. وتُركت العينة 3 ساعات. نُقل ناتج الاستخلاص كمياً إلى حوجلة المبخر الدوراني لتبخير المذيب العضوي منه على درجة حرارة (45– 50 م°) حتى الوصول إلى طبقة رقيقة( Dagostin وزملاؤه، 2010). تم تجفيف المستخلص بوضع الدورق الزجاجي الحاوي على المستخلص في مجففة (Dessiccateur) مدة 24 ساعة . وأُخذ 1غ من المادة المستخلصة لكلٍ من الأزدرخت والأوكاليبتوس والخزامى والكمون. بعد ذلك تم حل المستخلص الجاف في 10 مل من الكحول الايثيلي 90% ، ونُقلَ إلى زجاجة بنية اللون حافظة ، وحُفظ في البراد لحين استخدامه على درجة 4°C.

-**اختبار الأثر البخاري للمستخلصات المختبرة في بالغات حديثة الانبثاق ويرقات حديثة الفقس** لخنفساء الطحين الحمراء، Tribolium castaneum

تمت التجربة في أوعية بلاستيكية سعة نصف ليتر وضع فيها 10 غرام من الوسط المغذي المحضر سابقا والخالية من الإصابة. ووضع فيها أيضا 25 حشرة من بالغات لخنفساء الطحين الحمراء (2–3 يوم) أو يرقات حديثة الانبثاق. تم تحضير ورق ترشيح معقم بقطر 3 سم وثبت في غطاء الأوعية البلاستيكية ( Negahban *et al.*, 2007). وضع على أوراق الترشيح المستخلصات المختبرة باستخدام ميكروبيبيت دقيق بحيث نحصل على التراكيز التالية: من 2.5 حتى 25 2.5 ميكروليتر/ ليتر هواء (اعتمدت التراكيز بناءً على تجارب تمهيدية لتحديد مجال التراكيز التي تحدث نسب موت بين 10 و80%)، تركت الأوراق الترشيح قبل وضعها على المرطبانات 15 دقيقة لجفاف الكحول وبقاء المادة الفعالة. و نُفذت كل المعاملات بثلاثة (مرطبانات) مكررات. إضافة لوجود ثلاثة أوعية تمثل الشاهد لم تعامل بالمستخلصات أُغلقت المرطبانات بإحكام ووضعت في ظروف المخبر. أخذت القراءات بعد 24 و48 ساعة من التعرض لبخار المستخلصات الطيارة. حيث تم عد الحشرات الميتة والحشرات الحية في المعاملات والشاهد. وتعد الحشرة ميتة عند عدم تحريكها الأرجل أو قرون الاستشعار واليرقات دون حركة. تم حساب الفاعلية باستخدام معادلة آبوت المصححة (1925). تم رسم خطوط السمية وحساب التركيز النصفي القاتل ($LC_{50}$) باعتماد رسوم خطوط السمية بين لوغريتم التراكيز وقيم بروبيت المقابلة لنسب الموت المصححة بعد 48 ساعة من التعرض (Finney, Probit 1971 analysis.).

$$\frac{\text{\% لموت الخنافس أو اليرقات في المعاملة} - \text{\% لموت الخنافس أو اليرقات في الشاهد}}{100 - \text{\% لموت الخنافس أو اليرقات في الشاهد}} \times 100$$

**التحليل الإحصائي:** تم استخدام التصميم العشوائي الكامل ، وتم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS. 20 حيث تم حساب قيم أقل فرق معنوي عند مستوى 1% ($LSD_{0.05}$).

