

## فعالية بعض المستخلصات النباتية ضدّ بالغات سوسة الرز (*Sitophilus oryzae* L.) تحت الظروف المختبرية

رحاب اسبر

قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة البعث، حمص، سورية.

البريد الإلكتروني للباحث المرسل: rehabsber72@gmail.com

### الملخص

اسبر، رحاب. 2024. فعالية بعض المستخلصات النباتية ضدّ بالغات سوسة الرز (*Sitophilus oryzae* L.) تحت الظروف المختبرية. مجلة وقاية النبات العربية، 42(3): 368-376. <https://doi.org/10.22268/AJPP-001248>

هدفت التجربة إلى اختبار فعالية ثلاثة أنواع من المستخلصات النباتية (الفلفل المستحي، الأزدرخت العادي و الزعتر الأخضر) ضد بالغات سوسة الرز (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae) باستخدام التراكيز 25، 50 و 100%. أُخذت القراءات بعد 1، 2، 3، 4، 9، 15 و 20 يوماً من المعاملة، وحُسبت النسب المصححة للموت وقيم كِلٍ من التركيز القاتل LC<sub>50</sub> و LC<sub>90</sub>، والزمن القاتل LT<sub>50</sub> و LT<sub>90</sub>. أظهرت النتائج ازدياد متوسط النسب المصححة للموت بازدياد التركيز وزمن المعاملة، حيث بلغت 70، 100 و 80% عند التركيز 100% بعد اليوم الأول من المعاملة عند استخدام الفلفل المستحي، الأزدرخت العادي والزعتر الأخضر، على التوالي، مع تفوق مستخلص الأزدرخت العادي معنوياً على كلٍ من مستخلصي الفلفل المستحي والزعتر الأخضر عند مستوى احتمال 1%. بلغت قيم LC<sub>50</sub> بعد اليوم الرابع من المعاملة 54.42% للفلفل المستحي، 30.23% للأزدرخت العادي و 39.19% للزعتر الأخضر، بينما بلغت قيم LC<sub>90</sub> للأزدرخت العادي والزعتر الأخضر 64.68 و 78.89%، على التوالي. سُجلت قيم LT<sub>50</sub> و LT<sub>90</sub> عند التركيز 50% و 5.51 و 39.81 يوماً للفلفل المستحي، 1.04 و 11.94 يوماً للأزدرخت العادي، و 1.59 و 35.17 يوماً للزعتر الأخضر، على التوالي، بينما بلغت قيم LT<sub>50</sub> عند التركيز 100% أقل من يوم واحد للمستخلصات الثلاثة المدروسة. بشكل عام، حقّق مستخلص الأزدرخت العادي أعلى فعالية بالتركيزين 25 و 50%، وتساوت قيمه المسجلة مع نظيرتها في مستخلص الزعتر الأخضر عند التركيز 100%، حيث بلغ متوسط قيم النسب المصححة للموت 100% بعد اليوم الثالث من المعاملة مع تفوق كليهما على مستخلص الفلفل المستحي عند استخدام نفس التركيز وزمن المعاملة.

كلمات مفتاحية: مستخلصات، الفلفل المستحي، الأزدرخت العادي، الزعتر الأخضر، سوسة الرز، *Sitophilus oryzae*.

### المقدمة

الخاملة والرماد (الجوري وآخرون، 2020؛ اسبر وآخرون، 2020؛ Ngamo et al., 2007؛ Upadhyay & Ahmad, 2011).

بدأ استعمال المستخلصات النباتية منذ بداية ثمانينات القرن العشرين في العالم وبعض الأقطار العربية كالعراق ومصر، ثم بقية الأقطار العربية (اسطيفان وأبو غريبة، 2010). ذكرت بعض المصادر أن العديد من المواد النباتية ذات تأثير حيوي/بيولوجي على حشرات المواد المخزونة (Chander et al., 2000؛ Kim et al., 2003؛ Tripathi et al., 2002) حيث يمكن استخدام هذه النباتات التي تحتوي على مركبات نشطة حيويًا، كبداية للمبيدات الكيميائية الاصطناعية الخطرة (Akbar et al., 2022). يعتقد أن سبب فعالية بعض النباتات الطبية ومشتقاتها القاتلة أو الطاردة والمؤثرة على النمو والتطور والمناعة للتغذية، أو الرادعة لوضع البيض أو المؤثرة على نفسه أو على عملية انسلاخ الأطوار اليرقية وهلاك البالغات هو احتوائها على مركبات ثانوية قلوئيدية وفينولية

تشكل الحبوب المخزونة غذاءً رئيسياً للإنسان لما تحتويه من عناصر مهمة، وتصاب الحبوب بالعديد من الآفات الحشرية التي يتبع أغلبها إلى رتبتي غمدية وحرشفية الأجنحة. تسبب آفات الحبوب المخزونة خسائر فادحة ما بعد الحصاد تقدر بـ 9% في البلدان المتقدمة وترتفع إلى ما يقرب 20% أو أكثر في البلدان النامية، يُفقد ما يقارب من 8-10% من المنتجات الغذائية المخزونة بسبب إصابتها بالحشرات، أي ما يعادل 13 مليون طن، بينما يبلغ الفقد 100 مليون طن سنوياً بسبب سوء التخزين في جميع أنحاء العالم (Ahmad et al., 2021). بدأ اهتمام بعض بلدان العالم وتوجهها نحو التقليل ما أمكن من استخدام المبيدات الحشرية العضوية، واستبدالها بمواد وأساليب أخرى آمنة للحفاظ على البيئة، كالمستخلصات النباتية والزيوت الطيارة وغير المتطايرة والمساحيق

