

نمط التوزيع المكاني لحشرة سوسة النخيل الحمراء (*Rhynchophorus ferrugineus* Oliv.) في بساتين نخيل التمر في مملكة البحرين

علي أحمد العصفور¹، عبد العزيز محمد عبد الكريم²، أحمد علي صالح³ وأسد الله العجمي⁴

(1) إدارة الثروة النباتية، شؤون الزراعة، وزارة شؤون البلديات والتخطيط العمراني، مملكة البحرين؛ (2) قسم علوم الحياة، جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين، البريد الإلكتروني: amamohamed@agu.edu.bh؛ (3) قسم الموارد الطبيعية والبيئة، جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين؛ (4) وزارة التعليم العالي، سلطنة عمان.

الملخص

العصفور، علي أحمد، عبد العزيز محمد عبد الكريم، أحمد علي صالح وأسد الله العجمي. 2016. نمط التوزيع المكاني لحشرة سوسة النخيل الحمراء (*Rhynchophorus ferrugineus* Oliv.) في بساتين نخيل التمر في مملكة البحرين. مجلة وقاية النبات العربية، 34(2): 98-105.

تم دراسة توزيع حشرة سوسة النخيل الحمراء في خمسة بساتين نخيل تنتشر بها الإصابة بالحشرة في المحافظة الشمالية بمملكة البحرين، خلال الفترة من تموز/يوليو 2009 - حزيران/يونيو 2010. سجلت القراءات مرة واحدة في الأسبوع من 59 مصيدة فرمونية أرضية. استخدمت عدة معاملات ومؤشرات لتحديد نمط التشتت من خلال اختبار المتوسط والتباين، معامل التشتت Dispersion parameter K، معدل التباين إلى المتوسط، مؤشر ديفد وموريس للتشتت، التوزيع الثنائي السالب، مؤشر لولدر للتزامن، قانون تايلور ومعامل إيواو للانحدار. وقد أظهرت نتائج تلك التحاليل أن لسوسة النخيل الحمراء طبيعة تجمعية عالية. يمكن الاستفادة من نتائج نمط التوزيع المكاني لسوسة النخيل باعتبارها واحدة من أدوات اتخاذ القرار في تحسين أداء برنامج مكافحة المتكاملة للسوسة، وفي الاستغلال الأمثل لمواد العلاج والتقليل من كميات المبيدات المستخدمة في بساتين نخيل التمر.

كلمات مفتاحية: سوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus*، نمط التوزيع المكاني، المصائد الفرمونية.

المقدمة

يصعب اكتشاف الإصابة في مراحلها المبكرة لعدم ظهور علامات دالة على السطح الخارجي لجذع النخلة، والسبب يعود إلى طبيعة معيشة يرقات الحشرة التي تتغذى بشراهة على الأنسجة الداخلية وتحفر أنفاقاً في جميع الاتجاهات والأعماق (2، 9)، مما يسبب ضعفاً للساق وإخلاقاً في عملية انتقال الماء والعناصر الغذائية إلى قمة النخلة فينعكس سلباً على استدامتها. ومن الأمور المهمة أيضاً أن لها القدرة العالية على الطيران لمسافات بعيدة نسبياً، حيث تصل إلى 1 كم (23). أجريت العديد من البحوث حول سوسة النخيل الحمراء. منها دراسات سلوكية تتعلق بنمط التوزيع المكاني، فقد أجرى Faleiro وآخرون (7) دراسة حول نمط التوزيع المكاني لسوسة النخيل الحمراء في مزارع جوز الهند، كما قام Oehlshlager وآخرون (15) بدراسة نمط التوزيع المكاني لسوسة النخيل الأمريكية *Rhynchophorus palmarum* في مزارع نخيل الزيت. منذ اكتشاف السوسة في المنطقة أجريت بعض البحوث لدراسة النواحي الحيوية وطرق المكافحة. ولا تزال المكتبة العلمية تقتصر إلى الدراسات البيئية وبخاصة الدراسات المعنية بالتوزع المكاني للحشرة. تأتي أهمية هذه الدراسة في تحديد طبيعة التوزع المكاني للإصابة بسوسة النخيل الحمراء الذي يساعد على التطبيق

تعرضت نخلة التمر في منطقة الخليج العربي، في منتصف الثمانينات من القرن الماضي، للإصابة بحشرة جديدة تعرف باسم سوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera. تعد الحشرة من الآفات الدخيلة على المنطقة، حيث تم رصدها لأول مرة في إمارة رأس الخيمة بدولة الإمارات العربية المتحدة عام 1985 (3). توالى بعدها انتشار الحشرة في منطقة الخليج حتى اكتشفت في مملكة البحرين في منطقة الجسرة عام 1995 (1). تعتبر سوسة النخيل الحمراء من أخطر الآفات التي تهدد زراعة النخيل بجميع أنواعه في العالم، حيث أشارت كثير من الدراسات من أمده ليس بالقرب إلى خطورة هذه الحشرة وبخاصة في مناطق زراعة نخيل جوز الهند في جنوب شرق آسيا (14، 23). أما في منطقة الشرق الأوسط التي ما إن وصلتها الحشرة حتى تمكنت من التأقلم والاستيطان، ومن ثم الانتشار إلى مناطق أخرى من العالم، حتى غدت سوسة النخيل الحمراء من أخطر آفات نخيل التمر في العالم (8). تتمحور مخاطر سوسة النخيل بأنها تؤدي إلى موت النخلة خلال 6-8 شهور (9)، حيث

الأمتل لبرامج المكافحة للسوسة وبخاصة ما يتعلق في الحد من الاستخدام غير المبرر للمبيدات.

