الفصل الرابع

نحل التلقيح ضروري جداً لزراعة بذور الأزهار البرية لإعادة تأهيل المناطق الطبيعية بالولايات المتحدة

James H. Cane

مقدمة

تتعرض مجتمعات النباتات الطبيعية المحلية والنُظم البيئية في غرب الولايات المتحدة لغزو الأعشاب والحشائش ذات الأصل الأُوروأسيوي. مديرو الأراضي الفدرالية يراقبون ما مقداره ٤٠ مليون هكتار في منطقة الحوض العظيم (Great Basin) في غرب الولايات المتحدة. وديان هذه المناطق باردة، وصحراوية، ومنحدرة ومخضرة بالشجيرات العشبية، التي تتخللها جبال الغابات. تشمل منطقتا الحوض العظيم وسهل كولومبيا البيئي معاً (الشكل ٤,١) حوالي نصف مساحة مجتمعات نباتات الشيح العطرية المتبقية (الغبيرة والبعيثران والعادر) (*Artemesia* spp.) في أمريكا الشمالية والتي تعادل ٤٣ مليون هكتار (Wisdom et al., 2005). صحة واتساع هذه المجتمعات بدأ بالانحسار سريعاً، مع ما يترتب على ذلك من تهديد للعديد من النباتات والحيوانات التي تقطن هذه المواطن. الأكثر تأثراً هو طائر الميرامية (Sage grouse) الشبيه بالدجاج، ولكن ٢٠٦ من الأنواع الأخرى مهددة أيضاً (Wisdom et al., 2005). عشبة البروموس (الشويعرة)

(*Bromus tectorum*) وهو عشب موسمي قابل للاحتراق يتواجد بمناطق حوض البحر الأبيض المتوسط، غزا حوالي ١١ مليون هكتار من أراضي الحوض العظيم متجهاً شمالاً إلى سهول كولومبيا، بمساحة تعادل مساحة كوبا وهنجاريا أو فيرجينيا.

الشكل (٤,١). خارطة توضح المناطق الغربية من الولايات المتحدة التي تُظهر الحوض المائي ضمن حدود الحوض العظيم (Great Basin) الدائرة المظللة: غالباً ما يعتبرها علماء النبات منطقة تنوع نباتي فريدة.

تساعد عشبة البروموس (Cheatgrass) في تغذية وزيادة تكرار حدوث الحرائق البرية في المنطقة، وهذا يؤدي إلى القضاء على مجتمعات النباتات المحلية الأصيلة، وكذلك على النحل المحلي المتواجد في تلك المناطق والمُعتَمد على هذه النباتات في

غذائه. في نيفادا لوحدها، ألف حريق بري أتت على ما يقارب من ٢٠٠ ألف هكتار من المراعي من عام ٢٠٠٠م وحتى عام ٢٠٠٢م، ونصف هذه الحرائق اجتاحت مجتمعات النباتات العطرية (Wisdom et al., 2005). بالإضافة إلى الجهود المبذولة لمقاومة الحرائق، عمل مديرو المراعي على التقليل من أثر اندلاع الحرائق من خلال إعادة استصلاح مجتمعات النباتات المحلية وذلك بزراعة بذور مجتمعات هذه النباتات بعد حدوث الحرائق البرية (Monsen and Shaw, 2001). إن استراتيجية إعادة زراعة البذور هذه تعمل على الحفاظ على النباتات المحلية في مراعي المناطق الغربية، وإذا نجح ذلك فإنه سوف يُقلل من تكاليف حدوث هذه الحرائق وسوف يعمل على زيادة قيمة الموطن الأصلي.

الجهود الحالية في إعادة بذر الحوض العظيم من أجل تأهيل المراعي كانت طموحة. ومع ذلك، وجود الأزهار البرية كانت نادرةً بين توليفة هذه البذور، من حيث الكمية والتنوع، وذلك يتطلب القيام بأبحاث جديدة معمقة في هذه المنطقة. مستوى البرنامج لا يوجد له مثيل سبقه. ففي الفترة بين عامي ١٩٩٩-٢٠٠٤م، احترقت مساحات واسعة من النباتات البرية في غرب الولايات المتحدة. استجابةً لذلك قامت الوكالات الفيدرالية بنشر أكثر من ٦٥٠٠ طن متري من البذور. منذ السبعينات، شكلت هذه البذور خليطاً، ثلثه من الأعشاب الدخيلة الغازية، وثلثه من الأعشاب المحلية وثلثه الأخير من الشجيرات المحلية (Monsen and Shaw, 2001). ولم تشكل بذور الأزهار المحلية سوى ٠,٥٪ من الخليط، كان معظمها من نبات الألفية المحلي *Achillea millefolium* L. وبشكل تلقائي بذور زهور برية أكبر، حوالي ١٥٠ طن من بذور الأزهار البرية تُزرع في كل عام من قبل مديري الأراضي الغربية لإعادة تأهيل مئات آلاف الهكتارات التي تحترق سنوياً في الحوض العظيم والمناطق المجاورة (Scott Lambert, "المنسق الوطني للبذور، مكتب إدارة الأراضي" 2007، اتصال شخصي). بأمل أن يكون طائر الميرمية أحد المستفيدين، وهي

أحد أنواع الطيور المحلية في دائرة الخطر. ويتم جمع بذور الشجيرات المحلية لمثل هذا الغرض من الطبيعة مباشرةً. على الرغم من تكلفة الحصاد المعقولة لبذور الشجيرات البرية، فإن عملية الحصاد لبذور الأزهار البرية غير عملية ولا يمكن الاعتماد عليها للحصول على مخزون من الأزهار البرية، كونها تؤدي للحصول على كميات قليلة باهظة التكلفة من البذور. على سبيل المثال، البذور البرية لنبات البيقيا الحلوة *Hedysarum boreale* تُكلّف حوالي ١١٠ دولارات أمريكية للكيلوغرام الواحد وبذور نبات الخبيزة الصحراوية *Sphaeralcea ambigua* تكلف حوالي ١٨٠ دولاراً للكيلوجرام الواحد. معوقات التمويل وعدم فعالية الحصاد سوف تؤدي إلى تحجيم الكميات التي يتم حصادها من بذور الأزهار البرية والتي يمكن أن تكون مقنعة لمثل هذه البرامج.

يزرع مجموعة من المزارعين المبدعين الحقول ببذور الأعشاب المحلية، ويزرعون كذلك العديد من أصناف الأزهار البرية بشكل تجريبي وذلك من أجل إنتاج البذور لعملية إعادة تأهيل المراعي. ومع بدء مشروع انتخاب النباتات المحلية وإكثارها في حوض الوادي العظيم لعام ٢٠٠١م، تم تطوير الممارسات الزراعية لأكثر من ١٦ صنفاً من المحاصيل المزهرة ذات الفلقتين والمتواجدة محلياً (الجدول ٤,١) في المنطقة المحاذية للجبال وخاصة الحوض العظيم، وشملت هذه الزراعة سهول كولومبيا إلى الشمال وسهول كالورادو في الجنوب الشرقي.

وقد اُختيرت هذه الأنواع ليتم نشرها في المناطق بشكلٍ واسع بين مجتمعات النباتات المحلية الشائعة والمتأقلمة بشكلٍ كبير في المناطق ذات الانحدارات المنخفضة والمتوسطة، وهي مقاومة للحرائق، ومفيدة للحياة البرية، وهي مجموعة من الأنواع التي يمكن أن تُنْبِئ عملياً بزراعة واعدة (مثل الحصاد الآلي). ومن خلال الربط بين الفعالية والاعتمادية للزراعة الحديثة، فإن الأمل يسير نحو تعظيم إنتاج البذور مع تقليل التكاليف.

الجدول (٤,١). أصناف الأزهار البرية المزروعة في عملية إعادة تأهيل المراعي في الجبال الغربية من الولايات المتحدة الأمريكية.

العائلة	الصنف
Apiaceae العائلة الخيمية	*Lomatium dissectum* (Nutt.) Math. and Const. *L. triternatum* (Pursh) Coult. and Rose
Asteraceae العائلة النجمية	*Balsamorhiza sagittata* (Pursh) Nutt. *Crepis acuminata* Nutt.
Cleomaceae العائلة الكلومية	*Cleome lutea* Hook *C. serrulata* Pursh
Fabaceae العائلة البقولية	*Astragalus filipes* Torr. *Dalea ornatum* (Dougl.) Barneby *D. searlsiae* (Gray) Barneby *Hedysarum boreale* Nutt. *Lupinus argenteus* Pursh *L. sericeus* Pursh
Malvaceae العائلة الخُبازية	*Sphaeralcea grossularifolia* (H. and A.) Rydb. *S. munroana* (Dougl.) Spach.
Plantaginaceae العائلة الحملية	*Penstemon speciosus* Dougl.
Polygonaceae العائلة البطباطية	*Eriogonum umbellatum* Torr.

