

كفاءة الإطلاق التلقيحي للمفترس *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) في مكافحة حشرة قشرية الصبار القرمزية *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) في سورية

فiras أسعد^{1*} و زياد شيخ خميس² و مازن بوفاعور³



¹ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حماه، سورية.

² قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص، سورية.

³ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث السويداء، سورية.

(* للمراسلة: فiras أسعد، البريد الإلكتروني: firasassad52@gmail.com ، هاتف: 0988210995)

تاريخ الاستلام: 2025 / 7 / 9 تاريخ القبول: 2025 / 11 / 23

الملخص

يعد المفترس *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) عدواً طبيعياً لحشرة قشرية الصبار القرمزية *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) التي تصيب الصبار في سورية، ويهدف هذا البحث إلى دراسة كفاءة الإطلاق التلقيحي لهذا المفترس في منطقة قطنا بريف دمشق- سورية، في حقلين مصابين من الصبار. خلال الموسم 2021، أُطلق المفترس *H. trifurcata* بمعدل 100 بالغة/نقطة في ثلاث نقاط من حقل الصبار 1، حيث كانت نسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية في حقلي الصبار 1 و 2: بالمتوسط: 32.4 و 35.4% على الترتيب. تمت متابعة أعداد المفترس ونسبة الإصابة بالآفة في حقلي التجربة لثلاث مواسم متتالية. أظهرت النتائج تسجيل المفترس *H. trifurcata* في حقلي الصبار 1 و 2 خلال المواسم: 2022، 2023 و 2024، متغدياً على الأطوار المختلفة لحشرة قشرية الصبار القرمزية، ومحققاً انخفاضاً تدريجياً في نسبة الإصابة. ففي الحقل 1: انخفضت نسبة الإصابة بالحشرة خلال المواسم: 2022، 2023 و 2024، وبلغت بالمتوسط: 34.78، 24.69 و 9.56% على الترتيب، وفي الحقل 2: 35.06، 25.87 و 14.51% على الترتيب. بلغت أعداد المفترس *H. trifurcata* خلال المواسم: 2022، 2023 و 2024 في الحقل 1 بالمتوسط: 4.51، 3.35 و 1.6 مفترس/لوح(صبار) على الترتيب، وفي الحقل 2: 2.97، 3.87 و 2.56 مفترس/لوح على الترتيب، مع وجود علاقة ارتباط إيجابية بين أعداد المفترس ونسبة الإصابة. تدل النتائج على أهمية استخدام المفترس *H. trifurcata* في مكافحة الحيوية لحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* في ظروف البيئة المحلية السورية.

الكلمات المفتاحية: *Hyperaspis trifurcata*، قشرية الصبار القرمزية، *Dactylopius opuntiae*، صبار، مكافحة حيوية.

المقدمة:

يعد الصبار (التين الشوكي) (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Caryophyllales:Cactaceae)، من النباتات المنحمة للظروف البيئية القاسية كالحرارة المرتفعة والجفاف، والتي يمكن الاستفادة منها في العديد من المجالات (Feugang et al., 2006 ; Ingles et al., 2017)، حيث تستخدم الثمار للاستهلاك البشري والألواح كعلف للحيوانات، إضافةً إلى استخدامات طبية وصناعية متزايدة كالأدوية ومواد التجميل والصناعات الغذائية (Stintzing and Carle, 2005 ; Fitiwy et al. 2016). يصاب الصبار في أماكن زراعته في العالم بعدد من الآفات الحشرية، والتي تسبب له أضراراً تحد من التوسع في زراعته، ومن أهمها حشرة

قشرية الصبار القرمزية (*Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera:Dactylopiidae) (Bouharroud et al., 2016); Mazzeo et al., 2019). لقد سجلت هذه الآفة لأول مرة في سورية عام 2020 بدءاً من المنطقة الجنوبية امتداداً إلى المنطقة الساحلية مسببةً أضراراً فادحة (بوفاعور وبوحدان، 2020; أسعد وآخرون، 2024). تتميز الحشرة بنظام حماية معقد بسبب وجود غطاء شمعي سميك حولها، والذي يعيق وصول الأعداء الحيوية إليها بالإضافة إلى حمض الكارمينيك المتواجد في أجسامها (ومنه يأتي لونها القرمزي)، والذي يلعب دوراً هاماً في إعاقة المتطفلات والعديد من المفترسات (Moran et al., 1982; El-Finti et al., 2022). تعد المكسيك الموطن الأصلي للمفترس (*Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) (Coleoptera: Coccinellidae)، كعدو طبيعي مرافق لحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae*، حيث ذكر Vanegas-Rico وآخرون (2017) أن الحشرة الواحدة للمفترس استهلكت خلال فترة حياتها 5200 فرد من الأطوار المختلفة لحشرة قشرية الصبار القرمزية، وفي دراسة أخرى وجد Vanegas-Rico وآخرون (2016) أن للمفترس أربعة أعمار يرقية وكانت أفضل خصوبة للأنثى عند تغذيتها على أعمار مختلطة من حشرة قشرية الصبار القرمزية. سجل هذا المفترس لأول مرة في سورية في منطقة ريف دمشق عام 2021 متغذياً على حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* وكان أكثر المفترسات وفرةً (أسعد وآخرون، 2024)، وفي دراسة أخرى وجد أسعد وآخرون (2025) في ظروف مضبوطة عند حرارة 26 م°، رطوبة نسبية 60% وإضاءة 14 ساعة/يوم، أن يرقات وبالغات المفترس *H. trifurcata* استهلكت خلال حياتها بالمتوسط: 250.95 و 870.07 فرد من الأطوار المختلفة من حشرة قشرية الصبار القرمزية. تتضمن مبادئ مكافحة الحيوية ثلاث نماذج رئيسية يمكن من خلالها استخدام الأعداء الحيوية لمكافحة الآفات (De Bach and Rosen, 1991)، فالنموذج الأول هو المكافحة الحيوية التقليدية: Classical biological control وتبرز أهميتها في ادخال الأعداء الحيوية لمكافحة الآفات الغازية نتيجة عدم وجود أعداء طبيعية (غالباً) للآفة في البيئة الجديدة (Maurya et al., 2022). النموذج الثاني هو المكافحة الحيوية الحافظة: Conservation biological control والتي تتضمن تهيئة الظروف المناسبة للأعداء الحيوية في بيئتها (Chidawanyika et al., 2012). أما النموذج الثالث فهو: المكافحة الحيوية المعززة Augmentative biological control، والتي تتم من خلال إطلاق الأعداء الحيوية لمكافحة الآفات وتتضمن أسلوبيين: الإطلاق الإغراقي inundative release: يتم فيه إطلاق العدو الحيوي بكميات كبيرة وغالباً تستخدم للمكافحة قصيرة الأمد، والإطلاق التلقيني inoculative releases: وفيه يتم إطلاق العدو الحيوي بكميات قليلة، وغالباً يستخدم للمكافحة طويلة الأمد، حيث يمكن للعدو الحيوي أن يتكاثر خلال الموسم، وأن يستمر خلال المواسم القادمة (Greathead and Waage., 1983; Van Lenteren, 2011). تهدف الدراسة الحالية إلى دراسة كفاءة الإطلاق التلقيني للمفترس *H. trifurcata* في حقول الصبار في منطقة قطنا بريف دمشق لمكافحة حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae*، في ظروف البيئة المحلية السورية، كأحد مبادئ المكافحة الحيوية والتي تعد أسلوب فعال اقتصادياً وبيئياً، وبدلاً عن المكافحة الكيميائية للحشرة والتي فشلت في الكثير من بلدان العالم (بابي وآخرون، 2002; Ooi and Peter, 2005).

