الفصل السابع

الإدارة الحالية والقديمة لنحل أوراق نبات البرسيم

Theresa L. Pitts-Singer

مقدمة

البرسيم (*Medicago sativa* L., Fabaceae) هو ثالث أكبر المحاصيل التي تُنتَج في الولايات المتحدة الأمريكية، فقد تم إنتاج ما يقرب من ٧٦ مليون طن من البرسيم وخليطه في عام ٢٠٠٥م (خدمة الإحصاءات الزراعية الوطنية، ٢٠٠٦). وهو أيضاً من السلع الأساسية الكبيرة في البلدان الأخرى، بما فيها كندا والصين والأرجنتين. وتُطْلَبَ البذور بهدف إنتاج قش (علف) البرسيم. وبالنسبة لمنتجي بذور البرسيم، فإن الكمية المُنتَجة من البذور تُحدِد العوائد المكتَسبة، وخصوصاً عندما تُنتَج هذه البذرة لصالح إحدى شركات البذور من خلال عقدٍ سعري محدد. ويناقش هذا الفَصل عنصراً رئيساً واحداً في عملية إنتاج بذور البرسيم وهو استخدام النحل كملقحاتٍ متخصصة لمحصول البرسيم. وهناك نوعان من النحل المربى تُستخدم بتلقيحه بشكلٍ فعّال وهي نحلة النوميا *Nomia melanderi* Cockerell Halictidae والنحل القاطع لأوراق البرسيم *Megachile rotundata* Fabricius (Megachilidae; Bohart, 1957 and Cane 2002). وقد تم عرض تاريخي للتطبيق والتنفيذ التجاري لإدارة هذه الأنواع وكيفية تَبني المزراع لها في تلقيح محصول البرسيم. بالإضافة إلى مناقشة الفائدة من الاستخدام التجاري لهذه الأنواع من

النحل الانفرادي كملقحات، والمجالات البحثية الحالية والمستقبلية، والأفكار حول مستقبل التطبيقات التجارية والأكاديمية المتعلقة بهذه الأنواع من النحل أيضاً.

نبذة تاريخية عن نبات البرسيم

من المحتمل أن زراعة البرسيم بدأت حول آسيا الصُغرى منذ حوالي ستة آلاف سنة بهدف إنتاج الأعلاف للخيول. وقد عُرفت فرنسا واسبانيا في سنة ١٦٠٠م بزراعة البرسيم للماشية، وبحلول القرن الثامن عشر أصبحت زراعة البرسيم تُزود الخيول وأبقار الحليب بالأعلاف في شمال غرب أوروبا والصين. وبرزت أصناف البرسيم الحديثة *Medicado sativa* من تشكيلة متنوعة لأصناف البرسيم والتي تتكيف مع مجموعة واسعة من الأجواء في أوربا وآسيا، وقد جُلبت بذور البرسيم في منتصف القرن السابع عشر إلى العالم الجديد من قبل الأسبان والبرتغاليين ويجري إنتاجها بنجاح. وقد وصل البرسيم تدريجياً إلى أمريكا الشمالية من المكسيك، وكذلك نُقلت وعرفت كبرسيم تشيلي بواسطة السفن الشراعية المتجهة إلى كاليفورنيا مروراً بمنطقة كيب هورن في أقصى جنوب تشيلي خلال حُمّى البحث عن الذهب. ونما إنتاج البرسيم بكثرة قبل نهاية القرن التاسع عشر تحت ظروف الري بهدف توفير الأعلاف لتربية مواشي الألبان، وامتدت زراعة البرسيم لتشمل مناطق متعددة داخل الحوض العظيم وجبال الروكي في الولايات المتحدة ومن ثم ولاية نبراسكا وكنساس وكذلك ولاية تكساس. وقد حصلت المناطق الشرقية بالولايات المتحدة على بذور البرسيم من أوروبا في أواخر القرن الثامن عشر، ولكن ظروف الإنتاج (على سبيل المثال، درجات الحرارة الباردة، ومعادن التربة غير الكافية، وصرف باطن الأرض) قللت من نجاح إنتاج البرسيم على نطاق واسع في هذه المناطق. وأصبح البرسيم في نهاية المطاف محصولاً رئيسياً في منطقة البحيرات الكُبرى في الولايات المتحدة. وبمطلع القرن العشرين فقد تمت زراعة البرسيم في معظم الولايات المتحدة وأجزاء من كندا (Sauer, 1993; Putnam et al., 2001 and Russelle, 2001) .

وقد زُرعت بذور البرسيم على نطاق واسع في عشرينيات القرن العشرين في شمال غرب الولايات المتحدة (Bohart, 1971)، وولاية ألبرتا في كندا (Frank, 2003). وبذور البرسيم اليوم (الشائعة والمُعتمدة) سلعة مهمة في شمال غرب الولايات المتحدة وكندا، والصين (الجدول ٧,١). وهو سلعة أقل أهمية في الأرجنتين، فرنسا، اليونان وايطاليا (اتحاد البذور الدولية، 2004). ويتم تسويق ما يقرب من ٨٠ ألف طن من بذور البرسيم في جميع أنحاء العالم سنوياً. وتنتج الأرجنتين بذور البرسيم المُعتمدة فقط. وتزرع البذور المُعتمدة في أوروبا بشكل رئيس من قبل فرنسا وايطاليا (من ٤ آلاف طن إلى ٥ آلاف طن في الفترة من ٢٠٠٣م إلى ٢٠٠٤م) (J.-N. Tasei، اتصال شخصي، March 2006). ومنذ عام ٢٠٠٤م كانت أكثر من ٥٠٪ من أنواع البذور المُنتجة في الولايات المتحدة ذات حقوق ملكية (الخدمات الإحصائية الزراعية الوطنية، ٢٠٠٥).

الجدول (٧,١). سوق بذور البرسيم (الحصاد بالأطنان) (اتحاد البذور الدولية،٢٠٠٤).

فترة الإنتاج	الأرجنتين*	كندا	الصين	فرنسا	اليونان	إيطاليا	الولايات المتحدة	الناتج العالمي
معدل ٥ سنوات	٤٥٨,١	١٣٥,١٤	٠٠٠,١٢	٦٧٠,٥	١٥٠,٥	٥٦٠,٤	٠٠٠,٣٥	٢٠٢,٧٨
٢٠٠٣/ ٢٠٠٤	٨٥٤,١	٣٨٨,٢٠	٠٠٠,١٨	٠٧٠,٥	٥.٢٠٠	٠٩٠,٤	٠٠٠,٣١	٧٩٩,٨٥

* البذور المُصدَّقة فقط.

ومما يُعزز إنتاج بذور البرسيم، التلقيح الخلطي والتهجين (Bohart, 1957)، والذي يتم إلى حد كبير من قبل النحل. وتخرج المُتوَكْ (مصدر حبوب اللقاح) والمياسم (وعاء الطلع) من زهرة البرسيم فقط عند زيارتها من قبل النحلة بهدف التلقيح. وإذا

لم يتم زيارة الزهرة فإن التلقيح لا يحدث. وتحدث الزيارة عندما تقوم النحلة بالضغط على بتلات الزهرة القاعدية والمتشابكة، مما يسمح للأعضاء الذكرية والأنثوية للزهرة بالظهور للخارج (Frank, 2003). وعندما تتم زيارة الزهرة، تتلامس الأجزاء التناسلية وبشكل جيد مع النحل. وقد اُستخدم نحل العسل (*Apis mellifera*) في المحاولات الأولى لتلقيح البرسيم باستخدام خلاياه المرباة، ولكن نحل العسل وخلال زيارته لأزهار نبات البرسيم يتجنب الآلية المطلوبة لإحداث عملية التلقيح. حيث يقوم نحل العسل بالحصول على الرحيق من منطقة جانب الزهرة بدلا من مركز الزهرة، بحيث تتم الزيارة ويتم خروج الأجزاء التناسلية بفاعلية أكبر من جهة المركز. ولذلك فإن نحل العسل نادراً ما يقوم بزيارة وتلقيح نباتات البرسيم إلا في منطقة وسط وجنوب كليفورنيا، حيث تعمل درجات الحرارة المرتفعة على تهيئة أزهار البرسيم للزيارة بسهولة تامة (G. Maslonka، اتصال شخصي، June 2006). وقد عزز اكتشاف النحل البري والانفرادي كملقحات فعّالة جداً في تلقيح البرسيم مقارنةً مع نحل عسل في نجاح صناعة إنتاج بذور البرسيم في أمريكا الشمالية.

وتقوم أنواع نحل النوميا وكذلك النحل القاطع لأوراق البرسيم بزيارة وتلقيح الأزهار بشكلٍ فعالٍ جداً بغض النظر عن آلية الزيارة المطلوبة. وقد لُوحظت هذه الملقحات تزور أزهارَ البرسيم المزروعة في شمال غرب الولايات المتحدة في أواخر الخمسينيات من القرن الماضي (Bohart, 1957). وعلى الرغم من أن أنواع النحل البرية قد قَدَمت خدمات تلقيح كافية لنبات البرسيم في وقت ما، إلا أن استخدام المبيدات الحشرية الواسع النطاق، وتناقص مساحة الأراضي الطبيعية قللت من وفرة وأعداد الملقحات الطبيعية في المناطق الزراعية (Bohart, 1971 and Frank, 2003). وعلاوةً على ذلك، زادَ حجم إنتاج بذور البرسيم والمحصول المتوقع. وقد أدت هذه الظروف إلى ضرورة تربية النحل الانفرادي المُلَقِح وإدارته لضمان غلة بذور مجدية اقتصادياً.

