

استخدام نموذج درجات الحرارة اليومية المتراكمة للتنبؤ بأجيال ذبابة ثمار الزيتون (*Bactrocera oleae*) كعنصر مهم في برنامج الإدارة المتكاملة لآفات الزيتون في طرطوس، سورية

غوى نعمه¹، موسى السمارة² وشادي فسحة¹

(1) مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية؛

(2) قسم الوقاية البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.

البريد الإلكتروني للباحث المرسل: ghiwaneh85@gmail.com

الملخص

نعمه، غوى، موسى السمارة وشادي فسحة. 2025. استخدام نموذج درجات الحرارة اليومية المتراكمة للتنبؤ بأجيال ذبابة ثمار الزيتون (*Bactrocera oleae*) كعنصر مهم في برنامج الإدارة المتكاملة لآفات الزيتون في طرطوس، سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 43(1):17-24.

<https://doi.org/10.22268/AJPP-001292>

درست الكثافة العددية الموسمية لذبابة ثمار الزيتون (*Bactrocera oleae*) (Diptera: Tephritidae) وعلاقتها بدرجات الحرارة اليومية المتراكمة باستخدام المصائد الغذائية (ماكفيل) الحاوية على محلول بيوفوسفات الأمونيوم 3% خلال الموسمين المتتاليين 2021 و 2022، وذلك في حقل زيتون من الصنف دعييلي في منطقة متن الساحل، محافظة طرطوس، سورية. أظهرت النتائج أن نشاط الذبابة بدأ في أواخر شهر أيار/مايو وحتى أوائل شهر كانون الأول/ديسمبر، 2021؛ ومن أوائل شهر تموز/يوليو إلى أواخر تشرين الثاني/نوفمبر، 2022. وكانت أعلى كثافة صيد في شهر تموز/يوليو إذ بلغت كمتوسط 165.00 و 114.67 حشرة/مصيدة في الموسم 2021 و 2022، على التوالي. تبين بحسب درجات الحرارة اليومية المتراكمة أن للحشرة 4 أجيال في الموسمين مع جيل خامس جزئي في موسم 2021 وبتأثير حراري بلغ في الموسم الأول 848.75، 956.25، 917.5، 879 و 589.75 درجة-يوم لكل جيل، على التوالي، وفي الموسم الثاني 869.5، 909.5، 878 و 804 درجة-يوم لكل جيل، على التوالي، وذلك دون وجود فروق معنوية بين الموسمين ($x^2=7.21, P=0.06$ و $x^2=6.86, p=0.07$)، على التوالي. وبناءً على النموذج المتبع، تم اقتراح جدول مبسط لحساب درجات الحرارة اليومية المتراكمة بدلاً من استخدام النماذج الرياضية وذلك بمعرفة درجات الحرارة اليومية العليا والدنيا. **كلمات مفتاحية:** ذبابة ثمار الزيتون، *Bactrocera oleae*، درجات الحرارة اليومية المتراكمة، عدد الأجيال، طرطوس، سورية.

المقدمة

المبكر لثمار الزيتون مما يؤثر على المحصول الكلي وجودة الزيت (Daane & Johnson, 2010).

يختلف عدد أجيال الحشرة في العام من منطقة إلى أخرى، إذ تتحكم المعطيات المناخية من حرارة ورطوبة نسبية بتطور مجتمعات هذه الحشرة، وكذلك تتأثر بالموقع الجغرافي والارتفاع عن سطح البحر (Petacchi et al., 2014). وعادةً ما يكون للحشرة ثلاثة أجيال في معظم دول البحر المتوسط وقد يصل إلى أربعة أو خمسة أجيال في بعض المناطق ذات المناخ المعتدل (Guario & Notte, 1997). سُجّلت خمسة قمم (أجيال) للحشرة في ثلاثة مواقع في طرطوس خلال موسمي 2016 و 2017 (درويش وآخرون، 2019)، أما في إدلب فقد سُجّل 3-4 أجيال (حلاق وآخرون، 2009). تُكافح هذه الآفة بشكل رئيسي بتطبيق إجراءات مكافحة الكيمائية، سواء بالرش الكامل أو بطريقة الرش الجزئي باستخدام الطعوم الجاذبة مع أحد المبيدات الفوسفورية العضوية. إلا أنّ هذه التطبيقات مكلفة جداً ولها آثار سلبية على البيئة والأعداء الحيوية والنحل،

تُعدّ شجرة الزيتون من المزروعات المهمة اقتصادياً في سورية، إذ يطلق عليها الذهب الأخضر. وتنتشر زراعة الزيتون في مناطق مختلفة وعلى ارتفاعات عديدة ما بين 10-1050 م عن سطح البحر، كما أن 95-97% من بساتين الزيتون في سورية هي بعلية والباقي مروية (Al Ibrahim et al., 2007). تشكل شجرة الزيتون نظاماً بيئياً مستداماً وتتعرض للإصابة بالعديد من الآفات الحشرية، وتعدّ ذبابة ثمار الزيتون (*Bactrocera oleae* Rossi) (Diptera: Tephritidae) أكثرها ضرراً في حوض البحر المتوسط وجميع أنحاء العالم، إذ تسبب خسائر في الإنتاج تصل إلى 100% بالنسبة لأصناف زيتون المائدة، وإلى 80% بالنسبة للأصناف المنتجة للزيت (Rice, 2000). ينتج الضرر عن تغذية اليرقات داخل الثمار، ويؤدي تطور اليرقات إلى استهلاك اللب والسقوط

فضلاً عن أثرها المتبقي في الزيت (Neuschwander & Michelakis, 1981). بالإضافة لقدرة الحشرة على تطوير مقاومة تجاه العديد من المبيدات الحشرية شائعة الاستخدام (Daane & Johnson, 2010).

