THE STEINHARDT museum of natural history
מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט
متحف الطبيعة
شتاينهارت

אוניברסיטת תל אביב
TEL AVIV UNIVERSITY

מיכל כראסני أمينة المعرض
ד"ר זוהר יניי الأمين العلميّ للمعرض

الفهرس

التلقيح- منظور أمانة المعرض..... 4

التلقيح كنافذة للبحث 9

التلقيح 16

وهم المكافأة: كيف تخدع الأزهار الحشرات..... 34

عالم التلقيح في إسرائيل: الماضي، الحاضر والمستقبل..... 44

مساهمة أبحاث حبيبات اللقاح في أبحاث الآثار..... 48

طاقم المعرض وشكر..... 53

المنظر في المعرض

التلقيح:
منظور أمانة المعرض

ميخال كراسني
أمينة المعرض

نشأت فكرة معرض "التلقيح" من الرغبة في عرض قصّة التلقيح كعمليّة بيولوجيّة مركزيّة في النظم البيئيّة؛ وأيضًا، وربّما بشكل رئيسيّ، بسبب حقيقة أنّها ليست مرئيّة دائمًا. يحدث التلقيح على هامش وعي معظمنا، على الرغم من أنّ نتائجه موجودة يوميًّا على موائدنا وفي المناظر الطبيعيّة التي تحيط بنا. هذه الفجوة، بين الأهمّيّة الحاسمة للتلقيح وشفافيّته، أعطت المعرض مصداقيّة وأهمّيّة جديدتين وجعلت سيرورة العمل على المعرض رائعة.

يقدّم المعرض المؤقّت في متحف الطبيعة، النتائج والبيانات والملاحظات التي توضّح التفاعلات المعقّدة بين النباتات والملقّحات. غير أنّه تبيَّن منذ المراحل الأولى من التخطيط أن العرضَ المعلوماتيَّ وحده لن يكون قادرًا على أن يعكس بصورة كاملة جوهرَ هذه العلاقات، وأنّنا لن نستطيع الاكتفاء بشرح آليّة انتقال حبيبات اللقاح؛ بل سيتعيَّن علينا أن نبذل كلَّ جهد ممكن لنقل حقيقة مفادها – بأسلوب بصريّ وجماليّ وجذّاب – أنَّ الأمر يتعلّق بشبكة ديناميكيّة من العلاقات والتبعيّة المتبادلة والملاءمات التطوُّريّة والتنوُّع البيولوجيّ الواسع النطاق، وفوق كلِّ ذلك أنَّ هذه العمليّة تُعدُّ من أجمل الظواهر الطبيعيّة وأكثرها إثارة وروعة وبهجةً وتنوُّعًا في الطبيعة.

في عملي المشترك مع الأمين العلميّ للمعرض، الدكتور زوهر يناي، **اخترنا توسيع** المنظور قدر الإمكان. وهكذا، بدلًا من التركيز على ملقّح واحد مألوف كرمز، كالنحلة على سبيل المثال، سعينا إلى تقديم العديد من الجهات الفاعلة في النظام: مجموعة

متنوّعة من الحشرات إلى جانب الثديّيات، والزهور من البلاد إلى جانب زهرة الأوركيد الغريبة من مدغشقر، والتلقيح الذي تحرّكه الرياح والمياه، والأهمّيّة الحاسمة للتلقيح في الزراعة. لم تكن القرارات المتعلّقة باختيار مواضيع المعرض تقنيّة فحسب؛ بل سعينا أيضًا إلى التعبير والتأكيد على أنّ قوّة النظام تكمن في تنوّعه؛ فالتنوّع البيولوجيّ لا يعمل كخلفيّة ملوّنة سحريّة، بل يشكل شرطًا أساسيًّا للاستقرار البيئيّ.

تُعدّ الأعمال الفنّيّة المعروضة في المعرض جزءًا لا يتجزّأ منه. لا يتعلّق الأمر بمجرّد إضافة جماليَّة أو رغبة في إثراء وجهات النظر إلى العمليَّة، بل بالرغبة في إتاحة تفسير يُتيح تأمُّلًا إضافيًّا في الطبيعة والعمليَّات التي يصفها العلم. لذلك، اخترنا صور أزهار البرِّيَّة من مجموعة "فلورا فلسطينا" لـ**نوريت غور لافي كارني**، المعروضة عند مدخل المعرض، والتي تُقدِّم نظرة شاملة على النباتات المحلِّيَّة. بخلاف تقليد الرسوم التوضيحيّة النباتيّة الكلاسيكيّة، التي تركّز على زهرة واحدة يمكن التعرّف عليها، فإنّ عمل غور لافي كارني يمنح إحساسًا بحقل، بنظام تتعايش فيه العديد من الأنواع جنبًا إلى جنب. إنّ اختيار وضع هذا العمل كنقطة بداية للمعرض يؤكّد أنّ التلقيح ظاهرة منهجيّة، وليس حدثًا معزولًا. اخترنا نشر الصور على الجدار كلّه بكامل طوله وارتفاعه لخلق مساحات حقليّة منذ الدخول إلى المعرض.

جدار الزهور المجفّفة لـ**ميراث كوهين** يُوفّر للزوّار لقاءً مع سؤال المؤقّت والحفظ. الزهور، التي مرّت بعمليّة تجفيف دقيق بتقنيّة تقليديّة، تحتفظ بشكلها بعد انتهاء دورة حياتها الطبيعيّة. يُعتبر عرضها في المعرض بلا شكّ تكريمًا للجمال النباتيّ، لكن ليس فحسب؛ إنّه يسعى لطرح علاقتنا بدورات الحياة، الحفظ والذاكرة للنقاش. وفي سياق التلقيح – عمليّة تضمن في جوهرها الاستمراريّة – تصبح عمليّة الحفظ بمثابة صدى إنسانيّ للآليّة الطبيعيّة لاستمرار الحياة.

في المعرض تمثيل لملقّحات متنوّعة من مجموعات المتحف، إلى جانب جدار فراشات ملوّن، موضوع على الجانب الآخر من جدار الزهور. على نفس الجدار، الذي يعرض اللاعبين الرئيسيّين في المشهد، موضوع أيضًا دائرة الدبابير **لدفنا كفمن**. هذه دبابير مصنوعة من الزجاج بتقنية المشعل، واقعيّة المظهر؛ عمل مثير وخادع، بحيث اقتضى فضول الزوّار حمايتها. الطابع الدائريّ في هذا العمل يُبرز الحلقيّة والاستمراريّة، بينما الزجاج، كمادّة هشّة ودقيقة، يُذكّر بهشاشة مجموعات الملقّحات في عصر تغيّر المناخ والإضرار بالبيئات. اختيار وضع هذا العمل إلى جانب قطع المجموعة العلميّة يُبرز الصلة بين التوثيق العلميّ والتفسير الفنّيّ، وإمكانيّة أن يُسلّط المجالان الضوء أحدهما على الآخر.

تُمثّل الرسومات النباتيّة للمرحومة **براخا أڤيغاد** المعروضة في المعرض شهادة تاريخيّة على قدرة الفنّ على إحداث تغيير في الوعي. في مطلع سنوات الـ 50، في إطار حملة عامّة للمحافظة على الأزهار البرّيّة في إسرائيل، أصبحت رسومات أڤيغاد أداة تعليميّة ذات تأثير فعليّ. إدراجها في المعرض ذو مغزى، الأساس بسبب جمالها الرائع والجماليّ، لكنّه أيضا يُبرز الفهم بأنّ لقاء بين المعرفة والصورة والجمهور يمكن أن يؤدّي إلى تغيير سلوكيّ وحماية الطبيعة.

يوفّر التجوّل في المعرض لمحة عن عالم طبيعيّ غنيّ ومتعدّد الطبقات، معظمه راسخ ومتجذّر في المناظر الطبيعيّة المحلّيّة. كان من المهمّ بالنسبة لنا أن نبدأ من هنا: من النباتات، الحشرات وقصص المكان الذي نعيش فيه. لكن كلّما تعمّقنا في عمليّة التلقيح، اتّضح لنا أنّه لفهم عمق الظاهرة ودقّتها التطوّريّة، علينا أيضا أن ننظر بعيدًا من هنا، إلى قصص وُلدت في مناخ آخر، لكنّها تُسلّط الضوء عليه على نفس مبدأ التبادليّة الدقيقة.

إحدى هذه القصص هي قصّة الزهرة السحلب التي درسها **تشارلز داروين**. بعد أن تلقّى سحلب أوركيد من مدغشقر ذات نتوء رحيق طويل بشكل خاصّ، اقترح داروين فرضيّة جريئة: يوجد في الطبيعة ملقّح له خرطوم طويل بما فيه الكفاية ليتمكّن من الوصول إلى الرحيق. فقط بعد سنوات طويلة اكتُشفت فعلًا عثّة ليليّة، تطابقت أبعادها بدقّة مع التنبّؤ. هذه القصّة، التي هي إحدى المظاهر المذهلة للتنبّؤ التطوّري، تُوضّح إلى أيّ مدى تُعدّ منظومة العلاقات بين الزهرة والملقّح نتاجًا للتكيّف المتبادل. الرغبة في عرض زهرة الأوركيد المقصودة، قادتنا إلى رحلة طويلة، ذات طابع استقصائيّ، بين مُزارعي الأوركيد في إسرائيل. انتهت الرحلة بنجاح، وتُعرَض نبتة أوركيد حقيقيّة في المعرض داخل صندوق عرض مصمّم خصّيصًا لها.

من الرحلة إلى أقاليم بعيدة، عدنا إلى الزراعة المحلّيّة. هنا سعينا لإدراج أحد المشاريع والأبحاث التي يُشارك فيها أيضًا باحثون من المتحف. اخترنا النحلة الطنّانة، ملقّحة ذات دور مركزيّ في تلقيح المحاصيل الزراعيّة. هذا مستوى إضافيّ من منظومة التلقيح: معرفة زراعيّة متقدّمة، تخطيط وتشغيل واع للملقّحات كجزء من منظومة إنتاج الغذاء، التي تعمل هنا في إسرائيل. ومن هنا أيضا القرار بعرض خليّة نشطة ونابضة بالحياة من النحل الطنّان في المتحف.

إلى جانب الجمال والتطوّر، لا يمكن تجاهل الأزمة المُهدّدة: تغيّر المناخ، فقدان الموائل وتقليص التنوّع البيولوجيّ يؤثّر بشكل مباشر على أنواع الحشرات والنباتات، المتعلّقة ببعضها البعض. عمليّة التلقيح، التي بدت على مرّ الأجيال كعمليّة ثابتة ومفروغ منها، تتكشّف كأكثر حساسيّة ممّا تصوّرنا. السؤال كيف نحافظ على هذه المنظومة، موجّه إلينا جميعا بشكل مباشر وللحيّز الذي نعيش ونعمل فيه. في عصر تتقلّص فيه المساحات البرّيّة وتقف المنظومات البيئيّة أمام تغيّر متسارع، مسؤوليّة الحفظ ليست موضوعة فقط على عاتق الباحثين أو متّخذي القرارات. إنّها تتّسع وتمتدّ إلى المجال البيتيّ والمجتمعيّ.

"ليس الأمر مجرَّد اهتمام ومتعة ورضى - فالحديقة البرّيّة تمنح صاحبها لحظات من السعادة الحقيقيَّة أيضاً... كغناء النَّحل من جوف البلُّوط ومن جوف السُّوَيْد، الذي يُفاجئني ويُبهجني في كلِّ مرَّة من جديد"، هكذا كتب مئير شاليف في فصل "لحظات سعادة" من كتابه "حديقة برِّيّة".

