الآثار البيئية والاقتصادية لظاهـــرة الجـــراد في شمال غرب أفريقيا

أ. د . عمر الهاشمي ـ كلية الآداب ـ جامعة طرابلس

المقدمـــــــــــة :

يتبادر إلـى الذهـــن عند ذكـــر الجـــراد تســـاؤلات عـــدة عن هذه الحشرات ومدى خطورتها ، وهل هي مجرد خطر على البيئة، أم أنها ضرورة للتوازن البيئي، ولأهمية هذا الموضوع فإن البحث يتضمن جملة تساؤلات وهي :

1. ما هو الواقع المكاني لأنواع الجراد في شمال غرب إفريقيا ؟ وما هي سمة الانتشار لهذا الكائن ؟ وما دوافعها ؟ .
2. ما هو نوع البيئة المتكاملة التي تهيء للجراد التكاثر والحركة بشكل أسراب ؟ وما هي عوامل جذبه إلى شمال غرب إفريقيا ؟ .
3. ماذا يقصد بالمخاطر الطبيعية ؟ وهل الجراد يعد واحداً من أنواع المخاطر الطبيعية ؟ وما هو حجم الكارثة التي يخلفها الجراد على شمال غرب إفريقيا ؟ .
4. ما هي القدرات التي هيأها الإنسان في إفريقيا لتحدي الجراد في مجالين هما التنبؤ بحركة اجتياحه وكبح مخاطـــره ؟ .

إن الجراد من أعضاء فصيلة النطاط اكريديدي Acrididae التي تتضمن معظم أنواع النطاطات ذات القـــرون القصيرة ويتميز الجراد عن النطاط بما لديه من قدره على تغيير سلوكه وتغيير بعض حالاته الفسيولوجية كلونه وشكله الخارجي وفقاً للتغيرات في كثافته العددية .

ويمكن أن تشكل حشرات الجراد الكاملة أسراباً قد تبلغ آلاف الملايين من الأفراد تتصرف كوحدة واحدة ، ويمكن أن يقوم الجراد وهو في طور الحوريات عديمة طيران بتكوين مجموعات على هيئة أعداد ضخمة من الحوريات متلاصقة تتواجد وتتحرك كوحدة واحدة، ومع ذلك يعد التمييز بين الجراد و النطاط غير واضح تماماً حيث تقوم بعض النطاطات بتكوين مجموعات أو سراب صغيرة مفككة ومن المعروف أن هناك أنواعاً من الجراد مثل جراد الشجر لا يقوم إطلاقا بتكوين مجموعات .

ويوجد الجراد في حالتين مختلفتين أو طورين مختلفين : الطور الانفرادي ولا يشكل الجراد في هذا الطور خطراً على المحاصيل والطور التجمعي عندما يتجمع الجراد بأعداد هائلة ليكون جماعات كثيفة من الحوريات أو أسراباً مهاجرة من الجراد ويقوم

الطور التجمعي بتعاقب مميز لفترات الغزو وفترات السكون وأثناء فترة السكون تكون أفراد الجراد في الطور الانفرادي بصورة أساسية وتكون الخسائر التي تسببها نادرة جداً ، أما في فترة الغزو فإن غالبية الأفراد تكون في الطور التجمعي وتستطيع جماعات الحوريات والأسراب إلحاق أضرارٍ جسيمةٍ في عدة بلدان في آن واحد ويحدث التحول من الطور الانفرادي إلى الطور التجمعي تحت ظروف بيئية وجوية خاصة بالمناطق التي تبدأ منها غزوات الجراد.(1)

أما النطاطات فليست لها تحولات طورية كما لا تتسم بالتعاقب بين فترات غزو وسكون، ويمكن أن تحدث حالات تفريخ سريعة أو حالات تفقيص سنوية، يظل الجراد عاملاً شديد التأثير في البيئات الزراعية في بلدان عديدة، ولذلك فإن الدوائر المسؤولة عن وقاية النبات تكون دائماً في غاية التيقظ والحذر لما للجراد من قابلية على اكتساح المحاصيل الزراعية مباشرة .

وعليه فإن البحث اشتمل على ستة منافذ بحثية هي التعريف بالجراد (الظاهرة المدروسة) ، ومصدر أسراب الجراد، وكثافته، وأنواعه، وهجرة الجراد وعواملها، وبيئته ثم المخاطر الناجمة عنه وسبل مكافحته .

أولاً ـ التعريف بالجراد وأنواعه : الجراد من الحشرات التي يطلق عليها بصورة شائعة اسم الجنادب وهو ينتمي إلى الفصيلة الجرادية وهو متميز بقابلية على تغيير سلوكه وتصرفه، وعند تواجده بأعداد ضخمة كثيفة يطلق عليه اسم أسراب الجراد المتكامل النمو، أما حينما يتألف من جراد غير متكامل النمو فيطلق عليه اسم الجماعات. وتستطيع الأسراب التي تكونها عدة أنواع من الجراد الرحيل عبر مسافات بعيدة، وهي صفة من سلوكه الجماعي التي يتميز بها الجراد النموذجي عن غيره من الجنادب، وعند تواجد الجراد بأعــداد قليلة فإنه يواصل حياته بنفس طريقة الجراد العادي .

هناك عدة أنواع مختلفة من الجراد النموذجي قادر على تكوين أسراب مرتحلة ضخمة، وهناك أيضاً عدة أنواع أخرى من الجنادب عادة لا تعيش على هيئة مجموعات ضخمة ولكن تكون لها القابلية على التكاثر بسرعة وتكوين مجموعات أو أسراب تحت ظروف معينة وقد يبدأ هذا التكاثر الهائل نتيجة لحدوث أحوال جوية غير عادية أو نتيجة لتغيرات في طريقة استغلال الأراضي ولا يسفر هذا التكاثر عن تكون أسراب مرتحلة ضخمة، ولكن تبقى المجموعات المتكونة مع بعضها البعض بطريقة حياة الجراد النموذجي وتعتبر هذه الأنواع من الجنادب في مكانة متوسطة بين الجندب الذي يعيش بمفرده وبين الجراد الذي يعيش بشكل جماعات . (2)

أنواع الجراد : توجد أنواع عدة من الجراد أبرزها :

1 ـ **الجـــــراد الصحراوي الرحّـــــال** : وهو جراد كبير الحجم ومثير للرعب وواسع الانتشار في العالم، وتستطيع أسرابه في فترة الغزو الوصول إلى جنوب أوروبا وأفريقيا شمال خط الاستواء وشبه الجزيرة العربية ومنطقة الهند والباكستان وفي فترة السكون يلجأ هذا النوع من الجراد في الطـــور الانفـــرادي إلى مناطق التجمع أو كما هو حاصل في مناطق حدود الهند والباكستان حيث تساعد تيارات الرياح على أعداد هائلة من تركز الجراد، وكذلك بالمناطق الساحلية على طول البحر الأحمر وخليج عدن حيث نظام المطر الذي يوفر الظروف المناسبة للتكاثر طوال العام . شكل (1)

وكذلك قرب سلاسل الجبال حيث تساعد ظواهر جريان الماء على تكوين مواضع مناسبة من أهمها الحافة الجنوبية لجبال أطلس .

2 ـ **الجـــــراد المهاجر :** ينتشر الجراد المهاجر في العالم القديم انتشاراً واسعاً وهو موجود في أفريقيا جنوبي الصحراء وفي شبه الجزيرة العربية والهند والباكستان وفي أوروبا والمناطق الساحلية للبحر المتوسط وشرق آسيا واستراليا ويتضمن الجراد المهاجر 12 نوعاً على الأقل لكل منها خصائص بيولوجية بيئية ترتبط بخصائص تميز بيئات انتشاره والجراد المهاجر ينجذب للبيئات الحارة سعياً وراء الحـــرارة وفي البيئات متوسطة الرطوبة ويتجمع في مناطق السهول والسافانا الكثيرة الأشجار .(3)

3 ـ **الجـــــراد الأحمر** : جـــراد كبير الحجـــم يوجـــد بصورة رئيسية جنوب القارة الإفريقية حيث تنحصر بؤرة تكاثـــره في زامبيا وتنزانيا وملاوي ، كما يوجد أيضاً في مدغشـــقر وعلى سواحل بحيرة تشاد ويسمى هذا الجراد أحياناً الجراد الأحمر بسبب لون أجنحته الخلفية، هو يبحث بنشاط عن البيئات الرطبة ذات المساحات العشبية الممتدة في الأراضي المنخفضة والسهول المغمورة بمياه الأمطار الموسمية والتي توجد فيها بعض الأشجار، ويقوم الجراد الأحمر عادةً بمهاجمة مزروعات الحبوب بالمناطق المعتدلة الرطوبة ويستقر هذا النوع من الجراد في حالة توافر الغذاء .

4ـ **الجـــراد المصـــري :** يوجـــد هذا النـــوع بمصر في معظم جهات الوجهين القبلي والبحري ويتغذى على كثير من النباتات، ولكن أعداده تكون قليلة بدرجة لا يخشـــى منها، ويفضل هذا الجراد الأراضي الهشة الخفيفة لوضع البيض في كتل تخرج منها الحوريات الصغيرة التي تمر بعدة انسلاخات لتصبح بعدها حشرة كاملـة، ويستغرق هذا الجيل حوالـي (1.5 - 2) شهر في فصل الصيف .(4)

5- **الجراد المرتحل الإفريقـــي :** يوجـد هذا النوع من الجراد في مناطق السهول والمناطق الواقعة بالقرب من نهر النيجر في أفريقيا الغربية وتشبه دورة حياة الجراد المرتحل دورة حياة الجراد الصحراوي ويوجد الجراد المرتحل الأفريقي في أنحاء كثيرة متباعدة من إفريقيا وتعتبر مالي منطقة تكاثر وخاصةً في مناطق السهول والفيضانات وعادةً ما تسقط الأمطار في مناطق تكاثر هذا النوع من الجراد وخاصةً في فترة ما بين شهري يوليو وسبتمبر (5)

6- الجـــراد البني : يوجد هذا النوع من الجراد في منطقة كارو بجمهورية جنوب أفريقيا التي تعتبر منطقة تكاثر واجتياح لهذا النوع من الجراد، وهذه المنطقة جافة تسقط الأمطار عليها بطريقة لا يمكن التنبؤ بها، تصل إلى حوالي 300مم سنوياً ويشتمل الغطاء النباتي على أعشاب متفرقة تشكل الغذاء الرئيسي للجراد .