أختبرت فعالية الزيوت العطرية ومن أهمها الليمونين والكاريوفيللين لثمار وأوراق شجرة الفلفل المستحي (*Schinus molle* L.) (Sapindales: Anacardiaceae) على بالغات سوسة الرز (*S. oryzae*) وكان للزيوت الأساسية للثمار تأثيرٌ مانعٌ قويٌ للتغذية بنسبة بلغت 62%، بينما كان تأثير الأوراق طفيفاً (40.6%)، ولم تعط أي نشاط سام بالتبخير (Benzi et al., 2009). أظهرت الزيوت العطرية المستخرجة من أوراق وثمار الفلفل المستحي تأثيراً طارداً لبعض حشرات المخازن، مثل خنفساء الخابرة (*Trogoderma granarium*) (Coleoptera: Dermestidae)، وخنفساء الدقيق الصدفية (*Tribolium castaneum*) (Coleoptera: Tenebrionidae)، وتم تحديد 65 مركباً يسودها المواد الهيدروكربونية الموجودة بكميات كبيرة في الثمار والأوراق. وقد حُدد الهيدروكربون الرئيسي بيتاسيامين ( $\beta$ -Cymene) عنصراً أساسياً، يليه بيتابينين ( $\beta$ - Pinene) ثم ألفا ترينين (Terpinene) وليمونين (Limonene) (Abdel-sattar et al., 2009). بينت نتائج دراسة قام بها Yohannes et al. (2014) لتقييم تأثير مسحوق أوراق عدة نباتات، منها الفلفل المستحي والأزدرخت العادي والنعناع (*Mentha piperita*) (Lamiaceae: Lamiales)، على سوسة الذرة (*Sitophilus zeamais*) (Coleoptera: Curculionidae) ارتفاع نسب الموت مع زيادة التركيز. بينت نتائج اختبار لتقييم سمية الزيت العطري لنبات الزعتر الأخضر الشائع (*Thymus vulgaris*) (Lamiaceae: Lamiales) على خنفساء الفاصولياء (*Acanthoscelides obectus*) (Coleoptera: Bruchidae) أن زيت الزعتر تسبب بموت البالغات، وأثر على طول العمر، وبالتالي يمكن استخدامه كمبيد حشري صديق للبيئة للسيطرة على خنفساء الفاصولياء (Lazarević et al., 2020). قام Faraone et al. (2015) بدراسة بينت نتائجها إمكانية استخدام الزيوت العطرية النباتية لنباتي الخزامى (*Lavandula angustifolia*) (Lamiaceae: Lamiales) والزعتر الأخضر الشائع ومكوناتها الرئيسية، Linalool و Thymol على التوالي، كمواد مؤازرة للمبيدات الحشرية التقليدية ضد حشرة من الخوخ الأخضر (*Myzus persicae*) (Hemiptera: Aphididae).

هدف هذا البحث إلى تقييم فعالية المستخلص الأسيوتوني لثمار الفلفل المستحي وثمار الأزدرخت العادي وأوراق الزعتر الأخضر الشائع على بالغات سوسة الرز (*S. oryzae*) مختبرياً.

### مواد البحث وطرقه

أجريت التجربة ضمن حاضنة مختبرية في مختبر الحشرات بكلية الزراعة في جامعة البعث، محافظة حمص، سورية، عند درجة حرارة ثابتة 26±2°س، ورطوبة نسبية ثابتة 65±5%. جُمعت الثمار الناضجة

وتربينية (Dayan et al., 2009؛ Niroumand et al., 2016). كما استخدمت بعض نواتج استقلاب النباتات السامة، مثل البيريثرين والنيكوتين والروتينون وبعض المواد الطاردة مثل الأزدرختين وغيرها، لمكافحة الحشرات من قبل سكان الريف وبخاصة في الدول الآسيوية التي تتميز بتوفر المنتجات النباتية المتنوعة (Lal et al., 2017). كما لوحظ في البلدان الصناعية تنامي عودة جذرية للاهتمام باستخدام المركبات المشتقة من النباتات، لأن الطلب على منتجات غذائية عضوية أخذ في الازدياد حالياً، بالإضافة لكونها تلعب دوراً في حماية الحبوب بعد الحصاد (Isman, 2006). يعدّ الأزدرختين (Azadirachtin) أحد المبيدات الحيوية البارزة، ولا يزال أكثر مبيدات الآفات النباتية نجاحاً في الاستخدام الزراعي في جميع أنحاء العالم، حيث أظهرت العديد من تركيبات زيت بذور النيم (*Azadirachta indica* A.) (Rutales: Meliaceae) نشاطاً مضاداً للتغذية، أو طارداً، أو قاتلاً لليرقات، بالإضافة تأثيرها في نمو وتطور الحشرات (Chaudhary et al., 2017). تتوفر تركيبات تجارية للأزدرختين في السوق العالمية لمكافحة الحشرات في الزراعة العضوية، لأنه غير مسبب للطفرة وقابل للتحلل بسهولة وأمن للكائنات غير المستهدفة والكائنات المفيدة (Dai et al., 2010؛ Cordeiro et al., 2010؛ Medina et al., 2004؛ 2019). وقد يؤثر على هضم وامتصاص العناصر الغذائية (Shu et al., 2018) بالإضافة إلى أن سميته منخفضة لعوامل مكافحة الحيوية كالمفترسات والطفيليات، وقد يتسبب بتأثيرات متعددة على الآفات الحشرية، بما في ذلك تأثيرات السمية، بالإضافة للتسبب بالعقم عند بعض الحشرات عن طريق منع وضع البويضات، ووقف إنتاج الحيوانات المنوية عند الذكور، وقد أُستخدم للتحكم بأنواع مختلفة من الآفات الزراعية التابعة لرتب عديدة ومنها غمدية الأجنحة (Coleoptera) (Kilani-Morakchi et al., 2017؛ Chaudhary et al., 2017؛ Morgan, 2009؛ 2017؛ 2021) ويقلل تعقيده الكيميائي من المخاطر المحتملة لمقاومة الحشرات (Mordue et al., 2005). وفي دراسة أخرى لثمار وأوراق الأزدرخت (*Melia azedarach* L.) (Rutales: Meliaceae) تم تحديد 14 مركباً، تتبع ثلاثة منها للفلافونيدات (Flavonoids)، ومركب Catechin، ومركبان يتبعان للكامفيرول (Kaempferols)، وهذه المواد ذات تأثير فعال على الحشرات (Chiffelle et al., 2009). وقد بينت نتائج تجربة قام بها الباحث Kosma et al. (2014) لتقييم فعالية مسحوق بذور وأوراق الأزدرخت العادي على بالغات خنفساء اللوبياء (*Callosobruchus maculatus* F.) (Coleoptera: Bruchidae) باستخدام 6 تراكيز، كفاءة التراكيز ما بين 2-8 غ/100 غ بذور، حيث حققت نسب موت بلغت 100% للبالغات بعد زمن تعرض للمسحوق 96 ساعة، ولم تتم إصابة البذور المعاملة خلال 120 يوماً.

