

التلقيح

Pollination

سادت النباتات المزهرة أو كاسيات البذور angiosperms في الغطاء النباتي الأرضي، صانعة كل شيء في موطنها بداية من الأرض المعشبة المعتدلة إلى الغابات الاستوائية المطيرة. استغلت أغلب أنواع كاسيات البذور الحيوانات لتنتشر لقاحها وإستراتيجيتها التكاثرية التي أصبحت ضرورية للنباتات ومهمة لزراعة الإنسان.

توفر النباتات المزهرة أغلب غذاء الإنسان. والمحاصيل التي تشكل نصف نظامنا الغذائي هي الحبوب مثل الأرز والذرة والقمح ينتشر لقاحها عبر المياه أو الرياح المعروف بالتلقيح اللاحيوي، لكن ثلاثة أرباع أنواع المحاصيل التي توفر أغلب الخضراوات والفاكهة تستفيد من تلقيحها بواسطة النحل والفراشات والخفافيش وحيوانات أخرى. وقد أصبحت هذه العلاقة الوثيقة شائعة بشكل لا يصدق بعد البحث الذي أجراه عالم البيئة جيف أولبرتون Jeff Ollerton عام 2011 وأثبت فيه أن 88٪ تقريبًا من النباتات المزهرة أي أكثر من 300.000 نوع من كاسيات الزهور تتكاثر عبر ملقحات.

الخط الزمني

1694م	ستينيات القرن الثامن عشر	1793م
يعتبر كامبرايوس Camerarius أول من وصف الأعضاء التناسلية في النباتات المزهرة.	قام كولروتو Kölreuter بإجراء تجارب تهبينية وطرح أهمية الحشرات.	أسست نظرية النباتات لسرينجل Sprengel لمجال التلقيح في علم الأحياء.

نظريّة الزهرة

عندما تفكر في أن أحد ممالك الحياة تستخدم كائنات من مملكة أخرى كي تساعدنا وتأخذ بيدها أثناء التكاثر، فستجد أن التلقيح اللاحيوي أمر في غاية الغرابة والالتواء. حتى فكرة أن النبات يتكاثر كانت تعتبر أمرًا محرجًا، ذلك الأمر الذي تتبع ملاحظاته سلسلة من علماء النبات الألمان بداية من عام 1694 على يد رودولف جاكوب كاميراريوس Rudolf Jakob Camerarius الذي وصف الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية في الزهور. وفي ستينيات

القرن الثامن عشر، وصف جوزيف جوتليب كولروتر Joseph Gottlieb Kölreuter حبوب اللقاح ونقلها بين النباتات لخلق الهجائن. مقترحًا احتمالية وجود دور للحشرات في التلاقح.

في عام 1793، أحدث كريستيان كونراد سبرنجل Christian Konrad Sprengel نقلة بكتابه سر الطبيعة المكتشف في بنية وتخصيب الزهور، حيث حول التلقيح إلى علم. فقد درس حوالي 460 نوعًا، وطور فكرة أن السمات الزهرية صممت لتجذب الحشرات. وقبل سبرنجل، اعتقد أغلب علماء النبات أن الحيوانات تتردد على الزهور بالصدفة، إذن فشيء مثل الرحيق يعتبر بطريقة أو بأخرى مفيد للنبات. ومن بين العديد من المقترحات، قال سبرنجل إن أدلة

2009م

أثبت كرييت Crepet ونيكلاس Niklas أن تنوع كاسيات البذور ليس بسبب تشعب مفاجئ.

2000م

أصبح نبات رشاد أذن الفأر *Arabidopsis thaliana* أول نبات له تسلسل جينوم محلل.

1873م

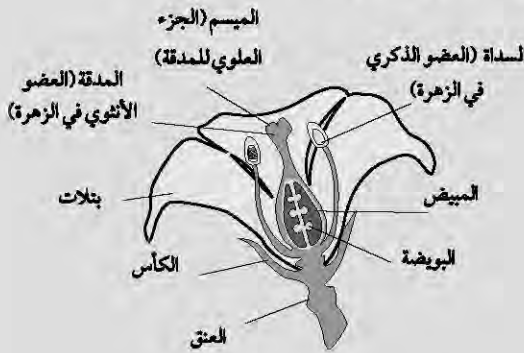
طرح دي سابورتا De Saporta أن هناك تطورًا مشتركًا مع الحشرات تسبب في تشعب كاسيات البذور.