## النتائج:

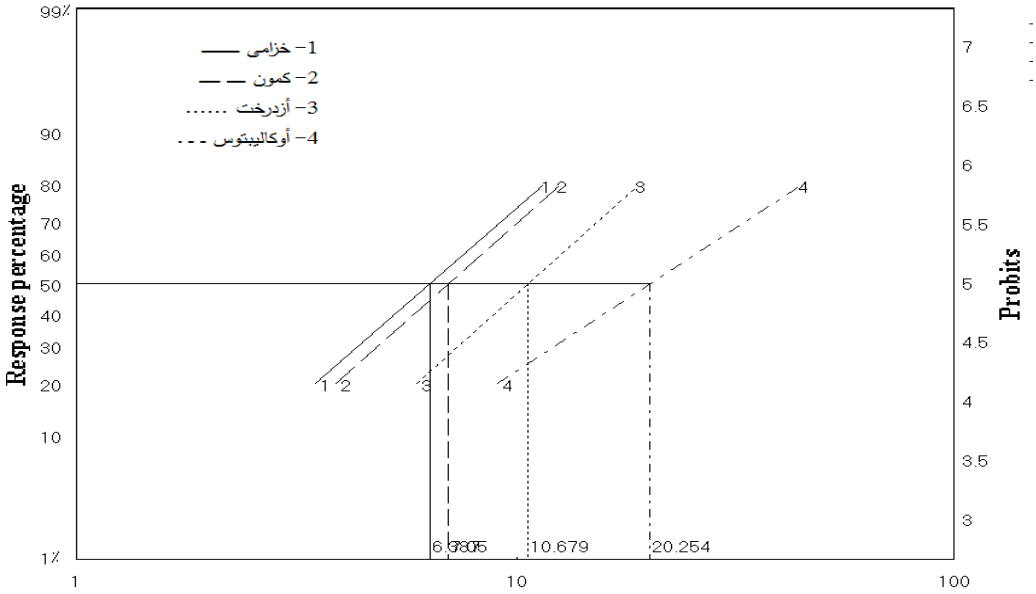
تشير البيانات بالجدول 2. إلى فاعلية الأثر البخاري للمستخلصات الايتانولية للنباتات المدروسة على الحشرة الكاملة لخنفساء الطحين الحمراء حديثة الانبثاق. وجد تبيان التأثير البخاري للمستخلصات الايتانولية وفقاً للنوع النباتي والتركيز المستخدم وزمن التعرض. فقد أعطى المستخلص الايتانولي للخزامى فاعلية عالية في قتل الحشرات الكاملة لخنفساء الطحين الحمراء وبفروق معنوية مع باقي المعاملات عند مستوى معنوية 1%. حيث بلغت نسبة الموت 100 % عند التركيزين 17.5 و 20 ميكروليتر/ ليتر بعد 48 و 24 ساعة من التعرض على التوالي. تلاه مستخلص الكمون حيث بلغت نسبة الموت 100 عند التركيزين 25 و20 ميكروليتر/ ليتر بعد 48 و 24 ساعة من التعرض على التوالي. بينما أعطى مستخلص الكحولي للأزدرخت نسب موت 97.22. و 84.88 % عند التركيز 25 ميكروليتر/ ليتر بعد 48 و 24 ساعة من التعرض على التوالي. بالمقابل أعطى المستخلص الايتانولي للاوكاليبتوس أقل فاعلية في قتل الحشرة لخنفساء الطحين الحمراء وبفروق معنوية مع باقي المعاملات. حيث بلغت نسب الموت 66.67 و51.89% عند التركيز 25 ميكروليتر/ ليتر بعد 48 و 24 ساعة من التعرض على التوالي. كما أدى زيادة تركيز المستخلص النباتي لزيادة نسب موت الحشرة طردياً مع زيادة التركيز وبفروق معنوية بين التراكيز في جميع المعاملات. فقد بلغت نسب الموت نسب موت( 8.33و 97.22%) للأزدرخت و(19.44 و100%) للخزامى و(2.78

و66.67%) للأوكاليبتوس و (16.67 و100%) للكمون عند أقل و أعلى تركيز (2.5 و 25 ميكروليتر / ليتر هواء) بعد 48 ساعة على التوالي.

**الجدول 2. تأثير المستخلصات الكحولية للنباتات المدروسة في النسبة المئوية لموت الحشرة الحديثة الانبثاق لخنفساء الطحين الحمراء في المخبر**

| L.C.D0.01 | الأوكاليبتوس | | الأزدرخت | | الكمون | | الخزامى | | ميكروليتر/ ليتر هواء |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 48 | 24 | 48 | 24 | 48 | 24 | 48 | 24 | |
| | النسبة المئوية للموت المصححة (%) | | | | | | | | |
| 2.46 | 2.78 | 1.03 | 8.33 | 6.53 | 16.67 | 10.65 | 19.44 | 14.78 | 2.5 |
| 3.58 | 8.33 | 7.90 | 19.44 | 14.78 | 25.00 | 18.90 | 33.33 | 27.15 | 5 |
| 4.24 | 13.89 | 7.90 | 26.39 | 20.27 | 43.06 | 35.40 | 47.22 | 43.64 | 7.5 |
| 4.89 | 19.44 | 14.78 | 40.28 | 25.77 | 61.11 | 50.52 | 65.28 | 56.01 | 10 |
| 5.56 | 30.56 | 12.03 | 47.22 | 38.14 | 73.61 | 61.51 | 84.72 | 75.26 | 12.5 |
| 5.89 | 31.94 | 21.65 | 72.22 | 69.76 | 86.11 | 69.76 | 95.83 | 87.63 | 15 |
| 6.81 | 41.67 | 32.65 | 80.56 | 72.51 | 98.61 | 83.51 | 100 | 98.63 | 17.5 |
| 8.66 | 50.00 | 38.14 | 87.50 | 79.38 | 100 | 97.25 | 100 | 100 | 20 |
| 8.72 | 66.67 | 51.89 | 97.22 | 84.88 | 100 | 100 | 100 | 100 | 25 |
| – | 3.52 | 3.86 | 5.18 | 6.35 | 3.84 | 4.25 | 6.72 | 4.65 | L.C.D0.01 |

كانت نسبة الموت بالشاهد : 3 و4 % حشرات بعد 24 و48 ساعة.