مواد البحث وطرقه

تم في هذه الدراسة تحديد نمط التوزيع المكاني لحشرة سوسة النخيل الحمراء في 5 بساتين من البساتين التي توجد بها الإصابة بالحشرة في المحافظة الشمالية بمملكة البحرين (جدول 1). استخدمت المصائد الفرمونية الأرضية لجمع الطور البالغ للحشرة. وزعت المصائد توزيعاً عشوائياً في المزارع الخمس، وذلك بمعدل مصيدتين للهكتار. استخدمت المصائد بسعة 13 ليتر، بها ست فتحات جانبية، وثلاث علوية بغطاء المصيدة. وضع بها ماء إلى دون الفتحات الجانبية بمعدل 3-4 سم، مع إضافة تمر علفي بوزن 350 غ، 5-7 قطع من جريد النخيل (10-15 سم)، وعلق بها فرمون تجمعي يحتوي على 700 مغ من المادة الفعالة والتي تتكون من المركبين: (9 part) 4-Methy-5-nonanol + Russell (1 part) Methyl-5-nonanone، والمصنع من قبل شركة IPM (Ltd). سجلت القراءات بشكل اسبوعي، وحللت النتائج من خلال حساب معاملات وبعض مؤشرات التشتت للحشرات الممسوكة خلال الفترة من تموز/يوليو 2009 - حزيران/يونيو 2010، وذلك وفقاً للتالي:

معاملات التشتت

اختبار قيم المتوسط والتباين - سجلت بيانات أعداد حشرة سوسة النخيل الأسبوعية في جداول خاصة، ثم تم استخراج قيمة متوسط وتباين أعداد الحشرة الشهري للمصائد. وقد اعتمد في تحديد طبيعة التوزيع المكاني من خلال هذا الاختبار على مقارنة المتوسط بالتباين. في حال كانت قيمة التباين مساوية للمتوسط ($s^2 = m$) فإن ذلك يدل على نمط التوزيع العشوائي، وعندما تكون قيمة التباين أقل من المتوسط ($s^2 < m$) فإن التوزيع يكون من النوع المنتظم، أما عندما تكون قيمة التباين أعلى من المتوسط ($s^2 > m$) فإن التوزيع يكون من النوع التجمعي (19).

حساب قيمة معامل التشتت K - يستخدم هذا المؤشر عندما تكون البيانات مناسبة للتوزيع الثنائي السالب. عندما تكون قيمة معامل التشتت K منخفضة ($K < 2$) فإن ذلك يشير إلى توزيع تجمعي عالي، وحينما تكون قيمة K محصورة بين 2-8 فإن ذلك يدل على توزيع تجمعي متوسط، بينما عندما تكون قيمتها أعلى من 8 ($K > 8$) يكون التوزيع من النوع العشوائي (19).

لحساب قيمة K الدالة على التوزيع التجمعي، استعملت الطريقة التي اقترحها Southwood (19)، وهي كالتالي:

$$K = \overline{X}^2 / s^2 - \overline{X}$$

حيث: \overline{X} = المتوسط، s^2 = التباين

إن المعادلة أعلاه لا تعمل إلا في حال المتوسطات المنخفضة، أما إذا كانت المجتمعات الحشرية ذات كثافة متوسطة فمن غير الممكن الاعتماد عليها، ويمكن القول أنه يمكن الاعتماد عليها في حال كانت قيمة العامل k أقل من 3.

$$\log(N/n_0) = k \log(1 + \overline{X}/K)$$

حيث \log = اللوغاريتم، \overline{X} = متوسط عدد الحشرات، N = عدد القراءات (العينات)، n_0 = عدد القراءات التي تساوي "صفر".

تستخدم هذه الطريقة لمعرفة K المجهولة من خلال الطرق التجريبية (trial and error)، حيث يفترض قيمة للعامل K ويتم تجربتها، ويستمر ذلك حتى يتساوى طرفي المعادلة.

إن هذه الطريقة لها كفاءة عالية لمعظم المجتمعات ذات المتوسطات المنخفضة. بالنسبة للمجتمعات الكبيرة فإنها تعمل فقط عندما تكون هناك تجمعات كثيفة. ويمكن القول أنه يجب أن تكون ثلث العينة خالية (قيمتها صفر)، إذا كان المتوسط أقل من 10.

$$N \ln(1 + \overline{X}/k) = \sum (Ax/K + x)$$

إتباعاً للمعادلتين السابقتين، يتم التحليل من خلال طريقة أقصى احتمال، وتتميز هذه الطريقة بالدقة العالية. وكما في المعادلة السابقة يتم استخدام طريقة التجربة والخطأ من خلال احتمال قيمة K، ليتم في النهاية تعادل طرفي المعادلة. كخطوة أولى يتم الحصول على قيمة "K" من إحدى الطرق السابقة. حيث N = عدد القراءات، \ln = اللوغاريتم الطبيعي، \overline{X} = متوسط عدد الحشرات، Ax = مجموع كل قيم القراءات الأعلى من القراءة قيد الدراسة (مثلاً قيمة $Ax_6 = Ax_7 + Ax_8 + Ax_9 + \dots$).

