الفصل الثاني عشر
تحليل مخاطر سوسة النخيل الحمراء
Red Palm Weevil (RPW)
Rhynchophorus ferrugineus

1. مقدمة
2. التوزيع والقدرة على الإنتشار
2. 1. التوزيع العالمي لسوسة النخيل الحمراء
2. 2. القدرة على الانتشار
3. تقييم مخاطر سوسة النخيل الحمراء
3. 1. مخاطر الإدخال
3. 2. الضرر الاقتصادي المحتمل
3. 3. التأثير الاقتصادي للعوائل المضيفة
4. دراسات تحليل المخاطر
4. 1. التأسيس والمخاطر المحتملة لسوسة النخيل الحمراء
4. 2. مخطط تحليل المخاطر
4. 3. التنبؤ بالخريطة المحتملة للتأسيس
4. 4. حساب قيمة المخاطر المتكاملة
5. توجهات إدارة مخاطر سوسة النخيل الحمراء
5. 1. الاستراتيجية الإطارية لمنظمة الأغذية والزراعة
5. 2. إستراتيجيات وتدابير السيطرة والإستئصال
5. 2. 1. تدابير الصحة النباتية في المناطق غير الموبوءة
5. 2. 2. إجراءات القضاء على الآفة في المناطق الموبوءة
6. تدابير المكافحة المتكاملة لسوسة النخيل الحمراء
6. 1. المراقبة والرصد والتفتيش
6. 2. الاكتشاف المبكر
6. 3. الطرق الزراعية والصحية
6. 3. 1. الممارسات الزراعية الوقائية
6. 3. 2. التخلص من النخيل المصاب بشدة
6. 3. 3. الممارسات الصحية الميكانيكية
6. 4. المكافحة الحيوية
6. 4. 1. النيماتودا الممرضة للحشرات
6. 4. 2. الفطريات الممرضة للحشرات
6. 4. 3. البكتيريا الممرضة للحشرات
6. 5. الصيد بالطعوم الغذائية والفيرمونية
6. 5. 1. مصائد الطعوم الغذائية
6. 5. 2. الفيرمونات والصيد المكثف/ الجماعي

6. 6. تقنية تعقيم الحشرة/ التعقيم الكيميائي
6. 7. المكافحة الكيميائية
6. 8. متطلبات تطوير تدابير الإدارة
6. 8. 1. المراقبة والتقييم
6. 8. 2. مشاركة أصحاب المصلحة من المزارعين في برامج المكافحة
6. 8. 3. البحث والإبتكار
6. 9. توظيف تقنيات المعلوماتية والإتصال في إدارة سوسة النخيل الحمراء
7. المراجع

1. مقدمة

تم الإبلاغ في عامي 1906 و 1917 عن الأضرار الجسيمة التي لحقت بجوز الهند ونخيل التمر لأول مرة في شبه القارة الهندية الموطن الأصلي لسوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus* (RPW) (الذي تم تحديده في عام 1790). ظلت الحشرة محصورة في هذه المنطقة لفترة طويلة، وفي وقت لاحق خلال الثمانينيات من القرن الماضي، بدأ غزو سوسة النخيل الحمراء في أجزاء أخرى من العالم (Hussain *et al*, 2013). الآن تم الإبلاغ عن أنها آفة خطيرة في مناطق مناخية مختلفة من العالم بما في ذلك المناطق الساحلية، والبحر الأبيض المتوسط، والمناطق الجافة وشبه القاحلة، و الاستوائية وشبه الاستوائية. غزت الآفة بلاد اسيوية أخرى، حيث تم الإبلاغ عن حدوث سوسة النخيل الحمراء في ماليزيا وإندونيسيا والفلبين وسريلانكا، وتم الكشف عنها في الصين في أواخر التسعينيات. وحاليًا، غزت سوسة النخيل الحمراء العديد من مناطق النخيل في معظم بلاد العالم، وهي تلحق أضرارًا بمزارع نخيل التمر في دول الخليج العربي منذ أن تم الإبلاغ عنها في دولة الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية خلال الثمانينيات. أكتشفت RPW في مصر في عام 1992، ووصلت إلى إيران في نفس العام، وجنوب إسبانيا في عام 1993، وفي قطر عام 1996، وفي إسرائيل، والأردن، وفلسطين في عام 1999. تلى ذلك إكتشافها في بلاد أخرى هي فرنسا واليونان وإيطاليا في عام 2006، وقبرص ومالطا وسوريا وتركيا في عام 2007، والبرتغال في عام 2008، وألبانيا وليبيا والمغرب وجزر الأنتيل الهولندية في عام 2009، و الولايات المتحدة الأمريكية (كاليفورنيا) في عام 2010، و تونس في عام 2011. ويدل الواقع الفعلي أن سوسة النخيل الحمراء إنتشرت إلى جميع القارات (إفريقيا والأمريكيتين وآسيا وأستراليا مع أوقيانوسيا وأوروبا) باستثناء القارة القطبية الجنوبية. ويعتقد أن هذا الإنتشار الواسع قد تسبب فيه نقل أشجار النخيل المصابة من المناطق المصابة إلى المناطق غير المصابة (Hussain *et al*, 2013). تسبب سوسة النخيل الحمراء أضرارًا واسعة النطاق لنخيل التمر، وتشمل هذه الأضرار تأثيرات زراعية على إنتاج النخيل، ومايتبعها من تداعيات سلبية على المزارعين والبيئية. ولاشك في أن تفشي سوسة النخيل الحمراء له تأثير هائل، ليس فقط على الإنتاج الاقتصادي للنخيل (التمور) ولكن أيضًا على المجتمع. وعلى سبيل المثال، يرتبط نخيل التمر ارتباطًا وثيقًا بالثقافة والدين وحياة الناس في منطقة الخليج. وتظهر الإحصاءات الحديثة أن غزو سوسة النخيل الحمراء قد تسبب في خسائر اقتصادية فادحة تتراوح بين 1 و 5٪، وهو ما يمثل 5.18 إلى 25.92 مليون دولار أمريكي على التوالي، مع زيادة الخسائر غير المباشرة لهذا الرقم عدة مرات. التوفير في التكلفة التقديرية لعلاج أشجار النخيل في المرحلة المبكرة من الهجوم هو 20.73 دولار أمريكي إلى 103.66 مليون دولار أمريكي لمستويات

الإصابة 1 و 5٪ على التوالي (El-Sabea *et al*, 2009). وتعتبرRPW آفة خطيرة تصيب نخيل جوز الهند في الهند وسريلانكا. وأشارت بعض التقارير أن ضرر RPW قد بلغ 34٪ من بساتين جوز الهند في كوتشين، الهند.كما أفاد البعض أن السوسة آفة رئيسية لنخيل الزيت في ولاية كيرالا. وسجلت RPW، بعد ذلك في الهند كآفة على نخيل الزيت لها آثار خطيرة على بعض البلدان في جنوب شرق آسيا (مثل ماليزيا وإندونيسيا) حيث يمثل نخيل الزيت محصولًا اقتصاديًا رئيسيًا. في معظم الدول الأوروبية، هدف غزو سوسة النخيل الحمراء هو بشكل أساسي أشجار النخيل التي تدمر المنظر الجمالي للمتنزهات والطرق (يمكن الحصول على مزيد من المعلومات على الرابط: https://www.cabi.org/isc/datasheet/47472). وحيث أن تدابير الطوارئ التي يتخذها الحجر الصحي في كل بلد قد تساعد على منع غزوها وانتشارها، فإن سوسة النخيل الحمراء تعتبر آفة حجرية في العديد من بلدان العالم، بما في ذلك بلدان الشرق الأدنى وشمال إفريقيا، وكذلك في بلدان أمريكا اللاتينية، وهي موضع تدابير طارئة في الاتحاد الأوروبي. ويعتقد أن ضعف إجراءات الحجر الصحي والصعوبات في الكشف المبكر عن المواد النباتية المصابة بسوسة النخيل الحمراء قد ساهم في انتشارها السريع. تنتشر سوسة النخيل الحمراء على الصعيد العالمي ولم تتم إدارتها بفعالية على الرغم من الجهود العديدة والموارد التي قدمتها البلدان والمنظمات. كما تم إجراء بحث مكثف حول إدارة سوسة النخيل الحمراء بمناطق كثيرة من العالم (FAO/ CIHEAM /NEPPO, 2017).

يركز هذا الفصل على التوزيع العالمي والقدرة على الإنتشار لسوسة النخيل الحمراء، تقييم مخاطر سوسة النخيل الحمراء بما في ذلك مخاطر الإدخال والتأثيرات الاقتصادية، الجوانب المختلفة المتعلقة بدراسات تحليل المخاطر، توجهات إدارة مخاطر سوسة النخيل الحمراء، خيارات إدارة المخاطر، وأخيرا متطلبات تطوير تدابير الإدارة و توظيف تقنيات المعلوماتية والإتصال في إدارة سوسة النخيل الحمراء.

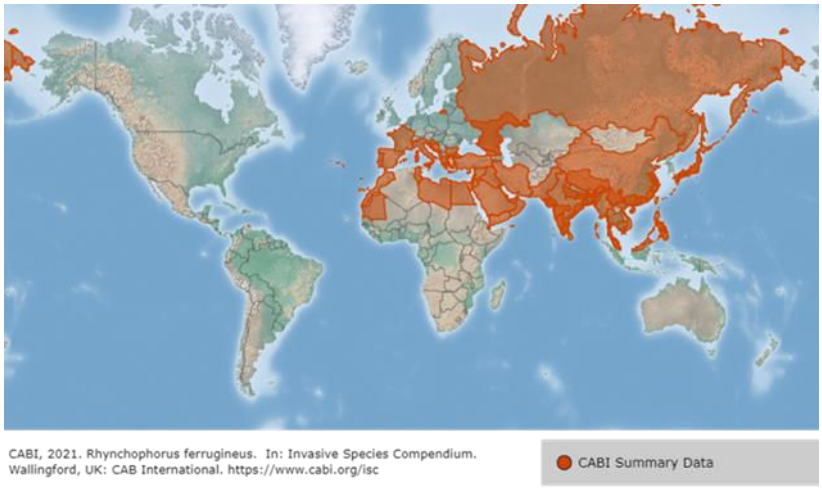
2. التوزيع والقدرة على الإنتشار

تظهر سوسة النخيل الحمراء *R. ferrugineus* بمعظم الدول الأسيوية في باكستان شرقًا إلى تايوان والفلبين. وتوجد أيضًا في المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة، وكل دول الخليج. وأفادت التقارير أنها تظهر في الفلبين مع *R. vulneratus*، ولكنها النوع الحصري في الهند وسريلانكا. وسجلت *R. ferrugineus* في كوينزلاند، أستراليا (CABI/EPPO, 2010، EPPO, 2014). وسجلت في مجموعة الحشرات الوطنية الأسترالية التي تضمها منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية على أنها *R. ferrugineus*. وعند إعادة تقييم العينة، التي تم جمعها من كوينزلاند، وجد أنها من الأنواع وثيقة الصلة بالـ *R. bilineatus* (Pullen *et al*, 2014) يُعتقد الآن أن سجلات *R. ferrugineus*من إندونيسيا، وماليزيا، وسنغافورة، وغينيا الجديدة المنشورة في الإصدارات السابقة من الخلاصة، تشير أنها من المحتمل أن تكون *R. vulneratus* أو *R. bilineatus*.

2. 1. التوزيع العالمي لسوسة النخيل الحمراء

انتشرت سوسة النخيل الحمراء من موطنًها الأصلي بجنوب الهند على نطاق واسع من أواخر السبعينيات إلى مناطق كثيرة في العالم، وهو موجود الآن في أستراليا، بنغلاديش،

البحرين، الصين، قبرص، مصر، فرنسا، اليونان، الهند، إندونيسيا، العراق، إيران، إسرائيل، إيطاليا (بما في ذلك صقلية)، اليابان، الأردن، الكويت، ماليزيا، عمان، باكستان، فلسطين، الفلبين، البرتغال، قطر، السعودية (شبه الجزيرة العربية)، سريلانكا، إسبانيا، سوريا، تايوان، تايلاند، فيتنام، الإمارات العربية المتحدة، تركيا، المغرب، ليبيا ودول أخرى (OEPP/EPPO, 2008). وتوجد في الصين بمناطق عديدة بما في ذلك هونغ كونغ، وتايوان (Wang, 2007). وهناك مناطق جديدة تم غزوها بالبلاد (شكل 12. 1). ومع ذلك، فإنها يتم تحديثها بشكل رئيسي بسبب الانتشار المستمر لسوسة النخيل الحمراء في المناطق الحضرية في الصين.



شكل (12. 1). التوزيع الجغرافي لسوسة النخيل الحمراء على المستوى العالمي

2. 2. القدرة على الانتشار

سوسة النخيل الحمراء هي من الأنواع متعددة التغذية بشدة على النبات ويمكن العثور عليها على مساحة جغرافية واسعة للغاية مع العديد من الاختلافات المناخية والأنظمة الزراعية. وهناك العديد من الملاحظات والدراسات التى تم إجراءها حول دورة الحياة و سلوك التغذية، والتي أجريت في الغالب في النصف الثاني من القرن الماضي في الهند وجنوب شرق آسيا. بناءً على المناخات المطابقة، المناخ التناظري للمتوسطات الشهرية اليومية كحد أقصى ودرجات الحرارة الدنيا كمؤشرات بين توزيع سوسة النخيل الحمراء في مناطقها الأصلية و مناطق الغزو بالصين. وجد أن المؤشرات القياسية اليومية تراوحت درجات الحرارة من 0.14 إلى 0.87 كحد أقصى، ودرجة حرارة دنيا يومية من 0.11 إلى 0.87 فيما بين المناصق الأصلية و المناطق التي تم غزوها. وعلى الأقل فإن مؤشر درجة الحرارة القصوى يجب أن يكون أعلى من 0.14، ومؤشر درجة الحرارة الدنيا يجب أن يكون أعلى من 0.11 يوميا لكي يتم تأسيس RPW في الصين. ووفقًا لهذا المعيار، تم حساب

مؤشرات 87 محطة في الصين باستخدام المحطات المحلية ومقارنتها باحتمالية تأسيس سوسة النخيل الحمراء. على نحو متزايد، تم إدخال بيانات هذه المحطات في نظام GIS لإنشاء خريطة تراكب مع المطابقة المناخية وتوزيع النباتات المضيفة. ومن ثم، تم تصنيف مناطق التأسيس المحتملة إلى ثلاث مستويات من المخاطر، هي مستويات عالية المخاطر مع مؤشرات 0.35-0.80، مخاطر متوسطة مع مؤشرات من 0.20-0.34، منخفضة المخاطر مع مؤشرات من 0.11-0.19، وتم وصف خريطة تحليل المخاطر المتوقعة لتوزيع سوسة النخيل الحمراء في المناطق المختلفة بالصين.

