المادة /تطور وتنوع حيوي

Evolution and biodiversity

للصف الرابع

كلية العلوم / جامعة الانبار

قسم علوم الحياة

المحاضرة الرابعة / الادلة المؤيدة للتطور

م .د. ريم خالد ابراهيم المحمدي

الأدلة المؤيِّدة للتطور:

أوجه الشبه والاختلاف بين الكائنات

تفسِّر نظريةُ التطور تنوُّعَ الحياة، بكل الاختلافات المعروفة جيدًا بين أنواع الحيوانات والنباتات والميكروبات المختلفة، كما أنها تفسِّر أيضًا أوجُه الشَّبَه الأساسية بين هذه الكائنات؛ وأوجه الشبه هذه تكون في المعتاد جَلِيَّة عند المستوى السطحي للسمات المرئية من الخارج، ولكنها أيضًا تمتدُّ إلى أدقِّ تفاصيل البِنْية الميكروسكوبية والوظائف البيوكيميائية.)، ونَصِف الكيفية التي تفسِّربها نظريةُ التطور ظهورَ الأشكال الجديدة من أسلافها القديمة، لكننا سنركِّز هنا على وَحْدة الأنواع الحية.

أوجه الشَّبَه بين مجموعات الأنواع المختلفة توجد أوجه شبه — حتى بين الأنواع المتباينة تبايُنًا واسعًا — على كل مستوًى، بدايةً من التشابهات المرئية من الخارج، ووصولًا إلى التشابهات العميقة في دورات الحياة وتركيب المادة الوراثية. وهذه التشابهات قابلة للرَّصْد، لا شك، حتى بين أنواع يختلف بعضها عن بعض اختلافَ البشر عن البكتيريا. وهذه التشابهات لها تفسير طبيعي مُباشِر يتمثَّل في فكرة أن الكائنات مرتبطٌ بعضُها ببعض عن طريق عمليةِ انحدارٍ تطورية من أسلاف مشتركين. والبشر أنفسهم تجمعهم أوجه شبه بالقِرَدة العُلْيا، بما فيها أوجه شبه في السمات الداخلية مثل بنية أدمغتنا –

بالرغم من كل ما يوجد بيننا وبينها من اختلافات. تجمع أوجهُ شبهٍ عدة بين الثدييات وبين الفقاريات الأخرى، بما في ذلك الملامح الأساسية لأعمدتها الفقرية، وأجهزتها الهضمية والدورية والعصبية؛ بل إنَّ الأكثرَ إدهاشًا من ذلك التشابهاتُ الموجودة بين الثدييات وكائنات مثل الحشرات، مثل بنية أجسامها المقسَّمة والحاجة المشتركة للنوم، والتحكم في إيقاعات النوم والاستيقاظ اليومية، والتشابهات الأساسية في الكيفية التي تعمل بها الأعصاب في أنواع الحيوانات المختلفة، خلاف ملامح أخرى. لطالما بُنِيت أنظمةُ التصنيف البيولوجي على الخصائص البنيوية المرئية بسهولة؛ فعلى سبيل المثال، وحتى قبل الدراسة العلمية للأحياء: كانت الحشراتُ تُعامَل بوَصْفها مجموعةً من الكائنات المتشابهة، وكانت قابلة للتميز على نحو واضح عن المجموعات الأخرى من اللافقاريات، مثل الرخويات، من خلال امتلاكها جسمًا مقسمًا، وستة أزواج من الأرجل المفصلية، وغطاءً واقيًا خارجيًّا صلبًا، وغيرها من الخصائص. تتقاسم

الحشراتُ العديدَ من هذه السمات مع أنواع أخرى من الحيوانات مثل الكابوريا والعناكب، إلَّا أن عدد الأرجل قد يتبايَن (ثماني أرجل في حالة العناكب). هذه الأنواع المختلفة كلها مُجمَّعة في

