الباب الأول: الحشرات وبيولوجيا تكاثر النبات

Insects and plant reproductive biology

ترتبط الحشرات بالنباتات إرتباطاً وثيقاً ويدرك المختصون بمجال الزراعة والبستنة دورها فى إحداث الضرر ونشر المرض بين النباتات. ومع ذلك لبعض الحشرات أهمية خاصة مع كثير من النباتات. وإحدى الإرتباطات الشائعة والمتقدمة جداً والمثيرة فى عالم البيولوجى هى التى بين الملقحات الحشرية insect pollinators والنباتات المزهرة. وساعد هذا الإرتباط إلى تطور كبير بين النباتات والحشرات نتج عنه علاقات عديدة حميمة متخصصة بين أفراد المجموعتين. وفى كثير من الحالات طورت الحشرات والنباتات المرتبطة معاً تراكيب وآليات سلوكية تضمن للنبات التلقيح وللحشرات الغذاء. وبينما تلك الآليات هامة من وجهة النظر العلمية إلا أن قيمتها العملية هائلة. وبدون هذه النباتات والحشرات التى تلقحها يتغير الأساس النوعى لبيئتنا وحياتنا.

أولاً: تطور الحشرات والنباتات المزهرة

Coevolution of insects and flowering plants

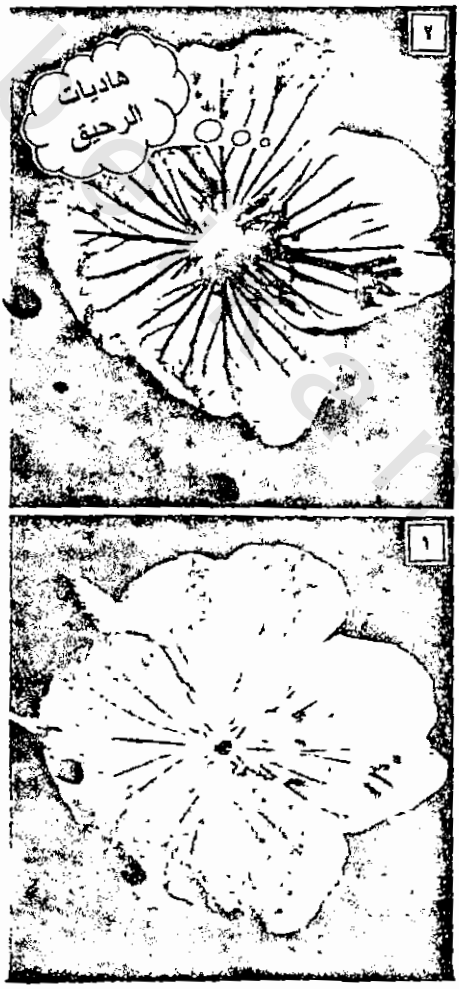
تلقيح النباتات بواسطة الحشرات عملية تطورية بدأت وإستمرت لأكثر من ٢٠٠ مليون سنة (**للمؤلف تعليق آخر قرب نهاية الكتاب**). وتوضح السجلات الحفرية أن الحشرات المجنحة كانت موجودة وبكثرة فى العصر الكربونى ومن فترة كبيرة قبل تواجد أية تراكيب تشبه الأزهار. وربما تلقيح النباتات المزهرة التى ظهرت مبكراً كان يتم بواسطة حبوب اللقاح الخفيفة الوزن التى تنقل بالرياح. مثل تلك الحبوب كانت صعبة الجمع بواسطة الحشرات وقد تكون غير هامة كمصدر غذائى للحشرات فى هذا الوقت. وكان يتم التلقيح الحشرى بدون شك عرضياً عن طريق إصطدام الحشرات التى تتغذى على النباتات بالأسدية anthers فتصبح ملوثة بحبوب اللقاح وتنقل بذلك قليل من حبوب اللقاح إلى نبات آخر عند زيارتها له. ونظراً لأن توجيه هذه النباتات لناقلات حبوب اللقاح vectors كان أكثر كفاءة من التوجيه العشوائى للرياح. أوجد هذا ضغط

إنتخابى كبير على النباتات لتنمى آليات جديدة أكثر كفاءة فى التلقيح من الإنتقال العرضى لحبوب اللقاح. والخطوة المبكرة لهذا التوجه ربما حدثت بتكوين حبوب لقاح لزجة تلتصق بالحشرات فيسهل نقلها على أجسام الحشرات لكى تنتقل لأزهار أخرى ظهرت بها مياسم stigmas ريشية أو لزجة وظهور حبوب اللقاح اللزجة سهل للحشرات الحصول عليها كمصدر للغذاء. بعد ذلك بدأت الأزهار فى إفراز كميات صغيرة من سائل حلو المذاق (الرحيق nectar) وهذا عمل على زيادة تشجيع الحشرات لزيارة الأزهار. ثم تلى ذلك وربما فى نفس الوقت ظهور روائح جذابة بالأزهار عملت على زيادة وجذب الأزهار للحشرات ومع ظهور هذه الآليات أصبحت الحشرات ملقحات هامة للأزهار. وإستكمالاً لهذه الآليات إكتسبت الأزهار مع الوقت ألوان تجعلها ذات مظهر ملفت عن النبات الأخضر فتسمح للحشرات برؤيتها بسهولة. وبالطبع ــ توافق مع هذه التغيرات تطور فى أعضاء حس وسلوكيات الحشرات خاصة فيما يتصل بإدراك الألوان والروائح والقدرة الفائقة على ربط تلك الصفات بالحصول على الغذاء.

عموماً ــ يختلف الإدراك الحشرى للألوان عن الإنسان فى المدى البصرى الخاص بها حيث إنتقل تجاه الموجات الأقصر للطيف الكهرومغناطيسى electromagnetic spectrum. وبالرغم من عدم قدرة الحشرات إدراك الموجات الطويلة الحمراء إلا أنها ترى الأشعة فوق البنفسجية الأقصر بوضوح. ويميز نحل العسل وربما كثير من الحشرات الأخرى ألوان أقل مما فى الإنسان. فالنحل يستجيب عادة لأربعة مناطق من الطيف: الأصفر ــ الأخضر (٥٠٠-٦٥٠ mμ) والأزرق ــ الأخضر (٤٨٠ -٥٠٠ mμ) والأزرق ــ البنفسجى (٤٠٠-٤٨٠ mμ) والأشعة الفوق بنفسجية (٣٠٠ - ٤٠٠ mμ) وبالرغم من أن نحل العسل وربما نحل آخر لا يرى الطيف الأحمر النقى فإنه ليس غريباً أن يوجد فى آسيا وأوروبا قليل من الأزهار التى تلقح بالحشرات ذات لون أحمر نقى والنحل هو الملقحات الرئيسية لها. فالأزهار المحلية فى هذه المناطق أساساً ذات ألوان صفراء وزرقاء أو أحمر ــ أرجوانى يسهل للنحل إدراكها بينما الأزهار ذات اللون الأحمر القاتم مثل أزهار الـ poppy يراها النحل فقط والسبب فى ذلك يرجع إلى أن هذه الأزهار تعكس كميات كبيرة من الأشعة الفوق بنفسجية. من ناحية أخرى ــ معظم الأزهار ذات اللون الأحمر النقى تلقح

بالطيور خاصة بواسطة مجموعة hummingbirds الموجودة فى أمريكا فقط. ومعروف أن الطيور ذات رؤية حساسة على وجه الخصوص لأطوال الموجة الحمراء. والإستثناء هنا هو أن مجموعة من الأزهار الحمراء تلقح أساساً بأبى دقيقات والتى ثبت أنها بين قليل من الحشرات التى أثبتت لتجارب أنها ترى هذا اللون.

يبدو أن ألوان الأشعة الفوق بنفسجية Ultraviolet colors صفة هامة للنباتات التى تلقح بالحشرات. لقد إكتشف علماء بيولوجى التلقيح وجود عالم خفى من الألوان الفوق بنفسجية غير مرئى للإنسان وثبت أهميته للحشرات التى تزور النباتات فعند تصوير أزهار بسيطة بفيلم حساس لضوء الأشعة الفوق بنفسجية ظهرت كثير من الأزهار بألوان جذابة أو بأنماط مختلفة ربما أكثر جذباً للنحل. مثل هذه الأنماط النباتية المتخصصة والتى يطلق عليها بهاديات الرحيق nectar guides (شكل ١) يبدو أن الحشرات تستخدمها فى الوصول إلى مصدر غنى بالرحيق لزهرة معينة.