تؤثر درجة الحرارة بشكل مباشر على معدلات نمو وبقاء وتطور الحشرات (Régnière *et al.*, 2012)، إذ تُعدّ نماذج درجات الحرارة اليومية المتراكمة (Degree-Day) أدوات مهمة ضمن برامج الإدارة المتكاملة للآفات (وهي وحدة تُمثل مقدار الوقت الذي تقضيه حشرة ما أو كائن حي آخر عند درجة حرارة أعلى من عتبة نموها الدنيا وأقل من عتبة نموها العليا). وبما أنّ نمو وتطور هذه الحشرة في كل مرحلة وعدد أجيالها يعتمد على العوامل المناخية (حرارة ورطوبة) ووقت الحصاد (Mansour *et al.*, 2015)، لذلك فإن الكشف عن مجتمعات الحشرة وربطه بدرجات الحرارة اليومية المتراكمة تعدّ تقنية فعالة في التنبؤ. وعليه، فقد هدف هذا البحث إلى دراسة استخدام درجات الحرارة اليومية المتراكمة (DD) للتنبؤ بنشاط هذه الحشرة وأهم مراحلها الحياتية.

مواد البحث وطرائقه

موقع الدراسة

نُفذ البحث في بستان زيتون مساحته 10000 م² (1 هكتار)، يرتفع عن مستوى سطح البحر حوالي 7 م في منطقة متن الساحل في محافظة طرطوس، يحوي 150 شجرة زيتون من الصنف ديبيلي بعمر حوالي 80 سنة، يبلغ طول الأشجار حوالي 4 أمتار مزروعة على مسافة 5 أمتار بين الشجرة والأخرى (زراعة بعلية)، وذلك لعامين (موسمين) متتالين 2021 و 2022. طُبقت في هذا البستان بعض عمليات الخدمة الزراعية من حراثة سطحية للتربة مرة كل موسم، وتسميد كيميائي مرة كل موسمين، وتقليم أغصان الأشجار مرة كل موسم بعد القطاف دون استخدام المبيدات الكيميائية (لم يُطبق في الحقل أي نوع من أنواع مكافحة الأخرى).

دراسة النشاط الموسمي لمجتمع ذبابة ثمار الزيتون

لمراقبة الحشرة ودراسة نشاطها الموسمي استخدمت 3 مصائد غذائية من نوع ماكفيل (McPhail) سعة 200 مل تحوي محلول مادة بيوفوسفات الأمونيوم (3%) كمادة جاذبة، واستبدل المحلول الجاذب أسبوعياً بالتزامن مع قراءة المصائد. علقت المصائد على ارتفاع 1.5 م على الجزء الجنوبي من الشجرة داخل تاج الشجرة وعلى مسافة 50 م بين المصيدة والأخرى، بحيث تغطي كامل البستان. وضعت المصائد مع بداية شهر أيار/مايو وحتى توقف الصيد حوالي منتصف كانون الأول/ديسمبر من كل عام. روقت المصائد يومياً حتى بداية تسجيل الصيد المستمر للحشرة أو ما

يعرف بالثابت الحيوي (biofix)، ثم أخذت قراءات المصائد بعد ذلك بمعدل مرة واحدة أسبوعياً وتم حساب متوسط عدد البالغات (تكور وإناث) الملتقطة فيها.

الحصول على بيانات العوامل المناخية

عُلّق ميزان رقمي (TEMPERATURE HTC-2) في منتصف البستان لتسجيل درجات الحرارة والرطوبة النسبية يومياً بدءاً من 15 آذار/مارس باعتباره نقطة البدء لحساب التراكم الحراري بهدف تحديد بدء الصيد المستمر (biofix). أما طول النهار فتمّ الحصول عليه من موقع إلكتروني للطقس (FORECA[®]).

تمّ حساب درجات الحرارة اليومية المتراكمة اعتماداً على أدنى وأقصى درجة حرارة يومية مسجلة وذلك لتحديد عدد الأجيال وتوقع تواريخ ظهور بالغات الذبابة باستخدام نموذج حاسوبي DegDay (Snyder, 2002) وذلك بالاعتماد على العتبة الدنيا (Lower) والعليا (Upper) لنمو الحشرة وهي 6 و 35°س، على التوالي (Coelho, 2016).

التحليل الإحصائي

دُرست العلاقة بين متوسط أعداد الحشرات الكاملة والمتوسط الأسبوعي لكل من المعطيات المناخية (درجة الحرارة والرطوبة النسبية وطول النهار) من خلال اختبار الانحدار البسيط والارتباط، كما تمت مقارنة الفروقات بين درجات الحرارة اليومية المتراكمة اللازمة لإتمام كل جيل من خلال اختبار مربع كاي (Chi-square(x²)) وذلك باستخدام برنامج IBM SPSS Statistics 26 عند مستوى احتمال 5%.

