

ترجمه و شرح «فرگشت» ویکی‌پدیای انگلیسی

داستان از کجا شروع شد؟

- دوستی از ایران (دکتر ب. س.)، هر از گاهی نوشتار یا پیامی در باره فرگشت برای من می‌فرستد. هرنوبت هم به همراه متن یک عبارت کوتاه که نشان از تردید او در مورد درستی متن دارد، می‌نویسد. البته که در بیشتر موارد درست می‌گوید و متن ارسالی دارای کژاندیشی است. نوشتارهایی را که می‌فرستد، بیشتر در شبکه‌های اجتماعی منتشر شده‌اند. مروری بر آن‌ها مرا به این نتیجه رساند که تعداد علاقه‌مندان به فرگشت در ایران زیاد است. ولی متأسفانه بسیاری از آنان زمینه تحصیلاتی مناسب را ندارند و همین باعث می‌شود برخی نظریات «افراطی» را نظر «عمومی» یا «اجماعی» تصور کنند.
- البته چاره اصلی این است که افراد بیشتری بتوانند به زبان‌های دیگر، مخصوصن انگلیسی، بخوانند. چه بخواهیم و چه نخواهیم، امروزه روز زبان انگلیسی زبان غالب علم است و گفته می‌شود که بیش از ۹۰٪ مقالات علمی به انگلیسی نوشته می‌شود. در زمینه کاری خود من (ژنتیک و اصلاح دام) حدود ۳۰ سال پیش ژورنال‌های فرانسوی و آلمانی بطور رسمی «ناسیونالیسم علمی» خود را کنار گذاشتند و زبان انگلیسی را زبان اصلی ژورنال کردند. امیدوارم سوءتفاهم نشود. ما باید به زبان خودمان، هر زبانی که هست، علم را بیاموزیم و برای هر اصطلاح علمی برابرهادهای خودمان را داشته باشیم. در همین حال باید بتوانیم به یکی دو زبان علمی دیگر (مخصوصن انگلیسی) هم بخوانیم. شاید ۱۰۰ سال دیگر، زبانی دیگر غالب باشد، ولی امروز انگلیسی غالب است.
- به هر جهت مقدار زیاد سوءتفاهم‌ها در شبکه‌های اجتماعی که به فارسی درباره فرگشت نوشته می‌شود، مرا بر آن داشت تا ببینم آیا ویکی‌پدیای فارسی نوشتار خوبی در باره فرگشت دارد؟ شوربختانه نوشتار ویکی‌پدیای فارسی را نپسندیدم. نوشتار ویکی‌پدیای انگلیسی هم چنگی به دندان نمی‌زد. تلاش کردم نوشتار کوتاه دیگری پیدا کنم که فرگشت را خوب بیان کند، اما هنوز چنین نوشتاری پیدا نکرده‌ام. چاره نهایی این بود که خودم چیزی بنویسم. ولی چون حدس می‌زدم که این کار ممکن است وقت زیادی از من بگیرد، تصمیم گرفتم به نوشتار ویکی‌پدیای انگلیسی برگردم. این چنین «خیال» می‌کردم که ترجمه و حاشیه نویسی نوشتار ویکی‌پدیای انگلیسی وقت کمتری ببرد. این گوی و این میدان.
- متأسفانه، به سرعت معلوم شد که متن ویک‌پدیای انگلیسی متن متوازی نیست. ویکی‌نویسان بین «مکاتب» مختلف فرگشتی جانبدارانه انتخاب کرده‌اند. قضاوت من بر مبنای محتوای این مقاله ویک‌پدیا و مآخذهای مورد استفاده آن است. به عنوان مثال نسبت استفاده از ژورنال‌های عمومی فرگشت، مانند ژورنال «فرگشت = Evolution» یا «فرگشت مولکولی = Molecular Evolution»، به ژورنال‌های «رنجه‌ای = Niche»، مانند آن ژورنال‌هایی که کلماتی مانند «اکولوژی = ecology» «رشد = deveopment» در اسم آن‌ها بکار رفته است، متوازن نیست. اضافه بر آن، دانش این ویکی‌نویسان در زمینه ژنتیک بطور کلی پایین است. نتیجه اینکه مقدار حاشیه نویسی‌های من بیشتر از آن حدی شد که می‌خواستم. گاهی اوقات هم میزان کژی‌بینی و کژگویی ویکی‌نویسان آنقدر زیاد بود که شرح اشتباه آن‌ها احتیاج به توضیح جزئیاتی بود که از حوصله حاشیه نویسی بیرون بود.
- یک احتمال دیگر هم این است که ویکی‌نویسانی که این مقاله را نوشته‌اند، به جای نوشتن یک متن منسجم، هرکدام بندی و عبارتی را به اینجا و آنجا افزوده‌اند که به ناهمخوانی و گسستگی متن انجامیده.
- بنابراین، نوشتن مطلبی جامع، ولی کوتاه، در این باره را در دستور کارم گذاشته‌ام. نمی‌دانم چه موقع، ولی آن را حتمن خواهم نوشت. بهر جهت توصیه من به ویکی‌نویسان این است که ۱۰ کتاب در زمینه فرگشت را که برای دانشجویان دوره کارشناسی نوشته شده انتخاب کنند و فقط مطالبی را که در همه آن‌ها مشترک است، به زبان ساده خلاصه کرده و در ویکی‌پدیا قرار دهند.

روش کار

- آخرین باری که من کار ترجمه انجام دادم بیش از ۳۳ سال پیش بود، آن هم با همکاری دو دوست/همکار دیگر (دکتر س.ق. و دکتر ع.ب.). روش کاری که ما سه نفر داشتیم، بسیار سریع و دقیق بود. به تخمین من، ما با یک ساعت کار جمعی، یک صفحه از یک کتاب با متن فشرده را ترجمه و ویراستاری می‌کردیم. بهرجهت، بعد از این همه سال که تماس محدودی با زبان علمی فارسی داشته‌ام، این ترجمه حتمن اشکالات فراوانی خواهد داشت.

- هنگام ترجمه این متن متوجه شدم که بسیاری از لغات علمی که من و ما به کار می‌بریم، معادل فارسی ندارد. مثلاً به «cell» می‌گوییم «سلول»! کوشش خواهیم کرد برابری فارسی را پیدا و استفاده کنیم.
- از آن گذشته، بسیاری از لغت‌هایی که به ذهن من می‌رسد، ریشه عربی دارند. کوشش خواهیم کرد هرزمان برابر فارسی به یاد آمد، آن را جایگزین کنیم.
- در مورد روش‌های جدید نگارش فارسی اطلاعات کمی دارم. اما این قدر می‌فهمم که حدی از جدانویسی تشویق می‌شود، از «ها» و «ان» برای لغات جمع بیشتر استفاده می‌شود، و خرده چیزهای دیگری شبیه این‌ها.
- در ترجمه این متن خواستار مرور و تصحیح آن نیستم. در نتیجه ارجاع به ماخذها را راستی‌آزمایی نمی‌کنم. اما اگر کلمه‌ای یا جمله‌ای را نادرست بیابم و یا گمان برم که می‌تواند به کژاندیشی بیانجامد، هم نظرم را خواهم نوشت و هم ماخذ استفاده شده را مرور خواهم کرد.
- همانطوری که می‌بینید، نوشتار انگلیسی و ترجمه فارسی مقابل هم قرار دارند. نوشتار اصلی و ترجمه آن با رنگ سیاه نوشته شده‌اند. حاشیه نویسی من با رنگ آبی است. با این روش هر کس می‌تواند از ترجمه برای یادگیری انگلیسی و یادگرفتن کلمات کلیدی به زبان انگلیسی کمک بگیرد. کسانی هم که انگلیسی می‌دانند، می‌توانند درستی ترجمه را بیازمایند.
- روش ترجمه این چنین بود که در دور اول متن انگلیسی را لغت به لغت و بدون در نظر گرفتن ساختار جمله‌های فارسی ترجمه کردم. در دور دوم به ویراستاری متن پرداختم و سعی کردم متن فارسی را سلیس کنم. البته گاهی مترجم، چون خودش جمله را می‌فهمد، گمان می‌برد، که جمله رسا است. اطمینان دارم که این خطا در این ترجمه بارها راه یافته است.
- هرگاه با لغات و مفاهیم به کار رفته در متن مخالفت داشتم، ترجمه فارسی را مطابق متن انگلیسی نگه داشتم، ولی در پی نوشت‌های چیزی در ابراز مخالفت نوشتم.
- برای کلماتی که زیر آن‌ها خطی کشیده شده، در ویکی‌پدیای انگلیسی شرح بیشتری وجود دارد. امیدوارم «لینک» در نوشتار باقی بماند تا خوانندگان، اگر خواستند، بتوانند موضوعات مورد علاقه خود را دنبال کنند.
- یک اخطار کلی این است که نوشتارهای ویکی‌پدیا کیفیت «افتان و خیزان» دارند. یک جمله یا پاراگراف خوب است و دیگری خوب نیست. گاهی در یک نوشتار، مطالب ضد و نقیض دارد. تنها چاره، زیاد خواندن است. در این نوشتار به ماخذهای زیادی اشاره شده و بسیاری از آن‌ها در دسترس هستند. هر چه بیشتر بخواند بهتر است.
- **اخطار آخر اینکه این متن (مخصوصاً قسمت‌ها پایانی آن) احتیاج به یک ویرایش دیگر دارد. ویرایش تازه یا باید توسط فرد دیگری انجام شود، و یا خود من بعد از مدتی و با چشم تازه به آن نگاه کنم.**
- **بازبینی برابری‌های فارسی اصطلاحات علمی هم ضروری است.**
- این ترجمه بنا بر این دارد که مبنای گفتگویی بین من و خواننده باشد.

ویکی‌پدیا	Wikipedia
فرگشت	Evolution
https://en.wikipedia.org/wiki/Evolution	https://en.wikipedia.org/wiki/Evolution
تاریخ دستیابی ۱۷ مارس ۲۰۲۱ (۲۸ اسفند ۱۳۹۹)	Accessed 2021-03-17
برگردان و پانویسی از: حسین جرجانی (دکتر دامپزشک، دکتر در ژنتیک کمی) پروفسور بازنشسته ژنتیک دامی	Translated and commented by: Hossein Jorjani (DVM, PhD in Quantitative Genetics) Professor emeritus in animal genetics
فرگشت تغییر مشخصات ارثی جمعیت‌های زیستی در نسل‌های متوالی است [۱][۲]. این مشخصات، ترجمان ژن‌هایی هستند که در تولیدمثل از والدین به نتاج (فرزندان) منتقل می‌شوند. مشخصات مختلف در هر جمعیتی، محصول جهش ژنتیکی، نوترکیبی ژنتیکی و سایر	Evolution is change in the <u>heritable characteristics</u> of biological <u>populations</u> over successive generations.[1][2]These characteristics are the <u>expressions of genes</u> that are passed on from parent to offspring during <u>reproduction</u> . Different

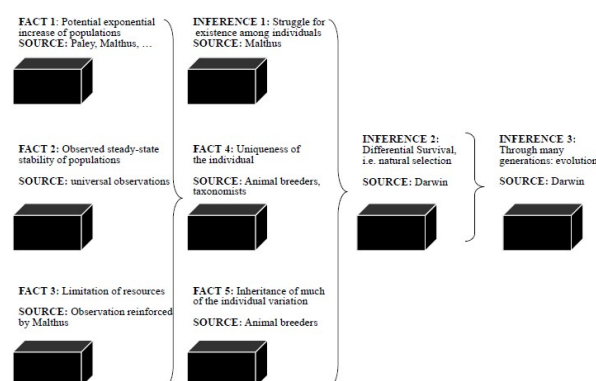
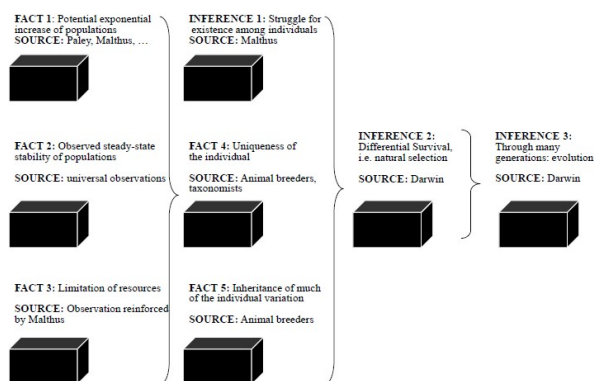
characteristics tend to exist within any given population as a result of <u>mutation</u>, <u>genetic recombination</u> and other sources of <u>genetic variation</u>. [3] Evolution occurs when evolutionary processes such as <u>natural selection</u> (including <u>sexual selection</u>) and <u>genetic drift</u> act on this variation, resulting in certain characteristics becoming more common or rare within a population. [4] It is this process of evolution that has given rise to <u>biodiversity</u> at every level of <u>biological organisation</u>, including the levels of <u>species</u>, individual <u>organisms</u> and <u>molecules</u>. [5][6]	عوامل پراکندگی (= variation) ژنتیکی هستند [۳]. فرگشت وقتی اتفاق می‌افتد که روندهای فرگشتی مانند <u>گزینش طبیعی</u> (شامل <u>گزینش جنسی</u>) و <u>رانش ژنتیکی</u> باعث شوند بعضی از مشخصات در درون جمعیت فراوان‌تر یا نادرتر شوند [۴]. این روند فرگشتی است که به پراکنش زیستی در همه سطوح <u>ساختارهای زیستی</u>، شامل <u>گونه</u>، <u>ارگانیسم</u> واحد، و <u>مولکول‌ها</u>، منجر می‌شود [۵][۶].
1- The definition put forward here is one of the best definition that I have seen. However, my own definition is "Evolution is the study of biological variation". The reasons for suggesting my own definition for evolution is beyond the scope of this commentary. 2- Wiki writers have conditioned the evolution on natural selection and genetic drift. My guess is that they thought these two processes are more important. In addition to these two, there are three other processes that have not been mentioned or have been mentioned in passing. These are: mutation, migration and mating systems. 3- Each of these processes alone, or in combination with others can lead to evolution. 4- There are many definitions for sexual selection, according to some of which sexual selection is not a part of natural selection. 5- The number of biological structure levels, that Wiki writers have mentioned three of them, can easilily be extended. For example, cellular organells, tissues, organs, populations, multi-species habitats. This is an important issue because levels and tagets of selection is an important subject in evolution. 6- Unfortunately, the word "gene" has so many definitions, that it has been many years since I used it. However, here I have to use it because the Wiki article has used it. One of the most obvious misconceptions about "gene" is that it is sometimes interchangeably used as "locus" and "allele", which leads to lower clarity of the text. Locus and allele will be defines later. 7- In the philosophy of biology, there is this extensive discussion about the definition of "individual". David Hull as argued that "species" is an individual. Irrespective of what any person might think of Hull's ideas,	1. تعریفی که ویکی‌نویسان از فرگشت آورده‌اند (اولین جمله بند ۱) یکی از بهترین تعریف‌هایی است که من دیده‌ام. تعریف من از فرگشت چنین است: «فرگشت مطالعه پراکندگی زیستی است.» و به انگلیسی «Evolution is the study of biological variation». شرح اینکه چرا تعریف خودم از فرگشت را ساخته‌ام، محتاج بحث طولانی‌تری است که در اینجا نمی‌گنجد. 2. ویکی‌نویسان گفته‌اند که فرگشت وقتی اتفاق می‌فتد که دو روند گزینش طبیعی و رانش ژنتیکی در کار باشند. حدس می‌زنم که ویکی‌نویسان این دو روند را مهم‌تر دیده‌اند. علاوه بر این دو روند، سه روند دیگر هم وجود دارد که یا از آن‌ها اسمی نیامده، و یا فقط به طور ضمنی اسمی از آنها آمده است. این سه روند دیگر جهش ژنتیکی، مهاجرت (migration) و روش‌های آمیزش (mating systems) هستند. 3. هر کدام از این پنج روند می‌توانند به تنهایی، و یا با دیگر روندها، به فرگشت بیانجامند. 4. برای گزینش جنسی تعریف‌های مختلفی وجود دارد. در بعضی تعریف‌ها، گزینش جنسی جزو گزینش طبیعی محسوب نمی‌شود. 5. تعداد سطوح ساختارهای زیستی را، که ویکی‌نویسان از سه سطح آن اسم برده‌اند، به سادگی می‌توان افزایش داد. مثلن می‌توان ارگانل‌های درون سلولی، بافت‌ها، ارگان‌های مختلف بدن، جمعیت‌های یک گونه، مناطق جغرافیایی چند-گونه را هم جزو این سطوح به حساب آورد. این موضوع از این نظر مهم است که «سطح گزینش طبیعی»، یکی از مباحث مورد مناقشه در بین فرگشتیان است. 6. متأسفانه لغت «ژن» به قدری تعریف‌های متفاوت دارد، که من سال‌هاست از آن استفاده نمی‌کنم. در اینجا چون در متن انگلیسی آمده، ناگزیر از استفاده از آن هستم. یکی از واضح‌ترین سوءتفاهم‌ها در باره لغت «ژن» این است که آن را علاوه بر معنی خود «ژن»، به معنی «جایگاه = locus» و «الل = allele» هم به کار می‌برند که لاجرم از وضوح متن می‌کاهد. توضیح معنی جایگاه و الل در ادامه خواهد آمد. 7. در فلسفه علوم زیستی بحث دامنه‌داری برای تعریف «فرد» وجود دارد. دیوید هول

this discussion has forced others to be more careful in using the words “individual” and “organism”. It is important not to use any of these words to mean “species”. Unfortunately, it seems that Wiki writers are not carefull enough and on occasions have used “organism” as “individual” and on occasions as “species”.	[David Hull] استدلال کرده است که «گونه = species» یک «فرد = individual» است. صرفنظر از اینکه دیگران با او موافق باشند یا نه، نظر هول باعث شده که دیگران در استفاده از لغت «فرد» و «ارگانیسم = organism» دقت بیشتری داشته باشند و از آن‌ها جوری استفاده نکنند که معنای «گونه» بدهد. متن این مقاله ویکی‌پدیا، متأسفانه، دقت لازم را ندارد و لغت ارگانیسم را گاهی بعنوان گونه و گاهی به عنوان فرد به کار برده.
The scientific theory of evolution by natural selection was conceived independently by Charles Darwin and Alfred Russel Wallace in the mid-19th century and was set out in detail in Darwin's book <i>On the Origin of Species</i>.^[7] Evolution by natural selection was first demonstrated by the observation that more offspring are often produced than can possibly survive. This is followed by three observable facts about living organisms: (1) traits vary among individuals with respect to their morphology, physiology and behaviour (phenotypic variation), (2) different traits confer different rates of survival and reproduction (differential fitness) and (3) traits can be passed from generation to generation (heritability of fitness).^[8] Thus, in successive generations members of a population are more likely to be replaced by the progenies of parents with favourable characteristics that have enabled them to survive and reproduce in their respective environments. In the early 20th century, other competing ideas of evolution such as mutationism and orthogenesis were refuted as the modern synthesis reconciled Darwinian evolution with classical genetics, which established adaptive evolution as being caused by natural selection acting on Mendelian genetic variation.^[9]	نظریه علمی فرگشت باگزینش طبیعی، توسط چارلز [رابرت] داروین [Charles Darwin] و الفرد راسل والاس [Alfred Russel Wallace]، مستقل از یک دیگر، در میانه قرن ۱۹ مطرح شد و با جزئیات در کتاب داروین <i>درباره پیدایش گونه‌ها</i> ^[۷] بیان شد. فرگشت باگزینش طبیعی، با مشاهده آنکه تعداد نتاجی که به دنیا می‌آیند بیشتر از آن است که همگی بتوانند زنده بمانند، به نمایش درآمد. در ادامه، سه دانسته [fact] قابل مشاهده در باره ارگانیسم‌های زنده وجود دارد: (۱) صفات افراد مختلف، اعم از صفات شکلی، فیزیولوژی و رفتاری گوناگونی نشان می‌دهند (پراکندگی فنوتیپی)، (۲) صفات مختلف، باعث ایجاد گوناگونی در میزان ماندگاری [survival] و میزان باروری [reproduction] می‌شوند (برازش [fitness] تفریقی)، و (۳) صفات می‌توانند از نسلی به نسلی دیگر منتقل شوند (توارث‌برازش) ^[۸]. بنابراین، در طی نسل‌های متوالی، نتاج [progeny, offspring] والدینی که دارای مشخصات مطلوبی بوده‌اند که آن‌ها به ماندگاری و باروری بیشتر در محیط خود قادر کرده باشد، در جمعیت بیشتر خواهند شد. در اوایل قرن ۲۰، ایده‌های دیگری در باره فرگشت مانند جهش‌انگاری و پیشرفت‌انگاری نادرست دانسته شدند و هم‌زمان سنتز مدرن [modern synthesis] به آشتی بین فرگشت داروینی و ژنتیک کلاسیک انجامید که فرگشت سازگاران را، به عنوان معلول گزینش طبیعی در اثر وجود پراکندگی ژنتیکی مندلی، تثبیت کرد ^[۹].
1. Ernst Mayr believes that despite Darwin's frequent usage of “my theory”, the Darwinian evolution has five inter-related theories: (1) Evolution as such; (2) Common descent; (3) origin of variation; (4) gradualness; and (5) natural selection. Further, with a lucid picture, Mayr has shown how Darwin might have possibly arrived at his conclusions (see the picture below). 2. Wiki writers have decided to explain the evolutionary process in 3 steps. It is a sensible and common way, but not the most complete	1. ارنست مایر (Ernst Mayr) معتقد است که علیرغم تکیه کلام داروین، که مرتب می‌گفت «نظریه من»، نظریه فرگشت داروینی از پنج نظریه مختلف ولی مرتبط با هم تشکیل شده است: (۱) وجود فرگشت؛ (۲) فرگشت از نیای مشترک؛ (۳) منشا پراکندگی؛ (۴) تدریجی بودن؛ و (۵) گزینش طبیعی. علاوه بر این، مایر با یک تصویر گویا، روند فرگشت را، آنطوریکه داروین احتمالاً می‌فهمیده، نشان داده است (نگاه کنید به شکل زیر).

way.

3. Competing theories to the Darwinian evolution theory are not restricted to the two mentioned by Wiki writers. The most important of them are probably Kimura's "Neutral Mutation Theory", and Eldredge & Gould's "Punctuated Equilibrium". In my opinion, Kimura's theory is, more or less, useful for explanation of variation at the DNA level. It basically claims that the Darwinian theory of evolution is concerned with the phenotypic level, while at the molecular level genetic drift and neutral mutations are more important. In my opinion, the theory of Punctuated Equilibrium, is more or less wrong, and has some limited explanatory power for fossil records. Gould's insistence (Reference number 168) on the correctness of his theory, in my opinion, is due to his shortage of knowledge in genetics and its relationship with biochemistry.

2. ویکی نویسان تصمیم گرفته اند که روند فرگشت داروینی را در ۳ مرحله توضیح بدهند. انتخاب معقول و متعارفی است، ولی کامل ترین توضیح نیست.
3. نظریه هایی که رقیب نظریه داروین محسوب شوند خیلی بیشتر از این دو نظریه هستند که ویکی نویسان به آنها اشاره کرده اند. مهمترین آنها شاید نظریه جهش های تصادفی (Neutral mutation theory) کیمورا (Kimura) و تغییرات مقطعی (Punctuated equilibrium) الدرج و گولد (Eldredge & Gould) می باشند. به نظر من، تئوری کیمورا، کم و بیش برای توضیح پراکندگی های در سطح DNA کاربرد دارد و در اساس می گوید کاربرد نظریه فرگشت داروینی و گزینش طبیعی بیشتر در سطح فنوتیپی است و در سطح مولکولی، رانش ژنتیکی و جهش های خنثی مهم تر هستند. به نظر من نظریه تغییرات مقطعی کمک و بیش نادرست است و کاربرد محدودی در توضیح شواهد فسیلی دارد. اصرار گولد (ماخذ شماره ۱۶۸) در درست بودن نظریه اش در سطح فنوتیپی، به نظر من، ناشی از کمبود اطلاعات او در زمینه ژنتیک و ارتباط ژنتیک با بیوشیمی است.



The detailed explanation of this picture and my reasons for changing Mayr's "text boxes" to "black boxes" is beyond the scope of this commentary. [I have no idea if reproducing a modified version of Mayr's picture is lawful or not!]

شرح مبسوط این تصویر و دلیل اینکه چرا «چهارخانه» های مایر را به «جعبه سیاه» تبدیل کرده ام در اینجا نمی گنجد.

All life on Earth shares a last universal common ancestor (LUCA)[10][11][12] that lived approximately 3.5 billion years ago.[13] The fossil record includes a progression from early biogenic graphite,[14] to microbialmat fossils,[15][16][17]

تمام حیات روی زمین دارای یک آخرین جد مشترک جهانی (LUCA) هستند [۱۰][۱۱][۱۲] که قریب ۳,۵ تا ۳,۸ میلیارد سال پیش زندگی می کرده است [۱۳]. باقیمانده های فسیلی شامل یک توالی پیش رونده از رسوبات زیست اندوخت (biogenic) [۱۴] تا فسیل فرش های میکروبی

to fossilised multicellular organisms. Existing patterns of biodiversity have been shaped by repeated formations of new species (speciation), changes within species (anagenesis) and loss of species (extinction) throughout the evolutionary history of life on Earth.[18] Morphological and biochemical traits are more similar among species that share a more recent common ancestor, and can be used to reconstruct phylogenetic trees.[19][20]	(microbial mat) [۱۵][۱۶][۱۷]، تا ارگانیزم‌های چندسلولی فسیل شده می‌باشد. الگوهای موجود پراکنش زیستی [biodiversity] محصول به وجود آمدن مکرر گونه‌های جدید (گونه‌زایی = speciation)، تغییرات درون گونه‌ای (گونه‌گردیسی = anagenesis) و از بین رفتن گونه‌ها (گونه‌مرگی = extinction) در طول تاریخ فرگشتی حیات در زمین است [۱۸]. صفات شکلی و بیوشیمیایی در گونه‌هایی که جد مشترک موخری دارند، شباهت بیشتری دارند، و می‌توان از آن‌ها برای بازتولید شجره تبارشناسانه [phylogenetic] استفاده کرد [۱۹][۲۰].
1. The choice of a point in time to call “start of life” is not easy. Because, we don’t know how long after the formation of the first biomolecules the first cellular structures appeared. Further, because of the erosions of the Earth’s layers, many of the old evidence has disappeared. In any case, 3.5 to 3.8 billion years should be considered as a minimum.	1. انتخاب نقطه‌ای در زمان که آن را آغاز حیات بنامیم، کار ساده‌ای نیست. زیرا مشخص نیست که چه مدت بعد از پیدایش اولین مولکول‌های حیاتی، اولین موجوداتی که ساختار سلولی دارند، به وجود آمده‌اند. همچنین به علت تغییرات لایه‌های مختلف سطح زمین، بسیاری شواهد قدیمی از بین رفته‌اند. به‌رجهت ۳٫۵ تا ۳٫۸ میلیارد سال را باید حداقل به حساب آورد.
<u>Evolutionary biologists</u> have continued to study various aspects of evolution by forming and testing <u>hypotheses</u> as well as constructing theories based on <u>evidence</u> from the field or laboratory and on data generated by the methods of <u>mathematical and theoretical biology</u>. Their discoveries have influenced not just the development of <u>biology</u> but numerous other scientific and industrial fields, including <u>agriculture</u>, <u>medicine</u> and <u>computer science</u>. [21]	زیست‌شناسان فرگشتی به مطالعه جنبه‌های گوناگون فرگشت به وسیله ساخت و آزمون فرضیه‌های مختلف و همچنین ساختن نظریه‌هایی بر پایه <u>شواهد</u> از طبیعت یا آزمایشگاه و داده‌های بدست آمده از روش‌های ریاضی و نظریه‌های زیست‌شناسانه، ادامه می‌دهند. کشفیات آن‌ها نه تنها بر توسعه زیست‌شناسی، بلکه بر زمینه‌های دیگر علمی و صنعتی، مانند <u>کشاورزی</u>، <u>یزشکی</u> و <u>علوم کامپیوتری</u>، اثر گذاشته است [۲۱].
Contents History of evolutionary thought Classical times Medieval Pre-Darwinian Darwinian revolution Pangenesis and heredity The 'modern synthesis' Further syntheses	فهرست تاریخ افکار فرگشتی دوران کلاسیک قرون وسطی پیش-داروینی انقلاب داروینی 'سنتز مدرن' سنتزهای دیگر وراثت

Heredity

Sources of variation

Mutation

Sex and recombination

Gene flow

Mechanisms

Natural selection

Genetic hitchhiking

Sexual selection

Genetic drift

Gene flow

Mutation bias

Outcomes

Adaptation

Coevolution

Cooperation

Speciation

Extinction

Evolutionary history of life

Origin of life

Common descent

Evolution of life

Applications

Social and cultural responses

See also

References

Bibliography

منابع پراکندگی

جهش

جنسیت و نوترکیبی

جریان ژنی

مکانیسم‌ها

گزینش طبیعی

مفت‌سواری ژنتیکی

گزینش جنسی

رانش ژنتیکی

جریان ژنی

پیامدها

سازگاری

هم‌فرگشتی

همکاری

گونه‌زایی

گونه‌مرگی

تاریخ فرگشتی حیات

پیدایش حیات

نیای مشترک

فرگشت حیات

کاربردها

پاسخ‌های اجتماعی و فرهنگی

همچنین نگاه کنید به

ماخذ (منابع)

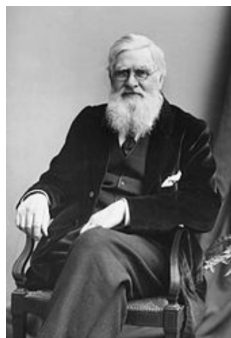
فهرست کتاب

Further reading Introductory reading Advanced reading External links General information Experiments Online lectures	مطالعه بیشتر مطالعه ابتدایی مطالعه پیشرفته لینک‌های بیرونی اطلاعات عمومی آزمایشات درس / سخنرانی مجازی
History of evolutionary thought	تاریخ افکار فرگشتی
Classical times	دوران کلاسیک
The proposal that one type of organism could descend from another type goes back to some of the first pre-Socratic Greek philosophers, such as Anaximander and Empedocles.[23] Such proposals survived into Roman times. The poet and philosopher Lucretius followed Empedocles in his masterwork <i>De rerum natura</i> (<i>On the Nature of Things</i>).[24][25]	پیشنهاد اینکه یک نوع از ارگانیسم بتواند از نوع دیگری تبار پیدا کند به فیلسوفان پیش-سقراطی یونان، مثل <u>اناکسیمندر</u> [Anaximander] و <u>امپدوکلس</u> [Empedocles] ب رمی گردد [۲۳]. اینجور پیشنهادها به زمان رومیان نیز رسید. <u>لوکرتیوس</u> [Lucretius]، شاعر و فیلسوف، نظرات امپدوکلس را در کتاب خود <u>درباره طبیعت چیزها</u> (<i>De rerum natura</i>) دنبال کرد [۲۴][۲۵].
	