7- **الجـراد الســـودانـي :** يوجد الجراد السوداني في نطاق ضيق يمتد من منطقة تقع إلى الشرق من غمبيا ماراً عبر أفريقيا الغربية ويمتد من السودان جنوباً إلى شمال تنزانيا، كما يتواجد في جزر سيشل ، ويوجد نوع آخر في نطاق ضيق يمتد من تنزانيا الوسطى إلى جنوب شرق زامبيا وجنوب أفريقيا، ويوجد هذا الجراد في مناطق متنوعة من المروج الطبيعية والمراعي بما فيها الرطبة والأراضي المروية والحقول المزروعة وفي أحيان كثيرة يوجد بالقرب من المجاري المائية، ويقتصر وجود هذا النوع من الجراد في أفريقيا، وبالنسبة لأفريقيا يقتصر هذا الجراد على المناطق التي تحتوي على أنواع من التربة الطينية التي تتشقق في موسم الجفاف، وهي التي تقع في الغالب في الأودية التابعة للأنهار الريئسية، ويعتبر هذا النوع آفة خطيرة بالنسبة للذرة والتبغ في السودان، ويقضي الجراد السوداني موسم الجفاف في مرحلة النمو المكتمل في الساحل السوداني .

8- **النطاط الســـنغالـــي** : وهو منتشر على نطاق واســـع في أفريقيا في منطقتي الساحل وشمال الســـودان ومن جزر الرأس الأخضر إلى القـــرن الأفريقي ، كما سجل انتشار هذا النطاط في شبه الجزيرة العربية، وهذا النوع يتلائم مع المناطق الجافة المعتدلة وهو يبحث عن السهوب الرملية، ويستطيع القيام برحلات موسمية لمسافة بضع مئات من الكيلو مترات ليبقى في مناطق ذات ظروف مناسبة لنموه، ويقوم برحلات وطيران في بداية الليل إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة إلى حد ما، وفي هذا الوقت يمكن اصطياده بكميات كبيرة باستخدام المصايد الضوئية . (6)

حالات تواجد الجراد :

للجراد حالتان مختلفتان تعرفان بحالات الظهور هما : الحالة الانفرادية والحالة التجمعية، فعند وجود الجراد بكثافات منخفضة تكون أسرابه ذات مظهر انفـــرادي، وحين تصبح تجمعاته كبيرة وتزداد كثافته يصبح ذو مظهر تجمعي، ويسمى الانتقال من المظهر الانفرادي إلى المظهر التجمعي والعكس بالمظهر الانتقالي ، أما إذا كانت إعداده آخذة في التناقص فيعرف بالجراد الانتقالي المتجه للانفرادية .

ويمكن أن تحدث التغيرات السلوكية للجراد بسرعة فمثلاً تحاول أفراد الجراد الصحراوي التي يتم تربيتها فى عزلة بالمعمل تجنب كل منهما الآخر عند بداية وضعها فى القفص، ولكن خلال هذه المحاولات يلمس بعضهم البعض الأخر ويؤدى هذا التلامس خاصةً على الأسطح الخارجية للأفخذ الخلفية إلى انجذاب الجـــراد لبعضه البعض بدلاً من نفور كل منهم من الآخر، وتتم تكـوين الجماعات، ويستغرق هذا التحول من حال التنافر (الحالة الانفرادية) إلى حالة التجاذب (الحالة التجمعية) ساعة واحدة ، وإذا عـــزل الجراد المتجمع فإنه يعود إلى التصرف بصورة انفرادية، وكلما طالت فترة بقاء الجراد مزدحماً قبل عزله كلما كانت عملية الرجوع إلى الحالة الانفرادية أبطأ، وقد يحتاج الأمر إلى عدة أجيال لإتمام عملية التحول من السلوك التجمعي إلى السلوك الانفرادي ويمكن أن تؤثـر الإناث على مظهر صغارها من خلال إضافة مادة كيميائية تساعد على التصاق كتلة البيض إذا كانت هذه الإناث قد عاشت حالة التزاحم مؤخراً خاصةً التزاحم في موقع وضع البيض، وفي الحقل قد يستغرق الأمر عدة أجيال قبل حدوث التزاحم، وتتجه الأفراد الانعزالية الصورة التجمعية التامة، وتستغرق التغيرات المورفولوجيـة (التغيرات في اللون والشكل) وقتاً أطول ، ويأخذ ظهور اللـون التام للمظهر التجمعي جيلاً ، في حالة التزاحم ، أما الشكل فيأخذ جيلاً أو جيلين ، وغالباً ما تؤدي المعدلات المختلفة للتغير في اللون والشكل المرتبطة بالتغيرات المظهرية إلى حدوث خلط ، فعلى سبيل المثال يمكن العثـــور على أسراب من الجـــراد الانفرادي متشابه من حيث اللـــون ، ويحدث التغير في اللون والشكل الخارجي للجراد بعد التغير في السلوك، ويعد اللون والشكل دلالة على الكيفية التي كان يتصرف بها الجراد الصحراوي ولكن ذلك قد لا يكون دليلا يمكن الاعتماد عليه فيما يتعلق بكيفية سلوكه في المستقبل ومن ثم فإن السلوك هو أفضل الخصائص المظهرية وأكثرها نفعاً في أعمال مكافحة الجراد.(7)

ثانياً ـ مصدر أســـراب الجراد واتجاه غزواتها في شمال غرب أفريقيا :

قبل الغــزو يتكاثر الجراد الصحراوي في أفريقيا خلال موسم الصيف في منطقة الساحل والصحراء الكبرى التي تقع بين خطي أمطار 500 و50 ملم , وفي بعض السنوات المواتية، قد تستمر عملية التكاثر على مدى 4 أو 5 شهور مما يؤدي إلى ظهور جيلين صيفيين، يظهر الجيل الثاني منها في الجزء الغربي من هذا الإقليم .

وتتجه معظم الأسراب مع نهاية أغسطس وبداية ديسمبر في موجات متتابعة نحو الشمال الغربي والشمال الشرقي، وذلك بالتوافق مع المناطق التي يتوالد فيها الجراد في الأجزاء الغربية والوسطى والشرقية من الإقليم إضافة إلى الأسراب التي تأتي من السودان وأثيوبيا

وأثناء تقدم الجراد نحو الشمال، قد تتوقف أسراب عديدة منه عندما تصادف ظروفاً بيئية مواتية، ويتكاثر الجراد في الشتاء ومارس في المناطق القريبة من منطقة التكاثر الصيفي جنوب ووسط الصحراء الجزائرية، وشمال شرقي موريتانيا وشمالها الغربي وغيرها، وهذه المجموعات من الجراد التي تتكون في هذه الفترة تمثل الموجة الأخيرة من الأسراب التي تغزو المناطق الشمالية من شمال غرب أفريقيا بين شهري أبريل ويونيو . (شكل 2)

ويمكن أن يتعرض شمال غربي أفريقيا كله , ابتداءً من وادي دراع الأدنى في المغرب حتى بداية الجزء الشرقي من ليبيا لغزو أسراب الجراد التي تحولت من مرحلة ما قبل النضج الجنسي ـ إلى مرحلة اليفاعة الأولى خــلال أقامتها الشتوية في الأقليم، ومع ارتفاع درجة الحرارة في نهاية يناير وأول فبراير، تتحول الأجنحة الحمراء إلى اللون الأصفر ويبدأ التزاوج وهي من علامات النضوج الجنسي (التزاوج والجماع ثم وضع البيض) وقد شوهدت في كثير من الأحيان، عند نهاية الغزو بعض الأسراب الناضجة جنسياً .

وتظهر الأسراب عادة في بلدان الأقاليم المختلفة في نهاية شهر سبتمبر وبداية شهر أكتوبر، ويتم وصولها على مراحل، وفي تجمعات كثيفة حتي شهري أبريل ومايو، بيد أنها غالباً ما تنفصل وتتفرق بعد الفترات الأولى من وضع البيض، ثم تظهر أسراب العودة في شهري مايو ويونيو، وتترك المنطقة في بضع أيام فقط متجهة إلى الجنوب طائرة على ارتفاعات كبيرة، وفي نهاية شهر يوليو وأواخر أغسطس على الأكثر تخلو المنطقة كلها من الجراد باستثناء أقصى الجنوب في الجزائر وليبيا حيث يلاحظ وجود

بعض تجمعات الجراد في أماكن متفرقة، ويحدث بالفعل تكاثر صيفي للجراد حول المناطق الجبلية، وهي المناطق التي يمكن أن تسقط فيها أمطار موسمية .(8)

أما في المناطق الشمالية من شمال غرب افريقيا، فإن الجراد الصحراوي يتكاثر مرة واحدة خلال مارس بعد وصوله مباشرة .

وغالباً ما تصل عدد فترات وضع الأنثى للبيض أربع مرات، وتختلف المدة التي تفصل بين مرات وضع البيض، كما تختلف مدة الوضع بحسب درجة الحرارة عند وضع البيض والتغذية ووجـــود الأماكن الملائمة لوضع البيض، وبالرغم من تباعد فترات وضع البيض في البداية فإنها تصبح أقصر فيما بعد إلى حد أنه في نهاية المدة يحدث تداخل بين تلك الفترات بشكل يستحيل معه تتبع مراحلها بطريقة محددة نظراً لأن مدة الحضانة تختلف اختلافاً كبيراً حسب درجة الحرارة ورطوبة التربة، ويمكن أن تمتد هذه الفترة في المتوسط من 15 الى 60 يوماً، وتنسلخ الحوريات خمس مرات قبل ظهور الأجنحة الوردية غير الناضجة جنسياً، وتتوقف مدة تطور الحورية على درجة الحرارة والتغذية، ففي الظروف الباردة يمكن أن تزيد على الشهرين، بينما تقل هذه الفترة ثلاثة أسابيع عندما تبلغ الظروف المواتية أقصي حد لها .

