

المادة /تطور وتنوع حيوي

Evolution and biodiversity

للف الرابع

كلية العلوم /جامعة الانبار

قسم علوم الحياة

المحاضرة الاولى / مقدمة عن التطور الحيوي

Introduction

م . د. ريم خالد ابراهيم المحمدي

المحاضرة الاولى /

مقدمة/

التطور في علم الأحياء هو عملية التغير على مر الزمان في خلة موروثه أو أكثر في تجمعات الأفراد. يمكن أن يؤدي التطور في النهاية إلى تغيير كافة مواصفات النوع قيد التطور مما يؤدي إلى نشوء نوع جديد من الكائنات الحية. مصطلح التطور العضوي organic evolution أو التطور البيولوجي يستخدم غالباً لتفريق هذا المصطلح عن استعمالات أخرى.

بدأ تطور نظرية التطور الحديثة بإدخال مصطلح الاصطفاء الطبيعي في مقالة مشتركة لتشارلز داروين وألفرد راسل والاس. من ثم حققت النظرية شعبية واسعة بعد الإقبال على قراءة كتاب داروين أصل الأنواع. كانت نظرية داروين والاس الأساسية أن التطور يحدث وفق خلة قابلة للتوريث تؤدي إلى زيادة فرصة بعض الأفراد الحاملين لهذه الخلة trait بالتكاثر أكثر من الأفراد الذين لا يحملونها. هذه النظرية كانت جديدة تماماً ومخالفة لمعظم أسس النظريات التطورية القديمة، خصوصاً النظرية المطورة من قبل جان باتيست لامارك.

حسب نظرية داروين والاس: يحدث التطور نتيجة تغير أو طفرة في خلات قابلة للتوريث ضمن مجموعة حيوية على امتداد أجيال متعاقبة، كما يحدده التغيرات في التواترات الأليلية للجينات. ومع الوقت، يمكن أن تنتج هذه العملية ما نسميه انتواعاً، أي تطور نوع جديد من الأحياء بدءاً من نوع موجود أساساً. بالنسبة لهذه النظرية فإن جميع المتعضيات الموجودة ترتبط ببعضها البعض من خلال سلف مشترك، كنتيجة لتراكمات التغيرات التطورية عبر ملايين السنين.

التطور هو أيضاً مصدر للتنوع الحيوي على كوكب الأرض، بما فيها الأنواع المنقرضة المسجلة ضمن السجل الأحفوري أو المستحاثي. الآلية الأساسية التي ينتج بها التغير التطوري هي ما تدعوه النظرية: الاصطفاء الطبيعي (بالإنجليزية: natural selection) (الذي يتضمن البيئي والجنسي والقرباية مع الانحراف الوراثي). تقوم هاتان العمليتان أو الأليتان بالتأثير على التنوع الجيني المتشكل عن طريق الطفرات، والتأشيب الجيني وانسياب المورثات. لذا يعتبر الاصطفاء الطبيعي عملية يتم بها بقاء ونجاة الأفراد ذوي الخلات الأفضل (للحياة) وبالتالي التكاثر. بعبارة أخرى: الاصطفاء يحابي أصحاب الصلاحية الأكبر. إذا كانت هذه الخلات قابلة للتوريث فإنها ستنتقل إلى الأجيال اللاحقة، مما يجعل الخلات الأكثر نفعاً وصلاحية للبقاء أكثر شيوعاً في الأجيال اللاحقة. فبإعطاء وقت كاف، يمكن أن تنتج هذه العملية العفوية تلاؤمات متنوعة نحو تغيرات الشروط البيئية.

الفهم الحديث للتطور يعتمد على نظرية الاصطفاء الطبيعي، التي وضعت أسسها أساساً في ورقة مفصلية عام ١٨٥٨ من قبل تشارلز داروين وألفرد راسل والاس ونشرت ضمن كتاب داروين الشهير أصل الأنواع. في الثلاثينات من القرن العشرين، ترافق الاصطفاء الطبيعي الدارويني مع نظرية الوراثة المنديلية لتشكل ما يدعى الاصطناع التطوري الحديث، وعرفت أيضاً بالداروينية-الجديدة. الاصطناع الحديث يصف التطور كتغير في تواتر الأليلات ضمن مجموعة حيوية من جيل إلى الجيل الذي يليه. هذه النظرية سرعان ما أصبحت المبدأ المركزي المنظم للحياة

