African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 5, Issue 3, 2026
Page No: 207-215
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

Evaluation of the Insecticidal Efficacy and Toxicity of Ethanolic Leaf Extracts of *Ziziphus spina-christi* L., *Lawsonia inermis* L., and *Cupressus sempervirens* L. Against Adults of the Red Flour Beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: enebrionidae)

Huda M. A. Ismail [1*], Rahma H. O. El-Delimy [2]
[1,2] Department of Zoology, Faculty of Science, Sebha University, Sebha, Libya

تقييم الفاعلية الإبادية والسمية للمستخلصات الإيثانولية لأوراق السدر (*Ziziphus spina-christi* L.) والحناء (*Lawsonia inermis* L.) والسرو (*Cupressus sempervirens* L.) ضد بالغات خنفساء الدقيق الصدئية الحمراء *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera:Tenebrionidae)

هدى محمود علي إسماعيل [1*]، رحمة حسن عمر الدليمي [2]
[2،1] قسم علم الحيوان، كلية العلوم، جامعة سبها، سبها، ليبيا

*Corresponding author: hud.ismail@sebhau.edu.ly

Received: April 28, 2026	Accepted: July 23, 2026	Published: August 10, 2026

Abstract
This study aimed to evaluate the insecticidal efficacy and toxicity of ethanolic leaf extracts of three medicinal plants, namely *Ziziphus spina-christi* L., *Lawsonia inermis* L. and *Cupressus sempervirens* L. against adults of the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst), under different exposure periods (24 hours, 48 hours, and 7 days). The results demonstrated that all tested ethanolic extracts exhibited significant insecticidal activity by increasing adult mortality throughout all exposure periods. The ethanolic extract of *C. sempervirens* leaves showed the highest insecticidal efficacy, followed by the extract of *Z. spina-christi* leaves, whereas the extract of *L. inermis* leaves exhibited the lowest efficacy among the tested extracts. A strong positive relationship was observed between increasing extract concentration and adult mortality, as well as between exposure time and insecticidal effectiveness. At the highest concentration (2.0%) after seven days of exposure, mortality reached 83.33% for *C. sempervirens*, 93.33% for *Z. spina-christi*, and 63.33% for *L. inermis*. These findings indicate the cumulative and progressive action of the bioactive compounds present in the ethanolic extracts over time. Furthermore, the extracts exhibited pronounced toxic effects against adult *T. castaneum*, as reflected by the calculated LC_{50} and LC_{90} values at different exposure periods. Toxicity varied according to plant species, with the *C. sempervirens* extract being the most toxic, followed by *Z. spina-christi*, while *L. inermis* showed the lowest toxicity. In addition, the toxicity of all extracts increased with prolonged exposure, as evidenced by the gradual reduction in LC_{50} and LC_{90} values after 48 h and 7 days of treatment

Keywords: Insecticidal efficacy, Toxicity, Ethanolic extracts, *Tribolium castaneum*.

الملخص:
هدفت هذه الدراسة إلى تقييم الفاعلية الإبادية والسمية للمستخلصات الإيثانولية لأوراق ثلاثة نباتات طبية, وهي السدر (*Ziziphus spina-christi* L.), والحناء (*Lawsonia inermis* L.), والسرو (*Cupressus sempervirens L.*), ضد بالغات خنفساء الدقيق الصدئية الحمراء خلال فترات تعرض مختلفة (24 ساعة و48 ساعة و7أيام), أظهرت النتائج بأن جميع المستخلصات الإيثانولية المختبرة في الدراسة تمتلك فاعلية إبادية واضحة في التأثير على نسبة الموت للبالغات المعاملة وخلال جميع فترات التعرض المختلفة، وكان المستخلص الإيثانولي لأوراق السرو الأعلى فاعلية ويليه مستخلص

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

أوراق السدر, في حين كان مستخلص أوراق الحنة الأقل فاعلية مقارنة ببقية المستخلصات، كذلك أشارت النتائج إلى وجود علاقة طردية قوية بين زيادة التركيز وارتفاع نسبة الموت في البالغات المعاملة في جميع المستخلصات المختبرة, وكذلك بين طول فترة التعرض وفاعلية المستخلص في التأثير علي نسب الموت للبالغات المعاملة, حيث ارتفعت نسبة الموت عند تركيز 2.0% بعد 7أيام من المعاملة إلي 83.33% لمستخلص السرو, و93.33% لمستخلص السدر و63.33% لمستخلص الحناء, مما يعكس طبيعة التأثير التراكمي والتدريجي للمركبات الفعالة في هذه المستخلصات الإيثانولية بمرور الوقت, كذلك أظهرت هذه المستخلصات تأثيراً سمياً واضحاً ضد بالغات خنفساء الدقيق الصدئية وتمثل ذلك في قيم LC_{50} وLC_{90} المحسوبة خلال فترات التعرض المختلفة, وأن الفاعلية السمية لهذه المستخلصات اختلفت بوضوح باختلاف نوع المستخلص, وكان المستخلص الإيثانولي لأوراق السرو الأعلى سمية ويليه مستخلص أوراق السدر, بينما كان مستخلص أوراق الحناء الأقل سمية, وكما لوحظ أن سمية هذه المستخلصات تزداد بزيادة فترة التعرض وذلك من خلال الانخفاض التدريجي في قيم LC_{50} و LC_{90} بعد48 ساعة و7أيام من المعاملة.

الكلمات المفتاحية: الفاعلية الإبادية، السمية، المستخلصات الإيثانولية، خنفساء الدقيق الصدئية.

