الفصل التاسع

التأثيرات البيئية على أنواع النحل المدخلة لتلقيح المحاصيل

Carlos Vergara

مقدمة

أُدخلت أنواع النحل العديدة لتلقيح المحاصيل في جميع أنحاء العالم. وتشكل فوق العائلة Apoidae (نحل ودبابير السفيكويد "Sphecoid") مجموعةً متنوعةً جداً من الحشرات، مع أكثر من ٢٠ ألف نوع معروف. وأهم نشاطات النحل فائدةً للبشر، هي تلقيحها لمعظم أنواع النباتات. حيث تعتمد أكثر من ٧٥٪ من محاصيل العالم الرئيسية و٨٠٪ من جميع أنواع النباتات المزهرة على الحشرات للتلقيح (Nabhan and Buckmann, 1997). والنحل هو الملقح الرئيس لأكثر من ١٣٠ نوعاً من المحاصيل في الولايات المتحدة وأكثر من ٤٠٠ نوع من المحاصيل في جميع أنحاء العالم. وهي أكثر الملقحات الحشرية أهميةً وشيوعاً، ويقوم النحل بأكثر من ٩٥٪ من الزيارات الحشرية لأزهار النباتات. ويقوم النحل بتلقيح ٦٣ نوعاً نباتياً (٧٧٪) من أصل ٨٢ نوعاً من الأنواع النباتية الأكثر أهميةً من الناحية الاقتصادية على مستوى العالم، ويعتبر أهم الملقحات المعروفة على الإطلاق بتلقيح ٣٨ نوعاً من تلك النباتات (Delaplane and Mayer, 2000). وقدرت القيمة الاقتصادية

نتيجة لتلقيح نحل العسل في القطاع الزراعي لبلدان عدة كما هو موضح لاحقاً (الجدول ٩,١).

الجدول (٩,١). القيمة الاقتصادية المقدرة لتلقيح نحل العسل في إنتاج المحاصيل.

المنطقة	القيمة	المرجع
الولايات المتحدة	٩ مليار دولار أمريكي ١,٦ – ٥,٧مليار دولار أمريكي	Robinson et al., 1989 Southwick and Southwick 1992
كندا	٤٤٣ مليون دولار كندي	Scott-Dupree et al., 1995
المملكة المتحدة	٢٠٢ مليون جنيه إسترليني (تلقيح جميع الحشرات) ١٣٧,٨ مليون جنيه إسترليني (تلقيح نحل العسل)	Carreck and Williams 1998
الاتحاد الأوروبي	٤,٣ مليار دولار أمريكي	Borneck and Bricout 1984 Bornech and Merle 1989
أستراليا	١٧ مليار دولار أسترالي	Gordon and Davis 2003

وفي الجزء الأول من هذا الفصل، سنتكلم عن دور النحل كملقحات والدافع وراء إدخالها والجوانب التاريخية لتلك الإدخالات. وفي الأجزاء اللاحقة، أتفحص المعلومات المُتاحة عن الآثار التي نتجت عن إدخال النحل على الأنواع النباتية المحليةِ المنشأ وآثار الملقحات المُدخلة "نحل العسل، النحل الطنّان وأنواع النحل الانفرادي التابع لمجموعة النحل القاطع للأوراق Megachilids ومجموعة نحل النوميا Halictids" على الأنواع النباتية المُدخلة. ونتابع في الجزء ما قبل الأخير بعض الجوانب العملية والقانونية لإدخال النحل، وأتعرض في نهاية هذا الجزء إلى بعض الاعتبارات التطبيقية والقانونية لإدخال أنواع جديدة من النحل، أما في الجزء الأخير فأعرض بعض الاستنتاجات بشأن إدخال أنواع النحل كملقحات.

أسباب إدخال النحل خارج نطاق تواجده الأصلي

يُعد النحل بصفة عامة حشرة نافعة لدورها في عملية التلقيح، ونتيجةً لذلك، أُدخلت العديد من أنواع النحل بشكل مقصود لخارج نطاقات تواجدها الطبيعية. ومع ذلك، فإن عدد الإدخالات العرضية المُوثقة هي أكثر بكثير من عدد الإدخالات المقصودة. وعلى سبيل المثال، من بين ٢١ نوعاً من أنواع النحل التي أُدخلت إلى الولايات المتحدة، ١٧ نوعاً منها تم إدخاله بطريقة غير مقصودة (Cane, 2003). وفي حالات قليلة فإن الأنواع المدخلة لم تكن لغايات التلقيح.

نحل العسل

نحل العسل (جنس *Apis*) هي في الأصل من العالم القديم. ويُعرف حالياً أحد عشر نوعاً من نحل العسل (Michener, 2000)، التي تم منها تربية وتدجين نحل العسل الشائع *A. mellifera* والنحل الآسيوي *A. cerana* والنحل الصغير *A. florea* وتُستخدم في التربية بمناطق مختلفة من العالم وقد تم إدخالها لمناطق خارج نطاق تواجدها الأصلي. ويتباين نحل العسل الشائع (*Apis mellifera*) لأكثر من ٢٥ سلالةً. وبالرغم من نشوئها وتواجدها الأصلي في أوروبا وإفريقيا إلا أنها أدخلت افتراضيا لكل بلدان العالم باستثناء القارة القطبية الجنوبية. وقد حدثت معظم هذه الإدخالات أثناء عملية الاستيطان من قبل المستعمرين الأوروبيين في جميع أنحاء العالم. وخلية النحل الآسيوي *Apis cerana*، تستوطن في قارة آسيا بين أفغانستان واليابان ومن روسيا والصين في الشمال وحتى إندونيسيا في الجنوب. وقد تم وصول هذه الخلايا من بلوشستان إلى إيران (Crane, 1995)، وأدخل هذا النوع في الآونة الأخيرة لبابوا غينيا الجديدة (Bradbear and Mackay, 1995). والنحل الصغير *A. florea* هو نوع أصلي في عُمان، وينتشر في الجنوب الشرقي في قارة آسيا وحتى بعض الجزر الإندونيسية.

وقد أدخلت في السنوات القليلة الماضية للسودان وقد أُعلن عنها لاحقا في العراق (Glaiim, 2005). وقد دخل هذا النوع من النحل حديثاً وتم تسجيله في المملكة العربية السعودية (مشاهدات شخصية للمترجمين).

وقد أدخلت تسع سلالاتٍ لنحل العسل الشائع *A. mellifera* في الولايات المتحدة قبل عشرينيات القرن الماضي. وكان معظم هذه السلالات أوروبية (السلالة القوقازية، *A. m. caucasica*)، (السلالة الأيبرية أوالاسبانية، *A. m. iberica*)، (السلالة الألمانية، *A. m. mellifera*)، (السلالة الايطالية، *A. m. ligustica*) و(السلالة الكرنيولية، *A. m. carnica*) ولكن بعضها من إفريقيا (السلالة التونسية، *A. m. intermissa*) و(السلالة المصرية، *A. m. lamarcki*) وكذلك الشرق الأوسط (السلالة السورية، *A. m. syriaca*) و(السلالة القبرصية، *A. m. cypria*). وفي التسعينيات من القرن الماضي، أحفاد لسلالة إفريقية أخرى، الأفريقية *A. m. scutellata* (المشار لأحفادها بمثابة نحل العسل المتأفرق)، التي وصلت من المكسيك وامتدت في جنوب غرب الولايات المتحدة (Pinto et al., 2003). وأُدخلتْ أيضاً سلالتان من قبل المستوطنين الإسبان والبرتغال في داخل معظم أقطار أمريكا اللاتينية، *A. m. iberica* (النحلة الإسبانية) و *A. m. mellifera* (النحلة الألمانية).

وقد أُحرز أول استيراد ناجح ومعروف للنحل الإيطالي إلى الولايات المتحدة في سنة ١٨٦٠م (Pellett, 1938). وانتقلت النحلة الإيطالية *A. m. ligustica* مع بداية القرن العشرين من الولايات المتحدة إلى بلدان عدة ومناطق في أميركا اللاتينية، بما في ذلك شبه جزيرة يوكاتان، حيث لم يحدث إدخالات سابقة لنحل العسل الشائع *A. mellifera* L.

وكلفت الحكومة البرازيلية في سنة ١٩٥٦م Warwick Kerr لإدخال النحل الأفريقي (*A. m. scutellata*) إلى البرازيل لإنتاج سلالة جديدة لنحل العسل. وكان هذا الجيل الجديد أقل دفاعية من النحل الأفريقي البري ولكن أكثر إنتاجية من نحل العسل الأوروبي في ظروف البرازيل المدارية. وفي ذلك الوقت، كانت البرازيل تحتل المرتبة ٤٧

بين دول العالم المنتجة للعسل. ومع وصول السلالة الجديدة، قفز ترتيب البرازيل وبسرعة إلى المرتبة السابعة بين منتجي العسل في العالم.

وقد أُدخل نحل العسل (على الأرجح *A. m. mellifera*) إلى داخل أستراليا في سنة ١٨١٠م بواسطة Samuel Marsden، الذي استورد عدداً غير معروف من مستعمرات النحل من إنجلترا. وحاول أوائل المستوطنين استخدام نحل العسل لتلقيح أشجارهم المثمرة، ولكن فشلت المحاولات الأولى لإنشاء وتأسيس مستعمرات النحل. وحصل إدخال ثان بنجاح في سنة ١٨٢٢م، وقد أدى ذلك إلى إدخالات متكررة في أستراليا خلال السنوات ٥٠-٦٠ اللاحقة. وربما لم ينتشر نحل العسل على نطاق واسع حتى حوالي عام١٩٣٠م، على الرغم من أن المعلومات الدقيقة عن معدلات الإدخال والتوزيع غير متوفرة (Paton, 1996).

أسباب إدخال نحل العسل خارج النطاقات الأصلية

وقد أُجريت معظم الإدخالات الأولية لنحل العسل في مناطق جديدة لإنتاج العسل والشمع أو لتحسين الإنتاج الذي يتم الحُصول عليه من الأنواع أو الأجناس التي كانت تُستخدم سابقاً. وأصبحت منتجات النحل الأخرى، مثل حبوب اللقاح، والنحل (على شكل نحل مرزوم أو أنوية خلايا النحل)، والملكات ذات أهمية تجارية لاحقاً. وأصبح التلقيح كنشاط تجاري ذا أهمية قصوى في السنوات الخمسين والستين الماضية باستثناء الحالة السالفةِ الذكر في الإدخالات المبكرة لنحل العسل إلى داخل أستراليا.

ويُعد نحل العسل ملقحاً عاماً يقوم بزيارة مجموعة واسعة من أزهار النباتات خلال موسم واحد. وكونها ملقحات عامة، فهي ليست أفضل الملقحات بالنسبة لكل المحاصيل، وحقيقةً فنحل العسل يزور أقل من ثلث المجموعات الزهرية في مكان مُعين (Butz-Huryn, 1997). ومع ذلك، يمكن لمستعمرات نحل العسل أن تُدار وتُنقل وتتكيف

بكفاءة عالية لمعظم المحاصيل. كما يمكن اختيار بعض الخلايا وتهيئتها لزيادة الجمع من حبوب اللقاح.

