تصنيف بعض أنواع الحشرات التابعة للجنس *Lixus* (Curculionidae: Lixinae) على محصول الشوندر السكري/البنجر في المنطقة الوسطى من سورية

وفاء مجاهد الأحمد وفهمية الجملي

مخبر الحشرات الإقتصادية، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة البعث، ص.ب. 66، حمص، سورية، البريد الإلكتروني: jory131@gmail.com

الملخص

الأحمد، وفاء مجاهد وفهمية الجملي. 2013. تصنيف بعض أنواع الحشرات التابعة للجنس *Lixus* (Curculionidae: Lixinae) على محصول الشوندر السكري/البنجر في المنطقة الوسطى. مجلة وقاية النبات العربية، 31(2): 99-104.

أجريت هذه الدراسة في خمسة مواقع من المنطقة الوسطى، (سورية) في حقول مزروعة بالشوندر السكري/البنجر (العروة الشتوية) جمعت خلالها 317 عينة حشرية تابعة لجنس *Lixus* خلال موسمي 2009 و2010. تم خلال هذه الدراسة تعريف خمسة أنواع تابعة لجنس *Lixus* من فصيلة السوس Curculionidae وتحت فصيلة Lixinae وهذه الأنواع هي: *Lixus incanescens* (Boheman, 1835)، *Lixus junci* (Boheman, 1836)، *Lixus angustatus* (Fabricius, 1801)، *Lixus elongates* (Boheman, 1943) و *Lixus scabricollis* (Schneider, 1828) وهذه الأنواع تسجل للمرة الأولى في سورية.

كلمات مفتاحية: *Lixus*، الشوندر السكري/البنجر، فصيلة السوس، التصنيف.

المقدمة

يعد الشوندر السكري/البنجر المحصول الرئيس لإنتاج السكر في المنطقة المعتدلة والباردة من العالم، حيث تتراوح نسبة السكر في الجذور من 16-22% وقد ترتفع في الأصناف الحديثة إلى 24%. يحتل هذا المحصول المرتبة الثانية بعد قصب السكر من حيث المساحة المزروعة والإنتاج العالمي (8). تحتل سورية المركز الثالث بإنتاج الشوندر السكري في الوطن العربي لعام 2009 بعد مصر والمغرب بواقع أنتاج 1104.86 ألف طن (1).

يصاب الشوندر السكري بالعديد من الآفات الحشرية التابعة لغمدية الأجنحة Coleoptera والتي من أهمها الخنفساء البرغوثية *Chaetocnema tibialis* والخنفساء السلحفاتية *Cassida vittat* إضافة إلى يرقات حرشفية الأجنحة Lepidoptera وحشرات السوس خاصة سوسة الشوندر السكر *Bothynoderes punctiventris* (Gyllenhal, 1834) التي تعتبر آفة خطيرة بالعديد من الدول الأوروبية (6).

إن تعريف آفات فصيلة السوس يعتمد على حراقف الأرجل الخلفية المتحركة، حيث كانت المعادلة الرسغية 5-5-5 لكن العقلة الرابعة صغيرة ومخفية بين فصوص العقلة الثالثة، إضافة إلى عدم وجود عروق مستعرضة في الأجنحة الخلفية (15)، وعدم اتضاح الدروز الجانبية في الصدر الأمامي، كما أن الرأس يستطيل إلى خرطوم (2)، وتأخذ قرون الاستشعار أشكال مختلفة (4) قد تكون صولجانية أو مرفقية وتخرج عادة من طرف امتداد الرأس (3). تضم فصيلة السوس Curculionidae مجموعة من تحت الفصائل والتي منها تحت فصيلة Lixinae التي يتبع لها الجنس *Lixus*. يعتبر الجنس *Lixus* ذو انتشار عالمي ويضم حوالي 500 نوع (5).

أشار Zwolfer و Harris (18) إلى أن كل من يرقات وعذارى وبالغات أنواع الجنس *Lixus* ذات شكل متطاول ورشيق ذات تكيف عالي مع العائل النباتي العشبي خاصة جزء الساق الرئيسي له، بينما هناك أنواع قليلة متكيفة لمهاجمة الجذور والبراعم. خرطوم الإناث أطول من الذكور ومقوس بما يتناسب مع النقر التي تصنعها الأنثى ضمن ساق العائل لوضع البيض.

