

المصائد الفرمونية ودورها في مراقبة افات النخيل في العراق

ا.د عقيل عدنان اليوسف

تخصص: حشرات/ ادارة متكاملة للافات

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة البصرة، البصرة، العراق

البريد الالكتروني: aqeel.abd@uobasrah.edu.iq ، aqeel.alyousuf@okstate.edu

المقدمة

تعد زراعة نخيل التمر قطاع أساسي في العديد من البلدان، وتوفر مصدراً هاماً للدخل والتغذية لملايين الأشخاص. ومع ذلك، فإن نخيل التمر عرضة للاصابة بمجموعة من الآفات التي يمكن أن تقلل بشكل كبير من الإنتاجية. وعادة ما تستخدم طرق مكافحة الآفات التقليدية، المتمثلة بالمبيدات الكيميائية، والتي تكون مكلفة اقتصادياً فضلاً عن تأثيراتها السلبية على البيئة والصحة الإنسان. ولمواجهة هذه التحديات، تم تطوير استراتيجيات الإدارة المتكاملة للافات القائمة على اساس مراقبة للافات باستخدام اساليب وطرق مختلفة، واهم هذه الوسائل استخدام المصائد الفرمونية، التي توفر حلاً فعالاً وصديقاً للبيئة لإدارة الآفات (Murphy & Briscoe, 1999; Ehler, 2006).

الفيرومونات هي مواد كيميائية تنتجها الحشرات وتستخدم كوسيلة للاتصال بين الأفراد من نفس النوع. تستخدم الحشرات الفيرومونات لأغراض متعددة، بما في ذلك تحديد الجنس/الشريك الاخر وتحديد امكان الخطر وغيرها. تنتج الفيرومونات من غدد متخصصة ويتم الكشف عنها من خلال مستقبلات في الأجزاء الحساسة للحشرات في قرون الاستشعار و اجزاء اخرى في جسم الحشرات. توجد عدة أنواع مختلفة من الفيرومونات، بما في ذلك فيرومونات الجنسية Sex pheromones وفيرومونات التجمع Aggregation pheromones وفيرومونات الإنذار Alarm pheromone، تستخدم فيرومونات الجنسية لجذب الجنس الاخر، وتنتجها الإناث لإشارة وجودها للذكور. في حين تستخدم فيرومونات التجمع لجذب الحشرات من نفس النوع إلى موقع محدد، بينما يتم إطلاق فيرومونات الإنذار رداً على الخطر وتساعد في إشارة للحشرات الأخرى للهروب أو الدفاع عن أنفسهم (Howse et al., 2013).

اكتشفت إشارات الفيرومونية، التي تستخدمها الحيوانات للتواصل مع بعضها البعض، في بدايات القرن العشرين. ففي عام 1911، لاحظ العالم الفرنسي جان هنري فابر Jean-Henri Fabre أن ذكور عثة الحرير Silkworm moths يطير لمسافات طويلة للعثور على إناث للتزاوج، حتى عندما تكون الإناث مختبئة من الأنظار (Howse et al., 2013). افترض فابر أن ذكور العثة يستخدمون إشارة كيميائية للعثور على الإناث، ولكن لم يتم التعرف على أول فيرومون حتى بعد عدة عقود. في عام 1959، عزل الكيميائي الألماني أدولف بوتيناندت Adolf Butenandt أول فيرومون، وهو Bombykol، من إناث عثة الحرير (Regnier & Law, 1968). هذا الاكتشاف ساهم في دفع البحث العلمي لاجراء المزيد من الابحاث حول الاتصال الكيميائي بين الحشرات وغيرها من الحيوانات، وأدى إلى تطوير المصائد الفيرومونية لمكافحة الآفات، و تم تطوير أول مصيدة فيرومونية pheromone traps في أوائل الستينيات من قبل علماء في وزارة الزراعة الأمريكية (USDA)، اذ استخدم فيرومون صناعية لجذب ذكور Codling moths، وهي آفة رئيسية في بساتين التفاح. اذ ثبت أن هذه المصائد فعالة بشكل كبير في تقليل أعداد العثة، وسرعان ما تم اعتماده من قبل مزارعي التفاح في جميع أنحاء الولايات المتحدة منذ ذلك الحين (Silverstein, 1981).

