مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (5) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (5) 2014

البصمة الصوتية لبعض أنواع الجنس *Anthocharis* والجنس *Euchloe* (Lepidoptera: Pieridae) في حلب

الدكتور فاضل كعدة*

نوشيك زاريكيان **

(تاريخ الإيداع 7 / 4 / 2014. قبل للنشر في 23 / 10 / 2014)

□ ملخّص □

أجريت الدراسة في مختبر التنوع الحيوي بكلية العلوم جامعة حلب من الشهر الثالث حتى الشهر التاسع لعام 2012 حول القيمة التصنيفية للبصمة الصوتية عند الأنواع الحيوية وتم تسجيل البصمة الصوتية (طقطقة الأجنحة) لبعض أنواع جنس *Anthocharis* والجنس *Euchloe* من ذكور وإناث.

بينت الدراسة أن البصمة الصوتية لكل نوع تختلف عن البصمة الصوتية للأنواع الأخرى، كما أنها تختلف عند شقي النوع الواحد اختلافاً طفيفاً وهذا ما يتوافق مع نتائج التصنيف الكلاسيكي.

إن هذه الدراسة مبنية على الأنواع التي تم جمعها من قبل المؤلفان من مناطق مختلفة من حلب والأنواع والبصمة الصوتية محفوظة في جامعة حلب، كلية العلوم ، قسم الحياة الحيوانية.

الكلمات المفتاحية: بصمة صوتية ، طقطقة أجنحة،جنس *Anthocharis*، جنس *Euchloe*، فصيلة Pieridae، رتبة حرشفيات الأجنحة Lepidoptera.

*مدرس – قسم علم الحياة الحيوانية– كلية العلوم– جامعة حلب – حلب – سورية.

**طالبة دراسات عليا(ماجستير)–قسم علم الحياة الحيوانية– كلية العلوم– جامعة حلب– حلب – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (5) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (5) 2014

Sound -print of some species of *Anthocharis sp.* and *Euchloe sp.* (Pieridae: Lepidoptera) in Aleppo

Dr. Noshek Zarikian*
Fadel Kaadeh**

(Received 7 / 4 / 2014. Accepted 23 / 10 /2014)

□ ABSTRACT □

A study was conducted in the laboratory of biodiversity of Aleppo university's science faculty department of zoology, from the March to September of 2012. The research was about the taxonomic value of sound-print for some bio species. Thus, have been recorded the sound-print (wing clicks) of some species of *Anthocharissp.*and *Euchloe sp.*of males and females.

This study revealed, that theacoustic signatureof each speciesdiffers from theother, as the two genders of the same species different slightly and this is whatagreeswiththe results ofthe classicaltaxonomy.

This studyis based onthe speciesthat have beencollected bythe authorsfrom different areasin Aleppo. Species and acoustic signaturereservedat Aleppo University, Faculty of Science,Department ofanimal life.

Keywords: Lepidoptera, Pieridae, *Anthocharis sp.*, *Euchloe sp.*, sound-print, Wing click.

* **Assistant Professor , Department of Zoology, Faculty of science, Aleppo University -Syria .**
** **Postgraduate student , Department of Zoology, Faculty of science, Aleppo University - Syria**

مقدمة:

إن استخدام خواص الإشارات الصوتية وصفاتها لم يكن دارجاً في الدراسات التصنيفية ، بسبب قلةالبيانات والمعطيات المطلوبة، حتى للمجموعات الحشرية المدروسة جيداً، لكن حالياً وبعد تطور تقنيات تسجيل وعزل وتحليل الصوت أصبحت تستعمل الدراسات الصوتية على مستوى الأنواع الحيوية بشكل واسع بهدف إنشاء مراتب تصنيفية (قد تكون جديدة) لأنواع كثيرة من الحشرات.

عرفت أصوات الحشرات ودونت منذعصور الفلاسفةاليونانية الكلاسيكية، وعلى الأخص أرسطو. وقد أصبحتالإشارات الصوتية للحشرات والسلوك مرتبطة بهفي السنوات الـ 50 – 60 الماضية مواضيع لبحوث علمية مكثفة [1]،وتوسع خلال هذه الفترة اختراع التقنيات الحديثة لتسجيل هذه الأصوات وتحليلها [2].

لقد استخدمت تَنوع الأصوات، كمفاتيح تصنيفية لبعض الأنواع وكمقياس للتنوع الحيوي ومؤشر لصحة المجمع الحيوي.وحاول العديد من العلماء تصنيف الآليات المنتجة للصوت في الحشرات. والأكثر استخداماً تلك الآليات الخمس التالية التي وضعهاايوينغ(1989):[3,4,5]

1-الاهتزازات Vibration[6,7]

2-التطبيل (الطرق)Percussion[8,9]

3-الصرير Stridulation[10]

4- آليات الطقطقة (النقر)Click mechanisms[11]

5- صوت نفخ (طرح) الهواء Air expulsion[12]

أهمية البحث وأهدافه:

الهدف الرئيس من البحثهو تطبيق تقانة البصمة الصوتية لرفرفة الأجنحة في تصنيف أنواع من **رتبة** حرشفية الأجنحة Lepidoptera تستخدم لأول مرة في سورية.وتكمن **أهميته** بوضع مفاتيح تصنيفية جديدة لأنواع وأجناس فصيلةPieridae من رتبة حرشفية الأجنحة Lepidopteraفي حقلٍ أو منطقةٍ ما ، لها علاقة بآفة زراعية موجودة على محصول معين.