شعبة واحدة كبيرة، هي شعبة المفصليات. تتضمن المفصلياتُ الحشراتِ، وضمن الحشرات يشكِّل الذباب مجموعة منفصلة تتميز بحقيقة أنها تملك زوجًا واحدًا من الأجنحة، علاوة على العديد من السمات الأخرى المشتركة. تشكل الفراشات والعُثَث مجموعةً أخرى من مجموعات الحشرات، يملك أفرادُها جميعًا حراشفَ دقيقةً على زوجَيِ الأجنحة اللذين تملكهما. ومن بين الذباب نميِّز الذبابة المنزلية وقريباتها من الفردية، « الأنواع » المجموعات الأخرى عن طريق سمات مشتركة، ومن بين هذه نُسمِّي الأنواع بالأساس هي مجموعات من .« موسكا دومستيكا » مثل الذبابة المنزلية الشائعة « الجنس » أفراد متشابهين قادرين على التناسل فيما بينهم، وتُجمَّع الأنواعُ المتشابهة في ذاته، وهي مجموعة يربط بين أفرادها سماتٌ لا تشاركها معها الأجناسُ الأخرى. يعرِّف علماء الأحياء كل نوع قابل للتمييز بِاسْمَيْن؛ اسم الجنس متبوعًا باسم النوع نفسه، مثل فكلمة هومو هي اسم الجنس، وسابينز هو النوع. ؛« هومو سابينز » الإنسان العاقل أو

مثلت الملاحظة التي تقضي بأنه يمكننا تصنيف الكائنات هرميًا إلى مجموعات —تتشارك على نحو متزايد في المزيد والمزيد من السمات التي تفتقر إليها مجموعات أخرى — تقدُّمًا مُهمًا في علم الأحياء. وقد تطورت عملية تصنيف الكائنات إلى أنواع، ومنظومة التسمية الخاصة بالأسماء، قبل داروين بوقت طويل؛ فقبْلَ أن يَبدَأ علماء الأحياء التفكير

في تطور الأنواع، كان من المهم على نحو واضح أن يكون لديهم مفهوم الأنواع بوصفها كيانات متمايزة. والسبيل الأبسط والأكثر طبيعيةً لتفسير النمط الهرمي للتشابهات هو أن الكائنات الحية تطورت على مرِّ الزمن، بدايةً من أشكال قديمة تمايزت كي تنتج المجموعات الموجودة على قيد الحياة اليومَ، علاوةً على عدد لا يُحصى من الكائنات المنقرضة ، من الممكن الآن تبيُّن هذا النمط المستدلِّ عليه لعلاقات النَّسَب بين مجموعات الكائنات، عن طريق الدراسة المباشرة للمعلومات الموجودة في مادتها الوراثية.

ثمة مجموعة أخرى من الحقائق تدعم بقوة نظرية التطور، وهي تأتينا من التعديلات التي نجدها في البنية ذاتها داخل الأنواع المختلفة؛ على سبيل المثال: تُشير عظام أجنحة الخفافيش والطيور بوضوح إلى أنها أطراف أمامية معدَّلة، بالرغم من أنها ب). وبالِمثْل، - تبدو مختلفة للغاية عن الأطراف الأمامية للفقاريات الأخرى أنها مكيَّفة بحيث تلائم السباحة، فإن بِنْيَتها الداخلية تُشبِه أقدام الثدييات الأخرى، باستثناء وجود عدد أكبر من الأصابع. هذا أمر منطقي، في ضوء الأدِلَّة الأخُرى التي تُشِير إلى أن الحيتان ثدييات معدَّلة (على سبيل المثال: تتنفس الحيتان باستخدام الرئة وتُرضِع صغارَها). تُبيِّن الأدلة المأخوذة من الحفريات أن زوجَيِ الأطراف للفقاريات