أجاد شاليف في التقاط تلك اللحظات الصغيرة من العطاء التي تمنحها الحديقة البرّيّة: غناء رقيق، شبه همس، نبضة حياة تتجدَّد. خلف تلك البهجة البسيطة التي يصفها شاليف تختبئ منظومة كاملة من العلاقات التبادليَّة: بين الزهرة والمُلقِّح، وبين الشجرة والريح، وبين الإنسان المتأمِّل والحديقة التي يعتني بها. هذه النغمة التي تملأ الهواء دون أن ندركها دائمًا، هي ما سعينا إلى إيجاده في المعرض.

حديقة برّيّة صغيرة في ساحة خاصّة، في حديقة مجتمعيَّة، أو في منطقة مدرسة، بل وحتّى في أصيص على حافَّة النافذة، يمكن أن تتحوَّل إلى حلقة إضافيَّة في سلسلة التلقيح. زرع نباتات برِّيَّة محلِّيَّة، وتهيئة أماكن مخبأ للحشرات، والامتناع عن استخدام مبيدات ضارَّة – كلّ ذلك يُسهم في استقرار النسيج الدقيق القائمة بين الأزهار والمُلقِّحات. ثمَّة مكان أيضًا للفعل الإنسانيّ، لا بوصفه قوَّةً مُخِلَّة، بل شريكًا مسؤولًا؛ وهي أفعال متواضعة في ظاهرها، غير أنَّ صداها يمتدُّ بعيدًا.

سعينا في هذا المعرض إلى أنّ نقدّم، إلى جانب القصّة العلميَّة، قصص محلِّيَّة وبعيدة، قطع فنِّيَّة، فخر إسرائيليّ، وشعر. كلُّها تشير إلى مبدأ واحد، بسيط ومعقَّد في آنٍ معًا:

الحياة قائمة على العلاقة. هذه العلاقة متجذِّرة في الطبيعة المحيطة بنا – المناظر الطبيعيّة، الحقول والحدائق والمنظومات البيئيَّة الهشَّة التي تُسهم في وجودنا. هي تحتاج إلى مسؤوليَّتنا، كما نحتاج إليها نحن.

التلقيح
كنافذة للبحث

د. زوهر يناي
الأمين العلميّ للمعرض

أمين مجموعة علم الحشرات، متحف الطبيعة على اسم شتاينهارت، جامعة تلّ أبيب

عالم الطبيعة واسع ومتنوّع ويمكن وصفه بطرق مختلفة؛ ظواهر لا حصر لها، بعضها شائع والبعض الآخر استثنائيّ، تدعو إلى بحث متعمّق وبحث مستمرّ عن قوانين عالميّة. توصّل العديد من علماء الطبيعة إلى اتّفاق بشأن صعوبة صياغة مبادئ عامّة، وعادة ما يكتفون بوصف متعمّق لظاهرة واحدة أو حالة واحدة، ثمّ يطبّقونها على نطاق واسع على أنواع ومناطق وظروف أخرى.

من بين جميع المنظومات واسعة النطاق في الطبيعة، عمليّة التلقيح هي الأبرز بشكل خاصّ. باعتبارها ظاهرة، فإنّها تحظى باهتمام متزايد في مختلف المجالات، لتصبح حجر الزاوية في البحث والتدريس والإبداع.

أوّلًا وقبل كلّ شيء، التلقيح هو تفاعل بيئيّ، يشمل كائنات حيّة مختلفة والظروف البيئيّة التي تعيش فيها. على أحد الجانبين تقف النباتات المزهرة، أو بتعبير أدقّ، مجموعة واسعة جدًّا من النباتات المزهرة. الزهرة هي العضو التناسليّ للنبات، وعمليّة التلقيح ضروريّة لإنتاج النسل في جميع النباتات المزهرة. تُعدّ الزهرة أيضًا عضو الدعاية والإعلان في النبتة، وهي التي تجذب بها الملقّحات. وعلى الجانب الآخر يقف عامل التلقيح: أحيانًا يكون غير حيويّ، مثل: الرياح أو التيّارات المائيّة؛ وغالبًا ما يكون حيويًّا، بمعنى حيوان يتوسّط في نقل حبيبات اللقاح من زهرة إلى أخرى. يتطوّر هذا المبنى الأساسي للعلاقات ويصبح أكثر تعقيدًا: ففي أيّ منظومة بيئيّة، يوجد عادةً عدد كبير من الملقّحات والنباتات، وتحدّد عوامل مختلفة الروابط التي تُنسج بينها. في بعض الحالات يكون هناك شريك واحد محدّد؛ وفي حالات أخرى يكون هناك عدد كبير من

الشركاء. شبكات التفاعلات المعقّدة القائمة في أيّ منظومة بيئيّة تعكس العديد من التفضيلات والملاءمات، وهي أرض خصبة لطرح أسئلة، مثل: ما الذي يجعل رابطًا معيّنًا في شبكة التلقيح أكثر استقرارًا أو هشاشة من غيره؟ هل تعمل جميع الشبكات بنفس الطريقة في جميع أنحاء العالم؟ وغيرها.

تجد الزهرة والملقّح المناسبان بعضهما البعض عن طريق التواصل. تنشر الأزهار إشارات بأشكال مختلفة - الشكل، الحجم، اللون والرائحة - ويتلقّى الملقّح هذه الإشارات والدعوة الضمنيّة للمشاركة في عمليّة التلقيح والحصول على مكافأة. أحيانًا تكون الرسائل معقّدة، وأحيانًا تكون موجّهة إلى جمهور فريد، وأحيانًا لا تكون جديرة بالثقة على الإطلاق. في عالم التلقيح أيضًا، هناك إغراءات وخداع. فعلى سبيل المثال، تحاكي زهرة **سحلب إسرائيل** المعروضة في المعرض ألوان البلفية وتجذب الملقّحات التي لن تحصل على أيّ مكافأة، لكنّ نجاح عمليّة الخداع يعتمد على مدى انتشار زهور السحلب بين عشيرة النحل الطنّان. تندمج الجوانب الاقتصاديّة والديموغرافيّة في محاولات تفسير نجاح هذه الظاهرة.

تمتلك كلّ من النباتات والملقّحات على حدّ سواء ملاؤمات لوظيفتها في عمليّة التلقيح. تنعكس هذه الملاءمات في مبنى الجسم، الأعضاء الحسّيّة، السلوك، توقيت النشاط وغير ذلك. ستبدو الأزهار التي يتمّ تلقيحها بواسطة الحشرات الكبيرة والثقيلة، مثل: خنافس الزهور، مختلفة تمامًا عن الأزهار التي يتمّ تلقيحها بواسطة الطيور المحلقة، مثل: طائر الطنّان أو بواسطة الفراشات الرقيقة ذات الخطم الطويل. كما أنّ للملقّحات ملاءمات مع نوع الزهور التي تنجذب إليها، والتي تظهر في أعضائها الحسّيّة، وفي مبنى أعضاء جمع حبيبات اللقاح المنتشرة في جميع أنحاء أجسامها، وفي مبنى عضو التغذية، ممّا يسمح للملقّح بالوصول إلى المكان المناسب في الزهرة. يضمّ المعرض

العديد من الأمثلة البارزة للملاءمات بين الزهور والملقّحات، مثل: الخنافس، الذباب، الطيور وغيرها من الملقّحات، إلى جانب أنواع الزهور التي ترتبط بها عادةً. توجد ملاءمات حتّى في حبيبات اللقاح ذاتها: فحبيبات لقاح الأزهار الملقَّحة بالرياح تتمتَّع بكفاءةٍ أيروديناميكيَّةٍ ممتازة، تُمكّنها من الانتشار في الهواء بسهولة؛ أمَّا حبيبات لقاح الأزهار الملقَّحة بالحشرات فلها جدار خشن، يساعدها على الالتصاق بالحشرة الملقِّحة. زوّار المعرض مدعوّون أيضا للاطّلاع على نماذج مُكبّرة من حبيبات اللقاح من أنواع مختلفة.

كلّ سمة كهذه تخدم آليّة التلقيح ذات الصلة عفويًّا، لكنّها تبدو مثاليّة للمهمّة. الأمر ليس صدفة: هذا مثال على التطوّر في مجال النشوء والتطوّر، حيث تغيّر كلّ نوع ببطء وتدرّج حتّى وصل إلى شكله الحاليّ. حدث التغيّر بالتوازي مع التغيّر الذي مرّ به شريكه في التلقيح، وهكذا تحدّثت منظومة العلاقات بين النباتات والملقّحات مرارًا وتكرارًا وأصبحت أكثر دقّة فأكثر. سلسلة أحداث كهذه، حيث يستجيب كلّ طرف بدوره لتحرّكات شريكه ويُحسّن قدراته تدريجيًّا، تُسمّى **التطوّر المشترك**. تستمرّ هذه العمليّة حتّى اليوم! في كلّ جيل جديد من النباتات أو الملقّحات توجد إمكانيّة لصقل إضافيّ للقدرات والخصائص، وهكذا يمكن للتلقيح أن يتّخذ أشكالًا جديدة.

التلقيح يُتيح فحصًا عميقًا لعمليّة تطوّريّة رائعة أخرى - **التطوّر المتقارب (التقارُبيّ)**. على نطاق جغرافيّ واسع تنكشف مظاهر تبدو متشابهة في قارّات بعيدة أو في أنظمة بيئيّة منفصلة. يُحدّد العلماء أعضاء، صفات وأنماط سلوك في مجموعات متباعدة من النباتات والحيوانات، بحيث لا يمكن للتطوّر من سلف مشترك أن يُفسّر التشابه بينها. ظهرت هذه المظاهر في ظلّ ظروف وضغوط انتقائيّة مماثلة، وهي تعلّمنا درسًا مهمًّا حول آليّات التعامل مع التحدّيات في عالم الطبيعة.

مرّات كثيرة، المكافأة التي يحصل عليها الملقّح هي حبيبات اللقاح أو الرحيق، لكن توجد أيضا أنواع مكافآت أقلّ شيوعًا، مثل: مكان لقاء، مأوى للمبيت الليليّ، درجة حرارة مناسبة وغيرها. مثيرة للاهتمام بشكل خاصّ هي الحالات التي لا تحصل فيها الملقّحات على أيّ مكافأة، لأنّ النباتات هي نباتات "محاكية"، تُضلّل الملقّح وتجذبه بوعود كاذبة. توجد أيضا ملقّحات "تنهب" حبيبات اللقاح أو الرحيق ولا تُقدّم خدمات التلقيح مقابل ذلك. منظومة معقّدة كهذه من الوعد، الدعاية، المكافأة، التعلّم، الاستجابة، العقاب، المحاكاة والخداع هي نموذج ممتاز للبحث في مجالات علم النفس أو الاقتصاد، وبشكل خاصّ لفحص استقرار المسلّمات الاجتماعيّة تحت ظروف مختلفة. يمكن العثور على قصص إضافيّة عن التلقيح من طبيعتنا المحلّيّة، مصحوبة بصور مذهلة وشروحات مفصّلة، في كتاب "**التلقيح من منظور إسرائيليّ**" (دافني وإيزيكوفيتش).

يُعدّ التلقيح أحد أهم خدمات النظام البيئيّ في الطبيعة، ويستفيد منه البشر أيضًا دون أيّ جهد من جانبهم. لكنّ الأمر ليس بديهيًّا. قد تتضرّر جميع مكوّنات العلاقة الدقيقة بين النباتات والملقّحات بسبب الاضطرابات غير المتوقّعة، وخاصّة تأثير الإنسان.

