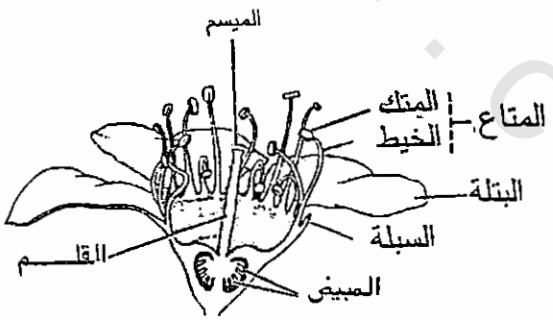
الفصل الثانى: الملحقات الحشرية Insect Pollinators

تحافظ النباتات على حياتها جيلاً بعد جيل عن طريق التكاثر الغير جنسى (براعم ـ أبصال ـ درنات... الخ) أو التكاثر الجنسى الذى يتم بعملية تعرف بالتلقيح pollination. والأخير ضرورى لإخصاب البويضة ونمو وإمتلاء البذرة لذا فالتلقيح الكافى هام للإنتاج الطبيعى لنباتات المحاصيل حيث أن الحبوب وثمار الفاكهة هى الجزء المستهدف من الزراعة فى معظم الأحوال. والتلقيح متطلب هام لجميع النباتات التى تتكاثر عن طريق الحبوب.

١- التلقيح Pollination

فى النباتات التى تتكاثر جنسياً توجد الأعضاء الجنسية النباتية فى الأزهار (شكل ١٨) ويقال عن الأزهار التى تحمل أعضاء التأنيث (الميسم stigma) والأسدية الذكرية male anther بأنها أزهار كاملة perfect. والأزهار الغير كاملة imperfect من ناحية أخرى قد تحتوى إما أعضاء التأنيث أو التذكير وليس كلاهما. والنباتات التى تحوى أزهار غير كاملة لجنس واحد فقط أى إما 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



(شكل ١٨): قطاع طولى فى زهرة نبات الشاى موضحاً أهم الأجزاء المكونة لها

حبوب اللقاح الأخرى أهمية خاصة للنباتات التى تحوى أزهار غير كاملة خاصة تلك الثنائية المسكن. ومع ذلك تستفيد كثير من الأزهار الكاملة أيضاً من التلقيح الحشرى بل لديها آليات تؤكد وجودها وتعمل على جذب الملقحات إليها.

ويشير التلقيح فقط pollination إلى إنتقال حبوب اللقاح من الأسدية إلى المياسم stigma ولكنها تكنيكياً لا تتضمن الإخصاب fertilization الذى يشير إلى نجاح إتحاد الجاميطات لتكوين الزيجوت. وقد يوجد تلقيح دون أن يتم إخصاب. والمصطلح pollinator يشير إلى الناقل vector مثل شغالة نحل العسل على سبيل المثال التى تنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى. ويشير الـ pollinizer من ناحية أخرى إلى النبات الذى ينتج حبوب اللقاح.

ويوجد 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 نظرياً من نباتات تكاثرت خضرياً من أم واحدة (شجرة واحدة) وبذا تكون النباتات متماثلة وراثياً. وقد يحدث التلقيح الذاتى دون تدخل عنصر خارجى أو نتيجة لناقل. فى بعض المحاصيل القليلة مثل البازلاء التلقيح الذاتى كاف لإنتاج البذور ولكن بالنسبة لمعظم المحاصيل ينتج عن التلقيح الذاتى محصول ضعيف لذا فالنمط الثانى من التلقيح أى التلقيح الخلطى cross-pollination يكون ضرورى والذى يتضمن نقل حبوب اللقاح من أسدية نبات إلى ميسم stigma نبات آخر له تركيب وراثى مختلف. كما يتضمن دائماً تدخل عنصر خارجى (الرياح ــ الحشرات ... الخ) ويحدث التلقيح الخلطى بين أصناف نفس النوع كما يتكرر تواجده بين عدة أصناف قريبة جداً من بعضها مثل التوت الأزرق blue berries أو بين الأصناف النباتية الأقل قرباً مثل القرنبيط والكرنب.

عندما توضع حبة لقاح ذات مكونات وراثية مناسبة على الميسم (شكل ١٨) تُنتج حبة اللقاح أنبوبة جرثومية تنمو لأسفل خلال القلم style إلى الكيس الجنينى embryo sac فى مبيض الزهرة. وهناك ينطلق 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 لتكون نواة الأندوسبرم endosperm nucleus ونتيجة الإتحاد الثانى يتكون أندوسبرم البذرة أو الإندوسبرم البذرى seed endosperm الذى يشكل النسيج الغذائى التى تستخدمه البيضة الملقحة أثناء إنبات البذرة.

ينبه تكوين الثمرة بالإخصاب فيحدث نمو ثانوى للمبيض مجاور للتراكيب الزهرية ـ التلقيح والإخصاب يكون 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 وهنا يكون إخصاب جميع الـ ovules ضرورى وإخصاب جزء منها ينتج عنه ثمار غير طبيعية ومشوهة ومتقزمة. فى هذه الحالات التلقيح الكاف هام جداً وأحياناً قد يكون هناك ضرورة لعدة زيارات للملقحات للتأكد من النمو المناسب للثمار وتبعاً لميكانيكيات التلقيح الخلطى يمكن تقسيم النباتات إلى:

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

ب- نباتات تلقح بالحشرات، فمعظم أزهار فاكهتنا ونباتات الزينة وكثير من الخضراوات مثل الفول والطماطم والقرع ومحاصيل الحقل مثل البرسيم والقطن والدخان تعتمد أساساً على زيارة الحشرات لكى يتم حمل حبوب اللقاح إلى الميـ حتى يتم الإخصاب والذى بدونه لا تتكون بذور أو ثمار، والأزهار التى تعتمد على الحشرات يمكن أن تتميز بصفة عامة بأنها كبيرة زاهية اللون ورائحة تجذب الحشرات إلى جانب وجود غدد رحيقية خاصة nectaries

تفرز سائل حلو nectar يجذب الحشرات كغذاء وذات حبوب لقاح خشنة أو لزجة ومياسمها أيضاً لزجة وللنباتات تحويرات رائعة فى تركيب أزهارها التى تجبر الحشرات للمجئ للرحيق ولتحمل معها حبوب اللقاح لأزهار أخرى التى 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.

نظراً لدخول وخروج الحشرات من الأزهار تصبح أجسامها مغطاة بحبوب اللقاح، ولملحقات الأزهار 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) عندما تمشط الفرشة تتقاطع الأرجل الخلفية وتكشط حبوب اللقاح من أحد الأرجل إلى سلة 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 جزءاً من حبوب اللقاح الخاصة بأزهار تم زيارتها سابقاً على ميسم زهرة جديدة، وبدون الأداء الجيد أو المفيد الذى تقوم به الحشرات الملقحة سنحصل على إنتاج ضعيف جداً ونوعية رديئة من محاصيلنا الحقلية مثل الفاكهة والطماطم والبطيخ والبرسيم الأحمر والشاى والشيكولاتة والقطن، وفيما يلى بعض الأمثلة التى توضح أهمية الحشرات فى التلقيح.

٢- الوفاء الزهرى Flower constancy

تظهر بعض الملقحات وخاصة النحل ما يسمى بالوفاء الزهرى. وعندما يكون هذا الوفاء عالى يقصر ملقح الأزهار رعيه (حبوب لقاح ورحيق) على نوع واحد أثناء

الرحلة الواحدة أو لفترات أطول من الوقت. ولذلك إحتمال حبوب اللقاح التى توضع بواسطة النحلة الزائرة من نفس نوع النبات وليس من نوع غريب عن النبات فيتزايد نتيجة ذلك إحتمال الإخصاب. وقد نرى مستويات عالية من الوفاء الزهرى فى سلوك أفراد ومستعمرات نحل العسل بالرغم من أن هناك أنواع أخرى من النحل تظهر أنماطاً سلوكية مشابهة. ويتم أفضل تقدير لوفاء النحلة بفحص أنواع حبوب اللقاح التى تحملها على جسمها بعد رحلة الرعى. وتظهر مثل تلك الدراسات إخلاص مثير لمجاميع مختلفة من النحل (جدول ١).

جدول (١): نسبة أفراد النحل التى تحمل حبوب لقاح من نوع نباتى واحد

جنس النحل	النسبة
Andrena (نحل إنفرادى)	٥٤,٠
Apis (نحل العسل)	٨١,٠
Anthophora (نحل إنفرادى)	٢٠,٠
Bombus (نحل البامبل)	٥٥,٠
Halictus (نحل إنفرادى)	٨٠,٥
Megachile (نحل قاطع للأوراق)	٦٥,٠

لقد أوضح إجمالى حبوب لقاح شغالات نحل العسل أن أفراد النحل لا تعمل فقط على نفس نوع الزهرة فى الرحلات المنفصلة ولكن قد تعمل متسعمرات النحل بكاملها أو مجاميع من المستعمرات على أزهار نوع نباتى واحد لـ ١٠ أو ١١ يوم متصلة أو إلى أن ينفذ المصدر. ومثل هذا الوفاء يؤثر بالتأكيد على عشيرة النوع النباتى بالمنطقة حيث الأزهار التى يختارها النحل بالزيارة ستكون أكثر إنتاجاً وفى النهاية سيكون النوع النباتى خارج المنافسة مع النباتات الأقل ملائمة للنحل.

الوفاء الزهرى ذات قيمة لكلاً من النبات والحشرة فالتراكيب الزهرية تشجع أنماط معينة من الملقحات الجيدة ولا تشجع الملقحات الأقل كفاءة. كما دعم الإنتخاب الطبيعى أيضاً الملقحات سلوك أكثر كفاءة فى جميع الغذاء. ووفاء أو ولاء النحل لنوع النبات التى تتوافق فيه أفراد العشيرة النباتية فى إمداد الملقح بالرحيق وحبوب اللقاح تجعل الملقح أكثر كفاءة من الزيارات الزهرية العشوائية. حيث يعتاد النحل الذهاب إلى

مصدر الغذاء دون مجهودات ضائعة وهذا يمكن النحل لزيارات متكررة أكثر من الوحدة الزمنية. ويظن فى الحالات المتطرفة للوفاء الزهرى أن يرقات ملقح الأزهار النامية متخصصة فى تمثيل المنتجات الزهرية للنوع النباتى وأن لها القدرة على إستخدام هذه المصادر بكفاءة أكثر فتنمو أسرع.

التكيف التركيبى النباتى Structural plant adaptation يكون إلى جانب تسهيل إنتماء 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 عادة محمية بالأجزاء الزهرية وهذا يحافظ على المصادر الغذائية للملحقات المتخصصة للنوع النباتى. ويبدو أن التطور المبكر للإنتماء الزهرى كان بإندماج أو إلتحام البتلات أو الأجزاء الزهرية الأخرى لتشكل أنبوب 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 الولاء الزهرى.