تطبيق نماذج التلقيح

من أجل إيجاد زراعة ناجحة لبذور الأزهار البرية، يجب فهم وتلبية احتياجات المحاصيل الزهرية من التلقيح وتوفيرها بشكلٍ عملي. وهناك أربع طرق للتلقيح الزراعي في هذه الحالات، ثلاث منها تُعتَبر مناسبةً وهي: (١) استئجار خلايا نحل العسل (٢) إدارة أعشاش النحل غير الاجتماعي من خلال توفير أماكن مناسبة لذلك، و(٣) ممارسة عملية التلقيح من خلال الإشراف وتحفيز وتشجيع مجتمعات النحل المحلية غير المرباة والتي قامت ببناء أعشاشها. والبديل الرابع، هو عملية شراء

خلايا من النحل الطنّان المستَهْلَكة خلال فترة قصيرة، ولكن من الواضح أن هذه الطريقة غير عملية لأسباب سيتم شرحها لاحقاً. وقد تم دمج هذه الاستراتيجيات السابقة معاً لتلقيح نباتات الأزهار البرية المزروعة.

يمكن دراسة بيئة التلقيح التطبيقية في مجالين تقليديين، الزراعة والمحافظة على أنواع الأزهار البرية. إن الاندماج الغير عادي بين الطرق السابقة أدى إلى إيجاد تحديات وتوفير فرص إبداعية جديدة. ففي مجال الزراعة، الزراعة الأحادية الكثيفة للغذاء، والأعلاف ومحاصيل الألياف يتم زراعتها في مناطق بعيدة عن موطنها الجغرافي الأصلي. ومعظم المحاصيل التي يتم تلقيحها هي محاصيل عشبية حولية أو خشبية معمرة، مثل المحاصيل البستانية. فاحتياجات كل محصول من التلقيح وفوائده معروفة (Free, 1993; Klein et al., 2007). مُعظم هذه المحاصيل مرباة منذ عقود، إن لم يكن قرون، من خلال عملية انتخاب مُبَرمج أو من خلال السيطرة على عمليات التهجين. عملية تهجين النباتات طويلة الأمد قد تُحَور وتطَور بيولوجية الإنتاج، وتقلل من الحواجز الميكانيكية أو الفسيولوجية في الوصول إلى التلقيح الذاتي وتعمل على زيادة عملية التلقيح الذاتية التلقائية. بعض الأصول البرية لبعض أنواع المحاصيل الحالية منقرضة (مثال البصل، *Allium cepa*) و"بالتالي" انقرضت معها أيضاً قدرتنا على معرفة ملقحاتها الطبيعية.

زراعة "الحوض العظيم" بالأزهار البرية من أجل إنتاج ونشر البذور يختلف إلى حدٍ كبير عن عملية زراعة المحاصيل التقليدية، مع وجود تبعاتٍ كبيرة لعملية التلقيح وادارتها. ويوجد نوعان فقط من النباتات الزهرية الموسمية والباقي كلها معمرة، ولكنها عشبية. وتزرع في مناطقها الأصلية أو قريبةً منها جغرافياً. ونحن في بعض الأحيان، نجهل احتياجاتها من التلقيح وفائدتها على مستوى الجنس ككل أو على مستوى القبيلة (Cane, 2005, 2006b) أو حتى عوائلها (مثال Cleomaceae). أعلنت جمعية وكالات منح شهادات البذور (AOSCA -Association of Seed Certification

(Agencies معاييرَ جديدة وبروتوكولات لعملية جمع البذور المحلية وتصنيفها واعتمادها تسمى "المجموعة معروفة المصدر". حيث أعطت أوامرها بزراعة بذور هذه النباتات الزهرية المحلية بشكل متوالٍ حتى خمسة أجيال (أو أقل) من النبات المحلي قبل تحديد المصدر الجغرافي الأصلي للبذور البرية. وتم تقليل عملية الاختيار العشوائية غير المبرمجة وقد تم أيضاً الحفاظ على التنوع الوراثي وذلك من أجل توفير نباتات برية قادرة على التكيف في المناطق البرية عند إعادة نشرها في بيئتها البرية الأصلية. هذه الأهداف والاستراتيجيات والمشاكل ليس لها سابقة في الزراعة، على الرغم من أن الأدوات والممارسات الزراعية بمعظمها تم الحصول عليها وتطويرها من الزراعة التقليدية.

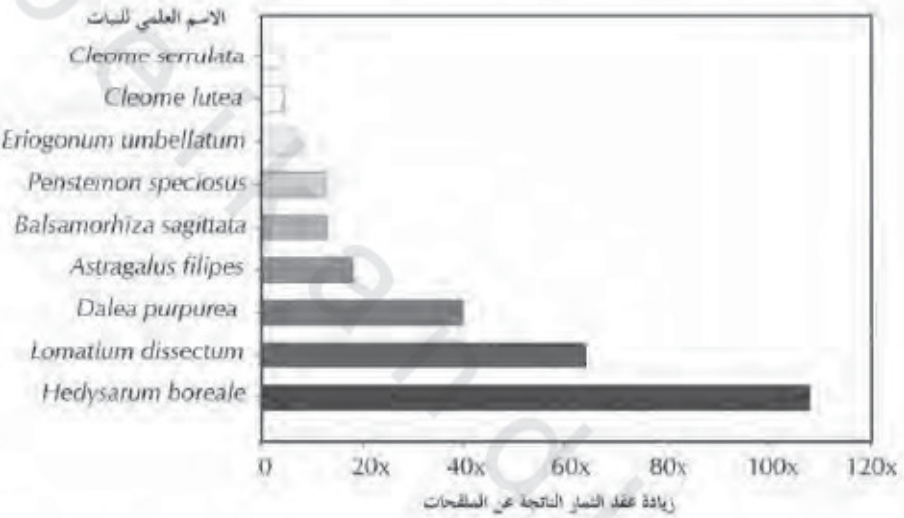
المجال الثاني يتعلق بتطبيق نظام بيئي لبيولوجيا التكاثر والتلقيح للأزهار البرية في سياق الحفاظ على الأنواع. ولكن معظم الدعم المالي يُركز عادةً على أنواع معينة من النباتات المهددة أو الخاضعة للتهديد في أماكن تواجدها. وفشل عملية التزاوج الجنسي أصبحت فرضية توضيحية يمكن الدفاع عنها فيما يخص مجموعة من الأزهار البرية المهددة، ولكن الدلائل الجديدة المتراكمة توضح تأثير عوامل أخرى، أولها فقدان المواطن الطبيعية، الشيء الذي يُهدد معظم أنواع الأزهار القارية التي تُلقح من قبل الحشرات (Tepedino, 2000). حيث تتمتع هذه الأزهار البرية النادرة، بطريقة مغايرة للمحاصيل النباتية، بخدمات تلقيح طبيعية كافية جزئيا لأن كثافة أزهارها أقل من تلك المتواجدة في المحاصيل وحيدة الفلقة، ولذلك تُعتبر كثافة الملقحات البرية كافية. تفتقر العديد من أجناس النباتات المهمة بيئيا لذلك التهديد (أو لم يتم دراستها). نتيجة لذلك، الدراسات والتمويل للأزهار البرية المعرضة للخطر تجعلنا نتجاهل وبشكل طبيعي بيولوجية التكاثر والملقحات للعديد من الأزهار البرية المحلية التي تسُود مجتمعات النباتات المستهدفة لعملية إعادة التأهيل البيئي (Cane, 2006a) بما في ذلك مناطق الحوض العظيم. لذلك لا يوجد نتائج من ناحية زراعية أو من خلال عمليات حماية الطبيعة لأبحاث تُعنى بممارسة التلقيح والتي قد تُشير وبشكلٍ مُقنع إلى

الاحتياجات التلقيحية في الأزهار المحلية المزروعة والتي تُحصد بذورها لاحقاً من أجل إعادة تأهيل مجتمعاتها الأصلية.