1. مقدمة

تعد الحبوب والمنتجات الغذائية المخزونة من أهم الموارد الإستراتيجية لتحقيق الأمن الغذائي على المستويين المحلي والعالمي, إذ تمثل المصدر الرئيسي للغذاء في معظم دول العالم, غير أن هذه المنتجات تتعرض أثناء التخزين للإصابة بالعديد من الآفات الحشرية, مما يؤدي إلى خسائر كمية ونوعية كبيرة, تنعكس سلباً على قيمتها الاقتصادية والغذائية Isman, (2020; Elbrense et al., 2022, وتعد خنفساء الدقيق الصدئية (Herbst) *Tribolium castaneum* واحدة من أكثر آفات المواد المخزونة انتشاراً وخطورة, حيث تصيب الدقيق ومشتقاته, وتتمتع بقدرة عالية على التكاثر والتأقلم مع مختلف ظروف التخزين, مما يجعل مكافحها أكثر صعوبة (Alsaadi, 2023), ولعدة عقود, اعتمدت برامج مكافحة آفات المواد المخزونة بصورة رئيسية على المبيدات الكيميائية, غير أن الاستخدام المكثف والمتكرر لهذه المبيدات أدى إلى ظهور سلالات حشرية مقاومة, وتراكم متبقيات المبيدات في الأغذية, بالإضافة إلى أثارها البيئية الضارة وتأثيراتها السلبية في صحة الإنسان والكائنات غير المستهدفة (Pimentel, 2005; Elbrense et al., 2022). لذلك اتجهت البحوث الحديثة نحو تطوير بدائل أكثر أماناً واستدامة, وتأتي المستخلصات النباتية في مقدمة هذه البدائل, وذلك لما تحتويه من مركبات طبيعية فعالة, تمتلك تأثيرات سامة, وطاردة, ومثبطة للتغذية والنمو والتكاثر في العديد من الحشرات, إضافة إلي قابليتها للتحلل الحيوي وانخفاض تأثيراتها البيئية مقارنة بالمبيدات التقليدية (Isman, 2020), وكما أشارت الدراسات إلى أن كفاءة هذه المستخلصات في المكافحة تعتمد إلى حد كبير على نوع المذيب المستخدم في الاستخلاص, فالمذيبات القطبية تتميز باحتوائها على جزئيات نشطة بيولوجياً أكثر فاعلية في استخلاص المركبات الفعالة من المذيبات الغير قطبية, مما يجعلها تنتج مستخلصات أكثر فاعلية ضد الحشرات (Al-Mohammed, 2022), ويعد مذيب الإيثانول من أكثر المذيبات القطبية استخداماً في استخلاص المركبات الفعالة من النباتات, وذلك لما يمتاز به من قدرة عالية على استخلاص كمية كبيرة من المركبات ذات النشاط الحيوي مثل الفينولات، الفلافونويدات، التانينات، القلويدات، والستيرولات النباتية، المعروفة بتأثيراتها البيولوجية ضد الحشرات, إضافة إلى سهولة استخدامه, وانخفاض سميته مقارنة بالعديد من المذيبات العضوية الأخرى, مما يجعل المستخلصات الإيثانولية مصادر واعدة لتطوير مبيدات حيوية طبيعية (Zhao, et al., 2021). وقد أثبتت العديد من الدراسات الحديثة تفوق المستخلصات الإيثانولية على المستخلصات المائية وغيرها من المستخلصات العضوية الأخرى في الفاعلية الإبادية ضد الحشرات, حيث أوضح Grande-Romero and Toribio- Hernandez, (2020) تفوق المستخلص الإيثانولي لأزهار *Tagetes erecta* على المستخلصين المائي والأسيتوني في إبادة يرقات *Zadiprion vallicola*, وكما بين Elaloui et al.(2021) أن المستخلص الإيثانولي لجذور السدر *Zizphus spina-christi* L. سجل أعلى فاعلية إبادية ضد خنفساء التبغ *Lasioderma serricorne* مقارنة بالمستخلصات المائية والميثانولية الأسيتونية, وكذلك أثبت Yasmin et al.(2024) تفوق المستخلص الإيثانولي لنبات *Sesbania grandiflora* على المستخلصين الهكساني والإيثيل أسيتات في إبادة يرقات *Plutella xylostella* , وكما أكد Ismail and El-Delimy, (2025) تفوق المستخلص الإيثانولي لقشور الرمان *Punica granatum* على مستخلص الكلوروفورم في أحداث نسب موت مرتفعة ضد بالغات *T. castaneum* المعاملة عند جميع التراكيز وأزمنة التعرض, وكذلك أثبت Ajaegbu et al. (2025) تفوق المستخلص الإيثانولي لأوراق الأفوكادو *Persea Americana* على مستخلص الميثانولي والهكساني والأستوني في إبادة يرقات البعوض *Aedes aegypti*. جميع هذه الدراسات تؤكد أن المستخلصات الإيثانولية تمتلك فاعلية إبادية عالية ضد الحشرات, وبناءًا على ذلك, فأن هذه الدراسة تهدف إلى تقييم الفاعلية الإبادية والسمية للمستخلصات الإيثانولية لأوراق ثلاثة نباتات طبية وهى السدر (*Ziziphus spina-christi* L.) , و الحناء (*Lawsonia inermis* L.), والسرو (*Cupressus sempervirens* L.) ضد بالغات خنفساء الدقيق الصدئية الحمراء *Tribolium castaneum* خلال فترات تعرض مختلفة (24 ،48 ساعة و 7 أيام) بهدف استكشاف فاعليتها كبدائل طبيعية آمنة وفعالة للمبيدات الكيميائية التقليدية في برامج الإدارة المتكاملة لمكافحة الآفات.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

2. المواد وطرق العمل Materials and Methods

1.2 تجهيز النباتات المستخدمة في الدراسة

تم جمع أوراق نبات السدر وأوراق نبات الحناء وأوراق نبات السرو وتصنيفها جدول (1)، وغسلها وتجفيفها في الظل وبعد ذلك تم طحنها باستخدام خلاط كهربائي للحصول على مسحوق بودرة لهذه النباتات ومن ثم تم حفظه في أوعية محكمة الإغلاق لحين استخدامها في عملية الاستخلاص.