مؤشرات التشتت

معدل التباين إلى المتوسط - يعتمد هذا الاختبار على مساواة التباين مع المتوسط، فإذا ظهرت نتيجة التحليل (صفر) فإن التوزيع يكون من النوع المنتظم، وإذا كان أكبر من 1 يكون من النوع التجمعي. يتم الحصول عليه من خلال المعادلة التالية: s^2/m ، حيث s^2 = التباين، m = المتوسط (19).

مؤشر ديفد وموريس للتشتت - يحسب هذا المؤشر (5) من خلال المعادلة: $s^2/m - 1$. تدل القيمة الأعلى من 1 على التوزيع التجمعي.

Table 1. Description of studied date palm plantations in Northern Governorate, Kingdom of Bahrain.

تاريخ الإصابة Infestation date	أعمار أشجار النخيل Age of Palm Trees	عدد أشجار النخيل No. of Palm Trees	نظم الري Irrigation Systems	المساحة (هكتار) Area (ha)	الإحداثيات Coordinates	الموقع Location	الموقع Location
1995	30-5	600	Flood	3	26.111459 (E) 50.470327 (N)	Karzakan	كرزكان
1995	25-5	1000	Flood	7	26.114929 (E) 50.471232 (N)	Karzakan	كرزكان
1995	35-5	900	الغمر - التنقيط Flood-Drip	8	26.131133 (E) 50.470561 (N)	Damistan	دمستان
2009	35-3	400	Flood	2.5	26.231296 (E) 50.471731 (N)	Diraz	الدراز
2009	35-3	1000	Flood	9	26.321051 (E) 50.475705 (N)	Barbar	باربار

عندما تكون قيمة b أعلى من 1، وعشوائياً عندما تكون قيمة b تساوي 1، ومنتظماً عندما تكون قيمة b أقل من 1 (22).

معامل إيواو للانحدار - استخدمت طريقة معامل إيواو للانحدار لتحديد العلاقة بين مؤشر متوسط التزاحم (x^*) وبين متوسط الكثافة العددية للحشرات (m)، وذلك من خلال المعادلة: $x^* = a + bm$ ، حيث $a =$ تدل على الميل للارتداد (إيجابي) والتناقص (سلبي)، ومعامل الانحدار b يعكس التوزيع المكاني للحشرات، ويتم تفسيره كما في قانون تايلور.

النتائج

تم الحصول على عدة نتائج متعلقة بطبيعة توزيع حشرة سوسة النخيل الحمراء باستخدام عدة معاملات ومؤشرات لتحديد نمط التشتت، ويمكن عرض تلك النتائج كالتالي:

معامل التشتت

المتوسط والتباين - يتضح من جدول 2 عند مقارنة التباين بالمتوسط أن قيمة التباين المتحصل عليها لجميع شهور الدراسة كانت أعلى من قيمة متوسط أعداد الحشرات الملتقطة لحشرة سوسة النخيل الحمراء.

معامل التشتت K - تم دراسة نمط سلوك التوزيع المكاني لحشرة سوسة النخيل من خلال استخدام معامل K . وقد حلل التوزيع بثلاث طرق، وقد تبين أن قيمة K التي استخرجت من خلال التباين والمتوسط قد انحصرت بين 0.35 خلال شهر أيلول/سبتمبر من عام 2009، عندما كان معدل جمع الحشرات في أدنى مستوياته، وبين قيمة 0.57 لشهر

مؤشر التوزيع الثنائي السالب - يستخدم مؤشر التوزيع الثنائي السالب لتقدير تجمع الأفراد (6) من خلال المعادلة: $1/K$ ، حيث $K =$ قيم معامل التشتت k المحسوبة بالطريقة الثالثة وتدل القيمة الأعلى من 1 على التوزيع التجمعي.

مؤشر لولدن للتزاحم - يستخدم هذا المؤشر لتحديد درجة تزاخم الأفراد في بيئة معينة (10). استخرجت القيم من خلال المعادلة:

$$\bar{X} x^* = \bar{X} + [(s^2)/1]$$

حيث $x^* =$ متوسط التزاحم Crowding mean. عندما تتحرف قيمة المؤشر عن تحليل بواسون (Poisson series)، فإن ذلك يشير إلى التوزيع التجمعي للحشرات.

قانون تايلور - تم استخراج تباين ومتوسط قراءات أعداد الطور البالغ لسوسة النخيل الحمراء لكل أسبوع في كل شهر، ولمجموع كل شهر لجميع فترة الدراسة. فيما بعد تم تحويل بيانات التباين والمتوسط إلى لوغاريتم (log). حسبت قيمة a ، b و r^2 باستخدام الانحدار الخطي لأقل مربع لوغاريتم التباين ولوغاريتم المتوسط لكل شهر كل على حدة، وللفترة مجتمعة، وذلك من خلال المعادلة:

$$\text{Log } s^2 = b \log x + \log a$$

يعتبر عامل القياس a إلى حد كبير عامل مرتبط بحجم العينة وليس له معنى أو دلالة سلوكية في الدراسة. معامل الانحدار b مؤشر تكامل (تجمع) مجتمع ما في بيئة ووقت معينين. يكون المجتمع منتظماً

توزع K الثنائي السالب - تبين من خلال هذه الدراسة أن قيم $1/K$ قد انحصرت بين 1.79 و 3.57 (جدول 4). حيث أن هذه القيم تتبع كذلك التوزيع التجمعي.