**الشكل 1: خطوط الســـــمية للأثر البخـــاري للمستخلصات النباتية المدروسة على بالغات خنفساء الطحين (T.castaneum)عند 48 ساعة من التعرض.**

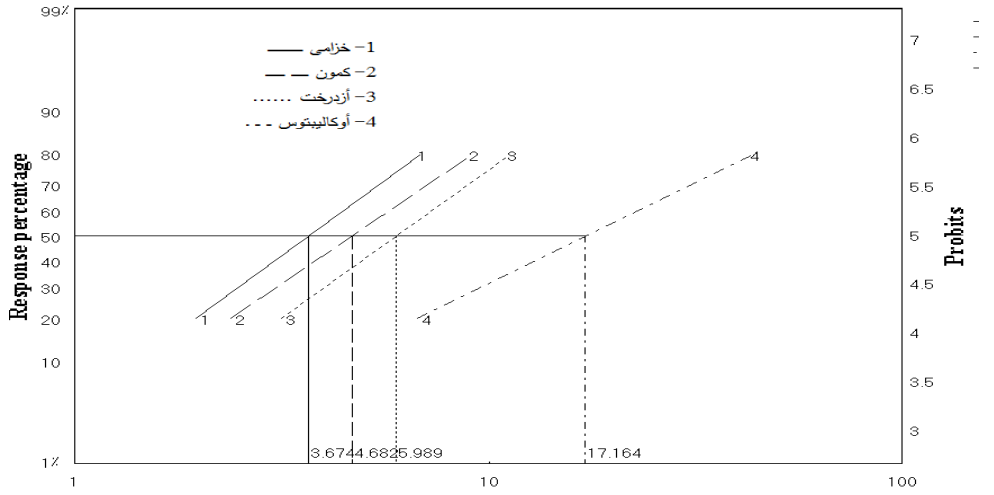
تظهر النتائج بالجدول 3 فاعلية الأثر البخاري للمستخلصات الكحولية للنباتات المدروسة على يرقات العمر الأول لحشرة خنفساء الصدئية الحمراء. وجد أنّ المستخلص الكحولي للخزامى أعطى أعلى فاعلية بنسب موت اليرقات وبفروق معنوية مقارنة مع

المستخلصات الأخرى. حيث بلغت نسبة قتل البرقات 88.77 و 100% عند التركيز 12.5 ميكروليتر/ ليتر هواء بعد 24 و 48 ساعة على الترتيب. تلاه في ذلك مستخلصي الكمون والأزدرخت. في حين أعطى مستخلص الايتانول للأوكاليبتوس أقل فاعلية في نسب قتل يرقات الطور الأول لحشرة الصدئية الحمراء. حيث بلغت نسبة القتل لليرقات34.04 و 56.99% عند التركيز 17.5 ميكروليتر/ ليتر هواء بعد 24 و 48 ساعة على الترتيب. كما زاد التأثير السام والقاتل للمستخلصات بزيادة زمن التعرض وبفروق معنوية . كما زد تأثير المستخلصات بزيادة التركيز وبفروق معنوية في نسب القتل بين التراكيز. حيث أعطى التركيز الأعظمي 17.5 ميكروليتر/ ليتر هواء أعلى نسب قتل ليرقات الطور الأول.

الجدول 3. **تأثير المستخلصات الكحولية للنباتات المدروسة في النسبة المئوية لموت اليرقات الحديثة لخنفساء الطحين الحمراء في المخبر**