الحديثة، نسبة لقدرتها التفسيرية والتنبؤية العالية، تربط حالياً بشكل مباشر مع دراسة أصل مقاومة المضادات الحيوية في الجراثيم، الاجتماعية العليا (بالإنجليزية: eusociality) في الحشرات، والتنوع في النظام البيئي (بالإنجليزية: ecosystem) للأرض. مع أن هناك إجماع علمي لدعم صلاحية وصحة نظرية التطور، لتطبيقاتها وقدرتها التفسيرية والتنبؤية لأصول الأجناس والأنواع الحية، فإن هذه النظرية تبقى في قلب جدالات دينية واجتماعية حول مفاهيمها ومدى صحتها بسبب صدامها مع بعض الرؤى حول نظرية الخلق في بعض الديانات.

تعود فكرة التطور البيولوجي إلى عهود قديمة فبعض الفلاسفة الإغريق كانوا يؤمنون بهذه الفكرة مثل أناكسيماندر وأبيقور إضافة لبعض فلاسفة الهند مثل باتانجالي. كما أن بعض من عاشوا في العالم الإسلامي في القرن الثالث والرابع مثل الجاحظ والمسعودي كانوا يعتقدون بهذه النظرية. ولكن في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر أعاد جان-بابيست لامارك وتشارلز داروين إحياء هذه النظرية القديمة مع بعض التعديلات. الآلية التي يحدث بها التغير التطوري من نوع لآخر: ألا وهي الاصطفاء الطبيعي. بعد الكثير من العمل على نظريته قام داروين بنشر عمله عن التطور بعد تسلمه رسالة من ألفرد راسل والاس يكشف له والاس فيها عن اكتشافه الشخصي حول موضوع الاصطفاء الطبيعي. لهذا ينسب لوالاس دور مشارك في التأسيس لهذه النظرية. أثار نشر كتاب داروين قدراً كبيراً من الجدل العلمي والاجتماعي. فبالرغم من أن حدوث تطور بيولوجي من نوع ما أصبح مقبولاً من قبل عدد كبير من العلماء، فإن أفكار داروين خاصة حول حدوث تطور تدريجي من خلال الاصطفاء الطبيعي تمت مهاجمتها ونقدها بقوة. إضافة لذلك كان داروين قادراً على تبيان الاختلاف بين النواع مفسراً إياه بالاصطفاء الطبيعي ثم التلاؤم، إلا أنه كان عاجزاً عن تفسير كيفية نشوء الاختلاف أو كيف يتم تعديل النواع عبر الأجيال، كان لا بد من انتظار نشوء علم الوراثة على يد ماندل.

استطاع غريغور مندل بالعمل على وراثة النبات من كشف حقيقة انتقال ميزات معينة في حبات البازلاء، هذا الانتقال يحدث بأشكال متنوعة وكانت قابلة للتوريث بنسب واضحة قابلة للتنبؤ. أعيد إحياء عمل ماندل في عام 1901، وفسر بداية على أنه دعم "القفزة" المعاكسة للداروينية، أو ما يدعى بمدرسة القفز التطوري saltationist ومعاكسة لفكرة التدريجية.

الدليل على التطور

ان ما يدعم نظرية التطور هو سجل المتحجرات fossils record والتشريح المقارن comparative anatomy وعلم الاجنه المقارن comparative embryology والكيمياء الحياتية المقارن والجغرافية الحيوية biogeography

المتحجرات تظهر تاريخ الحياة

تستند معلوماتنا عن تاريخ الحياة بشكل رئيسي على المتحجرات. وتمثل المتحجرات fossils البقايا أو الدليل على عدد من الكائنات الحية التي عاشت منذ فترة طويلة وان اقدم المتحجرات الموجودة هي الخلايا البدائية النواة prokaryotic cell والتي يعود تاريخها الى ما يقارب 3.5 بليون سنة. بعدها تعقدت هذه المتحجرات فعلى سبيل المثال اعقب خلايا بدائية النواة خلايا حقيقية النواة euokaryotic cell واعقب الحيوانات اللاقارية الحيوانات الفقرية وبدأ تطور

