

شبكة العنكبوت ١١ معجزة هندسية تحير العلماء



الخميس 6 أغسطس 2026 06:30 م

تُعد شبكة العنكبوت واحدة من أكثر النماذج الهندسية إبهارًا في الطبيعة، إذ تجمع بين الدقة والمتانة والمرونة في آن واحد، رغم أن عمرها قد لا يتجاوز ساعات قليلة قبل أن تتعرض للتلف أو يعيد العنكبوت بناءها من جديد ١١ وبينما تبدو معظم الشبكات متشابهة للعين المجردة، يكشف العلماء أن لكل شبكة بصمتها الخاصة، وأن العناكب لا تنسخ تصميمًا واحدًا، بل تُدخل تعديلات دقيقة تجعل كل شبكة مختلفة عن الأخرى ١١

وقد دفعت هذه الظاهرة الباحثين إلى التساؤل: هل جميع شبكات العناكب متطابقة؟ أم أن لكل عنكبوت أسلوبًا خاصًا في نسج شبكته؟ وتشير الدراسات الحديثة إلى أن الإجابة أكثر تعقيدًا مما كان يُعتقد، إذ تلعب البيئة، ونوع العنكبوت، وحتى حالته السلوكية، دورًا مباشرًا في تشكيل هذه التحفة الطبيعية ١١

عشرات الآلاف من الأنواع ١١ لكن ليس جميعها تصنع الشباك

يوجد في العالم ما يقرب من 48 ألف نوع من العناكب، وتمتلك جميعها أعضاء متخصصة لإنتاج الحرير تُعرف باسم "المغازل".

إلا أن استخدام هذا الحرير يختلف من نوع لآخر، فبينما تعتمد بعض العناكب على الشباك للإيقاع بفرائسها، يفضل بعضها الآخر مطاردة الحشرات بشكل مباشر دون الحاجة إلى بناء المصائد ١١

كما يستخدم الحرير في أغراض متعددة، من بينها صناعة أكياس البيض، وبناء ملاجئ صغيرة للاختباء والحماية من المفترسات، وهو ما يعكس التنوع الكبير في وظائف هذه المادة الطبيعية فائقة القوة ١١

شبكات الجرم السماوي ١١ تحفة هندسية لا تصنعها إلا قلة من العناكب

بحسب علماء العنكبوتيات، فإن أقل من 10% فقط من أنواع العناكب المعروفة تنسج ما يُعرف بـ"شبكات الجرم السماوي"، وهي الشبكات الدائرية الشهيرة التي تتميز بقدرتها العالية على اصطياد الحشرات الطائرة ١١

وتوفر هذه الشبكات مساحة واسعة لالتقاط الفرائس، كما أنها تكاد تكون غير مرئية بسبب رقة خيوطها، الأمر الذي يجعلها واحدة من أكثر المصائد الطبيعية كفاءة ١١

ورغم اختلاف أنواع العناكب، فإن خطوات بناء هذه الشبكات تتبع نمطًا هندسيًا يكاد يكون ثابتًا، إذ يبدأ العنكبوت بإنشاء خيوط رئيسية تتلاقى في نقطة واحدة على شكل حرف "Y"، ثم يبني إطارًا خارجيًا يربط بين هذه الخيوط، قبل أن يضيف خيوطًا شعاعية تمتد من المركز إلى الأطراف ١١

بعد ذلك ينتقل إلى مرحلة أكثر تعقيدًا، فينسج لولبًا مؤقتًا من حرير غير لاصق يساعده على الحركة أثناء البناء، ثم يستبدله في النهاية بلولب لاصق يشكل المصيدة الحقيقية التي تعلق بها الحشرات ١١

اختلافات دقيقة تمنح كل شبكة شخصية فريدة

ورغم التشابه الكبير في البنية الأساسية للشبكات، فإن العلماء يؤكدون وجود فروق واضحة بين الأنواع المختلفة، بل وحتى بين الشبكات التي يبنيها العنكبوت نفسه في أيام متتالية ١١

فعلى سبيل المثال، تقوم بعض العناكب التابعة لجنس "Cyclosa" بتزيين مركز الشبكة بخيوط مختلطة ببقايا فرائسها أو أجزاء من النباتات والأوراق، وهو ما يُعتقد أنه وسيلة للتصميم وإخفاء موقعها عن الأعداء

كما أن اتجاه الشبكة يختلف من نوع لآخر، فبينما تُبنى معظم الشبكات بشكل رأسي، تنسج بعض الأنواع شبكات أفقية، كما يؤثر مكان تثبيت الشبكة والظروف المحيطة بها في شكلها النهائي وأبعادها