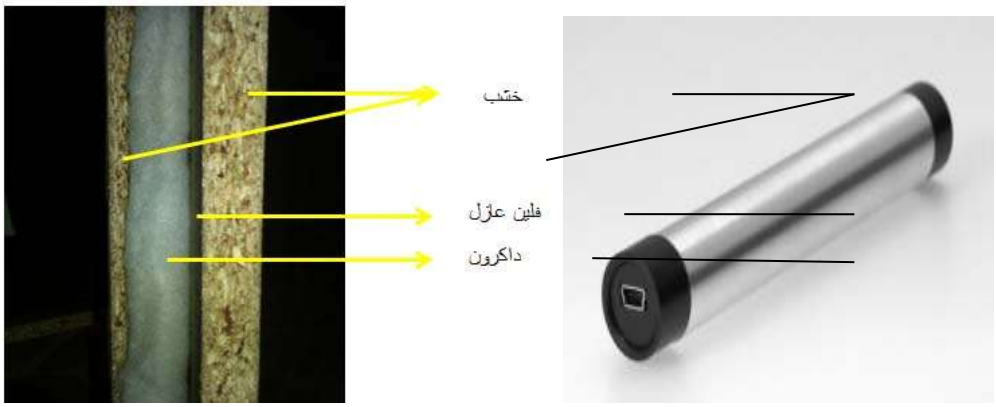
طرائق البحث ومواده:

لقد تم جمع أفراد بالغة من مناطق مختلفة في محافظة حلب(**الليرمون، حريتان، نبل، المسلمية، قلعة سمعان)**، باستخدام الشبكة الخاصة لجمع الحشرات ثم سُجل صوت طقطقة الأجنحة الخاصة لكل نوع ضمن غرفة خشبيةمعزولة صنعت من قبل المؤلفان ذات المواصفات التالية : أبعادها35x25x25 سم والمواد العازلة التي استخدمت في صنعها هي الفلين العازل بسماكة 3مم ومادة الداكرون بسماكة 1.5سم، موضوعة بين طبقتينمن الخشب سماكته 2سم. الشكل (1- أ):

تم تسجيل الصوت بوساطة مكبر صوت Ultrasonic USB Microphone (من صنع شركة Dodotronic الايطالية عام 2006) ذات المواصفات التالية:الشكل (1- ب):

- قدرة التقاط الصوت 250 ك/ثا.
- الثبات 16 وحدة صوتية (bit).

- معدل التردد حتى 100 كيلوهرتز/125 كيلوهرتز.
- 32 وحدة صوتية (bit) 80 ميغاهرتز تحكم متكامل.
- جهاز وصل USB.
- الأبعاد: 130 مم طول x 20 مم قطر.
- الوزن 50غ.
- النظام الثامن ضد التعرج، ذو فلتر للترددات المنخفضة.
- صنع عام 2011نموذج 89/336 قياسي (STD)وقد عولج الصوت بعد ذلك ببرنامج Adobe Audition 3.0



الشكل(1):أ- طبقات الغرفة العازلة ب- مكبرة الصوت

وللتوضيح استخدم رمز dBكوحدة قياس مستوى **شدة الصوت**تسمى الديسيبل.والنبرة ذات التردد 3000 هرتز ذات مستوى الشدة صفر ديسيبل هي فاصل عتبة السمع، أي أضعف صوت تستطيع الأذن البشرية الطبيعية أن تسمعه. ومستوى شدة الصوت الذي قيمته 140 ديسيبلاً هو مؤشر عتبة الألم. ولا تحدث الأصوات ذات المستوى 140ديسيبل أو أكثر إحساسًا بالسمع في الأذن، بينما تحدث إحساسًا بالألم. ويبلغ الهمس نحو 20 ديسيبلاً.

وكذلك استخدم رمزhmsكواحدة للزمن بشكل عشري من الساعات والدقائق والثواني.

المفاتيح التصنيفية التقليدية للأنواع المدروسة.

الأنواع التابعة لجنس *Anthocharis* 1833 ,Boisduval, Rambur, Duméril&Graslin

1- أرضية الأجنحة من الناحية السفلية بيضاء اللون ----------2 (3)

2- البقعة الخلوية السوداء ترسم حدود الخلية الخارجية وهي رفيعة ولا تلامس الحافة الأمامية للأجنحة الأمامية ---------- 2a (2b)

2a- توجد ما تحت المساحة السوداء للزاوية القمية مساحة برتقالية غير محدودة بالأسود *A.*------ *cardamines*

2b- لا توجد مساحة ملونة بالبرتقالي تحت المساحة السوداء----------♀*A. cardamines*

3- البقعة الخلوية عريضة وقليلة السواد وتلامس الحافة الأمامية للأجنحة ---------- 3a (3b)

3a- توجد ما تحت المساحة السوداء للزاوية القمية مساحة برتقالية ذات حدود سوداء ---------- ♂*A. gruneri*

3b– لا توجد مساحة ملونة بالبرتقالي تحت المساحة السوداء----------♀*A. gruneri*

4– أرضية الأجنحة من الناحية السفلية صفراء اللون ---------- 4a (4b)

4a– توجد ما تحت المساحة السوداء للزاوية القمية مساحة برتقالية ذات حدود سوداء ----♂*A. damone*

4b–لا توجد مساحة ملونة بالبرتقالي تحت المساحة السوداء----------♀*A. damone*

الأنواع التابعة لجنس *Euchloe*Hunber, 1819

1–السطح السفلي للأجنحة الخلفية يحوي شبكة من الحراشف الخضراء والبيضاء. الحراشف البيضاء تشكل بقع غير منتظمة الشكل ذات زوايا.----------2 (3)

2–البقع البيضاء قليلة وبيضاوية، تغلب المساحات الخضراء ----------2a (2b)

2a– الزاوية العضدية شديدة السواد والبقع السوداء (القمية والخلوية) ذات حراشف سوداء كثيفة، أرضية الأجنحة سكرية اللون----------♀*E.crameri*