وتُستخدم في الولايات المتحدة معظم خلايا نحل العسل المُستأجرة من قبل المزارعين في تلقيح ١٣ محصولاً فقط، وتُؤجر ٢–٢,٥ مليون خلية من نحل عسل من أصل ٢,٩ مليون خلية لغايات التلقيح سنويا (Morse and Calderone, 2000). وتَطلب تلقيح اللوز وَحده في سنة ٢٠٠٤م ما يقارب ١,٤ مليون خلية نحل عسل. وسوف تحتاج ولاية كاليفورنيا لحوالي مليوني خلية نحل عسل لتلقيح اللوز بحلول عام ٢٠١٢م نظراً للنمو في مساحات اللوز المتوقعة للسنوات الست القادمة (Sumner and Boriss, 2006). ويتم في كندا استئجار أكثر من ٤٧ ألف خلية نحل سنوياً (Scott-Dupree et al., 1995)، وفي المكسيك تم خلال موسم ١٩٩٩م استئجار حوالي ٢٠٠ ألف خلية نحل عسل لتلقيح ما لا يقل عن ١٥ محصولاً، بما في ذلك محاصيل التصدير الرئيسة (Lastra-Marin and Peralta-Arias, 2000). وليس لدى أستراليا أرقام على المستوى الوطني لعدد الخلايا المؤجرة سنويا من أجل التلقيح، ولكن يُقدر بأن ٤٠ ألف خلية نحل عسل تُستخدم كل سنة لتلقيح المحاصيل في ولاية فيكتوريا، التي تملك نحو ٢٠٪ من إجمالي خلايا نحل العسل في أستراليا وهي أهم منطقة بستانية في ذلك البلد. ويبدو أن التوسع في صناعة اللوز في ولاية فيكتوريا في غضون الست أو السبع سنوات القادمة سيتطلب أكثر من ٤٠ ألف خلية نحل لتلقيح اللوز فقط، وقد تتجه بعض الخلايا إلى ولاية نيوساوثويلز (Benecke, 2003).

تأثير نحل العسل المُدخل على النباتات المحلية

يمكن لنحل العسل أن يغير معدلات التلقيح للنباتات بطرق مختلفة (انظر الفصل العاشر من هذا الكتاب أيضاً). وتشمل هذه الطرق: (١) مساهمة نحل العسل في التلقيح إضافة إلى الخدمات التي تُقدمها الملقحات المحلية وبالتالي زيادة إنتاج البذور، (٢) إحلال الملقحات المحلية من زيارة الأزهار بدون القيام بخدمات تلقيح مكافئة مما

يؤدي إلى انخفاض إنتاج البذور، (٣) تغيير سلوك الملقحات المحلية بطرق من شأنها أن تغير أنماط انتشار حبوب اللقاح، مما يؤدي لتغيرات واضحة في إنتاج البذور (٤) إزالة حبوب اللقاح من الأزهار وبالتالي تقليل كميات حبوب اللقاح التي يجري نقلها إلى الأزهار بواسطة الملقحات الاصلية، مما أدى إلى انخفاض في إنتاج البذور (Paton,1996).

ونحل العسل ملقحات رئيسية أو ثانوية للعديد من النباتات المحلية في أستراليا، ونيوزيلندا، والأمريكتين. وفي هذه المناطق، تزور نحل العسل مجموعة واسعة من النباتات ولكن تميل إلى الاستفادة المكثفة من ١٥-٢٥٪ من الأنواع المتاحة (استعرضت في Butz-Huryn, 1997). ويوفر نحل العسل تلقيحا فعّالا لبعض النباتات المحلية في أستراليا وأمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية. وكما تبين بأنها قد تكون طفيليات على أزهار النباتات المحلية في أستراليا وأمريكا الشمالية، وجامايكا وتُحد من عقد الثمار للأنواع المحلية في المناطق المدارية الجديدة وفي أستراليا (Goulson, 2003).

وقد وُثقت آثار نحل العسل على إنتاج البذور في النباتات المحلية في مناطق مختلفة من العالم. وانخفض إنتاج البذور في أستراليا لبعض النباتات عندما زار نحل العسل الأزهار بشكلٍ متكرر (وعلى سبيل المثال، *Callistemon rugulosus* (Myrtaceae) Paton, 1993)، وفي حين عُزز إنتاج البذور في نباتات أخرى (وعلى سبيل المثال, *Banksia ornata* (Proteaceae), Paton, 1996). وأظهرت دراسات عن النباتات الأسترالية التي يتم تلقيحها بواسطة الطيور مثل *Brachyloma* (Paton, 1996)(Rutaceae) *Correa reflexa ericoides* (Celebrezze and Paton, 2004)(Epacridaceae) أظهرت أن الطيور المحلية أسهمت بشكل كبير في زيادة عقد الثمار، على الرغم من أن نحل العسل كانت أكثر زيارة لتلك الأزهار. وأنتجت تجارب استبعاد الطيور التي أجريت مع المثال النباتي الأخير نسبة عقد ٣, ١٢ ± ٢٪، في حين أعطت النباتات في الحقل المفتوح بدون استبعاد الطيور نسبة عقد ٢١ ± ٢٪. وكانت أنواع النباتات التي زاد إنتاج البذور فيها، تلك التي تلقت اهتماماً غير كافٍ من الملقحات المحلية الخاصة بها (Paton, 1996). ونظم

الملقحات النباتية مُعرضة إلى المخاطر مثل إزالة الغطاء النباتي وتدهوره، وقد تعتمد بعض النباتات الأسترالية الآن على نحل العسل للتلقيح الكامل؛ لأن ملقحاتها المحلية قد انخفضت بشكل كبير أو حتى اختفت في بعض المناطق.

وقد أدى إدخال نحل العسل في البرازيل للحد من نجاح التلقيح في نبات *Clusia arrudae* (Clusiaceae)، وهو نبات ثنائي المسكن يلقح بواسطة (Apidae, Euglossini)، والتي تزور زهور نبات *C. arrudae* لجمع المادة الصمغية. ويقوم نحل العسل بإزالة الفائض من حبوب اللقاح بدون أداء التلقيح. كما تُزار الزهور الذكرية من قبل أفراد النحل *A. mellifera* والتي تزيل حوالي ٩٩٪ من حبوب اللقاح الخاصة بتلك الأزهار. وعندما يزور نحل *E. nigrohirta* الزهور التي تم زيارتها سابقاً من قبل نحل العسل *A. mellifera*، فإنها تحمل على أجسادها أقل من ٠,١٪ من حبوب اللقاح التي تحملها عند زيارة أزهار لم تُزر سابقاً من قبل نحل العسل. ولعل هذا يُفسر لماذا يرتبط تردد نحل العسل *A.mellifera* في زيارة الأزهار الذكرية ارتباطاً عكسياً مع عدد البذور التي تنتجها الزهور المؤنثة. واستنفاد حبوب اللقاح من قبل نحل العسل *A. mellifera*، بالتالي، يقلل من فعالية الملقحات المحلية (Carmo et al. 2004).

وفي دراسة عن حركة حبوب اللقاح في (*Impatiens capensis:* Balsaminaceae)، وجد Wilson and Thompson (1991) أن نحل العسل *A. mellifera* الجامع لحبوب اللقاح يجمع تقريباً ضعف كمية حبوب اللقاح التي يجمعها النحل الجامع للرحيق والتابع لجنس النحل الطنّان *Bombus* عند زيارة زهرة مذكرة عذراء، ولكنه يضع كمية حبوب لقاح أقل من حيث العدد على الأزهار الأنثوية غير الملقحة.

آثار نحل عسل المُدخل على الملقحات المحلية

قد ينافس نحل العسل المُدخل النحل المحلي على الموارد الزهرية المتوفرة وقد يؤدي إلى تقليل فرص بقائها على قيد الحياة، ونموها أو تكاثرها. وقد ركز البحث في

العلاقة التنافسية بين نحل العسل والنحل المحلي أساساً على القياسات غير المباشرة كتداخل المصادر الزهرية، نسب الزيارة، حصاد المصادر الزهرية وأي تفاعل سلبي فُسر بأنه إحلال تنافسي للنحل البري من قبل نحل العسل. وعلى الرغم من أن هذه الأبحاث قد تكون ذات قيمة في توضيح إمكانية وجود منافسة بين نحل العسل والنحل المحلي، فإن تقيّم الخصوبة، تقدير معدلات البقاء على قيد الحياة والكثافة المجتمعية مطلوبة لتحديد ما إذا كان وجود النحل المحلي مُهدداً على المدى الطويل. واستعرض الباحث Paini (2004) ٣٨ دراسة مرجعية حول هذا الموضوع، وتُستخدم معظمها في القياس غير المباشر للمنافسة. وتعرض كثير من هذه الدراسات للإهمال بسبب تكراريتها المنخفضة، أو العوامل المُربكة، أو التفسير الضعيف للنتائج. واستناداً لعدد قليل من الدراسات التي تقيس وتحدد أثر نحل العسل على حياة النحل المحلي وتكاثره وكثافة مجتمعاته لم يستطع Paini (2004) إعطاء أي خلاصة واستنتاج مُحدد بشأن التأثير الحقيقي لنحل العسل على النحل البري.

واختتم الباحث Butz-Huryn (1997) بالمثل أن هناك أدلة قليلة على وجود أي أثر لنحل العسل على النحل المحلي، تماماً كما وجد الباحث Paini وزملاؤه (2005) نفس النتيجة فيما يتعلق بنوع النحل المحلي *Australian Megachile* (Megachilidae) بأستراليا. واختبر Thompson (2004) حقلياً آثار نحل العسل من خلال تقييم نشاط السروح والقدرة على التكاثر لنوع النحل الطنّان المحلي *Bombus occidentalis* Green في سواحل ولاية كاليفورنيا. وسجلت خلايا النحل الطنّان *B. occidentalis* والتي تم وضعها بالقرب من خلايا نحل عسل تجريبية معدلات أقل لعودة النحل السارح ومعدلات أقل لرحلات السروح في جمع حبوب اللقاح مقارنةً بالرحيق. وأظهرت تقديرات نجاح عملية التكاثر في الذكور والإناث انخفاضاً في المعدلات مع زيادة القرب من خلايا نحل العسل. نجاح التكاثر ارتبط معنويا مع قياسات سروح الخلية وبشكل معنوي جداً فيما يتعلق بالتحول لبذل الجهود في جمع حبوب اللقاح.