مراقبة يومية تكشف أن العناكب لا تكرر التصميم نفسه

وفي محاولة لفهم أسرار هذه الاختلافات، تابع باحثون سلوك عناكب من نوع *Uloborus diversus* أثناء بنائها شبكة جديدة كل يوم

وأظهرت النتائج أن جميع الشبكات كانت متشابهة في التصميم العام، لكنها لم تكن متطابقة مطلقاً، حتى عندما ظلت الظروف البيئية ثابتة

ورصد العلماء اختلافات طفيفة في أماكن تحرك العنكبوت أثناء البناء وفي ترتيب بعض الخيوط، إلا أنهم لم يتمكنوا حتى الآن من تحديد السبب الدقيق الذي يدفع العنكبوت إلى تغيير أسلوبه من يوم إلى آخر

ويرى الباحثون أن فهم هذه الفروق يتطلب دراسة أكثر تفصيلاً للإشارات الحسية التي يستجيب لها العنكبوت أثناء عملية الغزل

عندما تدخل العلماء في التصميم: الأدوية تغير هندسة الشبكات

ولم تقتصر أبحاث العلماء على مراقبة العناكب في بيئتها الطبيعية، بل حاولوا منذ منتصف القرن الماضي معرفة مدى تأثير المواد الكيميائية في سلوكها

ففي عام 1948 أجرى علماء تجارب أعطوا خلالها بعض العناكب أنواعاً مختلفة من العقاقير، ولاحظوا أن الشبكات الناتجة خرجت عن الأنماط الهندسية المعتادة بصورة لافتة

وفي دراسة نُشرت عام 1971، تبين أن إعطاء العناكب عقار "ديكستروأمفيتامين" أدى إلى اضطراب واضح في انتظام الخيوط الشعاعية والمسافات بين اللفات الحلزونية، بينما أنتجت العناكب التي تعرضت لعقار "إل إس دي" شبكات أكثر انتظاماً بصورة غير معتادة مقارنة بالشبكات الطبيعية

وقد أثارت هذه النتائج اهتماماً واسعاً بين الباحثين، لأنها أظهرت أن عملية بناء الشبكة ليست مجرد سلوك غريزي ثابت، وإنما يمكن أن تتأثر بالحالة العصبية والكيميائية للعنكبوت

تجارب ناسا: الكافيين أحدث أكبر فوضى في الشباك

وبعد سنوات، أعاد باحثون في مركز مارشال لرحلات الفضاء التابع لوكالة ناسا تنفيذ تجارب مشابهة على عناكب الحقائق الأوروبية، مستخدمين مواد مثل الكافيين والبنزیدرين والماریجوانا وهيدرات الكلورال

وأظهرت الصور الناتجة أن الكافيين كان أكثر المواد تأثيراً في البنية الهندسية للشبكات، إذ تحولت الخطوط المنتظمة واللوائب الدقيقة إلى خيوط عشوائية فقدت معظم ملامح التصميم المعروف

أما المواد الأخرى، فقد أحدثت تأثيرات متفاوتة في شكل الشبكة وطريقة توزيع الخيوط، وهو ما عزز الاعتقاد بأن الجهاز العصبي للعنكبوت يلعب دوراً أساسياً في دقة البناء

مهندس صغير يعيد البناء مئات المرات طوال حياته

ورغم أن الشبكات قد تتعرض للتمزق بسبب الرياح أو سقوط الفرائس أو العوامل البيئية، فإن العنكبوت لا يعتمد على شبكة واحدة طوال حياته

ففي معظم الأنواع يعيد العنكبوت بناء شبكة جديدة كل ليلة تقريباً، ما يعني أنه يستطيع إنتاج ما بين 100 و200 شبكة خلال دورة حياته

ومع هذا العدد الكبير من عمليات البناء، يصبح من الطبيعي أن تظهر فروق طفيفة بين شبكة وأخرى، لتؤكد الدراسات أن كل شبكة تحمل سمات خاصة تعكس تفاعل العنكبوت مع بيئته والظروف المحيطة به

لغز ما زال مفتوحاً أمام العلماء

ورغم التقدم الكبير في دراسة سلوك العناكب، فإن العلماء يؤكدون أن كثيرًا من أسرار بناء الشبكات لا يزال مجهولًا، خاصة فيما يتعلق بكيفية اتخاذ العنكبوت قراراته أثناء الغزل، ولماذا يغيّر بعض التفاصيل الدقيقة في كل مرة يعيد فيها البناء

وتشير الأبحاث إلى أن شبكة العنكبوت ليست مجرد مصيدة للحشرات، بل نموذج هندسي معقد يجمع بين الغريزة والتكيف مع البيئة، ويقدم للعلماء نافذة لفهم آليات البناء الحيوي التي قد تلهم مستقبلًا تطوير مواد وهياكل هندسية مستوحاة من الطبيعة