2b– الزاوية العضدية قليلة السواد والبقع السوداء (القمية والخلوية) ذات حراشف سوداء باهتة، أرضية الأجنحة بيضاء اللون----------♂*E. crameri*

3–المساحات الخضراء والبقع البيضاء متساوية التوزع على السطح السفلي للأجنحة الخلفية، البقعة الخلوية السوداء الموجودة على السطح السفلي للأجنحة الأمامية سهمية الشكل وتترك مساحة بيضاء بين خطيها ---------- ----------4 (5)

4–البقعة الخلوية رفيعة عصوية الشكل تلامس الحافة الأمامية للأجنحة الأمامية على الوجه العلوي--4a (4b)

4a– الزاوية العضدية شديدة السواد والبقع السوداء (القمية والخلوية) ذات حراشف سوداء كثيفة، أرضية الأجنحة سكرية اللون----------♀*E.ausonia*

4b– الزاوية العضدية قليلة السواد والبقع السوداء (القمية والخلوية) ذات حراشف سوداء باهتة، أرضية الأجنحة بيضاء اللون----------♂*E. ausonia*

5–البقعة الخلوية عريضة، تأخذ شكل موجة ~ وتلامس الحافة الأمامية للأجنحة الأمامية على الوجه العلوي والزاوية العضدية قليلة السواد والبقع السوداء (القمية والخلوية) ذات حراشف سوداء باهتة، أرضية الأجنحة بيضاء اللون----- ----------♂*E. pulverata*

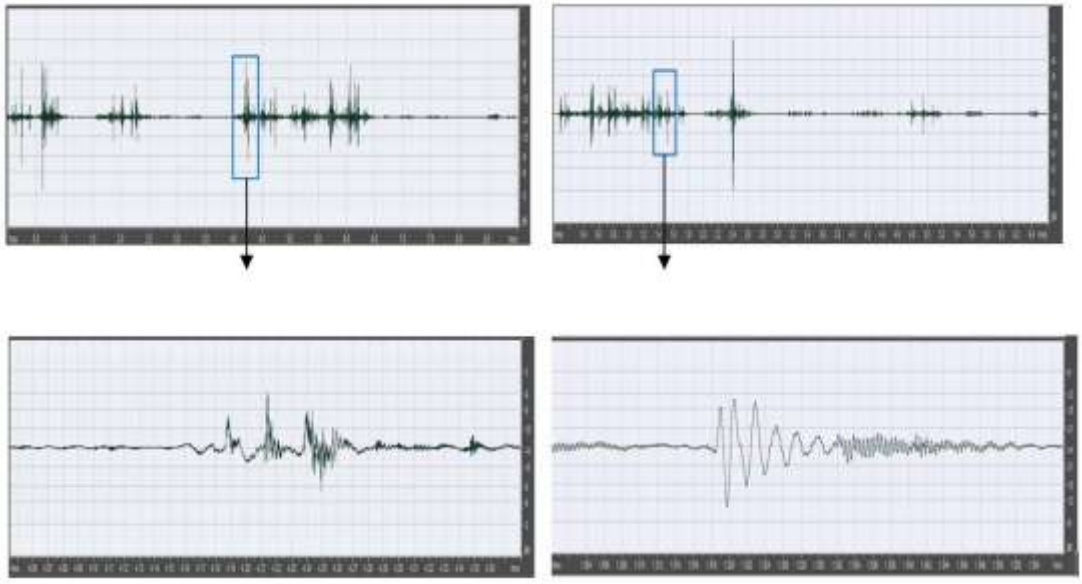
6– السطح السفلي للأجنحة الخلفية مخطط بالحراشف البيضاء والخضراء المتناوبة والزاوية العضدية قليلة السواد والبقع (القمية والخلوية) ذات حراشف سوداء باهتة، أرضية الأجنحة بيضاء اللون---♂*E. belemia*

النتائج والمناقشة:

النوع*Anthocharis cardamines* Linnaeus, 1758 :

إن شدة طقطقة الأجنحة الناتجة عن طيران ذكور أفراد النوع *Anthocharis cardamines*الشكل (2) تساوي تقريباً 12dB–وتتناقص بالتدريج بعد تسجيل ثلاث أمواج طويلة وثلاث أمواج متوسطة وأمواج قصيرة غير محددة العدد خلال فترة زمنية قدرها0.03hms ، أما عند الإناث فالشدة سجلت9– dB، مع ملاحظة تسجيل موجتان طويلتان وعدة أمواج قصيرة مركبة خلال فترة زمنية0.04hms، أما فيما يتعلقبعدد الطقطقات، فقد سجل 3±1 طقطقة عند الذكور ،خلال فترة زمنية 0.4hms، بينما عند الإناث فسجلت 3±1طقطقة خلال 1hms. وقد تراوح الزمن المسجل بين قمتي

طقطقتين بين 0.1– 0.4hmsعند الذكور و0.4– 0.6hmsعند الإناث على التوالي .يتضح من النتائج أن السمة الصوتية المميزة للذكور تختلف عنتلك المميزة للإناث.



