الباب الثالث: الملقحات الحشرية الأخرى

Other insect pollinators

لقد سبق القول أن النحل والذى يتبع غشائيات الأجنحة أكثر الملقحات العامة أهمية رغم أن هناك مجاميع أخرى تزور الأزهار وتجمع حبوب اللقاح والرحيق. وبصفة عامة ــ الملقحات خلاف النحل ــ يغيب فيها الشعر الكافى على الجسم كما ينقصها أنماط سلوكية ضرورية هامة فى تلقيح النبات. ومع ذلك بعض مجاميع قد تكون هامة أو ضرورية جداً كملقحات لأنواع نباتية معينة. ورتب حرشفيات وثنائيات وغمديات الأجنحة تحتوى عديد من الملقحات القيمة.

أولاً: غشائيات أجنحة أخرى Other Hymenoptera:

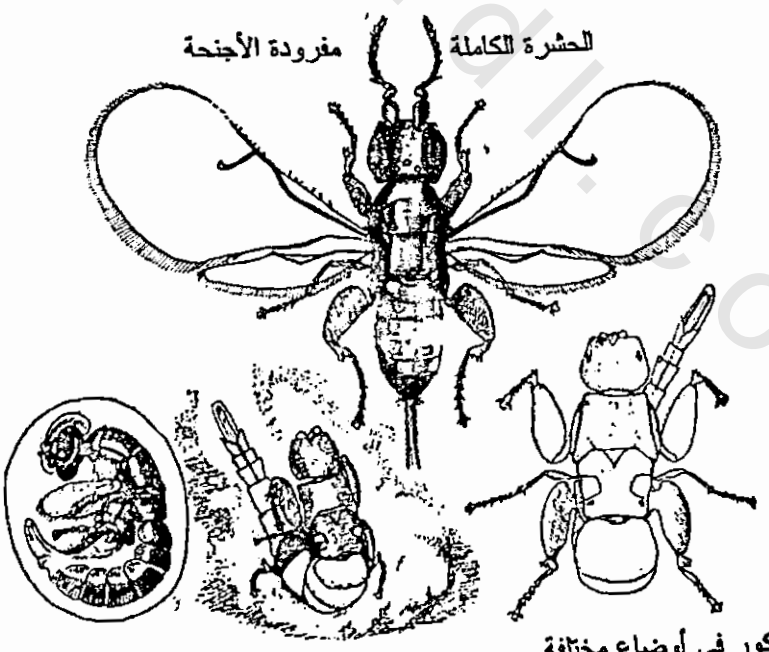
غشائيات الأجنحة الأخرى خلاف النحل أقل إرتباطاً بالأزهار ولكن يتغذى كثير من الدبابير الأخرى والنمل على المنتجات الزهرية أثناء جزء من حياتهم. وهناك دبابير تتغذى على الحشرات أو لحوم أخرى كمصدر للبروتين ولكن عادة ما تزور الأزهار لأجل الرحيق. ومعظم الدبابير ذات أجسام ناعمة ولذا فهى أقل كفاءة كجامعات لحبوب اللقاح من وجهة النظر التركيبية مقارنة بالنحل الغزير الشعر. ولا تعتمد ــ عموماً ــ هذه الدبابير على المنتجات النباتية فى حياتها. وهناك إستثناء وهو مجموعة دبابير غير عادية تابعة لتحت عائلة Masarinae معظمها يشبه النحل وتزود أعشاشها أساساً بحبوب اللقاح والرحيق. ومع ذلك ــ وعلى خلاف النحل ــ هذه الدبابير ليست غزيرة الشعر وليس لها تراكيب لجمع حبوب اللقاح على الجسم. وبدلاً عن ذلك تحمل الأنثى خليط حبوب اللقاح والرحيق فى حوصلتها وتتقيئه فى العش وكثير من الـ masarines يجمع غذائه من نوع نباتى واحد فقط أو من أجناس نباتية قليلة قريبة الصلة. وكثير من الأنواع ذات أجزاء فم متخصصة تستطيع بواسطتها إستخلاص الرحيق من النباتات. ومعظم أفراد المجموعة ليست حشرات شائعة وبصرف النظر عن هذه الحشرات أو الدبابير الأخرى تمثل كثير من الحشرات زائرات تتردد على الأزهار بغرض جمع الرحيق وبدون شك يتسبب عنها قدر من تلقيح النباتات البرية والإقتصادية. وفيما يلى أمثلة من غشائيات أجنحة وثيقة الصلة بالأزهار وتلقيحها.

١- دبابير التين Fig wasps:

ينتمى التين إلى جنس كبير معظمه إستوائى هو الـ *Ficus* عائلـه Moraceae يحوى ٩٠٠ نوع. أنواع التين إما ثنائية المسكن dioecious (حيث تحوى نباتـات ثمار مذكرة male syconia ونباتات أخرى منفصلة تحوى ثمـار مؤنثـة female syconia) أو أحادية المسكن monoecious (توجد كل من الأزهار المؤنثة والمذكـرة فى نفس الثمرة syconium). لكل نوع من التين (فيما عدا الذى يلقح ذاتياً والقـابل للأكل) ذات إرتباط تكافلى شديد ومعقد وعادة مع نوع واحد من الملقحات الحشرية. وجميع تلك الملقحات دبابير تنتمى إلى غشائية الأجنحة عائلة Aganoidale والتـى تحوى أنواع عدة فى أجناس كثيرة.

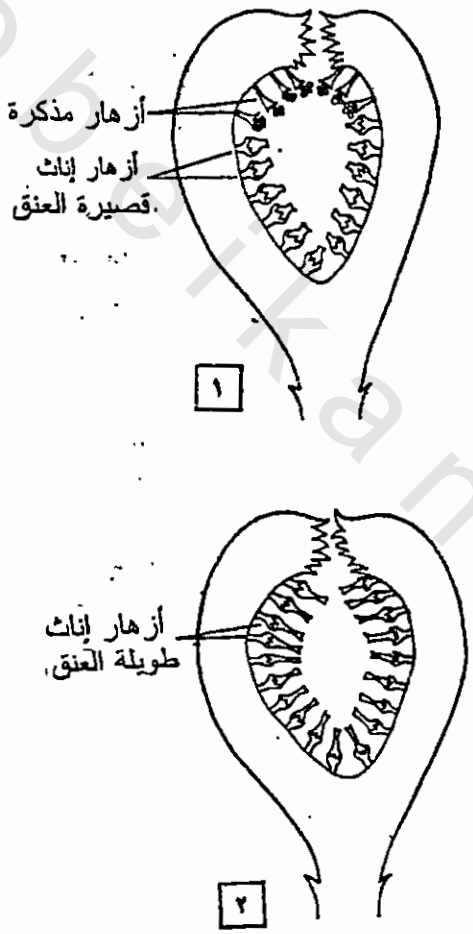
أ- أنواع تين ثنائية المسكن:

لقد تبين الإرتباط التكافلى الشديد بين نباتات الجنس Ficus وملقحـات الأزهـار لدبابير من كالسيدويد تابعة لجنس *Blastophga* (شكل ٣٤) عند محاولة إدخال صنف



(شكل ٣٤): دبور التين المستول من عطاء نكهة ونوعة ممتازة لثمار التين

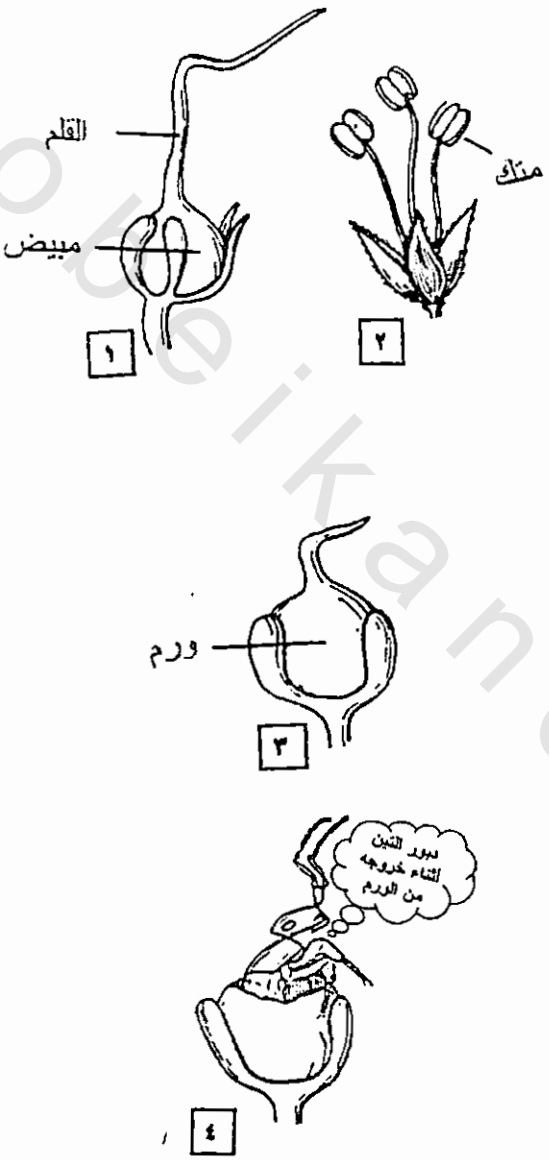
التين Smyrna إلى الولايات المتحدة (شكل ٢٨) فلقد لوحظ فى سنوات قبل ١٩٠٠ أن نوعية ونكهة التين المزروع فى أمريكا أقل كثيراً من مثيله الموجود فى آسيا الصغرى. وأوضحت الدراسة حقيقة أن ذلك يرجع إلى تلقيح الأزهار بواسطة دبور البلاستوفاجا *Blastophaga psenes* فأشجار صنف التين Smyrna إناث ولا تنتج الأزهار حبوب لقاح(شكل ٣٥). وزهرة التين عبارة عن عديد من الزهيرات الدقيقة الغير تامة متراصة (سيطلق عليها أزهار للتبسيط) داخل وعاء كمثرى الشكل ذات فتحة ضيقة Ostiole عادة ما تكون مغلقة بحراشيف لدنة. وهذه الفتحة توجد فى النهاية الحرة للثمرة وهى تمثل فتحة الدخول للأزهار. وإذا لم تلقح الأزهار لن تتكون البذور وكذلك اللحم القريب من القرص الزهرى الذى يحمل الأزهار كما لن تتكون حلاوة التين ولا النكهة الجوزية الطعم التى تتميز بها الثمار الممتازة.



(شكل ٣٥): (١) قطاع فى وسط ثمرة التين البرى caprifig توضح الأزهار المذكرة بالقرب من فتحة الثمرة أسفلها الأزهار المؤنثة القصيرة العنق حيث تنمو الحشرات مكونة أورام (٢) قطاع فى ثمرة التين التجارى الذى يحوى فقط أزهار طويلة العنق.