مواد البحث وطرائقه:

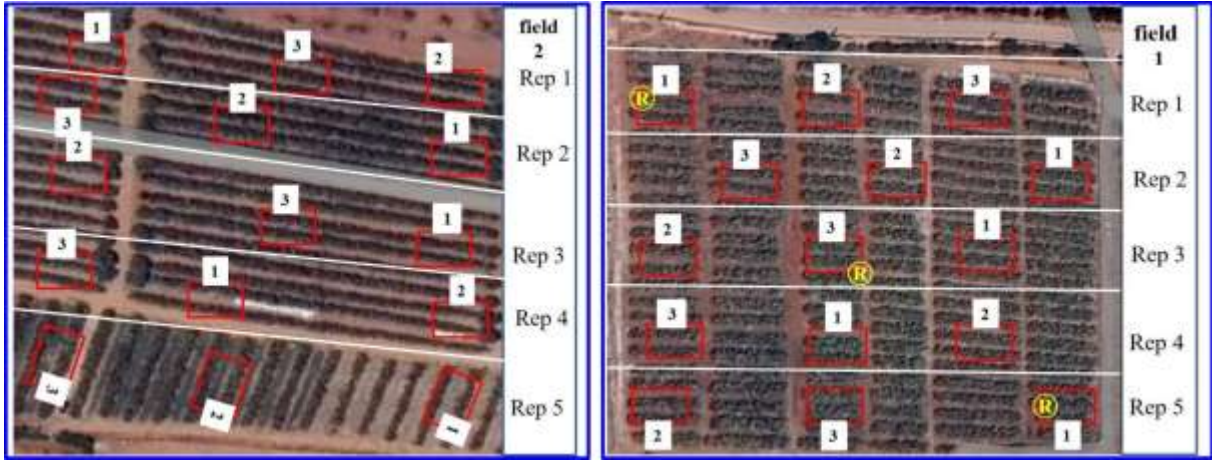
أجريت الدراسة خلال الأعوام 2021، 2022، 2023 و 2024 في منطقة قطنا بريف دمشق (25 كم جنوب غرب مدينة دمشق، ارتفاع 880م)، والتي تتميز بشتاء بارد وصيف حار نسبياً، بمعدل هطل مطري سنوي 295 مم. خلال الموسم 2021 تم القيام

بعدة جولات حقلية على حقول الصبار في المنطقة بهدف التحري عن حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* والمفترس *H. trifurcata*، وتبين من خلال الجولات وجود انتشار واسع للإصابة بالحشرة وعدم وجود للمفترس *H. trifurcata* فيها. تم اختيار حقلين متجانسين من الصبار في منطقة الدراسة، (مصابين بالحشرة)، وهما الحقل 1 والحقل 2 (يبعد عن الحقل 1 مسافة 2 كم، غرباً)، حيث الاتجاه السائدة للرياح في منطقتي الحقلين هي الرياح الجنوبية الغربية. تبلغ مساحة كل حقل 5 دونم من شجيرات الصنف المحلي للصبار *O.ficus-indica* بعمر 12 سنة وارتفاع 2.4 م، ويحيط بهما حقول الصبار من كافة الاتجاهات، بدون إجراء أية عمليات مكافحة كيميائية من قبل.

تم خلال الجولات الحقلية في الحقلين المصابين من الصبار (بتاريخ 2021/6/1)، تحديد ثلاثة مستويات للإصابة هي المستوى الأول: (إصابة خفيفة) عندما 1-25% من اللوح مصاب بمستعمرات الحشرة، المستوى الثاني (إصابة متوسطة) عندما 25-50% من اللوح مصاب بمستعمرات الحشرة، والمستوى الثالث (إصابة مرتفعة) عندما 50-75% من اللوح مصاب بمستعمرات الحشرة (Vanegas- Rico et al., 2016)، حيث أخذت قراءات نسبة الإصابة خلال موسم الدراسة عند كل مستوى بحساب متوسط نسبة الإصابة لعشرة شجيرات صبار بمعدل لوح من كل شجيرة (10 ألواح)، واعتبارها قطعة تجريبية (الشكل 1). صممت التجربة (في كل حقل) بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة Completely Randomized Blocks Design، حيث قُسم كل حقل إلى خمسة قطاعات (مكررات Replicates) بحيث يضم كل قطاع المستويات الثلاث للإصابة. تم الجمع المباشر للمفترس *H. trifurcata* بطور الحشرة الكاملة من حقول الصبار المصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* من منطقة دير الحجر بريف دمشق (تبعد 30 كم عن منطقة قطنا)، إلى اسطوانات بلاستيكية مزودة بورق ترشيح ومغطاة بقماش منخل (غربول). أُطلق المفترس *H. trifurcata* في منطقة قطنا في ثلاث نقاط من الحقل 1 بتاريخ 2021/6/1 بمعدل 100 مفترس/نقطة بشكل قطري (الشكل 2)، وذلك بهدف متابعة إمكانية استيطان المفترس في الحقل 1، دون أن يتم إطلاقه في الحقل 2، والذي ترك كشاهد لمراقبة إمكانية انتشار المفترس في المنطقة وصولاً إلى الحقل 2، ومعرفة دوره في خفض نسبة الإصابة. تم القيام بجولات نصف شهرية على الحقلين المدروسين خلال المواسم الثلاث التالية (2022، 2023 و 2024)، بدءاً من شهر آذار وحتى نهاية موسم النشاط في كل موسم (نهاية شهر تشرين الثاني)، حيث سُجّلت خلال الجولات نسبة الإصابة بالحشرة (متوسط) ومتوسط أعداد المفترس *H. trifurcata* على المستويات المدروسة.

بهدف تقييم كفاءة الإطلاق التلقائي للمفترس *H. trifurcata*، تم استخدام مؤشرين هما: مؤشر تغير نسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية، ومؤشر وجود وتغير أعداد المفترس في حقل التجربة، ودوره في خفض نسبة الإصابة. أخذت المعطيات المناخية خلال موسم الدراسة من المديرية العامة للأرصاد الجوية (درجات الحرارة، الرطوبة النسبية والهطل المطري). تم في حقل التجربة خلال المواسم: 2022، 2023 و 2024، حساب معامل الارتباط البسيط r (معامل ارتباط بيرسون) بين أعداد الحشرات الكاملة للمفترس *H. trifurcata* كمتغير تابع (Y) ونسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية كمتغير مستقل (x) ومعنوية معامل الارتباط عند مستوى المعنوية 0.05، وحساب معادلة الانحدار (Litvinova et al., 2019)، كما تم إجراء المقارنات الإحصائية بين حقل التجربة خلال المواسم 2022، 2023 و 2024 في حقل التجربة لتأثير عاملين Two way anova وهما عامل مستوى الإصابة وعامل رقم الحقل (1 أو 2) وتأثيرهما في نسبة الإصابة بالحشرة، بطريقة اختبار تحليل التباين Analayse of variance

عند مستوى المعنوية 0.05، باستخدام برنامج التحليل الإحصائي للبيانات Genstate 12. كما تم بنفس الطريقة إجراء المقارنات الإحصائية بين حقل التجربة في متوسط أعداد المفترس *H. trifurcata* خلال مواسم الدراسة.



الشكل (1): مستويات الإصابة في حقل التجربة (حقل الصبار 1 وحقل الصبار 2) (قطنا - ريف دمشق) 1: المستوى الأول، 2: المستوى الثاني و 3: المستوى الثالث، بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وإسقاطها على خرائط Goggle، ©: نقاط إطلاق المفترس *H. trifurcata*

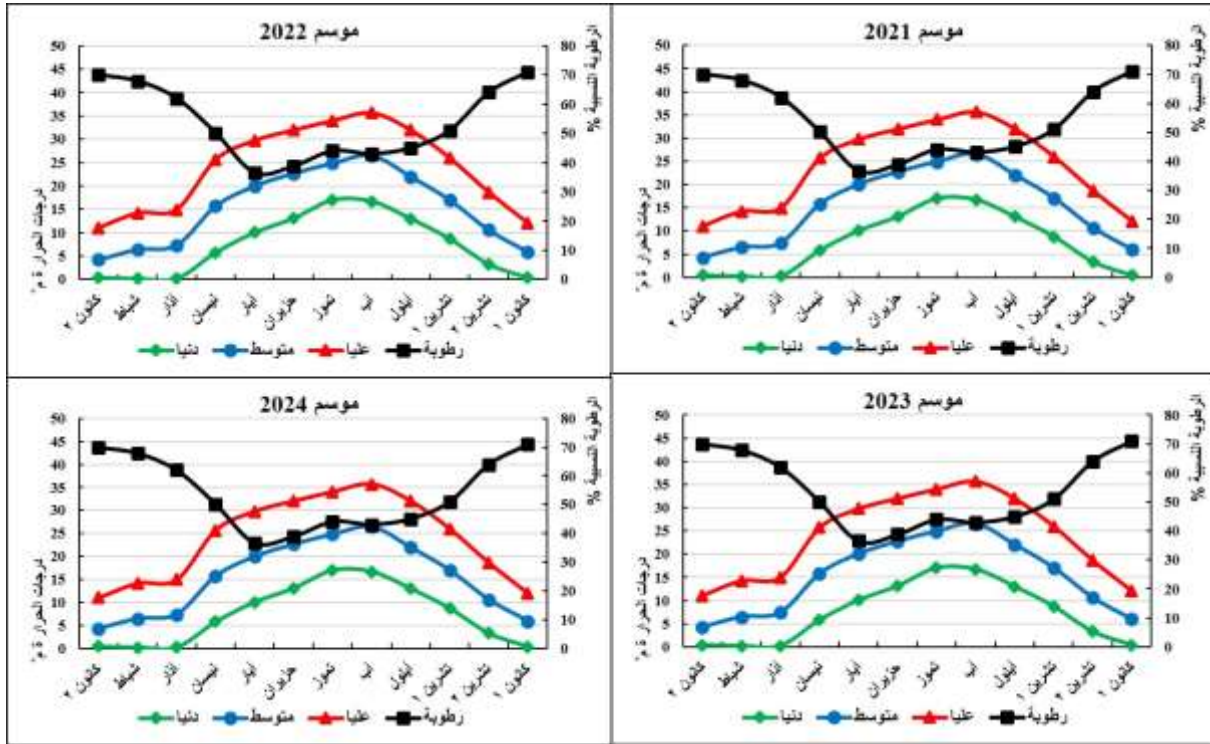


الشكل (2): إطلاق المفترس *H. trifurcata* في حقل الصبار الحقل 1 (قطنا- ريف دمشق) والمصاب بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae*