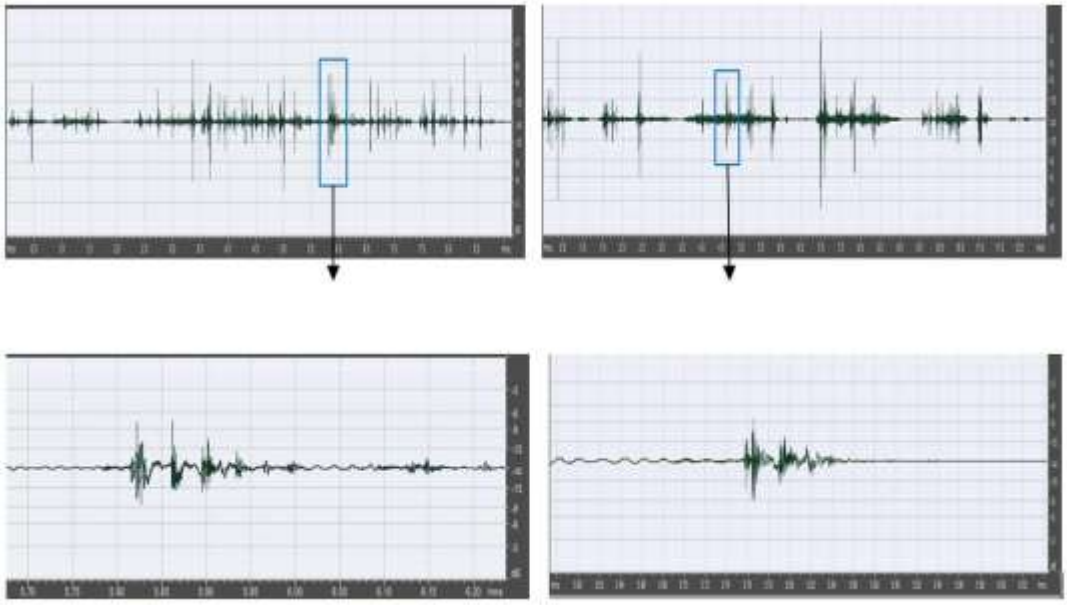
ب أ

الشكل (2): البصمة الصوتية للنوع*Anthocharis cardamines*

أ- البصمة الصوتية للذكور ، ب- البصمة الصوتية للأنثى

النوع*Anthocharis gruneri* Herrich- Schaffer, 1851:

إن شدة طقطقة الأجنحة الناتجة عن طيران أفراد ذكور النوع *Anthocharis gruneri* الشكل (3) تساوي تقريباً 9dB– وتتناقص الشدة بالتدريج بعد تسجيل ثلاث أمواج طويلة وموجتان متوسطتان وأمواج قصيرة مركبة غير محددة العدد خلال فترة زمنية0.04hms ، أما عند الإناث فالشدة تساوي 7– dB ويلاحظ تسجيل ثلاث أمواج طويلة وموجة متوسطة وعدة أمواج قصيرة خلال فترة زمنية تساوي 0.1hms.أما عن عدد الطقطقات فقد سجل 3±1طقطقة عند الذكوروخلال 1.5hms،في حين عند الإناث فقد سجل 3±1طقطقة وخلال زمن أقل قدره1hms. ومن خلال دراسة الزمن المسجل بين قمتي طقطقتين فقد تراوح بين 0.5–hms 0.8عند الذكورو0.3– 0.5hmsعند الإناث. مما تقدم يلاحظ أن السمة الصوتية المميزة للذكور تختلف عنتلك المميزة للإناث.



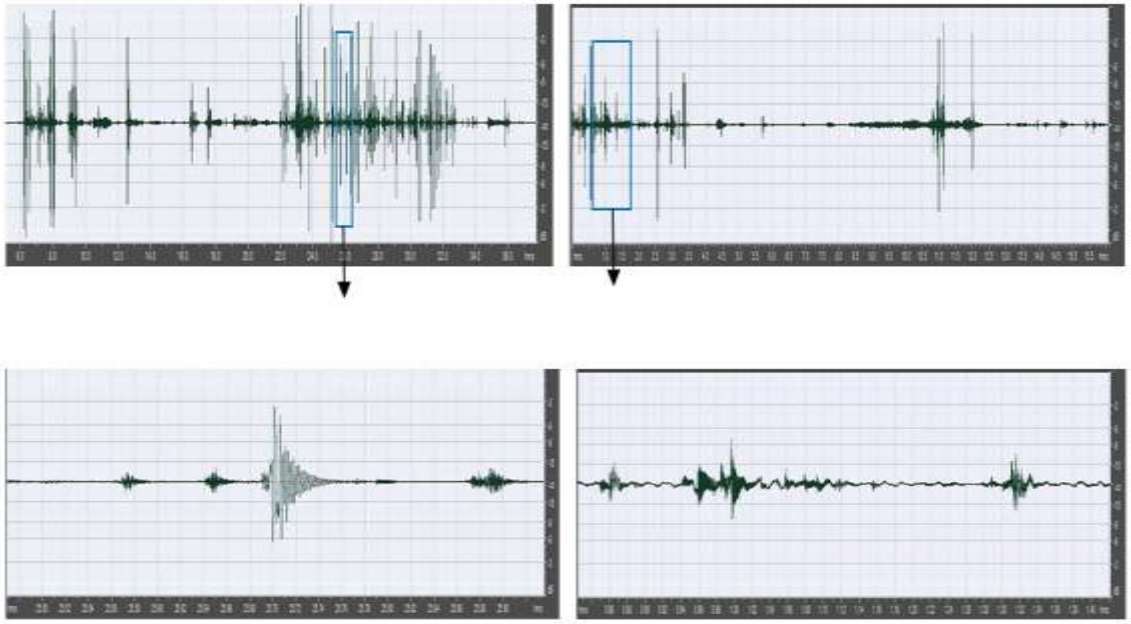
ب أ

الشكل (3): البصمة الصوتية للنوع *Anthocharisgruneri*أ- البصمة الصوتية للذكور ب- البصمة الصوتية للأنثى.