وقد ركزت دراسات قليلة على التفاعلات بين نحل العسل المدخل والملقحات الأخرى من الطيور المحلية، وتبين بأن نحل العسل يتداخل جزئيا مع الطيور التي تتغذى على الرحيق. وعلى سبيل المثال، وجود نحل العسل في ولاية أريزونا أثر سلبياً على سروح الطائر الطنّان (Schaffer et al., 1983). وفي جنوب أستراليا، نحل العسل هو الآن الأكثر شيوعاً في زيارة الأزهار وتقوم عادةً بجمع أكثر من ٨٠٪ من موارد الزهرة التي يتم إنتاجها، وحتى من النباتات التي تُلقح إلى حدٍ كبير من خلال الطيور (Paton 1993, 1996). وينتُج عن استهلاك موارد الزهرة استبعاد وإحلال العديد من الملقحات المحلية وفي إحدى الحالات تقليل الكثافة العددية في مجتمعات نحل العسل. وحل نحل العسل إلى حدٍ كبير محل أكلة العسل (*Phylidonyris novaehollandiae*, Meliphagidae) على أزهار نبات *Gallistemon rugulosus* بدون التأثير على عملية التلقيح، مؤدياً إلى فيض إنتاج البذور (Paton, 1993). وفي أحد النباتات الأخرى *Correa reflexa* التي يتم تلقيحها بواسطة الطيور، أدى جمع حبوب اللقاح من الأزهار بواسطة نحل العسل إلى تقليل نسبة حبوب اللقاح التي تقوم الطيور بنقلها إلى مياسم الأزهار (Paton, 1993). وفي المقابل، في حالة النبات شتوي الإزهار *Banksia ornata* يُعد نحل العسل من الملقحات ذات الكفاءة العالية بل وإنه قد زاد من نجاح التلقيح بسبب نقص الملقحات المحلية، الطيور التي تتغذى على الرحيق أو حتى مجتمعات أكل العسل لهذا النبات (Paton, 1997). وبشكل تهكمي، يمكن أن يكون نحل العسل قد ساهم في نقص التلقيح لأنه قام باستهلاك وجمع كميات كبيرة من المصادر الزهرية الصيفية والخريفية المحدودة، وبالتالي انخفاض أعداد مجتمعات آكل النحل.

ولا يوجد حتى الآن أية دراسة حول التنافس بين نحل العسل المدخل والخفافيش التي تتغذى على رحيق الأزهار. هذا النوع من التداخل يمكن أن يحدث في المناطق التي يُعتبر فيها الصبار الأمريكي والصبار العمودي عناصر مهمة من الغطاء النباتي. العديد من الدراسات في هذا المجال بينت أن زيارات نحل العسل والحشرات الأخرى للأزهار بالنهار

لها تأثير محفز ومشجع لزيارات الخفافيش مما يزيد من نجاح العملية التكاثرية للنبات أو تعتبر غير مهمة عندما يعتمد النبات بشكل رئيس على الخفافيش في عقد البذور (Molina-Freaner and Eguiarte, 2003; Roche et al. 2005). وهناك تداخل عكسي بين نحل العسل المدخل والخفافيش بالتنافس على مواقع التعشيش. وتمت دراسة هذا الجانب في أستراليا، حيث يتواجد العديد من الكائنات الفقارية بما فيها الخفافيش والتي يمكن أن تستخدم التجاويف للاختباء والتعشيش (تم مراجعته من قبل Paton, 1996). وعلى كل حال لا يوجد أي دليل قوي حول التنافس بين خلايا النحل البرية والخنافس على التعشيش في التجاويف. ويعتمد القلق حول التنافس على مواقع التعشيش على بعض الأمثلة المدونة لتعشيش النحل في التجاويف التي تم استخدامها سابقاً بالخفافيش أو الببغاوات أو البوم (Paton, 1996). هذه الإحلالات على كل حال تشمل جزءاً صغيراً فقط من المجتمع وليس لها أي تأثير معنوي على المجتمعات المحلية وخاصة عند وجود تجاويف وأماكن تعشيش أخرى متاحة.

النحل الطنّان

جرت أول محاولة لإدخال النحل الطنّان خارج نطاقات توزيعها الطبيعية في عام ١٨٧٥م، عندما أُطلقت ملكات لنوعين على الأقل من النحل الطنّان من إنكلترا في نيوزيلندا. وقد تكيفت الأنواع التي أدخلت إلى نيوزيلاندا وتأكد توطنها بهذه البيئة بحلول سنة ١٨٨٥م. وفي وقت مبكر من ثمانينيات القرن الماضي تم إدخال النحل الطنّان *B. ruderatus* من نيوزيلاندا إلى تشيلي (Arretz and MaFarlane, 1986).

حالياً، يوجد هذا النوع في معظم المناطق المعتدلة من تشيلي وهو أكثر زائري الأزهار وفرة في الغابات المعتدلة من جنوب غرب الأرجنتين (Morales and Aizen, 2006). وقد استخدم النحل الطنّان *Bombus terrestris* في تلقيح المحاصيل الزراعية في أوروبا منذ أواخر الثمانينيات من القرن الماضي ولكن في نهاية المطاف تم استخدامه في

أكثر من خمسة عشر بلداً وفي المقام الأول في أوروبا. وفي الكثير من البلدان التي تم فيها إدخال النحل الطنّان *Bombus terrestris*، أصبحت مجتمعاته مستقرة طبيعياً وتوسعت نطاقات تواجدها بسرعة. ويُستخدم النحل الطنّان *Bombus terrestris* حالياً لتلقيح المحاصيل تحت الدفيئات والبيوت الزراعية في بلدان عديدة خارج نطاق تواجدها الجغرافي الأصلي. والنحل الطنّان *B. impatiens* هو النوع الوحيد الذي يتم إنتاجه في أمريكا الشمالية على نطاق تجاري. وقد تمت تربية النحل الطنّان *B. occidentalis* أيضاً للاستخدام في ولايات غرب جبال الروكي. ومع ذلك، فإن الإصابة الدورية للنحل الطنّان *B. occidentalis* بالممرض الفطري نوزيما *Nosema bombi* أدى إلى مشاكل كبيرة ونتيجة لذلك توقفت تربية هذا النوع من النحل الطنّان بشكلٍ تجاري (Thorp, 2003).

النحل الطنّان *Bombus terrestris*

نتيجة لزيادة وفرة خلايا النحل الطنّان *B. terrestris* المنتجة تجارياً، يُستخدم حالياً لتلقيح محاصيل البيوت الزراعية في بلدان عديدة خارج نطاق تواجده الجغرافي الأصلي. ويغطي المدى الجغرافي الطبيعي للنحل الطنّان قارة أوروبا بالكامل، والمنطقة الساحلية لشمال أفريقيا والشرق الأوسط، وكذلك في الجزء الغربي من آسيا. وفي هذه المناطق تتواجد عدة سلالات من النحل الطنان التي تختلف في مجموعة متنوعة من الصفات السلوكية، بما في ذلك تفضيل لون الزهرة، والكشف عن الزهرة، وتعلم السلوك (Chitka et al, 2004). وقد أُدخل هذا النوع *B. terrestris* إلى نيوزيلندا (Macfarlane and Gurr, 1995)، وولاية تسمانيا (Goulson, 2003)، والبرازيل، والتشيلي، والمكسيك، واليابان (Thorp, 2003)، وأوروغواي (Freitas et al., 2003) وإلى بلدان أخرى عديدة. كما أُدخل على ما يبدو إلى داخل أستراليا (ولاية نيوساوث ويلز) ولكنه لم يتوطن (Froggatt, 1912 and Payment 1935). وقد عُثر في سنة ٢٠٠٣م

على عاملة واحدة وملكة واحدة لنوع *B. terrestris* في داخل أستراليا (Dollin, 2003). وتقدر مبيعات النحل الطنّان *Bombus terrestris* على مستوى العالم بحوالي ٨٥٠ ألف خلية سنوياً (Velthuis and Van Doorn, 2006).

آثار إدخال النحل الطنّان *B. terrestris* على النباتات المحلية والمُدخلة

النحل الطنّان *B. terrestris* هو النوع الوحيد الذي تم إدخاله إلى أستراليا ونيوزيلندا ويقوم بزيارة أزهار النباتات المحلية. والدراسات حول تفضيل النحل الطنّان المدخل للأنواع النباتية المدخلة لم تعط أية أدلة مؤيدة. ويزور النحل الطنّان في نيوزيلندا أنواعاً أكثر للنباتات المُدخلة من النباتات المحلية الأصيلة (Hanley and Gouslon, 2003). وفي جزيرة تسمانيا الأسترالية، لا فرق في جاذبية النباتات المُدخلة والنباتات المحلية الأصيلة للنحل الطنّان التي قد عُثر عليها في حديقة عند تقاطع منطقة النباتات المدخلة والنباتات المحلية الأصيلة (Hingston, 2005).

ولا تتوفر أية دراسات حتى الآن عن آثار النحل الطنّان المدخل على تكاثر النباتات المحلية الأصيلة. ولدى النحل الطنّان القدرة على تعطيل خدمات الملقحات من خلال استنفاد موارد الأزهار التي تزورها الطيور المُلقحة (وعلى سبيل المثال، *Epacris impressa* (Epacridaceae) في جزيرة تسمانيا، Hingston and Mcquillan, 1998). ويحصل جامعو الرحيق على الرحيق بطريقة ثقب الأنسجة النباتية دون الاتصال بالمُتكّ والميسم وبالتالي فشلها بنقل حبوب اللقاح على نحو فعّال (Inouye, 1979). وعندما يجعل تركيب الزهرة الوصول إلى الرحيق مستحيلاً، يستخدم النحل الطنّان *B. terrestris* (وبعض أنواع النحل الأخرى) الفك السفلي للمسك وعض التويج وكأنه أحد طفيليات الأزهار، ومن ثم يتم الوصول للرحيق بدون تلقيح الأزهار. وليس من السهل التنبؤ بتداعيات هذا السلوك. ويؤدي جمع الرحيق بهذه الطريقة إلى تقليل كمية الرحيق المتبقية والمتاحة، مما يسبب تخفيض معدلات الزيارة بالنسبة

للملقحات الأخرى (McDade and Kinsman, 1980)، وانخفاضا في معدلات عقد البذور (Roubik, 1982; Roubik et al., 1985; Irwin and Brody, 1999).