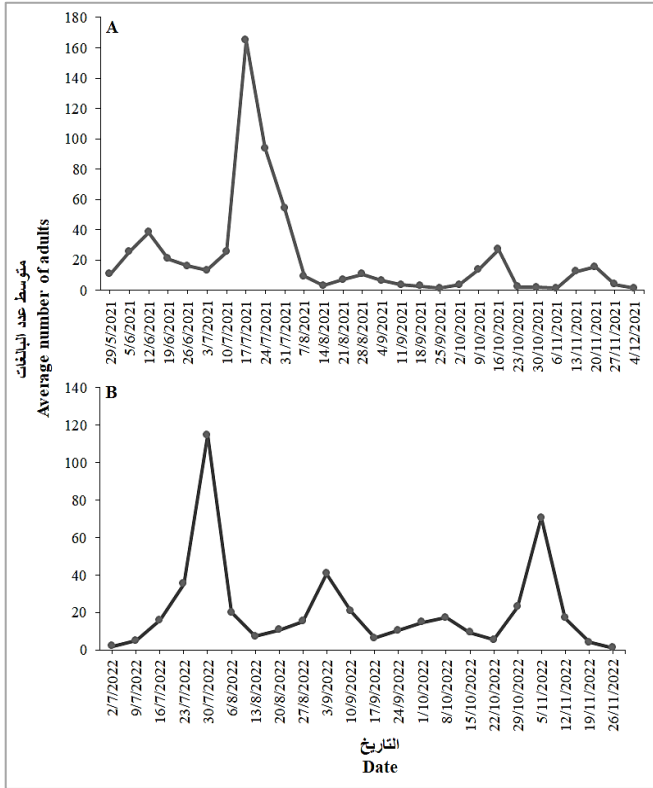
النتائج والمناقشة

النشاط الموسمي لبالغات ذبابة ثمار الزيتون

بدأ نشاط البالغات بتاريخ 29 أيار/مايو في الموسم الأول 2021، والذي يمثل بداية الصيد المستمر (biofix)، بتراكم 1094 درجة-يوم اعتباراً من 15 آذار/مارس، واستمر النشاط حتى 4 كانون الأول/ديسمبر. أما في الموسم الثاني 2022 فقد كانت بداية الصيد المستمر بتاريخ 2 تموز/يوليو ويتراكم حراري 1644 درجة-يوم اعتباراً من 15 آذار/مارس، واستمر النشاط حتى 26 تشرين الثاني/نوفمبر.

سجلت أعلى كثافة للحشرة في الموسم الأول بتاريخ 12 حزيران/يونيو، 17 تموز/يوليو، 28 آب/أغسطس، 16 تشرين الأول/أكتوبر و 20 تشرين الثاني/نوفمبر، وقد بلغت 2.40±38.33، 2.65±165، 0.88±10.67، 1.15±27 و 0.88±15.33 كمتوسط بالغات/مصيدة، على التوالي (شكل 1). أما في الموسم الثاني فقد سجلت

بأن هنالك ارتباطاً إيجابياً ومعنوياً بين درجات الحرارة وتعداد الحشرة، وارتباطاً سلبياً بين الرطوبة النسبية وتعداد الحشرة. وتتوافق هذه النتائج مع ما أشارت إليه دياب وآخرون (2021)، إذ كان الارتباط إيجابياً ضعيفاً بين الكثافة العددية للذكور ودرجات الحرارة.



شكل 1. المتوسط الأسبوعي لأعداد بالغات ذبابة ثمار الزيتون في مصائد ماكفيل خلال موسم 2021 (A) و 2022 (B).

Figure 1. Weekly average numbers of olive fruit fly adults in McPhail traps during 2021 (A) and 2022 (B) seasons.

بتاريخ 30 تموز/يوليو، 3 أيلول/سبتمبر، 8 تشرين الأول/أكتوبر و 5 تشرين الثاني/نوفمبر بمعدل 5.46 ± 114.67 ، 3.18 ± 40.67 ، 4.10 ± 17.33 و 7.59 ± 70.67 كمتوسط بالغات/مصيدة، على التوالي (شكل 1). وكانت النسبة الجنسية للحشرات البالغة في الموسم الأول 7.6: 13.44 (ذكر: أنثى)، وفي الموسم الثاني 9.4: 11.6 (ذكر: أنثى).

في دراسة سابقة لدرويش وآخرون (2019) في ثلاث مناطق من محافظة طرطوس، سورية، سُجلت 4-5 قمم لنشاط الحشرة خلال موسم 2016 و 2017 وخلال الفترة بين الأسبوع الثاني من شهر حزيران/يونيو حتى الأسبوع الأول من شهر كانون الأول/ديسمبر، بحسب مواقع الدراسة. أما في محافظة القنيطرة، سورية فقد وجدت دياب وآخرون (2021) خلال موسمي 2017 و 2018 أن عدد فترات نشاط الذكور تراوحت بين 3 و 4 فترات حسب موسم الدراسة، وبدأ في الأسبوع الأخير من شهر أيار/مايو في موسم 2017 وفي الأسبوع الثالث من شهر أيار/مايو في موسم 2018، واستمر حتى الأسبوع الأخير من شهر تشرين الثاني/نوفمبر. وأظهرت نتائج دراسة سابقة في فلسطين (ALqomeh, 2013)، أن نشاط الحشرة بدأ خلال شهر تموز/يوليو واستمر حتى تشرين الثاني/نوفمبر في الفترة 2011-2012، وتبين أن للحشرة ثلاثة أجيال.

العلاقة بين تعداد ذبابة ثمار الزيتون وبعض المعطيات المناخية

بيّنت النتائج أن هناك ارتباطاً إيجابياً غير معنوي بين متوسط تعداد الحشرة مع متوسط درجات الحرارة، وارتباطاً سلبياً غير معنوي مع متوسط نسبة الرطوبة في كلا الموسمين. أما مع متوسط طول النهار، فقد كان الارتباط إيجابياً معنوياً في الموسم الأول 2021 وغير معنوي في الموسم الثاني 2022 (جدول 1)، وهذا ما أشار إليه (2019) Abd El-Salam et al.