النتائج والمناقشة

1. المعطيات المناخية

بلغ أعلى معدل لدرجة الحرارة الشهرية في مواسم (سنوات) الدراسة: 2021، 2022، 2023 و 2024: خلال شهر آب حيث بلغ متوسط درجات الحرارة فيه: 26.6، 25.1، 31.2 و 26.5 م° على الترتيب، فيما بلغ أدنى معدل لدرجة الحرارة الشهرية لمواسم الدراسة خلال شهر كانون الثاني حيث بلغ متوسط درجات الحرارة فيه: 0.1، 0.2، 1.2 و 0.4 م°، وتراوح متوسط نسبة الرطوبة الشهرية النسبة خلال مواسم الدراسة بين 36-73% (الشكل 3)، فيما بلغت كمية الهطل المطري السنوية خلال مواسم الدراسة: 2021، 2022، 2023 و 2024 في منطقة الدراسة: 225، 282، 247 و 205 مم على الترتيب.



الشكل (3): معدل درجات الحرارة: العليا، الدنيا والمتوسط والرطوبة النسبية%، في موقع التجربة: (قطنا- ريف دمشق) خلال مواسم: 2021، 2022، 2023 و2024.

2. كفاءة الإطلاق التلقيحي للمفترس *H. trifurcata*

• نسبة الإصابة

خلال الموسم 2021 بلغت نسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* في حقل الصبار 1 (قبل إطلاق المفترس *H. trifurcata*) على المستوى الأول، الثاني والثالث بالمتوسط: 10.2، 30.4 و56.6% على الترتيب (الجدول 1)، وفي الحقل 2: 13.6، 33.1 و59.4% على الترتيب (الجدول 2)، وبعد إطلاق المفترس *H. trifurcata*، وخلال المواسم 2022، 2023 و2024، لوحظ انخفاض الإصابة بالحشرة في حقلي التجربة تدريجياً، فخلال الموسم 2022 بلغت نسبة الإصابة في الحقل 1 على المستوى الأول، الثاني والثالث بالمتوسط: 16.58، 32.49 و55.25% على الترتيب، وفي الحقل 2: 21.73، 33.02 و50.42% على الترتيب، وخلال الموسم 2023 بلغت نسبة الإصابة في الحقل 1 على المستوى الأول، الثاني والثالث بالمتوسط: 8.46، 19.32 و46.28% على الترتيب، وفي الحقل 2: 17.88، 25.22 و34.49% على الترتيب، وخلال الموسم 2024 بلغت نسبة الإصابة في الحقل 1 على المستوى الأول، الثاني والثالث بالمتوسط: 2.74، 5.98 و19.97% على الترتيب، وفي الحقل 2: 9.28، 13.6 و30.55% على الترتيب (الجدول 1 و2).

• أعداد المفترس *H. trifurcata*

بعد إطلاق المفترس *H. trifurcata* في الحقل 1 في منتصف موسم 2021 (2021/6/1)، أظهرت الجولات الحقلية تسجيله في حقلي التجربة خلال المواسم 2022، 2023 و2024، متغدياً على الأطوار المختلفة للآفة (*D. opuntiae*)، فكان أول تسجيل له في الحقل 1 في الموسم 2022 منتصف شهر نيسان، وفي الحقل 2 في الموسم 2022 في منتصف شهر أيار (الجدول 1 و2)،

مما يدل على نجاح الإطلاق التلقائي للمفترس *H. trifurcata* في الحقل 1 وكذلك كفاءته في الانتقال للحقل 2، وكما تم تسجيل وجوده في الحقول المجاورة (ملاحظات شخصية) مما يؤكد قدرة المفترس على الاستيطان في المنطقة الجديدة (قطنا- ريف دمشق) وتمكنه من التأقلم مع الظروف المناخية للبيئة المحلية الجديدة واجتياز طور التشتية.

خلال الموسم 2022: بلغت أعداد المفترس في الحقل 1 على المستوى: الأول، الثاني والثالث بالمتوسط: 2.37، 3.92 و 7.21 مفترس/لوح(صبار) على الترتيب، وفي الحقل 2: 1.69، 2.72 و 4.76 مفترس/لوح على الترتيب. وخلال الموسم 2023: بلغت أعداد المفترس في الحقل 1 على المستوى الأول، الثاني والثالث بالمتوسط: 1.56، 2.65 و 5.81 مفترس/لوح على الترتيب، وفي الحقل 2: 2.24، 3.5 و 5.85 مفترس/لوح على الترتيب. وخلال الموسم 2024: بلغت أعداد المفترس في الحقل 1 على المستوى الأول، الثاني والثالث بالمتوسط: 0.84، 1.38 و 2.56 مفترس/لوح على الترتيب، وفي الحقل 2: 1.8، 2.32 و 3.56 مفترس/لوح على الترتيب (الجدول 1 و 2).

خلال مواسم الدراسة، وفي حقلي التجربة نلاحظ تأخر ظهور المفترس *H. trifurcata* حتى منتصف شهر نيسان وهذا يعزى للفترة التي يحتاجها المفترس لخروجه من فصل الشتاء (Vanegas-Rico et al., 2022)، وكذلك في نهاية الموسم (2022/11/30)، نلاحظ عدم تسجيل المفترس بسبب دخوله بالبيات الشتوي، وبدءاً من نهاية شهر آب للموسم 2024 نلاحظ غياب تسجيل المفترس بالتزامن مع عدم وجود إصابة بالحشرة.

الجدول (1): متوسط نسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* وأعداد المفترس *H. trifurcata* على مستويات الإصابة: الأول، الثاني والثالث في حقل الصبار 1، وفق تاريخ الجولات الحقلية خلال المواسم 2021، 2022، 2023 و 2024 (متوسط ± الانحراف المعياري).

التاريخ (الموسم)	مستوى أول		مستوى ثاني		مستوى ثالث		متوسط عام	
	عدد المفترس	نسبة الإصابة%	عدد المفترس	نسبة الإصابة%	عدد المفترس	نسبة الإصابة%	عدد المفترس	نسبة الإصابة%
01/03/2021	0	6.1±1.42	0	22.6±1.87	0	39.7±6.58	0	22.80
14/3/2021	0	6.1±1.82	0	22.4±2.41	0	39.8±7.14	0	22.77
31/3/2021	0	6.3±0.95	0	22.6±3.14	0	40.1±5.42	0	23.00
15/4/2021	0	6.3±1.41	0	23.4±4.48	0	42.4±6.35	0	24.03
30/4/2021	0	6.6±1.74	0	26.9±3.54	0	42.5±6.47	0	25.33
16/5/2021	0	6.8±1.72	0	28.9±3.69	0	50.4±4.89	0	28.70
30/5/2021	0	8.4±1.12	0	30.7±2.78	0	58.3±7.25	0	32.47
15/6/2021	0	9.8±1.36	0	31.7±4.17	0	60.4±6.36	0	33.97
30/6/2021	0	10.2±0.88	0	32.9±5.64	0	63.2±4.78	0	35.43
15/7/2021	0	11.1±1.74	0	33.4±6.47	0	66.8±6.89	0	37.10
30/7/2021	0	12.4±1.49	0	34.4±4.17	0	67.4±7.48	0	38.07
15/8/2021	0	12.8±1.65	0	34.5±4.22	0	67.3±6.89	0	38.20
31/8/2021	0	13.2±1.89	0	35.1±3.89	0	64.9±4.54	0	37.73
15/9/2021	0	13.4±1.68	0	35.4±5.47	0	64.8±6.42	0	37.87
30/9/2021	0	13.8±0.92	0	36.4±5.85	0	64.9±4.88	0	38.37
16/10/2021	0	14.4±1.22	0	35.5±6.67	0	62.8±7.44	0	37.57
31/10/2021	0	13.8±1.48	0	33.3±4.23	0	58.4±5.23	0	35.17
15/11/2021	0	12.8±1.54	0	29.4±4.52	0	52.7±4.18	0	31.63
30/11/2021	0	11.2±1.32	0	27.3±3.79	0	48.3±4.59	0	28.93