احتياجات التلقيح

لا يوجد أي من تلك الأزهار البرية للحوض العظيم التي يمكن تلقيحها بواسطة الرياح قيد الدراسة في هذا المشروع، ولا يوجد أيٌّ منها يتكاثر خضرياً. نوعٌ واحدٌ فقط "*Crepis acuminate*" يمكن أن تعقِد فيه كمية جيدة من البذور بدون عملية التلقيح، فمعظم نباتات مجتَمَعِه تتكون من أفرادٍ متعددة الصبغيات (Polyploidy) والتي يمكن أن تتكاثر لاجنسياً من خلال ظاهرة التكاثر العذري (Apomixes)، (Babcock and Stebbins, 1938). حتى أن معظم الأصناف التي تُخصب ذاتياً، فإنها قليلاً ما تُنتج بذوراً من خلال التلقيح الذاتي (نقل حبوب اللقاح بدون مساعدة، الشكل ٤,٢). لكن نوعي الجنس *Cleome* تُعتبر استثناءً، حيث إن التصادم الميكانيكي للأزهار التي تنمو بكثافة تعمل على مضاعفةِ عقد المحصول الموجود في الأقفاص (٣٧٪ مقابل ١٩٪) (Cane, 2008). على أية حال الأصناف التسعة التي تمت دراستها في مختبري أنتجت بذوراً أكثر بكثير بوجود الملقحات (انظر الشكل ٤,٢). البيقيا الحلوة الشمالية (*Hedysarum boreale*) لم تُنتج أي محصول أو بذور على الإطلاق في حال عدم وجود الملقحات بين أزهارها (Swoboda, 2007). وتباينت الأنواع الأخرى أيضاً في درجة الإخصاب الذاتية التي تمتع بها النباتات، وتعتبر هذه الخاصية ميزةً نافعة من أجل تكوين المستعمرات. عملية الخلط أدت إلى زيادة بسيطة في الناتج من المحصول والبذور (الشكل ٤,٣). هذه الزيادة في الإنتاج كانت نسبية. على سبيل المثال الخلط اليدوي مع نباتات الفقعاء *Astragalus filipes* أدت إلى مضاعفة إنتاج البذور وبالتالي إمكانية خفض تكاليف إنتاج البذور بمقدار النصف من نفس الحقل. في عدد قليل من الحالات، مثل البيقيا الحلوة *H. boreale*، الأزهار التي كانت تلقح من خلال النحل

أنتجت بذوراً أكثر من عملية الخلط اليدوية، والتي تُبين إمكانية أخرى لزيادة إنتاج البذور (Swoboda, 2007). بشكلٍ عام، إذا أردنا إنتاج أطنان من بذور الزهور البرية بطريقةٍ أرخص وأكثر فائدةً، فإنه يجب مضاعفة المحصول وعقد البذور من خلال الاستخدام الحكيم للملقحات الفعالة والمَعول عليها.



الشكل (٤,٢). يبين الشكل أزهاراً برية أنتجت من المناطق الغربية للولايات المتحدة من أجل إعادة تأهيل المراعي واحتياجاتها من الملقحات. باستخدام محصول البذور لكل زهرة، تم تقدير الزيادة والتحسن في التكاثر بحساب معدل ناتج البذور للأزهار المفتحة من أجل التلقيح مقسومةً على ناتج محصول البذور من النباتات التي تم تغطية أزهارها بأكياس من الشاش لمنع وصول الملقحات لها وتركها للتلقيح الذاتي أو التلقيح من خلال الهواء. المعاملات تلازمت على نفس النبات أو حددت عشوائيا بين نباتات مختلفة. أعداد الملقحات لم تتم زيادتها، لاحظ بأن المحور السيني يمثل أعداداً وليس نسباً.

الشكل (٤,٣). الخصوبة الذاتية لأزهار برية تمت زراعتها بعملية ترميم المراعي في غرب الولايات المتحدة الأمريكية. تم وضع شباك أو أقفاص على الأزهار لمنع الحشرات من زيارة الأزهار وتم تلقيحها يدوياً بحبوب لقاح من نفس النبات أو من نبات آخر. وضع في كل مجموعة ٥ –٨ نباتات لكل نوع لكل مكرر في المعاملة.

وتتكون هذه الملقحات لكل نوع من أنواع الأزهار البرية بشكلٍ حصري من الحشرات. فيما يخص ١٢ نوعاً من الأزهار البرية، قمت بأخذ عينات من الملقحات بطريقة منهجية من ١ –٦ مجموعات ملقحة في ثلاث ولايات بالإضافة إلى أي أنواع نحل أخرى متوفرة في محطة التجارب الخاصة بنا في لوجان بولاية يوتا، فوجدت أن النحل المحلي، وفي بعض الأحيان نحل العسل، كانت أكثر الأنواع سيادة بين حوالي ٢٩ نوعاً من النحل في المجموعة الكاملة من العينات والتي تصل إلى ٢٠٠ فرد. مجموعة الملقحات الصغيرة من الزائرات لأزهار نبات *Penstemon speciosus* كانت تمثل حالة فريدة. كان هناك نوعان من النحل البناء *Osmia* bees متخصصان بتلقيح هذه الزهرة بالتشارك مع

العديد من الزائرين "وعادةً الملقحين الآخرين" كدبور حبوب اللقاح (Masaridae) *Pseudomasaris vespoides* الذي يزور أزهار هذا الجنس بشكلٍ متكررٍ (Tepedino, 1979). أيضاً نوعان من نباتات جنس *Cleome* التي يعمل رحيقها الوفير والهائل من حيث الكمية وبشكل استثنائي على جذب مجموعة واسعة من الحشرات، بالأخص الفراش، النحل، الدبابير. والمجموعات البرية لملقحات هذين النوعين، والتي ما زالت تحتاج للتصنيف. على الرغم من أن أزهار نباتات الجنس *Cleome* تُزار وتلقح بسهولة بفترات النهار، إلا أن مياسم الأزهار تكون أكثر استقبالاً في الليل (Cane, 2008). في الأحواض الصحراوية (وليس في الحدائق الشائعة) يمكن أن تُزار أزهار هذين النوعين من النباتات أيضاً من قبل العث. تلقح الأزهار البرية الأخرى جميعها أثناءَ النهار. وبشكلٍ عام، أصبح من الواضح أن كل نوع من أنواع الأزهار البرية هذه بحاجة للملقحات. وبشكل النحل المجموعة الأكثر تنوعا وسيادة بين هذه الملقحات. ومن هنا يمكن اعتبار أن النحل ضروري لعقد وإنتاج البذور لهذه الأزهار البرية.

اختيار المُلقحات

نحل العسل

يشكل نحل العسل الأوروبي (*Apis mellifera*) الآلية الأكثر نشاطاً في مجال التلقيح الزراعي. وتوجر خلايا نحل العسل في العديد من الدول المتقدمة من قبل المربين الذين يَنقُلون الخلايا في مجموعات لتلقيح المحاصيل الزهرية بشكلٍ دوري. يُعد نحل العسل لذلك الخيار التلقائي الواضح من أجل تلقيح حقول الأزهار البرية أيضاً. حتى لو وصلت التكلفة إلى ١٠٠ دولار لكل خلية، فإن الخلية القوية التي تتألف من ١٠ آلاف عاملة من النحل السارح تُعتبر رخيصةً، لأن كل نحلة سارحة ستكلف المزارع سنتاً واحداً. وكقيمة مضافة، فإنه بعد توقيع المزارع ومربي النحل على عقد الاستئجار

ووصول الخلايا، فإن المزارع لا يحتاج إلى أية مدخلات أو ترتيبات تلقيح أخرى بعد ذلك. ولكن نحل العسل قد يُسجل تراجعاً، يرجع بعضه لخصوصية إنتاج الأزهار البرية والبعض الآخر إلى ممارسات الإنتاج، ومنها:

١- بعض منتجي الحبوب المحلية في الوقت الحاضر يقطنون بعيداً عن المناطق التي يُربى بها نحل العسل المتنقل من أجل تلقيح المحاصيل. مما يستدعي طلب واستلام عدد قليل من الخلايا لمزارع الأزهار البرية الصغيرة والبعيدة، الشئ الذي لا يكون بأحسن الأحوال مرضياً أو مشجعاً.

٢- الأمراض التي تَنْتُج عن حلم الفاروا أدت إلى التقليل من أعداد نحل العسل البري وقللت من أعداد النحالين الُهواة مع مضاعفة أسعار الخلايا التجارية. حيث إن الخلايا المملوكة محلياً أو البرية قد تكون غير متوفرة.

٣- في بعض الفصول أو المناطق، حاجة التلقيح تتعدى أعداد الخلايا المتاحة، بالأخص في فصل الربيع عندما تبدأ محاصيل وأزهار أشجار الفاكهة وأشجار اللوز بالتفتح في المناطق الغربية من الولايات المتحدة.

٤- حجم حقول الأزهار البرية تبقى صغيرة ببعض المعايير الزراعية. حتى لو كانت أصناف الأزهار البرية جاذبة لنحل العسل بشكلٍ مقبول، فإن تفضيلها الواسع من الأزهار وقدرتها على الطيران، لا يمنعان البحث عن بدائل في الحقول المجاورة أو الأراضي الطبيعية المحيطة.