جدول 1. العلاقة بين متوسط بالغات ذبابة ثمار الزيتون ومتوسط درجات الحرارة والرطوبة النسبية وطول النهار خلال موسمي 2021 و 2022. Table 1. Simple correlation and regression coefficients between average adults of olive fruit fly and average temperature, relative humidity and day length during 2021 and 2022 seasons.

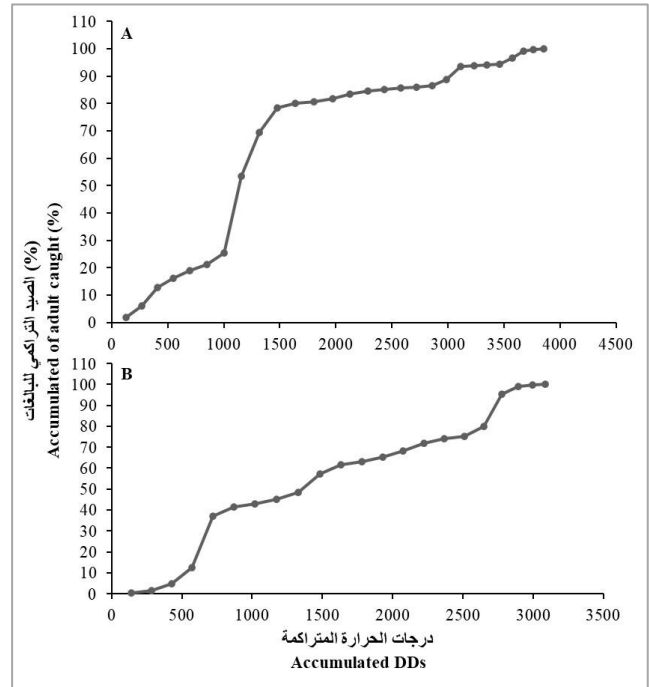
| Correlation and Regression (adults) | | | | الارتباط والانحدار (بالغات) | | |
|-------------------------------------|---------|-------|----------------|-----------------------------|---------------|--------------------|
| b | P-value | F | R ² | R | الموسم Season | العامل Factor |
| 0.029 | 0.13 | 2.410 | 0.080 | 0.28 | 2021 | متوسط الحرارة |
| 0.027 | 0.26 | 1.306 | 0.050 | 0.24 | 2022 | Mean temperature |
| -0.020 | 0.62 | 0.240 | 0.009 | -0.09 | 2021 | متوسط الرطوبة |
| -0.040 | 0.18 | 1.880 | 0.080 | -0.28 | 2022 | Mean R.H.% |
| 1.220 | *0.02 | 5.840 | 0.170 | 0.42 | 2021 | متوسط طول النهار |
| 0.660 | 0.38 | 0.780 | 0.030 | 0.18 | 2022 | Mean length of day |

*= Significant difference at P=0.05

*= الفرق معنوي عند مستوى احتمال 5%

التنبؤ بأجيال ذبابة ثمار الزيتون باستخدام نموذج درجات الحرارة اليومية المتراكمة

تم حساب درجات الحرارة اليومية المتراكمة بناءً على أعلى وأدنى درجة حرارة يومية مسجلة بالاعتماد على العتبة الدنيا لنمو الحشرة (6°س) والعتبة العليا (35°س) باستخدام برنامج DegDay وطريقة الموجة الجيبية. بينت دراسة العلاقة بين تراكم درجات الحرارة اليومية والنسبة المئوية للصيد أن للحشرة 4 أجيال كاملة في الموسم الأول 2021 مع جيل خامس جزئي، و 4 أجيال كاملة في الموسم الثاني 2022 (شكل 2). في الموسم الأول 2021، احتاج الجيل الأول من 2021/5/29 إلى 2021/7/3، والجيل الثاني والثالث حوالي 6 أسابيع، والجيل الرابع 7 أسابيع، والجيل الجزئي الخامس 5 أسابيع. أما في الموسم الثاني 2022، فقد كان الجيل الأول من 2022/7/2 إلى 2022/8/6، واحتاجت جميع الأجيال إلى 6 أسابيع لكلٍ منها. وبلغت قيم الثابت الحراري في الموسم الأول 2021: 848.75، 956.25، 917.5 و 879 درجة-يوم لكل جيل، على التوالي، دون وجود فروق معنوية بين الثوابت الحرارية الحراري في الموسم الثاني 2022: 869.5، 909.5، 878 و 804 درجة-يوم لكل جيل، على التوالي، دون وجود فروق معنوية بين هذه الثوابت ($x^2=6.86$, $P=0.07$).



شكل 3. المنحنى التراكمي البياني لتعداد بالغات ذبابة ثمار الزيتون وعلاقته بدرجات الحرارة المتراكمة خلال موسم 2021 (A) و 2022 (B).

Figure 3. Curve of cumulative *B. oleae* caught and its relationship with accumulated degree-days during seasons 2021 (A) and 2022 (B).