تتسم الأنواع التابعة للجنس *Lixus* باتساع المجال العائلي لها حيث يمكن أن تنمو وتتطور على العديد من الأنواع النباتية المعروفة، والتابعة لفصائل نباتية مختلفة مثل: الفصيلة السرمقية والفصيلة الصليبية والفصيلة الخيمية (11). كما تعتبر بعض أنواع الجنس *Lixus* آفات حقيقية (16)، وبعضها آفات خطيرة على الإنتاج الزراعي (13، 17) إلا أن لبعض أنواع هذا الجنس استخدامات هامه في المكافحة البيولوجية للأعشاب (7، 10).

تنشط بعض أنواع الجنس *Lixus* مبكراً في الربيع كالأنواع: *L. filiformis* Fabricius، *L. cardui* Olivier، *L. bardanae* Fabricius، بالمقارنة مع أجناس أخرى من تحت فصيلة Lixinae كالجنس *Larinus* التي تنشط في أواخر الربيع وبشكل عام تنشط الذكور قبل الإناث في الربيع المبكر (9).

إن تعريف آفات الجنس *Lixus* ليس أمراً سهلاً، فالتصنيف المورفولوجي العام لهذا الجنس يعتمد على شكل الخرطوم والأغماد. ولقلة الدراسات التصنيفية حول هذا الجنس، هدفت الدراسة الحالية إلى توسيع معرفتنا بأنواع الجنس *Lixus* على محصول الشوندر السكري في المنطقة الوسطى من خلال التفريق المورفولوجي بينها والتحري عن الطريقة المثلى لجمعها.

مواد البحث وطرائقه

مواقع الدراسة

تم جمع الحشرات من خمسة مواقع مختلفة جغرافياً وبيئياً ضمن المنطقة الوسطى في سورية، ثلاثة منها تقع في محافظة حمص (مركز البحوث الزراعية العلمية في حمص وموقع القصير وموقع جبورين) إضافة إلى مركز البحوث العلمية الزراعية في حماه ومركز البحوث العلمية الزراعية في منطقة الغاب التابعة لمحافظة حماه. أجريت هذه التجربة خلال موسمي 2009 و 2010 في المواقع الآتية:

- موقع جبورين: يبعد 20 كم شمال مدينة حمص على نهر العاصي، يرتفع 400 م عن سطح البحر ومساحة الموقع هكتار واحد.
- موقع القصير: يبعد 30 كم جنوب غرب مدينة حمص، يرتفع 532 م عن سطح البحر، ويقع ضمن مناطق الاستقرار الأولى والثانية والثالثة والرابعة، مساحة الموقع 3 هكتارات.
- مركز البحوث الزراعية في حمص، يقع ضمن مدينة حمص على ارتفاع 496 م فوق سطح البحر، مساحة الموقع هكتار واحد.
- مركز البحوث الزراعية في حماه، يبعد 39 كم شمال مدينة حمص، ويرتفع 320 م فوق سطح البحر، مساحة الموقع 0.8 هكتار.
- مركز البحوث الزراعية في الغاب يبعد 110 كم شمال مدينة حمص، يرتفع 222 م فوق سطح البحر، مساحة الموقع 2 هكتار.

جمع الحشرات وحفظها

جمعت حشرات فصيلة السوس خلال العروة الشتوية للشوندر السكري لموسمي 2009 و2010 من حقول الشوندر السابقة الذكر أسبوعياً اعتباراً من مرحلة تغطية الأوراق للحقل بنسبة 70% ولغاية مرحلة وصول الجذور إلى الحجم المناسب للحصاد. تم جمع الحشرات بأكثر من طريقة بهدف معرفة الطريقة المثلى للتحري عن حشرات هذا الجنس وهذه الطرق هي:

- الجمع اليدوي: ويقصد بها جمع الحشرات بطريقة الالتقاط اليدوي من كل نبات على حدة حددت مساحة دونم في كل عملية جمع من المواقع السابقة الذكر، وتم اختيار 25 نبات عشوائياً من كل دونم، وتم في كل مرة تغيير مكان الجمع ضمن الحقل الواحد عن المرة السابقة. حفظت الحشرات الملتقطة في عبوات زجاجية مملؤة بالكحول الايثيلي 70% كسائل حفظ، ووضع بداخلها بطاقة تعريف تبين مكان وتاريخ الجمع ومرحلة نمو النبات المرافقة.
- المصائد المائية: وهي أوعية بلاستيكية صفراء أبعادها 30×20×10 سم تدفن ضمن التربة بحيث يبقى منها 2 سم فوق سطح التربة، يوضع فيها الماء مع سائل تنظيف لمنع طفو الحشرات على السطح، بحيث لا يقل ارتفاع الماء عن 4 سم. تم تفريغ المصائد أسبوعياً حيث أخذت العينات منها ووضعت ضمن الكحول الايثيلي (70%) في عبوات بلاستيكية تحوي لاصقة تبين مكان وتاريخ الجمع والطور الفينولوجي للنبات.
- تم استخدام شبكة الصيد ولكنها لم تكن ذات فعالية.

تصنيف الحشرات

عزلت حشرات فصيلة السوس، وعرفت في مرحلة لاحقة أهم الأجناس. تم الإعتماد على المفاتيح التصنيفية لـ Morris (12) والذي صنف وعرف حشرات فصيلة السوس إلى أجناسها وأنواعها بالاعتماد على الصفات المورفولوجية (شكل الخرطوم، الأغماد..). تم الإستعانة بالمكبرة Nikon والتي كانت قوة تكبيرها 3*14*15 مرة والمجهزة بكاميرا موصولة بجهاز كمبيوتر لالتقاط الصور لاستخدامها في المفاتيح التصنيفية للجنس أو للأنواع. كما قام Levent Gultekin، جامعة أتاتورك التركية، بتصنيف بعض الأنواع والتأكد من البعض الآخر.

النتائج

بينت نتائج هذه الدراسة انتشار عدة أنواع لجنس *Lixus* في حقول الشوندر السكري في المنطقة الوسطى. كانت طريقة الجمع اليدوي لحشرات هذه الفصيلة هي الأكثر فعالية بسبب تركز وجود الحشرات بقاعدة الأوراق، وتعذر جمعها بشبكة الصيد التي تعتمد على جمع الحشرات الطائرة فوق النباتات أو تلك التي تتواجد معظم الوقت على قمة النبات.

تصنيف وتعريف الأنواع الحشرية الملتقطة

في البداية كان لا بد من تمييز الجنس *Lixus* عن الأجناس الأخرى التابعة لفصيلة السوس بالإعتماد على شكل الخرطوم والأغماد فالخرطوم عند الجنس *Lixus* اسطواني مستدق الطرفين وناعم، ذو قاعدة غير عريضة أي أنه غير عريض عند قاعدته من جانبيه (12) (شكل 1-A). كما تميز هذا الخرطوم بتقعر ظهري دقيق متوسط، كما أن الدرز على جانبي الفكوك لا يستمر إلى ما بعد نقطة اتصال قرني

الاستشعار (شكل 1-B). تميزتالأغماد بأنها متطاولة، يصل طولها إلى ضعف عرضها (شكل 1-C)، وكان البرونوتوم (يشير إلى الصفائح الصدرية منظر ظهري) متطاول (12).

المميزات التصنيفية التفريقية لأنواع الجنس *Lixus*

يوصف الجنس *Lixus* بأنه ذو مظهر حسن، وهو يتواجد في عدة دول أوروبية. يرتبط الشكل المتطاول بعادات حفر الساق ليرقاته، وسجل منه 6 أنواع في انكلترا. تتميز أنواع هذا الجنس بالطبقة الغبارية أوالزغبية التي تغطي العينات الحية. وضحت هذه الدراسة وجود خمس أنواع من جنس *Lixus* منتشرة في المنطقة الوسطى من سورية وهذه الأنواع *L. incanescens*، *L. junci*، *L. angustatus*، *L. elongates* و *Lixus scabricollis* .

قام Gultekin بتعريف النوعين *L. junci* و *L. incanescens*. تم خلال هذه الدراسة جمع 64 عينة من النوع *L. junci* (شكل 2-D) من جميع مواقع الدراسة خلال عامي 2009 و 2010. أما النوع *L. incanescens* (شكل 2-E) فقد جمع منه 7 عينات من مواقع الغاب والقصير خلال موسم 2009 ولم يلاحظ وجوده خلال موسم 2010.