3. تقييم مخاطر سوسة النخيل الحمراء

3. 1. مخاطر الإدخال

نظرًا لوجود السوسة في جميع البلدان الرئيسية لزراعة جوز الهند تقريبًا في المناطق الاستوائية، فإنها لا تشكل أي خطر على الصحة النباتية لهذه البلدان. ومع ذلك، لا تتوفر معلومات عن حالة الحجر الصحي في البلدان التي تغيب فيها. و أقترحت بعض الدراسات أن *R. ferrugineus* من بين الآفات التي يمكن إدخالها إلى إسبانيا ودول أخرى في الاتحاد الأوروبي من خلال الخضروات المستوردة. وحددت دراسة أخرى، أنها تنطوي على إمكانية الإدخال والتوطن في شمال أستراليا. باستثناء الراتان (*Calamus merillii*) الذي تم الإبلاغ عنه من الفلبين، تعتبر *R. ferrugineus* في الأساس آفة من آفات النخيل. كما تم الإبلاغ عن تعرض بعض نباتات الزينة للهجوم من قبل RPW.

3. 2. الضرر الاقتصادي المحتمل

تهاجم سوسة النخيل الحمراء العديد من أنواع النخيل وتسبب لها تلف خطيرة. تتغذى اليرقات على الأنسجة الرخوة في تاج النخيل، غالبًا ما يؤدي إلى تدمير الأجزاء القمية والتسبب في موت الشجرة. قد تكون آفة خطيرة في أي بلد من بلدان EPPO (الدول الأعضاء في منظمة حماية النباتات الأورومتوسطية، 52 دولة) حيث يتم زراعة النخيل على نطاق واسع. على أساس الخبرات في إسبانيا حذر (Esteban-Duran *et al*, 1998) من أنه يمكن إدخال سوسة النخيل الحمراء في بلدان أخرى من منطقة EPPO بأشجار النخيل المستوردة. وأن البلدان المنتجة للتمر معرضة للخطر، بشكل خاص إسرائيل والأردن التي كان قد تفشى بها الإصابة بالفعل، وأيضا دول شمال أفريقيا المهددة بشكل واضح. جميع دول البحر الأبيض المتوسط والتي تنمو أشجار النخيل بها كأشجار للزينة في المدن وعلى واجهات البحر تواجه مخاطر جسيمة. وقد حدد (Fitzgibbon *et al*, 1999) أن السوسة لديها إمكانية التقديم والتأسيس في شمال أستراليا، كآفة لقصب السكر. وأفادت العديد من المراجع أن سوسة النخيل الحمراء آفة خطيرة لجوز الهند في الهند وسريلانكا، حيث قضت على 30-40٪ من جوز الهند في سريلانكا (Tan *et al*, 2002). ولاحظ (Ganapathy *et al*,1992) أن 34٪ من بساتين جوز الهند في ولاية كيرالا قد تضررت من قبل سوسة النخيل الحمراء، بينما قرر (Dhileepan, 1992) أن السوسة كانت من الآفات الرئيسية لنخيل الزيت بنفس الحالة، وأبلغ أن هذا العائل/ المضيف ينتشر أكثر بشكل عام في الهند (Misra, 1998). في مناطقها الأصلية، أي بجنوب آسيا، تتغذى السوسة على مجموعة واسعة من أشجار النخيل بما في ذلك جوز الهند، الساجو، التمر، ونخيل الزيت. في بعض

الجهات ضمن هذا المنطقة، تم تسجيلها كآفة خطيرة للنخيل المدخل، وخاصة جوز الهند. على سبيل المثال، سجلت خسائر الغلة في مزارع هذه النخلة بالهند 10-25 ٪ (Murphy and Briscoe, 1999)، وتسببت في موت 0.2-0.3 هكتار نخيل و / أو جوز الهند ببعض المقاطعات في الصين (Tan *et al*, 2002). في الوقت الحاضر، فإن الوضع في مصر شديد الخطورة، خاصة مع تفاقم حجم الإصابة/ عدد أشجار النخيل المصابة. تم تسجيل سوسة النخيل الحمراء في كل من مناطق الدلتا الإدارية، وكذلك في بعض البساتين على طول الطريق بين القاهرة والإسكندرية وحتى في القاهرة نفسها (Cox, 1993). في اسرائيل تم إزالة النخيل المصاب حديثًا على الفور. وهناك أكثر من 4000 مصيدة فرمون تم وضعها بكثافة عالية في 450 هكتاراً مزروعة بنخيل التمر على طول وادي الأردن، كما تم استخدام المبيد الجهازي Confidor بالدمج مع مياه الري. على الرغم من كل هذه الجهود، ولا يزال يتم تسجيل أشجار النخيل المصابة حديثًا، وبعد ثلاث سنوات من الاكتشاف الأول، لا تزال البالغات يتم إصطيادها بالفخاخ/ المصائد. ومع ذلك، لا يوجد دليل على أنه يمكن أن تكون سوسة النخيل الحمراء بمثابة ناقل لأي آفات أخرى (Ferry and Gómez, 2002 ، Murphy and Briscoe, 1999).

3. 3. التأثير الاقتصادي للعوائل المضيفة

تتغذى سوسة النخيل الحمراء بشكل أساسي على النخيل (Arecaeae) ، وقد كانت كذلك مسجلة على نباتات عديدة، ويوضح جدول (12. 1) أهم العوائل/ النباتات المضيفة.

جدول (12. 1). العوائل/ النباتات المضيفة الهامة لسوسة النخيل الحمراء.

الأسم	الأسم الإنجليزي	الأسم العلمي
نبات القرن	century plant	*Agave americana*
نخيل جوز التنبول	betel nut palm	*Areca catechu*
نخيل السكر	sugar palm	*Arenga saccharifera*
نخيل السكر	sugar palm	*A. pinnata*
نخيل الدوب (نخيل تودي، شبه القارة الهندية وجنوب شرق آسيا)	toddy palm	*Borassus flabellifer*
نخيل بالميرا	palmyra palm	*Borassus* sp.
الروطان	rattan	*Calamus merrillii*
نخيل ذيل السمكة	fishtail palm	*Caryota cumingii*
نخيل ذيل السمكة الجبلي العملاق	giant mountain fishtail palm	*C. maxima*
جوز الهند	coconut	*Cocos nucifera*
نخيل الملفوف	gebang palm	*Corypha utan* (= *C. gebanga*, *C. elata*)
نخيل تاليبوت (شرق	talipot palm	*C. umbraculifer*

		الهند)
Elaeis guineensis	oil palm	نخيل الزيت
Livistona decipiens	ribbon fan palm	نخيل مروحة الشريط
L. chinensis	Chinese fan palm	نخيل المروحة الصينية
L. Saribus (= *Livistona cochinchinensis)*	serdang palm	نخيل سيردانج
L.subglobosa, Metroxylon sagu	sago palm	نخيل الساجو
Oneosperma horrida, O. tigillarium	nibong palm	نخيل نيبونغ (نخيل أسيوي، سنغافورة)
Phoenix canariensis	Canary Island date palm	نخيل جزر الكناري
P. dactylifera	date palm	نخيل التمر
P.sylvestris	Indian date palm	نخيل التمر الهندي
Oreodoxa regia	royal palm	النخيل الملكي
Sabal umbraculifera	pygmy date palm	النخيل القزم
Trachycarpus fortunei	Chusan palm	نخيل جزيرة شيوسن (الصينية)
Washingtonia sp. of Arecaceae *Saccharum officinarum*	sugar cane	قصب السكر

4. دراسات تحليل المخاطر

بالرغم من غزو سوسة النخيل الحمراء لمناطق وبلاد عديدة وأضرارها الخطيرة والخسائر التي تسببها للنخيل، إلا أنه للأسف الشديد تعتبر دراسات تقييم أو تحليل المخاطر لهذه الآفة المدمرة قليلة جدا ونادرة. وقد يكون ذلك أحد أهم أسباب إنتشارها في بلاد كثيرة لم تتخذ التدابير الملائمة في وقت مناسب لمواجهة الحشرة بناء على الأسس العلمية السليمة المستخرجة من مثل هذه الدراسات. ومن الدراسات الرائعة التي تجدر الإشارة إليها، تلك التي أجراها (Ju and Ajlan, 2011) من أجل تقليل التوسع والإنتشار الإضافي لنطاق سوسة النخيل الحمراء في الصين، وقد ركزت هذه الدراسة على التنبؤ بالتوزيع المحتمل لسوسة النخيل الحمراء وتحليل مخاطرها باستخدام مخطط تحليل مخاطر الآفات المتطورة في الصين (Jiang *et al*, 1995). وسوف يتم إلقاء الضوء على بعض الجوانب الهامة للدراسة بقدر من التفصيل فيما يلي:

4. 1. التأسيس والمخاطر المحتملة لسوسة النخيل الحمراء

تم إدخال RPW مؤخرا بطريق الخطأ إلى جنوب الصين، وربما يرجع ذلك لحركة الفسائل المصابة (Ju *et al*, 2006، Wang, 2007). وبسبب المناخ المناسب والظروف الطبيعية الأخرى، فإن الحشرة تصيب الأنواع العديد من أشجار النخيل، وخاصة

التي تنتمي إلى جنس Phoenix (Liu *et al*, 2002، Tan *et al*, 2002). بسبب الأضرار الجسيمة التي لحقت بأشجار النخيل، فإن سوسة النخيل الحمراء تعتبر آفة غازية جديدة تهدد النخيل في الصين (Wan *et al*, 2005). ومع ذلك، فإن التوزيع المحتمل ومخاطر الآفة ما زالت غير مفهومة جيدًا. وقد أشار (Zhang and Zhao, 1996) إلى أن توزيع سوسة النخيل الحمراء لم يكن أبدا فوق مدار السرطان في الصين، ولكن الآن فإنها قد تأسست في بعض البلدان مع خطوط العرض من 40 درجة مئوية شمالاً إلى 40 درجة مئوية جنوباً. وبالتالي، فهي من المحتمل أن تنتشر في العديد من المناطق الأخرى في الصين. وحيث أن تحليل مخاطر الآفات (PRA) هو عملية تقييم بيولوجية أو غيرها من الأدلة العلمية والاقتصادية لتقرير ما إذا كان ينبغي وضع التنظيمات المناسبة للآفة، وتحديد قوة أي من تدابير الصحة النباتية التي يتعين اتخاذها ضدها (IPPC, 1999)، فإن مثل هذه التحليلات مطلوبة الآن من قبل اتفاقية منظمة التجارة العالمية بشأن تطبيق تدابير الصحة والصحة النباتية (ASPM) لتبرير تطبيق إرشادات الصحة النباتية على مسارات التجارة، وهي كذلك جزء من عمليات الرقابة الزراعية والتشريعية، التي تستخدم بشكل استراتيجي لدعم صحة النبات وحمايتة من الآفات على المستوى الدولي (MacLeod *et al*, 2002).

4. 2. مخطط تحليل المخاطر

تم استخدام مخطط تحليل مخاطر الآفات شبه الكمي الذي تم تطويره بواسطة مكتب الحجر الصحي الصيني (Jiang *et al*, 1995) لتحديد المخاطر التي تشكلها سوسة النخيل الحمراء على أشجار النخيل الصينية. يتكون مخطط تحليل المخاطر من خمس مراحل. تتكون المرحلة الأولى (P1) من دليل واحد يعتبر التوزيع الحالي للآفة في الصين. ثم يتقدم التحليل إلى مرحلة الضرر المحتمل (P2) التي لها ثلاثة مؤشرات متتالية متعلقة بالضرر الاقتصادي المحتمل (P_{21}) ، ما إذا كانت الآفة ناقلة لآفات الحجر الصحي الأخرى (P_{22}) ، وأهمية الآفة في الدول الأخرى (P_{23}). المرحلة الثالثة (P3) تتناول التأثير الاقتصادي للمضيفين/ العوائل، بما في ذلك أنواع النباتات المضيفة (P_{31}) ، مساحة النباتات المضيفة (P_{32})والقيمة الاقتصادية الخاصة (P_{33}). قدرة انتشار الآفات هي المرحلة الرابعة (P4)، والتي تشمل تكرار الاعتراض و الصيد (P_{41}) ، معدل بقاء الآفة أثناء النقل (P_{42}) ، التوزيع في دول أخرى (P_{43}) ، احتمال الإنشاء/ التأسيس في الصين (P_{44}) ، و إمكانات انتشار الآفة (P_{45}). وتقييم المرحلة الخامسة (P5) من المخطط صعوبة مكافحة الآفة التي تغطي متغيرات ثلاثة: التحديد (P_{51}) ، والعلاج (P_{52}) و صعوبة الاستئصال (P_{53}). يتم قياس كل مؤشر كميًا بدرجة من 0-3 ، ويتم استخدام الدرجات المنخفضة للأحداث غير المحتملة أو منخفضة المخاطر، بينما يتم استخدام الدرجات العالية للأحداث شديدة الاحتمال أو عالية الخطورة.

يجب استخدام الحكمة في تعيين كل درجة و المحاسبة عن الأدلة من المصادر المنشورة، الإحصاءات التجارية أو الإنترنت أو التجارب الشخصية. كل مرحلة وقيمة المخاطرة بالكامل يمكن حسابها للحصول على درجة المخاطرة (R) على النحو التالي:

يتم الحصول على P1 مباشرة من المرحلة الأولى

$$P_2 = 0.6P_{21} + 0.2P_{22} + 0.2P_{23}$$
$$P_3 = Max(P_{31}, P_{32}, P_{33})$$
$$P_4 = \sqrt[5]{P_{41} \cdot P_{42} \cdot P_{43} \cdot P_{44} \cdot P_{45}}$$
$$P_5 = (P_{51} + P_{52} + P_{53}) / 3$$
$$R = \sqrt[5]{P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5}$$

بالنسبة إلى سوسة النخيل الحمراء، إستخدمت معلومات عن الانتشار الدولي و التقارير المنشورة لدعم الدرجات/ المؤشرات المتعلقة بالمخاطر في الصين.

4. 3. التنبؤ بالخريطة المحتملة للتأسيس

على أساس التشابه بين الفينولوجيا والمناخ فيما بين الآفات الأصلية وإنتشار توزيعاتها، فإنه يمكن لبرنامج الكمبيوتر CLIMEX تقدير التوزيع الجغرافي المحتمل للكائن الحي، والوفرة النسبية في منطقة معينة (Skarratt *et al*, 1995) . تم استخدام CLIMEX في هذه الدراسة لتقدير المؤشرات الرئيسية المتعلقة بالتوزيع المحتمل في المناطق التي تم غزوها. ومعلومات توزيع الغزو التي تم إدراجها في CLIMEX ، كانت تم جمعها من الأدبيات (Faleiro, 2006، Ju *et al*, 2006). وبعد مقارنة علاقة العوامل المناخية بين المناطق الأصلية و مناطق الغزو بسوسة النخيل الحمراء ، تم التوصل إلى أن درجة الحرارة كانت العامل الأكثر أهمية لانتشار الحشرة. يمكن أن تتطابق قاعدة بيانات الأرصاد الجوية داخل CLIMEX بالمناخ. باستخدام هذه الوظيفة، يمكننا تحديد المناطق مع مناخات مماثلة. في هذه الدراسة، فإن معامل المناخ المماثل المقدّر بواسطة CLIMEX تم اشتقاقه ببساطة من المتوسطات الشهرية اليومية لدرجات الحرارة العليا والدنيا. لإظهار متانة النموذج، تمت محاكاة أوجه التشابه المناخي بين المناطق باستخدام مجموعة متنوعة من الأوزان للمتغيرات المناخية. و كان وزن كل من المتوسطات الشهرية القصوى والدنيا اليومية لدرجات الحرارة هو 1.0. تقديرات معاملات التشابه المناخي الحيوي لسوسة النخيل الحمراء من CLIMEX بين النطاقات الأصلية والتي تم غزوها بالآفة تم الحصول عليها واستخدامها لإنشاء عتبة مطابقة مناخية تظهر العلاقة بين محطات الأرصاد الجوية. تم إنشاء جدول بيانات باسم المحطة وخط العرض و معاملات خطوط الطول والتشابه للصين، وحفظت في ملف نصي ArcGIS 3.2 (ESRI, USA)، ومن ثم تم تحويل الملف الذي تم استيراده إلى ملف شكل باستخدام وظيفة (ADD X-YDATA)، واستخدم محلل البيانات الإحصائي (ESRI) لتوليد شبكات التوزيع المتوقع لسوسة النخيل الحمراء. المسافة المرجحة المعكوسة (IDW) تم استخدام الطريقة القطعية لتوليد الموزون متوسطات القيم القريبة المعروفة والتنبؤ بقيم المناطق التي لم يتم أخذ عينات منها. خريطة المطابقة المناخية لـ RPW تم إنشاء التوزيع. من مزايا برنامج طريقة IDW هي أنها تمنح وزناً أكبر للقيم الأقرب للقيمة المتوقعة من تلك البعيدة .ومع ذلك ، نادرًا ما تكون بيانات محطة الأرصاد الجوية ممثل للظروف المناخية في المناطق التي تزرع النباتات المضيفة. على نحو متزايد ، المطابقة المناخية تم تشكيل الخريطة بناءً على التحليل المتداخل للمضيف خريطة النباتات

وخريطة الأرصاد الجوية ، ومن ثم التنبؤ كان توزيع سوسة النخيل الحمراء في الصين دقيقًا.