وصنف التيـــن المنتـــج لحبوب اللقاح *Ficus carica* والذى يعرف بإسم الكـــابرى فج caprifig يعطى ثمـــارا غير قابلة للأكل ويتم التلقيـح بواســطة أنثـــى دبـــور التين.تضع إناث هذه الحشرة بيضها فـــى أزهـــار التيـــن البرى (الكابرى فج) وتنمـــو يرقاتها فى ثآليل صغيرة عند قواعـــــد الأزهـــــار (شكـــــل٣٦). والذكـــور المتكونـــة عميـــاء عديمـــة الأجنحة ولا تغادر بتاتا نبات التين البرى الذى نمت فيـــه ولكنها تزحف تجاه الإنـــاث لتقرض الثآليل التى توجد بها وتلقح الإناث خلال فتحـــات تحدثـــها وتنطلـــق الإنـــاث بعد التزاوج.

Flowers of *Ficus carica*



شكل (٣٦) أزهار التين البرى. (١) زهرة أنثى (٢) زهرة ذكر (٣) زهرة أنثى ذات ورم (٤) الدبور *Blastophaga psenes* وهو يهرب من الورم.

obeikandi.com

وتكون فى هذا الوقت محملة بحبـــوب اللقاح من أسدية أزهار التين الـــبرى وتأخذ طريقها إلى الخارج خلال فتحة الـ ostiole وتطير بين أشجار التين باحثـــة عن مكان مناسب لوضع البيض وتدخل فى الـ smyrna fig وبالمثل فى التين البرى ويقال أنها لا تضع بيض فى التين الأول وذلك لبعد مواقع مبـــايض الأزهـــار فـــلا تستطيع آلة وضع البيض من الوصول إلى المبايض إلا أنها تمشى فـــوق الأزهـــار الصغيرة ناثرة لحبوب لقاح أزهار التين البرى التى تربت فيها تلك.الإنـــــاث فيتـــم التلقيح وتتكون ثمار حلوة المذاق.

يوجد فى التين البرى ثلاثة أنماط من الأوعية receptacles (أقراص زهريـــة) كل منها مرتبط بالدورة التكاثرية للملقح الحشرى والذى يمكن أن ينمو فقـــط فـــى أزهار التين البرى. يتكون النمط الأول فى الشتاء وهو يحتوى علـــى كثـــير مـــن الأزهار المحايدة neuter flowers (إناث محورة) حيث تدخل إنـــاث الدبـــور إلـــى الأزهار المتعادلة وتضع بيض وتموت. وتنمو اليرقات فى مبايض الأزهار وتكمـــل نموها إلى حشرات كاملة فى الربيع. تخرج الذكور أولاً وتلقح الإناث دون أن تغادر الأزهار أبداً وتموت. وتخرج الإناث بعد وقت قصير من التلقيـــح وتـــترك الثمـــرة حاملة معها حبوب اللقاح من الأزهار الذكور الموجودة عند المدخـــل (شـــكل ٣٥). جزء من عشيرة الحشرة يتجه إلى تين الـ smyrna وجزء آخر يتجه إلـــى التيـــن البرى الذى يحوى نمط آخر من الـ receptacles يحتوى إما خليط مـــن الأزهـــار المتعادلة والأزهار الإناث أو أزهار إناث فقط. تدخل الدبابير وتضع بيض على كـــل من نمطى الأزهار ولكن ينمو فقط البيض المتواجد فى الأزهار المتعادلة. وتـــؤدى أنشطة وضع البيض أيضاً إلى تلقيح عرضى للأزهار الإناث وهذه تكون بذور تخـــرج الإناث الملقحة فى الخريف لتذهب إلى النمط الثالث للـــ receptacles حيـــث تنمـــو اليرقات بنجاح فى هذه الأزهار وتخرج فى الشتاء وتستمر دورة الدبور على التين البرى.

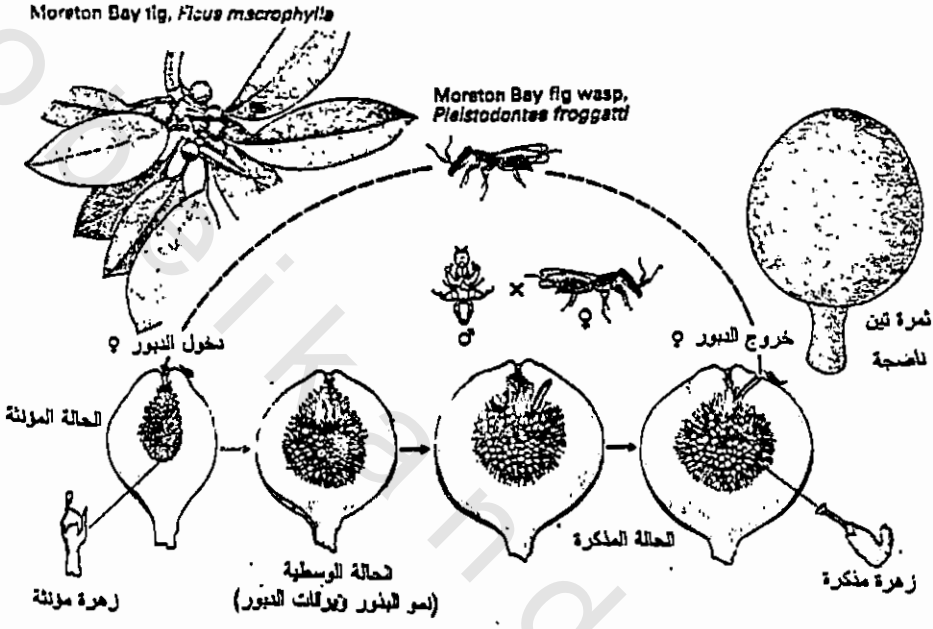
بعد معرفة هذه العلاقة بذلت عدة مجهودات لإحضار بعض من تلك الدبابير من الجزائر إلى كاليفورنيا وقابل هذه المجهودات كثير من الفشل إلى أن تمكن العلمـــاء من توطين هذه الحشرة. وأصبحت نوعية ونكهة التين المنتج فى أمريكا مساو للتيـــن

المنتج فى آسيا الصغرى، وأصبح من المهم زراعة التين البرى جنباً إلى جنب مع smyrna fig حتى يمكن الحفاظ على الوجود الدائم لهذه الحشرة حيث أنها لا يمكن أن تتكاثر فى التين القابل للأكل. وتزال ثمار التين المحتوية على دبابير التين الكاملة من أشجار التين البرى وتربط بالخيط لكى تعلق بين أفرع أشجار التين الذى يؤكل المؤهل للتلقيح. من مشاكل دبابير التين أنها عملت على نقل ونشر أحد أمراض العفن من التين البرى إلى تين الـ 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 ملقحها من الدبابير. على سبيل المثال الحراشيف اللدنة الموجودة عند مدخل الوعاء الزهرى receptacles لا يشجع دخول المفترسات والطفيليات وبذا ترتفع عشائر الدبابير. كما يحمل النبات البرى أزهار خاصة (المتعادلات) التى تنمو فيها اليرقات النامية. وتكرس هذه الأوعية الزهرية تماماً لهذا الإستخدام فى الشتاء. ومن الناحية الوراثية يرتبط بكل نوع من التين كما سبق القول نوع واحد من الدبابير.

ب- أنواع تين أحادية المسكن:

نطرق مرة ثانية لمثال آخر غشائى الأجنحة خلاف النحل هام جداً فى تلقيح الأزهار ومرة أخرى مع أحد أنواع التين ولكن هنا تين أحادى المسكن مثل *F.macrophylla* تنتج شجرة التين هذه محصول ضخم من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠٠ ثمرة (syconia) وعادة مرتان فى السنة (شكل ٣٧). ولكن كل ثمرة تتطلب على الأقل نشاط دبور واحد حتى يمكنها أن تنتج بذور. تدخل أنثى الدبور *Pleistodontes froggatti* ثمرة التين الحاملة لحبوب اللقاح Fig syconium فى أولى مراحل نموها (المرحلة الأنثوية) خلال فتحة الـ ostiole وتلقح الإناث الأزهار التى تبطن الفراغ الشبه كروى الداخلى وتضع البيض فى بعض الأزهار (دائماً أزهار ذات أقلام قصيرة short-styled) وتموت.



(شكل ٣٧٠) دورة حياة دبور التين *Pleistodontes froggatti*
التى تتوافق ومراحل نمو ثمرة التين *Ficus macrophylla*

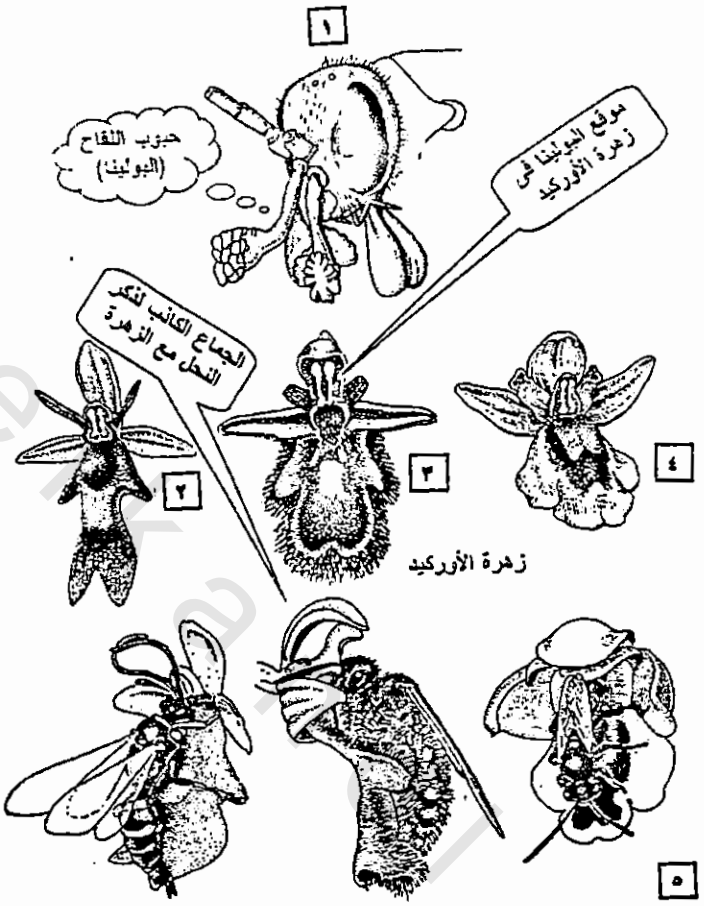
وتنمو كل برقة داخل مبيض زهرة فيتكون ورم زهرى gall flower. والأزهار الإناث الأخرى (عادة أزهار طويلة الأقلام long-styled) تهرب من وضع البيض ولكن بعد التلقيح تكون بذور وهنا تكون الثمار فى المرحلة الوسطية.بعد نحو شهر من وضع البيض تخرج الذكور العديمة الأجنحة من بذورها وتتزاوج مع الدبابير الإناث التى مازالت فى مبايض التين. بعد وقت قصير من خروج الدبابير الإناث

تجمع حبوب اللقاح من عدد آخر وافر من الأزهار الموجودة داخل الثمرة syconium (التى تصبح فى ذلك الوقت فى المرحلة الذكرية male phase) وتخرج الإناث المحملة بحبوب اللقاح وتغادر الثمار الناضجة لتبحث عن شجرة تين من نفس النوع تحوى ثمار فى بدء النمو ومناسبة لوضع البيض مع ملاحظة أن نمو ثمار التين على الشجرة الواحدة وتحولها من مرحلة إلى أخرى ذات توافق شديد مع نمو الدبابير. كما تنتج أشجار التين مواد جاذبة طيارة خاصة بنوع التين تسمح للدبور للإهتداء الصحيح لشجرة تين أخرى.