جدول 3. حساب التشتت لسوسة النخيل الحمراء من خلال معامل K.
Table 3. Calculation of dispersion or aggregation parameter K for red palm weevil.

السنة/الشهر			
K3	K2	K1	Year/Month
2009			
0.33	0.18	0.43	تموز/يوليو
0.32	0.19	0.43	أب/أغسطس
0.34	0.16	0.35	أيلول/سبتمبر
0.43	0.25	0.42	تشرين الأول/أكتوبر
0.38	0.30	0.57	تشرين الثاني/نوفمبر
0.28	0.20	0.39	كانون الأول/ديسمبر
2010			
0.28	0.24	0.34	كانون الثاني/يناير
0.41	0.36	0.47	شباط/فبراير
0.41	0.36	0.50	آذار/مارس
0.45	0.37	0.45	نيسان/أبريل
0.46	0.35	0.41	أيار/مايو
0.56	0.36	0.47	حزيران/يونيو

مؤشر لويس للتزامم - استخدمت قيم التباين والمتوسط المتحصل عليها من خلال بيانات الجمع لحشرات سوسة النخيل الحمراء لتقدير متوسط معدل التزامم الحشرات، والذي استخرج من خلال تحليل بواسون، وقد انحصرت المعدلات بين 2.61 لشهر أيلول/سبتمبر لعام 2009، و 11.30 لشهر كانون الثاني/يناير لعام 2010 (جدول 4). وتؤكد هذه النتيجة على التوزيع التجمعي.

قانون تايلور - حللت البيانات بقانون تايلور لاختبار سلوك تشتت هذه الآفة. اتضح أن قيم مؤشر التجمع b كانت أعلى من واحد الدراسة (شكل 1-أ). كما حسبت قيم b لكل شهر بشكل منفرد وتبين أن جميع القيم كانت أعلى من واحد (جدول 5).

معامل إيوو للانحدار - معامل الارتباط Iwao للاختلاف أنتج نتائج مشابهة لقانون تايلور بما يتعلق بنمط توزيع سوسة النخيل الحمراء. يحدد هذا الارتباط من خلال تحديد العلاقة بين متوسط الازدحام (X^*) مع متوسط الكثافة العددية للحشرات (m) لشهور أو أسابيع الدراسة. تبين أن قيم b كانت أعلى من واحد ($X^* = 3.259x + 0.0902$)، $r^2 = 0.94$ ؛ $P < 0.001$) لمجموع شهور الدراسة (شكل 1-ب). في هذا النموذج تراوحت قيم b بين 1.551 و 4.411، وتراوحت قيم معامل القياس (r^2) بين 0.495 و 1.000 لشهور الدراسة المختلفة (جدول 5).

تشرين الثاني/نوفمبر لعام 2009. كما تم استخراج قيمة K_2 التقريبية بطريقة أخرى حيث انحصرت قيمتها بين أقل وأعلى معدل بين 0.16 و 0.37، وذلك خلال شهري أيلول/سبتمبر وتشرين الأول/أكتوبر لعامي 2009 و 2010، على التوالي. أما قيمة K_3 الدقيقة فقد انحصرت بين أقل وأعلى معدل بين 0.28 و 0.56، وذلك خلال شهري كانون الأول/ديسمبر وكانون الثاني/يناير، لعامي 2009 و 2010 وبين شهر حزيران/يونيو 2010، على التوالي. جميع القيم المحسوبة كانت أقل من 8 وهذا يدل على نمط التوزيع التجمعي (جدول 3).

جدول 2. متوسط وتباين أعداد الطور البالغ لحشرة سوسة النخيل الحمراء الملتقطة من المصائد الفورمونية خلال الفترة من تموز/يوليو 2009 - حزيران/يونيو 2010.

Table 2. Mean and variance values of collected adult red palm weevil from pheromone traps from July 2009 - June 2010.

السنة/الشهر			
التباين	المتوسط	Year/Month	
Variance	Mean		
2009			
02.53	0.85	July	تموز/يوليو
03.25	0.99	August	أب/أغسطس
02.00	0.68	September	أيلول/سبتمبر
03.43	1.01	October	تشرين الأول/أكتوبر
06.34	1.63	November	تشرين الثاني/نوفمبر
07.63	1.54	December	كانون الأول/ديسمبر
2010			
27.21	2.89	January	كانون الثاني/يناير
22.89	3.06	February	شباط/فبراير
22.28	3.08	March	آذار/مارس
11.80	2.10	April	نيسان/أبريل
08.59	1.68	May	أيار/مايو
03.55	1.08	June	حزيران/يونيو