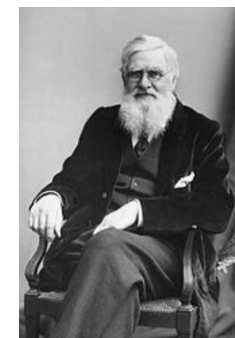
Lucretius	لوکرتیوس
Medieval	قرون وسطی
In contrast to these <u>materialistic</u> views, <u>Aristotelianism</u> considered all natural things as <u>actualisations</u> of fixed natural possibilities, known as <u>forms</u>. [26][27] This was part of a medieval <u>teleological</u> understanding of <u>nature</u> in which all things have an intended role to play in a <u>divine cosmic</u> order. Variations of this idea became the standard understanding of the <u>Middle Ages</u> and were integrated into <u>Christian</u> learning, but Aristotle did not demand that real types of organisms always correspond one-for-one with exact metaphysical forms and specifically gave examples of how new types of living things could come to be. [28]	در مقابل این نقطه نظرهای ماده‌گرایانه، مکتب ارسطو تمام چیزهای طبیعی را به جلوه درآمدن ممکن‌های ثابت طبیعی (fixed natural possibilities)، یا «شکل = form» در نظر می‌گرفت [۲۶][۲۷]. این برداشت بخشی از فهم غایت‌گرایانه قرون وسطی بود که در آن هر چیزی نقشی غایی را در یک نظم کیهانی الهی بازی می‌کرد. این ایده با تغییراتی به فهم استاندارد قرون وسطی تبدیل شد و به صورت جزئی از آموزش‌های مسیحی درآمد. اما ارسطو، اجباری در اینکه انواع واقعی موجودات همیشه رابط تک-به-تک با شکل‌های ماورا طبیعی داشته باشند، نمی‌دید و بطور خاص، مثال‌هایی از چگونگی به وجود آمدن موجودات زنده عرضه کرده بود [۲۸].
1. "Type" is also a philosophical concept and should be used with some care. 2. If I were in the place of Wiki writers, I would have not explained the useless theories of Aristotle. Instead, I would have explained the main difference between Darwin and his predecessors (and even many of his contemporaries). The most important philosophical rival of Darwin is the Platonic Essentialism. Even today, many of the misconception about the theory of evolution is rooted in Essentialism. Darwin's theory is, in fact, the death of Essentialism. The thing that all Essentialist, from Plato to today, called "Essence" and considered to be "immutable", Darwin considered to be "changeable".	1. لغت «نوع» ترجمه لغت «type» است. 2. من اگر بودم، به جای شرح نظریه‌های بی‌فایده فیلسوفانی مثل ارسطو، به تفاوت اصلی نظریه داروین با پیشینیانش (و حتی بسیاری از هم‌دوران‌های او) می‌پرداختم. بزرگترین رقیب فلسفی داروین ذات‌گرایی (= essentialism) افلاطونی است. امروز هم، بسیاری از سوءتفاهم‌ها از فرگشت به همین ذات‌گرایی بر می‌گردد. نظریه داروین در حقیقت مرگ ذات‌گرایی است. آنچه را که همه ذات‌گرایان، از افلاطون تا امروز، ذات (= essence) خوانده‌اند و غیرقابل تغییر (= Imutable) میدانسته‌اند، از نظر داروین تغییرپذیر است.
Pre-Darwinian	پیش‌داروینی

In the 17th century, the new method of modern science rejected the Aristotelian approach. It sought explanations of natural phenomena in terms of physical laws that were the same for all visible things and that did not require the existence of any fixed natural categories or divine cosmic order. However, this new approach was slow to take root in the biological sciences, the last bastion of the concept of fixed natural types. John Ray applied one of the previously more general terms for fixed natural types, "species", to plant and animal types, but he strictly identified each type of living thing as a species and proposed that each species could be defined by the features that perpetuated themselves generation after generation.[29] The biological classification introduced by Carl Linnaeus in 1735 explicitly recognised the hierarchical nature of species relationships, but still viewed species as fixed according to a divine plan.[30]

در قرن ۱۷، روش جدید علم مدرن رویکردهای ارسطویی را مردود شمرد. علم مدرن در پی توضیح پدیده‌های طبیعی در قالب قوانین فیزیکی بود که در مورد همه چیزهای قابل دیدن مصداق داشت و احتیاجی به وجود دسته‌بندی‌های ثابت طبیعی یا نظم کیهانی الهی نداشت. اما این رویکرد جدید به کندی در علوم زیستی، که آخرین قلعه مفهوم انواع ثابت طبیعی بود، ریشه دوانید. جان ری [John Ray] یکی از اصطلاح‌های عمومی گذشته برای انواع ثابت طبیعی، «گونه = species»، را برای انواع گیاهان و حیوانات، به کار برد. اما او با دقت، هر نوع از موجودات زنده را به عنوان گونه شناسایی کرد و پیشنهاد داد که هر گونه می‌تواند، با ویژگی‌هایی که خود را از نسلی به نسلی دیگر تفسری می‌دهند، تعریف شود [۲۹]. طبقه‌بندی زیستی پیشنهادی کارل لینهوس [Carl Linnaeus] در سال ۱۷۳۵ به طور خاص سلسله مراتب طبیعی ارتباط گونه‌ها را به رسمیت شناخت، اما گونه را مطابق یک طرح الهی، ثابت می‌دید [۳۰].



Alfred Russel Wallace



افرد راسل والاس

Other naturalists of this time speculated on the evolutionary change of species over time according to natural laws. In 1751, Pierre Louis Maupertuis wrote of natural modifications occurring during reproduction and accumulating over many generations to produce new species.[31] Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon suggested that species could degenerate into different organisms, and Erasmus Darwin proposed that all warm-blooded animals could have descended from a single microorganism (or "filament").[32] The first full-fledged evolutionary scheme was Jean-Baptiste Lamarck's "transmutation" theory of 1809,[33] which envisaged spontaneous generation continually producing

طبیعت‌شناسان دیگر این دوره، حدس‌هایی را در باره تغییرات فرگشتی گونه‌ها در طول زمان بر اساس قوانین طبیعی، ارائه کردند. در سال ۱۷۵۱، پیر لویی ماورپرتیوس [Pierre Louis Maupertuis] در مورد پیرایش طبیعی در طول تولیدمثل و تجمع این پیرایش‌ها در طی نسل‌های فراوان برای تولید گونه‌های جدید، مطالبی نوشت [۳۱]. نظر ژرژ-لویی لک‌رک، کنت بوفون [Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon]، این بود که گونه‌ها می‌توانند به ارگانیسم‌های متفاوتی تقلیل یابند، و ارسموس داروین [Erasmus Darwin] پیشنهاد داد که تمام جانوران خون‌گرم می‌توانند از یک میکروارگانیسم (یا «رشته»ی) واحد تبار یافته باشند [۳۲]. اولین طرح تمام عیار فرگشتی، تئوری «تراجشی = transmutation» ژان-بابتیست

لامارک [Jean-Baptiste Lamarck] در سال ۱۸۰۹^[۳۳] بود که تصور می‌کرد تولید خودجوش دامن شکل‌های ساده حیات را به وجود می‌آورد. به نظر او شکل‌های ساده در دودمان [lineages] های موازی، با تمایل ذاتی فزاینده‌ای، به پیچیدگی بیشتر می‌انجامند. او همچنین فرض کرد که، در سطحی محدود، این دودمان‌ها به وسیله به ارث بردن تغییرات ناشی از استفاده یا عدم استفاده اعضا در والدین^[۳۴]، با محیط خود سازگاری پیدا می‌کنند (چیزی که بعدها لامارکیسم خوانده شد^[۳۴]^[۳۵]^[۳۶]). نظرات لامارک توسط طبیعت‌شناسان جاافتاده، به دلیل نداشتن پشتوانه تجربی، خیال‌بافی قلمداد شدند. بطور مشخص ژرژ کوویه [Georges Cuvier] اصرار داشت که گونه‌ها ثابت دارند، با هم خویشاوندی ندارند و شباهت‌های آن‌ها ناشی از طرح الهی برای نیازهای کاربردی است. همزمان نظرات جان ری در مورد طراحی خیراندیش توسط ویلیام پیللی [William Paley] به الاهیات طبیعی، یا شواهد وجود و صفات ربوبی (۱۸۰۲) گسترش داده شد، که سازگاری پیچیده را، که داروین هم تحسین می‌کرد، به عنوان شاهد طراحی الهی ارائه نمود^[۳۷]^[۳۸].

1. به نظر من استفاده از لغت «قانون = law»، مخصوص در بیولوژی، مناسب نیست. این لغت تصویری دترمینیستی را به ذهن می‌آورد که در قرون ۱۵ تا ۱۹ رواج داشت. امروزه روز، بهتر است لغت قانون را فقط در زمینه «حقوق» به کار برد.
2. به نظر می‌رسد که ویکی‌نویسان در بکار بردن کلماتی که ممکن است در فلسفه و مخصوصا فلسفه علم معنی خاصی داشته باشد، دقیق نیستند و آن‌ها را با کلمات معمولی مخلوط می‌کنند. استفاده از کلمه «scheme» که من به «طرح» ترجمه کردم، فقط یکی از بی‌دقتی‌هاست.
3. من اساساً نمی‌فهمم چرا یک نظریه (لامارکیسم) که با شواهد مختلف ابطال شده، باید در متن ویکی‌پدیا بیاید. توضیح نظریه‌های ابطال شده برای غیر متخصصین به سرگیجی می‌انجامد. از آن بدتر، شرح دلایل غلط (مثل آنچه از کوویه نقل می‌شود) برای رد نظریه‌های غلط است. توضیح اینکه چرا لامارک اشتباه می‌کرده احتیاج به فهم آزمایشات وایزمن در دهه ۱۸۸۰ و وادینگتون در دهه ۱۹۵۰ و ژنتیک مدرن دارد.
4. از لحاظ «زمان‌بندی» درست نیست که عکس پیری والاس را قبل از عکس جوانی داروین قرار داد. والاس ۱۴ سال بعد از داروین به دنیا آمده بود.
5. البته «گیرم پدر تو بود فاضل...»، اما ارساموس داروین پدر بزرگ چارلز داروین بود.
6. نظریه «تولید خودجوش = spontaneous generation»، تولید هر گونه موجود زنده از مواد غیرزنده را در بر می‌گرفت. لوئی پاستور [Louis Pasteur] از یک آزمایش معروف یک نتیجه درست و یک نتیجه غلط گرفت. آزمایش او از این قرار بود. پاستور در سال ۱۸۵۹ نشان داد که اگر «آب گوشت = broth» را بجوشانند

simple forms of life that developed greater complexity in parallel lineages with an inherent progressive tendency, and postulated that on a local level, these lineages adapted to the environment by inheriting changes caused by their use or disuse in parents.[34] (The latter process was later called Lamarckism.)[34][35][36] These ideas were condemned by established naturalists as speculation lacking empirical support. In particular, Georges Cuvier insisted that species were unrelated and fixed, their similarities reflecting divine design for functional needs. In the meantime, Ray's ideas of benevolent design had been developed by William Paley into the *Natural Theology or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity* (1802), which proposed complex adaptations as evidence of divine design and which was admired by Charles Darwin.[37][38]

1. I don't think the word "law" should be used in science, and especially not in biology. This word gives a deterministic world view which was common in 15th to 19th centuries. Nowadays, it is better to limit the use "law" to matters of legislation.
2. It seems that the Wiki writers are not careful in using the words that might have specific philosophical, and especially biological philosophy, and mix them with colloquial words. The use of the word "scheme" is just one example.
3. I don't understand why a theory (e.g. Lamarckism), that has been proven wrong by so much evidence, should be mentioned in here. Explanation of refuted theories created confusion in non-experts. Worse than that is explaining the wrong reasons (such as is mentioned of Cuvier's views) that had been offered against the wrong theories. To understand why Lamarck was wrong needs the understanding of the experiments performed by Weismann in 1880's and Waddington in 1950's.
4. Chronologically it is not correct to put the picture of an old Wallace before the picture of a young Darwin. Wallace was born 14 years after Darwin.
5. Of course, "Deeds of fathers is no service of the sons!", but Erasmus Darwin was Charles Darwin's grandfather.
6. The theory of Spontaneous Generation encompassed production of any animate substance from inanimate material. Louis Pasteur

had a famous experiment from which he drew a correct and a wrongful conclusion. In his experiment from 1859, he boiled broth for some minutes, and then limited the access of air to the broth after the boiling. The result was that the broth as not spoiled as fast as it usually does. However, exposing the broth to air caused the broth to spoil. The correct conclusion was that the bacteria and other contaminants present in air are responsible for food spoilage. The wrong conclusion was that Spontaneous Generation could have not been responsible for the start of life on Earth. Therefore, with this wrongful conclusion he joined Darwin's and evolution's opponents. For me, this experiment has many lessons, the most important of which is that each experiment has an aim and a scope. Extending the results to other domains that the experiment was not designed to answer, is erroneous. In my opinion, Pasteur with this wrongful conclusion caused a delay in understanding of origin of life on Earth. Humanity had to wait for 93 years, until Miller-Urey experiment could show that start of life on Earth from inanimate material was very plausible.

و دسترسی هوا به آب گوشت را محدود کند، باکتری‌ها، در کوتاه مدت نمی‌توانند آب گوشت را فاسد کنند. نتیجه‌گیری درست او آن بود که فساد مواد غذایی محصول رشد باکتریایی است، و باکتری‌ها در اثر حرارت از بین می‌روند. علاوه بر آن، دور نگه داشتن مواد غذایی از جریان هوا، به طولانی‌تر سالم ماندن مواد غذایی کمک می‌کند. نتیجه‌گیری غلط آن بود که پاستور ادعا کرد که «تولید خودجوش» نمی‌توانسته باعث شروع حیات در زمین در طی یک روند طبیعی باشد. بنابراین با این نتیجه‌گیری غلط به صف مخالفان داروین و فرگشت پیوست. برای من، این آزمایش درس‌های زیادی دارد. مهمترین این درس‌ها آن است که هر آزمایشی اهداف، و مهمتر از آن «حوزه = scope» خود را دارد. تسری و تعمیم نتایج یک آزمایش، به حوزه‌هایی که آن آزمایش برای آن‌ها طراحی نشده، کار اشتباهی است. در چشم من، پاستور با این نتیجه‌گیری غلط، فهم پیدایش حیات روی زمین را به تاخیر انداخت. برای اینکه معلوم شود که نتیجه‌گیری پاستور در مورد شروع حیات در زمین غلط بوده، بشر باید ۹۳ سال صبر می‌کرد تا آزمایش «میلر-یوری = Miller-Urey» نشان بدهد که شروع حیات در زمین، و از مواد بی‌جان، در شرایط اولیه زمین بسیار هم واقع‌گرایانه بوده است.



In 1842, Charles Darwin penned his first sketch of *On the Origin of Species*. [22]



در سال ۱۸۴۲ چارلز داروین اولین پیش‌نویس کتاب *در باره پیدایش گونه‌ها* تهیه کرد [۲۲].

Darwinian revolution

انقلاب داروینی

The crucial break from the concept of constant typological classes or types in biology came with the theory of evolution through natural selection, which was formulated by Charles Darwin in terms of variable populations. Darwin used the expression "descent with modification" rather than "evolution".[39] Partly influenced by <i>An Essay on the Principle of Population</i> (1798) by Thomas Robert Malthus, Darwin noted that population growth would lead to a "struggle for existence" in which favourable variations prevailed as others perished. In each generation, many offspring fail to survive to an age of reproduction because of limited resources. This could explain the diversity of plants and animals from a common ancestry through the working of natural laws in the same way for all types of organism.[40][41][42][43] Darwin developed his theory of "natural selection" from 1838 onwards and was writing up his "big book" on the subject when Alfred Russel Wallace sent him a version of virtually the same theory in 1858. Their separate papers were presented together at an 1858 meeting of the Linnean Society of London.[44] At the end of 1859, Darwin's publication of his "abstract" as <i>On the Origin of Species</i> explained natural selection in detail and in a way that led to an increasingly wide acceptance of Darwin's concepts of evolution at the expense of alternative theories. Thomas Henry Huxley applied Darwin's ideas to humans, using paleontology and comparative anatomy to provide strong evidence that humans and apes shared a common ancestry. Some were disturbed by this since it implied that humans did not have a special place in the universe.[45]	گسست مهم از مفهوم گروه‌های ثابت شکلی یا نوع‌ها در زیست‌شناسی با نظریه فرگشت از طریق گزینش طبیعی شکل گرفت، که چارلز داروین آنرا بر حسب جمعیت‌های متغیر، شکل داده بود. داروین از اصطلاح «تبار با پیرایش» و نه «فرگشت» استفاده کرد [۳۹]. داروین تا حدودی تحت تاثیر کتاب تامس رابرت ملتوس [Thomas Robert Malthus] به نام <i>مقاله‌ای درباره اصل جمعیت</i> (۱۷۹۸) بوده است. داروین به این توجه داشت که رشد جمعیت به «تلاش برای وجود» می‌انجامد که در آن تغییرات مطلوب غالب می‌شوند، در حالیکه دیگر تغییرات از بین می‌روند. در هر نسل، تعداد زیادی از نتاج به علت کمبود منابع قادر به ماندگاری به سن تولیدمثل نیستند. این امر می‌تواند در اثر قانون‌های طبیعی که اثر مشابهی بر همه انواع ارگانیسم‌ها دارد، به «پراکنش = diversity» گیاهان و جانوران از جد مشترک بیانجامد [۴۰][۴۱][۴۲][۴۳]. داروین از سال ۱۸۳۸ نظریه خود «گزینش طبیعی» را برای نوشتن «کتاب بزرگ» خود توسعه داد. در سال ۱۸۵۸ <i>الفرد راسل والاس</i> نظریه خود را که تقریباً همسان نظریه داروین بود برای او فرستاد. مقالات این دو در یکی از جلسه‌های انجمن لیننه لندن ارائه شد. در پایان ۱۸۵۹ داروین «خلاصه» کتاب خود را به نام <i>درباره پیدایش گونه‌ها</i> گزینش طبیعی را با جزئیات توضیح داد که به نوعی به قبول گسترده مفهوم داروینی فرگشت در مقابل نظریه‌های دیگر گردید. تامس هنری هاکسلی [Thomas Henry Huxley] نظرات داروین را در مورد انسان به کار برد و با استفاده از <i>دیرینه‌شناسی</i> و <i>آناتومی تطبیقی</i> شواهدی فراهم کرد که نشان از نیای مشترک بین انسان‌ها و میمون‌ها داشت. عده‌ای از این امر آزرده شدند زیرا این شواهد حکایت از این داشت که انسان جایگاه ویژه‌ای در جهان ندارد [۴۵].
1. "Descent with modification" is still one of the shortest and best definitions. 2. The word "Evolution" is not free from problems. It contains some of the misconceptions that towards end of 19th and beginning of 20th centuries were common. 3. According Darwin's notes, he started to read Malthus' book on September 28, 1838 and finished it seven days later on October 4th 1838. Sometime during these seven days he conceived the idea of "descent with modification". 4. Those editions of Malthus's book that I have seen, depending of	1. «تبار با پیرایش = descent with modification» امروز هم یکی از کوتاه‌ترین و بهترین تعریف‌ها است. 2. همانطوری که در ایران به اصطلاح «تکامل» ایراداتی وارد شده است، در انگلیسی هم لغت «evolution» خالی از اشکال نیست. البته لغت «تکامل» اشکالات بیشتری نسبت به «evolution» دارد. لغت جدید «فرگشت» به نظر بهتری آید، هر چند که تناسب زیادی با زبان روزمره ندارد (و همین شاید نکته مثبتی برای «فرگشت» باشد). 3. مطابق یادداشت‌های باقیمانده از داروین او در روز ۲۸ سپتامبر ۱۸۳۸ شروع به خواندن کتاب کوتاه ملتوس کرد و ۷ روز بعد در ۴ اکتبر خواندن آن را به پایان رساند. داروین در نقطه‌ای در طول این ۷ روز به طرح کلی «تبار با تغییر» رسید.

the size of the font and the paper, are between 80 and 130 pages. The fact that Darwin has taken seven days to read it, means he has spent some time to elaborate on the content, and let the ideas sink in him. 5. Using the word “favourable” alone in this paragraph is inappropriate for two reasons. First, there is a kind of “value judgements” in this word, as if there is an external being that judges what is “favourable” and what is “unfavorable”. Second, every word that is used in this context should be considered as temporary and transitional. A trait that leads to a higher frequency in this environment and in this generation, may lead to lower frequency in a different environment and a different generation. 6. The word “prevailed” means that its frequency was described (avoid value judgments!) 7. The term “struggle for existence” may be interpreted as “being forced to fight or make war”! However, we now know that the largest bulk of single individuals “disappear” not because of fights, but because of scarcity of resources. 8. Huxley (who “incidentally” was the grandfather of Julian and Aldus Huxley) was later called Darwin’s bulldog, because of his heated and sometimes furious defence of Darwin. 9. The statement that “humans did not have a special place in the universe” was not something that Darwin would have said with clarity. However, all who could see Darwin’s “mechanistic and dynamic” explanation, would have reached this conclusion by themselves. There was another conclusion that everyone could draw: In Darwin’s world everything was in a state of being random, and there was no “divine order” anywhere.	4. آن نسخه‌هایی از کتاب ملتوس که من دیده‌ام، بسته به اندازه کاغذ و حروف بکار رفته، حدوداً بین ۸۰ تا ۱۳۰ صفحه است. اینکه داروین خواندن کتاب را ۷ روز طول داده، شاید نشانه این باشد که در حین خواندن، مقدار زیادی وقت برای جانداختن مطالب گذاشته باشد. 5. به کار بردن لغت «مطلوب» به تنهایی در اینجا به دو دلیل نامناسب است. اول آنکه نوعی از قضاوت ارزشی در لغت «مطلوب» نهفته است. توگویی کسی از بیرون تعیین می‌کند که چه چیزی «مطلوب» و چه چیزی «نامطلوب» است. دوم آنکه هر لغتی در اینجا بکار رود، باید مشخص شود که بحث راجع به یک امر موضعی و موقتی است. آن صفتی که در این محل و این نسل در تواتر بالاتری پیدا می‌کند، در محل و نسلی دیگر ممکن است به تواتر پایین‌تر بیانجامد. 6. منظور از غالب شدن، بالا رفتن تواتر است. 7. اصطلاح «تلاش برای وجود = struggle for existence» را در ایران / فارسی «تناز بقا» ترجمه کرده‌اند. در لغتنامه‌ها لغت «struggle» را بیشتر، مبارزه و تقلا و تلاش معنی کرده‌اند. لغت «تناز» به معنی جنگ هم استفاده شده است. اما ترکیب «struggle for existence» بدون استثنا «تناز بقا» ترجمه شده. این معنی، اگرچه از میانه قرن ۱۹ تا میانه قرن بیستم رایج بوده، از فهم داروین و از برداشت امروزی از فرگشت دور است. از آنجاییکه بیشترین مقدار «از بین رفتن‌ها» درون گروهی و درون گونه‌ای و بدون خونریزی است، فکرمی‌کنم «تلاش برای وجود» بهتر از «تناز بقا» است. 8. هاکسلی بعد از مدتی به خاطر دفاع جانانه و تهاجمی از نظریه‌های داروین به «بولداگ داروین = Darwin’s bulldog» معروف شد. 9. اینکه «انسان جایگاه ویژه‌ای در جهان ندارد»، مطلبی نبود که داروین در مورد آن با صراحت سخن گفته باشد. ولی هر کس توضیحات «مکانیکی و دینامیکی» داروین را می‌شنید، خود به خود، همین نتیجه را می‌گرفت. یک نتیجه دیگر که دیگران می‌گرفتند این بود که در دنیای داروینی همه چیز بهم‌ریخته و تصادفی بود و در آن از «نظم الهی» خبری نبود.
Pangenesis and heredity	پنژنسیس و توارث

مکانیسم‌های توارث تولیدمثلی و پیدایش صفات جدید به صورت معما باقی ماند. داروین برای حل این مشکل نظریه موقت پنژسیس [pangenes] را ارائه داد [۴۶]. در سال ۱۸۶۵ گرگور مندل [Gregor Mendel] گزارش کرد که صفات به صورتی قابل پیش‌بینی از طریق تفکیک مستقل [independent assortment] و تفریق [segregation] عناصری صورت می‌گیرد (که بعدها ژن نامیده شدند) [۴۷]. آوگوست وایزمن بین سلول‌های جنسی که به تولید گامت‌ها (مانند اسپرم و تخمک) می‌انجامند و سلول‌های جسمی بدن تفکیک قائل شد، و نشان داد که وراثت فقط از طریق سلول‌های جنسی صورت می‌گیرد. هوگو دوریس [Hugo de Vries] نظریه پنژسیس داروین را با تفکیک وایزمن بین سلول‌های جنسی و جسمی را به هم ارتباط داد و پیشنهادی مبنی بر تجمع پنژن‌های داروینی در هسته سلول را مطرح کرد. به پیشنهاد او وقتی پنژن‌ها بروز می‌کردند از هسته سلول به سیتوپلاسم حرکت می‌کردند تا ساختار سلول را تغییر دهند. دوریس همچنین یکی از محققانی بود که نتایج مندل را معرفی کرد، و معتقد بود که صفات مندلی با انتقال تغییرات ارثی به وسیله سلول‌های جنسی مطابقت دارد [۴۸]. دوریس برای تشریح چگونگی پیدایش سویه‌های جدید نظریه جهش [جهش‌گرایانه] را پایه گذاشت، که باعث شکافی موقتی بین کسانی شد که فرگشت داروینی را پذیرفته بودند و متخصصین بیومتری که با دوریس متحد شده بودند [۴۹] [۵۰]. در سال‌های ۱۹۳۰ پیشگامان رشته ژنتیک جمعیت مانند رونالد [ایلمر] فیشر [Ronald [Aylmer] Fisher]، سیوال رایت [Sewall Wright] و ج. ب. س. هلدین [J. B. S. Haldane] فرگشت بر مبنای فلسفه قدرتمند آمار را پایه‌ریزی کردند و تناقض ظاهری نظریه داروین، جهش ژنتیک و توارث مندلی با دستاوردهای خود حل کردند [۵۱].

1. به کار بردن کلمه «heritability» در اینجا نشان می‌دهد که ویکی‌نویسان از بار مفهومی این لغت در ژنتیک کتی اطلاعی ندارند. این کلمه را در مفهوم عمومی به «توارث» و در مفهوم خاص ژنتیک کتی به «وراثت‌پذیری» ترجمه خواهم کرد. «وراثت‌پذیری» یک مفهوم پیچیده است که یک تعریف «مفهومی=conceptual» و حداقل ۴ تعریف «اجرایی=operational» دارد. تعریف مفهومی وراثت‌پذیری عبارت است از «رگرسیون ارزش اثرافزایشی ژنی بر ارزش فنوتیپی (در یک جمعیت)». فعلاً از ارائه تعریف‌های اجرایی خودداری می‌کنم تا درازگویی نشود.
2. هوگو دوریس، که خود را بسیار پیرو داروین می‌دانست، برای احترام به داروین لغت داروین-ساخته پنژسیس را اول به پنژن [pangene] و بعد ژن [gene] خلاصه کرد.
3. از دید من، مقاله‌ای ویکی‌پدیایی درباره فرگشت، لازم نیست به شرح تاریخ نظریه‌های از اعتبار افتاده ژنتیکی بپردازد.

The mechanisms of reproductive heritability and the origin of new traits remained a mystery. Towards this end, Darwin developed his provisional theory of pangenes.[46] In 1865, Gregor Mendel reported that traits were inherited in a predictable manner through the independent assortment and segregation of elements (later known as genes). Mendel's laws of inheritance eventually supplanted most of Darwin's pangenes theory.[47] August Weismann made the important distinction between germ cells that give rise to gametes (such as sperm and eggcells) and the somatic cells of the body, demonstrating that heredity passes through the germ line only. Hugo de Vries connected Darwin's pangenes theory to Weismann's germ/soma cell distinction and proposed that Darwin's pangenes were concentrated in the cell nucleus and when expressed they could move into the cytoplasm to change the cell's structure. De Vries was also one of the researchers who made Mendel's work well known, believing that Mendelian traits corresponded to the transfer of heritable variations along the germline.[48] To explain how new variants originate, de Vries developed a mutation theory that led to a temporary rift between those who accepted Darwinian evolution and biometricians who allied with de Vries.[49][50] In the 1930s, pioneers in the field of population genetics, such as Ronald Fisher, Sewall Wright and J. B. S. Haldane set the foundations of evolution onto a robust statistical philosophy. The false contradiction between Darwin's theory, genetic mutations, and Mendelian inheritance was thus reconciled.[51]

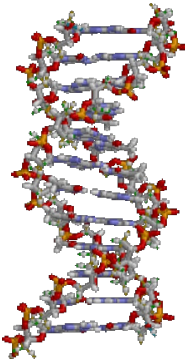
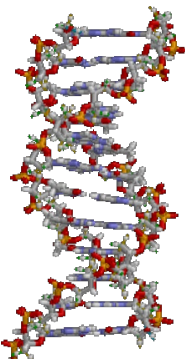
1. Using the word "heritability" in this paragraph shows that Wiki writers do not know that this word has a profound meaning in quantitative genetics, and have used it in a colloquial manner. Quantitative genetics term "heritability" is a complex concept with one conceptual definitions, and at least 4 operational definition. Its conceptual definition is "the regression of additive genetic value on the phenotypic value (in a population)". For the moment, for the sake of brevity, I refrain from presenting any operational definition.
2. Hugo de Vries who claimed to be an ardent Darwinian honored Darwin by abbreviating Darwin's pangenes to pangene and later to gene.
3. In my opinion a Wikipedia article about evolution does not need to describe obsolete genetic theories.