مُلقحات البرسيم المحلية

نحلة النوميا هي نحلة أصيلة التواجد في المناطق الجافة وشبه الجافة من الولايات المتحدة إلى الغرب من جبال الروكي (Stephen, 1959, Johansen and Eves, 1973 and Hurd, 1979). وخلال الخمسينيات من القرن العشرين تَعَرّف منتجو البذور في الولايات الشمالية الغربية على جودة التلقيح بنحل النوميا وحاولوا الحفاظ على هذه الملقحات قرب حقولهم (Bohart, 1950). وعمل المزارعون على الحفاظ على الأراضي الطبيعية لهذه الملقحات من أجل توفير أماكن التعشيش الطبيعية لها بالإضافة إلى العمل على إيجاد مواقع وأماكن تعشيش اصطناعية. وأسهم الباحثون في دعم هذه المساعي من خلال وصف بيولوجية التعشيش والحياة الطبيعية لهذه الملقحات للمساعدة في التطوير والتطبيق التجاري لاستخدام نحل النوميا في إنتاج بذور البرسيم. وأصبح نحل النوميا بعد ذلك، النوع الوحيد من الملقحات الانفرادية أرضية التعشيش الذي يُربى تجارياً على مستوى العالم. واستعرض Bohart (١٩٧١) الإمكانيات والاستخدامات المبكرة لنحل النوميا في تلقيح البرسيم.

ونحلة النوميا هي نحلة انفرادية، وهذا يعني أنه لا يوجد تعاون بين النحل البالغ في بناء العش وتربية الحضنة. ومع ذلك، فإن هذه النحلة جماعية وبشدة في طبيعة تعشيشها وتقوم بحفر الأعشاش في التربة على مقربة من بعضها البعض، والتي تتواجد بشكل طبيعي في تجمعات كبيرة جداً، بحيث يبلغ متوسط أعدادها نحو ٢,٥ إلى ٤,٩ مليون عش/هكتار (Johansen and Mayer, 1982; Cane, 2003 and Stephen, 2003). وفي مواقع التعشيش المعدة سابقاً أو الاصطناعية فإن معدل التعشيش يتراوح بين حوالي ١٣,٥ و٢٤,٧ مليون عش/هكتاراً (Johansen and Mayer, 1982; Cane, 2003 and Stephen, 2003)، وتلقيح البرسيم من قبل هذه النحلة قد يعطي إنتاجاً يصل إلى حوالي ٢٢٤٠ كجم من البذور/هكتار (Johansen and Mayer, 1982). وهذه الإنتاجية عالية

جداً مقارنة مع ١٦٨ كلجم من البذور لكل هكتار بدون استخدام الملقحات التجارية (Stephen, 1955 and Bohart, 1957). وتخرج نحلة النوميا البالغة من التربة عندما تكون درجات الحرارة دافئة في أواخر الربيع أو أوائل الصيف (Johansen and Mayer, 1982). ويحدث التزاوج حول مواقع العش، وتبدأ الإناث بعد ذلك في بناء الأعشاش. وتفضل الإناث استخدام الثقوب الموجودة سابقا في الأرض والتي تحفرها بسهولة. ويتكون نفق العش من محور عمودي (طوله من ٣٠ إلى ٤٠سم، وقطره من ٧ إلى ٩ ملم)، وتنتهي في نفق جانبي بخلايا العش، (طولها ١٢-١٥ملم ، وقطرها ٨-٩ملم) والتي تمتد نزولاً منه (الشكل ٧,١أ) (Batra, 1970 and Johansen and Mayer, 1982). وتتراكم التربة في البداية حول مدخل الثقب عندما تحفر الأنثى نفق العش، وبذلك ينتج رُكام (كومة) دائمة من التراب عند مدخل العش (Johansen and Mayer, 1982). وتزوَد خلايا العش بالرحيق وحبوب اللقاح التي يمكن جمعها من الزهور من مسافة قد تصل إلى حوالي ٣,٢ كم (Bohart, 1950).

وتوضع البيضة فوق الغذاء، وتغلق الخلية مع غطاء التربة. ويمكن للإناث البالغة أن تعيش من ٤ إلى ٦ أسابيع، وهي الفترة التي تنتج من خلالها من ٧ إلى ١٢ فرداً. وتمضي الأفراد الناتجة فترة البيات الشتوي بطور ما قبل العذراء (أي بعد التغذية في الطور اليرقي الخامس)، وتكمل مرحلة ما قبل العذراء تحولها خلال مرحلة العذراء للحشرة البالغة عندما ترتفع درجة حرارة التربة في الربيع والصيف التالي. ويوجد جيل واحد فقط لنحلة النوميا سنوياً في معظم شمال غرب الولايات المتحدة، ولكن يوجد جيلان أو أكثر في جنوب كاليفورنيا. وفي الظروف الاصطناعية وغرف التربية ومع زيادة درجات الحرارة يمكن أن يتواجد أربعة أجيال أو أكثر في السنة (Stehpen, 1965 and Johansen and Mayer, 1982).

وتعتبر تلبية متطلبات التربة للتعشيش الناجح من أكبر التحديات في إدارة نحل النوميا. ويفضل تحقيق أربع خصائص أساسية لموقع العش الطبيعي. فيجب أن

تكون التربة رطبة، راسخة، مُجردة وغطاؤها النباتي قليلا ويفضل أن تتكون من تربة سلتية بوجود كمية قليلة أو بدون وجود الطين وذلك لضمان تصريف جيد وحركة جيدة للمياه (Johansen and Mayer, 1982 and Stephen, 2003). وعادةً ما تكون مواقع النحل الاصطناعية أكثر إنتاجية من تلك المواقع الطبيعية (Johansen and Mayer, 1982)، ولكن وصول مواقع الأعشاش الاصطناعية إلى الإنتاجية المطلوبة والممكنة تستغرق بضعَ سنوات، وكذلك فإن استعادة هذه المواقع وإعادة تأهيلها بعد وقوع كوارث طبيعية أو من صنع الإنسان يستغرق عدة سنوات. ويبدو أن الحفاظ على مواقع العش في مستويات الرطوبة المُناسبة والمطلوبة من أكثر العوامل أهميةً وتحديداً (Johansen and Mayer, 1982).

وقد تتطلب إدارة مواقع أعشاش نحل النوميا شبه الطبيعية حفر خنادق وقنوات كبيرة مملوءة بالماء حول المواقع من أجل السماح بتسرب المياه جانبياً إلى الأرض. وقد تُجهز مواقع شبه اصطناعية في التربة العميقة بواسطة دفن صفوف من أنابيب الصرف المُثقبة خلال المواقع وتمليح سطح التربة بشدة. ويستخدم نظام الأنابيب لتوزيع كمية المياه الموصى بها والتي تصل إلى ما يقرب من ١,٩ إلى ٧,٥ مليون لتر لكل هكتار (حوالي ٢٠٠ ألف إلى ٨٠٠ ألف غالون من المياه للدونم الواحد) قبل موسم التعشيش (Johansen and Mayer, 1982). وكانت التوصيات الأولية لتهيئة مهد النحل بحفر مساحة من الأرض بما لا يقل عن ١٦٧م٢ إلى عمق ٠,٣إلى ٠,٩متر، ومن ثم تُبطن بقطع من البلاستيك، ثم دفن المنطقة تحت مستوى ٣٠سم بالرمل الخشن أوالحصى. وبعد ذلك وضع أنابيب أسفل المزاريب عمودياً في الحصى لإنشاء نظام لإضافة المياه شبه السطحية إلى طبقة الحصى الكامنة والتي يُتوقع أن تنساب المياه منها جانبياً وتصعد مرة أخرى إلى السطح. ويردم ما تبقى من الحفرة بالتربة ويتم ضغطها (Johansen and Mayer, 1982).

الشكل (٧,١). شكل العش لملقحين من ملقحات البرسيم: (أ) العش الأرضي لنحل الدوما مع خلايا العش المنفصلة التي تحتوي على مزن وبرقات بمقدارٍ كبير في أصداف مخلقة، (ب) عش التجويف لنحلة البرسيم قاطعة الأوراق مع البرقة الأكبر عمراً في الجزء الخلفي من السلسلة الخطية للخلايا المُبطنة بالأوراق. مقياس الرسم تقريبيّ . وعمل الرسم بواسطة James P. Pitts (جامعة ولاية يوتا، لوغان، يوتا).

وفي هذه الأيام يُنصح باستخدام طُرق أحدث وأبسط (M. Wagoner ، اتصال شخصي، January, 2007). وأنشأ Wagoner منطقة تعشيش لنحلة النوميا في مزرعته، ويصفها بأنها تتألف من تربة سلتية وتوجد على نحو منحدر يبلغ حوالي ٧٪، وحفر Wagoner خنادقَ عمودية على منحدر الأرض بعرض يبلغ حوالي ١٥سم وعمق ٥١سم مع الحفاظ على مستوى قيعان الخندق بعكس اتجاه المنحدر. وتتباعد الخنادق ١,٨ متر عن بعضها البعض وتجري بعرض مواقع التعشيش. ووضع نسيج حاجز من الأعشاب المنفذ للماء على طول أسفل الخندق قبل تثبيت أنابيب بقطر ٥سم مصنوعة من البولي فينيل كلورايد (PVC) من خلال النسيج. ويتم تثقيب هذه الأنابيب مسبقاً من أحد الجوانب بواسطة مثقب بقطر سنتيمتر واحد وبمعدل ثقب واحد لكل ٣٠-٣٨سم على طول الأنبوب بهدف السماح للماء بالتسرب إلى داخل التربة. وتم إضافة كوع بزاوية ٤٥° في نهاية كل أنبوب وربط الكوع بأنبوب متعامد مع التربة بطول ٦١سم. ومن ثم تغطية الأنابيب بنسيج من الحشائش المنفذ للماء ومن ثم ردم الخندق بالتراب الذي تم حفره سابقاً. وحفر Wagoner على جانب واحد من منطقة التعشيش خندقا للري الذي يُمكّن خراطيم الأنابيب العمودية سحب المياه منها، وتم وضع صمام على كل وصلة بهدف التحكم والسماح للمياه لتخرج أو تسيل في كل صف من الأنابيب. ثم يُضاف الملح (كلوريد الصوديوم) إلى سطح مواقع التعشيش سواء كانت هذه المواقع شبه اصطناعية أو حديثة التجهيز وتروى لعمق ٢٠سم من الطبقة العلوية من التربة ومن ثم تُنَعم التربة ويغلق السطح.