أدخلت بالغات سوسة الرز إلى الكؤوس وغطيت بالموسلين وحُصنت على درجة الحرارة والرطوبة النسبية المشار إليها أعلاه. تمّت متابعة التأثير التلامسي لتلك المستخلصات بالتراكيز المدروسة على موت البالغات. وسُجل عدد البالغات الميتة بعد 1، 2، 3، 4، 9، 15 و 20 يوماً من المعاملة. تمّ حساب نسبة الموت في كل قراءة وتصحيح هذه النسبة اعتماداً على معادلة (Schneider & Orelli, 1947). أُستخدم تحليل البروبيت (Probit analysis) (Finney, 1952) في برنامج تحليل البروبيت SPSS ver. 20, IBM Corp, 2, 2011 والذي يعتمد على تحويل النسب المئوية المصححة للموت إلى قيم احتمالية (وحدات بروبيت)، ثم حساب قيم التراكيز القاتلة LC<sub>50</sub> و LC<sub>90</sub> لكل نوع من أنواع المستخلصات المدروسة بعد أزمنة التعريض 1، 2، 3 و 4 أيام، كما حُسبت قيم الزمن القاتل LT<sub>50</sub> و LT<sub>90</sub> لكل نوع من أنواع المستخلصات عند التراكيز 50 و 100%. صُممت التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل (Complete Random Design)، وحلّت النتائج احصائياً باستخدام اختبار فيشر F للعوامل الثلاثة: نوع المستخلص، والتركيز ومدّة التعريض، وقورنت المتوسطات وفقاً لاختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى المعنوية 0.01 باستخدام برنامج Genstat ver. 7.4 (Genstat, 2004).

## النتائج

أوضحت النتائج (جدول 1) تأثير المستخلص الأسيوتوني لثمار الفلفل المستحي وثمار الأزدرخت العادي وأوراق الزعتر الأخضر الشائع في متوسط النسبة المئوية للموت المصححة لبالغات سوسة الرز بعد معاملتها بثلاثة تراكيز (25، 50 و 100%) وبعد 1، 2، 3، 4، 9، 15 و 20 يوماً من المعاملة. وبالمقارنة بين المستخلصات الثلاث المدروسة، تفوق مستخلص الأزدرخت العادي على مستخلص الفلفل المستحي معنوياً عند التراكيز الثلاثة المختبرة وبعد الفترات المختلفة من المعاملة. سُجلت فروق معنوية بين مستخلص الأزدرخت العادي ومستخلص الزعتر الأخضر عند التركيز 25% عند كافة الأزمنة المدروسة، وكذلك عند التركيز 50% بعد زمن معاملة 1، 2، 3 و 4 و 20 يوماً، في حين لم تسجل فروق معنوية عند التركيز 100% بعد يومين من المعاملة بالمستخلص النباتي، حيث بلغت قيم متوسط نسب الموت المصححة لمستخلصي الأزدرخت العادي والزعتر الأخضر 100 و 93.1%، على التوالي، في حين وصلت القيم إلى 100% بعد ثلاثة أيام من المعاملة، وكانت الفروق ذات تأثير معنوي بينهما وبين مستخلص الفلفل المستحي الذي أعطى القيمة 72.41% لمتوسط نسب الموت المصحح عند ذات التركيز والمدة الزمنية بعد المعاملة. لوحظ أيضاً ارتفاع قيم متوسط النسب المصححة للموت عند بالغات سوسة الرز المعاملة بالمستخلصات النباتية الأتفة الذكر أعلاه بارتفاع التركيز وزيادة الفترة بعد المعاملة، فقد بلغت القيم

للأزدرخت العادي والفلفل المستحي في أواخر الخريف من نباتات موجودة في حدائق جامعة البعث، غُسلت وجففت في المختبر. تمّ شراء 200 غ من أوراق الزعتر الأخضر الشائع المجففة. طُحنت الأجزاء النباتية سالفة الذكر بواسطة خلاط كهربائي. تم وضع 200 غ من كل مسحوق من المساحيق النباتية المذكورة أعلاه في كأس زجاجي مدرج كلٌّ على حدة، وأضيف لكلٍ منها ضعف حجمها من الأسيوتون، حُرّكت جيداً ثم غُطيت بورق الألمنيوم، ووضعت في الظلام لمدة 48 ساعة قبل الاستخلاص. تمّت تصفية المناقيع الثلاثة باستخدام الأقماع وورق الترشيح. أُستخدم جهاز الاستخلاص (المبخر الدوراني) بواقع 120 دورة، وعلى درجة حرارة تطاير للمذيب 56°س للحصول على المستخلص الأسيوتوني. اعتبر المستخلص الناتج في حوالة الاستخلاص بكونه التركيز 100%، تم تحضير تركيزين إضافيين هما 50 و 25% من كل مادة. حفظت المستخلصات في علب مدرجة محكمة الإغلاق تُؤن عليها اسم المستخلص وتاريخ الاستخلاص ووضعت في البراد لحين الاستخدام.

تمّ جمع بالغات سوسة الرز من حبوب القمح المصابة، وتمّ التعرف عليها من خلال شكلها الخارجي (CABI, 2021؛ Hong et al., 2018)، وتمت تربيتها مختبرياً لتشكيل مستعمرة دائمة للحشرة (ضمن حاضنة وعند نفس درجة الحرارة والرطوبة النسبية الثابتة المستخدمة في تنفيذ التجربة). تم ذلك بوضع عينات الحبوب المصابة مع أخرى سليمة في مرطبات بلاستيكية شفافة سعتها 1 لتر مملوءة حتى منتصفها بحبوب القمح السليمة، وأضيفت إليها حبوب مصابة بسوسة الرز، وغطيت المرطبات بقماش الموسلين المثبّت بأريطة مطاطية، وتُركت الحشرات لتتكاثر بهدف الحصول على أكبر عدد ممكن من الحشرات البالغة، استمرت العملية من أجل الحصول على أعداد وفيرة من البالغات المتجانسة بالعمر والحجم لاستخدامها في التجارب اللاحقة (اسبر وآخرون، 2018؛ Abd El-Aziz & Abd El-Ghany, 2018). تم تنظيف حبوب القمح السليمة من المواد الغريبة والشوائب، ووضعت في الثلاجة عند درجة حرارة 20°س لمدة 72 ساعة، للتخلص من كافة الأطوار الحشرية إن وجدت. ثم عُرضت الحبوب للهواء الجاف لمنع نمو فطور، ثم حُفظت عند حرارة 4°س لحين استخدامها في التجارب (اسبر وآخرون، 2018). تمّ اختبار التراكيز الثلاثة 25، 50 و 100% من كل مستخلص، على بالغات سوسة الرز، حيث جمعت 300 بالغة بعمر 7-10 يوماً، وحُصّصت 90 بالغة للمعاملة بكل مستخلص ووزعت بمعدل 30 بالغة للمعاملة لكل تركيز من التراكيز الثلاثة المدروسة والتي بدورها وزعت على ثلاثة مكررات، وخصص 30 بالغة للشاهد غير المعامل وزعت على ثلاثة مكررات. أُجريت التجربة بوضع 10 غ من حبوب القمح الكاملة في كلّ كأس بلاستيكي سعة 250 مل (يمثل كل كأس مكرراً)، عُوملت بـ 0.25 مل من المستخلص المدروس، وتُركت قليلاً لضمان تطاير آثار المذيب.