تم تصنيف باقي الأنواع بالاعتماد على المفاتيح التصنيفية لـ Morris (12). حيث تم التمييز بينها بالاعتماد على عقلة الأصل مقارنة مع عقل الشمروخ الثلاثة الأولى مجتمعة، وبناء عليه قسمت باقي الأنواع إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى: حيث كانت عقلة الأصل أطول من عرض الخرطوم عند نقطة إدخال قرن الاستشعار وأطول من العقل الثلاثة الأولى من الشمروخ مجتمعة مع بعضها (شكل 2-A)، وهي أنواع كبيرة بطول 8–17.5 مم. تضم هذه المجموعة *L. angustatus*.

المجموعة الثانية: حيث كانت عقلة الأصل أقصر من عرض الخرطوم عند نقطة إدخال قرن الاستشعار وهو ليس أطول أو نادراً أطول من العقل الثلاثة الأولى من الشمروخ مجتمعة، وهي أنواع صغيرة طولها 4–9.5 مم، وتضم هذه المجموعة كلاً من *L. scabricollis* و *L. elongates*.

المميزات التصنيفية للنوع *L. angustatus*

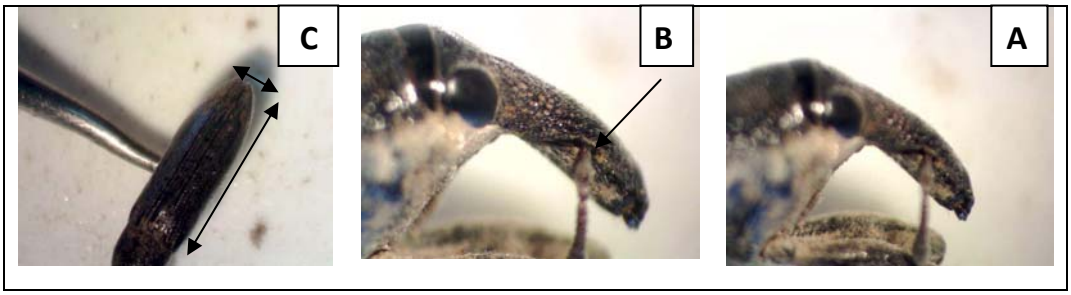
– الأغماد مدورة عند القمة (شكل 2-B)، غير متعرجة وهي أنواع خشنة وأقل نعومة ورهافة.

البرونوتوم بدون حدود واضحة أو شريط جانبي فاتح، عقلة الشمروخ الثانية أطول بمرتين أو أكثر من الثالثة، البرونوتوم مجعد أي أكثر خشونة وقساوة، الخرطوم خشن بوضوح، الغمد غير متطاول في القمة (شكل 2-C) الطول 10 مم. جمعت عينة واحدة من هذا النوع من موقع جبورين خلال موسم 2009.

المميزات التفريقية للنوعين *L. scabricollis* و *L. elongates*

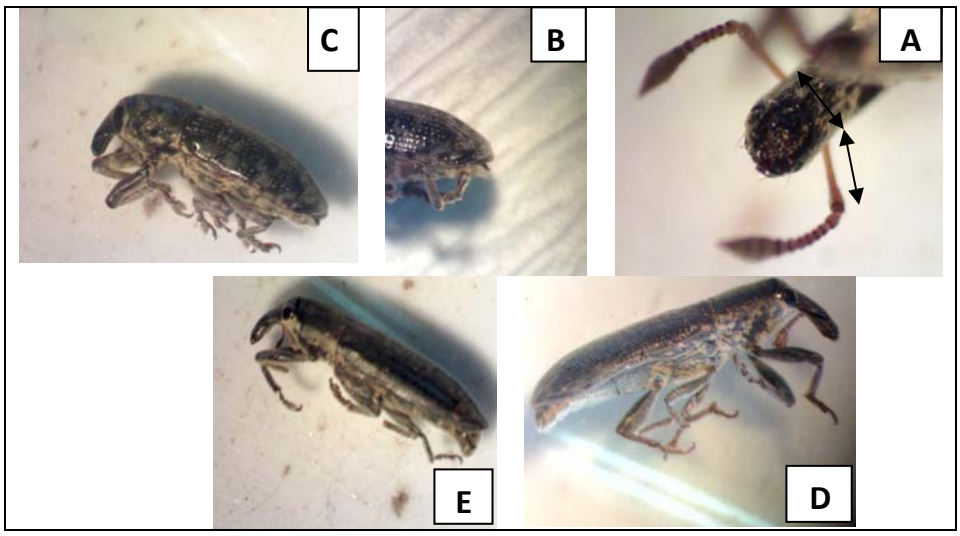
ضمت المجموعة الثانية من الأنواع التابعة للجنس *Lixus* كلاً من *L.scabricollis* و *L.elongatus* حيث أنهما يشتركان بصفة طول عقلة الأصل أقصر من عرض الخرطوم عند نقطة إدخال قرن الاستشعار وتم تفريق أحدهما عن الآخر بالاعتماد على طول الخرطوم بالنسبة لطول البرونوتوم وفق ما يلي:

– النوع *L. elongates* (شكل 3-C) الخرطوم أطول أو بطول البرونوتوم تقريباً (شكل 3-A)، الرأس أضيق، مستطيل، جوانبه متقاربة من الأمام، العيون بارزة، بعيدة عن الحافة الأمامية للبرونوتوم بمسافة أكثر من عرض العينين، البرونوتوم يكون مستعرض، الحواف متقاربة بشدةً من الأمام، قاعدة الغمد متعرجة بقوة، قمة الغمد متطاولة قليلاً (شكل 3-B)، الطول 6.3 مل. جمع عينة واحدة من هذا النوع من موقع الغاب خلال موسم 2009.



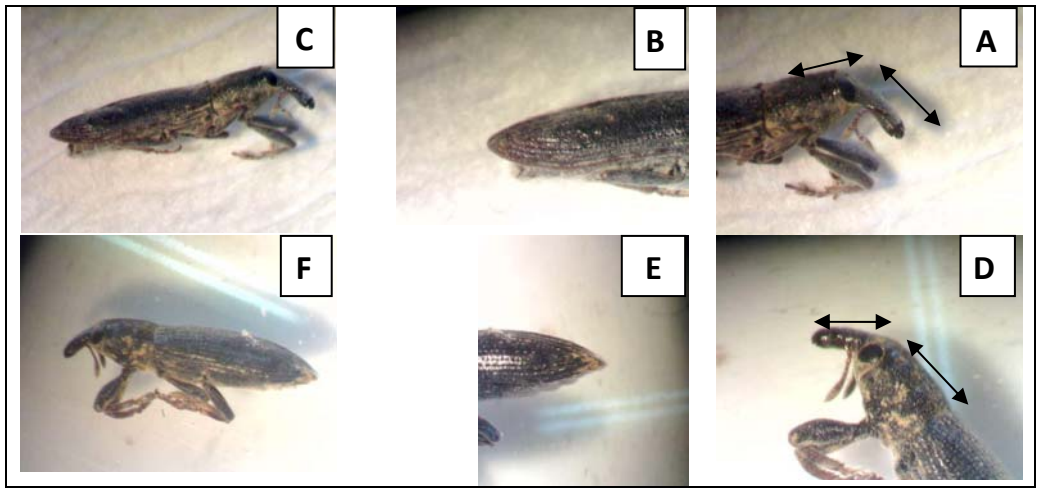
شكل 1. المميزات التفريقية للجنس *Lixus* : (A) الخرطوم أسطواني مستدق الطرفين، (B) عدم استمرار الدرز بعد نقطة اتصال قرن الاستشعار، (C) الأغماد متطاولة الطول ضعف العرض.

Figure 1. Taxonomic characteristics of the genus *lixus:* (A) Rostrum subcylindrical (B) scrobe not continued beyond the antennal insertion (C) Elytra elongate twice as long as broad.



شكل 2. صور توضح أهم مميزات النوع *L. angustatus* مع صورة لكل من النوعين *L.junci* و *L. incanescens*: (A) الأصل أطول من عرض الخرطوم عند نقطة اتصال قرن الاستشعار، (B) نهاية الغمد مدورة، (C) صورة للنوع *L. angustatus*، (D) صورة للنوع *L. junci*، (E) صورة للنوع *L. incanescens*.

Figure 2. Photos to show features of *L. angustatus*, *L. junci*, and *L. incanescens:* (A) Scape longer than the width of rostrum at antennal insertion, (B) elytron rounded at apix, (C) Photos of *L. angustatus*, (D) Photos of *L. junci*.(E) Photos of *L.incanescens*.