النوع*Anthocharisdamone* Boisduval, 1836:

إن شدة طقطقة الأجنحة الناتجة عن طيران أفراد ذكور النوع *Anthocharisdamone*الشكل (4) تساوي تقريباً 6dB- وتتناقص الشدة بالتدريج بعد تسجيل ثلاث أمواج طويلة وأمواج متوسطة غير واضحة وأمواج قصيرة مركبة غير محددة العدد خلال فترة زمنية0.1hms ، أما الشدة عند الإناث فقد سجلت4- dB، ويلاحظ تسجيل خمس أمواج طويلة وثلاث أمواج متوسطة وعدة أمواج قصيرة خلال فترة زمنية قدرها0.1hms،بينما عدد الطقطقات، فقد كانت متساوية عند الذكور والإناث ، حيث سجل3+1 طقطقة خلال 1hms. والزمن المسجل بين قمتي طقطقتين تراوح بين 0.5 hms–0.8 hmsعند الذكور، و بين0.5– 0.9 hmsعند الإناث.

وهنا يلاحظ النتيجة السابقة نفسها، فالسمة الصوتية المميزة للذكور تختلف عنتلك المميزة للإناث.

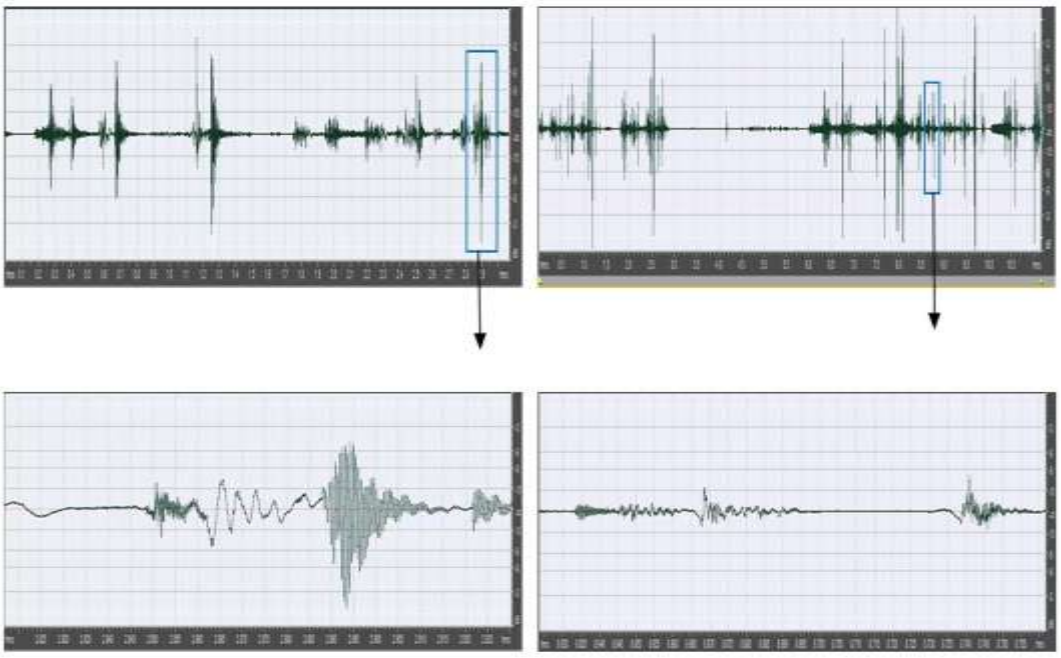


ب أ

الشكل (4):البصمة الصوتية للنوع *Anthocharisdamone*أ- عند الذكور ، ب- عند الإناث

النوع *Euchloecramerii* Butler, 1869 :

إن شدة طقطقة الأجنحة الناتجة عن طيران أفراد ذكور النوع *Euchloecrameri*، الشكل (5) تساوي تقريباً 9dB- وتتناقص بالتدريج بعد تسجيل ثلاث أمواج متوسطة وأمواج قصيرة مركبة غير محددة العدد خلال فترة زمنية 0.03 hms، أما عند الإناث فالشدة تساوي 4- dB ونلاحظ تسجيل ستة أمواج طويلة وسبعة أمواج متوسطة وعدة أمواج قصيرة خلال فترة زمنية تساوي 0.02hms.بينما عدد الطقطقات، فقد كانت متساوية عند الذكور والإناث ، حيث سجل3±1 طقطقة خلال 0.5hms أي أن الزمن أقل مما سجل عند النوع السابق. أما الزمن المسجل بين قمتي طقطقتين فقد جاءت القراءات نفسها عند الذكور مقارنة بالنوع *Anthocharisdamone*، حيث تراوح بين 0.5- 0.8 hms، بينما اختلف الزمن عند الإناث وتراوحبين0.2- 0.7hms فقط.يلاحظ مما تقدم أن السمة الصوتية المميزة للذكور تختلف عنتلك المميزة للإناث أيضاً.