الرحيق أي تلون أنماط البتلات توجه الحشرات في اتجاه الرحيق الحلو عبر الفرشاة الوسطى في الزهور بحبوب اللقاح اللاصقة. كما رأى سبرنجل أن النباتات تخدع الحشرات، إذن فالنبات بمثابة محرك الماريونت والحشرات هي الماريونت نفسها. وقد اكتسبت أعمال سبرنجل شهرة واسعة حتى عرفها داروين من خلال

كتابه: «تسميد الأوركيد» عام 1862 الذي ركز فيه على عائلة تتكون من عشر من كاسيات الزهور. كشف العلماء عن أن النباتات تمد الملقحات بأغذية متنوعة جنبًا إلى جنب مع الكربوهيدرات من الرحيق، كما يعتبر اللقاح أحد مصادر البروتين. ونحن الآن نعرف أن هناك بعض العلاقات الاستثنائية مثل نباتات اليوكا yucca و«عُتَّة» اليوكا، لكن يوجد كثير من النباتات أكثر إزعاجًا حيث تقوم باستخدام مجموعة من الحيوانات لنثر اللقاح.

تخصيب الزهرة

التلقيح هو وضع حبوب اللقاح الذكرية داخل مدقة الزهرة الأنثوية. تعتبر أغلب الزهور مختثة لكن يفضل العديد من النباتات التكاثر الجنسي عبر الإخصاب التهجيني من خلال فرد مختلف. حيث يتحفز إنبات حبة اللقاح عن طريق التفاعلات الجزيئية بين غلافها وميسم المدقة (الجزء العلوي للمدقة)، محفزًا الترتيب، ومن ثم ينمو أنبوب اللقاح لأسفل بأسلوبه الخاص في اتجاه المبيض. ويستقبل هذا الأنبوب العديد من الحيوانات المنوية؛ واحد فقط هو الذي يخصب البويضة بينما الحيوانات الأخرى تخصب خلايا أخرى لذلك يحدث لها انقسام. وتنمو البويضة لتصبح جنينًا داخل البذرة بينما تصبح الأنسجة المحيطة فاكهة.



حياة النبات

لما كان الجنس في الحيوان يتطلب التقاء مباشرًا بين الأبوين أو المشيجين (الحيوان المنوي أو البويضة)، يعتبر التكاثر في النباتات الأرضية أمرًا أكثر تعقيدًا. حيث تتكون دورة حياة النبات من أجيال متعاقبة، فمثلًا يصنع النبات المشيجي gametophyte أمشاجًا تحمل مجموعة من الجينات الأحادية، ثم تنتج أجيال النبات البوغي sporophyte بويضات بجينوم مضاعف. تنشر النباتات القديمة مثل السرخسيات والحزازيات كل الأبواغ، بينما تنشر كاسيات البذور اللقاح فقط؛ البوغ الدقيق الذكري والبوغ الكبير الأنثوي (البويضات) وهما ينموان من النبات البوغي المشيجي الذي يسكن ويتغذى عن طريق أبوي النبات البوغي. ويحدث التخصيب بعد هبوط اللقاح على الأجزاء الأنثوية من النبات البوغي مما يؤدي إلى تكوين البذور. وتكون بذور النباتات إما كاسيات بذور angiosperm «وعاء البذرة» أو عاريات البذور gymnosperm «بذور عارية دون وعاء». في كاسيات البذور، تصبح الأجزاء حول البويضة فاكهة أي وعاء شهياً يشجع الحيوانات على نثر البذور عن طريق إلقائها بعيدًا عن النواة الكبيرة أو تسمح للبذور الصغيرة أن تمر من خلال اللحاء. أما عاريات البذور فتتضمن الأشجار ذات الخشب اللين التي تحمي أقمعها (الصنوبريات والسكاسيات) البذور، بالإضافة إلى «الحفريات الحية» مثل شعبة الجنتويات gnetophytes المجموعة التي تحتوي على نوع واحد وهو الجينكة Ginkgo Biloba. وقد أثبت بحث عام 2009 قام به عالم النبات التطوريان ويليام كريبيت William Crepet و كارل نيكلاس Carl Niklas أن عاريات البذور تصنع 0.3٪ من أنواع النبات بينما تشكل النباتات الزهرية 90٪ تقريبًا. وتعتبر دورة حياة عاريات البذور بطيئة جدًا حيث تأخذ من التلقيح إلى التخصيب حوالي عام أو أكثر، وتبقى فترة الجيل من البذرة إلى البذرة قرونًا. وذلك على عكس

نبات رشاد أذن الفأر وهو زهرة بيضاء عضو في عائلة الخردل أول نبات له تسلسل جينوم

مكتمل، وتمتد دورة حياته من شهر إلى شهرين. ويساعدنا ذلك في تفسير لماذا تسود كاسيات البذور المملكة النباتية.