جدول (1): يوضح الاسم العربي والانجليزي والعلمي والعائلة والجزء المستخدم من النباتات في الدراسة

ت	الاسم العربي	الاسم الإنجليزي	الاسم العلمي	العائلة	الجزء المستخدم في الدراسة
1	السدر	Christs thorn jujube	*Ziziphus spina-christi* L.	Rhamnaceae	الأوراق
2	الحناء	Henna	*Lawsonia inermis* L.	Lythraceae	الأوراق
3	السرو	Mediterranean cypress	*Cupressus sempervirens L.*	Cupressaceae	الأوراق

2.2 تربية حشرة خنفساء الدقيق الصدئية

تم تجميع حشرة خنفساء الدقيق الصدئية من دقيق قمح مصاب وتصنيفها (Good, 1936), وتربيتها معملياً في درجة حرارة 28±2مº ورطوبة نسبية 70± 5% للحصول علي أجيال جديدة من الحشرة عن طريق وضعها في قناني تحتوى على وسط غذائي (بيئة التربية) مكون من 300 جم من دقيق قمح نظيف مضاف إليه 4 جم خميرة خبز و100جم حليب بودرة لزيادة القيمة الغذائية لوسط التربية, تم تغطية هذه القناني بقطعة من الشاش لضمان عدم خروج الحشرة, وكما تم تجديد الوسط كل شهر لتجنب نفاد المادة الغذائية (Bakhashwain and A lqurashi, 2010; Sokoloff et al., 1960).

3.2 عملية الاستخلاص

تمت عملية الاستخلاص بطريقة النقع Soaking حيث ثم وزن 100جم من مسحوق أوراق السدر والحناء والسرو، ووضعها في زجاجات بنية اللون وأضيف إليها (1000مل) من مذيب الإيثانول وقفلت بأحكام وتركت لمدة 72 ساعة مع الرج بأوقات ثابتة كل ست ساعات لمدة 10 دقائق وذلك لضمان حدوث تلامس تام بين المذيب والمكونات النباتية والحصول على أكبر قدر من المركبات الفعالة. بعد ذلك تمت عملية الترشيح للحصول على الراشح المحتوي على المواد الفعالة المستخلصة، وبعدها أجريت عملية التبخير التي تعمل على تبخير المذيب ليتبقي المستخلص المحتوي على المركبات الفعالة والذي يحفظ في زجاجات بنية محكمة الأقفال لحين استخدامه في تجهيز التراكيز المستخدمة في الدراسة (Azwanida et al., 2018).

4.2 تجهيز التراكيز المستخدمة في الدراسة.

تم تجهيز التراكيز المستخدمة في الدراسة وهي 0.25 %و 0.5 % و 1.0% و2.0% وفق المعادلة عن (Harris, 2016).

$$\text{الحجم المطلوب} = \frac{\text{التركيز المطلوب} \times \text{الحجم المعلوم}}{\text{التركيز الاصلي}}$$

5.2 معاملة بالغات خنفساء الدقيق الصدئية بالمستخلصات الايثانولية المختبرة في الدراسة.

في هذه التجربة تم معاملة بالغات خنفساء الدقيق الصدئية التي تم تربيتها معمليا " بالتراكيز المختلفة للمستخلصات النباتية المستخدمة في الدراسة كلا" على حدا, واستخدمت 30 بالغة لكل تركيز من التراكيز المستخدمة 0.25% و 0.5% و 1.0%و 2.0 % بمعدل ثلاثة تكرارات لكل تركيز., حيث تم وضع البالغات في أطباق بتري ورشها بالتراكيز المختلفة للمستخلصات النباتية المستخدمة وتركت لتجف في الهواء, كما تم رش عدد مماثل من البالغات بمذيب الإيثانول فقط لغرض المقارنة (كنترول), و بعد ذلك ثم وضع البالغات المعاملة بالتراكيز المختلفة لكل مستخلص والمعاملة بمذيب الإيثانول فقط في أطباق بتري تحتوي علي 4 جم من بيئة التربية, وكما تم تغطية الأطباق لمنع خروج الحشرة مع عمل ثقوب دقيقة في الأغطية باستخدام إبرة لضمان دخول الهواء وبعد ذلك تم تسجيل نسبة الموت بعد 24 و 48 ساعة و7 أيام من المعاملة .

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

6.2 التحليل الإحصائي

تم تحليل النتائج باستخدام تحليل التباين الثلاثي (Three-way ANOVA) لحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية و اختبار توكي (Tukey HSD) عند مستوي $a \leq 0.05$ لمعرفة الفروق المعنوية بين المعاملات وكما تم حساب قيم LC_{50} وLC_{90} باستخدام نموذج Probit الإحصائي.

3. النتائج والمناقشة Results and Discussion

1.3 الفاعلية الإبادية للمستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T. castaneum* بعد 24 ساعة من المعاملة.