الأرضية منحدران من زوجَيِ الزعانف الخاصة بالأسماك اللَّحْمِيَّات الزعانف (التي تُعدُّ شوكياتُ الجوف أشهرَ أمثلتها الحية)، في الواقع، كان لدى أقدم أنواع الفقاريات الأرضية أكثر من خمسة أصابع في كل طرف من أطرافها، تمامًا كالأسماك والحيتان. مثال آخَر: العظامُ الصغيرة الثلاث الموجودة في آذان الثدييات، التي تنقل الصوتَ من الخارج إلى العضو المسئول عن تحويل الصوت إلى إشارات عصبية؛ هذه العظام الصغيرة تتطوَّر من أعضاء بدائية في فك وجمجمة الجنين، وفي الزواحف تتضخَّم هذه العظام خلال مرحلة النمو كي تؤلِّف أجزاءً من هيكل الرأسوالفك، وتُظهِر الحفرياتُ الوسيطة التي تربط الزواحفَ بالثدييات وجودَ تعديلات متتالية لهذه العظام لدى البالغين، والتي تتطوَّر في النهاية إلى عظام أذُن. هذه أمثلة قليلة فحسب للعديد من الحالات المعروفة التي خضعتْ فيها البنيةُ الأساسية ذاتها لتعديل بالِغ على مدار تطوُّرها، مدفوعةً بالمطالب التي تفرضها الوظائفُ المختلفة.

النمو الجنيني والأعضاء اللاوظيفية

يقدِّم النمو الجنيني العديدَ من الأمثلة البارزة الأخرى على التشابهات بين مجموعات الكائنات المختلفة، التي تُشِير بوضوح إلى الانحدار من سلف مشترك. إن الأشكال الجنينية للأنواع المختلفة تكون في المعتاد متشابهة بدرجة كبيرة، حتى حين تكون الأنواع البالغة مختلفة للغاية؛ على سبيل المثال: في إحدى مراحل نمو الثدييات، تَظهَر شقوق خيشومية ، وهذا أمر منطقي للغاية لو أننا - تشبه تلك الموجودة في أجنة الأسماك ننحدر من أسلاف تشبه الأسماك، بَيْدَ أنه يصير أمرًا مستحيلَ التفسير لو كان الحال غير ذلك. وبما أن البِنَى البالِغة هي التي تكيِّف الكائن مع بيئته، فمن المرجَّح بدرجة كبيرة أن تخضع للتعديل بواسطة الانتخاب. من المرجَّح أن تتطلب الأوعية الدموية النامية وجود شقوق خيشومية كي ترشدها للتكوُّن في المواضع الصحيحة، بحيث يتم الاحتفاظ بهذه البِنَى، حتى في الحيوانات التي لا تملك خياشيمَ عامِلةً؛ ومع ذلك، يمكن لعملية النمو أن تتطور. وفي العديد من التفاصيل الأخرى، تنمو الثدييات على نحو مختلف للغاية عن الأسماك، وهو ما جعل بِنًى جنينية أخرى — تحمل أهميةً أقلَّ في عملية النمو — تختفي، وسبَّبَ اكتسابَ بنًى أخرى جديدةٍ محلَّها. ليست أوجه الشبه مقصورة على المراحل الجنينية فحسب، فلقد تنبَّهنا منذ زمن إلى ما هي إلا بقايا لبِنًى كانت عامِلة في أسلاف الكائنات الموجودة « الأعضاء اللاوظيفية » أن حاليًا. إن تطوُّرها مُثِير للاهتمام كثيرًا، لأن هذه الحالات يُمكِنها أن تُخبِرنا بأن التطور لا يَخلق دومًا بنًى جديدة أو يُحسِّنها، وإنما في بعض

الأحيان يختزلها. ومن الأمثلة المعروفة لذلك الأمرِ الزائدةُ الدودية لدى الإنسان، التي هي نسخة مختزلة من جزء كبير الحجم من القناة الهضمية لدى قِرَدة الأورانج أوتان. أيضًا الأطراف اللاوظيفية لدى الكائنات عديمة الأرجل معروفة بدرجة كبيرة، وقد عُثِر على حفريات لثعابين بدائية لها أطراف خلفية كاملة تقريبًا، وهو ما يُشِير إلى أن الثعابين تطورت من أسلاف أشبه بالسحالي تملك أرجلًا. يتكون جسد الثعبان في وقتنا الحالي من صدر مستطيل، بهعدد كبير من الفقرات (أكثر من ٣٠٠ لدى ثعبان البايثون). في البايثون، الانتقال من الجسم إلى الذيل يميِّزه فقرات ليس بها أضلاع، وفي هذا الموضع يمكن العثور على بقايا الأطراف الخلفية. يوجد حزام حوضيوزوج من عظام الفخذ الضامرة التي يتبع نموها المسار الطبيعي في الفقاريات الأخرى، مع ظهور لنفس الجينات التي تتحكم في المعتاد في نمو الأطراف. ويمكن تطعيم جناح فرخ طائر بنسيج الطرف الخلفي للبايثون من أجْل حثِّه على تكوين إصبع إضافي، وهو ما يُبيِّن أن تلك الأجزاء من منظومة الأطراف الخلفية النمائية لا تزال موجودة في البايثون. أما أنواع الثعابين الأكثر تقدمًا فهي عديمة الأطراف بالكامل.