| L.C.D 0.01 | الأوكاليبتوس | | الأزدرخت | | الكمون | | الخزامى | | ميكروليتر/ ليتر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 48 ساعة | 24 ساعة | 48 ساعة | 24 ساعة | 48 ساعة | 24 ساعة | 48 ساعة | 24 ساعة | |
| | **النسبة المئوية للموت المصححة (%)** | | | | | | | | |
| 3.28 | 3.94 | 1.75 | 19.71 | 8.77 | 26.88 | 25.61 | 35.48 | 27.02 | 2.5 |
| 3.57 | 6.81 | 3.16 | 34.05 | 27.02 | 41.22 | 34.04 | 58.42 | 36.84 | 5 |
| 4.51 | 19.71 | 5.96 | 44.09 | 32.63 | 71.33 | 46.67 | 75.63 | 67.72 | 7.5 |
| 4.82 | 28.32 | 14.39 | 68.46 | 52.28 | 79.93 | 64.91 | 87.1 | 74.74 | 10 |
| 6.14 | 32.62 | 18.60 | 81.36 | 78.95 | 94.27 | 80.35 | 100 | 88.77 | 12.5 |
| 6.79 | 41.22 | 25.61 | 97.13 | 87.37 | 98.57 | 87.37 | 100 | 98.60 | 15 |
| 7.25 | 56.99 | 34.04 | 100 | 98.60 | 100 | 97.19 | 100 | 100 | 17.5 |
| - | 4.51 | 2.26 | 6.87 | 6.21 | 8.57 | 5.87 | 7.25 | 6.78 | L.C.D 0.01 |

كانت نسبة الموت بالشاهد : 5 و7 %يرقات بعد 24 و48 ساعة.




**الشكل 2: خطوط الســـــمية للأثر البخـــاري للمستخلصات النباتية المدروسة على يرقات خنفساء الطحين (T.castaneum)عند 48 ساعة من التعرض.**

**التركيز النصفي ($LC_{50}$) القاتل للمستخلصات الكحولية للخزامى والكمون والأزدرخت والأوكاليبتوس على بالغات ويرقات خنفساء الطحين .**

تظهر النتائج بالجدول 4 والشكلين 1 و2 أنّ الخزامى أعطى أقل قيم لـ $LC_{50}$ على بالغات ويرقات خنفساء الطحين. حيث كانت قيم $LC_{50}$ = 6.38 و 3.67 ميكروليتر / ليتر هواء لبالغات ويرقات خنفساء الطحين على الترتيب. في حين أعطى مستخلص الأوكاليبتوس أعلى قيم لـ $LC_{50}$ على لبالغات ويرقات خنفساء الطحين حيث كانت قيم $LC_{50}$ = 20.25 و 17.16 ميكروليتر/ ليتر هواء على التوالي. ويعود تأثير مستخلص الخزامى لوجود المركبات التربينية .وجد Hosny وزملاؤه (2015) الذين بيّنوا أن قيم $LC_{50}$ لزيت أوراق المردقوش (Origionum majorana) من الفصيلة الشفوية 9.9% بعد 3 يوم من التدخين. بالمقابل عند حساب معامل المقاومة((Resistance Ratio (RR) ودليل السمية لبالغات ويرقات خنفساء الطحين تجاه مواد التبخير والمستخلصات باعتبار مستخلص الخزامى هو القياسي (أقل قيم لـ $LC_{50}$) نجد أنّ ترتيب النباتات المختبرة كان كالتالي : الخزامى> الكمون> الأزدرخت> الأوكاليبتوس. إن التباين في نسب الموت لبالغات ويرقات خنفساء الطحين بين نباتات هذه الدراسة يعود إلى اختلاف في المكونات الكيميائية للنباتات المختلفة وطريقة الإستخلاص. و النتائج تتوافق مع Trivedi وزملاؤه (2017) الذين وجدوا أنّ قيم $LC_{50}$ لزيت القرفة على بالغات حشرة خنفساء اللوبياء كانت 0.712 و0.628 و 0.479 و 0.397% بعد 24 و 48 و 72 و 96 ساعة من التدخين . وجد Aggarwal وزملاؤه (2001) أن المركب التربيني 1,8-cineole الموجود بتراكيز عالية في النباتات التابعة للفصيلة الشفوية له فاعلية بالملامسة على بالغات خنفساء اللوبياء وكانت قيمة $LC_{50}$=0.03 ميكروليتر/ليتر هواء. ووجد Sivakumar وزملاؤه (2010) أن فاعلية زيت الأوكاليبتوس أعطى أقل قيمة لـ $LC_{50}$=11.66 ميكروليتر/ ليتر هواء ضد خنفساء اللوبياء.