أظهرت نتائج الدراسة المبينة في جدول (2) أن جميع المستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة في الدراسة تمتلك فاعلية إبادية واضحة ضد بالغات خنفساء الدقيق الصدئية في التأثير على نسب الموت للبالغات بعد 24 ساعة من المعاملة , وتزداد نسبة الموت بزيادة التركيز, مما يدل علي وجود علاقة طردية واضحة بين زيادة التركيز وارتفاع نسبة الموت شكل (1), وقد سجل المستخلص الإيثانولي لأوراق السرو أعلى فاعلية إبادية في التأثير على نسب الموت للبالغات المعاملة, وبلغت نسب الموت 53.33% عند تركيز 2.0 % بعد 24 ساعة من المعاملة مقارنة بالشاهد 0.00 % جدول (2), و تتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه Mansour et al. (2023) أن الزيوت الطيارة لنبات السرو أظهرت تأثير مميت ضد بالغات *T. castaneum* , وبلغت نسبة الموت 62.5% عند تركيز 5% بعد 24 ساعة من المعاملة, وكما أوضح Ali and Taha, (2025) أن المستخلص الإيثانولي لأوراق السرو *Cupressus sempervirens* L. أظهر تأثير إبادي قوي ضد قراد الماشية *Rhipicephalus anulatus* مقارنة بالمستخلص المائي والميثانولي والكلورفورم وسجل أقل قيم لكل من LC50 و LC90 مقارنة ببقية المستخلصات, وتعزى الفاعلية الإبادية لنبات السرو إلى احتوائه على نسبة عالية من المركبات التربينية الطيارة مثل ß-pinene و α-piinene وLimonene, إضافة إلى المركبات الفينولية والفلافونويدات والتانينات, والتي تمتاز بقدرتها العالية على اختراق الجدار الخارجي لجسم الحشرة, وتأثيرها على الجهاز العصبي للحشرات من خلال تثبيط نشاط أنزيم الأستيل كولين إستريز(AchE) وأحداث اضطرابات في نقل السيالات العصبية, وكذلك قدرتها على التأثير في نفاذية الأغشية الخلوية والعمليات التنفسية مما يؤدي إلى انخفاض النشاط الحيوي للحشرة ومن ثم موتها-Al) Snafi, 2023; Bendifallah et al.2022). وهذا ماكده Naimi et al. (2025) بأن المستخلصات الغنية بالمركبات التربينية والفينولية تمتلك قدرة عالية على تثبيط الإنزيمات الحيوية في الحشرات, مما يؤدي إلى اضطرابات عصبية تؤدي في النهاية إلي الموت السريع. أما المستخلص الإيثانولي لأوراق السدر, فقد أظهر أيضاً فاعلية إبادية ضد البالغات المعاملة بعد24 ساعة من المعاملة, وبلغت نسب الموت 43.33% عند تركيز 2.0% مقارنة بالشاهد 0.00% جدول (2), و تتفق هذه النتيجة مع ما توصل Hassan et al.(2023) إلى أن المستخلص الإيثانولي لأوراق السدر أظهر تأثيراً إبادياً ضد يرقات *Spodoptera littorlis* بعد 24 ساعة, وبلغت نسبة الموت78.3% عند تركيز 5%, وكما أوضح Elaloui et al. (2022) بأن المستخلصات الايثانولية للسدر أظهرت فاعلية إبادية عالية ضد العديد من آفات الحبوب المخزونة, وتعزى فاعلية نبات السدر إلى احتواءه على مركبات الصابونينات والفلافونويدات والتانينات والأحماض الفينولية, والتي لها تأثيرات سامة ومثبطة للتغذية والنمو في الحشرات (Alghamdi et al., 2022 and Guezzoun et al., 2024). في حين كان المستخلص الإيثانولي لأوراق الحناء الأقل فاعلية إبادية بين المستخلصات المختبرة , وبلغت نسبة الموت 36.67% عند تركيز 2.0% بعد 24ساعة جدول(2) , وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه Salman et al. (2025) بأن مستخلصات نبات الحناء كان الأقل فاعلية ضد العديد من آفات الحبوب المحزونة, وقد يعزي قلة فاعلية المستخلص إلى انخفاض محتواه من المركبات الفعالة سريعة التأثير أو ضعف نفاذية مركباته الفعالة عبر الجدار الخارجي للحشرة, أو أن تأثيرها البيولوجي يتطلب فترة أطول أو تراكيز أعلى لظهور التأثير, حيث أشار Biswas et al. (2016) أن فاعلية مستخلص الحناء تزداد بزيادة التركيز ومدة التعرض, وكذلك أوضح Mossa, (2024) بأن مركبات النفتوكينون في الحناء تمتلك تأثيراً تراكمياً تحتاج إلى وقت أطول لإظهار فاعليتها الكاملة .

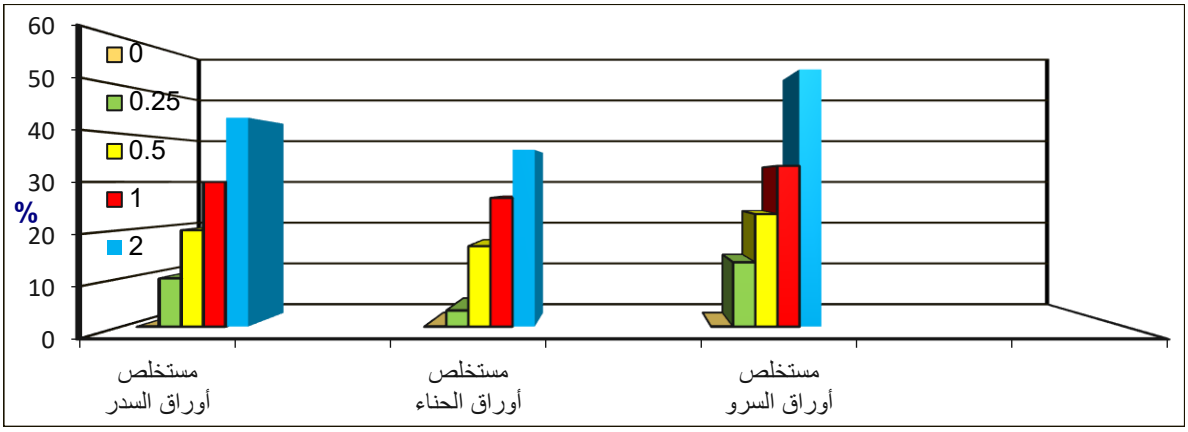
جدول(2): يوضح الفاعلية الإبادية للمستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T. castaneum* بعد 24 ساعة من المعاملة.

المستخلصات الإيثانولية المختبرة	نسبة الموت بعد 24 ساعة					متوسط نسبة الموت الكلي لكل مستخلص
	التراكيز المستخدمة (%)					
	% 0.00	% 0.25	% 0.5	%1.0	%2.0	
	المتوسط± SD	المتوسط± SD	المتوسط± SD	المتوسط± SD	المتوسط± SD	
أوراق السدر	0.00 ±0.00^{a}	±10.00^{bc} 10.00	5.77±20.00^{bc}	10.00±30.00^{bc}	5.77±43.33^{cd}	20.67
أوراق الحناء	0.00 ±0.00^{a}	±3.33^{b} 5.77	5.77± 16.67^{bc}	5.77±26.67^{bc}	5.77± 36.67^{c}	16.67
أوراق السرو	0.00 ±0.00^{a}	13.33^{b} 11.55±	11.55±23.33^{bc}	15.28±33.33^{bc}	11.55±53.33^{d}	24.67

***المتوسطات التي تحمل حروفا "مختلفة تختلف معنويا" عند مستوى (a≤0.05).**

****المتوسطات التي تشترك في نفس الحرف لا تختلف معنوياً"**

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



شكل (1): يوضح الفاعلية الإبادية للمستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T. castaneum* بعد 24 ساعة من المعاملة.