لقد سبق القول بأن لكل نوع من أنواع التين نوع خاص من الدبابير هام فى تلقيح الأزهار فالمستقبلات الحسية لنوع الدبور الخاص تستجيب فقط للكيماويات الطيارة لعائلها النباتى الخاص. كما أن حجم وشكل القشور الحارسة لفتحة الثمرة fig ostiole تسمح فقط لدبور التين ذات الحجم والشكل الصحيح وبالطبع لا تسمح لأعداء الحشرة بالدخول. إن هذا الإرتباط الوثيق يهدم نظرية التطور من وجهة نظر المؤلف فبدون الحشرة لا تتكون البذور وبدون النبات تموت الحشرات ولا يعتقد أن النبات كان لديه فسحة من الوقت لكى يطور قشرة لدنة تسمح بدخول نوع دون غيره فهذا هو خلق الله، وسبحان الله الخالق العظيم خالق كل شئ بقدر.

٢- دبابير الأوركيد Orchid wasps:

لقد سبق عرض بعض أنواع الدبابير الفردية وعلاقتها بتلقيح الأزهار وفى حالة النحل الإجتماعى والفردى وفى جميع الحالات ينتج عن نشاط الإناث من جمع الرحيق وحبوب اللقاح تلقيح الأزهار التى تزورها وهنا سنتعرض إلى ميكانيكيات تلقيح الأوركيدات الحشرية insectorchids التابعة للجنس *Ophrys* والتى تظهر بعض من آيات الله فى خلقه يصعب على مدعى نظريات التطور وضع التفسيرات العلمية لها.

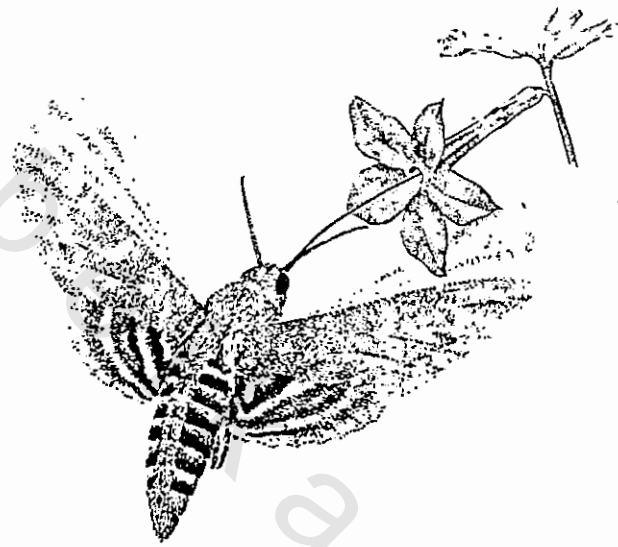


شكل (٣٨) (١) رأس ذكر الدبور *Gorytes capestris* تحمل بولينا لنوعان من الأوركيدات *Ophryis insectifera* (إلى الشمال) و *Listera ovata* (إلى اليمين). (٢) الأوركيد الذبابي (٣) مرآة الحب *(Ophrys speculum)*. (٤) أوركيد النحل الأصفر *(O.lutea)* (٥) الأوركيدات السابقة أثناء محاولة ذكور الحشرات تلقيحها إعتقاداً أنها تلقح إناثها. الدبور الفردى *Gorytes mystaceus* على الأوركيد الذبابي و *Composcolia ciliata* على مرآة الحب والنحل الانفرادى *Andrena maculipes* على أوركيد النحل الأصفر.

الأوركيدات الحشرية هى أزهار تشبه الحشرات فهناك الأوركيد الذبابى والأوركيد النحلى... وهكذا. ولقد سميت هذه الأزهار بالأوركيدات الحشرية أى التى تشبه الحشرات قبل التوصل إلى حقيقة الشبه وتأثير العطر المختلف الذى يطلقه كل نوع من الأزهار على أنواع معينة من الحشرات. لقد تأكد الآن أن مظهر ورائحة الزهرة الخاصة تعمل على خداع ذكور خاصة من الحشرات والتى تعتقد أنها إهتدت إلى إناث نفس نوعها لكى تحظى بالتزاوج معها. وعند محاولة الذكور أداء عملية التزاوج تلتصق حبوب اللقاح والمسماة بولينيا (شكل ٣٨) بهذه الذكور أثناء جماع الزهرة فيما يعرف بالجماع الكاذب pseudocopulation. هذا الجماع عالى التخصص. فذكور النوع الحشرى فى الطبيعة ينجذب إلى إناث نوعه عن طريق الفرمون الجنسى الخاص بإناث النوع. وزهرة الأوركيد التى تشبه نوع خاص من الحشرات تطلق فى نفس الوقت عطر يضاهى فرمون أنثى الحشرة فتجذب ذكورها. ويتضمن الجماع الكاذب تكيف إستثنائى غاية فى الغرابة يتضمن إستغلال زهرة الأوركيد للحشرة ولا يشكل ذلك أى نوع من التكافل symbiosis بالمعنى المعروف حيث لا تحصل الحشرة على أية منافع من الزهرة سوى ممارسة الجماع معها. من أمثلة ذلك زهرة الأوركيد المعروفة بإسم مرآة الحب mirror-of-venus *(Ophrys speculum)* الموجود فى غرب البحر المتوسط تهفو إليها ذكور دبور *Compososcolia ciliata* (Scoliidae). وأوركيد النحلة الصفراء *O.lutea* الذى يجذب النحل الإنفرادى *Andrena maculipes*. والعجيب أن هناك بعض أزهار الأوركيد الحشرية قد تجذب أكثر من نوع من الذكور ولكن للعجب نوعان متقاربان جداً من الحشرات حتى فى التركيب الكيماوى للفرمونات الجنسية لهم مثل الأوركيد الذبابى fly orchid الذى يلقح بنوعان من الدبابير ذات المعيشة الفردية solitary wasps تابعة للجنس *Gorytes* مثل النوع *G.mystaceus*. تلقيح الجماع الكاذب شائع بين دبابير إستراليا التابعة لمجموعة Thynnine (Tiphiidae).

ثانياً: حرشفيات الأجنحة Lepidoptera:

تتغذى معظم الحشرات الكاملة الحرشفية الأجنحة على الأزهار بإستخدام خرطوم (شكل ٣٩) طويل ورفيع له القدرة على الفرد والسحب مما يمكنها من الوصول إلى مصدر الغذاء (الرحيق) البعيد نسبياً عن الرأس. يختلف طول الخرطوم من ١ إلى ٢٥٠ ملم



(شكل ٣٩) الفراشة الصقرية وهى تحوم أمام الزهرة ذات الكلورولا الطويلة الأنبوبية مستعملة خرطومها الطويل للوصول إلى الرحيق.

الذى يلتف تحت الرأس عند عدم الإستعمال. أبى دقيقات تزور الأزهار المتفتحة أثناء النهار ويطلق على الأزهار التى تلقح بأبى دقيقات butterfly pollination المصطلح psychophily. بينما تزور الفراشات (Phalaenophily) moth pollination الأزهار التى تتفتح ليلاً أو تلك التى تظل منفتحة ليلاً. ونظراً لأن معظم الأبحاث تجرى على الأزهار أثناء النهار لذا فإن قيمة الفراشات كملقحات لم تكتمل بعد.

أهم مجاميع حرشفيات الأجنحة ذات العلاقة بالأزهار تشمل عائلات منها Papilionidae مثل أبى دقيقات أو Noctuidae مثل فراشات الديدان القارضة والفراشات البومية owlet moths و Geometridae مثل القياسات و Pyralidae مثل الفراشات الأنفية snout moths و Arctiidae مثل الفراشات النمرية و Sphingidae مثل الفراشات الصقرية hawk moths.

الأزهار التى تلقح بأبى دقيقات عادة ذات لون أحمر ساطع أو برتقالى ويمكن لبعض أبى دقيقات على الأقل أن ترى اللون الأحمر. للأزهار عادة توج ضيق وطويل ورحيق فى القاع سهل الوصول إليه بأجزاء الفم المتخصصة. ومعظم الأوجه الأخرى للأزهار التى تلقح بأبى دقيقات والفراشات النهارية متشابهة مع الأزهار التى يلقحها النحل حيث تهتدى هذه الحشرات إلى الأزهار بالإبصار والرائحة. وعلى العكس معظم أزهار الفراشات بيضاء وشذى عادة ينبعث عقب غروب الشمس وأزهار الفراشات التى ليست بيضاء تكون صفراء مثل زهرة الربيع الليلية evening primrose التى تعطى ألوان تميزها عن الخلفية السوداء التى حولها. إنطلاق الرحيق والعطر صباحاً لأبى دقيقات التى تنشط نهاراً أو انطلاق الرحيق والعطر مساءاً لأجل الفراشات التى تنشط ليلاً هل يمكن لمدعى نظرية التطور أن يضعوا تصوراً لكيفية نشوء هذه العلاقة؟

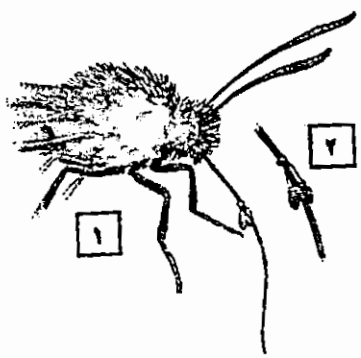
تعتبر الفراشات الصقرية (شكل ٣٩) أكثر الملقحات الحشرية الحرشفية الأجنحة إثارة وهى تشاهد فى المساء أو الليل تندفع بسرعة ورشاقة من زهرة إلى أخرى. ولا تهبط الفراشات عادة على الأزهار ولكن تحوم فى الهواء وأجزاء فمها ممتدة للأمام للبحث عن الرحيق لأن الأزهار غير مزودة عادة بأماكن للهبوط landing platforms وممرات معقدة كما فى الأزهار التى يزورها النحل. لذا فإن الفراشات لا تتغذى إلا على الرحيق فقط. ولكن تشير أبحاث جامعة كلورادو على أزهار *Oenothera* أن الفراشات تحصل على مواد غذائية أخرى خلاف المواد الكربوهيدراتية الطبيعية الموجودة فى الرحيق. حيث وجد أنه عندما تسقط حبوب اللقاح على قطرات الرحيق تنطلق منها أحماضاً أمينية تبتلعها الفراشات عند تغذيتها

على الرحيق. وهذا يوضح أن بعض الحشرات التى لا تتغذى على حبوب اللقاح قد يكون فى إستطاعتها الحصول على مواد غذائية إضافية عن هذا الطريق. وفيما يلى بعض الأمثلة التى فيها التلقيح بحرشفيات الأجنحة لاغنى عنه:

١- الأوركيدات Orchids:

مع بعض الفراشات تشاهد علاقات تكافلية mutalistic مع بعض النباتات. فالنبات يخصب بحبوب اللقاح الملائمة بينما تحصل الحشرات على الغذاء من الأزهار التى تجذبها. وهناك إرتباطات بين أطوال خراطيم الفراشات وعمق الأزهار مع عدد من الأوركيدات. على سبيل المثال أوركيد نجمة مدغشقر *Angraecum sesquipedale* ذات مهاميز زهرية floral spurs تتعدى عادة ٣٠سم فى الطول وتلقح بواسطة الفراشة العملاقة *Xanthopan morgani* (Sphingidae) *preadicta* يبلغ طول خرطومها ٢٥سم طول ويمكن أن تصل الفراشة للرحيق داخل المهاميز الزهرية وعند رفع رأسها فى الزهرة تلقح الأوركيد وبالطبع لا تستطيع حشرة أخرى أداء ذلك.