0	32.1±5.98	0	55.6±10.49	0	30.4±4.87	0	10.2±3.11	المتوسط
0	30.02	0	53.1±3.24	0	28.6±3.62	0	8.3±1.49	01/03/2022
0	30.47	0	53.2±3.19	0	29.8±3.32	0	8.4±0.96	16/3/2022
0	30.7	0	53.5±3.51	0	30.1±4.33	0	8.5±1.35	31/3/2022
2.63	35.37	5.1±1.28	55.8±6.33	1.9±0.99	35.4±5.98	0.9±0.99	14.9±3.11	15/4/2022
4.77	37.03	8.1±1.85	55.9±6.98	4.1±1.49	35.3±3.4	2.1±1.1	19.9±2.76	30/4/2022
5.67	39.4	9.2±1.54	57.8±5.88	4.9±1.1	38.2±3.61	2.9±0.87	22.2±2.69	15/5/2022
6.6	40.43	9.8±1.39	58.1±4.77	6.1±1.16	39.3±3.39	3.9±1.1	23.9±1.79	30/5/2022
7.1	41.9	10.1±1.1	59.8±4.63	7.1±1.05	41.8±3.4	4.1±0.73	24.1±1.49	15/6/2022
7.33	41.37	10.8±0.91	61.8±4.31	7.2±0.97	40.1±2.84	4±0.66	22.2±2.14	30/6/2022
7.07	42.33	10.9±0.99	64.8±4.02	6.2±0.66	40.2±2.99	4.1±0.56	22±1.63	15/7/2022
6.4	40.6	10.8±1.22	63.2±2.2	5.2±0.66	38.3±3.87	3.2±0.63	20.3±3.59	31/7/2022
6.33	39.17	10.4±1.07	62.2±3.96	5.3±0.71	35±2.23	3.3±0.42	20.3±1.7	15/8/2022
5.87	38.2	9.4±1.07	59.8±4.63	5.1±1.05	34.6±2.12	3.1±0.56	20.2±1.47	31/8/2022
5.87	38.23	9.3±1.08	59.7±4.63	5.2±1.47	34.8±2.05	3.1±0.66	20.2±1.05	15/9/2022
5.53	34.23	9.2±0.78	51.8±1.61	4.2±0.97	34.7±3.07	3.2±0.42	16.2±1.98	30/9/2022
5.7	29.27	9.3±0.94	47.8±4.04	4.7±0.66	25.8±1.07	3.1±0.56	14.2±2.48	15/10/2022
4.93	26.37	8.5±0.84	45.4±3.59	4.1±0.6	21.2±0.97	2.2±1.03	12.5±1.5	31/10/2022
3.83	24.37	6.2±1.61	44.3±2.83	3.3±0.86	18.4±2.69	2±1.05	10.4±1.64	15/11/2022
0	21.37	0	41.9±4.53	0	15.8±2.61	0	6.4±2.41	30/11/2022
4.51±2.64	34.78±6.38	7.21±4.01	55.25±6.65	3.92±2.41	32.49±7.57	2.37±1.49	16.58±5.94	المتوسط
0	21.67	0	42.3±5.8	0	16.4±2.75	0	6.3±2.31	01/03/2023
0	21.47	0	41.9±4.65	0	16.1±2.37	0	6.4±2.01	15/3/2023
0	21.67	0	42.9±4.2	0	15.9±2.13	0	6.2±1.87	30/3/2023
2.5	23.6	3.3±1.41	44.6±4.64	2.3±0.94	18.2±2.04	1.9±1.1	8±1.63	14/4/2023
2.87	26.3	4.1±1.52	50.5±8.01	2.3±0.94	20±1.88	2.2±0.91	8.4±1.71	30/4/2023
4.27	28.13	5.8±1.31	50.9±5.66	3.9±1.28	21.7±2.75	3.1±0.87	11.8±3.35	15/5/2023
5.1	30.67	7.9±2.13	52.8±5.581	4.3±1.15	24.9±3.34	3.1±0.56	14.6±2.87	30/5/2023
5.93	33.02	9.8±1.39	55.2±3.52	4.8±0.78	29.5±4.01	3.2±0.91	14.3±1.76	14/6/2023
6.43	32.87	10.3±1.63	55.9±4.74	5.9±1.44	27.9±3.9	3.1±0.87	14.8±1.47	30/6/2023
5.4	29.63	8.6±1.07	50.8±3.79	5.3±1.39	25.8±2.85	2.3±1.05	12.3±2.21	15/7/2023
5.1	28.03	9.1±1.1	48.2±4.61	4.2±1.39	24.1±2.33	2±1.15	11.8±1.54	30/7/2023
4.6	27.02	8.1±1.03	48.5±4.57	3.8±0.91	22.2±3.39	1.9±0.87	10.3±1.76	15/8/2023
4.47	25.04	8.6±2.22	46.2±4.41	3±1.24	20.4±1.64	1.8±0.91	8.4±1.89	30/8/2023
4.03	23.23	8.3±2.05	45.2±6.19	2.9±0.73	18.3±1.56	0.9±0.73	6.2±1.47	14/9/2023
4.07	22.13	7.9±2.64	44.1±3.34	2.8±0.63	16.6±1.89	1.5±0.7	5.7±1.15	30/9/2023
3.67	20.63	7.8±1.54	43.2±5.32	2±1.15	14.5±1.58	1.2±0.78	4.2±0.91	15/10/2023
3.10	19.37	6.6±1.42	41.5±3.8	1.8±1.13	12.7±2.35	0.9±0.73	3.9±0.99	30/10/2023
2.03	18.07	4.3±1.25	38.8±3.32	1.2±1.03	11.6±2.17	0.6±0.51	3.80.91	15/11/2022
0	16.67	0	36.2±4.34	0	10.4±2.31	0	3.4±2.59	30/11/2023
3.35±2.09	24.69±4.82	5.81±3.66	46.28±5.39	2.65±1.85	19.32±5.45	1.56±1.12	8.46±3.84	المتوسط
0	16.20	0	35.5±4.08	0	9.9±1.59	0	3.2±2.29	01/03/2024
0	16.30	0	35.6±3.89	0	10±1.24	0	3.3±2.35	15/3/2024
0	16.47	0	35.9±3.57	0	10.1±0.87	0	3.4±2.22	31/3/2024
2.13	18.13	2.5±1.64	38.2±3.04	3±1.69	11.9±2.07	0.9±0.73	4.3±1.33	15/4/2024
4.07	19.67	5.3±2.9	40.2±4.07	3.9±2.18	12.4±1.89	3±1.89	6.4±1.17	30/4/2024
4.57	20.37	5.8±2.34	40.2±4.07	4.7±2.16	12.4±1.89	3.21.68	8.5±2.01	15/5/2024
5.4	20.5	8.1±2.02	38.8±4.63	4.8±1.93	12.6±2.54	3.3±1.33	10.1±1.66	31/5/2024

4.07	15.9	7.1±1.91	32.9±4.84	3.1±0.99	10.3±1.33	2±1.15	4.5±1.84	15/6/2024
3.33	13.13	5.9±1.72	25.8±6.76	2.2±1.22	9.7±0.94	1.9±0.99	3.9±1.96	30/6/2024
2.63	9.70	4.8±1.31	20.4±4.62	2.2±0.63	6.3±1.56	0.9±0.56	2.4±1.42	15/7/2024
1.83	6.47	3.9±1.44	14.7±6.03	1.1±0.73	3.6±2.71	0.5±0.52	1.1±0.99	30/7/2024
1.77	6.40	3.9±1.44	14.7±6.03	1.1±0.73	3.6±2.71	0.3±0.48	0.9±0.73	15/8/2024
0.6	2.50	1.5±1.58	6.6±4.24	0.3±0.48	0.9±0.99	0	0	31/8/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	15/9/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	30/9/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	15/10/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	30/10/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	15/11/2022
0	0	0	0	0	0	0	0	30/11/2024
1.6±1.12	9.56±4.23	2.56±2.87	19.97±16.7	1.38±1.73	5.98±5.23	0.84±1.2	2.73±3.04	المتوسط

الجدول (2): متوسط نسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* وأعداد المفترس *H. trifurcata* على مستويات الإصابة: الأول، الثاني والثالث في حقل الصبار 2، وفق تاريخ الجولات الحقلية خلال المواسم 2021، 2022، 2023 و 2024 (متوسط ± الانحراف المعياري).