4. Indicating that Biometricians have been supporting views of De Vries is a misunderstanding, and Wiki writers' misunderstanding. Additionally, reference number 50 has nothing about this subject. However, reference number 49 (chapters 2 and 3) clearly states that the two sides of the evolutionary conflict between 1900 and 1918 were Mendelians and Biometricians, and de Vries was certainly one of the Mendelians. 5. The first publications of these three mental giants in this field were Fisher in 1918, Wright in 1921, and in Haldane 1924. Therefore, it is better to say in "1920s" (and not 1930s). But it is possible that the Wiki writers are not aware of these papers ☹.	4. اشاره به حمایت متخصصین بیومتریکی از دوریس بطور واضحی یک سوء تفاهم است و ویکی نویسان دچار بدفهمی شده اند. به علاوه، منبع شماره ۵۰ چیزی در این مورد ندارد. ماخذ شماره ۴۹ (فصل ۲ و ۳) به وضوح شرح میدهد که دو طرف دعوای فرگشتی که بین سالهای ۱۹۰۰ تا ۱۹۱۸ در جریان بود، «مندلی»ها و «بیومتریست»ها بودند. دوریس محققن یکی از «مندلی»ها بوده است و هیچ بیومتریستی با او همفکری نداشت. 5. در این زمینه اولین کار فیشر در ۱۹۱۸، کار رایت در ۱۹۲۱ و کار هلدین در ۱۹۲۴ منتشر شدند. بنابراین گفتن «سالهای ۱۹۲۰» صحیح تر است.
The 'modern synthesis'	'سنتز مدرن'
In the 1920s and 1930s, the so-called <u>modern synthesis</u> connected natural selection and population genetics, based on Mendelian inheritance, into a unified theory that applied generally to any branch of biology. The modern synthesis explained patterns observed across species in populations, through <u>fossil transitions</u> in palaeontology.[51]	در سالهای ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ <u>سنتز مدرن</u> [modern synthesis] باعث شد تا گزینش طبیعی و ژنتیک جمعیت، بر پایه توارث مندلی، در یک نظریه واحد ترکیب شوند که میتواند در هر زمینه از زیست شناسی به کار رود. سنتز مدرن میتواند الگوهای مشاهده شده در گونه های مختلف را از طریق <u>فسیل های بینایی</u> در دیرینه شناسی توضیح دهد [۵۱].
1. It is funny that Wiki writers have written only these few lines about the "Modern Synthesis". A sign of their ignorance?	1. خیلی خنده دار است که ویکی نویسان برای موضوع مهمی مثل 'سنتز مدرن' فقط ۴ خط نوشته اند.
Further syntheses	سنتزهای دیگر
Since then, the modern synthesis has been further extended in the light of numerous discoveries, to explain biological phenomena across the full and integrative scale of the <u>biological hierarchy</u>, from genes to populations.[52]	از آن موقع [احتمالاً منظور سالهای ۱۹۳۰ به بعد است]. سنتز مدرن در پرتو کشف های فراوان گسترش پیدا کرده، تا تشریح پدیده های زیستی را در همه سطح های <u>سلسله مراتب زیستی</u>، از ژن تا جمعیت، انجام دهد [۵۲].

The publication of the structure of DNA by James Watson and Francis Crick with contribution of Rosalind Franklin in 1953 demonstrated a physical mechanism for inheritance.[53] Molecular biology improved understanding of the relationship between genotype and phenotype. Advances were also made in phylogenetic systematics, mapping the transition of traits into a comparative and testable framework through the publication and use of evolutionary trees.[54] In 1973, evolutionary biologist Theodosius Dobzhansky penned that "nothing in biology makes sense except in the light of evolution," because it has brought to light the relations of what first seemed disjointed facts in natural history into a coherent explanatory body of knowledge that describes and predicts many observable facts about life on this planet.[55]	انتشار ساختار مولکولی DNA توسط جیمز واتسون و فرنسیس کریک با مشارکت روزالیند فرنکلین در سال ۱۹۵۳ مکانیسم توارث را نشان داد [۵۳]. زیست‌شناسی مولکولی درک رابطه بین ژنوتیپ و فنوتیپ را بهبود بخشیده است. همچنین در زمینه طبقه‌بندی تبارشناسانه پیشرفت‌هایی حاصل شد که گذار از مطالعه صفت‌ها به مقایسه تطبیقی را تسهیل کرد و چهارچوبی آزمون‌پذیر را از طریق انتشار و استفاده از شجره‌های فرگشتی [۵۴] میسر ساخت. در سال ۱۹۷۳، زیست‌شناس فرگشتی تئودوسیوس دوبژنسکی [Theodosius Dobzhansky] نوشت که «هیچ چیز در زیست‌شناسی معقول به نظر نمی‌آید مگر در پرتو فرگشت» زیرا فرگشت نوری بر ارتباط بین دانسته‌های تاریخ طبیعی که در ابتدا متفرق به نظر می‌رسیدند انداخته است و آن‌ها را به مجموعه‌ای منسجم از دانش توضیحی ترکیب نموده و بسیاری از دانسته‌های [facts] قابل مشاهده از حیات بر روی زمین را پیش‌بینی می‌کند [۵۵].
1. Quite the contrary! If there has been any "contribution" to someone else's work, it was Watson and Crick who "contributed" to the work of Franklin. First, it were the graduate students who did the work in the laboratory. Second, it was one of Rosalind Franklin's students / assistants who took that famous picture of the DNA molecule. The patriarchal system existed and still exists in science, and many women's achievements have been ignored through years. Rosalind Franklin is just one of them. 2. Discoverers of the DNA structure did not demonstrate "a physical mechanism for inheritance"! This had been known for several decades. They just showed the molecular structure whose chemical properties had been known from before. 3. A simple check of the references shows that Dobzhansky has stated this famous sentence in a biology teachers's journal.	1. برعکس! اگر قرار باشد کسی در کار دیگری «مشارکت» کرده باشد، واتسون و کریک هستند که در کار فرنکلین «مشارکت» کرده‌اند. اول این که، کار اصلی را در آزمایشگاه‌ها، دانشجویان دوره دکترا انجام داده بودند. دوم اینکه یکی از دانشجویان روزالیند فرنکلین اولین فردی بوده که از DNA آن عکس معروف را گرفت. مردسالاری در جامعه علمی هم وجود داشته و دارد و «حق» زنان زیادی در علم پایمال شده است. روزالیند فرنکلین تنها یکی از این زنان است. 2. کاشفین ساختار مولکول DNA «مکانیسم توارث» را نشان ندادند، بلکه فقط ساختار این مولکول را نشان دادند. 3. با یک مراجعه ساده به لیست مآخذهای این مقاله می‌توانید ببینید که دوبژنسکی این جمله معروف خود در مقاله‌ای در مجله آموزگاران زیست‌شناسی آورده است.
One extension, known as evolutionary developmental biology and informally called "evo-devo," emphasizes how changes between generations (evolution) acts on patterns of change within individual organisms (development).[56][57] Since the beginning of the 21st century and in light of discoveries made in recent decades, some biologists have argued for an extended evolutionary synthesis,	یک افزونه به نام زیست‌شناسی فرگشتی رشد که به صورت غیر رسمی «فر-رشد» خوانده می‌شود، بر اینکه تغییرات بین نسل‌ها (فرگشت) چگونه بر الگوی تغییرات درون یک نمونه از ارگانیسم (رشد) اثر می‌گذارد، تأکید دارد [۵۶][۵۷]. از شروع قرن ۲۱ و در پرتو کشف‌های دهه‌های اخیر، برخی زیست‌شناسان در دفاع از سنتز افزونی فرگشت، که می‌تواند توضیح اثرهای

which would account for the effects of non-genetic inheritance modes, such as <u>epigenetics</u>, <u>parental effects</u>, <u>ecological inheritance</u> and <u>cultural inheritance</u>, and <u>evolvability</u>. [58][59]	غیرژنتیکی، مانند اپیژنتیک [epigenetic]، اثر والدین، توارث زیست‌محیطی و توارث فرهنگی و فرگشت‌پذیری را در بر بگیرد، استدلال کرده‌اند [۵۸][۵۹].
1. The term “evo-devo” is not as informal as it is claimed here, and can be observed in scientific literature abundantly. Now, in the reference number 57, there is no mentioning of “evo-devo”. Generally, scientists may have different definitions of “evo-devo”, and some definitions might be “extreme”. In any case, I am not sure if Avise and Ayala, just like myself, are too thrilled about extreme forms of evo-devo. 2. In my opinion, for many things mentioned at the end of this paragraph, there is not enough evidence. Further, many of the so-called evidence may turn out to be artefacts.	1. اصطلاح «evo-devo» آنچنان هم غیر رسمی نیست و در مقاله‌ها و کتاب‌های علمی به فراوانی دیده می‌شود. در مآخذ شماره ۵۷ هیچ اسمی از «evo-devo» نیامده. بطور کلی، محققان مختلف ممکن است تعریف‌های مختلفی از «evo-devo» داشته باشند و بعضی تعریف‌ها هم ممکن است «افراطی» باشند. بهر جهت بعید میدانم که «اویز» و «آیالا»، مثل خود من، نظر خوشی به «evo-devo» در شکل افراطی‌اش داشته باشند. 2. به نظر من برای برخی زمینه‌های نامبرده شده در جمله آخر این بند، هنوز شواهد کافی وجود ندارد. همچنین برخی از شواهد ادعایی ممکن است در واقع امر «سرابی = artefact» باشند.
Heredity	وراثت
Evolution in organisms occurs through changes in heritable traits—the inherited characteristics of an organism. In humans, for example, <u>eye colour</u> is an inherited characteristic and an individual might inherit the "brown-eye trait" from one of their parents. [60] Inherited traits are controlled by genes and the complete set of genes within an organism's <u>genome</u> (genetic material) is called its <u>genotype</u>. [61]	فرگشت در ارگانیسم‌ها از طریق تغییر صفت‌های قابل ارث به وقوع می‌پیوندد – منظور مشخصات به ارث رسیده یک ارگانیسم است. برای مثال در انسان‌ها، <u>رنگ چشم</u> یک مشخصه به ارث رسیده است و یک فرد ممکن است «صفت رنگ چشم قهوه‌ای» را از یکی از والدین به ارث برده باشد [۶۰]. صفت‌های به ارث برده شده به وسیله ژن‌ها کنترل می‌شوند و یک دست کامل از ژن‌ها در <u>ژنوم</u> (مواد ژنتیکی) یک ارگانیسم ژنوتیپ [۶۱] خوانده می‌شود.
1. The definition in the first sentence of this paragraph has slight difference with the definition presented in the beginning of this article. There the word “characteristics” could be interpreted to include means and variances as well. Further, using the word “population” has emphasised the population-based nature of	1. تعریفی که در اولین عبارت این پاراگراف آمده یک تفاوت جزئی با تعریفی که در ابتدای مقاله آمده، دارد. در آنجا از «تغییر مشخصات ارثی یک جمعیت» نام برده شد که درست است، زیرا لغت «مشخصات» میانگین و پراکنش (واریانس) را در بر می‌گیرد و لغت «جمعیت» به جمعیتی = گروهی بودن فرگشت انگشت می‌گذارد. در اینجا، بکار

evolution. Here, dropping the word “population” may increase the likelihood of misunderstanding. In any case, I emphacise that evolution does not occur in an individual organism. Individual organisms do not “evolve”. “Population” do! 2. From my point of view, which is a quantitative genetics point of view, there is no biological trait that is under the control of a single locus. Single locus model is only, and only a “pedagogical and model-building” tool, and is not anchored n any reality. In order to disprove the “single locus model” do as follows: Try to identify the enzyme (or enzymes) of any trait that you think is controlled by a single locus. Then, try to find that enzyme on a biochemical chart and show that that enzyme (or enzymes) is not related to any other enzyme. I gurantee that even if you stare at the biochemical chart for three days, you will not find such an enzyme. So, why such a misunderstanding is so prevelant? Because for showing the effect of other loci involved would require much larger and more expensive experiments. Therefore, “single locus model” is an adequate approximation of reality with useful applications in some areas. ((In a way, like the Newtonian mechanics which works for average velocities, average distances, and average masses. It works approximately. But if you increase the velocity or the mass (like movement of photons of light across galaxies), or if you reduce the mass to very small particles (like quarks in the nucleus of an atom), then the Newtonian mechanics, does not work, even approximately.)) 3. The word “genotype” is a flexible (!) word and encompasses one locus or the entire genome.	نبردن لغت «جمعیت»، امکان بدفهمی را بالا میبرد. بهرجهت تاکید می‌کنم که فرگشت پدیده‌ای انفرادی نیست. فرد، فرگشت نمی‌کند. 2. از دیدگاه من، که یک دیدگاه ژنتیک کتی است، هیچ صفت بیولوژیکی وجود ندارد که تحت کنترل یک ژن باشد. به عبارت دیگر «مدل ژن تنها» = single gene (locus) model فقط و فقط مصرف آموزشی-مدل‌سازانه دارد، و بر هیچ واقعیت بیولوژیک استوار نیست. برای رد نظریه «مدل ژن تنها» از روش زیر استفاده کنید. سعی کنید آنزیم مرتبط با هر صفتی را که فکر می‌کنید تحت کنترل یک ژن است، پیدا کنید. سپس آن آنزیم را روی یک «نگاره بیوشیمیایی» = biochemical chart پیدا کنید و نشان بدهید که آن آنزیم، با هیچ آنزیم دیگری ارتباط ندارد. من تضمین می‌کنم که حتی اگر ۳ روز به نگاره خیره شوید، هیچ آنزیمی که مستقل از دیگر آنزیم‌ها باشد، پیدا نمی‌کنید. چرا همچنین سوءتفاهمی این قدر رایج است؟ برای اینکه نشان دادن اثر آنزیم‌های دیگر، که تحت کنترل ژن‌های دیگر هستند، غالباً احتیاج به آزمایشات بزرگتر و مخارج بیشتر دارد. بنابراین «مدل ژن تنها» یک تقریب از واقعیت است که در تعدادی از موارد کار می‌کند. ((به تعبیری مثل فیزیک نیوتونی که در سرعت‌های متوسط و فواصل متوسط و جرم‌های متوسط «تقریب» کار می‌کند. اما اگر سرعت یا فاصله و یا جرم را خیلی بزرگ کنید (مثل حرکت نور بین کهکشان‌ها) و یا خیلی کوچک کنید (مثل کوارک‌ها در هسته یک اتم)، دیگر مکانیک نیوتونی، حتی با تقریب، کار نمی‌کند.)) 3. لغت «ژنوتیپ» انعطاف دارد (!) و می‌تواند راجع به یک صفت خاص یا کل ژنوم یک ارگانیسم به کار رود.
The complete set of observable traits that make up the structure and behaviour of an organism is called its phenotype. These traits come from the interaction of its genotype with the environment.[62] As a result, many aspects of an organism's phenotype are not inherited. For example, <u>sun tanned</u> skin comes from the interaction between a person's genotype and sunlight; thus, suntans are not passed on to people's children. However, some people tan more easily than others, due to differences in genotypic variation; a striking example are people with the inherited trait of <u>albinism</u>, who do not tan at all and are very sensitive to <u>sunburn</u>. [63]	یک دست کامل صفت‌های قابل مشاهده که ساختار و رفتار یک ارگانیسم را تشکیل می‌دهند فنوتیپ نام دارد. این صفت‌ها محصول برهم‌کنش [interaction] ژنوتیپ و محیط هستند [۶۲]. در نتیجه، جنبه‌های بسیاری از فنوتیپ به ارث نمی‌رسند. برای مثال، <u>برنزه شدن پوست</u> محصول برهم‌کنش ژنوتیپ یک فرد و نور آفتاب است، بنابراین فرد برنزه شده، رنگ پوست برنزه خود را به فرزندان خود منتقل نمی‌کند. اما، برخی از مردم، به دلیل تفاوت‌های ژنوتیپی، راحت‌تر از دیگران برنزه می‌شوند. یک مثال در همین زمینه این است که افراد با <u>زالی</u> ارثی در زیر آفتاب برنزه نمی‌شوند، ولی حساسیت زیادی نسبت به <u>آفتاب سوختگی</u> دارند [۶۳].

1. The word phenotype, just like the word genotype, is flexible (!) and can be used for a trait of an individual organism, or for the individual in its entirety. 2. It is not clear for me if the word "behavior" in the first sentence of this paragraph also included "function" or not. In any case, function is also a phenotype. 3. Concepts like phenotype and genotype have gradually (at least in quantitative genetics) have become mathematical-statistical concepts, and are "model based". For example, the phenotype of an individual, depending on the model, be different from the "observation" value of that traits. 4. The statement that the "sun tanned" person does not pass on the tanned skin to his/her children, but the ability th get sun tanned is passed on. 5.	1. لغت «فنوتیپ»، مانند لغت «ژنوتیپ» انعطاف دارد (!) و می‌تواند راجع به یک صفت خاص یا کل یک ارگانیسم به کار رود. 2. برای من مشخص نیست که آیا لغت «رفتار» در اولین جمله این پاراگراف شامل «کارکرد» هم میشود یا نه. بهرجهت کارکرد هم جزو فنوتیپ است. 3. مفاهیمی مانند «فنوتیپ» یا «ژنوتیپ» به تدریج تبدیل به مفاهیمی ریاضی-آماري شده‌اند. در این صورت، و به عنوان مثال، فنوتیپ یک فرد، بر حسب مدل آماری به کار رفته در تحلیل آماری، می‌تواند با آن چیزی که مشاهده می‌شود فرق کند. 4. این حرف که فرد برنزه، رنگ برنزه خود را به فرزندانش منتقل نمی‌کند، درست است. ولی همین فرد ژن‌های مسئول برنزه شدن، یعنی قابلیت برنزه شدن، را به فرزندان خود منتقل می‌کند.
 DNA structure. Bases are in the centre, surrounded by phosphate–sugar chains in a double helix.	 ساختار DNA. بازهای آلی در میانه ساختار و در بین زنجیره‌ای از نردبان مارپیچی فسفات-قند.
Heritable traits are passed from one generation to the next via DNA, a <u>molecule</u> that encodes genetic information.[61] DNA is a long <u>biopolymer</u> composed of four types of bases. The sequence of bases along a particular DNA molecule specify the genetic information, in a manner similar to a sequence of letters	صفات توارثی توسط DNA، مولکولی که اطلاعات ژنتیکی را در خود دارد، از یک نسل به نسل بعد منتقل می‌شوند^[۶۱]. DNA یک پلیمر زیستی دراز و تشکیل شده از چهار باز آلی است. توالی بازهای آلی در طول یک مولکول خاص DNA، همانند توالی حروفی که یک جمله را می‌سازند، اطلاعات ژنتیکی را مشخص می‌کند. پیش از تقسیم یک سلول، DNA رونوشت می‌شود تا آنکه

spelling out a sentence. Before a cell divides, the DNA is copied, so that each of the resulting two cells will inherit the DNA sequence. Portions of a DNA molecule that specify a single functional unit are called genes; different genes have different sequences of bases. Within cells, the long strands of DNA form condensed structures called <u>chromosomes</u>. The specific location of a DNA sequence within a chromosome is known as a <u>locus</u>. If the DNA sequence at a locus varies between individuals, the different forms of this sequence are called alleles. DNA sequences can change through mutations, producing new alleles. If a mutation occurs within a gene, the new allele may affect the trait that the gene controls, altering the phenotype of the organism.[64] However, while this simple correspondence between an allele and a trait works in some cases, most traits are more complex and are controlled by <u>quantitative trait loci</u> (multiple interacting genes).[65][66]	هر یک از دو سلولی که از تقسیم سلولی به وجود آمده‌اند، توالی DNA را به ارث ببرند. بخش‌هایی از مولکول DNA که یک واحد کاربردی منفرد را مشخص می‌کنند ژن [gene] خوانده می‌شود و ژن‌های مختلف توالی مختلف بازهای آلی را دارند. درون سلول، رشته‌های دراز DNA، در ساختارهای فشرده‌ای به نام کروموزوم [chromosome] قرار دارند. محلی خاص از یک توالی DNA در طول یک کروموزوم به نام <u>لوکوس</u> [جایگاه ژنی = locus] شناخته می‌شود. اگر توالی DNA در یک جایگاه در افراد مختلف فرق کند، شکل‌های مختلف توالی «allele=ال» خوانده می‌شوند. توالی DNA به وسیله جهش می‌تواند تغییر کند و ال‌های جدید ساخته شود. اگر یک جهش درون یک ژن اتفاق بیافتد، ال جدید ممکن است بر صفتی که آن ژن زیر کنترل دارد تاثیر بگذارد و فنوتیپ ارگانیسم را عوض کند [۶۴]. علیرغم اینکه این همانی ساده، بین ال و صفت، در برخی موارد کارکرد دارد، پیشتر صفت‌ها پیچیده‌تر هستند و به وسیله <u>جایگاه‌های صفت‌های کمی</u> (ژن‌های متعدد با اثر متقابل) کنترل می‌شوند [۶۵][۶۶].
1. My reluctance to use the word “gene”, and of the most important problems of definition of “gene” lies in the phrase “single functional unit”. The root of this definition goes to 1950s and 1960s, when the “genetics centra dogma” was popular. Today, we know that not all “genes” have functional roles. Even, sequences that were called “junk” until a few years ago, seems to have some role today, but not protein coding role. 2. It has been many years that I think “locus” is a better word than “gene”.	1. پرهیز من از استفاده از لغت «ژن»، و یکی از بزرگترین مشکلات تعریف لغت «ژن»، در عبارت «واحد کاربردی منفرد»، ترجمه «single functional unit»، نهفته است. ریشه این تعریف به سال‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ برمی‌گردد. امروز می‌دانیم که همه ژن‌ها «کاربردی» نیستند و نقش کنترل کننده یا تنظیمی یا نقش‌های دیگر دارند. حتی بخش‌هایی از مولکول DNA که در گذشته «آشغال=junk» خوانده می‌شدند، امروزه به نظر می‌آید نقشی داشته باشند. 2. سال‌های درازی است که فکر می‌کنم لغت «جایگاه» (یا «جایگاه ژنی») از لغت «ژن» بهتر است.
Sources of variation	منبع‌های پراکندگی
Evolution can occur if there is enough <u>genetic variation</u> within a population. Variation comes from mutations in the genome, reshuffling of genes through <u>sexual reproduction</u> and migration between populations (<u>gene flow</u>). Despite the constant introduction of new variation through mutation and gene flow, most	فرگشت وقتی اتفاق می‌افتد که <u>پراکندگی ژنتیکی</u> کافی درون یک جمعیت وجود داشته باشد. پراکندگی از جهش در ژنوم، در هم ریختگی ژن‌ها در تولیدمثل جنسی، و مهاجرت بین جمعیت‌ها (<u>جریان ژنی</u> = gene flow) ناشی می‌شود. علیرغم بروز دائمی پراکندگی جدید از طریق جهش و جریان ژنی، اکثر ژنوم یک گونه در تمام افراد آن گونه، همسان است [۷۳]. با این حال، حتی

of the genome of a species is identical in all individuals of that species.[73] However, even relatively small differences in genotype can lead to dramatic differences in phenotype: for example, chimpanzees and humans differ in only about 5% of their genomes.[74]	تفاوت‌های نسبتن کوچک در ژنوتیپ می‌توانند به تفاوت‌های بزرگ در فنوتیپ بیانجامند، مثلن ژنوم شامپانزه و انسان فقط در حدود ۵٪ تفاوت دارند [۷۴].
1. If I were going to write this section, I would have not put the mutation, recombination (= "reshuffling of genes"), migration, and gene flow together in this manner. In my mind, there is only one source of variation, and that is mutation. Any "mistake" in duplicating of DNA, or repairing a damage in the DNA, is a mutation. And mutation can happen at any level of complexity of the DNA molecule. When mutation happens, there are different mechanisms for putting it in a new combination (crossover, recombination, reshuffling), spread it within a population (reproduction), or move it across populations (migration). There are different methods to measure the spread of a new mutation, one of which is "gene flow". 2. The 5% difference mentioned here is a bit larger than the numbers I usually encounter (around 1%). The number 5% mentioned in reference number 72 is related to a specific class of DNA sequences, and cannot be extrapolated to the whole genome. Human reference genome has about 3 billion nucleotides. Any human, from any part of the world, has about 4.1 to 5.0 difference from the reference genome. That is about 0.16% ($(5 \times 10^6) / (3 \times 10^9)$), or approximately one sixth of a one percent.	1. اگر من می‌خواستم این بخش را بنویسم، جهش و نوترکیبی (=در هم ریختگی ژن‌ها) و مهاجرت و جریان ژنی را به این صورت کنار هم نمی‌گذاشتم. از نظر من، پراکنگی فقط یک منبع دارد و آن هم جهش است. هر «اشتباهی» در رونویسی یا تعمیر و هر «آسبی» در ساختار DNA را باید جهش به حساب آورد. جهش می‌تواند در هر سطحی از ساختار DNA اتفاق بیفتد. وقتی جهش اتفاق افتاد مکانیسم‌های گوناگونی وجود دارد که آنرا در ترکیب تازه قرار دهد (نوترکیبی=در هم ریختگی ژن‌ها)، درون جمعیت گسترش دهد (تولیدمثل)، و یا به جمعیت‌های دیگر منتقل کند (مهاجرت). انتقال جهش از یک جمعیت به جمعیت دیگر را می‌توان با استفاده از روش‌ها و مدل‌های مختلفی بررسی کرد و یکی از این روش‌ها «جریان ژنی». 2. تفاوت ۵٪ بین انسان و شامپانزه از رقم‌هایی که من معمولاً با آنها برخورد می‌کنم (حدود ۱٪)، بسیار بالاتر است. رقم ۵٪ که در مآخذ شماره ۷۴ آمده، مربوط به گروه خاصی از توالی‌های DNA است و قابل تعمیم به کل ژنوم نیست. ژنوم مرجع انسان حدود ۳ میلیارد نوکلئوتید دارد. هر انسانی از هر کجای کره زمین آمده باشد بین ۴/۱ تا ۵/۰ میلیون تفاوت با ژنوم مرجع دارد. این تفاوت $(5000000 / 3000000000)$ تقریباً برابر است با ۰/۱۶٪ یعنی حدود یک ششم یک درصد.
 White peppered moth	 پروانه فلفلی سفید



Black morph in peppered moth evolution



شکل سیاه در فرگشت پروانه فلفلی

1. The above two figures are related to an example of rapid evolution. It is not known to me how these two pictures have ended up here in Wikipedia's pagination! The explanation that has been given under "Mechanisms" is also inadequate. The summary of this example is as follows. Before the industrial revolution in England, most of the pepper moths were white, and the black ones were rare, presumably because the black ones were eaten by birds. After the industrial revolution, and in the areas that were close to factories, the pollutants started to change the color of trees to darker shades. Simultaneously, the frequency of the black pepper moth started to rise. This phenomenon is called "Industrial melanism", and is explained by how easy or how difficult different variants of the pepper moth become visible to the predators.

1. دو شکلی که در بالا آمده‌اند، یک نمونه معروف از فرگشت (سریع) است. معلوم نیست چرا در صفحه‌بندی ویکی‌پدیا، این دو شکل اینجا قرار گرفته‌اند. توضیحی ناکافی هم در قسمت «مکانیسم‌ها» داده شده که حق مطلب را ادا نمی‌کند. خلاصه داستان از این قرار است. پیش از انقلاب صنعتی، در انگلیس، پروانه فلفلی بیشتر سفید بوده و فرم سیاه‌رنگ آن بسیار نادر بوده است. بعد از انقلاب صنعتی و در مناطق جنگلی که در نزدیکی کارخانه‌ها بوده‌اند، به تدریج رنگ تنه برخی درختان به علت وجود دوده و گازهای صنعتی به تیره می‌گراید. همزمان تواتر پروانه‌های سیاه‌رنگ بالا می‌رود. این پدیده که از آن با نام «ملانیسم صنعتی = industrial melanism» یاد می‌شود این‌طور توضیح داده می‌شود. پروانه‌های فلفلی سیاه پیش از انقلاب صنعتی به راحتی توسط پرندگان دیده شده و شکار می‌شدند. بعد از انقلاب صنعتی، پرنده‌ها نمی‌توانستند پروانه‌های فلفلی سیاه را روی درختان تنه سیاه تشخیص داده و شکار کنند. در نتیجه تواتر پروانه‌های فلفلی سیاه بالا رفته است.

An individual organism's phenotype results from both its genotype and the influence of the environment it has lived in. A substantial part of the phenotypic variation in a population is caused by genotypic variation.[66] The modern evolutionary synthesis defines evolution as the change overtime in this genetic variation. The frequency of one particular allele will become more or less prevalent relative to other forms of that gene. Variation disappears when a new allele reaches the point of fixation— when it either disappears from the population or replaces the ancestral allele entirely.[75]

فنوتیپ یک موجود منفرد هم تحت تاثیر ژنوتیپ او، و هم تحت تاثیر محیطی است که در آن زندگی کرده‌است. بخش بزرگی از پراکندگی فنوتیپی در یک جمعیت ناشی از پراکندگی ژنوتیپی است [۶۶]. سنتر مدرن فرگشتی، «فرگشت» را به صورت تغییرات پراکندگی ژنتیکی در طول زمان تعریف می‌کند. تواتر یک آلل خاص در طول زمان به نسبت آلل‌های دیگر بالا یا پایین می‌رود. هنگامی که یک آلل جدید به تثبیت در جمعیت می‌رسد [تواتر آن ۱۰۰٪ می‌شود] پراکندگی، در آن جایگاه از بین می‌رود. به عبارت دیگر، وقتی آلل جدید یا از بین می‌رود یا کاملاً جایگزین آلل اجدادی می‌شود، پراکندگی ژنتیکی در آن جایگاه وجود ندارد [۷۵].

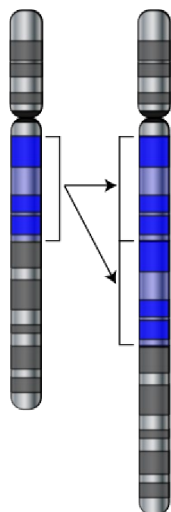
1. Please pay special attention to the second sentence, because it is a very important one. It says: "A substantial part of the phenotypic variation in a population is caused by genotypic variation". First, the phrase "substantial part" is not precise. It is better to say "A variable part". Second, this sentence relates to "variations" to each other: "phenotypic variation" and "genotypic variation". What it doesn't say is also important, among other things, it doesn't say "phenotypic variation" is due to "genetics". Also, it doesn't say "phenotype" is due to "genetic variation". From the two times that the word "variation" has been used, if you remove any of them, you have opened up the possibility of misunderstanding.
2. Now that these two "variations" have been mentioned, I can present one of the operational definitions of the term heritability. If we show the genotypic variance by V_G and the phenotypic variance by V_P , then the "broad sense heritability", symbolized by H^2 , will be obtained from equation " $H^2 = V_G / V_P$ ". Further, if we show that part of the genotypic variance that is caused by additive action of alleles by V_A , then the "narrow sense heritability", symbolized by h^2 , will be obtained from the equation " $h^2 = V_A / V_P$ ". Please notice that this is only one of the operational definitions of the concept of heritability.
3. One more point is that the modern science of evolution is not just a verbal description of natural changes. It used much mathematical and statistical models and equations.
4. Definition of evolution as "the change overtime in this genetic variation" for people like me with a background in genetics seems obvious. However, I am certain that many of my colleagues from other biological disciplines would consider this definition as "reductionistic".
5. This definition has also another problem, and that is ignoring the geographical variation. Before Darwin, there were many naturalists who had studied variation either during "time", as in paleontology, or through "space", as in the study of geographical variation. One of Darwin's strong points was to study variation "in space and time" simultaneously.