مستخلص الفلفل المستحي بالتركيز 25% بعد يوم واحد من المعاملة حيث بلغت قيم نسب الموت عند بالغات سوسة الرز 0%.

يلخص جدول 2 التراكيز القاتلة LC<sub>50</sub> و LC<sub>90</sub> التي حققتها كل من مستخلصات الفلفل المستحي والأزدرخت العادي والزعتر الأخضر عند تعريض بالغات سوسة الرز إليها لمدة 1، 2، 3 و 4 يوماً. حيث حقق مستخلص الأزدرخت العادي نسبة الموت 50 و 90% لبالغات سوسة الرز بأقل التراكيز مقارنةً مع كل من مستخلصي الفلفل المستحي والزعتر الأخضر، وقد بلغت قيم LC<sub>50</sub> لمستخلصات الفلفل المستحي والأزدرخت العادي والزعتر الأخضر بعد اليوم الرابع من التعريض 54.42، 30.23 و 39.19%، على التوالي، في حين بلغت قيم LC<sub>90</sub> 120.32، 64.68 و 78.89%، على التوالي. وكان ترتيب المستخلصات بدءاً بالأفضل: الأزدرخت العادي <الزعتر الأخضر <الفلفل المستحي.

عند التركيزين 25 و 50% وبعد 1 و 20 يوماً بعد المعاملة، على التوالي، عند الفلفل المستحي 0 و 16.41%؛ 33.33 و 69.23%، عند الأزدرخت العادي 33.33 و 46.15%؛ 48.67 و 76.92%، والزعتر الأخضر 20 و 37%؛ 38.46 و 73.07%. في حين بلغت القيم عند التركيز 100% وبعد 1 و 3 يوماً من المعاملة، على التوالي، عند الفلفل المستحي 70 و 72.41%، الأزدرخت العادي 100%، الزعتر الأخضر 80 و 100%. وبدراسة تأثير التفاعل بين العوامل الثلاثة المدروسة للمستخلص النباتي والتركيز والمدة الزمنية بعد المعاملة، وجد أن أفضل المعاملات كانت عند استخدام مستخلص الأزدرخت العادي بالتركيز 100% بعد يوم واحد من المعاملة، حيث وصلت قيم الموت المصححة إلى 100%، تلاها بالأهمية مستخلص الزعتر الأخضر بالتركيز 100% بعد ثلاثة أيام من المعاملة، بينما سُجلت أدنى القيم عند استخدام

**جدول 1.** تأثير مستخلصات الفلفل المستحي والأزدرخت العادي والزعتر الأخضر في النسبة المئوية للموت المصححة لبالغات سوسة الرز مختبرياً.  
**Table 1.** The Effect of extracts of *Schinus molle*, *Melia azedarach* and *Thymus vulgaris* on the corrected mortality rate of rice weevil adults under laboratory conditions.

متوسط النسبة المئوية للموت المصححة Mean of corrected mortality rate				
الزعر الأخر	الأزدرخت العادي	الفلفل المستحي	الزمن (يوم)	التركيز %
<i>T. vulgaris</i>	<i>M. azedarach</i>	<i>S. molle</i>	Time (day)	Concentration %
20.00 Ab	33.33 Ac	0.00 Aa	1	25
24.14 Ab	34.48 Ac	5.00 Aa	2	
26.00 Ab	40.74 Ac	10.34 Aa	3	
26.00 Ab	40.74 Ac	11.11 Aa	4	
33.33 Ab	46.15 Ac	11.11 Aa	9	
37.00 ABb	46.15 Ac	16.41 ABa	15	
37.00 ABb	46.15 Ac	16.41 ABa	20	
38.46 ABb	48.67 Ac	33.33 BCa	1	50
55.17 BCb	69.00 Bc	44.83 CDa	2	
55.56 BCb	70.37 Bc	48.15 CDa	3	
55.56 BCa	74.07 Bb	55.56 DEa	4	
66.67 Cb	74.07 Bb	59.26 DEa	9	
69.23 Cb	74.07 Bb	61.54 DEFa	15	
73.07 Ca	76.92 Bb	69.23 EFGa	20	
80.00 Db	100.00 Cc	70.00 EFGa	1	100
93.10 DEb	100.00 Cb	72.41 EFGa	2	
100.00 Eb	100.00 Cb	72.41 EFGa	3	
100.00 Eb	100.00 Cb	74.07 EFGa	4	
100.00 Eb	100.00 Cb	74.07 EFGa	9	
100.00 Eb	100.00 Cb	80.77 FGa	15	
100.00 Eb	100.00 Cb	88.46 Ga	20	

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 1% للمستخلص = 7.34، للتركيز = 7.34، للزمن بعد المعاملة = 11.21، للمستخلص + التركيز = 12.72، للمستخلص + الزمن بعد المعاملة = 19.42، للمستخلص + التركيز + الزمن بعد المعاملة = 33.64. قيم المتوسطات التي تتبعها الأحرف الصغيرة نفسها ضمن الصف ذاته لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 1%، وقيم المتوسطات التي تتبعها الأحرف الكبيرة نفسها ضمن العمود ذاته لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 1%.

LSD at P=0.01 for time after treatment= 11.21, for concentration=7.34, for extract = 7.34, for concentration x time after treatment= 19.42, for extract x concentration= 12.72, for extract x time after treatment x concentration= 33.64.