4. 4. حساب قيمة المخاطر المتكاملة

بناء على مخطط تحليل مخاطر الآفات شبه الكمي (Jiang *et al*, 1995) ، درجات المؤشرات التي تصف مخاطر سوسة النخيل الحمراء تم تحديدها (جدول 12. 2). كل درجة فردية ومجموع نقاط الخطر تم حسابها على النحو التالي:

$$P_1=2,\ P_2=0.6\times3+0.2\times0+0.2\times1=2,\ P_3=\mathrm{Max}(3,\ 3,\ 3)=3,$$

$$P_4=\sqrt[5]{3\times3\times1\times2\times2}=2.05,\ P_5=(2+1+3)/3=2,$$

$$R=\sqrt[5]{2\times2.0\times3\times2.05\times2}=2.18$$

جدول (12. 2). مؤشرات مخاطر سوسة النخيل الحمراء التي تم تحديدها من خلال تحليل المخاطر بالصين

العدد No.	مؤشر التقييم Index of evaluation	الدرجة Score	معيار التقييم Criterion of evaluation
1	التوزيع الحالي في الصين (P1)	2	موطنها الأصلي جنوب الهند، انتشرت سوسة النخيل الحمراء داخل الصين على نطاق واسع في أواخر التسعينيات. تم العثور عليها في منطق متعددة مع أقل مساحة أكثر من 20٪ من جميع المحافظات.
1 .2	الضرر الاقتصادي المحتمل (P21)	3	تقدير الخسارة الاقتصادية هو أكثر من 20٪ من جميع العوائل/ المضيفين.
2.2	ما إذا كانت الآفة ناقل لآفات الحجر الصحي الأخرى (P22)	0	لا يوجد دليل على أن سوسة النخيل الحمراء يمكن أن تعمل كناقلات لأي آفات أخرى
3 .2	الأهمية في الدول الأخرى (*P*23)	1	توجد سوسة النخيل الحمراء في قائمة الحجر الصحي لدى أكثر من 9 دول
1 .3	أنواع النباتات المضيفة (P31)	3	يبلغ عدد العوائل المناسبة لسوسة النخيل الحمراء في جميع أنحاء الصين أكثر من 10 أنواع
2 .3	مساحة النباتات المضيفة (*P*32)	3	يزيد تلف سوسة النخيل الحمراء عن 350 هكتار
3. .3	القيمة الخاصة للنباتات المضيفة (P33)	3	تعتبر النباتات المضيفة من أهم نباتات نخيل الزينة ومحصول زراعي رئيسي في المناطق الاستوائية من الصين. القيمة الاقتصادية للنخيل مهمة جدا

1 .4	تواتر الاعتراض والإلتقاط / الصيد (*P*41)	3	يتزايد تردد عمليات/ حوادث الاعتراض والإلتقاط على العديد من موانئ الصين.
2 .4	معدل بقاء الآفات أثناء النقل (P42)	3	تزيد نسبة بقاء سوسة النخيل الحمراء على 40٪ في وسائل النقل.
3 .4	التوزيع في دول أخرى (P43)	1	مناطق التوزيع أقل من 25٪ من العالم بأسره.
4.4	التأسيس المحتمل في الصين (*P*44)	2	يمكن أن تنتشر سوسة النخيل الحمراء في 25-50٪ من مناطق الصين.
5 .4	إمكانية الانتشار (*P*45)	2	ارتفاع معدل انتشار هذه الآفة بفعل التدخل البشري، عن طريق نقل أشجار النخيل المصابة بأحجام مختلفة و الفسائل من المناطق الملوثة إلى غير المصابة.
1 .5	صعوبة التحديد المبكر (*P*51)	2	من الصعب اكتشاف الإصابة المبكرة بسوسة النخيل الحمراء.
2 .5	صعوبة العلاج (*P*52)	1	معدل قتل سوسة النخيل الحمراء باستخدام طريقة فعالة حاليًا هو 50-100٪.
3 .5	صعوبة الاستئصال (*P*53)	3	لا يمكن للطريقة الحالية أن تقضي تمامًا على سوسة النخيل الحمراء، وهي كذلك صعبة ومكلفة.

5. توجهات إدارة مخاطر سوسة النخيل الحمراء

إدارة المخاطر هي المكون الأخير من PRA (IPPC, 2001). تتضمن هذه المرحلة تدابير الصحة النباتية في المناطق غير المصابة، وإجراءات إستئصال/ القضاء على الآفة بالمناطق الموبوءة، بما في ذلك احتمال استمرار إستبعاد الآفة من منطقة PRA، احتمالية القضاء على تفشي الآفة، خيارات الإدارة المتاحة للاحتواء والمكافحة. وعادة ماتقدم النتائج الكاملة لعملية PRA مع كافة المعلومات عن البيولوجيا العامة للحشرة، إلى الجهة المسئولة لوضع المخاطر التي تشكلها سوسة النخيل الحمراء في الاعتبار، وتحديد سياسة صحة النبات اللازمة تجاهها.

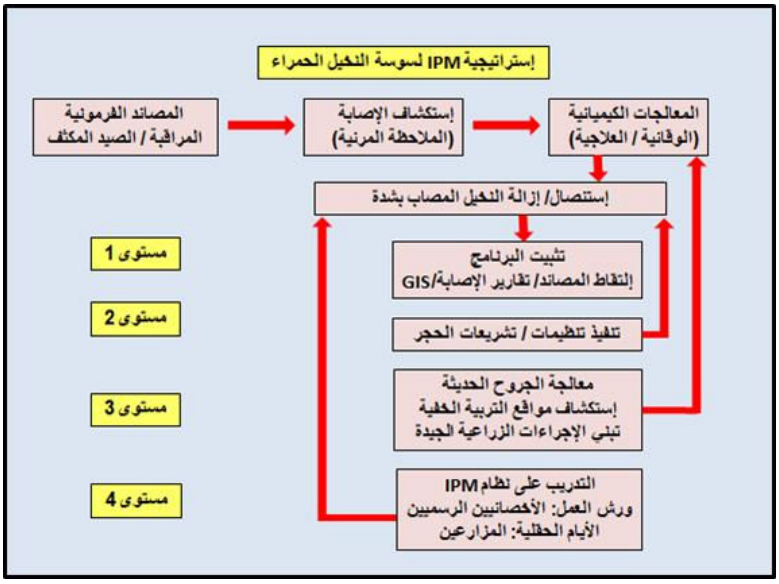
5. 1. الاستراتيجية الإطارية لمنظمة الأغذية والزراعة

الاستراتيجية الإطارية التي دعت إليها منظمة الأغذية والزراعة لاستئصال سوسة النخيل الحمراء، وذلك من خلال المشاورة العلمية والاجتماع رفيع المستوى حول إدارة الآفة (FAO/CIHEAM/NEPPO, 2017). خلصت المشاورة إلى أنه يتم اليوم وضع العديد من وسائل وطرق المكافحة القائمة على التقنيات التقليدية والمبتكرة، وتنظيمها في إطار العديد من إجراءات استراتيجيات الإدارة (شكل 12. 2). وأنه، يمكن أن يُعزى الفشل في إدارة سوسة النخيل الحمراء في معظم البلدان إلى الافتقار إلى الوعي والنظام المنهجي. وإجراءات المكافحة المنسقة أو استراتيجيات الإدارة التي تشمل جميع أصحاب المصلحة، والتي تتعلق بعدم كفاية الموارد البشرية والمالية المتاحة لمكافحة الآفات. وهناك آمال كبيرة

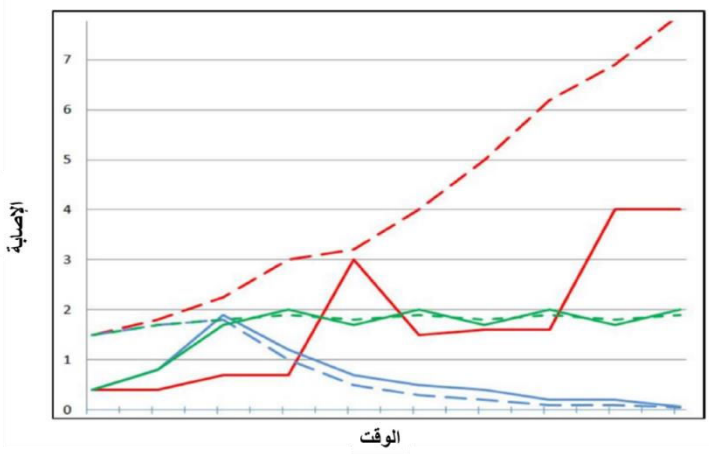
أن تؤدي الاستراتيجية المدعومة بالموارد الكافية، مع التخطيط المنهجي والتنسيق الجيد ومشاركة جميع أصحاب المصلحة إلى حل مشكلة سوسة النخيل الحمراء والقضاء عليها (كما شوهد في جزر الكناري بإسبانيا)، أو احتواءها في البؤر الأصلية في غضون فترة قصيرة مع وجود إمكانية جيدة لاستئصالها المبكر (كما حدث في موريتانيا). ترتبط احتياجات مكافحة الآفات ارتباطًا مباشرًا بتطور عشائر سوسة النخيل الحمراء (شكل 12. 3). أعلنت المشاورة أن هناك ثلاثة سيناريوهات ممكنة اعتمادًا على الوسائل المتاحة لمكافحة سوسة النخيل الحمراء، مع الأخذ في الاعتبار بالطبع أن التنظيم والتقنيات هي الأمثل وأنها تتشابه في السيناريوهات الثلاثة:

- **السيناريو الأول:** الوسيلة تفوق الحاجات (الخط الأزرق)، هذا هو السيناريو الرابح حيث ستنخفض أعداد سوسة النخيل الحمراء بسرعة لا رجعة فيها.
- **السيناريو الثاني:** تظل الوسائل مساوية إلى حد ما للاحتياجات، حيث تظل أعداد سوسة النخيل الحمراء ثابتة إلى حد ما، و يمكن اعتبار سوسة النخيل الحمراء تحت السيطرة ولكن يتم فقدان نسبة معينة من النخيل كل عام. من الصعب التحدث عن عتبة التسامح (الحد الحرج) في حالة سوسة النخيل الحمراء لأن الآفة لا تؤثر فقط على الإنتاج ولكنها تقتل الأشجار. يمكن اعتبار النسبة المئوية لأشجار النخيل المفقودة عامًا بعد عام مقبولة في حالة المزارع الكبيرة ولكن ليس للمزارع الصغيرة على الإطلاق.
- **السيناريو الثالث:** الوسائل دون الحاجات، وغالبا فإن هذا هو السيناريو الخاسرحيث تتبع عشائر سوسة النخيل الحمراء نموًا أسيًا. يجب أن تنمو الوسائل الضرورية للسيطرة على الآفات بشكل كبير وأن الفجوة بين الاحتياجات والوسائل آخذة في الازدياد بلا هوادة، وبالطبع فإنه سباق خاسر وعديم الفائدة.

بالإضافة إلى العوامل المذكورة أعلاه ، هناك أيضًا العديد من العوامل البيولوجية والتنظيمية التي تعرقل نجاح استراتيجيات المكافحة، خاصة المتعلقة ببيولوجيا الآفة، نواحي إدارتها، والجوانب التنظيمية والتنسيقية والتوعوية.



شكل (12. 2). المكونات الرئيسية لاستراتيجية المكافحة المتكاملة لسوسة النخيل الحمراء
(مطور عن: FAO/ CIHEAM /NEPPO, 2017)



شكل (12. 3). سيناريوهات مكافحة سوسة النخيل الحمراء، تبين العلاقة بين الوسائل المتاحة (الخطوط المتصلة) والاحتياجات المطلوبة (الخطوط المنقطة) والنتائج التي يمكن توقعها: الوسائل أكبر من الحاجة (الأزرق) ، والوسائل مساوية للحاجة (الأخضر)، الوسائل أقل من الحاجة (الأحمر).
(المصدر: FAO/ CIHEAM /NEPPO, 2017)

أولا- بيولوجيا الآفة:

1- صعوبات في الكشف المبكر عن أشجار النخيل المصابة بسبب العوامل الحيوية الخفية للآفة.

2- صعوبات في تنفيذ معاملات المكافحة حيث أن دورة حياة اليرقات تحدث بالكامل داخل أنسجة النخيل وتختبئ الحشرات البالغة في قاعدة الأوراق.

ثانيا - نواحي الإدارة:

1- الكشف المتأخر عن أشجار النخيل المصابة بسبب عدم كفاية نشاط التفتيش التكراري.

2- التقييم غير السليم للمخاطر التي تشكلها أشجار النخيل المصابة والتي تؤدي إلى تدابير غير ضرورية ومكلفة لاستئصال النخيل.

3- الأشكال/ الخصائص المرفولوجية الفريدة لنوع النخيل تخلق صعوبات في تنفيذ ممارسات المكافحة.

4- عدم وجود أعداء طبيعيين فعالين في ظل الظروف الحقلية التي يمكن أن تسهم في الحد من أعداد الحشرة.

5- الصعوبات في إدارة شبكة الاصطياد الجماعي.

6- تطبيق برنامج الإدارة بطريقة عشوائية.

7- الصعوبات في الإدارة الفعالة للآفات في الحدائق العائلية الصغيرة التي تمثل النظام الزراعي السائد في منطقة الشرق الأدنى وشمال إفريقيا في الواحات والمزارع المهملة والبيئات الحضرية (المناطق الموبوءة بشمال إفريقيا).

8- النقل غير المناسب والتخلص من النخيل المتضررة / المصابة بشدة.

ثالثا- الجوانب التنظيمية والتنسيقية والتوعوية:

1- النقل غير القانون / غير المنظم للنخيل المصاب داخل البلد وبين البلدان.

2- عدم كفاية مشاركة المزارعين وأصحاب المصلحة الآخرين في برنامج المكافحة.