2.3 الفاعلية الإبادية للمستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T. castaneum* بعد 48 ساعة من المعاملة.

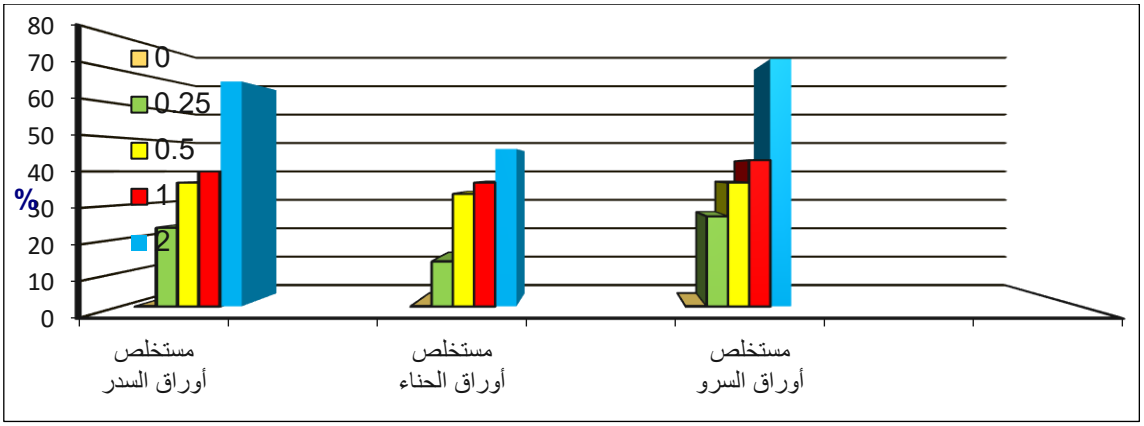
أشارت النتائج في جدول (3) بأن المستخلصات الإيثانولية المختبرة في الدراسة استمرت فاعليتها الإبادية في التأثير على نسب الموت للبالغات المعاملة بعد 48 ساعة, وهذه الفاعلية ازدادت بشكل ملحوظ مقارنة بفترة 24 ساعة شكل (2), حيث ارتفعت نسبة الموت للمستخلص الإيثانولي لأوراق السرو إلى 73.33% عند تركيز 2.0 % و66.67 % للمستخلص أوراق السدر و46.67 % لمستخلص أوراق الحنة عند نفس التركيز, مما يعكس طبيعة التأثير التراكمي والتدريجي للمركبات الفعالة في هذه المستخلصات الإيثانولية المختبرة مع زيادة فترة التعرض, وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه Isman, (2006) و Al-Sharook et al. (2021) من أن طول فترة التعرض للمستخلص تزيد من قدرة المركبات الفعالة على النفاذ لجسم الحشرة وتراكمها داخل أنسجتها مما يؤدي إلى موتها التدريجي, وكذلك مع مأوضحه كل من Ratten, (2010) و Paelve et al. (2016) على أن فترة التعرض تمثل عاملاً محدداً في قوة التأثير البيولوجي للمستخلصات حيث تحتاج المركبات النشطة في المستخلص إلى مدة أطول نسبياً لإحداث التأثير القاتل مما يتطلب فترات تقيم تتجاوز 24 ساعة لضمان دقة تقدير الفاعلية البيولوجية للمستخلصات.

جدول(3): يوضح الفاعلية الإبادية للمستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T. castaneum* بعد 48 ساعة من المعاملة.

المستخلصات الإيثانولية المختبرة	نسبة الموت بعد 48 ساعة التراكيز المستخدمة (%)					متوسط نسبة الموت الكلي لكل مستخلص
	% 0.00 المتوسط± SD	% 0.25 المتوسط± SD	% 0.5 المتوسط± SD	%1.0 المتوسط± SD	%2.0 المتوسط± SD	
أوراق السدر	0.00 ±0.00^{a}	±23.33^{bc} 5.77	5.77±36.67^{bc}	10.00±40.00^{bc}	5.77±66.67^{d}	33.33
أوراق الحناء	0.00 ±0.00^{a}	±13.33^{b} 5.77	5.77± 33.33^{bc}	5.77±36.67^{bc}	5.77± 46.67^{c}	26.00
أوراق السرو	0.00 ±0.00^{a}	26.67^{b} 5.77±	11.55±36.67^{bc}	15.28±43.33^{bc}	5.77±73.33^{d}	36.00

***المتوسطات التي تحمل حروفا "مختلفة تختلف معنويا" عند مستوى (a≤0.05). **المتوسطات التي تشترك في نفس الحرف لا تختلف معنوياً"**

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



شكل(2): يوضح الفاعلية الإبادية للمستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T. castaneum* بعد 48 ساعة من المعاملة.

3.3 الفاعلية الإبادية للمستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T.castaneum* بعد 7 أيام من المعاملة.

