# المادة /تطور وتنوع حيوي

# Evolution and biodiversity

## للصف الرابع


## كلية العلوم/جامعة الانبار

## قسم علوم الحياة


## المحاضرة الخامسة / الادلة المؤيدة للتطور

## عمر كوكب الارض


## د.ريم خالد ابراهيم المحمدي

## الأدلة المؤيِّدة للتطور:

### عُمْر كوكب الأرض/

كانت هناك فكرتان أساسيتان هما،« الوتيرة الواحدة » اللتان أدَّتا إلى نجاحات على مستوى الجيولوجيا المبكرة، وهما: مبدأ بوصفه وسيلةً للتأريخ. يرتبط مبدأ ألُوتيرة الواحدة « علم وصف طبقات الأرض » وابتكار خصوصًا بالجيولوجي جيمس هاتون الذي عاش في إدنبرة في أواخر القرن الثامن عشر، « مبادئ الجيولوجيا » وجمَعَه وصنَّفَه لاحقًا عالِمٌ اسكتلندي آخَر هو تشارلز لايل في كتابه ). والمبدأ ببساطة يتمثَّل في أننا نطبِّق على تاريخ بنية الأرضال مبادئَ نفسَها التي

استخدمها الفلكيون في فهم منظومة الكواكب والنجوم البعيدة؛ إذ يُفترَض أن العمليات الفيزيائية الأساسية ذات الصلة تكون واحدةً في كل مكان وكل زمان؛ فالتغيُّرُ الجيولوجي على مرّ الزمن إنما يعكس عملَ قوانين الفيزياء، التي هي نفسها لا تتغيَّر. على سبيل المثال: تقضي النظريةُ الطبيعية بأن سرعة دوران الأرض من المؤكَّد أنها قد قلَّتْ على مدار ملايين الأعوام بسبب قوى الاحتكاك التي يسبِّبها المدُّ والجزْرُ، اللذان يحدثان بسبب قوى الجاذبية الخاصة بالشمس والقمر؛ فطولُ اليوم الآنَ أطولُ بكثير ممَّا كان عليه حين كانت الأرضفي بداياتها، لكنَّ مقدارَ شدة قوة الجاذبية لم يتغيَّر. بطبيعة الحال لا يوجد تبرير مستقلٌّ لهذا الافتراضالخاصبالوتيرة الواحدة، وذلك مثلما لا يوجد أي مبرِّر منطقي لافتراض انتظام الطبيعة، ذلك الافتراض الذي تقوم عليه أهم جوانب حياتنا اليومية. في الواقع، لا يوجد فارق بين هذين الافتراضين، فيما عدا النطاقين المكاني والزماني اللذين ينطبقان عليهما. ومبرّر هذين الافتراضين هو أنه؛ أولًا: تمثِّل الوتيرةُ الواحدة أكثرَ الأسس الممكنة بساطةً التي يمكننا الانطلاق منها لتفسير الأحداث البعيدة زمنيًا ومكانيًا. ثانيًا: حقَّقَ هذا المبدأ نجاحًا لا غبارَ عليه. يقضيافتراضالوتيرة الواحدة في علم الجيولوجيا بأن التنظيم الحالي لسطح الأرض إنما يعكس الفعْلَ التراكمي لعمليات تكوين الصخور الجديدة بواسطة النشاط البركاني وطرح الرواسب في الأنهار والبحيرات والبحار، وتآكُل الصخور القديمة بفعل الرياح والمياه والجليد.

### السجل الحفري

السجل الحفري هو مصدرنا الوحيد للمعلومات بشأن تاريخ الحياة، ومن أجل تفسير هذا السجل بشكل صحيح، يجب فهْمُ الكيفيةِ التي تكوَّنت بها الحفريات، والكيفيةِ التي يدرس العلماءُ بها تلك الحفريات. حين يموت نبات أو حيوان أو ميكروب، تتحلَّل الأجزاء الرخوة من جسده بسرعة.