الانسان منذ حوالي ٥ مليون سنة الا ان الانسان الحديث (*Homo sapiens*) لم يظهر في سجل المتحجرات الا قبل ما يقارب من ١٠٠٠٠٠٠ سنة ويعد هذا الدليل واضحا على وجود تاريخ للحياة مستند على الاحداث التطورية

الانواع القريبة الصلة تشترك بالتشريح

اوضحت الدراسات المقارنه لتشريح مجموعة من الكائنات الحية بأن لكل كائن حي ما يسمى بوحدة التصميم *unity of plan* . فعلى سبيل المثال تتألف جميع الحيوانات الفقرية من نوع متماثل من الهيكل وتساعد وحدة التصميم على تصنيف الكائنات الحية الى مجاميع متنوعة . فالكائنات الاكثر تشابها لبعضها البعض توضع ضمن الجنس *genus* والاجناس المتماثلة توضع ضمن العائلة *family* وتستمر عملية التصنيف من العائلة الى الرتبة *order* ثم الصنف *class* ثم الشعبة *phyium* ثم المملكة *kingdom* وان تصنيف اي كائن حي يمكن ان يبين المملكة والشعبة والصنف والرتبة والعائلة والجنس والنوع التي يعود اليها هذا الكائن الحي واستنادا الى نظام التسمية الثنائية *binomial system* في تسمية الكائنات الحية فأن لكل كائن اسما مؤلفا من جزئين هما الجنس والنوع الذي ينتمي اليه الكائن الحي

فعلى سبيل المثال يسمى الانسان ب *Homo sapiens* والقطة المنزلية *Felis domestica* ويمثل علم التصنيف *Taxonomy* احد فروع علوم الحياة الذي يهتم بدراسة تصنيف الكائنات الحية ويدعى عالم الاحياء المتخصص بتصنيف الكائنات الحية بأسم عالم التصنيف *Taxonomist*

يمكن تفسير وحدة التصميم *unity of plan* على اساس التحدر من سلف مشترك وان للسلف فرعين او اكثر من فروع التطور . ان الانواع التي تشترك بسلف مشترك حديث فأنها ستتشترك بعدد كبير من الجينات نفسها وبذلك تكون مماثلة لبعضها البعض ومماثلة للسلف .

اما الانواع التي تشترك بسلف مشترك بعيدا جدا فأنها ستتشترك بعدد قليل من الجينات نفسها وبذلك تكون اقل تشابها لبعضها البعض وكذلك للسلف وذلك لأن الأختلافات تظهر بأستمرارية الكائن الحي في مساراته التطورية وحتى بعد تكيف الكائنات القريبة الصلة لأنماط مختلفة من الحياة فأنها قد تستمر بأظهار التشابهات في التركيب فعلى سبيل المثال تستعمل الفقريات اطرافها الامامية للطيران (كما في الطيور والخفاش) وللتوجيه عند السباحة (كما في الحيتان والفقعات) وللجري (كما في الخيل) وللتسلق (كما في السحالي الشجرية) او للتعلق بين اغصان الشجر (كما في القروذ) ومع ذلك فأن جميع الاطراف الامامية للفقريات تحتوي على العظام نفسها مرتبة بطريقة متشابهة بالرغم من اختلاف وظائفها .

تمثل التراكيب الاثرية *Vestigial structures* مظاهر تشريحية تطورت بشكل كامل واصبحت فعالة في مجموعة واحدة من الكائنات الحية ومختزلة وعديمة الوظيفة في مجاميع مماثلة فعلى سبيل المثال يلاحظ ان لمعظم الطيور اجنحة نامية بشكل جيد تستعمل في الطيران كما ان الثعابين ليس لها اطراف خلفية لغرض الاستعمال ومع ذلك فأن عدد منها يحتوي على بقايا من حزام الحوض والسيقان وللانسان عظم ذيلي (العصعص) الا انه لا يملك ذيلا .

يوضح التاريخ التطوري المشترك وجود التراكيب الاثرية ويلاحظ وجود التراكيب الاثرية بسبب وراثة الكائنات الحية لتراكيبها التشريحية من اسلافها اذ انها تمثل اثار التاريخ التطوري للكائن الحي .