متوسط عام		مستوى ثالث		مستوى ثاني		مستوى أول		التاريخ (الموسم)
عدد المفترس	نسبة الإصابة %	عدد المفترس	نسبة الإصابة %	عدد المفترس	نسبة الإصابة %	عدد المفترس	نسبة الإصابة %	
0	26.00	0	43.6	0	25.3	0	9.1	01/03/2021
0	26.00	0	43.7	0	25.2	0	9.1	14/3/2021
0	26.20	0	44	0	25.4	0	9.2	31/3/2021
0	27.23	0	46.3	0	26.2	0	9.2	15/4/2021
0	28.60	0	46.4	0	29.7	0	9.7	30/4/2021
0	32.07	0	54.3	0	31.7	0	10.2	16/5/2021
0	35.97	0	62.2	0	33.5	0	12.2	30/5/2021
0	37.33	0	64.3	0	34.5	0	13.2	15/6/2021
0	38.63	0	67.1	0	35.7	0	13.1	30/6/2021
0	40.50	0	70.7	0	36.2	0	14.6	15/7/2021
0	41.47	0	71.3	0	37.2	0	15.9	30/7/2021
0	41.60	0	71.2	0	37.3	0	16.3	15/8/2021
0	41.13	0	68.8	0	37.9	0	16.7	31/8/2021
0	41.27	0	68.7	0	38.2	0	16.9	15/9/2021
0	41.77	0	68.8	0	39.2	0	17.3	30/9/2021
0	40.97	0	66.7	0	38.3	0	17.9	16/10/2021
0	38.57	0	62.3	0	36.1	0	17.3	31/10/2021
0	35.03	0	56.6	0	32.2	0	16.3	15/11/2021
0	32.33	0	52.2	0	30.1	0	14.7	30/11/2021
0	35.4±6.05	0	59.4±10.49	0	33.1±4.88	0	13.6±3.31	المتوسط
0	32.20	0	55.2±3.45	0	30.2±4.34	0	11.2±2.04	01/03/2022
0	32.37	0	55.4±2.98	0	30.3±3.05	0	11.4±2.06	16/3/2022
0	33.13	0	56.1±2.6	0	31.4±2.79	0	11.9±1.52	31/3/2022
0	35.90	0	56.7±3.3	0	34.5±2.46	0	16.5±1.5	15/4/2022
0	36.37	0	55.1±2.23	0	34.7±1.41	0	19.3±1.76	30/4/2022
1.67	38.00	3.9±1.37	55.7±2.31	0	35.1±1.28	1.1±0.99	23.2±2.78	15/5/2022
3.57	40.43	4.7±1.7	57.3±2.98	4.1±1.66	37.5±2.27	1.9±1.37	26.5±2.12	30/5/2022

4.93	41.40	6.7±1.82	57.9±2.33	5.1±1.66	37.9±2.18	3±1.54	28.4±2.36	15/6/2022
5.83	42.43	7.7±2.11	58.1±2.42	6.7±1.63	39.1±1.91	3.1±1.19	30.1±2.28	30/6/2022
6.33	44.03	8.4±1.95	58.1±2.96	6.7±2.05	41.7±3.19	3.9±1.28	32.3±2.01	15/7/2022
5.63	39.77	8.9±1.19	54.8±2.25	5.1±1.37	37.6±3.13	2.9±1.1	26.9±2.72	31/7/2022
5.50	38.17	8.8±1.81	51.7±5.01	4.8±1.47	37.5±3.1	2.9±1.19	25.3±3.16	15/8/2022
5.37	35.93	8.8±1.61	48.3±4.19	4.2±0.91	35.7±2.58	3.1±1.1	23.8±2.48	31/8/2022
4.87	33.50	8±1.05	44.4±5.01	4.1±0.73	32.8±3.22	2.5±0.97	23.3±2.98	15/9/2022
4.53	31.83	7.8±1.47	41.8±4.49	3.8±0.91	30±4.92	2±1.05	23.7±1.76	30/9/2022
4.1	29.67	7.2±1.13	39.5±3.47	3.1±0.73	27.7±4.39*	2±0.94	21.8±2.97	15/10/2022
3.13	28.4	5.2±1.68	37.4±1.42	2.3±0.94	26±2.44	1.9±1.1	21.8±2.78	31/10/2022
1.03	26.37	2.2±1.47	37.2±3.65	0.9±0.66	23.8±1.05	0	17.7±1.44	15/11/2022
0	26.23	0	37.4±3.65	0	23.9±3.34	0	17.8±2.44	30/11/2022
2.97±2.45	35.06±5.3	4.76±3.56	50.42±8.02	2.72±2.42	33.02±7.96	1.69±3.35	21.73±6.14	المتوسط
0	26.97	0	38.1±5.25	0	24.4±4.06	0	18.4±3.43	01/03/2023
0	27.13	0	37.9±4.79	0	24.8±3.85	0	18.7±3.19	15/3/2023
0	27.10	0	38.5±4.69	0	24.3±3.56	0	18.5±2.27	30/3/2023
2.37	28.27	3.1±1.66	38.5±4.69	2.1±1.52	24.3±3.56	1.9±1.52	22±2.98	14/4/2023
3.33	30.17	4.1±0.99	40.1±3.51	3.1±0.99	27.8±3.11	2.8±1.13	22.6±1.16	30/4/2023
4.5	32.13	5.7±1.33	42.4±4.62	3.9±1.19	29.8±5.2	3.9±1.1	24.2±3.58	15/5/2023
5.33	32.03	7.1±2.13	41.4±3.27	4.8±1.93	30.7±1.7	4.1±1.19	24±2.58	30/5/2023
5.77	33.43	8±1.56	43.5±3.8	5.1±1.44	31.9±3.41	4.2±1.54	24.9±3.38	14/6/2023
6.2	33.37	8.6±2.06	42.5±3.1	6.1±1.37	35.4±4.99	3.9±1.28	22.2±3.42	30/6/2023
6.53	30.57	9.6±0.96	38.2±4.71	6.8±1.03	31.6±3.23	3.2±1.39	21.9±3.34	15/7/2023
6.7	28.23	10.1±1.19	35.8±3.99	6.9±0.99	29.3±2.58	3.1±1.28	19.6±3.4	30/7/2023
6.37	26.17	9.7±0.94	33.8±6.03	6.1±1.37	27±6.37	3.3±1.33	17.7±4.27	15/8/2023
5.7	24.20	9.1±1.72	31.1±7.07	4.9±1.52	24±5.88	3.1±1.59	17.5±4.83	30/8/2023
5.23	22.70	8.5±1.43	30.8±4.15	4.7±1.33	22±1.33	2.5±1.51	15.3±2.86	14/9/2023
4.63	20.47	7.6±2.33	27.7±5.86	4.2±1.13	20.9±3.07	2.1±1.44	12.8±1.75	30/9/2023
4.3	18.30	7.7±1.7	25.7±4.69	3.3±0.48	18.5±2.71	1.9±1.66	10.7±1.7	15/10/2023
3.0	17.37	7.1±2.13	23.7±5.01	2.8±1.22	18.3±2.21	1.8±1.31	10.1±1.37	30/10/2023
2.67	16.77	5.3±1.76	23.5±4.69	1.8±1.31	17.3±1.82	0.9±0.56	9.5±1.08	15/11/2022
0	16.13	0	22.2±4.84	0	16.9±1.28	0	9.3±0.82	30/11/2023
3.87±2.38	25.87±5.75	5.85±3.61	34.49±7.05	3.5±2.34	25.22±5.39	2.24±1.14	17.88±5.23	المتوسط
0	17.17	0	23.9±5.74	0	17.9±3.1	0	9.7±2.35	01/03/2024
0	17.93	0	24.2±2.65	0	18.8±2.78	0	10.8±2.04	15/3/2024
0	18.13	0	24.8±3.04	0	18.9	0	10.7±1.41	31/3/2024
3.53	18.73	4.9±1.66	25.6±3.56	3.7±1.49	18.9±2.46	2±1.49	11.7±1.7	15/4/2024
4.80	21.20	5.7±1.25	28.2±6.01	4.7±1.82	21.8±3.32	4±1.33	13.6±1.89	30/4/2024
5.33	22.10	6.7±1.15	27.5±4.57	5.2±1.47	22.9±3.57	4.1±1.19	15.9±3.63	15/5/2024
5.73	23.30	6.8±1.39	28±5.45	5.7±1.76	23.5±4.19	4.7±1.63	18.4±3.62	31/5/2024
5.73	22.97	8±2.53	29.4±5.79	5.1±1.52	23.8±5.05	4.1±1.28	16.7±2.62	15/6/2024
5.20	23.30	7.7±1.49	29.2±4.98	4.8±1.03	25.8±4.91	3.1±0.99	15.9±1.96	30/6/2024
4.37	20.47	6.3±1.41	27.4±4.81	4±1.41	19.7±3.05	2.8±1.81	14.3±4.05	15/7/2024
3.67	18.17	4.9±1.52	25.7±5.07	3.2±1.39	16.9±2.55	2.9±1.85	11.9±3.07	30/7/2024
3.60	17.40	4.8±1.39	23.6±2.87	3.1±1.19	16.8±2.48	2.9±1.37	11.8±2.97	15/8/2024
2.80	13.22	3.8±1.39	21.4±3.59	2.7±1.76	8.7±2.75	1.9±1.44	8.9±2.51	31/8/2024
2.17	9.80	2.8±1.54	17.5±5.38	1.9±1.44	5.8±1.93	1.8±1.31	6.1±1.79	15/9/2024
0.83	3.10	2.5±1.77	9.3±5.49	0	0	0	0	30/9/2024

0.6	2.53	1.8±1.31	7.6±4.32	0	0	0	0	15/10/2024
0.33	2.43	1±0.66	7.3±3.97	0	0	0	0	30/10/2024
0	2.07	0	6.2±3.42	0	0	0	0	15/11/2022
0	1.9	0	5.7±3.23	0	0	0	0	30/11/2024
2.56±2.24	14.51±6.14	3.56±2.87	30.55±8.62	2.32±2.22	13.6±9.64	1.8±1.7	9.28±6.38	المتوسط

عند إجراء المقارنات بين حقلتي التجربة في نسب الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية، وأعداد المفترس *H. trifurcata* خلال مواسم الدراسة، فخلال الموسم 2021 كانت نسب الإصابة بالحشرة (كمتوسط عام) في الحقلين 1 و2 متقاربة (بدون فروق معنوية) وبلغت 32.4 و35.4% على الترتيب، وبدون تسجيل فروق معنوية على المستويات المدروسة في حقلتي التجربة (الجدول 3). في حين لم يسجل المفترس *H. trifurcata* على نباتات الصبار خلال هذا الموسم.