بالرغم أن الأوركيدات الإستوائية ذات أحجام وأشكال وألوان لا تصدق نجد بعض من أوركيدات المناطق المعتدلة الشمالية صغيرة وعلى علاقة وثيقة بالحشرات الملقحة (شكل ٤٠). ومن أمثلة ذلك الأوركيد الهرمى pyramidal orchid. حبوب لقاح الأزهار

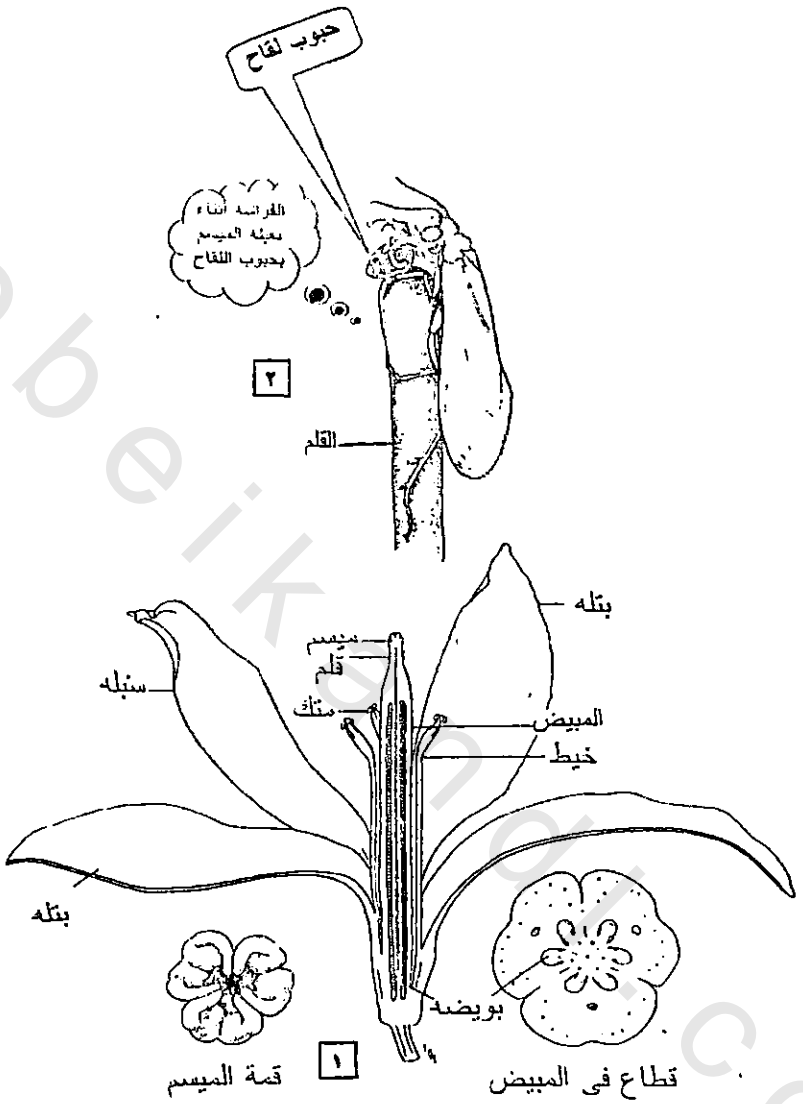


(شكل ٤٠) (١) رأس وصدر فراشة *Zygaena* موضحاً التصاق البولينا بخرطومها (٢) البولينا مكبرة.

فى أزواج مضربية الشكل club-shaped pollinia مقيدة بخيط لدن رفيع من قاعدتها فى قرص لاصق يسمى vicidium. ويحمى هذا القرص من الهواء بواسطة جيب غشائى يسمى bursicle. ويأخذ شكل القرص اللاصق شكل سرج الفرس وعند جسه بواسطة لسان الفراشة يلتف حول اللسان مثل البائة فتحمل حبتى اللقاح بعيداً على لسان الفراشة (كما فى Burnet moths). وقد يشاهد على لسان الفراشة زوج أو أكثر من حبوب اللقاح. وتعانى الفراشة بالتأكيد من عدم الراحة حيث لا تستطيع لف لسانها للراحة أو حتى إدخال اللسان كاملة فى زهرة أخرى لتتغذى دون أن تلتصق بميسم الزهرة الجديدة فيتم التلقيح.

٢- زهرة أليكا Yucca flower:

من أكثر الأمثلة إثارة فى التلقيح المتعمد من الحشرات لأزهار النباتات هى العلاقة الإجبارية الغير عادية بين فراشة بيضاء صغيرة هى فراشة أليكا *Tegeticula yuccasella* ونبات الخنجر الأسبانى أو أليكا. جميع نباتات أليكا أمريكية توجد على الجبال الشرقية وهى تلقح فقط بالفراشة السابقة وفى نفس الوقت الغذاء الوحيد ليرقات هذه الفراشة تجده فى مبيض زهرة هذا النبات الذى ينمو ويتسع إتساع غير طبيعى فى المكان المجاور لبيض الفراشة. ونظراً لأن زهرة أليكا الغير ملقحة تموت فوراً لذا فإن تلقيح أزهار النبات بواسطة هذه الفراشة ضرورى جداً لحياة اليرقات وحياة النبات. ويرجع عدم تلقيح نبات أليكا بواسطة الحشرات الزائرة الأخرى أن العضو الأنثوى زهرى الشكل vaselike style يتطلب أن توضع حبوب اللقاح بعناية فائقة ليتم الإخصاب. ولفراشة أليكا نمط سلوكى ينتج عنه تلقيح أزهار النبات وحياة صغار الفراشة. أجزاء فم الفراشة تحورت إلى مجسات منحنية curved tentacles تستخدم فقط لجمع حبوب اللقاح ولا تتغذى الفراشات على الإطلاق، لذا فحياتها قصيرة. عقب التزاوج تزور إناث الفراشات الليلية النشاط أزهار أليكا الكبيرة ذات اللون الأبيض الكريمى وتمكث الفراشة أثناء النهار داخل الزهرة وعند حلول الظلام تتسلق الفراشة (شكل ٤١) الأنثى الأعضاء الذكرية للزهرة (الأسدية) وتستخدم أجزاء الفم المنحنية لقشط حبوب اللقاح اللزجة من المتك.



(شكل ٤١) (١) زهرة اليكا (٢) فراشة اليكا نحو ١ سم طولاً
أثناء تغذية ميسم الزهرة بحبوب اللقاح

وتشكلها إلى كريات صغيرة. ثم تضع الفراشة هذه الكريات تحت رأسها بمساعدة أجزاء فمها وأرجلها الأمامية وتطير إلى زهرة أخرى. وتفحص الفراشة مبيض الزهرة الثانية وإذا وجدته مناسب تثقبه بمساعدة آلة وضع البيض وتضع

بيضة ثم تتسلق العضو الأنثوى الدورقى الشكل وتعبئ الإنخفاض الموجود فى الميسم بكريات حبوب اللقاح فيتم التلقيح (شكل ٤١). 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 بين أفراد نبات اليكا خلال عملية التلقيح الخلطى cross-pollination. ولن يتواجد هذا التنوع الوراثى 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. وفى الوقت الذى تبدأ فيه البويضات من تكوين البذور تفقس اليرقات من البيض وتبدأ فى التغذية على البذور النامية ولكن لا تستهلك كل البذور وينشأ عن ذلك نمو طبيعى لباقى بذور الزهرة وبأعداد أكثر مما تحتاجه يرقات الفراشة للغذاء. عند إكتمال نمو اليرقة تترك غلاف البذرة وتدخل فى التربة حيث تمضى الشتاء كعذراء. وتنضج البذور السليمة لزهرة أُليكا وتنتشر فى المنطقة. ويحدث خروج الحشرات الكاملة الناتجة عن الموسم الواحد من صغار الفراشة عبر ثلاث سنوات بعد التعذير لضمان حياة بعض من عشيرتها إذا حدث وفشلت نباتات أُليكا فى الأزهار والتى تحدث فى بعض السنوات. ويلاحظ فى هذا الإرتباط الإجبارى obligate association بين النبات والفراشة أن الأخيرة تضمن للنبات إنتاج البذور ويوفر النبات فى نفس الوقت الغذاء والمأوى ليرقات الحشرة. يلاحظ أن كلاً من الحشرة والنبات يعتمد إعتماداً كلياً على الآخر. واستبعاد أى من الحشرة أو النبات يعنى هلاك الآخر. وهذا مثال لتكاثر جنسى يحدث عن عمد خلال التلقيح الحشرى تُرى هل يعقل جمع الفراشة لحبوب لقاح لا تتعذى عليها أن ذلك له صلة بالتطور؟ وهل يعقل أخذ الفراشات لكريات حبوب اللقاح وتلقيح الزهرة عمداً بأن لذلك صلة بالتطور؟ وهل يعقل خروج الفراشات من عذاراها عبر ثلاث سنوات لضمان حياة صغارها وحياة النبات ذات صلة بالتطور والإرتقاء؟ إن العلاقة الدقيقة جداً بين النبات والحشرة لا تسمح بفاصل زمنى لأى تطور فوجود النبات بمفرده أو الحشرة بمفردها يعنى الموت أو الفناء للإثنين. ومن أوحى لهذه الحشرة أن تجمع الفراشة مادة التناسل من زهرة إلى أخرى دون أن تستعملها أو يستعملها صغارها غير الواحد الأحد الخالق. هو الله.