(شكل ١): (١) صورة الزهرة تم التقاطها بكاميرا عادية كما نراها نحن. (٢) صورة نفس الزهرة تم التقاطها بكاميرا حساسة للضوء الفوق بنفسجى والتى قد تراها الحشرة بهذا الشكل.

ورغم أن هذه الخاصية عرفت منذ سنوات كثيرة أوضحت نتائج طريقة التصوير التى ذكرت من قبل أن هاديات الرحيق الفوق بنفسجية شائعة جدا وربما تكون أكثر أهمية فى تشجيع زيارة الحشرات للأزهار والتى تراها بأشكال لا نراها نحن. واضح أن الألوان الزهرية والصفات الأخرى نشأت مع تطور الإحساسات الحشرية ولن نتفهم تماما هذا الإرتباط المعقد ما لم نتفهم جيدا ما تراه الحشرة.

لقد نتج عن التطور المستمر للحشرات والنباتات مدى واسع من العلاقات بين المجوعتين من الزيارة العرضية إلى الإرتباط الوثيق إلى شكل من التطرف فى العلاقة فى شكل تكافل إجبارى obligate symbiosis والتى فيها ك ل من النبات والحشرة يعتمد على الآخر تماما فى مواصلة الحياة، مثل فراشة اليكا وحشرات التين التى سيأتى ذكرهما فيما بعد.

الملقحات الحشرية الأكثر أهمية هى النحل الإنفرادى ونحل البامبل ونحل العسل. قليل من الحشرات الأخرى خلاف النحل سجل زيارتها لأزهار محاصيل إقتصادية وأنها هامة فى التلقيح (مثل التربس وبعض الذباب وأزهار الكاكاو *Theobrom cacao*) ولكن عموما مثل تلك الحشرات يغيب فيها شعر كاف بالجسم وأنماط سلوكية ضرورية وربما أثناء زيارة هذه الحشرات للنباتات تنتقل قليل من حبوب اللقاح من الأسدية إلى المياسم. علاوة على ذلك ــ وعلى خلاف النحل الذى يسعى بثبات للحصول على غذاء كاف لصغاره معظم الحشرات الأخرى تسعى forage لتسد حاجاتها الملحة فقط وتتغذى على أغذية مختلفة خلاف أغذيتها من الأزهار. ويفترض أن هذه الحشرات تؤدى فقط دورا إضافيا فى التلقيح رغم أن الدراسات التفصيلية عن سلوكياتهم مازالت غائبة. يبدو أن معظم الملقحات الإضافية تتبع رتبة ثنائية الأجنحة خاصة الأجناس *Platycheirus, Syrphus, Eristalis, Bombylius, Bibio, Sarcophaga, Lucilia, Calliphora, Rhingia*.

ثانيا: التلقيح Pollination

تحافظ النباتات على حياتها ووجودها جيلا بعد جيل عن طريق التكاثر الغير جنسى (براعم ــ أبصال ــ درنات... الخ) أو التكاثر الجنسى الذى يتم بعملية تعرف بالتلقيح pollination. والأخير ضرورى لإخصاب البويضة ونمو وإمتلاء البذور. فالتلقيح الكافى هام للإنتاج الطبيعى للمحاصيل حيث أن الحبوب وثمار الفاكهة هى الجزء المستهدف من الزراعة فى معظم الأحوال. كما أن التلقيح متطلب هام لجميع النباتات التى تتكاثر عن طريق الحبوب.

توجد الأعضاء الجنسية النباتية فى النباتات التى تتكاثر جنسيا فى الأزهار. ويطلق على الأزهار التى تحمل أعضاء التأنيث (الميسم stigma) والمتك الذكرية male anther بالأزهار الكاملة perfect. وقد تحتوى الأزهار الغير كاملة imperfect من ناحية أخرى على أعضاء التأنيث أو التذكير فقط وليس كلاهما. والنباتات التى تحوى أزهار غير كاملة لجنس واحد فقط أى ذكور أو إناث يطلق عليها ثنائية المسكن dioecious. والنباتات التى تحوى أزهار غير كاملة لكلا الجنسين على النبات الواحد يطلق عليها أحادية المسكن monoecious. وكما هو متوقع تشكل الحشرات وناقلات حبوب اللقاح الأخرى أهمية خاصة للنباتات التى تحوى أزهار غير كاملة خاصة الثنائية المسكن. ومع ذلك تستفيد كثير من الأزهار الكاملة أيضا من التلقيح الحشرى بل لديها آليات تؤكد وجودها وتعمل على جذب الملقحات إليها.

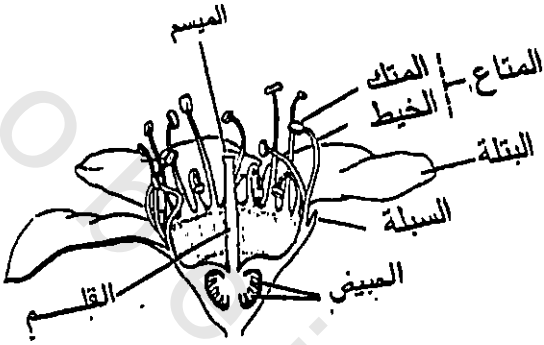
ويشير التلقيح فقط إلى إنتقال حبوب اللقاح من الأسدية إلى المياسم ولكنها تكنيكيا لا تتضمن الإخصاب fertilization الذى يشير إلى نجاح إتحاد الجاميطات لتكوين الزيجوت. وقد يوجد تلقيح دون إخصاب. والمصطلح pollinator يشير إلى الناقل vector مثل شغالة نحل العسل على سبيل المثال التى تعمل على نقل

حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى. ويشير الـ pollinizer من ناحية أخرى إلى النبات المنتج لحبوب اللقاح.

يوجد نمطان أساسيان للتلقيح فى الطبيعة. التلقيح الذاتى self pollination الذى يعنى نقل حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم داخل نفس الزهرة أو إلى الأزهار الأخرى على نفس النبات أو لأزهار نبات آخر له نفس التركيب الوراثى. وتشاهد الحالة الأخيرة فى بساتين الفاكهة حيث يتكون كل البستان نظريا من نباتات تكاثرت خضريا من أم واحدة وبذا تكون النباتات متماثلة وراثيا. وقد يحدث التلقيح الذاتى دون تدخل عنصر خارجى أو نتيجة لناقل. فى بعض المحاصيل القليلة مثل البازلاء، التلقيح الذاتى كافى لإنتاج البذور ولكن بالنسبة لمعظم المحاصيل ينتج عن التلقيح الذاتى محصول ضعيف. لهذا فإن المحاولات الخاصة بإنتخاب أصناف ذات إخصاب ذاتى autofertile لأنواع ذات أهمية إقتصادية لم يصادفها النجاح لأن التربية الداخلية ــ كما سبق القول ــ وفقد قوة الهجين لها تأثير سيئ على الإنتاج.

يتضمن النمط الثانى من التلقيح أى التلقيح الخلطى cross-pollination نقل حبوب اللقاح من أسدية نبات إلى ميسم نبات آخر له تركيب وراثى مختلف. كما يتضمن دائما تدخل عنصر خارجى (الرياح، الحشرات... الخ). يحدث التلقيح الخلطى بين أفراد صنف لنفس النوع كما يتكرر تواجده بين عدة أصناف مختلفة لنفس النوع كما يتكرر تواجده بين عدة أصناف قريبة جدا من بعضها مثل التوت الأزرق blue berries أو بين النباتات الأقل قربا مثل القرنبيط والكرنب.