3- عدم كفاية المعرفة بالآثار الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لسوسة النخيل الحمراء وأنظمة زراعة نخيل التمر وتنظيم المزارعين.

4- نظم المعلومات الجغرافية غير المستخدمة على المستويين المحلي والوطني للحصول على معرفة محدثة بتطور الوضع، لتنظيم ومراقبة الأنشطة لتقييم فعالية استراتيجية التحكم ودعم القرار.

5- عدم وجود خرائط رقمية توضح مواقع جميع أشجار النخيل في الدول الموبوءة.

6- نقص الموارد اللازمة لتنفيذ برنامج إدارة شامل.

7- ضعف التعاون والتنسيق داخل الدولة بين أصحاب المصلحة وكذلك على المستوى الإقليمي.

8- ضعف تنفيذ تدابير الصحة النباتية (الحجر الصحي) لنقل مواد الزراعة للمزارع الجديدة أو سد الثغرات في المزرعة القائمة، بين المناطق الموجودة في الدولة

9- عدم كفاية البروتوكولات والشهادات لتصدير / استيراد أشجار الزينة والنخيل الغريبة.

10- نقص الوعي العام بالمخاطر المرتبطة بسوسة النخيل الحمراء بالمعنى الواسع.

الهدف العام لهذه الإستراتيجية هو دعم جهود/ برامج البلدان لاحتواء انتشار الآفة والقضاء عليها. كما ستنشئ الاستراتيجية إطاراً للتعاون وتنسيق الجهود على المستويين الإقليمي وما بين الأقاليمي لدعم برامج الإدارة المتكاملة والمستدامة لمكافحة سوسة النخيل الحمراء، والحد من آثارها المدمرة على البيئة والأمن الغذائي، والتأثير الاجتماعي والاقتصادي على المجتمعات الريفية. وتدعو الاستراتيجية إلى تحسين البرامج الوطنية الجارية من أجل الإدارة الفعالة لسوسة النخيل الحمراء على المستوى القطري. تشمل المكونات الأساسية لاستراتيجية المكافحة المتكاملة للآفة في البلدان الموبوءة بسوسة النخيل الحمراء: [1] فحص النخيل للكشف عن الإصابات، [2] التقاط البالغات باستخدام مصائد فرمون الطعم، [3] العلاجات الكيميائية الوقائية والعلاجية و [4] الإزالة/ الاستئصال لأشجار النخيل المصابة بشدة. ويتم استكمال ذلك بتدابير الصحة النباتية (الحجر الصحي) لتنظيم حركة مواد الزراعة، وبناء القدرات وأنشطة الإرشاد. ومع ذلك ، فإن برامج المكافحة التي يتم تنفيذها حاليًا لم تنجح إلى حد كبير في احتواء انتشار الآفة أو السيطرة عليها. وعلى الرغم من بعض قصص النجاح في بعض البلدان، إلا أنه مرة أخرى يمكن أن يعزى الفشل في برامج المكافحة إلى عدة عوامل، تتعلق بشكل أساسي بالصعوبات في الكشف عن أشجار النخيل المصابة في وقت مبكر من مرحلة الهجوم، والتحديات والقيود التي تواجه تطبيق تدابير الحجر الصحي ونقص الوعي والالتزام من قبل المزارعين وغيرهم من أصحاب المصلحة في المكافحة.

5. 2. إستراتيجيات وتدابير السيطرة والإستئصال

عادة ما يكون الضرر الذي تسببه يرقات سوسة النخيل الحمراء مرئيًا فقط بعد إصابة النباتات المضيفة لفترة طويلة، ولكن بحلول الوقت الذي تظهر فيه الأعراض، يصبح الضرر شديدًا وبدرجة خطيرة تؤدي في النهاية إلى موت النخيل. ومع تاريخ الحياة الغامض وميل الآفة إلى وضع البيض على عدد من النخيل، يكون من الصعب عادة اكتشاف الإصابات المبكرة، تحديد مدى منطقة إندلاع/ انتشار للآفة، واكتشاف التفشي الجديد، مما يقلل بشكل كبير من احتمالية حدوث استئصال ناجح. في معظم الحالات، من غير المحتمل أن يكون التطبيق العملي باستئصال أشجار النخيل الموبوءة خيارًا قابلاً للتطبيق. وبالطبع، فإن الكشف المتأخر عن السوسة يشكل مشكلة خطيرة في مكافحة الآفة وفي أي محاولة لجعل النخيل خاليا منها.

5. 2. 1. تدابير الصحة النباتية في المناطق غير الموبوءة

ارتفاع معدل انتشار هذه الآفة هو نتيجة الأنشطة البشرية عن طريق نقل النخيل المصابة بمختلف الأنواع والأحجام والفسائل من المناطق الموبوءة إلى المناطق غير المصابة. تفشي الآفة قد حدث بالفعل في عدة مناطق ولكن بدون انتشار سريع. يبدو أنه على المدى القصير على الأقل، يمكن أن تحتوي تدابير الصحة النباتية المحلية على تفشي هذه الآفة إذا تم اكتشافها مبكرًا بدرجة كافية. وبالتالي فإنه من المعقول تمامًا إدراج RPW بالفعل في قوائم الحجر الصحي. في المناطق التي توجد فيها سوسة النخيل الحمراء، يصعب تطوير طرق فعالة لمكافحتها بسبب الطبيعة الخفية لليرقات. وعندما تنتشر السوسة، فإن أشجار النخيل المصابة يجب أن تقطع إلى قطع صغيرة وتحرق (إذا كان ذلك ممكنا) أو يتم دفنها

بعمق. ومع ذلك، قد يكون الحرق خيار صعب ويفضل البعض دفن النخيل المصاب. من الواضح أن أفضل استراتيجية للمناطق غير المصابة هي استبعاد الآفة من خلال إجراءات صارمة للصحة النباتية حيث يجب أن تكون أشجار النخيل المستوردة خالية من الآفات.

5. 2. 2. إجراءات القضاء على الآفة في المناطق الموبوءة

بالنظر إلى صحة البيئة، فإن المكافحة البيولوجية هي الطريقة الأولى الموصى بها في المناطق الموبوءة. تم إجراء بعض المحاولات في المختبر والحقل في الهند باستخدام المفترس *Chelisoches Morio*. ذكر(Gopinadhan *et al*, 1990) أن فيروس تعدد التعرق السيتوبلازمي أصاب جميع مراحل السوسة في ولاية كيرالا بما فيها مراحل اليرقات المتأخرة، مما أدى إلى تشوه البالغين و قمع جذري للعشائر العائلة. على الرغم من الإبلاغ عن أنواع مختلفة من الحلم في الهند كطفيليات لسوسة النخيل الحمراء، فإن تأثيرها على العشيرة يجب أن يكون أكثر تأكيدا. وبالتالي، لا توجد طريقة عملية متاحة للتحكم البيولوجي في الوقت الحاضر. الطرق الموصى بها حاليًا ركزت على الإدارة المتكاملة للآفات (IPM) (El-Garhy, 1996، Vidyasagar *et al*, 1991). تم تضمين برنامج IPM كل من الرصد/ المراقبة، فرمون الإغراء/ الجذب (El-Garhy, 1996)، المكافحة الزراعية (Gunawardena *et al*, 1998، OEPP/EPPO, 2008) والمعالجات الكيميائية (Abraham *et al*, 1998). مراجعات لاستراتيجيات المكافحة والإدارة المتكاملة الخاصة بسوسة النخيل الحمراء تم تقديمها بالفعل من قبل العديد من المؤلفين (Murphy and Briscoe, 1999 ، Nair *et al*, 1998 ، Ramachandran, 1998).

6. تدابير المكافحة المتكاملة لسوسة النخيل الحمراء

تم تطوير واختبار نظام المكافحة المتكاملة للآفات للسيطرة على سوسة النخيل الحمراء في نخيل جوز الهند في الهند. وتم تضمين برنامج المكافحة تدابير زراعية تتعلق بصحة النباتات والحقول، الطرق الفيزيائية لمنع دخول السوس من خلال الأطراف المقطوعة للأعناق والجروح، واستخدام الجاذبات والمواد الكيميائية، ووجد أن نهج المكافحة المتكاملة للآفة فعال للغاية في تقليل عدد أشجار النخيل المصابة في ولاية كيرالا، الهند. اقترح أن المكونات الرئيسية لاستراتيجية المكافحة المتكاملة للآفات الخاصة بالآفة هي المراقبة، وصيد السوسة باستخدام إغراء الفيرومونات، واكتشاف الإصابة عن طريق فحص أشجار النخيل، والقضاء على مواقع التكاثر المخفية، وتطهير الحدائق المهجورة، والإجراءات الصحية الحقلية، استخدام المعالجات الكيميائية الوقائية والمكافحة الكيميائية العلاجية، تنفيذ إجراءات الحجر الصحي، التدريب والتعليم. في منطقة القطيف بالمملكة العربية السعودية، نجح (Vidyasagar *et al*, 2000) في تطوير برنامج للمكافحة المتكاملة للآفة والذي تضمن، بالإضافة إلى المصائد الفيرمونية الجماعية، مسحًا لجميع الحدائق المزروعة، والفحص المنتظم لجميع أشجار النخيل بحثًا عن الإصابة.

أصدرت منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2020) إرشادات لإدارة سوسة النخيل الحمراء من خلال استخدام استراتيجية المكافحة المتكاملة للآفات، تتمثل مكوناتها الرئيسية في:

(1) الفحص المنتظم لأشجار النخيل للكشف عن الإصابة.

(2) التقاط السوس البالغ باستخدام مصائد فرمون مطعمة بالطعام (ويساهم كل من 1 و 2 في مراقبة الآفة).
(3) المعالجات الكيميائية الوقائية والعلاجية.
(4) إزالة / استئصال أشجار النخيل المصابة بشدة.

تُستكمل مكونات المكافحة المتكاملة لسوسة النخيل الحمراء بتدابير الصحة النباتية (الحجر الصحي) لتنظيم حركة مواد الغرس، ومن خلال أنشطة بناء القدرات والإرشاد. بالإضافة إلى ذلك، تمت التوصية بإزالة مواقع التكاثر المخفية، لا سيما في الحدائق المغلقة، واعتماد الممارسات الزراعية الجيدة فيما يتعلق بالجوانب الصحية الحقلية، وكثافة النخيل، والري، وإزالة السعف والفروع ، و المكافحة البيولوجية الفعالة بنشر العوامل الممرضة (الفطريات والنيماتودا والبكتيريا) التي يمكن أن تصل إلى الآفة ويمكن أن تستمر أيضًا في الحقل (Ahmad, 2021 ،FAO, 2020). وقد أكدت دراسات عديدة على دور المكونات المشار إليها ضمن برامج المكافحة (Faleiro, 2006 ،Martorana, 2008 ،Al-Dosary *et al*, 2016 ،Ali-Bob, 2019). وفي الحقيقة، فإن الواقع الفعلي يدل على أن البرامج السائدة المطبقة حاليا لم تلبي الطموحات المأمولة في كثير من المناطق، وأنه يعترضها محددات جعلتها غير فعالة في القضاء على مشكلة الآفة، وقد أشارت دراسة هامة أجراها (Faleiro *et al*, 2019) للثغرات والتحديات وآفاق إدارة سوسة النخيل الحمراء لتحقيق أقصى فعالية لهذه البرامج.

6. 1. المراقبة والرصد والتفتيش

تعد المراقبة والرصد أمرًا حيويًا في اتخاذ القرار في الوقت المناسب لإدارة سوسة النخيل الحمراء، في حالة اكتشاف نخيل مصابة أو تسجيل سوسة بالغة في مصائد المراقبة. تساعد خدمات المراقبة أيضًا في تقييم فعالية إجراءات المكافحة والإعلان عن منطقة خالية من الآفات. يتم إجراء المراقبة والرصد من خلال الفحص البصري المنتظم لأشجار النخيل وباستخدام المصائد الفيرمونية. طورت اختبارات تشخيصية لأشجار النخيل الموبوءة بالسوسة في المملكة العربية السعودية. في مثل هذه النخيل، زاد معدل النتح وانخفضت المقاومة المنتشرة وإمكانات الماء. ويمكن رصد العوامل الثلاثة للكشف عن الإصابة بالسوسة. ومن ناحية أخرى، فإن هناك بروتوكول لتشخيص وتحديد *R. ferrugineus* يمكن الرجوع إليه للحصول على مزيد من المعلومات بهذا الخصوص (EPPO, 2007).

يعتبر جهاز كشف السوسة Davis Red Weevil Detector جهازًا إلكترونيًا قادرًا على تضخيم الضوضاء الصادرة عن يرقات *R. ferrugineus* (معهد أبحاث جوز الهند، 1971). هذا الكاشف هو في الأساس مكبر للصوت منخفض التردد. لا تجذب المصائد الخفيفة التقليدية *R. ferrugineus*. في سريلانكا وجد أن المصائد المطعمة بأعناق جوز الهند الطازجة المنقسمة فعالة في تقليل عدد أشجار النخيل التي تهاجمها السوس وبالتالي أوصت بها كممارسة يمكن إتباعها. اقترح معهد أبحاث جوز الهند (1987) إجراء دراسات استقصائية منتظمة لجميع أشجار النخيل الصغيرة حتى عمر 10-12 عامًا كإجراء فحص للكشف عن أشجار النخيل الموبوءة بالسوسة. في الآونة الأخيرة ، تم استخدام فرمونات التجميع لاصطياد أو اكتشاف البالغات. أبلغ (Faleiro and Chellapan,1999a) عن استخدام فرمون إغراء أساسه الفيروجينول لمحاصرة *R. ferrugineus*. واقترحوا أيضًا أنه من الضروري استخدام طعم الفيرومون القائم على

ferrugineol جنبًا إلى جنب مع الطعم الغذائي (قصب السكر) للحصول على محصول أعلى من السوسة. وجد (Abraham *et al*, 1999) أيضًا أن محاصرة السوسة لا تكون فعالة إلا إذا تم استخدام الفرمون جنبًا إلى جنب مع الطُعم الغذائي . تم وصف مصيدة فرمون مصممة خصيصًا بواسطة (Maheswari and Rao, 2000). ووجد (Rajapakse *et al*, 1998) أن الدلو البلاستيكي المفتوح سعة 5 لترات المحتوي على طُعم بالفيروجينول (4-ميثيل -5-نونانول) -بنتانول، المعلق على سيقان نخيل جوز الهند على ارتفاع 1.5 مترًا يمكنه اصطياد سوس بالغ أكثر بكثير من قمع الفيروجينول-بنتانول المطعوم والمصائد المعدنية. ظل Ferrugineol فعالًا كطعم لمدة 12 أسبوعًا في الظروف الحقلية. ووجد (Hallett *et al*, 1999) أن المصائد قد تم تعظيمها عن طريق وضع المصائد على مستوى الأرض أو على ارتفاع 2 متر وأن مصائد الريشة كانت أفضل من مصائد الجرافة. وفي دراسة أخرى وجد أن عددًا كبيرًا من السوس ينجذب إلى مصائد الجردل المطعمة بقصب السكر، تليها المصائد المطعمة بطعم قشور جوز الهند. وكان سعف التمر الطعم الأقل تفضيلاً.