٥- أخيراً، قد يكون نحل العسل غير فعال كملقح لبعض أصناف الأزهار البرية. لهذا السبب نحل العسل سوف يكون ملقحاً غير عملي لمحاصيل البذور من هذه الأصناف البرية المحلية.

بالنسبة لبعض المحاصيل التقليدية القليلة، فإن النحل غير التقليدي يعتبر مُلقحاً فعالاً ويمكن أن يُدار بفعالية بأعدادٍ كبيرة. في بعض الأحيان هذه البدائل من الملقحات تُعتَبر مفيدة ضمن ممارساتٍ زراعيةٍ واعتباراتٍ اقتصاديةٍ معينة، مثل استخدام النحل

البنّاء (*Osmia cornifrons:* Megachilidae) لتلقيح التفاح فقط في اليابان، أو استخدام أنواع عديدة من جنس النحل الطنّان *Bombus* والتي تُشحن مستعمراتها لمسافات طويلة لتلقيح البندورة في شمال أمريكا، وأوروبا، وفي بلدان البحر المتوسط، ولكن فقط في الزراعة المحمية (انظر الفصلين الثالث والتاسع، من هذا الكتاب). مهما كان الملقح، والظروف الاقتصادية والاعتبارات الإدارية للنحل وصنف المحصول، فإن اختيارنا يهدف دائماً إلى توفير كم كبير من الملقحات التي يمكن الاعتماد عليها في تلقيح المحاصيل في الزراعات الأحادية.

النحل الطنّان

أظهرت المسوحات التي نُفذت على النحل أن النحل الطنّان موجود عادةً في كل مكان وزمان وأحياناً يمكن أن يكون ضمن الملقحات الشائعة للأزهار البرية. فهي تقوم بالزيارة والتلقيح بفعالية لنوعين من أربعة أنواع من البقوليات *Astragalus filipes* والبيقيا الحلوة *Hedysarum boreale*. في حدائقنا العامة وفي قطاعاتِ التجارب المزروعة، أثبتت النتائج أن النحل الطنّان البري يُعتبر ملقحاً ممتازًا لأزهار نبات *Penstemon speciosus*، على الرغم من أنها لم تُشاهد على هذا النبات في البرية. إن الإدارة والإشراف على مستعمرات النحل الطنّان البري داخل وحول المزارع المحلية (انظر الفصل الثاني، من هذا الكتاب) يمكن أن تُسهم في زيادة محاصيل البذور لهذه النباتات. على أية حال، مستعمرات النحل الطنّان التجارية مكلفة من أجل التلقيح في الحقول المفتوحة، مع تكلفة النحلة السارحة الواحدة لحوالي ١٠٠ ضعف مثيلتها من نحل العسل المستأجر. تعيش مستعمرات النحل الطنّان المشتراة لفترات قصيرة وفيها يتم التحول من إنتاج العاملات إلى الذكور والملكات بعد أشهرٍ قليلةٍ. وبالتالي فهي مُستَهلكة. وحتى الآن يُعتبر استخدام النحل الطنّان مجدياً في تلقيح محاصيل ذات قيمة اقتصادية عالية مثل محاصيل البيوت المحمية (انظر الفصل الثالث من هذا الكتاب).

إن إنتاج المحاصيل مبكراً خلال الموسم أو خارج مواسم إنتاجها داخل البيوت المحمية يوفر للمزارع مزايا تسويقية تُبرر استخدام مستعمرات النحل الطنّان المستهلكة والمكلفة نوعاً ما. ولكن، لا يوجد أية حوافز تجعلُك أولَ منتجٍ لبذور الأزهار البرية خلال العام وبالتالي لا يوجد مُبرر أو حاجة لاستغلال ظروف الزراعة المحمية أو حتى استخدام أو شراء خلايا النحل الطنّان في التلقيح. في حقول النباتات الزهرية المحلية المفتوحة خلال موسم النمو، فإن الملقحات الأقل تكلفة من النحل الطنّان التجاري يجب أن تكون قادرة للقيام بعملية تلقيح هذه النباتات ضمن مواسم الإنتاج.

النحل غير الاجتماعي المربى حالياً

يمكن أن تكون بعض أنواع النحل غير الاجتماعي والمُرَبى ذا فائدةٍ في تلقيح محاصيل الأزهار البرية. في شمال أمريكا، بروتوكالات إدارة المزرعة موجودة لثلاثة أنواع من النحل غير الاجتماعي. نحل قاطع أوراق البرسيم (*Megachile rotundata*) ونحل اللوزيات الأزرق (*Osmia lignaria*) والتي تُكَوِّن أعشاشها فوق سطح الأرض في الفجوات، بينما يبني نحل النوميا (*Nomia melanderi*) أعشاشه تحت الأرض. وكما هي الحال في أنواع النحل الأخرى، احتياجات التعشيش، الطيران الموسمي، تفضيل عوائلها من الأزهار وكفاءة التلقيح معاً تفسر إمكانية استخدامها كمُلقحاتٍ لأزهار الأنواع المحلية البرية بهدف إنتاج البذور. ويبقى السؤال: هل يمكننا إدارة هذا النحل بأعداد كافية من أجل إنتاج بذور الأزهار البرية في الحقول المفتوحة؟

طرق التربية "الإدارة" والأسواق متوفرة وناضجة بالنسبة للنحل القاطع لأوراق البرسيم (انظر الفصل السابع، من هذا الكتاب)، هذا النحل أحدث ثورةً في إنتاج بذور البرسيم خلال الأربعين سنة الماضية (Stephen, 2003). ويتطلب إنتاجه وجود صيفٍ حار من أجل التطور والطيران، مما يعيق استخدامه في الربيع من أجل تلقيح الأزهار البرية. وهي (هذه النحلة) تُستخدم بشكلٍ رئيسي في تلقيح أزهار البقوليات

الصغيرة مثل البرسيم، ومروج القرنفل (*Dalea*) ذات الأزهار الصغيرة، وتزهر هذه المروج في الصيف وتعتبر من البقوليات العشبية الدائمة، اثنان منها مفضلة في برنامج إعادة تأهيل وزراعة البذور في الحوض العظيم (انظر الجدول ٤,١). نوع ثالث من مروج نباتات المراعي *Dalea purpure* كان متوفراً للتشتيل بحقل التجارب المفتوح، وبالتالي فقد استخدمته بديلاً لأنواع الحوض العظيم التي تم بذرها بذاراً. كما هو متوقع، فإن النحل قاطع أوراق نبات البرسيم يتغذى على أزهار النباتات الخارجية والغير موضوعة بداخل أقفاص، ويختار تزويد العش من حبوب لقاح نبات الداليا *D. purpurea* وبشكلٍ كامل. إن التصاق حبوب اللقاح مع الميسم لا مفر منه؛ لأن النحل يلامس ويحتك بحبوب اللقاح الكثيفة على العنقود الزهري. أنا حصلت على مجموعات وفيرة من البذور لكل نبات (<٢٠ ألف بذرة، وحتى ٨٠٪ مجموعة بذرية، (Cane, 2006a).

وقد شوهد نحل العسل، النحل الطنّان وبعض أنواع النحل البري الغير اجتماعية تزور أزهار نبات القرنفل *Dalea* بالإضافة إلى النحل قاطع أوراق نبات البرسيم، لذلك فإن مساهمة النحل قاطع أوراق نبات البرسيم في عملية التلقيح تنتظر التقيّم. في أقفاص التجارب على الأقل، فإن النحل القطاع لأوراق نبات البرسيم مفيد في التلقيح العرضي للأزهار الصغيرة (مثل محصول الجزر، Tepedino, 1997)، أو تأسيس البذور الهجينة أو في تأمين كميات صغيرة من البذور كمستودع صغير. مما يُظهر جوانبَ أكثر تعددًا من زيارتها لبعض الأزهار المفضلة. هذا النحل "القاطع لأوراق البرسيم" يطير في أقفاص التجارب ضمن الحقول لإنتاج كميات صغيرة من البذور من النباتات الزهرية البرية. وقد يؤدي هذا للحصول على عدة كيلوات من البذور النظيفة والتي يمكن أن تُزرع لاحقاً من قبل المزارعين (يمكن أن تكون الأنواع التابعة لجنس *Lomatium* والتي تنتمي لعائلة الجزر واحدة منها). إن متطلبات عملية التلقيح في الحقل للعديد من الأزهار الصيفية الصغيرة مثل *Dalea spp.* يمكن أيضاً تلبيتها بواسطة النحل

القاطع لأوراق نبات البرسيم ويمكن إدارة النحل بهذه الحالة بنفس الكيفية التي يُدار بها بحقول البرسيم (انظر الفصل السابع).