Means followed by the same small letters in the same row are not significantly different at P=0.01, and the means followed by the same capital letters in the same column are not significantly different at P=0.01.

**جدول 2.** التراكيز القاتلة لـ 50% (LC<sub>50</sub>) و 90% (LC<sub>90</sub>) من بالغات سوسة الرز بعد 1، 2، 3 و 4 يوماً من المعاملة بمستخلصات الفلفل المستحي والأزدرخت العادي والزعر الأخر مختبرياً.

**Table 2.** Lethal concentrations for 50% LC<sub>50</sub> and 90% LC<sub>90</sub> of adults the rice weevil 1, 2, 3 and 4 days after treatment with extracts of *S. molle*, *M. azedarach* and *T. vulgaris* under laboratory conditions.

$y=a+bx^*$						الزمن بعد المعاملة (يوم)
الثابت ± الخطأ المعياري	Slope (b) ± SE	%LC <sub>90</sub>	%LC <sub>50</sub>	Type of extracts	نوع المستخلص	Time after treatment (day)
Intercept (a) ± SE	الإندثار ± الخطأ المعياري					
7.898±0.823	4.270±0.454	145.41	70.95	<i>S. molle</i>	الفلفل المستحي	1
5.669±0.641	3.563±0.389	89.30	39.00	<i>M. azedarach</i>	الأزدرخت	
4.899±0.580	2.808±0.336	158.97	55.57	<i>T. vulgaris</i>	الزعر الأخر	
6.271±0.663	3.49±0.376	140.68	62.46	<i>S. molle</i>	الفلفل المستحي	2
6.178±0.721	4.058±0.450	68.88	33.29	<i>M. azedarach</i>	الأزدرخت	
5.706±0.621	3.518±0.371	96.817	41.85	<i>T. vulgaris</i>	الزعر الأخر	
5.319±0.607	3.005±0.348	130.29	58.88	<i>S. molle</i>	الفلفل المستحي	3
5.552±0.705	3.726±0.441	68.23	30.91	<i>M. azedarach</i>	الأزدرخت	
6.720±0.701	4.218±0.429	78.89	39.19	<i>T. vulgaris</i>	الزعر الأخر	
5.22±0.598	3.007±0.345	120.32	54.42	<i>S. molle</i>	الفلفل المستحي	4
5.745±0.731	3.880±0.460	64.68	30.23	<i>M. azedarach</i>	الأزدرخت	
6.720 ±0.701	4.218±0.429	78.89	39.19	<i>T. vulgaris</i>	الزعر الأخر	

\* القيم مأخوذة من تحليل البروبيت في برنامج SPSS عند حدود ثقة 95%.

\* Values are obtained by probit analysis using SPSS software at 95% confidence level.

## المناقشة

أوضحت النتائج بشكل عام أن مستخلص الأزدرخت العادي قد أعطى أفضل النتائج، وربما تعود فعاليته العالية إلى وجود بعض المركبات ذات النشاط البيولوجي مثل المركبين Triterpenoids و Limonoids، والذين لهما تأثير مانع للتغذية ويتسببان بالموت، وتزداد فعالية هذه المكونات بزيادة التركيز، وهذا ما أشار إليه الباحثون سابقاً (Carpinella et al., 2002؛ Kosma et al., 2014). يضاف إلى ذلك وجود مركب الأزدرختين (Azadirachtin) وهو مضاد قوي للتغذية ويعطل نمو الحشرات (Chaudhary et al., 2017؛ Kilani- Morakchi et al., 2021؛ Morgan, 2009). أعطت مستخلصات الأنواع النباتية الثلاثة المدروسة تأثيراً على نسب موت بالغات سوسة الرز، حيث بلغت النسب قيمياً أعلى من 50% عند التركيز 50% بدءاً من اليوم الرابع بعد المعاملة، وأعلى من 70% عند استخدام التركيز 100% بعد اليوم الأول من المعاملة، بينما بلغت نسب الموت في الشاهد غير المعامل بالمستخلصات 0، 10 و 13.3% بعد 1، 4 و 20 يوماً من المعاملة، على التوالي، مما يدل على فعاليتها، ونتيجة لذلك يمكن استخدامها في مكافحة بعض حشرات المخازن وهذا ما أشار إليه عدد من الباحثين سابقاً (Abdel-Sattar et al., 2009؛ Kilani- Faraone et al., 2015؛ Chaudhary et al., 2017؛ Morgan, 2009؛ Morakchi et al., 2021).

كما أظهرت نتائج الزمن القاتل LT<sub>50</sub> و LT<sub>90</sub> الذي حققته أنواع المستخلصات الثلاثة المدروسة لكل من الفلفل المستحي والأزدرخت العادي والزعر الأخر، عند تعريض بالغات سوسة الرز للتركيزين 50 و 100% (جدول 3)، أن مستخلص الأزدرخت العادي والزعر الأخر احتاجا إلى زمن أقل لتحقيق نسبة موت 50% من بالغات الحشرة عند التركيز 50% وقيم مقاربة فيما بينهما حيث بلغت 1.04 و 1.59 يوماً، على التوالي، بالمقارنة مع القيم التي حققها مستخلص الفلفل المستحي عند ذات التركيز والتي بلغت 5.51 يوماً. في حين وصلت قيم التراكيز القاتلة لـ 90% من بالغات الحشرة عند المعاملة بمستخلصات الفلفل المستحي والأزدرخت العادي والزعر الأخر 39.81، 11.94 و 35.17 يوماً، على التوالي، مع تفوق مستخلص الأزدرخت العادي الذي حقق نسب موت 90% من بالغات الحشرة بأقل زمن بعد المعاملة. وقد حققت المستخلصات الثلاث المدروسة نسب موت 50% من بالغات الحشرة عند التركيز 100% بزمن أقل من يوم بعد المعاملة، واحتاج كل من مستخلصي الفلفل المستحي والزعر الأخر إلى زمن معاملة على التوالي 32.94 و 1.57 يوماً بعد المعاملة لتحقيق نسبة موت 90% من بالغات الحشرة، بينما حققها الأزدرخت العادي بأقل من يوم بعد المعاملة. وكان ترتيب المستخلصات بدءاً بالأفضل: الأزدرخت العادي < الأزدرخت الأخر < الفلفل المستحي.

**جدول 3.** الزمن القاتل لـ 50% (LT<sub>50</sub>) و 90% (LT<sub>90</sub>) من بالغات سوسة الرز المعاملة بتراكيز مختلفة من مستخلصات الفلفل المستحي والأزدرخت العادي والزعر الأخر الشائع مختبرياً.