6. 2. الاكتشاف المبكر

في غياب أدوات الكشف المبكر الموثوقة، يكون الفحص البصري هو الأسلوب الفعال الوحيد المتاح، إذا تم تطبيقه بشكل صحيح ومتكرر. يمكن تحسين الفحص البصري من خلال اعتماد ما يلي:

1- وضع بروتوكول / دليل تقني منسق مع توضيح للتفتيش البصري بلغات بسيطة وسهلة الفهم للمزارع وموظفي الدعم / أصحاب المصلحة الآخرين.

2- تحسين مشاركة المزارعين / أصحاب المصلحة، وخاصة بالنسبة لهذا النشاط، في إطار السياسة العامة والبرنامج لإشراك المزارعين في برنامج مكافحة سوسة النخيل الحمراء.

3- فرض الزراعة النظيفة خاصة فيما يتعلق بإدارة الفروع وتقليم السعف لتسهيل الفحص البصري.

4- تسجيل نشاط التفتيش، مثل جميع الأنشطة الأخرى الخاصة بمراقبته وتحليله في نظام المعلومات الجغرافية لبرنامج مكافحة سوسة النخيل الحمراء.

يتعلق الفحص البصري بشكل أساسي بالفروع والأساس الجذعي لنخيل التمر، عندما يتم التركيز على تاج نخيل الكناري على ارتفاع يزيد عن 2-3 أمتار نظرًا لحقيقة أن معظم الإصابة بهذا النوع تحدث في التاج. ومن الممكن استخدام الكلاب البوليسية للكشف عن سوسة النخيل الحمراء الموبوءة، لأن الإصابة تبدأ بشكل رئيسي في الفسائل وأساس الجذع حتى 2 متر من الأرض. يمكن أن يناسب الكشف بمساعدة الكلاب دورا جيدًا أيضًا في المشاتل ومنافذ الدخول و مرافق الحجر الصحي. وتشكل مصائد الفرمون أداة مفيدة للغاية لإكمال الفحص البصري وكأداة للتنبيه على الحاجة إلى زيادة عمليات التفتيش عند التقاط المصائد سوسة النخيل الحمراء. ولزيادة الكفاءة الكلية وسرعة الكشف، هناك حاجة لمزيد من الاختبارات والتحسين لتقنيات الكشف بخطوط الأنابيب، لتطوير جهاز كشف مبكر سريع وموثوق وفعال عن سوسة النخيل الحمراء من حيث التكلفة وسهل التعامل معه.

تقنيات الكشف المتطورة الأخرى متاحة حاليًا باستخدام محدود/ تجريبي فقط، حيث شهدت الأنظمة الصوتية استخدامًا محدودًا لأنها تتطلب مشغلين مهرة. يجري تطوير أنظمة آلية أبسط وأقل تكلفة لزيادة قدرة جهود الكشف المبكر. أيضًا، يتم إجراء دراسات ميدانية

لتقليل التداخل مع الرياح العاتية التي قد تحفز نبضات الضوضاء الناشئة عن الأوراق، والتى يصعب تمييزها عن أصوات الحشرات الأخرى. يمكن أن يسمح الكشف عن الأشعة تحت الحمراء القريبة باكتشاف الإصابة المبكرة ولكن يجب تنفيذ التجارب الميدانية لأجهزة الاستشعار، خاصة إذا كان الغرض هو استخدام هذه التقنية مع الطائرات بدون طيار أو الطائرات. تحدث الإصابة في نخيل الكناري على مستوى المظلة حيث قد يكون من السهل اكتشاف الاضطرابات الفسيولوجية مقارنة بأشجار النخيل التي يتم مهاجمتها عادةً على مستوى الفروع أو قاعدة الجذع. ومن ناحية أخرى، يجب أن تستمر التجارب لإنشاء تقنية مطيافية الانهيار الناجم عن الليزر المحمولة. قد تكون هذه المعدات أداة مفيدة ومثيرة للاهتمام في الكشف المبكر عن سوسة النخيل الحمراء على الأرض. علاوة على ذلك ، فإن تجارب الرادار عالية التردد وتكنولوجيا الأشعة السينية لها بعض الوعود القائمة على التجارب الأولية. يمكن النظر في التصوير الساتلي والكشف عن الزلازل للتجربة. تعد التجارب مع استراتيجيات البروتيميكس واعدة أيضًا لتطوير مجموعات مستقبلية، ويرى البعض أن مثل هذه التقنيات الجديدة فعالة ويمكن تنفيذها للمراقبة والاكتشاف المبكر لسوسة النخيل الحمراء في حقول النخيل المصابة (Rasool *et al*, 2020 ،Wang *et al*, 2021)

6. 3. الطرق الزراعية والصحية

أحد أهم مكونات المكافحة المتكاملة للآفات، وذلك من خلال استخدام الممارسات الزراعية المحسنة في زراعة نخيل التمر، بما في ذلك اختيار الأصناف المقاومة للآفات، ونظام الري، وكثافة النخيل، وصحة الحقول، وتقليم السعف وإزالة الفسائل، وكل هذه الممارسات تساعد في تقليل مستوى تفشي سوسة النخيل الحمراء (Ben Salah, 2019).

6. 3. 1. الممارسات الزراعية الوقائية

تؤثر العديد من الممارسات الزراعية على حدوث وبناء سوسة النخيل الحمراء في الحقل وأيضًا على كفاءة الفحص البصري والمعالجات الأخرى (Tapia *et al*, 2011). في هذا السياق، يجب اعتماد/ دراسة الممارسات التالية لتقليل مخاطر الإصابة وتسهيل إدارة الآفات:

1- إدارة الفسائل/ الخلفات: غالبًا ما تحتوي أشجار النخيل الصغيرة في الفئة العمرية المعرضة للإصابة والتي تقل عن 15-20 عامًا على عدد كبير من الفسائل التي تجعل الفحص البصري لأشجار النخيل للكشف عن الإصابة أمرًا صعبًا للغاية. يعتبر التقليم المنتظم للأوراق/ الفسائل وكذلك إزالة الفسائل ممارسة لا غنى عنها. إن المعالجة الوقائية بمبيدات النقع للفسائل والجذع مباشرة بعد هذه العمليات مطلوبة لقتل وطرد RPW التي تجذبها المواد المتطايرة التي تنتجها الجروح. علاوة على ذلك، فإن إزالة الفسائل دون معالجة الجرح بالمبيد الحشري على النخلة الأم غالبًا ما يؤدي إلى انجذاب الإناث الحاملة إلى هذه المواقع لوضع البيض، مما يؤدي إلى إصابة جديدة.

2- تقليم السعف: الجروح التي تصيب النخيل بعد تقطيع السعف والتي لا تعالج بمبيد حشري طارد لتحييد إنبعثات النخيل المتطايرة، يمكن أن تؤدي أيضًا إلى الإصابة عن طريق جذب الإناث لمثل هذه الروائح. لذلك يوصى في بعض البلدان بتقطيع السعف خلال فصل الشتاء عندما يكون نشاط الحشرة منخفضًا.

3- طريقة الري المتبعة: من المعروف أن الري بالغمر المكشوف خاصة في المزارع التي تلامس فيها المياه منطقة طوق الساق تجذب سوسة النخيل الحمراء. لذلك يوصى باستخدام الري بالتنقيط المتحكم فيه بدلاً من الري بالغمر المكشوف. في المنزل أو حدائق المناظر الطبيعية، يجب عزل سيقان نخيل التمر بألواح البوليثين في القاعدة لمنع تناثر المياه من الرشاشات وأنظمة الري الأخرى. لذلك ، تم تطوير طرق جديدة للري تحت السطح تكون مفيدة في توفير الموارد المائية ؛ تجنب بقاء الأعشاب الضارة وسبات الآفات في قاعدة شجرة نخيل التمر (Dewidar *et al*, 2016).

4- دور الأسمدة في إدارة سوسة النخيل الحمراء: لا يُعرف سوى القليل عن العلاقة بين الإصابة بسوسة النخيل الحمراء واستخدام المغذيات الكبيرة (NPK) والدقيقة (Zn، Si، Fe، Mn، Mg). تشير بعض النتائج الأولية إلى أن أشجار النخيل المخصبة بالتراب الدياتومي يمكن أن توفر مقاومة أفضل للإصابة بسوسة النخيل الحمراء.

5- كثافة النخيل (التباعد) في الحقل: توفر أشجار النخيل المتقاربة، خاصة في الأخاديد التقليدية ذات اختراق محدود لأشعة الشمس، مناخًا دقيقًا مناسبًا لسوسة النخيل الحمراء، ربما بسبب الرطوبة المحسنة داخل الأخدود. قد يكون من المفيد اعتماد مسافة أكبر تبلغ 8 × 8 م على الأقل.

6- اختيار الأصناف: لا يتم استغلال مقاومة النبات المضيف لإدارة سوسة النخيل الحمراء. يزرع المزارعون بعض أصناف نخيل التمر التقليدية، ومن المعروف أن سوسة النخيل الحمراء لها تفضيل مختلف لأصناف النخيل في الحقل (Shar *et al*, 2013، Faleiro *et al*, 2014) (يجب أن تجري المؤسسات البحثية الوطنية دراسات لتحديد عوامل المقاومة ودمجها في الأصناف المزروعة تقليديًا).

6. 3. 2. التخلص من النخيل المصاب بشدة

تتباين الإجراءات المتبعة لمعالجة أشجار النخيل المصابة بشدة. في بعض الأماكن، يتم رفع أشجار النخيل المصابة وتقطيعها بالكامل. تتطلب العملية الأخيرة استخدام آلات ضخمة لا تتوفر إلا في أماكن قليلة حيث يجب نقل أشجار النخيل المصابة. آلة التقطيع تولد درجة حرارة عالية جدا لقتل جميع مراحل الحشرة (بيضة - يرقة - شرنقة - بالغة). لم يتم اعتماد مثل هذا البروتوكول الذي يكون ثقيلًا للغاية ومعقدًا ليتم تطبيقه بأمان (لتجنب انتشار سوسة النخيل الحمراء) والمكلف إلا في أماكن قليلة. لعدة سنوات، تم اقتراح أن الإجراء الذي سيتم اعتماده يجب أن يستند إلى نهج تحليل المخاطر. سمحت المعرفة الأفضل لبيولوجيا سوسة النخيل الحمراء خلال السنوات الماضية بتأسيس نقطة مهمة جدًا يجب أخذها في الاعتبار في تحليل المخاطر وهي أن اليرقات تموت بسرعة كبيرة في الأنسجة الجافة. كما هو الحال في بعض الأماكن، غالبًا ما يوصى ببروتوكول معقد للغاية فيما يتعلق بمسألة الأنسجة المصابة التي تمت إزالتها من النخلة، حيث قد يكون من المرغوب فيه إجراء تجربة بسيطة للغاية لتأكيد عدم وجود المخاطر التي تمثلها اليرقات أو البيض الموجود في الأنسجة المقطوعة إلى قطع صغيرة. في نخيل الزينة، أدى نهج تحليل المخاطر إلى التمييز بين الأجزاء المصابة وغير المصابة من النخيل المصاب. في الحالة الأولى (أجزاء النخيل المصابة)، يجب اعتماد بروتوكولات محددة للتدخل. بالنسبة للأجزاء اللاحقة (أجزاء النخيل غير المصابة)، يتم اعتماد أنواع مختلفة من البروتوكولات اعتمادًا على المعدات المتاحة والظروف المحلية. مثل هذا النهج القائم على تحليل المخاطر يتعين تطويره لنخيل التمر مع

الأخذ في الاعتبار الظروف المحلية. يجب اقتراح بروتوكول بسيط للغاية يمكن إدارته على مستوى المزرعة باستخدام معدات بسيطة للغاية. يوصى بتقييم مثل هذا النخيل والتخلص منه في الموقع نفسه من خلال استكشاف إمكانية التقطيع لأجزاء صغيرة يدويًا في الموقع، والحرق باستخدام محرقة متنقلة، والتقطيع الميكانيكي باستخدام آلات التقطيع الصغيرة / المتنقلة.

6. 3. 3. الممارسات الصحية الميكانيكية

يمكن تطهير أشجار النخيل غير المصابة بشدة (لا يصاب البرعم الطرفي عندما تبدأ الإصابة بقواعد أوراق المظلة/ الرأس، والجذع الذي لم يتضرر بشدة من اليرقات عندما تبدأ الإصابة من الفروع أو الجذور الهوائية أو بقايا السويقات) إما عن طريق الحقن بالمبيدات الحشرية أو بواسطة تدبير صحي ميكانيكي. الغرض من هذا التدبير هو القضاء على الأنسجة التي توجد بها اليرقات، وكذلك تحديد وتدمير جميع الشرانق والبالغين. بالنسبة لأشجار نخيل الزينة الطويلة (توجد الإصابة في قواعد أوراق المظلة)، يتم التدبير الصحي الميكانيكي لسنوات عديدة باستخدام الأدوات اليدوية. عندما تكون أعراض الإصابة المكتشفة هي جفاف الأوراق أو الفسائل، فإنه يكفي أحيانًا إزالة وتدمير الفسيلة لتعقيم النخلة. عندما تنتقل اليرقات من الفسيلة إلى الجذع أو عندما تبدأ الإصابة من بقايا السويقات، يجب القضاء على المنطقة المصابة بأداة حادة حتى الوصول إلى الأنسجة السليمة. الأنسجة المصابة، إذا تم تقطيعها إلى قطع صغيرة لا تحتاج إلى مزيد من العلاج (البيض واليرقات سوف تموت بسرعة في الأنسجة الجافة). يقدم هذا الإصحاح الميكانيكي البسيط ميزتين كبيرتين: يمكن للمزارع أن يقوم به بسهولة ولا يتم نقل أي أنسجة مصابة خارج المنطقة المصابة مما يجنب أي خطر لانتشار بالغات سوسة النخيل الحمراء. علاوة على ذلك، في حالة التلف الطفيف والسطحي، تتم إزالة الأنسجة من النخلة وتدميرها. بعد ذلك يتم رش أنسجة النخيل المصابة بمبيد حشري طارد للحشرات أو الطين أو معجون الجبس لتجنب جذب الإناث (Sallam *et al*, 2012، Salah, 2019).

6. 4. المكافحة الحيوية

لا يوجد الكثير من المعلومات حول الترويج للنهج الكلاسيكي لاستخدام عوامل المكافحة البيولوجية (المتطفلات و المفترسات) ضد *R. ferrugineus* . ومع ذلك، فقد أبلغ عن حدوث عرضي عندما تم استيراد *Platymerus laevicollis* إلى سريلانكا من ساموا الغربية كمفترس محتمل على *Oryctes rhinoceros* ووجد أنه يفضل *R. ferrugineus* ، وكانت هناك أيضًا دراسات لتقييم إمكانات المفترسات والمتطفلات وأشارت أن حوريات *Chelisoches morio* استهلكت 5.3 من البيض و 4.2 من يرقات السوسة يوميًا، بينما استهلكت C. morio البالغة 8.5 من البيض و 6.7 من يرقات السوسة يوميًا. وعلىأية حال، لم تنجح حتى الآن أي حلول للمكافحة البيولوجية عند تطبيقها على نطاق ميداني كبير ولفترة طويلة من الزمن. بالنسبة للمعالجة الوقائية لنخيل الزينة في البيئة الحضرية حيث تم تشجيع هذا النوع من الحلول بقوة، تم التخلي عن هذه الحلول بعد سنوات قليلة بسبب التكلفة وصعوبة التطبيق التي تمثل تنفيذ العلاج عدة مرات في السنة. بشكل عام، يجب اختبار أنظمة إيصال عوامل المكافحة البيولوجية (مثل الفطريات الممرضة للحشرات) في ظروف المختبر والميدان. تعتبر التجارب لتقوية هذه العوامل البيولوجية لمقاومة المناطق البيئية

القاحلة عاملاً أساسياً لنجاحها في هذا المجال. يوصى باختبار العوامل المعتمدة بالفعل في الاتحاد الأوروبي واختبار المنتجات الطبيعية التي يمكن أن تعزز مقاومة النخيل. تتوفر أيضًا تقنية جديدة لتحسين طول عمر *Beauveria bassiana* تجاه التسخين والأشعة فوق البنفسجية في الحقل. ومن المعروف أن هناك عدد من العوامل البيولوجية الصديقة للبيئة (مسببات الأمراض الجرثومية للحشرات) للتحكم في سوسة النخيل الحمراء (Yasin *et al*, 2017).