بينت دراسة سابقة أجراها Gutierrez *et al.* (2009) بأن للحشرة أربعة أجيال صيفية مع جيل واحد جزئي يحدث بعد الحصاد في الثمار المخبأة أو غير المقطوفة. وبحسب دياب وآخرون (2021) تراوحت فترات النشاط من 4 إلى 11 أسبوعاً بحسب الظروف البيئية السائدة واختلف عدد فترات النشاط باختلاف موسم الدراسة. وبحسب Gonçaves & Torres (2011) في البرتغال، فإن الثابت الحراري المطلوب من عملية وضع البيض حتى مرحلة البالغات تحت الظروف المختبرية بلغ 0.89 ± 373.54 وحدة حرارية عند عتبات النمو العليا والدنيا (30 و 8.99 °س). وبحسب Croveti *et al.* (1982) فإن الثابت الحراري لذبابة ثمار الزيتون بلغ 41.26 ± 379.01 وحدة حرارية ابتداءً من 15 تشرين الأول/أكتوبر للجيل الشتوي، وصفر نمو عند 8.99 °س. ويعود الاختلاف في الثوابت الحرارية والكم الحراري مقارنةً مع الدراسات السابقة حسب المنطقة والموقع الجغرافي والظروف المناخية والظروف التجريبية (Honek, 1996؛ Kipyatkov & Lopatina, 2014؛ Pitcairn *et al.*, 1992؛ Trudgill *et al.*, 2005).

بينت النتائج أن بداية ظهور الحشرات الكاملة للجيل الأول تتطلب 1094 درجة-يوم في الموسم الأول و 1644 درجة-يوم في الموسم الثاني، أما ذروة نشاط البالغات فقد تطلبت 1854 درجة-يوم للموسم الأول و 2223.5 درجة-يوم للموسم الثاني. واحتاجت بداية الجيل الثاني 2328.5 درجة-يوم في الموسم الأول و 2525 درجة-يوم في الموسم الثاني، أما ذروة نشاط البالغات فقد استلزمت 2715 درجة-يوم للموسم الأول و 2985.2 درجة-يوم للموسم الثاني. وبالنسبة للجيل الثالث، فقد تطلبت بدايته 3185.5 للموسم الأول و 3283 درجة-يوم للموسم الثاني، واحتاجت ذروة النشاط 3344.3 درجة-يوم للموسم الأول و 3726.5 درجة-يوم للموسم الثاني. وبلغ التراكم الحراري المطلوب لبداية الجيل الرابع 3939.5 درجة-يوم في الموسم الأول و 4012.7 درجة-يوم في الموسم الثاني، وتطلبت ذروة النشاط 4329.3 درجة-يوم و 4281.7 درجة-يوم في الموسمين الأول والثاني، على التوالي. أما الجيل الخامس فقد تطلبت بدايته في الموسم الأول 4678.3 درجة-يوم، واحتاجت ذروة النشاط إلى 4888.5 درجة-يوم في الموسم الأول ولم يسجل جيل خامس في الموسم الثاني (جدول 2). بينت نتائج هذه الدراسة أيضاً بأن ذروة الصيد كانت بتاريخ 17 تموز/يوليو بتراكم 2715 درجة-يوم في الموسم الأول؛ وفي الموسم الثاني 2022 بتاريخ 30 تموز/يوليو بتراكم 2223.5 درجة-يوم. وبحسب النتائج، يتوقع أن تكون ذروة وضع البيض بعد 10-15 يوم من ذروة البالغات إذ يحدث تزاوج البالغات في الصيف خلال 8-10 أيام بعد الانبثاق (Sharaf, 1980) وبالتالي يمكن التنبؤ بذبابة وضع البيض اعتماداً على ذروة البالغات لما لها من دور مهم في عمليات مكافحة.

الحشرات على أساس درجات الحرارة اليومية المتراكمة (DD) يعدّ من أكثر التقنيات دقة لتحديد أفضل وقت لتطبيق أسلوب مكافحة المعتمد (UC-IPM, 2007). وتم اقتراح جدول مبسّط يتضمن الوحدات الحرارية (DD) المقابلة لمتوسط درجات الحرارة اليومية العليا والدنيا يشمل المجال الحراري للمنطقة ليستخلص منه المزارع درجات الحرارة اليومية المتراكمة (CDD) وذلك كبديل عن المعادلات الرياضية أو البرامج الحاسوبية، إذ أنه بمجرد حصول المزارع على درجة الحرارة الدنيا والعليا سواء من محطات الأرصاد الجوية أو وسائل الإعلام والاتصال أو عن طريق وضع ميزان لدرجة الحرارة في الحقل، يمكنه تحديد درجات الحرارة اليومية المتراكمة المقابلة لدرجة الحرارة العليا في المحور الرأسي ودرجة الحرارة الدنيا في المحور الأفقي (جدول 3). يُعدّ استخدام نماذج التنبؤ بمثابة دعم لأنظمة الإنذار بهدف اتخاذ القرارات الواجب اتخاذها يومياً من قبل الفئتين ومزارعي الزيتون (Ordano *et al.*, 2015). ولذلك فإنّ تطبيق الاستراتيجيات الوقائية هو أمرٌ ضروريّ للتوجّه للإنتاج عالي الجودة وحماية البيئة، وذلك مع توجّه الدراسات الحديثة إلى إعداد برامج مكافحة متكاملة لهذه الآفة في ظلّ الزراعة المستدامة لأشجار الزيتون.