**Table 3.** Lethal time for 50% (LT<sub>50</sub>) and 90% (LT<sub>90</sub>) of the rice weevil adults treated with different concentrations of extracts of *S. molle*, *M. azedarach* and *T. vulgaris* under laboratory conditions.

$y=a+bx^*$							
الثابت ± الخطأ المعياري Intercept (a)±SE	Slope (b)±SE الإتحدار ± الخطأ المعياري	LT <sub>90</sub> (يوم) LT <sub>90</sub> (day)	LT <sub>50</sub> (يوم) LT <sub>50</sub> (day)	نوع المستخلص Type of extracts	التركيز % Concentrations		
0.206 ±0.072	0.179±0.057	39.81	5.51	<i>S. molle</i> الفلفل المستحي	50		
0.018±0.115	1.207±0.287	11.94	1.04	<i>M. azedarach</i> الأزدرخت			
0.061 ±0.720	0.038±0.007	35.17	1.59	<i>T. vulgaris</i> الزعر الأخر			
0.453 ±0.094	0.384 ±0.120	32.94	1>	<i>S. molle</i> الفلفل المستحي	100		
-	-**	1>	1>	<i>M. azedarach</i> الأزدرخت			
0.046±0.280	0.085±0.018	1.57	1>	<i>T. vulgaris</i> الزعر الأخر			

\* القيم مأخوذة من تحليل البروبيت في برنامج SPSS عند حدود ثقة 95%.

\* Values are obtained by probit analysis using SPSS software at 95% confidence level.

\*\* حقق مستخلص الأزدرخت العادي نسب قتل 50% و 90% لبالغات سوسة الرز بزمان أقل من يوم واحد عند التركيز 100%.

\*\* The extract of *M. azedarach* achieved mortality rates of 50% and 90% for adult rice weevils in less than one day at a concentration of 100%.

بدائل المبيدات الحشرية التقليدية في برامج مكافحة المتكاملة للآفات، لكونه يعدّ من أكثر المركبات النباتية الواعدة وبخاصة للزراعة العضوية (Tomé *et al.*, 2013). وعلى الرغم من التقدم المحرز في استخدام الأزدرختين لمكافحة الآفات، إلا أن آلية عمله الدقيقة، ولاسيما على المستوى الجزيئي، لم يتم فهمها على نحو كامل بعد (Dawkar *et al.*, 2019; Lai *et al.*, 2014).

مما سبق يمكن استخدام المستخلصات النباتية للأزدرخت العادي والزعر الأخر والفلفل المستحي في مكافحة سوسة الرز وإدراجها ضمن برامج مكافحة المتكاملة للتقليل ما أمكن من استخدام المبيدات الكيميائية التقليدية.

لوحظ بشكل عام الفعالية العالية للمستخلصات الثلاثة عند التركيز 100% حيث بلغت قيم الزمن اللازم لقتل 50% من بالغات سوسة الرز أقل من يوم بعد المعاملة، وبالتالي فإنه مع زيادة التركيز ازدادت قيم متوسط نسب موت البالغات وانخفض الزمن اللازم للقتل، وهذا ما بينه عدد من الباحثين سابقاً (Yohannes *et al.*, 2014; Kayode & Daniel, 2012). ويفضي ذلك إلى عدم إعطاء مزيد من الوقت لتغذية بالغات الحشرة على الحبوب أو لوضع البيض، وهذا ما أشار إليه الباحث Tripathi *et al.* (2002) عند دراسة التأثير السمي لبعض الزيوت العطرية للمشتقات النباتية وتأثيراتها المختلفة على الحشرات كمضاد تغذية أو رادعة لوضع البيض، وبالتالي تخفيض أعداد الجيل الجديد الناتج. لذلك يمكن استخدام المشتقات النباتية، وبخاصة الأزدرختين، كأحد أفضل

## Abstract

**Esber, R. 2024. The Effectiveness of Some Plant Extracts Against Adults of The Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* L. Under Laboratory Conditions. Arab Journal of Plant Protection, 42(3): 368-376. <https://doi.org/10.22268/AJPP-001248>**

In this study, the effectiveness of three plant extracts (*Schinus molle*, *Melia azedarach* and *Thymus vulgaris*) against adults of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), using concentrations of 25, 50 and 100%, were investigated. Insect mortality was evaluated 1, 2, 3, 4, 9, 15 and 20 days after treatment, and the corrected mortality rate in addition to the LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub> and the LT<sub>50</sub> and LT<sub>90</sub> values were calculated. The results obtained showed an increase in the mean of corrected mortality rate with increasing concentration and time after treatment, where the values reached 70, 100 and 80% at the concentration of 100% one day after treatment with plant extracts of *S. molle*, *M. azedarach* and *T. vulgaris*, respectively. The extract *M. azedarach* was superior to the extracts of *S. molle* and *T. vulgaris* with a significant difference at P=0.01. The LC<sub>50</sub> values 4 days after treatment were 54.42% for *S. molle*, 30.23% for *M. azedarach*, and 39.19% for *T. vulgaris*. Whereas the LC<sub>90</sub> values were 64.68 and 78.89% for *M. azedarach* and *T. vulgaris*, respectively. The LT<sub>50</sub> and LT<sub>90</sub> values at the concentration of 50% were 5.51 and 39.81 days for the *S. molle*, 1.04; 11.94 days for the *M. azedarach*; 1.59 and 35.17 days for the *T. vulgaris* extracts. Whereas the LT<sub>50</sub> values at a concentration of 100% were less than one day for the three studied extracts. The highest effectiveness of *M. azedarach* extract was achieved at concentrations of 25 and 50%, and the values were similar to *T. vulgaris* extract at a concentration of 100%, when the corrected mortality rate reached 100% three days after treatment, with both extracts being superior to the *S. molle* extract at the same concentration and time after treatment.