الانواع القريبة الصلة تشترك بالنشوء الجيني

هناك عددا من مجاميع الكائنات الحية تشترك بالنوع والشكل نفسة من المراحل الجينية وكما هو متوقع فان المراحل الجينية لجميع الفقريات القريبة الصلة تكون متشابهة . ففي اثناء النشوء او التطور الجيني يحتوي جنين الانسان في مرحلة معينة على اقواس غلصمية حتى ولو انه لا يتنفس بالغلصم وكذلك ذيل اثري بالرغم من عدم وجود الذيل في الانسان وتشير هذه الملاحظات الجينية الى صلة الانسان ببقية الفقريات .

الكائنات القريبة الصلة لها DNA متماثل

تستخدم جميع الكائنات الحية تقريبا الجزيئات الكيمياوية الحياتية الاساسية نفسها مثل الDNA والادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP والعديد من الانزيمات المتماثلة تقريبا فعلى سبيل المثال فان الانزيمات الايضية المشتركة في التنفس الخلوي الهوائي وفي تخليق الجزيئات الخلوية الكبيرة هي نفسها في جميع الكائنات الحية لذا يبدو بأن هذه الانزيمات قد ظهرت بصورة مبكرة في تطور الحياة وان الجينات المسؤولة عنها قد انتقلت منذ ذلك الحين

ان تحليلات تسلسلات الحوامض الامينية في بروتينات معينة في الهيموكلوبين والسايتوكروم C وكذلك تحليل الاختلافات الموجودة في نيوكليوتيدات DNA يمكن الاستفادة منها في تحديد الصلات القريبة من الحيوانات وقد افترض بأن عدد الاختلافات ستعكس طول الفترة الزمنية التي اشترك فيها نوعين مع سلف مشترك .

تاريخ الفكر التطوري

الاعتقاد بأن أنواع الحيوانات يمكن أن تتحد من أنواع أخرى، يعود إلى زمن الفلاسفة الإغريقين قبل سقراط مثل أناكسيمندر وإمبيدوكليس. وبخلاف آرائهما المادية، نظر أرسطو إلى كل الأشياء الطبيعية، وليس فقط الكائنات الحية، على أنها تحقيق غير مثالي لاحتمالات طبيعية ثابتة تُعرف "بالأشكال" أو "الأفكار" أو (بالترجمة اللاتينية: "الأنواع"). وهذا كان جزءاً من رؤيته الغائية للطبيعة، إذ كل شيء فيها يؤدي دوراً معداً له في نظام كوني إلهي. اقترح الشاعر والفيلسوف الروماني لوكريتيوس فكرة احتمال حدوث تغيرات تطورية بالكائنات الحية. وشكلت صيغاً مختلفة لهذه الفكرة الفهم العام في العصور الوسطى، وتم ضمها إلى تعاليم المسيحية.

لم يتفق منهج العلم الحديث في القرن السابع عشر مع مأخذ أرسطو، وكان لا بد من البحث عن تفسيرات لطواهر طبيعية بحسب قوانين الطبيعة، والتي كانت تنطبق على كل الأشياء المرئية على حد سواء، ولم تكن هناك حاجة لافتراض أي تصنيفات طبيعية ثابتة أو أي نظام كوني إلهي. ولكن هذا المنهج الجديد أخذ وقتاً ليترسخ في العلوم الأحيائية، والتي أصبحت آخر حصن لمفهوم التصنيفات الطبيعية الثابتة. استعمل جون ري مصطلحاً كان في السابق عاماً أكثر بإشارته إلى

التصنيفات الطبيعية الثابتة، ألا وهو "الأصناف"، وذلك للإشارة إلى تصنيفات النبات والحيوان. ولكن بخلاف أرسطو، عرّف ري بتشدّد كل تصنيف من الكائنات الحية على أنه نوع، واقترح أنّ كل نوع يمكن تمييزه بخواصه التي تدوم مع مرور الأجيال. وكانت هذه الأصناف، وفقاً لري، مصممة من قبل الله، ولكن الاختلافات التي تظهرها سببها الظروف المحلية. التصنيف الحيوي الذي عرضه كارولوس لينوس عام ١٧٣٥ كانت الأصناف بحسبه أيضاً ثابتة بموجب تنظيم إلهي. ومما هو جدير بالذكر أن ابن خلدون، المؤرخ الإسلامي، كان يعتقد بتطور الخلق. وكتب ذلك في كتابه "المقدمة"