ثالثاً: ثنائيات الأجنحة Diptera:

يحدث تلقيح الذباب fly pollination والذى يطلق عليه myophily عندما يزور الذباب الأزهار للحصول على الرحيق بالرغم من أن بعض أنواع الذباب مثل ذباب السرفس Syrphidae (شكل ٤٢) يتغذى أساساً على حبوب اللقاح. تميل الأزهار التى يلقحها الذباب لأن تكون

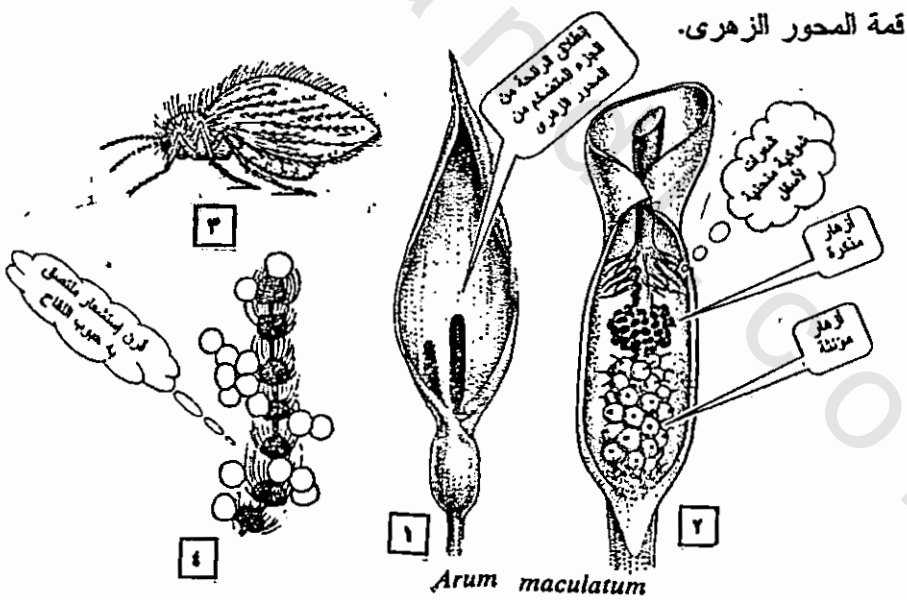
(شكل ٤٢) ذبابة السرفس *Rhingia campestris* ذات خرطوم صلب تتحسس به أجزاء الزهرة للوصول لمصدر الرحيق.

أقل جذباً من الأزهار التى تلقح بالحشرات الأخرى ولكن ذات رائحة قوية وعادة ما تكون كريهة. وعادة ما يستخدم الذباب كثير من المصادر المختلفة الغذائية لذا نشاطه التلقيحى غير منتظم ولا يعتمد عليه. ومع ذلك ــ الوفرة المطلقة للذباب ووجوده طوال العام يعنى أنه ملقحات هامة لكثير من النباتات. وكلاً من تحت رتبتى ثنائية الأجنحة تحوى أنواعاً محبة للأزهار anthophilous species. فى تحت رتبة Nematocera يشكل الباعوض والـ bibionids زائرات شائعة للأزهار. كما أن المفترسات (predatory midges) خاصة الأنواع التابعة للجنس (Ceratopogonidae) *Forcipomyia* تعتبر ملقحات أساسية لأزهار الكاكاو. وتوجد الملقحات الأكثر عدداً فى تحت رتبة Brachycera التى يعرف فيها ٣٠ عائلة على الأقل تحوى أنواعاً محبة للأزهار. تشمل ملقحات الذباب المعروفة جيداً عائلات Bombyliidae, Syrphidae, Psychodidae , Tephritidae, Tachinidae, Calliphoridae, Chironomidae.

١- عائلة Psychodidae:

تحوى العائلة الذباب الفراشى moth flies وذباب الرمل sand flies. أفراد العائلة صغيرة إلى دقيقة جداً عادة ذات شعر غزير تشبه الفراشات. تتواجد الحشرات الكاملة فى المياه أو المناطق المظللة الرطبة. تتواجد اليرقات فى المادة النباتية المتحللة والطحالب والطين. معظم أفراد العائلة غير ضار بالإنسان ما عدا ذباب الرمل. يهمنا هنا الذباب الذى يشبه الفراشات.

من الطرق المثيرة فى تلقيح الذباب للأزهار ما يشاهد فى علاقته بأحد نباتات السوسن البرية *(Arum maculatum)* والذى يطلق عليه بنبات الـ cuckoo (شكل ٤٣). يتكون الجزء الزهرى للنبات من محور طولى يطلق عليه spadix يقع على الجزء السفلى منه الأزهار الإناث ثم لأعلى طبقة من الشعيرات الشوكية المنحنية لأسفل يعلو ذلك طبقة من الأزهار المذكرة ثم أخيراً عائق ثان أكثر كثافة من الشعيرات الشوكية المنحنية لأسفل أيضاً ثم أخيراً جزء متضخم إرجوانى اللون يمثل قمة المحور الزهرى.



(شكل ٤٣): (١)الجزء الزهرى فى نبات السوسن البرى

(٢) جزء من المحور الزهرى تم تعريته لبيان الأزهار الداخلية

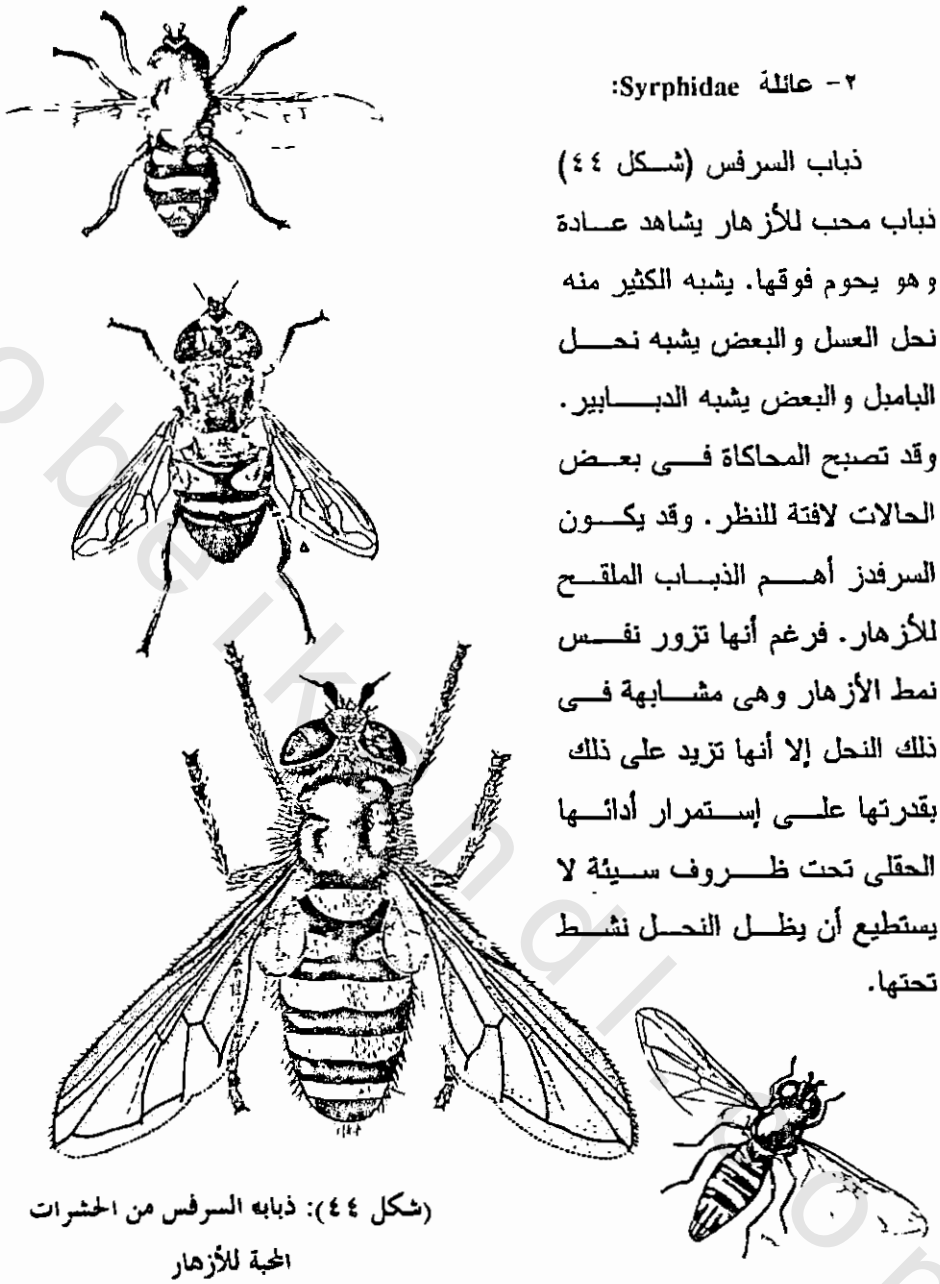
(٣) الذبابة الملقحة للأزهار (٤) قرن استشعار الحشرة ممتلئ بحبوب اللقاح.

يلتف حول الأزهار زائدة نباتية ورقية الشكل تغلف الأزهار داخل غرفة اسطوانية مغلقة مفتوحة من أعلى لتظهر الجزء المتلقح من المحور الزهرى معوى جزئياً من أحد الجوانب. عند تكشف الجزء المتضخم من المحور الزهرى كما فى الوصف السابق تكون الأزهار الإناث ناضجة بينما الأزهار الذكور تحتاج يوماً آخر ليتم نموها وتكشف عن حبوب لقاحها. وهذا هام لتقليل التلقيح الذاتى الذى يضعف النبات. ينبعث من الجزء المتضخم من المحور الزهرى كما فى الوصف السابق تكون الأزهار الإناث ناضجة بينما الأزهار الذكور تحتاج يوماً آخر ليتم نموها وتكشف عن حبوب لقاحها. وهذا هام لتقليل التلقيح الذاتى الذى يضعف النبات. ينبعث من الجزء المتضخم فى المحور الزهرى فى هذا الوقت رائحة عفنة تجذب الحشرات التى تتربى فى المواد العفنة مثل بعض أنواع الخنافس وحشرات أخرى صغيرة خاصة أنواع من الذباب يشبه الفراشات يسمى بالـ Moth flies خاصة التابع للجنس Psychoda الذى ينزلق بسهولة إلى قاع حجرة الأزهار نتيجة رطوبة المحور الزهرى ونعومة سطحه وتظل الحشرات محبوسة فى حجرة الأزهار بالقرب من الأزهار الإناث حيث لا تستطيع تسلق جدار الحجرة الرطبة الناعمة بالإضافة إلى إعاقة الأشواك المنحنية لأسفل. وتبقى الحشرات بالقرب من الأزهار الإناث تتغذى على سائل حلو ينطلق من مياسم الأزهار فيتم التلقيح بما تحمله الحشرات من حبوب لقاح جلبتها من أزهار أخرى. فى صباح اليوم التالى تنضج الأزهار المذكرة وتنبل الزهرة وتجف جدران حجرة الأزهار وتتهدل الأشواك الشعرية فتبدأ الحشرات فى الخروج بسهولة، وفى أثناء صعودها لأعلى يتعلق بجسمها حبوب اللقاح المنطلقة من الأزهار المذكرة وتطير الحشرة باحثة عن زهرة أخرى متفتحة حديثاً لتحبس مرة ثانية لضمان التلقيح الخلطى فى النبات الثانى.

٢- عائلة Syrphidae:

ذباب السرفس (شكل ٤٤)

ذباب محب للأزهار يشاهد عادة وهو يحوم فوقها. يشبه الكثير منه نحل العسل والبعض يشبه نحل البامبل والبعض يشبه الدبابير. وقد تصبح المحاكاة في بعض الحالات لافتة للنظر. وقد يكون السرفدز أهم الذباب الملقح للأزهار. فرغم أنها تزور نفس نمط الأزهار وهي مشابهة في ذلك النحل إلا أنها تزيد على ذلك بقدرتها على إستمرار أدائها الحقلي تحت ظروف سيئة لا يستطيع أن يظل النحل نشط تحتها.