6. 4. 1. النيماتودا الممرضة للحشرات

أشارت العديد من الدراسات والتقارير إلى أن أنواع النيماتودا *Steinernema riobrave* و *S. carpocapsae* و *Heterorhabditis* sp مسببات ممرضة لكل من المراحل غير البالغة والبالغة من *R. ferrugineus* في المختبر وتحت الظروف الحقلية (Acevedo *et al*, 2018، Manzoor *et al*, 2017، Elawad *et al*, 2007). كما ذكر أن انتشار النيماتودا كان ممكنًا عند البالغين ولكنه نادر في اليرقات. قام (Salama and Abd-Elgawad, 2001) باستخدام الطعم باستخدام يرقات عثة الشمع الأكبر وحصلا على خمس سلالات من النيماتودا غير المتجانسة، والتي كانت أكثر ضراوة على *R. ferrugineus* من الأنواع الأخرى من النيماتودا المحبة للحشرات في الاستزراع. أدى تطبيق سلالات محسنة وراثيا من *Steinernema* و *Heterorhabditis* على يرقات *R. ferrugineus* إلى وفاة 95-100 ٪ في المختبر و 50 ٪ وفيات في الحقل.

6. 4. 2. الفطريات الممرضة للحشرات

يأتي الفطر الممرض للحشرات (*Beauveria bassiana*) على رأس الفطريات التي تم فحصها مختبريا (Verde *et al*, 2015، Hussain *et al*, 2015، El-Sufty *et al*, 2009) وحقليا لمكافحة السوسة. وقد أجريت العديد من الدراسات لتقييم فعالية الفطر تحت ظروف المختبر، وفي أحد هذه الدراسات تم رش الجراثيم الكونيدية على اليرقات والحشرات البالغة من سوسة النخيل الحمراء وأعطيت اليرقات والبالغات شقوق أنسجة الساق الداخلية لنخيل التمر المتضرر كغذاء طبيعي باختبارعدة تراكيز من الجراثيم، ووجد أن أعلى معدلات الوفيات قد حدثت تجاه يرقات العمر الثالث (El-Husseini, 2019). وبالنسبة للدراسات الحقلية فقد أشار العديد منها لكفاءة هذا الفطر ومجهزاته تجاه الآفة (Hajjar *et al*, 2015، Abdel-Samad *et al*, 2011). وقد أشارت بعض الدراسات لإمكانية مكاملة الفطر كعنصر حيوي أو كمجهز ضمن برامج مكافحة سوسة النخيل الحمراء (El Bouhssini *et al*, 2019، Abdul Qayyum *et al*, 2020). أيضا، فإن دور فطر *Metarhizium anisopliae* في مكافحة سوسة النخيل الحمراء قد أحتل إهتمام بعض الدراسات التي أكدت على قدرته الممرضة للحشرة (Francardi *et al*, 2012، Merghem, 2011، Gindin *et al*, 2006).

6. 4. 3. البكتيريا الممرضة للحشرات

تم اختبار فعالية البكتيريا الممرضة للحشرات *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) لمكافحة *R. ferrugineus* تحت ظروف معملية (Alfazariy, 2004، Manachini *et*

al, 2009). على الرغم من وجود أدلة تشير إلى تلف المعى المتوسط وتثبيط التغذية بين اليرقات التي نجت من المعاملات، فقد أظهرت النتائج أن نشاط بكتيريا *B. thuringiensis* ضد أطوار *R. ferrugineus* غير الناضجة كان منخفضًا. وهناك دراسات أخرى التي أهتمت بإختبار فعالية (*Bt*) تجاه البيض واليرقات (Francesca *et al*, 2015)، أو اليرقات في أعمارها المتأخرة والبالغات (Manachini *et al*, 2009)، وقد أهتمت الدراسة الأخيرة بدور الجهاز المناعي لدى اليرقات في مقاومتها للتاثير الممرض للبكتيريا. من المعروف أن هناك دراسات عديدة قد أشارت لمقاومة الحشرات لبكتيريا *Bt*. وعليه فإن البحث مستمر لإيجاد عزلات جديدة فعالة تجاه الآفة (Mahmoud *et al*, 2011).

6. 5. الصيد بالطعوم الغذائية والفيرمونية

6. 5. 1. مصائد الطعوم الغذائية

يعد دمج الطُعم الغذائي في مصائد فرمون سوسة النخيل الحمراء أمرًا حيويًا لتوليد التآزر بين الطعم والإغراء، وهو أمر ضروري للحفاظ على كفاءة الاصطياد، حيث يضمن الطعم الغذائي الذي يحتوي على نسبة عالية من السكر التقاط سوسة أعلى. تم الإبلاغ عن استخدام العديد من الطعوم الغذائية في مصائد فرمون سوسة النخيل الحمراء. ومع ذلك ، فإن التمور (100-200 جم / مصيدة) تولد أفضل تآزر بين الطعم والإغراء، مما يؤدي إلى التقاط أفضل للسوسة. وقد اشارت بعض الدراسات أن موزعات أسيتات الإيثيل (كايرومون) تعمل على تعزيز الالتقاط عند دمجها مع الطُعم الغذائي في مصائد فرمون سوسة النخيل الحمراء (Al-Saoud, 2013). تستخدم مصائد فرمون الدلو (الفيروجينول) ذات الطعم الغذائي على نطاق واسع لالتقاط تجمعات سوسة النخيل الحمراء البالغة التي تجذب الذكور والإناث على حد سواء. هذه المصائد هي مؤشرات فعالة للغاية لوجود الآفة وانتشارها المكاني إذا تمت خدمتها جيدًا، في غياب أي تقنية مكافئة وفعالة من حيث التكلفة. ومع ذلك، يمكن أن يؤدي هذا المكون أيضًا إلى زيادة كبيرة في تكلفة برنامج الاصطياد الجماعي على مستوى المنطقة. يمكن للجاذبات المشتركة القائمة على مركبات التخمير، مثل أسيتات الإيثيل والإيثانول، أن تحسن مستوى الجاذبية للفيروجينول وتحل محل الكايرومونات الطبيعية غير المعيارية في أنظمة اصطياد سوسة النخيل الحمراء (Abuaglala and Al-Deeb, 2012).

6. 5. 2. الفيرمونات والصيد المكثف/ الجماعي

تلتقط المصائد الفرمونية لسوسة النخيل الحمراء جزءًا فقط من عشائرها الموجودة في الحقل. ومع ذلك، يتزايد استخدام الفيرومونات كأحد مكونات الإدارة ضد *R. ferrugineus*، ويتم توفير بروتوكولات مفصلة لاحتجاز السوسة الجماعي القائم على الفرمون. قام (Faleiro *et al*, 1999b) بتقييم إغراء الفيرومونات للسوسة في مزارع التمور في المملكة العربية السعودية ووجد أن الطعم عالي الإطلاق (Ferrolure و + Ferrolure) اجتذب ضعف عدد السوس عنه من التركيبات منخفضة الإطلاق. وأكد على هذا الدور (Vidyasagar *et al*, 2000) من خلال دراسته لقياس تأثير استخدام نظام محاصرة جماعي قائم على الفرمون كمكون ببرنامج IPM لإدارة السوسة في المملكة العربية السعودية باستخدام فرمون التجميع والفيروجينول و 4-ميثيل - 5-نونانول (فيرولور)

و/ أو 4- ميثيل -5 - نونانول + 4-ميثيل-5-نونانون (9: 1). ومن المعروف أن هناك العديد من الدراسات التي أهتمت بدراسة تأثير مواصفات المصائد من حيث التصميم واللون والصيانة والتوزيع بالنسبة للمساحة، وغيرها من العوامل المؤثرة على كفاءة إلتقاط الحشرة. تم الإبلاغ مؤخرًا عن مصائد سوداء اللون تسجل أصطياد متفوق للسوسة، وفيما يتعلق بتصميم المصيدة، تسجل المصيدة على شكل قبة عمليات التقاط أعلى بكثير مقارنة بمصيدة الجرافة التقليدية. من المعروف أن الكيرومون الاصطناعي (أسيتات الإيثيل) عند إضافته كمكوّن إلى مصيدة فرمون الطُعم يعزز التقاط السوسة. الاستبدال الدوري للطعم الغذائي والماء، يحد من الحاجة إلى زيادة عدد مصائد الفرمون في الحقل، إلى جانب زيادة تكلفة برنامج الاصطياد الجماعي على مستوى المنطقة بشكل كبير. في بعض البلدان، يمكن استخدام المصائد الجماعية بواسطة المزارعين القيادين أو المدربين. يعد ترقيم كل مصيدة فرمون في الحقل ضروريًا لجمع البيانات ومعالجتها بشكل منهجي. يمكن تحقيق ذلك من خلال الإشارة الجغرافية إلى المصائد واستخدام تحديد الترددات الراديوية (RFID). وجد أن خيارات الصيد المعتمدة على "الجذب والقتل" واستخدام المصيدة الجافة على أساس "الإشعاع الكهرومغناطيسي" واعدة في المملكة العربية السعودية كمكون إضافي لبرنامج الاصطياد الجماعي لـ RPW-IPM.

6. 6. تقنية تعقيم الحشرة/ التعقيم الكيميائي

تري بعض الأراء أن هناك إمكانية بإستخدام تقنية تعقيم الحشرات السيطرة على سوسة النخيل الحمراء (Krishnakumar and Maheswari, 2007، Dyck *et al*, 2005). وجد في أحد الدراسات عن تأثيرات إشعاع جاما على *R. ferrugineus* أن إنتاج البيض القابل للحياة قد انخفض مع زيادة جرعة الإشعاع، على الرغم من عدم وجود تأثير واضح على الجيل الثاني للحشرة. كما أشارت أحد الدراسات أن علاج ذكور السوسة بعمر يوم أو يومين بجرعة 1.5 كراد (15 جراي) أدى إلى عقم بنسبة 90 ٪ دون أي تأثير سلبي على البقاء على قيد الحياة. زاد علاج الجرعات العالية من العقم ولكنه قلل من البقاء. كانت هناك حاجة إلى نسبة عشرة ذكور معالجين إلى واحد طبيعي لقمع إنتاج النسل بشكل ملموس.

6. 7. المكافحة الكيميائية

نظرًا لصعوبة اكتشاف أعراض التلف بواسطة *R. ferrugineus* خلال المراحل المبكرة من الإصابة، يتم التركيز بشكل عام على الجوانب الوقائية. علي أية حال هي ليست ممكنة دائما. التدبير العلاجي الشائع والعملي هو من خلال استخدام المبيدات الحشرية. تشمل الإجراءات الوقائية والعلاجية: حقن الجذع بمبيدات حشرية جهازية يتم إجراؤها خلال المراحل المبكرة من الإصابة، ومؤخراً، أعطى حقن الجذع باستخدام المبيد المناسب تحكمًا جيدًا (Girgis *et al*, 2002 ،Hernandez-Marante *et al*, 2003). كما أن، معالجة الجروح بالمواد الطاردة للحشرات وملء محاور الأوراق بمستحضر المبيد الممزوج بالرمل، ونقع تاج الأشجار المصابة بالمبيدات الحشرية سجلت نسبة مئوية لموت يرقات *R. ferrugineus* المعاملة بمعدلات مختلفة. ومن طرق المكافحة الكيمائية الأخرى، استخدام طريقة التبخير لعلاج اصابة النخيل من خلال كبسولات فوسفيد الألومنيوم (Al-Ballaa, 2020، Llácer and Jacas, 2010). تؤكد أحد الدراسات التي أجريت على 295 نخلة

متضررة في مراحل مختلفة من انتشار الإصابة في منطقة القصيم، المملكة العربية السعودية خلال 2017-2018. أن التجارب الحقلية بخصوص زيادة عدد الجرعات المطبقة ووقت المعالجة ونوع اللفافة لانحباس الغاز، قد ضمنت موت يرقات وبالغات السوسة باستخدام 10 كبسولات لمرة واحدة من فوسفيد الألومنيوم لمدة 5 أيام في أشجار النخيل الصغيرة، و15 قرصًا من فوسفيد الألومنيوم لمدة 15 يومًا. أصبحت هذه الطريقة شائعة ويمكن استخدامها للتحكم في الحجر الصحي لأفرع نخيل التمر في المملكة العربية السعودية (Al-Ballaa and Faleiro, 2019). تم تطبيق إستراتيجية مكافحة كيميائية فعالة لطريقة حقن الساق أو العلاج الداخلي باستخدام مبيدات حشرية جهازية ومستمرة. تم تطبيق هذه الطريقة على أشجار نخيل الزينة في تونس وإيطاليا خلال 2015-2018 عن طريق إيمامكتين بنزوات ، ثيامثوكسام وإيميداكلوبريد للتحقق من فعالية هذه المبيدات الحشرية وقدرتها على الحركة ومثابرتها. وقد لوحظ أن بنزوات إيمامكتين قد وجد بشكل منهجي ومستمر لمدة 5 أشهر تقريبًا في أنسجة النخيل مقارنةً بالثيامثوكسام والإيميداكلوبريد (Chihaoui-Meridja *et al*, 2020). تُجرى التطبيقات الوقائية للمبيدات حاليًا إما من خلال منتجات كيميائية أو طبيعية المنشأ (مثل المبيدات النباتية الأصل) بهدف قتل بالغات الحشرة المختبئة في قواعد الأوراق، وحماية النخيل بقتل الإناث البالغة والمراحل الأولى من الآفة. يجب استخدام المبيدات الحشرية الوقائية إما عن طريق الغسيل بالرش أو نقع المناطق المستهدفة من النخيل أو عن طريق الحقن (فقط لأشجار الزينة). لضمان كفاءة المعالجات الوقائية بمبيدات الحشرات وتقليل الأخطار على صحة الإنسان والبيئة، يجب تطبيق المعالجات الوقائية بمبيدات الحشرات فقط على النخلة في المنطقة المحددة المصابة وخلال فترة زمنية محدودة وفقاً لتطور إلتقاط المصائد.