يتم استخدام الفرمونات الصناعية الآن على نطاق واسع في إدارة الآفات الحشرية، والتي يمكن ان تتسبب في اخلال في التواصل بين الحشرات والتدخل في سلوك التزاوج، مما يؤدي إلى تقليل تعداد الآفات. في حالة آفات نخيل التمر، يتم استخدام المصائد الفيرومونية لمراقبة تواجد وكثافات الآفات، مما يتيح للمزارعين اتخاذ التدابير المناسبة للسيطرة عليها قبل أن تتسبب في أضرار كبيرة للمحاصيل.

تتميز المصائد الفيرومونات في برامج IPM بعدة مزايا مقارنة بطرق مكافحة الآفات التقليدية. أولاً، فهي انتقائية للغاية، حيث تستهدف فقط أنواع الآفات الحشرية المعينة دون إلحاق الأذى بالحشرات النافعة أو الكائنات الحية غير المستهدفة الأخرى. ثانياً، فهي صديقة للبيئة، إذ تخفض من حاجة المبيدات الكيميائية وتقلل من تأثير مكافحة الآفات على النظام البيئي Ecosystem. أخيراً، فهي فعالة من حيث التكلفة، إذ تتطلب كميات أقل من العمالة والمواد مقارنةً بطرق مكافحة الآفات التقليدية. تم تطوير المصائد الفيرومونية لمجموعة واسعة من الآفات الحشرية، بما في ذلك آفات النخيل الرئيسية ومنها سوسة النخيل الحمراء وعثة التمر الصغرى (الحميرة).

أنواع المصائد الفرمونية

تتوفر عدة أنواع من المصائد الفرمونية لرصد آفات الزراعة، بما في ذلك:

1. المصائد اللاصقة Sticky traps: تعد المصائد اللاصقة نوعًا شائعًا من المصائد الفرمونية المستخدمة لرصد مجموعة واسعة من آفات الحشرات الهوائية، إذ تكون هذه المصائد مغطاة بمادة لاصقة تلتقط الحشرات عندما تهبط على السطح. وعادة ما يتم استخدام المصائد اللاصقة الفرمونية لرصد الآفات التي لا تطير لمسافات بعيدة (Murtaza et al., 2019)، مثل Codling Moth والتي تستخدم بعدد من 14 إلى 72 في وحدة المساحة الايكر في امريكا (Weinzierl et al., 2005) ، والمثال الاخر حشرة عثة التمور *Ephestia spp* وبواقع اربعة مصائد في الدونم في العراق (حميد et al., 2014)، وعادة ماتستخدم المصائد اللاصقة مع مصائد دلتا Delta traps، و تعد هذه المصائد فعالة في جمع الحشرات الذكور والإناث، مما يجعلها وسيلة قيمة لرصد أعداد الآفات.
2. مصيدة الدلو/السطل Bucket trap: تعد المصائد الدلاء نوعًا من المصائد الفرمونية المستخدمة لرصد سوسنة نخيل التمر الحمراء. تتكون هذه المصيدة من حاوية جاذب جنسي مع ماء او سائل تغرق فيه السوسنة عندما يجذبها الفرمون. تعد هذه المصائد فعالة في جمع أعداد كبيرة من السوس، مما يجعلها أداة مفيدة لتقييم شدة الإصابة (Kaakeh et al., 2001; Al-Saraj et al., 2017).
3. المصائد القمعية Funnel traps: تُستخدم المصائد القمعية كنوع من مصائد الفيرومونية لمراقبة العث (Rigakis et al., 2021) مثل العثة التمر الصغرى (Levi-Zada et al., 2018) والخنفس (Jansson et al., 1992) وآفات المخازن (Burkholder, 1984). تتكون هذه المصائد من حاوية بشكل قمع يقود إلى غرفة احتجاز تحتوي على الفيرومون. عندما تدخل الحشرة المستهدفة المصيدة، تسقط في غرفة الاحتجاز وتمسك. تعد المصيدة القمعية فعالة في اصطياد الحشرات الذكور، مما يجعلها مفيدة لمراقبة مجتمعات الآفات وتوجيه إجراءات السيطرة.
4. المصائد Multi-lure traps: المصائد التي تستخدم الفرمونات بالإضافة الى مواد جاذبة اخرى كرمونية لاصطياد مجموعة من الآفات المستهدفة. وتستخدم هذه المصائد في كثير من الأحيان لمراقبة الآفات التي يصعب اصطيادها بواسطة الفيرومونات لوحدها، مثل آفات اشجار الغابات (Fan et al., 2019;)، وسوسنة النخيل الحمراء باضافة بعض المواد النباتية في مصائد الدلاء الفرمونية (Mohamed Abuaglala & Al-Deeb, 2012). والتي تكون فعالة في اصطياد الحشرات الذكور والإناث، مما يوفر معلومات قيمة حول مجتمعات الآفات ويوجه إجراءات السيطرة.

