هوامش

كشفت دراسة جديدة نشرت يوم 3 أكتوبر/تشرين الأول الحالي، في مجلة «إنفيرونمنتال ساينس آند تكنولوجي»، أن هناك بكتريا تُفتّت البلاستيك إلى قطع صغيرة وتمضغه للحصول على الغذاء

تتمتع بكتيريا كوماموناس بفم أدق في التعامل مع المواد المعقدة كيميائيا (Getty)

كوماموناس تستوستيروني

بكتيريا تلتهم البلاستيك وتتغذّى منه

محمد الحداد

لاحظ باحثون منذ فترة طويلة أن هناك عائلة شائعة من البكتيريا تنمو على البلاستيك المتناثر في جميع أنحاء الأنهار الحضرية وأنظمة الصرف الصحي. لكن ما تفعله بكتيريا كوماموناس تستوستيروني (Comamonas testosteroni) ظل لغزاً لوقت طويل، إلى أن كشفت دراسة جديدة نشرت يوم 3 أكتوبر/تشرين الأول الحالي، في مجلة «إنفيرونمنتال ساينس آند تكنولوجي»، أن هذه البكتريا تُفتّت البلاستيك إلى قطع صغيرة وتمضغه للحصول على الغذاء.

يفتح الاكتشاف إمكانيات جديدة لتطوير حلول هندسية تعتمد على البكتيريا للمساعدة في تنظيف النفايات البلاستيكية التي يصعب إزالتها، وتتسبّب بتلوث مياه الشرب وتضر بالحياة البرية. وفقاً للدراسة، فإن بكتيريا كوماموناس تنمو على البولي إيثيلين تيرفثالات، وهو بلاستيك يوجد عادة في عبوات الطعام التي تستخدم لمرة واحدة، وعبوات المياه. يشكّل البولي إيثيلين تيرفثالات نحو 12% من النفايات الصلبة العالمية، و90 مليون طن من البلاستيك المنتج كل عام. تقول المؤلفة الرئيسية للدراسة، لوداميلا أريستيلدي، أستاذة الهندسة المدنية والبيئية في جامعة نورث وسترن، لـ«العربي الجديد» إن الآلية الموجودة في الميكروبات البيئية لا تزال تمثل إمكانات غير مستغلة إلى حد كبير لاكتشاف حلول مستدامة يمكننا استغلالها في التعامل مع المشكلات البيئية. وعلى عكس معظم البكتيريا الأخرى، التي تزدهر على السكر، تتمتع بكتيريا كوماموناس بفم أدق في التعامل مع المواد المعقدة كيميائياً من النباتات والبلاستيك التي تستغرق وقتاً أطول للتحلل.

«لقد أظهرنا منهجياً، ولأول مرة، أن بكتيريا مياه الصرف الصحي يمكنها أخذ مادة بلاستيكية أولية، ومضغها وتفتيتها، واستخدامها مصدراً للكربون. من المدهش أن هذه البكتيريا يمكنها القيام بهذه العملية بأكملها، وقد حددنا إنزيماً رئيسياً مسؤولاً عن تفتيت المواد البلاستيكية. يمكن تحسين ذلك واستغلاله للمساعدة في التخلص من البلاستيك في البيئة»، تضيف أريستيلدي. وتشير إلى أنه في حال وجود البكتيريا، تحلّل البلاستيك الدقيق إلى جزيئات نانوية صغيرة تتحد معاً لتكوين البوليمرات. هذه الوحدات الصغيرة هي مصدر حيوي للكربون يمكن للبكتيريا استخدامه للنمو. تستند الدراسة الجديدة إلى أبحاث سابقة أجراها فريق أريستيلدي التي كشفت عن الآليات التي تمكّن كوماموناس تستوستيري من استقلاب الكربونات البسيطة الناتجة عن النباتات والبلاستيك المتحلل. في الدراسة الجديدة، نظر الفريق البحثي مرة أخرى إلى البكتيريا التي تنمو على البولي إيثيلين تيريفثالات، لأنه لا يتحلل بسهولة ويعد مساهماً رئيسياً في التلوث البلاستيكي. من خلال ست خطوات دقيقة، تتضمن تقنيات معقدة للتصوير وتحرير الجينات، وجد المؤلفون أن البكتيريا تفكك بنية البلاستيك أولاً عن طريق مضغه إلى قطع أصغر، ثم تطلق إنزيمات لتفتيت البلاستيك كيميائياً إلى مصدر غذائي غني بالكربون يعرف باسم تيريفثالات.