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

٣- النحل والتلقيح فى البرسيم Bees & Alfalafa and red clover pollination

يعتمد تلقيح كل من البرسيم العادى والأحمر على ميكانيزم الطرق أو الضرب Tripping mechanism حيث تنطلق حبوب اللقاح عند عمل ضربات لمكونات الزهرة بواسطة الحشرات الملقحة، ويتم ميكانيزم إهتزاز عناصر الزهرة فى البرسيم العادى عندما تمسك رأس النحلة لحظياً بين البتلات وقمة الأعضاء الجنسية بدرجة تغتسل النحلة بحبوب اللقاح والتى تكون فى موضع مناسب لكى تتلامس هذه الحبوب مع ميسم زهرة أخرى تزورها النحلة، ويوجد فى الولايات المتحدة الأمريكية أكثر من ١٠٠ نوع من النحل البرى يعمل كملقحات للبرسيم أهمها النحل *Nomia melanderi*

و *Megachile* spp. ويعتبر نحل العسل نسبياً ملقح غير كفئ خاصة عند البحث عن الرحيق حيث تعلم تجنب ميكانزم الطرق بالتغذية من الجنب لذا فإن ١% من أزهار البرسيم فى هذه الحالة يتم بها ظاهرة الطرق tripping ولكن عندما يبحث عن حبوب اللقاح فإن ٨٠% من أزهار البرسيم تطرق، وعلى ذلك يمكن لنحل العسل أن يكون ملقح مهم للبرسيم تحت الظروف التى تشجع جمع حبوب اللقاح كما فى جنوب غرب أمريكا الجاف أو عندما يكون هناك منافسة كبيرة مع حشرات أخرى تتغذى على الرحيق.

وتحدث ظاهرة الطرق tripping فى البرسيم الأحمر بالضغط على البتلة الكبيرة standard والبتلات الجناحية للزهرة فتجبر المياسم والمتك للخروج لأعلى من البتلات الزورقية المحيطة بها. ولا يمكن السطو على رحيق الزهرة دون tripping وأى حشرة تؤدى ضغط كاف قد تصبح حشرة ملقحة، ونحل العسل غير مؤهل لتلقيح البرسيم الأحمر red clover وذلك لأن طول لسانه لا يسمح بالوصول إلى الرحيق العميق فى الزهرة ولذا فهو يكره زيادة هذا المحصول، ومع ذلك إذا وضعت عشائر نحل العسل فى حقول برسيم أحمر معزولة نسبياً عن مصادر لحبوب لقاح ورحيق منافسة فإن النحل يصبح ملقحات مؤثرة للبرسيم الأحمر، ونحل البامبل *Bombus* spp. ملقح هام للمحصول الثانى للبرسيم الأحمر لطول لسانه ويعيب هذا النحل أنه يدخل فى بيات شتوى كملكات صغيرة ويحتاج لعدة شهور فى الربيع والصيف لكى يبنى مستعمراته بدرجة كافية فى الوفرة العددية لزيادة الرؤوس الزهرية لكى ينتج البرسيم بذور كافية، ورغم أن نحل البامبل يتذبذب عشائره عادة من سنة لأخرى مسبباً عدم تأكد من محصول بذور البرسيم ما لم يتواجد نحل عسل فى المنطقة إلا أنه يمكن توضيح أهمية نحل البامبل فى نيوزيلند حيث كان هناك إستحالة فى الحصول على بذور برسيم أحمر إلا عندما أدخل هذا النحل إلى هذا البلد. وهناك نحل برى آخر *Tetralonia* و *Mellissodes* spp. ذات كفاءة عالية كملحقات للبرسيم الأحمر وعند توافرها يعطى البرسيم محصول وفير من البذور وعادة ما يعطى إنتاجاً أكثر من المحصول الثانى.

لقد إقترح تربية سلالات من نحل العسل ذات السنة أطول وأصناف من البرسيم الأحمر وذات توج Corollas أقصر حتى يمكن تلقيح البرسيم الأحمر بواسطة نحل العسل ونظراً لأن علماء الحشرات أصبح لديهم خبرة بالتحكم فى تلقيح ملكات نحل

العسل فإن إمكانية الحصول على سلالات من النحل طويلة اللسان وتحسينات أخرى مثل القدرة على حمل حمولات أكبر من حبوب اللقاح والرحيق وعدم القدرة أو الميل للسع كلها تطلعات يمكن تحقيقها.

إن استخدام نحل العسل كملقحات للبقوليات أصبح هام جداً فى كثير من البلاد كما فى أمريكا ويبدو أن أفضل عدد من مستعمرات النحل للإيكر هو ٣-٦ خلايا، حيث يعمل ذلك على مضاعفة متوسط إنتاج بذور البرسيم للإيكر، وهناك إنطباع يسود دائما وهو أن النحل هو الحشرات الوحيدة الهامة فى التلقيح الخلطى ولكن هناك كثير من أنواع الذباب وأبى دقيقات والفراشات والخنافس تشارك فى هذا العمل الهام ولكن كثير من هذه الحشرات أطوارها الغير كاملة وإن لم يكن بعض منها أيضاً أطوارها البالغة ضارة فى نواحى أخرى، ولكن النحل والدبابير لا ينتج عنها عادة ذرية ضارة، ويمكن إدخال نحل العسل فى أى بستان أو حديقة ويمكن زيادة عشائره كما ترغب وفى نفس الوقت تختلف فى ذلك عن أى حشرة أخرى لها علاقة بتلقيح الأزهار.

(شكل ١٩) تركيب الزهرة وكيف يساعد الحشرة على التلقيح الخلطى

ويوضح (الشكل ١٩) نموذج لتركيب عناصر الزهرة التى تساعد الحشرة عند زيارتها لها لإتمام التلقيح الخلطى فلكى تصل الحشرة إلى موقع الرحيق عليها دفع قاعدة الأسدية الملتحمة وهى عملية تؤهل المتك لنشر حبوب لقاحها على ظهرة الحشرة والتى بالتالى تصل إلى ميسم زهرة أخرى فى زيارة تالية.

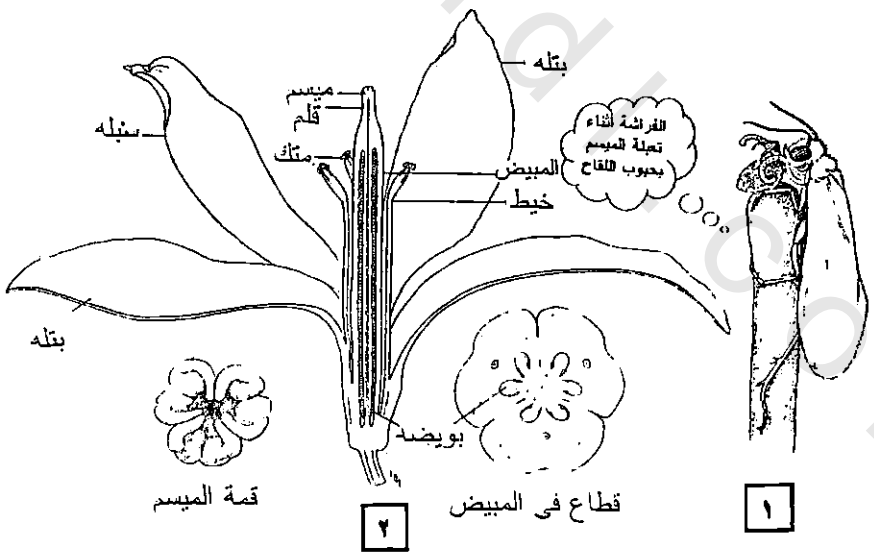
ويعتقد غالبية الأشخاص أن نحل العسل هو فقط مصدر للعسل ولكن يبدو أن أهم مساهمة للنحل للإنسان هو إنتاج الفاكهة والبذور، وهناك قول مؤداه أنه فى أى وقت ينتج نحل العسل عسل قيمته خمسة دولارات فهو فى الحقيقة قد أدى دوراً فى إنتاج البذور والفاكهة بما يعادل ١٠٠ دولار، وفى الولايات المتحدة يقدر قيمة نحل العسل كملقح للأزهار بما يعادل ١,٦ إلى ٥,٧ بليون دولار سنوياً.

٤- فراشة اليكا

من أكثر الأمثلة إثارة فى التلقيح المتعمد من الحشرات لأزهار النباتات هى العلاقة الإجبارية الغير عادية بين فراشة بيضاء صغيرة وهى فراشة اليكا *Tegeticula yuccasella* (*Pronuba*) ونبات اليوكا أو الخنجر الأسبانى *Yucca (Hesperoyucca) whipplei*.

جميع أنواع نباتات اليوكا أمريكية توجد على الجبال الشرقية وهى تلقح فقط بهذه الفراشة والغذاء الوحيد ليرقات هذه الفراشة تجده فى مبيض زهرة هذا النبات الذى ينمو ويتسع إتساع غير طبيعى فى المكان المجاور لبيض الفراشة. ونظراً لأن زهرة اليوكا الغير ملقحة تموت فوراً لذا فإن تلقيح أزهار النبات بواسطة هذه الفراشة ضرورى لحياة يرقاتها وحياة النبات ويرجع عدم تلقيح نبات اليوكا بواسطة الحشرات الزائرة الأخرى أن العضو الأنثوى زهرى الشكل vaselike style يتطلب أن توضع حبوب اللقاح بعناية ليحدث الإخصاب. ولفراشة اليوكا نمط سلوكى ينتج عنه تلقيح أزهار اليوكا وحياة صغار الفراشة. أجزاء فم فراشة اليوكا تحورت إلى مجسات منحنية curved tentacles تستخدم فقط لجمع حبوب اللقاح ولا تتغذى الفراشات على الإطلاق لذا تعيش لفترة قصيرة. عقب التزاوج تزور إناث الفراشات الليلية النشاط أزهار اليوكا الكبيرة ذات اللون الأبيض الكريمى pendulant yuccka flowers وتستقر الفراشة أثناء النهار داخل الزهرة وعند حلول الظلام تتسلق (شكل ٢٠) الفراشة الأنثى

الأعضاء الذكرية للزهرة (الأسدية) وتستخدم أجزاء الفم المنحنية لقشط الحبوب اللزجة من المتك وتشكلها إلى كريات صغيرة. وتضع الفراشة هذه الكريات تحت رأسها بمساعدة أجزاء فمها وأرجلها الأمامية وتطير إلى زهرة أخرى. وتفحص الفراشة فى الزهرة الثانية المبيض وإذا وجدته مناسب تثقبه بمساعدة آلة وضع البيض وتضع بيضه ثم تتسلق العضو الأنثوى الدورقى الشكل وتعبئ الإنخفاض الموجود فى الميسم بكريات حبوب اللقاح ويتم التلقيح. وتكرر الفراشة هذه العملية عدة مرات مع أزهار أخرى. وحيث أن الفراشة تنتقل إلى نبات آخر قبل وضع حبوب اللقاح ثم تكرر تلقيح أزهار أخرى لذا يحدث تنوع وراثى كبير لنبات اليوكا خلال عملية التلقيح الخلطى cross-pollination. وهذا التنوع الوراثى لن يوجد إذا لقحت الفراشة نفس الزهرة. فالأنثى الواحدة تكرر عملية وضع البيض والتلقيح فى عدد من الأزهار حيث تضع بيضة أو أكثر فى مبيض كل زهرة وينشأ عن ذلك نمو طبيعى لبذور ا لزهرة وبأعداد أكثر مما تحتاجه يرقات الفراشة للغذاء. عند إكتمال نمو اليرقة تترك غلاف البذرة وتدخل فى التربة حيث تمضى الشتاء كعذارء.