ويمكن أن تُسبب طريقة الحصول على الرحيق هذه (ما يعرف بسرقة الرحيق) بإحداث ضرر لأنسجة الزهرة أيضاً، التي تتداخل مع أو تمنع إنتاج البذور (Galen, 1983). ويمكن لجامعي الرحيق بهذه الطريقة أن تدفع بعض زيارات النحل المشروعة للنباتات بعيداً (Inoy, 1979). وبالتالي يمكن لسرقة الرحيق أو جمعه بهذه الطريقة أن تمتلك تأثيراً قليلا على إنتاجية النبات في حال قام سارقو الرحيق بجمع حبوب اللقاح أيضاً أو بقيام ملقحات أخرى موجودة بذلك (Newton and Hill, 1983; Arizmendi et al., 1995; Morris, 1996; Stout et al., 2000). ويمكن لبعض النباتات أن تستفيد من نشاط جمع الرحيق بهذه الطريقة (سرقة الرحيق) فعلاً من خلال إجبار بعض النحل السارح للقيام برحلات طيران لمسافات أكثر بعداً، وبالتالي زيادة التنوع الوراثي من خلال التهجين (Zimmerman and Cook, 1985). ويمكن أن تُجْبر الملقحات أيضاً بزيارة عدد أكبر من الأزهار في وحدة الزمن، وبالتالي زيادة عقد البذور (Heinrich and Raven, 1972).

والأثر الأهم الذي يمكن للنحل الطنّان *B. terrestris* أن يؤثر به على النباتات المُدخلة هو تبادل المنافع والمصالح مع أنواع الحشائش المدخلة. وسيتم التعامل مع هذا الموضوع بالتفصيل في الفصل العاشر من هذا الكتاب.

آثار النحل الطنّان المدخلة على الملقحات المحلية

وقد أُجريت الدراسة الوحيدة التي تعالج هذه المسألة حتى الآن، في تسمانيا من قبل Hingston and MaQuillan (1999). وقد حلّ النحل الطنّان *Bombus terrestris* محل نوعين من النحل المحلي (*Chalicodoma* spp. (Megachilidae) في زيارة زهور أحد النباتات البقولية المحلية *Gompholobium huegelli*. ولم تتطرق الدراسة، مع ذلك، إلى قياس تأثير هذا الإحلال على الجوانب المتعلقة بتكاثر أنواع نحل عائلة Megachilidae

المحلي. وتشير دراسات للباحثَين Paini و Roberts (2005) إلى آثار نحل العسل على النحل المحلي بأستراليا وتوضح بأن استجابة ورد فعل النحل المحلي على تواجد أنواع النحل المدخلة كالنحل الطنّان تعتمد على أنواع النحل المعنية وعلى سمات التكيف المحددة لهذه الأنواع.

وقد أجريت حركة ضخمة لمجتمعات النحل الطنّان الغير محلي *Bombus terrestris* نتيجةَ الإنتاج التجاري لخلايا النحل الطنّان المستخدمة في تلقيح المحاصيل داخل الدفيئات ضمن مدى توزيع هذا النوع مع عدم وجود أي تقييم للمخاطر. وتختلف مجتمعات النحل الطنّان *Bombus terrestris* كثيراً عن بعضها البعض في تركيبها الوراثي، كما يتبين من خلال الاختلافات القوية في لون الغطاء الخارجي والصفات السلوكية. وعلى سبيل المثال، قد أظهر Ings وآخرون (2005) بأن نحل جزيرة كناري (*B. terrestris canariensis*) كانت متفوقة في جمعها للرحيق مقارنة بالنحل الموجود بسردينيا (*B. terrestris sassaricus*) والتي كانت متفوقة عموماً بدورها عن النحل الطنّان الأُوروبي (*B. terrestris terrestris*) في المناطق الرئيسة. وتُفَسر هذه الاختلافات بين المجتمعات من ناحية الأداء إلى حد كبير نتيجة للاختلاف في حجم النحل السارح، فالنحل الأكبر حجما أفضل أداءً من حيث التلقيح. ومع ذلك، حتى عندما نأخذ حجم النحل السارح بالاعتبار، فإن النحل المحلي لم يتفوق على النحل غير المحلي الذي يتم إكثاره إلا في حالة واحدة. وفي الختام، فإن مجتمعات النحل غير المحلية، وخصوصاً المجتمعات ذات الأفراد الكبيرة حجماً، يمكن أن تكون ذات قدرة تنافسية عالية من ناحية السروح. وهذا قد يؤدي إلى توطين النحل غير المحلي وإحلال النحل المحلي.

آثار النحل الطنّان المدخل (*B. terrestris*) على الملقحات المدخلة الأخرى

لا تتوفر معلومات حول الآثار المحتملة للنحل الطنّان (*B. terrestris*) على سروح وتكاثر الملقحات الأخرى المدخلة مثل نحل العسل (*A. mellifera*). وفي نيوزيلندا، مع

وجود أربعة أنواع مدخلة للنحل الطنّان، فإن النحل الطنّان (*B. terrestris*) هو الأكثر وفرة، في حين أن اثنين من الأنواع الثلاثة الأخرى (*B. ruderatus and B. subterraneus*) تعد نادرةً، ومجتمعاتها آخذة في الانخفاض على ما يبدو. والنوع الرابع، (*B. hortorum*)، وفير نسبياً. وترجع هذه الاختلافات في وفرة الأنواع المختلفة على ما يبدو إلى وفرة مصادر الغذاء النباتية المدخلة بدلاً من التنافس بين أنواع النحل الطنّان المختلفة (Goulson and Hanley, 2004).

النحل الطنّان *Bombus ruderatus*

وقد أدخل هذا النوع إلى نيوزيلندا بين عامي ١٨٧٥م و١٩٠٦م، وأصبح مستوطناً في كل من الجزر الشمالية والجنوبية. وتتجه مجتمعات النحل الطنّان (*B. ruderatus*) إلى الانخفاض في نيوزيلندا بسبب فقدان المروج الزهرية الغنية في ذلك البلد (Goulson and Hanley, 2004). وهناك إمكانية لم يتم اختبارها من قبل (2004) Goulson and Hanley وهي حدوث إحلال تنافسي لهذا النوع النادر التواجد من النحل الطنّان بواسطة النحل الطنّان الأوروبي *B. terrestris*.

وقد تم إدخال هذا النوع من النحل الطنّان إلى جنوب تشيلي في سنة ١٩٨٢م من السلالة الموجودة في نيوزيلندا (Arretz and Macfarlane, 1986). ومنذ إطلاقها قرب مدينة ماليكو، انتشر نحو الشمال إلى شيلان وإلى الجنوب باتجاه بويرتومونت، وفي غضون عشر سنوات انتشر إلى الغابات الجنوبية المعتدلة في الأرجنتين (Abrahamovich et al., 2001; Morales and Aizen, 2001 and Ruz, 2002).

آثار النوع *B. ruderatus* المدخل على النباتات المحلية والمدخلة

يَسرح النحل الطنّان *B. ruderatus* بشكلٍ كبير على أزهار النباتات المُدخلة في نيوزيلندا (Goulson and Hanley, 2004) وتُفضل كذلك زيارة النباتات المُدخلة في تشيلي

(Rebolledo et al., 2004). وفي غابات المناطق المعتدلة من شمال غرب باتاغونيا (الأرجنتين) يزور النحل الطنّان *B. ruderatus* بشكل متساو زهور النباتات المُدخلة في مناطق العوائل التي حدث فيها خلل بيئي والتي لم يحدث فيها أي خلل أيضاً (Morales and Aizen, 2002). ويعتمد البرسيم الأحمر *Trifolium pratense* (Fabaceae) اعتماداً كبيراً على النحل الطنّان *B. ruderatus* بعقد البذور؛ ولهذا السبب تم إدخال النحل الطنّان *Bombus ruderatus* في نيوزيلندا وتشيلي، حيث إنتاج بذور البرسيم الأحمر ذو الأهمية الاقتصادية (Ruz, 2002).

النحل الطنّان *Bombus impatiens*

ولهذه الأنواع انتشار واسعٌ شرقي جبال الروكي في الولايات المتحدة. ويستخدم النحل الطنّان *Bombus impatiens* في المكسيك أيضاً، وهو ليس من النحل المحلي فيها. وحتى الآن، إجمالي المبيعات السنوية للنحل الطنّان *B. impatiens* إلى كندا، والولايات المتحدة والمكسيك مجتمعة هي ٧٠٠٠٠ خلية (Velthius and van Doorn, 2006). وأدى تسارع النمو الحالي لمحاصيل الزراعات المحمية في المكسيك إلى الحاجة لعناصر الإنتاج المختلفة للإنتاج التجاري. وأحد هذه العناصر هو النحل الطنّان والذي يستخدم للتلقيح. وفي سنة ١٩٩٧م، أُنشئت شركة كوبيرت دي مكسيكو، وهي فرع من أنظمة شركة كوبيرت البيولوجية الهولندية، في المكسيك. ومنذ سنة ٢٠٠١م، تستورد شركة كوبيرت دي مكسيكو ملكات النحل الطنّان *B. impatiens* من ميشيغان وتنتج الخلايا بشكل نهائي في المكسيك. وافتتح كوبيرت في سنة ٢٠٠٤ منشأة تربية النحل الطنّان في كويريتارو، شمال مدينة مكسيكو. وتَدَّعي هذه الشركة السيطرة على ٨٣٪ من السوق المحلية للنحل الطنّان حالياً، وتُرسل خلايا النحل الطنّان من كيريتارو إلى سينالوا، سونورا، ولاية باجا كاليفورنيا، خاليسكو، ميتشواكان وكويريتارو.

الآثار المحتملة للنحل الطنّان *B. impatiens* المدخل على أنواع النحل الطنّان المحلية

يُعد النحل الطنّان *B. impatiens* نحلاً ذا منشأ محلي في الجزء الشرقي من الولايات المتحدة، شرق جبال الروكي. وتفصل منطقة ضيقة في جنوب غرب ولاية تكساس هذه المجموعة المحلية عن أقاربها القريبين جداً في المكسيك *B. ephippiatus* و *B. wilmatta*. وتنتمي هذه الأنواع الثلاثة إلى تحت الجنس *Pyrobombus*، ويعتقد بأنها قد نشأت جميعا من نفس الأصل (Cameron et al., 2007). وتُعتبر *B. ephippiatus* و *B. wilmattae* أشكالاً لنوعٍ متغير واحد (Williams, 2005). وقد تأكدت إمكانية التهجين بين *B. ephippiatus* و *B. wilmattae* بواسطة التهجين التجريبي في مختبر النحل التابع لجامعة غوادالاخارا في أوتلان (Cuadriello، اتصال شخصي). وفي حال استيراد نوع *B. impatien* فيمكن أن تتم عملية تهجين بينه وبين مجتمعات الأنواع المحلية البرية *B. ephippiatus* و *B. wilmattae* ويمكن بالتالي أن تنخفض كفاءة هذه الأنواع على التكيُف مع البيئة المحلية وتخسر تمييزها الخاص. وقد يؤدي تقاربها الشديد إلى زيادة حساسية النوع المكسيكي للإصابة بالطفيليات والأمراض أيضاً. وقد عُثر قريبا على ملكة لنوع *B. impatiens* في المناطق البرية بالقرب من مدينة سيوداد غوزمان، خاليسكو. وهذا مؤشر واضح جداً بأن هذا النوع قد خرج من مناطق استخدامه واستوطن في المناطق البرية من المكسيك، مما يشكل تهديداً محتملاً للنحل الطنّان المحلي.