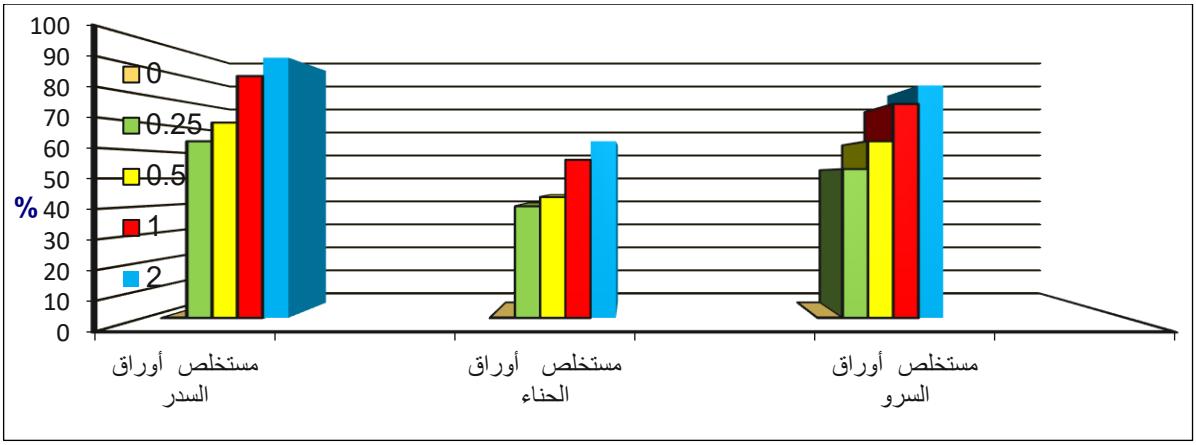
كما أوضحت النتائج في جدول (4) بأن المستخلصات الإيثانولية المختبرة زادت فاعليتها الإبادية زيادة كبيرة بعد 7أيام من المعاملة مقارنة بفاعليتها بعد 24 و48 ساعة شكل (3), مما يدل علي أن فاعلية هذه المستخلصات تعتمد بصورة كبيرة علي مدة التعرض, حيث ارتفعت نسبة الموت للمستخلص الإيثانولي لأوراق السدر إلى 93.33% عند تركيز2.0% بعد 7 أيام من المعاملة و83.33% لمستخلص أوراق السرو و63.33% لمستخلص أورق الحناء عند نفس التركيز, وهذه النتيجة تتفق مع ما أكده كلاً من Ahmad et al. (2019)و Al-Sharook et al. (2021) من أن استمرار التعرض للمستخلصات النباتية يساهم في تراكم المادة الفعالة داخل أنسجة الحشرة مما يعرقل وظائفها الحيوية تدريجيا" ويضعف من كفاءتها الحيوية, وكذلك مع ما بينه Isman, (2020) بأن المبيدات النباتية غالباً ما تظهر تأثيراً متصاعدة بمرور الوقت, وتعزى الزيادة في الفاعلية لهذه المستخلصات إلى الطبيعة التراكمية للمركبات الفعالة في هذه المستخلصات, والتي لا تحدث تأثيراً سمياً مباشراً كما في المبيدات الكيميائية سريعة المفعول بل تعتمد على آلية تراكمية و تأثيرات فيزيولوجية مؤجلة تؤثر على عمليات حيوية أساسية في الحشرة مثل التغذية, الهضم, التنفس، التمثيل الغذائي و النمو مما يؤدي تدريجياً إلى اضطرابات في وظائفها الحيوية تؤثر على الحياة ثم في النهاية تؤدي إلى الوفاة (Isman,2006; Rattan,2010).

جدول (4): يوضح الفاعلية الإبادية للمستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T. castaneum* بعد 7 أيام من المعاملة.

المستخلصات الإيثانولية المختبرة	نسبة الموت بعد 7 أيام التراكيز المستخدمة (%)					متوسط نسبة الموت الكلي لكل مستخلص
	% 0.00 المتوسط± SD	% 0.25 المتوسط± SD	% 0.5 المتوسط± SD	%1.0 المتوسط± SD	%2.0 المتوسط± SD	
أوراق السدر	0.00 ±0.00^{a}	±63.33^{b} 5.77	10.00±70.00^{bc}	5.77±86.67^{c}	5.77±93.33^{c}	62.67
أوراق الحناء	0.00 ±0.00^{a}	±40.00^{b} 5.77	5.77± 43.33^{b}	5.77±56.67^{b}	5.77± 63..33^{b}	40.67
أوراق السرو	0.00 ±0.00^{a}	53.33^{b} 5.77±	5.77±63.33^{b}	5.77±76.67^{bc}	5.77±83.33^{c}	55.33

***المتوسطات التي تحمل حروفا "مختلفة تختلف معنويا" عند مستوى (a≤0.05). **المتوسطات التي تشترك في نفس الحرف لا تختلف معنوياً"**

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



شكل(3): يوضح الفاعلية الإبادية للمستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T. castaneum* بعد 7أيام من المعاملة.

4.3 الفاعلية السمية للمستخلصات الايثانولية للنباتات المختبرة ضد بالغات *T. castaneum*.

أشارت النتائج في جدول (5) بأن المستخلصات الإيثانولية للنباتات المختبرة أظهرت تأثيراً سمياً واضحاً ضد بالغات خنفساء الدقيق الصدئية بعد 24 و48 ساعة و7أيام من المعاملة, وتمثل ذلك في قيم LC_{50} وLC_{90} خلال فترات التعرض المختلفة, وهذه الفاعلية السمية لهذه المستخلصات اختلفت بوضوح تبعا لنوع المستخلص, حيث كان مستخلص الإيثانولي لأوراق السرو الأعلى سمية ويليه مستخلص أوراق السدر ثم مستخلص أوراق الحناء, حيث بلغت قيم LC_{50} وLC_{90} على التوالي 0.24 % و0.68 % لمستخلص أوراق السرو و0.32% و0.85 % لمستخلص أوراق السدر و0.38% و0.95 % لمستخلص أوراق الحناء بعد 24 ساعة من المعاملة, ويعزي هذا التباين في الفاعلية السمية لهذه المستخلصات الايثانولية إلى الاختلاف في نوعية وكمية المركبات الفعالة النشطة بيولوجياً في كل نبات (Isman, 2006). وكما لوحظ أن سمية هذه المستخلصات الايثانولية تزداد مع زيادة فترة التعرض, وذلك من خلال الانخفاض التدريجي لقيم LC_{50} وLC_{90} بعد 48ساعة و7أيام من المعاملة جدول (5), حيث انخفضت قيم LC_{50} وLC_{90} إلى 0.09 % و0.25 % لمستخلص أوراق السرو بعد 48 ساعة و0.18 % و0.50% لمستخلص أوراق السدر و0.22% و0.58 % لمستخلص أوراق الحناء عند نفس فترة التعرض, وواصلت قيم LC_{50} وLC_{90} الانخفاض بشكل تدريجي وحاد بعد 7 أيام من المعاملة لتصل إلي 0.04 % و0.10 % لمستخلص أوراق السرو و0.05% و0.12 % لمستخلص أوراق السدر و0.08% و0.20% لمستخلص أوراق الحناء جدول(5), وهذه النتيجة تتفق مع ما أشار إليه Tripathi et al. (2009) إلى أن زيادة زمن التعرض تؤدي إلى انخفاض تدريجي في قيم LC_{50} مما يعكس زيادة فاعلية المادة النشطة نتيجة تراكمها داخل الأنسجة الحيوية للحشرة, وكذلك مع ما أكده كلاً من Rani et al, (2021) و Negahban and Moharramipour,(2012) بأن العديد من المستخلصات النباتية أظهرت كفاءة سمية عالية في التأثير على الحشرات بعد 72 ساعة من المعاملة مقارنة بـ 24 ساعة.