يؤدّي تضرّر الموائل إلى جعلها غير مناسبة لإنبات، أو نموّ بعض النباتات، أو للتعشيش، أو المأوى للملقّحات. بالإضافة إلى ذلك، قد يتداخل النشاط البشريّ مع الحركة الحرّة للملقّحات وحبوب اللقاح بين الموائل، وهي حركة تضمن تبادل الجينات بين المجموعات عشائر بعيدة. قد تتنافس الأنواع الغريبة عن المنظومة، مثل: أنواع النباتات الغازية، أو الملقّحات العدوانيّة بشكل خاصّ، مثل: **نحلة العسل**، مع الأنواع المحلّيّة وتضعف أداءها. كما أنّ المبيدات الحشريّة والسموم الأخرى تعطّل وظائف النباتات والحشرات. بالإضافة إلى كلّ هذا، فإنّ أزمة المناخ المتصاعدة تؤثّر على الدورات الموسميّة وقد

تعطّل التوقيت الهشّ بين فترة الإزهار والوقت الذي تكون فيه الملقّحات نشطة. يتمّ بحث جميع عوامل التهديد هذه في أنظمة التلقيح، ويستنتج العلماء آثارها على وظائف النظام البيئيّ الأخرى أيضًا.

لفهم المعقّدة بين النباتات والحيوانات بشكل كامل، يجب معرفة الأنواع المحدّدة المعنيّة. يجري مثل هذا الأمر من خلال البحث، وهو المجال العلميّ الذي يتعامل مع تصنيف، تحديد وتوصيف الأنواع المختلفة في الطبيعة. يلعب الخبراء في تحديد وتعريف النباتات والحيوانات دورًا مهمًّا في فهم عمليّة التلقيح بفضل معرفتهم بالتنوّع البيولوجيّ. تجري أبحاث تصنيفيّة واسعة النطاق في إسرائيل، وهي دولة غنيّة جدًّا بالنباتات والحيوانات (ابحثوا عن الجدار الذي يعرض نحل **أندرينا** (نحل المناجم) في المعرض...).

هناك فرع علميّ كامل - **علم حُبيبات اللقاح** - يتعامل مع حبيبات اللقاح نفسها. أصبح البحث في هذا المجال ممكنًا بفضل المتانة العالية والمبنى الفريد لحبوب اللقاح. إنّه علم له العديد من التطبيقات، ويستخدم في جميع أنحاء العالم لتحديد مسبّبات الحساسيّة، مسح شبكات حبيبات اللقاح من مجموعات الملقّحات، إعادة بناء المناظر الطبيعيّة النباتيّة القديمة، تعميق المعرفة التاريخية والأثريّة، فكّ رموز الجرائم وغير ذلك الكثير.

علاوة على الجانب العلميّ والموضوعيّ، يُعتبر التلقيح مصدر إلهام لمجموعة متنوّعة من المنتجات الفنّيّة والثقافيّة: التماثيل واللوحات، الشعر، الموسيقى، الأدب ومجالات أخرى من الثقافة الشعبيّة. تدعو العناصر المذهلة – الحشرات النشطة والنباتات ذات الأزهار الملوّنة – في بيئتها المبهجة والهادئة، المشاهد إلى التعمّق أكثر، وتوسيع نطاق تفاعله معها، واستيعاب الجوّ الفريد في الحبكات، الاستعارات والصور العديدة.

ختامًا، لا شكّ أنّ التلقيح يدعم مجالات معرفيّة متنوّعة: علم الأحياء التناسليّ، علم النبات، علم الحيوان، علم البيئة، النشوء والتطور، علم الوراثة، علم التصنيف، الجغرافيا الحيويّة، الزراعة، حماية الطبيعة، الفيزياء، الميكانيكا الحيويّة، الاقتصاد، علم الآثار وغيرها. يُعتبر التلقيح فرصة رائعة للجمهور للتعرّف على عالم العلوم والشغف بالطبيعة من زوايا جديدة. يمكنكم الحصول على انطباع عن جوانب إضافيّة من العلاقة بين مختلف فروع العلوم وعمليّة التلقيح عند زيارة معرض "التلقيح". تجدون بين صفحات هذا الكتالوج مقالات إضافيّة، والتي توسع أيضًا نطاق المواضيع المذكورة هنا.

ميراف كوهين
حديقة برّيّة إسرائيلية
أزهار مجفّفة بالمكبس. تقنيّة: Flower Pressed
أستوديو Cohen Merav By Moments
2025

التلقيح

التلقيح هو أكثر من آليّة بيولوجيّة. إنّه عرض سحريّ للطبيعة، يحدث منذ ملايين السنين. أنواع لا تُحصى من الزهور إلى جانب وفرة هائلة من الملقِّحات تخلق نسيجًا معقدًا من العلاقات، حيث تتحرك حبيبات اللقاح من زهرة إلى أخرى بمساعدة الرياح والمياه أو الحيوانات المنجذبة إلى الزهور.

النباتات ليست سلبيّة. تكشف الأبحاث أنها تستمع وتتفاعل وتغري بالألوان والعطور، وبذلك تدير حوارًا صامتًا مع الملقِّحات. للتلقيح دور حاسم في النظم البيئيّة وفي حياتنا اليوميّة. أكثر من ثلث الطعام الذي نأكله يعتمد على نظام العلاقات المتبادلة الحسّاس هذا، والذي يواجه خطرًا اليوم.

يدعوكم المعرض للدخول إلى ما وراء الكواليس لإحدى أروع الصلات في الطبيعة واكتشاف القصّة الكاملة.

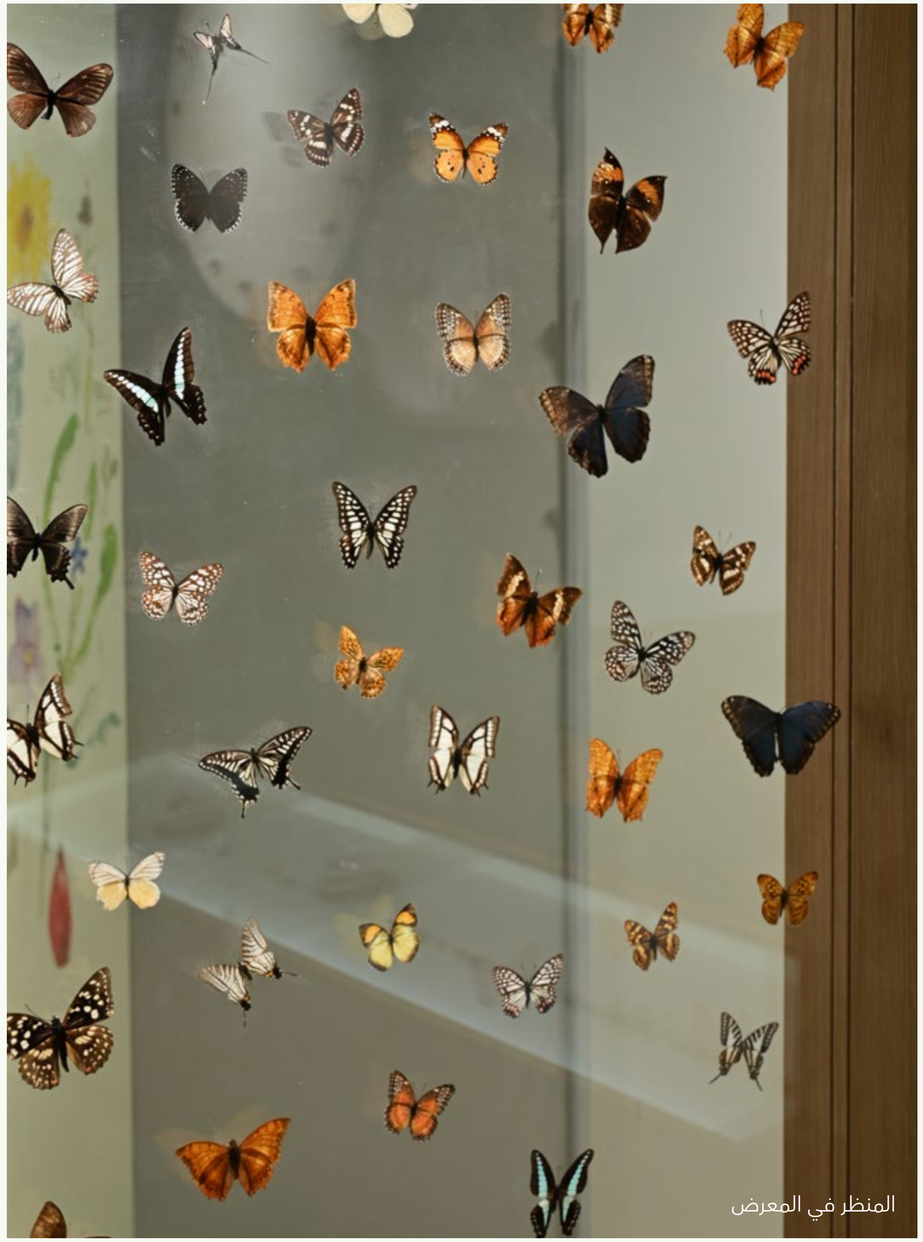
نوريت غور لاڤي كارني،
"فلورا فلسطينا"
المنظر في المعرض

على مدار ملايين السنين من التطوّر، نُسجت في الطبيعة منظومة علاقات متناغمة بين النباتات ذات الأزهار والحيوانات المُلقِّحة. كلّ زهرة هي دعوة مفتوحة للقاء. تأتي المُلقِّحات إلى الأزهار بحثًا عن الطعام أو المأوى أو مكان اللقاء، وأثناء زيارة الزهرة تلتصق بأجسامها حبيبات اللقاح، وبعضها يسقط عندما تصل إلى الزهرة التالية التي تزورها. هذه الآليّة المُتطوّرة، التي تُحقّق اللقاء بين أزهار متباعدة وتُمكّن دورة حياة النباتات، تُسمّى التلقيح.

الزهرة هي عضو التكاثر في النبات، وأيضًا طريقة مُبهرة وعطرة ومُتطوّرة لجذب المُلقِّحات. أنواع لا حصر لها من الأزهار، بأشكال، ألوان، ملامس وروائح متنوّعة، تُمكّن النباتات من جذب المُلقِّح المناسب لها.

نحلة العسل هي ربّما المُلقِّحة الأكثر شهرة بالنسبة لنا، لكنّ الطبيعة تزخر بالمُلقِّحات: آلاف الأنواع من النحل البرّيّ، الخنافس، الفراشات، العثاث، الذباب، وحتّى الخفافيش، الطيور، السحالي، السرطانات والديدان. لكلّ منها تكيُّفات حسّيّة، بنيويّة وسلوكيّة، تُمكّنها من الوصول إلى الزهرة المُلائِمة للتلقيح بواسطتها.

المنظر في المعرض



المنظر في المعرض

دفنا كافمن
دائرة الزنابير

يضمّ هذا المعرض 25 رسمًا توضيحيًّا لبراخا أفيغاد، من مجموعة اللوحات التي ورّثتها للحديقة النباتيّة في هار هتسوفيم. أفيغاد، فنّانة مقدسيّة، سعت لكشف حبّها للطبيعة من خلال الفرشاة والورق. نُسجت علاقة خاصّة بينها وبين طاقم الحديقة النباتيّة في الجامعة العبريّة في القدس، التي اختارت أن تودِع فيها لوحاتها، والتي أطلقت عليها "أطفالي".