1. لطفاً به جمله دوم دقت نمایید زیرا جمله بسیار مهمی است. می‌گوید: «بخش بزرگی از پراکندگی فنوتیپی در یک جمعیت ناشی از پراکندگی ژنوتیپی است». اول آنکه عبارت «بخش بزرگی»، عبارت دقیقی نیست، زیرا اندازه آن بخش از پراکندگی فنوتیپی که ناشی از پراکندگی ژنوتیپی است، ممکن است بزرگ یا کوچک باشد. دوم، دقت کنید که دو پراکندگی را به هم ربط می‌دهد: «پراکندگی فنوتیپی» و «پراکندگی ژنوتیپی». آنچه نمی‌گوید هم مهم است، منجمله نمی‌گوید که «پراکندگی فنوتیپی» ناشی از «ژنوتیپ» است. همچنین نمی‌گوید «فنوتیپ» ناشی از «پراکندگی ژنوتیپی» است. از این دو باری که لغت «پراکندگی» به کار رفته، هر کدام را که حذف کنید، امکان سوءتفاهم بالا می‌رود.
2. حالا که راجع به این دو «پراکندگی» گفتیم، می‌توانیم یکی از تعریف‌های اجرایی «وراثت پذیری» را هم مطرح کنیم. اگر پراکنش (variance) ژنوتیپی را با V_G نشان دهیم و پراکنش فنوتیپی را با V_P نشان دهیم، آن موقع «وراثت‌پذیری عام» $\text{broad sense} = \text{heritability}$ (که با H^2 نشان داده می‌شود) از فرمول « $H^2 = V_G / V_P$ » به دست می‌آید. اگر بخشی از پراکنش ژنوتیپی را که ناشی از «اثر افزایشی ال‌ها» است با V_A نشان دهیم، آن موقع «وراثت‌پذیری خاص» $\text{narrow sense heritability}$ (که با h^2 نشان داده می‌شود) از فرمول « $h^2 = V_A / V_P$ » به دست می‌آید. دقت کنید که این فقط یکی از تعریف‌های اجرایی «وراثت‌پذیری» است.
3. یک نکته دیگر که می‌شود مطرح کرد این است که علم امروزی فرگشت، فقط توصیف کلامی تغییرات طبیعی نیست، بلکه استفاده زیاد از مدل‌های ریاضی و آماری جزئی جداناپذیر از آن است.
4. تعریف فرگشت به صورت «تغییرات پراکندگی ژنتیکی در طول زمان» برای کسانی مانند من، که در یکی از شاخه‌های ژنتیک کار کرده‌اند، ممکن است واضح و مبرهن جلوه کند. اما اطمینان دارم بسیاری از کسانی که در زمینه‌های دیگر زیست‌شناسی فرگشتی کار می‌کنند، این تعریف را ممکن است «تقلیل‌گرایانه» $\text{reductionistic} = \text{reductionistic}$ قلمداد کنند.
5. این تعریف یک اشکال دیگر هم دارد و آن فراموش کردن پراکندگی جغرافیایی است. قبل از داروین طبیعی‌دانان یا پراکندگی را «در طول زمان» مطالعه می‌کردند (مثلن با مطالعه فسیل‌ها) یا «در طول مکان» (مثلن با مطالعه تنوع جغرافیایی). یکی از نکات قوت داروین مطالعه پراکندگی در دو بعد زمان و مکان بود.

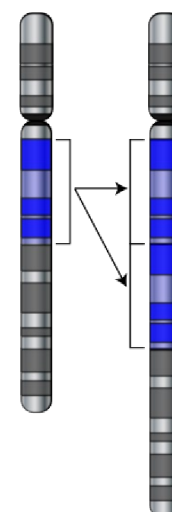
Before the discovery of Mendelian genetics, one common hypothesis was <u>blending inheritance</u>. But with blending inheritance, genetic variation would be rapidly lost, making evolution by natural selection implausible. The <u>Hardy–Weinberg principle</u> provides the solution to how variation is maintained in a population with Mendelian inheritance. The frequencies of alleles (variations in a gene) will remain constant in the absence of selection, mutation, migration and genetic drift.[76]	قبل از کشف ژنتیک مندلی، یک فرضیه عمومی «وراثت آمیختنی = blending inheritance» بود. اما در وراثت آمیختنی پراکندگی به سرعت ناپدید می‌شود و فرگشت با گزینش طبیعی را غیر محتمل می‌سازد. اصل هاردی-واینبرگ (Hardy-Weinberg) راه حلی برای چگونگی حفظ پراکندگی در یک جمعیت در چهارچوب ژنتیک مندلی فراهم می‌کند که مطابق آن تواتر allele ها (پراکندگی در یک ژن) در غیبت گزینش، جهش، مهاجرت و رانش ژنتیکی ثابت خواهند ماند [۷۶].
1. Again here, I don't understand why is it necessary to present the refuted theory of "blending inheritance"? 2. The Hardy-Weinberg principle (which, in addition to the word "principle" has been described by many other words) as many more complex pre-requisites, among others, random mating. Strictly speaking, Hardy-Weinberg principle applies to diploid species (but has some approximate generalities).	1. اینجا هم من نمی‌فهمم چه لزومی به نقل نظریه ابطال شده وراثت آمیختنی است. 2. البته «اصل» هاردی-واینبرگ (که علاوه بر «اصل» با لغت‌های دیگری هم توصیف می‌شود) شرایط مفصل‌تری دارد، منجمله آمیزش تصادفی. در ضمن اصل هاردی-واینبرگ برای موجودات «دیپلوئید» ساخته شده است (هر چند که در کلیات تا حدی قابل تعمیم است).
Mutation	جهش
Mutations are changes in the DNA sequence of a cell's genome. When mutations occur, they may alter the product of a <u>gene</u>, or prevent the gene from functioning, or have no effect. Based on studies in the fly <i>Drosophila melanogaster</i>, it has been suggested that if a mutation changes a protein produced by a gene, this will probably be harmful, with about 70% of these mutations having damaging effects, and the remainder being either neutral or weakly beneficial.[77]	جهش تغییر توالی DNA در ژنوم یک سلول است. وقتی جهش اتفاق می‌افتد ممکن است محصول یک ژن را تغییر بدهد، یا مانع کارکرد ژن بشود، یا هیچ اثری نداشته باشد. بر اساس مطالعات بر روی <u>مگس سرکه</u>، اگر جهشی پروتئین تولید شده توسط یک ژن را تغییر دهد، این تغییر احتمالاً مضر می‌باشد. تقریباً ۷۰٪ چنین جهش‌هایی اثرهای مخرب دارند، و باقی آنها یا اثری خنثی دارند یا بطور مختصری سودمند هستند [۷۷].
1. I emphacize again that some sentences of this Wikipedia article have the "smell of misunderstanding"! Not all "genes" lead to protein coding. One sort of DNA sequence with no apparent function or coding role is the Copy Number Variation (CNV).	1. باز تاکید می‌کنم که گاهی در این مقاله ویکی‌پدیا مطالبی نوشته شده که حداقل «بوی سوء تفاهم» می‌دهد. هر ژنی به تولید پروتئین نمی‌انجامد. به عنوان مثال، یکی از قسمت‌های کروموزوم‌ها که میزان بالای جهش را نشان می‌دهند، «پراکندگی تعداد

Interestingly, it has been shown that they have rather high correlations with some diseases!

رونوشت = Copy Number Variation = CNV « هست. این نوع توالی‌ها مسئولیت مشخص پروتئین‌سازی ندارند، ولی جهش در آنها می‌تواند اثرات زیادی داشته باشد.



Duplication of part of a chromosome



دو برابر شدن بخشی از یک کروموزوم

Mutations can involve large sections of a chromosome becoming duplicated (usually by genetic recombination), which can introduce extra copies of a gene into a genome.[78] Extra copies of genes are a major source of the raw material needed for new genes to evolve.[79] This is important because most new genes evolve within gene families from pre-existing genes that share common ancestors.[80] For example, the human eye uses four genes to make structures that sense light: three for colour vision and one for night vision; all four are descended from a single ancestral gene.[81]

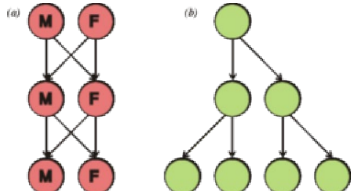
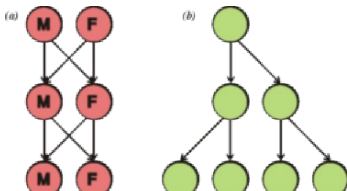
جهش می‌تواند شامل دونسخه شدن بخش بزرگی از یک کروموزوم باشد (معمولاً با نو ترکیبی ژنتیکی)، که می‌تواند رونوشت‌های اضافی ژنی را به ژنوم بیافزاید.^[۷۸] نسخه‌های اضافی ژن‌ها منبع مهم مواد خام لازم برای فرگشت ژن‌های جدید هستند.^[۷۹] این بسیار مهم است، زیرا بیشتر ژن‌های جدید، در درون خانواده‌های ژنی، از ژن‌های از قبل موجود با اجداد مشترک، فرگشت پیدا می‌کنند.^[۸۰] برای مثال، چشم انسان از چهار ژن برای ساختار احساس نور استفاده می‌کند: سه ژن برای رنگ بینی و یک ژن برای شب بینی، که هر چهار ژن از یک ژن منفرد اجدادی تبار یافته‌اند.^[۸۱]

New genes can be generated from an ancestral gene when a duplicate copy mutates and acquires a new function. This process is easier once a gene has been

ژن‌های جدید می‌توانند از یک ژن اجدادی، در اثر جهش در نسخه اضافی، به وجود آیند. این روند وقتی ژنی نسخه اضافی دارد راحت‌تر صورت می‌گیرد زیرا این امر افزونی [redundancy]

duplicated because it increases the <u>redundancy</u> of the system; one gene in the pair can acquire a new function while the other copy continues to perform its original function.[82][83] Other types of mutations can even generate entirely new genes from previously noncoding DNA.[84][85]	سیستم را بالا می‌برد: یک نسخه از ژن کارکرد جدید پیدا می‌کند در حالیکه نسخه دیگر از ژن به کارکرد اولیه ادامه می‌دهد [۸۲][۸۳]. نوع‌های دیگر جهش می‌توانند از توالی‌های DNA که در گذشته نقش کدگذاری نداشته‌اند، ژن کاملن جدیدی بسازند [۸۴][۸۵].
The generation of new genes can also involve small parts of several genes being duplicated, with these fragments then recombining to form new combinations with new functions.[86][87] When new genes are assembled from shuffling pre-existing parts, <u>domains</u> act as modules with simple independent functions, which can be mixed together to produce new combinations with new and complex functions.[88] For example, <u>polyketide synthases</u> are large <u>enzymes</u> that make <u>antibiotics</u>; they contain up to one hundred independent domains that each catalyse one step in the overall process, like a step in an assembly line.[89]	تولید ژن‌های جدید می‌تواند شامل بخش‌های کوچکی از ژن‌های چند ژن باشد که نسخه برداری شده‌اند و بعداً این بخش‌ها با نوترکیبی به ایجاد ترکیبات جدید با کارکرد جدید می‌انجامند [۸۶][۸۷]. وقتی ژن‌های جدید از در هم آمیختگی بخش‌های از قبل موجود صورت می‌گیرد، دامنه‌های [ژنی-پروتئینی] قبلی مانند «قالب = ماژول = module»هایی با کارکرد ساده و مستقل عمل می‌کنند، که می‌توانند با هم مخلوط شده تا ترکیب‌های تازه‌ای با کارکردهای جدید و پیچیده بسازند [۸۸]. برای مثال، پلی‌کتید سینتازها [polyketide synthase] آنزیم‌های بزرگی هستند که آنتی‌بیوتیک‌ها را می‌سازند، حامل صد دامنه مستقل هستند که هر کدام، مانند یک مرحله در یک خط مونتاژ، بخشی از کل روند کاتالیز را به انجام می‌رسانند [۸۹].
1. Again, I am unable to understand the role of this paragraph with its technical jargon. Do we expect the Wikipedia reader to know all about the biochemistry of DNA-Protein axis? I guess the Wiki writers wanted to generalize their writings and have entangled themselves in a web of details, as is evident from referring to domains and modules. If I were to write this paragraph, I would have written it as follows. Proteins are made of one or more chains of amino acids. Usually those parts of chromosome that are responsible for coding different chains of a complex protein sit together in a "gene" or "gene complex". A new "gene" can be formed by putting together different DNA sequences that formerly were parts of different "genes" that now exist in duplicate copies. Thus, the assembly of amino acid chains that existed before, are now part of a new combination, with a new function". 2. Now, I am thinking that the Wiki writers should have painted a simple picture of evolution, and then tried to fill the possible gaps. Finally, if necessary, more technical explanations of intricate problems could have been offered.	1. باز هم من قاصرم از فهم اینکه نقش این پارگراف، با این زبان مغلق، چیست. احتمال می‌دهم نویسندگان یا نویسندگان خواسته باشند به مطلب عمومیت ببخشند و در نتیجه خود را در سختی گرفتار کرده‌اند. به کار بردن کلماتی مانند «domain» و «module» ظن مرا قوی می‌کند. اگر قرار بود من این پارگراف را بنویسم، نتیجه این می‌شد: «پروتئین‌ها از یک یا چند زنجیره متشکل از تعدادی اسید آمینه هستند. معمولاً آن بخش‌هایی از کروموزوم که مسئولیت ساخت زنجیره‌های مختلف یک پروتئین پیچیده را دارند، در کنار هم، در یک «ژن» یا «کمپلکس ژنی» قرار دارند. یک ژن تازه می‌تواند از کنار هم قرار گرفتن بخش‌های مختلف از ژن‌های مختلفی که حالا دو نسخه از آن‌ها وجود دارد، ساخته شوند. به این ترتیب زنجیره‌های مختلف اسید آمینه که پیش از این هم تولید می‌شده‌اند، در ترکیبی تازه در کنار هم قرار می‌گیرند و کارکرد تازه‌ای دارند». 2. الان به این نتیجه رسیدم که نویسندگان یا نویسندگان باید اول یک تصویر ساده از فرگشت ترسیم می‌کردند و بعد به ترمیم ایرادات احتمالی این تصویر تازه می‌پرداختند. سپس، توضیح به وجود آمدن کارکرد جدید، مطابق یافته‌های علم ژنتیک مدرن، می‌توانست مطرح شود.

Sex and recombination	جنسیت و نوترکیبی
In asexual organisms, genes are inherited together, or <i>linked</i>, as they cannot mix with genes of other organisms during reproduction. In contrast, the offspring of <i>sexual</i> organisms contain random mixtures of their parents' chromosomes that are produced through independent assortment. In a related process called <i>homologous recombination</i>, sexual organisms exchange DNA between two matching chromosomes.[90] Recombination and reassortment do not alter allele frequencies, but instead change which alleles are associated with each other, producing offspring with new combinations of alleles.[91] Sex usually increases genetic variation and may increase the rate of evolution.[92][93]	در موجودات غیرجنسی ژن‌ها «با هم» به ارث می‌رسند، به عبارتی ژن‌ها متصل هستند، چون نمی‌توانند با ژن‌های ارگانیسم‌های دیگر در تولید مثل مخلوط شوند. درمقابل، نتاج ارگانیسم‌های جنسی، مخلوطی تصادفی از کروموزوم‌های والدین خود را که از طریق تفکیک مستقل بوجود آمده‌اند، دارا هستند. در موجودات با تولیدمثل جنسی، در روندی مشابه به نام <u>نوترکیب همخوان</u> [هومولوگ = homologous]، تبادل DNA بین دو کروموزوم مشابه صورت می‌گیرد [۹۰]. نوترکیبی و ترکیب مستقل تواتر ال‌ها را تغییر نمی‌دهند، اما در عوض در اینکه کدام ال‌ها با هم متصل باشند، تغییر ایجاد می‌کنند، که به ایجاد نتاج با ترکیبی نوین از ال‌ها می‌انجامد [۹۱]. جنسیت معمولن پراکندگی ژنتیکی را افزایش می‌دهد و ممکن است میزان [سرعت] فرگشت را زیاد کند [۹۲][۹۳].
The two-fold cost of sex was first described by John Maynard Smith.[94] The first cost is that in sexually dimorphic species only one of the two sexes can bear young. This cost does not apply to hermaphroditic species, like most plants and many <i>invertebrates</i>. The second cost is that any individual who reproduces sexually can only pass on 50% of its genes to any individual offspring, with even less passed on as each new generation passes [50.0% to the 1st generation, 25.0% to the 2nd generation, 12.% to the 3rd generation, and so on].[95] Yet sexual reproduction is the more common means of reproduction among eukaryotes and multicellular organisms. The <i>Red Queen hypothesis</i> has been used to explain the significance of sexual reproduction as a means to enable continual evolution and adaptation in response to <i>coevolution</i> with other species in an ever-changing environment.[95][96][97][98]	هزینه دوبرابر برای جنسیت اولین بار توسط <u>جان مینارد سمیت</u> [John Maynard Smith] شرح داده شد [۹۴]. هزینه اول آن است که در گونه‌های با دوشکلی جنسی فقط یکی از جنس‌ها می‌تواند فرزندان را حمل کند. موجودات دوجنسی [هرمافروdit]، مانند پیشتر گیاهان و بسیاری از پی‌مهره‌گان، این هزینه را نمی‌پردازند. هزینه دوم آن است که هر فردی که تولید مثل جنسی دارد فقط ۵۰٪ ژن‌های خود را به یک نتاج منتقل می‌کند، و در هر نسل بعد این مقدار نصف می‌شود [۵۰٪ به نسل اول، ۲۵٪ به نسل دوم، ۱۲٪ به نسل سوم، ...] [۹۵]. با این حال تولید مثل جنسی روش معمول‌تر برای تولید مثل در بین هسته‌داران [یوکاریوت‌ها = eukaryotes] و ارگانیسم‌های چند سلولی است. <u>فرضیه شهبانوی سرخ</u> برای توضیح اهمیت تولید مثل جنسی به عنوان وسیله‌ای برای تضمین ادامه فرگشت، و سازگاری در پاسخ به <u>هم‌فرگشت</u> با گونه‌های دیگر در محیطی که دائماً در حال تغییر است، به کار رفته است [۹۵][۹۶][۹۷][۹۸].
1. The “Red Queen” refers to a part of “Through the Looking Glass” by Lewis Carroll. In that part of the story there is a conversation between Alice and the Red Queen as follows. 2. ‘Well, in our country,’ said Alice, still panting a little, ‘you’d generally get to somewhere else -- if you ran very fast for a long time, as we’ve been doing.’ ‘A slow sort of country!’ said the	1. «شهبانوی سرخ» اشاره به بخشی از داستان «از میان آینه = Through the Looking Glass» نوشته «لوئیس کرول = Lewis Carroll» دارد. 2. در بخشی از داستان، الیس و شهبانوی سرخ با سرعت زیاد می‌دوند ولی در جا می‌زنند. الیس در حالی که نفس نفس می‌زند به شهبانوی سرخ می‌گوید «در سرزمین من، اگر زمانی طولانی به آن سرعتی که ما دودیدیم، بدوی، معمولن به جایی دیگر می‌رسی».

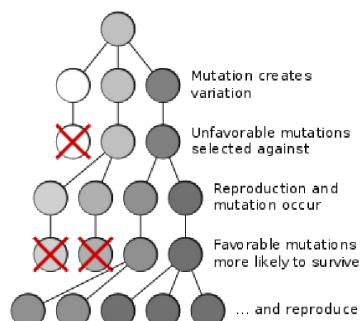
Queen. `Now, here, you see, it takes all the running you can do, to keep in the same place. The “Red Queen” hypothesis refers to the rapid environmental changes and the corresponding genetic changes. 3. In population genetics, especially among those who work more with evolution, and some neighboring fields, it is customary to use such names as “Red Queen” for models and hypotheses. I think such names are uninformative, silly, and childish.	شهبانوی سرخ در پاسخ، و با لحنی تمسخر آمیز، می گوید «چه سرزمین آهسته ای! بین! در اینجا هر چقدر می توانی باید بدوی، تا در یک جا باقی بمانی». فرضیه شهبانوی سرخ اشاره به تغییرات سریع محیطی و تغییرات سریع تواترهای ژنی در پاسخ به تغییرات محیطی دارد. 3. در رشته ژنتیک جمعیت، مخصوصن در بین آنهایی که با فرگشت زیاد کار می کنند، و همچنین در برخی رشته های نزدیک به آن، از اینجور نام گذاری ها (مثل شهبانوی سرخ) بر روی فرضیه ها و نظریه ها زیاد دیده می شود. من از اینجور نام گذاری ها «خوشم» نمی آید.
Gene flow	جریان ژنی
Gene flow is the exchange of genes between populations and between species.[99] It can therefore be a source of variation that is new to a population or to a species. Gene flow can be caused by the movement of individuals between separate populations of organisms, as might be caused by the movement of mice between inland and coastal populations, or the movement of <u>pollen</u> between heavy-metal-tolerant and heavy-metal-sensitive populations of grasses.	جریان ژنی تبادل ژن ها بین جمعیت ها و گونه ها است [99]. بنابراین می تواند یک منبع پراکندگی باشد که برای جمعیت یا گونه تازگی دارد. جریان ژنی می تواند ناشی از حرکت افراد بین جمعیت های یک ارگانیسم [گونه] باشد، مانند حرکت موش ها بین جمعیت داخل کشوری و جمعیت ساحلی، و یا حرکت گرده بین جمعیت های چمنی که در برابر فلزات سنگین مقاوم یا حساس هستند.
	1. پیش از این نظرم را گفته ام. جریان ژنی «منبع پراکندگی» نیست و فقط روشی برای اندازه گیری انتقال «پراکندگی» است.
	

This diagram illustrates the <i>twofold cost of sex</i>. If each individual were to contribute to the same number of offspring (two), (a) the <u>sexual</u> population remains the same size each generation, where the (b) <u>Asexual reproduction</u> population doubles in size each generation.	این تصویر هزینه دوبرابر جنسیت را نشان می‌دهد. اگر هر فرد قرار باشد تعداد مساوی نتاج تولید کن، (a) اندازه جمعیت با تولیدمثل جنسی در هر نسل ثابت می‌ماند، در حالی که (b) در جمعیت با تولیدمثل غیرجنسی اندازه جمعیت در هر نسل دو برابر می‌شود.
Gene transfer between species includes the formation of <u>hybrid</u> organisms and <u>horizontal gene transfer</u>. Horizontal gene transfer is the transfer of genetic material from one organism to another organism that is not its offspring; this is most common among <u>bacteria</u>. [100] In medicine, this contributes to the spread of <u>antibiotic resistance</u>, as when one bacteria acquires resistance genes it can rapidly transfer them to other species. [101] Horizontal transfer of genes from bacteria to eukaryotes such as the yeast <u><i>Saccharomyces cerevisiae</i></u> and the adzuki bean weevil <u><i>Callosobruchus chinensis</i></u> has occurred. [102][103] An example of larger-scale transfers are the eukaryotic bdelloid rotifers, which have received a range of genes from bacteria, <u>fungi</u> and plants. [104] <u>Viruses</u> can also carry DNA between organisms, allowing transfer of genes even across <u>biological domains</u>. [105]	جریان ژنی بین دو گونه شامل ارگانیسم‌های آمیخته و انتقال ژنی افقی است. انتقال افقی، انتقال مواد ژنتیکی از یک ارگانیسم به ارگانیسم دیگری است که نتاجش نباشد، که این بیشتر بین باکتری‌ها اتفاق می‌افتد [100]. در پزشکی، این نوع از جریان ژنی در گسترش مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک، نقش دارد، مثلاً هنگامی که یک باکتری ژن مقاومت را بدست می‌آورد با سرعت آن را به گونه‌های دیگر منتقل می‌کند [101]. انتقال افقی ژن‌ها از باکتری‌ها به هسته‌دارانی مانند قارچ ساکارومایسس سرویسیا [cerevisiae Saccharomyces] و قارچ شپشک [weevil] لوبیای ادزوکی [adzuki] به نام کلسوبروکوس چاینسیس [Callosobruchus chinensis]، به وقوع پیوسته است [102][103]. مثالی از انتقال در مقیاس وسیع‌تر در هسته‌داری به نام روتیف‌های بدلولوئید [bdelloid rotifers] اتفاق افتاده که ژن‌های مختلفی را از باکتری‌ها، قارچ‌ها و گیاهان گرفته است [104]. ویروس‌ها هم می‌توانند DNA را بین ارگانیسم‌ها حمل کنند و انتقال بین دامنه‌های زیستی را فراهم کنند [105].
1. These obscure examples will not help non-expert readers. If a person has a full understanding of a subject, he/she should be able to explain it to non-experts. If it is not possible to do so, then try to avoid creating confusion. 2. There are many phenomena in nature, some with high frequency and some with low frequency. Some of the events are rules, and some are exceptions. Theories and hypotheses have a corresponding situation. Some explain a lot of phenomena, and some only a few. In a Wikipedia article, or even in a general book, the presentation should be proportional to the frequency of events and phenomena. For example, if horizontal transfer of genes is constitute only 0.1% of all gene transfers, it should not be discussed here. Unquantified reference to such phenomena create confusion in non-expert readers and leads them to assume that such phenomena are frequent. It is not so.	1. این مثال‌های «چپ اندر قیچی» کمکی به خواننده غیر متخصص نمی‌کند. کسی که مطلب را برای خودش «جا انداخته» باشد، باید بتواند مطلب را با چنان بیان ساده‌ای بگوید که فهم آن برای غیر متخصصین ممکن شود. 2. در طبیعت اتفاقات زیادی می‌افتد. برخی اتفاقات به فراوانی دیده می‌شوند و برخی به ندرت، برخی قاعده هستند، برخی استثنا. نظریه‌ها و فرضیه‌ها هم باهم تفاوت دارند. برخی تعداد زیادی پدیده را توضیح می‌دهند و برخی تعداد کمی را توضیح می‌دهند. در مطلبی مانند یک مقاله ویکی‌پدیا، و حتی یک کتاب، انتخاب اتفاقات طبیعت و نظریه‌ها و فرضیه‌ها باید متناسب خواننده باشد. مثال می‌زنم: اگر انتقال افقی ژن‌ها یک‌دهم درصد از تمام انتقال‌هاست، نباید در اینجا به آن پرداخته شود. اشاره به آن در اینجا بدون ذکر وفور آن، این شائبه را در خواننده به وجود می‌آورد که انتقال افقی ژن‌ها هم مهم است و هم به وفور اتفاق می‌افتد. البته که این طور نیست.

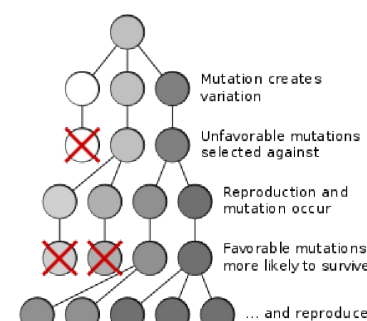
Large-scale gene transfer has also occurred between the ancestors of <u>eukaryotic cells</u> and bacteria, during the acquisition of <u>chloroplasts</u> and <u>mitochondria</u>. It is possible that eukaryotes themselves originated from horizontal gene transfers between bacteria and <u>archaea</u>. [106]	انتقال ژنی در مقیاس بالا همچنین در اجداد سلول‌های هسته‌داران و باکتری‌ها، در حین اخذ <u>کلروپلاست</u> [chloroplast] و <u>میتوکندری</u> [mitochondria]، صورت پذیرفته است. خود هسته‌داران می‌توانند محصول انتقال ژنی بین باکتری‌ها و <u>ارکائیا</u> [archaea] باشند [۱۰۶].
Mechanisms	مکانیسم‌ها
From a <u>neo-Darwinian</u> perspective, evolution occurs when there are changes in the frequencies of alleles within a population of interbreeding organisms, [76] for example, the allele for black colour in a population of moths becoming more common. Mechanisms that can lead to changes in allele frequencies include natural selection, genetic drift, gene flow and mutation bias.	از دیدگاه <u>نئوداروینی</u>، فرگشت وقتی اتفاق می‌افتد که تغییراتی در تواتر ال‌ها در یک جمعیت تشکیل شده از ارگانیزم‌های بین‌آمیزی [intrbreeding] صورت گیرد [۷۶]. برای مثال، وقتی که ال‌رنگ سیاه در یک جمعیت شایع‌تر شود. مکانیسم‌هایی که می‌توانند به تغییر تواتر ال‌ها بیانجامند شامل گزینش طبیعی، رانش ژنتیکی، جریان ژنتیکی و جهش «سوگیرانه» = mutation bias هستند.
1. Neo-Darwinism is yet another name for the “Modern synthesis”. 2. Here, as in some other places. The Wiki writers have forgotten to mention genotype frequencies alongside allele frequencies. 3. I repeat: evolutionary forces are selection, mutation, migration, random drift, and mating systems.	1. نئوداروینیسم اسم دیگری برای سنتز مدرن است. 2. در اینجا نویسنده یا نویسندگان فراموش کرده‌اند از تواتر ژنوتیپی در کنار تواتر ال‌ها اسم بیاورند. 3. تکرار می‌کنم که نیروها یا روندهای فرگشتی عبارتند از گزینش طبیعی، جهش، مهاجرت، رانش ژنتیکی و سیستم‌های آمیزی.
Natural selection	گزینش طبیعی
Evolution by means of natural selection is the process by which traits that enhance survival and reproduction become more common in successive generations of a population. It has often been called a "self-evident" mechanism because it necessarily follows from three simple facts: [8]	فرگشت از طریق گزینش طبیعی روندی است که در آن صفتهایی که ماندگاری و باروری را بالا می‌برند، در طول نسل‌های متوالی یک جمعیت، رایج‌تر می‌شوند. بسیاری اوقات گزینش طبیعی را مکانیسم «بدیهی» خوانده‌اند زیرا گزینش طبیعی دنباله سه دانسته [fact] ساده است [۸]:

- Variation exists within populations of organisms with respect to morphology, physiology, and behaviour (phenotypic variation).
- Different traits confer different rates of survival and reproduction (differential fitness).
- These traits can be passed from generation to generation (heritability of fitness).

- درون جمعیت‌های ارگانیسم‌ها، پراکندگی شکلی، فیزیولوژی، و رفتاری وجود دارد (پراکندگی فنوتیپی).
- درجات مختلف صفات‌های مختلف، میزان ماندگاری و باروری متفاوتی را باعث می‌شوند (برازش [= fitness] تفریقی).
- این صفات‌ها از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شوند (وراثت برازش).



Mutation followed by natural selection results in a population with darker colouration.



جهش و در دنبال آن گزینش طبیعی به جمعیتی با رنگ تیره‌تر می‌انجامد.

More offspring are produced than can possibly survive, and these conditions produce competition between organisms for survival and reproduction. Consequently, organisms with traits that give them an advantage over their competitors are more likely to pass on their traits to the next generation than those with traits that do not confer an advantage.[107] This teleonomy is the quality whereby the process of natural selection creates and preserves traits that are seemingly fitted for the functional roles they perform.[108] Consequences of selection include nonrandom mating[109] and genetic hitchhiking.