خلال الموسم 2022، كان متوسط نسبة الإصابة بالحشرة في الحقلين 1 و2 متقاربة وبلغت 34.78 و35.06% على الترتيب، وبدون أي تأثير يذكر للمفترس *H. trifurcata* في خفض نسب الإصابة بالحشرة، وقد يعزى ذلك بأن المفترس كان في طور بناء مجتمعه ولم يظهر تأثيره بعد في خفض كثافة الحشرة، وكذلك بسبب الكثافة العالية لمجتمع الآفة حيث تعد إناث المفترس *H. trifurcata* ذات خصوبة متوسطة تقارب 237 بيضة/انثى، بمتوسط مدة جيل (T) 68.4 يوم (Vanegas-Rico et al., 2016)، مقارنةً بإناث حشرة قشرية الصبار القرمزية ذات الخصوبة المرتفعة والتي تقارب 567 بيضة/انثى، بمتوسط مدة جيل (T) 40.4 يوم (Palafox-Luna et al., 2018)، في حين لم تسجل فروق معنوية في نسب الإصابة على المستويات المدروسة بين حقلتي التجربة. فيما يخص أعداد المفترس *H. trifurcata*، فقد بلغت في الحقل 1 بالمتوسط: 4.51 مفترس/لوح، متفوقاً على متوسط أعداد المفترس في الحقل 2 والتي بلغت 2.97 مفترس/لوح، وقد يعزى ذلك بسبب عدم إطلاق المفترس في الحقل 2، واحتياجه فترة زمنية لينتشر إلى الحقل 2، في حين لم تسجل فروق معنوية في أعداد المفترس ضمن المستويات المدروسة بين حقلتي التجربة.

خلال الموسم 2023 انخفض متوسط نسبة الإصابة بالحشرة في حقلتي التجربة عنها في الموسم 2022، وكانت متقاربة في الحقلين 1 و2 وبلغت: 24.69 و25.87% على الترتيب (بدون فروق معنوية)، مع وجود فروق معنوية في نسبة الإصابة ضمن المستويات المدروسة بين حقلتي التجربة (الجدول 3). فيما يخص أعداد المفترس *H. trifurcata*، فقد كان متوسط أعداده في حقلتي التجربة متقارباً بالرغم من انخفاض عدده في حقلتي التجربة مقارنةً بالموسم 2022 بالتوازي مع انخفاض نسبة الإصابة بالآفة، حيث بلغت في الحقل 1 والحقل 2 بالمتوسط 3.35 و3.87 مفترس/لوح (بدون فروق معنوية)، كما لم يتم تسجيل فروق معنوية في متوسط أعداد المفترس ضمن المستويات المدروسة بين حقلتي التجربة، وقد يعزى هذا التقارب في أعداد المفترس في الحقلين لاستيطانه بشكل متكافئ في حقلتي التجربة، وهذا يتفق مع ما وجدته Vanegas-Rico وآخرون (2022)، من أن المفترس *H. trifurcata* يبني مجتمعه بشكل متوازي مع مجتمع حشرة قشرية الصبار القرمزية.

خلال الموسم 2024 انخفضت نسبة الإصابة بالحشرة في حقلتي التجربة عنها في الموسم 2023، بشكل ملموس حيث بلغت في الحقل 1: 9.56% متفوقاً بشكل معنوي عن نسبة الإصابة في الحقل 2 والتي بلغت: 14.51% وقد يعزى ذلك لتأخر تأسيس مجتمع المفترس *H. trifurcata*، في الحقل 2 مقارنةً بالحقل 1 (والذي تم إطلاق المفترس فيه)، حيث يساهم المفترس في تخفيض الإصابة من خلال افتراسه للأطوار المختلفة للحشرة، مع تسجيل فروق معنوية في نسبة الإصابة ضمن المستويات المدروسة بين

حقلي التجربة. مع التنويه إلى أن نسبة الإصابة في الحقل 1 انخفضت تدريجياً حتى 0% على جميع المستويات المدروسة بتاريخ 2024/9/15 (الجدول 1)، أما في الحقل 2 فقد انخفضت نسبة الإصابة تدريجياً حتى 0% على المستوى الأول والثاني 2 بتاريخ 2024/9/30 وحتى 5.7% على المستوى الثالث مع نهاية موسم 2024 (2024/11/30)، مما يدل على الكفاءة البيئية والحيوية والإفتراسية العالية للمفترس *H. trifurcata*، ويؤكد أهميته كعدو حيوي فعال لمكافحة الحشرة على نبات الصبار. وهذا يتفق مع ما وجدته أسعد وآخرون 2025 من المقدرة الافتراسية العالية للمفترس *H. trifurcata* على حشرة قشرية الصبار القرمزية، بالإضافة لما وجدته Vanegas-Rico وآخرون (2022) بأن الاستجابة الوظيفية للمفترس *H. trifurcata* حسب نماذج (Holling, 1961) هي من النموذج الثاني Type II، حيث تزداد الأعداد المستهلكة من الآفة من قبل المفترس مع زيادة كثافتها ثم تتوقف عند حد معين، وعند الكثافة المنخفضة يكون منحنى الافتراس خطياً (Garrik and Gilliam., 2001) وبالتالي فإنه عند الكثافة المنخفضة للآفة كما في موسم 2024 يكون معدل استهلاك الآفة بوتيرة عالية من قبل المفترس مع ازدياد التنافس من قبل أفراد المفترس على الغذاء (الآفة) (Rameriz et al., 2013). فيما يخص أعداد المفترس *H. trifurcata* خلال الموسم 2024، فقد كان متوسط أعداده في الحقل 1 منخفضاً بشكل معنوي عنه في الحقل 2، وذلك بالتوازي مع نسبة الإصابة المرتفعة في الحقل 2 عنها في الحقل 1، مع الأخذ بعين الاعتبار الارتباط الموجب (التناسب الطردي) بين نسبة الإصابة وأعداد المفترس، مع تسجيل فروق معنوية في نسبة الإصابة وعدد المفترس على المستويات المدروسة بين حقلي التجربة (الجدول 3).

الجدول (3): متوسط نسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* وأعداد المفترس *H. trifurcata* في حقلي التجربة (حقل الصبار 1 وحقل الصبار 2) على مستويات الإصابة، والمتوسط العام (متوسط \pm الانحراف المعياري)، خلال المواسم 2021، 2022، 2023 و 2024.

المؤشر	الموسم	حقل الصبار	المستوى الأول	المستوى الثاني	المستوى الثالث	متوسط عام	تحليل التباين Analyse of variance
نسبة الإصابة %	2021	1	10.2 \pm 2.3	30.4 \pm 4.1	56.6 \pm 5.7	32.40	P=0.06 (متوسط)
		2	13.7 \pm 2.8	33.1 \pm 5.5	59.4 \pm 6.36	35.40	p=0.942 (معاملات)
	2022	1	16.58 \pm 5.94	32.49 \pm 7.57	55.25 \pm 6.65	34.78 \pm 6.38	P=0.686, p=0.12, l.s.d=2.351 (متوسط)
		2	21.73 \pm 6.14	33.02 \pm 7.96	50.42 \pm 8.02	35.06 \pm 5.3	(معاملات)
	2023	1	8.46 \pm 3.84	19.33 \pm 5.45	46.28 \pm 5.39	24.69 \pm 4.82	P=0.16 (متوسط)
		2	17.88 \pm 5.23	25.22 \pm 5.39	34.49 \pm 7.05	25.87 \pm 5.75	p<0.001, l.s.d=1.355 (معاملات)
	2024	1	2.73 \pm 3.04	5.98 \pm 5.23	19.97 \pm 16.7	9.56 \pm 4.23	P<0.001, l.s.d=2.049 (متوسط)
		2	9.28 \pm 6.38	13.6 \pm 9.64	30.55 \pm 8.62	14.51 \pm 6.14	p<0.001, l.s.d=3.549 (معاملات)
أعداد المفترس/ لوح	2021	1	0	0	0	0	-
		2	0	0	0	0	-