الرسوم التوضيحيّة في هذا المعرض هي مسح ضوئيّ رقميّ للأعمال الأصليّة، كجزء من تطلّعنا لإتاحة كنوز أفيغاد الثمينة للجمهور.

براخا أفيغاد، 1919 - 2016

أزهار بلادنا، مجموعة أزهار برّيّة من البلاد

شكرًا لحديقة النباتات في الجامعة العبريّة في هار هتسوفيم، القدس

انسجام في الطبيعة

على مدى ملايين السنين، تطوّرت النباتات والمُلقِّحات مع تأثير متبادل مستمرّ. النباتات التي جذبت مُلقِّحات أكثر - بواسطة اللون، الرائحة، الشكل أو توقيت الإزهار الدقيق - نجحت في نقل المزيد من حبيبات اللقاح إلى نباتات أخرى؛ المُلقِّحات التي نجحت في استغلال المكافأة الكامنة في الأزهار بطريقة أكثر فعاليّة حصلت على ميزة تطوّريّة على تلك التي نجحت أقلّ.

التعاون بين النباتات والمُلقِّحات ساهم في نجاح الطرفين في إنجاب النسل ونقل خصائصهما للجيل التالي. سيرورة التطوّر المشترك - التطوّر المُشترك للأنواع التي تُقيم فيما بينها علاقات تبادليّة - أدّت إلى تكيُّفات معقّدة، رائعة أحيانًا. أنتم مدعوّون للتعرّف على ستّ قصص تُوضّح مدى دقّة وإثارة هذا التكيُّف.

المنظر في المعرض

زنبقة البحر وعثّة أبو الهول المخططة
المنظر في المعرض

الميرمية الزرقاء ونحلة الخشب البنفسجية
المنظر في المعرض

تحدّث إليّ بالأزهار

الأزهار ربّما لا تتكلّم، لكنّها ترسل رسالة واضحة وقاطعة: "تعالوا إليّ!"

خلال التطوّر تطوّرت عند النباتات وسائل متنوّعة لجذب المُلقِّحات: ألوان وروائح وأشكال وحتّى بُنى تُحاكي كائنات أخرى.

اللقاء بين الزهرة والمُلقِّح ليس عارضًا؛ بينهما يجري تواصل، يقوم على مُحفِّزات حسّيّة واستجابات دقيقة وتنسيق رائع.

المُلقِّح يُقدّم للزهرة خدمات التلقيح ويستمتع بمكافأة: رحيق حلو أو حبيبات لقاح مُغذّية، وأحيانًا مأوى أو ظروف مريحة أو نقطة لقاء.

المنظر في المعرض

التلقيح اللاحيويّ

ليست كلّ النباتات تحتاج إلى مساعدة الحيوانات كي تتكاثر. أحيانًا يتمّ التلقيح بمساعدة الرياح أو المياه، التي تحمل حبيبات اللقاح من زهرة إلى أخرى. عادةً، أزهار هذه النباتات صغيرة وشاحبة وتفتقر للرحيق.

التلقيح بواسطة الرياح

نباتات مثل القمح والذرة والبلّوط والصنوبر ونخل التّمر والزيتون، تُطلق في الهواء جموعًا من حبيبات اللقاح الخفيفة والديناميكيّة الهوائيّة، وجزء منها يجد طريقه إلى زهرة مناسبة. هذا ربّما يبدو ميؤوسًا منه، لكن بفضل الوفرة الهائلة لحبيبات اللقاح، فإنه فعّال.

التلقيح بواسطة المياه

عند جزء من نباتات المائيّة، التيّار المائيّ هو الذي "يقوم بالعمل". حبيبات اللقاح تطفو على سطح المياه أو تُجرف بالتيّار، حتّى تلتقي بالزهرة الصحيحة.

المنظر في المعرض

حبيبات اللقاح

حبيبات اللقاح هي خلايا التكاثر الذكريّة الدقيقة للنباتات المُزهرة. كلّ حبّة مُغلّفة بجدار خارجيّ صلب ومقاوم بشكل خاصّ، مصنوع من موادّ عضويّة، من الأقوى في الطبيعة. هذه الخاصّيّة تُمكّن حبيبات اللقاح من البقاء في التربة والصخور لآلاف وحتّى ملايين السنين، تقريبًا دون تغيير.

لحبيبات اللقاح بُنية فريدة، تخدم كنوع من "بصمة الإصبع" النباتيّة. بفضل ذلك، أصبحت أداة بحث متعدّدة التخصّصات: في الجيولوجيا تساعد في إعادة تشكيل النباتات والمناخ القديم؛ في علم الآثار تُقدّم معلومات عن نباتات استُخدمت للطعام والدواء وطقوس العبادة والحدائق الزينيّة وغير ذلك؛ في علم البيئة تكشف الروابط بين النباتات والمُلقِّحات وتُساهم في فهم العمليّات الطبيعيّة وحفظ الطبيعة؛ وفي الطبّ تساعد في تحديد مصادر الحساسيّات الموسميّة. في حالات معيّنة، تُستخدم حبيبات اللقاح كأداة جنائيّة في التحقيق في الجرائم، عندما يستعين بها الباحثون لربط مسرح الجريمة بالمتورّطين.

المنظر في المعرض

إعادة بناء حدائق الزينة القديمة

حديقة ممثّل الإمبراطوريّة الفارسيّة، التي حكمت المنطقة في القرنين ال 5 وال 4 ق.م، أُعيد بناؤها بواسطة تحديد حبيبات اللقاح التي ع عَلِقت في قِصارَةِ إحدى برك الحديقة. إلى جانب الأشجار والشجيرات المحلّيّة، مثل العنب والآس والتين والصفصاف، حُدّدت أيضًا نباتات مُستوردة مثل أرز لبنان والجوز الفارسي. الاكتشاف الأكثر إثارة للدهشة كان حبيبات لقاح الأترجّ، شجرة أصلها في جنوب شرق آسيا وهي الدليل الأقدم على زراعة الحمضيّات في حوض البحر المتوسّط. لاحقًا دخلت اليهوديّة كواحد من الأنواع الأربعة التي تُؤخذ في عيد العُرش.

نيريت كيدم
إعادة بناء الحديقة الملكيّة الفارسيّة في رمات راحيل
القرنان ال 5 وال 4 ق.م (شكرًا للفنّانة)
أقلام حبر، ألوان قلم رصاص
2012

لغز زهرة السحلب والملقّح الغامض

تشارلز داروين (1809-1882) كان عالمًا بريطانيًّا، من الأبرز في التاريخ، عمل في إنجلترا وخرج في رحلات بحثيّة حول العالم. داروين صاغ فكرة الانتقاء الطبيعيّ وشرح كيف تتغيّر الأنواع وتتطوّر خلال الأجيال. أبحاثه، التي تناولت الحيوانات والنباتات، وضعت الأسس لفهم التطوّر في الطبيعة، بما في ذلك الروابط المعقّدة بين الأزهار والمُلقِّحات.

عندما فحص داروين زهرة سحلب من مدغشقر ذات سُرّة رحيقيّة (أنبوب زهرة) طويلة بشكل خاصّ، قرّر أنّه يجب أن يكون هناك مُلقِّح ذو خرطوم مرن وطويل بشكل خاصّ، عثّة على الأرجح، يتناسب تمامًا مع بُنية الزّهرة.

فقط بعد حوالي أربعين سنة من ذلك اكتُشفت العثّة الصقريّة التي تتخصّص في تلقيح "سحلب داروين". رغم أنّ داروين نفسه لم يحظَ بالعثور على هذا المُلقِّح الخاصّ، تبيّن أنّ توقّعه كان صحيحًا، عندما تمّ البرهان أنّه في هذه الحالة أيضًا تطوّرا بالتوازي، في عمليّة تطوّر متبادل (نشوؤ وتطوّر مشترك)، الزهرة ومُلقِّحها الفريد.

المنظر في المعرض

المنظر في المعرض

المنظر في المعرض

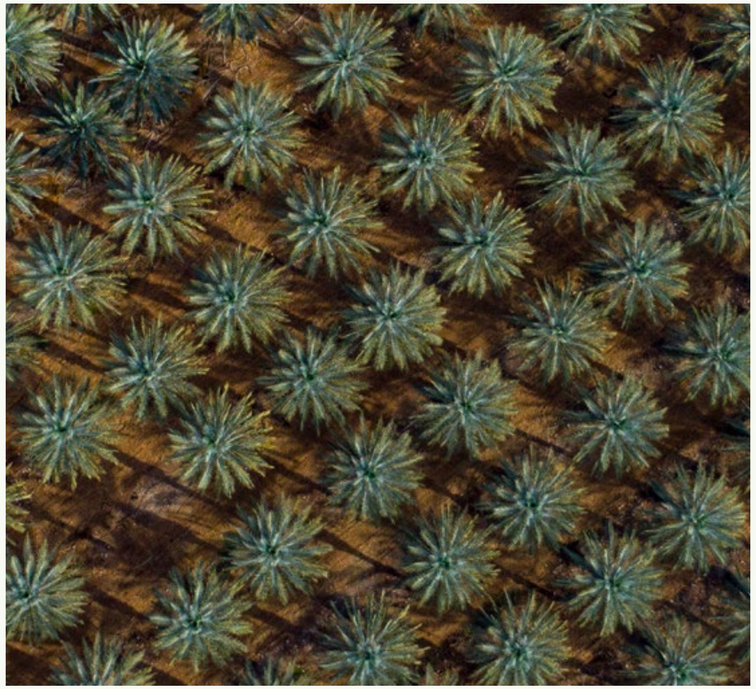
الزراعة والتّلقيح

الزراعة تعتمد على التلقيح. التلقيح والبذور تتطوّر فقط بعد أن تمرّ أزهارها بإخصاب ناجح. حتّى في المحاصيل التي نأكل فيها الأوراق أو الجذور، مثل الخسّ أو الجزر، عمليّة التلقيح حيويّة لضمان محصول مستقبليّ. حسب التقديرات، حوالي ثلث الطعام في صحننا يعتمد على التلقيح على يد الحشرات. الزراعة الحديثة لا تُبدّل الطبيعة، بل تُقوّيها بواسطة تقنيّات مبتكرة، لضمان إنتاج طعام عالي الجودة وصحّيّ ومستقرّ لفترة طويلة.

المنظر في المعرض

التلقيح بواسطة الرياح

جزء من أهمّ المحاصيل لتغذية الإنسان مُلقّح بواسطة الرياح. يُقصد بالأساس بالحبوب، مثل: القمح، الشعير، الذرة والأرزّ، التي هي مصدر الطاقة الأساسيّ في التغذية العالميّة.



التلقيح بمساعدة الإنسان

النّخيل مُلقّح بمساعدة الرياح، لكن في البساتين الزراعيّة الكثيفة، الرّياح وحدها غير كافية. في نخيل إنتاج التمر، مثلاً توقيت الإزهار بين الأزهار الذكريّة والأنثويّة ليس دقيقًا دائمًا، ولذلك فرصة الإخصاب الطبيعيّ الذي يضمن محصولاً ناجحًا، منخفضة. المزارعون وجدوا لذلك حلّاً في طرق التلقيح اليدويّ، الملائمة لخصائص كلّ صنف من التمور وظروف الزّراعة في كلّ منطقة في البلاد.