وفي المغرب يبدأ طريق الغـــزو من وادي ذراع الأدنى، حيث إن معظم الأسراب التي تتوالد في شمال غرب موريتانيا أو التي تمر بها، تتبع طريق وادي دراع للدخول مباشرةً في وادي سوس الخصيب، بينما تصل أسراب أخـــرى أقل أهمية إلى شرق المغرب بعد أن تطير على جنوب غربي الجزائر وشمال شرقي موريتانيا .

وتقوم أسراب الغزو بحركة حصار حقيقية لسهول المغرب الغربية والشمالية وتحاول أن تصل إليها بسرعة بالالتفاف حول جبال الأطلس العليا والوسطى مروراً في أغلب الأحيان من الثغرات العديدة الطبيعية في تلك السلسلة الجبلية مثل : (بيغودين , وادي النفيس , وادي ملوية وغيرها) وقد تمر أحياناً فوق أعلى القمم، تساعدها في ذلك الرياح الساخنة

وينتشر الجراد بســـــرعة كبيرة للغاية في المغرب حيث تحتاج أسراب الجراد وادي سوس بأكمله منذ شهر أكتوبر، وابتداءً من يناير وفبراير تصل أسراب الجراد بالقرب من موغادور والسهول الواقعة شرقي صافي، ومع حلول نهاية شهر أبريل وبداية شهر مايو يكون الغزو قد اكتمل، مع ظهور الجراد في السهول الواقعة في أقصى شمال بلاد المغرب .

ويضع الجراد بيضه في أراضي المغرب مبكراً جداً حيث تبدأ عملية وضع البيض في نهايـة شهـر يناير فـي منطقة موغادور، وعادةً ما يبدأ الفقس في بداية شهر مارس. (9) أما في الجزائر، فإن أسراب الجراد تتجه كلها نحو جبال الأطلس الصحراوية، ثم تدخل في منطقة تواط ثم تصل إلى منطقة بني عباس، وبشار وبني اونيف مارة بوادي الساورة وبالمنخفضات الطبيعية الأخرى في الاقليم .

وتصل الأسراب إلى سفوح جبال الأطلس الصحراوية خلال شهري نوفمبر وديسمبر بعد أن تكون قد غزت معظم واحات الجنوب (رقان وادرار والمنتعة وغرداية وورقاة وتوغورت والأغواط والواد)، ثم يتوقف الجراد حتى شهري فبراير ومارس أمام الحاجز الطبوغرافي والحراري الذي تمثله جبال الأطلس الصحراوية، وتسمح هذه الوقفة المؤقتة للأسراب بالنمو، وببلوغ نضجها الجنسي بعد فترة سكون الحشرة الكاملة، وتطير الأسراب بلا هدف على طول الجبال، وتستطيع أن تدخل إلى تونس عند شط الجريد خلال حركتها المتوجهة عموماً نحو الشرق .

وابتداءً من شهري فبراير ومارس تستأنف الأسراب طيرانها إلى الشمال وتعبر جبال أطلس الصحراوية من ثلاثة ممرات رئيسية هي العين الصفراء والجلفة وبسكرة، وتغزو خلال أربعة أشهر الهضاب المرتفعة، والتل والسهول الساحلية، ويستمر وضع البيض الذي بدأ في شهور ديسمبر ويناير وفبراير في الواحات وفي الجبال الأطلس الصحراوية حتى شهري مايو ويونيو في شمال الجزائر، ويبدأ الفقس بصفة عامة في شهري مارس وابريل .

وفي تونس يبدأ الغزو عادة في الشتاء عن طريق الحدود الجزائرية عند مستوى شط الجريد الذي يمثل أهم نقطة لدخول الجراد، وهذه النقطة مكونة من فرعين يقعان على جانبي شط الجريد، فهناك الفرع الجنوبي وتمر الأسراب فيه من منطقة قبلي ومن خلال ممر قابس نحو السهول الواقعة في شرقي وشمال شرقي القطر (وهى مناطق قابس , وصفاقس، وسوسة، والوطن القبلي) ، أما الفرع الشمالي، وهو أهمها فيسمح للأسراب بالوصول عن طريق ممر قفصة إلى السهول الوسطى وإلى المناطق الواقعة في شمال القطر، كما أن هناك أسراباً أخرى تغزو تونس من الجنوب ومن الجنوب الغربي وداعمة تدفق الأسراب السابقة، وقد لوحظ أيضاً أنه غالباً ما تمر الأسراب ومجموعات الحوريات بالحدود بين ليبيا وتونس في الاتجاهين، وفي الحالات التي تغزو فيها الأسراب الجزائر غزواً كثيفاً واجتياحها الجماعي لجبال الأطلس الصحراوية فان سراباً عديدة تستطيع دخول تونس عن طريق الممرات الواقعة في أقصى الشمال عند فريانة

وتبسة وغيرها، ويعوق الجو البارد الذي يسود الجنوب في الشتاء تقدم الأسراب نحو الشمال، وهي لا تتبع هذا الطريق إلا مع حلول مارس الذي غالباً مايأتي مبكراً في المناطق الجنوبية والوسطى، وغالباً ما يبدأ وضع البيض في النصف الثاني من شهر فبراير، ثم يبدا الفقس في شهري مارس وأبريل، ثم تبدأ الحشرات المجنحة من الجيل المحلي في الظهور خلال شهر يونيو . (10)

أما في ليبيا فإن الغزو يقع بصفة عامة في الشتاء وغالباً ما يصيب منطقة طرابلس وبصفة خاصة السهول الساحلية والجبل الذي يمتدد في قوس يبدأ في نالوت وينتهي في الخمس (الجبل الغربي) .

أما منطقة شرق ليبيا فهي أقل إصابة بغزوات الجراد، ويتلقى جنوب ليبيا الأسراب القادمة من شمال غربي تبستي، وتصاب غات بأكبر عدد من غزوات الجراد، فمن جنوب ليبيا تصل الأسراب إلى جبل السوداء وجبل الهاروج الأسود وتتدفق إلى السهول الساحلية متخدة اتجاها شمالياً ويندر أن يكون شمالياً شرقياً، ومن جنوب ليبيا أيضاً يمكن أن تصل الأسراب عن طريق الحمادة الحمراء إلى سهل الجفارة والجبل الغربي، أما بالنسبة للأسراب التي تظهر في غدامس فهي إن لم تدخل تونس، فإنها تغزو الجزء الغربي من منطقة طرابلس، كما أن الأسراب الآتية من تونس ومن غربي الجزائر تصيب منطقة طرابلس، وعادةً ما ينتشر ضررها من الغرب إلى الشرق، ويبدأ وضع البيض في شهري فبراير ومارس ويتم الفقس في مارس وأبريل، ثم تبدأ الأسراب في العودة خلال شهري يونيو ويوليو، ولا يعني ذلك أن الأسراب تتبع هذا الطرق العام في كل غزو من غزواتها، فهذا الوصف الذي تقدم هو نتيجة للمعلومات التي تجمعت خلال دورات غزو عديدة لا يحدث إلا في حالات استثنائية وفي فترات تختلف حسب تطور الغزو وتقدمه .

بالإضافة إلى توزيع الأمطار التي يحدد أماكن التكاثر، كما يجب مراعاة ما للرياح من تأثير كبير على التحول العميق لطبيعة الغزوات وشكلها، وذلك بسبب التغيرات الهائلة التي تحدثها الرياح في اتجاه الأسراب سواء الداخلة منها أو المغادرة للمنطقة وكثيراً ما يحدث أن تدفع الرياح الشديدة الأسراب نحو البحر وغالباً ما تسبب الرياح الجنوبية الشرقية (السيروكو) في انتشار غزو سريع في مساحات كبيرة . (11)

ثالثاً ـ كثافة أسراب الجراد وتنوعها بحسب المواســـــم :

الأســـراب : عادة ما تشكل الأســـــراب الأولى عشـــرات ؛ بل مئات من الكيلو مترات مع اتجاه الرياح منطلقة من منطقة وضع البيض الرئيسية ، وتنساق الحشرات

الكاملة حديثة التكوين بعيداً عن منطقة التكاثر وتتشكل عندئذ التجمعات التي تجدب ما حولها من جراد، والجراد الصحراوي كان من الصعب السيطرة عليه، ولقد كانت هناك موجات متتالية من أسراب الجراد في صحارى العالم فيما بين المحيطين الأطلسي والهندي منذ بداية هذا القرن(12).

التشكيل : ممكن أن تتواجد الأسراب على شكل طبقات طائرة على ارتفاع منخفض (طبقي الشكل) يتكدس الجراد ويتراكم إلى ارتفاع كبير في الهـــواء (ركامي الشكل) بما يشبه الستائر المعلقة، ويكون أعلى مستوى له على ارتفاع 1500 متر فوق سطح الأرض، وتكون الأسراب التي على شكل طبقي مسطحة وبسمك يصل عادة إلى عشرات الأمتار، ويحدث ذلك غالباً في الجو البارد الملبد بالغيوم أو في الساعات المتأخرة من فترة بعد الظهر، ويرتبط الشكل الركامي للأسراب مــع وجود تيارات الحمل الحراري الصاعدة في الفترات الحارة من بعد الظهر، والتي يشيع وجودها على الأخص خلال شهور العام الأكثر دفئاً وجفافاً، وداخل الأسراب الركامية يوجد الجراد الواقع في منطقة الـ400 متر السفلية في مجموعات متدفقة يمكن أن تتخد أى وجهة.(13) وأي مجموعات تندفع خارج السرب تعود إليه ثانية، وفي المستويات الأعلى من السرب يمكن أن تتكون أيضاً مجموعات متدفقة ذات اتجاهات عشوائية أو صفوف تتحرك ملتفة كالدوامة .