**Keywords:** Extracts, *Schinus molle*, *Melia azedarach*, *Thymus vulgaris*, rice weevil, *Sitophilus oryzae*.

**Affiliation of author:** R. Esber, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Baath University, Homs, Syria. Email address the of corresponding author: rehablesber72@gmail.com

- Ahmad, R., S. Hassan, S. Ahmad, S. Nighat, Y.K. Devi, K. Javeed, S. Usmani, M.J. Ansari, S. Erturk, M. Alkan and B. Hussain. 2021. Stored Grain Pests and Current Advances for Their Management. IntechOpen, UK. 781 pp.  
<https://doi.org/10.5772/intechopen.101503>
- Akbar, R., I.A. Khan, R.A. Alajmi, A. Ali., B. Faheem, A. Usman, A.M. Ahmed, M. El-Shazly, A. Farid, J.P. Giesy and M. Aboul-Soud. 2022. Evaluation of insecticidal potentials of five plant extracts against the stored grain pest, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Insects, 13(11):1047.  
<https://doi.org/10.3390/insects13111047>
- Benzi, V., N. Stefanazzi and A. Ferrero. 2009. Biological activity of essential oils from leaves and fruits of pepper tree (*Schinus molle* L.) to control rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). Chilean Journal of Agricultural Research, 69(2):154-159.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-58392009000200004>
- CABI. 2021. *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1758). Rice weevil. Datasheet. Invasive Species Compendium. CABI, Wallingford, UK.
- Carpinella, C., D. Ferreyra, G. Valladares, T. Defago and M. Palacios. 2002. Potent limonoid insect antifeedant from *Melia azedarach*. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 66(8):1731-1736.  
<https://doi.org/10.1271/bbb.66.1731>
- Chander, H., D. Ahuja, A. Nagender and S. Berry. 2000. Repellency of different plant extracts and commercial formulations used as prophylactic sprays to protect bagged grain against *Tribolium castaneum*: A field study. Journal of Food Science and Technology–Mysore, 37(6):582-585.
- Chaudhary, S., R. Kanwar, A. Sehgal, D. Cahil, C. Barrow, R. Sehgal and J. Kanwar. 2017. Progress on *Azadirachta indica* based biopesticides in replacing synthetic toxic pesticides. Frontiers in Plant Science, 8:610. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00610>
- Chiffelle, G., F. Huerta and R. Lizana. 2009. Physical and chemical characterization of *Melia azedarach* L. fruit and leaf for use as botanical insecticide. Chilean Journal of Agricultural Research, 69(1):38-45.
- Cordeiro, E.M.G., A.S. Corrêa, M. Venzon and R.N.C. Guedes. 2010. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. Chemosphere, 81(10):1352-1357.  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.08.021>
- Dai, W., Y. Li, J. Zhu, L. Quan Ge, G. Yang and F. Liu. 2019. Selectivity and sublethal effects of some frequently-used biopesticides on the predator *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae). Journal of Integrative Agriculture, 18(1):124-133.  
[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61845-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61845-8)
- اسبر، رحاب، زياد شيخ خميس وإبراهيم الجوري. 2018.سمية بعض أنواع المساحيق الخاملة ضد خنفساء اللوبياء العادية *Callosobruchus maculatus* (F.) تحت الظروف المخبرية. مجلة وقاية النبات العربية، 36(3):243-249.  
<https://doi.org/10.22268/AJPP-036.3.243249>
- [Esber, R., Z. Chikh-Khamis and E. Al-Jouri. 2018. Toxicity of some inert dusts against cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) under laboratory conditions. Arab Journal of Plant Protection, 36(3):243-249. (In Arabic)].  
<https://doi.org/10.22268/AJPP-036.3.243249>
- الجوري، إبراهيم، رحاب إسبر وزياد شيخ خميس. 2020. اختبار فاعلية رماد خشب التفاح والحنبل والزيتون على خنفساء اللوبياء العادية *Callosobruchus maculatus* (F.) مجلة وقاية النبات العربية، 38(1):42-48.  
<https://doi.org/10.22268/AJPP-38.1.042048>
- [Aljouri, E., R. Esber and Z. Sheikh Khamis. 2020. Efficiency of wood ashes apples, grapes and olives against cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) under Laboratory Conditions. Arab Journal of Plant Protection, 38(1):42-48. (In Arabic)].  
<https://doi.org/10.22268/AJPP-38.1.042048>
- اسبر، رحاب، زياد شيخ خميس وإبراهيم الجوري. 2020. اختبار فاعلية مساحيق الكاولينيت والسيلكا والزيوليت في خنفساء اللوبياء العادية *Callosobruchus maculatus* (F.) المجلة السورية للبحوث الزراعية، 7(1):384-394.  
<https://doi.org/10.22268/AJPP-38.1.042048>
- [Esber, R., Z. Chikh-Khamis and E. Al-Jouri. 2020. Effectiveness of kaolin, silica and zeolite dusts against cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) under Laboratory Conditions. Syrian Journal of Agricultural Research, 7(1):384-394. (In Arabic)].
- اسطيفان، زهير عزيز ووليد إبراهيم أبوغربية. 2010. نيماتودا تعقد الجذور. الأضرار والخسائر الاقتصادية. الصفحات 285-327. في: نيماتودا النبات في البلدان العربية، الجزء الأول. وليد إبراهيم أبو غربية، أحمد سعد الحازمي، زهير عزيز اسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة (المعدون). الطبعة الأولى. الجمعية العربية لوقاية النبات، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- [Estefan, Z.A. and W.I. Abu Ghraibeh. 2010. Root-knot nematodes (*Meloidogyne*). Pp. 285-327. In: Damages and Economic Losses in Plant Nematodes in Arab countries, 1st edition. W.I. Abu Ghraibeh., A.S. Al-Hazmi., Z.A. Estefan and A.A. Dawaba (eds.). Arab Society for Plant Protection, Wael for printing and publication, Amman, Jordan].
- Abd El-Aziz, S.E and N.M. Abd El-Ghany. 2018. Impact of diatomaceous earth modifications for controlling the granary weevil, *Sitophilus granarius* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Agricultural Science and Technology, 20:519-531.
- Abdel-Sattar, E., F. Harraz and A. Zaitoun. 2009. Chemical composition, insecticidal and insect repellent activity of *Schinus molle* L. leaf and fruit essential oils against *Trogoderma granarium* and *Tribolium castaneum*. Natural Products Research, 24(3):226-35.  
<https://doi.org/10.1080/14786410802346223>