فوائد استخدام المصائد الفرمونية

استخدام المصائد الفرمونية في إدارة آفات نخيل التمر يوفر العديد من الفوائد، بما في ذلك:

1. الحد من استخدام المبيدات الكيميائية: يمكن استخدام المصائد الفرمونية لمراقبة تعداد الآفات وتوجيه إجراءات مكافحة عند الحاجة، مما يقلل من الحاجة لاستخدام المبيدات الكيميائية.
2. استهداف الآفات المحددة: ان المصائد الفرمونية انتقائية للغاية، اذ تجذب فقط الآفات المستهدفة، مما يقلل من التأثير على الحشرات المفيدة والكائنات غير المستهدفة الأخرى. يمكن أن يساعد هذا على الحفاظ على نظام بيئي وتعزيز ممارسات الزراعة المستدامة.
3. الكشف المبكر والاستجابة السريعة: يمكن استخدام المصائد الفرمونية للكشف عن الآفات في مرحلة مبكرة من العدوى، مما يسمح بالاستجابة السريعة وإجراءات السيطرة المستهدفة، والتي يمكن أن تساعد على منع تفشي الآفات وتقليل الضرر الذي يلحق بالمحصول.
4. إدارة الآفات بتكلفة واطئة نسبياً: ان استخدام المصائد الفرمونية غير مكلفة نسبياً، ويمكن توزيعها بسهولة في البستان، وبالتالي يمكن أن تقلل تكاليف إدارة الآفات وزيادة العوائد لانتاج التمور.
5. تحسين جودة وإنتاجية المحصول: من خلال تقليل تأثير الآفات على أشجار النخيل، يمكن للمصائد الفرمونية المساعدة في تحسين جودة وإنتاجية المحصول. وبالتالي مساعدة المزارعين في إنتاج تمور عالية الجودة تلبي حاجة السوق بشكل عام.

استخدام المصائد الفرمونية في مراقبة آفات نخيل التمر

تُعد المصائد الفيرومونية أداة فعالة لمراقبة وإدارة آفات نخيل التمر، اذ تعمل هذه المصائد عن طريق تحرير الفيرومونات الجنسية الصناعية، والتي تجذب الذكور إلى المصائد، والتي تتيح للمزارعين مراقبة وجود الآفات وكتافتها دون الحاجة إلى المسوح الميدانية الشاملة والمكلفة. واحدة من أهم مزايا استخدام المصائد الفيرومونية لمراقبة آفات نخيل التمر هي انتقائيتها. وعلى عكس المصائد الأخرى التي يمكن أن تجذب مجموعة واسعة من الحشرات، وبالتالي تمكّن المزارعين من التركيز على الآفات الأكثر ضرراً. ومن الافات التي تستخدم المصائد الفرمونية لمراقبتها في بساتين النخيل في العراق:

1- السوسة النخيل الحمراء: (*Rhynchophorus ferrugineus*):

تعد سوسة الحمراء للنخيل واحدة من أكثر الآفات الغازية المدمرة التي تهاجم جميع أنواع أشجار النخيل بما في ذلك نخيل التمر في جميع أنحاء العالم (Cox, 1993; Faghih, 1996; Faleiro *et al.*, 2012; Azmi *et al.*, 2017; Manzoor *et al.*, 2020). وسجلت الحشرة لأول مرة في شبه الجزيرة العربية في دولة الإمارات العربية المتحدة خلال عام 1985، ثم انتشرت إلى بلدان أخرى تنتج نخيل التمر في هذه المنطقة (Kehat, 1999; El-Mergawy & Ajlan, 2011; Al-Shawaf *et al.*, 2013)، مما تسبب في خسائر اقتصادية تصل إلى ملايين الدولارات لبروتوكول القضاء عليها في البلدان المغزوة في هذه المنطقة (El-Sabea *et al.*, 2009). وتعد التجارة الإقليمية للأشجار بين وداخل الدول المختلفة أحد الأسباب لغزو سوسة النخيل الحمراء وانتشارها في بلدان المنطقة (Abraham *et al.*, 2000). وعلاوة على ذلك، فإن الخصائص السلوكية والفسيوولوجية لبالغات السوسة تزيد من صعوبة إيقاف الغزو في المنطقة الجديدة (Faleiro *et al.*, 2002)، بالإضافة إلى امكانياتها العالية للطيران ولمسافات طويلة من 100 إلى 5000 متر (Ávalos Masó *et al.*, 2014).