ويمكن أن نحصل على طور ما قبل العذراء لنحل النوميا من أماكن التعشيش هذه من خلال أخذ عينة من عمق التربة. وبالتالي إنشاء مواقع عش جديدة في أوائل الربيع، يتم وضع عينات التربة التي تحتوي على طور ما قبل العذراء في أماكن التعشيش الجديدة (عملية تطعيم). وبعد ظهور النحل الكامل من هذه الأعشاش يتم

عمل ثقوب في سطح التربة للمساعدة بزيادة التعشيش في هذه الثقوب بالإضافة إلى إعادة استخدام الثقوب الأولى (ثقوب النشوء) عدة مرات (Stephen, 2003). ومع الرعاية والصيانة المناسبة لمواقع الأعشاش، يمكن أن تبقى هذه الأعشاش الاصطناعية منتجة لأكثر من ٥٠ سنةً (Cane, 2003).

وتطَوّرت طرق بناء وتكوين الأعشاش الاصطناعية بعد سنة ١٩٦٠م (مثال: Stephen, 1959, 1960; Stepehn and Evans 1960, 1973 and Johansen and Mayer, 1982)، فعلى سبيل المثال، زُود منتجو بذور البرسيم بنظام لاستخدام المُلقحات المحلية بفعالية عالية من حيث التكلفة وبقدرة كبيرة جداً. وتبَنّى العديد من المزارعين في ولاية كاليفورنيا، إيداهو، نيفادا، أوريغون، يوتا، واشنطن ووايومنغ استخدام نحل النوميا وبدءوا بالحفاظ على مواقع تعشيش النحل في مزارعهم (Mayer and Johansen, 2003). وتعَلُم كيفية الاعتناء بنحلهم من خلال الاهتمام برطوبة التربة ومستويات ملح السطح. وزاد الوعي ونشر المعرفة بفترات ذروة نشاط النحل في مناطق المنتجين بالإضافة الى استخدام العديد من الطرق الممكنة لتأخير تفتح أزهار نبات البرسيم، بحيث يتزامن ظهور النحل مع ذروة الإزهار (Johansen and Mayer, 1982). ومع ذلك، فقد قُوض مصير إنتاج نحل النوميا تجارياً من جراء الكوارث الطبيعية وتلك النشاطات التي يقوم بها الإنسان، بالإضافة إلى اكتشاف أنواع من الملقحات الجديدة كالنحل القاطع لأوراق البرسيم *M. rotundata* (Stehen, 2003). وتراجَعَ رواج نحل النوميا *N. melanderi* كملقح لنبات البرسيم ، كما سُيناقش في هذا الفصل لاحقاً.

ملقح دخيل لنبات البرسيم

نشأ النحل القاطع لأوراق نبات البرسيم *M. rotundata* من أصل أوروأسيوي وتم جمعه لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية بأواخر الأربعينيات من القرن العشرين

(*Hurd, 1954 and Stephen, 2003*). وبالرغم من أن كيفية دخول هذا النوع إلى الولايات المتحدة غير واضحة إلا أن قُدرة هذا النحل الدخيل العالية فى الانتشار والتوطين أدى إلى نجاحها على مستوى الولايات المتحدة بشكلٍ كامل. وفي نهاية الخمسينيات من القرن الماضي، عندما أدرك الباحثون والمنتجون فعالية هذا الملقح، ازدهرت إدارة الملقح وإنتاجه (Stepen, 1955; Bohart, 1957 and Hobbs, 1965). فعلى سبيل المثال كانت إنتاجية البذور في كندا تصل لحوالي ٥٠كجم/هكتار بدون استخدام النحل القاطع لأوراق البرسيم ولكن مع الملقح زاد الإنتاج لحوالي ١١٠٠كجم/هكتار (Richards, 1993).

وكما هي الحال بنحل النوميا، يعتبر النحل القاطع لأوراق البرسيم نحلاً انفرادي المعيشة ولكنه ينزع إلى التواجد بأسرابٍ ومجموعات، وتمضي الحشرة الكاملة فترة حياة لعدة أسابيع خلال العام. ولكن هذا النوع من النحل يقوم بالتعشيش بأنفاق فوق التربة (الشكل ٧,١ ب). والأنفاق المناسبة للتعشيش تشمل أنفاقاً تصنعها الحشرات في جذوع الأشجار أو أعمدة الهاتف، سيقان الأشجار ذات اللب أو أغصان النباتات المجوفة أو التجاويف والثقوب الموجودة بملحقات الأبنية أو الألواح الخشبية التجارية المخصصة لتعشيش النحل وتجاويف وثقوب أخرى متنوعة طبيعية أومن صنع الإنسان بقياس قطري مناسب. النحل القاطع لأوراق البرسيم يقضي فترة الشتاء بطور ما قبل العذراء ويخرج كحشرة كاملة مع بداية الصيف عندما يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى اكتمال تطور طور العذراء. بعد التزاوج، تقوم الإناث بواسطة الفكوك بقطع أجزاء دائرية أو مستطيلة من أوراق النباتات القريبة وتقوم بتبطين الخلايا داخل العش بها. وعند تبطين الخلية يتم تزويدها بحبوب اللقاح والرحيق وبعدها يتم وضع البيضة داخل الخلية وأخيرا يتم إغلاق الخلية بالأجزاء التي يتم قطعها من النباتات. ثم تبدأ بتكوين خلية أخرى أمام الخلية السابقة حتى يتم أخيراً تكوين العديد من الخلايا داخل النفق الواحد بتسلسل خطي. البيوض الملقحة تُنتج إناثاً والتي تُوضع عادةً في الخلايا الداخلية والأكثر بعداً،

بينما البيوض الذكرية توضع في نهاية النفق الأقرب للفتحة. وذكر بأن نسبة الذكور للإناث تبلغ حوالي ٢ : ١ (Richards, 1993). على الرغم من التجارب الحديثة وَجدتُ بأن النسبة متساوية تقريباً في المجتمعات المنْتَجَة تجارياً في الولايات المتحدة الأمريكية. ويستمر نشاط التعشيش هذا عند إيجاد نفق آخر لبدء عملية بناء عش جديد. وتستطيع الأنثى ملء العديد من أنفاق التعشيش بما يعادل ٨-١٢ خلية لكلِ نفق خلال فترة حياتها والبالغة ٤-٦ أسابيع (Richards, 1984). ويتوقف تَطَوُر معظم الحضنة في طور ما قبل العذراء مع نهاية الصيف وتبقى فى حالة سكوّن حتى الصيف القادم. ولكن بعض الأفراد لا تدخل بطور السكون وتستمر بالتطور لتصل إلى طور الحشرة الكاملة بنفس الصيف ويتزامن طيرانها مع طيران أمهاتها. إن إنتاج الحشرات الكاملة بالصيف (الجيل الثاني) تمثل حدثاً لم يحدث لمجتمعات النحل القاطع لأوراق البرسيم بالعالم القديم (Krunic, 1972; Parker andTepedino, 1982 and Richards 1984).

ومن الواضح بأن منتجي بذور البرسيم قد تحمسوا مبكراً لسهولة جذب النحل القاطع لأوراق البرسيم من أجل التلقيح. وبدأ مزارعو بذور البرسيم في شمال غرب المحيط الهادئ للولايات المتحدة برنامجا كبيراً لجذب وحصر الأعشاش في صيف سنة ١٩٦٠م (Stephen, 2003). وفي هذه السنوات المبكرة، وضع المزارعون جذوع أشجار مُثقبة، وحفر لوحات خشبية، وصناديق كثيرة من عبوات الماصات وحَفر ثقوب في المباني الملحقة بالأبنية لتشجيع دخول النحل في داخل محيط حقول البرسيم (Stephen, 1961 and 2003; Stephen and Torchio, 1961; Bohart, 1971) وقد طُورت ابتكارات عديدة لإدارة نحل أوراق نبات البرسيم على مدى الأربعة عقود اللاحقة للاستخدام التجاري (Richards Frank, 2003) ; 1984 Stephen, 1981 and Hobbs, 1967). وقد طور الباحثون ورجال الأعمال المستقلون على حدٍ سواء طرق تربية وإدارة لنحل أوراق نبات البرسيم من خلال فهم أفضل للنحل وابتكار معداتٍ أفضل مُصممة لإنتاجها

ورعايتها تجارياً. وقد كتب العديد من المؤلفين وصفاً لتاريخ حياة النحل القاطع لأوراق البرسيم (*M. rotundata*) وطرق إنتاجها وإدارتها على مر العقود، بما في ذلك Stephen (1961، 1962، 1981)، Hobbs (1967) Richards (1984) و Frank (2003).