جدول (5): يوضح الفاعلية السمية للمستخلصات الايثانولية المختبرة ضد بالغات *T. castaneum* بعد24 و48 ساعة و7أيام من المعاملة.

المستخلص الايثانولي	الفاعلية السمية بعد 24 ساعة				الفاعلية السمية بعد 48 ساعة				الفاعلية السمية بعد 7أيام			
	LC_{50}	LC_{90}	Slope	Intercept	LC_{50}	LC_{90}	Slope	Intercept	LC_{50}	LC_{90}	Slope	Intercept
أوراق السدر	0.32	0.85	2.10	4.75	018	0.50	2.45	5.10	0.05	0.12	3.80	6.20
أوراق الحناء	0.38	0.95	1.90	4.60	0.22	0.58	2.30	4.95	0.08	0.20	3.10	5.80
أوراق السرو	0.24	0.68	2.20	4.85	0.09	0.25	3.05	5.50	0.04	0.10	4.00	6.50

4. الاستنتاجات Conclusion

- أشارت النتائج بأن جميع المستخلصات الإيثانولية المستخدمة في الدراسة أظهرت فاعلية إبادية واضحة ضد بالغات خنفساء الدقيق الصدئية وهذه الفاعلية تزداد بزيادة التركيز ومدة التعرض.
- هناك تباين واضح في قوة فاعلية المستخلصات الإيثانولية المختبرة، حيث كان مستخلص أوراق السرو الأعلى فاعلية ويليه مستخلص أوراق السدر بينما مستخلص أوراق الحنة فكان الأقل فاعلية.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- أظهرت المستخلصات الإيثانولية المختبرة تأثيراً سمياً واضحاً ضد بالغات خنفساء الدقيق الصدئية وتمثل ذلك في قيم LC_{50} وLC_{90} خلال فترات التعرض المختلفة, وكان مستخلص أوراق السرو هو الأعلى سمية ويليه مستخلص أوراق السدر أما مستخلص أوراق الحناء فكان الأقل سمية.
- سمية هذه المستخلصات تزداد بزيادة فترة التعرض، وذلك من خلال الانخفاض التدريجي في قيم LC_{50} و LC_{90} بعد 48ساعة و7أيام من المعاملة.

5.التوصيات Recommendations

- التشجيع على استخدام المستخلصات الإيثانولية لأوراق السرو والسدر كبدائل طبيعية للمبيدات الكيميائية لما أظهرته من فاعلية عالية في مكافحة خنفساء الدقيق الصدئية.
- عزل وتحديد المركبات الفعالة من المستخلصات الإيثانولية الأعلى فاعلية إبادية ودراسة أمكانية استخدامها في أنتاج مبيدات نباتية مركزة ذات تأثير سريع المفعول وطويل الأمد.
- أجراء دراسات تطبيقية تحت الظروف الحقلية وفي مخازن الحبوب الفعلية لتقيم فاعلية هذه المستخلصات في بيئات عملية حقيقية قبل اعتمادها في برامج مكافحة الآفات.
- دمج المستخلصات الإيثانولية ضمن برنامج الإدارة المتكاملة للآفات (IPM), حيث يمكن استخدامها مع وسائل أخرى كالطرق الفيزيائية والبيولوجية للحصول على فاعلية مستدامة والتقليل من فرص ظهور المقاومة الحشرية لها.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

6. المراجع References

[1] Ahmad, M., Ghaffar, A. and Razaq, M. (2019). 'Toxic and repellent effects of plant extracts on *Tribolium castaneum'*, *Pakistan Journal of Zoology*, 51(1), pp. 211–218.

[2] Ajaegbu, E. E., Onah, G. T., Ikuesan, A. J. and Bello, A. M. (2025). 'Synergistic potency and GC-MS analysis of *Persea americana* extracts against *Aedes aegypti'*, *Scientific Reports*, 15, pp. 1-10.

[3] Alghamdi, S.S., Alghamdi, N.A. and Alqurashi, M.A. (2022). 'Phytochemical analysis and insecticidal activity of *Ziziphus spina-christi* (L.) against *Tribolium castaneum'*, *Journal of Saudi Chemical Society*, 26(3), Article 101456.

[4] Ali, A. A. B. and Taha, M. A. (2025). 'Evaluation of phytochemicals and essential oils of *Cupressus sempervirens* in controlling cattle tick *Rhipicephalus annulatus* (Acari: Ixodidae)', *BMC Plant Biology*, 25, p. 307.

[5] Al-Mohammed, H. I., AL-Shammari, A. M., Al-Jassani, R. S. and Al-Farhan, S. A. (2022). 'Influence of solvent polarity on insecticidal efficacy of botanical extracts', *Journal of Stored Products Research*, 99, 102056.

[6] Alsaadi, T.A.A.M. (2023). 'Effect of some plant extracts against red flour beetles', *International Journal of Current Research*, 9(9), pp. 57462–57468.

[7] Al-Sharook, R.A., Alkeridis, K.M., Al-Deeb, M.A. and Muhammad, N. (2021). 'Evaluating interaction effects among botanical insecticide variables', *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 54(7–8), pp. 786–798.

[8] Al-Snafi, A.E. (2023). 'Chemical constituents and pharmacological activities of *Cupressus sempervirens* L.: A review', *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*,15(1), pp. 1-15.

[9] Azwanida, N., Mohamed, F., Arrmania, N., Saidin, S. and Roslan, J. (2018). 'Solvent extraction of bioactive compound from plants', *Industrial Crops and Products*, 123, pp. 668– 679.

[10] Bakhashwain, A.A. and Alqurashi, A.D. (2010). 'Repellent and insecticidal effects of some plant extracts on flour beetle *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)', *Alexandria Science Exchange Journal*, 31(3), pp. 248–254.