الكثافة : تختلف معدلات كثافة الأســـراب إلى حد كبير وبيلغ العدد المقبول بصفة عامة للسرب المستقر متوسط الكثافة نحو 50 مليون جرادة في الكيلومتر المربـع (50 جرادة /م**2**) في المتوسط بينما يتراوح المدى بين 20-150 مليون جـرادة /كم2) . وتنتشر الأسراب أثناء الطيران لتغطي ضعف أو ثلاثة أمثال المساحة التي تشغلها عند الجثوم، ويمكن أن تصل الكثافة الحجمية للأسراب الطائرة إلى عشرة جرادات /م **3**

الإقلاع : تبدأ الأسراب في الصباح بصفة عامة بالنزول من فوق النباتات التي كانت جاثمة عليها للمبيت وغالباً يتشمس الجراد فوق الأرض المكشوفة حيث يعرض جسمه بانحراف جانبي مع أشعة الشمس كي يحصل على أكبر قدر من الدفء ومع تزايد درجات الحرارة تقوم جماعات من الجراد بالإقلاع ثم الهبوط مرات عديدة، وكما هو الحال في الطائرات فإن الجراد يهبط ويقلع مع الرياح، ويحدث هذا الطيران المتقطع بطريقة دوارة، وفي المقدمة الأمامية أو مركز قيادة السرب تهبط الحشرات في جماعات متكتلة وتدور مع الرياح لتهبط على الأرض، وفي خلفية السرب تطير بعض الحشــرات مع الرياح، وعندما يختفي السرب في السماء تدور هذه الحشرات لتلحق به.

طيران : في منتصف النهار أو قبل ذلك إذا كان الجو دافئاً بما يكفي للطيران المتواصل ، ينطلق السرب كله في الهواء ويندر الطيران المتواصل إذا انخفضت درجة الحرارة عن 20 م 0في الظروف العادية، وعن 23 م 0 في الظروف الجوية الملبدة بالغيوم .

الإزاحة (الإنتقالات):

قد تطير الأسراب لمدة تصل إلى تسعة أو عشرة ساعات في اليوم الواحد مع اتجاه الرياح، رغم أن أسراب الجراد الناضجة جنسياً تطير أحياناً لمسافات قصيرة ضد اتجاه الرياح، إذا كانت الرياح خفيفة، وعادة تنتقل الأسراب بسرعة تقل قليلاً عن سرعة الرياح، وقد تنتقل بسهولة لمسافة 100 كم أو أكثر في اليوم الواحد، ومن غير الواضح مستوى الرياح الذي يحدد إزاحة الأسراب الركامية، وقد تؤدي الرياح إلى سحب الأسراب إلى أعلى أو قد تؤدي إلى احتجازها بالقرب من سطح الأرض حيث تكون الرياح عادة أبطأ، وتهب غالباً من اتجاه مخالف، وعلى الرغم من أن الجراد قد يتوجه إلى اتجاهات مختلفة داخل السرب إلا أن النتيجة النهائية هي إزاحته مع اتجاه الرياح، وفي الكثير من الأسراب يقضي جزء كبير من الجراد بعض الوقت على الأرض، ولهذا فإن الأسراب غالباً ما تتحرك بسرعة أقل من سرعة الرياح، وفي حالة غياب الرياح يطير الجراد بسرعة تبلغ نحو 3-4 م/ث .(14)

الهبوط: تستمر أحيانا أسراب الجراد الحديثة غير الناضجة جنسياً في الطيران بعد حلول الظلام في الأمسيات الدافئة، ولكن من المألوف أن تبدأ الأسراب في الاستقرار قبل غروب الشمس بحوالي ساعة، حيث تتلاشى تيارات الحمل الحراري، ويمكن أن توجد أعلى كثافات للجراد المنساب مع الهواء خلال هذه الفترة .

رابعاً – الهجرة والتوزيعات الموسمية .

نظراً لأن الأسراب التي تطير نهاراً والأفراد الانفرادية التي تطير ليلاً مع الرياح فإن التغيرات الموسمية في متوسط انسياب الرياح تؤدي إلى وصول الجراد إلى مناطق معينة خلال مواسم معينة، وعلى سبيل المثال يتحرك الجراد في بداية الصيف نحو الجنوب من شمال غرب أفريقيا إلى منطقة السهل الساحل الإفريقي بغرب أفريقيا، وخلال فصل الخريف يتحرك الجراد نحو الشمال مرة أخرى، ألا أن انخفاض درجة الحرارة ليلاً تحد من حركة الجراد الانفرادي الذي يطير ليلاً مقارنة بالأسراب التي تطير نهارا . جدول (1) ويؤدي الانتقال أو الإزاحة مع الرياح التي تواجه الجراد خلال الموسم إلى منطقة.

جدول (1) هجرة الجراد وظروفها

وقت الإقـلاع	في الجو الدافي : 2-3 ساعات بعد شروق الشمس في الجو البارد : 4-6 ساعات بعد شروق الشمس
درجة الحرارة عند الإقلاع	في الجو المشمس : أعلى من 15 –17 م في الجو الملبد بالغيوم : أعلى من 23-24 م
سرعة الرياح عند الإقلاع	اقل من 6 م / ث
طيران	خلال النهار
اتجــاه طيران	مع الرياح
السرعة الهوائية (متوسط)	3.8 – 4.3 م/ ث (13 – 15 كم / ساعة)
ارتفـاع طيران	15 – 1700 م
درجة حرارة طيران نهاراً)	أعلى من 9 – 17 م واقل من 40+ م
مــدة طيران	9 – 10 ساعات (الحد الأدنى) 13 – 20 ساعة
الإزاحــة (الانتقالات)	5 – 200 كم / يوم
وقــت الاستقــرار	ساعتين قبل غروب الشمس – نصف ساعة بعد غروب الشمس

المصدر: سيمونز ـ كريسمان ، الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة ، روما (2001) ، ص31

يكون سقوط الأمطار بها أكثر احتمالاً مثل منطقة الساحل بغرب أفريقيا والسودان خلال يونيو، وسواحل البحر الأحمر خلال الشتاء، ومع سقوط الأمطار ينضج الجراد جنسياً ويتكاثر جدول (2) وفي الوقت الذي يصبح فيه الجيل الجديد من الحشرات الكاملة قادراً على الطيران المتواصل يكون نمط الرياح الموسمية قد تغير وأصبحت ظروف التكاثر غير ملائمة، عندئذ يهاجر الجراد بسرعة إلى منطقة أخرى، وغالباً ما تكون الهجرة لمسافات طويلة جداً وقد تحدث تحركات للجراد خلال فترات بها أنماط معينة من الرياح دون أن تتزامن مع انسياب الرياح السائدة، بالإضافة إلى ذلك تستمر التحركات نادرة الحدوث، وكذلك غير المسبوقة، ويعد هذا أحد أسباب إصابة جزء فقط من منطقة التكاثر الموسمية بالجراد خلال عام معين، ويتمثل السبب الرئيسي الآخر وراء عدم نجاح التكاثر في عدم سقوط الأمطار الموسمية .

جدول (2)
موسم التكاثر و التغيرات البايولوجية للجراد .

موسم تكاثر الجراد	موسم سقوط الأمطار	حدوث الفقس	ظهور الأجنحة
الربيع (أمطار طويلة)	فبراير - مايو	مارس - يونيو	مايو - أغسطس
الصيف	يونيو - سبتمبر	يوليو - سبتمبر	أغسطس - اكتوبر
الشتاء (أمطار قصيرة)	أكتوبر - يناير	اكتوبر - يناير	نوفمبر - فبراير

المصدر: سيمونز - كريسمان ، الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي ، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة ، روما (2001) ، ص33

لا تنساق حشرات الجراد الكاملة الأسراب مع الرياح السائدة بصفة دائمة، بل قد تنتظر أنماطاً معينة من الرياح من غرب أفريقيا، وفي الخريف تكون الرياح السائدة قادمة من الشمال، ومع ذلك لا تتحرك الأسراب نحو الجنوب مع هذه الرياح، بل تتجه شمالاً عبر الصحراء الكبرى خلال الأيام القليلة التي تهب فيها الرياح الجنوبية المرتبطة بالمنخفض الجوي على المنطقة الغربية من البحر المتوسط، ويرجع ذلك إلى أن الرياح الجنوبية تكون أكثر دفئاً من الرياح الشمالية وأتية من منطقة البحر الأحمر ، ولكي تهاجر الأسراب من داخل الجزيرة العربية إلى وسط السودان في بداية يونيو لابد أن تطير خلال الأيام القليلة التي تكون بها الرياح ذات مستوى مرتفع عن البحر .

العوامل التي تتحكم في هجرة الأسراب :

من الأمور المعتادة التي تسهل تفسير حدوث هجرة معينة لسرب ما، وجود الرياح الدافئة بالدرجة الكافية والقادمة من الاتجاه المناسب لحد ما، ومع ذلك فكثيراً ما توجد أنماط أخرى من الرياح كان من الممكن أن تتحرك معها الأسراب , ولكنها لم تفعل، وعلى سبيل المثال من المعتاد أن تتحرك الأسراب في غرب أفريقيا تجاه الشمال عبر الصحراء الكبرى في الخريف مع الرياح الجنوبية الدافئة المرتبطة بالمنخفضات الجوية في غرب البحر المتوسط وغالباً ما تكون الرياح الشمالية الشرقية الأكثر شيوعاً دافئة بالدرجة الكافية لعودة الأسراب ثانية، ولكن يبدو أن ذلك لا يحدث، وعلى أساس الرياح ودرجة الحرارة فقط، يجب أن تتحرك الأسراب تجاه الجنوب لا الشمال من الحزام الساحلي

الواقع في غرب أفريقيا، وتتحرك بالفعل بعض أسراب الجراد الصحراوي في ذلك الاتجاه، ويعرف هذا بصفة عامة بالدورة الجنوبية، وعلى أساس جغرافي يتوقع المرء وجود منطقة تغذيه وتوالده متوافقة مع الهوامش الصحراوية ذات الأمطار الصيفية في الأقاليم الشديدة الجفاف (15) وفي منطقة البحر الأحمر تعبر الأسراب من وسط المملكة العربية السعودية إلى وسط السودان في أوائل يونيو في أحوال كثيرة، ولكن لكي يحدث ذلك لابد أن تستغل هذه الأسراب الأيام القليلة نسبياً التي تكون بها الرياح ذات مستوى مرتفع عبر البحر، وحتى ذلك الحين تختار الأسراب ارتفاعاً معيناً، ويبدو أن هناك احتياجات فسيولوجية أو بيئية لازمة للهجرة غير معروفة في الوقت الحالي .