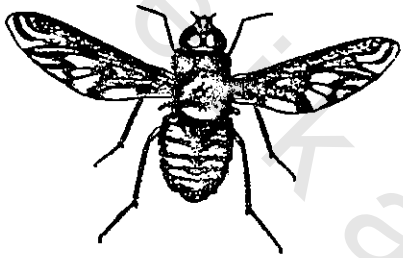
(شكل ٤٤): ذبابه السرفس من الحشرات المحبة للأزهار

والذباب مثل النحل أيضاً من ناحية تغذيته على حبوب اللقاح بالإضافة إلى الرحيق. لذا قد يشكل الذباب ملقحات هامة في المناطق التي تزهر فيها النباتات أثناء الطقس القاسي. تختلف يرقات السرفس كثيراً في عاداتها ولكن بعض أنواعها عيس في أعشاش النحل الإجتماعي.

٣- عائلة Bombyliidae:

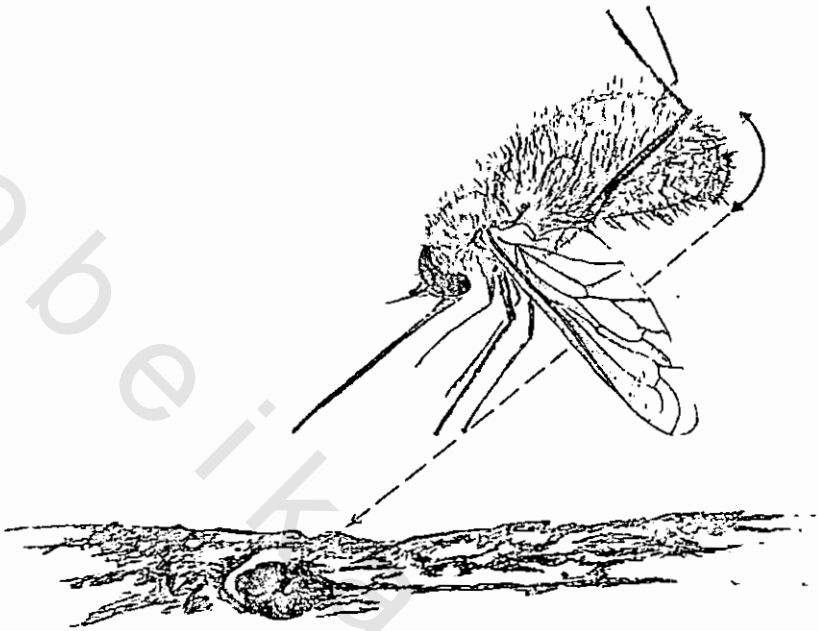
يطلق على أفراد العائلة بالذباب النحلى bee flies ويدل هذا الإسم الشائع ضمناً على أن هذا الذباب يشبه كثيراً النحل فى المظهر والسلوك (شكل ٤٥).

معظم أفراد العائلة كبير الحجم وذات جسم قوى ملئ بالشعر. الذباب حشرات شائعة فى المناطق الجافة ذات أجزاء فم طويلة ورفيعة slender probocis. تعتبر الحشرات ملقحات هامة ولكن يبدو أنها أقل نشاطاً تحت ظروف الطقس السيئة على خلاف السرفدز. جميع يرقات العائلة طفيليات. وطبقاً للمعلومات المتاحة ــ تهاجم اليرقات يرقات حرشفية وغمدية وغشائية الأجنحة وبيض نطاطات الحشائش (شكل ٤٦).



(شكل ٤٥) ذبابة نحلية
Poecilanthrax autumnalis

يوجد فى مصر الكثير من أنواع الذباب النحلى (شلبى ٦٨) من هذه الأنواع *Acanthogeron separatus* ومن الجنس *Amictus* سجل ثلاثة أنواع كما سجل سبعة أنواع من الجنس *Anastoechus* وسجل نوع واحد تابع للجنس *Barborus* وهو *B.niloticus* وسجل تسعة أنوع من الجنس *Bombylius* مثل *B.modestus* الذى وجده المؤلف فى صحراء مصر الغربية و *B.ater* وغيرها من الأنواع. كما سجل نوع واحد تابع للجنس *Conophorus* مثل *C.aegyptiaca* ووجد فى مصر أيضاً سبع أنواع تابعة للجنس *Cytherae* ونوعان تابعان للجنس *Dischistus* ونوع تابع للجنس *Efflatounia* ونوع فى كل من الأجناس *Empis* و *Empididеicus* وثلاثة أنواع من الجنس *Geron*



(شكل ٤٦): ذبابة من بومبلدز تحوم بثبات فوق مدخل نحل إنفرادى لكى تنقض بسرعة بإندفاعات بطنها لتضع البيض على يرقات النحل. رفع الرجل الخلفية صفه لهذا النحل. لاحظ أن الشعر الغزير على الجسم الذى يساعد على حمل حبوب اللقاح وتلقيح الأزهر.

ونوع فى كل من الأجنـــاس *Legnotomyia* و *Leichenum* و *Mariobezzia* و *Systoechus* والجنس *Toxophora* وثلاثة أنواع فى الجنـــس *Usia* وســجل المؤلــف نوعان جديدان إلى لستة أنواع الذباب النحلى فى مصر وهما subgenus *Exoprosopa* *Defilippia* near *minos* والنوع *Exhyalanthrax irroratus* وذلك فى المزارع الجافــة بصحراء مصر الغربية وذات صلة بأنواع النحل البرى المنتشر فـــى المنطقــة. ومــن المؤكد أن عشائر معظم الأنواع السابقة تأثرت كثيراً بفعل إستخدام المبيدات والإضــرار بأعشاش النحل البرى فى كل من البيئات الطبيعية والزراعية.

٤- عائلة Calliphoridae

(شكل ٤٧) أنثى ذبابة اللحم قد تضع أكثر من ٣٠٠ بيضة معاً على قطعة من اللحم

يطلق على أفراد العائلة عموماً بذباب اللحم blow flies والذباب فى حجم الذباب المنزلى أو أكبر قليلاً. كثيراً من الأنواع ذات لون أخضر أو أزرق معدنى. معظم الـ blow flies كانسات تتغذى على الرمم والمواد الإخراجية والمواد المشابهة وليس

للذباب تراكيب خاصة لجمع الرحيق وحبوب اللقاح. وبالرغم من ذلك إستخدمت أنواع مختلفة من أفراد العائلة ولسنوات فى تلقيح محاصيل بضل معينة خاصة عند إنتاج البذور. وذلك بسبب أنها تنجذب إلى الأزهار وينتج عن أنشطتها مستويات عالية من الإخصاب (شكل ٤٧).

٥- عائلات Tephritidae, Tachinidae, Chironomidae, Tabanidae:

ترى الحشرات الكاملة التابعة لهذه العائلات على الأزهار ولكن الدراسات المفصلة عن قيمتها كملقحات أزهار غائبة عموماً. ويفترض أنها تلعب دور مساعد فقط فى التلقيح.

تميل الأزهار التى يزورها ذباب العائلات Bombyliidae, Syrphidae فى أن تتشابه مع تلك الأزهار التى يزورها النحل طبيعياً. ولم يكن هذا غير متوقع حيث أن كلا مجموعتى الذباب تحتوى محاكاة سلوكية وبصرية وفى بعض الأحيان مورفولوجية لحشرات النحل. لذا يفترض علماء التطور أنها نشأت وتطورت من تلك الحشرات. ويعتقد المؤلف بأن تلك الحشرات التى تشبه النحل خلقت هكذا لتتقاسم الغذاء مع الحشرات التى تشبهها دون إزعاج إحداها. ومما يؤيد

ـك أن هناك مجموعة متنوعة من نحو ٣٠ عائلة من الذباب ليس لـــها تخصـــص معين فى التغذية على الأزهار. كما أن معظم ذباب اللحم يحصل على غذائـــه مـــن مصادر أخرى مثل الرمم والمواد الإخراجية والنزف النبـــاتى Plant sap والـــدم وعلى خلاف النحل وأبى دقيقات والذباب الدى يشبه النحل تنجذب مجموعة دبـــاب اللحم أساساً لرائحة الأزهار التى تزورها ويطلق على الأزهار التى تنجـــذب إليـــه بمجموعة أزهار الذباب fly flower. الأزهار عادة باهتة اللون وذات رائحة كريهـــة عادة تحاكى مواقع أو أماكن وضع بيض الذباب. فهناك أزهار ذات رائحة تقـــترب من رائحة اللحم المتحلل وتوجد أزهار ذات رائحة تشبه رائحة الـــبراز الإنســـانى وثالثة ذات رائحة مثل زيت السمك. مثل هذه الأزهار الخادعة deceit flowers لا تقدم قيمة حقيقية للذباب.

رابعاً: غمديات الأجنحة Coleoptera

أهميـــة غمديـــات الأجنحـــة كملقحات ليست على مستوى أهميـــة حرشفيات وثنائيات الأجنحة الملقحـــة للأزهار. ولكن توجد أشكال عديـــدة تزور الأزهار وقد يكون لها أحيانـــاً أهمية. وقليل من الأنواع النباتية تلقح فقط بالخنافس (شـــكل ٤٨) ويطلـــق على تلقيـــح الخنـــافس المصطلـــح Cantharophily ومـــن ذلك أزهـــار

(شكل ٤٨) خنفساء *Stigmodera* sp. عائلة Buprestidae أثناء تغديتها على زهرة الشاى *Leptospermum*

الـــ magnolia و California poppy والورد تلقـــح عمومـــاً بالخنـــافس والأزهـــار الخادعة تجذب الخنافس وبالمثل الذباب. عادة ما تكون الأزهار التى تلقحها الخنافس

Beetle-pollinated flowers بيضاء أو باهتة اللون ذات رائحة نفاذة وذات شكل طاسى أو طبقى منتظم (شكل ٤٨). تزور معظم الخنافس الأزهار من أجل الحصول على حبوب اللقاح رغم أن البعض قد يستخدم النسيج النباتى والرحيق السهل التناول وعادة ما تكون المبايض محمية من أجزاء الفم القارضة الملقحة لأزهارها. توجد نحو ١٦ عائلة بين عائلات الخنافس التى تحوى أنواعا محبة للأزهار athophilous والعائلات الأكثر شيوعا هى:

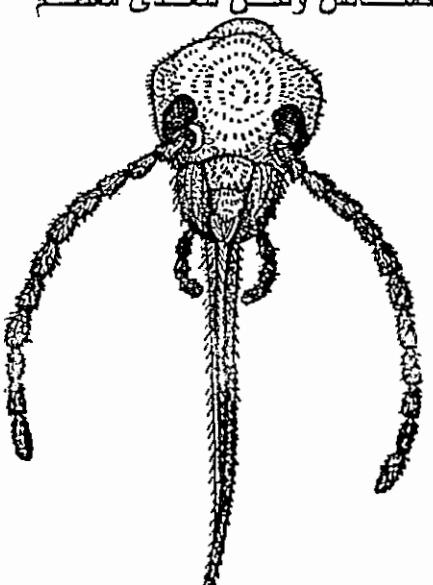
١- عائلة Cantharidae:

معظم انواع الـ soldier beetles مفترسات كيرقات والبعض أيضا كحشرات كاملة ولكن كثير من الحشرات الكاملة تتغذى أيضا على حبوب اللقاح لذا يتكرر زيارتها للأزهار.