فقط في البيئات غير المعتادة، مثل المناخ الصحراوي الجاف أو المواد الحافظة الموجودة في قطعة من الكهرمان، تكون الميكروباتُ المسئولةُ عن عملية التحلل عاجزةً عن تفتيت الأجزاء الرخوة؛ لقد تمَّ العثورُ بالفعل على حالات استثنائية حُفِظت فيها أجزاءٌ رخوة، في بعض الأحيان لعشرات الملايين من السنوات في حالة الحشرات المحبوسة داخل مادة الكهرمان، لكنها تمثِّل الاستثناءَ لا القاعدة. وحتى البنى العظمية، مثل مادة الكيتين الصلبة التي تُغطِّي أجسادَ الحشرات والعناكب، أوعظام الفقاريات وأسنانها، تتحلَّلُ في نهاية المطاف، إلا أن معدل تحلُّلِها البطيء يقدِّم

فرصةً كي تتخلَّلها المعادنُ، وفي النهاية تُستبدَل بالمادة الأصلية نسخةٌ معدنية طبق الأصل (أحيانًا يحدث هذا للأجزاء الرخوة أيضًا)؛ ومن الممكن أيضًا أن تصنع قالبًا لأشكالها بينما تترسب المعادن حولها.

أكثر الأماكن التي يُرجَّح فيها حدوثُ التحفير هي البيئات المائية؛ حيث يحدث تراكُمٌ للرواسب الصخرية والمعدنية في قيعان البحار والبحيرات ومصبَّات الأنهار، حِينَها يُمكِن للبقايا التي تَغرَق للقاع أن تتحوَّل إلى حفريات، بالرغم من أن فُرَصحدوث ذلك لأي كائن بعينه ضئيلةٌ للغاية. ولهذا السبب يتَّسِم السجلُ الحفري بالانحياز؛ فالكائنات البحرية التي تعيش في البحار الضحلة؛ حيث تتكوَّن الرواسبُ باستمرار، لها أفضل سِجِلٍّ حفري، بينما الكائنات الطائرة لها أسوأ سِجِلٍّ. علاوةً على ذلك، قد تتعرَّضعمليةُ تراكُمِ الرواسب للمقاطعة، مثلًا بسبب تغيُّرٍ في المناخ أو بسبب ارتفاع قاع البحر. ليس لدينا أيُّ سجل حفري للعديد من الكائنات، وبالنسبة إلى كائنات أخرى يتعرَّضالسجل للمقاطعة مراتٍ عدةً.

ثمة مثال معبِّر عن المشكلات التي يُسبِّبها عدمُ اكتمال السجل الحفري، وهو خاص بشوكيات الجوف؛ وشوكياتُ الجوف نوع من الأسماك العظمية لها زعانف لحمية، وهي مرتبطة بأسلاف أول الفقاريات الأرضية. كانت شوكيات الجوف موجودة بوفرة في العصر الديفوني (منذ حوالي ٤٠٠ مليون عام)، لكن مع الوقت قلَّ عددها؛ وتعود آخِرُ حفريات شوكيات الجوف إلى ٦٥ مليون عام مضت، وكان يُظَنُّ أن هذه الرتبة قد انقرضَتْ تمامًا، لكن عام ١٩٣٩ أمسَكَ صيادو أسماكٍ في جزر كومورو قبالةَ السواحل الجنوبية الغربية لقارة أفريقيا، بسمكة غريبة الشكل، واتضح أنها من شوكيات الجوف؛ ومِن ثَمَّ تمكَّن العلماء من دراسة عادات شوكيات الجوف الحية، واكتُشِف تجمُّعٌ جديد لها في إندونيسيا. من المؤكد أن شوكيات الجوف قد ظلَّتْ باقيةً على نحو متصل عبر فترات طويلة من الزمن، لكنها لم تخلِّف سجلًا حفريًا بسبب قلة أعدادها وعيشها على أعماق كبيرة. تعني الفجواتُ الموجودة في السجل الحفري أنه من النادر أن نمتلك سلسلةً

طويلة متواصلة من البقايا التي تبيّن التغيُّراتِ المتواصلةَ المتوقَّعة بموجب فرضية التطور. وفي أغلب الحالات، تَظهَر مجموعاتٌ جديدة من الحيوانات أو النباتات للمرة الأولى في السجل الحفري دون أن تربطها أيُّ رابطة بالأشكال القديمة؛ وأشهر مثال لذلك هوالانفجار الكمبري وهو المصطلح الذي يشير إلى حقيقة أن أغلب المجموعات الكبيرة من الحيوانات ظهرَتْ للمرة الأولى على صورة حفريات تعود للعصر الكمبري، ما بين