[11] Bendifallah, L., Khettal, B. and Benyelles, N.G. (2022). 'Insecticidal activity of *Cupressus sempervirens* essential oils against stored grain pests', *Journal of Essential Oil Research*, 34(2), pp. 145-156.

[12] Biswas, R., Das, S. and Das, S.K. (2016). 'Insecticidal activity of *Lawsonia inermis* (henna) leaf extracts against stored product pests', *Journal of Entomological Research*, 40(2), pp.143-150.

[13] Elaloui, M., Hamdi, S. H., Ghazghazi, H., Nasr, R. B., Bouslih, E., Ammari, Y., Mediouni, J. and Laamouri, A. (2021). 'Characterization of epicathechin contents in the *Ziziphus spina- christi* L. root extracts using LC-MS analyses and their insecticidal potential', *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 155(4), pp. 685-690.

[14] Elaloui, M., Ghazghazi, H. and Laamouri, A. (2022). 'Insecticidal activity of *Ziziphus spina-christi* extracts against stored product pests', *Journal of Plant Protection Research*, 62(1), pp. 78-88.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[15] Elbrense, H., El-Husseiny, I., AboElmakarem, H., AboArab, R. and El-Kholy, S. (2022). 'Insecticidal, antifeedant and repellent efficacy of certain essential oils against adult rust-red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)', *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(1), pp. 167–178.
[16] Good, N.E. (1936). 'The flour beetles of the genus Tribolium', Technical Bulletin No. 498, United States Department of Agriculture, Washington, D.C., pp. 1-58.
[17]Grande-Romero, Y. C. and Toribio-Hernandez, E. (2020). 'Bioinsecticidal effect of *Tagetes erecta* (Asteraceae) on the pine sawfly *Zadiprion vallicola* (Diprionidae)', *Madera y Bosques*, 26(1), e2611564.
[18] Guezzoun, N., Selmane, M., Khezzani, B., Chemsa, A.E. and Zemmouli, N. (2024). *'Ziziphus spina-christi* (L.) as a source of environmentally friendly biocides: Phytochemical characteristics and insecticidal potential of leaves and stem bark extracts on Aphis *fabae Scopoli* (Aphididae)', *African Journal of Biological Sciences*, 6(13), pp. 7509-7529.
[19] Harris, D.C. (2016). Quantitative Chemical Analysis. 9th edn. New York: W.H. Freeman and Company.
[20] Hassan, E.M., Ali, M.A. and Mohamed, H.A. (2023). 'Insecticidal activity *of Ziziphus spina- christi* leaf extracts against Spodoptera littoralis larvae', *Egyptian Journal of Plant Protection*, 45(2), pp. 112-125.
[21] Ismail, M. A. and El-Delimy, H. O. (2025). 'Evaluation of the Bioefficacy and Toxicity pomegranate peel (*Punica granatum* L.) extracts against adults of the red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)', *Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences*, 24(3), pp. 127-133.
[22] Isman, M.B. (2006). 'Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world', *Annual Review of Entomology*, 51, pp. 45–66.
[23] Isman, M.B. (2020). 'Botanical insecticides in the twenty-first century—Fulfilling their promise?', *Annual Review of Entomology*, 65, pp. 233-249.
[24] Mansour, M.S., Al-Saeed, M.H. and Al-Jabr, A.M. (2023). 'Insecticidal activity of essential oils from *Cupressus sempervirens* against *Tribolium castaneum* (Herbst)', *Journal of Stored Products Research*, 103, Article 102145.
[25] Mossa, A.T.H. (2024). 'Naphthoquinones from henna: Mode of action and insecticidal potential', Pesticide Biochemistry and Physiology, 198, Article 105718.
[26] Naimi, N., Bendif, M. and Djebbar, S. (2025). 'Acetylcholinesterase inhibitory activity of *Artemisia absinthium* L. ethanolic extract against *Tribolium castaneum'*, *Journal of Essential Oil Research*, 37(1), pp. 45-54.
[27] Negahban, M. and Moharramipour, S. (2012). 'Fumigant toxicity of *Eucalyptus intertexta*, *Eucalyptus sargentii* and *Eucalyptus camaldulensis* against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)', *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14(1), pp. 153-163.
[28] Pavela, R., Maggi, F. and Benelli, G. (2016). 'Plant-derived insecticides: A review of their activity, mechanisms and commercial applications', *Trends in Plant Science*, 21(11), pp.905–917.
[29] Pimentel, D. (2005). 'Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States', *Environment, Development and Sustainability*, 7(2), pp. 229– 252.
[30] Rani, P.U., Rao, G.M. and Kumar, K.S. (2021). 'Plant extracts as biopesticides: A comprehensive review', *Journal of Biopesticides*, 14(1), pp. 1-18.
[31] Rattan, R.S. (2010). 'Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin', *Crop Protection*, 29(9), pp. 913–920.
[32] Salman, R.A., Al-Mansour, N.A. and Al-Ali, A.A. (2025). 'Comparative study of aqueous and ethanolic extracts of henna against stored grain pests', *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 56(1), pp. 112-122.
[33] Sokoloff, A., Saylor, L.W. and LaBrecque, G.C. (1960). 'A simplified medium for rearing *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)', *Annals of the Entomological Society of America*, 53(5), pp. 622–657.
[34] Tripathi, A.K., Prajapati, V., Aggarwal, K.K. and Khanuja, S.P.S. (2009). 'Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of selected *essential oils against Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus'*, *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 31, pp. 64–70.
[35] Yasmin, A., Shanthi, M., Murugan, M., Vellaikumar, S., Mini, M. L. and Nalini, R. (2024). 'Impact of Solvents and Extraction Methods on the Insecticidal Activity of *Sesbania grandiflora* L. Leaf Extracts against Diamondback Moth, *Plutella xylostella'*, *Indian Journal of Entomology*, 86(3), pp. 769-774.
[36] Zhao, Y., Wang, L., Zhang, X. and Liu, H. (2021). 'Comparative efficacy of Ethanol and Chloroform extracts of plants against stored grain pests', Crop Protection, 139, 105353.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJAPAS** and/or the editor(s). **AJAPAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).