التلقيح بواسطة نحل العسل

المُلقِّح الأساسيّ في الزراعة هو نحلة العسل: (*Apis mellifera*) الحشرة المُستأنسة الأكثر انتشارًا، التي تسكن خلايا كثيرة حول العالم وتُساهم في تلقيح محاصيل زراعيّة كثيرة، مثل التفّاح وعبّاد الشمس والخيار والقطن وغيرها.

إضافة إلى دورها الحاسم في التلقيح، تُساهم نحل العسل أيضًا في فرع اقتصاديّ مهمّ آخر - إنتاج العسل - وهو منتج حلو لنشاطها الواسع.

التلقيح بواسطة النحل الطنّان

النحلة الطنّانة أيضًا مُلقِّحة مهمّة في الزراعة. هي أكبر من نحلة العسل وتُنفّذ أيضًا "تلقيح الطنين": تُرجرج أجنحتها بتذبذبات سريعة، وهكذا تهزّ الزهرة وتنفض منها حبيبات اللقاح. بفضل هذه الخاصّيّة، تتميّز النّحلة الطنّانة خاصّة في تلقيح أزهار حبيبات لقاحها مخبّأة في عمق الزهرة أو لا تنفصل بسهولة، مثل: الطماطم والباذنجان والشمّام.

أهمّيّة المُلقِّحات البرّيّة

إلى جانب نحل العسل والنّحل الطنّان، التي يستخدمها المزارعون في الزّراعة الحديثة، المُلقِّحات البرّيّة أيضًا تُساهم في نجاح المحاصيل الزراعيّة. هذه المُلقِّحات تصل إلى مناطق الزّراعة بشكل طبيعيّ، ووجودها محسوس جيّدًا في الغلّة وجودة المحصول. عندما تختفي من المنظر الطبيعي، تتضرّر الزراعة أيضًا. في حالات إنخفاض أداء المُلقِّحات المُدارة، أي نحل العسل والنّحل الطنّان، تُشكّل المُلقِّحات البرّيّة "شبكة أمان" طبيعيّة للنظام الزراعيّ.

المنظر في المعرض

إسرائيل كقوّة عظمى للتنوّع البيولوجيّ

إسرائيل تقع في ملتقى جغرافيّ ومناخيّ فريد: لقاء بين ثلاث قارّات، ومناطق مناخيّة مختلفة، وأحزمة نباتيّة متنوّعة. بفضل هذه الظروف البيئيّة، التي تتواجد في مساحة جغرافيّة صغيرة نسبيًّا، إسرائيل هي موطن لتنوّع واسع من النباتات والحيوانات ولأنظمة بيئيّة مزدهرة. بين مجموعات بيولوجيّة معيّنة، التنوع البيولوجيّ في إسرائيل حتّى أعلى من ذلك الموجود في مناطق أوسع منها بكثير. مثال بارز على ذلك هو النحل البرّيّ من جنس الأندرينا (Andrena)، نحل وحيد يُعشّش في التربة ولا يُكوّن مستعمرات اجتماعيّة.

نحل برّيّ من جنس أندرينا
المنظر في المعرض

التلقيح: نأمل ألّا ينتهي أبدًا

في العصر الحاليّ، تنوّع النباتات والمُلقِّحات يتعرّض لتهديدات خطيرة أكثر من أيّ وقت مضى. نشاط الإنسان يؤثّر على قدرة الأنواع على البقاء، ويدفع كثيرًا منها إلى عتبة الانقراض ويُزعزع استقرار المنظومات البيئيّة.

البيئات الطبيعيّة تُدمَّر لصالح البناء والزراعة، وتجمّعات النباتات والمُلقِّحات تنفصل عن بعضها البعض بسبب البنى التحتيّة، مثل: الطرق والمباني. الاستخدام غير الحكيم لموادّ المكافحة يضرّ بالنباتات والحشرات، تلوّث الضوء يُخلّ بدورات النشاط اليوميّة لها، والأنواع الغازية تُزعزع علاقات التبادل الحسّاسة المتواجدة في الطبيعة. حتّى نحلة العسل، الشريكة المهمّة للإنسان في الزراعة، قد تضرّ بالمُلقِّحات البرّيّة عندما تتجاوز المناطق الزراعيّة. إضافة إلى ذلك، أزمة المناخ تُغيّر دورات الفصول وأنظمة الحرارة والأمطار، وبذلك تُخلّ بالتزامن بين موسم الإزهار وموسم نشاط المُلقِّحات.

المنظر في المعرض

الحلّ موجود في البيت أيضًا

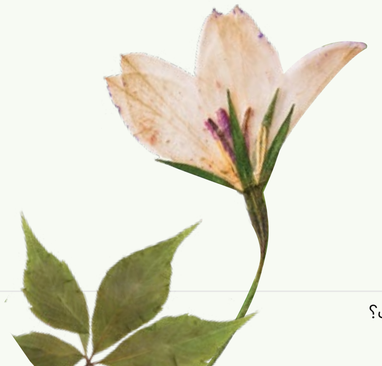
جزء من التهديدات قابل للحلّ فقط بوسائل نظاميّة، وهي في أيدي المخطّطين ومتّخذي القرارات ومُنتخبي الجمهور. لكن، هناك خطوات مهمّة يمكن لكلّ واحد وواحدة منّا اتّخاذها لمساعدة النباتات البرّيّة والمُلقِّحات.

لتعويض فقدان المناطق البرّيّة الجيّدة والمتنوّعة يمكننا تشجيع زراعة النباتات البرّيّة المحلّيّة في حديقة البيت، وفي الحديقة المجتمعيّة، وحديقة المدرسة وحتّى في الأحواض والأصص في الشرفة أو نافذة البيت. يمكن الاستفسار عن مبادرات تُقدّم بذورًا من مصدر محلّيّ حسب البيئة والمنطقة في البلاد التي تقطنون فيها. إضافة إلى ذلك، يمكن وضع "فندق" للحشرات لتوفير حلول سكن لمُلقِّحات برّيّة مختلفة. كذلك، يُنصح بتقليل أو تجنّب استخدام موادّ المكافحة الكيماويّة ضدّ الحشرات أو الأعشاب تمامًا. إذا كنتم تستخدمونها، يجب استخدام موادّ مُصرّح باستخدامها فقط، حسب تعليمات المُصنّع والقانون، وبمساعدة أهل اختصاص عند الحاجة.

فندق للملقِّحات
المنظر في المعرض

أ.د **أموتس دافني**

وهْم المكافأة:
كيف تخدع الأزهار الحشرات؟



الزيّ التنكّريّ هو مجرّد وهْم

"يا حاخام بوريم، يا حاخام بوريم
أرجوك أخبرني لماذا. لماذا لا يُحتفل بعيد المساخر
مرّتين في الأسبوع؟"

احتجّ الشاعر ليفين كيبنيس يتألّف الزيّ التنكُّريّ هيئة من قطع الملابس والمكياج التي تعرض من يستعملها في هويَّة مختلفة عن هويَّته الحقيقيَّة، ويُستخدم أحيانًا للخداع، انتحال الشخصيّة والتضليل. في عالم الأزهار لا تقتصر ظاهرة التنكُّر على يوم واحد في السنة، بل تمتدُّ طوال موسم الإزهار. فالزهرة "المتنكِّرة" تُحاكي في مظهرها، لونها، رائحتها أو سمة أخرى نباتًا آخر أو كائنًا حيًّا، وبذلك تخدع الملقِّح وتُضلِّله، إذ إنّها لا تُقدِّم أيَّ مكافأة لزوّارها.

لإثبات وجود محاكاة (mimicry) حقيقيَّة بين زهرتين من نوعين مختلفين، أو بين زهرة وكائن حيّ آخر، لا بدَّ من تحقُّق أربعة شروط:

1. كائن واحد (المحاكي) يتظاهر بأنَّه كائن آخر (النموذج) ويشبهه في المظهر، الرائحة أو سمة أخرى.
2. يعيش المحاكي والنموذج في الموطن ذاته ويكونان نشطَين في الموسم ذاته.
3. ثمَّة ملقِّح يعجز عن التمييز بين الإشارة الصادرة عن النموذج وتلك الصادرة عن المحاكي، ومن ثَمَّ يزور كليهما.
4. يُكافئ النموذج الملقِّحات التي تصله. تقوم المحاكاة على تضليل الملقِّح الذي لا يحصل على المكافأة المتوقَّعة عند زيارته الزهرة المحاكية.

في هذا المقال سأعرض بعض الأمثلة الرائعة على الأزهار المحاكية، أغلبها معروض في معرض "التلقيح".

الحاجبيّة (الأوفريس): زهرة تحاكي النحل

تشبه أزهار الحاجبيّة (من عائلة الأوركيد) النحل البرّيّ بقدر كبير، ومن هنا جاء اسمها بالعبريّة، وهذا التشابه ليس بصريًّا وحسب. إذ تُنتج الزهرة أيضًا خليطًا من الروائح يُحاكي رائحة الفيرومونات الجنسيَّة التي تُفرزها أنثى النحل البرّيّ المستعدَّة للتزاوج. يطرح هذا التشابه في المظهر والرائحة السؤال: ما الفائدة من أن تشبه الزهرة النحلة؟ نُبيِّن أوَّلًا أنَّ الأمر يتعلَّق بالنحل البرّيّ (لا بنحل العسل) الذي لا يعيش في مجتمعات. لكلِّ أنثى عشُّها الخاصّ، ويقتصر دور الذكر على تلقيح الإناث. تُميّز الذكور الإناث الصغيرة من خلال رائحتها الفريدة. تخرج ذكور النحل من العذراء قبل الإناث بأسبوعين أو ثلاثة، وفي هذا التوقيت بالذات تتفتَّح زهور الحاجبيّة. ينجذب الذكر إلى الزهرة كأنَّها أنثى نحل ويحاول التزاوج معها. ما يلبث أن يكتشف الخطأ فينتقل إلى زهرة أخرى، لكن ليس قبل أن تلتصق برأسه كتلة حُبيبات اللقاح فتُنقل إلى الزهرة التالية التي سيزورها. وهكذا يتمُّ التلقيح.

في الغالب يختصُّ كلُّ نوع من الحاجبيّة بزيارات ذكور نحل من نوع معيَّن. وفي حالات نادرة قد ترتبك الذكور وتنقل حُبيبات اللقاح بين أنواع مختلفة من الحاجبيّة، فتنشأ بذلك هجينات.

تتغيَّر رائحة أنثى نحل البرِّ بعد التزاوج فلا تستقطب الذكور بعد ذلك. من اللافت أنَّ الحاجبيّة أيضًا تغيِّر رائحتها بعد التلقيح، بحيث تنجذب ذكور النحل فقط إلى الأزهار التي لم تُلقَّح بعد. وبذلك تقلُّ المنافسة بين الأزهار على خدمات التلقيح من الذكور.

حاجبيّة دينسمور
تصوير: نوعَم عبيتسل

نوع من الحاجبيّة (الأوفريس) غير موجود في البلاد
The Watercolors of Vincent Fossat: Art in the Service of Science - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/publication/357628537_The_Watercolors_of_Vincent_Fossat_Art_in_the_Service_of_Science/figures?lo=1

كما هو مألوف في أنواع الأزهار الخادعة، تكون وتيرة زيارة الملقِّحات لها منخفضة. تتفتَّح كلُّ زهرة نحو أسبوعين أو ثلاثة (مقارنةً بثلاثة إلى أربعة أيَّام عند معظم النباتات)، وهذه الفترة الطويلة تُعوِّض احتمال التلقيح المنخفض.