٥٥٠ و ٥٠٠ مليون عام مضت

ومع هذا فقد ذهب داروين، بلغة بليغة، في كتابه(اصل الانواع)مشير الى السجل الحفري

تقدِّم أدلةً قوية تؤيِّد التطوُّرَ، وقد عزَّزَتْ الاكتشافاتُ التي تحقَّقت على يد علماء الحفريات منذ أيامه ذلك الرأيَوربما تُعَدُّ حفريةُ الطائر-الزاحف هي أشهر تلك الأمثلة. إن حفريات الأركيوبتركس نادرةٌ (فلا يوجد منها سوى ستِّ عينات)، وهي تأتي من الحجر الجيري الجوراسي البالغ عمره نحو ١٢٠ مليون عام، الذي ترسَّبَ في بحيرةٍ كبيرةٍ في ألمانيا. هذه الكائنات لها سمات متباينة، بعضها يشبه تلك السمات الخاصة بالطيور الحديثة، مثل الأجنحة والريش، والبعض الآخَر يشبه تلك الخاصة بالزواحف، مثل الفم ذي الأسنان (بدلًا من المناقير)

والذيل الطويل. ثمة تفاصيل عديدة بشأن هياكلها العظمية لا يمكن تمييزها عن تلك

الخاصة بمجموعة الديناصورات المعاصرة لها، لكن الأركيوبتركس يختلف عنها؛ إذ من الواضح أن بمقدوره الطيران. اكتُشِفت حفريات أخرى تربط الطيورَ بالديناصورات، وقد ثبت مؤخَّرًا أن الديناصورات ذات الريش كانت موجودةً قبل الأركيوبتركس. وتتضمَّن الحفرياتُ الوسيطة الأخرى حفرياتِ ثدييات من فترة الأيوسين (نحو ٦٠ مليون عام مضَتْ)، لها أطراف أمامية وأطراف خلفية مختزلة مكيَّفة مع السباحة؛ وهذه الأنواعُ الوسيطة تربط الحيتان المعاصرة بحيوانات تنتمي إلى مجموعة العواشب المشقوقة الحافر التي تتضمَّن البقر والأغنام.

البشر مثال رائع للفجوات الموجودة في السجل الحفري، التي تُملَأ مع إجراء المزيد

من الأبحاث. وقتَ أن نشرداروين كتابَه (اصل الانواع)عن التطور البشري عام

١٨٧١ ، لم تكن توجد أيُّ حفريات تربط القِرَدة بالبشر، وقد ذهب داروين على أساس التشابُهات في الشكل إلى أن البشر على صلةِ قرابةٍ وثيقة بالغوريلا والشمبانزي، وأنهم من ثَمَّ نشئوا في أفريقيا من سلفٍ هو أيضًا سلفُ هذه القِرَدة. ومنذ ذلك الوقت اكتُشِفت سلسلةٌ كاملة من البقايا

وأرُّخَتْ بدقةٍ بواسطة الطرق المذكورة من قبلُ، ولا يزال يَجرِي العثور على حفريات جديدة. وكلما كانت هذه الحفريات قريبةً من وقتنا الحالي كانت أكثرَ شبهًا بالإنسان الحديث ، وأبعدُ الحفريات التي يمكن نسبتها بوضوح – الى الانسان العاقل (هومو سابين) يعود تاريخها إلى بضع مئات الآلاف من الأعوام فحسب. وبما يتفق واستدلالات داروين، ربما وقع التطورُ البشري المبكر في أفريقيا، ويبدو مرجَّحًا أن أقرباءنا قد دخلوا قارة أوراسيا للمرة الأولى منذ نحو مليون ونصف المليون عام.

هناك أيضًا حالات فيها تتابعاتٌ زمنية متصلة بالكامل تقريبًا من الحفريات، وفيها يبدو مؤكَّدًا أن لدينا سجلًا للتغيُّر في سلالة فردية آخِذة في التطور. أفضلُ الأمثلة تأتينا من الدراسات التي أجُرِيت على نتائج عمليات الحفر في الرواسب الموجودة في قاع البحر، والتي يمكن من خلالها استخراج أعمدة صخرية طويلة؛ يسمح هذا بفصلٍ زمني على نطاق دقيق للغاية بين العينات المتعاقِبة للكائنات التي تُكوِّن هياكلُها المتحجِّرة التي لا تُحصَى جسمَ الصخرة. وتمكِّنُنا القياساتُ الدقيقة لأشكال هياكل الكائنات، مثل المنخربات التي هي حيوانات بحرية وحيدة الخلية، من توصيف كلٍّ من متوسطات ومستويات التجمعات المتعاقبة على امتداد فترة طويلة من الزمن