عندما تستقر حبة لقاح ذات مكونات وراثية مناسبة على الميسم (شكل ٢) تنتج حبة اللقاح إنبوبة جرثومية تنمو لأسفل خلال القلم style إلى الكيس الجنينى embryo sac فى مبيض الزهرة. وينطلق هناك خليتان ذكريتان واحدة تخصب خلية البيضة الأنثوية أو الـ ovule وتتحد الخلية الذكرية الثانية مع الخلايا الأنثوية العقيمة التى يطلق عليها الأجسام القطبية polar bodies



(شكل ٢): قطاع طولى فى زهرة شجرة الشاى *Leptospermum* لتوضيح أجزاء الزهرة

لتكون نواة الإندوسبرم endosperm nucleus ونتيجة الإتحاد الثانى هو تكوين إندوسبرم البذرة أو الإندوسبرم البذرى seed endosperm الذى يشكل النسيج الغذائى التى تستخدمه البيضة الملقحة أثناء إنبات البذرة.

ينبه الإخصاب تكوين الثمرة فيحدث نمو ثانوى للمبيض مجاور للتراكيب الزهرية. والتلقيح والإخصاب فى معظم الأحوال ضرورى للتكوين الثمرى بالرغم من أن هرمونات النمو النباتية والمواد الصناعية إستخدمت بنجاح مع بعض النباتات لتنبيه النمو الثمرى دون تكوين بذور. وينتج التكوين الثمرى الطبيعى فى بعض الأنواع من النمو الإتحادى combined development لعدة أو حتى كثير من الـ ovules (بييضات)وهنا يكون إخصاب جميع الـ ovules ضرورى وإخصاب جزء منها فقط ينتج عنه ثمار غير طبيعية ومشوهة ومتقزمة. فى هذه الحالات التلقيح الكافى هام جداً وأحياناً قد تكون هناك ضرورة لعدة زيارات للملقحات للتأكد من النمو المناسب للثمار.

تبعا لميكانيكيات التلقيح الحنطى يمكن تقسيم النباتات إلى:

أ- **نباتات تلقح بالرياح** (أى anemophily) والأمثلة المعروفة جيدا لنباتات تلقح عن طريق الهواء الذرة والقمح ونجيليات أخرى وبعض أصناف أشجار الزيتون والبندق والصفصاف والبلوط والصنوبريات... الخ، وهى نباتات تتصف بأن أزهارها صغيرة عديمة الرائحة خيوط الأسدية طويلة مدلاة خارج الزهرة لتعريض المتك للهواء والمياسم متفرعة ريشيا لإقتناص حبوب اللقاح السابحة فى الهواء وتنتج كميات كبيرة من حبوب اللقاح لتعويض ما يفقد منها.

ب- **نباتات تلقح بالحشرات** (entomophily)، فمعظم أزهار فاكهتنا ونباتات الزينة وكثير من الخضراوات مثل الفول والطماطم والقرع ومحاصيل الحقل مثل البرسيم والقطن والدخان تعتمد أساسا على زيارة الحشرات لكى يتم حمل حبوب اللقاح إلى الميسم حتى يتم الإخصاب والذى بدونه لا تتكون بذور أو ثمار، والأزهار التى تعتمد على الحشرات يمكن أن تتميز بصفة عامة بأنها كبيرة زاهية اللون وذات رائحة تجذب الحشرات إلى جانب وجود غدد رحيقية خاصة nectaries تفرز سائل حلو nectar يجذب الحشرات كغذاء وذات حبوب لقاح خشنة أو لزجة ومياسمها أيضا لزجة وللنباتات تحويرات رائعة فى تركيب أزهارها التى تجبر الحشرات للمجئ لتتغذى على الرحيق ولتحمل معها حبوب اللقاح لأزهار أخرى تزورها، فى قليل من الحالات نجد أن التلقيح الحشرى لمحصول معين يكون غير مرغوب كما فى حالة القرعيات المنزرعة فى الصوب الزجاجية حيث يؤدى التلقيح إلى تضخم وخفض فى نوعية الثمار.

نظرا لدخول وخروج الحشرات فى الأزهار تصبح أجسامها مغطاة بحبوب اللقاح، ولملقحات الأزهار الحشرية تراكيب تتلائم مع هذه الوظيفة تتمثل أهم هذه التراكيب فى سلة حبوب اللقاح المتواجدة على ساق الرجل الخلفية لشغالة نحل العسل والشعيرات الكثيفة المتواجدة على جدار جسم النحل وخرطوم أجزاء الفم فى بعض الحشرات الحرشفية الأجنحة، وتزال حبوب اللقاح من شعيرات جسم نحل

العسل بواسطة فرشاة متخصصة (مجموعة أشواك) توجد على إحدى حلقات الرجل الخلفية (الرسغ) وعندما تمتلئ الفرشة تتقاطع الأرجل الخلفية وتكشط حبوب اللقاح من أحد الأرجل إلى سلة حبوب اللقاح الموجودة على حلقة أخرى (الساق) فى الرجل المقابلة، وتحمل حبوب اللقاح الموجودة فى سلال حبوب اللقاح إلى الخلية حيث تعمل شوكة على الرجل الوسطى على نزعها ثم تخزينها فى أعين الإطارات، وبينما كثير من حبوب اللقاح تجمع وتستخدم كغذاء للنحل تسقط بعض من تلك الحبوب فى الزيارة التالية لزهرة وأخرى، وكثير من الأزهار تكون مركبة بطريقة يندر لحشرة أن تحصل على رحيق منها دون أن تنفض جزءا من حبوب اللقاح الخاصة بأزهار تم زيارتها سابقا على ميسم زهرة جديدة، وبدون الأداء الجيد أو المفيد الذى تقوم به الحشرات الملقحة سنحصل على إنتاج ضعيف جدا ونوعية رديئة من محاصيلنا الحقلية مثل الفاكهة والطماطم والبطيخ والبرسيم الأحمر والشاى والشيكولاته والقطن، وفيما يلى بعض الأمثلة التى توضح أهمية الحشرات فى التلقيح.

يتفوق التلقيح الحشرى على التلقيح بواسطة الرياح بما يلى:

١- يزيد من كفاءة التلقيح بالإضافة إلى أنه يخفض من فقد حبوب اللقاح.

٢- تقوم الحشرات بالتلقيح الناجح تحت ظروف غير مناسبة للتلقيح بالرياح.

٣- تعمل الحشرات على تعظيم عدد أنواع النباتات التى تلقح فى منطقة ما خاصة مع النباتات النادرة التى يمكنها تلقى حبوب لقاح نفس نوعها المحمولة بواسطة الحشرات.

قد يعطى التلقيح الحشرى مميزات أكثر من زيادة إنتاج المحصول. فوفرة ملقحات الأزهار تعمل على تلقيح نسبة كبيرة من الأزهار المبكرة لبعض المحاصيل (مثل *Vicia faba*) مما يؤدى إلى محصول مبكر متجانس. وتلقيح الحشرات لمحاصيل أخرى لا يزيد إنتاج ثمارها كميا فقط، بل أيضا يرفع من نوعية الثمار *(Cumcumis mela; Fragaria x ananassa)*.

وللتلقيح الذاتى داخل الأزهار بعض من هذه المميزات ولكن ينشأ عن الإستمرار فيه. كما سبق القول ــ أضرارا وراثية ويندر أن يشكل ميكانزم إخصاب دائم.

ثالثا: حبوب اللقاح وغدد الرحيق Pollen grains and nectaries

حبوب اللقاح تنتجها المتك الموجودة على نهايات خيوط شعرية يطلق عليها بالأسدية Stamens التى تشكل الجزء الذكرى (androecium) فى الزهرة. تنفلق أو تنشق هذه المتك anthers فى الوقت المناسب لتتطلق أو تنفصل العنصر الذكرى male element الذى يشكل عديد من حبوب اللقاح الميكروسكوبية الصفراء اللون عادة. يختلف حجم حبوب اللقاح من حجم ضئيل ٤-٦ ميكرون كما فى زهرة لا تنسانى (*Myosotis sylvatica*) إلى ضخم نسبيا ٣٥٠ ميكرون كما فى حبوب لقاح نبات *Cymobopetalum odoratissimum* أو حبوب لقاح إنبوبية عملاقة ٢٥٥٠ × ٣٧ ميكرون كما فى أحد الحشائش النباتية (*Zostera marina*). بصفة عامة ــ معظم أحجام حبوب اللقاح فى المدى من ٢٥ إلى ٥٠ ميكرون. شكل الزخارف على سطح حبة اللقاح ذات تنوع أكبر من الأحجام وتستخدم الصفات المورفولوجية فى تعريف ومعرفة المصدر النباتى لحبوب اللقاح. وتختلف كمية حبوب اللقاح التى تنتجها الزهرة من ٣٢ حبة فقط فى زهرة الساعة الرابعة *Mitabilis jalapa* إلى عدة معالق ممتلئة كما فى زهرة الموز الحبشى *Musa enseta*.