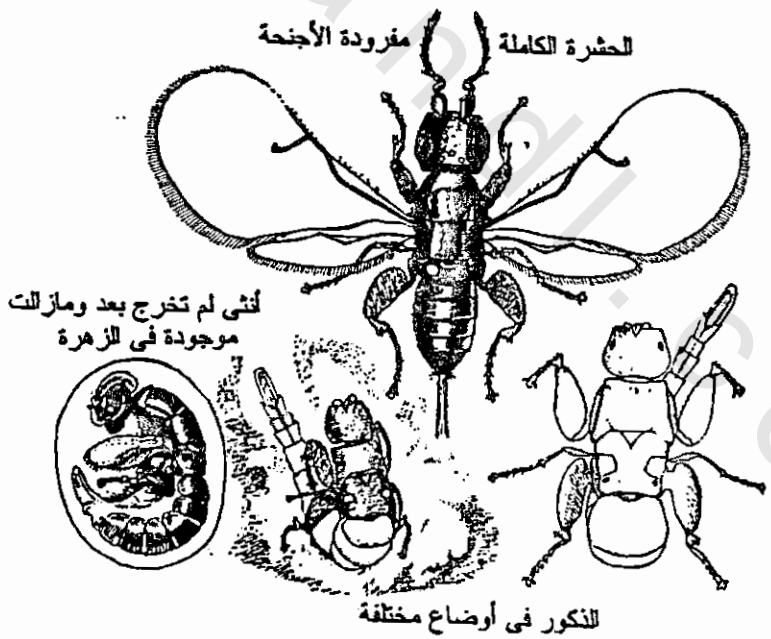


شكل (٢٠) [١]فراشة اليكا أثناء إجراء عملية التلقيح فى الزهرة. [٢] الأجزاء المختلفة للزهرة

وتنضج البذور السليمة لزهرة اليوكا وتنتشر فى المنطقة. يحدث خروج الحشرات الكاملة الناتجة من الموسم الواحد لصغار الفراشة عبر ثلاث سنوات بعد التعزيز لضمان حياة بعض من عشيرتها إذا حدث وفشلت نباتات اليوكا فى الإزهار التى تحدث فى بعض السنوات. ويلاحظ فى مثل هذا الإرتباط الإجبارى obligate association بين الفراشة والنبات أن الفراشة تضمن للنبات إنتاج البذور ويوفر النبات فى نفس الوقت الغذاء والمأوى ليرقات الحشرة.

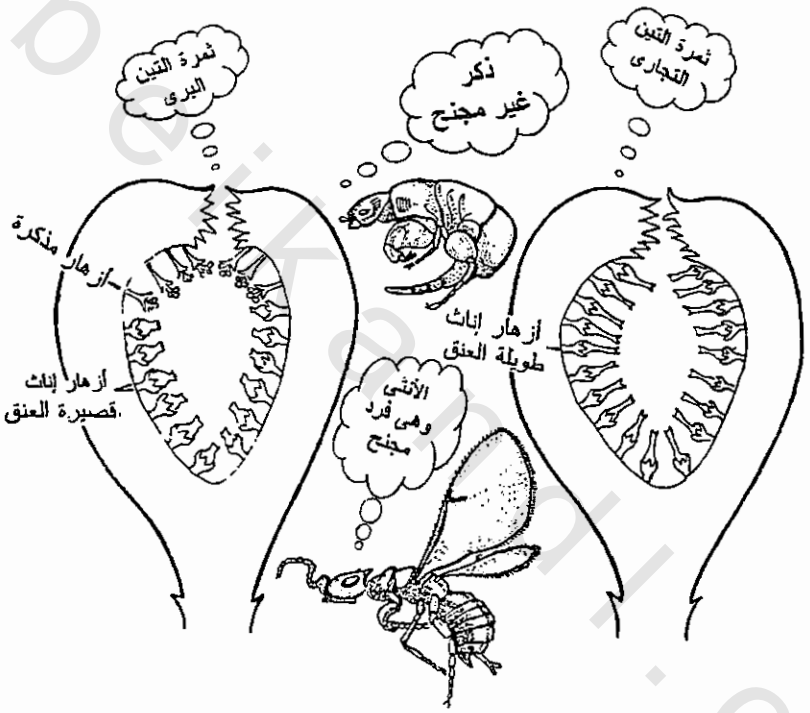
٥- حشرة التين The fig insect

سجل إرتباط تكافلى مشابه بين نباتات الجنس *Ficus* (أشجار التين) وملحقات الأزهار لدبابير من كالسيدويد تابعة للجنس *Blastophaga* (شكل ٢١). ولقد تأكد أهمية حشرة التين عن دراسة تاريخ إدخال صنف التين smyrna فى الولايات المتحدة. فلقد لوحظ فى السنوات قبل ١٩٠٠ أن نوعية ونكهة التين المزروع فى أمريكا أقل كثيراً من مثيله الموجود فى آسيا الصغرى. وأوضحت الدراسة حقيقة أن ذلك يعتمد على تلقيح الأزهار بواسطة دبور البلاستوفاجا. أشجار التين الـ smyrna إناث ولا تنتج الأزهار حبوب لقاح.



(شكل ٢١) حشرة التين الهامة فى إعطاء نكهة ونوعية ممتازة لثمار التين

وزهرة التين تتكون فى الحقيقة من عديد من الأزهار الدقيقة الغير تامة متراصة داخل وعاء كمثرى الشكل pear-shaped receptacle ذات فتحة ضيقة عادة ما تكون مغلقة بحراشيف لدنه وهذه الفتحة توجد فى النهاية الحرة للثمرة وهى تمثل فتحة الدخول للأزهار (شكل ٢٢) . وإذا لم تلقح الأزهار لن تتكون البذور واللحم القريب من القرص الزهرى الذى يحمل الأزهار ولن تتكون به حلاوة التين ولا النكهة الجوزية الطعم التى تتميز بها الثمار الممتازة.



(شكل ٢٢) الأزهار فى التين التجارى (١) والتين البرى (٢).

وصنف التين المنتج لحبوب اللقاح يعرف بالـ caprifig يعطى ثماراً غير قابلة للأكل ويتم التلقيح فقط بواسطة أنثى دبور التين الصغيرة، تضع إناث هذه الحشرة بيضها فى أزهار التين البرى (الكابرى فج) وتنمو يرقاتها فى تآثيل صغيرة عند قواعد الأزهار، والذكور المتكونة عمياء عديمة الأجنحة ولا تغادر بتاتاً التين البرى الذى نمت فيه ولكنها تزحف تجاه الإناث لتقرض التآثيل التى توجد بها وتلقح الإناث خلال الفتحات التى تحدثها وتنطلق الإناث بعد التزاوج وتكون فى هذا الوقت محملة بحبوب

اللقاح من أسدية أزهار الـ capryfig وتأخذ طريقها إلـى الخـارج خـلال الفتحـة الصغيرة فى النهاية الحرة للثمرة وتطير بين أشجار التين باحثة عـن مكـان مناسـب لوضع البيض وتدخل فى الـ smyrna fig وبالماثل الـ caprifig ويقال أنها لا تضـع بيض فى التين الأول وذلك لأن مواقع مبايض الأزهار بعيدة لا تستطيع آلة وضع البيـض الوصول إليها إلا أنها تمشى فوق الأزهار الصغيرة ناثرة لحبـوب لقـاح أزهـار الـ caprifig التى تربت فيها تلك الإناث (شكل ٢٢) فيتم التلقيح وتتكون ثمار حلوة المذاق.

يوجد فى التين البرى ثلاثة أنماط من الأوعية receptacles كـل منـها مرتبـط بالدورة التكاثرية للملقحات الحشرية التى يمكن أن تنمو فقط فى أزهار التيـن البـرى. يتكون النمط الأول فى الشتاء وهو يحتوى على كثير من الأزهـار المحـايدة neuter flowers (إناث محورة) حيث تدخل إناث الدبور إلى الأزهار المتعادلة وتضع بيـض وتموت. وتنمو اليرقات فى مبايض الأزهار وتكمل نموها إلـى حشـرات كاملـة فـى الربيع. تخرج الذكور أولاً التى تلقح الإناث دون أن تغـادر الأزهـار أبـداً وتمـوت. تخرج الإناث بعد وقت قصير من التلقيح وتترك الـ receptacles حاملة معها حبـوب اللقاح من الأزهار الذكور عند المدخـل. جـزء مـن عشـيرة الحشـرة يتجـه إلـى الـ smyrna fig وجزء آخر يتجه إلى التين البرى الذى يحوى نمط آخـر مـن الـ receptacles يحتوى إما خليط من الأزهار المتعادلة والأزهار الإناث أو أزهار إنـاث فقط. تدخل الدبابير وتضع بيض على كل من نمطى الأزهار ولكن ينمو فقط المتواجـد فى الأزهار المتعادلة. وتؤدى أنشطة وضع البيض أيضاً إلى تلقيح عرضـى للأزهـار الإناث وهذه ينمو فيها بذور. تخرج الإناث الملقحة فى الخريف لتذهـب إلـى النمـط الثالث للـ receptacles حيث تنمو اليرقات بنجاح فى هذه الأزهار وتخرج فى الشـتاء وتستمر دورة الدبور على التين البرى.