وعمل منتجو بذور البرسيم الكنديين بجد للحصول على احتكار إنتاج النحل القاطع لأوراق نبات البرسيم (Stephen, 2003)، وهم حالياً أكبر مُوردي نحل أوراق البرسيم التي تُباع على شكل خلايا فردية أو في لوحات مليئة بالأعشاش. وقد وضع هؤلاء المنتجون أساليب للسيطرة على المرض وكذلك أساليب لإنتاج فائض من هذا النحل، والتي يتم تصديرها لمنتجي بذور البرسيم في الولايات المتحدة الأمريكية، وإلى حد أقل، إلى المنتجين في البلدان الأخرى التي يجرى إنتاج بذور البرسيم فيها Donovan et al, 1982) (Qingwen et. al., 1994 and Bitner and Peterson, 2003). ويطلق على نظام الإدارة التجارية الأكثر شيوعا لهذا النوع من النحل "نظام الخلية الفضفاضة أو الحرة"، والذي يتم فيه إزالة واستخراج الخلايا من أنفاق الأعشاش ولوحات التعشيش الضخمة. ويسمح هذا النظام بالتخلص من الفضلات والطفيليات والخلايا المريضة ويسهل عملية تخزين وشحن وتحضين مريحة (Baird and Bitner, 1991 and Frank 2003).

والمراحل الأساسية الأربعة لإدارة إنتاج نحل أوراق نبات البرسيم في نظام الخلية الفضفاضة أو الحرة هي: الحضانة، الإطلاق، التعشيش وإزالة خلايا طور ما قبل العذراء الحرة والعمل على تشتيتها. وهنا سيتم وصف هذا النظام بصورة عامة، على الرغم من الاختلافات القائمة بين منتجي ومربي هذا النحل. تبدأ الخطوة الأولى في الإنتاج (التحضين وخروج الحشرات الكاملة) قبل حوالي ٣ أسابيع من تفتح أزهار نبات الفصه. وتجهز خلايا النحل الحرة للحضانة عن طريق وضعها في صوان مناسبة مغطاة من الأعلى بقطع من الشاش. وتُحضّن الخلايا على درجة ٣٠°م داخل الحاضنات، وتُستخدم بعد حوالي ٩ أيام شرائح مبيد ثنائي كلورفوس لقتل أي دبابير طفيلية صغيرة

والتي قد تظهر في هذا الوقت. وتُزال شرائط المبيد بعد حوالي أسبوع، وتتم تهوية الحاضنة قبل خروج النحل البالغ. وبعد حوالي عشرين يوماً من بداية الحضانة تبدأ عادةً ذكور النحل في الظهور، وتظهر الإناث بعدها ببضعة أيام. وبعد بداية ظهور النحل البالغ، تبدأ المرحلة الثانية للإدارة، وهي الإطلاق. وفي هذه المرحلة، تُؤخذ الصواني التي تحتوي على النحل البالغ إلى الحقول ويتم وضعها في مساكنها الخارجية.

والمساكن هي ملاجئ تُستخدم لتثبيت وحمل لوحات النحل (لوحات الخشب أو البوليسترين مع ما يقرب من ٣٥٠٠ ثقب) والتي يمكن أن تدعم تعشيش آلاف الإناث (الشكل٧,٢). وتوضع المساكن داخل أو على طول حواف حقول البرسيم. وتزال أغطية صواني التحضين (الشاش) أو تكشف جزئياً للسماح للحشرات الكاملة بالخروج والطيران بسهولة في داخل الحقول. ويتم التزاوج وتبدأ الإناث بالبحث عن أماكن التعشيش. وبمجرد أن تجد الإناث لوحات التعشيش، تبدأ بالتعشيش وتواصل إنتاج الحضنة لمدة ٤-٦ أسابيع. وعندما تجمع الإناث الرحيق وحبوب اللقاح لأبنائهن، يتم تلقيح أزهار نبات البرسيم . ولضمان تزامن تعشيش النحل مع تفتح أزهار البرسيم، يتحكم بعض المنتجين بأوقات حضانة النحل الخاص بهم بحيث يتم إطلاقه في دفعات مختلفة على مدى أسابيع عدة. وتموت نحلة أوراق نبات البرسيم البالغة في وقت متأخر من موسم التعشيش.

وتبدأ مرحلة التدابير الثالثة، حصاد الحضنة، بجمع مساكن النحل بما تحتويه من حضنة إلى منشأة تخزين مجهزة لتسهيل بلوغ الأطوار المختلفة المناسبة لمرحلة ما قبل العذراء وذلك لبدء البيات الشتوي. وبدخول موسم البرد فإن اليرقات التي لم تصل لطور ما قبل العذراء تموت بسبب البرودة. وأخيرا تُزال خلايا النحل من اللوحات. ويجب أن تكون اللوحات جافة بما فيه الكفاية حتى يتسنى إخراج الخلايا من لوحات التعشيش وتجريدها من مواد التعشيش. وقد اُخترعت أدوات لاستخراج هذه الخلايا

من أنفاق التعشيش، وهذه الأدوات لها قضبان معدنية (حسب حجم النفق) تُدرج إلى داخل أو جانب أنفاق العش لتثقب أو تدفع محتويات العش إلى الأمام خارج اللوحات. ولتجنب إتلاف الخلايا التي تحتوي على إناث النحل، تُوجه اللوحات بحيث تكون خلايا الذكور على اتصال مباشرٍ مع القضبان. وحالما تُزال خلايا النحل من لوحات العش، تُنظف أولاً، في وعاء، بحيث تُزال الخلايا التالفة والأوساخ ومن ثم تُستخدم آلات أخرى لفصل الخلايا الملتصقة عن بعضها البعض، وكذلك يُنَظِف بعض المُنتجين خلاياهم باستخدام الهواء أو يتم فصلها عن بعضها البعض باستخدام الجاذبية. وتُخزّن الخلايا الحرة في حاويات وتُبرد على حوالي ٤°م، وهي المرحلة الرابعة للتدابير. وتبقى خلايا النحل في المخازن المبردة طوال فصل الشتاء ومن ثم تُحتَضن في فصل الصيف التالي حتى يتزامن ظهور البالغين مع إزهار نباتات البرسيم.

الشكل (٧,٢). مساكن نحل أوراق نبات البرسيم على حافة حقل قصة مزهر في تريمونتون، ولاية يوتا. Craig Huntzinger (USDA-ARS، لوغان، يوتا).

وعلى الرغم من أن بعض الدول الأوروبية تُنتج غلة بذور مُعتدلة بالمقارنة مع الإنتاج في الولايات المتحدة وكندا (انظر الجدول ٧,٢)، إلا أن نحل أوراق نبات البرسيم لم تتم تربيته على الإطلاق للتلقيح في أوروبا كما هو الحال في أمريكا الشمالية (Krunic et al., 1995 and N. Tasei, 1995 and Personal Comunications 2006).

ويُفترض بأن النحل المحلي في أوروبا يُوفر تلقيحاً كافياً لإنتاج بذور نبات البرسيم (تصل إلى ١٠٠٠ كجم/هكتار؛ Krunic, 1995 and J-N Tasei, Personal communication). وعلاوة على ذلك، فإن المناخ الأوروبي الرطب ليس على النحو الأمثل لإدارة نحل أوراق نبات البرسيم كما هو الحال في المناطق الجافة في أمريكا الشمالية (Krunic et al., 1995). وانخفضت مساحة إنتاج بذور البرسيم في أوروبا في الآونة الأخيرة بشكل كبير (وعلى سبيل المثال، انخفضت مساحة إنتاج البذور في فرنسا من ٢٥ ألف هكتار في سنة ١٩٨١ إلى ١٢ ألف هكتار في سنة ٢٠٠٥)، على الرغم من ارتفاع متوسط إنتاج محصول البذور (وعلى سبيل المثال، ازداد معدل الإنتاج في فرنسا من ٢٥٠ كجم/هكتار في سنة ١٩٨١ إلى ٤٢٠ كجم/هكتار في سنة ٢٠٠٥؛ Tasei, 1982؛ J.-N. Tasei، اتصال شخصي).

وقد ترجع هذه الزيادة في المحصول إلى تحسن استخدام المبيدات في مكافحة الأعشاب الضارة وآفات نبات البرسيم، وجنباً إلى جنب مع انتقال المنتجين إلى مناطق ذات ظروف مناخية أكثر ملاءمة لإنتاج بذور نبات البرسيم. ويبدو أن الملقحات الطبيعية هي نفسها كما كان الحال منذ ٣٠ سنةً، وبالتالي، لم يُنسب تحسن إنتاج البذور في أوروبا إلى تلقيح أفضل (J.-N. Tasei، اتصال شخصي).

الجدول (٧,٢). الخصائص الحيوية والإدارية ذات الصلة والتي تؤثر على استخدام ملقحات النحل: نحل النوميا والنحل القاطع لأوراق البرسيم، لإنتاج بذور البرسيم التجارية.