الرحيق وإفرازه من الصفات الهامة التى يجب الالتفات إلى بعض المعلومات عنه. للأزهار واحد أو أكثر من مصادر (غدد) الرحيق nectaries رغم أنه يندر وصف الغدد الرحيقية فى الوصف النباتى. تختلف غدد الحريق فى الحجم من ميكروسكوبية إلى ١١ بوصة مثل غدد رحيق الأوركيد *Angraecum sesquipedale*. وفى العادة ما يوجد مصدر الرحيق داخل الزهرة عادة عند قاعدة الجزء الجنسى Sexual column داخل دائرة البتلات. ومع ذلك توجد فى القطن دائرة رحيقية خارج قاعدة البتلات على القاعدة الداخلية للكالكس (الكأس). كما قد توجد أيضا غدد رحيقية خارج الزهرة على السيقان والأوراق. يبدأ إفراز الرحيق داخل الزهرة عادة وقت تفتح الأزهار ويتوقف بسرعة عقب التلقيح. ولا يتأثر إفراز الرحيق على السيقان والأوراق مباشرة عقب

تلقيح الأزهار وقد يستمر إلى عدة أسابيع.

تختلف كمية الرحيق المفرز من كميات ضئيلة جدا فى أنواع كثيرة إلى أكثر من ٣٠ جم من الأوركيدات *Corynathes spp.* و *Protea mellifera* ذات الموطن الإفريقى الذى لا يزال يستخدم كشراب. وذكر أن الهنود فى الجنوب الغربى كانوا يجمعون سيقان أزهار الصبّار الأمريكى *Agave parryi* لجمع الشراب منها وتقديمه للشخصيات الهامة. وقدر عدد من أخصائى النحل كمية الرحيق التى تنتجها أزهار محاصيل مختلفة. وذكر أن أزهار الكنتالوب فى الإيكر الواحد تنتج ١,٧ رطل رحيق فى اليوم بينما تنتج أزهار البرسيم من نفس المساحة ٢٣٨ رطل رحيق فى اليوم الواحد.

رابعا : الوفاء الزهرى Flower constancy

تظهر بعض الملقحات الحشرية خاصة نحل العسل ما يسمى بالولاء أو الوفاء الزهرى. وعندما يكون هذا الوفاء عالى يقصر ملقح الأزهار عمله فى جمع حبوب اللقاح أو الرحيق على نوع زهرى واحد أثناء مدة الرحلة الواحدة أو لفترات أطول من الوقت. ونتيجة ذلك يتزايد إحتمال الإخصاب وإحتمال نقل النحلة الزائرة لحبوب لقاح تابعة لنفس النوع النباتى وليس حبوب لقاح من نوع مغاير. وقد نرى مستويات عالية من الوفاء الزهرى فى سلوك أفراد ومستعمرات نحل العسل بالرغم من أن هناك أنواع أخرى من النحل تظهر أنماطا سلوكية مشابهة.

١ - الوفاء خلال رحلة السعى الواحدة: Constancy during a single foraging trip

بالرغم من أن شغالة نحل العسل يمكنها زيارة كثير من الأنواع الزهرية polytropic إلا إنها عند العمل تحافظ معظم أفراد المستعمرة على زيارة نوع زهرى واحد أثناء الزيارة الواحدة. جذب ولاء النحلة للزهرة إنتباه العلماء الأوائل فذكر داروين عام ١٨٧٦ أن وفاء النحلة للنوع الزهرى له ميزة للنبات بتسهيل عملية التلقيح الخلطى كما أن له ميزة للنحلة حيث يمكنها للعمل بسرعة أكبر على نفس النوع الزهرى دون أن تجهد نفسها فى تعلم وتحديد المواقع المنتجة للرحيق

nectaries لكل زهرة تزورها وهذا يمكن الشغالة أيضا من قصر سعيها على النوع النباتى الوفير الإنتاج فى حبوب اللقاح والرحيق.

بدأ دراسة الوفاء الزهرى بملاحظة النحل لأطول مدة ممكنة أثناء عمله فى الحقل. وقصر الدراسة على الملاحظة فقط له عيب فى أن الباحث يختار مجموعة من النحل ويستمر فى مراقبتها داخل ميدان رؤيته فقط وتعتمد النتائج لحد كبير على وفرة النوع الزهرى الذى يعمل عليه النحل. ومع ذلك ذكر الدارسون الأوائل أنه عندما تنمو أفراد كثيرة معا من النوع الزهرى موضع الدراسة لوحظ أن ولاء نحل العسل لنوع الأزهار كان كبيرا وكان أقل فى نحل البامبل ونادرا فى أبى دقيقات.

(شكل ٣): شغالة جامعة لحبوب اللقاح بعد عودتها من رحلة جمع فى الحقل.

تلى ذلك إستخدام محتويات حمولات (شكل رقم ٣) حبوب اللقاح pollen loads كمؤشر للوفاء. وأشارت أول دراسة أجرتها Bett عام ١٩٢٠ أن نسبة الحمولات المختلطة لنحل العسل تراوحت بين ٢ إلى ٧% وفى دراسة أخرى وجد أن نسبة

الحمولات النقية فى نحل البامبل بلغت ٦٦% والحمولات النقية لنحل العسل ونحل آخر *Bombus* spp., *Megachile* spp., *Andrena* spp. بلغت ٨٧ و ٥٤ و ٥٣% على الترتيب ويوضح جدول ١ أن ولاء نحل العسل ونحل *Halictus* عالى جدا وأن نحل الـ *Bombus* spp والـ *Andrena* spp. أقل وفاءا للنوع الزهرى.

جدول ١: الوفاء الزهرى لأربعة مجاميع من نحل العسل

الجنس	العائل النباتى	عدد حبوب لقاح النوع النباتى فى الحمل				
		١	٢	٣	٤	٥
Apis	جميع الأنواع	١٦٣ (٦٢%)	٧٣	٢٢	٤	١
Halictus	جميع الأنواع	٢٠٧ (٨٤%)	٣٤	٦	٠	٠
Bombus	جميع الأنواع	٥٠ (٥٩%)	٢٥	٨	٢	٠
Andrena	جميع الأنواع	٨٢ (٤٥%)	٧٠	٢٦	٢	٠
Apis	*Pyrus mulus*	١١٨ (٨٠%)	٢٥	٣	١	٠
Halictus	*Pyrus mulus*	٤١ (٧٢%)	١٤	٢	٠	٠
Bumbus	*Pyrus mulus*	٤١ (٦٥%)	١٧	٤	١	٠
Andrena	*Pyrus mulus*	٧١ (٥٧%)	٤٧	٥	١	٠

ويرتفع الوفاء الزهرى عند وجود مساحات كبيرة من نوع زهرى لعائل نباتى واحد جاذب مثل *Pyrus mulus* مقارنة بوجود أزهار أنواع كثيرة من العوائل النباتية مع تمثيل كل نوع بعدد قليل من الأفراد. ومع ذلك تحديد نسبة الأحمال النقية طريقة ليست مرضية تماما للتعبير عن وفاء الملقح الحشرى تجاه نوع من الأزهار للأسباب الآتية:

١- يطلق على أحمال حبوب اللقاح بالأحمال المختلطة mixed loads عندما يوجد فى الحمل نوعان من حبوب اللقاح بينما قد نجد فى بعض الأحمال ما قد يصل إلى ثمانية أنواع. وفى الحقيقة الحمل الذى يحوى نوعان من حبوب اللقاح يكون لنحل أكثر وفاء من الذى يحمل ثمانية أنواع والوفاء يكون عادة أكبر من ذلك عندما توجد أكثرية لنوع واحد من حبوب اللقاح فى الحمل الخليط.