أظهرت النتائج التي حصل عليها Noori & Shirazi (2014) في إيران أنّ أول طيران كان عند تراكم 2586 و 2289 درجة-يوم في العامين 2008 و 2009 وعند صفر نمو 8°س وبطريقة الموجة الجيبية. أما في البرتغال، فقد وجد Gonçaves & Torres (2011) أنّ أول ظهور للبالغات في الطيران الأول قد تطّلب تراكم 64.10 ± 1377 درجة-يوم (صفر النمو 8.99°س) منذ 1 كانون الأول/ديسمبر وكانت ذروته 15.97 ± 241.64 درجة-يوم وذلك كمتوسط لأربع سنوات (2005-2008)، وكان أول صيد للبالغات في الطيران الثاني بمعدل تراكم 35.82 ± 1837.20 درجة-يوم وسجلت ذروتان بعدها، الأولى بعد تراكم 34.3 ± 2045.87 درجة-يوم وكانت الثانية 40.56 ± 2195.37 درجة-يوم ماعدا في سنة 2005 حيث حدثت ذروة واحدة فقط. وبحسب Coelho (2016) كانت ذروة الصيد في 2009 بتاريخ 18 تشرين الأول/أكتوبر (11.28 ± 52.20)، وفي 2011 بتاريخ 25 تشرين الأول/أكتوبر (19.21 ± 90.20)، أما في 2010 فقد كان عدد الصيد قليلاً جداً (حوالي 5 أفراد/مصيدة) خلال كامل مدة الدراسة.

حددت هذه الدراسة درجات الحرارة اليومية المتراكمة اللازمة للتنبؤ بأجيال ذبابة ثمار الزيتون وبدء الطيران على اعتبار أن التنبؤ بفينولوجيا

جدول 2. درجات الحرارة اليومية المتراكمة (درجة-يوم) اللازمة لكل جيل عند ذبابة ثمار الزيتون وأهم الظواهر الحياتية خلال موسمي 2021 و 2022.

Table 2. Cumulative degree-day (DD) needed for each generation of olive fruit fly and the most important life phenomena during 2021 and 2022 seasons.

| Sig | df | Chi-square | الثابت الحراري للجيل Generation | | Stage | المرحلة | التراكم الحراري (درجة-يوم) Cumulative (DD) | |
|------|----|------------|------------------------------------|-------------|-------|--|---|--------|
| | | | 2022 | 2021 | | | 2022 | 2021 |
| 0.61 | 1 | 0.25 | G1 | G1 | | بدء الجيل الأول | 1644.0 | 1094.0 |
| | | | 869.5 | 848.75 | | Beginning of 1 st flight (biofix) | | |
| | | | | | | ذروة الجيل الأول | 2223.5 | 1854.0 |
| | | | | | | Peak adult emergence | | |
| 0.28 | 1 | 1.13 | G2 | G2 | | بدء الجيل الثاني | 2525.0 | 2328.5 |
| | | | 909.5 | 956.25 | | First emergence of 2 nd generation | | |
| | | | | | | ذروة الجيل الثاني | 2985.2 | 2715.0 |
| | | | | | | Peak emergence of 2 nd generation adults | | |
| 0.34 | 1 | 0.89 | G3 | G3 | | بدء الجيل الثالث | 3283.0 | 3185.5 |
| | | | 878 | 917.5 | | First emergence of 3 rd generation adults | | |
| | | | | | | ذروة الجيل الثالث | 3726.5 | 3344.3 |
| | | | | | | Peak emergence of 3 rd generation adults | | |
| 0.06 | 1 | 3.34 | G4 | G4 | | بدء الجيل الرابع | 4012.7 | 3939.5 |
| | | | 804 | 879 | | First emergence of 4 th generation adults | | |
| | | | | | | ذروة الجيل الرابع | 4281.7 | 4329.3 |
| | | | | | | Peak emergence of 4 th generation adults | | |
| | | | 0.64±866.29 | 0.67±902.19 | | المتوسط ± الخطأ القياسي Mean ± SE | | |
| | | | (0.07) 6.86 | (0.06) 7.21 | | Chi-square (P ≥) | | |
| | | | | G5 | | بدء الجيل الخامس (جيل جزئي) | | 4678.3 |
| | | | | | | First emergence of 5 th generation adults | | |
| | | | | | | ذروة الجيل الخامس | | 4888.5 |
| | | | | 589.75 | | Peak emergence of 5 th generation adults | | |

جدول 3. جدول مقترح لحساب درجات الحرارة المتراكمة اعتماداً على أدنى وأقصى درجة حرارة يومية لذبابة ثمار الزيتون (عتبة النمو العليا 35°س والدنيا 6°س) باستخدام برنامج DegDay وطريقة الموجة الجيبية.

Table 3. Suggested table to calculate accumulated DD according to the daily minimum and maximum temperatures for *B. oleae* (upper threshold 35°C, lower threshold 6°C) by DegDay program and Single Sine method.

| Maximum Temp. °C | Minimum Temperatures °C | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 11 | 1.7 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 |
| 12 | 2.1 | 2.3 | 2.4 | 2.7 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 |
| 13 | 2.6 | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 |
| 14 | 3.0 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 |
| 15 | 3.5 | 3.7 | 3.9 | 4.1 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 |
| 16 | 3.9 | 4.1 | 4.4 | 4.6 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 |
| 17 | 4.4 | 4.6 | 4.8 | 5.1 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 |
| 18 | 4.9 | 5.1 | 5.3 | 5.6 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 |
| 19 | 5.3 | 5.6 | 5.8 | 6.1 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 |
| 20 | 5.8 | 6.0 | 6.3 | 6.6 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 |
| 21 | 6.3 | 6.5 | 6.8 | 7.1 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 |
| 22 | 6.8 | 7.0 | 7.3 | 7.6 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 |
| 23 | 7.3 | 7.5 | 7.8 | 8.1 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 |
| 24 | 7.7 | 8.0 | 8.3 | 8.6 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 |
| 25 | 8.2 | 8.5 | 8.8 | 9.1 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 |
| 26 | 8.7 | 9.0 | 9.3 | 9.6 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 |
| 27 | 9.2 | 9.5 | 9.8 | 10.1 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 |
| 28 | 9.7 | 9.9 | 10.2 | 10.6 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 |
| 29 | 10.2 | 10.4 | 10.7 | 11.1 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 |
| 30 | 10.7 | 10.9 | 11.2 | 11.6 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 |
| 31 | 11.1 | 11.4 | 11.7 | 12.1 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 |
| 32 | 11.6 | 11.9 | 12.2 | 12.6 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 |
| 33 | 12.1 | 12.4 | 12.7 | 13.1 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 |
| 34 | 12.6 | 12.9 | 13.2 | 13.6 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 |
| 35 | 13.1 | 13.4 | 13.7 | 14.1 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 |