P < 0.001, (متوسط) I.s.d=0.533 (معاملات) p = 0.016	4.51±2.64 A	7.21±4.01 c	3.92±2.41 b	2.37±1.49 a	1	2022
	2.97±2.45 B	4.76±3.56 c	2.72±2.42 b	1.69±3.35 a	2	
P = 0.06 (متوسط) (معاملات) p = 0.374	3.35±2.09 C	5.81±3.66 f	2.65±1.85 e	1.56±1.12 d	1	2023
	3.87±2.38 C	5.85±3.61 f	3.5±2.34 e	2.24±1.14 d	2	
P < 0.001, (متوسط) I.s.d=0.342 p < 0.001, I.s.d=0.592 (معاملات)	1.6±1.12 E	2.87±2.57 i	1.38±1.73 hg	0.84±1.2 g	1	2024
	2.56±2.24 D	3.56±2.87 j	2.32±2.22 hi	1.8±1.7 h	2	

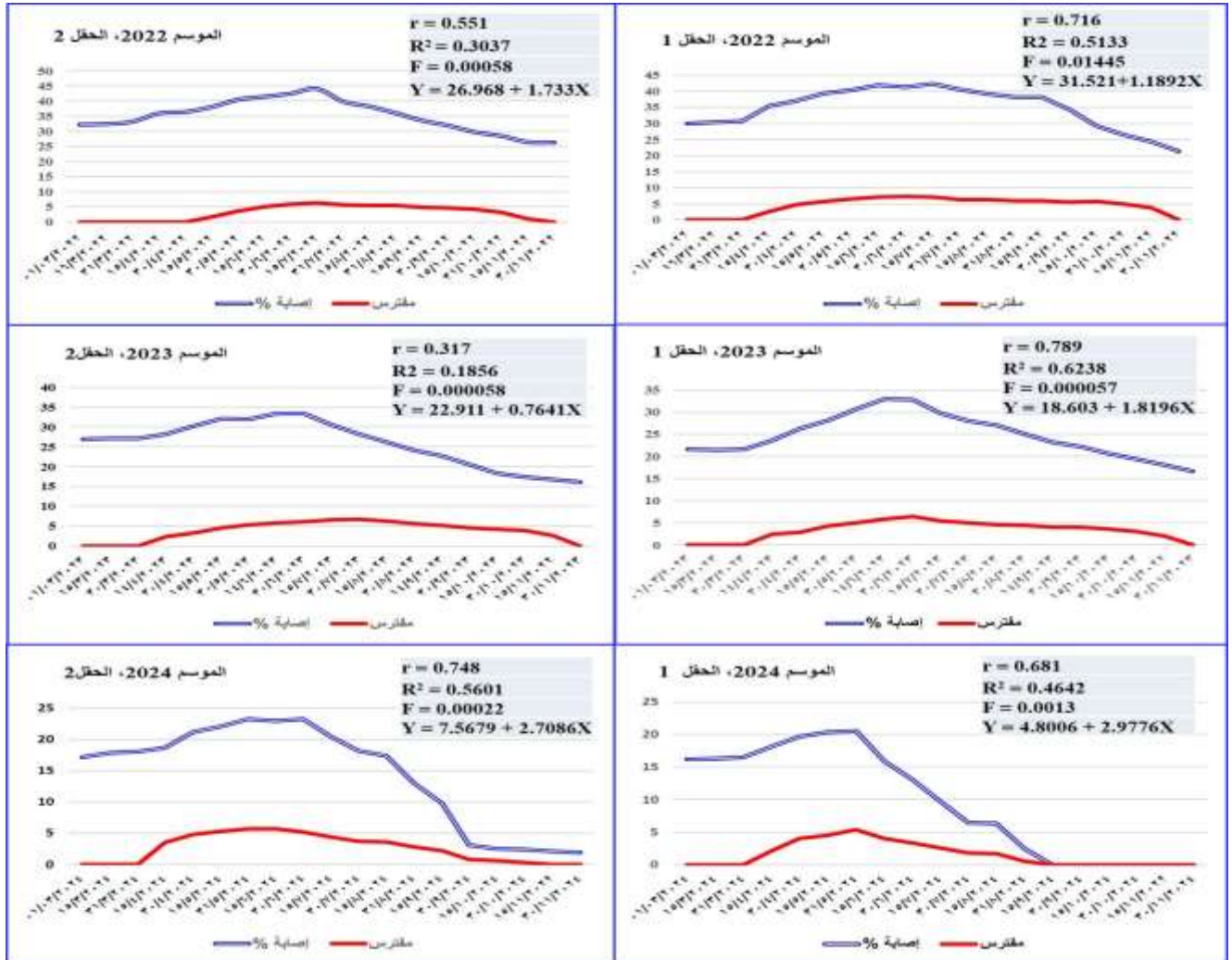
المؤشرات المتبوعة بأحرف متباينة تدل على معنوية الفروق عند مستوى المعنوية 5% الأحرف الكبيرة للمتوسطات والأحرف الصغيرة للمعاملات.

أظهرت المقارنات بين مستويات نسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* وأعداد المفترس *H. trifurcata* في كل من حقل التجربة، خلال مواسم الدراسة: 2022، 2023 و 2024، ارتفاع متوسط أعداد المفترس مع ارتفاع نسبة الإصابة، في حين انخفضت أعداد المفترس مع انخفاض نسبة الإصابة، مما يدل على علاقة ارتباط إيجابية بين أعداد المفترس ونسبة الإصابة. كما يظهر الشكل 4: تغيرات نسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* وأعداد المفترس *H. trifurcata* في حقل الصبار خلال المواسم الدراسة، قيمة معامل الارتباط r ، معامل التحديد R^2 ، معنوية معامل الارتباط F ، ومعادلة الانحدار بين عدد المفترس ونسبة الإصابة كعلاقة خطية (Linear)، في حقل التجربة خلال المواسم 2022، 2023 و 2024. كما أظهر التحليل الإحصائي للانحدار Regression، أن قيمة معامل الارتباط البسيط r بين أعداد المفترس كمتغير تابع (Y) مع نسبة الإصابة كمتغير مستقل (x) خلال مواسم الدراسة في الحقلين 1 و 2، هو ارتباط معنوي وفق قيمة F (Lehman, 2005).

الاستنتاجات والتوصيات

- حقق الإطلاق التلقائي للمفترس *H. trifurcata* في حقول الصبار في منطقة قطنا (ريف دمشق - سورية) نجاحاً بيئياً وحيوياً من خلال تأقلمه مع الظروف المحلية للمنطقة وتمكنه من اجتياز فترة التشتية وبناء مجتمعه تلقائياً، بشكل متزامن مع مجتمع حشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae*، حيث تمكن من السيطرة على الآفة خلال ثلاث مواسم من إطلاقه في الحقل.
- أثبت المفترس *H. trifurcata* كفاءة افتراسيه عالية من خلال خفضه لنسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* في حقل التجربة وخاصةً عند المستويات المتوسطة والمنخفضة من الإصابة بالآفة، أما عند الإصابة المرتفعة بالآفة فقد تموت شجيرات الصبار بمعدل أسرع من دور المفترس بمكافحة الحشرة (مشاهدات شخصية).

- إجراء الإطلاق التلقائي للمفترس *H. trifurcata* في حقول الصبار في سورية حتى قبل ظهور الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية (كإجراء وقائي)، مع التركيز على المناطق التي دخلتها الآفة ولم يسجل فيها المفترس *H. trifurcata* (كالمنطقة الساحلية).
- تعزيز الدراسات المتعلقة بالتربية الكمية للمفترس *H. trifurcata*، لاستخدامه بالإطلاق الإغراقي (كإجراء علاجي) لمكافحة الآفة، ضمن برامج الإدارة المتكاملة للآفة في ظروف البيئة المحلية السورية.



الشكل (4): تغيرات نسبة الإصابة بحشرة قشرية الصبار القرمزية *D. opuntiae* وأعداد المفترس *H. trifurcata* في حقلي الصبار 1 و 2 خلال المواسم 2022، 2023 و 2024 مع قيم التحليل الإحصائي للانحدار Regression.

المراجع:

أسعد، فراس وزياد شيخ خميس ومازن بوفاعور (2024). التسجيل الأول للمفترسين *Scymnus saturalis* و *Hyperaspis trifurcata* على حشرة قشرية الصبار القرمزية (*Dactylopius opuntiae*) في حقول الصبار في سورية. مجلة وقاية

النبات العربية، 42(1): 107-102. <https://doi.org/10.22268/AJPP-001211.107-102>

أسعد، فراس وزياد شيخ خميس ومازن بوفاعور (2025). دراسة الكفاءة الإفتراضية لنوعين من خنافس أبي العيد *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) و *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) على حشرة قشرية الصبار القرمزية *Dactylopius opuntiae* تحت الظروف المخبرية. مجلة جامعة حمص، 47(2): 39-57.