ولأن *B. ephippiatus* ينتشر على نطاقٍ واسعٍ جداً ومشابه بيولوجياً لنوع *B. impatiens*، مما يجعله نوعاً جيداً للتربية التجارية ضمن مدى تواجدها الطبيعي في المكسيك. وتربّى *B. ephippiatus* بنجاح في المختبر ويمكن أن تُطور للتلقيح بشكل تجاري.

وقد وضع قانون الصحة الحيوانية الاتحادي لسنة ١٩٩٣م في المكسيك الأسس لرصد والوقاية والتحكم والقضاء على الأمراض لجميع الحيوانات البرية في المكسيك

(مؤتمر الولايات المتحدة المكسيكية، 2004). وتنظم الدائرة الوطنية لصحة الأغذية الزراعية، والسلامة والجودة (SENASICA) استيراد المستلزمات الزراعية في المكسيك، بما في ذلك المتطلبات لثلاثة أنواع من النحل الطنّان *B. impatiens, B. occidentalis, B. ephippiattus*. وقد تم ضم النوع الأخير في هذه اللائحة لأنه في التسعينيات من القرن الماضي، نُوقشت فكرة تصدير الملكات لهذا النوع إلى أوروبا لتربية الخلايا ومن ثم إعادة استيرادها إلى داخل المكسيك. وتتطلب القيود وجود شهادات صحية رسمية تفيد أن خلايا النحل الطنّان المستورد خالية من الإصابة بالنوزيما، الفاروا، والأمراض الفطرية التي تصاحب كل شحنة تدخل إلى المكسيك (SENASICA, 2006). ثم تُرسل الخلايا الواردة إلى مركز خدمات صحة الحيوان المخبري لفحص الطفيليات الخارجية وعدوى النوزيما، مع تعبئة الوثائق التي تتوافق مع متطلبات المادة ٢٤ من القانون الاتحادي (SENASICA, 2006).

النحل قاطع الأوراق Megachilidae

أدخلت عدة أنواع من هذه العائلة خارج نطاقها الطبيعي، عن قصد أو غير قصد على حدٍ سواء. أفضل حالة مُوثقة هي نحل أوراق نبات البرسيم (*Megachile rotundata*)، وهو من منشأ أوربي آسيوي. وقد أُدخل بطريق الصدفة في أمريكا الشمالية، وعن عمد لتلقيح البرسيم في أمريكا الجنوبية وأستراليا مع درجات متفاوتة من النجاح (انظر الفصل ٧ أيضاً). وقد تم إعادة إدخال هذه الأنواع إلى أوروبا في محاولة لاستعادة المجتمعات المحلية الأصلية. كما أُدخلت نحلة أوراق المرار (*Megachile apicalis*) عن طريق الخطأ داخل أمريكا الشمالية من المناطق الأوروآسيوية. وأدخلت أنواع من النحل البنّاء *Osmia* من آسيا إلى داخل أمريكا الشمالية لتلقيح اللوز والتفاح والأشجار المثمرة الأخرى.

نحل أوراق نبات البرسيم *Megachile rotundata*

نشأ نحل أوراق نبات البرسيم في المناطق الأوروأسيوية، وتمتد من أوروبا الغربية وشمال أفريقيا من خلال شمال إيران وجنوب سيبيريا إلى منغوليا. وعلى ما يبدو، قد تم إدخال نحل أوراق نبات البرسيم (*M. rotundata*) بالصدفة على الساحل الشرقي للولايات المتحدة، حيث تم العُثور عليها لأول مرة في الثلاثينيات من القرن الماضي، وقد أُكِدَ وجودها في هذا البلد في الأربعينيات (Stephen, 2003). وأدخلت قصداً إلى كندا لأول مرة في سنة ١٩٦٢م، (Hobbs, 1964)، مع إعادة الإدخال في عامي ١٩٦٤م و ١٩٦٦م (Stephen, 2003). وتم الإدخال الأول غير الناجح لنحل أوراق نبات البرسيم (*M. rotundata*) من الولايات المتحدة إلى تشيلي في سنة ١٩٦٣م، وتلاها إدخالات عديدة وكبيرة من الولايات المتحدة في سنة ١٩٧١م. وقد هدفت هذه الإدخالات إلى تحسين إنتاج بذور البرسيم (Rose, 2002). وأدخلت هذه النحلة إلى الأرجنتين في السبعينيات (Martinez, 2001) ، إلى نيوزيلندا في عام ١٩٧١م (Donovan, 1975) من إيداهوان ومن السلالات الكندية، ومن هناك إلى أستراليا في أوائل السبعينيات. وجرت إدخالات أخرى لجنوب أستراليا في سنة ١٩٧٠م (من كندا) وبين سنوات ١٩٨٨م و١٩٩٦م من نيوزيلندا (Woodward, 1996). وقد استوردت أعداد مختلفة من نحل أوراق نبات البرسيم (*M. rotundata*) إلى أستراليا بين سنوات ١٩٩٨ و٢٠٠٥م، (Anderson, 2006). ويتوفر القليل من المعلومات حول مجتمعات النحل قاطع الأوراق من عائلة Megachilidae المُدخلة، ولكن تشير دراسة واحدة إلى أن هذه الأنواع الانفرادية لن تحقق كثافة عالية في أستراليا (Woodward, 1996).

يُعد نحل أوراق نبات البرسيم (*M. rotundata*) متخصصا جداً في تفضيل قوي لزهور البرسيم التي يزورها حتى عندما يكون هناك نباتات مزهرة في الجوار، حيث تصل لمعدلات تلقيح عالية جداً (٨٠-١٠٠ ٪ في بعض الحالات ؛ Bosch and Kemp,

2005). وتُربى على نطاقٍ واسعٍ تجارياً، ويعشش هذا النوع ويكمل دورة حياته في حقول البرسيم التي يقوم بتلقيحها، شريطة وجود أعدد كافية لتجاويف التعشيش المُتاحة. وتُثبط الأعداد الكبيرة من إناث (*M. rotundata*) السارحة، سروح نحل النوميا المحلي *Nomia melanderi* (*Halcitidae*) في حقول البرسيم التجريبية في مواقع عدة من ولاية واشنطن (Mayer and Johansen, 2003). ولم يتم التطرق بالدراسة، فيما إذا كان لهذا النشاط الكبير لنحل أوراق نبات البرسيم أثر على تكاثر نحل النوميا.

النحل القاطع لأوراق المرار *Megachile apicalis*.

وهذا النوع من النحل مستوطن في المناطق الأوروأسيوية أيضاً، وتمتد من غرب أوروبا إلى أوكرانيا شمالاً وإلى أوزبكستان شرقاً. وكان إدخالها إلى الولايات المتحدة بالصدفة (Stephen, 2003). ونوع *M. apicalis* متخصص جداً على عشبة القنطريون أو المرار *Centurea spp.* (Astereaceae) وهي تتقاطع من حيث المدى الجغرافي مع نحل أوراق نبات البرسيم في كاليفورنيا وتتماثل معها في النشوء من نفس الأصل. وتظهر *M. apicalis* قبل *M. rotundata* في الطبيعة ولكن في الوقت الذي لا يكون فيه العائل قد أزهر بعد. وعندما يزهر العائل، تظهر *M. apicalis* بأعدادٍ كبيرة وتعمل على إحلال أماكن تعشيش نحل أوراق نبات البرسيم *M. rotundata*. ويُعد هذا النزوح العدواني مشكلة حادة للمزارعين الذين يستخدمون نحل أوراق نبات البرسيم *M. rotundata* لإنتاج بذور البرسيم (Stephen, 2003). ويحدث تبادل المنافع والمصالح للأنواع المدخلة عندما يُيسر أو يسهل نوعان أو أكثر من الأنواع توطنهما وانتشارهما معاً بمنطقة جغرافية جديدة (Richardson et al, 2000). ويمكن للنحل والأعشاب أن تتبادلا المنافع والمصالح كنوعين دخيلين، كما هي الحال بالنسبة لنحل العسل وعشبة المرار (Barthell et al., 2001).

وقد يحدث تبادل المنافع والمصالح بين أنواع أخرى للمرار (*Centaurea* sp.) وأفراد نحل *M. apicalis* (Barthell et al., 2003). كما أن أفراد النحل من نوع *M. apicalis*

تُظهر نزعة قوية في المنافسة على مواقع التعشيش ولديها القدرة للتأثير في أنواع النحل الأخرى التي تقوم بالتعشيش في التجاويف أيضاً، ولكن هذا التفاعل الممكن لم يتم توثيقه حتى الآن (Barthell et al., 2003).

النحل البنّاء *Osmia cornifrons*

النحل البنّاء *O. cornifrons* ويعرف بالنحل البنّاء الياباني ذو الوجه القرني أو المقدمة القرنية، وهي مستوطنة أصلا باليابان، وكانت النحلة المُستوردة الأولى لتلقيح التفاح من اليابان إلى داخل ولاية يوتا في سنة ١٩٦٥م، ولكنها لم تستمر بالحياة هناك. وفي سنة ١٩٧٦م، اُستوردت إلى داخل ولاية ماريلاند، حيث ازدهرت في مناخ يشبه مناخ مناطق اليابان الوسطى (Batra, 1979). ويفضل هذا النحل بقوة زهور العائلة الوردية، وعلى عكس نحل العسل، فإنها لن تنصرف من العائلة الوردية وتنجذب بسهولة لنباتات الهندباء والأعشاب الأخرى. وتلقح نحلة الوجة القرني أزهار التفاح بفاعلية تفوق فعالية عاملة نحل العسل بحوالي ٨٠ مرة (Macta, 1990). ولا تتوفر معلومات حول الآثار المحتملة للنحل البنّاء *O. cornifrons* على النباتات الأصلية أو على الملقحات الأخرى.

نحل النوميا Halictidae

نحل النوميا أو النحل الكادح أو نحل العرق، *Nomia melanderi*، وهي مستوطنة في غرب أمريكا الشمالية وتُستخدم في الولايات المتحدة لتلقيح البرسيم. وقد أُدخلت لنيوزيلندا في سنة ١٩٧١م لإنتاج بذور البرسيم (Donovan, 1975, 1979). وتجمع إناث نحل النوميا حبوب اللقاح من الأزهار المركبة أو زهور البرسيم عندما تكون وفيرة بالقرب من مواقع العش. ولم تتم مشاهدة نحل النوميا على الأزهار المحلية في نيوزيلندا، على الرغم من أن حبوب اللقاح التي أزيلت من سلة حبوب اللقاح في شغالات نحل النوميا

في المناطق الشاطئية احتوت على ١٪ من حبوب لقاح النبات البري *Selliera sp.* (Goodeniaceae) (Donovan, 1980) وزادت أعشاش، وكذلك شغالات نحل النوميا، من ٧٠ عشاً في سنة ١٩٧١م إلى حوالي ١٤ألف عش في سنة ١٩٨٠م. وتتطور المجتمعات الكبيرة، فقط، في تربة العش المحلية القليلة جداً أو على مقربة من حقول بذور البرسيم حيث توفر مواقع العش الموجودة أصلاً (Donovan, 1980).