| Maximum Temp. °C | Minimum Temperatures °C | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 11 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 |
| 12 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 |
| 13 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 |
| 14 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 |
| 15 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 |
| 16 | 9.5 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 |
| 17 | 10.0 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 |
| 18 | 10.5 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 |
| 19 | 11.0 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 |
| 20 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 |
| 21 | 12.0 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 |
| 22 | 12.5 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 |
| 23 | 13.0 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 |
| 24 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 |
| 25 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 |
| 26 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 |
| 27 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 |
| 28 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 |
| 29 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 22.0 |
| 30 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 22.0 | 22.5 |
| 31 | 17.0 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 22.0 | 22.5 | 23.0 |
| 32 | 17.5 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 22.0 | 22.5 | 23.0 | 23.5 |
| 33 | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 22.0 | 22.5 | 23.0 | 23.5 | 24.0 |
| 34 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 22.0 | 22.5 | 23.0 | 23.5 | 24.0 | 24.5 |
| 35 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 22.0 | 22.5 | 23.0 | 23.5 | 24.0 | 24.5 | 25.0 |

Abstract

Nameh, G., M. Al-Samara and S. Faskha. 2025. Using Cumulative Degree-Days Model for Prediction of Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae* Generations as an Important Element in the IPM Program in Tartus, Syria. Arab Journal of Plant Protection, 43(1):17-24. <https://doi.org/10.22268/AJPP-001292>

Seasonal population density of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) and its relationship to cumulative degree-days using McPhail traps containing ammonium phosphate 3% as attractant during the two successive years 2021 and 2022, was studied in an olive field in Tartous Governorate, Syria. The traps were placed from the beginning of May and data were collected on a weekly basis until the olive fruit fly disappeared. The results showed that the fly activity started from late May until early December in 2021 and from early July to late November in 2022. The highest density for *B. oleae* was in July as it averaged 165 and 114.67 insect/trap in 2021 and 2022, respectively. According to the cumulative degree-days, it was found that *B. oleae* has 4 generations in the two seasons with a fifth partial generation in 2021 and with a thermal constant that reached in the first season 848.75, 956.25, 917.5, 879, 589.75 DD for each generation, respectively, and in the second season 869.5, 909.5, 878, 804 DD for each generation, respectively, without significant differences between the two seasons ($x^2 = 7.21$, $P = 0.06$ and $x^2 = 6.86$, $P = 0.07$), respectively. However, according to the model followed, a simplified table was proposed to calculate the cumulative degree-days instead of using mathematical models, based on the daily maximum and minimum temperatures.

Keywords: *Bactrocera oleae*, degree-day, generations, prediction, Tartous, Syria.

Affiliation of authors: G. Nameh^{1*}, M. Al-Samara² and S. Faskha¹. (1) Agriculture Scientific Research Center in Tartus, General Commission for Scientific Agriculture Research (GCSAR), Damascus, Syria; (2) Environmental Prevention Department, Higher Institute for Environmental Research, Latakia University, Latakia, Syria. *Email address of the corresponding author: ghiwaneh85@gmail.com

References

- pest management on olive trees under climatic change conditions in Egypt. Plant Archives, 19(2):457-461.
- Al Ibrahim, A., M. Abdine and A. Dragotta. 2007. The olive oil sector in Syria. Syrian national strategic plan for olive oil quality: final report, Bari: CIHEAM, 17-34.
- ALqorneh, M.I. 2013. Field studies on biology, ecology and management of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) [Diptera: Tephritidae], in the central highlands of west-bank, Palestine. MSc thesis, Hebron University, Palestine, 93 pp.
- Coelho, V.P.S. 2016. Integration of different control means against the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) in sustainable olive growing. PhD thesis, University of Lisboa, Spain, 194 pp.
- Crovetti A., F. Quaglia, G. Loi, E. Rossi, P. Malfatti, F. Chesi, B. Conti, A. Belcari, A. Raspi and B. Paparatti. 1982. Influence of temperature and humidity on the development of the immature stages of *Dacus oleae* (Gmelin). Frustula Entomologica, 5:133-166.
- Daane, K.M. and M.W. Johnson. 2010. Olive fruit fly: Managing an ancient pest in modern times. Annual Review of Entomology, 55:151-169. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090553>
- Gonçalves, M.F. and L.M. Torres. 2011. The use of the cumulative degree-days to predict olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi), activity in traditional olive groves from the northeast of Portugal. Journal of Pest Science, 84(2):187-197. <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0340-3>
- Gutierrez, A.P., L. Ponti and Q.A. Cossu. 2009. Effects of climate warming on olives and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. Climatic Change, 95(1):195-217. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9528-4>