وحتى لو لم توجد كائنات وسيطة متدرّجة في السجل الحفري، فإن الملامح العامة

للسجل لا تكاد تُفهَم إلا في ضوء التطور. وبالرغم ممَّا يتَّسِم به السجل الحفري قبل

العصر الكمبري من تشظٍّ، فإنه توجد أدلة على وجود بقايا بكتيريا وكائنات وحيدة

الخلية مرتبطة بها تعود إلى أكثر من ثلاثة ملايين ونصف المليون عام. وبعد ذلك بزمن

كبير، توجد بقايا لخلايا (حقيقية النوى) أكثر تقدُّمًا، لكن لا يوجد دليل حتى الآن على

وجود كائنات عديدة الخلايا. والكائنات المؤلَّفة من تجمعات بسيطة من الخلايا تَظهَر

فقط منذ حوالي ٨٠٠ مليون عام، في زمن الأزمة البيئية التي كانت خلالها الأرضُمغطَّاةً

بالكامل تقريبًا بالجليد. وفيما بين ٧٠٠ و ٥٥٠ مليون عام مضت، توجد أدلة على وجود

حياة لحيوانات عديدة الخلايا رخوة الجسم.

وكما ذكرنا من قبلُ، تصير بقايا الحيوانات المرتبطة بالهياكل الصلبة وفيرةً فقط

في الصخور التي تعود إلى العصرالكمبري، منذ حوالي ٥٥٠ مليون عام مضت. وفي نهاية

العصرالكمبري، منذ حوالي ٥٠٠ مليون عام مضت، توجد أدلة على وجود كل مجموعات

الحيوانات الكبرى تقريبًا، بما فيها الفقاريات الشبيهة بالأسماك التي تفتقر للفكوك،

وتشبه الجلكيات الحديثة. حتى ذلك العصر كانت صور الحياة كافة مرتبطةً بالترسيبات البحرية، وكانت بقايا النباتات الوحيدة هي الطحالب، التي تفتقر للأوعية التي تستخدمها النباتاتُ البرية العديدة الخلايا لنقل السوائل. توجد أدلة على وجود حياة في المياه العذبة منذ ٤٤٠ مليون عام، تتبعها حفريات أبواغ تعني ضمنًا وجودَ أوائل النباتات البرية، كما تظهر أسماك تصير – شبيهة بالقرش في البحار. في العصر الديفوني ( ٤٠٠- ٣٦٠مليون عام مضت ) بقايا كائنات المياه العذبة والكائنات البرية أكثر شيوعًا وتنوعًا بكثير. وتوجد أدلة على وجود حشرات وعناكب وعُث ومئويات أرجل بدائية، علاوة على نباتات وعائية وفطريات بسيطة. تصير الأسماك الفكية ذات الهياكل العظمية أكثر شيوعًا، بما فيها الأسماك اللَّحْمِيَّة الزعانف الشبيهة في بنيتها بأول البرمائيات الشبيهة بالسمندل التي تَظهَر عند نهاية العصرالديفوني؛ وهذه هي أول الفقاريات الأرضية.

خلال القسم التالي من السجل الجيولوجي — العصرالفحمي ( ٣٦٠-٢٨٠ مليون عام مضت) — تصير أشكال الحياة البرية وفيرةً ومتنوعةً. إن ترسيبات الفحم — التي منها جاء اسم هذا العصر — هي البقايا المتحجرة للنباتات الشبيهة بالأشجار التي كانت تنمو في المستنقعات الاستوائية، لكن هذه النباتات مشابِهةٌ للسراخس ونباتات ذيل الحصان المعاصرة، ولا تربطها علاقةٌ بالأشجار المتساقطة الأوراق أو الدائمة الخضرة الحالية. توجد بقايا الزواحف البدائية — أول الفقاريات التي تستقل تمامًا في معيشتها عن الماء — عند نهاية العصر الفحمي. وفي العصر البرمي ( ٢٨٠-٢٥٠ مليون سنة مضت)، يوجد تنوُّع عظيم للزواحف، وبعض هذه الزواحف له ملامح تشريحية شبيهة بدرجة كبيرة بملامح الثدييات (الزواحف الشبيهة بالثدييات)، ويَظهَر في هذا الوقت بعض مجموعات الحشرات الحديثة، كالبق والخنافس. ينتهي العصر البرمي بأكبر مجموعة من الانقراضات يمكن رؤيتها في السجل الحفري، فقد اختفى فيها بالكامل بعضُ المجموعات التي كانت مهيمنةً فيما سبق، كثلاثيات الفصوص، ومُحِيت فيها مجموعات أخرى بشكل شبه تام. وخلال التعافي الذي تلا ذلك، تَظهَر مجموعة متنوعة جديدة من الأشكال، سواء أكانت على الأرض أم