في العراق، غزت سوسة النخيل الحمراء نخيل التمور في محافظة البصرة في مقاطعة سفوان في عام 2015. وقد كرست وزارة الزراعة برامج لإدارة الآفات الغازية للقضاء على الآفة ومنع انتشار الآفة الغازية في بساتين النخيل الأخرى في العراق. إذ طبقت بروتوكول الحجر الزراعي والمقاومة الكيميائية، وتم استخدام المصائد الفرمونية الجنسية الجاذبة (نوع الفرمون الجنسي المستخدم في هذا النوع من المصائد هو: 4-Methyl-5-Nonanol 90%+ 4-Methyl-5-nonanol 10%) لمراقبة *R. ferrugineus* في منطقة سفوان بالإضافة إلى فحص العينات البصري. ويذكر أن المصيدة التي استخدمت هي من نوع مصيدة الدلو/السطل Bucket trap الحاوية على الفرمون الجنسي والكيرمون (كرب) مع ماء.

أظهرت نتائج المراقبة في محافظة البصرة أن جهود القضاء Eradication على سوسة النخيل الحمراء (إزالة النخيل المصاب) لم تمنع انتشار الحشرة إلى أشجار النخيل التمر الأخرى في مقاطعة سفوان بعد عام 2015، وارتفع عدد النخيل المصابة إلى 111 شجرة في 16 بساتين في عام 2016. وفي المقابل، ويذكر أن برنامج مكافحة الكيميائية المستمر للحشرة الغازية واستخدام المصائد الفرمونية (شكل 1) خفض عدد الأشجار المصابة إلى 3 شجرات فقط في المقاطعة في عام 2019 (Alderawii *et al.*, 2020). وعموماً نتيجة المراقبة المستمرة باستخدام المصائد الفرمونية وجد أن بروتوكول الحجر الزراعي المطبق في

مقاطعة سفوان نجح في السيطرة على انتشار سوسة النخيل الحمراء حتى عام 2020؛ حيث لم تتم الإبلاغ عن حالات انتشار سوسة النخيل الحمراء بين عامي 2015 و 2020 في قضاء الزبير. لكن تم غزو نخيل التمر بواسطة هذه الافة في قضاء الزبير عام 2021 و 2022. تتأثر كفاءة المصائد الفرمونية بشدة بمكوناتها، اذ تستخدم الكيرومونات طبيعية مثل التمر او الكرب، او الكيرومونات الصناعية مثل: كيرومون Ethyl 98 % Acetate ، وثبت ان استخدام هذه المكونات يزيد من كفاءة المصائد الفرمونية مئات المرات (السعود، 2009).



شكل (1) تثبيت المصائد الفرمونية لمراقبة سوسة النخيل الحمراء في منطقة سفوان (Alderawii et al.,)

(2020)

حديثاً وتقريباً بعد عام 2020، استخدمت الفرغونات في المصائد ElectrapTM (شكل 2) في قضاء سفوان، وهي مصائد جافة تحتوي على فرغون جنسي وكيرمون مصنع، ويعتمد آلية عملها على جذب الحشرات عبر الإشعاع الكهرومغناطيسي (وفقاً للشركة المصنعة)، يتم توجيه الضوء المنبعث في المصيدة إلى غرفة ارتجاع تحتوي على الفيرومونات والكايرومونات، ويتم إصدار ترددات كهرومغناطيسية محددة من هذه الغرفة تتلامس مع الحشرة وتؤدي إلى جذبها إلى المصيدة. يفترض أن إنتاج الإشعاع الكهرومغناطيسي الجاذب يعود إلى المرايا الموجودة على الجانبين الداخليين للغرفة الحاوية للفيرومونات والكايرومونات (Gonzalez et al., 2019).