٢- قد يحتوى حمل حبوب اللقاح قليل فقط من حبوب لقاح أخرى ربما إنتقلت إلى النحلة موضع الدراسة عن طريق الرياح أو عن طريق حشرات أخرى سبقت النحلة ولوثت الزهرة بحبوب لقاح من نوع مغاير أو دخلت النحلة فى سحابة محملة بحبوب لقاح بفعل الرياح أو إحتكت النحلة فى أجزاء الخلية أو بنحلة أخرى تحوى نوع مخالف. بسبب هذه الإحتمالات وضع بعض البحاث الأحمال المختلطة المحتوية على قليل من حبوب غريبة ضمن الأحمال النقية.

٣- الطريقة التى تتواجد فيها حبوب اللقاح المختلفة داخل الحمل المختلط قد تعكس سلوك النحلة وقد تضيف معلومات عن وفائها للزهرة. فعند تواجد نوعان أو أكثر من حبوب اللقاح فى توزيع منفصل فى طبقات مميزة فإن النحل الجامع لهذه الحمولات أكثر وفاء فى سلوكها عن نحل يحمل حمولات بها أنواع مختلفة من حبوب لقاح متمازجة أى غير منفصلة.

٤- معظم نحل العسل ونحل البامبل يجمع حبوب اللقاح فى بعض الرحلات والرحيق فقط فى رحلات أخرى لذا الوفاء الإجمالى لهذا النحل فى هذه الحالات يكون أقل عند فحص حبوب اللقاح فقط.

٥- عندما يزور نحل العسل ونحل البامبل أكثر من محصول تتراكم حبوب لقاح بعض المحاصيل مثل *Medicago sativa, Trifolium pratense* فى تجويف يقع فى الجزء الخلفى البطنى من الرأس (proboscidial fossa). ويجد النحل صعوبة كبيرة فى إزالة هذه الحبوب التى عادة ما تزاح فقط عند تراكم حبوب اللقاح فى نفس المكان. هنا يكون تقدير الوفاء خلال رحلة سعى واحدة غير دقيق. فالنحل الذى يعمل على محصول واحد قد لا يزال يحتفظ بحبوب لقاح جمعت من محصول سابق. وبالرغم من أن فحص حبوب لقاح التجويف fossal pollen يشير للنوع النباتى الذى زاره النحل فى الماضى إلا أنه لا يشكل معلومات موثوق بها عن السلوك الحالى للنحل.

بالرغم من العيوب السابقة ــ فحص حمولات حبوب اللقاح يشكل بالتأكيد الطريقة الأكثر موضعية لتقيم الوفاء الزهرى. بينما وفاء جامعات الرحيق nectar– gatherers يمكن تحديده فقط بملاحظة الحشرات إلا أن محاولات تحديد الوفاء الزهرى بفحص حبوب اللقاح للنحل الحامل للرحيق لا يعتمد عليه بسبب أن معدة العسل الخاصة بهذا النحل لا تكون فارغة عند مغادرتها الخلية للسعى الحقلى. ومع ذلك قد تكون هذه الطريقة مفيدة عند تحديد وفاء حشرات أخرى تزور الأزهار.

٢- الوفاء خلال الرحلات المتعاقبة Constancy during consecutive trips

عند تعليم مجموعة من النحل ومتابعته على المحصول وجد أنه يعود للمحصول فى رحلات متعاقبة كثيرة فى اليوم أو لأيام متصلة. أعطيت مثل هذه الملاحظات مؤشرات بسيطة عن وفاء النحل بصفة عامة ولذلك عند عدم مشاهدة النحل المعلم على المحصول قد يرجع السبب فى أن النحل ربما يزور نفس المحصول فى مكان آخر أو يزور أنواع أخرى أو لم يترك خليته بعد أو أنه مات.

لوحظ أن العشيرة النسبية للنحل تتغير كثيرا على الأنواع المختلفة للنباتات فى الأوقات المختلفة من اليوم وبسبب أن النحل المعتاد على محصول ما يميل لأن يبقى فى مستعمرته فى أوقات اليوم التى لا ينتج فيها المحصول رحيق أو حبوب لقاح لذا يبدو أن عشائر النحل العاملة فى الحقل foraging populations تتغير على المحاصيل المختلفة.

لمعرفة مستوى الوفاء العام لنحل العسل خلال رحلات الأيام المتعاقبة علم أحد البحاث جامعات حبوب اللقاح pollen-gatherers وعمل على إزالة كرية حبوب لقاح واحدة من كل منها عند عودتها لخليتها عند بدء التجربة وقام بتحديد نوع حبوب اللقاح ثم واصل عمل ذلك فى الأيام المتعاقبة ووجد تناقص فى نسبة جامعات حبوب اللقاح الجامعة للنوع موضع الدراسة فى الأيام التالية. فبعد يوم واحد واصلت نحو ٧٠ إلى ٩٠% من جامعات حبوب اللقاح جمع حبوب اللقاح الأصلية وبعد أسبوع ظلت نحو ٤٠ إلى ٦٠% جامعة لنفس حبوب اللقاح. والنحل الذى ظل جامعا لحبوب اللقاح الأصلية كان أكثر وفاء. ويفترض أن ذلك يعكس الجاذبية

الأكثر والتواجد الكثير لتلك الحبوب وربما تعكس النتائج المختلفة فى الأيام المتعاقبة التغيرات فى ظروف السعى.

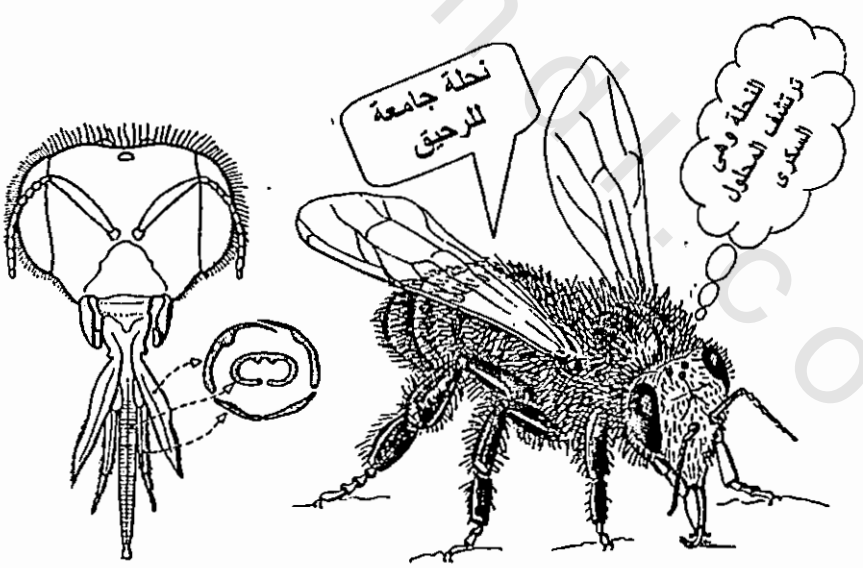
أشارت التجارب إلى أن جامعات حبوب اللقاح لا تخرج من خليتها عند عدم توافر حبوب اللقاح التى إعتادت على جمعها أو تخرج وتجمع رحيق فقط وقليل جدا منها تجمع حبوب لقاح من عوائل نباتية أخرى. عموما – يبدو أن النحل يبدأ فقط فى جمع حبوب لقاح من أنواع نباتية أخرى عند عدم توافر ولفترة طويلة حبوب اللقاح التى إعتادت شغالات النحل جمعها. وربما يبقى هذا النحل فى اليوم الأول بعيدا عن حلقات الرقص الجديدة لنحل آخر وجد حبوب فى محاصيل أخرى منفصلة.