يدور جدل بين الباحثين: هل هذا خداع تامّ تتنكَّر فيه الزهرة كأنثى ولا يحصل الذكر على أيِّ مكافأة، أم أنَّه يحصل على فائدة ما؟ يرى بعضهم أنَّ الذكور التي تدرَّبت على أزهار الحاجبيّة، المتفتِّحة قبل ظهور إناث النحل الحقيقيَّة بأسبوعين أو ثلاثة، ستكون أكثر خبرة وكفاءة وستسبق إلى التزاوج مع الإناث التي تظهر في البيئة. تذهب فرضيَّة أخرى إلى أنَّ كثرة أزهار الحاجبيّة التي تُنتج رائحة الإغراء تُهيِّئ جوًّا يُحفِّز نشاط الذكور الباحثة عن الإناث.

تلقيح نوع من الحاجبيّة غير موجود في البلاد (Ophrys bombyliflora) بواسطة ذكر نحلة طويلة القرون (Eucera).
لاحظوا التشابه بين زغب الزهرة والنحلة.

سحلب إسرائيل: زهرة تحاكي زهرة أخرى

بقدر كبير تشبه أزهار سحلب إسرائيل أزهار البلفيّة المتموّجة التي تُزهر في الموئل ذاته والفصل ذاته. يتجلّى التشابه بين الاثنين خاصَّة في البقع الداكنة على الخلفية الفاتحة؛ وفي رأينا، النقاط البنفسجيَّة على الشفيّة (الجزء المتَّجه إلى الأمام في الزهرة الذي يُستخدم لهبوط الحشرات) في سحلب إسرائيل هي محاكاة للأسدية البنفسجيَّة في البَلفِيَّة.

سحلب إسرائيل
تصوير: إيتان شابيرا

كشفت المشاهدات الميدانيَّة أنَّ سحلب إسرائيل والبَلفِيَّة المتموِّجة يتشاركان الملقِّحات ذاتها، وأنَّ معدَّل تكوُّن الكبسولات (الثمار) في الأوَّل يعتمد على كثافة الثانية في الموئل. كذلك تبيَّن أنَّ ذباب الزهور الأشعر ونحل البرِّ من جنسَي الأندرينا والهاليكتوس زارا أزهار سحلب إسرائيل وشُوهدا منتقلَين إلى البَلفِيَّة أيضًا. حين جُمع بضع عشرات من زوَّار البَلفِيَّة تبيَّن أنَّ نحو خمسها كان محمَّلًا بكتل حُبيبات لقاح سحلب إسرائيل، وهو دليل واضح على أنَّها زارت هذه الزهرة من قبل. هذا الاكتشاف دليل على اشتراك الملقِّحات، وعلى أنَّ هذه الزوَّار تخلط بين الأوركيد والبَلفِيَّة فتُلقِّحه. لذلك اقتُرح أنَّ أزهار سحلب إسرائيل تحاكي أزهار البَلفِيَّة المتموِّجة.

أثبت بحث فحص التشابه البصريّ بين المحاكي والنموذج أنَّه هو السبب الفعليّ في أخطاء الملقِّحات، فالنحل يرى أزهار النوعين بصورة متشابهة ويخلط بينهما.

سحلب إسرائيل والبلفيّة
تصوير: نوعَم عبيتسل

أفيبقطس كندسيّ الأوراق: زهرة تحاكي حشرات المنّ

تتكوَّن شفيّة أفيبقطس كندسيّ الأوراق (من عائلة السحلبيَّات) من جزأين: الجزء الداخليّ يشبه قاربًا ممدودًا لونه الأساسيّ أصفر وفي وسطه نتوءات داكنة تتراوح بين الأحمر الداكن والأسود؛ والجزء الخارجيّ المتَّجه إلى الأمام يشبه القلب ويمتلك فصَّين جانبيَّين مثلَّثَي الشكل منتصبَين، وطرفه الأبعد يحمل بقعة بيضاء لامعة. بين جزأَي الشفيّة مفصل يُتيح حركة الجزء الخارجيّ نتيجة الضغط الناجم عن ثقل الملقِّح.

حُبيبات لقاح النبات مجموعة في كتل ولا تجمعها الحشرات لتتغذّى عليها. تُفرز كمّيَّة صغيرة من الرحيق في قاعدة الشفيّة قرب النتوءات الداكنة. الأزهار صفراء ذات خطوط حمراء داكنة ولافتة للعين البشريَّة. أمّا رائحتها فضعيفة جدًّا بالنسبة للأنف البشريّ.

أسلوب التلقيح مميَّز لجميع أنواع الذباب الحوّام المرصودة: تهبط الذبابة (ذكرًا كان أم أنثى) على الجزء الأماميّ من الشفيّة فيُحنيها بفعل ثقله إلى الأسفل، كالجلوس على أرجوحة (ومحور الحركة

أفيبقطس كندسيّ الأوراق
تصوير: ياعيل أورغاد

أفييقطس كندسيّ الأوراق
منظر من الأمام
تصوير: أموتس دفني

هو المفصل الذي يربط جزأَي الشفيّة).
حين يتقدَّم الذباب ويصل إلى قاع الزهرة
حيث يوجد الرحيق، يختلُّ توازن الشفيّة ،
فتعود مقدِّمتها التي انضغطت للأسفل
إلى موضعها السابق فتقذف الذباب
نحو الميسم اللزج الواقع فوق منبع
الرحيق. في محاولاته التحرُّر تلتصق به
كتل حُبيبات اللقاح. فإذا وصل ذباب
محمَّل بكتل حُبيبات اللقاح إلى زهرة
أخرى التقطها السائل اللزج الذي يغطّي
سطح الميسم، وهكذا يتمُّ التلقيح. تضع

أفييقطس كندسيّ الأوراق، منظر إلى داخل الشفّيّة.
نُلاحظ النتوءات الداكنة التي تُعتبر محاكاةً بصريّةً للمَنّ.
تصوير: أوري شطاين

إناث الذباب بعض بيضها على أجزاء مختلفة من أزهار الأفيبقطس، وأحيانًا قريبًا جدًّا من النتوءات الداكنة في وسط الجزء الداخليّ من الشفيّة. رُصدت إناث الذباب تلمس هذه النتوءات الداكنة بطرف بطنها ثمَّ تضع البيض قريبًا منها مباشرةً. في ضوء هذه الاكتشافات اقترحنا أنَّ النتوءات الداكنة في الشفيّة محاكاة في اللون، وربَّما في الرائحة أيضًا، لحشرات المن الموجودة على الأزهار.

كشف فحص مواد الرائحة عن وجود ثلاثة مركَّبات موجودة أيضًا في إفرازات حشرة مَنّ البيقية. بيّنت اختبارات استجابة الذباب الحوّام أنَّ كلًّا من الذكور والإناث "تتعرَّف" على موادّ الرائحة هذه. وأظهرت فحوصات إضافيَّة أنَّ وجود هذه الموادّ يدفع إناث الذباب الحوّام إلى وضع البيض تمامًا كما تدفعها إلى ذلك حشرات المنّ الحقيقيَّة. تضع إناث الذباب الحوّام بيضها بالقرب من تجمُّعات المنّ، وتتغذَّى اليرقات الفاقسة على المنّ. تختار إناث الذباب مكان وضع البيض بعناية استنادًا إلى مثيرات بصريَّة ومثيرات تتعلّق بالرائحة. موادّ الرائحة المُحدَّدة من أزهار الأفيبقطس هي فيرومون الإنذار لعدَّة أنواع من حشرات المنّ. تُفرز حشرات المن هذا الفيرومون باستمرار، لكنَّه يُفرز بكمِّيَّات

ذبابة حوّامة تزور زهرة أفيبقطس كندسيّ الأوراق (في اليسار).
في اليمين - بيضتان وضعتهما على الزهرة الذبابة الحوّامة الشائعة.
تصوير: يوهانس شتكل

أكبر في أوقات الخطر. يبدو إذًا أنَّ أزهار أفيبقطس كندسي الأوراق تحاكي فيرومون إنذار المنّ الذي يستقطب الذباب الحوّام. تدعم هذه الفرضيَّة تجارب السلوك التي أثبتت أنَّ رائحة الأزهار (الطبيعيَّة والمُصنَّعة على حدٍّ سواء) تحثُّ أنثى الذباب على وضع البيض، وهذا دليل على أنَّ الذباب الحوّام المُفترس يستخدم فيرومون المنّ إشارة موثوقة تُساعده في تحديد موقع مستعمراته. تُشير البيانات إلى أنَّ الزهرة لا تحاكي نوعًا معيَّنًا من المنّ، بل مواد يُفرزها كثير من أنواعه، ولذلك فهي محاكاة تستقطب أنواعًا مختلفة من الذباب الحوّام.

يحتوي الأفيبقطس كندسيّ الأوراق على كميَّة صغيرة من الرحيق، ولذلك ربَّما لا يُصنَّف وفق التعريف "خادعًا". غير أنَّ الإشارة التي يُصدرها النبات وتستقطب الملقِّحات مُضلِّلة وتعدهم بمكافأة مختلفة (المن غذاءً، الذي لا يوجد على النبات في أحيان كثيرة)، ولذلك تُعدُّ هذه "إعلانًا كاذبًا". ويبقى السؤال: ما ثمن التلقيح من منظور الملقِّح، إذ إنَّ اليرقات التي نشأت من بيض وُضع في زهرة خالية من المنّ قد تموت جوعًا.

خاتمة

في جميع حالات الخداع المذكورة أعلاه، والتي يُعرض بعضها في المعرض أيضًا، تُنشئ الأزهار بمساعدة اللون والشكل والرائحة "تمثيلًا زائفًا" يُوقع الحشرة الزائرة في "وهْم"، فتظنُّ أنَّها أمام زهرة مكافئة، استنادًا إلى تجربتها السابقة في زيارة الأزهار "النزيهة"، أي تلك التي تدفع مكافأة حقيقيَّة مقابل الزيارة. السؤال الذي يطرح نفسه حول هذه المسألة برمَّتها هو: ماذا تجني الأزهار من "خداع" الحشرات؟ لا يتَّفق الباحثون على إجابة. ثمَّة رأيان رئيسيَّان: يرى بعضهم أنَّ النبات "الخادع" يوفِّر الطاقة اللازمة لإنتاج الرحيق ويُحوِّلها لحاجات أخرى كالنموِّ أو إنتاج مزيد من الأزهار. ويرى آخرون أنَّ قلَّة زيارة الملقِّحات لأزهار النباتات "الخادعة" وانتقالها إلى النباتات المُقدِّمة مكافأة يزيد من احتمال التلقيح الخلطيّ الذي له مزيَّة على التلقيح الذاتيّ.

من: דפני, א׳ ואיזיקוביץ, ד׳ (2023). האבקה בראי ישראלי. הוצאת פרדס, חיפה

د. غدعون بيزنطي

أمين في مجموعة النحل والزنابير المُعنَّقة،
متحف الطبيعة على اسم شتاينهارت، جامعة تلّ أبيب

عالم التلقيح في إسرائيل الماضي، الحاضر والمستقبل

بفضل موقعها الفريد عند ملتقى القارّات وثراء موائلها الطبيعيَّة، تتمتّع إسرائيل بتنوُّع بيولوجيّ غنيّ يشمل نحو 2,300 نوع من النباتات وآلاف الأنواع من الحشرات الملقِّحة.