الجوانب العملية والقانونية لإدخال أنواع النحل الغريبة

نُفذت معظم إدخالات النحل من دون تقييم مُسبق للآثار المُحتملة لهذه الكائنات على البيئة. وتُركز جميع القوانين والأنظمة التي تتعلق وتحدد استيراد النحل تقريباً على الوقاية من الأمراض والطفيليات المرتبطة مع النباتات ونحل العسل بدون النظر في الآثار البيئية السلبية المُحتملة المُرتبطة بالنحل نفسه (Flanders et al., 2003).

وقد أدت المخاطر التي حدثت بالفعل على مجتمعات النحل البرية أو التي يمكن أن تحدث بسبب الملقحات المدخلة إلى فرض قيود على استيراد النحل البري من قبل العديد من الحكومات. ويحظُر قانون الحياة البرية والريف (١٩٨١م) للمملكة المتحدة، على سبيل المثال، إطلاق وإدخال أي حيوان غير موجود أصلا في البيئة المحلية، ويشمل ذلك المناطق شبه المحصورة مثل الدفيئات والبيوت الزراعية التجارية. وأدى نفس القلق بحكومة جزر الكناري أن تحصر استخدام النحل الطنّان على أراضيها بنوع *B. canariensis* فقط في تلقيح النباتات داخل الدفيئات الزراعية. وقد أدرجت الحكومة اليابانية النحل الطنّان من نوع *B. terrestris* في لائحة الأنواع الغريبة المدخلة (Velthuis and van Doorn, 2006) ، وعلى الأرجح سيتم حظر الاستيراد في المستقبل القريب. ولا تسمح الصين وجنوب أفريقيا باستيراد النحل الطنّان من نوع *B. terrestris* (Velthuis and van Doorn, 2006). وقد أدى تغيير دينامكية التلقيح الطبيعي في نيوساوث ويلز الناجمة عن وجود النحل الطنّان *B. terrestris* إلى إدراج هذا النوع كعامل تهديد بيئي

رئيس (وزارة البيئة والمحافظة من نيوساوث ويلز، 2004)، وفي فيكتوريا، وأستراليا، فهو مدرج بقائمة العمليات التي تُشكل تهديداً محتملاً (اللجنة الاستشارية العلمية الفيكتورية، 2000).

والولايات المتحدة في أمريكا الشمالية تحظر أو تقيّد استيراد نحل العسل لمنع دخول الآفات والطفيليات. وينَظم استيراد الملقحات غير نحل العسل بموجب قانون وقاية النباتات لسنة ٢٠٠٠م، مع التركيز الرئيسي على منع دخول الطفيليات والجراثيم. وتُعتبر وكالة التفتيش الغذائية الكندية (CFIA) المسؤولة عن تنظيم إدارة النحل في إطار قانون صحة الحيوانات لسنة ١٩٩٠، وينظم الاستيراد بموجب نظم ولوائح حظر استيراد نحل العسل لسنة ٢٠٠٤م. وعلى غرار الولايات المتحدة، فإن قانون حماية النبات الكندي لسنة ١٩٩٠م يتعامل ويغطي أنواع الملقحات الأخرى من قبل الإدارة في مديرية المنتجات النباتية، وشعبة الصحة النباتية وقسم التصدير والاستيراد. وكما ذُكر سابقاً، فإن القانون الاتحادي للصحة الحيوانية لسنة ١٩٩٣م في المكسيك وضع الأسس لرصد، للوقاية، للسيطرة، وللقضاء على الأمراض لجميع الحيوانات البرية في المكسيك (القانون الاتحادي لصحة الحيوانية، 2004). ويُنَظم استيراد المنتجات الزراعية في داخل المكسيك، بما في ذلك ثلاثة أنواع من النحل الطنّان من قبل الخدمة الوطنية لصحة الأغذية الزراعية والسلامة والجودة والتي تتطلب شهادات رسمية لصحة النحل.

ومن الأمثلة التي توضح التوازن المعقد بين التكاليف والعائدات وأصحاب المصلحة المعنيّين في صنع القرارات حول ما إذا كان إدخال أو عدم إدخال الملقحات أمراً جيداً بحالة الملقح *Anthophora plumipes* (Batra, 2003). وقد أحضرت هذه الأنواع من النحل من اليابان بين سنوات ١٩٨٩م و ١٩٩٥م، وتمت تربيتها وحفظها بمنشآت وزارة الزراعة الأميركية (وزارة الزراعة الأميركية) مركز البحوث الزراعية، بيلتسفيل (BARC). وقد أُرسلت الشكاوى حول إمكانية تداخل هذا النحل مع مجموعة النحل الأصيلة إلى

مديرية خدمات التفتيش الصحية للحيوان والنبات بوزارة الزراعة الأميركية (APHIS)، وقررت خدمات التفتيش الصحية للحيوان والنبات بناء على الشكاوى بالتخلص وتدمير هذه المجموعات من النحل. وقد تم تدمير والتخلص من نصف مجتمعات النحل، وقد تم حفظ النصف الآخر في مركز البحوث الزراعية بيلتسفيل. وأثبتت الدراسات اللاحقة بأن *A. plumipes* لا تبعد عن أعشاشها الأصلية لمسافة تتعدى ٣٠ مترا (Batra, 2003). ومع ذلك، تكشف رحلات الجمع الأخيرة عن أن *A. plumipes* مستوطن وبشكل جيد في ولاية ماريلاند والمناطق المجاورة (Ascher, 2006).

وتتوفر معايير لاختيار الملقحات المُرشحة في الدراسات والمراجع المنشورة (وعلى سبيل المثال، Donovan, 1990). وتُعد هذه القوائم مع أخذ بعض المحاصيل المختارة بعين الاعتبار، ومعظم هذه الأنواع من المحاصيل، هي أنواع غريبة عن البلد الذي يُصدر اللائحة التنفيذية. وبالتالي المُلقح الموصى به غالباً ما يكون من الأنواع المدخلة الغريبة. وقد أعاق هذا النوع من التفكير والتحليل تطوير الملقحات الأصلية المحلية، لاسيما في البلدان التي تُعتبر فيها البحوث حول هذا الموضوع في بدايتها أو غير موجودة. ومن الأمثلة التي توضح هذه النقطة بشكل جيد هو استخدام النحل الطنّان للتلقيح في البلدان التي يمكن أن تُستخدم فيها الأنواع المحلية لنفس الغرض. ومن الناحية الفنية يمكن تربية خلايا النحل محلياً، وبأعداد كبيرة وفي الأوقات التي تكون هناك حاجة إليها. ولدى هذا النوع من التربية، مع ذلك، طابعُه الموسمي، ويأخذ البدء في الإنتاج من جديد في كل موسم جهداً أكثر من الجهد المبذول بعملية استمرار الإنتاج. بالإضافة إلى أن فترات عدم الطلب على هذه الخلايا محلياً، بسبب عدم الحاجة لها، يجب تعويضها، وبالتالي تصبح الخلايا المنتجة محلياً أكثر تكلفةً من تلك التي تأتي من مُنْتِج يقوم بالإنتاج بشكل منتظم على مدار العام.

وعلى ما يبدو، مَنعت هذه الصعوبة الاقتصادية ظهور الإنتاج المحلي للخلايا في بلدان عديدة، مع ما يترتب على ذلك من تقبل المخاطر المُحتملة لاستيراد خلايا النحل

من الخارج. وفي هذه الحالة، فإن الطرق الفعالة في تربية النحل الطنّان المستورد تضاعف من عوامل عدم تطوير تربية الملقحات المحلية. وفي أي بلد، يمكن أن يتم تلقيح محصول الطماطم المحلية على الأرجح بواسطة تلك الملقحات من النحل المحلي الذي يفضل العائلة الباذنجانية، إذاً هناك قلق حول الأخطار الكامنة في الاستيراد، كما ينبغي على الحكومة، وكذلك المزارعين أن يستثمروا في البحوث المتعلقة بهذا الاتجاه إذا أرادوا التنافس في السوق الدولية (وعلى سبيل المثال Hogendoorn et al., 2000 and Estay et al., 2001). ومن وجهة نظر سلامة وحماية الطبيعة، ينبغي مع ذلك أن يُشجع إنتاج أنواع الملقحات المحلية الأصلية.

الاستنتاجات

من الممكن أن يؤثر إدخال النحل لتلقيح المحاصيل (أو للأغراض الأخرى) على النباتات والملقحات، المحلية والمُدخلة على حدٍ سواء. وقد يكون أحد هذه التأثيرات لإدخال الأنواع الغريبة هو اضطراب النشاط الاقتصادي على الصعيدين الوطني والإقليمي، كما حدث مع صناعة تربية نحل العسل في معظم البلدان في الأمريكتين بعد إدخال نحل العسل الأفريقي إلى البرازيل. وتؤثر أنواع النحل المدخلة على تكاثر النباتات المحلية والمدخلة أيضاً، ولديها في بعض الأحيان آثار سلبية على بقاء النحل المحلي على قيد الحياة، على الخصوبة، كثافة المجتمعات، سلوك السروح، جمع الرحيق ونجاح عملية التكاثر.

وتقديم الأدلة العلمية لهذه التغيرات ليس سهلاً. ومع ذلك، أثبتت الدراسات الحديثة القليلة أن الملقحات المدخلة تؤثر على ناتج التكاثر لأنواع للملقحات المحلية. والدليل على اضطراب تكاثر النباتات هو أكثر سهولةً. وقد تم توضيح عملية تبادل المنافع والمصالح للأنواع المدخلة بين الملقحات والأعشاب أيضاً (انظر الفصل العاشر).

وحسب رأيي، ينبغي النظر في استخدام الملقحات الغريبة المدخلة بمثابة الملاذ الأخير، وينبغي إعطاء الأفضلية لتطوير الملقحات المحلية الأصيلة على استيراد الملقحات التي تطورت في أماكن أخرى. ومع ذلك، يجب التوصل في بعض الحالات إلى حل وسط لابد منه بين الحاجة لملقحات المحاصيل والجدوى الاقتصادية لتطوير الأنواع المحلية من الملقحات.