تظهر نباتات شبيهة – في البحر؛ ففي العصر الترياسي ( ٢٥٠-٢٠٠ مليون سنة مضت)

بشجر الصنوبر والسيكاد الحديث، وتظهر أيضًا الديناصورات والسلاحف والتماسيح البدائية، وعند نهاية ذلك العصرتمامًا نجد أول ظهور للثدييات الحقيقية؛ وهذه الثدييات يميّزها عن سابقاتها أنها تمتلك فكًّا سفليًّا مكوَّنًا من عظمة واحدة متصلة بالجمجمة مباشَرةً (العظام الثلاث التي تشكِّل هذه الصلة في جماجم الزواحف تطوَّرَتْ إلى العظام الداخلية الصغيرة الموجودة في آذان الثدييات، انظر الفصل الثالث). كما تظهر أسماك عظمية شبيهة بالأشكال الحديثة في البحر. وفي العصر الجوراسي ( ٢٠٠-١٤٠ مليون عام مضت)، تتنوع الثدييات بدرجةٍ ما، لكن لا تزال الزواحف ـــ خاصةً الديناصورات ـــ هي المهيمنة على الحياة الأرضية. تظهر كذلك الزواحف الطائرة والأركيوبتركس، وللمرة الأولى يظهر الذباب والأرضات، والأمر عينه ينطبق على السرطانات وجراد البحر. تطوَّرَتِ النباتات المزهرة، وهي – فقط في العصرالكريتاسي( ١٤٠-٦٥ مليون عام مضت) آخِر مجموعات الكائنات الكبرى تطورًا من الناحية الزمنية، وأيضًا يمكن العثور على كل مجموعات الحشرات الحديثة الكبرى بحلول ذلك الوقت. تظهر الثدييات الجرابية

(الجرابيات) في منتصف العصرالكريتاسي، ويمكن العثور على أشكال شبيهة بالثدييات المشيمية الحديثة قرب نهاية ذلك العصر. لا تزال الديناصورات وفيرةَ العدد، لكنَّ عددَها يتناقص في نهاية ذلك العصر. ينتهي العصر الكريتاسي بأشهر أحداث الانقراض الكبرى؛ ذلك الحدث المرتبط

باصطدام كويكب بمنطقةِ شبهِ جزيرة يوكاتان بالمكسيك؛ اختفت كلُّ الديناصورات (عدا الطيور)، إلى جانب العديد من أنواع الكائنات التي كانت شائعةَ الوجود على الأرض أو في البحار. يلي ذلك العصرُالثلثي، الذي يمتدُّ حتى بداية العصرالجليدي الكبير، منذ نحو مليونَيْ عام مضت. خلال القسم الأول من العصر الثلثي، بين ٦٥ و ٣٨ مليون عام مضت، تظهر المجموعات الرئيسية من الثدييات المشيمية؛ في البداية، تكون هذه الثدييات شبيهةً بآكِلات الحشرات الحديثة كالذباب، لكن بعضها يصير متمايِزًا على نحو كبير بنهاية تلك الفترة (الحيتان والخفافيش على سبيل المثال). أغلب المجموعات الرئيسية للطيور موجودة، علاوة على الأنواع الحديثة من اللافقاريات، وكل مجموعات النباتات المزهرة عدا الكلأ، وتوجد أيضًا بوفرة أسماكٌ عظمية من النوع الحديث تقريبًا. وبين ٣٨ و ٢٦ مليون عام مضت، تظهر المراعي، ويرتبط بها ظهورُ حيوانات رعي شبيهة بالخيول حوافرُها ذات ثلاثة أصابع (بدلًا من إصبع واحد كما في الحصان الحديث)، وتَظهَر أيضًا القِرَدة البدائية في هذه الفترة. وبين ٢٦ و ٧ ملايين عام مضت،