التشابه في الخلايا وفي الوظائف الخلوية ليست أوجه الشبه بين الكائنات مقصورة فقط على الخصائص المرئية؛ فتلك الأوجه عميقة وتمتد حتى أصغر مستوًى ميكروسكوبي، وحتى أكثر جوانب الحياة جوهريةً. من السمات الأساسية لكل الحيوانات والنباتات والفطريات هي أن أنسجة تلك الكائنات إن الخلايا هي العنصرالأساسيفي أجسام .« الخلايا » ؛ تتألَّف بالأساسمن الوحدات عينها كل الكائنات خَلَا الفيروسات، بدايةً من الخميرة والبكتيريا الوحيدة الخلية، وانتهاءً بالأجسام العديدة الخلايا ذات الأنسجة المتمايزة كتلك الموجودة في الثدييات. في جميع حقيقيات النوى (ونعني بهذا كل صور الحياة الخلوية غير البكتيرية) تتألَّف الخلايا موجودة داخله تحتوي على المادة الوراثية والسيتوبلازم ليس فقط سائلًا موجودًا داخل غشاء الخلية تطفو فيه النواة، بل هو يحتوي على مجموعة معقَّدة من الآلات الدقيقة التي تتضمَّن بنًى دون خلوية، من الخلوية كلٌّ مِن الميتوكندريات التي تولد طاقة الخلية، وصانعات « العُضيات » أهم تلك الكلوروفيل التي تحدث داخلها عملية التمثيل الضوئي في النباتات الخضراء. ومن المعروف الآن أن الاثنين كِلَيهما منحدران من بكتيريا كانت تستعمر الخلايا واندمجت بها لكنها خلايا أبسط - لتصير من مكوناتها الأساسية. البكتيريا أيضًا خلايا .« بدائيات النوى » ليس بها نواة أو عضيات، ويُطلَق عليها وعلى الكائنات المشابهة اسم أما الصورة غير الخلوية الوحيدة من صور الحياة — الفيروسات — فهي كائنات طفيلية

تتكاثَر داخل خلايا الكائنات الأخرى، وتتكون ببساطة من غلاف بروتيني يُحيط بمادتها الوراثية.

الخلايا مصانع بالغة التعقيد فائقة الصغر تصنِّع المواد الكيميائية التي تحتاجها الكائنات، وتولد الطاقة من مصادر الغذاء، وتنتج بنًى جسمانية مثل عظام الحيوانات. بعض .« بروتينات » والعديد من البنى الموجودة داخل تلك المصانع هي « الآلات » عبارة عن « إنزيمات » البروتينات أغلب تأخذ مادة كيميائية وتقوم بأداء مهمة معينة عليها، مثل قص مركَّب كيميائي إلى مكونين منفصلين، وكأنها مقص كيميائي. والإنزيمات المستخدمة في المنظفات البيولوجية تقص البروتينات (كبروتينات الدم والعَرَق) إلى قِطَع أصغر يمكن إزالتها عند غسيل الملابس المتسخة، وتقوم إنزيمات مشابهة في أحشائنا بتكسير الجزيئات الموجودة في الغذاء إلى قِطَع أصغر يمكن للخلايا الاستفادة منها. البروتينات الأخرى في الكائنات الحية تؤدِّي وظائف تتعلَّق بالتخزين أو النقل؛ فالهيموجلوبين الموجود في خلايا الدم الحمراء يحمل الأكسجين، ويقوم بروتين موجود في