بعد معرفة هذه العلاقة بذلت عدة مجهودات لإحضار بعض من تلك الدبـابير مـن الجزائر إلى كاليفورنيا وقابل هذه المجهودات كثير من الفشل إلى أن تمكن العلماء مـن توطين هذه الحشرة وأصبحت نوعية ونكهة التين المنتج فى أمريكا مساو للتين المنتـج فى آسيا الصغرى، وأصبح من المهم زراعة الـ caprifigs جنباً إلى جنب مـع الـ smyrna figs حتى يمكن الحفاظ على الوجود الدائم لهذه الحشرة حيث أنها لا تتكـاثر

فى التين القابل للأكل، وثمار التين المحتوية على دبابير التين الكاملة تزال من أشجار التين البرى وتربط بالخيط لكى تعلق بين أفرع أشجار تين الـ smyrna المؤهل للتلقيح. من مشاكل دبابير التين أنها عملت على نقل ونشر أحد أمراض العفن من التين البرى الذى نمت فيه إلى تين smyrna لهذا ربيت هذه الدبابير بالملايين فى حضانات معقمة وأطلقت حرة فى البساتين خالية من جراثيم الفطر الممرض.

تحمل شجرة التين عدد من الصفات الغير عادية التى تساعد على حياة ملحقاتها من الدبابير على سبيل المثال الحراشيف اللدنة الموجودة عند مدخل الوعاء الزهرى receptacles ربما لا تشجع دخول المفترسات والطفيليات وبذا ترتفع عشيرة الدبابير. كما يحمل النبات البرى أزهار خاصة (المتعادلات) التى تنمو وتتغذى فيها اليرقات النامية. وتكرس الـ receptacles تماماً لهذا الإستخدام فى الشتاء. ومن الناحية الوراثية ــ يرتبط بكل نوع من التين واحد من الدبابير.

تشمل عملية تلقيح النباتات بواسطة الحشرات علاقات متخصصة وحميمة بين أفراد المجموعتين (الحشرات ــ النباتات) وتشمل بعض الإرتباطات الشديدة الصلة بين الحشرات والأزهار إرتباطات إجبارية كما هو الحال بين نبات اليوكا وفراشاتها وبين أنواع التين وملقحات لدبابير كالسيدد معينة. كما يلاحظ ما يعرف بالوفاء الزهرى الذى تبديه بعض الملحقات خاصة النحل وعندما يكون الإخلاص الزهرى شديد يقصر ملقح الأزهار جمع غذائه من نوع نباتى واحد أثناء رحلاته الواحدة أو لفترات طويلة كما يوجد تراكيب زهرية تشجع أنماط معينة من الملحقات الزهرية الفعالة ولا تشجع الملحقات الزهرية الأقل كفاءة.

بعض الحشرات تعتمد تماماً على المنتجات الزهرية فى الغذاء. ويتكون الرحيق أساساً من سكريات مع مواد أخرى ضئيلة مثل البروتينات والأملاح والأحماض التى تشكل فى مجموعها مصدر الطاقة الوحيد لكثير من الحشرات. وإستخدام النحل والحشرات الأخرى الأزهار كمصدر للرحيق وحبوب اللقاح أدى إلى كثير من التخصص فى التركيب والسلوك وإعتماد النبات على الحشرات فى التلقيح وإئتلاف هذه العلاقة قد يصل إلى آثار بعيدة فى الأنظمة الطبيعية والصناعية. فمعظم الثمار

والخضراوات والـ nuts (أنواع من البندق والجوز) لا يمكن أن تنتج على مستوى تجارى دون التلقيح الحشرى. بالإضافة إلى ذلك بعض المنتجات مثل الماشية، ومنتجات الألبان تعتمد على إستهلاك بقوليات تلقح بالحشرات مثل البرسيم alfalfa و الـ clover و trefoil فى مصر ــ الإهتمام العلمى والعملى الخاص بأهمية نحل العسل والنحل البرى فى تلقيح الأزهار يقترب إلى أدنى مستوى له. وينصب الإهتمام الأول على سبيل المثال فى تربية نحل العسل كمصدر للعسل رغم أن انتاج العسل يجب أن يأتى فى المرتبة الثانية بعد تلقيح الأزهار وحتى فى إنتاج العسل أصبح كثير منه لا يصلح كشفاء للناس حيث يعمد كثير من مربى النحل على تغذية نحل العسل أثناء موسم الرحيق بمحلول سكرى ليساهم فى زيادة إنتاج عسل مغشوش ولا يعى هؤلاء بأن ذلك يعمل أيضاً على خفض المحصول حيث يتناقص تبعاً لذلك زيارات النحل إلى الحقول ومعروف عن النحل بالوفاء الزهرى ويخشى أن ينتقل الوفاء من الزهور إلى المحلول السكرى. إن التغذية بالمحلول السكرى تشكل أحد أوجه إدارة مستعمرات النحل وليس لإنتاج عسل النحال ــ ولكن لتحسين ظروف المستعمرة أو توجيهها إتجاه خاص لصالح تلقيح المحاصيل وسنتعرض بإذن الله لنحل العسل والحشرات الأخرى الهامة فى تلقيح الأزهار فى مؤلف خاص.

٦- الملقحات الحشرية Insect pollinators

ترتبط كثير من الحشرات إرتباطاً وثيقاً بالنباتات ويدرك المختصون بمجال الزراعة والبساتين دورها الضار ونشر الأمراض بين النباتات. ومع ذلك لبعض الحشرات أهمية خاصة لكثير من النباتات وإحدى الإرتباطات الشائعة هى التى بين الملقحات الحشرية insect pollinators والنباتات المزهرة: وهناك عدة مجاميع من الحشرات بعض أنواعها ذات إرتباط وثيق بالنباتات وتشمل تلك المجاميع غشائيات الأجنحة وحرشفيات الأجنحة وثنائيات الأجنحة وغمديات الأجنحة وسنعرض هنا وبإيجاز شديد هذه المجاميع:

أ- غشائيات الأجنحة (النحل)

تحوى الرتبة كثير من الأنواع المحبة للأزهار flower loving التى تزور

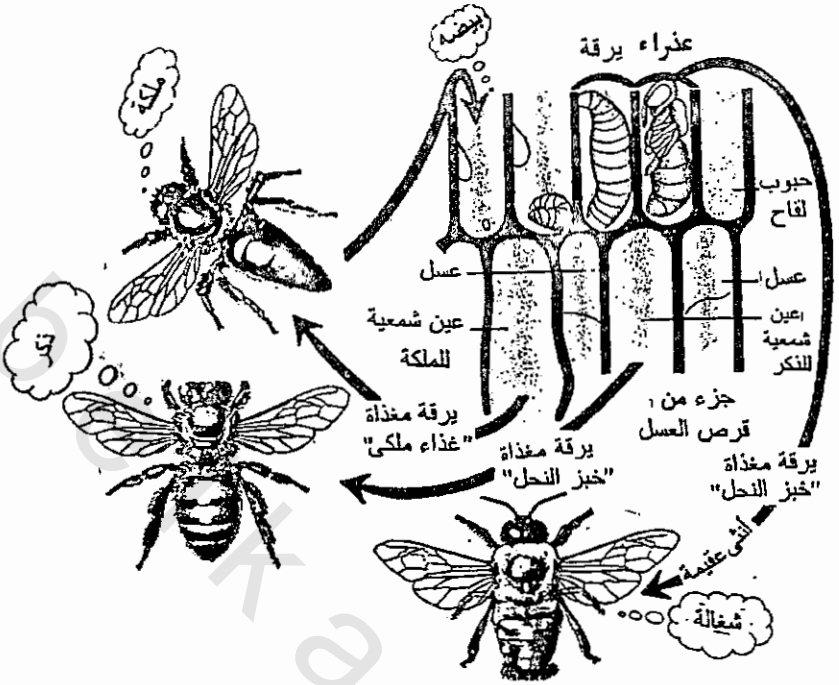
الأزهار للرحيق وحبوب اللقاح ويطلق على غشائيات الأجنحة هذه بالـ anthophilous. تنقسم الرتبة إلى تحت رتبتين هما تحت رتبة Apocrita وتحوى معظم الدبابير (بالإضافة إلى النحل والنمل) وهى الأكثر أهمية من تحت رتبة الذباب المنشارى Symphyta.

مجموعة النحل هى غشائيات الأجنحة الأكثر أهمية بين الملقحات الحشرية. فالنحل يجمع الرحيق وحبوب اللقاح للحضنة وللإستهلاك الخاص بجامعات هذا الغذاء. ويوجد أكثر من ٢٠,٠٠٠ نوع فى أنحاء العالم وجميع أنواع النحل محب للأزهار anthophilous. ويطلق على النباتات التى تعتمد على تلقيح النحل melittophily وهى نباتات ذات أزهار لونها أصفر أو أزرق ساطع ورائحة حلوة مع خطوط إرشادية للرحيق توجد على البتلات.

تطلق كلمة bees عادة على قليل من الحشرات التى تعيش حياة إجتماعية social life وكذلك على كثير من الأنواع التى تعيش معيشة إنفرادية solitary life. ويتميز النحل الإجتماعى بتعاون الفرد من أجل المجموع، والمجموع من أجل الفرد ويعمل الجميع ويتفانى فى العمل بأمانة وإخلاص حتى الرمق الأخير من الحياة. ويعيش النمل الإنفرادى كل فرد لنفسه ولا يجتمع فردان إلا فى حالة تلقيح الأنثى والذكر ولفترة قصيرة. وقد تجمع الأنثى الغذاء ولكن لا تراعى صغارها. الآن جاء دور أخذ فكرة موجزة عن مجاميع النحل الهامة المرتبطة بالأزهار.

نحل العسل Hony bee

ربما يكون نحل العسل أكثر الملقحات أهمية للمحاصيل التجارية. إستأنس الإنسان النحل ورباه بسبب أنه يخزن العسل بكميات كبيرة وفى السنوات الحديثة ــ بسبب قيمتها كملقحات ونحل العسل ذات قيمة خاصة لأن كل المستعمرة فيما عدا الذكور ــ تعيش الشتاء وبذا تتاح عشائر كبيرة فى بداية الربيع عندما تكون متطلبات تلقيح النباتات عالية.



(شكل ٢٣): دورة حياة أفراد طائفة لحل العسل

تتكون المستعمرة فى الصيف من ١٥,٠٠٠ إلى ١٠٠,٠٠٠ من الشغالات الإناث العقيمة وملكة إنثى واحدة خصبة وعدة مئات قليلة من الذكور. يعيش هذا النحل فى إطارات شمعية متوازية ذات خلايا سداسية (شكل ٢٣) تحوى اليرقات ومخزون العسل وحبوب اللقاح. وتوجد مستعمرات نحل العسل فى الطبيعة فى تجاويف الأشجار والكهوف أو فى مناطق أخرى مشابهة.