العوامل التي تتحكم في هجرة الجراد الانفرادي :

تبقى أسراب الجراد الانفرادي بعد ظهور أجنحته دون هجرة إذا كان هناك غطاء نباتي أخضر غزير النمو، وإذا حدثت هجرة فإنها تتم على مدى عدة ليالي، وبالتالي لاتتم الانتقالات من خلال تحركات محددة، ولكنها تعكس متوسط اتجاه الرياح خلال تلك الليالي بصورة أدق منها في حالة هجرة الأسراب، وكان من المعتقد في وقت ما أن الحشرات الكاملة الانفرادية لا تهاجر، ولكن من الممكن في بعض الأحيان أن يبقى جزء على الأقل من الحشرات دون هجرة .

خامساً بيئة الجراد في شمال غرب أفريقيا :

إن أيكولوجية الجراد هى بيئة الجراد المكانية وما يؤثر على هذه البيئة من أمطار وتربة ونبات ومياه وهي كالآتي :

الأمطار :

من المفيد معرفة تاريخ أو زمن آخر مرة سقط فيها المطر، ويمكن تحقيق ذلك أثناء المسح بسؤال أهالي المنطقة أو من خلال ملاحظة العمق الذي تصل إليه الرطوبة في التربة، وأحياناً قد لا يكون ممكناً معرفة تاريخ أو كمية المطر على وجه التحديد، وفي هذه الحالة يكون من المفيد استخدام الدلالات التقريبية، ومن المهم أن ندرك أن مفاهيم الناس تختلف عن كميات سقوط المطر، فقد يصف البعض الأمطار التي سقطت بأنها غزيرة، بينما قد يصفها البعض الآخر بأنها خفيفة، وعلى العموم يمكن وصف الأمطار خفيفة عندما لا تتجاوز كميتها 20ملم، ومتوسط عندما تتراوح كمياتها ما بين 21-50 ملم، وبأنها غزيرة إذا تجاوزت كمياتها 50ملم(16) وقد يلتبس الأمر بخصوص كمية المطر (ما هو مقدار المطر الذي سقط) وشدته (ما هي الشدة التي سقط بها المطر خلال فترة زمنية معينة)

الغطاء النباتي :

يعتمد الجراد على الحشائش التي تنمو عقب سقوط الأمطار إلى حدٍ ما على الشجيرات القصيرة وإن الجراد الصحراوي يتوالد في منطقة تسقط عليها الأمطار في أواخر فصل الشتاء وأوائل الربيع في الهوامش الصحراوية المتأخمة لإقليم البحر المتوسط من الصحارى في الشمال الإفريقي ففي ذلك الوقت تنمو حشائش قصيرة العمر التي يتغذى عليها الجراد،(17) والجدير بالذكر يجب أخذ المشاهدات حول درجة اخضرار الكساء النباتي فإذا كان الكساء النباتي بنيا ويشاهد به نموات حديثة دل ذلك على أنه كساء نباتي " آخذ في الاخضرار " وإذا كان خليط من النباتات الجافة والنباتات الخضراء دون وجود أي علامات للنموات الحديثة فيوصف بأنه " آخذ في الجفاف " أما إذا كان الكساء النباتي الموجود بنيا فقط فهو " جاف " .

ويمكن تقدير الكثافة النسبية للكساء النباتي بمقارنتها بالأرض العارية فإذا كانت الأرض العارية تبدو أكبر من المكسوة بالخضرة فيشار إلى كثافة الكساء النباتي بأنها ضئيلة، وأما إذا بدت أجزاء الأرض العارية مساوية تقريباً لتلك المكسوة بالخضرة، فتوصف كثافة الكساء النباتي بأنها متوسطة، أما عند مشاهدة الخضرة تكسو معظم المساحة وأجزاء الأرض العارية لا تكاد ترى، فينبغي وصفها بأنها شديدة الكثافة، ويلاحظ في بعض الحالات وجود النباتات الحولية والمعمرة في نفس الموقع وقد تختلف درجة اخضرارها، ويجب في هذه الحالة أن يدون ذلك في الخانة الخاصة بالملاحظات في الاستمارة الخاصة بمسح ومكافحة الجراد الصحراوي .

وينبغي عمل تقدير تقريبي لمساحة موقع المسح والمنطقة المحيطة به، رغم أن ذلك قد يكون من الصعب تنفيذه، ويمكن عمل ذلك بواسطة حساب مقدار مساحة الموقع بمقارنته بموقع آخر معروف المساحة، وإذا كانت المساحة كبيرة جداً فإنه يمكن أيضاً تقدير مساحة المنطقة بواسطة قيادة السيارة على جانبين منها ثم ضرب قيمتي المسافتين في بعضها، إلا أن هذا الأسلوب يستغرق وقتاً وقد لا يستحق المجهود إذا لم يكن هناك إصابات ذات أهمية .

ويجب تدوين سمات البيئة مثل نوع التربة (رملية – طينية) وتضاريسها السطحية (مثل الوديان – التلال – السهول – وفيما بين التلال) .

رطوبة التربة :

ينبغي على دارس الجراد الميداني أن يقوم باختبار التربة لتحديد ما إذا كانت الرطوبة الموجودة كافية لحدوث التكاثر، وهناك طريقة سهلة لذلك وهي أن تقوم بالحفر داخل

التربة إلى ما يقرب من نصف طول حذائك عند وضعه داخل التربة أو ما يقرب من 10-12 سم (18) وعوضاً عن ذلك يمكن استعمال عصا أو قطعة حجر أو جاروف، ويؤخذ ملئ قبضة اليد من التربة ويضغط عليها، فإذا تماسكت حبيباتها يمكن اعتبارها تربة رطبة (ويجب أيضا أن تكون أكثر قتامة في لونها من التربة الجافة) ، ويحدد إذا ما كانت رطوبة التربة مناسبة أو غير مناسبة لوضع البيض وبدون ذلك في استمارة خاصة بمسح ومكافحة الجراد الصحراوي بوصفها رطبة أو جافة .

سادساً ـ مخاطر الجراد وحجم الأضرار البيئية في شمال غرب افريقيا :

من المحتمل أن الجراد كان عدواً من أعداء الإنسان مند قديم الزمان، عند بداية الإنسان بزراعة المحاصيل، وذكر الجراد الصحراوي في القرآن الكريم وفي العهد القديم للكتاب المقدس وفي الكتب القديمة، ولقد تم العثور على صور منقوشة للجراد على بعض القبور التابعة للأسرة الحاكمة السادسة (2420 –2270 ق م) بمنطقة سقارة في جمهورية مصر العربية، ولا يزال الجراد عدواً خطير الشأن للمزارع، وهو في بعض البلدان العامل الذي يحدد وجود غذاء كاف للناس أو الجوع، أما الضرر الذي يسببه الجراد فهو في بعض الأوقات منتشر وغير واضح للأعين إلى حدٍ كبيرٍ ، إلا أنه قد يصبح بليغاً وظاهراً في مناطق أخرى أكثر تقييداً وضيقةً، الأمر الذي يعتمد على ما إذا كانت الأسراب تتحرك بسرعة من مكان إلى آخر، أو تظل في منطقة واحدة لعدة أيام .

ويزداد عدد السكان في العالم بحوالي 220,000 شخص كل يوم، مما يتطلب زراعة محاصيل بطريقة متزايدة لإطعامهم، ولا يمكن أن يزرع مقداراً اكبر من المحاصيل لاطعام الجراد، ويشير جدول (3) الآتي إلى الخسائر كمثال لما سببه الجراد في بعض الدول(19)

جدول (3)

قيمة الخسائر المترتبة على هجمات الجراد في بعض الدول

السنـــة	البلـــدان	قيمة المحاصيل التي أتلفها الجراد (بالجنيه الإسترليني)	القيمة بأسعار 1986 (بالجنيه الإسترليني)
1928 - 1929	كينيا	300.000 في السنة الواحدة	4.5 مليون
1953	الصومال	600.000 في السنة الواحدة	—
1954 - 1955	المغرب	4.500.000 في السنة الواحدة	40 مليون
1949 - 1957	تقدير منظمة الأمم المتحدة ل 12 بلد من 40 دولة المتأثرة بالجراد	1,500.000 في السنة الواحدة أكثر من 5,000.000 في سنة 1955	45 مليون

المصدر: مركز الأبحاث لمكافحة الجراد ، دليل الجراد ، معهد الموارد الطبيعية لإدارة وتطوير البلدان ، الطبعة الثانية (1988) ص3.

ومن الأهم بصورة ملحوظة احتساب الخسائر من ناحية الكميات الفعلية من الأغدية أو المحاصيل الأخرى، وبين الجدول (4) درجة الخطورة التي من الممكن أن تصل إليها هذه الخسائر .

جدول (4)

الخسائر الاقتصادية التي سببها الجراد لدول مختلفة

السنة	البلد	كميات المحاصيل التي أتلفها الجراد الصحراوي
1944	ليبيا	7,000,000 كروم , 19 % من إجمالي الكروم المزروعة
1954	السودان	55,000 طن متري من الحبوب
1957	السنغال	16,000طن متري من الدخن , 2000 طن متري من المحاصيل الأخرى
1957	غينيا	6,000 طن متري من البرتقال
1958	أثيوبيا	167,000 طن متري من الحبوب , تكفي لإطعام 1,000,000 شخص طيلة السنة

المصدر: مركز الأبحاث لمكافحة الجراد ، دليل الجراد ، معهد الموارد الطبيعية لإدارة وتطوير البلدان ، الطبعة الثانية (1988) ص3.