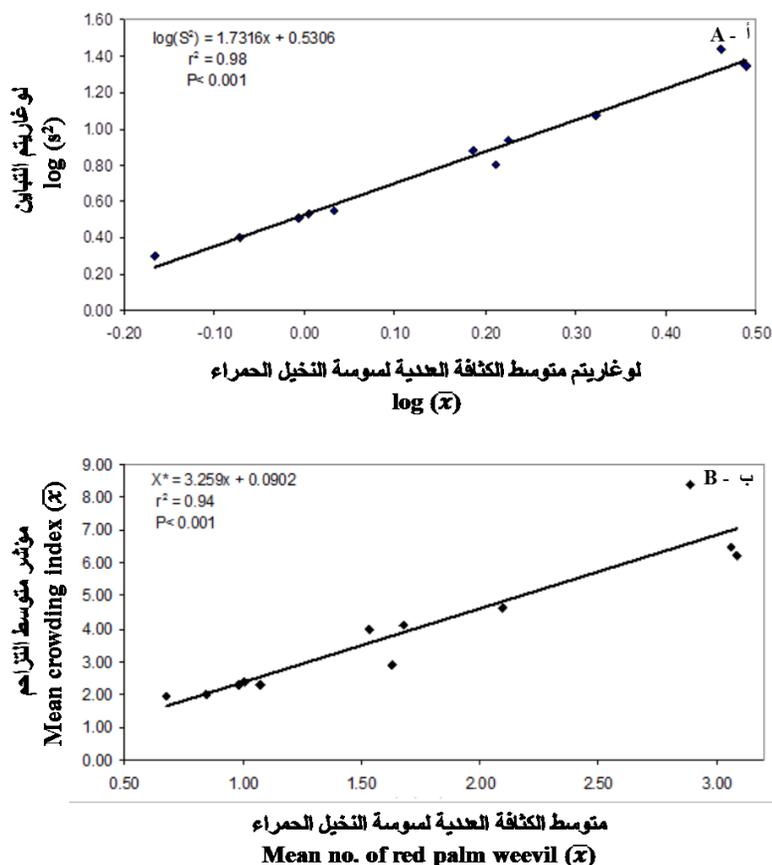
مؤشرات التشتت

معدل التباين إلى المتوسط - من خلال تحليل البيانات بهذا الاختبار أوضحت النتائج أن جميع القيم الشهرية لفترة الدراسة كانت أعلى من 1 (جدول 4).

مؤشر دايفد وموريس للتشتت - تشير نتائج تحليل بيانات أعداد السوسة من خلال الجمع الشهري للمصائد الفورمونية أنها كانت أعلى من قيم الحد الأقصى النظامية (-1) maximum regularity، والعشوائية (0) randomness، مما يؤكد أيضاً على أن التوزيع يتبع النظام التجمعي للسوسة (جدول 4).

جدول 4. مؤشرات التشتت لحشرة سوسة النخيل الحمراء في بساتين نخيل للفترة من تموز/يوليو 2009 – حزيران/يونيو 2010.
Table 4. Dispersion indices for red palm weevil in date palm plantations during the period July 2009 – June 2010.

مؤشر لويديس للتزاحم Lloyd's index X*	مؤشر التوزيع الثنائي السالب "K" the index of negative binomial	مؤشر ديفد وموريس للتشتت David and Moore's index			التباين إلى المتوسط Variance to mean ratio (s ² / mean)	السنة/الشهر Year/Month
		مؤشر الرصد المباشر Observed index	التوزيع العشوائي Randomness	حد الانتظام الأقصى Maximum regularity		
2009						
2.83	3.03	1.99	0	-1	2.99	تموز/يوليو July
3.28	3.12	2.30	0	-1	3.30	أب/أغسطس August
2.61	2.94	1.93	0	-1	2.93	أيلول/سبتمبر September
3.41	2.33	2.4	0	-1	3.40	تشرين الأول/أكتوبر October
4.52	2.63	2.89	0	-1	3.89	تشرين الثاني/نوفمبر November
5.50	3.57	3.96	0	-1	4.96	كانون الأول/ديسمبر December
2010						
	3.57	8.41	0	-1	9.41	كانون الثاني/يناير January
11.3	2.45	6.47	0	-1	7.47	شباط/فبراير February
9.54	2.43	6.22	0	-1	7.22	آذار/مارس March
9.31	2.22	4.63	0	-1	5.63	نيسان/أبريل April
6.72	2.17	4.11	0	-1	5.11	أيار/مايو May
5.79	1.79	2.30	0	-1	3.30	حزيران/يونيو June



شكل 1. معامل الانحدار حسب قانون تايلور (أ) ومعامل الانحدار التجميعي لإيواو (ب) لأعداد سوسة النخيل الحمراء خلال الفترة من تموز/يوليو 2009 – حزيران/يونيو 2010.

Fig. 1. Regression index of Taylor's power law (A) and Iowa's patchiness regression (B) for red palm weevil population during the period July 2009 - June 2010.

جدول 5. القيم التقديرية لسوسة النخيل الحمراء في بساتين نخيل التمر خلال الفترة من تموز/يوليو 2009- حزيران/يونيو 2010 حسب قانون تايلور ومعامل الانحدار التجميحي لإيواو.

Table 5. Estimated values of red palm weevil in date palm plantations using Taylor's power law and Iowa's patchiness regression during the period July 2009 - June 2010.