توجد فى مستعمرة نحل العسل ثلاث أنماط من الأفراد. الذكور drones التى تلقح الملكات العذارى وبخلاف ذلك لا يبدو أن لها وظيفة أخرى فى المستعمرة حيث تطرد من المستعمرة أو تقتلها الشغالات فى الخريف. والذكور لا يمكن أن تدافع عن نفسها أو حتى عن المستعمرة حيث لا يوجد لها آلة لسع المحورة عن آلة وضع البيض والتى توجد قنط فى فى الإناث. الشغالات workers تنمو عن يرقات تتغذى على الغذاء

الملكى الذى يطلق عليه عادة "لبن النحل" bee milk وهو غذاء عالى النوعية ينتج من الغدد الفوق بلعومية hypopharyngeal glands فى الحشرات الكاملة لشغالات النحل لتغذى يرقات الشغالات فى أول ثلاث أيام حياتها ثم تغذيها بعد ذلك على خليط من العسل وحبوب اللقاح أو خبز النحل bee bread. تربى الشغالات فى الخلايا الشمعية المستخدمة فى تخزين العسل وحبوب اللقاح. وتؤدى الشغالات جميع الأعمال داخل المستعمرة فيما عدا وضع البيض.

يبدو أن الشغالات تتمرن على أداء مهن مختلفة حيث أن واجباتها تتغير كلما تقدمت فى السن. وتتحسن قدرتها على أداء مهام معينة بالممارسة. ويوجد اختلاف كبير فى المهام ولكن عادة أثناء الأيام الأولى القليلة كحشرة كاملة. والمهمة الوحيدة لها تكون كخادمة المنزل حيث تقوم بتنظيف الخلايا الشمعية حتى يمكن إعادة إستخدامها. وعندما تبلغ الشغالة ثلاثة أيام من العمر تصبح حاضنة لليرقات nurse bee حيث تتغذى أولا اليرقات الكبيرة بخبز العسل وعندما يكتمل بها نمو الغدد الفوق بلعومية تغذية اليرقات عمر ١-٣ أيام بالغذاء الملكى، وعندما تنمو الغدد المنتجة للشمع على الجانب السفلى لبطن الشغالة تصبح بانية للإطارات. ثم تصبح فيما بعد نحلة متلقية receive bee تأخذ الرحيق من النحل الذى نجح فى جمعه من الحقل وتنقله إلى العيون الشمعية أو تؤدى إلى عدد من الواجبات الخاصة بالمستعمرة والمرتبطة بجمع الغذاء. وقبل أن تصبح نحلة حقل field bee تعمل بعض الشغالات كحارسات guards عند مداخل الخلية. وتصبح الشغالات عاملات فى الحقل field foragers فى نحول ١٠ إلى ٣٤ يوما من العمر. ومن الطبيعى أن تستمر فى هذا العمل باقى حياتها أو ربما لثلاث إلى أربع أسابيع فقط. وتضمر عادة غدد الغذاء المتخصصة الموجودة فى الرأس والغدد الشمعية الموجودة على البطن ولا تصبح منتجة فى الوقت التى تصبح فيه عاملة حقل (جامعة للغذاء والماء ومواد أخرى). ومع ذلك ــ يمكن للنحل أن يضبط أنشطته لحد ما ليسد إحتياجات المستعمرة عند الضرورة. حيث يمكن للشغالات أن تستمر فى إنتاج الغذاء الملكى لأكثر من ٨٠ يوما عندما لا يتاح نحل صغير يقوم بهذه المهمة فى المستعرة. ومن الممكن أن تستعيد الغدد الفوق بلعومية فى الشغالات الكبيرة العمر حجمها بعد ضمورها لتعاود هذه الشغالات العمل داخل الخلية والقيام بتربية الحضنة.

وبالمثل يمكن أن تستعيد الغدد الشمعية النمو وتصبح الشغالات الكبيرة العمر بانيات للإطارات لتغطى إحتياجات المستعمرة. كما يمكن للشغالة الصغيرة ذات العمر أربعة أيام أن تخرج للعمل الحقلى. وهذا يوضح أن الشغالات يمكن أن تتغير فسيولوجيتها وسلوكها عند الضرورة. رغم أن فسيولوجى النحلة يحدد دورها فى المستعمرة.

الملكة queen هى أكبر نحلة فى الحجم فى المستعمرة. وهى المسئولة عن وضع البيض ويمكن أن تميز عن الشغالات بحجمها وغياب سلال حبوب اللقاح على الأرجل الخلفية.

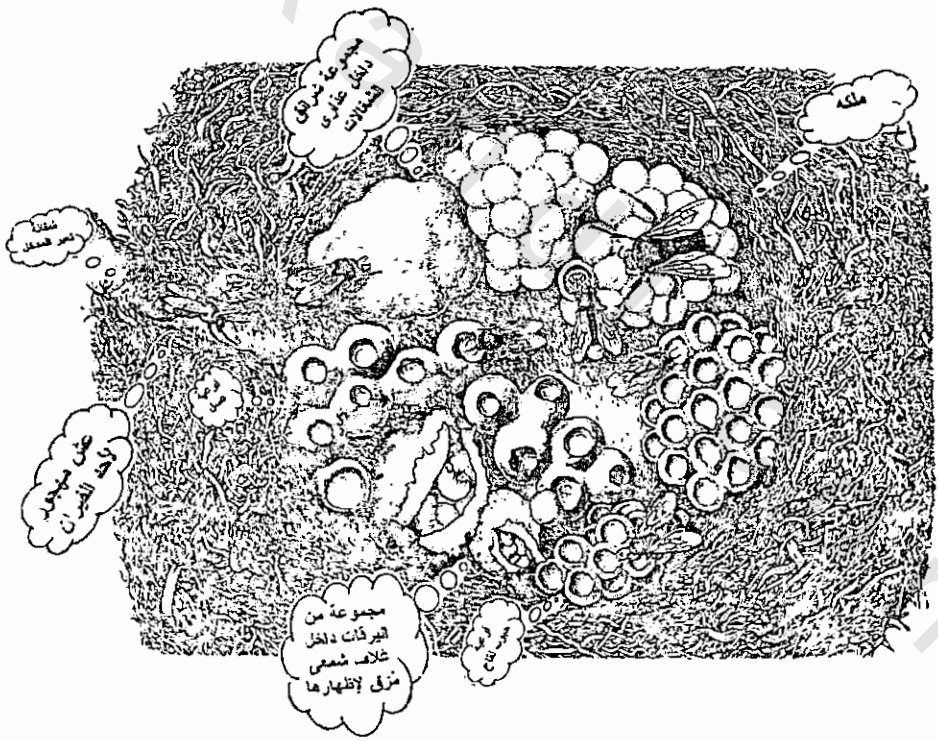
ولا يمكن أن تقوم بأى عمل من الأعمال التى تقوم بها الشغالة حتى أنها يجب أن تطعم بواسطة شغالاتها حيث أنها لا يمكن أن تطعم نفسها. تتشابه الملكة وراثياً مع الشغالات. وصفاتها السلوكية والطبيعية المختلفة راجعة لبيئة تربيتها وغذائها عندما كانت يرقة. فالملكة تربى فى عين ملكية ذات بناء خاص. فالعين طويلة من شمع إسطوانى مستدق عادة ما تكون فى أسفل الإطار. تربى يرقات الملكة بالغذاء الملكى طوال فترة نموها ولا تتغذى بتاتا بخبز النحل وتغادر الملكة الجديدة الخلية بعد أيام قليلة من خروجها لتتزاوج غالباً فى الهواء الطلق مع الذكور. وعادة ما تتزاوج فى عدة أيام متتالية وربما مع كثير من الذكور أثناء هذه الفترة. ولكن لا تتزاوج بعد بدئها فى وضع البيض. تخزن الملكة الحيوانات التى تستقبلها من الذكور فى قابلتها المنوية spermatheca والتى تنطلق من الأخيرة وقت الحاجة لإخصاب البيض. والملكة الجديدة قد تضع بيض كثير يصل إلى ٢٥٠٠ بيضة فى اليوم أثناء الصيف وعادة ما تعيش لعدة سنوات. وعندما تبدأ قدرتها على وضع البيض فى الإنخفاض عادة ما تستبدلها الشغالات بتربية ملكة جديدة.

تتزايد مستعمرات نحل العسل بالتطريد swarming. فتحت ظروف الإزدحام أو النمو السريع للعشيرة تربى الشغالات ملكة جديدة. وعند نضج الأخيرة يترك نصف نحل المستعمرة والملكة القديمة المستعمرة وتطير بأعداد ضخمة لموقع قريب وعادة ما يكون

فرع شجرة. فى هذا المكان ينتظر معظم النحل قدوم نحل إستطلاعى scout bees تـــرك زملائه للبحث عن مكان ملائم لمسكن جديد. وعند عودة النحل الإستطلاعى يعاود الطـــرد الطيران ليبنى مستعمرة جديدة وتظل المستعمرة الأم "العجوز" فى مواقعها الأصلـــى مـــع الملكة الجديدة وتستمر أنشطتها الطبيعية وتعوض ما فقدته فى أفراد الشغالات.

نحل البامبل Bumble bees

مجموعة نحل البامبل (مثل *Bombus horrorum*) نحل إجتماعى يشكل ملقحـــات فعالة ولكن عشائره عادة ما تكون منخفضة جدا خاصة عندما يـــراد تلقيـــح مســـاحات كبيرة من المحاصيل. كما أن أعداده تتذبذب كثيرا من سنة لأخرى ومن منطقة لأخـــرى لذا لا يعتمد عليه كبار المزارعون. ومع ذلك ينظر إلـــى نحـــل البـــامبل كواحـــد مـــن أكفأ الأنواع الملحقة لكثير من المحاصيل وخاصة أشجار الفاكهـــة حيث تحسن أحجامهـــا



(شكل ٢٤):مستعمرة لنحل البامبل *Bombus horrorum* داخل عش مهجور لفأر

الكبيرة فرص التلقيح أثناء زيارات جمع الرحيق. ويعتقد بعض البحاث أيضاً أن نحل البامبل أفضل من نحل العسل فى التلقيح الخلطى حيث يميل للعمل فقط على قليل من الأزهار على النبات الواحد قبل أن يتحرك لنبات آخر عن إستمراره فى العمل على زهرة واحدة لمدة طويلة. ورغم ذلك نحل البامبل قليل الأهمية كملقح للنباتات المبكرة الأزهار بسبب أن مستعمراته حولية. لذا فإن عشائره فى بداية الربيع تكون ذات مستويات منخفضة التى تتوافق مع إحتياجات التلقيح لمعظم المحاصيل الغذائية التجارية عالية القيمة.