لا يجمع النحل حبوب لقاح متنوعة فى الأوقات المختلفة فى اليوم الواحد. ومع ذلك يرجع كثير من النحل من بعض الرحلات محملا بحبوب اللقاح والبعض الآخر محملا بالرحيق فقط. وأوقات اليوم التى يجمع فيها النحل حبوب اللقاح تحدد بالأوقات التى تكون متاحة فى المحصول. وتختلف كثيرا النسب الخاصة بجامعات الرحيق وجامعات حبوب اللقاح على المحصول فى الأوقات المختلفة فى اليوم والانتقال من جمع حبوب اللقاح إلى جمع الرحيق يكون سهل مع بعض الأزهار (مثل *Pyrus mulus , Helianthus annuus*) وفى هذه الحالة أفراد النحل تكون متأهبة لتغير من أحد أشكال السلوك إلى الآخر. وكثير من الشغالات المحملة بحبوب اللقاح كانت أساسا جامعات رحيق وجمعت حبوب اللقاح بشكل طارئ. ومع أزهار أخرى مثل (*Trifolium pratense, Vicia faba*) نجد أن أفراد النحل إما تجمع رحيق فقط أو حبوب لقاح فقط. وعند عدم توفر حبوب اللقاح تهجر جامعات حبوب اللقاح المحصول ولا تتغير إلى جامعات للرحيق فقط. ولا يعرف ما إذا كانت تتغير فى سلوكها فى سكن آخر وتجمع الرحيق وإذا حدث ذلك فإن وفائها الزهرى سيكون أقل مما لو جمعت حبوب لقاح فقط.

ربما تعطى الأحمال المختلطة mixed loads من حبوب اللقاح مؤشر لسلوك النحل عن عدم الرضا فى العمل على محصول واحد وذهابها لآخر. وذكر أحد الباحث أن قليل من نحل العسل ذات الحمولات المختلطة جمع نفس الخليط مرة

أخرى ولكن الغالبية جمعت حمولات نقية من نوع واحد فى الرحلات التالية مما يشير إلى أن النحل الجامع للأحمال المختلطة إنتقل إلى محصول آخر أو رجع للعمل على المحصول الأصلى.

بالرغم من أن نحل البامبل فى المتوسط أقل وفاء أثناء الرحلة الواحدة من نحل العسل وجد أن ولاء بعض أنواع نحل البامبل فى رحلات اليوم ورحلات اليوم التالى لم تختلف كثيراً عن نحل العسل. على سبيل المثال ظل ٧٠% من*B.lucorum*. مُخلص لأكثر من عشرة أيام فى جمعه لنوع معين من حبوب اللقاح. وعلى عكس نحل العسل جمعت بعض من نحل البامبل العاملة فى الحقل foragers نفس تركيبة حبوب اللقاح حتى بنفس النسب لعدة رحلات متعاقبة إمتدت أحياناً لأيام ولهذا السبب تظهر المجموعة الأخيرة من نحل البامبل بعض ظواهر الوفاء. ومع ذلك كما مع نحل العسل أشارت الأحمال المختلطة أن نحل البامبل إنتقل من محصول لآخر وأحياناً يحدث هذا النقل فجأة.



(شكل ٤): شغالة أثناء جمعها لمحلول سكرى مع توضيح لأجزاء فمها

تعمل وترتبط جامعات الرحيق بنباتات فردية أو أزهار معينة مقارنة بجامعات حبوب اللقاح بسبب ميل مورد الرحيق للتجدد. ولكن ليس سهلا جمع معلومات عن وفاء العمل بين جامعات الرحيق وكثير من المعلومات المتاحة تحصل عليها من تجارب سلوك النحل تجاه مصادر صناعية من الغذاء. وأظهرت التجارب الأولى تزايد أو تناقص جامعات المحلول السكرى (شكل ٤) وفقا لوفرة وتركيز المحلول السكرى المتاح. وعند إعطاء النحل الفرصة للإختيار بين تركيزان من السكر تزايد جامعات الرحيق تجاه الأعلى تركيزا. والعوامل الأخرى الثانوية الهامة التى تنبه جامعات الرحيق إلى الرقص المفعم بالحيوية والنشاط والرقصات الطويلة والتى بسببها تأتى جامعات رحيق أخرى تشمل إضافة رائحة زهرية للمحلول السكرى أو وضعه فى وعاء يشبه الزهرة والطقس الجيد للسعى. وعندما يصادف النحل رحيق جيد فإن جامعات الرحيق تستغل هذا المورد بكثافة أكبر بجمعها لحمولات أكبر وقضاء وقت أقل فى الخلايا بين الرحلات والعمل لساعات أطول. ويختلف البدء فى تجنيد جامعات رحيق جدد مع كمية وتركيز الرحيق المتاح فى المصادر الطبيعية ومع متطلبات المستعمرة. ويؤثر تحسن نوعية الغذاء المتاح بوجه خاصة فى إحداث الرقص وتعريض النحل لغدة الرائحة. ويحدد إخلاص النحلة العاملة foraging constancy بوجود الرحيق فى المحصول التى تزوره "وذاكرتها" عن الإنتاج الماضى وعندما تفضل النحلة محصول آخر تهجر المحصول الأول ولكن تعاود فحصه على فترات. وكنتيجة للخبرات السابقة تستجيب أفراد مختلفة إستجابات مختلفة لنفس الحالة فيرقص البعض ويعرض غدة كازانوفا أكثر من البعض الآخر. وربما لنفس السبب يوجد إختلاف كبير فى درجات الوفاء الزهرى بين أفراد النحل.

تظهر النتائج السابقة أنه بالرغم أن شغالة نحل العسل العاملة فى الحقل honey bee forager تميل لأن تظل مخلصة لنوع واحد من الأزهار إلا أن سلوكها مؤقلم تماما لتهجر المحصول الغير مجزى وتستغل آخر مفيد. ويؤكد مثل هذا التكيف عند نقل المستعمرات إلى مواقع جديدة. ووجد أنه عندما تكون أزهار الموقع الجديد تشبه

الموقع القديم فإن معظم النحل يزور نفس النوع وأن التغيرات التى حدثت كانت مرتبطة بالوفرة النسبية للأنواع النباتية المختلفة فى كلا الموقعين.

لقد أوضحت أحمال حبوب لقاح شغالات نحل العسل أن أفراد النحل لا تعمل فقط على نفس نوع الزهرة فى الرحلات المنفصلة ولكن قد تعمل مستعمرات النحل بكاملها أو مجاميع من مستعمرات مختلفة على أزهار نوع نباتى واحد لـ ١٠ أو ١١ يوم متصلة أو إلى أن ينفذ إنتاج النوع النباتى. ومثل هذا الوفاء يؤثر بالتأكيد على تعداد عشيرة النوع النباتى فى المنطقة حيث الأزهار التى يختارها النحل بالزيارة سترتفع قدرتها التكاثرية وفى النهاية سيكون النوع النباتى خارج المنافسة مع النباتات الأقل ملائمة للنحل.

الوفاء الزهرى ذو أهمية كبيرة لكلا من النبات والحشرة. فالتراكيب الزهرية تشجع أنماط معينة من الملقحات الجيدة ولا تشجع الملقحات "الحشرات" الأقل كفاءة. وفى نفس الوقت يدعم الإنتخاب الطبيعى الملقحات الحشرية بسلوك أكثر كفاءة فى جمع الرحيق وحبوب اللقاح. ووفاء النحل لنوع النبات التى تعمل عشيرته على إمداد النحل بالرحيق وحبوب اللقاح تجعل النحل كملقح أكثر كفاءة من الزيارات الزهرية العشوائية. حيث يعتاد النحل الذهاب إلى مصدر الغذاء دون جهد ضائع فيتمكن النحل من أداء زيارات متعاقبة أكثر فى الوحدة الزمنية. ويظهر فى الحالات المتطرفة للوفاء الزهرى أن يرقات ملقح الأزهار النامية متخصصة فى تمثيل المنتجات الزهرية وأن لها القدرة على إستخدام هذه المصادر بكفاءة أكثر فتنمو أسرع.

التكيف التركيبى النباتى structural plant adaptation يساعد على زيادة ولاء ملقح الأزهار للنبات بإنتاج حبوب لقاح ورحيق أكثر لحصر نشاط التغذية ونقل حبوب اللقاح والرحيق لمجاميع حشرية قليلة. بالإضافة إلى أن مصادر الرحيق وحبوب اللقاح تكون عادة محمية بالأجزاء الزهرية وهذا يحافظ على المصادر الغذائية لملقحات متخصصة للنوع النباتى. ويبدو أن التطور المبكر للولاء الزهرى بدأ بإندماج أو إلتحام البتلات أو الأجزاء الزهرية الأخرى لتشكل إنبوب حول

الأعضاء الجنسية مما يقلل من عدد الحشرات العامة الزائرة general insect visitors فيقل التنافس وتصبح الغلبة لصالح الحشرات ذات التأقلم الخاص فى دخول الزهرة مما يزيد من انولاء الزهرى. لا يعتقد المؤلف فى هذا التطور الزهرى فهناك أزهار لازالت دون بتلات ملتحمة حتى الآن.