6. 8. متطلبات تطوير تدابير الإدارة

6. 8. 1. المراقبة والتقييم

تفتقر معظم البرامج الوطنية لمكافحة سوسة النخيل الحمراء في الوقت الحالي إلى مكون الرصد والتقييم (M&E) . وهذا له تأثير سلبي على نجاح البرامج، والحفاظ على النتائج الإيجابية المحققة والاستخدام الحكيم للموارد. يجب أن تستند الاستراتيجيات الوطنية إلى نهج التخطيط الاستراتيجي/ الإدارة القائمة على النتائج مدعومًا بإطار عمل منطقي مع مؤشرات أداء وأهداف رئيسية واضحة وآلية للرصد والتقييم. الرصد هو جمع وتحليل منهجي للمعلومات لتتبع التقدم المحرز مقابل الخطط والأهداف المحددة، والتحقق من الامتثال للمعايير المعمول بها. يساعد في تحديد الاتجاهات والأنماط، وتكييف الاستراتيجيات وإبلاغ القرارات لإدارة البرنامج. يشمل التقييم تحديد آثار ما تم إنجازه والتفكير فيها، والحكم على النجاح. ستسمح نتائج التقييم لمديري البرامج والمستفيدين والشركاء والمانحين وأصحاب المصلحة الآخرين في البرنامج بالتعلم من التجربة وتحسين التدخلات المستقبلية. يشكل الرصد والتقييم الأساس للإبلاغ الواضح والدقيق عن النتائج التي حققتها البرامج الوطنية. وبالتالي، يصبح الإبلاغ عن المعلومات فرصة للتحليل النقدي والتعلم التنظيمي، وإبلاغ عملية صنع القرار وتقييم تأثير البرامج. من الضروري إشراك أصحاب المصلحة الرئيسيين قدر الإمكان في عملية التقييم. في سياق البرامج الوطنية لمكافحة سوسة النخيل الحمراء، يوصى بإجراء تقييم نصف سنوي وتقييم سنوي.

6. 8. 2. مشاركة أصحاب المصلحة من المزارعين في برامج المكافحة

في معظم البلدان الموبوءة بسوسة النخيل الحمراء، لا يشارك المزارعون/ أصحاب المصلحة أو أن مشاركتهم محدودة جدا في برامج مكافحة سوسة النخيل الحمراء. في العديد من البلدان، يتم تنفيذ جميع الأنشطة من قبل الوكالات الحكومية. هذه البرامج مكلفة للغاية ولم تنجح في القضاء على الآفة أو حتى تجنب انتشارها. في بعض البلدان، تقتصر أنشطة السلطات على إمداد المزارعين ببعض المبيدات الحشرية. إن ميزة إشراك المزارعين في برنامج المكافحة كبيرة لأنهم موجودين في المزرعة ويمكن أن يساعدوا في الكشف عن أشجار النخيل المصابة في المرحلة المبكرة من الهجوم، وهو إجراء يشكل مفتاحًا لمكافحة الآفة والقضاء عليها. علاوة على ذلك، يمكن تحقيق كل أو معظم أنشطة برنامج مكافحة سوسة النخيل الحمراء تمامًا من قبلهم بتكلفة منخفضة جدًا إذا كانوا مدربين جيدًا. يجب دعم تشجيع مشاركة المزارعين في برنامج المكافحة المتكاملة للآفات من خلال:

- رسم خرائط أصحاب المصلحة وتحليل احتياجاتهم
- تنفيذ دراسات عاجلة من أجل معرفة أفضل بالعواقب الاجتماعية والاقتصادية لمشكلة سوسة النخيل الحمراء وأنظمة الزراعة في المناطق الموبوءة ، واقتراح حلول مناسبة لتسهيل مشاركة المزارعين.
- تعزيز برامج الإرشاد والأنشطة وآليات تبادل المعرفة والاتصالات ومنظمات المزارعين، وغيرها بالنسبة للمزارعين/ أصحاب المصلحة.
- تحسين السياسات نحو الحوافز ليكون لها تأثير إيجابي على تسويق أفضل ودخول المزارعين.

6. 8. 3. البحث والإبتكار

يجب أن يقيم البرنامج الوطني للمكافحة المتكاملة للآفة تعاونًا جيدًا مع مؤسسات البحث ومطوري التكنولوجيا لتبادل المعلومات حول أحدث نتائج البحوث والابتكارات التي تم تطويرها. تم تقديم طرق وتقنيات مختلفة لاكتشاف سوسة النخيل الحمراء ومراقبتها وإدارتها في السنوات الأخيرة من قبل الباحثين ومطوري التكنولوجيا الذين يتعين عليهم تقييم واختبار جدواها لاستخدامها في هذا المجال، بسرعة وسهولة في الاستخدام. وتقنيات فعالة من حيث التكلفة.

يجب أن تشتمل البرامج الوطنية لسوسة النخيل الحمراء على مكون للاختبار والتحقق من صحة التقنيات والأساليب المبتكرة الحديثة لإدارة سوسة النخيل الحمراء بما في ذلك تقنيات الاصطياد والمعالجات الكيميائية الوقائية والعلاجية وبروتوكولات الحجر الصحي وما إلى ذلك والتي من شأنها تسهيل العمل وتحسين فعالية البرنامج.

6. 9. توظيف تقنيات المعلوماتية والإتصال في إدارة سوسة النخيل الحمراء

تشجيع إستخدام أدوات ICT من أجل إيجاد نظام جاهز لجمع البيانات، ويمكن أن يتضمن:

(أ) مرجع جغرافي لأشجار النخيل باستخدام Google Earth Engine والاستشعار عن بعد.

(ب) استخدام الهواتف المحمولة لإدخال البيانات ونقلها.

(ج) استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS لإدارة البيانات والتحليل (Fajardo *et al*, 2017، Massoud *et al*, 2012، Massoud *et al*, 2011).

وبصفة عامة، فإن تطوير تطبيق مخصص للهواتف الذكية التي تعمل بنظام Android و iOS سوف يسمح للمستخدمين بتسجيل البيانات ذات المرجعية الجغرافية في الموقع الميداني في نموذج قياسي. من الناحية المثالية، يجب على المستخدمين استخدام هواتفهم الذكية لتجنب شراء الأجهزة الفريدة وتوزيعها وإدارتها. سيستخدم التطبيق خدمة بيانات الجوال (GPRS) لنقل البيانات من الحقل إلى مكتب وطني مركزي خاص GSM مباشرة أو في الوقت الفعلي. سيتم تطوير إجراء محدد للسماح بالاستيراد التلقائي للبيانات الميدانية إلى نظام معلومات جغرافي مخصص يحتوي على قاعدة بيانات مكانية في مكاتب RPW. ويمكن أن يتم استخدام نظام المعلومات الجغرافية لإدارة وتحليل البيانات الميدانية وبيانات المصائد الذكية من أجل إعداد الخرائط والجداول والرسوم البيانية والتقارير، واتخاذ القرارات الإدارية اللازمة. البرمجيات مفتوحة المصدر مثل قاعدة بيانات PostgreSQL / PostGIS و QGIS مقترحة لقاعدة البيانات المكانية ونظام المعلومات الجغرافية على التوالي. ويمكن وضع خريطة أساسية لنظام المعلومات الجغرافية كخريطة ذات مرجعية جغرافية لأشجار النخيل، وتستخدم هذه الخريطة الأساسية جنبًا إلى جنب مع البيانات الحقلية التاريخية والمحدثة بانتظام لتقييم الوضع الحالي لسوسة النخيل الحمراء، ومراقبة حدوثها وانتشارها الجغرافي، والعمل كنظام إنذار مبكر، واتخاذ قرارات مستنيرة، والبحث في الاتجاهات التاريخية من أجل إدارة سوسة النخيل الحمراء بشكل أفضل. سيسمح تدفق البيانات الآلي ونظام المعلومات الجغرافية بوضع أنواع مختلفة من الخرائط والجداول والرسوم البيانية في فترات زمنية مختلفة ودقة مكانية وفقًا لنوع المعلومات المطلوبة. هذه الأدوات التحليلية لا غنى عنها لبرنامج / إستراتيجية فعالة متعددة الأقاليم لمكافحة سوسة النخيل الحمراء على جميع المستويات. يعد التحقق الدوري من برنامج المكافحة بناءً على أسر السوسة في الفخاخ وتقارير الإصابة والنماذج المكانية والزمانية الناتجة عن نظم المعلومات الجغرافية أمرًا ضروريًا للإدارة الفعالة للآفة، إلى جانب الاستخدام الحكيم للرجال والمواد. ومن بين التوجهات الحديثة لتوظيف أدوات ICT في لإدارة سوسة النخيل الحمراء إستخدام أنترنت الأشياء (IoT) في الكشف المبكر عن الآفة (Koubaa *et al*, 2019).

7. المراجع

- Abuaglala, A., and M.A. Al-Deeb (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: 1-6. https://doi.org/10.1673/031.012.12002

- Abdel-Samad, S. S. M., B.A.Mahmoud and M.S.T. Abbas (2011). Evaluation of the fungus, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill as a bio-control agent against the red palm weevil, *Rhynchophoms ferrugineus* (Oliv.) (Coleoptera: Curculionidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control 21(2): 125-129.

- Abdul Qayyum M., M.A. Saleem, S. Saeed , W. Wakil, M. Ishtiaq, W. Ashraf, N. Ahmed, M. Ali, R. M. Ikram, M. Yasin , S.Maqsood , S. Kiran , M. F. Qaiser , R.A. Ayaz, M. Z. Nawaz, A. D. Abid, K. A. Khan , S. A. Alamri (2020). Integration of entomopathogenic fungi and eco-friendly insecticides for management of red palm

weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier). Saudi Journal of Biological Sciences 27 (2020) 1811- 1817
- Abraham, V.A., M.A. Al-Shuaibi, J.R. Faleiro, R.A. Abuzuhairah and P.S. Vidyasagar. (1998). An integrated management approach for red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv., a key pest of date palm in the Middle East. Sultan Qabus University Journal for Scientific Research Agricultural Sciences, 3: 77-84
- Abraham, V.A., S.S. Nair and C.R.R. Nair (1999). A comparative study on the efficacy of pheromone lures in trapping red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus Oliv. (Coleoptera : Curculionidae) in coconut gardens. Indian Coconut Journal (Cochin), 30(7):1-2; 6 ref
- Acevedo, J.P.M., A.S. Negrisoli Jr., B.L. Lhor, V.A.S. Junior, P.S. Santos, E.T. Da Silva and R.R. Ferreira Cuesta.(2018). Pathogenicity of entomopathogenic nematodes against immature stages of Rhynchophorus palmarum as potential tool for biolical control of Rhynchophorus ferrugineus for Tropinal America. In: International Meeting Innovative and Sustainable Approches for the Control of Red Pal Weevil. CIHEAM Bari, Italy, 23 -25 October, 2018. P: 32
- Ahmad, I. (2021). Integrated Pest Management of *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier: An Efficient Approach to Reduce Infestation in Date Palm Trees. Pakistan J. Zool., pp 1-10, 2021.
- Al-Ballaa, S. R. (2020). Fumigant Action of Commonly Used Insecticides as a Curative Treatment of Red Palm Weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) in Infested Date Palms. Arab J. Pl. Prot. Vol. 38, No. 4 (2020)
- Al-Ballaa, S.R., and J.R. Faleiro (2019). Studies on curative treatment of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier infested date palms based on an innovative fumigation technique. Arab J. Pl. Prot., 37: 119-123. https://doi.org/10.22268/AJPP- 037.2.119123
- Al-Dosary, N.M., S. Al-Dobai and J.R. Faleiro. (2016). Review on the Management of Red Palm Weevil Rhynchophorus ferrugineus Olivier in Date Palm Phoenix dactylifera L. Emirates Journal of Food and Agriculture, 28: 34-44. https://doi.org/10.9755/ejfa.2015-10-897
- Alfazariy, A.A. (2004). Notes on the survival capacity of two naturally occurring entomopathogens on the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 14, 423.
- Ali-Bob, M. M. (2019). Management of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) using sustainable options in Saudi Arabia. Arab J. Pl. Prot. Vol. 37, No. 2 (2019): 163- 169.
- Al-Saoud, A.H. (2013). Effect of ethyl acetate and trap colour on weevil captures in red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) pheromone traps. International Journal of Tropical Insect Science, 2013, p. 1- 5.
- Ben Salah, M. (2019). Importance of field operations for reducing red palm weevil (RPW) infestation on date palm. *Arab J. Pl. Prot.*, **37**: 159-162. https:// doi.org/10.22268/AJPP-037.2.159162
- CABI/EPPO (2010). *Rhynchophorus ferrugineus* [Distribution map]. Distribution Maps of Plant Pests, No.June. Wallingford, UK: CABI, Map 258 (3rd revision)
- Chihaoui-Meridja, S., A. Harbi, , K. Abbes, H. Chaabane, A.L. Pergola, B. Chermiti and P. Suma (2020). Systematicity, persistence and efficacy of selected insecticides used in endotherapy to control the red palm weevil *Rhynchophorus*

ferrugineus (Olivier, 1790) on *Phoenix canariensis*. *Phytoparasitica*, 48: 75-85. https:// doi.org/10.1007/s12600-019-00776-5
- Cox, M.L. (1993). Red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* in Egypt. FAO Plant Protection Bulletin, 41(1): 30–31.
- Dewidar, Z.A., Y. Al-Fehaid, S. Al-Hilal and M. Ben Salah (2016). Water saving in Arid Regions: A comparison of Surface and subsurface drip irrigation systems. Am. J. Res. appl. Sci., 2: 289- 296.
- Dhileepan, K. (1992). Insect pests of oil palm (*Elaeis guineensis*) in India. Planter, 68: 183–191.
- Dyck, V.A., J. Hendrichs and A.S. Robinson. (2005). Sterile Insect Technique: Principles and Practice in Area-wide Integrated Pest Management, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 787 pp. https://doi.org/10.1007/1-4020-4051-2
- El Bouhssini, M., A.N. Trissi and Z. Kadour (2019). Is the use of entomopathogenic fungi a viable option for the control of Red Palm Weevil? Arab Journal of Plant Protection, 37 (2), pp. 200-202.
- Elawad, S. A., S.A. Mousa, A.S. Shahdad, S.A. Alawaash, and A.M.A. (2007). Potential of entomopathogenic nematodes against the Red Palm Weevil in United Arab Emirates. Pakistan Journal of Nematology 25(1): 5-13.
- El-Garhy, M.E. (1996). Field evaluation of the aggregation pheromone of *Rhynchophorus ferrugineus* in Egypt. Pages 1059-1064. In: British Crop Protection Council (eds.) Brighton Crop Protection Conference: Pests and Diseases. Farnham, UK.
- El-Husseini, M.M. (2019). Efficacy of the fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae) larvae and adults under laboratory conditions. Egypt. J. Biol. Pest. Contr., 29: 58. https://doi.org/10.1186/s41938-019-0155-3
- El-Sabea, A.M.R., J.R. Faleiro and M.M. Abo-El-Saad (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. http://www.pestoutlook.com
- El-Sufty, R., S.A. Al-Awash, S. Al-Bgham, A.S. Shahdad and A.H. Albathra (2009). Pathogenicity of the fungs *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill to the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Oliv.) (Col.: Curculionidae) under laboratory and field conditions. Egyptian Journal of Biological Pest Control 19(1): 81-85.
- EPPO (2014). PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm
- EPPO (2007). Rhynchophorus ferrugineus and Rhynchophorus palmarum. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 37(3):571-579. http://www.blackwell-synergy.com/doi/full/10.1111/j.1365-2338.2007.01165.x
- Esteban-Duran, J., J.L. Yela, F. Beitia-Crespo and A. Jimenez-Alvarez. (1998). Exotic curculionids liable to be introduced into Spain and other EU countries through imported vegetables. Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas, 24: 23-40. (In Spanish).
- Fajardo, M., J.A. Guerra, L. Barroso, M. Morales and R. Martín (2017). Use of GIS (Geographical Information System) for data analysis in a *Rhynchophorus ferrugineus* eradication program. Presented at the “Scientific Consultation and High-