قارن المؤلفون استهلاك البكتيريا للبلاستيك بكيفية تناول البشر للحوم البقر: «إذا كنت تريد أن تأكل لحم البقر، فأنت بحاجة إلى تقطيعه إلى أجزاء مختلفة، وبعض الأجزاء يمكنك تناولها، وبعض الأجزاء لا يمكنك تناولها. هكذا، نحوّله إلى قطع مختلفة من اللحم، ثم نطهوه، وبعد ذلك نحتاج إلى تقطيعه إلى أجزاء أصغر قبل أن نأكله ونهضمه»، تقول الباحثة.

درس الفريق البحثي عادات الغذاء لدى بكتيريا كوماموناس بدقة حتى تمكنوا من تحديد الإنزيم المحدد الذي يسمح للجراثيم بتحويل البلاستيك غير الصالح للأكل إلى طعام شهي غني بالكربون. ولتأكيد اكتشافهم، أزالوا الجين المسؤول عن إنشاء هذا الإنزيم ولاحظوا انخفاضاً كبيراً في قدرة البكتيريا على تحليل البلاستيك.

لكن على الرغم من أن البكتيريا أدوات واعدة لمكافحة التلوث، إلا أنها ليست جاهزة تماماً لتُلقى في محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومكبات النفايات كطاقم تنظيف، وفقاً للدراسة. تستغرق البكتيريا بضعة أشهر لتحلل قطع البلاستيك. ونتيجة لذلك، إذا كانت البكتيريا ستمثّل أدوات فعالة، فيجب إجراء الكثير من التحسينات لتسريع معدل تحلل الملوثات. وتتمثل إحدى الطرق في تعزيز نمو البكتيريا من خلال تزويدها بمصدر غذائي إضافي، مثل مادة كيميائية تعرف باسم «الأسيتات».

باختصار

الآلية الموجودة في الميكروبات البيئية لا تزال تمثل إمكانات غير مستغلة إلى حد كبير لاكتشاف حلول مستدامة في التعامل مع المشكلات البيئية

■■■

البكتيريا تفكك بنية البلاستيك أولاً عن طريق مضغه إلى قطع أصغر، ثم تطلق إنزيمات لتفتيت البلاستيك كيميائياً

■■■

يمكن تعزيز نمو البكتيريا عبر تزويدها بمصدر غذائي إضافي، مثل مادة الأسيتات

وأخيراً

كيف مرّت سنة على هذه المقتلة؟

سما حسن

هكذا مرّت سنة، هكذا همستُ لنفسي وأنا أقف في الشرفة البعيدة عن كل شيء، لا أشعر أنها شرفة، بل أشعر أنها سجنٌ بقضبان محكمة يُطبق فوق صدري، وتضيق به أنفاسي، وأنا التي لطالما حلمتُ بأن أمتلك شرفة تطلّ على منظر بديع، وأن يكون على أرضيّتها كرسي هزّان، وهكذا تحقق نصف الحلم، هناك شرفة، وهناك كرسيٌّ هزّاز قديم متآكل الأطراف في زاوية منها، ولكنه ليس لي، ولم أفكّر لو لوهلة أن أجلس عليه. أنظر إليه وأتنهد، ويسرح بصري إلى هناك، وأنظر إلى التاريخ المسجّل فوق شاشة هاتفي، وأعيد الحسابات والعدّ، وأهمس لنفسي: لقد مرّت سنة... لم أتخيّل لو لحظة، أو أقلّ، أن يحدُث هذا كله في سنة، كيف صرت بعيدة عن مكان أحببته، كيف تركت كل شيء عزيز من أماكن وأشخاص وأصبحت في كل هذا البعد، وها أنا أكتشف وبعد أن أستنشق نفساً طويلاً أن لا شيء يمكن أن يسير كما خطّطت، مهما كان هذا الشيء بسيطاً بالنسبة لك، ومهما كان تافهاً بالنسبة للآخرين، فدائماً ما كنت أردّد لمن حولي: لا أريد أن أموت بعيداً عن مدينتي حيث دفن والداي، ولا أريد أن أترك بيتي وغرفتي وسريري، تلك الغرفة التي لامني الجميع أنني لم أحاول أن أحرّك قطعة أثاث واحدة من مكانها فيها منذ أكثر من 30 عاماً، ولكنهم لا يعرفون معنى أن ترتبط بالأشياء حتى تصبح جزءاً من روحك، وجزءاً من حياتك اليومية، وبأن تحريك قطعة أثاث يعني أن تفقد جزءاً من ذاتك، وتشعر بالتيه والضياع، وبأن جزءاً منك قد جرى اقتصاصه، ولكنك اليوم تائه وضائع ومقصوص الأجزاء، مبتور القلب والروح، ولا شيء فيك يشبه الآخر، ولا شيء فيك يعرف الآخر.