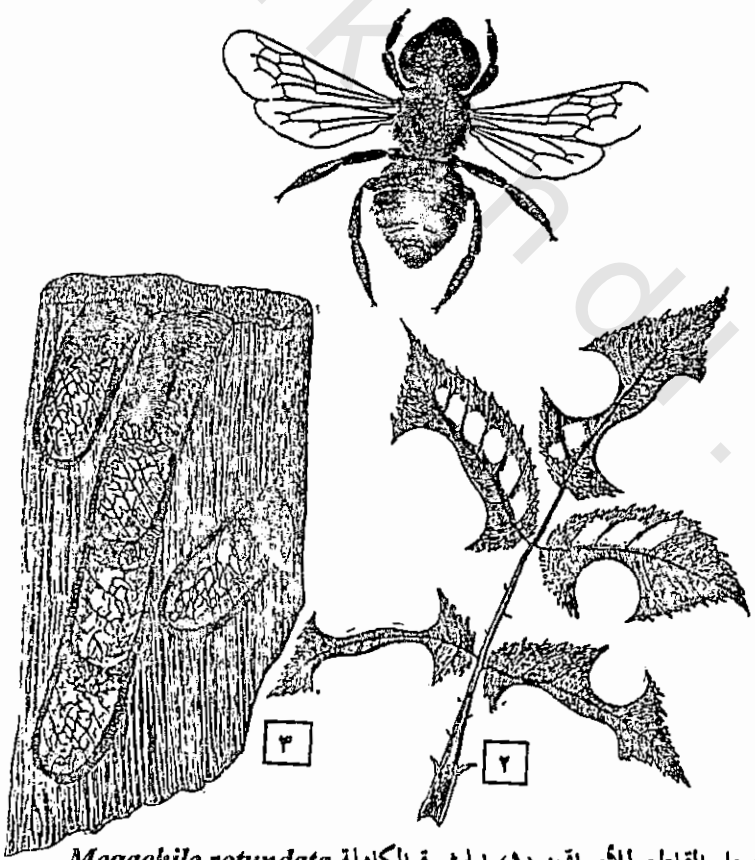
تخرج ملكة نحل البامبل من بياتها الشتوى فى الربيع وتبدأ فى التغذية على الرحيق وحبوب اللقاح. فتبدأ مبايضها فى النمو وتبدأ فى البحث عن موقع للعش. يختار بعض أنواع نحل البامبل مواقع أعشاشه أسفل الأرض مثل عش مهجور لفأر على سبيل المثال. بينما يختار البعض الآخر مواقع مختفية على السطح تحت أعشاب كثيفة أو فى منخفض ضحل (شكل ٢٤). بعد إختيار موقع العش تحفر الملكة فراغ صغير فى المركز تبنى فيه كوب من الشمع تضع فيه حبوب لقاح ثم تضع عليها عدة بيضات ثم تغلق الكوب بشمع إضافى. تتغذى اليرقات على كتلة حبوب اللقاح وعلى رحيق وحبوب إضافى تدخله الملكة إلى الكوب الشمعى خلال فتحات مؤقتة. وتوسع الملكة الكوب الشمعى كلما كبرت اليرقات لكى تظل محاطة بالشمع. وبعد نحو ١٠ أيام تغزل اليرقات شرانق وتعذر داخلها. هنا تزيل الملكة الشمع لتعاود إستعماله لبناء عيون حضنة أخرى egg cells فوق العذارى. وتخرج الحشرات الكاملة الجديدة بعد نحو ١٠ أيام من التعذير. وتحتاج فترة نمو البيض حتى الحشرات الكاملة نحو ثلاثة أسابيع رغم أن ذلك يعتمد على درجات الحرارة والغذاء المتاح. وعند خروج الحشرات الكاملة تستخدم الملكة والشغالات شرانق العذارى القديمة كأوعية لتخزين حبوب اللقاح والرحيق.

الذرية الأولى للملكة جميعها شغالات. والتى فى البداية تعتنى باليرقات التى تنمو فى المجموعة الثانية من البيض التى وضعته الملكة. ولكن تبدأ تلك الشغالات بعد أيام قليلة فى جميع حبوب اللقاح والرحيق. وعندما تشعر الملكة بأن تلك الشغالات تجمع ما يكفى من غذاء تعتزل الملكة العمل الحقلى وتبقى فى العش وتقصر نشاطها فقط على وضع البيض والعناية بالصغار النامية. وعندما تنمو عشيرة المستعمرة. يزداد عدد البيض الذى تضعه الملكة. ويتحدد عدد البيض عموماً بعدد الشغالات المتاحة للعناية بالصغار قرب نهاية الصيف ــ تظهر بين ذرية الملكة ملكات وذكور جديدة التى

تتزاوج. وتخزن تلك الملكات الغذاء فى أجسامها فى صورة كميات كبيرة من الأجسام الدهنية لحين إستخدامها فى أثناء البيات الشتوى. تترك تلك الملكات الملقحة العش وتبحث عن مأوى آمن وتدخل فى بيات. تنتج المستعمرة الواحدة عادة عدة ملكات التى تعايش الشتاء بينما الملكة العجوز والذكور وجميع الشغالات تموت عند بداية الشتاء.

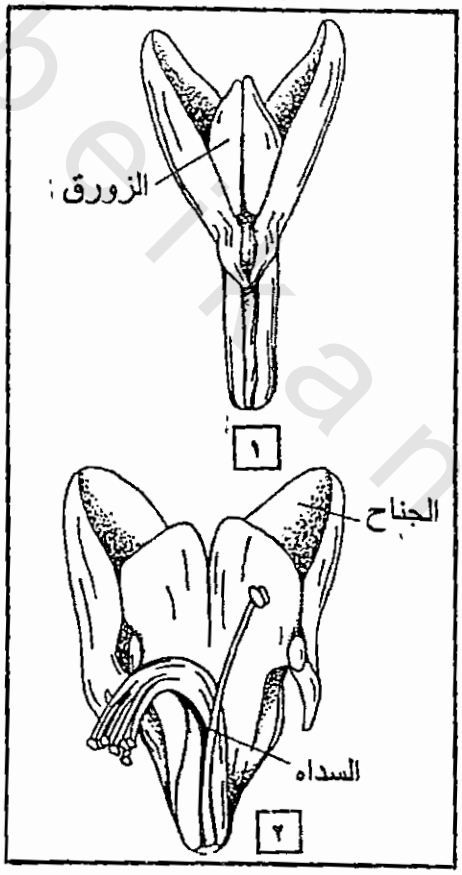
النحل الإنفرادى Solitary bees

النحل الإنفرادى ملقحات هامة لمحاصيل معينة فى كثير من أجزاء العالم ولكن مثل نحل البامبل ذات قيمة محدودة بسبب التذبذبات الكبيرة فى مستويات عشائرها. ومع ذلك أثبتت أنواع معينة أنها ذات قيمة كبيرة لدرجة بذل مجهودات كبيرة لزيادة عشائرها صناعيا مع درجات من النجاح.



(شكل ٢٥): النحل القاطع للأوراق: (١) الحشرة الكاملة ***Megachile rotundata***
(٢) عش النحل (٣) شكل القطع فى الأوراق

فى دراسات على الكفاءة النسبية لملقحات البرسيم alfalfa. وجد أن نحل العسل يزور متوسط من ٧ إلى ١٧ زهرة فى الدقيقة مقارنة مع ١٠ – ٣٠ زهرة لنحل البامبل و ٩ إلى ٤٠ زهرة للنحل القاطع للأوراق Megachile (شكل ٢٥). ووجد أن نحل العسل يلقح قليل جداً من أزهار البرسيم التى يزورها. على سبيل المثال ذكر أن النحل القاطع للأوراق يلقح من ٩٥ إلى ١٠٠% من الأزهار التى يزورها مقارنة مع نحو ٨٠% لأنواع معينة من نحل البامبل ولكن ٢% أو أقل تلقح بنحل العسل الذى يزور الأزهار من أجل الرحيق.



(شكل ٢٦): (١) زهرة البرسيم alfalfa قبل زيارة النحل لها (٢) زهرة البرسيم بعد زيارة النحل لها.

ويبدو أن عدم كفاءة نحل العسل كملقحات لبعض أنواع البرسيم يرجع جزئياً لإستجابة تتعلمها النحل أثناء جمع الرحيق. فتركيب زهرة البرسيم (شكل ٢٦) يتضمن وضع للأسدية تحت ضغط داخل التويج الزورقى keel. ويشكل الأخير مهبط مناسب للنحلة وعند إستقرارها عليه يضغط لأسفل بواسطة وزن النحلة الزائرة فتتحرر السداة وتندفع للأمام بحركة مفاجئة لترتطم بالنحلة وتضربها على الجانب السفلى فى رأسها فيحتك متك الزهرة بالنحلة وتستقر حبوب اللقاح عليها. إنفتاح التويج وخروج السداة يحدث عنه فرقعة وتعرف هذه العملية بتفتح الزهرة tripping the flowerوالتى تضمن تلقيح مناسب والضرورى عامة لتكوين البذور. بعد جمع نحلة العسل للرحيق وبعد أن تقع فى شرك بين عمود السداة وبتله الزهرة عدة مرات أى تضرب عدة مرات تأخذ

درساً من ذلك وتجمع الرحيق من جانب الزهرة حتى تتجنب اللطمة فتقل بذلك فرصة تلقيح الزهرة. وشغالات النحل التى لم تتجنب هذه الطريقة خلال أيام قليلة عادة ما تجهر المحصول تبحث عن مصدر غذائى آخر يحسن ضيافة زائريه. والنحل الإنفرادى خاصة القاطع للأوراق والنحل القلوى alkali bees يجمع أساساً حبوب لقاح أكثر مما يجمع رحيق. ولا يمكن لهذا النحل أن يجمع طبيعياً حبوب اللقاح من زهرة البرسيم دون فتحها لذا فهو أكثر كفاءة لهذا المحصول.

تختلف كثيراً تواريخ حياة النحل الإنفرادى معتمدة فى ذلك على النوع موضع الدراسة لذا سنقصر الحديث هنا فقط على نوعان مهمان فى تلقيح البرسيم وهما النحل القاطع للأوراق *Megachile rotundata* الذى يبنى أعشاشه فى التجاويف والنحل القلوى الذى يبنى أعشاشه فى الأرض *Nomia melandri*.

يحتل *M. rotundata* مواقع سكنية مختلفة ولكنه يوجد عامة فى تجاويف السيقان وأنفاق الخنافس وثقوب المسامير أو أنفاق مشابهة فى الخشب. تخرج الحشرات الكاملة عند نهاية مايو عند تزهير البرسيم. بعد التزاوج تختار الأنثى موقع العش. وتعمل عدة خلايا فيه وتحيط جدران الخلايا بقطاعات ورقية مستطيلة وتلصقها معاً بالإفراز اللعابى. وتحصل على القطاعات الورقية عادة من البرسيم ربما لوفرته كما تستخدم أيضاً نباتات أخرى مثل الورد. وتملئ كل عين بخليط من حبوب اللقاح والرحيق ثم تضع بيضة واحدة على الخليط ثم تغطى العين بـ ٣ إلى ١٠ قطاعات دائرية لتبدأ فى عمل عين جديدة. وبالمثل تغلق آخر خلية الموجودة قمة الفراع بغطاء آخر من القطاعات الورقية الدائرية. تتغذى اليرقات على كتلة حبوب اللقاح والرحيق فى خلاياها الفردية وتصل إلى تمام نموها فى آخر الصيف ثم تتحول بعد ذلك إلى طور ما قبل العذراء ساكن شتاءاً. ويعذر النحل فى الربيع وتخرج الحشرات الكاملة خلال فتحة النفق وتستمر الدورة. ومن المثير أن النحلة التى تنمو من آخر بيضة وضعت فى النفق – أى أصغر مما قبلها بعدة أيام – أسرع نمواً مما قبلها وأول حشرة كاملة تخرج. ويستمر الخروج فى تتابع فى الخلايا من الأعلى إلى الأسفل وبذا لا تتلف النحلة الخلية التى أمامها عند الخروج من النفق.