يُشكّل مجال التلقيح في إسرائيل عامل جذب لأبحاث لا تُحصى في ميادين علم النبات وعلم الحشرات، والبيئة، والتطوُّر، والزراعة.

حتّى دراسة حبيبات اللقاح ذاتها، تلك الجسيمات المجهريَّة الناقلة للحمولة الجينيَّة من نبات إلى آخر، تمنحنا معلومات قيّمة. فعلى سبيل المثال، يمنحنا وجود حبيبات اللقاح في الرواسب ما قبل التاريخيَّة فرصة إلقاء نظرة فريدة على عالم النبات الذي كان قائمًا قبل عشرات الآلاف من السنين في حوض البحر المتوسّط[1].

تربية النحل في خليَّة معروفة في البلاد منذ نحو 3,000 عام. كشف تحليل مكتشفات خلايا النحل التي عُثر عليها في حفريّات تل رحوب أنَّه في أرض إسرائيل كان يُربَّى نحل العسل الأناضوليّ، وهو نوع فرعيّ لا يزال موجودًا في منطقة تركيا اليوم. اليوم، في تربية النحل التجاريّة يُستعان بنحل النوع الفرعيّ الإيطاليّ.

كان في البلاد أيضًا نوع فرعيّ محلّيّ من نحل العسل يُعرف بـ"النحل السوريّ"، كان أكثر عدوانيّةً وأقلّ ملاءمةً للتدجين، غير أنَّه اختفى من الطبيعة خلال القرن الـ 20[2].

من المهمّ أن نتذكَّر أنَّ نحل العسل في عالم الأزهار والحشرات والتلقيح ليس القصّة كلَّها. نحل العسل هو نوع واحد من النحل من بين أكثر من 1,200 نوع من أنواع النحل التي تتمتّع بها إسرائيل. قائمة أنواع النحل في إسرائيل تواصل نموَّها باستمرار نتيجة الاكتشافات الجديدة في علم التصنيف[3]. أنواع كثيرة من النحل "تتخصَّص" في مجموعة ضيِّقة جدًّا من النباتات، لكلٍّ نوع من النحل نباتُه الملائم له. هذا التخصُّص يعني في أحيان كثيرة قدرات تلقيح فريدة ومحسَّنة، لا تتوفَّر لدى النحل الأقلّ انتقائيّةً، كنحل العسل.

كذلك تتميَّز مجموعات أخرى من الحشرات، وبخاصَّة الذباب والعثّ والخنافس، بثراء عالٍ في الأنواع في إسرائيل، وثمَّة أنواع كثيرة من النباتات الملائمة للتلقيح بواسطتها (كاللوف الفلسطينيّ، الطيطان البحريّ، الخشخاش الكمَّثريّ، على التوالي).

الملقّحات من غير الحشرات لم تُدرس تقريبًا في إسرائيل، غير أنَّ أحد طيور بلادنا – تمير فلسطين – ينتمي إلى مجموعة الطيور الاستوائيَّة التي تتغذّى أساسًا على رحيق الأزهار، وتُلقِّح بعضها أيضًا[4].

تُبدي الطبيعة الإسرائيليَّة ثراءً من التفاعلات الفريدة بين النباتات وملقّحاتها. نذكر هنا بعض الأمثلة فحسب: عصا الراعي، التي يلائم تركيب زهرتها تلقيح النحل الكبير، غير أنَّها في الواقع تُلقَّح أساسًا بالعثّ؛ وشقائق النعمان، التي تتفتَّح بألوان متنوِّعة، لكلٍّ منها قدرة جذب مختلفة لملقّحات مختلفة؛ الباصول، الذي يجذب طيفًا واسعًا جدًّا من الملقّحات في موسم يكون فيه كلُّ ما حوله

1.
Langgut, D. et al. 2011. Vegetation and climate changes in the South Eastern Mediterranean during the Last Glacial-Interglacial c ycle (86 ka): new marine pollen record. Quaternary Science Reviews, 30: 3960–3972.

2.
Soroker, V. et al. 2018. Apiculture in Israel. In: P. Chantawannakul et al. (eds.), Asian Beekeeping in the 21st Century. Springer.

3.
Pisanty et al. 2022. Twenty-five new species of mining bees (Hymenoptera: Andrenidae: Andrena) from Israel and the Levant. Zootaxa, 5185: 1–109.

جافًّا وليس له منافسون؛ والسوسن الأرجوانيّ، الذي لا يوفِّر لملقّحاته رحيقًا ولا حبيبات لقاح، لكنَّه يُشكِّل ملجأً ليليًّا لذكور النحل[4].

غير أنَّ أكثر الأمثلة فرادةً في عالم التلقيح محفوظة لأزهار الأوركيد. هذه العائلة، التي لا يمثِّلها في إسرائيل سوى 34 نوعًا، تُشكِّل ذروة الذكاء في استغلال الملقّحات. معظم أنواع الأوركيد في إسرائيل "مخادعة"، إذ تنجح في استقطاب ملقّحاتها دون أن تقدِّم أيَّ مكافأة في المقابل. بعضها (مثل زهرة سحلب إسرائيل) بذلك عن طريق تقليد النباتات الأخرى، والبعض الآخر (مثل: الحاجبيّة (الأوفريس)) عن طريق تقليد إناث النحل، ممّا يجذب الذكور للتزاوج[4].

باعتبارها دولة رائدة في إنتاج وتطوير وتكنولوجيا المعدّات الزراعيّة، أجريت الكثير من الأبحاث في إسرائيل لتحسين تلقيح مجموعة متنوّعة من المحاصيل الزراعيّة باستخدام الملقّحات المختلفة، وخاصّة نحل العسل. لقد تبيّن أنّ لموقع خلايا النحل وتوقيت إدخالها إلى الحقل أو البستان أهمّيّة بالغة لنجاح عمليّة التلقيح. النحل الطنّان هو من الملقّحات الأخرى التي تستخدم على نطاق واسع في الزراعة. يمتلك هذا النوع عضلات جناح قويّة، ممّا يسمح بالتلقيح الأمثل للأزهار من عائلة الباذنجانيّات، مثل: البندورة، الفلفل والباذنجان، في عمليّة تُعرف باسم "التلقيح بالطنين" 5.

جرى بحث أنواع إضافيَّة عديدة من حيث قدرتها على التلقيح وإمكانيَّة توظيفها تجاريًّا في الزراعة، ولا سيَّما أنواع النحل التي تُعشِّش في سيقان مجوَّفة يمكن نصبها في المساحات الزراعيَّة[5]. أكَّدت دراسات السنوات الأخيرة أيضًا أهمِّيَّة مجموعات الملقّحات الطبيعيَّة القاطنة بالقرب من المساحات الزراعيَّة أو داخلها، بوصفها ذات إسهام مهمٍّ في تلقيح المحاصيل يُضاف إلى إسهام الملقّحات التجاريَّة، بل يُشكِّل "شبكة أمان" في حالات شحِّها[6]. سعت دراسات أخرى إلى إيجاد سبل لتحسين التلقيح بوسائل تكنولوجيَّة وميكانيكيَّة، دون الاعتماد على العوامل الطبيعيَّة[7].

وماذا يخبِّئ المستقبل لعالم التلقيح الإسرائيليّ؟

4.
דפני, א' ואיזיקוביץ, ד' 2023. האבקה בראי ישראלי. פרדס הוצאה לאור.

5.
Dag, A. 2009. Interaction between pollinators and crop plants: The Israeli experience. Israel Journal of Plant Sciences, 57: 231–242.

6.
Pisanty, G. et al. 2016. Watermelon pollinators exhibit complementarity in both visitation rate and single-visit pollination efficiency. Journal of Applied Ecology, 53: 360–370.

7.
Bechar et al. 1999 Modeling and experiment analysis of electrostatic date pollination. Transactions of the ASAE, 42: 1511–1516.

لا تهدأ تحدّيات حماية الطبيعة في دولتنا المكتظّة للحظة، إذ يُعرِّض الجمعُ بين تقلُّص المساحات الطبيعيَّة وتغيُّر المناخ وشتَّى الاضطرابات المحلِّيَّة التي يُحدثها الإنسان أنواعًا كثيرة من النباتات والملقّحات، بل منظومات بيئيَّة بأكملها، للخطر. حين تتقلَّص المساحات الطبيعيَّة تنشأ منافسة بين مختلف الفاعلين في عالم التلقيح، ولا سيَّما بين نحل العسل التجاريّ والنحل البرِّيّ وسائر الملقّحات الطبيعيَّة. تتجلّى صعوبة الموازنة بين احتياجات الإنسان والزراعة واحتياجات الطبيعة، في التوغُّل المتزايد لنحل العسل التجاريّ في المساحات الطبيعيَّة على حساب الملقّحات الطبيعيَّة القاطنة فيها[8].

علاوةً على ذلك، ثمَّة تهديدات من أنواع غازية مختلفة، كنحل العسل القزميّ الذي اخترق منطقة إيلات وينتشر شمالاً[9]. تستلزم هذه التحدّيات وسواها منَّا جميعًا نشاطًا حثيثًا، وكذلك رؤيةً بعيدة المدى للحفاظ على عالم النباتات والملقّحات بما يزخر به من ثراء.

8.
Tourbez, C. et al. 2025. Commercial honey bee keeping compromises wild bee conservation in Mediterranean nature reserves. Apidologie, 56: 11.

9.
Moritz, R.F.A. 2010. Invasion of the dwarf honeybee Apis florea into the near East. Biological Invasions, 12: 1093–1099.

أ.د **دفنا لانغوت**

مساهمة
أبحاث حبيبات اللقاح في أبحاث الآثار

حبيبات لقاح النبات تتشكَّل في الأسدية، وهي الأعضاء التناسليَّة الذكريَّة في الأزهار، وتحمل الخلايا التناسليَّة الذكريَّة. تُنقل عبر الريح أو الماء أو الحيوانات (وخاصَّة الحشرات) إلى المياسم، وهي الأعضاء التناسليَّة الأنثويَّة في الزهرة، وهكذا تتمُّ عمليَّة الإخصاب. لكلّ نبات شكل حبَّة لقاح مميَّز له، ولذلك تُستخدم الحبوب بوصفها "بطاقة هويَّة" للنباتات. حبيبات اللقاح صغيرة جدًّا، يتراوح قطرها بين بضعة ميكرونات (جزء من الألف من الملّيمتر) وعدَّة عشرات من الميكرونات، ويجري التعرُّف إليها بصورة رئيسيَّة عبر المجهر الضوئيّ.

لحبوب اللقاح المنتشرة بفعل الريح انتشار أوسع من تلك المنتشرة بواسطة الحشرات، وهي تبلغ مسافات بعيدة بيُسر أكبر. علاوة على ذلك، ولرفع احتمالات التلقيح، تُنتج النباتات الملقَّحة بالريح حبيبات لقاح بكمّيَّات أكبر ممّا تُنتجه النباتات الملقَّحة بالحشرات.