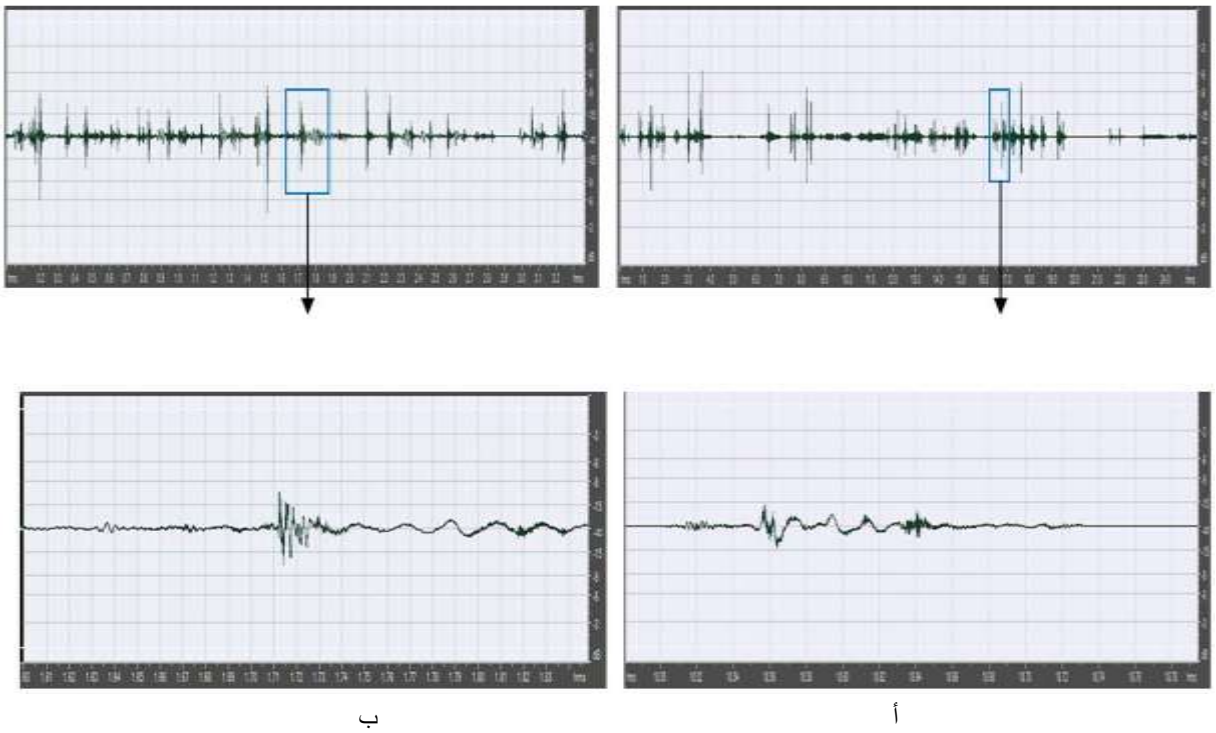
ب أ

الشكل (5):البصمة الصوتية للنوع*Euchloecramer*i أ- البصمة الصوتية للذكور، ب- البصمة الصوتية للأنثى

النوع*Euchloeausonia*Hubner, 1805:

إن شدة طقطقة الأجنحة الناتجة عن طيران ذكور *Euchloeausonia*.الشكل (6)، تساوي تقريباً 12dB- وتتناقص بالتدريج بعد تسجيل خمس أمواج قصيرة مركبة منفتحة خلال فترة زمنية0.08hms ، أما عند الإناث فالشدة سجلت النتيجة نفسها 12- dB، في حين اختلف عدد الأمواج ، حيث لُحِظ ثلاث أمواج متوسطة وثلاث أمواج قصيرة خلال فترة زمنية 0.04hms. أما عدد الطقطقات فقد تراوحت بين 3±1 طقطقة خلال 1.5hmsعند الذكور و3±1 طقطقة خلال 0.3hmsعند الإناث.

إن الزمن المسجل بين قمتي طقطقتين تراوح بين 0.8 -1 hmsعند الذكور بين0.2- 0.4hmsعند الإناث. يلاحظ مما تقدم أن السمة الصوتية المميزة للذكور تختلف أيضاً عنتلك المميزة للإناث.

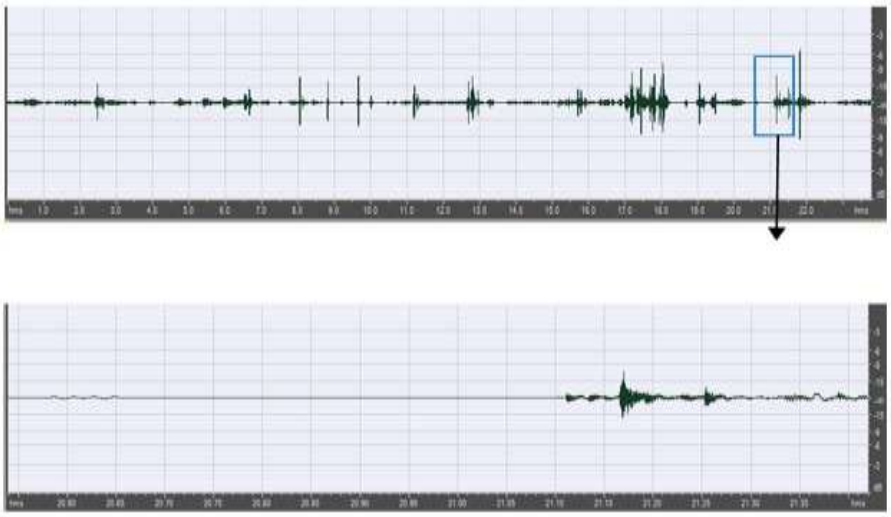


ب أ

الشكل (6):البصمة الصوتية للنوع *Euchloeausonia*أ-البصمة الصوتية للذكور ، ب- البصمة الصوتية للأنثى

النوع*Euchloe (Euchloe)pulverata*Christoph, 1884:

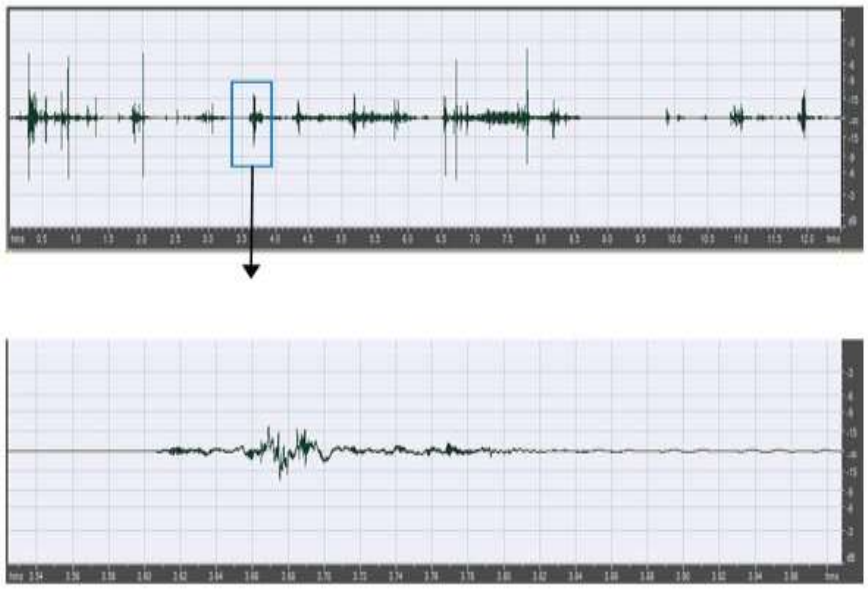
إن شدة طقطقة الأجنحة الناتجة عن طيران ذكور *Euchloepulverata*الشكل (7) تساوي تقريباً 11dB- وتتناقص بالتدريج بعد تسجيل خمس أمواج متوسطة غير واضحة ومركبة وعدة موجات قصيرة مركبة غير محددة العدد خلال فترة زمنية0.2hms وعدد طقطقات أجنحة الذكور 3 ±1 طقطقة خلال1hmوالزمن المسجل بين قمتي طقطقتين يتراوح بين 0.4 – 1hms.ملاحظة. لم تتواجد أفراد إناث في الحشرات المجموعة، لذلك لم يتم تسجيل البصمة الصوتية للإناث.



الشكل (7) : البصمة الصوتية للنوع *Euchloepulverata*(الذكور فقط)

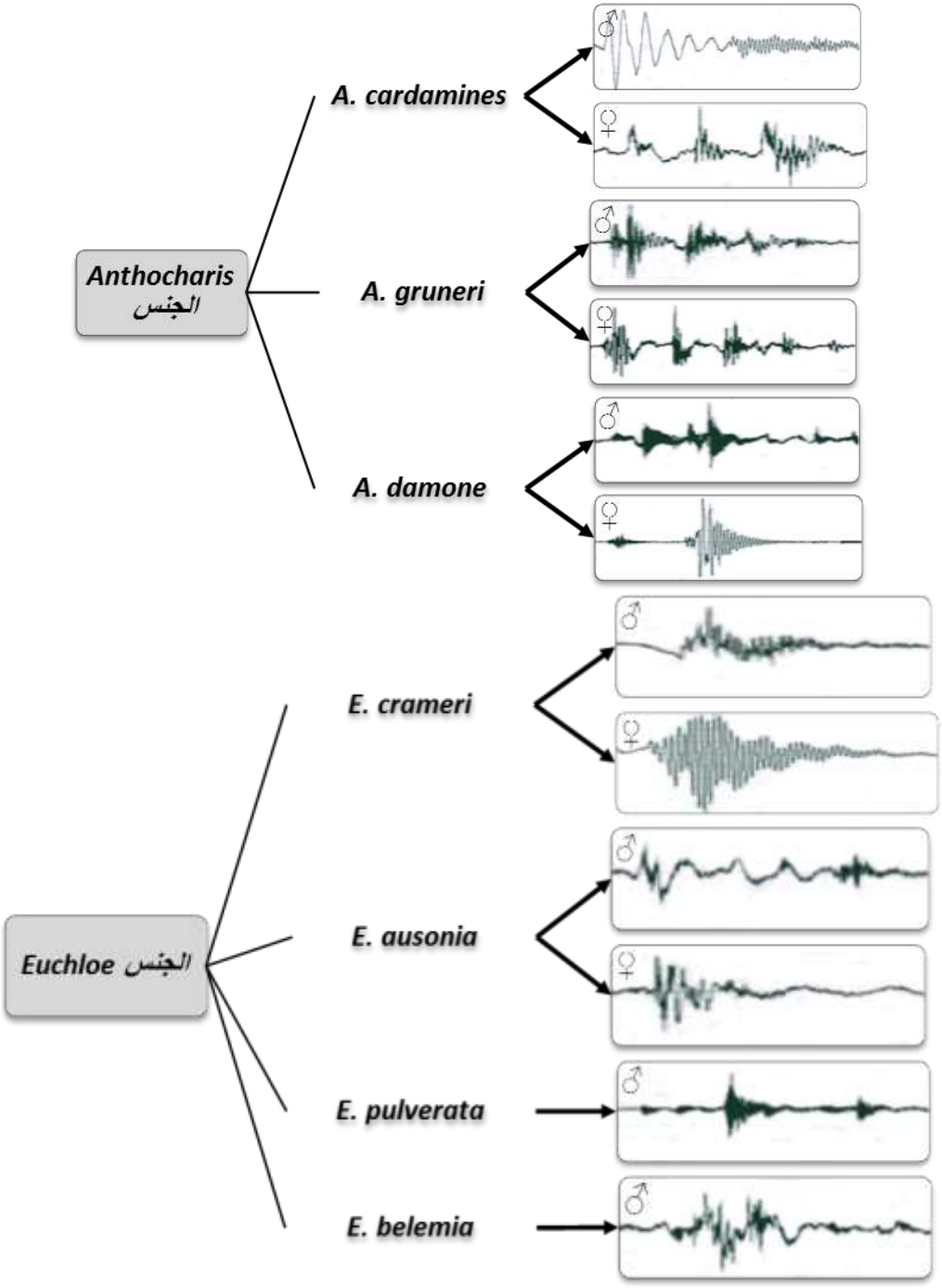
النوع*Euchloebelemia* Esper,1800 :

إن شدة طقطقة الأجنحة الناتجة عن طيران ذكور *Euchloebelemia*الشكل (8) تساوي تقريباً 13dB− وتتناقص بالتدريج بعد تسجيل ست أمواج متوسطة مركبة وأمواج قصيرة غير محددة العدد خلال فترة زمنية 0.2hms وعدد طقطقات أجنحة الذكور 3 ±1 طقطقة خلال1.5hmsوالزمن المسجل بين قمتي طقطقتين تراوح بين 0.5– 0.9hms. لم يعثرعلى أفراد من إناث النوع أثناء الجمع ، لذلك لم يتم تسجيل البصمة الصوتية للإناث.