إشتق إسم النحل القلوى alkali bees (*Nomia melanderi*) من حقيقة أنه يبنى أعشاشه فى التربة القلوية. تخرج الحشرات الكاملة من البيات ما بين آخر يونيو ومنتصف يوليو. تتراوج الإناث فوراً عقب خروجها ثم تبدأ فى حفر نفق عشها فى التربة وعادة فى المنطقة التى نشأت فيها. وتكمل النفق الرئيسى أثناء الليل. وفى اليوم التالى تحفر خلية وتملؤها بكرة من خليط من حبوب اللقاح ورحيق. ثم تضع فى اليوم الثالث بيضة على الكرة الغذائية وتغلق الخلية وتتسرع فى بناء خلية ثانية تملؤها بالغذاء فى اليوم التالى وهكذا. يتكون العش الكامل عادة من نفق عمودى ذات ٣ إلى ٤ أفرع و ١٥ إلى ٢٠ خلية. تكمل اليرقات نموها بالتغذية على خليط حبوب اللقاح والرحيق وتمضى الشتاء فى طور ما قبل العذراء. ويعذر النحل فى الربيع ويكمل نموه إلى حشرات كاملة وتستمر الدورة.

مواقع السكن المناسب لـ *N. melanderi* ذات حدود ضيقة خاصة فيما يخص رطوبة التربة. وتحت الظروف المناسبة قد تتركز الأعشاش جداً لما يقرب من ٥٠٠ مدخل للأنفاق فى المتر المربع فى بعض المناطق الطبيعية. ولكى يكون الموقع ملائم تتطلب الأعشاش رطوبة ثابتة حول خلايا الحضنة حتى السطح. ويبدو أن التربة القلوية فوق طبقة من التربة الغير منفذة للماء الأرضى توفر للنحل المستويات المطلوبة من الرطوبة. ومثل هذه الظروف غير متكررة وهذا قد يفسر الإستخدام المكثف فى المواقع التى يقبلها النحل لإستمراره.

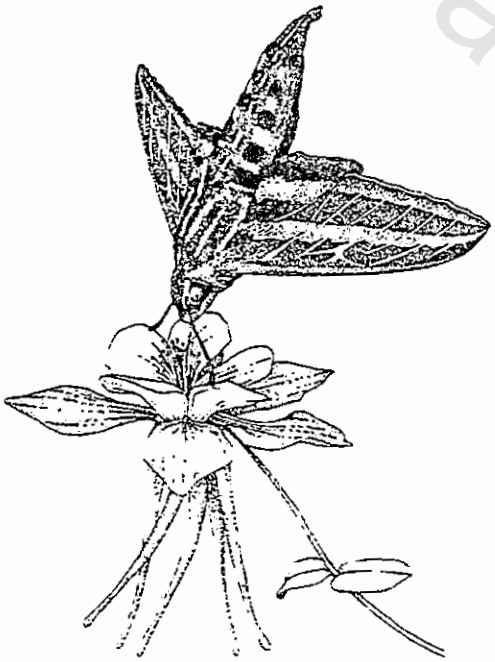
ب- غشائيات أجنحة أخرى Other Hymenoptera:

غشائيات الأجنحة الأخرى خلاف النحل أقل إرتباطاً بالأزهار ولكن كثير من الدبابير والنمل يتغذى على المنتجات الزهرية أثناء فترة من حياتهم. فبعض الدبابير الإجتماعية والفردية على سبيل المثال تستخدم الحشرات ولحوم أخرى كمصدر غذائى بروتينى. ولكن عادة ما تزور الأزهار لأجل الرحيق. ومعظم الدبابير الأخرى ذات أجسام ناعمة لذا فهى أقل كفاءة كجامعات لحبوب اللقاح مقارنة بمجاميع النحل السابق ذكرها الغزيرة الشعر. ولا تعتمد الدبابير عموماً على المنتجات النباتية. وهناك إستثناء فى مجموعة من دبابير غير عادية تابعة لتحت عائلة masarinae. معظمها يشبه النحل ويمد أعشاشه أساساً بحبوب اللقاح والرحيق. وعلى خلاف النحل – الدبابير ليست كثيفة الشعر وليس لها تراكيب لجمع

حبوب اللقاح على الجسم. وبدلا عن ذلك تحمل الأنثى خليط حبوب اللقاح والعسل فى حوصلتها وتتقيئه فى العش. وكثير من الـ masarines يجمع الغذاء من نبات واحد فقط أو من أجناس نباتية قليلة قريبة الصلة. وكثير من الأنواع ذات أجراء فم متخصصة بواسطتها تستطيع أن تستخلص الرحيق من هذه النباتات. وبصرف النظر عن هذه الحشرات أو الدبابير الأخرى التى تزور النباتات الزهرية بغرض الحصول على الرحيق يتسبب عن هذه الزيارات دون شك تلقيح للنباتات البرية والإقتصادية ودبابير التين مثال آخر لغشائيات أجنحة أخرى ذات علاقة إجبارية فى تلقيح نباتات التين.

جـ حرشفيات الاجنحة Lepidoptera:

تتغذى الحشرات الكاملة لمعظم حرشفيات الأجنحة على الرحيق. وتقريباً جميع اليرقات متغذيات نباتية. ولمعظم الحشرات الكاملة لحرشفيات الأجنحة أجزاء فم إنبوبية ماصة مشكلة من الجاليا galeae مأقلمة خصيصاً لإستخلاص الرحيق من النباتات فى شكل خرطوم إنبوبى. يحمل الخرطوم الأنبوبى proboscis ملتفا أسفل الرأس عند عدم الإستعمال.



(شكل ٢٧): أحد الفراشات الصقور تُدخل وهى طائرة خرطومها الطويل للحصول على الرحيق من قاعدة الزهرة.

وتندفع فقط منتصبة عندما تشرع الحشرة فى جمع الرحيق. يختلف طول الخرطوم الإنبوبى من ١ إلى ٢٥٠ ملم. وتستطيع الحشرة ذات الخرطوم الطويل أن تصل للرحيق فى الأزهار ذات التويج الطويل. تزور أبى دقيقات الأزهار المتفتحة أثناء النهار بينما تزور الفراشات الأصناف النباتية التى تتفتح أزهارها ليلاً أو تلك التى تظل أزهارها متفتحة ليلاً. ونظراً لان معظم الأبحاث عن زيارة الحشرات للأزهار أجريت أثناء النهار لذا من المحتمل أن دراسة قيمة وأهمية الفراشات كملقحات غير كاملة.

أهم مجاميع حرشفيات الأجنحة من وجهة التلقيح أفراد عائلة Papilionidae التى تشمل أبى دقيقات و الـ skippers وعائلة Noctuidae مثل فراشات الديدان القارضة والفراشات البومية owlet moths وعائلة الديدان القياسة Geometridae وعائلة الفراشات الأنفية snout mothes (Pyralidae) وعائلة Arctiidae مثل الفراشات النمرية وحاملات الصوف وعائلة Sphingidae مثل الفراشات الصقور (شكل ٢٧).

الأزهار التى تلقح عادة بأبى دقيقات ذات لون أحمر ساطع أو برتقالى. وبعض أبى دقيقات على الأقل يمكنها أن ترى اللون الأحمر. وذات تويج ضيق طويل ورحيق فى قاعه سهل الوصول إليه بأجزاء فمها المتخصصة. وتتشابه الأزهار التى تلقح بأبى دقيقات،الفراشات النهارية فى معظم الأوجه الأخرى مع الأزهار التى يلقحها النحل حيث تهتدى هذه الحشرات للأزهار بالإبصار والرائحة. وعلى العكس معظم أزهار الفراشات الليلية بيضاء وشذى عالى ينبعث عادة فقط عقب غروب الشمس وأزهار الفراشات التى ليست بيضاء تكون صفراء مثل زهرة الربيع الليلية التى ينتج عنها ألوان تميزها عن الخلفية السوداء لما حولها.

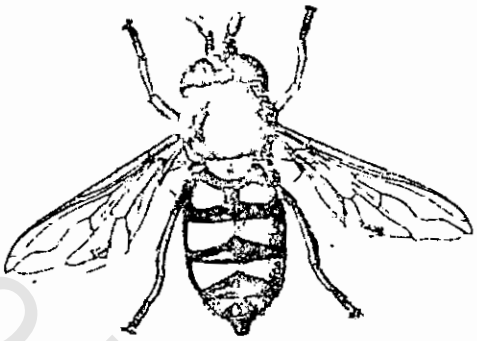
وتعتبر الـ hawk moth (شكل ٢٨) أكثر الملقحات الحرشفية الأجنحة إثارة والتى قد ترى فى المساء تندفع بسرعة وبرشاقة من زهرة إلى أخرى. لا تهبط الفراشات عادة على الأزهار ولكنها تحوم فى الهواء وأجزاء فمها ممتدة للأمام داخل الزهرة للبحث عن الرحيق حيث لا يوجد على الزهرة أماكن للهبوط landing platforms أو ممرات يمكن أن تسلكها كما فى أزهار النحل. لذا فإن الفراشات لا تتغذى إلا على الرحيق فقط. ولكن تشير أبحاث جامعة كلورادو على أزهار *Oenothera* بأن هذه الفراشة قد تحصل على مواد غذائية أخرى خلاف المواد الكربوهيدراتية الطبيعية الموجودة فى الرحيق. حيث ثبت أن سقوط حبوب اللقاح على الرحيق يتسبب عنه إنطلاق أحماض أمينية تتلقاها الحشرة عند تغذيتها على هذا الرحيق .. وعلى ذلك يبدو أن بعض الحشرات التى لا تتغذى على حبوب اللقاح قد يكون فى إستطاعتها الحصول على مواد غذائية إضافية عن هذا الطريق.

(شكل ٢٨): نوعان من ملحقات الأزهار. الفراشة الصقرية والطائر الطنان Selaphorus rufus تتغذى على رحيق نفس النوع الزهرى.

د- ثنائيات الأجنحة Diptera:

تشمل الملقحات الحشرية التابعة لمجموعة الذباب والمعروفة جيداً العائلات Syrphidae و Bambylilidae و Tephritidae و Tachinidae و Calliphoridae و Chironomidae.