قام بعض علماء التاريخ الطبيعي الآخرون بنفس الفترة الزمنية بوضع فرضيات عن تغيير الأصناف التطوري عبر الزمن وفقاً للقوانين الطبيعية. كتب موبرتيوس عام ١٧٥١ عن تغييرات طبيعية تحدث خلال التكاثر وتتراكم عبر أجيال عديدة إلى أن تؤدي لإنتاج أصناف جديدة. واقترح بوفون أنّ الأصناف قد تتحول إلى كائنات حية مختلفة، واقترح إراسموس داروين أنّ كل الحيوانات ذات الدم الحار يمكن أن تكون قد تحدرت من كائن حي مجهري واحد أو "خيوط". في عام ١٨٠٩، قام جان-باتيست لامارك بوضع نظريته "تحول الأصناف"، وهي أولى النظريات العلمية الكاملة للتطور، والتي تصور فيها أنّ تولداً ذاتياً يُنتج باستمرار أشكال حياة بسيطة تطور تعقيدها بسلاسل متوازية بنزعة تقدمية فطرية، وأنّ هذه السلاسل، على مستوى محلي، تتكيف مع المحيط عن طريق وراثية التغييرات التي يسببها عدم استعمال الميزات في جيل الآباء. وفيما بعد أُطلق على هذه السيرة الأخيرة اللاماركية. استنكر هذه الأفكار علماء تاريخ طبيعي معتمدون واعتبروها فرضية تفتقد للدعم التجريبي. وبالتحديد أصر جورج كوفييه على أنّ الأصناف ثابتة ولا تربطهم صلة قرابة، والتشابهات بينهم تعكس تصميمها الإلهي الخادم للحاجات الوظيفية. وفي هذه الأثناء كان ويليام بيلي قد طوّر أفكار ري عن التصميم الهادف فأصبحت لاهوتاً طبيعياً، والذي اقترح أنّ التكيفات المعقدة دليلٌ على التصميم الإلهي، وقد أعجب تشارلز داروين بها.

في عام ١٨٤٢ كتب تشارلز داروين أول مسودة لأصل الأصناف.

إنّ الانطلاق الرئيسي من مفهوم الأصناف الثابتة في الأحياء بدأ مع نظرية التطور عن طريق الاصطفاء الطبيعي، والتي صاغها تشارلز داروين. ذكر داروين أنّ نمو الكثافة السكانية قد يؤدي إلى "صراع من أجل البقاء"، بحيث تسود التنوعات المحبذة فيما البقية تتلاشى. مع كل جيل، الكثير من النسل لا يقدر على البقاء حتى سن البلوغ والتكاثر بسبب الموارد المحدودة. عمل داروين على تطوير نظرية "الاصطفاء الطبيعي" الخاصة به منذ عام ١٨٣٨، حتى أرسل له ألفرد راسل والاس نظريته المشابهة عام ١٨٥٨. وقام كل منهما على حده بعرض دراسته على جمعية لندن اللينية. في آخر عام ١٨٥٩، الطريقة التي شُرح بها الاصطفاء الطبيعي في كتاب أصل الأصناف لداروين أدت لقبول واسع أخذ بالازدياد للتطور الدارويني. وقام توماس هنري هكسلي بتطبيق أفكار داروين على البشر، وذلك بالاستناد إلى علم الأحياء القديمة والتشريح المقارن من أجل تقديم دليل قوي على أن البشر والقرود لديهم سلف مشترك. والبعض انزعج من هذه الفكرة لكونها تتضمن تلميحات إلى أنه ليس للبشر مكانة مميزة في الكون.