بابي، عدنان ومنير النبهان وفصل جاويش (2002). المكافحة الحيوية لبيض فراشة دودة جوز القطن الأمريكية ودودة جوز القطن الشوكية باستخدام المتطفلات تريكوغراما *Trichogramma principium* في سورية. المؤتمر الدولي في المكافحة الحيوية للآفات الحشرية الزراعية. 24-28 تشرين الأول 1999. حلب، سورية، 117-133.

بوفاعور، مازن ورامي بوحمدان (2020). التسجيل الأول للحشرة القشرية القرمزية *Dactylopius opuntiae* (Cockerell, 1896) على نبات الصبار في سورية. مجلة وقاية النباتات العربية، 38 (1): 59-63.

<https://dx.doi.org/10.22268/AJPP-38.1.059063>

Bouharroud, R.; A. Amarraque; and R. Qessaoui (2016). First report of the Opuntia cochineal scale *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) in Morocco. EPPO Bulletin, 46 (2):308–310. <https://doi.org/10.1111/epp.12298>

Chidawanyika F.; P. Mudavanhu; and C. Nyamukondiwa (2012). Biologically Based Methods for Pest Management in Agriculture under Changing Climates: Challenges and Future Directions. Insects journal 3, 1171 1189; [doi:10.3390/insects3041171](https://doi.org/10.3390/insects3041171). www.mdpi.com/journal/insects/

De Bach and P.; Rosen (1991). Biological control by natural enemies. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 440.

El-Finti A.; R. El-Boullani; A. Zahidi; and A. El Mousadik (2022). Management of the Prickly Pear Mealy Bug, *Dactylopius opuntiae* Using Bio-Insecticide in Morocco Advances in Entomology, 10, 267-274. <https://doi.org/10.4236/ae.2022.104019>

Feugang, J. M.; P. Konarski, D. Zou; F.C. Stintzing; and C. Zou (2006). Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia spp.*) cladodes and fruits. Frontiers in Bioscience 11, 2574-2589. <https://doi.org/10.2741/1992>

Fitiwy, I.; A. Gebretsadkan; and A. Araya (2016). Management of cochinal (*Dactylopius coccus* Costa) insect pest through botanical extraction in tigray, in north Ethiopia. Journal of the draylands, S6(2): 499 -505.

Garrik, T. S.; and J. F. Gilliam (2001). Functional responses with predator interference: viable alternatives to the holing type II Model. Ecology 82(11), 3083-3092. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082)

Greathead D.J.; and J.K. Waage (1983). Opportunities for Biological Control of Agricultural Pests in Developing Countries. The International Bank for Reconstruction and Development. U.S.A. 50pp.

Holling, C.S. (1961). Principles of insect predation. Annu. Rev. Entomol. 6 (1), 163-182. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.06.010161.001115>.

- Ingles, P.; C. Mondragon; and A. Nefzaoui (2017). Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear ix international congress on cactus pear and cochineal. crops for a hotter and drier world. Coquimbo, Chile, 26-30 March 2017.
- Lehman A. (2005). JMP for Basic Univariate and Multivariate Statistics A step-by-step Guide Cary, NC: SAS Press. 123p.
- Litvinova, M.; N . Andrieieva; V . Zavodyanny; I. S . Loi; and O . Shtank (2019). Application of multiple correlation analyses method to modelling the physical proper ties of crystals (on the example of Gallium. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. DOI: [10.15587/1729-4061.2019.188512](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.188512)
- Maurya R. P.; R. Koranga; I. Samal; D. Chaudhary; A. U. Paschapur; M. Sreedhar; and R. N. Manimala (2022). Biological control: a global perspective. International Journal of Tropical Insect Science. 4(2)1-19. <https://doi.org/10.1007/s42690-022-00881-9>
- Mazzeo, G.; S. Nucifora; A. Russo; and P. Suma (2019). *Dactylopius opuntiae*, a new prickly pear cactus pest in the Mediterranean: an overview. Entomologia Experimentalis et Applicata 167: 59-72. <http://dx.doi.org/10.1111/eea.12756>
- Moran, V.C.; B.H. Gunn; and G.H. Walter (1982). Wind dispersal and settling of first-instar crawlers of the cochineal insect *Dactylopius austrinus* (De Lotto) (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae). Ecological Entomology 7: 409-419.
- Ooi, A.; and C. Peter (2005). Nonpesticide methods for controlling diseases and insect pests. Report of APO (Asian Productivity Organization) Japan, 179pp.
- Palafox-Luna, J.; E. Rodriguez-Leyva; J. R. Lomeli-Flores; A. L. Vigueras-Guzman; and J. M. Vanegas-Rico (2018). Life cycle and fecundity of *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) in *Opuntia ficus-indica*. Publicado como articulo en Agrociencia 52: 103-114.
- Rameriz, S.A.; N.O. Sanatana; and Y. A. Solis (2013). Biology of *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) (Coleoptera: Coccinellidae) in laboratory conditions. Dugesiana 20(2): 99-103. <https://doi.org/10.32870/dugesiana.v20i2.4103>
- Stintzing, F.C.; and R. Carle (2005). Cactus stems (*Opuntia* species): a review on their chemistry, technology, and uses. Molecular Nutrition and Food Research 49: 175-194.
- Vanegas-Rico, J.M.; R. E. guez-Leyva; J.R. Lomeli-Flores; G. H. alez-Hernandez; P. A. erez-Panduro; and G. Mora-Aguilera (2016). Biology and life history of *Hyperaspis trifurcata* feeding on *Dactylopius opuntiae*. BioControl 61: 691-701.
- Vanegas-Rico, J.M.; A. Pérez-Panduro; J.R. Lomelí-Flores; E. Rodríguez-Leyva; J.M. Valdez-Carrasco; and G. Mora-Aguilera (2017). *Dactylopius opuntiae* population fluctuations and predators in Morelos, Mexico Folia Entomológica Mexicana (nueva serie), 3(2): 23-31.
- Vanegas-Rico, J.M.; J.R. Lomeli-Flores; E. Rodríguez-Leyva; H. González-Hernández; J. Suarez-Espinoza; A. Pérez-Panduro; G. Mora-Aguilera; and A.L. Muñoz-Viveros (2022). Functional response of the lady beetle, *Hyperaspis trifurcata* preying upon *Dactylopius opuntiae*

(Hemiptera: Dactylopiidae). Acta Hort. 1343. 595-601. DOI
[10.17660/ActaHortic.2022.1343.75](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1343.75)

Van Lenteren, J.C. (2011). The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. BioControl 2011, 57, 1-20.

Efficiency of the inoculative release of *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) in controlling the opuntia cochineal scale insect *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) in Syria

Firas Assad^{1*}, Ziad Chikh-Khamis² and Mazen Bufaur³

¹ General Commission for Scientific Agricultural Research, Hama Research Center, Syria.

² Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Homs University, Syria.

³ General Commission for Scientific Agricultural Research, Swedaa Research Center, Syria.



(*Corresponding author: Firas Assad, Email: firasassad52@gmail.com, Mob.: 0988210995)

Received: 9/ 7/ 2025 Accepted: 23/ 11/ 2025

Abstract

The coccinellid *Hyperaspis trifurcata* (Schaeffer) is natural enemy (predator) associated with Opuntia cochineal scale insect *Dactylopius opuntiae* which damage Cactus in Syria. This research was carried out to study the potential of inoculative releases of *H. trifurcata* in Qatana region in rif-Dimashq-Syria. In 2021 season *H. trifurcata* was released in cactus field 1 in three points at 100 adults/point, when the infestation ratio in the two cactus fields 1 and 2 were in average; 32.4 and 35.4% respectively. The observation of Pedator population and infestation ratio in both fields were continued per three next seasons. The results showed that *H. trifurcata* had established in both cactus fields during 2022, 2023 and 2024 seasons, it consumed different stages of *D. opuntiae* and reduced infestation ratio gradually. In field 1 the infestation ratio was in 2022, 2023 and 2024 seasons in average; 34.78, 24.69 and 9.56% respectively. However, it was; 35.06, 25.87 and 14.51% those of field 2. The average number of *H. trifurcata* in 2022, 2023 and 2024 seasons in field 1 was; 4.51, 3.35 and 1.6 adult/cladode respectively. However, it was; 2.97, 3.87 and 2.56 those of field 2, with positive correlation between predator population and infestation ratio. Based on these results, it was concluded that *H. trifurcata* had a potential in biological control of *D. opuntiae* under Syrian local environment.

Keywords: *Hyperaspis trifurcate*, Opuntia cochineal scale, *Dactylopius opuntiae*, cactus, biological control.