معامل الانحدار لإيواو Iwao's patchiness regression			قانون تايلور Taylor's power law			السنة/الشهر Year/Month	
r ²	a	b	r ²	a	b		
2009							
0.501	1.370	1.551	0.926	2.931	1.182	July	تموز/يوليو
0.732	0.256	2.827	0.874	3.069	1.633	August	أب/أغسطس
0.495	0.740	2.410	0.868	3.357	1.574	September	أيلول/سبتمبر
1.000	0.352	1.282	0.999	3.141	1.025	October	تشرين الأول/أكتوبر
0.913	0.520	2.884	0.955	2.228	1.948	November	تشرين الثاني/نوفمبر
			0.930	3.090	1.869	December	كانون الأول/ديسمبر
0.784	0.351	3.056					
2010							
0.900	0.351	3.803	0.965	2.812	2.082	January	كانون الثاني/يناير
0.896	4.280	4.411	0.958	1.365	2.466	February	شباط/فبراير
0.923	2.939	3.741	0.933	1.791	2.120	March	آذار/مارس
0.677	1.584	3.931	0.740	2.477	2.770	April	نيسان/أبريل
1.000	0.998	1.994	1.000	1.001	2.001	May	أيار/مايو
0.551	0.773	2.325	0.840	3.020	1.640	June	حزيران/يونيو

المناقشة

الهند في جاوا في الهند، حيث كانت النتيجة متوافقة مع هذه الدراسة (8).

أما مقلوب الأس Reciprocal of exponent 1/K فيستخدم لقياس تجمع الأفراد الحشرية (19). ففي هذه الدراسة كانت قيم 1/K لكل الشهر أعلى من صفر، مما يؤكد الصفة التجميحية لحشرة سوسة النخيل الحمراء. وقد استخدم هذا الاختبار من عدة باحثين لتحديد طبيعة توزيع بعض الحشرات (7، 8، 17). وتراوحت قيم مؤشر لويديز للتزامن (*x) لأقل وأعلى قيمة بين 2.61 و 11.3 لشهري أيلول/سبتمبر وكانون الثاني/يناير لعامي 2009 و 2010، على التوالي، ويختلف هذا الاختبار عن قيم سلسلة بواسون مما يوحي بالطبيعة التجميحية للسوسة، واستخدم هذا الاختبار لدراسة الطبيعة التجميحية لسوسة البرسيم *Hypera postica* على نبات البرسيم (12)، كما استخدم أيضاً في تقويم التوزيع المكاني لحفار براعم البيجونيا *Cydia ptychora* (21)، وفي كلتا الدراستين توصلنا إلى أن نمط التوزيع للحشرتين من النوع التجميحي.

وبناء على نتائج نموذج تايلور (شكل 1-أ، جدول 5) يلاحظ أن قيم القواطع المحسوبة (a) لكل فترة الدراسة بصورة عامة، ولشهور الدراسة منفردة بصورة خاصة كانت أعلى من صفر. كما أن قيم معامل الانحدار (b) كانت معنوياً أكبر من 1 (جدول 5). كما تبين من تحليل البيانات عن وجود علاقة معنوية بين لوغاريتم التباين $\log s^2$ ولوغاريتم المتوسط $\log \bar{X}$ ، مما يشير إلى أن التوزيع المكاني لسوسة النخيل الحمراء يتبع التوزيع التجميحي، وقد يعود ذلك إلى الكثافة العددية

أوضحت نتائج تحليل أعداد سوسة النخيل الحمراء الملتقطة شهرياً من خلال المصائد الفرمونية في بساتين نخيل التمر أن قيمة التباين لفترة الدراسة كانت أعلى من قيمة المتوسط، مما يدل على نمط التوزيع التجميحي لحشرة سوسة النخيل الحمراء حقلياً على النحو الذي اقترحه Southwood (19). استخدم هذا الاختبار من عدة باحثين لتحديد نمط توزيع الآفات الحشرية على محاصيل مختلفة (12، 13، 21). جاءت نتائج معامل التشتت K التقريبية والدقيقة بقيمة أقل من 8 ويشير ذلك إلى التوزيع الثنائي السالب. ويشير ذلك حسب اقتراح Southwood (19) إلى مجتمع تجميحي، وقد استخدم هذا التحليل من قبل بعض الباحثين في تحديد طبيعة بعض الآفات (8). طبيعة التجمع في حشرة سوسة النخيل الحمراء في بعض بساتين المحافظة الشمالية بمملكة البحرين تم تأكيده بحساب بعض مؤشرات التشتت. معدل التباين إلى المتوسط في هذه الدراسة كان أعلى من 1 لكل الشهر مما يرجح طبيعة التوزيع التجميحي للحشرة. أوضح Patil و Stiteler (16) أن القيمة التي تساوي صفر تشير إلى التوزيع المنتظم، في حين أن القيمة الأكبر من 1 تدل على التوزيع التجميحي. وأظهرت قيم تحليل مؤشر David and Moore's index على أنها أكبر من قيم الحد الأقصى للانتظام maximum regularity-1، والعشوائية 0 randomness، مما يؤكد الطبيعة التجميحية لسوسة النخيل الحمراء. تم استخدام هذا الاختبار من قبل في دراسة طبيعة توزيع سوسة النخيل الحمراء في مزارع جوز