**الجدول 4 : قيم التركيز النصفي ($LC_{50}$) الفعال بعد 48 ساعة من تدخين المستخلصات الايتانولية على بالغات ويرقات خنفساء الطحين الصدئية** (T. castaneum).

| الزيت الطيار | الطور المختبر | $LC_{50}$ | index | دليل المقاومة |
|---|---|---|---|---|
| **خزامى** | الحشرة الكاملة | 6.38 | 100 | 1 |
| | اليرقة | 3.67 | 100 | 1 |
| **كمون** | الحشرة الكاملة | 7.05 | 90.59 | 1.1 |
| | اليرقة | 4.68 | 78.47 | 1.27 |
| **الأزدرخت** | الحشرة الكاملة | 10.67 | 59.81 | 1.67 |
| | اليرقة | 5.98 | 61.34 | 1.63 |
| **الأوكاليبتوس** | الحشرة الكاملة | 20.25 | 31.54 | 3.17 |
| | اليرقة | 17.16 | 21.04 | 4.67 |

A:حسبت القيم على أساس تركيز المستخلص في المرطبانات المسبب لموت 50% الحشرة أو اليرقة 50 % مقارنة مع الحشرات او اليرقات دون مستخلص(الشاهد)

دليل المقاومة: باعتبار الخزامى هو المرجع (الأقل قيمة $LC_{50}$)

## المناقشة:

تعود فاعلية مستخلص الخزامى كون نباتات الفصيلة الشفوية تحتوي على نسب عالية من مركبات التربينات الأحادية مثل carvacrol, و1,8-cineole و linalool ( Rozmana وأخرون (2007) و Al-Naser و Al-Abrass (2014)). حيث ذكر

العديد من الباحثين فاعلية مركبات التربينات الأحادية والثنائية والفينولات الموجودة في الزيوت الطيارة للنباتات العطرية في مكافحة الحشرات (Abdallah, *et al*., 2002 و Kordali, et al. 2008 ). فقد ذكر Theou وزملاؤه (2013) أنّ لزيت المردقوش الطيار (Origanum vulgare) من الفصيلة الشفوية أثر بخاري قوي تجاه كافة الأطوار والحشرات البالغة لخنفساء الطحين المتشابهة Tribolium confusum. وأشار Obeng-Ofori وزملاؤه (1998) أن زيت نبات الريحان (Ocimum kilimandscharicum) الذي يحوي مركب الـ camphor له فاعلية عالية كمبيد حشري وله فعل طارد ومثبط لنمو أربعة أنواع من خنافس المخازن. ووجد أن الزيوت الطيارة المستخلصة من الكمون (Cuminum cyminum) واليانسون (Pimpinella ansium) والمردقوش (Origanum syriacum var. bevanii) والأكاليبتوس (Eucalyptus camaldulensis) كانت فعالة كمدخنات في مكافحة منّ القطن (Aphis gossypii) والأكاروس (Tetranychus cinnabarinus) في البيوت المحمية (Tuni and Sahinkaya, 1998).

وقد تعود فاعلية أوراق الأزدرخت لوجود مركب الأزدرختين ومركبات تربينة مثل limonoid التي لها أثر مانع تغذية وأثر سام وعصبي (Ventura and Ito. 2000 و Defagó,et al., 2006). وتتوافق مع ألبياتي (2007) بأن المستخلص الزيتي لثمار الأزدرخت تأثيراً فاعلا في موت بالغات حشرة خنفساء اللوبياء والتي بلغت 100% خلال 1 –2 يوم عند التركيز 25%. في حين وجد Paneru و Shivakot (2000) أنّ زيت الأزدرخت على العدس أعطى فاعلية متوسطة بمكافحة بالغات حشرات خنفساء اللوبياء (C. maculatus). وجد Akhtar (2015) أن زيت الأزدرخت المستخلص بالسوكسليت بمذيب الاسيتون أعطى فاعلية عن طريق التدخين والملامسة لكل من حشرات المخازن التالية:Tribolium castaneum و Rhyzopertha dominica و Trogoderma granarium.

وزادت فاعلية الأثر البخاري للمستخلصات النباتية بزيادة التركز المواد الفعالة بها . وبيّن Saroukolai وزملاؤه (2012) أن فاعلية الأثر البخاري لزيت نبات الزعتر (Thymus persicus) تجاه الحشرات الناضجة T. castaneum و S. oryzae ازداد مع زيادة التركيز والوقت حيث استخدم التراكيز 51.9 و 111.1 و 207.4 ميكروليتر/ ليتر هواء. وجدChandel وزملاؤه (2018) أن مستخلص بذور النيم الكحولي أعطى فاعلية عالية على خنافس المخزن الصينية (Callosobruchus chinensis) حديثة الخروج عند رش بذور الحمص بهذه المادة . ووجد Bhardwaj (2011) أنً معاملة بذور البازلاء بزيت النيم أدى لقتل بالغات خنفساء المخزن الصينية وزادت الفاعلية بزيادة التركيز وزيادة فترة التعرض حيث وصلت نسبة الموت حتى 100% عند التركيز 5% عند اليوم السابع من التخزين، في حين كانت عند اليوم الأول 30% . كما أثبت السيدة والناصر(2018)أنّ المستخلص الكحولي لأوراق المردقوش قد تفوق معنوياً على مستخلصات الأزدرخت والخروع والزعتر المزروع عند تدخين بذور الحمص في مكافحة بالغات خنفساء اللوبياء. وزادت فاعلية الزيوت الطيارة والمستخلصات الكحولية للنباتات المختبرة بزيادة التركيز ومدة التعرض.