شكل 3. صور توضح أهم المميزات التفريقية لكل من *L. scabricollis* و *L. elongatus*: (A) الخرطوم أطول من البرونوتوم، (B) نهاية الغمد متطاولة قليلاً، (C) صورة للنوع *L. elongatus*، (D) الخرطوم أقصر من البرونوتوم، (E) قمة الغمد مستطيلة إلى زائدة،(F) صورة للنوع *L. scabricollis*.

Figure 3. Taxonomic characteristiscs to differentiate between *L.scabricollis* and *L. elongates:* (A) Rostrum longer than pronotum, (B) apix of elytra very weakly produced, (C) photo of *L.elongatus*, (D) Rostrum shorter than pronotum, (E) elytral apices clearly produced, (F) photo of *L. scabricollis*.

- النوع *L. scabricollis* الخرطوم أقصر بوضوح من البرونوتوم (شكل 3-D)، الرأس واسع مستعرض، العيون مسطحة قريبة من الحافة الأمامية للبرونوتوم لا تبعد عنها بأكثر من عرض العينان، البرونوتوم مستطيلة حوافها متوازية، قاعدة الغمد مستقيمة قمة الغمد مستطيلة بوضوح إلى زائدة (شكل 3-E). تراوح طول الحشرات التي تم جمعها من 4.5–6 مم (شكل 3-F). تم خلال هذه الدراسة جمع 244 عينة من هذا النوع من جميع مواقع الدراسة خلال موسمي 2009 و، 010، ونظراً للأعداد الكبيرة التي جمعت من هذا النوع فقد تم التأكد من صحة تصنيفه بمساعدة الدكتور Gultekin.

المناقشة

أكدت هذه الدراسة بأن ظهور الحشرات الكاملة لمعظم الأنواع المصنفة في المنطقة الوسطى يبدأ من نهاية شهر أيار (نهاية الربيع) وبداية شهر حزيران/يونيو (بداية الصيف)، حيث سجل الظهور الأولي للأنواع *L. scabricollis*، *L. junci* و *L. incanescens* بنهاية الربيع بتاريخ 2009/5/15 و2010/5/24 وهذا مخالف لنتائج Gültekin (9) في تركيا الذي أشار إلى ظهور أنواع أخرى من جنس *Lixus* (*L. filiformis*، *L. cardui*، *L. bardanae*) ببداية فصل الربيع، ربما لاختلاف الظروف البيئية.

كانت طريقة الجمع اليدوي الأكثر فعالية في جمع حشرات هذه الفصيلة مقارنة مع المصائد المائية وشبكة الصيد وهذا يتوافق مع ما نشره Sadeghi وآخرون (14) الذين أكدوا بأن الجمع اليدوي هو الطريقة الأكثر فاعلية للجمع، حيث بلغ متوسط مجموع حشرات فصيلة السوس 3.7 حشرة/م^2 الذي تم جمعها خلال موسم 2009 في موقع جبورين و 3.4 حشرة/م^2 في موقع بحوث حمص، بينما لم يتجاوز عدد الحشرات المجموعة بواسطة المصائد المائية في جبورين 0.33 حشرة/م^2 و 0.31 حشرة/م^2 في بحوث حمص.

أدت هذه الدراسة إلى تعريف وتصنيف خمسة أنواع حشرية من الجنس*Lixus* التابعة لفصيلة السوس على الشوندر السكري في المنطقة الوسطى وهي: *L.junci*، *L.incanescens*، *L.angustatus*، *L.elongatus* و *L.scabricollis* ويعتبر هذا البحث بمثابة التسجيل الأول لهذه الأنواع في سورية.

شكر وتقدير

يتقدم الباحثان بالشكر والتقدير للدكتور Levent Gultekin جامعة أتاتورك، تركيا، لقيامه بتصنيف بعض الأنواع التي شملتها هذه الدراسة.

Abstract

Al-Ahmed, W.M and F. Al-Jamly. 2013. Identification of some *Lixus* spp. (Curculionidae) on sugar beet in the central region of Syria. Arab Journal of Plant Protection, 31(2): 99-104.