در این روند نتاج بیشتری که که احتمالاً بتواند زنده بمانند به دنیا می‌آیند، و این شرایط، ایجاد رقابت در ماندگاری و باروری بین ارگانیسم‌ها، ایجاد می‌شود. در نتیجه، ارگانیسم‌هایی با صفات‌هایی که به آن‌ها مزیتی بیشتر از رقیب‌ها می‌دهد، احتمال بالاتری دارد که صفات‌های خود را به نسل بعدی منتقل کنند تا آن ارگانیسم‌هایی که دارای صفتی هستند که مزیتی نمی‌دهد [107]. این «دورشناسی اقتصادی = teleonom» کیفیتی است که با آن گزینش طبیعی صفاتی را که به نظر می‌رسد برای نقش کاربردی خود برازش دارند خلق کرده و نگهداری می‌کند [108]. عواقب گزینش شامل آمیزش غیرتصادفی [109] و مفت‌سواری ژنتیکی [hitchhiking] است.

1. In this paragraph there is a logical-linguistic issue related to the

1. در این پاراگراف یک اشکال زبانی-منطقی وجود دارد که به لغت «صفت» برمیگردد.

word "trait". This is a common mistake that everyone makes. This is my attempt to clarify the situation. First we must distinguish between the colloquial and evolutionary-genetic sense of the word "trait". For example, when we say "organisms with traits that give them an advantage over their competitors", it doesn't mean that an organism has that trait, and another organism doesn't have it. The meaning is that the "size of the trait" is different in the two organisms. As an example, when we discuss stature in the evolutionary-genetic sense of the word, we don't mean that one "has stature", and the other "doesn't have stature". What we mean is that they have different stature, one is taller and the other is shorter.

2. Please also notice that in a specific organism, generation, and environment being tall might have "adaptive" advantage, and in some other organism, generation, and environment being short has "adaptive advantage". The thing that is advantageous for one organism, is not necessarily advantageous for another organism.
3. Now that I have said this, I should say another thing too. In evolutionary discussions we should avoid using words that contain "value judgment". Advantage and disadvantage are not appropriate words. Think that we have measured a trait, and we get different values for different individuals.
4. I am opposed, strongly, to the sentence that came before reference 108, and I consider it a misconception. First, reference 108 is Darwin's book, and it is not clear to me where in that book I will find the sentences that support such a statement. I argue that the expression "economy of nature" is completely different from "teleonomy". Second, even if Darwin himself meant such a thing, he has made a mistake. Current science does not support such a statement. Third, teleologic language and words of Aristotelian understanding, might be used sloppily even today, but neither Darwin, nor modern science are teleologic. Fourth, natural selection acts on temporary needs and has no long term aim or purpose. If temporarily a "direction" is observed in natural selection, it is just temporary, an artifact. With the slightest change in environment, the direction will change. Fifth, and allusion to the evolution being progressive or upward, is just fairy tale.
5. Natural selection by itself is a kind of non-random mating. In

- اول اینکه باید بین «صفت» در مفهوم عادی و در مفهوم فرگشتی-ژنتیکی تفاوت بگذاریم. برای مثال وقتی می‌گوییم «ارگانیسم‌هایی با صفتهایی که به آن‌ها مزیتی بیشتر از رقیب‌ها می‌دهد»، منظور این نیست که ارگانیسمی این صفت را دارد و ارگانیسم دیگر ندارد. بلکه منظور این است که «اندازه یک صفت» در این دو ارگانیسم متفاوت است. فرض کنید وقتی که راجع به «قد» و در مفهوم فرگشتی-ژنتیکی صحبت می‌کنیم، منظور این نیست که یکی «قد دارد» و دیگری «قد ندارد». بلکه منظور این است اندازه قد این دو ارگانیسم متفاوت است و یکی بلندتر از دیگری است. 2. در ضمن دقت کنید که در یک موجودی و در یک نسلی و در یک محیطی قد کوتاه ممکن است مزیت «سازگارانه» داشته باشد و در نسلی و محیطی دیگر، قد بلند مزیت «سازگارانه» پیدا کند. آن چه هم که برای این موجود از این گونه مزیت دارد، ممکن است برای موجودی از گونه دیگر هیچ مزیتی نداشته باشد.
3. حالا که این را گفتم، یک چیز دیگر هم بگویم و آن اینکه در مباحث فرگشتی نباید از لغاتی که «بار ارزشی» دارند استفاده کنیم. خود لغت «مزیت» لغت مناسبی نیست. موضوع این است که صفتی را اندازه زده‌ایم و آن را با عددی نشان می‌دهیم.
4. من با جمله‌ای که پیش از ماخذ شماره ۱۰۸ آمده مخالفم و به شدت هم مخالفم و آن را ناشی از بدفهمی از فرگشت می‌دانم. اول: ماخذ شماره ۱۰۸ کتاب پیدایش انواع داروین است و برای من خواننده روشن نیست که من کجای این کتاب ۵۰۰ صفحه‌ای را باید نگاه کنم، تا این جمله پیدا شود. دوم: حتی اگر داروین هم چنین چیزی گفته، اشتباه کرده. علم امروز چنین چیزی را تایید نمی‌کند. سوم: زبان و کلمات «غایت‌گرایانه = teleologic» حتی از نوع ارسطویی‌اش ممکن است امروز هم به کار رود، اما نه داروین و نه علم امروز «غایت‌گرا» نبوده و نیستند. چهارم: گزینش طبیعی در پاسخ به نیازهای «مقطعی» عمل می‌کند و هدف دار نیست. اگر به صورت موقتی «جهتی» در آن دیده شود، فقط یک تصور است و با تغییر محیط، «جهت» عوض می‌شود. پنجم: هر اشاره‌ای به اینکه «فرگشت» خطی و رو به «بالا» است، یک دانستن‌سرایی است که مبنای علمی ندارد.
5. خود گزینش طبیعی هم می‌تواند نوعی از آمیزش غیرتصادفی محسوب شود. بهر جهت، در متون کلاسیک، آمیزش‌های غیرتصادفی را جدای از گزینش بررسی می‌کنند.
6. برای «علاقه‌مندان» می‌گویم که تز دکترای [PhD] من در سال ۱۹۹۵ در باره آمیزش‌های غیرتصادفی بود.

any case, in the classic texts non-random matings are discussed separately from selection. 6. For those interested (!) I should say my PhD thesis from 1995 was about non-random matings.	
The central concept of natural selection is the <u>evolutionary fitness</u> of an organism.[110] Fitness is measured by an organism's ability to survive and reproduce, which determines the size of its genetic contribution to the next generation.[110] However, fitness is not the same as the total number of offspring: instead fitness is indicated by the proportion of subsequent generations that carry an organism's genes.[111] For example, if an organism could survive well and reproduce rapidly, but its offspring were all too small and weak to survive, this organism would make little genetic contribution to future generations and would thus have low fitness.[110]	برازش فرگشتی [evolutionary fitness] یک ارگانیسم مفهومی مرکزی در گزینش طبیعی است [۱۱۰]. برازش با قابلیت یک ارگانیسم برای ماندگاری و باروری اندازه گیری می شود، که مقدار مشارکت آن ارگانیسم در نسل بعد را معلوم می کند [۱۱۰]. با این حال، برازش برابر تعداد فرزندان نیست، در عوض برازش از نسبت افرادی از نسل آینده که ژن های این ارگانیسم را دارند به دست می آید [۱۱۱]. برای مثال، اگر ارگانیسمی بتواند با سلامتی زنده بماند و سریع تولید مثل کند، اما نتاج او کوچکتر یا ضعیفتر از آن باشند که زنده بمانند، این ارگانیسم به مقدار ناچیزی در نسل های آینده مشارکت خواهد داشت و در نتیجه برازش پایینی خواهد داشت [۱۱۰].
If an allele increases fitness more than the other alleles of that gene, then with each generation this allele will become more common within the population. These traits are said to be "selected <i>for</i>." Examples of traits that can increase fitness are enhanced survival and increased <u>fecundity</u>. Conversely, the lower fitness caused by having a less beneficial or deleterious allele results in this allele becoming rarer—they are "selected <i>against</i>." [112] Importantly, the fitness of an allele is not a fixed characteristic; if the environment changes, previously neutral or harmful traits may become beneficial and previously beneficial traits become harmful.[64] However, even if the direction of selection does reverse in this way, traits that were lost in the past may not re-evolve in an identical form (see <u>Dollo's law</u>). [113][114] However, a re-activation of dormant genes, as long as they have not been eliminated from the genome and were only suppressed perhaps for hundreds of generations, can lead to the re-occurrence of traits thought to be lost like hind legs in <u>dolphins</u>, teeth in <u>chickens</u>, wings in wingless stick <u>insects</u>, tails and additional nipples in humans etc.[115] "Throwbacks" such as these are known as <u>atavisms</u>.	اگر یک الل برازش را بیشتر از الل دیگر آن ژن افزایش دهد، سپس در هر نسلی آن الل در جمعیت رایج تر می شود. اصطلاحن گفته می شود که «گزینش به سود» شدند. مثال هایی از صفتهایی که می توانند برازش را افزایش دهند آنهایی هستند که ماندگاری و باروری را بالا می برند. برعکس، برازش کمتر که از داشتن الل های کمتر سودمند یا مضر باشد، به نادرتر شدن آن الل ها می انجامد – این ها «گزینش به زیان» شده اند [۱۱۲]. مهمتر اینکه برازش یک الل یک مشخصه ثابت نیست و اگر محیط تغییر کند الل هایی که پیش از این اثر خنثی یا زیان بخش داشتند ممکن است سودمند شده و الل های پیش از این سودمند ممکن است زیان بخش شوند [۶۴]. با این حال، حتی اگر جهت گزینش به این صورت برعکس شود، صفتهایی که در گذشته از دست رفته بودند، ممکن است دوباره به شکل گذشته فرگشت نکنند (نگاه کنید به <u>قانون دولو</u> [Dollo law] [۱۱۳][۱۱۴]). اما فعال کردن دوباره ژن های خفته، تا زمانی که از ژنوم ناپدید نشده باشند و فقط شاید برای چند صد نسل سرکوب شده باشند، می تواند به ظهور دوباره صفتی که تصور می شده از بین رفته باشد بیانجامد، مانند پاهای عقب در <u>دلفین</u>، دندان در <u>مرغ</u>، بال در <u>حشرات</u> بی بال، دم و نوک پستان اضافی در انسان و غیره [۱۱۵]. «پرتاب به گذشته از این نوع با نام <u>اتاوایسم</u> [atavism] شناخته می شود.
1. In this article, the fitness of “one” allele has been mentioned	

several times. However, the example of of “one” allele must be extended to a large number of alleles and loci. Please remember that Darwinian-evolutionary “fitness” is the product of survival and fertility, each of which has many componets, and each component is under the influence of many loci.	1. در این متن بارها از برازش «یک» الل نام برده شده است. اما مثال زدن از «یک» الل باید به «تعداد زیادی» الل تعمیم داده شود. دقت کنید که برازش در مفهوم داروینی-فرگشتی آن حاصل ضرب ماندگاری و باروری است. هم ماندگاری و هم باروری اجزاء بسیار زیادی دارند و هر جزء تحت تاثیر تعداد زیادی جایگاه ژنی است.
Natural selection within a population for a trait that can vary across a range of values, such as height, can be categorised into three different types. The first is <u>directional selection</u>, which is a shift in the average value of a trait over time—for example, organisms slowly getting taller.[116] Secondly, <u>disruptive selection</u> is selection for extreme trait values and often results in <u>two different values</u> becoming most common, with selection against the average value. This would be when either short or tall organisms had an advantage, but not those of medium height. Finally, in <u>stabilising selection</u> there is selection against extreme trait values on both ends, which causes a decrease in <u>variance</u> around the average value and less diversity.[107][117] This would, for example, cause organisms to eventually have a similar height.	گزینش طبیعی در درون یک جمعیت برای صفتی که می تواند اندازه های متفاوتی داشته باشد، مثل اندازه قد، می تواند در سه نوع دسته بندی شود. دسته اول <u>گزینش جهت دار</u> [directional selection] است، که تغییر اندازه میانگین یک صفت در طول زمان است، برای مثال، ارگانیسم ها به تدریج قد بلندتر [یا کوتاه تر] پیدا میکنند^[۱۱۶]. دسته دوم، <u>گزینش شکافنده</u> [disruptive selection] است که افراد با اندازه های بسیار کم و زیاد «گزینش به سود» می شوند و منجر به فراوانی دو اندازه متفاوت شده، و اندازه های نزدیک به میانگین «گزینش به زیان» می شوند. در این حالت ارگانیسم های با قد بلند یا کوتاه مزیتی دارند که ارگانیسم های با قد متوسط ندارند. دسته سوم <u>گزینش بر جادارنده</u> [stabilising selection] است که گزینش به زیان اندازه های بسیار کم و زیاد در دو انتها صورت می گیرد، که باعث کم شدن پراکنش [variance] در حول میانگین و کم شدن گوناگونی می شود^{[۱۰۷][۱۱۷]}. برای مثال این نوع گزینش میتواند باعث این شود که ارگانیسم ها نهایتن قد مشابه داشته باشند.
1. To visualize different kinds of selection, consider distribution of a trait as in a bell-shaped normal distribution. With the right definition, and with the right statistical transformation, almost any trait can be shown with a normal distribution curve. 2. In evolutionary jargon “over time” means “over many generations”. 3. Directional selection is the selection of individuals that form one (or the other) end of the distribution. 4. Distruptive selection the selection of individuals that form both ends of the distribution. 5. Stablizing selection is the selection of individuals that form the middle of distribution.	1. برای درک ساده تر این بخش در نظر بگیرید که توزیع [distribution] اندازه صفت افراد مختلف یک جمعیت را با منحنی «نرمال = normal» نشان دهیم. با تعریف مناسب و یا با تکنیک های دیگرگونی آماری [transformation] تقریبی هر صفتی را می توان با یک منحنی نرمال نشان دارد. 2. در مباحث فرگشتی «در طول زمان» به معنی «در طی نسل ها» است. 3. گزینش جهت دار، گزینش افرادی است که در یک سر منحنی قرار دارند. 4. گزینش شکافنده، گزینش افراد دو سر منحنی است. 5. گزینش بر جادارنده، گزینش افراد نزدیک به وسط منحنی (نزدیک به میانگین) است.
Natural selection most generally makes nature the measure against which individuals and individual traits, are more or less likely to survive. "Nature" in	گزینش طبیعی عموماً برای طبیعت معیاری را می سازد که احتمال کم یا بیش زنده ماندن افراد و صفات آنها را با آن بسنجد. «طبیعت» در این مفهوم به اکوسیستم اشاره دارد، یعنی سیستمی

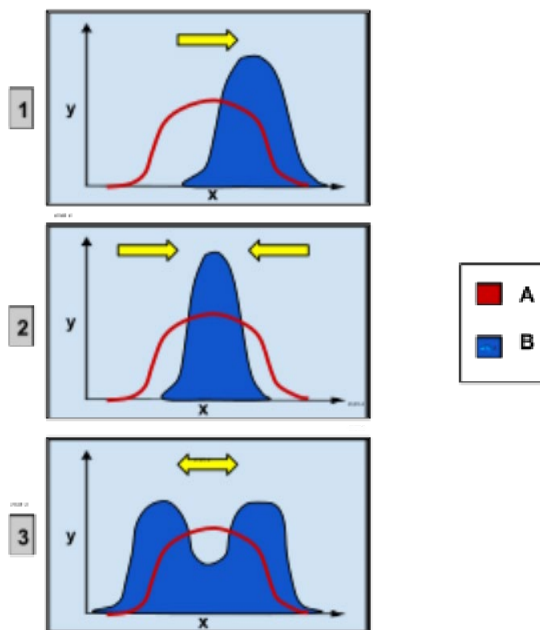
this sense refers to an <u>ecosystem</u>, that is, a system in which organisms interact with every other element, <u>physical</u> as well as <u>biological</u>, in their local environment. Eugene Odum, a founder of <u>ecology</u>, defined an ecosystem as: "Any unit that includes all of the organisms...in a given area interacting with the physical environment so that a flow of energy leads to clearly defined trophic structure, biotic diversity, and material cycles (i.e., exchange of materials between living and nonliving parts) within the system...."[118] Each population within an ecosystem occupies a distinct <u>niche</u>, or position, with distinct relationships to other parts of the system. These relationships involve the life history of the organism, its position in the <u>food chain</u> and its geographic range. This broad understanding of nature enables scientists to delineate specific forces which, together, comprise natural selection.	که ارگانیسم‌ها در تقابل با هر عنصر [element] دیگر، چه از نوع فیزیکی یا زیستی، در محیط بلافاصله آن‌ها قرار دارد. یوجین اودوم [Eugene Odum]، یکی از بنیان‌گذاران اکولوژی، اکوسیستم را چنین تعریف کرد: «هر واحدی که شامل تمام ارگانیسم‌ها ... در حوزه‌ای خاص که در تقابل با محیط فیزیکی باشند، به نحوی که یک جریان انرژی، به سمت ساختار با حدود خوب تعیین شده غذایی، پراکنش زیستیک [biotic]، چرخش مواد (مانند تبادل مواد بین بخش‌های زنده و غیر زنده) درون سیستم باشد»^[۱۱۸]. هر جمعیتی درون یک اکوسیستم یک <u>رنج</u> [niche] یا محل متمایزی را اشغال می‌کند که روابط متمایزی با دیگر بخش‌های اکوسیستم دارد. این روابط شامل تاریخ زندگی [life history] ارگانیسم، موقعیت ارگانیسم در <u>زنجیره غذایی</u> و دامنه جغرافیایی گسترش آن ارگانیسم است. این درک کلی از طبیعت دانشمندان را قادر می‌سازد تا بین نیروهایی که با هم گزینش طبیعی را می‌سازند، تفکیک قائل شوند.
1. This paragraph increases the likelihood of the Wiki writers to have ecology background. Consequently, their genetical inaccuracies becomes more understandable. Please notice that geneticists do not have monopoly over evolution, and evolution can be studied from many scientific perspectives. 2. The word "niche" is a habitat that has been "empty", and then becomes "occupied". Consider a river with a depth of two meters, with a variety of plants and animals living in it. Then because a natural event (such as a landslide) or an unnatural event (such as humans building a dam) a lake is created with a depth of 100 meters. The depth of this newly formed lake are at first empty. Those plant and animal species that can adapt to the empty spaces have occupied it. Therefore, "niche" is an empty habitat that becomes populated very quickly. This also happens in human society. For example, soon after "mobile phone" was invented, many individuals moved their businesses to this new niche. 3. "Life history" is a central concept in ecology.	1. این پاراگراف احتمال اینکه نویسنده یا نویسندگان این مقاله، پیشینه اکولوژی داشته باشند را بالا می‌برد. بنابراین، بی‌دقتی‌های ژنتیکی آن‌ها قابل فهم‌تر می‌شود. دقت کنید که فرگشت ملک اختصاصی ژنتیک‌دانان نیست و آن را از منظر شاخه‌های مختلف علمی می‌توان مطالعه کرد. 2. لغت «niche» می‌تواند به جایگاه ترجمه شود. ولی در مباحث فرگشتی، «niche» یک جایگاهی است که در ابتدا «خالی» است و بعداً موجودی آن را «اشغال» می‌کند. شاید یک مثال بتواند در فهم این مفهوم مهم کمک کند. فرض کنید که در رودخانه‌ای با عمق حداکثر دو متر، انواع گیاهان و جانوران زندگی می‌کنند. سپس در اثر یک حادثه طبیعی (مثل ریزش کوه) یا یک حادثه غیرطبیعی (مثل ساختن یک سد) مسیر آب تا حدودی بسته شده و دریاچه‌ای به عمق ۱۰۰ متر ایجاد شود. مناطق عمیق این دریاچه در ابتدا یک جایگاه خالی است. جمعیت‌های گیاهی و جانوری که بتوانند سریع به این جایگاه خالی رفته و با شرایط آن جا «سازگاری» پیدا کنند، آن جا را «اشغال» کرده‌اند. بنابراین «niche» یک جایگاه خالی است که زود پر می‌شود. همین حالت در اجتماع و اقتصاد هم وجود دارد. اختراع تلفن «موبایل» یک «niche» تازه می‌سازد و فروشندگانی را به آنجا می‌کشاند. من این را به ایجاد رخنه در یک سیستم موجود تشبیه می‌کنم و به همین دلیل لغت «رنج» را ترجمه گرفتم. 3. «تاریخ زندگی = life history» یک مفهوم محوری در اکولوژی است.

Natural selection can act at <u>different levels of organisation</u>, such as genes, cells, individual organisms, groups of organisms and species.[119][120][121] Selection can act at multiple levels simultaneously.[122] An example of selection occurring below the level of the individual organism are genes called <u>transposons</u>, which can replicate and spread throughout a genome.[123] Selection at a level above the individual, such as <u>group selection</u>, may allow the evolution of cooperation.[124]	گزینش طبیعی می‌تواند در سطوح مختلف ساختاری عمل کند، مانند ژن‌ها، سلول‌ها، ارگانیسم‌های منفرد، گروه‌های ارگانیسم‌ها و گونه [۱۱۹][۱۲۰][۱۲۱]. گزینش می‌تواند همزمان در چند سطح عمل کند [۱۲۲]. یک مثال از گزینش در سطح پایین‌تر از سطح ارگانیسم منفرد، ژن‌هایی هستند که <u>ترنسپوزان</u> [transposon] نامیده می‌شوند که می‌توانند در تمام طول ژنوم تکثیر پیدا کرده و گسترش یابند [۱۲۳]. گزینش در سطح بالاتر از فرد، مانند <u>گزینش گروهی</u>، ممکن است اجازه فرگشت همکاری را بدهد [۱۲۴].
Genetic hitchhiking	مفت‌سواری ژنتیکی
Recombination allows alleles on the same strand of DNA to become separated. However, the rate of recombination is low (approximately two events per chromosome per generation). As a result, genes close together on a chromosome may not always be shuffled away from each other and genes that are close together tend to be inherited together, a phenomenon known as <u>linkage</u>. [125] This tendency is measured by finding how often two alleles occur together on a single chromosome compared to <u>expectations</u>, which is called their <u>linkage disequilibrium</u>. A set of alleles that is usually inherited in a group is called a <u>haplotype</u>. This can be important when one allele in a particular haplotype is strongly beneficial: natural selection can drive a <u>selective sweep</u> that will also cause the other alleles in the haplotype to become more common in the population; this effect is called genetic hitchhiking or genetic draft. [126] Genetic draft caused by the fact that some neutral genes are genetically linked to others that are under selection can be partially captured by an appropriate effective population size. [127]	نوترکیبی به ال‌ها مجال می‌دهد روی یک رشته DNA از یکدیگر جدا شوند. با این حال، میزان نوترکیبی پایین است (تقریباً دو نوترکیبی در هر کروموزوم در هر نسل). در نتیجه، ژن‌های نزدیک به هم در یک کروموزوم همیشه از هم جدا نمی‌شوند و معمولاً با هم به ارث می‌رسند، پدیده‌ای که به آن اتصال ژنی [genetic linkage] می‌گویند [۱۲۵]. این گرایش را از راه پیدا کردن دفعاتی که دو ژن در یک کروموزوم با هم به ارث می‌رسند و مقایسه آن با انتظارات، اندازه می‌زنند، که عدم تعادل اتصالی [linkage disequilibrium] نامیده می‌شود. تعدادی ال که معمولاً با هم به ارث می‌رسند <u>هپلوטיפ</u> [haplotype] خوانده می‌شود. اتصال ژنی می‌تواند مهم باشد زیرا وقتی یکی از ال‌ها قویاً سودمند باشد گزینش طبیعی می‌تواند یک <u>گزینش جمعی</u> [selective sweep] را به پیش ببرد که باعث می‌شود دیگر ال‌های آن هپلوטיפ در جمعیت رایج‌تر شوند. این اثر مفت‌سواری ژنتیکی [genetic hitchhiking] یا رانش ژنتیکی نام دارد [۱۲۶]. اینکه رانش ژنتیکی ناشی از اتصال ژنتیکی برخی ژن‌های خنثی باشد که تحت تاثیر گزینش باشند را می‌توان تا حدودی با اندازه موثر جمعیت [effective population size] مناسب توضیح داد [۱۲۷].
1. Sometimes nagging is good for your mental health. If I were going to write about genetic linkage, I would probably wouldn't go back in time further than 1920s (!) and the works of pople like Morgan. Refering to reference number 125, published in 2000, whose main subject is not linkage, is a bit strange. Is this the publication that the Wiki writer first learned about linkage?	1. گاهی غر زدن به سلامت عقل کمک می‌کند! اگر من بخواهم راجع به کشف اتصال ژنی مآخذی بیاورم، احتمالاً خیلی در زمان عقب نمی‌روم و در سال‌های ۱۹۲۰ (!) و کارهای مورگان توقف می‌کنم. اشاره به مآخذ شماره ۱۲۵ که در سال ۲۰۰۰ منتشر شده و اتصال ژنی موضوع اصلی آن نیست، قدری غریب است.

2. To consider genetic hitchhiking and genetic drift as one concept, as has been mentioned here is wrong, definitely wrong. In reference number 126, the size of their effects have been compared, but they are not considered to be the same concept. This is just a misunderstanding. You can compare the effect of tens of processes on allele And genotype frequencies, and it doesn't mean that those processes are the same. 3. The last sentence of this paragraph is in conflict with the claim that genetic hitchhiking and genetic drift are the same. Reference number 127 also disagrees with the Wiki writers claim. In the abstract of reference 127 you can read: "Moreover, these rates are only weakly dependent on population size, again contrary to the strong dependency of drift-based dynamics." 4. General conclusion is that Wiki writers have misunderstood these concepts. 5. The difference of opinion between Wiki writers and myself is a natural part of scientific discussions. If we were going to conduct this discussion outside of Wikipedia, we would have referred to more experiments, equations, numbers, and statistical analyses. In any case, science is about building theories, refuting them, and building better theories. Each new theory reduces our ignorance a little bit, and adds a lot to our questions.	2. برابر دانستن «مفت‌سواری ژنتیکی» و «رانش ژنتیکی»، به این شکلی که در اینجا آمده، محقق غلط است و بسیار هم غلط است. در مآخذ شماره ۱۲۶ اندازه اثر این دو پدیده مقایسه شده‌اند، ولی این‌همانی بین آن‌ها وجود ندارد. این سوءتفاهمی بیش نیست. اثر ده‌ها روند مختلف روی تواترهای الل‌ها را می‌توان اندازه زد، ولی این به آن معنی نیست که آن روندها این‌همانی دارند. 3. نکته جالب اینکه جمله آخر در تناقض با ادعای برابری «مفت‌سواری ژنتیکی» و «رانش ژنتیکی» است. مآخذ شماره ۱۲۷ هم ادعای ویکی‌نویسان را رد می‌کند. در خلاصه مآخذ ۱۲۷ آمده «Moreover, these rates are only weakly dependent on population size, again contrary to the strong dependency of drift-based dynamics.» که ترجمه‌اش می‌شود «مضافاً، این میزان‌ها فقط به صورتی ضعیف به اندازه جمعیت وابسته است، برخلاف وابستگی شدید این پدیده به دینامیک‌های رانش‌بنیاد». 4. نتیجه کلی اینکه ویکی‌نویسان در درک این موضوع دچار سوءتفاهم هستند. 5. این اختلاف نظری که بین من و ویکی‌نویسان مشاهده می‌کنید، بخشی طبیعی از مباحثات علمی است. اگر قرار بود ما این بحث را بجای ویکی‌پدیا در محافل علمی انجام می‌دادیم، آزمایش و فرمول و عدد و رقم به حل اختلاف نظر کمک می‌کرد. بهر جهت علم است و ساختن یک نظریه، رد کردن آن و ساختن یک نظریه بهتر، و ادامه این روند. هر نظریه تازه قدری از نادانی ما کم می‌کند و قدری به تعداد سوالات ما اضافه می‌کند.
Sexual selection	گزینش جنسی
A special case of natural selection is sexual selection, which is selection for any trait that increases mating success by increasing the attractiveness of an organism to potential mates.[128] Traits that evolved through sexual selection are particularly prominent among males of several animal species. Although sexually favoured, traits such as cumbersome antlers, mating calls, large body size and bright colours often attract predation, which compromises the survival of individual males.[129][130] This survival disadvantage is balanced by higher reproductive success in males that show these <u>hard-to-fake</u>, sexually selected traits.[131]	نوع خاصی از گزینش طبیعی گزینش جنسی است که گزینش برای هر صفتی است که موفقیت آمیزشی را به وسیله افزایش جذابیت یک ارگانیسم برای جفت‌های احتمالی، بالا ببرد [۱۲۸]. صفت‌های که از راه گزینش جنسی فرگشت پیدا می‌کنند در نرهای ارگانیسم‌ها بروز بیشتری دارند. صفاتی مانند شاخ‌های بزرگ درهم‌پیچیده، آوازهای آمیزشی، اندازه بدن بزرگ و رنگ‌های زیبا اگرچه از نظر جنسی ممکن است پسندیده باشند، توجه موجودات شکارگر را جلب می‌کنند که ماندگاری افراد نر را به خطر می‌اندازند [۱۲۹][۱۳۰]. اثر منفی بر ماندگاری در نرهایی که این صفات پرهزینه گزینش جنسی شده را نشان می‌دهند با موفقیت بالاتر تولیدمثلی مقابله می‌شود [۱۳۱].

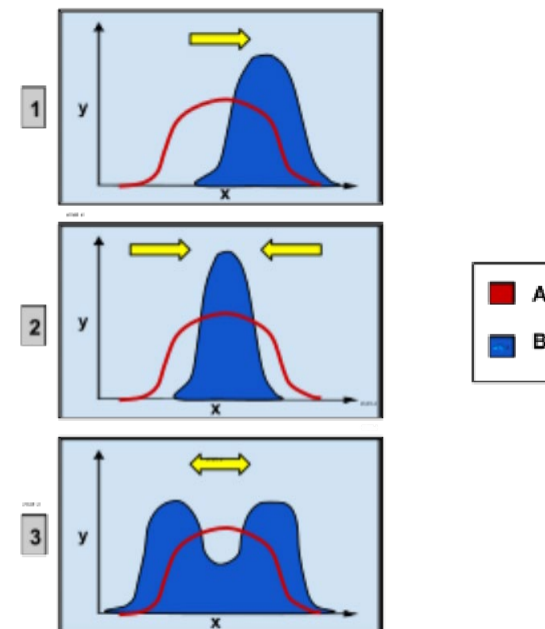
1. Darwin's definition of sexual selection was selection for traits that were supposed to be unrelated to fitness. Of course, later it was shown that the examples used by him or others could have been fitness related, though a more elaborate mechanism. To use sexual selection for fitness related traits or not may be considered a matter of taste!