الشكل (8): البصمة الصوتية للنوع *Euchloebelemia*(الذكور فقط)

وكنتيجة لما سبق تم وضع مفتاح تصنيفي صوتي للأنواع السابقة التابعة للجنسين ***Anthocharis*** و ***Euchloe*** وفق المخطط التالي:



الاستنتاجات والتوصيات:

- تؤكد الدراسة الحالية الفرضية القائلة:**أنحاسة السمع تلعب دوراً وظيفياً للاتصال داخل وبين أنواع***Anthocharis sp.* وأنواع *Euchloe sp.*.

- إن طول الأمواج والشدة المسجلة خلال زمن محدد لصوت الطقطقة عند كل نوع يعد إشارة مرسلة من فرد لآخر ضمن الجماعة نفسها وبالتالي يستجابلهذه الإشارة من قبل الأفراد الأخرى لأغراض مختلفة، قد تكون للهجرة الجماعية أو التزاوج أو الهروب من الأعداء....، وهذا بدوره يعطي ملامح تصنيفية للأنواع لأن الصوت الصادر بشدته وذبذباته يتناسب مع حجم النوع وثقله ومن ثمّ يمكن وضع مفتاح تصنيفي للأنواع.[13]

- هناك أهمية كبيرة **لتسجيل البصمة الصوتية** في حقلٍ أو منطقةٍ جغرافية ما بهدف معرفة الأنواع الموجودة في تلك المنطقة أو الآفة المنتشرة على محصول معين أو الخلل البيئي الذي يصيب نظام بيئي محدد، في حال حدوث تغيرات حادة في الأنواع السائدة فيه، كون بعض الأنواع تعد مؤشرات حيوية وذلك بوساطة الدراسة الدورية لهذه المنطقة صوتياً. [14,15]

المراجع:

-Haskell, P. T. *Insect Sounds*. H. F. and G. Witherby Ltd, London,1961. p. 189.

-Michelsen, A.*Environmental basis of sound communication in insects*, In *Acoustic and Vibrational Communication in Insects*.Kalmring, K. and Elsner, N., Eds., Paul Parey, Berlin.1985.

-Ewing, A. W. *Arthropod Bioacoustics*: *Neurobiology and Behaviour*. Edinburgh University Press, Edinburgh,1989. p. 260.

-Ewing, A. W.and Bennet-Clark, H. C. ,*The courtship songs of Drosophila*. Behaviour 31: 1968.288 – 301.

-Ewing, A. W. and Miyan, J. A. *Sexual selection, sexual isolation and the evolution of song inthe Drosophila repleta group of species*, Animal Behaviour 34:1986. 421–429.

-Bennet-Clark, H. C.*The mechanism and efficiency of sound production in mole crickets*. Journal of Experimental Biology 52:1970b. 619 – 652.

-Bennet-Clark, H. C.*Acoustics of insect song*, Nature 234:1971. 255 – 259.

-Bailey, W. J.*Insect duets: underlying mechanisms and their evolution.* Physiological Entomology 28:2003. 157 – 174.

-Howse, P. E..*The significance of sound produced by the termite Zootermopsis angusticollis (Hagen).* Animal Behaviour 12: 1964. 284 – 300.

-Bailey, W. J. and Field, G.*Acoustic satellite behaviour in the Australian bushcricket Elephantodetanobilis (Phaneropterinae; Tettigoniidae; Orthoptera),* Animal Behaviour 39: 2000. 361 – 369.

-Bennet-Clark, H. C.*Resonators in insect sound production*: *how insects produce loud pure-tone songs*. Journal of Experimental Biology 202: 1999a.3347 – 3357.

-Pye, J. D. and Langbauer, W. R. Jr. *Ultrasound and infrasound*, In Anima *Acoustic Communication:Sound Analysis and Research Methods*, Hopp, S. L., Owren, M. J., and Evans, C. S., Eds., Springer-Verlag, Berlin,1998. pp. 221 – 249.

-Wallace, M. S. and Deitz, L. L. *Phylogeny and systematics of the treehopper subfamilyCentrotinae (Hemiptera: Membracidae),* Memoirs on Entomology, International Associated Publishers, FL.2004

-Van Dijken, M. J. and Van Alpen, J. J. M. *The ecological significance of differences in host detection behaviour in coexisting parasitoid species*, Ecological Entomology 23: 1998 .265 – 270.

-Tishechkin, D. Yu..*Vibrational communication in Cicadellinaesensulato and Typhlocybinaeleafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) with notes on classification of higher taxa*.RussianEntomological Journal 9(4): 2001. 283 – 314.

-Mathew, J. and Travassos, M..*The singing reapear: Diet, morphology and vibrationalsignaling in the nearctic species Fenisecatarquinius (Lepidoptera: Lycaenidae, Miletinae)*.Trop..Lepid.Res., 18(1)2008:24-29.

-Bura, L. V. and Rohwer, G. V.*Whistling in caterpillars (Amorphajuglandis, Bombycoidea): sound-producing mechanism and function.* The Journal of Experimental Biology 214 .2011.30-37

-Zagorinsky, A. A. Zhantiev, R.D. Korsunovskaya, O. S.*The sound signals of Hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae).* Entomologicheskoe Obozrenie, Vol. 91, No. 2, 2012.233–237.