اضطراب انهيار المستعمرة

في عام 2006، بدأ النحالون الأمريكيون كتابة تقارير عن اختفاء غامض للحشرات، حيث تبقى ملكات النحل في الخلية بينما أغلب الشغالات اختفت. ألفت ظاهرة اضطراب انهيار المستعمرة باللوم على كل شيء بداية من العث الطفيلي حتى فقد الموطن، لكن المذنب الأول هو نوع من النيكوتين مثل المبيدات الحشرية وهو النيونيكوتينويدات أو النيونيكس التي ترش على المحاصيل حتى وصلت لخلايا النبات. في عام 2012، أثبت ديف جولسون Dave Goulson أن هذا النوع من المبيدات يسبب نمواً أبطأ في مستعمرات النحل الكبير شديد الطنين مما يقلل عدد الملكات. بينما تعقب ميخائيل هنري Mickael Henry نحل العسل باستخدام تحديد الهوية بموجات الراديو فوجد أن النيونيكس (تسمات عصبية) تتداخل مع القدرة التوجيهية. ثم في عام 2015، غير كلينت بيرى Clint Perry بنية عمر المستعمرات وكرر أعراض اضطراب انهيار المستعمرة بدون مواد كيميائية. ويبدو أن ذلك حل لغز اضطراب انهيار المستعمرة بصورة طبيعية، سير النحل الكبير مهام البحث عن طعام بينما أخذ النحل الصغير على عاتقه مهام الترتيب المنزلي، لكن عندما فشلت الحشرات الكبيرة في العودة، قبلت الحشرات الأخرى التحدي ونهضت من ركودها. لكن لأن الأصغر سناً ليس جيداً في إيجاد الطعام، فقد تضررت المستعمرة كلها جوعاً. إذا لم يتعلم النحل أن يطوف بحثاً عن طعام قبل أن ينفد احتياطيه، فستنهار المستعمرات. لذلك يسبب اضطراب انهيار المستعمرة فقدان النحل صاحب الخبرات، بسبب النيونيكس.

تنوع كاسيات البذور

بالنسبة لعشاق النبات، لا يعتبر الانفجار الكمبري للحيوانات ولا انقراض الديناصورات هما الحدثين الأكثر إثارة في تاريخ الحياة، إنما تشعب كاسيات البذور أي نمو تنوعات من النبات المزهر أثناء العصر الطباشيري. وبعد أن ظهر في الحفريات تسجيل 130 مليون سنة، أصبحت كاسيات النبات منتشرة بشكل واسع وتنوعت عبر 100 مليون سنة. بدأ انتشارها سريعاً، حتى إن داروين في عام 1879 سماها «اللغز الصارخ». طرح عالم

الأحياء ويليام فريدمان William Friedman في مناقشة أن داروين رأى أن معدل تطور كاسيات النبات السريع يعتبر حالة خاصة حيث تسبب في وجود مشكلة عامة في نظريته لأنه اعتقد أن التغير يحدث تدريجياً. وإذا وجدت أية قفزات فجائية، يمكن تفسيرها على أنها خلق. أوضح أحد خطابات داروين عام 1887 وجهة نظره حول ظهور كاسيات البذور حيث قال «إنها على ما يبدو ظهرت فجأة بشكل مباغت» لأن أدلة الأحفور لم تكتمل قط. حيث لم تثبت مقارنات كريبيت ونيكلاس وجود أي اختلافات في معدلات الانتواع، الانقراض أو التشكيل بين كاسيات البذور وعاريات البذور والسرخسيات عبر آخر 400 مليون سنة، إذن لماذا أصبحت كاسيات البذور متنوعة؟ في 1873 تخاطب نيكلاس مع داروين حول اقتراح عالم المتحجرات الفرنسي جاستو دي سابورتا Gaston de Spaorta عن وجود علاقة بين تطور الحشرات المتلقحة واستعدادات الزهور. وقد دعم كريبيت ونيكلاس هذا الاقتراح حيث وجد ارتباطات قوية بين عدد أنواع كاسيات البذور والسمات الزهرية وعائلات الحشرات. هذا لا يعني أن تشعب النبات قاد تنوع الحشرات (أو العكس) لكن يدعم فكرة سابورتا حول التطور المشترك. وأحد الأسباب المحتملة أن النباتات يمكن أن تضاعف الجينوم الخاص بها عن طريق تأثيرات سلبية قليلة تسمح بتكرار الجينات لتطور وظائف جديدة. بينما لم يجد كريبيت ونيكلاس شيئاً غير معتاد عن معدل تغيرات الأنواع والانتواع المستدام، يسمح للنباتات المزهرة بالاستمرار في إعادة اكتشاف نفسها.

الفكرة الرئيسية

حققت النباتات الزهرية نجاحها عن طريق خداع الحيوانات