هذه الأرقام لا تمثل إجمالي الأرقام المتوفرة الخاصة بالأضرار التي يسببها الجراد، إنما هذه الأرقام هي قليلة ويتطلب الأمر الحصول على المزيد من المعلومات الدقيقة حول خسائر المحاصيل، وتوجد عدة أسباب تفسر قدرة الجراد على إصابة المحاصيل بهذه الأضرار البالغة وهي :

1) أكله لأنواعاً عديدة من النبات .
2) أكل كل جرادة في اليوم ما يعادل وزنها من الغذاء، ويزداد هذا المقدار تدريجياً أثناء فترة التطور من مرحلة النطاطة إلى أن يكتمل نمو الجرادة الذي يبلغ أقصاه وهو حوالي 2 غرام وذلك بعد بلوغ الجرادة طور التجنيح بأسبوعين أو ثلاثة أسابيع، وتسبب الأسراب المتكونة من الجراد الصغير في هذه المرحلة نموه الأضرار الأكثر خطورة .
3) كثيرا ما يشتمل السرب على أعداد من الجراد لا يمكن تصورها، ومن المعروف أن السرب قد يحتوي في كل كيلو متر مربع منه على ما لا يقل عن 40 مليون جرادة، وقد يصل هذا العدد أحياناً إلى 80 مليون جرادة .

ويأكل طن واحد من الجراد (وهو جزء صغير جداً من السرب المتوسط الحجم) نفس الكمية من الغذاء في اليوم الواحد وهي تكفي لإطعام 10 أفيال أو 25 جملاً أو 2500 إنسان .

يسبب الجراد أضراراً للنباتات بأكله للأوراق والأزهار والثمار والبدور وقشرة النبات وبراعم نمو النبات، وكذلك عن طريق كسر فروع الأشجار نظراً لثقل وزنه عندما يستقر عليها باعداد كبيرة وفي بعض الأحيان يفسد الجراد النبات بفضلات جسمه، هذا ولم يثبت حتى الآن نقل الجراد لأي مرض، ولكن هناك بعض الأشخاص العاملين في المختبرات قد أصبحت عندهم حساسية للجراد .

ويبين عدد كبير من التقارير عن الأضرار التي يسببها الجراد الصحراوي مايلي : 8% من الأضرار ناتجة عن النطاطات، و69% خسائر من خلال هجمات أسراب الجراد الصغير الذي لم يكتمل نموه بعد، و23% نتيجةً لأسراب الجراد المكتمل النمو، ويلاحظ أن النسبة التي تشير إلى النطاطات تعتبر منخفضة، وذلك لأن مناطق التوالد تقع في الغالب خارج المناطق الرئيسية للمحاصيل .

أضرار الجراد الصحراوي عل المحاصيل الزراعية :

تصاب المحاصيل الزراعية في منطقة اجتياح الجراد الصحراوي بأضرار فادحة نجملها بحسب أنواع المحاصيل فيما يلي :

الذرة البيضاء :

الذرة هي المحصول الغذائي الرئيسي في المناطق التي تسقط عليها الامطار بكميات أكبر قليلا بالمقارنة بمناطق زراعة الثمار، وهناك أنواع عديدة من هذا المحصول لا يقبل الجراد الصحراوي عليها بحماس خلال فترة النمو، إلا أنه يهجم بدون تحفظ على الحبوب الناضجة لمعظم أصناف الذرة مسبباً أضراراً جسيمةً أغلبها بفعل الأسراب المتكونة من الجراد الحديث التجنيح الذي ينتمي إلى الجيل الصيفي .

الذرة الصفراء :

عادةً ما تتم زراعة الذرة الصفراء كمحصول غذائي رئيسي في المناطق التي تكون باردة أو رطبة إلى حد أن الجراد الصحراوي لا يتردد عليها، ولكن في بعض أجزاء أفريقيا الشرقية حيث تتم زراعة الذرة الصفراء تحث ظروف أكثر حرارةً وجفافاً من الظروف التي اعتاد عليها هذا المحصول، مما يؤدي إلى حدوث أضراراً بليغةً تحدث بالفعل وكثيراً ما يقوم الجراد بنزع الأوراق بكاملها وأكل العرانيس تماماً(20)

الحنطة والشعير :

يعتبر كلاً من الحنطة والشعير محصولاً غذائياً رئيسياً للمناطق التي يتوالد فيها الجراد الصحراوي في فصل الربيع ، والذي قد يصاب بأضرار جسيمة وبالذات عندما يكون المحصول على وشك الحصاد، وفي هذه المرحلة من نمو المحصول يبدأ الجراد يأكل الجزء العصاري المتبقي من النبات وهو جزء الساق الذي يقع أسفل السنبلة بقليل مما يؤدي إلى فقدان الحبوب تماماً في معظم الأحيان دون أن يهاجم الجراد السنبلة ذاتها .

القطن :

من الممكن أن يصاب هذا المحصول بأضرار بالغة، إذا هاجمه الجراد قبل مرحلة الإزهار بقليل فيكون التأثير على المنتوج خطيراً، بينما يكون التأثير أقل إذا حدث الضرر بعد مرحلة الازهار، وفي المنطقة التي يتوالد فيها الجراد الصحراوي في موسم الصيف تتزامن بداية مرحلة إزهار القطن عموماً مع بلوغ الجراد طور التجنيح عند اكتمال نموه، ونظراً لأن حالة البلوغ الحديث هي المرحلة التي يتغذى الجراد فيها بكثرة، ولذلك يزيد هذا التزامن من إمكانية حدوث أضرار لمحاصيل القطن في هذه المناطق .

أشجار الفاكهة :

تعتبر الأشجار المثمرة عُرضة بصورة خاصة لهجمات أسراب الجراد الذي لم يكتمل نموه بعد والذي يفضل الاستقرار على الاشجار، حيث حدثت أضراراً بالغةً للبرتقال والليمون والنخيل والكروم، وبعد أن يقوم الجراد بالهجوم على هذه الأشجار من الممكن أن يؤثر ذلك على ما تنتجه الأشجار من فواكه لمدة تزيد عن سنة واحدة كما هو الحال عندما أصاب الجراد أشجار البرتقال في المغرب سنة 1985 إصابة بليغة جداً .

البن :

نادراً ما يهجم الجراد على محاصيل البن، حيت ينزع الأوراق فقط من الشجيرات في بعض الأحيان، وقد يصيب الجراد الشجيرات باقصى درجة من الأضرار عند مرحلة الأزهار، أو حينما يستقر الجراد عليها بأعداد ضخمة مما يؤدي إلى كسر فروعها بثقله .

الأضرار الاقتصادية التي تسببها أنواع أخرى من الجراد :

أضرار الجراد المرتحل الأفريقي :

يجتاح الجراد المرتحل الأفريقي معظم أجزاء أفريقيا الواقعة إلى الجنوب من الصحراء الكبرى، وتوجد في جميع أنحاء هذه المنطقة المعرضة للاجتياح أراضي واسعة مزروعة بمحاصيل الحبوب التي تظل عرضة لأضرار خطيرة، فمثلاً في أفريقيا الغربية في أوائل الثلاثينيات من القرن العشرين التي صاحبت وجود أسراب من الجراد الصحراوي والجراد الشجري كان الجراد المرتحل أشر ما يكون من الآفات المؤذية للمحاصيل ، وفي أفريقيا الشرقية فقد تمتع هذا الجراد بشهرة حيث كان الجراد الصحراوي والجراد الأحمر يتكاثر على هيئة أسراب، فقد تمتع هذا الجراد بشهرة مماثلة .

يتغذى الجراد المرتحل في الغالب على الاعشاب وأثناء فترات التراجع يتغذى هذا الجراد على الأعشاب البرية، و محاصيل الحبوب الموجودة في السهول الفيضية التابعة لنهر النيجر الأوسط التي تشكل المنطقة الرئيسية لتكاثره .

تعتبر محاصيل الذرة المختلفة عرضةً بصورة خاصة للإصابة وبالذات الشمام الأمريكي أو التبغ الإيطالي والذرة، أما المحاصيل غير الحبية فتصاب أيضاً ولكن بطريقة أقل بكثير .حينما تكون الأعشاب البرية جافة أو حيثما تتوفر محاصيل الحبوب للجراد وتشتمل هذه المحاصيل غير الحبية من أهمها :

قصب السكر، النخيل، الأناناس وبصورة أقل، الجزر، البن، القطن، الفول السوداني، الفاصولية، اللوبيا، الخس، البطاطس، اللفت، وفي غينيا تلفت نسبة تتراوح ما بين 30-40 % من محصول الموز سنة 2003.(21) ، وذلك بسبب أكل الجراد لأجزائه

الخضراء، وبالنسبة للجراد المرتحل الأفريقي عموماً لا تصاب الأشجار بأضرار ملحوظة بسبب تغذي الجراد أو إنكسار الأفرع نتيجة لثقل الجراد المستقر، وذلك لأنه على خلاف الجراد الصحراوي، تستقر أسراب الجراد المرتحل الأفريقي عادةً على النباتات المنخفضة أو على الأرض العارية .

أضرار الجراد الأحمر :

يتغذى الجراد الأحمر في الأكثر على الأعشاب وهو مضر بمحاصيل الحبوب وقصب السكر، كما يهاجم هذا النوع من الجراد محاصيل أخرى أهمها ما يلي : الحمضيات، أشجار الفواكه، القطن، البقول، النخيل، المحاصيل الجذرية، التبغ والخضروات، حيث تم الإبلاغ عن الأضرار في جميع أنحاء مناطق الاجتياح، ومن الممكن أن تنكسر أفرع الأشجار بسبب ثقل الجراد المستقر عليها .