أصبحت اليوم في غربةٍ توقفك كل صباح في الشرفة العتيقة، وتبكي وترسل رسائل من القلب إلى البلد البعيد، ثم تركل بطرف خفّك المنزلي ذلك الكرسي الهزّاز، وتدلف إلى الداخل معلناً بداخلك التمرّد على كل ما أنت فيه، فاقداً الرغبة في الجلوس فوق الكرسي الذي كان بالنسبة لك أقصى أمانيك، ولكنه كان سيطير بك نحو أيام طفولتك، ونحو حواري مخيّمك، وباتجاه شوارع المدينة العتيقة، وسور المقبرة التي استقرّ بها جدّاك الحبيبان الفقيران، واللذان تربّيت عقداً في بيتهما، وذقت حلاوة عيش تنافس كل حلاوة في البيوت، وفوق الموائد الفاخرة، وحلمت أن يطير بك الكرسي الهزّاز نحو السوق الذي لا تتوقف فيه عن رد السلام على الأحبة من أصحاب ورفاق أبيك الراحل، وكل واحد منهم يدعوك، بكل صدر رحب، أن تجلس لتستريح أمام باب دكّانه لتحتسي كوباً من الشاي، أو تشرب كأساً من عصير الكركديه أو العرقسوس المثلج.

هكذا مرّت سنة، وأصبحتُ بعيدة عن أشياء بسيطة تافهة للآخرين، أشياء لا تعني شيئاً للساسة والقادة، ولو صرخت وسط هذا العالم بأعلى صوتي قائلة: كفّوا عن هذا الجنون، أوقفوا هذه المقتلة. لن يسمعني أحد، ولن يشعر بي أحد، ولن يقدّروا أنني أبسط مما تخيّلوا، وأن أحلامي لم تكن تتجاوز بيتاً صغيراً، وسريراً مريحاً، وشرفة ضيّقة، ولكنها تطل على معالم بلد حبيب، رسم كل شبر فيه في حنايا الروح والقلب. هكذا أجد نفسي في الغربة، إنسانة صامتة، لا تفعل شيئاً سوى أن تتابع بكل ألم أخبار هذه المقتلة المجنونة، والتي لا يهتم أحد بإيقافها من أجل الإنسان، الإنسان القابع في خيمة، والذي يشبهني. الغريب أننا في غزّة نشبه بعضنا بعضاً، فكلنا نملك أحلاماً بسيطة ليس من بينها امتلاك القصور ولا أرصدة البنوك، ولكن حتى هذه الأحلام استكثروها علينا، وقلبوا حياتنا مثل طفلٍ مشاكسٍ يخافه كل أطفال الحارة، ويرفضون مشاركته لعبهم، فيرسمون على الرمال خطوطاً للعبة شعبية على شكل مربع، ويأتون بحجر صغير، ويبدأون بالتقافز من مربع إلى آخر، بحيث لا يتوقف الحجر فوق أحد الخطوط، فيأتي الطفل المشاكس الذي لا يطيق سعادة هؤلاء الصغار المتحابين فيطمس الخطوط بطرف حذائه بكل غلٍّ وقسوة، وينظر نحوهم مكشّراً عن ضحكة شرّيرة، وتنتفخ أوداجه سعادة وطرباً لأنه أفسد عليهم لذتهم الصغيرة.

> أفسدوا علينا كل شيء، أصبحنا نشبه بعضنا في ضياعنا وفي بؤسنا وفي تشتّتنا وبعدنا عن كل من أحببْنا

هكذا أفسدوا علينا كل شيء، أصبحنا نشبه بعضنا بعضاً في ضياعنا وفي بؤسنا وفي تشتّتنا وبعدنا عن كل من أحببْنا، وعن كل ما أحببنا، هكذا بكل جنون وغطرسة، تحوّلت حياتنا إلى خيمة وغربة. ولا فارق بين الخيمة والغربة فكلاهما يعنيان الضياع والفقد، وانتزاع الروح ببطء. تخيّلوا كيف مرّت سنة وما زالت روحك تنتزع من صدرك، وما زلتَ لا تعرف هل أنت حي تُرزق، أم أنه قد مرّت سنة على موتك؟

سعر النسخة: مصر **جنيهان**، تونس **900 مليم**، لبنان **1000 ليرة**، قطر **3 ريالات**، السعودية **3 ريالات**، الكويت **200 فلس**، الإمارات **3 دراهم**، عمان **300 بيزة**، البحرين **300 فلس**، الأردن **400 فلس**، العراق **500 دينار**، المغرب **4 دراهم**، الجزائر **ديناران**، اليمن **50 ريالاً**، سورية **25 ليرة**، السودان **10 جنيهات**، ليبيا **200 درهم**، موريتانيا **35 أوقية** ◻ UK **£ 1,50**, Austria **€ 2,50**, Belgium **€ 2,50**, France **€ 2,50**, Germany **€ 2,50**, Holland **€ 2,50**, Italy **€ 2,50**, Spain **€ 2,50**, Switzerland **CHF 3,50**
Turkey **TL 10,00**, USA **$ 2,00**