النحل ذو الأعشاش الأرضية في الزراعة

الملقحات الرئيسية لمعظم أصناف الأزهار البرية المستهدفة والتي قمت بإجراء مسح عليها كانت تتضمن أنواعاً عديدة من النحل ذات الأعشاش الأرضية، وفي بعض الأحيان بإقصاء واستبعاد أية أنواع أخرى مثلما هي الحال في حقول نباتات (*Lomatium dissectum*). كذلك أنواع أخرى من أنواع النحل ذات الأعشاش الأرضية تُلقِح بفعالية أنواعاً متعددة من المحاصيل أيضاً (Cane, 1997)، ولكن نحل النوميا فقط *Nomia melanderi* تتم تربيته بشكل واسع (Johansen et al., 1978). وكما هي الحال في نحل قاطع أوراق النبات فإن نحل النوميا يطير مباشرةً بعد منتصف فصل الصيف لتلقيح بذور البرسيم (Cane, 2002، انظر كذلك الفصل السابع من هذا الكتاب). وهي قد تكون مفيدة في تلقيح أنواع أخرى تابعة لأجناسٍ مختلفة مثل *Dalea* و *Cleome*، مثلاً *C. lutea*، والتي يُشكك في اعتبارها عوائل طبيعية ورئيسة لنحل النوميا (Richard Rust, 2006 اتصال شخصي).

وبطريقة مغايرة لنحل قاطع أوراق نبات البرسيم، فإن نحل النوميا يُظهر تحديات مستعصية في بناء العش، وهي تحديات مألوفة لأنواع نحل أخرى أرضية التعشيش. فمثلاً يُفضل نحل النوميا التربة السلتية المروية ذات السطوح الملحية. يمكن أن يحتوي التجمع الواحد على كميات كثيفة (أكثر من ٥ مليون أنثى) ويمكن أن تبقى في نفس منطقة التعشيش لمدة ٥٠ عاماً أو أكثر (Cane, 2008). ولكن، في حال غياب تربة سلتية مروية، فإن بناء هذه الأعشاش يكون بالمقارنة صعباً ومكلفاً. ويتم إسكان الأعشاش بواسطة نقل وإدخال مئات بل حتى آلاف العذارى الساكنة في الشتاء والمتواجدة في كتل من التربة الثقيلة تصل أوزانها إلى ٣٠ كجم. تقطع وتفصل هذه

الكتل عن مجتمعاتها الأصلية بواسطة أدوات هيدروليكية. محاصيل البذور المحلية يمكن أن تُنتج بشكلٍ مربح في مناطق قريبة من تجمعات نحل النوميا المربى وهي إستراتيجية خاصة لتقريب المحصول من النحل وليس العكس. على أية حال، ما لم يلتزم مربو الأزهار البرية التزاماً طويلَ الأمد بالحفاظ على أعشاش نحل النوميا، فإن الإدارة الفاعلة في هذه العملية وفي الأنواع الأخرى "التي تتطلب وجود أعشاش أرضية" تعتبر غير عملية أو مستحيلة لعملية التلقيح الزراعي بما في ذلك إنتاج الأزهار البرية.

تعتبر الأعشاش الأرضية البرية الغير مدارة في بعض الحالات القليلة فعالة وكافية في الفترة الكاملة لزراعة محصول ما. في جنوب شرق أمريكا، يُعد نحل عنب الدّب الجنوب شرقي (*Habropoda laboriosa*; Apidae) والنحل الطنّان كلاهما مسؤولا عن تلقيح بساتين ثمار التوت البري الضارة (*Vaccinium ashei*) في جميع الحالات باستثناء المزارع الكبيرة جداً (Cane and Payne, 1993). في بعض الحدائق بشمال أمريكا وبعض حقول الكوسا واليقطين التجارية (*Cucurbita spp*) نحل الكوسا (esp. *Peponapis pruinosa*; Apidae) تلبي حاجات التلقيح (Hurd et al., 1971; Tepedino, 1981; Roulston et al., 1996 and Shuler et al., 2005). وفي مسح تعاوني للملقحات في الكوسا واليقطين بيَّن أن نحل الكوسا bee *Peponapis* هو السائد في عملية التلقيح في نصف الكرة الغربي (Cane et al، بيانات غير منشورة). تستطيع مجتمعات أعشاش نحل الكوسا *P. pruinosa* أن تتزايد بطريقة كافية لتلقيح الكوسا واليقطين في الحقول التي تصل مساحتها على الأقل لحوالي ٧٥ هكتاراً (R. Hammon, 2006 اتصال شخصي). كل من *H. laboriosa* و *P. prionosa* ذات أعشاش أرضية وهي ملقحات متخصصة تقوم بتلقيح عوائلها بشكلٍ فعال (Tepedino, 1981; Sampson and Cane, 2000). ومن المهم أن هذين المحصولين تتم زراعتهما بشكل طبيعي في موقع معين لسنوات عديدة من الوقت متكيفةً مع التطور البطيء لمجتمعات الملقحات.

أنواع النحل الذي لم تتم تجربة تربيته حتى الآن

هناك حوالي أربعة آلاف نوع من النحل غير الاجتماعي في شمال أمريكا ومن الممكن تربية بعض هذه الأنواع وإدارتها. من أكثر الأنواع الواعدة: ١٣٩ نوعاً تابعاً لجنس النحل البنّاء *Osmia* في شمال أمريكا ويتوفر لدينا المعرفة الأساسية عن عادات وطرق تعشيش ما يقارب من نصف هذه الأنواع (Cane et al., 2007). وُجد بأن البعض منها سهل الانقياد للأعشاش والركائز الصناعية من أجل تلقيح العديد من المحاصيل المُعمرة (مثل التفاح، وتوت العليق، واللوز، مثال على ذلك أيضاً Bosh 1995; Torchio, 2003; Cane, 2005, 2006b). خلافاً لأنواع النحل التابعة للأجناس *Megachile* أو *Hoplitis*، والتي تقضي فترة البيات الشتوي بطَور ما قبل العذارء، فإن جميع الأنواع التابعة للجنس *Osmia* تقضي فترة السبات الشتوي بطور الحشرة البالغة. كما أن النحل التابع للجنس *Osmia* يعتبر أكثر اختلافاً من الناحية الشكلية، بعضها يظهر في أول أيام الحر في فصل الربيع (مثال *O. lignaria*، انظر الفصل السادس من هذا الكتاب). والأنواع الأخرى مثل النوع (*O. sanrafaelae*) (Parker, 1985) والنوع (*O. bruneri*)(Frohlich, 1983) تتطلب أياماً من الحضانة في الحر مما يُؤخر ظهورها حتى منتصف الصيف. ولكي يتزامن الإزهار بالمزرعة مع أوقات ظهور النحل، يمكن أن يتم التحكم بظهور النحل مبكراً أو متأخراً لعدة أسابيع. أو يمكن الاعتماد على مصادر للنحل من مناطق أكثر برودةً أو دفئاً ليتزامن ظُهورها مع فترة إزهار المحصول. عند زراعة نبات زهري بري لإنتاج البذور مع تبكير أو تأخير بفترة الإزهار فإن عملية الربط بين النحل وإزهار النبات البري ممكنة وبشكل كبير. يتواجد عادةً نوع أو أكثر من أنواع النحل البنّاء التابعة للجنس *Osmia* بين مجموعة الملقحات التي تم جمعها من على الأزهار البرية والتي تم استهدافها سابقاً بالمشروع، وقد تسُود هذه الأنواع على الأنواع الأخرى (مثال ذلك تسود على كل من ٢١ مجتمعا من *Astragalus filipes* التي تم

جمعها من أربع ولايات). بعض أنواع النحل التابع للجنس *Osmia* والتي تبني أعشاشها في الفجوات تتواجد في أكثر من مجموعة زهرية. على سبيل المثال، قد قمت بجمع عينات من النحل البنّاء *O. bruneri* على ثلاثة محاصيل من بين أربعة محاصيل من البقوليات هي البيقيا الحلوة (*Hedysarum boreale*) والترمس الحريري (*Lupinus sericeus*) والفقعاء (*Astragalus filipes*). هذا التنوع في العوائل الزهرية، يُمَكِّنُنا من إدارة وتربية نوع واحد لجنس *Osmia* واستخدامه على العديد من المحاصيل الزهرية.