تنتشر مروج المراعي في أمريكا الشمالية، ونجد الخيول ذات الأصابعِ القصيرة الجانبية والأسنانِ ذات التيجان العالية المتكيفة من أجْل الرعي. يظهر العديد من ذوات الحوافر،

كالخنازير والغزلان، كما تَظهَر الجِمَال والأفيال، وتصير القِرَدةُ والسعادين أكثر تنوُّعًا،خاصةً في أفريقيا. وبين ٧ ملايين ومليونَيْ عام مضت، تتسم الحياةُ البحرية بملمَحٍ حديث في الأساس، بالرغم من أن العديد من الأنواع التي كانت تعيش وقتَها صارت الآن منقرضةً. تَظهَر أولى البقايا الخاصة بكائنات ذات ملامح بشرية مميزة في هذه الفترة. وتشهد نهايةُ العصر الثلثي، بين مليونَيْ عام مضت و ١٠ آلاف عام مضت، سلسلةً من العصور الجليدية، وأغلب الحيوانات والنباتات اتخذت وقتَها شكلَها الحديث. وبين نهاية العصر الجليدي منذ ١٠ آلاف عام والوقت الحاضر، صار البشرُ الحيوانَ الأرضي المهيمن، وانقرضت أنواعٌ عديدة من الثدييات الضخمة. هناك بعضُ الأدلة الأحفورية المؤيِّدة للتغيُّر التطوري على مدار هذه الفترة، مثل تطور نُسَخ قِزْمة من العديد من أنواع الثدييات الضخمة على الجُزُر.

## أنماط مكانية

ثمة مجموعة أخرى من الحقائق تصير منطقيةً فقط في ضوء التطور، وهي تأتي من توزيع الكائنات الحية عبر المكان، وليس الزمان، على النحو الذي وصفه داروين من أكثر الأمثلة

بروزًا على هذا الحياةُ النباتية والحيوانية للجزر المحيطية، مثل جزر جالاباجوسوهاواي،

التي تُبيِّن الأدلةُ الجيولوجية أنها تكوَّنَتْ بفعل النشاط البركاني ولم تكن متصلةً قطُّ بأية قارة. وفقَ نظريةِ التطور، الكائناتُ التي تقطن مثل هذه الجزر اليومَ لا بد أنها منحدرةٌ من أفرادٍ كانوا قادرين على عبور المسافات الشاسعة، التي تفصل الجزر المتكوّنة حديثًا عن أقرب أراضٍ مسكونة. وهذا يضع قيودًا عدة على ما قد نجده؛ أولًا: صعوبة استعمار منطقة نائية متكوّنة حديثًا تعني أن عددًا قليلًا فقط من الأنواع سيكون قادرًا على تثبيت نفسه. ثانيًا: وحدها أنواع الكائنات التي لها سماتٌ تمكِّنُها من عبور مئات أو آلاف الأميال عبر المحيط، ستتمكَّن من تثبيت نفسها. ثالثًا: حتى في المجموعات الممثَّلة، ستكون الأنواعُ الموجودة معرَّضةً لعنصرِعشوائيةٍ مرتفعٍ، وذلك بسبب عدد الأنواع الصغير الذي يصل إلى تلك الجزر. وأخيرًا: سيُنتِج التطورُ على مثل هذه الجزر النائية أشكالًا عديدةً لا يمكن أن نجدها في مكان آخَر. تؤكِّد الأدلة، بشكل مُبهِر، صحةَ هذه التوقعات؛ فالجزر المحيطية تميل بالفعل إلى أن تكون بها أنواعٌ قليلة من أي مجموعة رئيسية، وذلك مقارَنةً بالقارات أو الجزر القريبة من السواحل والتي لها مناخ مشابه. تختلف أنواعُ الكائنات الموجودة في الجزر المحيطية، قبل وصول البشر إليها، اختلافًا تامًّا عن الأنواع الموجودة في أي مكانٍ آخَر؛ على سبيل المثال: الزواحف والطيور تكون في المعتاد موجودة، بينما تكون الثدييات والبرمائيات غائبة.

**المصدر / كتاب التطور(مقدمة  قصيرة جدا)/ تأليف برايان تشارلزوورث وديبورا تشارلزوورث**

**ترجمة / محمد فتحي خضر**

**الطبعة الاولى ٢٠١٦**