أضرار الجراد البني :

الجراد البني هو حشرة مؤذية في جنوب أفريقيا، حيث يتغذى هذا الجراد على الأعشاب وهو مؤثر بالذات على المراعي، وعند عدم توافر الأعشاب والمراعي فإن الجراد البني يتغذى على القطن والبرسيم والبطاطس والبقول والحمضيات وبالذات على أشجار الليمون التي يتغذى على أوراقها وقشرتها .

أضـــرار جـــــــراد الشّـــجر :

إن جراد الشجر لا يعتبر حشرة مؤذية رئيسية، ولقد تم تسجيل النوع (Anacridium melanorhodon) على أنه آفة ذات شأن من حين لأخر، تضر محاصيل التبغ في السنغال، وأيضاً في السودان حيث يضر هذا الجراد شجرة ((Acacia senegal (وهي الشجرة التي يتم الحصول منها على الصمغ العربي) وكذلك يضر محصول القطن ، كما يسبب هذا النوع أضراراً لأشجار الفاكهة ، والنخيل وأشجار التظليل والزينة، كما أن جـراد ((A . aegyptium هو آفة ثانوية مضرة بالمحاصيل في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث يتم تسجيل إتلافه لمحاصيل التبغ والكرم والنخيل والخضراوات وأشجار الفواكه وغيرها من الأشجار . (22)

وبالرغم من أنه قد تم الإبـــلاغ عن الأضرار الجسيمة التي يسببها الجراد لمجموعة متنوعة ومتعددة من المحاصيل إلا أنه من الصعب الحصول على معلومات مفصلة، ويبدو أن هذا هو مجال تجدر دراسته في المستقبل لكي ترش فقط مجموعات الجراد التي يتعين بالضرورة مكافحتها، لأنه من المعترف والمسلم به في الوقت الحاضر أن

استخدام مبيدات الحشرات بطريقة مفرطة وبدون عناية من الممكن أن تؤدي إلى تسمم كل من البيئة المحلية والمناطق الواقعة بعيداً عن موقع الاستخدام الاصلي، لذلك فإنه من الأمور الحيوية أن جميع الأشخاص المسؤولين عن مكافحة الجراد تكون لديهم معرفة تامة ببئيات الآفة في المنطقة التي تخصهم ، وذلك ليتم الرش فقط في أوقات الضرورة وبأقل مـدىً ممكناً من التأثير .

أساليب التنبؤ بالجـراد وتحدي مخاطـره :

حققت مكافحة الجراد تقدماً هائلاً خلال دورتي الغزو الأخيرتين 2003 ، 2004 ، فقد أمكن بفضل الأساليب الفنية الجديدة ووسائل المكافحة الفعالة منع الجراد من بلوغ أهدافه وإحداث الإتلاف الخطير الذي كان يحدثه في الزراعة في الماضي .

ويتوافر للإنسان الآن، بالاضافة إلى الإمكانيات السابقة عوامل أخرى حاسمة للنجاح في مكافحته لآفة الجراد، فهو يختار الموقع الذي ينبغي أن تدور فيه عمليات المكافحة، ويستطيع أن يعرف تنقلات الجراد وحجم أسـرابه بفضل الانتشار السريع للمعلومات عن الحالة في منطقة غزو الجراد الصحراوي كلها، وقد أقامت معظم البلدان خطوطاً دفاعية وأصبحت تعرف المواعيد التقريبية لوصول الأسـراب حتى تستعد لملاقاتها .

وبهذا انتقل الإنسان من مرحلة حماية المزروعات على مسافات قريبة بأساليب بدائية، إلى مرحلة ملاقاة الأسـراب وإبادتها في المناطق الصحراويـة على حدود البلاد أو فيما وراءها .

ولكن هـذه الاستراتيجية القائمة على المكافحة الهجومية واستخدام وسائل ضخمة ، قد تتعرض في السنوات القادمة لبعض الاضطراب أو تخضع لبعض القيود، ذلك أن المشاكل التي يسببها تلوث البيئة ومخاوف مبيدات الجراد بالاضافة إلـى تكاليف المكافحة، لن تسمح برش مساحات واسـعة وبكميات هائلة من المبيدات التي كانت تتطلبها عمليات المكافحة السابقة، كما أن خطر استخدام المبيدات في بعض البلدان يهدد بالفعل المنتجات التي تعتمد عليها ، فبالرغم مـن سعرها المرتفع بدأت بعض المنتجات تختفي في السوق الدولية (23) ، وقد بات واضحاً الآن أن الحلّ يكمن في دعـم الطابع الهجومي للمكافحة التي يجب أن تنجح في إبادة كل تجمعات الجراد التي تتضح خطورتها بسبب الظـروف الملائمة واتجاهها للتجمع في تجمعات كبيرة ، وباتباع هذه الطريقة تقل المساحات التي تحتاج إلى المعالجة وتستعمل في المكافحة مبيدات ذات مخلفات قليلة بقدر الامكان ، ولا يمكن بلوغ هذا الهدف إلا بتشـكيل فرق على مستوى

البلد أو الإقليم، تكون مهمتها إجراء بحوث وحملات استكشاف في الجهات التي يحتمل أن يوجد بها الجراد خلال فترات السكون وبذلك يمنع حدوث حالات الغزو .

إن تعميـــــق المعلومات عـــن بيولوجيا الجراد الصحراوي وإيكولوجيته مع القيام بعمليات المكافحة الملائمة زماناً ومكاناً هي وحدها الكفيلة بالحد من حجم غزوات الجراد بنسبة كبيرة، وبالتالي تقليل المخاوف التي يثيرها استعمال المبيدات ذات المخلفات علـــى نطاق كبير .

تشريعات مكافحة الجـــراد في شمال غربي إفريقيا :

يوجد تشريع خاص في كل بلد من البلدان الأعضاء في اللجنة الدولية لتنظيم جميع الأنشطة المتعلقة بمكافحة الجراد، وقد جمع هذا التشريع في وثيقة موحدة، ويعتمد تنظيم المكافحة في هذه التشريعات على مبدأ التعاون الوثيق بين جهات الإدارية ووزارات الزراعة والمزارعين سواء كانوا أعضاء في النقابات الرامية للمكافحة أم لا، والإدارة مسؤولة عن التنظيم العام للمكافحة، أما الجانب الفني فتتولاه أعلى هيئة زراعية عن طريق موظفيها وخاصة أولئك الذين يعملون في مجال وقاية النباتات، وتقدم المبيدات والمعدات اللازمة لها على مستوى القطر، كما أنها تمول كل حملات المكافحة وتحتفظ بالاحتياطيات اللازمة خلال فترات السكون، وقد أصبحت معظم نصوص هذه التشريعات قديمة سواءً من ناحية الشكل أو من ناحية الموضوع، وذلك يرجع من ناحية إلى أنها قد وضعت ميكنة مكافحة الجراد والتواصل لأساليب جديدة في إبادة الجراد، ومن ناحية أخرى إلى التحولات السياسية والتنظيمية التي حدثت في المنطقة . (24)

أما أقسام المكافحة التي أنشئت في إدارات وقاية النباتات في مختلف البلدان والمزودة بمعدات قوية وأساليب فعالة فقد أخذت على عاتقها هذه المهمة بأكملها غير أن السلطات المدنية والعسكرية مازالت تتولى مع ذلك جمع المعلومات ونقلها كما أنها تتدخل لتسهيل سير العمليات كما تشترك بفعالية في تنظيم المكافحة في المناطق المكتظة بالسكان .

الطرق العامـــــــة للمكافحة :

لقد كان من المسلّم به فـــي شمال أفريقيا لمدة طويلة أن الحشـــــرات المجنحة لا تسبب خسائر هامة للنبات ، وقد أدّى هذا الرأي الخاطـــئ الذي شجعت عليه الصعوبات التي تعترض إبادة الحشرات المجنحة، واستناداً على النتائج المشجعة المتحصل عليها في الحالات الأخيرة لدورة الغزو السابقة للعام 2003-2004 أصبح من المعترف به أن إبادة الأســـــراب قبل فترة وضع البيض يقلل من حجـــم المكافحة ومدتها ويقضي

على تجمعات الحوريات، وبالتالي يؤدي إلى تقليل النفقات اللازمة لإبادتها والأضرار الهامة التي يمكن أن تسببها،

وقد كان هذا المفهوم الجديد هو أساس التنظيم الحالي الذي يتســـم باستقلال فرق المكافحة وقوتها وقدرتها على التحرك، كما أن الأساليب الفنية للمكافحة قد تطورت بنفس الطريقة في بلدان شمال غرب أفريقيا والتي بدأت عام 1985 م ، حيث تمت عملية استبدال تدريجية للأساليب القديمة للمكافحة الميكانيكية بالطعم السام فحل محل خارصينات وفلوروسيليكات الصوديوم مستحضر الـ: (B.H.S، وقد أدخل هذا المستحضر الأخير خلال حملات مكافحة دورة الغزو الأخيرة، ومنذ ذلك الحين أصبح مبيد الجراد المفصل في الإقليم .