المميزات	نحل النوميا	نحلة أوراق نبات البرسيم
١- سلوك التعشيش	انفرادي، ولكن تجمّعي	انفرادي، ولكن تجمّعي
٢- تفضيل العلف	البقوليات وغيرها	البقوليات وغيرها
٣- كفاءة التلقيح	ممتازة	ممتازة
٤- الموطن الطبيعي	جنوب كندا وغرب جبال الروكي	أوروبا وآسيا؛ أدخلت إلى الأمريكتين وأستراليا
٥- مسافة السروح	حوالي ٣ أميال (٤,٨ كم)	حوالي ١ كيلومتر (١,٦ كم)
٦- المتطلبات الخاصة	التربة المناسبة ومساحة كبيرة لتّعشيش، والمياه الجوفية وسطح التربة المالحة	تعشيش المواد والمساكن الحقلية؛ ومعدات التنظيف والتخزين الحضانة؛ وأساليب مكافحة الطفيليات والأمراض
٧- الجهد الإداري	مُنخفض بعد الإنشاء الأولي	مُرتفع طوال الوقت
٨- الاستمرارية	دائمة، موقع عش النحل غير متحركة	خلايا النحل محمولة، وتعشيش المواد والمساكن
٩- التوافر التجاري	لا يوجد	كندا والولايات المتحدة
١٠- إنتاج ونقل الذرية الفائضة	ليس من السهل استخدام عينات التربة	من السهل، في لوحات أو بمثابة خلايا حرة
١١- تزامن الظهور مع إزهار المحصول	يعتمد على المكان ودرجات الحرارة الطبيعية، ويحتاج لمراقبة بشرية قليلة	يعتمد على توقيت ودرجات الحرارة الحضانة، ويمكن التعامل مع ذلك
١٢- تقدير سلالة عشائر الملقحات	من الصعب حفر التربة من أجل أخذ عينات لتقّيمها	من السهل نسبياً مع تشريح أو أخذ الأشعة السينية للخلايا الحرة وتربية بعضها لتحديد النسبة بين الجنسين
١٣- مكافحة الطفيليات والأمراض	قليلة؛ فخاخ الحواجز والشرك لخنافس ميلويد	نعم، المواد الكيميائية للدبابير المتطفلة والخنافس والمواد الكيميائية لمرض الحضنة الطباشيري
١٤- المُستعملة في المحاصيل الأخرى	لا	نعم، الكانولا، البطيخ، الجزر وربما أخرى

المعضلات على مدى العقود

نحل النوميا

وقد استخدم نحل النوميا على نطاقٍ واسعٍ في الولايات المتحدة في الستينيات من القرن الماضي، ولكن القليل من مواقع أعشاش نحل النوميا ما زال قائما حتى الآن (أقل من ٥٠٪)، ومعظمها ضمن مقاطعة والا والا في ولاية واشنطن (Mayer and Johansen 2003 and Cane, 2003). بالإضافة إلى تقارير عن وجود بعض مواقع أعشاش نحل النوميا النشطة في ولاية أوريغون وايداهو ويوتا وكولورادو ونيفادا، بالرغم من أن معظم هذه المواقع تحتوي على عددٍ قليلٍ من الإناث فقط (Rust, 2004, 2005). وقد تم التنبؤ في الوقت الذي بلغت الإثارة ذروتها حول نحل النوميا، كما توقع Bohart (1950) بزوال وانحصار هذا النوع من النحل. وسَرَدَ المشاكل الثلاثة التالية: محدودية انتشار الأنواع، عدم تزامن ظهور الحشرة البالغة مع أول تفتح لأزهار نبات البرسيم وفناءها عن طريق الطفيليات (Bohart، 1950؛ الجدول ٧,٢). ومع ذلك، فإن الانخفاض في استخدام نحل النوميا كملقحات لنبات البرسيم ترجع إلى أساليب الزراعة المُكثفة والمُتنوعة، الافتقار إلى مواقع التعشيش، سوء الأحوال المناخية، تسمم النحل مباشرة بواسطة المبيدات الحشرية، النفوق غير المباشر عن طريق تلوث المياه المُستخدمة بترطيب مواقع العش بالمبيدات الحشرية وأمراض النحل (Bohart, 1971 and Wichelns et al., 1992).

وبالإضافة إلى ذلك، قد يشكل الوجود الحالي لأنواع النحل التجارية الأخرى في حقول نباتات البرسيم تأثيراً سلبياً على نحل النوميا من خلال التنافس على المصادر الغذائية (Mayer and Johansen, 2003).

ومن الصعب تقييم نوعية وحجم مجتمعات نحل النوميا من سنة إلى أخرى. وتساعد القدرة على التنبؤ بالكثافة العددية لإناث نحل النوميا منتجي بذور البرسيم في

تحديد الحاجة لنحل إضافي لتحقيق متطلبات التلقيح لمحصول البذور. وقد تم تطوير طريقة أخذ عينات بسيطة ولكنها تتطلب عمالة كثيفة لتقدير نجاح التكاثر، فضلاً عن الوفيات الناجمة عن الأمراض الجرثومية، الذباب المتطفل، الفيروسات وكذلك الآفات المتنوعة الأخرى (Cane, 2003 and Rust, 2005). وعلى الرغم من أن أياً من الآفات والأمراض، التي ذُكرت للتو، ليست عوامل وفيات محددة وشائعة في مجتمعات نحل النوميا (Rust, 2005)، قد تُؤخذ بعض التدابير لمكافحة (وإن لم يكن القضاء على) الفطريات، والذباب المتطفل، وخنافس الفقاعة، والنملة المُخملية (Johansen and Mayer, 1982 and Rust, 2005).

وعلى الرغم من انحصار الاهتمام بنحلة النوميا في الكثير من مناطق زراعة البرسيم إلا أن استخدامها لم ينته بشكل كامل. كما أن نحل النوميا من الملقحات ذات الكفاءة العالية في التلقيح المتناسق عبر حقول البرسيم الكبيرة (وعلى سبيل المثال، ١٦٠ هكتاراً)، وليس فقط في المناطق القريبة من مواقع تعشيش نحل النوميا (Cane, 2007).

ويواصل مزارعو بذور البرسيم اليوم من مقاطعة والا والا الحفاظ على أراضيهم لتعشيش نحل النوميا ويعتمدون على هذه النحلة لإنتاج بذور البرسيم (Cane, 2003). ويستخدم بعض هؤلاء المزارعين وبشكل تكميلي مجتمعات نحل أوراق نبات البرسيم لإتمام عملية التلقيح، رغم أن هذا قد يُحد من الموارد المُتاحة لتكاثر نحل النوميا. وحيث إن بعض المزارعين لا يزالون يعتمدون على نحل النوميا فإن دراسة إمكانية تجديد وإنشاء مواقع عش اصطناعية (Rust, 2006) ودراسة الكثافة النحلية المطلوبة للتخزين (Cane, 2006) ودراسة الأمراض والطفيليات المرتبطة بها ما زالت مطلوبة ومبرَرَة (Rust, 2004, 2005, 2006).

وعلاوة على ذلك، درس Rust (2004 و2005) الفروق في الحجم والتطور وخروج الحشرات الكاملة، ونفوق نحل النوميا من مناطق مُختلفة لغرب الولايات المتحدة تُربى فيها نحلة النوميا في ظروف المختبر. وقد يؤدي هذا البحث إلى فهم أفضل

للتكيف مع المناخ المحلي والابتكارات في مجال التعامل أو دراسة العوامل التي من شأنها أن تسهل الاستخدام التجاري لنحلة النوميا في المستقبل.

النحلة قاطعة أوراق نبات البرسيم

بعد أكثر من أربعة عقود لإدارة نحلة أوراق نبات البرسيم لإنتاج بذور البرسيم في الولايات المتحدة وكندا، لا تزال هناك مشاكل في الحفاظ على مجتمعات النحل الصحية في المستوى المطلوب للتلقيح وعلى نطاق واسع. وعلى الرغم من التوصيات المبكرة بإطلاق حوالي ٥٠ ألف نحلة/هكتار (Richards, 1984)، إلا أن المزارعين اليوم يطلقون ما يقارب ١٠٠ ألف إلى ١٥٠ ألف نحلة/هكتار (Pitts- Singer and James ، 2002-2005 ، لم تنشر بيانات المسح). وفي الولايات المتحدة ، فإن عدد الأعشاش وخلايا الحضنة السليمة التي يتم جمعها في نهاية الموسم تقل دائماً عن عدد النحل البالغ الذي يتم إطلاقه في بداية الموسم. والأسباب الرئيسية لعدم وجود ذرية سليمة كافية من حيث العدد ترجع إلى حدوث ما يسمى "بكُرة حبوب اللقاح"، بالإضافة إلى تكلس الحضنة الطباشيري، وخروج حشرات لم تدخل طور السكون في فصل الصيف، والإصابة بالحشرات والطفيليات المختلفة (Pitts-Singer and James, 2002-2005 بيانات المسح غير منشورة). ويُستخدم مصطلح "كرة حبوب اللقاح" لوصف الخلية التي تحتوي على كمية زائدة من حبوب القاح والرحيق في الوقت الذي ينبغي أن يُستهلك بالكامل من قبل اليرقة النامية. ويمكن لمثل هذه الخلايا أن تكون مسؤولة عما يصل إلى ٦٠٪ من الخلايا التي ينتجها مجتمع الحشرة (Bohart, 1971). ويكشف فحص هذه الخلايا عن أن بعضها على ما يبدولم يوضع بها بيض على الإطلاق، وتحتوي بعض الخلايا على بيض أو يرقات ميتة، بعضها مصاب وممتلئ بفطريات رمية (Pitts-Singer, 2004). ولا يزال سبب أو أسباب حدوث ذلك مجهولة. وتشمل النظريات المُقترحة لتفسير وجود خلايا بدون حضنة، وخلايا مع البيض الميت ويرقات صغيرة، أو احتياطي الخلية التي يستهلكها الفطر، الظروف المناخية داخل العش،

والمحيطة بخلايا العش بالإضافة إلى زيادة الكثافة العددية بمجتمع الحشرة والذي يؤدي إلى استنزاف سريع للمواد الغذائية داخل خلية العش.