This study was carried out in five different locations in winter sugar beet fields in the central region of Syria. 317 insect specimens were collected during 2009 and 2010 seasons. Five species that belong to the genus *Lixus,* family Curculionidae, and subfamily Lixinae were identified: *Lixus incanescens* Boheman, *Lixus junci* Boheman, *Lixus angustatus* Fabricius, *Lixus elongates* Boheman *and Lixus scabricollis* Schneider. This study is considered as the first record for these species in Syria.

Keywords: *Lixus,* sugar beet, Curculionidae, classification.

Corresponding author: ***W.M. Al-Ahmed, Entomology Lab., Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Al-Baath, P.O. Box 66, Homs, Syria, Email: jory131@gmail.com***

المراجع

1. **الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية،** 2009.
2. **عبد السلام، أحمد لطفي وعوني محمد جنيدي.** 1983. مقدمة في بيولوجيا الحشرات وتنوعها، القاهرة، دار المريخ للنشر. الرياض. المملكة العربية السعودية.
3. **كعكة، نوال عبد القادر.** 1988. مورفولوجيا وتصنيف الحشرات. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، حلب، سورية.
4. **ياقتي، رضوان ومحمد وليد ادراو.** 2003. مورفولوجيا وتصنيف الحشرات (نظري-عملي) منشورات جامعة حلب وكلية الزراعة الثانية بدير الزور، سورية.
5. **Csiki, E.** 1934. Coleopterorum Catalogus auspiciis et auxilio W. Junk editus a S. Schenkling. Pars 134. Curculionidae: subfam Cleoninae. Junk, Berlin, 152 pp.
6. **Fisher, S. and M. May.** 2001. Sugar production in Turkey. British Sugar Beet Review, 68: 27-30.
7. **Freese, G.** 1994. Insect complexes associated with the stem of seven thistle species. Entomologia Generalis, 19: 191-207.

References

8. **Getz, H.P.** 2000. Sucrose accumulation and synthesis in sugar beet. Developments in Crop Science, 26: 55-77.
9. **Gültekin, L.** 2007. Oviposition niches and behavior of the genus *Lixus* Fabricius (Coleoptera: Curculonidae, Lixinae). Entomologica Fennica, 18: 74- 81.
10. **Gültekin, L**. 2004. Weevils associated with Musk thistle (*Carduus nutans* L.) and biology of *Lixus filiformis* (Fabricius) (Coleoptera, Curculionidae) in Northeastern Turkey. Journal of the Entomological Research Society, 6: 1-8.
11. **Korotyaev, B.A. and L. Gültekin.** 2003. Biology of two weevil, *Lixus ochraceus* Boheman and *Melanobaris gloriae* sp. n. (Insecta: Coleoptera, Curculionidae), associated with *Tchihatchewia isatidea* Boissier, a cruciferous plant endemic of Turkey. Entomologische Abhandlungen, 61: 93-99.

12. **Morris, M.G.** 2002. True Weevils. Part 1, Coleoptera: Curculionidae (subfamilies Raymondionyminae to Smicronychinae). Royal Entomological Society: London. 149 pp.
13. **Nikulian, O.N.** 1989. Biology of weevils of the genus *Lixus* (Coleoptera, Curculionidae) developing in semishrub and herbaceous plant in Tajikistan. Entomologischeskoye Obozreniye, 3: 511-521. (in Russian).
14. **Sadeghi, H., S. Eshraghi and L. Behne.** 2010. A contribution to the fauna of weevils (Coleoptera: Curculionidae) associated with sugar beet fields in North–East of Iran. Munis Entomology and Zoology, 5: 753-757.
15. **Scudder, G.G.E. and R.A. Cannings.** 2005. The Coleoptera Families of British Columbia. March 31, 2005
16. **Sengonca, C.** 1981. Investigation of the safflower pest *Lixus speciosus* Mill. (Coleoptera, Curculionidae) in the Kurova plain of South Anatolia. Rijksuniversitit Gent, 46: 623-628.
17. **Volovink, S.V.** 1988. A stem-feeding weevils as a pest of hogweed. Zashchita Rastenii Moskva 12: 31.
18. **Zwölfer, H. and P. Harris.** 1984. Biology and host specificity of *Rhinocyllus conicus* (Fröel.) (Col., Curculionidae), a successful agent for biocontrol of the thistle, *Carduus nutans* L. Journal of Applied Entomology, 97:36-62.

Received: January 28, 2011; Accepted: May 20, 2012

تاريخ الاستلام: 2011/1/28؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2012/5/20