وازدادت أهمية التعفير بمستحضر الـ(B.H.S) بعد أن حـــل محل المستحضرات الأخرى (مثل : الباراثيون ، والالدرين وغيرها) التي اعتبرت أكثر سمية وأغلى ثمناً منه، ولا سيما بعد أن تحسنت معدات التعفير . (25)

وقد أدخلت هاتان الطريقتان وهما الطعـم والتعفير في الغالبية العظمى مـــن أعمال المكافحة التي أجريت في الجزائـــر وليبيا وتونس ضد انتشار الحشرات الكاملة والحوريات، أما المغرب فقد فضل في حملاته الأخيرة الرش الجوي الذي تم استخدامه منذ حملة سنة 1985م في نحـــو ربع المساحة التي شملتها المكافحة، وقد تأكد هذا الاتجاه بعد النتائج المشجعة التي تم الحصول عليها في 2003-2004 م ، فأصبحت المكافحة الجوية هي الطريقة الأساسية في مكافحة الجراد في المغرب، أما في البلدان الأخرى فقد اقتصر استخدام الطائرات على التبليغ عن الأســـراب، ولا كمال الرش أو التعفير في حالات نادرة في الزراعات وأماكن الإصابة التي لا يمكن التوصل إليها بالوسائل الأرضية، ولا شك أن الطائرة ستلعب دوراً أكبر نظراً لمزاياها وزيادة استخدامها في مجال حماية النباتات، ويحد البرد من تقدم الأسراب نحو مناطق الزراعة الكثيفة في الجزائر و تونس وليبيا وذلك حتى شهري يناير وفبراير، وبالتالي فإن أمام هذه البلدان الثلاثة وقتاً كافياً لإبادة الجزء الأكبر من الأســـراب في المناطق الواقعة شمال الصحراء الكبرى، أما الغرب فهو على العكس من ذلك، نظراً لأن سهل سوس معرض للهجوم المبكر وعادة ما يصيبه الجراد في نهاية شهر أكتوبر، وفضلاً عن ذلك فإن الأســـراب عندما وصلت إلى هذا السهل استطاعت أن تحدث أضراراً ضخمة بين عامـي 2003-2004 ، وشكلت تهديداً خطيراً للسهول الواقعة شمال غربي جبال الأطلس العلياء ، و قد أدّى انتشار الغـــزو بهذه السرعة وفي ذلك الوقت المبكر إلى

أن تبحث المغرب عن الطرق الكفيلة باحتواء الغزو جنوب جبال الأطلس الخلفية، وذلك يفسّـــر تفضيل المغرب للمستحضرات ذات المفعول السريع (دايكلوروفوز) ولوسائل المكافحة ذات السرعة والنتائج الناجحة ألا وهي استعمال الطائرات.

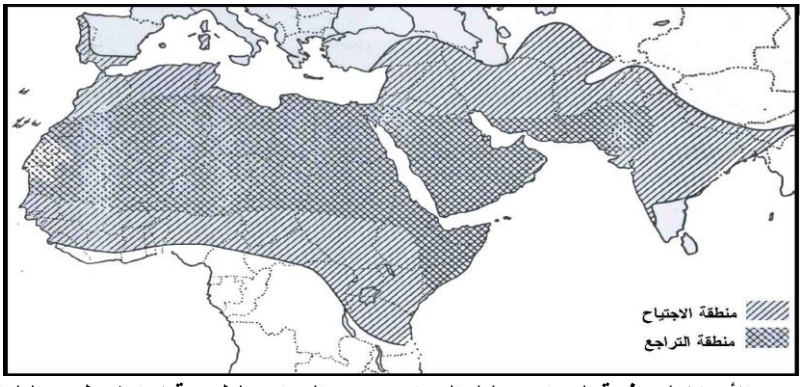
نتائج الدراســـــــــــــة :

اتضـــح بأن هناك بيئات ذات ملامح طبيعية خاصة تساعد على وجود الجراد وتكاثره، ووجود بيئات أخـــرى خضراء تؤلف مواقع جذب لأســـراب الجراد . وأن الجراد فصائل عـــدة، ويوجد على حالات انفرادية لا تشكل خطورة وأخرى تجميعية تشكل خطورة ظاهرة إذا كونت أسراباً مهاجرة .

وأظهر البحث أن الجـــراد في شمال غرب أفريقيا أحـــد المخاطر الطبيعية السريعة الحدوث والواسعة الانتشار والكبيرة الخطـــر والمفاجئة وهو يترك كارثة بالمحاصيل الزراعية ويغير من سمات البيئة .

ويتكاثر الجـــراد في فصول محددة من السنة وينتشـــر في شمال غرب أفريقيا ويهاجر إلى جهات أسيوية حيث يصل إلى السعودية وبلدان الشرق الأوسط، كما أن أضرار الجراد تتحدد باجتياحه للمحاصيل المهمة كالذرة الصفراء والبيضاء والشعير والقطن والفاكهة مما يسبب خسائر فادحة في شمال غرب أفريقيا الأمر الذي حتم على الإنسان التمعن في دراسة سلوك الجـراد والتنبؤ بحجم أســـرابه وأوقات هجرته وابتداع أحسن السبل لمكافحته .

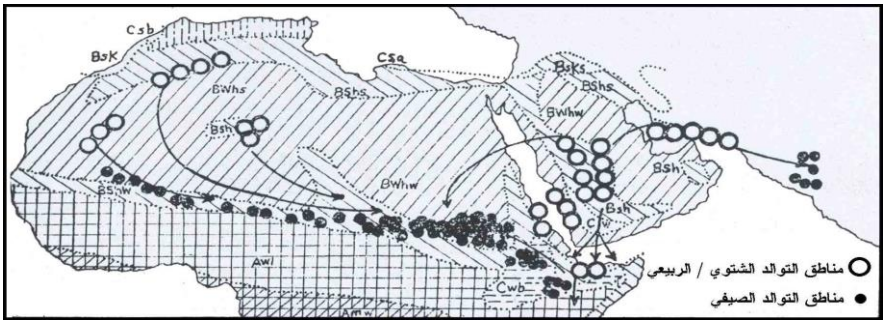
شكل (1) نطاق التوزيع الجغرافي للجراد الصحراوي



المصدر : مركز الأبحاث لمكافحة الجراد – دليل الجراد - معهد الموارد الطبيعية لإدارة تطوير البلدان - الوحدة العلمية ODNRI **، 1988 ، الطبعة الثانية ، ص 10.**

شكل (2)

مناطق توالد وهجرة الجراد الصحراوي فصلي الشتاء ويونيو (1978)



المصدر : كنيت والطون ، الأراضي الجافة ، ترجمة د. علي عبدالوهاب شاهين ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر ، بيروت ، الطبعة الأولى ، 1978 ، ص 157

الهوامـــــــــش

1. دليل مرجعي لشفرات ، لنقل المعلومات عن الجراد الضار ، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ـ المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة جنيف , 1992, ص1
2. مركز الأبحاث لمكافحة الجراد ، دليل الجراد ترجمة أشرف غالي. بريطانيا,1966, ص2
3. دليل مرجعي لشفرات ، لنقل المعلومات عن الجراد الضار ، مرجع سابق , ص8
4. أحمد لطفي عبد السلام ، الآفاث الحشرية في مصر والبلاد العربية وطرق السيطرة عليها ، الجزء الأول الآفاث الحشرية التي تصيب محاصيل الحقل ، المكتبة الأكاديمية ، 1993, ص567
5. مركز الأبحاث لمكافحة الجراد ومعهد الموارد الطبيعية لإدارة تطوير البلدان ، دليل الجراد ، الطبعة الثانية , الوحدة العلمية (ODNRI) 1988, ص69
6. دليل مرجعي لشفرات ، لنقل المعلومات عن الجراد الضار ، مرجع سابق, ص12
7. ب . م . سيمونز ـ ك كريسمان ، ما هو الجراد ، الطبعة الثانية , منظمة الأغذية والزراعة ، الأمم المتحدة ، روما , 2001 , ص5
8. هيئة مكافحة الجراد الصحراوي في شمال غرب أفريقيا ، دليل مكافحة الجراد في شمال غرب أفريقيا ، منظمة الأغذية والزراعة ، الأمم المتحدة ، روما ,ص7
9. هيئة مكافحة الجراد الصحراوي في شمال غرب أفريقيا ، المرجع السابق ,ص8
10. هيئة مكافحة الجراد الصحراوي في شمال غرب أفريقيا ، المرجع السابق ,ص9
11. هيئة مكافحة الجراد الصحراوي في شمال غرب أفريقيا ، المرجع السابق ,ص11
12. كنيث وَالطوُن ، الأراضي الجافة ، ترجمة علي عبد الوهاب شاهين ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر بيروت، 1978, ص154
13. ب . م . سيمونز ـ ك كريسمان ، الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي ,البيولوجيا والسلوك ، الطبعة الثانية منظمة الأغذية والزراعة ، الأمم المتحدة ، روما ,2001ص29
14. ب . م . سيمونز ـ ك كريسمان ، الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي, المرجع السابق , ص31
15. كنيث وَالطوُن ، الأراضي الجافة ، مرجع سابق , ص155
16. كريسمان ، الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي ,المسح ، الطبعة الثانية منظمة الأغذية والزراعة ، الأمم المتحدة ، روما ,2001, ص29
17. كنيث وَالطوُن ، الأراضي الجافة ، مرجع سابق , ص155
18. كريسمان ، الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي ,المسح ، مرجع سابق , روما , 2001 , ص31
19. مركز الأبحاث لمكافحة الجراد ومعهد الموارد الطبيعية لإدارة تطوير البلدان ،مرجع سابق , ص3
20. مركز الأبحاث لمكافحة الجراد ومعهد الموارد الطبيعية لإدارة تطوير البلدان ، المرجع السابق ,ص6
21. مركز الأبحاث لمكافحة الجراد ومعهد الموارد الطبيعية لإدارة تطوير البلدان ، المرجع السابق ,ص8
22. مركز الأبحاث لمكافحة الجراد ومعهد الموارد الطبيعية لإدارة تطوير البلدان ، المرجع السابق , ص8
23. هيئة مكافحة الجراد الصحراوي في شمال غرب أفريقيا ، دليل مكافحة الجراد في شمال غرب أفريقيا ، المرجع السابق ,ص1
24. هيئة مكافحة الجراد الصحراوي في شمال غرب أفريقيا ، المرجع السابق ,ص11
25. هيئة مكافحة الجراد الصحراوي في شمال غرب أفريقيا ، المرجع السابق , ص18
26. اللجنة الوطنية الدائمة لمكافحة الجراد الصحراوي ، حوريات الجراد الصحراوي ، أمانة الزراعة ليبيا.
27. مقابلة شخصية مع مدير مكتب الشؤون الفنية باللجنة الوطنية الدائمة لمكافحة الجراد الصحراوي ، أمانة الزراعة ليبيا بتاريخ 3 / 3 /2005