أ- ذباب السرفس Syrphidae:



ذباب السرفس زائرات شائعة للأزهار وعادة ما تحوم فوق الأزهار. يشبه الكثير منها نحل العسل والبعض الآخر يشبه نحل البامبل والبعض يشبه الدبابير. ومحاكات الحشرات الأخرى في بعض الحالات تكون لافتة للنظر والسرفدز قد يشكل أهم الذباب الملقح للأزهار (شكل ٢٩).

(شكل ٢٩): أحد أنواع ذباب السرفس

فهى بالرغم أنها تزور نفس نمط الأزهار مثل النحل إلا أنها تميل أيضاً أن تستمر في عملها تحت ظروف طقس سيئة لا ينشط فيها معظم النحل. كما أنها تتغذى على حبوب اللقاح بالإضافة إلى الرحيق. لذا فإن هذا الذباب قد يشكل ملحقات هامة في المناطق التى تزهر فيها النباتات أثناء ظروف الطقس القاسى. تختلف يرقات السرفس جداً في عاداتها ولكن بعض الأنواع يعيش فى أعشاش النحل الإجتماعى.

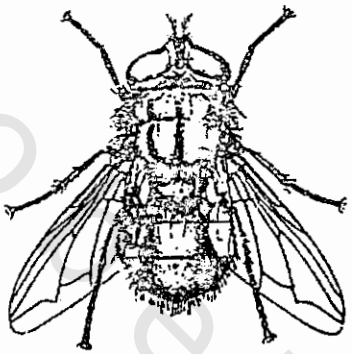
ب- الذباب النحلى Bombyliidae:

الذباب النحلى Bee flies حشرات شائعة خاصة فى المناطق الجافة معظمها كبير قوى الجسم وهو ذباب ممتلئ بالشعر hairy flies (شكل ٣٠). ذات أجزاء فم على هيئة خرطوم ورفيع. ويدل ضمنا الإسم الشائع لها على أن هذا الذباب يشبه كثيراً النحل في المظهر والسلوك. ويعتبر الذباب النحلى ملقحات هامة ولكن يبدو أنها أقل نشاطاً تحت

(شكل ٣٠): ذبابة تشبه كثيراً نحل العسل فى كثرة الشعر على جسمها.

الظروف السيئة على خلاف ذبابة السرفس. يرقات العائلة جميعها طفيليات – وطبقاً للمعلومات المتاحة تهاجم يرقات حرشفية وغمدية الأجنحة وبيض نطاطات الحشائش.

جـ ذبابة اللحم Calliphoridae



ذباب فى حجم الذباب المنزلى أو أكبر وكثير من الأنواع ذات لون أخضر أو أزرق معدنى (شكل ٣١). معظم الذباب كانسات. تتغذى اليرقات على الرمم والمواد الإخراجية والمواد المشابهة. وليس للذباب تراكيب خاصة لجمع الرحيق وحبوب اللقاح. رغم ذلك إستخدمت أنواع من الذباب لسنوات فى تلقيح محاصيل بصل معينة خاصة لإنتاج البذور حيث تنجذب للأزهار وينتج عن أنشطتها مستويات إخصاب عالية.

(شكل ٣١): ذبابة لحم من *Lucilia* spp.

د- ذباب Tachinidae و Tabanidae و Chironomidae و Tephritidae:

ترى عادة الحشرات الكاملة لذباب هذه العائلات على الأزهار. ولكن الدراسات المفصلة عن قيمتها كملقحات غائبة بصفة عامة. ويفترض أنها تلعب دور مساعد فى التلقيح.

هـ غمديات الأجنحة Coleoptera

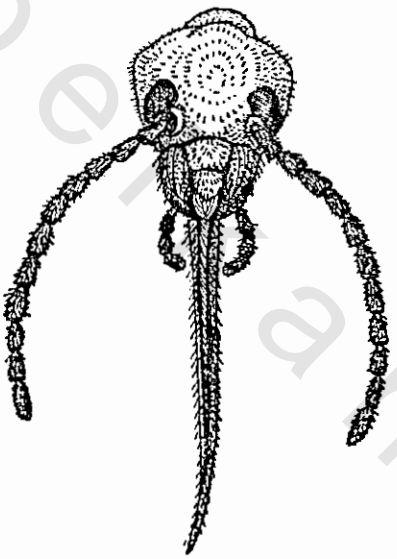
ليست غمديات الأجنحة بنفس مستوى حرشفيات وثنائيات الأجنحة كملقحات للأزهار. ولكن يوجد أشكال عديدة زائرات للأزهار وقد يكون لها أهمية أحياناً. قليل من الأنواع النباتية تلقح فقط أو أساساً بالخنافس- على سبيل المثال. أزهار magnolia و California poppy والورد البلدى تلقح عموماً بالخنافس (شكل ٣٢).

(شكل ٣٢): أحد الخنافس وهى تحصل على الغذاء من زهرة الشاى.

والأزهار الخادعة deceit flowers تجذب الخنافس وبالمثل الذباب – وتوجد نحو ١٦ عائلة تشاهد بعض أنواعها كثيراً على الأزهار وأكثر العائلات إرتباطاً بالأزهار هى عائلة Cantharidae وMeloidae وCleridae وBuprestidae وCerambycidae.

عدد كبير من غمديات الأجنحة التى تزور الأزهار ذات أجزاء فم عادية تجمع حبوب اللقاح بواسطة فكوكها للتغذية عليها كما تلعق الرحيق بواسطة أجزاء الفم وتلتصق بعض حبوب اللقاح بالشعيرات الموجودة على الجسم فتساهم فى التلقيح الخلطى بين الأزهار.

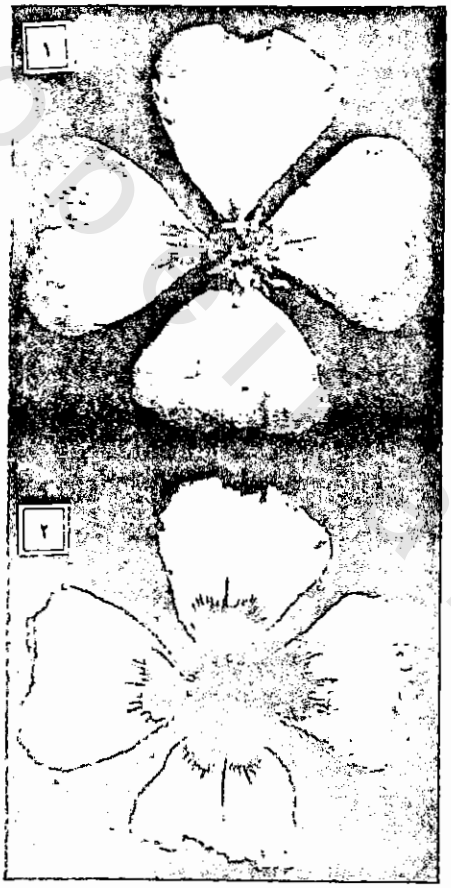
وفى أمريكا الإستوائية هناك جنس من الخنافس *Nemognatha* تابع لعائلة الخنافس الزيتية (Meloidae) ذات أجزاء فم مؤهلة لإمتصاص الرحيق من الأزهار ذات الكورولا العميقة حيث تمتد الفكوك السفلى للأمام لتكون إنبوب (شكل ٣٣) ترتبط مكوناته بالشعرات الملحقة بالفكوك السفلى ولكن لا يمكن أن تثنى الحشرة هذه الأنبوب كما فى الخرطوم الذى تتصف به أجزاء فم الفراشات.



(شكل ٣٣): أجزاء فم خنفساء تابعة للجنس *Nemognatha* مؤهلة لإمتصاص الرحيق.

كثير من الخنافس التى تزور الأزهار تسبب لها أضراراً مثل جعال الورد التابعة للجنس *Cetonia* التى تلتهم كل المحتويات الزهرية، ولكن هناك جعال أخرى هامة فى تلقيح الأزهار مثل الجعال (Scarabaeidae) المسئولة عن تلقيح زهرة السوسن الضخمة فى الأمازون لنبات *Victoria regia*. تتفتح هذه الأزهار فى المساء وتنجذب إليها الجعال بشدة لرائحتها القوية. وتظل الأزهار مغلقة حتى مساء اليوم التالى. وأثناء بقاء الجعال فى الحبس تتغذى الخنافس على الأجزاء الداخلية لزهرة السوسن ولكنها تلقح الأجزاء الأنثوية المدفونة فى قاع الزهرة بعيداً عن أذى الحشرة. وعند تفتح الأزهار تغادر الحشرات الأزهار حاملة معها حبوب اللقاح لتلقيح أزهار أخرى متفتحة.

أخيراً ــ من المهم الإشـــارة إلى أنه يبدو أن الألـــوان الفـــوق بنفســـجية ultraviolet colors صفة هامة للنباتات التـــى تلقـــح بالحشرات. لقد إكتشـــف علمـــاء بيولوجى التلقيح وجود عالم خفـى من الألوان الفوق بنفسجية غـــير مرئى للإنســـان وثبـت أهميتـه للحشرات التى تـــزور النباتـــات فعند تصوير أزهار بسيطة بفيلـــم حساس لضـــوء الأشـــعة الفـــوق بنفســـجية ظـــهرت كثـير مـــن الأزهار بألوان جذابة أو أنمـــاط مختلفة ربما أكثر جذبـــاً للنحـــل. مثـــل هـــذه الأنمـــاط النباتيـــة المتخصصة والتى يطلق عليـــها بهاديات الرحيق nectar guides (شكل ٣٤). يبـــدو أن الحشـــرات تستخدمها فى الوصول إلى مصدر غنى بالرحيق فى أزهار معينة.



(شكل ٣٤): (١) صورة لزهرة تم إلتقاطـــها بكامـــيرا عادية كما نراها نحن. (٢) صـــورة نفـــس الزهـــرة تم التقاطها بكاميرا حساسة للضوء الفوق بنفسجى والـــتى قد تراها الحشرة بهذا الشكل.

ومن صفات النبات المنتج للعسل:

١ – مفرز للرحيق.

٢ – التركيب الزهرى مناسب لجمع الرحيق بواسطة النحل.

٣ – إحتواء الرحيق على سكر كاف لجذب الحشرات.

٤ – النوع النباتى وفير فى العدد وفى الرحيق.

إن المعلومات عن الأنواع النباتية المنتجة للرحيق وحبوب اللقاح فى المنطقة موضع الإهتمام ووقت وطول فترة التزهير والأهمية النسبية لكل نوع فيما يخص حبوب اللقاح والعسل أثناء التغيرات الفصلية ذات أهمية فى إدارة الحشرات المحبة للأزهار من أجل التلقيح أو للنحل من أجل التلقيح والعسل.

obeikandl.com