الكبد يُدعَى الفيريتين بتثبيت الحديد وتخزينه، وهناك أيضًا بروتينات بِنَوية، كالكيراتين الذي يكوِّن الجِلْد والشعر والأظافر. علاوةً على ذلك، تصنع الخلايا البروتينات التي توصل المعلومات إلى الخلايا الأخرى وإلى الأعضاء الأخرى. الهرمونات بروتيناتُ تواصُلٍ مألوفةٌ تدور في مجرى الدم وتتحكم في العديد من الوظائف الجسمانية، وتوجد بروتينات أخرى على سطح الخلية وتشترك في عملية التواصل مع الخلايا الأخرى. هذه التفاعلات تتضمن إرسالَ إشاراتٍ للتحكُّم في سلوك الخلية خلال النمو، والتواصل بين البويضة والحيوان المنوي في عملية الإخصاب، والتعرف على الطفيليات من جانب الجهاز المناعي. وكما هو الحال في أي مصنع، تخضع الخلايا لضوابط حاكِمة معقَّدة؛ فهي تستجيب للمعلومات الآتية من الخارج عن طريق البروتينات التي تفتح غشاء الخلية، كثقوب. تُستخدم - المفاتيح التي تلائم الجزيئات الآتية من العالم الخارجي.

بروتينات المستقبلات الحسية، مثل مستقبلات الضوء والمستقبلات الشمِّية، في التواصل بين الخلايا وبيئتها، وتُحوَّل الإشارات الكيميائية وإشارات الضوء الآتية من العالم الخارجي إلى نبضات كهربائية تنتقل على امتداد الأعصاب إلى المخ؛ وجميع الحيوانات التي خضعت للدراسة تستخدم بروتينات متشابهة بدرجة كبيرة في عملية استقبال الضوء والمواد الكيميائية. وكمثال على أوجه الشبه التي اكتُشفت في خلايا الكائنات المختلفة، نجد أن بروتين الميوسين (الحركي)، الشبيه بالبروتينات الموجودة في الخلايا العضلية، يشترك في عملية نقل الإشارات في أعين الذباب وفي آذان البشر، وتتسبَّب الطفراتُ التي تحدث للجين المسئول عن هذا البروتين في إحداث أحد أشكال الصمم.

صنَّف مختصو الكيمياء الحيوية الإنزيماتِ الموجودةَ في الكائنات الحية إلى أنواع متعددة، وكلُّ إنزيم معروف (ويبلغ عددها آلافًا مؤلَّفة في أي كائن معقَّد كالبشر) له رقمٌ في نظامِ ترقيمٍ دولي. ونظرًا لوجود عدد كبير للغاية من الإنزيمات في خلايا نطاقٍ واسعٍ من الكائنات، يصنِّف هذا النظامُ الإنزيماتِ بحسب الوظيفة التي تؤدِّيها، وليس بحسب الكائن الذي أَتَتْ منه. بعض الإنزيمات، كالإنزيمات الهضمية، تقطع الجزيئات إربًا، والبعض الآخر يربطها معًا، فيما تقوم إنزيمات أخرى بأكسدة المواد الكيميائية (أي ربطها بالأكسجين)، وهكذا دواليك.

والطريقة التي تولَّد بها الطاقة بواسطة الخلايا من مصادر الغذاء واحدةٌ تقريبًا في كل أنواع الخلايا. في هذه العملية يوجد مصدر طاقة (سكريات أو دهون في حالة خلايانا، ومركبات أخرى ككبريتيد الهيدروجين في بعض أنواع البكتيريا). وتأخذ الخلية المسارات » المركب الأوَّلي عبر سلسلة من الخطوات الكيميائية، بعضها يحرِّر طاقة، وهذه منظَّمة على نحو أشبه بخط التجميع؛ إذ تحوي تسلسُلًا من العمليات الفرعية.

المصدر/ كتاب التطور ،مقدمة صغيرة جدا /تأليف برايان تشارلزوورث وديبورا تشارلزوورث

ترجمة/محمد فتحي خضر/ الطبعة الاولى ٢٠١٦