## الاستنتاجات والتوصيات:

- أعطت المستخلصات الكحولية للخزامى والأزدرخت والكمون أثر بخاري عالٍ وفاعلية في موت بالغات ويرقات خنفساء الطحين الحمراء.
- حقق مستخلص الأوكاليبتوس فاعلية متوسطة في موت بالغات ويرقات خنفساء الطحين الحمراء.
- نوصي بدراسات هذه المستخلصات في ظروف المخازن وتأثيرها على بيولوجيا الحشرة.

- نوصي بتحليل هذه المستخلصات لمعرفة المركبات الفعالة وإمكانية عزلها وتصنيعها.

**التمويل** : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

## References:


1. إبراهيم، محمد والناصر، زكريا . 2009. دراسة كفاءة بعض المستخلصات والزيوت النباتية والمساحيق الخاملة في الوقاية من خنفساء اللوبياء Callosobruchus maculatus Fab. (Coleoptera, Bruchidae ) على بذور الحمص. مقبول للنشر في مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية في جامعة دمشق.
2. السيدة، هيفاء وزكريا الناصر. 2018. تأثير بعض الزيوت الطيارة والمستخلصات النباتية في بالغات خنفساء اللوبياء (Callosobruchus maculates Fab.) على الحمص في المخبر. مقبول للنشر في مجلة العلوم الزراعية في جامعة دمشق.

3. Abbott, W.S.A.,1925 A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology.1925, 18: 265–267.
4. Abdallah, F. T., K. Taoubi, S. El-Haj, J. M. Bessiere and S. Rammal. 2002. Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito Culex pipiens molestus (Diptera: Culicidae). Pest Manag Sci 58: 491-495.
5. Abdullahi, N., Majeed, Q. and Oyeyi, T.I. 2011. Studies on efficacy of Vitallaria paradoxa seed oil on the oviposition, hatchability of eggs and emergence of Callasobruchus maculates (F.) (Coleoptera: Bruchidae) on treated cowpea seed. J. Entomol., Vol. 8, P. 391-397.
6. Aggarwal, K.K., A.K. Tripathi, V. Prajapati and S. Kumar, 2011. Toxicity of 1,8-cineole towards three species of stored product coleopterans. Insect Sci. Applic., 21(2): 155160.
7. Akhtar, S. 2015. Insecticidal, Repellent, Antifeedant And Growth Regulatory Influences Of Essential Oil Of Indigenous Medicinal Plants Against Stored Grain Insect Pests. Doctor of Philosophy. Thesis. University OF Agriculture, Faisalabad. P. 166.
8. Al –Nnaser, Z., N. Al- Abrass. 2014. Chemical composition and fungitoxic activities of Lavandula officinalis L. oil and comparison with synthetic fungicide on the growth some fungi in vitro. International Journal of ChemTech Research . Vol.6, No.11, p 4918-4926,
9. Anonymous. 2000. The Montreal Protocol on substrates that deplete the ozone layer(with amendments). United Nations Environment Programmed, Nairobi, Kenya.
10. Ayvaz, A., Sagdic, O., Karaborklu, S., Ozturk, I. 2010. Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. Journal of Insect Science, 10, 21-26.
11. Baier AH, Webster BD. 1992. Control of Acanthoscelides obtectus Say (Coleoptera: Bruchidae) in Phaseolus vulgaris L. seed stored on small farms. II. Germination and cooking time. Journal of Stored Products Research 28: 295–299.
12. Bennett SM. 2003. Life cycle Tribolium confusum(confused flour beetle) and Tribolium castaneum(rust-red flour beetle). The University of Texas at Austin, Austin, TX. https://web.ma.utexas.edu/users. /davis/375/LECTURES/L2/Tribolium.pdf
13. Bhardwaj, A. 2011. Ecofriendly management of the pulse beetle, Callosobruchus chinensis l. Infesting pea seeds with vegetable oils. Master of science in environmental science. College of forestry. India.thesis. P. 101.
14. Butler, J. H., and J. M. Rodriguea. 1996. Methyl bromide in the atmosphere. In: Bell, C. H., Price, N and Chakrabarti, B. (Eds), The methyl bromide issue Vol. , Wiley, West Sussex, England, pp 27-90.
15. Campbell, J.F. and C. Runnion. 2003. Patch exploitation by female red flour beetles,Tribolium castaneum. J. Insect Sci. 3, 20.