1. از نظر داروین گزینش جنسی نوعی از گزینش بود که ربطی به گزینش طبیعی نداشت، به این معنی که داروین تصور می کرد صفت های مورد نظر ربطی به برازش نداشتند. اما بعدها نشان داده شد که برخی از مثال هایی که او و دیگران استفاده کرده اند، در واقع به برازش ربط داشته اند. اینکه برای این قبیل صفت ها اصطلاح گزینش جنسی بکار ببریم یا نه، تا حدی بستگی به سلیقه دارد!



These charts depict the different types of genetic selection. On each graph, the x-axis variable is the type of phenotypic trait and the y-axis variable is the number of organisms. Group A is the original population and Group B is the population after selection.

Graph 1 shows directional selection, in which a single extreme phenotype is favoured.



شکل های بالا انواع گزینش ژنتیکی را نمایش می دهند. در هر شکل متغیر محور x نوع صفت فنوتیپی را نشان می دهد و متغیر محور y تعداد ارگانیسم ها را نشان می دهد. رنگ قرمز جمعیت را پیش از گزینش و رنگ آبی جمعیت را پس از گزینش نشان می دهد.

شکل ۱ گزینش جهت دار را نشان می دهد، که در آن فنوتیپ انتهایی گزینش می شود. شکل ۲ گزینش برجا دارنده را نشان می دهد، که در آن فنوتیپ میانی بر فنوتیپ های انتهایی ترجیح دارند.

Graph 2 depicts stabilizing selection, where the intermediate phenotype is favoured over the extremetraits. Graph 3 shows disruptive selection, in which the extreme phenotypes are favoured over the intermediate.	شکل ۳ گزینش برهم‌زننده را نشان می‌دهد، که در آن فنوتیپ‌های انتهایی بر فنوتیپ‌های میانی ترجیح دارند.
Genetic drift	رانش ژنتیکی
Genetic drift is the random fluctuations of <u>allele frequencies</u> within a population from one generation to the next.[132] When selective forces are absent or relatively weak, allele frequencies are equally likely to <i>drift</i> upward or downward at each successive generation because the alleles are subject to <u>sampling error</u>. [133] This drift halts when an allele eventually becomes fixed, either by disappearing from the population or replacing the other alleles entirely. Genetic drift may therefore eliminate some alleles from a population due to chance alone. Even in the absence of selective forces, genetic drift can cause two separate populations that began with the same genetic structure to drift apart into two divergent populations with different sets of alleles.[134]	رانش ژنتیکی نوسانات تصادفی تواتر <u>الل‌ها</u> درون یک جمعیت از نسلی به نسل دیگر است [۱۳۲]. وقتی نیروهای گزینشی غایب یا نسبتن ضعیف هستند، تواتر الل‌ها با احتمال برابر به بالا یا به پایین رانش دارد زیرا الل‌ها در معرض <u>خطای نمونه‌گیری</u> [sampling error] هستند [۱۳۳]. وقتی یک الل نهایتاً تثبیت شود، یا با ناپدید شدن از جمعیت یا با جایگزینی کامل الل دیگر، رانش باز می‌ایستد. بنابراین رانش ژنتیکی، برخی الل‌ها را تنها بر حسب تصادف از جمعیت حذف می‌کند. حتی در غیبت نیروهای گزینشی، رانش ژنتیکی می‌تواند باعث شود دو جمعیت که از یک ساختار ژنتیکی شروع شده‌اند، شروع به رانش کرده و به دو جمعیت واگرا با تواتر الل متفاوت تبدیل می‌شوند [۱۳۴].
1. Definition if genetic drift has been referred to Chapter 3 of reference number 132. The right chapter is actually Chapter 7. 2. It now seems to me that “genotype frequency” has been totally ignored in this article. My recommendation is for you to think also about “genotype frequency” very time “allel frequency” is mentioned.	1. تعریف رانش ژنتیکی به فصل سوم ماخذ شماره ۱۳۲ ارجاع داده شده. ارجاع صحیح فصل هفتم است. 2. در این مقاله تغییر تواتر ژنوتیپ‌ها (ترکیب دو الل در یک جایگاه) کاملن فراموش شده است. توصیه من این است که هرجایی که صحبت از تواتر الل‌هاست، به تواتر ژنوتیپ‌ها هم فکر کنید.
The <u>neutral theory of molecular evolution</u> proposed that most evolutionary changes are the result of the fixation of <u>neutral mutations</u> by genetic drift.[135] Hence, in this model, most genetic changes in a population are the result of constant mutation pressure and genetic drift.[136] This form of the neutral theory is now largely abandoned, since it does not seem to fit the genetic variation seen in nature.[137][138] However, a more recent and better-supported version of	<u>نظریه فرگشت مولکولی خنثی</u> [neutral theory of molecular evolution] مدعی است که بیشتر تغییرات فرگشتی محصول تثبیت <u>جهش‌های خنثی</u> توسط رانش ژنتیکی است [۱۳۵]. از این رو، در این مدل، بیشتر تغییرات ژنتیکی در یک جمعیت محصول فشار دائمی جهش و رانش ژنتیکی است [۱۳۶]. این شکل از نظریه خنثی در حال حاضر تا حد زیادی متروک است، زیرا به نظر می‌رسد که با مشاهدات تغییرات ژنتیکی در طبیعت هم‌خوانی ندارد [۱۳۷][۱۳۸]. با این حال،

this model is the <u>nearly neutral theory</u>, where a mutation that would be effectively neutral in a small population is not necessarily neutral in a large population.[107] Other alternative theories propose that genetic drift is dwarfed by other stochastic forces in evolution, such as genetic hitchhiking, also known as genetic draft.[133][127][139]	طرحی تازه‌تر و پشتوانه‌دارتر از این مدل به نام <u>نظریه تقریباً خنثی</u>، که در آن یک جهش، در یک جمعیت کوچک عملن خنثی و در یک جمعیت بزرگ لزوماً خنثی نیست، به وجود آمده است [۷-۱]. نظریه‌های جایگزین دیگر، مانند مفت‌سواری ژنتیکی که با نام وزش ژنتیکی هم خوانده می‌شود، پیشنهاد می‌کنند که رانش ژنتیکی کم‌اثرتر از دیگر نیروهای تصادفی فرگشت، مانند مفت‌سواری ژنتیکی، است [۳۳-۱][۲۷-۱][۳۹-۱].
1. With all due respect, I must say there are so many confusions in this paragraph that I don't know how to start! 2. First a linguistic comment: Playing with the words "drift" and "draft", is as silly as it can get. It reminds me of something that Ernst Mayr had said once. In my wording it was: "If we were to invent a new term for any slight modification in a concept, we would be flooded by new terms". 3. My opinion about Neutral Mutatition Theory is what I have said before. Here, I should say that the findings in one branch of science may take many years to reach scientists in other branches! I will explain this in more detail in Point 7 below. 4. To misunderstand other scientists findings ans writings is also common, not to mention the occasions that views of other scientists are misrepresented so that thay can be refuted more easiliy! 5. We should not forget that scientists are also humans, with all the flaws that all humans have. A scientist may think he/she can achieve prominence if he/she can refute the theories of another (great) scientist. Just like the fame that Darwin achieved after refuting the theories of his predecessors, or Kimura that put limit to the extention of Darwin's theories to molecular evolution. Therefore, it is natural that many claims about refuting previous theories may be made. The fate of most of such claims is similar to what Kimura has predicted for allales (!): most of such claims have no effect (are neutral), some are slightly deleterious, and occasionally they might improve our understanding. 6. The above point is the key success factor for "science". No one achieves prominence by just approving previous scientists' theories. But, doubting previous theories, and attempt to refute them leads to continuous scientific progress. Here lies the wisdom	1. با عرض معذرت باید بگویم که در این پاراگراف چنان آسمان-ریسمان بافی شده که نمی‌دانم از کجا شروع کنم. 2. اول یک توضیح لغوی: لغت «رانش = drift» لغتی است که در رابطه با آب به کار می‌رفته است، مثلن در مورد قایقی که روی آب سرگردان است و یا تنه شکسته درخت که آب دریا با خود آورده. ترکیب «genetic drift = رانش ژنتیکی» نزدیک ۱۰۰ سال سابقه دارد. حال که می‌خواهند تغییری در این «مفهوم» به وجود بیاورند، می‌خواهند اسم «مفهوم» را هم کمی عوض کنند و به جای کلمه «drift» از کلمه «draft» استفاده کنند. البته که کلمه «draft» لغتی است که در رابطه با هوا به کار می‌رود، مثلن هوایی که از درز پنجره می‌آید و یا بادی که در یک راهرو بپیچد. به نظر تبدیل رانش به وزش، قدری «لوس» است! 3. نظر من در باره نظریه جهش‌های خنثی همان است که پیش از این گفته‌ام. اینجا باید توضیح بدهم که در تاریخ علم زیاد اتفاق افتاده است که یافته‌های یک شاخه از علم با تاخیر به دانشمندان شاخه‌های دیگر برسد (این را در نکته ۷ باز می‌کنم). 4. این اتفاق هم که از گفته‌ها و یافته‌های دگران سوءبرداشت داشته باشند، و بعد سوءبرداشت خود را به گردن آن دیگری انداخته ورد کنند، زیاد اتفاق می‌افتد. 5. نباید فراموش کنیم که دانشمندان هم انسان هستند و مثل هر انسان دیگری ضعف‌های خود را دارند. مثلن اگر کسی بتواند حرفی را که یک دانشمند بزرگ گفته ابطال کند، فکر می‌کند برای خود جایگاهی والا ساخته است. مثل آنکه داروین با رد نظریات دانشمندان پیشین نام خود را آوازه زبان‌ها ساخت، یا کیمورا با محدود کردن نظریات داروین دانشمندی شناخته شده گردید. بنابراین تلاش زیادی هم صورت می‌گیرد که نظریات دانشمندان پیشین را رد کنند تا نامی برای خود بسازند. سرنوشت بیشترین این تلاش‌ها همان سرنوشتی است که کیمورا برای ژن‌ها توصیف کرده: درصد زیادی از آن‌ها هیچ اثر قابل توجهی ندارند (خنثی هستند)، برخی اثرات مضر کوچکی دارند، و گاهی هم (به ندرت) تلاشی به بهبود نظریات و یا ایجاد نظریه جدید و بهتری می‌انجامد. 6. نکته بالا رمز موفقیت علم است. کسی از تائید نظریات قبلی به نام و نان نمی‌رسد.

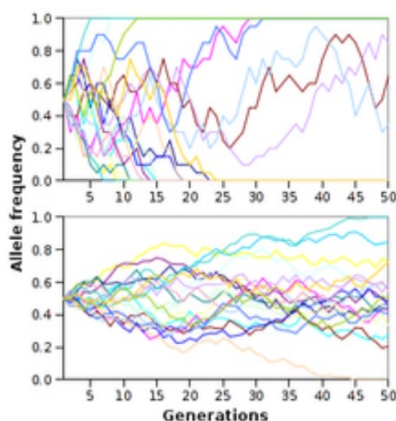
in knowing that “all scientific theories are wrong”, but it takes time to refute them. Also here is wisdom in knowing that “all scientific theories are usefull for a short time, or a few phenomena”. 7. In any case, here the Neutral Mutation Theory is the victim of a misunderstanding. Another Japanese scientist, Ohta, who has had a lot of cooperation with Kimura, has maintained from 1971 that nearlu neutral mutations, or slightly deleterious mutations can be included in the Kimura’s original Neutral Mutation Theory from 1968. Kimura’s book from 1983 includes discussions about this. It seems that Wiki writers are not so familiar with Ohta’s views. [Is it because Ohta is a woman? Don’t be a chauvinist pig!] 8. In my opinion the concept of “genetic hitchhiking” can easily be explained by the old quantitative genetic concept of genetic correlation and correlated response to selection. It can also be easily handled with the old population concept of linkage disequilibrium. There is no need for so much acrobatics that Wiki writers are referring to. In any case, genetic hitchhiking is not genetic drift, and there is no other random process than genetic drift.	اما تردید در نظریه‌های پیشین و سعی و تلاش برای ابطال و یا بهبود آن‌ها به پیشرفت دائمی علم می‌انجامد. اینجاست که باید فهمید که «همه نظریه‌های علمی غلط هستند» و اثبات غلط بودن آن‌ها زمان می‌برد، گاهی کم و گاهی زیاد. در ضمن هم اینجاست که باید فهمید که «همه نظریات علمی برای مدتی و یا گوشه‌ای سودمند هستند» 7. بهر جهت، در اینجا نظریه جهش‌های خنثی و بانی آن، کیمورا [Kimura]، قربانی یک سوءبرداشت شده‌اند. یک دانشمند دیگر ژاپنی به نام اوتا [Ohta]، که با کیمورا هم همکاری زیادی داشته است، از سال ۱۹۷۱ حضور جهش‌های تقریبی خنثی و مختصرن مضرا در چهارچوب نظریه جهش‌های خنثی گنجانده بودند. به نظر می‌رسد ویکی‌نویسان با تاخیر با نظرات اوتا آشنا شده‌اند. 8. از نظر من پدیده «مفت‌سواری ژنتیکی» را با استفاده از پدیده «همبستگی ژنتیکی = genetic correlation» در چهارچوب ژنتیک کتی، و با استفاده از پدیده «عدم تعادل اتصالی = linkage disequilibrium» در چهارچوب ژنتیک جمعیت، به راحتی می‌توان توضیح داد. به این «اکروبات بازی‌های» ویکی‌نویسان هم احتیاجی نیست. بهر جهت مفت‌سواری ژنتیکی، رانش ژنتیکی نیست و بجز رانش ژنتیکی نیروی تصادفی دیگری وجود ندارد.
The time for a neutral allele to become fixed by genetic drift depends on population size, with fixation occurring more rapidly in smaller populations.[140] The number of individuals in a population is not critical, but instead a measure known as the effective population size.[141] The effective population is usually smaller than the total population since it takes into account factors such as the level of inbreeding and the stage of the lifecycle in which the population is the smallest.[141] The effective population size may not be the same for every gene in the same population.[142]	زمان لازم برای تثبیت یک الل خنثی از راه رانش ژنتیکی به اندازه جمعیت بستگی دارد [۱۴۰]. تعداد افراد در جمعیت اهمیت ثانوی دارد، در عوض مفهوم اندازه موثر جمعیت نقش مهمی دارد [۱۴۱]. اندازه موثر جمعیت معمولن کمتر از تعداد افراد جمعیت است زیرا عواملی مانند سطح هم‌آمیزی و آن نسل‌هایی که یک جمعیت کوچکترین اندازه را داشته، در نظر می‌گیرد [۱۴۱]. اندازه موثر جمعیت ممکن است برای ژن‌های مختلف فرق کند.
1. Effective population size is a key and important concept in both population and quantitative genetics. In the same way that heritability had one conceptual definitions and four operational definitions, effective population size has one conceptual dedinition, and probably tens of operational definitions. The conceptual definition can be seen in the following funny sentence:	1. اندازه موثر جمعیت [effective population size] یک مفهوم کلیدی و مرکزی در ژنتیک جمعیت و ژنتیک کتی است. همان طوری که «وراثت‌پذیری» یک تعریف مفهومی و چهار تعریف اجرایی داشت، اندازه موثر جمعیت یک تعریف مفهومی و شاید ده‌ها تعریف اجرایی داشته باشد. تعریف مفهومی آن را در این عبارت خنده‌دار

"Effective population size of a real population is the number of individuals in an idealized population that leads to the same inbreeding coefficient as in the real population"! Opening up this definition and explaining all the operational definition needs hundreds (if not thousands) of pages.

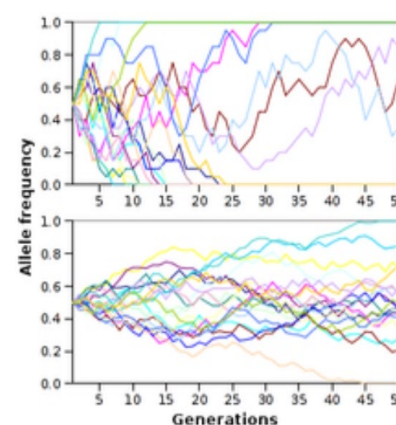
2. In the above paragraph the Wiki writers wanted to say is that, one of the operational definitions of effective population size depends on the mating structure and family size variance in a generation. Also, the effective population size across generations depends on the geometric mean of effective population size in different generation.

می‌بینید: «اندازه موثر جمعیت برای یک جمعیت واقعی تعداد افراد یک جمعیت آرمانی [idealized population] است که ضریب هم آمیزشی آن مساوی ضریب هم آمیزشی آن جمعیت واقعی باشد». برپایه این تعریف مفهومی، که واقعاً پیچیده است، دهها تعریف اجرایی وجود دارد. شرح کامل اندازه موثر جمعیت، و روشهای اندازه گیری آن، هفتاد من کاغذ لازم دارد.

2. آن چیزی که بند بالا می‌خواهد بگوید این است که محاسبه اندازه موثر جمعیت، در یک نسل تابعی از ساختار آمیزشی (تعداد موجودات نر و ماده و نسبت نر به ماده) و واریانس اندازه خانواده است. اندازه موثر جمعیت برای نسلهای متوالی از روی میانگین هندسی نسلهای مختلف به دست می‌آید.



Simulation of genetic drift of 20 unlinked alleles in populations of 10(top) and 100 (bottom). Drift to fixation is more rapid in the smaller population.



شبیه سازی رانش ژنتیکی برای ۲۰ آلل غیرمتصل در یک جمعیت با ۱۰ فرد (شکل بالا) و ۱۰۰ فرد (شکل پایین). رانش به تثبیت در جمعیت کوچک سریعتر صورت می‌گیرد.

It is usually difficult to measure the relative importance of selection and neutral processes, including drift.[143] The comparative importance of adaptive and non-adaptive forces in driving evolutionary change is an area of current research. [144]

معمولاً اندازه گیری اهمیت نسبی گزینش و روندهای خنثی، شامل رانش، دشوار است [۱۴۳]. اهمیت مقایسه‌ای نیروهای سازگارانه و ناسازگارانه در پیشبرد فرگشت یکی از زمینه‌های تحقیقاتی کنونی است [۱۴۴].

1. Being neutral and being subjected to genetic drift are artially

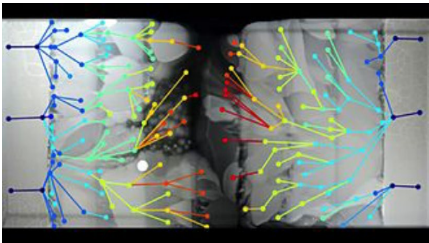
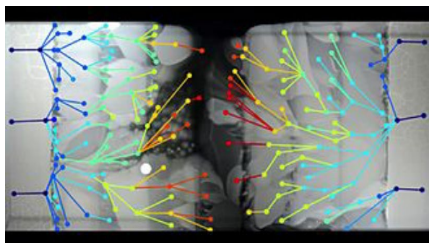
independent. Any allele, irrespective of its effect being positive or negative, is subject to genetic drift in small populations. 2. First, please notice that reference number 144 was published in 2005, and cannot indicate the trends in 2021. Second, comparison of different evolutionary forces has been a hot research topic in the last 160 ears!!	1. خنثی بودن و در معرض رانش بودن دو مفهوم جدا هستند. هر ژنی، صرفنظر اینکه اثرش مثبت، منفی یا خنثی باشد، در جمعیت‌های کوچک در معرض رانش قرار دارد. 2. اول آنکه ماخذ ۱۴۴ مربوط است به سال ۲۰۰۵ و دیگر نمی‌تواند برای زمینه‌های کنونی تحقیقات به کار رود. دوم آنکه مطالعه مقایسه‌ای نیروهای فرگشتی بیش از ۱۶۰ سال است که موضوع داغ تحقیقاتی است!!
Gene flow	جریان ژنی
Gene flow involves the exchange of genes between populations and between species.[99] The presence or absence of gene flow fundamentally changes the course of evolution. Due to the complexity of organisms, anytwo completely isolated populations will eventually evolve genetic incompatibilities through neutral processes,as in the Bateson-Dobzhansky-Muller model, even if both populations remain essentially identical in terms oftheir adaptation to the environment.	جریان ژنی مبادله ژنی بین جمعیت‌ها و بین گونه‌ها را در بر می‌گیرد [۹۹]. حضور و غیبت جریان ژنی تغییر اساسی در مسیر فرگشت ایجاد می‌کند. به علت پیچدگی ارگانیسم‌ها، دو جمعیت کاملن مجزا، حتی اگر هر دو جمعیت در سازگاری با محیط همسان باقیمانده باشند، از طریق روندهای خنثی، مانند مدل بیتسون-دوبزینسکی-مولر [Bateson-Dobzhansky-Muller]، نهایتن ناهمخوانی‌های ژنتیکی پیدا می‌کنند.
If genetic differentiation between populations develops, gene flow between populations can introduce traits oralleles which are disadvantageous in the local population and this may lead to organisms within these populations evolving mechanisms that prevent mating with genetically distant populations, eventually resultingin the appearance of new species. Thus, exchange of genetic information between individuals is fundamentally important for the development of the <i>Biological Species Concept</i> (BSC).	اگر انشعاب ژنتیکی بین جمعیت‌ها صورت بگیرد، جریان ژنی بین جمعیت‌ها می‌تواند به ورود صفت‌ها یا ال‌هایی که در جمعیت محلی مضر هستند بیانجامد و این باعث شود که ارگانیسم‌های درون جمعیت مکانیسم‌های فرگشتی ایجاد کنند که از آمیزش بین جمعیت‌هایی که از نظر ژنتیکی دور از هم هستند، جاوگیری کند، و نهایتن به پیدایش گونه‌ای جدید بیانجامد. به این ترتیب تبادل اطلاعات ژنتیکی بین افراد اساسن برای توسعه مفهوم گونه زیست‌شناسانه [Biological Species Concept = BSC] مهم است.
During the development of the modern synthesis, Sewall Wright developed his <i>shifting balance theory</i>, which regarded gene flow between partially isolated populations as an important aspect of adaptive evolution.[145] However, recently there has been substantial criticism of the importance of the shifting balance theory.[146]	در طول توسعه نظریه سنتز مدرن، سیوال رایت نظریه تعادل انتقالی [Shifting Balance theory] خود را ارائه کرد، که جریان ژنی بین جمعیت‌هایی را که بطور نسبی مجزا هستند عاملی مهم در فرگشت سازگاران می‌شناخت [۱۴۵]. با این حال، این اواخر نظریه تعادل انتقالی با انتقاداتی روبرو شده است [۱۴۶].

1. Wright's first publication in this area is from 1932. 2. Reference number 146 which has been branded as "recently" was published in 1997 (23-24 years ago?).	1. مقاله اول رایت در این زمینه، در سال ۱۹۳۲ نوشته شده است. 2. ماخذ شماره ۱۴۶ که بالغت «اواخر» به آن اشاره شده، مربوط است به سال ۱۹۹۷.
Mutation bias	جهش سوگیرانه
Mutation bias is usually conceived as a difference in expected rates for two different kinds of mutation, e.g., transition-transversion bias, GC-AT bias, deletion-insertion bias. This is related to the idea of <u>developmental bias</u>.	<u>جهش سوگیرانه</u> معمولن تفاوت در میزان مورد انتظار دو نوع مختلف جهش است، مثلن سوگیری باهم-بایکدیگر [transition-transversion]، سوگیری GC-AT، سوگیری افزوده-کاسته [deletion-insertion]. جهش سوگیرانه به مفهوم <u>سوگیری رشدی</u> [developmental bias] مربوط است.
1. Again, Wiki writers have gone into details without explaining the basics. 2. There are four types of nucleobases in DNA. Two of them have a single cycle Cytosine (C), and Thymine (T), and are among Pyrimidine bases. And the other two are Adenine (A), and Guanine (G) and are among Purine bases. 3. The "transition-transversion bias" is the difference between mutations within the Pyrimidine and within the Purine groups, or mutations from one group to the other. 4. The "GC-AT bias" is related to the difference in the content of G and C bases, compared to the A and T bases. 5. The "deletion-insertion bias", probably more commonly written as "insertion-deletion bis", is the addition or elation of a segment of chromosome. The length of chromosome segment can be from one nucleotide and up to millions of them. 6. In my opinion, discussin the subject of mutation bias is to go into unnecessary and unimportant subjets. If all subjects of equal relevance wer going to be included, then this article should be thousands of pages. As an example, reference number 3, which is a book of more than 700 pages, does not mention mutation bias	1. باز هم ویکی‌نویسان بدون شرح مقدمات، به شرح جزئیات پرداخته‌اند. 2. بازهای آلی موجود در DNA در دو گروه پیریمیدین (تک حلقه‌ای شامل سیتوزین C و تیمین T) و پیریمیدین (دو حلقه‌ای شامل ادنین A و گوانین G) هستند. 3. سوگیری باهم-بایکدیگر تفاوت در میزان جهش از یک باز آلی به باز آلی دیگر درون گروه خود (با هم) و جهش از یک باز آلی به باز آلی دیگر در گروه دیگر (با یکدیگر) است. 4. سوگیری GC-AT مربوط است به تفاوت تعداد دو باز آلی C و G به نسبت تعداد دو باز آلی A و T. 5. سوگیری deletion-insertion که نوشتن آن به صورت insertion-deletion معمول‌تر است، اضافه شدن یا کم شدن بخشی از کروموزوم است. بخش افزوده-کاسته می‌تواند از یک تا میلیون‌ها نوکلئوتید باشد. 6. از دیدگاه من، این بخش [جهش سوگیرانه] را باید وارد شدن در موضوعاتی فرعی و بسیار کم اهمیت قلمداد کرد که در مورد آن‌ها هیچ توافق عمومی وجود ندارد، و همچنین جایی در یک مقاله ویکی‌پدیایی ندارند. اگر بنا باشد موضوعاتی شبیه این در اینجا بیاید، آنگاه طول این مقاله به هزاران صفحه خواهد رسید. به عنوان مثال در ماخذ شماره ۳ که کتابی بیش از ۷۰۰ صفحه است به موضوع جهش سوگیرانه

at all.	اصلن اشاره‌ای نشده است.
Haldane[147] and Fisher[148] argued that, because mutation is a weak pressure easily overcome by selection, tendencies of mutation would be ineffectual except under conditions of neutral evolution or extra ordinarily high mutation rates. This opposing-pressures argument was long used to dismiss the possibility of internal tendencies in evolution,[149] until the molecular era prompted renewed interest in neutral evolution.	هلدین [۱۴۷] و فیشر [۱۴۸] استدلال کردند که به علت آنکه نیروی گزینش به راحتی بر نیروی ضعیف جهش غلبه می‌کند، اثرات جهش، به جز تحت شرایط فرگشت خنثی یا میزان بسیار بالای جهش، ناموثر خواهد بود. تقابل نیروهای مختلف فرگشتی، برای مدتی طولانی برای رد امکان تمایلات درونی [internal tendencies] برای فرگشت [۱۴۹] استفاده می‌شد، تا آن که فرارسیدن دوران مولکولی علاقه به فرگشت خنثی را دوباره زنده کرد.
1. This paragraph is in disagreement with some previous paragraphs, and is also problematic from another point of view. 2. Wiki writers have rejected two versions of evolution by neutral mutations before (Wright, 1932; and Kimura, 1968), Now, they are re-introducing it in a vague form. 3. More importantly, up to here nothing about “internal tendencies in evolution” had been mentioned. It is not clear what, or who, the sources of these internal tendencies are. Are these at the locus, individual, or population level? How do they work? Are they teleological? A problem of such claims is that those who make these claims do not have a clear stance against Lamarck, or the tendencies that Lamarck’s God has placed in the essence of every living being! In my ears and eyes, the claims of “internal tendencies” is very similar to the “natural theology” of 17th, 18th, and the first half of 19th centuries. 4. The other problem of this paragraph is that it tries to explain variation at levels of biological complexity with one theory. In some levels, for some traits (in the widest meaning of the word) and some tempo-spatial conditions one theory is useful, and at other conditions other theories are useful. 5. May I remind that in modern physics we still don’t have a theory that can explain all four forces of the nature (weak, strong, electromagnetism, and gravity. Not to mention the possibility of the yet unknown fifth force). The equivalent of such theory does not exist in biology or evolution.	1. این بند هم از آن بندهایی است که هم با بندهای پیشین تناقض دارد و هم تناقض درونی دارد. 2. ویکی نویسان، پیش از این دو مدل مختلف فرگشت با روندهای تصادفی از راه جهش‌های خنثی را که رایت (۱۹۳۲) و کیمورا (۱۹۶۸) مطرح کرده بودند، رد کرده‌اند. اما دوباره آن را به شکلی نامشخص در اینجا به پیش می‌کشند. 3. از آن گذشته، تا به اینجا هیچ اشاره‌ای به «تمایلات درونی» هم نشده بود. معلوم هم نیست که منشأ «تمایلات درونی» چیست و کیست! زن است، فرد است یا جمعیت؟ و چگونه؟ آیا غایت طلبانه است؟ یک مشکل اینجور استدلال‌ات این است که تکلیف خود را با لامارک و تمایلات درونی که خدای لامارک در ذات هر موجودی گذاشته، روشن نکرده‌اند. به چشم و گوش من ادعای این بند بسیار شبیه «الاهیات طبیعی» قرن ۱۷ و ۱۸ است. 4. مشکل دیگر این بند آنست که فکر می‌کند پراکندگی در همه سطوح را باید با یک نظریه واحد توضیح بدهد. در بعضی سطوح و بعضی صفات و بعضی شرایط زمانی-مکانی این نظریه درست است، و در بعضی نظریه‌ای دیگر. 5. یادآوری می‌کنم که در فیزیک هنوز یک نظریه که چهار نیروی طبیعت (ضعیف، قوی، برق‌طیس و گرانش) را با هم توضیح بدهد، نداریم. معادل چنین فرضیه‌ای در زیست‌شناسی و فرگشت هم وجود ندارد.