شكل 2 مصيدة فرغونية ElectrapTM لصيد بالغات سوسة النخيل الحمراء

2- عثة التمر الصغرى *Batrachedra amydraula* Lesser Date Moth

تعد عثة التمر الصغرى من أهم الآفات التي تهاجم تقريباً جميع أصناف نخيل التمور في معظم دول العالم المنتجة للتمور، خاصة في آسيا وأفريقيا (Ba-Angood، El-Haideri and El-Hafeedh؛ 1978 ، El-Juhany؛ 1986 ، Kakar et al.؛ 2010 ، 2010)، إذ تنتشر بكثافة في الدول الأفريقية، وخاصةً مصر وليبيا والجزائر والسودان، وكذلك في دول آسيا مثل العراق وإيران والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة والهند وباكستان وسلطنة عمان واليمن ودول الخليج العربي الأخرى.

تعد العثة التمر الصغرى آفة رئيسة احادية العائل، إذ تصيب نخيل التمر فقط. تبدأ اليرقات هجومها على زهرة حامل الثمرة المتكونة حديثاً قبل تكوين الثمار، وتستمر خلال مراحل تطور الثمار التالية مع زيادة كبيرة في مراحل الحبابوك والجمري، متغذية على محتويات الثمرة، مما يترك جداراً خارجياً فارغاً (Ali، 2015؛ Kinawy et al., 2015؛ Hama, 2014). تبدأ اليرقات في الهجوم على الثمار الصغيرة قرب منطقة قمع الثمرة. خلال الجيل التالي، تغذي اليرقات بشكل رئيسي على محتويات الثمرة والبذور الناضجة. وتظهر اعراض الاصابة على الثمار المصابة بسهولة عن طريق البراز الأسود المرتبط بموقع الاختراق. يمكن لليرقات التحرك من ثمرة إلى أخرى داخل شماريخ العذق الواحد، مما يزيد من الضرر. تصبح الثمار المصابة جافة وتتحول إلى اللون الأحمر (ومنها جاءت التسمية محلياً بخشرة الحميرة). يمكن رؤية الثمار الجافة الصغيرة مرتبطة أو معلقة بخيوط حريرية تنتجها اليرقات، فضلاً عن الثمار المتساقطة التي تحمل اعراض الاصابة اعلاه.

في العراق، تم وضع حشرة عثة التمر الصغرى ضمن الحشرات الرئيسية الوبائية التي تتكفل وزارة الزراعة/ مديرية وقاية المزروعات بمراقبة الحشرة، وذلك بنصب المصائد الفرمونية نوع Delta، وبمعدل 2 مصيدة لكل دونم من أجل تحديد النشاط الموسمي للحشرة، وتحديد ظهور الكاملات (شكل 3) ومواعيد المكافحة. تتضمن هذه المصائد على الفرمون Z5-decen-1-yl acetate, (Z4Z7)-4,7-decadien-1-yl acetate and Z5-decen-1-ol، ونسبة 2:2:1. وعند وصول الكثافة العددية للكاملات إلى الحد الاقتصادي الحرج يتم بمكافحتها باستخدام المبيدات الكيماوية من خلال حملات الرش الأرضي التي تقوم بها الشعب الزراعية في القطاعات المختلفة في كل محافظة.



شكل (3) المصائد الفرمونية لحشرة عثة التمر الصغرى والفرمون المستخدم.

اما على مستوى البحث العلمي، تم إجراء دراسة في بساتين النخيل في منطقة السويب في بغداد خلال موسم الزراعة لعام 2012. كان الهدف الرئيسي من الدراسة هو تقييم فعالية الفرمون الجنسي وطول فترة تأثيره في جذب ذكور عثة التمر الصغرى في مناخ الصحراء القاسي. وأكدت النتائج على ان ظهور العثة يبدأ خلال الأسبوع الأخير من شهر نيسان، وتبلغ الكثافة العديدة ذروتها خلال الأسبوع الأول من مايس. (Al-Jorany et al., 2015).

بشكل عام، يعتمد اختيار المصائد الفيرومونية على الآفة المستهدفة بشكل خاص وأهداف برنامج المراقبة بشكل عام، ومن خلال استخدام أنواع المصائد الفرمونية المختلفة بمختلف فيرومونها، يمكن للمزارعين والمهندسين الزراعيين مراقبة وإدارة آفات نخيل التمر بفعالية، مما يقلل من استخدام المبيدات الكيميائية ويعزز الممارسات الزراعية المستدامة.