والآثار المُترتبة على إدخال النحل قد تكون في بعض الأحيان غير متوقعة، كما هي الحال مع إدخال الأنواع المفيدة الأخرى مثل عوامل المكافحة البيولوجية (استعرضت: Richardson et al., 2000). وفي بعض الحالات، فإن العائل المعني لا يُقدم الدعم اللازم لمجتمعات الكائن (العدو الحيوي) المدخل على المدى الطويل، ويمكن للأنواع غير المُستهدفة أن تعاني من الإصابة أو التطفل أثناء فترة التحول أوالعبور نتيجةً لانتشار وامتداد التطفل بفترة وجيزة بعد إدخال العدو الحيوي. وعلى الرغم من أن هذه الفترة قد لا تكون طويلة، فإنه يمكن أن تسبب اختفاء أو انقراضاً للأنواع غير المستهدفة (Lynch et al., 2002). وقد تحدث حالة مماثلة مع إدخال الملقحات. وأشار الباحث Bohart (١٩٦٢م) إلى الأخطار الثلاثة الكامنة في إدخال الملقحات الخارجية للولايات المتحدة: (١) إدخال لأحد مفصليات الأرجل أو الكائنات الحية الأخرى غير المرغوب فيها، (٢) الضرر الكامن على النباتات و(٣) والإحلال التنافسي للأنواع المحلية.

وتتكشف الحالة التي تُوضح عملية قُبول أو رفض استيراد أنواع النحل الغريبة حالياً في أستراليا بشأن استيراد النحل الطنّان *Bombus terrestris* لتلقيح الطماطم المزروعة تحت الدفيئات. حيث دافع مزارعو البندورة، مُمَثلين بواسطة جمعية الزراعة المائية والزراعة تحت الدفيئات الأسترالية (AHGA) لاستخدام هذه الحشرة بمثابة البديل الواقعي الوحيد للتلقيح الفعّال للبندورة على نحو اقتصادي. وفي الوقت نفسه، عارض العلماء والمواطنون المهتمون، بقيادة مركز بحوث النحل المحلي الإسترالي، هذا

الاستيراد، بحجة التهديدات المحتملة للزراعة، والنحل المحلي، والطيور والنباتات والحدائق في المناطق الحضرية. وفي الوقت نفسه، عرضت مجموعة من الباحثين أحد أنواع النحل المحلي كبديل للنحل الطنّان (Hogendoorn et al., 2006).

وأيا كانت نتيجة هذه الحالة، فإن عملية تقديم أدلة من كلا الجانبين تجري بنشاط، وستحصل الوكالة التنظيمية المسؤولة عن اتخاذ القرار على معلومات رصينة تستند إليها في قراراتها. ومعظم الاستيراد الذي حدث في الماضي، والذي حدث في أجزاء أخرى من العالم تم دون النظر في أية معلومات أساسية، وأن آثار هذا الاستيراد لا رجعة فيها الآن.

كما أن استئصال الكائنات الحية غير المرغوب فيها غير ممكن أو غير عملي في معظم الحالات، ولكن الدروس من الماضي يجب أن تُؤخذ بعين الاعتبار عند التخطيط للتعديلات البيئية في المستقبل، كما في حالة اقتراح إدخال الأنواع الغريبة. وقد يظهر تأثير الملقحات المدخلة على النُظم البيئية المحلية على نطاقٍ ضيق وتبدو غير مهمة ويمكن أن تمر مرور الكرام لفترات طويلة من الزمن. وقبول تعديل آخر على البيئة وبشكل مقصود، ليس عملاً غير مسئول فحسب، بل هو غير أخلاقي أيضاً.

المراجع العلمية

Abrahamovich, A. H., Telleria, M. C., and Diaz, N. B. (2001). Bombus species and their associated flora in Argentina. Bee World, 82, 76-87.

Anderson, D. (2006). Improving lucerne pollination with leafcutter bees: Stage 2 (Publication No. 06/108, Project No. CSE-91). Canberra, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation.

Arizmendi, M. C., Dominguez, C. A., and Dirzo, R. (1995). The role of an avian nectar robber and of hummingbird pollinators in the reproduction of two plant species. Functional Ecology, 10, 119-127.

Arretz, P. V., and Macfarlane, R. P. (1986). The introduction of B. ruderatus to Chile for red clover pollination. Bee World, 67, 15-22.

Ascher, J. (2006). Introducing pollinators to new areas? Message posted on March 7, 2006, to http://lists.sonic.net/pipermail/pollinator/2006-March/000219.html.

Barthell, J. F., Randall, J. M., Thorp, R. W., and Wenner, A. M. (2001). Promotion of seed set in yellow star-thistle by honey bees: Evidence of an invasive mutualism. Ecological Applications, 11, 1870-1883.

Barthell, J. F., Thorp, R. W., Frankie, G. W., Kim, J. Y., and Hranitz, J. M. (2003). Impacts of introduced solitary bees on natural and agricultural systems: The case of the leafcutting bee, Megachile apicalis (Hymenoptera: Megachilidae). In K. Strickler and J. H. Cane (Eds.), For nonnative crops, whence pollinators of the future? (151-162). Lanham, MD: Entomological Society of America.

Batra, S. W. T. (1979). Osmia cornifrons and Pithitis smaragdula, two Asian bees introduced into the U.S. for crop pollination. In Proceedings of the IV International Symposium on Pollination (207-312) Colleg Park, MD: Maryland Agricultural Experimental Station.

----(2003). Bee introductions to pollinate our crops. In K. Stricklerand J. H. Cane (Eds.), For nonnative crops, whence pollinators of the future? (85-98). Lanham, MD: Entomological Society of America.

Benecke, F. (2003). Commercial beekeeping in Australia (Publication No. 03/037, Project No FSB-1A). Canberra, Asutralia: Rural Industries Research and Development Corporation.

Bohart, G. E. (1962). Introduction of foreign pollinators, prospects and problems. In Proceedings of the First International Symposium on Pollination, Copenhagen (Communication No. 7, 181-188). Sval?v, Sweden : Swedish Seed Growers' Association.

Borneck, R., and Bricout, J. P. (1984). Evaluation de l'incidence économique de l'entomofaune pollinisatrice en agriculture. Bulletin of Technical Apiculture, 11, 47, 117-124.

Borneck, R., and Merle, B. (1989). Essai d'une evaluation de l'incidence economique de l'abeille pollinisatrice dans l'agriculture européenne. Apiacta, 24, 33-38.

Bosch, J., and Kemp, W. P. (2005). Alfalfa leafcutting bee population dynamics, flower availability, and pollination rates in two Oregon alfalfa fields. Journal of Economic Entomology, 98, 1077-1086.

Bradbear, N., and MacKay, K. (1995). Developing agencies funding and interinstitutional cooperation. In P. Kevan (Ed.), The Asiatic honey bee: Apiculture, biology, and role in sustainable development in tropical and subtropical Asia (271-292). Cambridge, Ontario, Canada: Enviroquest.

Butz-Huryn, V. M. (1997). Ecological impacts of introduced honey bees. Quarterly Review of Biology, 72, 275-297.

Cameron, S. A., Hines, H. M., and Williams, P. H. (2007). A comprehensive phylogeny of the bumble bees (Bombus). Biological Journal of the Linnean Society, 91, 161-188.

Cane, J. H. (2003). Exotic nonsocial bees (Hymenoptera: Apiformes) in North America: Ecological implications. In K. Strickler and J. H. Cane (Eds.), For nonnative crops, whence pollinators of the future? (113-126). Lanham, MD: Entomological Society of America.

Carmo, R. S., Franceschinelli, E. V., and Silveira, F. A. (2004). Introduced honey bees (Apis mellifera) reduce pollination success without affecting the floral resource taken by native pollinators. Biotropica, 36, 371-376.

Carreck, N., and Williams, I. (1998). The economic value of bees in the UK. Bee World, 79, 115-123.

Celebrezze, T., and Paton, D. C. (2004). Do introduced honey bees (Apis mellifera, Hymenoptera) provide full pollination service to bird-adapted Australian plants with small flowers? An experimental study of Brachyloma ericoides (Epacridaceae). Austral Ecology, 29, 129-136.

Chitka, L., Ings, T. C., and Raine, N. E. (2004). Chance and adaptation in the evolution of island bumblebee behaviour. Population Ecology, 46, 243-251.

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (2004). Ley Federal de Sanidad Animal. Diario Oficial de la Federacion. México, D. F. México. Retrieved February 25, 2008, from http://vlex.com.mx/vid/28095064.

Crane, E. (1995). History of beekeeping with Apis cerana in Asia. In P. Kevan (Ed.), The Asiatic honey bee: Apiculture, biology, and role in sustainable development in tropical and subtropical Asia (3-18). Cambridge, Ontario, Canada: Enviroquest.

Delaplane, K. S., and Mayer, D. F. (2000). Crop pollination by bees. Wallingford, Oxon, UK: CABI.

Department of Environment and Conservation of New South Wales. (2004). Introduction of the large earth bumblebee, Bombus terrestris: Key threatening process declaration. Retrieved February 15, 2007, from http://www.nationalparks.nsw.gov.au/ npws.nsf/content/bombus terrestris ktp declaration.

Dollin, A. (2003). Bumblebees buzzing. Feral Herald: Newsletter of the Invasive Species Council, 1(4), 1-2.

Donovan, B. J. (1975). Introduction of new bee species for pollinating lucerne. Proceedings of the New Zealand Grasslands Association, 36, 123-128.

----(1979) Importation, establishment and propagation of the alkali bee Nomia melanderi Cockerell (Hymenoptera: Halictidae) in New Zealand. In Proceedings of the 4th International Symposium on Pollination (257-268). College Park, MD: Maryland Agricultural Experimental Station.

----(1980). Interactions between native and introduced bees in New Zealand. New Zealand Journal of Ecology, 3, 104-116.

----(1990). Selection and importation of new pollinators to New Zealand. New Zealand Entomologist, 13, 26-32.

Estay, P., Wagner, A, and Escaff, M. (2001). Evaluacion de Bombus dahlbomii (Guér.) como agente polinizador de fl ores de tomate (Lycopersicon esculentum (Mill.), bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica (Chile), 61, 113-119.

Flanders, R. V., Wehling, W. F., and Craghead, A. L. (2003). Laws and regulations on the import, movement, and release of bees in the United States. In K. Strickler and J. H. Cane (Eds.), For nonnative crops, whence pollinators of the future? (99-111). Lanham, MD: Entomological Society of America.

Freitas, B. M., Martins, C., Wittmann, D., Santos, I. A., Cane, J., Ribeiro, M., (2003). Bee management for pollination purposes: Bumblebees and solitary bees. Report of activities and preliminary results: S?o Paulo Declaration on Pollinators Plus 5 Forum, October, Sao Paulo, SP, Brazil.

Froggatt, W. W. (1912). Suggested importation of humble bees. Agricultural Gazette, 23 (12), 896.

Galen, C. (1983). The effects of nectar thieving ants on seed set in floral scent morphs of Polemonium viscosum. Oikos, 41, 245-249.

Glaiim, M. K. (2005). First defi nitive record of Apis fl orea in Iraq. Retrieved March 12, 2006, from http://www.beesfordevelopment.org/info/info/species/fi rst-defi nitive-record-o.shtml.