16. Campbell, J.F., D.W. Hagstrum. 2002. Patch exploitation by Triboliumcastaneum: movement patterns, distribution and oviposition. J Stored Prod Res 38: 55-68.
17. Chafino S, Ureؘa E, Casanova J, Casacuberta E, Franch-Marro X, Martي D. Upregulation of E93 gene expression acts as the trigger for metamorphosis independently of the threshold Size in the Beetle Triboliumcastaneum. Cell Rep. 2019;27:1039-1049.
18. Chandel, B. S., I. Dubey and A. Tewari. 2018. Screening of plant extract for insecticidal biopotency against Callosobruchus chinensis L. (Coleoptera:Bruchidae) on chickpea, Cicer aritenum L. International Journal of Entomology Research . Volume 3; Issue 1; P. 101-106.
19. Collins, P. J. 1998. Resistance to grain protectants and fumigants in insect pests of stored products in Australia. Stored Grain in Australia. In: Proceedings of the Australian Post-Harvest Technical Conference, CSIRO, Canberra, Australia, pp.55–57.
20. Daglish, G. J. and P. Collins, P. J. 1999. Improving the relevance of assays for phosphine resistance. In: Jin, X., Liang, Q., Liang, Y.S., Tan, X.C., Guan, L.H. (Eds.), Stored Product Protection. Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-Product Protection, October 1998, Beijing, China. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, China, pp. 584–593.
21. Daglish, G. J. and P. Collins, P. J. 1999. Improving the relevance of assays for phosphine resistance. In: Jin, X., Liang, Q., Liang, Y.S., Tan, X.C., Guan, L.H. (Eds.), Stored Product Protection. Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-Product Protection, October 1998, Beijing, China. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, China, pp. 584–593.
22. Dagostin, S, T. Formolo and O. Giovannini. 2010, Salvia officinalis extract can protect grapevine against Plasmopara viticola. Plant Dis., Vol. 95, 5: 575-580.
23. Defagó,M.T.,G. Valladares, E. Banchio, C. Carpinella and S. Palacios. 2006. Insecticide and antifeedant activity of different plant parts of Melia azedarach (Meliaceae) on Xanthogaleruca luteola (Coleoptera: Chrysomelidae), Fitoterapia 77: 500-505.
24. Finney, D. J.1971. Probit analysis. 3rd ed. Cambridge University Press, London, 318 P.
25. Hosny, A.H.; R.B. Abo Arb; S. I.A. Ibrahim and R. M.M. Khalil. 2015. The efficiency of four plant oils against Callosobruchus maculatus. Egy. J. Plant pro. Res. 3(1): 54-66.
26. Ikbal, C., Monia, B.H.K. and Habib, B.H.M. 2007. Development perturbation of cotton leave noctuid with green cestrum extracts. J. Entomol., Vol. 4, P. 121-128.
27. Isman , M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection, Vol. 19, PP. 603-608.
28. Jemâa, J.M.B., Tersim, N., Toudert K.T. (2012) Insecticidal activities of essential oils from leaves of Laurus nobilis L. from Tunisia, Algeria and Morocco, and comparative chemical composition. Journal of stored product research, 48, 97–104.
29. Khan, M. Z., Ali, M. R., Bhuiyan, M. S. I. and Hossan, M. A. 2015. Eco-Friendly Management of Pulse Beetle, Callosobruchus Chinensis Linn. Using Fumigants on Stored Mungbean. Inter. J. Sci. Res., 5:1-6.
30. Khani, A. and Asghari, J. 2012. Insecticide activity of essential oils of Mentha longifolia, Pulicaria gnaphalodes and Achillea wilhelmsiiagainst tow stored product pests, the flour beetle, Tribolium castaneum and the cowpea weevil, Calsobruchus maculatus. Journal of Insect Science, 12:P. 1-10.
31. Khatter, N.A., 2011. Efficiency of azadirachtin, a chitin synthesis inhibitor on growth, development and reproductive potential of Tribolium confusum after adult treatment. J. Entomol., Vol. 8, PP. 440-449.