المصادر

حميد, اسعد علوان, الطويل, اياد احمد, الربيعي, حسين فاضل, ياس, علي جعفر, بلاسم, حزام صالح, احمد, باسم شهاب, . . . الجبوري, ابراهيم جدوع والزيدي, شاكر محمود. (2014). استعمال متطفل البيض *Trichogramma evanescens* المصايد الفرمونية لمكافحة حشرات عث التمر *Ephestia* في بساتين التمر ومخازنها في ثالث محافظات في العارق. مجلة الزراعة العراقية, 2(92), 134-144.

السعود, احمد حسين (2009) دور الكيرمون في المصائد الفيرمونية التجميعة لسوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae). مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية 25(2): 125-144

- Abraham, V. A., Faleiro, J. R., Shuaibi, M. A., & Kumar, T. P. (2000). A strategy to manage red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* oliv. On date palm *Phoenix dactylifera* L. - Its successful implementation in Al-Hassa, Kingdom of Saudi Arabia. *Pestology*, 24, 23-30.
- Ali, A. S. A. and Hama, N.N. 2014. Integrated pest management for major date palm pest in Iraq. Manual, Harmonized Support for Agriculture Development (HSAD), p. 22.
- Al-Jorany, R. S., Al-Jboory, I. J., & Hassan, N. (2015). Evaluation of the sex pheromone efficiency of the Lesser Date Moth, *Batrachedra amydraula* Meyrick (Lepidoptera: Batrachedridae). *Journal of Life Sciences*, 9, 242-247.
- Al-Saraj, S., Al-Abdallah, E., Al-Shawaf, A. M., Al-Dandan, A. M., Al-Abdullah, I., Al-Shagag, A., . . . Faleiro, J. R. (2017). Efficacy of bait free pheromone trap (ElectrapTM) for management of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier)(Coleoptera: Curculionidae). *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 23(1), 55-59.
- Al-Shawaf, A. M., Al-Shagag, A., Al-Bagshi, M., Al-Saraj, S., Al-Bather, S., Al-Dandan, A. M., . . . Faleiro, J. R. (2013). A quarantine protocol against red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier)(Coleoptera: Curculionidae) in date palm. *Journal of plant protection research*, 53(4).
- Alderawii, M. M., Alyousuf, A. A., Hasan, S. A., Mohammed, J. K., Jappar, H. A., & Paudyal, S. (2020). AN EVALUATION OF INVASIVE PEST, RED PALM WEEVIL *RHYNCHOPHORUS FERRUGINEUS* (OLIVIER, 1790)(COLEOPTERA, CURCULIONIDAE) POPULATION IN IRAQ. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum (P-ISSN: 1017-8678, E-ISSN: 2311-9799)*, 16(2), 203-218.
- Ávalos Masó, J., Martí-Campoy, A., & Soto, A. (2014). Study of the flying ability of *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Dryophthoridae) adults using a computer-monitored flight mill. *Bulletin of Entomological Research*, 1-9. doi:10.1017/S0007485314000121
- Azmi, A., Lian, C. J., Zakeri, H. A., Yusuf, N., Omar, W. B. W., Wai, Y. K., & Husasin, M. (2017). The red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*: current issues and challenges in Malaysia. *Oil Palm Bulletin*, 74, 17-24.
- Burkholder, W. E. (1984). *Stored-product insect behavior and pheromone studies: keys to successful monitoring and trapping*. Paper presented at the Proceedings of the 3rd International Working Conference on Stored-Product Entomology. Kansas State University, Manhattan, KS.
- Cox, M. (1993). Red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*, in Egypt. *FAO Plant Protection Bulletin*, 41(1), 30-31.
- Ehler, L. E. (2006). Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest management science*, 62(9), 787-789.
- El-Mergawy, R., & Ajlan, A. (2011). Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier): Economic Importance, Biology, Biogeography, and Integrated Pest Management. *Journal of Agricultural Science and Technology A1(1): 1-23*, 1.
- El-Sabea, A. M., Faleiro, J., & Abo-El-Saad, M. M. (2009). The threat of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* to date plantations of the Gulf region in the Middle-East: an economic perspective. *Outlooks on Pest Management*, 20(3), 131-134.