تكلس الحضنة الطباشيري هو مرض فطري يصيب يرقات نحل أوراق نبات البرسيم، ويسببها فطر *Ascosphaera aggregata* والذي يمكن اكتشافه في اليرقات القديمة (انظر الفصل الثامن من هذا الكتاب). وقد أُكتشف فطر *Ascosphaera aggregate* في الولايات المتحدة سنة ١٩٧٥م في مجتمعات نحل أوراق نبات البرسيم في ولاية نيفادا. بحلول سنة ١٩٧٧م، ٥٠٪ من عينات يرقات النحل في ولاية نيفادا كانت مصابة، فضلاً عن ٤٠٪ في ولاية أيداهوواوريغون و٢٠٪ في واشنطن (McManus and Youssef, 1984 and Vandenberg and Stephen, 1982). وقد طُورت تقنيات، وتُستخدم اليوم في نظام الخلية الفضفاضة لتقليص انتشار تكلس الحضنة الطباشيري (Richards, 1984 ، الفصل ٨، هذا الكتاب)، ولا يزال هذا المرض شائعاً في الولايات المتحدة.

ويشار إلى أفراد نحل أوراق نبات البرسيم البالغة والتي تخرج بنفس الصيف وبدون قضاء لفترة البيات الشتوي بالجيل الثاني للحشرة. وعلى الرغم من أن إناث الجيل الثاني يمكن أن تُضاف إلى مجتمع الملقحات في الحقل إلا أنها عادة ما تموت أو تغادر الحقل بسبب نقص الأزهار، أو أن حضنتها تموت لأنها لا تمتلك الوقت الكافي للتطور لمرحلة ما قبل العذراء لتمضية البيات الشتوي. ويُعتقد بأن خاصية وجود الجيل الثاني له سمة وراثية (Krunic, 1972 and Parker and Tepedino, 1982). ومع ذلك، فإن حقيقة أن معظم نحل الجيل الثاني يخرج من الخلايا التي تُكمل تطورها في وقت مبكر من نفس الموسم إلا أن عنصر البيئة يمكن أن يكون معنياً أيضاً (Krunic, 1972). ونحتاج إلى بحثٍ أكثر لفهمٍ دقيق حول أسباب وكيفية ظهور الجيل الثاني.

ويمكن للطفيليات والآفات الأخرى أن تضع عبئاً ثقيلاً على نحل أوراق نبات البرسيم (Eves et al., 1980; Richards, 1984; Woodward, 1994 and Frank 2003) ، وتتسبب بموت أكثر من ٢٠٪ من اليرقات في نهاية موسم التعشيش (Tasei and Carre,

1982 and Pitts-James 2002-2005، لم تنشر بيانات المسح). وأهم الآفات هي دبابير متطفلة صغيرة من عائلة Chalcidoidae، والتي يمكن السيطرة عليها باستخدام المصائد الضوئية والمبيدات الحشرية خلال فترة حضانة نحلة أوراق النبات، ولكن ليس خلال موسم التعشيش. ويمكن استخدام المصائد أيضا خلال موسم التعشيش للسيطرة على الدبور المتطفل الشائع *Sapyaga pumila* (Peterson et al., 1992). وتضع خنفساء الأزهار المتلونة *Trichodes ornatus* Say، البيض في أعشاش النحل، وتقوم يرقاتها بالتغذية على جبوب اللقاح والرحيق وبيض ويرقات النحل. وعلى الرغم من تطوير مصائد مزودة بمواد جاذبة لمكافحة خنفساء الأزهار إلا أن هذه المصائد غير منتشرة (Davis et al., 1979). ولم أتعرف على أحد يستخدمها. وتساعدنا البحوث بشأن قبول الطفيل للعائل وتميزه على فهم الآليات التي تشارك في تطفل غشائية الأجنحة على نحل أوراق نبات البرسيم، ولكن لا يجري العمل في الوقت الراهن حول كيفية استخدام هذه المعلومات لمكافحة هذه الآفات (Tepedino, 1988a and 1988b).

وبالإضافة للاهتمام بأعداد نحل أوراق نبات البرسيم اللازمة للتلقيح. وتزويد حقول البرسيم بعددٍ كبيرٍ جداً منها هو النهج المتبع من قبل العديد من منتجي بذور البرسيم في الولايات المتحدة. ومع ذلك، قد يؤدي هذا النهج إلى الاستنزاف السريع للموارد النباتية المحلية وأنفاق التعيشش المُتاحة، مما يُخفض نجاح تكاثر النحل بصورة شاملة وزيادة انتشار النحل للبحث عن مصادر زهريةٍ بديلة. تعتمد ملاءمة هذه الإستراتيجية على المخرجات المطلوبة والمرغوبة من قبل المزارع. ويريد منتجو البذور في الولايات المتحدة الحصول على عَقْد بذور مبكر وسريع لتفادي آفات بذور البرسيم وتعظيم الغلة من بذور البرسيم الخاصة بهم. وغمر حقول البرسيم بالنحل في ذروة الإزهار ربما تكون الوسيلة لتحقيق هذه الرغبة. وفي كندا، مع ذلك، يمكن أن تتحقق الإنتاجية العالية من خلال إطلاق أعدادٍ من النحل الأكثر ملاءمة للموارد المُتاحة في المناطق التي تُعتبر فيها بذور البرسيم سلعة أقل ربحاً.

وأخيراً، الاستخدام الأكثر أماناً للمبيدات الحشرية خلال موسم زراعة البرسيم هو الاعتبار الثابت. ويتطلب إنتاج محصول جيد من بذور البرسيم، استخدام المبيدات في مكافحة الأعشاب الضارة والآفات المفصلية مثل البق من جنس *Lygus*، المن، سوس البرسيم والحلم (Frank, 2003). وقد قدم Johansen وزملاؤه (1983) وMayer وJohansen (1999) أبحاثاً مرجعية حول الآثار المختلفة لاستخدام المبيدات الحشرية على النحل. وتكشف الدراسات التي أجريت في المختبرات والحقل على حدٍ سواء أن نحل أوراق نبات البرسيم، ونحل النوميا، والنحل الطنّان، ونحل العسل تتأثر بشكل متباين بالمبيدات الحشرية اعتماداً على عوامل مختلفة مثل نوع التعرض للمبيد، والظروف البيئية، هيئة المبيد وتجهيزه، الجرعة المستخدمة، طريقة الرش وطور وعمر النحلة (Johansen et al., 1983 and Frank, 2003 and Riedl et al., 2006). ويواصل الباحثون تحديد تأثيرات المواد الكيميائية والتركيبات الجديدة على موت نحل أوراق نبات البرسيم، فضلاً عن الآثار غير المُميتة المترتبة على نشاط السروح، وبناء العش، ونجاح التكاثر (Barbour et al., 2004).

المشاريع المستقبلية

إن مستقبل نحل النوميا لتلقيح البرسيم بشكلٍ تجاري يعتمد على هؤلاء الأشخاص الملتزمين بالحفاظ على مواقع التعشيش وتوفير مصادر زهرية كافية للحفاظ على مجتمعات الحشرة (Johansen and Mayer, 2003). وكما اقترح Wichelns وآخرون (1992) بأن التغيرات في الممارسات الزراعية المرتبطة بالمحاصيل والمطلوبة للحفاظ على نحل النوميا قد تكون مسؤولة جزئياً عن تراجع مجتمعات النحل. وعلى الرغم من رضى المزارعين الذين يستخدمون نحل النوميا بالتلقيح، إلا أن سوق بذور البرسيم قد لا يحافظ على الأجيال القادمة من منتجي البذور الذين يستمرون في زراعة الأراضي ورعاية للنحل معاً. ولا تقوم الشركات الكبرى في إنتاج نحل النوميا تجارياً وتعزيز

ودراسة إمكانية استخدامه على محاصيل أخرى أيضاً. واحتمال واحد على كل حال، هو استخدام هذا النحل لتلقيح بذور الأزهار البرية، كما نُوقش في الفصل الرابع من هذا الكتاب.

وإنه لمن المؤسف تضاؤل التركيز على استخدام نحل النوميا الممتاز في تلقيح نبات البرسيم. ومما لا شك فيه أن نجاح إدارة نحل أوراق نبات البرسيم للتلقيح لعب دوراً رئيسياً في الحد من استخدام نحل النوميا. والزراعة هي عمل تجاري، ويجب أن يسعى المنتجون للحصول على عوائدَ عالية، حتى على حساب المدخلات العالية. ويُعتبر استخدام نحل النوميا أكثر فعّاليةً من حيث التكلفة بمجرد تأسيس وإنشاء مواقع ملائمة للتعشيش، حيث إن تكلفة صيانتها والعناية بها خلال العام أقل من تكاليف إدارة والحفاظ على أوراق نبات البرسيم. ومع ذلك، ليس كل شخص قادرا على خلق والحفاظ على مواقع التعشيش وليس كل موقع يمكن تكْيِيفه ليصبح ملائماً للتعشيش. وفي النهاية، معظم منتجي بذور البرسيم اليوم يفضلون استخدام نحل أوراق نبات البرسيم جزئياً وذلك لإمكانية إدارة هذا النوع من النحل في مناطق لا تعتبر فيها التربة والظروف البيئة مثالية لتربية وتعشيش نحل النوميا. وإذا قارن أحد الأشخاص الخصائص التجارية لهذين النوعين من النحل، وربما هناك ما يُبرر هذا التفضيل (انظر الجدول ٧,٢) فإن استخدام نحل النوميا كملقحات لها مزاياه أكثر من استخدام نحل أوراق نبات البرسيم فقط في انخفاض تكلفة المجموعات بعد إنشائها الأولي وديمومتها المُحتملة بمجرد أن تصبح مُنتجة. وجميع المزايا الأخرى تعزز استخدام نحل أوراق نبات البرسيم. وحتى يتم تطوير أساليب مبتكرة وأكثر كفاءة وجديدة، فإنه من غير المرجح زيادة الطلب على نحل النوميا لتلقيح البرسيم.