يطلق على الحشرات المبرمجة وراثياً لزيارة وإستغلال أنواع معينة فقط من الأزهار المصطلح oligolectic (يقابلها الأنواع polylectic التى تستغل أزهار أنواع نباتية كثيرة). تميل هذه الحشرات لأن يتوافق خروجها مع فترات تزهير عوائلها. وعادة ما يوجد لديها تكيفات سلوكية ومورفولوجية معقدة لجمع حبوب اللقاح من النباتات المفضلة. وعادة ما تكون عشائر النحل الـ oligolectic كبيرة فى المناطق الجافة التى تزهر نباتها تلقائياً عقب الأمطار.

خامساً: أهمية التلقيح الحشرى Importance of insect pollination

يشكل التتابع النباتى والتنوع الحيوانى ومكونات التربة أوجه متداخلة لحياة النبات وتكاثره. ويصل دور الحشرات فى تكاثر النبات لحد بعيد ولا يتضمن النباتات ومرتبطاتهم الحشرية فقط ولكن فى المدى البعيد الإيكولوجى الكلى للمنطقة. سنتعرض هنا وبإيجاز إلى أهمية التلقيح الحشرى للحشرات نفسها ثم للنباتات وأخيراً إلى الإنسانية نفسها.

١- الأهمية للحشرات Importance to insects

إتجه عدد من الحشرات خاصة الذ ، والحشرات الكاملة لحرشفيات الأجنحة ليعتمد على المنتجات الزهرية كغذاء كامل. فالرحيق الذى يتكون أساساً من سكر الجلكوز والفركتوز والسكروز مع آثار لمواد أخرى مثل البروتينات والأملاح والأحماض يوفر مصدر طاقة وحيد لكثير من زوار الأزهار. وبينما بعض الحشرات التى تتغذى على الرحيق nectar feeding insects تحصل على البروتين التى تحتاجه من أوراق النبات أو اللحم أو المواد الإخراجية أو الدم نجد أن النحل يعتمد إعتماداً كلياً على حبوب اللقاح لتلبية متطلبات حياتية مختلفة. وأدى هذا

الإعتماد إلى كثير من التخصصات فى التركيب والسلوك لكل من النحل والأزهار نشأ عنها ملحقات حشرية متخصصة كثير من تلك الحشرات لا يمكن أن يعيش بدون النباتات التى نشأت معها. ومن الأمثلة وثيقة الصلة فى ذلك فراشة اليكا التى سيأتى ذكرها فيما بعد.

تمنح بعض الأزهار التى تلقح بالحشرات بعض من المميزات لزائريها بالإضافة إلى الغذاء. فنباتات القطب الشمالى *Papaver radicatum, Dryas integrifolia* تعمل كعواكس لأشعة الشمس حيث يركز التويج الحرارة على التراكيب التكاثرية للنبات. وتتبع هذه الأزهار مسار الشمس أثناء اليوم بمعدل ١٥ درجة لكل ساعة مع تحرك الشمس فى السماء. ولكل نوع من أنواع الأزهار السابقة تويج مفتوح يشبه السلطانية تنعم فيه الحشرات المحبة للأزهار بالشمس حيث ترتفع درجة حرارة جسمها عما هو متوقع. والدفء الزائد هذا مفيد فى زيادة الميتابولزم والنشاط الأكثر. تحصل هذه الحشرات أيضاً على الطعام فى شكل رحيق وأحياناً حبوب لقاح من النباتات وتنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى أثناء رحلات جمع الطعام.

٢- الأهمية للنباتات Importance to plants

بدون الملقحات الحشرية تنقرض فى النهاية كثير من الأنواع النباتية فى المناطق الطبيعية فتقل العشائر الحيوانية ويقل التنوع النباتى. ومن المعروف أن التلقيح الحشرى مهم جداً لإستمرار حياة نباتات المراعى وشجيرات وأعشاب غابات المناطق المعتدلة. والنباتات الصحراوية المزهرة. والتأثير الأشد قسوة عند إبعاد الحشرات الملقحة سيكون فى المناطق الغير منزرعة حيث ستموت فوراً النباتات التى تعمل على خصوبة وتثبيت التربة. وقيمة هذا الإرتباط له تأثير كبير جداً فى المناطق الجافة حيث يؤدى موت النباتات إلى تعرية خطيرة للتربة.

إن الأضرار بآلية التلقيح يصل مداه إلى كل الأنظمة البيئية. على سبيل المثال بدون التلقيح ستختفى بذور وثمار بعض الأنواع ويقلل من مستويات غذاء الحيوانات التى تعتمد على هذه التراكيب النباتية وبالطبع سيمتنع تكاثر كثير من الأنواع

النباتية. وقد لاحظ علماء النحل فى قسم الزراعة بأمريكا أن مئات النباتات البرية والحشائش والأشجار ونباتات غير محصولية أخرى تعتمد على تلقيح الحشرات. ومع هذه العلاقات المتداخلة المعقدة يستحيل وضع تقدير لقيمة التلقيح الحشرى فى المناطق الطبيعية.

٣- الأهمية للبشرية Importance to humans

كثير من المحاصيل الغذائية العالمية مثل الأرز والقمح والذرة تلقح بالرياح ولا تستفيد من الزيارات الحشرية. ومع ذلك ــ معظم الفاكهة والخضراوات والـ nuts لا يمكن إنتاجها تجارياً دون التلقيح الحشرى. بالإضافة إلى ذلك ــ كثير من المنتجات الحيوانية التى نستهلكها بما فيها الماشية والدواجن ومنتجات الألبان يتطلب إنتاجها بقوليات تلقح بالحشرات مثل البرسيم بأنواعه ومصادر غذائية رئيسية أخرى هامة لحيوانات المزرعة. وعند أخذ جميع المصادر الغذائية فى الإعتبار نجد أن نحو ثلث إجمالى أغذيتنا تعتمد بشكل مباشر أو غير مباشر على نباتات تلقح بالحشرات. ويعتقد بصفة عامة أن العمليات الزراعية الحديثة خاصة الإستخدام الموسع لمبيدات الآفات قلل من عشائر الملقحات المحلية ففى أمريكا على سبيل المثال يستأجر منتجى الفاكهة والخضراوات والحبوب مستعمرات نحل العسل لوضعها فى الحقول أثناء فترة الإزهار للتأكد من التلقيح الكافى. وفى كثير من الحالات ــ إزداد إنتاج المحاصيل كثيراً بتلك الممارسة. على سبيل المثال أوضح البحاث فى ميتشجان بأمريكا أن إنتاج التوت الأزرق blue berry إزداد أكثر من ٢٠٠% بإمداد الحقول بملحقات حشرية مثل مستعمرات نحل العسل إذا قورن الإنتاج بمثيله تحت الظروف الطبيعية.

قد يمدنا التلقيح الحشرى بمميزات أخرى غير زيادة المحصول. فعند وفرة الملقحات يطرح جزءاً كبيراً من الأزهار المبكرة ثمار وينتج عن ذلك نضج مبكر ومتناسق. فعند مستويات عالية من الملقحات يجمع نحو ٩٠% من محصول التوت الأزرق خلال قطفتان بينما تحت الظروف الطبيعية حيث العشائر المنخفضة من الملقحات يتحقق مستوى الـ ٩٠% من المحصول بعد الجمعة الخامسة.

وعن دخل الملقحات الحشرية أجد من المناسب أن أضع أمام القارئ كلمات أحد علماء الحشرات فى أستراليا وهو E.J.Writhgt عام ١٩٩٤ كما هى:

"Aplarists earn substantial income from moving their hives from orchard to orchard as the different trees blossom. Indeed, the value of the honey bee's activities as a pollinator is probably 15-20 times the value of the honey produced and this was estimated to be more than $600 million in Australia in 1991."