٢- عائلة Meloidae:

يرقات بعض أنواع الخنافس الحراقة blister beetles طفيليات فى أعشاش النحل والبعض الآخر يتغذى على بيض نطاط الحشائش ولكن تتغذى معظم الحشرات الكاملة على الرحيق وحبوب اللقاح.

وبعض أفراد عائلة الخنافس الزيتية ذات أجزاء فم مؤهلة لامتصاص الرحيق من الأزهار (شكل ٤٩) ذات الكورولا (الكوؤوس القمعية) العميقة حيث تمتد الفكوك السفلى للأمام لتكون أنبوب طويل ترتبط مكوناته بالشعيرات الملحقة بالفكوك السفلى ولكن لا يمكن للحشرة أن تثنى هذه الأنبوب كما فى الخرطوم التى تتصف به أجزاء فم الفراشات.



(شكل ٤٩): أجزاء فم خنفساء تابعة للجنس *Nemognatha* مؤهلة لامتصاص الرحيق.

٣- عائلة Cleridae:

يرقات الأنواع التى حشراتها الكاملة تزور الأزهار مثل checkerred beetles أساساً طفيلية فى أعشاش النحل والدبابير وبينما بعض الحشرات الكاملة مفترسات إلا أن جميعها يتغذى على حبوب اللقاح.

٤- عائلة Buprestidae:

يرقات الثاقبات المبططة الرؤوس تأكل الخشب. والحشرات الكاملة المعدنية اللون متغذيات حبوب لقاح وتشاهد عادة على الأزهار.

٥- عائلة Cerambycidae:

أفراد العائلة مثل عائلة Buprestidae. فهذه الخنافس ذات القرون الطويلة ثاقبات أخشاب كيرقات ولكن تتغذى الحشرات الكاملة على حبوب اللقاح.

عموماً عدد من أنواع الـ angiosperms تلقح أساساً بالخنافس. وتجذب أزهار الخنافس ملقحاتها أساساً بالرائحة ودور الرؤيا غير فعال أو معدوم. ومن الشائع ما تكون الأزهار ذات رائحة حلوة أو رائحة التوابل أو الثمار. وكما هو الحال فى كثير من أنواع الذباب معظم الخنافس التى تلقح الأزهار متغذيات عامة أو غير مؤقلمة خصوصاً للتغذية الزهرية. وربما تحصل على معظم غذائها من مصادر أخرى مثل الفاكهة والأوراق والمواد البرازية والرمم.

وتتلف كثير من خنافس الأزهار التى تزورها. والبعض يلتهم المحتويات الزهرية كاملة. لذا بالرغم من إحتمال تلقيحها للأزهار إلا أن مساهمتها مع بعض أنواع الأزهار قد تكون قليلة. والأزهار ذات الصلة الوثيقة بالخنافس كملقحات ذات مبايض مدفونة جيداً تحت الغرفة الزهرية flower chamber حيث تكون فى مأمن من تغذية الخنافس.

ومن الأمثلة المثيرة فى علاقة الأزهار بالخنافس والتى توضح آية من آيات الخالق المبدع أحد أنواع الجعال التابعة لعائلة Scarabaeidae المرتبطة بتلقيح زهرة

الـ giant water lily فى الأمازون *(Victoria regina)* تتفتح هذه الزهرة فى المساء وتجذب خنافس الجعال فتهبط عليها وتبدأ التغذية. وسرعان ما تغلق الأزهار وتحبس الخنافس فيها حتى مساء اليوم التالى حيث تتفتح ثانية محررة هذه الخنافس. فى أثناء فترة الحبس تتغذى الخنافس على الأجزاء الداخلية للأزهار وينتج عن هذا النشاط تلقيح الأزهار وحتى تأمن الأزهار ضرر الحشرات توجد المبايض فى مكان آمن فى قاعدة الزهرة فتنجو الأجزاء التناسلية من شر ضيفها وتتجنب غدره.

خامساً: الحشرات الغير ملقحة التى تزور الأزهار

Flower-visiting non-pollinators

النمل بصفة عامة يعتبر من الحشرات المحبة للأزهار flower-loving (anthophilous) ولكن يندر أن يلقح النباتات التى يزورها. وهناك نظريتان ـ ربما تعملان معاً ـ وضعت لشرح ندرة تلقيح النباتات بالنمل. تتضمن الأولى أن النمل لا يطير وعادة صغير الحجم وأجسامه لامعة ورغم أنه يحصر نشاطه فى العمل على النبات الواحد وهذا هام فى التلقيح الخلطى إلا أن ذلك من غير المحتمل لأنه يتجنب ملامسة المتك والمتاع كما لا تلتصق حبوب اللقاح بأجسامه بسهولة. وتتضمن النظرية الثانية أن إفرازات الغدد البلورية metapleural glands التى تنتشر على جدار الجسم وتثبط نمو الفطريات والبكتريا يمكنها أيضاً أن تؤثر على حيوية حبوب اللقاح وإنباتها. كما أن لبعض النباتات ميكانيكيات لطرد النمل ولكن قليل من النباتات خاصة فى البيئات الحارة الجافة يلعب النمل دوراً هاماً فى تلقحيها.

سادساً: الملقحات الغير حشرية Non-insect pollinators

لكى نأخذ فكرة عامة على الملقحات بأنواعها المختلفة وجدت أنه من المهم أخذ فكرة شديدة الإيجاز على الحيوانات الأخرى التى تعمل على تلقيح الأزهار other animals as pollinators رغم بعدها عن موضوع المؤلف وهو الحشرات الملقحة للأزهار.

القواقع snails واليرقات slugs قد تقوم بتلقيح بعض النباتات. ولكن قليل من النباتات مؤقلم للتلقيح بتلك الافقريات التى تتذغى على المناطق الكثيرة العصارة فى النبات مثل الأزهار. مثل تلك النباتات عادة ما تكون كثيرة متقاربة جداً معاً. تنمو فى الماء أو الأماكن الرطبة. ولا تبرز المياسم والمتك بعيداً عن الكورولا. ومن أمثلة تلك النباتات .*Lemna* sp عائلة Lemnaceae ونبات *Philodendron pinnatifidum* عائلة Araceae ونبات *Rohdea japanica* التابع للعائلة الزنبقية Liliaceae.

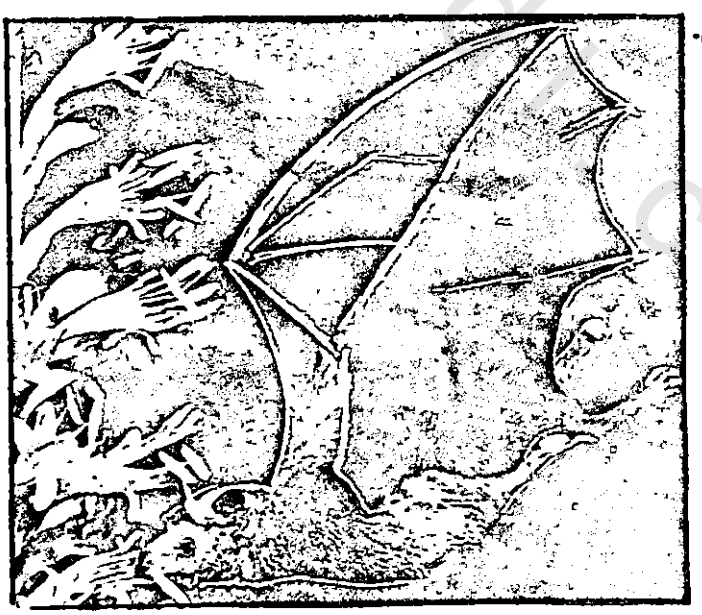
هناك بعض الطيور Birds, تزور بإنتظام الأزهار حيث تتغذى على الرحيق والأجزاء الزهرية أو الحشرات التى تزور الأزهار. وأثناء هذه الزيارة تعمل كثير من الطيور كملقحات للأزهار. وذكر أن هناك نحو ٢٠٠٠ نوع من الطيور تنتمى إلى نحو ٥٠ عائلة تقوم بزيارات منتظمة تقريباً للأزهار.

(شكل ٥٠) أحد أنواع الطيور الملقحة للأزهار

تلتى هذه الطيور زائرات متخصصة تعتمد على الأزهار فى معظم أو كل غذائها. فهناك عديد من الأزهار البرية تلقح بواسطة الطائر الطنان أو الذبابى hummingbirds وذكر أن الطائر الأبيض الأجنحة Zenaida asiatica mearnsii هام ومؤثر فى تلقيح نبات الـ Saguaro cactus (Carnegiaae gigantea) وهو نوع من الصبار تابع لعائلة Cactaceae وغيرها من نباتات العائلة. وكما لوحظ من قبل الأزهار ذات اللون الأحمر النقى لا تدركه معظم الحشرات ما لم تكن تعكس الأشعة الفوق بنفسجية تلقح عادة بواسطة الطيور. وللطيور قدرات بصرية حادة وترى من الألوان مشابهة للألوان التى يراها الإنسان وتهتدى إلى الأزهار بالرؤيا. ومعظم الأزهار التى تلقحها الطيور ذات ألوان يسود فيها اللون الأصفر والأحمر والأزهار

التى تزورها عادة ما تحوى رحيق غزير يجذب الطير لزيارتها. من ناحية أخرى، للطيور (شكل ٥٠) إحساس قليل بالشم عند مقارنتها بالحشرات التى تزور الأزهار لذا الأزهار التى تلقحها عادة عديمة الرائحة أو تقريباً كذلك.

وهناك أزهار تلقحها **الخفافيش** bat-pollinated flower توجد فى أفريقيا وجنوب أمريكا الاستوائية (شكل ٥١) ونظراً لأن الخفافيش ليلية لذا الأزهار التى تزورها باهتة وتفتح فقط أثناء الليل. ونظراً لتطور حاسة الشم فى الخفافيش لذا تهتدى هذه الحيوانات أساساً إلى الأزهار خلال حاسة الشم وتتميز الأزهار تبعاً لذلك بالرائحة القوية سبحان الخالق العظيم المبدع ولكى نلقى بظلال أكثر على هذه الآية وعظمة الخالق فى خلقه نجد أن لدى الخفافيش الشديدة الإرتباط بالأزهار أوجه رفعيه متطاولة ولسان ممتد فى قمته ما يشبه الفرشاه. لذا فإن الأسنان الأمامية لهذه الخفافيش قد تكون مختزلة أو غائبة تماماً ومثل هذه الخفافيش تطير من شجرة إلى أخرى عادة فى مجاميع تلعق الرحيق بفرشاة لسانها وتأكل حبوب اللقاح وبعض الأجزاء الزهرية الأخرى. والأزهار التى تلقح بالخفافيش تشمل أزهار شجرة dowa-dowa *(Parkia clappertoniane)* ونبات الصبار الأمريكى *Agava schottii* ونباتات أخرى.