تجربة النحل الغير مُربى

يُلقِح النحل البري غير المُربى الأزهار البرية في الطبيعة، فلماذا لا نعتمد على هذه الإستراتيجية كذلك في حقول الأزهار البرية المزروعة لإنتاج البذور؟. في حقول الأزهار البرية للعديد من المزارعين المحليين، وجدت أعشاش نحل محلي أرضية تُعشش وتزور الأزهار ولو بأعدادٍ قليلة. في الحدائق المنزلية نسبة الأزهار قد تنتج كثافات زهرية مقنعة مقارنة بفرص العشيش. ولكن، في الحقول التجارية كبيرة الحجم، تُصبح أعداد الملقحات البرية قليلةً مقارنةً بكمية الأزهار المتوفرة (انظر Scott-Dupree and Winston, 1987)، وعندئذٍ يتطلب ذلك توفير ملقحات مرباة لتعويض النقص. للحصول على عوائدَ جيدة فإن المزارع العائلية أو التعاونية في العالم المتطور يجب أن تعتمد على إما المكننة الزراعية والتدرج الاقتصادي أو على عمليات التسويق المتخصصة. توفر الزراعات الأحادية المزهرة بحراً من الأزهار للنحل مع كميات كبيرةٍ من حبوب اللقاح والرحيق. إن فرص التعشيش الطبيعية غير الكافية قد تَحُد من نمو مجتمعات الملقحات غير الاجتماعية، والتي تؤدي بالتالي إلى خدمات تلقيح بواسطة النحل الغير قابل للإدارة في الحقول الكبيرة.

تكون فرص التعشيش للنحل البري محصورة عادة في المنطقة المحيطة بالمزرعة ويفسر هذا عادةً ندرتها أو انتشارها في مزارع البساتين التجارية والحقول الكبيرة.

وعندما يكون التعشيش محصوراً على حدود الحقل فإن العلاقة البسيطة بين محيط الحقل ومساحته تُبين بأن كثافات التعشيش يجب أن تَتَضاعف عند زيادة مساحة الحقل أربع مرات للحفاظ على معدل زيارات مركزة وثابتة في الحقل. الصعوبة واضحة في حالة أنواع النحل البري غير الاجتماعي والتي تُعشش في جحور الخنافس والخشب أو الأغصان الميتة أو السيقان. فرص هذا التعشيش نادرة أو غير موجودة خلال الحقول أو البساتين الكبيرة في مناطق زراعية عديدة. ليس النحل الطنّان أيضا بأحسن حالاً، لأن معظم الأنواع إما أن تُعشش في فجوات الأشجار فوق الأرض أو تحت الأرض في أماكن تعشيش القوارض أو غيرها من الثدييات الصغيرة.

حتى لأنواع النحل غير الاجتماعي الذي يبني أعشاشاً تحت أرضية، فإن الحقول والبساتين نادراً ما توفر بيئات تعشيش كافية لمواجهة أو تغطية احتياجات المحاصيل التقليدية من التلقيح. تفرض هذه القيود نفس المعوقات لمنتجي بذور الأزهار البرية الذين يتوقعون الاعتماد على النحل البري في تلقيح محاصيلهم. معظم الأنواع التي تُعشش في الأرض تبحث عن أكوام من التربة المشمسة وأحيانا تتواجد على شكل سدٍ عمودي مُرتفع عن سطح الأرض. والممارسات الزراعية والمحاصيل نفسها عادة ما تُعيق وجود هذه الفرص، بسبب الغطاء النباتي المظلل للتربة غير النافذ لأشعة الشمس (مثل بذور البرسيم ونبات العليق)، والأغطية البلاستيكية غير المنفذة للأشعة (مثال، زراعة الفراولة تجارياً)، أو المروج الكثيفة (مثال، بساتين الفاكهة والتوت الأزرق). وحتى في حالة المحاصيل مثل نباتات دوار الشمس بوجود تربة مشمسة جيدة (Wuellner, 1999)، إلا أن عمليات مكافحة الأعشاب بين الصفوف المزروعة تدفن وتغلق مداخل التعشيش على النحل. وقد تنجو أنواع النحل التي تُعشش عميقاً بالتربة فإنها قد تنجو من الدمار خلال عمليات الحراثة إذا كان موسم التعشيش قد اكتمل بعكس الأنواع التي تُعشش قريبا من سطح التربة والتي يتم القضاء على أعشاشها أثناء الحراثة، مثل أنواع النحل قاطع الأوراق التابعة للجنس (*Megachile*) (Eickwort rt al.,

(1981 والنحل البنّاء (*Osmia*) (Cane et al., 2007) والتي تعشش قريبا من سطح التربة، هي أكثر الأنواع التي جمعتها بين ملقحات بعض البقوليات *Astragalus, Crepis, Hedysarum, Lupinus, and Penstemon* (جدول ٤,١ وشكل٤,٢). وهذه المجموعة من الملقحات أرضية التعشيش تتضمن أنواعاً لملقحات فعالة في تلقيح المحاصيل التقليدية (Hobbs, 1956; Cane et al., 1996). وفيما إذا كانت هذه الأنواع من النحل أو غيرها قادرةً على تلبية حاجات التلقيح لمزراعي البذور المحليين ما زالت تحتاج لمتابعة.

المزارعون بحاجة للصبر مع واقع مخرجات التكاثر للنحل الانفرادي غير المُربى والذي يتضاعف ببطءٍ شديد. تبدأ أُنثى أنواع النحل الانفرادي حياتها بحوالي ٣٠ بيضة، نصف هذه البيوض أوأكثر سوف ينتج ذكوراً. الإناث لمعظم الأنواع سوف تعتني بخلية تعشيش واحدة أو اثنتين خلال الظروف الجوية الجيدة. أمراض اليرقات والمتطفلات والمفترسات في الأعشاش يمكن أن تقلل أيضاً من مخرجات التكاثر للأنثى الأم. وبالتالي فإن احتياجات المحاصيل في العام الأول من الإزهار تفوق بكثير أعداد النحل البري الذي لن يلبي حاجة تلقيح الإزهار الكثيف والمفاجئ للمحصول. وسوف تبقى أعداد الملقحات البرية قليلة وغير كافية في السنوات القليلة الأولى بينما مجتمعاتها تزيد بشكلٍ تدريجي. زيادة التخزين من الأنواع المُرباة مثل نحل العسل قد يُقلل من تطور ونمو مجتمعات النحل البري بسبب التنافس العالي على الأزهار. ويمكن أن يتوفر النحل البري بشكلٍ أفضل في السنوات القادمة إذا استفاد من محصول زهري آخر مجاور مفيد للنحل. وتشابه الظروف في معظم مزارع الأزهار البرية المنتجة للبذور تلك التي تُحفز من تلقيح المحاصيل التقليدية بواسطة النحل البري: فالحقول ملاصقة للأراضي الطبيعية، حقول ذات حجوم صغيرة، استخدام قليل للمبيدات الزراعية وتوفر مصدراً زهرياً بديلاً وقريباً من مجتمعات النحل (للملقحات غير المتخصصة) أو نباتات معمرة تزهر عاماً بعد عام (للملقحات المتخصصة). وحتى ضمن هذه الظروف فإننا نحتاج في البداية إلى عددٍ كبير من النحل المربى للقيام بعملية تلقيح المحصول لتُشكل جسراً بين

السنوات الأُولى للمحصول الزهري البري والسنة التي تصل فيها أعداد النحل البري لمستوى يُغطي احتياجات التلقيح. إذا وعندما يُحقق الإشراف والصبر النتائج المرجوة بالوصول للأعداد الكافية من الملقحات أرضية الأعشاش لخدمة الأزهار، فإنها تكون أسهل وأرخص وأبسط طريقة لتلقيح محصول الأزهار البرية.

التدفق البحثي

يجب أن يَستمر البحث في هذا المجال على جبهاتٍ مختلفة وعلى قدمٍ وساق لتلبية احتياجات المزارعين (Bosch and Kemp, 2002). وسأذكر هنا تسلسل الخطوات المنطقية التالية:

١- نحتاج إلى الحفاظ على مناطق مزروعة بالأزهار البرية معروفة المصدر بالحدائق المعامة وضمن منطقة التجارب لاستخدامها فيما بعد ضمن التجارب على الملقحات. استخدام مجتمعات الأزهار البرية في مواقع تواجدها أمرٌ غيرُ عملي ومُضْنٍ وخاصةً إذا كانت المواقع مفصولةً عن بعضها البعض بمئات الكيلومترات. معاملات التلقيح اليدوي وكذلك جمع البذور لاحقاً قد يحتاج إلى رعايةٍ يوميةٍ، مع التدخل لحمايتها من الإصابات الحشرية والأمراض ومفترسات البذور وكذلك المتطفلين من الناس العاديين (Cane, 2005). ولأن معظم هذه الأزهار البرية غير متوفرة بالمشاتل فإن مساعدي البحث يقومون بجمعها من الطبيعة وتشتيلها وتربيتها داخل البيوت البلاستيكية. وعند زراعتها بالحقل نقوم بانتظار الإزهار الأول، بعد حوالي سنة إلى ثلاث سنوات لهذه النباتات المعمرة.