التوزع لحشرة سوسة النخيل الأمريكية *R. palmarum* في مزارع نخيل الزيت في كوستاريكا عن طريق استعمال المصائد الفرمونية لجذب الحشرات الكاملة، فوجدوا أن لهذه المجتمعات طبيعة تجمعية عالية. وفي المملكة العربية السعودية سجل تجمع سوسة النخيل الحمراء في مزارع نخيل التمر بمنطقة الإحساء، ووجد أن الإصابة المستمرة لأكثر من سنة تتخذ شكل تجمعات في منطقة العمليات بسبب التوزع التجمعي للأفة. كما لوحظ أن المزارع السليمة القريبة من المزارع المصابة تعرضت للهجوم من الأفة بشكل مستمر، وعزي ذلك إلى الطبيعة التجمعية للحشرة (4). وعليه يحتم ذلك السلوك الطبيعي للحشرة حماية المزارع السليمة القريبة من المزارع المصابة باستخدام تدابير وقائية سليمة. ويمكن أن نستنتج من هذه الدراسة أن تحديد طبيعة التوزع التجمعي لحشرة سوسة النخيل الحمراء في بساتين نخيل التمر. يمكن الاستفادة من النتائج المتحصل عليها كأداة من أدوات اتخاذ القرار في تحسين أداء برنامج مكافحة المتكاملة للسوسة، وفي الاستغلال الأمثل لمواد العلاج والتقليل من كميات المبيدات المستخدمة.

شكر وتقدير

يتقدم الباحثون بالشكر الجزيل إلى الدكتور عبد الهادي عبد الوهاب، أستاذ علوم التربة والري المشارك، قسم علوم الموارد الطبيعية والبيئة، جامعة الخليج العربي لما بذله من مساعدة في تحليل نتائج البحث، وإلى كل من المهندس عيسى أحمد غانم والفني عبد الحسين أحمد، قسم وقاية النبات والحجر الزراعي، إدارة الثروة النباتية، شؤون الزراعة، وزارة الأشغال وشؤون البلديات والتخطيط العمراني، للمساعدة في العمل الحقل.

أو الخصائص السلوكية للحشرة (7). وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل له Salama و Abd-Elgawad (18) في دراستهما لنمط التوزع المكاني لسوسة النخيل الحمراء في مزارع النخيل في محافظة الإسماعيلية في مصر تبعاً لقانون تايلور، حيث وجد أن قيمة الانحدار تبعاً لهذا القانون تشير إلى توزع تجمعي عالي لجميع مراحل تطور الحشرة. كما استخدم هذا الاختبار من قبل Moradi-Vajargah وآخرون (12) لدراسة الطبيعة التجمعية لسوسة البرسيم *H. postica* على محصول البرسيم، وتبين أن للحشرة طبيعة تجمعية لجميع أطوار الحشرة. وتوصل Momanovic وآخرون (11) للنتيجة نفسها على حشرة المن في صربيا. ومن نتائج نموذج Iwao تبين أن قاطع Iwao كان أكبر بكثير من الصفر مما يؤثر إلى ميل شديد للازدحام، وأن قيم b للنموذج نفسه (Iwao) كان معنوياً أكبر من واحد لكل شهور الفترة مجتمعة وللشهور منفردة مما يشير إلى التوزع التجمعي للسوسة أيضاً. ويلاحظ من البيانات المتحصل عليها (جدول 5، شكل 1) أن نموذج Taylor كان أفضل من نموذج Iwao لدراسة هذه الحشرة، حيث تراوحت قيم معامل الارتباط (r^2) لنموذج Taylor و Iwao بين 0.740 و 1.000، وبين 0.495 و 1.000، على التوالي. وقد تم سابقاً الإستعانة بدراسة الارتباط بطريقة Taylor's and Iwao's بصورة واسعة لتحديد طبيعة التشتت لبعض الحشرات (12، 13، 20، 21، 24).

أثبتت نتائج الدراسة الحالية أن طبيعة مجتمع حشرة سوسة النخيل الحمراء في بساتين النخيل تتبع التوزع التجمعي وكذلك التوزع الثنائي السالب. ولوحظ أن الطبيعة التجمعية للحشرة لم تختلف حينما تكون الأفة في ذروة نشاطها أو عندما تكون في أدنى انخفاض لها. وقد درس Faleiro وآخرون (7) التوزع المكاني لسوسة النخيل الحمراء في مزارع نخيل جوز الهند في منطقة جوا بالهند، عن طريق تفخيخ أو اصطياد الحشرات الكاملة باستخدام المصائد الفرمونية فوجدوا أن الحشرة ذات طبيعة تجمعية. كما قويم Oelschlager وآخرون (15)

Abstract

Asfour, A.A., A.A. Abdelkarim, A.A. Saleh and A. Al-Ajami. 2016. Spatial distribution pattern of red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* Oliv.) in date palm plantations in the Kingdom of Bahrain. Arab Journal of Plant Protection, 34(2): 98-105.

The dispersion pattern of the *Rhynchophorus ferrugineus* was studied in five date palm plantations located in the northern Governate, Kingdom of Bahrain. Sampling of adult red palm weevils was collected weekly from 59 baited pheromone traps during 2009-2010. The spatial distribution of the weevil population was described by using several statistical analysis methods including dispersion parameter K, variance to mean ratio, David Morris index of dispersion, negative binomial distribution, Lloyd's index of crowding, Taylor power law and Iwao's regression. The results of these analyses revealed the high aggregate nature of the red palm weevil in date palm plantations. Study of the Spatial Distribution of red weevil could be used as a decision-making tool for a better implementation of the weevil integrated management program, and to reduce the amount of insecticides applications in date palm plantations.