(شكل ٥١): خفاش يتغذى على رحيق أزهار صبار أمريكى

والخفافيش *Leptanycteris nivalis* يتغذى على رحيق وحبوب لقاح نبات الـ saguaro وعدد من نباتات الصبار الأمريكى (شكل ٥١) وتشير حبوب اللقاح التى وجدت بمعدته أنه يتغذى على عديد من النباتات الاستوائية والصحراوية الأخرى المزهرة ليلاً والخفافيش التى تلقب بالثعالب الطائرة *Cynopterus* spp. تزور أيضاً أزهار استوائية معينة وربما تعمل على التلقيح الخلطى بينها.

ويبدو أن للمبيدات تأثير سيئ على الخفافيش. ففى عام ١٩٦٣ درس عشائر الخفافيش فى كهف بالقرب من Morenici فى أريزونا بأمريكا ووجد أنها تبلغ ٢٥ مليون فرد وفى عام ١٩٦٩ انخفضت تلك العشائر إلى ٣٠,٠٠٠ فرد. ووجد أن النوع تحت الدراسة ذات قدرة للسعى فى البحث عن مصدر الغذاء لمسافات توصله إلى المناطق المزروعة حيث تطبق المبيدات. بينما عشائر الأنواع التى ظل تعدادها عالى وجد أن مدى سعيها للغذاء قصير أى تقصر عملها بالقرب من مسكنها لذا لم تتعرض للمبيدات.

القردة Monkeys ثدييات أخرى بالإضافة إلى الخفافيش تضاف إلى قائمة العناصر الملقحة للأزهار. وبالرغم من عدم وجود مراجع عن القردة كعوامل ملحقة للأزهار إلا أنه ذكر أن النبات الاستوائى *Bomba copsis* التابع لعائلة Bomba caceae ينتج كميات ضخمة من الرحيق التى تبحث عنه القردة الصغيرة ويبدو أن تغذية القردة على هذا الرحيق ذات علاقة بتلقيح أزهار هذا النبات.

سابعاً: تلقيح الرياح Wind pollination

مرة أخرى وحتى تستكمل صورة جميع العناصر ذات الصلة بتلقيح الأزهار وجدت أنه من المفيد عرض موجز عن علاقة الرياح بتلقيح الأزهار. الرياح تشكل عنصر تلقيح هام للـ gymnosperms والأعشاب grasses وبعض النباتات الـ dicotyledonous (ذو الفلقتان). ويرجع التلقيح الناجح للرياح أساساً للصدفة ولكن تتزايد الفرصة بعدة صفات زهرية. حيث تنتج النباتات التى تلقح بالرياح عادة كميات كبيرة من حبوب اللقاح الخفيفة الجافة والمستديرة الناعمة عادة التى يسهل

نقلها بالهواء. كما أنه لبعض من تلك النباتات آليات لإطلاق الحبوب بقوة وسرعة إلى جانب أن لمعظم تلك النباتات أسدية معرضة للرياح. والنباتات التى تلقح بالرياح wind-pollinated plants (onemophilious) ذات مياسم ريشية تعمل على إلتقاط حبوب اللقاح التى تحملها الرياح. أزهار هذه النباتات صغيرة أحادية الجنس unisexual تحوى عديد من المتك anthers التى تنتج كميات كبيرة من حبوب اللقاح الكورولات صغيرة وغير مرئية والبتلات أحياناً غير موجودة وفى بعض الحالات تظهر الأزهار قبل الأوراق حتى تقل فرصة تداخل الأوراق مع حمل حبوب اللقاح الذى تحمله الرياح. ومن الشائع رؤية سحب صفراء لحبوب اللقاح تحملها الرياح فى الربيع والصيف آتية من أشجار الصنوبر ونباتات الذرة. ومن النباتات والأشجار الأخرى التى تلقح بالرياح القمح والشعير والشوفان والحشائش النجيلية وأشجار الجوز والبلوط وبعض أصناف الزيتون. ويذكر علماء التطور بأن تلقيح الرياح آلية متطورة جداً مع تراكيب نباتية معقدة متطورة تعمل على تأكيد ناجح لنقل حبوب اللقاح. والسؤال الذى يطرح نفسه الآن لعلماء التطور لماذا لم تتطور هذه النباتات مع الحشرات حتى لا تفقد كميات هائلة من حبوب اللقاح عند نقلها بالهواء؟ أليس ذلك يشير إلى أن المولى عندما خلق النباتات خلق مع كل منها العنصر أو العناصر التى تعمل على تلقيحها وإستمرار بقائها. فهناك نباتات ذات آليات خاصة تلقح بالحشرات وأخرى تلقح بالطيور وثالثة تلقح بالرياح. إن ذكر الرياح كلواقح (للسحب، للنباتات... الخ) فى القرآن الكريم يلغى تماماً فكرة تطور النباتات من تلقيح بالرياح إلى تلقيح بعناصر أخرى والتى ذكرت سابقاً فى بداية الكتاب.

بالرغم من أن كثير من الأعشاب gransses تلقح ذاتياً فإن أى تلقيح خلطى يحدث يتسبب عادة عن الريح أو الجاذبية الأرضية. وكثير من النباتات التى تسبب مضايقات للإنسان فى شكل حساسية الجهاز التنفسى تلقح أيضاً بالرياح. ومن أمثلها عديد من الحشائش وبعض الصنوبريات junipers ونبات رجل الأوزة pigweed ونباتات الرجيد ragweeds.

فوراً عقب تكشف حبوب اللقاح وقبل نقلها بالرياح جافة وبينما لا تزال رطبة قد تجمع بواسطة النحل وتستخدم كغذاء. وبعض من التلقيح الخلطى للنباتات التى تلقح بالرياح يمكن أن تحدث بهذه الطريقة أى عن طريق نشاط النحل عليها أثناء النهار وقرب نهاية اليوم تنتشر حبوب اللقاح أيضاً بالرياح والتأثير النسبى لعنصرى التلقيح لا يمكن فصلهم. والذرة مثال شائع سبق ذكره كنبات يلقح بالرياح فهو وحيد المسكن nonoecious. العنصر الأنثوى فيه وهو الكوز ear يكون بالقرب من مركز النبات. يحوى الكوز زهيرات مدقية أنثية pistillare flowers ذات مياسم (حرير) يبلغ طولها أكثر من ١٢ بوصة. وعقب سقوط اللقاح ترسل إنبوبة لقاح جرثومية pollen germ tube إلى أسفل داخل الحرير إلى النواه المؤنثة وعقب الإخصاب تتكون الحبوب على القولحة.

ذيل القط الشائع *Typha latifolia L.* التابع لعائلة Typhaceae يلقح بالرياح وهو ينتج كميات كبيرة من حبوب اللقاح التى يجمعها الهنود الأباتشى فى الجنوب الغربى لتستعمل فى الطقوس الدينية. ويجمعها بعض التجار لبيعها لمربى النحل لتغذية النحل.

ثامناً: التلقيح المائى Water pollination

يقوم الماء بنقل حبوب لقاح نباتات معينة. على سبيل المثال النبات *Vallisneria americana* عائلة hydro charitaceae. الأزهار التى تحمل الأسدية زورقية الشكل تنكسر عند الساق وتطفو حاملة مئك ممتدة من الجانب. الأزهار الإناث تنمو وتتفتح عند سطح الماء لتلتقى المياسم بمتك ا:' هار المذكرة فتنتقل حبوب اللقاح وينتج الإخصاب والتلقيح التحت مائى أقل شيوعاً. ويعتقد المؤلف أن الشكل الزورقى للأزهار المذكرة التى تطفو سابحة نحو الأزهار المؤنثة التى تنمو وتتفتح عند سطح الماء ليس له علاقة بالتطور والارتقاء ولكنها تظهر آية أخرى من آيات الله سبحانه وتعالى.

يساهم أيضاً سقوط الأمطار فى نقل حبوب اللقاح من المتك إلى المياسم المستعدة لإستقبال حبوب اللقاح كما فى أزهار عائلة Pipera caeae. عموماً عدد النباتات المائية التلقيح محدود.

تاسعاً: التلقيح الميكانيكى أو الصناعى "Mechanical "artificial pollination

لقد ذكر سابقاً أن الحيوانات الملقحة للأزهار pollinating animals بما فيها الحشرات تنقل حبوب اللقاح مصادفة عند ذهابها للسعى من أجل الغذاء. والإنسان أصبح أيضاً عنصر ملقح ذات أهمية كبيرة ولكنه فى هذه الحالة يعمل ذلك عند عمد فى نقل حبوب اللقاح من نبات لآخر. ففى عمل الإنسان فى مجال تربية النباتات يعمد الإنسان على تطبيق حبوب اللقاح من مصدر خاص معروف لمياسم نبات خاص للوصول إلى أصناف محسنة. كما يعمد الإنسان إلى تطبيق حبوب لقاح فى حقول أو بساتين مزهرة بأكملها لزيادة العقد لفواكه خاصة أو أنواع من الـ nuts.

تجمع حبوب لقاح مثل تلك البساتين ورتينياً وأحياناً فى موسم يسبق الاستخدام. ثم تطبق ميكانيكياً بوسائل عدة على المياسم لتلقيحها. وقد تطبق حبوب اللقاح بواسطة فرشاه دقيقة على مياسم الأزهار بصورة فردية. أو تعفر حبوب اللقاح على العناقيد الزهرية باليد أو تخفف بمادة حاملة وتدفع ميكانيكاً على الأزهار بمعدات التعفير أو أجهزة خاصة أو طائرات مروحية أو بطائرات صغيرة.

ومحصول الونيلية وهو نبات أمريكى استوائى تؤخذ ثماره لكى تعطر بمسحوقها بعض الأغذية يعتمد كاملاً على التلقيح اليدوى كما أن نخيل البلح يتم تلقيحه بانتظام بالإنسان.

والإنسان كعنصر تلقيح لفرادى الأزهار مكلف جداً. وقدر أن تلقيح القرعيات cucumbers فى البيوت المحمية بأن مستعمرة نحل العسل الواحدة أكثر كفاءة فى تلقيح الأزهار من ٣٠٠ رجل.

- وتوجد شركات خاصة فى أوربا وأمريكا تجمع حبوب اللقاح خاصة وتسوقها .. وتستخدم طرق خاصة معقدة فى تخزين وتداول حبوب اللقاح. وتستعمل مثل تلك الحبوب فقط على المحاصيل العالية القيمة مثل التفاح والكرز والبرقوق والخوخ والجوز فى حالة إذا لم تكن عناصر التلقيح غير نشطة بسبب طقس قاس أو عدم تواجد صنف خاص compatible cultivar أو فترات الأزهار غير متوافقة. وعادة ما تجمع حبوب اللقاح بحك البراعم الزهرية على سلك شبكى لتمزيق المتك وانطلاق وتحرر حبوب اللقاح التى تجمع وتحفظ تحت تبريد.