٢- ونحتاج أيضاً لتوصيف الأفرع الصغيرة للملقحات ضمن كل مجتمع من مجتمعات النحل. أقوم شخصياً وباستخدام شبكة الجمع بجمع عينات من مجموعات الملقحات لكل الأزهار البرية في مداها الجغرافي. مواقع مجتمعات العوائل الزهرية ومواعيد الإزهار التقريبية يتم الحصول عليها من عينات موجودة في معشبة المنطقة.

٣- نحتاج للحصول على المجتمع الأولي (البادئ) للملقح الذي يمكن أن نقوم بتربيته، ثم عمل ثقوب أو خلايا تعشيش بأحجامٍ وثقوب متعددة القياسات وأعشاش من عصي مثقبة ثم تصنيعها وتوزيعها. ويتم نشر معظم الأنواع التي تعشش في الفجوات بالطبيعة ويُفضل وجودها بالقرب من النبات الزهري البري المستهدف، ولكننا أيضاً حظينا ببعض النجاح عند وضعها بالقرب من حقول الأزهار البرية المزروعة. وبضرب من الحظ، بعض الأنواع التي تُعشش بالفجوات والتي تم الحصول عليها تماثلت مع مجموعة الملقحات التي تم جمعها من زائرات العوائل الزهرية بنفس المكان. كل عش يتم تعريفه بالتضحية بفرد واحد فقط من أفراد العش ويفضل أن يكون ذكراً. وتبقى الأفراد الأخرى في الحقل للسروح والتكاثر والاستمرار بالتعشيش بالأعوام القادمة.

٤- تقييم قدرة هذه الملقحات اعتماداً على معاملة التلقيح اليدوي التي قمنا بها سابقاً.

٥- تقدير الكثافة النحلية المطلوبة من أجل إنتاج محصول جيد من البذور وكذلك استمرار نمو وتكاثر النحل الملقح عند اقتصار زيارته لأنواع عائل واحد فقط من النباتات.

وفي دراسة لحالتين أظهرتا نجاحاً وتقدماً بعد التغلب على بعض الخصوصيات المتعلقة بالنحل، والإزهار والطقس. في إحدى هذه الحالات نبات البلسم *Balsamorhiza sagittata* وهونباتٌ معمر يحتاج لأكثر من ٥ سنوات من بداية البذار حتى يبدأ بالإزهار. ونتيجة للتجارب التي قمتُ بها على بيلوجية التكاثر في هذا النبات من خلال مجتمعات النبات البرية القريبة (Cane, 2005) فقد وجدتُ بأن هذا النبات يحتاج إلى ملقح حشري (الشكل ٤,٢) ويستفيد جيداً من التلقيح الخلطي (شكل ٤,٣). نوعان من النحل البنّاء الذي يعشش بالفجوات والشقوق والمنتشر بشكل كبير *Osmia californica* و *Osmia montana* تم جمعهما بشكل كبير من على أزهار عوائله. وقد تمت الإشارة سابقاً إلى عائلين من عوائلها وهي نباتات جنس البلسم *Blasamorihza* وجنس Wyethia (Torchio, 1989). وعند جمع حبوب اللقاح، فقد شوهدت الملقحات تقوم باهتزازاتٍ قوية على

أسطح فصوص الميسم التي تقوم بحمل حبوب اللقاح من خلال شعيرات جمع حبوب اللقاح البطنية الأمامية، وبالتالي لا مفر من التلقيح. المجتمعات زادت بسهولة باستخدام أسلوب التعشيش العملي الذي قُمت بذكره سابقاً (Cane, 2006b). ويمكن القول بأن مخزوناً من عدة مئات من إناث النحل في الهكتار الواحد يمكن أن يفي بمتطلبات التعشيش (Cane, 2005). هذان النوعان التابعان للجنس *Osmia* وفرا إجابات لكل أهداف هذا المشروع ويمكن تربيتها واستخدامها مباشرةً لتلقيح أي نوعٍ من الأنواع التابعة لجنس نباتات البلسم *Balsamorhiza* بهدف إنتاج البذور.

وقد قمتُ بمتابعة نُهْج مختلف وطريقة مختلفة لإدارة المُلقح في دراسة جنس *Dalea* (Cane, 2006 a). ومن أجل تسريع جدولي البحثي حصلتُ على أشتالٍ لنوع نباتات *D. purpurea* من الحوض العظيم لمزرعة التجارب في لوجان. وكانت كنوع بديل بينما كنا بانتظار مجموعة من البذار وكذلك انتظار نضوج نوعين آخرين من أنواع نباتات الحوض العظيم، لم تتم زراعة أي منهما سابقاً ولم يتم العثور عليها بمسافة ٢٥٠كم من محطة الأبحاث في لوجان. معاملات التلقيح في مزرعة التجارب أظهرت حاجة ماسة للملقحات (شكل ٤,٢) وفائدة عظيمة من التلقيح الخلطي (الشكل ٤,٣). والمجموعة الغنية من الملقحات في الوسط الغربي تُظهر وجود عدة اختيارات للملقحات وذلك كما ساد الاعتقاد من خلال التجارب عندما تمت زيارة أزهار هذا النبات من قبل نحل العسل والنحل الطنّان والنحل القاطع لأوراق نبات البرسيم وأنواع أخرى من النحل البري. وتم تكّون البذور الخصبة في نحو ٦٠-٨٠٪ من الأزهار المتوفرة. وفي مجتمع صغير من أعشاش نحل البرسيم قاطع الأوراق فإن النحل استطاع الرعاية بالحضنة من خلال الاعتماد على حبوب اللقاح البرتقالية اللامعة من أزهار نباتات *D. purpurea*. ولأن العنقود الزهري في نباتات نوعين من أنواع الجنس *Dalea* من نباتات الحوض العظيم تشبه بشكل كبير نباتات *D.purpurea* فإنه من المأمول بأن نحل العسل أو النحل الطنّان أو حتى نحل البرسيم قاطع الأوراق سيقوم بتلقيح نباتات

Dalea المزروعة بالحوض العظيم بسهولة. إن الأعداد البسيطة من النحل البري التي وجدت بدايةً تزور نباتات *Dalea* المزروعة، يمكن أن تتكاثر وتزيد أعدادها بالسنوات القادمة نتيجة للممارسات الإشرافية في الحفاظ على النحل البري. وفي النهاية يمكن أن تقوم بعملية تلقيح لنباتات *Dalea* المزروعة.

الملخص

يَبْحث مدراء المزارع الفيدراليون والحكوميون والأهلّيون في غرب الولايات المتحدة الأمريكية سنوياً عن أطنان من بذور الأعشاب البرية المحلية السائدة بسعرٍ مناسب لاستخدامها في برنامج إعادة تاهيل أراضيهم البرية والحفاظ عليها. السعر المرتفع جداً لبذور الأزهار البرية التي يتم جمعها من الطبيعة يُعيق مثل هذه الخطوات. تكلفة البذور والضرورة العملية تُحتم زراعة هذه الأزهار من أجل الحصول على بذورها. كما أن الزراعات غير المتجانسة تحتاج إلى طرق جمع وحصاد بذور خاصة ودقيقة بالإضافة إلى مواقع خاصة للحفاظ على خليط البذور، الأمر الذي يملي على المزارع بأن يقوم بزراعة هذه الأنواع في زراعاتٍ أُحادية بدلاً من المروج المختلطة. لكن المزراعين المحليين يمكن أن يقوموا بزراعة أكثر من نوع من الأزهار البرية إذا كانت خبرتهم ومهارتهم مناسبة للقيام بذلك.

أجد أن النحل مطلوب لتلقيح كل أنواع الأزهار البرية المرغوبة من أجل إعادة تأهيل والحفاظ على مجتمعات الحوض العظيم. بدايةً فإن النحل المربى وبشكل جيد سيكون ضرورياً على الأقل "كجسر" للمزارعين في سنوات زراعتهم الأولى، وعندما يبدأ النحل البري بالتكاثر ويتواجد بدرجة كافية وبأعداد مناسبة في المزرعة، فإن بعض المزارعين سوف يتمتعون بخدمات تلقيح كافية من مجتمعات النحل البري المرباة بشكلٍ غير مباشر. وتضم الخيارات التي يتم دراستها كملقحات: بما في ذلك نحل العسل، أنواعا غير اجتماعية يتم إدارتها حالياً (*M. rotundata* و *O. lignaria*) وكذلك أنواعا

إضافية من أجناس *Osmia* و *Megachile* و *Hoplitis* والتي تعشش بالتجاويف المختلفة وتظهر مقدرةً بالتلقيح وإمكانية إدارتها وتعشيشها. أنواع النحل المحلية سوف تحتاج إلى عناية وإدارة مستدامة بمزارع البذور؛ لأنه من غير العملي ومن المكلف إعادة بناء المجتمعات سنويا من خلال جذبها لمجتمعات أزهار برية يتم زراعتها سنويا. المجتمعات البرية (التي لا يتم إدارتها والعناية بها) من النحل الطنّان ونحل الأعشاش الأرضية سوف تستفيد من الإجراءات والممارسات البسيطة للحفاظ والعناية بالملقحات بما في ذلك منع الحراثة خلال أوقات التعشيش الأرضي، والاستخدام الحكيم للمبيدات الزراعية وزراعة محاصيل رعوية مكملة بالجوار.