Gordon, J., and Davis, L. (2003). Valuing honey bee pollination (Publication No. 03/077, Project No. CIE -15A). Canberra, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation.

Goulson, D. (2003). Effects of introduced bees on native ecosystems. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 34, 1-26.

Goulson, D., and Hanley, M. E. (2004). Distribution and forage use of exotic bumblebees in South Island, New Zealand. New Zealand Journal of Ecology, 28(2), 225-232.

Hanley, M. E., and Goulson, D. (2003). Introduced weeds pollinated by introduced bees: Cause or effect? Weed Biology and Management, 3, 204-212.

Heinrich, B., and Raven, P. H. (1972). Energetics and pollination ecology. Science, 176, 597-602.

Hingston, A. B. (2005). Does the introduced bumble bee, Bombus terrestris (Apidae), prefer flowers of introduced or native plants in Australia? Australian Journal of Zoology, 53, 29-34.

Hingston, A. B., and McQuillan, P. B. (1998). Nectar robbing in Epacris impressa (Epacridaceae) by the recently introduced bumble bee Bombus terrestris (Apidae) in Tasmania. Victorian Naturalist, 115, 116-119.

----(1990). Displacement of Tasmanian native megachilid bees by the recently introduced bumble bee Bombus terrestris (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae). Australian Journal of Ecology, 47, 59-65.

Hobbs, G. A. (1964). Importing and managing the alfalfa leaf-cutter bees (Canada Department of Agriculture Publication No. 1209). Ottawa, Ontario: Canada Department of Agriculture.

Hogendoorn, K., Gross, C. L., Sedgley, M., and Keller, M. A. (2006). Increased tomato yield through pollination by native Australian Amegilla chlorocyanea (Hymenoptera: Anthophoridae). Journal of Economic Entomology, 99(3), 828-833.

Hogendoorn, K., Steen, Z., and Schwarz, M. P. (2000). Native Australian carpenter bees as a potential alternative to introducing bumblebees for tomato pollination in greenhouses. Journal of Apicultural Research, 39, 67-74.

Ings, T. C., Schikora, J., and Chittka, L. (2005). Bumblebees: Humble pollinators or assiduous invaders? A population comparison of foraging performance in B. terrestris. Oecologia, 144, 508-516.

Inouye, D. W. (1979). The terminology of floral larceny. Ecology, 61, 1251-1253.

Irwin, R. E., and Brody, A. K. (1999). Nectar-robbing bumble bees reduce the fitness of Ipomopsis aggregata (Polemoniaceae). Ecology, 80, 1703-1712.

Lastra-Marin, I. J., and Peralta-Arias, M. A. (2000). Situacion actualy perspectiva de la Apicultura en México 2000. México, D. F. Mexico: Secretaria de Agricultura y Ganaderia.

Lynch, L. D., Ives, A. R., Waage, J. K., Hochberg, M. E., and Thomas, M. B. (2002). The risks of biocontrol: Transient impacts and minimum nontarget densities. Ecological Applications 12, 1872-1882.

Macfarlane, R. P., and Gurr, L. (1995). Distribution of bumble bees in New Zealand. New Zealand Entomology, 18, 29-36.

Maeta, Y. (1990). Utilization of wild bees. Farming Japan, 24, 13-19.

Martinez, E. (2001). Polinizacion de alfalfa, Megachile rotundata (Hoja Informativa 14). Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria.

Mayer, D. F., and Johansen, C. A. (2003). The rise and decline of Nomia melanderi (Hymenoptera: Halictidae) as a commercial pollinator for alfalfa seed. In K. Strickler and J. H. Cane (Eds.), For nonnative crops, whence pollinators of the future? (139-150). Lanham, MD: Entomological Society of America.

McDade, L. A., and Kinsman, S. (1980). The impact of fl oral parasitism in two neotropical hummingbird- pollinated plant species. Evolution, 34, 944-958.

Michener, C. D. (2000). The bees of the world. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

Molina-Freaner, F., and Eguiarte, L. E. (2003). The pollination biology of two paniculate agaves (Agavaceae) from northwestern Mexico: Contrasting roles of bats as pollinators. American Journal of Botany, 90, 1016-1024.

Morales, C. L., and Aizen, M. A. (2002). Does invasion of exotic plants promote invasion of exotic fl ower visitors? A case study from the temperate forests of southern Andes. Biological Invasions, 4, 87-100.

Morales, C. L., and Aizen, M. A. (2006). Invasive mutualisms and the structure of plant-pollinatorinteractions in the temperate forests of north-west Patagonia, Argentina. Journal of Ecology, 94, 171-180.

Morse, R. A., and Calderone, N. W. (2000). The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. Bee Culture, 132, 1-19.

Morris, W. F. (1996). Mutualism denied: Nectar robbing bumble bees do not reduce female or male success of bluebells. Ecology, 77, 1451-1462.

Nabhan, G. P., and Buchmann, S. L. (1997). Services provided by pollinators. In G. Daily (Ed.), Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems (133-150). Washington, DC: Island Press.

Newton, S. D., and Hill, G. D. (1983). Robbing of fi eld bean fl owers by the short-tongued bumble bee Bombus terrestris L. Journal of Apicultural Research, 22, 124-129.

Paini, D. R. (2004). The impact of the introduced honey bee (Apis mellifera) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: A review. Austral Ecology, 29, 399-407.

Paini, D. R., and Roberts, J. D. (2005). Commercial honey bees (Apis mellifera) reduce the fecundity of an Australian native bee (Hylaeus alcyoneus). Biological Conservation, 123, 103-112.

Paini, D. R., Williams, M. R., and Roberts, J. D. (2005). No short-term impact of honey bees on the reproductive success of an Australian native bee. Apidologie, 36, 613-621.

Paton, D. C. (1993). Honey bees in the Australian environment. Does Apis mellifera disrupt or benefit the native biota? Bioscience, 43, 95-103.

----(1996). Overview of the feral and managed honey bees of Australia: Distribution, abundance, extent of interactions with native biota, evidence of impacts and future research. Canberra: Australian Nature Conservation Society.

----(1997). Honey bees and the disruption of plant-pollinator systems in Australia. Victorian Naturalist, 114, 23-29.

Pellett, F. C. (1938). History of American beekeeping. Ames, IA: Collegiate Press.

Pinto, M. A., Johnston, J. S., Rubink, W. L., Coulson, R. N., Patton, J. C., and Sheppard, W. S.(2003). Identification of Africanized honey bee (Hymenoptera: Apidae) mitochondrial DNA: Validation of a rapid polymerase chain reaction-based assay. Annals of the Entomological Society of America, 96, 679-684.

Rayment, T. (1935). A cluster of bees. Sydney, Australia: Endeavour Press.

Rebolledo, R. R., Martinez, H., Palma, R., Aguilera, A., and Klein, C. (2004). Actividad de visita de B. dahlbomi (Guérin) y B. ruderatus (F.) (Hymenoptera: Apidae) sobre trébol Rosado (Trifolium pratense L.) en la IX region de la Araucania, Chile. Agricultura Técnica (Chile), 64, 245-250.

Richardson, D. M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panneta, F. D., and West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and defi nitions. Diversity and Distributions, 6, 93-107.

Robinson, W. S., Nowodgrodzki, R., and Morse, R. A. (1989). The value of bees as pollinators of U.S. crops. American Bee Journal, 129, 411-423, 477-487.

Rocha, M., Valera, A., and Eguiarte, L. E. (2005). Reproductive ecology of fi ve sympatric Agave littaea (Agavaceae) species in central Mexico. American Journal of Botany, 92, 1330-1341.

Roubik, D. W. (1982). The ecological impact of nectar robbing bees and pollinating hummingbirds on a tropical shrub. Ecology, 63, 354-360.

Roubik, D. W., Holbrook, N. M., and Parra, G. (1985). Roles of nectar robbers in reproduction of the tropical treelet Quassia amara (Simaroubaceae). Oecologia, 66, 161-167.

Ruz, L. (2002). Bee pollinators introduced to Chile: A review. In P. Kevan and V. L. Imperatriz Fonseca (Eds.), Pollinating bees: The conservation link between agriculture and nature (155-167). Brasilia,Brazil: Ministry of Environment.

Schaffer, W. M., Zeh, D. W., Buchmann, S. L., Kleinhans, S., Valentine Schaffer, M., and Antrim, J.(1983). Competition for nectar between introduced honey bees and native North American bees and ants. Ecology, 64, 564-577.

Scott-Dupree, C., Winston, M., Hergert, G., Jay, S. C., Nelson, D., and Gates, J. (1995). A guide to managing bees for crop pollination. Guelph, Ontario: Canadian Association of Professional Apiculturalists.

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidady Calidad Agroalimentaria). 2006. Requisitos zoosanitarios para la importacion. Retrieved February 25, 2008, from http://148.245.191.4/ zooweb/Funcion.aspx.

Southwick, E. E., and Southwick, L. (1992). Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera: Apidae) as agricultural pollinators in the U.S. Journal of Economic Entomology, 85, 621-633.

Stephen, W. P. (2003). Solitary bees in North American 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.

Stout, J. C., Allen, J. A., and Goulson, D. (2000). Nectar robbing, forager effi ciency and seed set: Bumblebees foraging on the self-incompatible plant Linaria vulgaris Mill. (Scrophulariaceae). Acta Oecologica, 21, 277-283.

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

Thomson, D. (2004). Competitive interactions between the invasive European honey bee and native bumble bees. Ecology, 85, 458-470.

Thorp, R. W. (2003). Bumble bees (Hymenoptera: Apidae): Commercial use and environmental concerns. In K. Strickler and J. H. Cane (Eds.), For nonnative crops, whence pollinators of the future? (21-40). Lanham, MD: Entomological Society of America.

Velthuis, H. H. W., and van Doorn, A. (2006). A century of advances in bumble bee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. Apidologie, 37, 421-451.

Victorian Scientifi c Advisory Committee. (2000). Final recommendation on a nomination for listing: The introduction and spread of the large earth bumblebee Bombus terrestris L. into Victorian terrestrial environments. Melbourne, Australia: Department of Sustainability and Environment, State of Victoria.

Williams, P. H. (2005). Bombus: Bumblebees of the world. Retrieved May 10, 2006, from http:// www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/bombus/pr.html#cphippiatus.

Wilson, P., and Thomson, D. (1991). Heterogeneity among fl oral visitors leads to discordance between removal and deposition of pollen. Ecology, 72, 1503-1507.

Woodward, D. R. (1996). Monitoring for impact of the introduced leafcutting bee, Megachile rotundata (F) (Hymenoptera: Megachilidae), near release sites in South Australia. Australian Journal of Entomology, 35, 187-191.

Zimmerman, M., and Cook, S. (1985). Pollinator foraging, experimental nectar-robbing and plant fi tness in Impatiens capensis. American Midland Naturalist, 113, 84-91.