Level Meeting on Red Palm Weevil Management", organized by FAO and CIHEAM, Italy, 29-31 March, 2017, Rome, Italy.
- Faleiro, J. R. (2006). Insight into the management of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier based on experiences on coconut in India and date palm in Saudi Arabia. In Proceedings of the 1st International Workshop on Red Palm Weevil, 28–29, November 2005, IVIA, Valencia, Spain
- Faleiro, J. R., H.A.F. El-Shafie, A.M. Ajlan and A.A. Sallam (2014). Screening date palm cultivars for resistance to red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist; 97(4):1529-1536.
- Faleiro, J.R. (2006). A review of the issues and management of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Rhynchophoridae) in coconut and date palm during the last one hundred years. International Journal of Tropical Insect Science, 26(3): 135–154.
- Faleiro, J.R., and M. Chellapan(1999a). Attraction of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. to ferrugineol based pheromone lures in coconut gardens. Journal of Tropical Agriculture, 37(1/2):60-63; 15 ref
- Faleiro, J.R., Ferry, M., Yaseen, T., Al-Dobai, S. (2019). Overview of the gaps, challenges and prospects of red palm weevil management. Arab Journal of Plant Protection, 37 (2), pp. 170-177.
- Faleiro, J.R., M. A. Al-Shuaibi, V.A. Abraham, T.P and Kumar (1999b). A technique to assess the longevity of the pheromone (Ferrolure) used in trapping the date red palm weevil Rhynchophorous ferrugineus Oliv. Sultan Qaboos University Journal for Scientific Research - Agricultural Sciences, 4(1):5-9; 11 ref
- FAO (2020). Red Palm Weevil Guidelines on management practices. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2020
-FAO /CIHEAM /NEPPO (2017). Framework Strategy for Eradication of Red Palm Weevil. Scientific Consultation and High-Level Meeting on Red Palm Weevil Management Rome, 29-31 March, 2017
- Ferry, M. and S. Gómez (2002). The Red Palm Weevil in the Mediterranean Area. http://www.palms.org/palmsjournal/2002/redweevil.htm
- Fitzgibbon, F., P.G. Allsopp, de P.J. Barro, de P.J. Barro and D.M. Hogarth. (1999). Chomping, boring and sucking on our doorstep - the menace from the north. Pages 149-155. In: Proceedings of the 1999 Conference of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, April 27-30 1999, Townsville, Queensland, Australia
- Francardi, V., C. Benvenuti, P.F. Roversi, P. Rumine and G. Barzanti. (2012). Entomopathogenicity of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin isolated from different sources in the control of Rhynchophorus ferrugineus (Olivier) (Coleoptera Curculionidae). Redia. XCV: 49-55.
- Francesca, N., A. Alfonzo, G. Verde, L. Settanni, M. Sinacori, P. Lucido and G. Moschetti (2015). Biological activity of Bacillus spp. evaluated on eggs and larvae of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus*. Annals of Microbiology; 65(1):477-85.
- Ganapathy, T., K. Rajamanickam, T.S. Raveendran, A.C. Lourduraj and F.J.S. Kennedy (1992). Status of coconut cultivation in Pollachi tract. II Prevalence of pests and diseases. Indian Coconut Journal Cochin, 23(3): 4–6.

- Gindin, G., S. Levski, I. Glazer and V. Soroker (2006). Evaluation of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus*. Phytoparasitica, 34:370-379. https://doi.org/10.1007/bf02981024
- Girgis G. N., A. M. Batt, A. M. Okil, S. M. Haggag and M. M. Abdel-Azim (2002). Evaluation of trunk injection Methods for the Control of red palm Weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) in date palm trees in Egypt. 2nd International Conference, Plant Protection Research Institute, Cairo, Egypt, 21-24 December. 709-711.
- Gopinadhan, P.B., N. Mohandas and K.P.V. Nair (1990). Cytoplasmic polyhedrosis virus infecting red palm weevil of coconut. Current Science, 59(11): 577–580.
- Gunawardena, N., F. Kern, E. Janssen, C. Meegoda, D. Schafer and O. Vostrowsky (1998). Host attractants for *Rhynchophorus ferrugineus*: identification, electrophysiological activity and laboratory bioassay. Journal of Chemical Ecology, 24(3): 425–437.
- Hajjar, M.J., A.M. Ajlan, and M.H. Al-Ahmad (2015). New approach of *Beauveria bassiana* to control the red palm weevil (Coleoptera: Curculionidae) by trapping technique. Journal of Economic Entomology, 108 (2), pp. 425-432.
- Hallett, R.H., A.C. Oehlschlager and J.H. Borden (1999). Pheromone trapping protocols for the Asian palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus (Coleoptera: Curculionidae). International Journal of Pest Management, 45(3):231-237; 32 ref
- Hernandez-Marante, D., F. Folk, A. Sanchez and R. Fernandez-Escobar (2003). Control of red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) using trunk injections and foliar sprays. Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas; 29(4):563-573 .https://www.researchgate.net/publication/290239599
-Hussain, A., M. Rizwan-ul-Haq, A. M. Al-Jabr and H. Y. Al-Ayied (2013). Managing invasive populations of red palm weevil: A worldwide perspective. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.11 (2): 456-463. 2013
- Hussain, A., M. Rizwan-ul-Haq, H. Al-Ayedh, S. Ahmed, A.M. Al-Jabr (2015). Effect of *Beauveria bassiana* infection on the feeding performance and antioxidant defence of red palm weevil, Rhynchophorus ferrugineus. BioControl, 60 (6), pp. 849-859.
- IPPC (International Plant Protection Convention) (1999). Glossary of Phytosanitary Terms, Vol. 5. ISPM Pub., FAO, Rome.
- IPPC (International Plant Protection Convention) (2001). Pest Risk Analysis for Quarantine Pests, Vol. 11. ISPM Pub., FAO, Rome.
- Jiang, Q., Y.B. Liang, N.Y. Wang and W.G Yao. (1995). Sturdy on the quantitative pest risk assessment scheme. Plant Quarantine, 9(4): 208-211 (In Chinese).
- Ju, R.T., Y.Z. Li, Y.Z. Du, X.Z. Chi, W. Yan and Y. Xu (2006). Alert to the spread of alien invasive pest, red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Oliver). Chinese Bulletin of Entomology, 43 (2): 159-163 (In Chinese).
- Ju, Rui-Ting and A. Ajlan. (2011). Establishment and Potential Risks of a New Invasive Pest, Red Palm Weevil *Rhynchophorus ferrugineus* in China. Arab Journal of Plant Protection, 29: 122-130.

- Koubaa , A. , A. Aldawood, B. Saeed, A. Hadid, M. Ahmed, A.Saad, H.Alkhouja and M. Alkanhal (2019). Smart Palm: An IoT Framework for Red Palm Weevil Early Detection. Available at: https://www.researchgate.net/publication/336230429_Smart_Palm_An_IoT_Framework_for_Red_Palm_Weevil_Early_Detection
- Krishnakumar, R., and P. Maheswari (2007). Assessment of the sterile insect technique to manage red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* in coconut. Pp.475-485. In: Area-wide control of insect pests: from research to field implementation. Eds. Vreysen, M. J. B.;Robinson, A. S.;Hendrichs, J. Department of Entomology, College of Agriculture, Vellayani - 695 522, Thiruvananthapuram, Kerala, India
- Liu, K., Z.Q. Peng and Y.G. Fu. (2002). Research advances on *Rhynchophorus ferrugineus* Fab. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 22(2): 70-77 (In Chinese).
- Llácer E., Jacas J.A. (2010). Efficacy of phosphine as a fumigant against *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) in palms. Spanish J. Agric. Res. 8 (3): 775–779.
- MacLeod, A., H.F. Evans and R.H.A. Bakera (2002). An analysis of pest risk from an Asian longhorn beetle (*Anoplophora glabripennis*) to hardwood trees in the European community. Crop Protection, 21(8): 635–645
- Maheswari, T.U., and N.V. Rao (2000). Trapping of *Rynchophorus ferrugenius* Olivier (Curculionidae: Coleoptera) with pheromone trap. Insect Environment, 6(2):76-77
- Mahmoud, M.M.A., I.M. Ismail, M.K. Amin, A.H. Fayed and S.A. Mostafa. (2011). Isolation and identification of novel local isolates of *Bacillus thuringiensis* active against red palm weevil (RPW). Egypt. J. Genet. Cytol., 40: 337-350, July, 2011.
- Manachini B., P. Lo Bue, E. Peri and S. Colazza. (2009). Potential effects of *Bacillus thuringiensis* against adults and older larvae of *Rhynchophorus ferrugineus*. IOBC/WPRS Bulletin, vol. 45, p. 239-242
- Manzoor,M., J. N.Ahmad, M. Z. Sharif, D.Majeed, H. Kiran, M. Jafir and H. Ali (2017). Comparative effectiveness of entomopathogenic nematodes against red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) in Pakistan. Journal of Entomology and Zoology Studies 2017; 5(5): 7
- Martorana, M. (2008). Red palm weevil: it is necessary to act through interventions of integrated control. Colture Protette; 37(12):62-64.
- Massoud, M. A. E., J.R. Faleiro, M.A. El-Saad and E. Sultan (2011). Geographic information system used for assessing the activity of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) in the date palm oasis of Al-Hassa, Saudi Arabia. Journal of Plant Protection Research 51(3): 234-239.
- Massoud, M.A., A.A. Sallam, J.R. Faleiro and S. AlAbdan (2012). Geographic information system-based study to ascertain the spatial and temporal spread of red palm weevil Rhynchophorus ferrugineus (Coleoptera: Curculionidae) in date plantations. International Journal of Tropical Insect Science, 32: 108-115. https://doi.org/10.1017/s174275841200015x
- Merghem, A. (2011). Susceptibility of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) to the green muscardine fungus, *Metarhizium anisopliae*

(Metsch.) in the laboratory and in palm trees orchards. Egyptian Journal of Biological Pest Control 21(2): 179-183.
- Misra, R.M. (1998). Insect pests of *Elaeis guineensis* from India and their management. Indian Journal of Forestry, 21(3): 259–263.
- Murphy, S.T. and B.R. Briscoe (1999). The red palm weevil as an alien invasive: biology and the prospects for biological control as a component of IPM. Biocontrol News Information, 20(1): 35-46.
- Nair, C.P.R., B. Sathiamma, C. Mohan, M. Gopal, C. Mohan and M. Gopal. (1998). Newer approaches in the integrated pest management in coconut. Indian Coconut Journal Cochin, 29(4): 99–103.
- OEPP/EPPO (2008). Data sheets on quarantine pests Fiches informatives sur les organismes de quarantaine: *Rhynchophorus ferrugineus.* OEPP/EPPO Bulletin, 38(1): 55–59.
- Pullen, K. R., D. Jennings, and R.G. Oberprieler (2014). Annotated catalogue of Australian weevils (Coleoptera: Curculionoidea). Zootaxa, 3896, 1-481.
- Rajapakse, C.N.K, N.E. Gunawardena and K.F.G. Perera (1998). Pheromone baited trap for the management of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* F. (Coleoptera: Curculionidae) population in coconut plantations. COCOS, 13:54-65; 12 ref
- Ramachandran, C.P. (1998). *Rhynchophorus ferrugineus*: a review and future strategies. Indian Coconut Journal Cochin, 29(4): 104–106.
- Rasool, K.G., M. Husain, S. Salman, M. Tufail, S. Sukirno, K. Mehmood, W.A. Farooq and Aldawood, A.S., 2020. Evaluation of some noninvasive approaches for the detection of red palm weevil infestation. Saudi J. biol. Sci., 27: 401-406. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.10.010
- Salah, M.B. (2019). Importance of field operations for reducing red palm weevil (RPW) infestation on date palm. Arab Journal of Plant Protection, 37 (2), pp. 159-162.
- Salama, H.S., and M.M. Abd-Elgawad (2001). Isolation of heterorhabitid nematodes from palm tree planted areas and their implications in the red palm weevil control. Anzeiger fur Schadlingskunde, 74(2):43-45
- Sallam A.A., H.A.F. El-Shafie and S. Al-Abdan. (2012). Influence of farming practices on infestation by red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) in date palm: a case study. Int. Res. J. Agric. Sci. Soil Sci. 2 (8): 370–376
- Shar, M.U., M.A. Rustamani, S.M. Nizamani, A.S. Buriro, L.A. Bhutto and A.M. Lodhi (2013). Evaluation of different date palm varieties and pheromone traps against red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) in Sindh. Journal of Basic & Applied Sciences; (1):1-5.
- Skarratt, D.B., R.W. Sutherst and G.F. Maywald (1995). CLIMEX for Windows Version 1.1, User's Guide. Computer software for predicting the effects of climate on plants and animals. CSIRO and CRC for Tropical Pest Management.
- Tan, W.Q., H. Zhao and C.W. Han. (2002). Occurrence and Control of red palm weevil in Hainan Island. Journal of Yunnan Tropical Crops Science and Technology, 25(4): 29-30 (In Chinese).
- Tapia, G., M. A. Ruiz and M. M. Te´llez (2011). Recommendations for a preventive strategy to control red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*, Olivier)

based on the use of insecticides and entomopathogenic nematodes. 2011 OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 41, 136–141.
- Verde, G. L., L. Torta, V. Mondello, C.G Caldarella, S. Burruano and V. Caleca. (2015). Pathogenicity bioassays of isolates of *Beauveria bassiana* on *Rhynchophorus ferrugineus*. Pest Management Science, 71: 323-328. https://doi.org/10.1002/ps.3852
- Vidyasagar, P.S.P.V. and S. Keshava-Bhat (1991). Pest management in coconut gardens. Journal of Plantation Crops, 19(2): 163-182.
- Vidyasagar, P.S.P.V., A.A. Al-Saihati, O.E. Al-Mohanna, A.I. Subbei and A.M. Abdul Mohsin (2000). Management of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv., a serious pest of date palm in Al Qatif, Kingdom of Saudi Arabia. Journal of Plantation Crops, 28(1):35-43; 12 ref
- Wan, F.H., X.B. Zheng and J.Y. Guo. (2005). Biology and Management of Invasive Alien Species in Agriculture and Forestry. Science Press. Beijing, China. 389 pp. (in Chinese).
- Wang, B., Y. Mao, I. Ashry, Y. Al-Fehaid, A. Al- Shawaf, T.K. Ng, C. Yu, and B.S. Ooi (2021). Towards detecting red palm weevil using machine learning and fiber optic distributed acoustic sensing. *Sensors,* **21**: 1592. https://doi.org/10.3390/s21051592
- Wang, Y. (2007). Forest Pests and Diseases of Shanghai. Shanghai scientific and Technical Publishers. Shanghai, China. 3 pp. (In Chinese).
- Yasin, M., W. Wakil, H.A. El-Shafie, G.O. Bedford and T.A. Miller (2017). Potential role of microbial pathogens in control of red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*). A review. *Entomol. Res*., 47: 219-234. https://doi.org/10.1111/1748-5967.12221
- Zhang, S.M. and Y.X. Zhao. (1996). Geographical distributions of Chinese agriculture and forest insects. Chinese Agricultural Publishing Company. Beijing, China. 183 pp. (In Chinese).
ttp://www.mapress.com/zootaxa/2014/f/z03896p481f.pdf