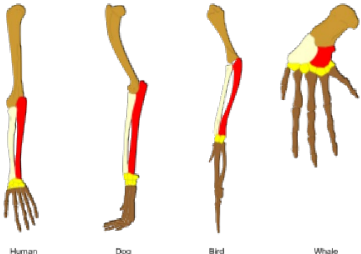
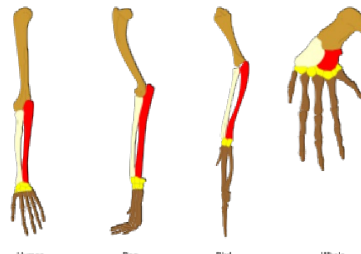
Noboru Sueoka[150] and Ernst Freese[151] proposed that systematic biases in mutation might be responsible for systematic differences in genomic GC composition between species. The identification of a GC-biased <i>E.coli</i> mutator strain in 1967,[152] along with the proposal of the <u>neutral theory</u>, established the plausibility of mutational explanations for molecular patterns, which are now common in the molecular evolution literature.	نوبورو سووکا [۱۵۰] و ارنست فریز [۱۵۱] پیشنهاد کردند که سوگیری‌های سیستماتیک جهشی ممکن است مسئول تفاوت‌های روشمند ترکیب ژنومیک GC بین گونه‌ها باشند. شناسایی سوگیری GC در اشریشیا کولی سویه جهشی در سال ۱۹۶۷ [۱۵۲]، به همراه پیشنهاد <u>نظریه خنثی</u>، امکان توضیح جهشی برای الگوهای مولکولی را پایه ریزی کرد، که اکنون در انتشارات فرگشت مولکولی به فراوانی دیده می‌شوند.
For instance, mutation biases are frequently invoked in models of codon usage.[153] Such models also include effects of selection, following the mutation-selection-drift model,[154] which allows both for mutation biases and differential selection based on effects on translation. Hypotheses of mutation bias have played an important role in the development of thinking about the evolution of genome composition, including isochores.[155] Different insertion vs. deletion biases in different <u>taxa</u> can lead to the evolution of different genome sizes.[156][157] The hypothesis of Lynch regarding genome size relies on mutational biases toward increase or decrease in genome size.	برای مثال، سوگیری‌های جهشی به تکرار، در مدل‌های استفاده کدون [رمزژن = codon] به کار می‌رود [۱۵۳]. این مدل‌ها شامل اثرگزینش هم می‌شوند، که دنباله‌روی از مدل گزینش-راننش [۱۵۴]، که اثر سوگیری جهشی و گزینش تفریقی بر ترجمه ژنی را مجاز می‌دارد. فرضیه‌های سوگیری جهشی نقش مهمی را در توسعه تفکر درباره فرگشت ترکیب‌بندی ژنوم [genomic composition]، شامل ایزکورها [isochore]، ایفا کرده‌اند [۱۵۵]. سوگیری افزوده-کاسته در مقابل سوگیری کاسته در تاکسون‌های مختلف می‌تواند به فرگشت اندازه متفاوت ژنوم منجر گردد [۱۵۶][۱۵۷]. فرضیه لینچ [Lynch] در باره اندازه ژنوم به سوگیری جهشی به سمت افزایش یا کاهش اندازه ژنوم بستگی دارد.
1. In my opinion, the Wiki writers have lost the “red thread” in the last few paragraphs.	1. به نظر من، در این چند بند، رشته کلام از دست ویکی‌نویسان در رفته است!
However, mutational hypotheses for the evolution of composition suffered a reduction in scope when it was discovered that (1) GC-biased gene conversion makes an important contribution to composition in diploid organisms such as mammals[158] and (2) bacterial genomes frequently have AT-biased mutation.[159]	با این حال، فرضیه‌های جهشی برای فرگشت ترکیب‌بندی گسترده‌تری خود را در اثر دو کشف جدید از دست دادند: (۱) تبدیل ژنی مبتنی بر سوگیری GC سهم مهمی در ترکیب‌بندی در ارگانیسم‌های دیپلوئید مانند پستانداران دارد [۱۵۸] و (۲) ژنوم باکتری‌ها غالباً جهش‌های با سوگیری AT دارند.
Contemporary thinking about the role of mutation biases reflects a different theory from that of Haldane and Fisher. More recent work[149] showed that the original "pressures" theory assumes that evolution is based on standing	اندیشه‌های معاصر درباره جهش سوگیرانه منعکس کننده نظریه‌ای متفاوت از آن چیزی است که هلدین و فیشر عرضه کرده بودند. تحقیقات جدیدتر [۱۴۹] نشان داده است که نظریه ابتدایی «فشارها» فرض را بر این دارد که فرگشت بر اساس پراکندگی پایدار بنا شده: هنگامی که فرگشت

variation: when evolution depends on the introduction of new alleles, mutational and developmental biases in the introduction can impose biases on evolution <i>without requiring neutral evolution or high mutation rates</i>.	به وجود ال‌های تازه وابسته باشد، سوگیری‌های جهشی و رشدی می‌توانند سوگیری‌هایی را بر فرگشت اعمال کنند بدون این که به فرگشت خنثی یا میزان بالای جهش نیازی باشد.
1. I am remembering some important points! 2. Bengt Molander, a Swedish philosopher of science says [in my words] "scientists use the methods that they want". What he means that the scientists are not usually too concerned about the opinions of philosophers about how the research should be conducted. I agree with Molander. It is good if scientists are aware of what philosophers say about philosophy of science, but they don't need to be so fussy about it. After all, the tradition is that the scientists do what they do, and then philosophers of science "theorize" what scientists have done. 3. However, it is absolutely necessary that scientist, as soon as possible, learn about "argumentation analysis", which might be considered a part of logic. Otherwise, they will misunderstand other scientists' writings, misrepresent them, and attack them in a wrong way. They even will defend their own views in a wrong way, if they are weak in understanding of "argumentation analysis". 4. Referring to Fisher and Haldane reminded me that natural selection is a two-step process. In the first step, because of mutation and its spread, a standing phenotypic variation becomes available in the population. In the second step, the degree of adaptation of these phenotypes with their immediate environment, leads to different values of fitness (survival x fertility). Any scientist, Darwin, Fisher, or Haldane, may be wrong about one of these two steps, without being wrong about the other step. Basically, it is not necessary that explanations of the different components of a complex process, should be dependent on each other. For example, Darwin had a wrong view on formation of genetic variation. Did his wrong view on genetics any relationship with his views on adaptation to environment or fitness? No! It didn't! 5. Therefore, my recommendation to you is to stop whatever you are doing, and learn "argumentation analysis".	1. یاد چند نکته مهم و بسیار مهم افتادم. 2. بنگت مولندر [Bengt Molander]، یک فیلسوف علم از کشور سوئد، می‌گوید «دانشمندان به آن روشی کار می‌کنند که خودشان می‌خواهند»، به این مفهوم که دانشمندان معمولاً موقع انجام تحقیق در فکر این نیستند که فیلسوفان علم چه نظری راجع به روش‌های تحقیقی آن‌ها دارند. من هم با مولندر موافقم. خوب است که دانشمندان به فلسفه علم آگاهی داشته باشند، اما دانشمندان نباید خیلی در وسواس قضاوت فیلسوفان علم باشند. بالاخره روند این است که دانشمندان کار خود را می‌کنند و بعد فیلسوفان علم روش‌های کاری دانشمندان را «تئوریزه» می‌کنند. اما بسیار اهمیت دارد که دانشمندان هر چه زودتر «تحلیل استدلال = argumentation analysis» را، که باید بخشی از «منطق = logic» به حساب آورد، خوب بدانند. در غیر این صورت، حرف دیگر دانشمندان را بد می‌فهمند و بد عرضه می‌کنند و بعد به آن بد حمله می‌کنند و حتی از نظر خودشان بد دفاع می‌کنند. 4. اشاره به هلدین و فیشر مرا به یاد این داستان انداخت که گزینش طبیعی یک روند دو مرحله‌ای است. در مرحله اول، در اثر به وجود آمدن جهش (و گسترش و انتقال آن)، پراکندگی فنوتیپی پایدار در جمعیت بروز می‌کند. سپس در مرحله دوم، آن فنوتیپ‌هایی که در سازگاری با محیط باشند، امکان برآزش (= ماندگاری x باروری) بالاتری پیدا می‌کنند. هر دانشمندی، خواه داروین باشد، خواه هلدین یا فیشر، می‌تواند در مورد یکی از این دو مرحله نظری اشتباه داشته باشد، بدون آنکه نظرش در مورد مرحله دیگر اشتباه باشد. اساساً، استدلال‌هایی که راجع به بخش‌های مختلف یک روند پیچیده وجود دارد، لازم نیست که وابسته به هم باشند. مثلاً، داروین یک نظر غلط اندر غلط راجع به ایجاد پراکندگی ژنتیکی و راجع به توارث داشت. آیا این اشتباه ربطی به نظر او راجع به سازگاری با محیط و یا مفهوم «برآزش = fitness» دارد؟ نه! ندارد! 5. بنابراین، من به شما توصیه می‌کنم، اگر آب در دست دارید، آن را به زمین بگذارید، و بروید سراغ یادگیری «تحلیل استدلال». 6. آن ضرب‌المثل شیرین فارسی که می‌گوید «چه ربطی هست بین آقای گودرزی و آقای شقایق؟» راجع به بسیاری از بندهای این مطلب و یکی‌پدیا هست که «تحلیل استدلال» را رعایت نکرده‌اند. این مطلب و یکی‌پدیا پر است از جملاتی که نهاد و گزاره آن با هم نمی‌خواند.

6. Many of the paragraphs of this Wikipedia article and full of arguments that the deductions / conclusions have very weak connections to the premises. 7. What Fisher and Haldane have said about “formation of standing variation” has nothing to do with their views on the “effect of standing variation” or “selection on standing variation”.	7. آنچه هلدین و فیشر راجع به «به وجود آمدن پراکندگی پایدار» گفته‌اند با آنچه راجع به «اثر وجود پراکندگی پایدار» گفته‌اند، دو موضوع مختلف است.
Several recent studies report that the mutations implicated in adaptation reflect common mutation biases[160][161][162] though others dispute this interpretation.[163]	چند تحقیق جدیدتر گزارش کرده‌اند که جهش‌هایی که به نظر می‌رسد در سازگاری نقش داشته‌اند، منعکس کننده کارکرد جهش‌های سوگیرانه هستند [۱۶۰][۱۶۱][۱۶۲]، اگر چه دیگران در این تفسیر تردید کرده‌اند [۱۶۳].
Outcomes	پیامدها
Evolution influences every aspect of the form and behaviour of organisms. Most prominent are the specific behavioural and physical adaptations that are the outcome of natural selection. These adaptations increase fitness by aiding activities such as finding food, avoiding predators or attracting mates. Organisms can also respond to selection by cooperating with each other, usually by aiding their relatives or engaging in mutually beneficial symbiosis. In the longer term, evolution produces new species through splitting ancestral populations of organisms into new groups that cannot or will not interbreed.	فرگشت بر تمام جنبه‌های شکل و رفتار ارگانیسم‌ها تاثیر می‌گذارد. بارزترین اثرها به سازگاری‌های رفتاری و بدنی مربوط است که پیامد گزینش طبیعی هستند. سازگاری‌ها از راه کمک به فعالیت‌هایی مانند پیدا کردن غذا، پرهیز از شکارگران یا جلب جفت، برازش را افزایش می‌دهند. ارگانیسم‌ها همچنان می‌توانند به گزینش برای همکاری با یکدیگر، معمولن به صورت کمک به خویشاوندان خود، یا شرکت در همزیستی متقابل، پاسخ دهند. در دراز مدت، فرگشت گونه‌های جدید را، از راه تقسیم جمعیت‌های اجدادی ارگانیسم‌ها به گروه‌هایی که نمی‌توانند یا نمی‌خواهند بینامیزی کنند، به وجود می‌آورد.
	

A visual demonstration of rapid <u>antibiotic resistance</u> evolution by <i>E. coli</i> growing across a plate with increasing concentrations of <u>trimethoprim</u>. [164]	نمایش تصویری فرگشت سریع مقاومت نبت به <u>آنتی بیوتیک</u> در اشیریشیا کولی بر سطحی شیشه‌ای با غلظت افزایشی <u>تریمتوپریم</u> [trimethoprim] ^[۱۶۴].
These outcomes of evolution are distinguished based on time scale as <u>macroevolution</u> versus microevolution. Macroevolution refers to evolution that occurs at or above the level of species, in particular speciation and extinction; whereas microevolution refers to smaller evolutionary changes within a species or population, in particular shifts in <u>allele frequency</u> and adaptation. [165] In general, macroevolution is regarded as the outcome of long periods of microevolution. [166] Thus, the distinction between micro- and macroevolution is not a fundamental one—the difference is simply the time involved. [167] However, in macroevolution, the traits of the entire species may be important. For instance, a large amount of variation among individuals allows a species to rapidly adapt to new <u>habitats</u>, lessening the chance of it going extinct, while a wide geographic range increases the chance of speciation, by making it more likely that part of the population will become isolated. In this sense, microevolution and macroevolution might involve selection at different levels—with microevolution acting on genes and organisms, versus macroevolutionary processes such as <u>species selection</u> acting on entire species and affecting their rates of speciation and extinction. [168][169][170]	پیامدهای فرگشت بر اساس مقیاس زمانی <u>بزرگ‌فرگشت</u> [macroevolution] در مقابل <u>کوچک‌فرگشت</u> [microevolution] تقسیم‌بندی می‌شوند. بزرگ‌فرگشت به فرگشتی اشاره دارد که در سطح گونه یا بالاتر از آن اتفاق می‌افتد، مخصوصن گونه‌زایی و گونه‌مرگی. در مقابل، کوچک‌فرگشت اشاره به تغییرات کوچک‌تر فرگشتی درون یک گونه یا جمعیت، به خصوص درباره جابجایی <u>تواتر الی‌ها</u> و سازگاری، می‌باشد ^[۱۶۵]. به طور کلی، بزرگ‌فرگشت پیامد دوران طولانی کوچک‌فرگشت قلمداد می‌شود ^[۱۶۶]. به این ترتیب، تفکیک بین کوچک‌فرگشت و بزرگ‌فرگشت یک تفکیک اساسی نیست، تفاوت فقط شامل زمان است ^[۱۶۷]. با این حال، در بزرگ‌فرگشت، تمامی صفات‌های یک گونه ممکن است مهم باشد. برای مثال، مقدار زیادی از پراکندگی بین افراد مجال سازگاری سریع به <u>زیستگاه‌های</u> جدید را فراهم می‌کند، و احتمال منقرض شدن را کم می‌کند، در حالی که دامنه گسترده جغرافیایی احتمال گونه‌زایی را، از راه بالا بردن احتمال جدا شدن بخشی از جمعیت، افزایش می‌دهد. در این معنی، کوچک‌فرگشت و بزرگ‌فرگشت ممکن است شامل گزینش در سطوح متفاوت باشد، به این شکل که کوچک‌فرگشت روی ژن‌ها و ارگانیزم‌ها عمل کند، در مقابل روندهای بزرگ‌فرگشتی مانند <u>گونه‌گزینش</u> روی گونه‌ها و میزان گونه‌زایی و گونه‌مرگی آن‌ها عمل کند ^{[۱۶۸][۱۶۹][۱۷۰]}.
1. Not writing a comment is a sign of agreement with the text! 2. Referring to reference 168 reminded me that I have been regretful while reading only one book, and half-regretful while reading only one book The book that I read half-regeretfully was reference number 168, Gould's approximately 1500-page book!	1. اول این که نوشتن حاشیه نشان از آن دارد که با این قسمت‌های متن موافقت دارم. 2. دوم اینکه، در اینجا، اشاره به ماخذ شماره ۱۶۸ مرا به یاد این انداخت که من در عمرم، فقط یک بار از خواندن یک کتاب حالتی نیمه پشیمان داشتم و یک بار هم حالتی پشیمان. کتابی که موقع خواندنش نیمه‌پشیمان بودم و هستم، ماخذ شماره ۱۶۸، کتاب تقریباً ۱۵۰۰ صفحه‌ای گولد [Gould] است!
A common misconception is that evolution has goals, long-term plans, or an innate tendency for "progress", as expressed in beliefs such as orthogenesis and evolutionism; realistically however, evolution has no long-term goal and does not necessarily produce greater complexity. [171][172][173] Although complex	یک بدفهمی متداول آن است که فرگشت، هدف یا طرح درازمدت یا یک تمایل درونی برای «پیشرفت» دارد، مانند آنچه که در عقایدی مانند اورتوژنسیس [orthogenesis] و فرگشت‌گیری [evolutionism] بیان می‌شود، اما با یک دید واقع‌بینانه، فرگشت مقاصد

species have evolved, they occur as a side effect of the overall number of organisms increasing and simple forms of life still remain more common in the biosphere.[174] For example, the overwhelming majority of species are microscopic prokaryotes, which form about half the world's biomass despite their small size,[175] and constitute the vast majority of Earth's biodiversity.[176] Simple organisms have therefore been the dominant form of life on Earth throughout its history and continue to be the main form of life up to the present day, with complex life only appearing more diverse because it is more noticeable.[177] Indeed, the evolution of microorganisms is particularly important to modern evolutionary research, since their rapid reproduction allows the study of experimental evolution and the observation of evolution and adaptation in real time.[178][179]	درازدت ندارد و لزومن پیچدگی بیشتر ایجاد نمی کند [۱۷۱][۱۷۲][۱۷۳]. اگر چه گونه های پیچیده فرگشت کرده اند، آن ها اثر جانبی تعداد فزاینده کلی ارگانیسم ها هستند و شکل های ساده حیات هنوز در زیست کره [biosphere] فراوان تر هستند [۱۷۴]. برای مثال، اکثر قریب به اتفاق گونه ها، موجودات میکروسکوپی پی هستند که، علیرغم جثه کوچکی شان، حدود نیمی از جرم زیستی دنیا را تشکیل می دهند [۱۷۵]، و بیشتر پراکنش زیستی زمین را در بر دارند [۱۷۶]. بنابراین ارگانیسم های ساده تا امروز شکل غالب زندگی بر روی زمین بوده اند، و زندگی پیچیده فقط در ظاهر پراکنده تر به نظر می آیند، چون قابل توجه تر هستند [۱۷۷]. در حقیقت، فرگشت ارگانیسم های کوچک از نظر تحقیقات جدید فرگشتی اهمیت خاصی دارند، زیرا تولیدمثل سریع آن ها مجال مطالعه فرگشت آزمایشی و مشاهده فرگشت و سازگاری در زمان جاری را، ممکن می سازد [۱۷۸][۱۷۹].
1. Evolutionism refers to some ideas from 18th and 19th centuries that considered living beings to be capable of changing by will! 2. Understanding the phrase "side effect of the overall number of organisms increasing" is not easy. But I hope you do your best to understand it.	1. «فرگشتیگری» اشاره به نظریه ای قرن ۱۸ و ۱۹ دارد که موجودات را قادر به تغییر ارادی خود می دانست. 2. فهم این مطلب که پیدایش گونه های پیچیده «اثر جانبی تعداد فزاینده کلی ارگانیسم ها [است]» ساده نیست. اما امیدوارم تمام تلاش خود را برای فهم این مطلب با کار ببرید.
Adaptation	سازگاری
Adaptation is the process that makes organisms better suited to their habitat.[180][181] Also, the term adaptation may refer to a trait that is important for an organism's survival. For example, the adaptation of horses' teeth to the grinding of grass. By using the term <i>adaptation</i> for the evolutionary process and <i>adaptive trait</i> for the product (the bodily part or function), the two senses of the word may be distinguished. Adaptations are produced by natural selection.[182] The following definitions are due to Theodosius Dobzhansky	سازگاری [adaptation] روندی است که باعث می شود ارگانیسم ها با زیستگاه خود تناسب بهتری پیدا کنند [۱۸۰][۱۸۱]. همچنین، اصطلاح سازگاری ممکن است به یک صفت که برای ماندگاری موجود مهم باشد به کار رود. برای مثال، سازگاری دندان های اسب برای آسیا کردن علف. به وسیله به کار بردن اصطلاح سازگاری برای روندی فرگشتی و صفت سازگاران به کار بردن محصول (بخشی یا کارکردی از بدن)، دو معنای مختلف این اصطلاح را می توان تفکیک کرد. سازگاری ها محصول گزینش طبیعی هستند [۱۸۲]. تقسیم بندی زیر پیشنهاد تئودوسیوس دوبژنسکی است:
1. Let me do a little bit of hair-splitting, and say that the first sentence	

is about change in the constitution and composition of populations over many generations, i.e. the frequency of different alleles, genotypes, and frequencies change. An individual organism has the same alleles and genotypes throughout its life, which does not change.	1. اجازه بدهید قدری موشکافی کنم و بگویم که اولین جمله در باره جزئیات و ترکیب یک جمعیت طی نسل‌های متوالی است، بدین ترتیب که تواتر ال‌ها، ژنوتیپ‌ها و فنوتیپ‌ها تغییر می‌کند. یک ارگانیسم منفرد در سرار زندگی همان ال‌ها و ژنوتیپ را دارد، که تغییر نمی‌کنند.
• <i>Adaptation</i> is the evolutionary process where by an organism becomes better able to live in its habitat or habitats.[183] • <i>Adaptedness</i> is the state of being adapted: the degree to which an organism is able to live and reproduce in a given set of habitats.[184] • An <i>adaptive trait</i> is an aspect of the developmental pattern of the organism which enables or enhances the probability of that organism surviving and reproducing.[185]	• سازگاری روند فرگشتی است که یک ارگانیسم بتواند به زندگی بهتر در زیستگاه یا زیستگاه‌هایش، قادر شود [۱۸۳]. • سازگارانی حالت سازگار شدن است: درجه‌ای که ارگانیسم را به زندگی و تولیدمثل در یک زیستگاه مشخص قادر می‌شود [۱۸۴]. • یک صفت سازگارانه جنبه‌ای از الگوی رشد ارگانیسم است که احتمال ماندگاری و تولید مثل آن ارگانیسم را ایجاد کند و یا بهبود بخشد [۱۸۵].
 Homologous bones in the limbs of tetrapods. The bones of these animals have the same basic structure, but have been adapted for specific uses.	 استخوان‌های همسان در اندام‌های چهاردستان [tetrapods]. استخوان‌های این حیوانات دارای ساختار بنیانی همانندی هستند، اما برای مصارف خاصی سازگار شده‌اند.
Adaptation may cause either the gain of a new feature, or the loss of an ancestral feature. An example that shows both types of change is bacterial adaptation to antibiotic selection, with genetic changes causing antibiotic resistance by both modifying the target of the drug, or increasing the activity of transporters that pump the drug out of the cell.[186] Other striking examples are the bacteria	سازگاری ممکن است باعث کسب ویژگی جدید، یا حذف یک ویژگی اجدادی بشود. مثالی که هر دو نوع پیرایش را نشان می‌دهد سازگاری باکتریایی به گزینش آنتی‌بیوتیک است که تغییر ژنتیکی باعث می‌شود مقاومت در مقابل آنتی‌بیوتیک با اصلاح پیرایش هدف دارو، یا افزایش فعالیت ناقل‌های مسئول پمپ کردن دارو از سلول، به وجود آید [۱۸۶]. مثال‌های برجسته دیگر مربوط هستند به باکتری اشریشیا کولی که توانسته توانایی مصرف اسید سیتریک را به عنوان یک ماده

<i>Escherichia coli</i> evolving the ability to use citric acid as a nutrient in a long-term experiment,[187] <i>Flavobacterium</i> evolving a novel enzyme that allows these bacteria to grow on the by-products of nylon manufacturing,[188][189] and the soil bacterium <i>Sphingobium</i> evolving an entirely new metabolic pathway that degrades the synthetic pesticide pentachlorophenol.[190][191] An interesting but still controversial idea is that some adaptations might increase the ability of organisms to generate genetic diversity and adapt by natural selection (increasing organisms' evolvability).[192][193][194][195][196]	غذایی در یک آزمایش درازمدت فرگردد کند^[۱۸۷]، فلاوباکتری [flavobacterium] که یک آنزیم تازه را فرگردد کرده که اجازه می‌دهد این باکتری‌ها روی بستری از محصولات جنبی تولید نیلون رشد کنند^{[۱۸۸][۱۸۹]}، و باکتری خاکی سفینگویوم [Sphingobium] که یک مسیر متابولیک کاملن جدید، حشره‌کش پنتاکلروفنول [pentachlorophenol] را تخریب می‌کند^{[۱۹۰][۱۹۱]}. یک اندیشه جالب، اما بحث‌انگیز، آن است که برخی سازگاری‌ها ممکن است توانایی ارگانیسم‌ها برای ایجاد پراکندگی ژنتیکی و سازگاری توسط گزینش طبیعی را، بالا ببرند (افزایش فرگشت‌پذیری [evolvability] ارگانیسم)^{[۱۹۲][۱۹۳][۱۹۴][۱۹۵][۱۹۶]}.
1. For the people working with plant and animal breeding the subject of evolvability is quite understandable, because the genetic coefficient of variation varies quite a lot across families. 2. In the last phrase "increasing organisms' evolvability", using the word organism is not appropriate, and should be changed to species.	1. دیده‌ام که در ایران لغات ترکیبی با «انگیز» را تقریبین همیشه «برانگیز» می‌نویسند. دوستی دارم که با این کار مخالف است، با این استدلال که «انگیز» در معنی «انگیختن» در درون خود مفهوم «بر» را دارد. بنابراین نوشتن «برانگیز» درست نیست. در نتیجه «بحث‌انگیز» درست است. 2. برای کسانی که با اصلاح دام یا نبات کار کرده باشند، موضوع فرگشت‌پذیری بسیار پذیرفتنی است، به این صورت که ضریب تنوع [coefficient of variation] ژنتیکی در خانواده‌های مختلف یا جمعیت‌های مختلف بسیار متفاوت است. 3. در عبارت آخر «افزایش فرگشت‌پذیری [evolvability] ارگانیسم» استفاده از لغت ارگانیسم به اشتباه صورت گرفته و باید با لغت گونه عوض شود.
Adaptation occurs through the gradual modification of existing structures. Consequently, structures with similar internal organisation may have different functions in related organisms. This is the result of a single ancestral structure being adapted to function in different ways. The bones within bat wings, for example, are very similar to those in mice feet and primate hands, due to the descent of all these structures from a common mammalian ancestor.[198] However, since all living organisms are related to some extent,[199] even organs that appear to have little or no structural similarity, such as arthropod, squid and vertebrate eyes, or the limbs and wings of arthropods and vertebrates, can depend on a common set of homologous genes that control their assembly and function; this is called deep homology.[200][201]	سازگاری از راه پیرایش تدریجی ساختارهای موجود اتفاق می‌افتد. در نتیجه، ساختارهای با سازمان درونی همسان، ممکن است کارکردها متفاوتی در ارگانیسم‌های خویشاوند داشته باشند. این نتیجه آن است که یک ساختار اجدادی از راه‌های مختلف برای کارکرد به سازگاری برسد. برای مثال، استخوان‌های درون بال خفاش، به علت اینکه تبار ساختار آن به ساختار جد مشترک پستانداران می‌رسد، خیلی شبیه پای موش و دست میمون سانان است^[۱۹۸]. با این حال، از آنجاییکه تمام ارگانیسم‌های زنده تا حدی به هم مربوطند^[۱۹۹]، حتی ارگان‌هایی که به نظر می‌رسد شباهت ساختاری کم یا هیچ با یکدیگر دارند، مانند چشم بندپایان، ماهی مرکب و مهره‌داران، یا دست و پا و بال بندپایان و مهره‌داران، می‌توانند به دسته‌ای ژن‌های همسان که سرهم‌بندی و کارکرد آن‌ها را کنترل می‌کنند، وابستگی داشته باشند. این پدیده همسانی عمیق [deep homology] خوانده می‌شود^{[۲۰۰][۲۰۱]}.



A baleen whale skeleton. Letters *a* and *b* label flipper bones, which were adapted from front leg bones, while *c* indicates vestigial leg bones, both suggesting an adaptation from land to sea.[197]



اسکلت نهنگ بلین. حرف های *a* و *b* استخوان های بال [flipper] را نشان می دهند که سازگاری استخوان های دست است. حرف *c* تهمانده های استخوان های پا را نشان می دهد. هر دو مورد سازگاری از خشکی به دریا را خاطرنشان می کنند [۱۹۷].

During evolution, some structures may lose their original function and become vestigial structures.[202] Such structures may have little or no function in a current species, yet have a clear function in ancestral species, or other closely related species. Examples include pseudogenes,[203] the non-functional remains of eyes in blind cave-dwelling fish,[204] wings in flightless birds,[205] the presence of hip bones in whales and snakes,[197] and sexual traits in organisms that reproduce via asexual reproduction.[206] Examples of vestigial structures in humans include wisdom teeth,[207] the coccyx,[202] the vermiform appendix,[202] and other behavioural vestiges such as goose bumps[208][209] and primitive reflexes.[210][211][212]

در طول فرگشت، برخی ساختارها ممکن است کارکرد اولیه خود را از دست بدهند و به ساختارهای پس مانده ای [vestigial] تبدیل شوند [۲۰۲]. چنین ساختارهایی ممکن است کارکردی کم یا هیچ، در گونه فعلی داشته باشند، ولی کارکرد مشخصی در گونه اجدادی، یا در گونه های خویشاوند، داشته باشند. مثال های این پدیده شامل شبه ژن [pseudogene] [۲۰۳]، باقیمانده های بی کارکرد چشم در ماهی های غارزیست [۲۰۴]، بال پرندگان بی پرواز [۲۰۵]، استخوان های لگن خاصره در مارها [۱۹۷]، و صفات جنسی در موجودات با تولیدمثل غیرجنسی [۲۰۶] هستند. مثال های ساختارهای پس مانده ای در انسان شامل دندان عقل [۲۰۷]، دنباله [۲۰۲]، آیاندیس کرم شکل [۲۰۲]، و دیگر تهمانده های رفتاری مانند سیخ شدن موها [۲۰۸][۲۰۹]، و رفلکس های غریزی [۲۱۰][۲۱۱][۲۱۲] است.

However, many traits that appear to be simple adaptations are in fact exaptations: structures originally adapted for one function, but which coincidentally became somewhat useful for some other function in the process.[213] One example is the African lizard *Holaspis guentheri*, which developed an extremely flat head for hiding in crevices, as can be seen by looking at its near relatives. However, in this species, the head has become so flattened that it assists in gliding from tree to tree—an exaptation.[213] Within cells, molecular machines such as the bacterial flagella[214] and protein sorting machinery[215] evolved by the recruitment of several pre-existing proteins that previously had different functions.[165] Another example is the recruitment of enzymes from glycolysis and xenobiotic metabolism to serve as structural proteins called crystallins within the lenses of organisms' eyes.[216][217]

اما، بسیاری از صفتهایی که به نظر می رسد سازگاری های ساده باشند در واقع کهنه سازگاری [exaptation] هستند، یعنی ساختاری که در آغاز برای یک کارکرد سازگار شده بوده، ولی از قضا برای یک کارکرد دیگر مفید واقع شده باشد [۲۱۳]. یک مثال مارمولک آفریقایی هولاسپیس گوئنتری [*Holaspis guentheri*]، با قضاوتی که از مشاهده خویشاوندانش به دست می آید، برای اینکه در شکاف سنگ ها مخفی شود سری بسیار مسطح پیدا کرد. با این حال، در این گونه، سر چنان مسطح شده که به کهنه سازگاری برای بادسواری [gliding] بین درختان به کار می آید [۲۱۳]. درون سلول ها، ماشین های مولکولی مانند تازک باکتری ها [۲۱۴] و ماشین های مرتب سازی پروتئین [۲۱۵]، از راه به کارگیری پروتئین های قبلی موجود با کارکردی دیگر، فرگشت کردند [۱۶۵]. مثالی دیگر به کارگیری آنزیم های از گلیکولیز و متابولیسم بیرون گونه ای [xenobiotic] است که برای پروتئین های ساختاری به نام بلوری ها [crystallins] درون عدسی چشم ارگانیسم ها به کار می روند [۲۱۶][۲۱۷].