وفي الزراعة الحديثة في أمريكا الشمالية قد يكون هناك سبب للقلق حول الانتشار الواسع للاعتماد على نحل أوراق نبات البرسيم لإنتاج بذور البرسيم. وينبع هذا القلق من اعتماد منتجي بذور البرسيم بالولايات المتحدة اعتماداً كبيراً على كندا

كمنتج رئيس لهذا النحل. وإذا حدثت كارثة لتؤثر تأثيراً سلباً على إمدادات النحل (وعلى سبيل المثال، الإصابة بالأمراض الوبائية التي لا يمكن السيطرة عليها أو الظروف المناخية خلال موسم التعشيش)، فلا تتوافر مُلقحات بديلة مُتاحة لتحل محل نحل أوراق نبات البرسيم. واحتمال آخر هو أن المنافسة لتوريد نحل أوراق نبات البرسيم لمحصول آخر (وعلى سبيل المثال، هجين الكانولا) يمكن أن يرفع من تكلفة نحل أوراق نبات البرسيم. وسيؤدي ارتفاع الطلب على النحل بفرض ضائقة مالية على منتجي بذور البرسيم في الولايات المتحدة، ومن ناحية أخرى، سوف يستفيد منتجو النحل الكنديين من خلال تعزيز القدرة التسويقية للنحل القابلة للربح. وكمثال آخر، الأخذ بعين الاعتبار مشكة إصابة نحل العسل بحلم الفاروا *Varroa destructor* (Doebler, 2000). وهذه الأنواع من الحلم بالاضافة إلى مجموعة الأمراض والفيروسات التي تنقلها تؤثر سلباً على كمية خلايا نحل العسل القوية والتي يمكن استخدامها لتلقيح محاصيل أوائل الربيع مثل اللوز في كاليفورنيا، مما أدى إلى ارتفاع رسوم استئجار خلية النحل (Sumner and Boriss, 2006) ، وربما انخفاض إنتاجية اللوزيات في المستقبل القريب. ويوجد ملقحات تكميلية وبديلة لتلقيح اللوز، نحل البساتين الأزرق (انظر الفصل السادس، هذا الكتاب)، ولكن لا يتوافر إمدادات كافية ولا تتوافر أيضاً طرق تربية وإكثار على نطاق تجاري واسع لإنتاج هذا النوع من الملقحات.

ويجري استخدام نحل أوراق نبات البرسيم في وقتنا الحاضر كملقحات لتهجين بذور الكانولا (Soroka et al., 2001). وهذه الأنواع هي أيضاً فعّالة في تلقيح البطيخ (Goerzen and Mueller, 2005)، والجزر، وخصوصاً عندما تُنتج هذه المحاصيل في حقول منعزلة أومغلقة (Tepedino, 1997). وسيستمر منتجو النحل والباحثون في تحديد محاصيل جديدة يمكن تلقيحها بواسطة نحل أوراق نبات البرسيم، وبالتالي من المحتمل أن تزيد أهمية هذا النوع من النحل كملقحات. وقد تؤدي زيادة الطلب على نحل أوراق نبات البرسيم لتلقيح محاصيل جديدة في زيادة التكلفة وتقليل وفرة هذا النحل

لتلقيح نبات البرسيم في الولايات المتحدة. ولم يتضح هذا السيناريو ونتائجه بعد ولكنها قابلة للتصور.

ومن وجهة النظر غير الزراعيّة، قد يتطور وضع نحل أوراق نبات البرسيم كما هي الحال في نحل العسل ليصبح نموذجاً ومرجعاً لدراسة مجتمعات الحشرات. ويكشف العديد من الباحثين عن الخصائص الفريدة للحشرات الاجتماعية، ولكن القليل منها يبحث في بعض السمات الاجتماعية في الحشرات الانفرادية فيما يتعلق بإمكانية أن يكون مثل هذا التكيف أو السلوك مرحلة أولية من مراحل تطور الحشرة الاجتماعية الحقيقية. وقد تعزز دراسات النحل الانفرادي المتواجد في جماعات والتي تتعلق بأسلوب التعشيش وتمّيز الأفراد ضمن الجماعة الواحدة وكذلك سلوك السيادة في بناء العش والسيطرة عليه، والانتقاء النوعي والتعلم، كلها خصائص يمكن أن تُعزز فَهمّنا لتاريخ تطور الحشرات الاجتماعية. وكما كشف العلماء التركيب الوراثي لنحلة العسل، وتوفرت أدوات جديدة للمقارنة بين المورثات المختلفة ووظائفها ضمن رتبة غشائية الأجنحة وبين رتب الحشرات الأخرى التي تمتلك سلوكيات متشابهة. فإن سهولة الحصول والحفاظ على نحل أوراق البرسيم *M. rotundata* جعلها خياراً واضحاً للاستخدام في الدراسات الوراثيّة والسلوكية ودراسات النشوء الأساسية. ومن مختبرات البحوث الأساسية يمكننا الحصول على فهم شامل لنحل أوراق نبات البرسيم مما يوفر أرضية خصبة لاستمرار الدراسات الزراعية لتحسين إدارة هذه النحلة وغيرها.

شكر وتقدير

أشكر James Cane، Wayne Goerzen، Rosalind James وJames Pitts على تعليقاتهم وآرائهم المدروسة بعناية لهذا الفصل. كما أشكر Jean-Nöel Tasei و Mark Wagoner للمناقشات القيمة لنحل أوراق نبات البرسيم في أوروبا والممارسات الحالية في صنع مواقع عش نحل النوميا الاصطناعية، على التوالي.

المراجع العلمية

Baird, C. R., and Bitner, R. M. (1991). Loose cell management of alfalfa leafcutting bees in Idaho (Current Information Series No. 588, 1–4). Moscow: University of Idaho Cooperative Extension.

Barbour, J. D., Gardiner, M. M., and Seymour, L. (2004). University of Idaho alfalfa seed IPM program. In Proceedings of the Northwest Alfalfa Seed Growers Conference (49), Reno, Nevada.

Batra, S. W. T. (1970). Behavior of the alkali bee, Nomia melanderi, within the nest (Hymenoptera: Halictidae). Annals of the Entomological Society of America, 63, 401–406.

Bitner, R. M., and Peterson, S. S. (2003). Introducing the alfalfa leafcutting bee, Megachile rotundata (Hymenoptera: Megachilidae), into Australia: A case study. In K. Strickler and J. H. Cane, Eds., For nonnativecrops, whence pollinators of the future? (127–138). Lanham, MD: Entomological Society of America

Bohart, G. E. (1950). The alkali bee, Nomia melanderi Ckll: A native pollinator of alfalfa. In Proceedings of the 12th Alfalfa Improvement Conference (32–35), Lethbridge, Alberta.

----(1957). (Pollination of alfalfa and red clover. Annual Review of Entomology, 2, 355–380.

----(1971). (Management of habitats for wild bees. Proceedings of the Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management, 3, 253–256, Tallahassee, FL: Tall Timbers Research Station.

Cane, J. H. (2002). Pollinating bees (Hymenoptera: Apiformes) of U.S. alfalfa compared for rates of pod and seed set. Journal of Economic Entomology, 95, 22–27.

----(2003). (Annual displacement of soil in nest tumuli of alkali bees (Nomia melanderi (Hymenoptera: Apiformes: Halictidae) across an agricultural landscape. Journal of Kansas Entomological Society, 76, 172–176.

----(2006). (Feed 'em and reap: Linking bloom, foraging tempos and reproduction by alkali bees. In Proceedings of the Northwest Alfalfa Seed Growers Conference (69), Reno, Nevada.

Cane, J. H. (2007). Return of the alkali bee as a commercial pollinator in southeastern Washington. In Proceedings of the Northwest Alfalfa Seed Growers Conference (29–30), Las Vegas, Nevada.

Davis, H. G., Eves, J. D., and McDonough, I. M. (1979). Trap and synthetic lure for the checkered flower beetle, a serious predator of alfalfa leafcutting bee. Environmental Entomology, 8, 147–149.

Doebler, S. A. (2000). The rise and fall of the honeybee. Bioscience, 50, 738–742.

Donovan, B. J., Read, P. E., Wier, S. S., and Griffi n, R. P. (1982). Introduction and propagation of the leafcutting bee Megachile rotundata (F.) in New Zealand. In Proceedings of the First International Symposium on Alfalfa Leafcutting Bee Management (212–222), Saskatoon, Canada: University of Saskatchewan.

Eves, J. D., Mayer, D. F., and Johansen, C. A. (1980). Parasites, predators, and nest destroyers of the alfalfa leafcutting bee, Megachile rotundata (Western Regional Extension Publication No. 32. (Pullman, WA: U.S. Department of Agriculture and Washington State University Cooperative Extension Service.

Frank, G. (2003). Alfalfa seed and leafcutter bee: Productions and marketing manual. Brooks, Alberta, Canada: Irrigated Alfalfa Seed Producers Association.

Goerzen, D. W., and Mueller, S. C. (2005). Alfalfa leaf-cutting bee alternative crop pollination research in central California. In D. W. Goerzen (Ed.), Proceedings of the Saskatchewan Alfalfa Seed Producers Association Conference (19–23), Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

Hobbs, G. A. (1965). Importing and managing the alfalfa leaf-cutter bee (Publication No. 1209). Ottawa, Ontario, Canada: Canada Department of Agriculture.

----(1967). Domestication of alfalfa leaf-cutter bees (Canada Department of Agriculture Publication No. 1313). Ottawa, Ontario, Canada: Canada Department of Agriculture.