Keywords: *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv., spatial distribution pattern, pheromone traps, seasonal activity.

Corresponding author: AbdulAziz M. Abdul Kareem, Department of Life Sciences, Arabian Gulf University, Manama, Kingdom of Bahrain, email: amamohamed@agu.edu.bh

References

13. **Naseri, B., Y. Fathipour and A.A. Talebi.** 2009. Population density and spatial distribution pattern of *Empoasca decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae) on Different Bean Species. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11: 239-248.
14. **Nirula, K.K. and P.V. Menon.** 1957. Insect pest of coconut palm in India. *FAO Plant Protection Bulletin*, 6: 1-5.
15. **Oehlschlager, A.C., R.S. McDonald, C.M. Chinchilla and S.N. Patschke.** 1995. Influence of a pheromone-based mass-trapping system on the distribution of *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) in oil palm. *Environmental Entomology*, 24:1005-1012.
16. **Patil, G.P. and W.M. Stiteler.** 1974. Concepts of aggregation and their quantification: a critical review with some new result and application. *Researches on Population Ecology*, 15: 238- 254.
17. **Reddy, K.D., D.S. Misra and T.V. Singh.** 1993. Spatial distribution of rice leaf and plant hoppers. *Indian Journal of Entomology*, 55: 1-10
18. **Salama, H.S.A. and M.M.M. Abd-Elgawad.** 2010. Spatial patterns of the red palm weevil and applied entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43: 689-699.
19. **Southwood, T.R.** 1978. *Ecological Methods*. London: Chapman and Hall.
20. **Steffey, K.L. and J.J. Tollefson.** 1982. Spatial distribution pattern of northern and western corn rootworm adults in Iowa cornfield. *Environmental Entomology*, 11: 283-286.
21. **Subharani, S. and Y.K. Singh.** 2011. Assessment of spatial distribution of pod borer, *Cydia ptychora* (Meyrick) on pigeonpea. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 3: 3360-364.
22. **Taylor, L.R.** 1961. Aggregation, Variance and Mean. *Nature*, 189: 732-735.
23. **Wattanapongsiri, A.** 1966. A revision of the genera *Rhynchophorus* and *Dynamis* (Coleoptera: Curculionidae). *Department of Agriculture Science Bulletin*, Vol.1. Bangkok, 328 p
24. **Young, C.L. and M.G. Wright.** 2005. Seasonal and spatial distribution of banana aphid, *Pentalonia nigronervosa* (Hemiptera: Aphididae), in banana plantations on Oahu. *Proc. Hawaiian Entomological Society*, 37: 73-80.
1. **عبد الكريم، عبد العزيز محمد.** 2010. حشرة سوسة النخيل الحمراء الدروس المستفادة والفرص المتاحة لتحسين استئصال وإدارة نظم التحكم في الآفة. ندوة النخلة حياة وحضارة، 23-24. مركز عيسى الثقافي، مملكة البحرين.
2. **العبد المحسن، عبد المحسن محمد حسين.** 1988. التسجيل الأول لسوسة النخيل الحمراء في المملكة العربية السعودية، الزراعة في العالم العربي، 3: 15-16.
3. **زايد، عبد الوهاب.** 2005. زراعة نخيل التمر. نشرة رقم 156. منظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة، روما، ايطاليا. 349 صفحة.
4. **Anonymous.** 1998. Final report of the Indian Technical Team (Part A), - Red palm weevil control project, Ministry of Agriculture and Water, Kingdom of Saudi Arabia, 65 pp.
5. **David, F.N. and P.G. Moore.** 1954. Note on contagious distributions in plant populations. *Annals of Botany*, 18: 47-53.
6. **Ellito, J.M.** 1979. Some methods for statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Science Publication of Fresh Water Biology Association*, 157 pp.
7. **Faliero, J., J. Ashok Kumar and P.A. Rangnekar.** 2002. Spatial distribution of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. (Coleoptera: Curculionidae) in coconut plantations. *Crop Protection*, 21:171-176.
8. **Gonzalez-Andujar, J.L., J.F. Ramirez-Davila, M.L. Lopez and R. Ocete.** 2006. Spatial distribution of *Jacobiasca lybica* (Bergenin and Zanon) (Homoptera: Cicadellidae) egg populations in an irrigated sherry vineyard. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 23: 51-55.
9. **Lever, R.J.W.** 1969. Pest of coconut palm. *FAO, Agricultural Studies Report 77*; 113-119.
10. **Lloyd, M.** 1969. Mean crowding. *Journal of Animal Ecology*, 36: 1-30.
11. **Momanovic, Z., N.G. Kavallieratos and C.G. Athanassiou.** 2008. Spatial distribution of cereal aphids (Hemiptera: Aphidoidea) in Serbia. *Acta Entomologica*, 13: 9-14.
12. **Moradi-Vajargah, M., A. Golizadeh, H. Rafieedastjerdi, M.P. Zalucki, M. Hassanpour and B. Naseri.** 2011. Population density and spatial distribution pattern of *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) in Ardabil, Iran. *Notule Botanicae Agrobotanici*, 39: 42-48.

Received: September 9, 2015; Accepted: June 16, 2016

تاريخ الاستلام: 2015/9/9؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2016/6/16