- Lai, D., X. Jin, H. Wang, M. Yuan and H. Xu.** 2014. Gene expression profile change and growth inhibition in *Drosophila* larvae treated with azadirachtin. *Journal of Biotechnology*, 185:51-56.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2014.06.014>
- Lal, M., B. Ramand and P. Tiwari.** 2017. Botanicals to cope stored grain insect pests: a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(6):1583-1594.
- Lazarević, J., S. Jevremović, I. Kostić, M. Kostić, A. Vuleta, S.M. Jovanović and D.Š. Jovanović.** 2020. Toxic, oviposition deterrent and oxidative stress effects of *Thymus vulgaris* essential oil against *Acanthoscelides obtectus*. *Insects*, MDPI, 11(9):563.  
<https://doi.org/10.3390/insects11090563>
- Medina, P., F. Budia, P. Del Estal and E. Viñuela.** 2004. Influence of azadirachtin a botanical insecticide, on *Chrysoperla carnea* (Stephens) reproduction: toxicity and ultrastructural approach. *Journal of Economic Entomology*, 97(1):43-50.  
<https://doi.org/10.1093/jee/97.1.43>
- Mordue, A.J., E.D. Morgan and A.J. Nisbet.** 2005. 6.4 - Azadirachtin, a natural product in insect control. *Comprehensive Molecular Insect Science*, 6:117-135.  
<https://doi.org/10.1016/B0-44-451924-6/00077-6>
- Morgan, E.D.** 2009. Azadirachtin, a scientific gold mine. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 17(12):4096-4105. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2008.11.081>
- Ngamo, T.S., I. Ngatanko, M.B. Ngassoum, P.M. Mapongmestsem and T. Hance.** 2007. Persistence of insecticidal activities of crude essential oils of three aromatic plants towards four major stored product insect pests. *African Journal of Agricultural Research*, 2(4):173-177.
- Niroumand, M., M. Farzaei, E. Razkenari, G. Amin, M. Khanavi, T. Akbarzadeh and M. Ardekani.** 2016. An evidence-based review on medicinal plants used as insecticide and insect repellent in traditional Iranian medicine. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 18(2):e22361.  
<https://doi.org/10.5812%2Firemj.22361>
- Schneider-Orelli, O.** 1947. *Entomologisches Praktikum*, 2<sup>nd</sup> edition. H.R. Sauerlander, Aarau, Switzerland. 237 pp.
- Shu, B., J. Zhang, G. Cui, R. Sun, X. Yi and G. Zhong.** 2018. Azadirachtin Affects the Growth of *Spodoptera litura* Fabricius by Inducing Apoptosis in Larval Midgut. *Frontiers in Physiology*, 9:00137.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00137>
- Tomé, H.V.V., J.S. Martins, A.S. Corre, T.V.S. Galdino, M.S. Picanco and R.N.C. Guedes.** 2013. Azadirachtin avoidance by larvae and adult females of the tomato leafminer *Tuta absoluta*. *Crop Protection*, 46:63-69.  
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.12.021>
- Tripathi, A., V. Prajapati, N. Verma, J. Bahi, R. Bansal and S. Khanuja.** 2002. Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma longa* on three species of stored product beetles. *Journal of Economic Entomology*, 95(1):183-189.  
<https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.1.183>
- Dawkar, V.V., S. H. Barage, R.S. Barbole, A. Fatangare, S. Grimalt, S. Haldar, D.G. Heckel and V.S. Gupta.** 2019. Azadirachtin-A from *Azadirachta indica* impacts multiple biological targets in cotton bollworm *Helicoverpa armigera*. *American Chemical Society Omega*, 4(5):9531-9541.  
<https://doi.org/10.1021/acsomega.8b03479>
- Dayan, F., C. Cantrell and S. Duke.** 2009. Natural products in crop protection. *Bioorganic Medicinal Chemistry*, 17(12):22-34.  
<https://doi.org/10.1016/j.bmc.2009.01.046>
- Faraone, N., N. Hillier and G. Cutler.** 2015. Plant Essential Oils Synergize and Antagonize Toxicity of Different Conventional Insecticides against *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *PLoS One*, 10(5):e0127774  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127774>
- Finney, D.J.** 1952. *Probit Analysis*. Cambridge University Press, England. 318 pp.
- Genstat.** 2004. *GenStat for windows*. Release 7.2. 7<sup>th</sup> Edition, VSN International Ltd, Oxford.
- Isman, M.B.** 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51:45-66.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- Hong, K.J., W. Lee., Y.J. Park and J.O. Yang.** 2018. First confirmation of the distribution of rice weevil, *Sitophilus oryzae*, in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 11(1):69-75.  
<https://doi.org/10.1016/j.japb.2017.12.005>
- IBM Corp.** 2011. *IBM SPSS statistics for windows*, Version 20.0. Armonk, NY, USA.
- Kayode, D. and S. Daniel.** 2012. Response of lesser grain borer, *Rhizopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae) to powder and extracts of *Azadirachta indica* and *Piper guineense* seeds. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 5(4):315-320.
- Kilani-Morakchi, S., R. Bezzar-Bendjazia, M. Ferdenache and N. Aribi.** 2017. Preimaginal exposure to azadirachtin affects food selection and digestive enzymes in adults of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 140:58-64.  
<https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2017.06.004>
- Kilani-Morakchi, S., H. Morakchi-Goudjil and K. Sifi.** 2021. Azadirachtin-based insecticide: overview, risk assessments, and future directions. *Frontiers in Agronomy*, 3:676208.  
<https://doi.org/10.3389/fagro.2021.676208>
- Kim, S., C. Park, M. Ohh, H. Cho and Y.J. Ahn.** 2003. Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Stored Products Research*, 39(1):11-19.  
[https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(02\)00013-9](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(02)00013-9)
- Kosma, Ph., B. Romeo, D. Bouba, A. Armand and A. Goudoum.** 2014. Bioefficacy of the powder of *Melia azedarach* seeds and leaves against *Callosobruchus maculatus*, on cowpea seeds (*Vigna unguiculata*) in storage. *E3 Journal of Agricultural Research and Development*, 5(4):72-78.

**Yohannes A., G. Asayew, G. Melaku, M. Derbew, S. Kedir and N. Raja.** 2014. Evaluation of certain plant leaf powders and aqueous extracts against Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Asian Journal of Agricultural Sciences, 6(3):83-88.

**Upadhyay, K. and S. Ahmad.** 2011. Management strategies for control of stored grain Insect pests in farmer stores and public warehouses. World Journal of Agricultural Sciences, 7(5):527-549.

Received: June 14, 2023; Accepted: August 11, 2023

تاريخ الاستلام: 2023/6/14؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/8/11