ومن ذلك يتضح أن النحالون فى إستراليا يتحصلون على دخل كبير ومستمر من نقل خلاياهم من بستان لآخر وربما تصل قيمة أنشطة نحل العسل كملقح للأزهار ١٥ إلى ٢٠ مرة ضعف قيمة العسل المنتج وكان دخل النحالون فى عام ١٩٩١ من أنشطة نقل الخلايا أكثر من ٦٠٠ مليون دولار ناهيك عن المنافع التى تحصلت عليها الدولة فيما يخص كمية ونوعية المنتج... **أين نحن من هذه الإستراتيجية التى تمثل أحد أوجه إدارة المحاصيل الزراعية؟.**

سادساً: تحديد الحاجة للتلقيح الحشرى

Determining the need for insect pollination

توجد عدة طرق لمعرفة ما إذا كان المحصول موضع الإهتمام يستفيد من التلقيح الحشرى أم لا. ومن المستحيل حفظ الحشرات الملقحة بعيداً عن المحصول دون تقفيصه. لذا فإن الإجراء الأكثر شيوعاً هو إحاطة جزء من المحصول فى أقفاص من السلك مانعة للحشرات insect-proof screen cages ووضع مستعمرات نحل العسل فى بعضها وحرمان البعض الآخر. وتجرى المقارنة بين ثلاث معاملات: (أ) مقفصة مع نحل (ب) مقفصة بدون نحل (ج) غير مقفصة ويزورها الحشرات الملقحة بما فيها النحل من مستعمرات قريبة. تطبق أحياناً المبيدات الحشرية فى القطاعات النباتية المقفصة الخالية من النحل لإبعاد كافة الحشرات الملقحة. من الناحية المثالية يجب معاملة القطاعات المقفصة مع النحل وبدونه بالمبيدات قبل بدء التجربة إذا أريد تأثير النحل بمفرده. ولكن ذلك يستدعى حبس النحل فى مستعمراته لمدة يوم أو نحو ذلك وقد يؤدى ذلك إلى خفض فى كفاءة

التلقيح. يستعمل أحياناً أقفاصاً سلكية إضافية ذات ثقوب تستبعد الحشرات الكبيرة مثل النحل ولا تعوق حركة الحشرات الصغيرة. ولكن يصعب معرفة بدقة تأثير إستعمال تلك الأقفاص على التلقيح الحشرى. فى أحيان أخرى أجريت محاولات لتحديد تأثير الظل ونقص الريح داخل الأقفاص بإستخدام أقفاص بدون أسقف أو بدون جوانب ولكن مثل هذه الأقفاص قد تقلل أيضاً من زيارات النحل وتنشأ صعوبة فى تقييم النتائج المتحصل عليها.

نتيجة التأثير المحتمل من الأقفاص نفسها على نمو النبات وإنتاج الثمار والبذور فإن التجارب الخاصة بمحاولة تحديد تأثير التلقيح بالمقارنة فقط بين إنتاج القطاعات المقفصة لإبعاد الحشرات مع إنتاج القطاعات الغير مقفصة تصبح غير كافية. وحتى مقارنة الإنتاج مع الثلاث معاملات التى ذكرت من قبل غير كافية تماماً. فالمقارنة بين القطاعات النباتية المقفصة مع النحل والقطاعات الغير مقفصة تشير لتأثير القفص وقد يزور القطاعات الغير مقفصة نحل عسل أقل أو أكثر من القطاعات المقفصة بالإضافة إلى حشرات أخرى قد تشكل ملقحات أكثر كفاءة. وتشير المقارنة بين القطاعات المقفصة مع نحل والأخرى بدون نحل إلى:

١- تأثير تلقيح النحل فقط عند معاملة كلا القطاعات أولاً بالمبيدات.

٢- تأثير تلقيح النحل والحشرات الأخرى الموجودة عند معاملة فقط القطاعات المقفصة بدون نحل بالمبيدات.

٣- التأثير الإضافى لتلقيح النحل إلى الحشرات الأخرى الممكن تواجدها عند عدم معاملة جميع القطاعات المعصمة (بدون أو مع النحل) بالمبيدات.

تقييم نتائج تجارب الأقفاص بإيجاد عدد أو وزن البذور والقرون أو الثمار فى كل قفص أو بإيجاد عدد الأزهار التى تعقد ثمار أو بذور.

للأسف زيادة الإنتاج أو الفوائد الأخرى المتحصل من تجارب الأقفاص مع النحل قد يظهر قليل من العلاقة مع تلك المتحصل عليها بنقل مستعمرات النحل إلى

المحصول موضع الإهتمام. وقد توجد عدة أسباب للإستجابة الأضعف: (أ) قد يتواجد فى الحقل فعلا الحشرات الملقحة المتضمنة نحل العسل (ب) قد يكون العائل النباتى (المحصول) نسبيا غير جذاب وقد لا يعمل النحل عليه عندما يوجد إختيار لأنواع أخرى أكثر جذبا (جـ) نسبة صغيرة فقط من النحل الذى يزور الأزهار فى الحقل قد يعمل كملقحات بينما قد ينتج عن نحل الأقفاص نسبة أكبر من النحل الملقح لكل زهرة عنه فى المحصول الحقلى أو (د) قد يكون سلوك غالبية شغالات المستعمرة داخل القفص جامعة للرحيق ويواجه بأزهار داخل القفص تمده فقط بحبوب اللقاح لذا سيتواجد نسبيا نحل أكثر يحصل على حبوب اللقاح من الأزهار فترتفع نسبة التلقيح فى الأقفاص مقارنة بما يحدث فى الحقل المفتوح. لهذا فإن تحديد الحاجة إلى التلقيح تتم فقط بدراسة سلوك النحل أثناء عمله فى المحصول لكى يمكن تقييم نتائج الأقفاص بطريقة مرضية. علاوة على ذلك سيكون من المفيد إذا أمكننا تقييم تجارب الأقفاص مع الطرق الأخرى الخاصة بتقدير الحاجة إلى التلقيح.

أحد تلك الطرق تنفذ بوضع مجموعة من المستعمرات فى وسط الحقل وتوضح: (أ) أن عدد نحل العسل على المحصول يتناقص مع بعد المستعمرات (ب) وأنه يقابل ذلك نقص فى إنتاج البذور أو الثمار. وعادة ما تكون مساحة المحصول ليست كبيرة بدرجة كافية أو ذات تجانس كافى لإظهار مثل هذا النقص. وإذا كان الأمر كذلك قد توضع المستعمرات عند أحد نهايات الحقل فيلاحظ أن عدد النحل الساعى للغذاء foragers سيتناقص تجاه النهاية الأخرى. ومع ذلك لكى نتحقق من أن أى نقص فى الإنتاج يرجع إلى تناقص فى أعداد النحل وليس لعوامل أخرى يجب تكرار هذه التجربة فى السنة التالية مع وضع المستعمرات فى النهاية المعاكسة من الحقل.

توجد طريقة أخرى ممكنة لتحديد قيمة الملقح الحشرى تشمل إستخدام عشائر مختلفة من ملقح الأزهار وتحديد عقد الأزهار فى المراحل المختلفة فى فترة الأزهار مع إستعمال حقل مقارنة على بعد عدة كليومترات قليلة من التجربة.

الطريقة الدقيقة لتحديد أهمية زيارة الحشرة للزهرة هو إحاطة الأزهار عندما لا تزال فى مرحلة البراعم فى أكياس ورقية أو موسلين وإزالة الأكياس عند تفتح الأزهار وملاحظتها بإستمرار وإعادة الأكياس فور إنتهاء الحشرات من زيارتها ثم تحديد بعد ذلك عقد الثمار أو البذور. ومع ذلك مثل تلك الطريقة مستهلكة للوقت ويمكن أن تستخدم فقط عندما لا يسبب تكييس الأزهار ضرر فى عقد الثمار أو البذور ولا يزيد من التلقيح الذاتى.

من الممكن أيضاً تحديد قيمة نحل العسل والحشرات الأخرى بواسطة عمليات الحصر وعمل إرتباط بين إنتاج المحصول مع عدد وأنواع الحشرات الجامعة للرحيق وحبوب اللقاح فى وحدة المساحة.