هناك أمور بقيت لغزاً مثل الآليات المحددة التي تحدث بها الوراثة التناسلية ومصدر السمات الجديدة. ولذلك قام داروين بتطوير نظريته المؤقتة المسماة شمولية التخلق. في عام ١٨٦٥، أعلن غريغور مندل أنّ السمات تُورث بشكل يمكن التنبؤ به بواسطة التوزيع المستقل وفصل العوامل (أصبحت تُعرف بالجينات فيما بعد). في نهاية المطاف استبدلت قوانين مندل الوراثة معظم نظرية شمولية التخلق لداروين. قام أوغست وايزمان بالتمييز بين الخلايا المُنتِشة (البيوض والحيوانات المنوية) وبين الخلايا الجسدية، بحيث وضّح أنّ الوراثة تمرُّ عن طريق الخط الإنتاشي فقط. هيوغو دا فريس ربط نظرية شمولية التخلق لداروين مع تمييز وايزمان بين الخلية الجسدية والإنتاشية، واقترح أنّ الجينات الشاملة في نظرية داروين كانت متركزة في نواة الخلية، وعندما يُعبّر عنها جينياً تنتقل إلى السيتوبلازما لتقوم بتغيير تركيبات الخلايا. دا فريس كان أيضاً أحد الباحثين الذين جعلوا أعمال مندل تشتهر، إذ اعتقد أنّ السمات المنديلية توافقت مع انتقال الاختلافات الوراثة عبر الخط الإنتاشي. من أجل تفسير كيفية نشوء الاختلافات، طوّر دا فريس نظرية طفور أدت إلى ظهور انشقاق مؤقت بين الذين قبلوا التطور الدارويني وبين الأخصائيين في الإحصاء الحيوي الذين تحالفوا مع دا فريس. وفي مطلع القرن العشرين، قام رواد في مجال الوراثة السكانية، مثل جون هالدين، سيوال رايت، ورونالد فيشر، بوضع أسس التطور في فلسفة إحصائية. وهكذا تم حل التناقض الخاطيء بين نظرية داروين، الطفرات الجينية، والوراثة المنديلية.

في سنوات العشرينات والثلاثينات، ربط الاصطناع التطوري الحديث بين الاصطفاء الطبيعي ونظرية الطفرور والوراثة المنديلية، ووحدتها في نظرية تنطبق بوجه عام على أي فرع في علم الأحياء. من خلال الاصطناع التطوري الحديث يمكن تفسير الأنماط الملاحظة في الأنواع بالتجمعات الأحيائية، وذلك باستعمال الأحافير الانتقالية في علم الأحياء القديمة، وأيضاً بواسطة الآليات الخلوية المعقدة في علم الأحياء النمائي. إنّ نشر مبنى الدنا لجيمس واتسون وفرنسيس كريك عام ١٩٥٣ عرض أساساً مادياً للوراثة. وقد حسّن علم الأحياء الجزيئي من فهمنا للعلاقة بين النمط الظاهري والنمط الجيني. حدثت تقدمات في النظاميات الفيلوجينية، وبتخطيط انتقالات السمات في إطار مقارن وقابل للاختبار باستعمال الشجرة التطورية. في عام ١٩٧٣، كتب عالم الأحياء التطوري ثيودوسيوس دوجانسكي: "لاشيء في علم الأحياء يكون منطقياً إلا في ظل التطور"، وذلك لأن التطور وضّح العلاقات بين حقائق ظهرت على أنها منفصلة في التاريخ الطبيعي، وجعلها مجموعة معارف تفسيرية متماسكة تصف وتنبأ بالكثير من الحقائق الملاحظة عن الحياة في هذا الكوكب.

ومنذ ذلك الحين، تم توسيع الاصطناع الحديث أكثر ليشمل تفسير الظواهر الأحيائية في السلم الكامل والتكاملي للتدرج الحيوي، من الجينات للأنواع. وسُمي هذا التوسيع "بايكو-إيفو-ديفو" (بالإنجليزية: eco-evo-devo)

المراجع/

Futuyma, Douglas J. (2005). Evolution. Sunderland, Massachusetts:
.Sinauer Associates, Inc. ISBN 0-87893-187-2

^٢. Futuyma, Douglas J. (2005). Evolution. Sunderland
ماساتشوست: .Sinauer Associates, Inc. ISBN 0-87893-187-2

Gould, Stephen J. (2002). The Structure of Evolutionary Theory. ^٣
.Belknap Press. ISBN 0-674-00613-5

Lande, R. (1983). "The measurement of selection on correlated ^٤
.characters". Evolution. 37: 1210–1226

٥- كتاب علم بايولوجيا الانسان /تأليف د.وليد حميد يوسف ،د. حميد نايف البطاينة،د.محمد الحمود

٦-كتاب اصل الانواع/تشارلز دارون .