المراجع

- حلاق، حسين، يوسف عبد الله، خالد النجم وعبير جوهري. 2009. قابلية بعض أصناف الزيتون السورية للإصابة بذبابة ثمار الزيتون (*Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae)). مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية-سلسلة العلوم البيولوجية، 31(1):31-50.
- [Hallak, H., Y. Abdullah, K. Alnajem and A. Jawhar. 2009. Susceptibility of some Syrian olive cultivars to olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies- Biological Sciences Series, 31(1):39-50. (In Arabic)].
- درويش، ربيع، دمر نمور وعلي ياسين علي. 2019. تأثير بعض المعطيات المناخية في الكثافة العددية لذبابة ثمار الزيتون *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) في محافظة طرطوس، سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 37(3):213-222. <https://doi.org/10.22268/AJPP-037.3.213222>
- [Darwish, R., D. Nammour and A.Y. Ali. 2019. Effect of some climate parameters on the population density of olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) in Tartous Governorate, Syria. Arab Journal of Plant Protection, 37(3):213-222. (In Arabic)]. <https://doi.org/10.22268/AJPP-037.3.213222>
- دياب، نسرين، إبراهيم الجوري، محمد داوود وعمار جلود. 2021. رصد نشاط ذكور ذبابة ثمار الزيتون *Bactrocera oleae* (Rossi) وتأثير درجات الحرارة والرطوبة النسبية فيها في محافظة القنيطرة، جنوب سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 39(2):116-125. <https://doi.org/10.22268/AJPP-39.2.116125>
- [Diab, N., E. Al-Jouri, M. Dawoud and A. Jalloud. 2021. Activity monitoring of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) males, and effect of temperature and relative humidity, at Al Quneitra Governorate, Southern Syria. Arab Journal of Plant Protection, 39(2):116-125. (In Arabic)]. <https://doi.org/10.22268/AJPP-39.2.116125>
- Abd El-Salam, A., S. Salem, M. El-Kholy, R. Abdel-Rahman and M. Abdel-Raheem. 2019. Role of the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) traps in integrated

- Petacchi, R., S. Marchi, S. Federici and G. Ragolini.** 2014. Large-scale simulation of temperature-dependent phenology in wintering populations of *Bactrocera oleae* (Rossi). *Journal of Applied Entomology*, 139(7):496-509. <https://doi.org/10.1111/jen.12189>
- Pitcairn, M., F. Zalom and R. Rice.** 1992. Degree-Day forecasting of generation time of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) populations in California. *Environmental Entomology*, 21(3):441-446. <https://doi.org/10.1093/ee/21.3.441>
- Régnière, J., J. Powell, B. Bentz and V. Nealis.** 2012. Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: experimental design, data analysis and modeling. *Journal of Insect Physiology*, 58(5):634-647. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2012.01.010>
- Rice, R.E.** 2000. Bionomics of the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. UC Plant Protection Quarterly. University of California, Cooperative Extension, 10(3):1-5.
- Sharaf, N.S.** 1980. Life history of the olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae), and its damage to olive fruits in Tripolitania. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 89(1-5):390-400. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1980.tb03480.x>
- Snyder, R.L.** 2002. DegDay v. 1.01 [online]. Available in <https://biomet.ucdavis.edu/DegreeDays/DEGDAY.xls>
- Trudgill, D.L., A. Honek, D. Li and N.M. Van Straalen.** 2005. Thermal time- concepts and utility. *Annals of Applied Biology*, 146(1):1-14. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2005.04088.x>
- UC-IPM, Statewide Integrated Pest Management Project.** 2007. Run Models and Calculate Degree Days. How to Manage Pests. Report available at <http://ipm.ucanr.edu/WEATHER/index.html>
- Guario, A. and F. Notte.** 1997. The olive fruit fly in the Mediterranean region. Actual knowledge and control strategies. *Phytoma*, 49:45-48.
- Honek, A.** 1996. Geographical variation in thermal requirements for insect development. *European Journal of Entomology*, 93(3):303-312.
- Kipyatkov, V.E. and E.B. Lopatina.** 2014. Comparative study of thermal reaction norms for development in ants. *Entomological Science*, 18(2):174-192. <https://doi.org/10.1111/ens.12098>
- Mansour, A.A., K. Kahime, M. Chemseddine and A. Boumezzough.** 2015. Study of the population dynamics of the olive fly, *Bactrocera oleae* Rossi. (Diptera: Tephritidae) in the region of Essaouira. *Open Journal of Ecology*, 5(5):174-186. <https://doi.org/10.4236/oje.2015.55015>
- Neuenschwander, P. and S. Michelakis.** 1981. Olive fruit drop caused by *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae). *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 91(1-5):193-205. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1981.tb04467.x>
- Noori, H. and J. Shirazi.** 2014. Evaluation of Degree-day model to predict the adult stage population of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) in Iran (Tarom-sofla). *Integrated Protection of Olive Crops IOBC-WPRS Bulletin*, 108:55.
- Ordano, M., I. Engelhard, P. Rempoulakis, E. Nemny-Lavy, M. Blum, S. Yasin, I.M. Lensky, N.T. Papadopoulos and D. Nestel.** 2015. Olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) population dynamics in the Eastern Mediterranean: Influence of exogenous uncertainty on a monophagous frugivorous Insect. *PLoS ONE*, 10(5):e0127798. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127798>

Received: August 4, 2023; Accepted: January 12, 2024

تاريخ الاستلام: 2023/8/4؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2024/1/12