32. Kordali, S, A. Cakir , H. Ozer , R. Cakmakci , M. Kesdek and E. Mete . 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish Origanum acutidens and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. Biores Tech. 99(18):8788–8795.
33. Koul, O, Walia, S, Dhaliwal, G.S., 2008. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. Biopesticides International, Vol. 4, P. 63–84.
34. Mahdi, S. K., Sasan, J. and Sara, K. 2011. Contact toxicities of oxygenated monoterpenes to different populations of Colorado potato beetle, Leptinotarsa decemlineataSay (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Plant Protection Research, 51:P. 225-233.
35. Mahfuz, I . and M . Khalequzzaman. 2007. Contact and fumigant toxicity of essential oils against Callosobruchus maculatus. Univ. j. zool. Rajshahi Univ. (26):63-66.
36. Mishra, D, Shukla A K, Tripathi K K, Singh A, Dixit A K and Singh K. 2007. Efficacy of application of vegetable oils as grain protectant against infestation by Callosobruchus chinensis and its effect on milling fractions and apparent degree of dehusking of legume-pulses. Journal of Oleo Science, 56(1): 1-7.
37. Moino AJ, Alves SB, Pereira RM. 1998. Efficacy of Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin isolates for control of stored-grain pests. Journal of Applied Entomology. 122: 301–305.
38. Negahban, M, S. Moharramipour and F. Sefidkon . 2007. Insecticidal activity of essential oil from Artemisia sieberi Beser against three stored-product insects. Journal of Stored Products Research 43: 123-128.
39. Obeng-Ofori, D, Reichmuth, C.H., Bekele, A. J. and Hassanali, A., 1998. Toxicity and protectant potential of camphor, a major component of essential oil of Ocimum kilimandscharicum, against four store product beetles. Int. J. Pest Manage., Vol. 44, P. 203-209.
40. Opit, G. P., T. W. Phillips, M. J. Aikins, and M. M. Hasan. 2012. Phosphine resistance in Tribolium castaneum and Rhyzopertha dominica from stored wheat in Oklahoma. J. Econ. Entomol. 105: 1107−1114.
41. Paneru, R. B. and G. P. Shivakoti . 2000. Use of botanicals for the management of pulse beetle (Callosobruchus maculatus F.) in Lentil. Nepal Agricultural Research Journal, 4: 27-30.
42. Papachristos, D.P., Stamopoulos, D.C., 2002. Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera, Bruchidae). Journal of Stored Products Research, Vol. 38, P. 365–373.
43. Rajendran, S. 2016. Status of fumigation in stored grains in india. Journal of grain storage research .28-38.
44. Roger, R.C., and A. Hamraoui. 1994. Comparison of the insecticidal effects of water extracted and intact aromatic plants on Acanthoscelides obtectus, a bruchid beetle pest of kidney beans. Chemoecology, 5 : 1–5.
45. Rozmana, V. , Kalinovica, I. and Korunicb, Z. 2007. Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae of three stored-product insects. Journal of Stored Products Research, Vol. 43, P. 349–355.
46. Saroukolai, A.T., S. Moharramipour and M.H. Meshkatalsadat, 2012. Insecticidal properties of Thymus persicus essential oil against Tribolium castaneum and Sitophilus oryzae. J. Pest Sci., 83(1):3-8.
47. Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J., Sukprakarn, C., 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. Journal of Stored Products Research, Vol. 33, PP. 7–15.
48. Sivakumar, C., S. Chandrasekaran, C. Vijayaraghavan and S. Selvaraj. 2010. Fumigant toxicity of essential oils against pulse beetle, Callosobrucrhus maculatus F. (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Biopesticides. 3(1): 317 – 319.

49. Sokoloff A. The biology of Tribolium: with special emphasis on genetic aspects. Oxford: Clarendon Press; 1974.
50. Theou, G .; D . P. Papachristos and D .C. Stamopoulos. 2013. Fumigant toxicity of six essential oils to the immature stages and adults of Tribolium confusum. Hellenic Plant Protection. J. (6): 29-39.
51. Tripathi, A. K.; Prajapati, V.; Qggqrzql, K . K., and Kumar, S. 2001. Insecticidal and ovicidal activity of the essential oil of Anethum sowa Kurz against Callosobruchus maculatus Fab., (Coleoptera : Bruchidae). Insect Science and its Application, 21 (1): 61 – 66.
52. Trivedi, A. Natasha Nayak and Jitendra Kumar. 2017. Fumigant toxicity study of different essential oils against stored grain pest Callosobruchus chinensis . Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2017; 6(4): 1708-1711
53. Tuni, I. and Sahinkaya, S. 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. Entomol. Exp. Appl., Vol. 86, P. 183-187.
54. Ventura, M.U. and M. Ito. 2000. Antifeedant activity of Melia azedarach (L.) extracts to Diabrotica speciosa (Genn) (Coleoptera: Chrysomelidae), Braz. Arch. Biol. Technol. 43(2): 215-219.
55. Wagan, T. A., Wang, H. H. Wenjun, L. Rong-Hua and C. Wanlun. 2021. The Effects of Three Essential Oils on Adult Repellency, Larval Fumigant Toxicity, and Egg Hatch of Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae). Florida Entomologist , Vol. 104, No. 2,160-166.