- Faghih, A. A. (1996). The biology of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. (Coleoptera, Curculionidae) in Saravan region (Sistan & Balouchistan province, Iran). *Applied Entomology and Phytopathology*, 63(1/2), 16-18.
- Faleiro, J., Abdallah, A. B., El-Bellaj, M., Al-Ajlan, A., & Oihabi, A. (2012). Threat of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) to date palm plantations in North Africa. *Arab Journal of Plant Protection*, 30(2), 274-280.
- Faleiro, J., Kumar, J. A., & Rangnekar, P. (2002). Spatial distribution of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. (Coleoptera: Curculionidae) in coconut plantations. *Crop Protection*, 21(2), 171-176.
- Fan, J.-t., Denux, O., Courtin, C., Bernard, A., Javal, M., Millar, J. G., . . . Roques, A. (2019). Multi-component blends for trapping native and exotic longhorn beetles at potential points-of-entry and in forests. *Journal of Pest Science*, 92(1), 281-297.
- Gonzalez, F., Kharrat, S., Rodríguez, C., Calvo, C., & Oehlschlager, A. (2019). Red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier): recent advances. *Arab J. Pl. Prot.*, 37, 178-187.
- Howse, P., Stevens, J., & Jones, O. T. (2013). *Insect pheromones and their use in pest management*: Springer Science & Business Media.
- Jansson, R. K., Mason, L. J., Heath, R. R., Sorensen, K. A., Hammond, A. M., & Robinson, J. V. (1992). Pheromone-trap monitoring system for sweetpotato weevil (Coleoptera: Apionidae) in the southern United States: effects of trap type and pheromone dose. *Journal of economic entomology*, 85(2), 416-423.
- Kaakeh, W., El-Ezaby, F., Aboul-Nour, M. M., & Khamis, A. A. (2001). *Management of the red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus Oliv., by a pheromone/food-based trapping system*. Paper presented at the Second International Date Palm Conference, Al-Ain, UAE.
- Kehat, M. (1999). Threat to date palms in Israel, Jordan and the Palestinian Authority, by the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. *Phytoparasitica*, 27(3), 241-242.
- Kinawy M.M, Arissian M. and Guillon M. 2015. First field evaluation of mass trapping system for males of the lesser date moth *Batrachedra amydraula* (Meyrick) (Lepidoptera: Batrachedridae) in sultanate of Oman. *International Journal of Agricultural Research and Review*. 3(5): 223-232.
- Levi-Zada, A., Sadowsky, A., Dobrinin, S., Ticuchinski, T., David, M., Fefer, D., . . . Byers, J. (2018). Monitoring and mass-trapping methodologies using pheromones: the lesser date moth *Batrachedra amydraula*. *Bulletin of Entomological Research*, 108(1), 58-68.
- Manzoor, M., Ahmad, J. N., Ahmad, S. J., Naqvi, S. A., Rasheed, R., & Haider, M. S. (2020). Population dynamics, abundance and infestation of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) in different geographical regions of date palm in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 57(2).
- Mohamed Abuaglala, A., & Al-Deeb, M. A. (2012). Effect of bait quantity and trap color on the trapping efficacy of the pheromone trap for the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. *Journal of Insect Science*, 12(1), 120.
- Murphy, S., & Briscoe, B. (1999). The red palm weevil as an alien invasive: biology and the prospects for biological control as a component of IPM. *Biocontrol news and information*, 20, 35N-46N.
- Murtaza, G., Ramzan, M., Ghani, M. U., Munawar, N., Majeed, M., Perveen, A., & Umar, K. (2019). Effectiveness of different traps for monitoring sucking and chewing insect pests of crops. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 12(6), 15-21.
- Rassati, D., Marini, L., Marchioro, M., Rapuzzi, P., Magnani, G., Poloni, R., . . . Sweeney, J. (2019). Developing trapping protocols for wood-boring beetles associated with broadleaf trees. *Journal of Pest Science*, 92, 267-279.
- Regnier, F. E., & Law, J. H. (1968). Insect pheromones. *Journal of Lipid Research*, 9(5), 541-551.

- Rigakis, I. I., Varikou, K. N., Nikolakakis, A. E., Skarakis, Z. D., Tatlas, N. A., & Potamitis, I. G. (2021). The e-funnel trap: Automatic monitoring of lepidoptera; a case study of tomato leaf miner. *Computers and Electronics in Agriculture*, *185*, 106154.
- Silverstein, R. M. (1981). Pheromones: background and potential for use in insect pest control. *science*, *213*(4514), 1326-1332.
- Weinzierl, R., Henn, T., Koehler, P., & Tucker, C. (2005). Insect attractants and traps. *ENY277*, Available: <http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/27/94/00001/IN08000.pdf>.