حبيبات لقاح الأزهار وعلم الآثار

لحبوب لقاح الأزهار قدرة حفظ عالية جداً؛ إذ يمكنها أن تبقى متحجِّرة لمئات، بل لآلاف السنين، ولذلك يمكنها المساعدة في حلّ الألغاز الأثريَّة. تكون ظروف حفظ حبيبات اللقاح ممتازة بصفة خاصَّة في الأماكن التي تكون فيها عمليَّات الأكسدة بطيئة جداً، كالرواسب المتراكمة في قيعان البحار والبحيرات والمستنقعات، فضلاً عن البيئة الصحراويَّة. من خلال إعادة تركيب الغطاء النباتيّ القديم يستنتج الباحثون معلومات عن التغيُّرات المناخيَّة. من خلال التعرُّف إلى حبيبات اللقاح المتحجِّرة في موقع أثريّ (وهو مجال علميّ يُعرف **بعلم النبات الأثريّ**) يمكن الإجابة عن طيف واسع من الأسئلة المتعلِّقة بأنماط حياة سكَّان المنطقة القدامى. على سبيل المثال، في أيّ فصل سُكن الموقع، وما كان غذاء السكَّان، وما كانت استراتيجيَّات معيشتهم – من زراعة ورعي ونحو ذلك – وماذا كانت عاداتهم الطقوسيَّة، وعلاقاتهم التجاريَّة، وحدائقهم النباتيَّة القديمة، وغير ذلك.

يمكن أخذ عيِّنات من حبيبات اللقاح المتحجِّرة في الموقع الأثري من الأرضيَّات، ومن الأواني الخزفيَّة، ومن قصارة المباني، ومن روث الحيوانات، ونحو ذلك.

القصر في رمات راحيل

اكتُشفت مؤخَّرًا في البلاد مكتشفات فريدة تُلقي ضوءً جديدًا على دراسة الحدائق الملكيَّة القديمة في منطقتنا. في حفريّات موقع رمات راحيل قرب القدس كُشف عن مبنى معماريّ فخم، جرى التعرُّف إليه بوصفه قصر ممثِّل الإمبراطوريَّة الفارسيَّة في منطقتنا، قبل نحو 2,500 عام. حول القصر، في حفريّات أُجريت في السنوات الأخيرة، كشف المنقِّبون عن حديقة ملكيَّة قديمة. كان المنقِّبون في غاية الفضول لمعرفة ما كان ينمو في هذه الحديقة، غير أنَّه لم تُحفظ في التربة أيَّ بقايا نباتيَّة، وظلَّ لغز النبات في الحديقة دون إجابة. لذلك كان واضحًا للباحثين أنَّه لا بدَّ من اللجوء إلى تقنيَّات نباتيَّة أثريَّة أقلَّ شيوعًا. جرى اتِّخاذ قرار بمحاولة التعرُّف إلى ما إذا كانت حبيبات لقاح النباتات قد احتُجزت في قصارة مباني الحديقة. تمّت قصارة المباني على مرِّ السنين بعدَّة طبقات

من القصارة لأغراض الصيانة. كان الافتراض العلميّ أنَّه إذا كانت إحدى الطبقات قد جُصِّصت في فصل الربيع، حين كانت الحديقة في أوج إزهارها، فإنَّ حبيبات اللقاح التي كانت تحوم في الهواء في تلك الفترة ربَّما التصقت بالقصارة الرطبة وانطبعت فيها

إعادة تركيب الغطاء النباتيّ لحديقة القصر

يستند التعرُّف إلى النباتات التي كانت تنمو في الحديقة إلى عزل حبيبات لقاح متحجِّرة من قصارة كانت تُغطّي إحدى بِرَك الماء التي كانت في الحديقة. كثير من النباتات التي اكتُشفت في هذا البحث هي نباتات غابات البحر المتوسّط الطبيعيَّة، المميَّزة لموائل جبال يهودا، ومنها أشجار البلّوط والصنوبر والزيتون، فضلاً عن شجيرات وأعشاب من فصائل النجيليَّات والقرنفليَّات والسرمقيَّات، وهي أيضًا من مكوِّنات الغابة المتوسّطيَّة. غير أنَّه إلى جانب هذه النباتات جرى التعرُّف إلى مجموعة فريدة ومفاجئة من أشجار الفاكهة ونباتات الزينة والأشجار التي لا تنمو برِّيَّةً في منطقتنا، والتي جُلبت إلى الحديقة الملكيَّة من مسافات بعيدة.

أكثر المكتشفات إثارةً للدهشة التي كُشف عنها في هذا البحث هو الأَتْرَج. هذا هو أقدم دليل نباتيّ مباشر على زراعة هذه الشجرة في منطقة الشرق الأوسط. موطن الأَتْرَج شرق الهند وجنوب الصين، وهو أوَّل أنواع الحمضيَّات التي انتشرت غربًا، على الأرجح عبر فارس (إيران اليوم). بل إنَّ اسمه العبريّ يلمِّح إلى أصله: ففي الفارسيَّة يُسمّى الأَتْرَج "أَتْرُنْج"، وبما أنَّ حديقة رمات راحيل توقّف استخدامها قُرب نهاية القرن الـ 4 ق.م، فإنَّ التعرُّف إلى حبيبات لقاح الأَتْرَج في الحديقة يدلُّ على أنَّه في العهد الفارسي على أبعد تقدير كان الأَتْرَج يُزرع بالفعل في أرض إسرائيل.

شجرة أخرى لا تنمو برِّيَّةً في إسرائيل، وجرى التعرُّف إليها في مجموعة حبيبات اللقاح من الحديقة، هي أرز لبنان. التعرُّف إلى حبيبات لقاح الأرز في حديقة رمات راحيل يدلُّ على أنَّه كان يُزرع في الحديقة.

الجوز أيضًا لا ينمو برّيًّا في منطقة إسرائيل. موطن هذه الشجرة في المواطن المعتدلة والباردة في غرب آسيا، وهناك على الأرجح جرى تدجينها لأوَّل مرَّة، كشمال إيران والبلقان وشرق تركيا. كذلك جرى التعرُّف إلى حبيبات لقاح هذه الشجرة في مجموعة حبيبات اللقاح الموجودة في قصارة بركة الحديقة الملكيَّة.

من أشجار الفاكهة التي تنمو طبيعيًّا في المنطقة، والتي جرى التعرُّف إليها في رمات راحيل، تجدر الإشارة إلى العنب والتين. وجود هذه الأشجار في مجموعة نباتات الحديقة أمر فريد، إذ إنَّ حبيبات لقاح هذه الأنواع محدودة الانتشار، لأنَّها لا تُحمل إلى مسافات بعيدة. العنب المدجَّن يتلقَّح في الغالب ذاتيًّا، والتين يُلقِّحه زنبور التين داخل الثمرة. وهكذا فإنَّ وجود حبيبات لقاح هذين النباتين في قصارة البركة يدلُّ على أنَّهما كانا ينموان بالقرب منها.

ومن النباتات الأخرى التي جرى التعرُّف إليها بواسطة حبيبات اللقاح في هذا البحث: أشجار الحور، وهي أشجار مرتفعة سريعة النموِّ، ربَّما استُخدمت لتشكيل سياج محيطيّ؛ والآس الشائع، المنتشر في حدائق الزينة لرائحته العطرة وإزهاره المطوَّل وإمكانيَّة تقليمه بسهولة نسبيَّة في أشكال جذَّابة؛ وكذلك عدس الماء وزنبق الماء، وهما نوعان من النباتات المائيَّة كانا يُزرعان في برك الحديقة لأغراض الزينة.

إجمال

يُظهر هذا البحث كيف يمكن للتعرُّف إلى حبيبات اللقاح المتحجِّرة أن يُلقي الضوء على مسائل أثريَّة ظلَّت حتّى اليوم طيَّ الكتمان. أتاح أسلوب أخذ العيِّنات الفريد إعادة تركيب مكوِّنات الغطاء النباتيّ لحديقة فخامة ملكيَّة بدقَّة، وذلك للمرَّة الأولى. من خلال فهم آليَّات التلقيح والمعايير النباتيَّة الأخرى للنباتات المختلفة التي جرى التعرُّف إليها في الحديقة، يمكن تخيُّل كيف كانت تبدو الحديقة. تتميَّز مجموعة حبيبات اللقاح التي جرى التعرُّف إليها في الحديقة الملكيَّة بموقع رمات راحيل بتركيبتها النادرة، وتدلُّ على رغبة الحاكم المحلّيّ، ساكن القصر، الذي كان على الأرجح ممثِّل الإمبراطوريَّة الفارسيَّة في المنطقة، في التباهي بحديقة فاخرة لأغراض الدعاية، حتّى يرى زوَّار

الحديقة ورعايا المنطقة قدراته الاستثنائيَّة. لذلك استورد أشجارًا من أماكن بعيدة في المملكة، كالأَتْرَج وأرز لبنان والجوز، وزرع في الحديقة نباتات تستلزم الريَّ والرعاية – الصفصاف والحور والعنب – التي تنمو في بيئتها الطبيعيَّة في الغالب بالقرب من مجاري المياه، وكان وجودها في الموقع شاهدًا على رَيّها. ولا بدَّ من التذكير بأنَّ الموقع قريب من أطراف الصحراء، وكانت الحديقة المزهرة فيه تبرز حتمًا بشكل لافت على خلفيَّة محيطها الطبيعيّ. كانت الحديقة تهدف إذًا إلى تصوير ساكن المكان حاكمًا قادرًا على كلِّ شيء، يسيطر على الطبيعة ويشكِّلها وفق إرادته، كما يسيطر على رعاياه.

التلقيح

أمينة المعرض: ميخال كراسني

أمين المعرض العلميّ: د. زوهر يناي

متحف الطبيعة على اسم شتاينهارت

رئيسة المتحف: أ.د تمار ديان

المدير العامّ: ألون سبان

اللجنة التوجيهيّة: أ.د ميخال غرونتمن، أ.د نيطع دورتشين، أ.د أبرهام حيفتس، أ.د دفنا لانغوت، أ.د ياعيل مندليك، أ.د يوفال سبير، د. جدعون بيزنطي، د. مناحيم غورن، د. رويال بن دافيد زاسلو، د. إيلئيل برات، د. تومر غويطع، جولا توبياس، تمار تسادوك، دانا سيلويهن شرير، عَدي كاتس شبيرا

شكر خاصّ للقيّمين ومديري مجموعات الطبيعة الوطنيّة في المتحف: د. عاموس بلمكر، د. ليروز غورن، د. إليعيزر مرغوليس، د. تتيانا نوفوسلسكي، أريئيل لياونوف ليبعلع فريدمن، أوفير تومر

اء أستوديو أنطونينا م.ض
Antonina Studio Ltd

اللغة البصريّة وتصميم الشعار والرسومات التوضيحيّة
شيلي ألكسندر

التصميم الجرافيكيّ في المعرض
أوريت إلزنر رزيئيل

الترجمة إلى العربيّة والتحرير اللغويّ
صالح عليّ سواعد

الهويّة التجاريّة والاتّصالات البصريّة البصريّ
هكولر هكحول

صور إنشاء المعرض
شاي بن أفرايم

شكر وتقدير

د. ميني نويمن، مدير الحديقة النباتيّة للنباتات البرّيّة، الجامعة العبريّة، هار هتسوفيم

د. أوري فرغمن-سبير، المدير العلميّ، الحديقة النباتيّة الجامعيّة، القدس

د. متان بن أري، مدير الحديقة النباتيّة في كلّيّة أورانيم

رننا أورنبوخ، مديرة التنوّع البيولوجيّ وبيت الفراشات على اسم هيلاري تيش، موشاف عين ياهف

يوناتان كنعانيّ، شركة AgroBee

إيهود رزيئيل، شركة بذور جينيسيس - إنتاج وبحث البذور العضويّة، إسرائيل

إيلون غليتس، التصوير

THE STEINHARDT
museum of natural history
מוזיאון הטבע
שטיינהרדט
متحف الطبيعة
شتاينهارت

TEL AVIV UNIVERSITY
אוניברסיטת תל אביב