الدروس التي تم تعلمها والمتعلقة بالملقحات في مشروع اختيار وإكثار الأزهار البرية بالحوض العظيم يجب أن تُترجم للمناطق الأخرى التي تتوفر فيها أنواع الأزهار البرية المحلية ويمكن استخدامها وبشكل كبير في تأهيل المناطق المختلفة في الولايات المتحدة الأمريكية بما فيها هضبة كولارادو العليا، وصحراء موجافي وكذلك السهول الواسعة. إن إعادة التأهيل ونشر البذور الناجح للأزهار البرية المحلية سيكون لها أثر بيئي إيجابي بعيد المدى على مجتمعات النباتات المُدمَرة بمنطقة الحوض العظيم ومجتمعات النحل البري المتعلقة بها. هذه الاستحقاقات سوف تُقلل من الأثر الاقتصادي لصناعة إنتاج البذور المحلية البسيطة نسبياً والاحتياجات النحلية غير التقليدية التي تحتاجها في عملية إنتاج البذور.

المراجع العلمية

Babcock, E. B., and Stebbins, G. L. (1938). The American species of *Crepis*: Their interrelationships and distribution as affected by polyploidy (Carnegie Institution Publication no. 504). Washington, DC: Carnegie Institution.

Bosch, J. (1995). Comparison of nesting materials for the orchard pollinator *Osmia cornuta* Hymenoptera: Megachilidae). Entomologia Generalis, 19, 285-289.

Bosch, J., and Kemp, W. P. (2002). Developing and establishing bee species as crop pollinators: The example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. Bulletin of Entomological Research, 92, 3-16.

Cane, J. H. (1997). Ground-nesting bees: The neglected pollinator resource for agriculture. Acta Horticulturae, 437, 309-324.

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.

Cane, J. H. (2005). Pollination needs of arrowleaf balsamroot, Balsamorhiza sagittata (Heliantheae: Asteraceae). Western North American Naturalist, 65, 359-364.

Cane, J. H.. (2006a). An evaluation of pollination mechanisms for purple prairie-clover, *Dalea purpurea* (Fabaceae: Amorpheae). American Midland Naturalist, 156, 193-197.

Cane, J. H.. (2006b). The Logan BeeMail shelter: A practical, portable unit for managing cavity-nesting agricultural pollinators. American Bee Journal, 146, 611-613.

Cane, J. H.. (2008). Breeding biologies, pollinating bees and seed production of *Cleome lutea* and *C. serrulata* (Cleomaceae). Plant Species Biology, in press.

Cane, J. H.. (2008) A native ground-nesting bee (*Nomia melanderi*) sustainably managed to pollinate alfalfa across an intensively agricultural landscape. Apidologie, in press.

Cane, J. H., Griswold, T., and Parker, F. D. (2007). Substrates and materials used for nesting by North American Osmia bees (Hymenoptera: Apiformes: Megachilidae). Annals of the Entomological Society of America, 100, 350-358.

Cane, J. H., and Payne, J. A. (1993). Regional, annual and seasonal variation in pollinator guilds: Intrinsic traits of bees (Hymenoptera: Apoidea) underlie their patterns of abundance at *Vaccinium ashei* (Ericaceae). Annals of the Entomological Society of America, 86, 577-588.

Cane, J. H., Schiffhauer, D., and Kervin, L. J. (1996). Pollination, foraging, and nesting ecology of the leaf-cutting bee *Megachile* (Delomegachile) addenda (Hymenoptera: Megachilidae) on cran-berry beds. Annals of the Entomological Society of America, 89, 361-367.

Eickwort, G. C., Matthews, R. W., and Carpenter, J. (1981). Observations on the nesting behavior of *Megachile rubi* and *M. texana* with a discussion of the significance of soil nesting in the evo- lution of megachilid bees (Hymenoptera: Megachilidae). Journal of the Kansas Entomological Society, 54, 557-570.

Free, J. B. (1993). Insect pollination of crops. New York: Academic Press.

Frohlich, D. R. (1983). On the nesting biology of *Osmia* (Chenosmia) *bruneri* (Hymenoptera: Megachilidae). Journal of the Kansas Entomological Society, 56, 123-130.

Hobbs, G. A. (1956). Ecology of the leaf-cutter bee *Megachile perihirta* Ckll. (Hymenoptera: Megachilidae) in relation to production of alfalfa seed. Canadian Entomologist, 87, 625-631.

Hurd, P. D., Jr., Linsley, E. G., and Whitaker, T. W. (1971). Squash and gourd bees (Peponapis, Xenoglossa) and the origin of the cultivated Cucurbita. Evolution, 25, 218-234.

Johansen, C. A., Mayer, D. F., and Eves, J. D. (1978). Biology and management of the alkali bee, *Nomia melanderi* Cockerell (Hymenoptera: Halictidae). Melanderia, 28, 25-46.

Klein, A. M., Vassiere, B. E., Cane, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C., et al. 2007. (Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society of London: Series B, 274: 303-313.

Monsen, S. B., and Shaw, N. L. (2001). Development and use of plant resources for western wild- lands. Proceedings of the Rocky Mountain Research Station P-21. Ogden, UT: USDA Forest Service, 47-61.

Parker, F. D. (1985). A candidate legume pollinator, *Osmia sanrafaelae* Parker (Hymenoptera: Megachilidae). Journal of Apicultural Research, 24, 132-136.

Roulston, T., Sampson, B., and Cane, J. H. (1996). Squash and pumpkin pollinators plentiful in Alabama. Alabama Agricultural Experiment Station, 43,19-20.

Sampson, B. J., and Cane, J. H. (2000). Pollination efficiencies of three bee (Hymenoptera: Apoidea) species visiting rabbiteye blueberry. Journal of Economic Entomology, 93, 1726-1731.

Scott-Dupree, C. D., and Winston, M. L. (1987). Wild bee pollinator diversity and abundance in orchard and uncultivated habitats in the Okanagan Valley, British Columbia. Canadian Entomologist, 119, 735-745.

Shuler, R. E., Roulston, T. H., and Farris, G. E. (2005). Farming practices influence wild pollinator populations on squash and pumpkin. Journal of Economic Entomology, 98, 790-795.

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

Swoboda, K. A. (2007). The pollination ecology of Hedysarum boreale Nutt. and evaluation of its pollinating bees for restoration seed production. Unpublished master's thesis, Utah State University.

Tepedino, V. J. (1979). Notes on the flower-visiting habits of Pseudomasaris vespoides (Hymenoptera: Masaridae). Southwestern Naturalist, 24, 380-381.

Tepedino, V. J.. (1981). The pollination efficiency of the squash bee (*Peponapis pruinosa*) and the honey bee (*Apis mellifera*) on summer squash (*Cucurbita pepo*). Journal of the Kansas Entomological Society, 54, 359-377.

Tepedino, V. J. (1997). A comparison of the alfalfa leafcutting bee (*Megachile rotundata*) and the honey bee (*Apis mellifera*) as pollinators for hybrid carrot seed in field cages. In K. W. Richards (ed.) Acta Horticulturae 437: 457-461.

Tepedino, V. J.. (2000). The reproductive biology of rare rangeland plants and their vulnerability to insec-ticides (USDA APHIS Technical Bulletin No. 1809: Grasshopper Integrated Pest Management Users Handbook). Riverdale, MD: USDA Animal and Plant Health Inspection Service.

Torchio, P. F. (1989). In-nest biologies and development of immature stages of three *Osmia* species (Hymenoptera: Megachilidae). Annals of the Entomological Society of America, 82, 599-615.

Torchio, P. F. (2003). The development of *Osmia lignaria* Say (Hymenoptera: Megachilidae) as a managed pollinator of apple and almond crops: A case study. In K. Strickler and J. H. Cane (Eds.), For nonnative crops, whence pollinators of the future? (67-84). Lanham, MD: Entomological Society of America.

Wisdom, M. J., Rowland, M. M., and Surber, J. L. (2005). Habitat threats in the sagebrush ecosystem: Methods of regional assessment and applications in the Great Basin. Lawrence, KS: Alliance Communications Group.

Wuellner, C. T. (1999). Nest site preference and success in a gregarious, ground-nesting bee *Dieunomia triangulifera*. Ecological Entomology, 24, 471-479.