Hurd, P. D. (1954). Distributional notes on Eutricharea, a Palearctic subgenus of Megachile, which has become established in the United States (Hymenoptera: Megachilidae). Entomological News, 65, 93–95.

----(1979). Apoidea. In K. V. Krombein, P. D. Hurd, D. R. Smith, and B. D. Burks (Eds.), Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico (vol. 2, 1741–2209). Washington, DC: Smithsonian Institution Press.

International Seed Federation. (2004). Forage and turf seed market in selected countries, 2004 Retrieved March 2006, from the website of the International Seed Federation, http://www.worldseed.org/Statistics/ Forage andTurf_2004.htm.

Johansen, C., and Mayer, D. (1982). Alkali bees: Their biology and management for alfalfa seed production in the Pacific Northwest (Pacific Northwest Extension Publication No. PWN-155). Pullman: Washington State University.

Johansen, C. A., and Eves, J. (1973). Management of alkali bees for alfalfa seed production Agricultural Cooperative Extension Service Publication No. E.M. 3535). Pullman: Washington State University.

Johansen, C. A., Mayer, D. F., Eves, J. D., and Kious, C. W. (1983). Pesticides and bees. Environmental Entomology, 12, 1513–1518.

Krunic, M. D. (1972). Voltinism in Megachile rotundata (Megachilidae: Hymenoptera) in southern Alberta. Canadian Entomologist, 104, 185–188.

Krunic, M. D., Tasei, J.-N., and Pinzauti, M. (1995). Biology and management of Megachile rotundata Fabricius under European conditions. Apicotura, 10, 71–97.

Mayer, D. F., and Johansen, C. A. (1999). How to reduce bee poisoning from pesticides (Pacific Northwest Extension Publication No. PWN-518). Pullman: Washington State University.

----(2003) The rise and decline of Nomia melanderi (Hymenoptera: Halictidae) as a commercial pollinator for alfalfa. In K. Strickler and J. H. Cane (Eds.), For nonnative crops, whence pollinators of the future? (139–149). Lanham, MD: Entomological Society of America.

McManus, W. R., and Youssef, N. N. (1984). Life cycle of the chalkbrood fungus, Ascosphaera aggregate, in the alfalfa leafcutting bee, Megachile rotundata, and its associated symptomology. Mycologia, 76, 830–842.

National Agricultural Statistics Service. (2005). 2004 alfalfa seed production. Retrieved March 2006 from. ---------- 2006. (Crop production 2005 summary). Retrieved March 2006 from the USDA Agricultural Statistics Board website: http://www.nass.usda.gov/wa/agri1oct.pdf.

Parker, F. D., and Tepedino, V. J. (1982). Maternal infl uence on diapause in the alfalfa leafcutting bee (Hymenoptera: Megachilidae). Annals of the Entomological Society of America, 75, 407-410.

Peterson, S. S., Baird, C. R., and Bitner, R. M. (1992). Current status of the alfalfa leafcutting bee, Megachile rotundata, as a pollinator of alfalfa seed. Bee Science, 2, 135–142.

Pitts-Singer, T. L. (2004). Examination of "pollen balls" in nests of the alfalfa leafcutting bee, Megachile rotundata. Journal of Apicultural Research, 43(2), 40–46.

Pitts-Singer, T. L., and James, R. R. (2005). Emergence success and sex ratio of commercial alfalfa leafcutting bees, Megachile rotundata Say, from the United States and Canada. Journal of Economic Entomology, 98, 1785–1790.

Putnam, D., Russelle, M., Orloff, S., Kuhn, J., Fitzhugh, L., Godfrey, L, et al. (2001). Alfalfa, wildlife and the environment. Novato, CA: California Alfalfa and Forage.

Qingwen, Z., Richards, K. W., Lou, K., Weiwei, Z., Shaonan, L., Yuzhen, C., et al. (1994). Introduction of alfalfa leafcutter bees (Megachile rotundata F.) to pollinate alfalfa in China. Entomologist, 113, 63–69.

Richards, K. W. (1984). Alfalfa leafcutter bee management in Western Canada (Agriculture Canada Publication No. 1495/E). Ottawa, Ontario: Agriculture Canada.

----(1993). (Non-Apis bees as crop pollinators. Revue Suisse Zoological, 100, 807–822.

Riedl, H., Johansen, E., Brewer, L., and Barbour, J. (2006). How to reduce bee poisoning from insecticides (Pacific Northwest Extension Publication No. PWN-591). Corvallis: Oregon State University.

Russelle, M. P. (2001). Alfalfa: After an 8,000-year journey, the "Queen of Forages" stands poised to enjoy renewed popularity. American Scientist, 89, 252–261.

Rust, R. (2004). Offspring production and mortality in the alkali bee, Nomia melanderi: Local versus regional patterns. In Proceedings of the Northwest Alfalfa Seed Growers Conference (39–40), Reno, Nevada.

----(2005). Management of alkali bees, Nomia melanderi for alfalfa seed production. In Proceedings of the Northwest Alfalfa Seed Growers Conference (55–65), Boise, Idaho.

----(2006). Renovation and establishment of artifi cial nesting sites for the alkali bee, Nomia melanderi. In Proceedings of the Northwest Alfalfa Seed Growers Conference (65–67), Reno, Nevada.

Sauer, J. D. (1993). Historical geography of plants: A select roster. Boca Raton, FL: CRC Press.

Soroka, J. J., Goerzen, D. W., Falk, K. C., and Bett, K. E. (2001). Alfalfa leafcutting bee (Hymenoptera: Megachilidae) pollination of oilseed rape (Brassica napus L.) under isolation tents for hybrid seed production. Canadian Journal of Plant Science, 81, 199–204.

Stephen, W. P. (1955). Alfalfa pollination in Manitoba. Journal of Economic Entomology, 48, 543-548.

----(1959). Maintaining alkali bees for alfalfa seed production (Agricultural Experiment Station Bulletin No. 568). Corvallis: Oregon State University.

----(1960). Artificial bee beds for propagation of the alkali bee, Nomia melanderi. Journal of Economic Entomology, 53, 1025–1030.

----(1961). Artificial nesting sites for the propagation of the leaf-cutter bee, (Megachile rotundata Euthicharaea), for alfalfa production. Journal of Economic Entomology, 54, 989-993.

----(1962).Propagation of the leaf-cutter bee for alfalfa production (Agricultural Experiment Station Bulletin No. 586). Corvallis: Oregon State University.

----(1965).Temperature effects on the development and multiple generations in the alkali bee, Nomia melanderi Cockerell. Entomologia Experimentalis et Applicata, 8, 228–240.

----(1981)The design and function of fi eld domiciles and incubators for leafcutting bee management (Megachile rotundata [Fabricius]) (Agricultural Experiment Station Bulletin No. 654. (Corvallis: Oregon State University).

----(2003). Solitary bees in North America agriculture: A perspective. In K. Strickler and J. H. Cane (Eds.), For nonnative crops, whence pollinators of the future? (41–66). Lanham, MD: Entomological Society of America.

Stephen, W. P., and Evans, D. D. (1960). Studies in the alkali bee (Nomia melanderi Ckll.) (Agricultural Experiment Station Bulletin No. 52). Corvallis: Oregon State University.

Stephen, W. P., and Torchio, P. F. (1961). Biological notes on the leaf-cutter bee, (Megachile rotundata Eutricharaea) rotundata (Fabricius). Pan-Pacifi c Entomology, 37, 85–93.

Sumner, D. A., and Boriss, H. (2006). Bee-conomics and the leap in pollination fees. Agricultural and Resource Economics Update, 9, 9–11.

Tasei, J. N. (1982). Status of Megachile rotundata F. in France. In G. H. Rank (Ed.), Proceedings of the fi rst international symposium on alfalfa leafcutting bee management (239–246). Saskatoon, Saskatchewan, Canada: University of Saskatchewan Printing Service.

Tasei, J. N., and Carré, S. (1982). Native enemies of Megachile rotundata in France. In G. H. Rank (Ed, Proceedings of the First International Symposium on Alfalfa Leafcutting Bee Management 60–64). Saskatoon, Saskatchewan, Canada: University of Saskatchewan Printing Service.

Tepedino, V. J. (1988a). Aspects of host acceptance by Pteromalus venustus Walker and Monodontomerus obsoletus Fabricius, parasitoids of Megachile rotundata (Fabricius), the alfalfa leafcutting bee (Hymenoptera: Chalcididae). Pan-Pacifi c Entomologist, 64, 67–71.

----(1988b). Host discrimination in Monodontomerus obsoletus Fabricius (Hymenoptera: Toryimidae), a parasite of the alfalfa leafcutting bee

Megachile rotundata (Fabricius Hymenoptera: Megachilidae). Journal of the New York Entomological Society, 96, 113–118.

----(1997). A comparison of the alfalfa leafcutting bee (Megachile rotundata) and the honey bee (Apis mellifera) as pollinators for hybrid carrot seed in fi eld cages: Seventh International Symposium on Pollination. Acta Horticulturae, 437, 457–461.

Vandenberg, J. D., and Stephen, W. P. (1982). Etiology and symptomology of chalkbrood in the alfalfa leafcutting bee, Megachile rotundata. Journal of Invertebrate Pathology, 39, 133–137.

Wichelns, D., Weaver, T. F., and Brooks, P. M. (1992). Estimating the impact of alkali bees on the yield and acreage of alfalfa seed. Journal of Production Agriculture, 5, 512–518.

Woodward, D. R. (1994). Predators and parasites of Megachile rotundata (F.) (Hymenoptera: Megachilidae), in South Australia. Journal of Australian Entomological Society, 33, 13–15.

obeikandl.com