1. The word “exaptation” is the short for “ex adaptation”. 2. Even this paragraph is probably going into unimportant details.	1. لغت «exaptation» کوتاه شده دو لغت «ex adaptation» است. 2. این بند هم شاید وارد جزئیات کم اهمیت شده باشد.
An area of current investigation in evolutionary developmental biology is the developmental basis of adaptations and exaptations.[218] This research addresses the origin and evolution of embryonic development and how modifications of development and developmental processes produce novel features.[219] These studies have shown that evolution can alter development to produce new structures, such as embryonic bone structures that develop into the jaw in other animals instead forming part of the middle ear in mammals.[220] It is also possible for structures that have been lost in evolution to reappear due to changes in developmental genes, such as a mutation in chickens causing embryos to grow teeth similar to those of crocodiles.[221] It is now becoming clear that most alterations in the form of organisms are due to changes in a small set of conserved genes.[222]	یک زمینه از تحقیقات کنونی در زیست‌شناسی فرگشتی رشد [evolutionary developmental biology]، اساس رشدی سازگاری‌ها و کهنه‌سازگاری‌ها است [۲۱۸]. این مطالعات به پیدایش و فرگشت رشد جنینی و چگونگی پیرایش رشد و فرآیندهای رشد در تولید ویژگی‌های جدید، می‌پردازد [۲۱۹]. این مطالعات نشان داده است که فرگشت می‌تواند رشد را تغییر دهد و ساختارهای جدیدی ایجاد کند، مانند ساختارهای استخوانی جنینی که در حیوانات دیگر به فک تبدیل می‌شوند و در عوض بخشی از گوش میانی پستانداران را تشکیل می‌دهند [۲۲۰]. همچنین ممکن است سازه‌هایی که در فرگشت از دست رفته‌اند، به دلیل تغییر در ژن‌های رشدی دوباره ظاهر شوند، مانند جهش در جوجه‌ها که باعث رشد دندان جنین‌ها مشابه ساختار تمساح می‌شود [۲۲۱]. اکنون روشن شده است که بیشتر تغییرات در شکل ارگانیسم‌ها به دلیل تغییر در مجموعه کوچکی از ژن‌های پایسته [conserved] است [۲۲۲].
Coevolution	هم‌فرگشتی
Interactions between organisms can produce both conflict and cooperation. When the interaction is between pairs of species, such as a <u>pathogen</u> and a <u>host</u>, or a predator and its prey, these species can develop matched sets of adaptations. Here, the evolution of one species causes adaptations in a second species. These changes in the second species then, in turn, cause new adaptations in the first species. This cycle of selection and response is called coevolution.[223] An example is the production of <u>tetrodotoxin</u> in the <u>rough-skinned newt</u> and the evolution of tetrodotoxin resistance in its predator, the <u>common garter snake</u>. In this predator-prey pair, an <u>evolutionary arms race</u> has produced high levels of toxin in the newt and correspondingly high levels of toxin resistance in the snake.[224]	برهم‌کنش [interaction] بین ارگانیسم‌ها می‌تواند باعث ایجاد تعارض و همکاری شود. هنگامی که برهم‌کنش بین دو گونه باشد، مانند <u>پاتوژن</u> و <u>میزبان</u>، یا شکارچی و طعمه‌هایش، این گونه‌ها می‌توانند سازگاری‌های منطقی ایجاد کنند. در اینجا، فرگشت در یک گونه باعث سازگاری در گونه دوم می‌شود. تغییرات در گونه دوم، به نوبه خود، باعث سازگاری‌های جدید در گونه اول می‌شود. چرخه گزینش و پاسخ توأم، هم‌فرگشتی نامیده می‌شود [۲۲۳]. به عنوان مثال می‌توان به تولید تترودوتوکسین [tetrodotoxin] در <u>مارمولک خشن‌پوست</u> [rough-skin newt]، و فرگشت مقاومت به تترودوتوکسین در شکارچی خود، <u>مارگارتر معمولی</u> [common garter snake] اشاره کرد. در این جفت شکارچی-شکار، یک <u>مسابقه تسلیحاتی فرگشتی</u> مقادیر زیادی سم در مارمولک ایجاد کرده و به همین ترتیب مقاومت بالایی در برابر سم در مار ایجاد کرده است [224].



Common garter snake (*Thamnophis sirtalis sirtalis*) has evolved resistance to the defensive substance tetrodotoxin in its amphibian prey.



مار گارتر معمولی (*Thamnophis sirtalis sirtalis*) مقاومت در برابر ماده دفاعی تترودوتوکسین را در طعمه دوزیستان فرگشت داده است.

Cooperation

همکاری

Not all co-evolved interactions between species involve conflict.[225] Many cases of mutually beneficial interactions have evolved. For instance, an extreme cooperation exists between plants and the mycorrhizal fungi that grow on their roots and aid the plant in absorbing nutrients from the soil.[226] This is a reciprocal relationship as the plants provide the fungi with sugars from photosynthesis. Here, the fungi actually grow inside plant cells, allowing them to exchange nutrients with their hosts, while sending signals that suppress the plant immune system.[227]

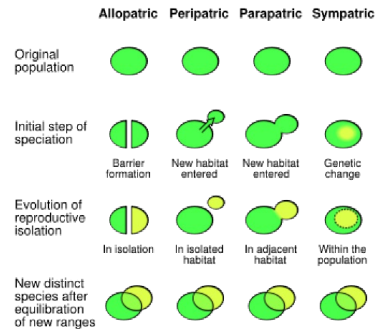
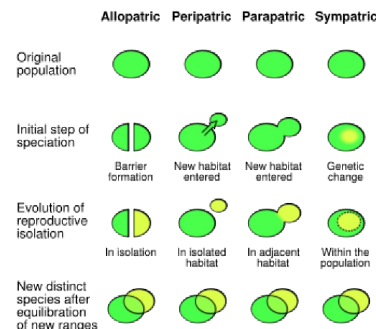
همه برهم کنش‌های هم‌فرگشتی بین گونه‌ها در تعارض با یکدیگر نیستند [۲۲۵]. موارد زیادی از برهم کنش سودمند دوطرفه‌ر فرگشت یافته‌اند. به عنوان مثال، یک همکاری مفرد بین گیاهان و قارچهای میکوریزی [mycorrhizal fungi] وجود دارد، که قارچ روی ریشه گیاه رشد می‌کند، و به گیاه در جذب مواد مغذی از خاک کمک می‌کند [۲۲۶]. این یک رابطه دوجانبه است، زیرا گیاهان قندها را از طریق فتوسنتز به قارچ‌ها می‌رسانند. در اینجا، قارچ‌ها در واقع در داخل سلول‌های گیاه رشد می‌کنند، و به آنها امکان می‌دهد که مواد مغذی را با میزبان خود مبادله کنند، در حالی که سیگنال‌هایی را می‌فرستند که سیستم ایمنی گیاه را ضعیف می‌کنند [۲۲۷].

Coalitions between organisms of the same species have also evolved. An extreme case is the eusociality found in social insects, such as bees, termites and ants, where sterile insects feed and guard the small number of organisms in a colony that are able to reproduce. On an even smaller scale, the somatic cells that make up the body of an animal limit their reproduction so they can maintain a stable organism, which then supports a small number of the animal's germ cells to produce offspring. Here, somatic cells respond to specific signals that instruct them whether to grow, remain as they are, or die. If cells ignore these signals and multiply inappropriately, their uncontrolled growth causes cancer.[228]

ائتلاف بین ارگانیسم‌های یک گونه نیز فرگشت یافته‌اند. یک مورد مفرد، اجتماعی بودن است که در حشرات اجتماعی دیده می‌شود، مانند زنبورها، موربانها و مورچه‌ها، که در آنها حشرات نابارور به تعداد کمی از ارگانیسم‌های موجود در لانه را که قادر به تولید مثل هستند، غذا می‌رسانند و از آنها محافظت می‌کنند. در مقیاسی حتی کوچکتر، تولید مثل سلولهای سوماتیک، که بدن یک حیوان را تشکیل می‌دهند، محدود می‌شود، تا پایداری ارگانیسم را حفظ کنند، و سپس تعداد کمی از سلولهای زایای حیوان را برای تولید فرزندان پشتیبانی می‌کنند. در اینجا، سلولهای سوماتیک به سیگنالهای خاصی پاسخ می‌دهند که به آنها دستور می‌دهد رشد

	کنند، مثل قبل بمانند یا بمیرند. اگر سلول‌ها این سیگنال‌ها را نادیده بگیرند و به طور نامناسبی تکثیر شوند، رشد کنترل نشده آنها باعث سرطان می‌شود [۲۲۸].
Such cooperation within species may have evolved through the process of <u>kin selection</u>, which is where one organism acts to help raise a relative's offspring.[229] This activity is selected for because if the <i>helping</i> individual contains alleles which promote the helping activity, it is likely that its kin will <i>also</i> contain these alleles and thus those alleles will be passed on.[230] Other processes that may promote cooperation include <u>group selection</u>, where cooperation provides benefits to a group of organisms.[231]	همکاری درون گونه‌ای ممکن است از طریق روند <u>خویشاوندگزینی</u> [kin selection]، که در آن یک ارگانیسم برای کمک به پرورش فرزندان یکی از خویشاوندان خود فعالیت می‌کند، فرگشت یافته باشد [۲۲۹]. این فعالیت به این دلیل گزینش می‌شود که اگر فرد کمک کننده حاوی ال‌هایی باشد که کمک کردن را تقویت می‌کند، احتمالاً خویشاوندان او نیز حامل این ال‌ها هستند و بنابراین آن ال‌ها به نسل بعدی منتقل می‌شوند [۲۳۰]. روندهای دیگری که ممکن است همکاری را تقویت کنند شامل <u>گزینش گروهی</u> است، که همکاری برای گروهی از موجودات مفید است [۲۳۱].
1. A simpler explanation of kin selection, which also applies to altruism, is that if an individual sacrifices itself to ensure the survival of appropriate number of relatives, then its inclusive fitness (its contribution to future generations) increases. 2. Such models, first presented by Hamilton (1964) can also be used to the explain the start and evolution of morality.	1. توضیح ساده‌تر خویشاوندگزینی، که در مورد پدیده نوع‌دوستی [altruism] هم مصداق دارد، این است که اگر یک موجود بتواند با قربانی کردن خود ماندگاری تعداد مناسبی از خویشاوندان خود را تضمین کند، این کار برایش (میزان مشارکت او در ژن‌های نسل‌های آتی) خود او را نیز بالا می‌برد. 2. چنین مدل‌هایی که اولین بار به طور مشخص توسط همیلتون [Hamilton] در سال ۱۹۶۴ عرضه شد، در توضیح پدیده اخلاق استفاده شده است.
Speciation	گونه زایی
Speciation is the process where a species diverges into two or more descendant species.[232]	گونه‌زایی فرآیندی است که در آن گونه‌ای به دو یا چند تبارگونه تقسیم می‌شود [۲۳۲].
There are multiple ways to define the concept of "species." The choice of definition is dependent on the particularities of the species concerned.[233] For example, some species concepts apply more readily toward sexually reproducing organisms while others lend themselves better toward asexual organisms. Despite the diversity of various species concepts, these various	روشهای متعددی برای تعریف مفهوم "گونه = species" وجود دارد. انتخاب تعریف، به خصوصیات گونه‌ای مورد نظر بستگی دارد [۲۳۳]. به عنوان مثال، برخی از مفاهیم گونه، بیشتری در مورد ارگانیسم‌های با تولیدمثل جنسی کاربرد دارند. در حالی که برخی دیگر، ارگانیسم‌های با تولیدمثل غیرجنسی را بهتر توضیح می‌دهند. علیرغم تنوع در مفاهیم مختلف، این مفاهیم مختلف را می‌توان در یکی از سه رویکرد گسترده فلسفی قرار داد: بین‌آمیزی، زیست‌محیطی و

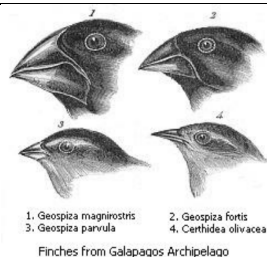
concepts can be placed into one of three broad philosophical approaches: interbreeding, ecological and phylogenetic.[234] The <i>Biological Species Concept</i> (BSC) is a classic example of the interbreeding approach. Defined by evolutionary biologist Ernst Mayr in 1942, the BSC states that "species are groups of actually or potentially interbreeding natural populations, which are reproductively isolated from other such groups." [235] Despite its wide and long-term use, the BSC like others is not without controversy, for example because these concepts cannot be applied to prokaryotes,[236] and this is called the <u>species problem</u>. [233] Some researchers have attempted a unifying monistic definition of species, while others adopt a pluralistic approach and suggest that there may be different ways to logically interpret the definition of a species.[233][234]	تبارشناسی [۲۳۴]. مفهوم زیست‌شناسانه گونه (BSC) یک نمونه کلاسیک از روش آمیختگی است. BSC که توسط ارنست مایر [Ernst Mayr]، زیست‌شناس فرگشتی تعریف شده است، می‌گوید که "گونه‌ها گروه‌هایی از جمعیت طبیعی درون آمیزشی، یا به طور بالقوه درون آمیزشی هستند که از نظر تولیدمثلی از سایر گروه‌ها جدا شده اند." [۲۳۵]. با وجود استفاده گسترده و طولانی مدت، BSC مانند دیگر مفاهیم گونه عاری از بحث و جدل نیست، به عنوان مثال به دلیل اینکه این مفاهیم را نمی‌توان در مورد پروکاریوتها به کار برد [۲۳۶]، و این را مشکل گونه [species problem] می‌نامند [۲۳۳]. برخی از محققان سعی کرده‌اند تعریف یکپارچه منفردی از گونه ارائه دهند، در حالی که برخی دیگر رویکردی کثرت‌گرا را اتخاذ کرده و معتقدند که ممکن است روش‌های مختلفی برای تفسیر منطقی تعریف گونه وجود داشته باشد [۲۳۳] [۲۳۴].
1. As it has been mentioned above the “biological species concept” is the most common definition. However, it can some times encounter funny problems. For example, in the modern industrial populations of turkey the body size sexual dimorphism has become so large that natural mating is almost impossible, and the mode of reproduction is through artificial insemination. Should we consider the two sexes as two different species?!	1. همان‌طور که گفته شده، مفهوم زیست‌شناسانه گونه، رایج‌ترین تعریف است. اما گاهی اوقات با مشکلات خنده‌داری روبرو می‌شود. مثلاً در بوقلمون‌های اصلاح شده مدرن، تفاوت اندازه بدن نر و ماده به قدری زیاد است که آمیزش طبیعی غیر ممکن است و تولیدمثل از راه تلقیح مصنوعی صورت می‌گیرد. سوال این است که آیا باید نر و ماده اینچنین بوقلمون‌ها را، به این دلیل که بالقوه و بالفعل نمی‌توانند آمیزش طبیعی داشته باشند، دو گونه متفاوت به حساب آورد؟!
<u>Barriers to reproduction</u> between two diverging sexual populations are required for the populations to become new species. Gene flow may slow this process by spreading the new genetic variants also to the other populations. Depending on how far two species have diverged since their <u>most recent common ancestor</u>, it may still be possible for them to produce offspring, as with horses and <u>donkeys</u> mating to produce <u>mules</u>. [237] Such hybrids are generally infertile. In this case, closely related species may regularly interbreed, but hybrids will be selected against and the species will remain distinct. However, viable hybrids are occasionally formed and these new species can either have properties intermediate between their parent species, or possess a totally new phenotype. [238] The importance of hybridisation in producing new species of	برای تبدیل شدن یک جمعیت به گونه‌های جدید، <u>موانع تولیدمثلی</u> بین دو جمعیت جنسی و اگرچه مورد نیاز است. جریان ژن ممکن است با گسترش گزینه [variant]های جدید ژنتیکی به سایر جمعیت‌ها، این روند را آهسته کند. بسته به اینکه دو گونه جدید از <u>جدیدترین جد مشترک</u> خود چه فاصله‌ای داشته باشند، ممکن است بتوانند فرزند تولید کنند، مانند آمیزش بین اسب و خر که به تولید قاطر منجر می‌شود [۲۳۷]. چنین آمیخته [hybrid]هایی به طور کلی نابارور هستند. در این حالت، گونه‌های نزدیک به هم، ممکن است به طور منظم بین آمیزشی [interbreed] کنند، اما آمیخته‌ها گزینش به زیان میشوند و گونه‌ها مجزا باقی می‌مانند. با این حال، گاهی اوقات آمیخته‌های ماندگار/بارور تشکیل می‌شوند و این گونه‌های جدید می‌توانند یا مشخصات متوسطی بین گونه‌های اصلی خود داشته باشند، یا دارای یک فنوتیپ کاملاً جدید باشند [۲۳۸]. اهمیت آمیخته‌گری [hybridisation]ها در تولید گونه‌های جدید حیوانات

animals is unclear, although cases have been seen in many types of animals,[239] with the <u>gray tree frog</u> being a particularly well-studied example.[240]	مشخص نیست، اگرچه مواردی بسیاری در انواع حیوانات مشاهده شده است [۲۳۹]، <u>قورباغه خاکستری</u> درختی نمونه‌ای کاملن مطالعه شده است [۲۴۰].
 The four geographic modes of <u>speciation</u>	 چهار حالت <u>گونه‌زایی</u> جغرافیایی
1. Please notice that the word “mode”, after a book called “Tempo and Mode in Evolution” by G. G. Simpson (1944) has its special cannnotation in evolutionary studies.	1. فعلن لغتی بهتر از «حالت» برای «mode» پیدا نکرده‌ام. ولی «حالت» معنای «mode» را نمی‌رساند. «mode» معنای «روش مهم» یا «بیشتر» هم می‌دهد. علاوه بر آن، در مطالعات فرگشتی، از ۱۹۴۴ که ج. ج. سیمپسون [G. G. Simpson] کتاب «Tempo and Mode in Evolution» را نوشت لغت «mode» بار مخصوص خود را پیدا کرده است.
Speciation has been observed multiple times under both controlled laboratory conditions (see <u>laboratory experiments of speciation</u>) and in nature.[241] In sexually reproducing organisms, speciation results from reproductive isolation followed by genealogical divergence. There are four primary geographic modes of speciation. The most common in animals is <u>allopatric speciation</u>, which occurs in populations initially isolated geographically, such as by <u>habitat fragmentation</u> or migration. Selection under these conditions can produce very rapid changes in the appearance and behaviour of organisms.[242][243] As selection and drift act independently on populations isolated from the rest of their species, separation may eventually produce organisms that cannot interbreed.[244]	گونه‌زایی در چندین مورد تحت شرایط آزمایشگاهی کنترل شده (به <u>آزمایش‌های آزمایشگاهی گونه‌زایی</u> مراجعه کنید) و در طبیعت مشاهده شده است [۲۴۱]. در ارگانیسم‌های با تولیدمثل جنسی، گونه‌زایی از جدایی تولیدمثلی و به دنبال آن واگرایی تبارشناسانه [genealogical] حاصل می‌شود. چهار حالت اولیه گونه‌زایی جغرافیایی وجود دارد. رایج‌ترین حالت در حیوانات <u>گونه‌زایی دیگرنیایی</u> [آلوپاتریک = allopatric] است که در جمعیت‌هایی که به دلیل تقسیم زیستگاه یا مهاجرت، به لحاظ جغرافیایی جدا شده‌اند، رخ می‌دهد. گزینش در این شرایط می‌تواند تغییرات بسیار سریعی در شکل و رفتار موجودات ایجاد کند [۲۴۲] [۲۴۳]. از آنجا که گزینش و رانش به طور مستقل بر روی جمعیت‌های جدا شده از بقیه گونه‌ی آنها عمل می‌کند، ممکن است جدایی، نهایتن ارگانیسم‌هایی تولید کند که نمی‌توانند بین‌آمیزی کنند [۲۴۴].

The second mode of speciation is <u>peripatric speciation</u>, which occurs when small populations of organisms become isolated in a new environment. This differs from allopatric speciation in that the isolated populations are numerically much smaller than the parental population. Here, the <u>founder effect</u> causes rapid speciation after an increase in <u>inbreeding</u> increases selection on homozygotes, leading to rapid genetic change.[245]	حالت دوم گونه‌زایی، گونه‌زایی پیرامون‌نیایی [peripatric] وقتی رخ می‌دهد که جمعیت‌های کوچکی از ارگانیسم‌ها در محیط‌های جدید، جدا می‌افتند. تفاوت گونه‌زایی پیرامون‌نیایی با گونه‌زایی دیگر نیایی در این است که جمعیت‌های جدا شده از نظر عددی بسیار کوچکتر از جمعیت اولیه هستند. در اینجا، اثر بنیانگذار [founder effect] باعث گونه‌زایی سریع در اثر افزایش هم‌آمیزی [inbreeding] و افزایش گزینش روی هموزیگوت‌ها، منجر به تغییر سریع ژنتیکی می‌شود [۲۴۵].
1. There is a little bit of inaccuracy and mixing up in this paragraph. 2. "Inbreeding" should be considered a process. Unfortunately, the pattern caused by the process of inbreeding is also called "inbreeding"! To distinguish between these two, it is better to use the term "inbreeding coefficient" for the pattern. 3. The "founder effect" is the direct effect of small size of population that leads to increase homozygosity. However, this has no relationship to selection. Even in this paragraph, no reason for the necessity of selection has been presented. 4. The start of peripatric speciation does not need selection, even though selection would increase the speed of divergence 5. Now, I don't remember where I have read something to the following effect: "Evolution is all about patterns and processes, and processes and patterns". [Could it be from Simpson?]	1. در اینجا قدری بی‌دقتی و قدری «خلط مبحث» وجود دارد. 2. «هم‌آمیزی» را باید یک روند [process] به حساب آورد. شوربختانه نام الگو [pattern]ی ایجاد شده این روند را هم «هم‌آمیزی» گذاشته‌اند. برای تفکیک این دو، بهتر از از نام «ضریب هم‌آمیزی» یا «نرخ هم‌آمیزی» [inbreeding coefficient] استفاده کرد. 3. «اثر بنیانگذار» نتیجه مستقیم کوچک بودن اندازه (موثر) جمعیت است که به افزایش هموزیگوتی می‌انجامد. اما، این ربطی به گزینش ندارد. در اینجا هم دلیلی بر اینکه نیاز به حضور گزینش می‌باشد، ارائه نشده است. 4. شروع روند پیرامون‌نیایی احتیاجی به گزینش ندارد، هر چند که گزینش به سرعت در این روند دخالت می‌کند. 5. الان به خاطر ندارم که این مفهوم را کجا خوانده‌ام که «فرگشت تمام راجع به توضیح روندها و الگوها، و الگوها و روندهاست [Evolution is all about patterns and processes, processes and patterns].»
The third mode is <u>parapatric speciation</u>. This is similar to peripatric speciation in that a small population enters a new habitat, but differs in that there is no physical separation between these two populations. Instead, speciation results from the evolution of mechanisms that reduce gene flow between the two populations.[232] Generally this occurs when there has been a drastic change in the environment within the parental species' habitat. One example is the grass <i>Anthoxanthum odoratum</i>, which can undergo parapatric speciation in response to localised metal pollution from mines.[246] Here, plants evolve that have	حالت سوم گونه‌زایی فرانیایی [parapatric] است. این از آنجا که جمعیت کوچکی وارد یک زیستگاه جدید می‌شود، شبیه گونه‌زایی پیرامون‌نیایی است، اما تفاوت آن در این است که هیچ جدایی فیزیکی بین این دو جمعیت وجود ندارد. در عوض، گونه‌زایی از فرگشت مکانیزی که جریان ژنی بین دو جمعیت را کاهش می‌دهد حاصل می‌شود [۲۳۲]. به طور کلی این امر زمانی اتفاق می‌افتد که در محیط زیست گونه‌ی نیایی تغییر شدید محیطی ایجاد شده باشد. یک نمونه، چمن <i>Anthoxanthum odoratum</i> است، که می‌تواند در پاسخ به آلودگی فلزی موضعی معادن، فرگشت کند [۲۴۶]. در این مورد، گیاهانی فرگشت می‌یابند که در برابر میزان بالای فلزات در خاک مقاومت دارند. گزینش در برابر بین‌آمیزی با جمعیت نیایی که به فلز حساس است،

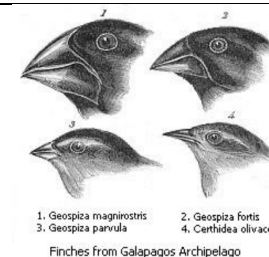
resistance to high levels of metals in the soil. Selection against interbreeding with the metal-sensitive parental population produced a gradual change in the flowering time of the metal-resistant plants, which eventually produced complete reproductive isolation. Selection against hybrids between the two populations may cause <u>reinforcement</u>, which is the evolution of traits that promote mating within a species, as well as <u>character displacement</u>, which is when two species become more distinct in appearance.[247]	یک تغییر تدریجی در زمان گلدهی گیاهان مقاوم در برابر فلز ایجاد کرد، که در نهایت جدایی تولیدمثلی [reproductive isolation] کاملی را باعث شد. گزینش در برابر آمیخته‌ها بین دو جمعیت ممکن است باعث تقویت جدایی شود، که فرگشت صفاتی است که مشوق جفت‌گیری در درون یک گونه می‌شوند، و همچنین تغییر مشخصه‌ها، که زمانی است که دو گونه از نظر ظاهری از یکدیگر متمایز می‌شوند [۲۴۷].
Finally, in <u>sympatric speciation</u> species diverge without geographic isolation or changes in habitat. This form is rare since even a small amount of gene flow may remove genetic differences between parts of a population.[248] Generally, sympatric speciation in animals requires the evolution of both <u>genetic differences</u> and <u>nonrandom mating</u>, to allow reproductive isolation to evolve.[249]	سرانجام، در گونه‌زایی هم‌نیایی [sympatric] گونه‌ها بدون انزوای جغرافیایی یا تغییر در زیستگاه از هم جدا می‌شوند. این فرم نادر است زیرا حتی مقدار کمی از جریان ژنی نیز ممکن است اختلافات ژنتیکی بین قسمتهای یک جمعیت را از بین ببرد [۲۴۸]. به طور کلی، گونه‌زایی هم‌نیایی در حیوانات به فرگشت تفاوت‌های ژنتیکی و جفت‌گیری غیرتصادفی نیاز دارد تا امکان جدایی تولیدمثلی را فراهم شود [۲۴۹].
1. The claim that sympatric speciation is not common is not necessarily entirely accurate. I don't want to go into the details, but one sort of non-random mating called assortative mating can quickly lead to divergence in a population. A simple example of assortative mating is mating in the flowering plants, i.e. those flowering in the early season mate with each other, and those flowering in late season mate with each other. In this example the "flowering time" is the trait the primary reason of assortative mating. In other species and populations it could be other traits. The trait under assortative mating can be stature, weight, color, or any other trait. 2. Dobzhansky has argued that in Wright's shifting balance theory, and in a fitness landscape, assortative mating would allow a population in a local fitness peak to pass through a fitness valley, to reach another local or global fitness peak. 3. In my own simulation studies from mid-1990', positive assortative mating could lead to a divergence of 4.5 standard deviation in 25 generation. Such a difference is enough to cause pre-mating	1. این ادعا که گونه‌زایی هم‌نیایی نادر است، خیلی هم درست نیست. نمی‌خواهم وارد جزئیات بشوم، و مختصر می‌گویم که نوعی از آمیزش غیرتصادفی به نام آمیزش جورایی [assortative mating] به سرعت به واگرایی در یک جمعیت منجر می‌گردد. یک مثال ساده از آمیزش جورایی، آمیزش در تمام گیاهان گل‌دار است که آن‌هایی که در اول فصل گل می‌دهند با هم آمیزش دارند، و آن‌هایی که در آخر فصل گل می‌دهند با هم. در این مثال صفتی که هدف اولیه آمیزش جورایی بود «زمان گل‌دهی» بود. در گونه‌های دیگر و جمعیت‌های دیگر و زمان‌های دیگر، صفات دیگری هدف اولیه قرار می‌گیرند. صفت ممکن است اندازه قد باشد، یا وزن، یا رنگ و یا هر صفت دیگر. 2. دوبژنسکی استدلال کرده که در نظریه تعادل انتقالی رایت [Wright's shifting balance theory]، آمیزش جورایی به یک جمعیت کمک می‌کند به از یک قله برازشی کوتاه، و بعد از عبور از یک دره برازشی، به قله برازشی بلندتری برسد. 3. شبیه‌سازی‌های کامپیوتری که من در میانه ۱۹۹۰ انجام دادم نشان می‌داد که آمیزش جورایی مثبت می‌تواند به ۴/۵ انحراف از استاندارد [standard deviation] در عرض ۲۵ نسل منجر شود. این مقدار از تفاوت در یک صفت نوعی جدایی تولیدمثلی را در درون یک جمعیت ایجاد می‌کند.

isolation in a population.	
One type of sympatric speciation involves <u>crossbreeding</u> of two related species to produce a new hybrid species. This is not common in animals as animal hybrids are usually sterile. This is because during <u>meiosis</u> the <u>homologous chromosomes</u> from each parent are from different species and cannot successfully pair. However, it is more common in plants because plants often double their number of chromosomes, to form <u>polyploids</u>. [250] This allows the chromosomes from each parental species to form matching pairs during meiosis, since each parent's chromosomes are represented by a pair already. [251] An example of such a speciation event is when the plant species <i>Arabidopsis thaliana</i> and <i>Arabidopsis arenosa</i> crossbred to give the new species <i>Arabidopsis suecica</i>. [252] This happened about 20,000 years ago, [253] and the speciation process has been repeated in the laboratory, which allows the study of the genetic mechanisms involved in this process. [254] Indeed, chromosome doubling within a species may be a common cause of reproductive isolation, as half the doubled chromosomes will be unmatched when breeding with undoubled organisms. [255]	یک نوع گونه‌زایی هم‌نیایی شامل درهم‌آمیزی دو گونه مرتبط برای تولید یک گونه آمیخته جدید است. این روش در حیوانات معمول نیست زیرا آمیخته‌های حیوانات معمولاً نابارور هستند. دلیل این امر آنست که در حین تقسیم سلولی جنسی [میوز = meiosis]، کروموزوم‌های همسان از هر یک از والدین از گونه‌های مختلف هستند و نمی‌توانند با موفقیت جفت شوند. با این حال، این روش در گیاهان بیشتر دیده می‌شود زیرا گیاهان اغلب تعداد کروموزوم‌های خود را دو برابر می‌کنند و پلی‌پلوئید [polyploid] تشکیل می‌دهند. [۲۵۰]. این اجازه می‌دهد تا کروموزوم‌های هر گونه نیایی در طول میوز در جفت‌های مشابه به هم برسند، زیرا کروموزوم‌های هر والد از قبل در یک جفت قرار گرفته‌اند [۲۵۱]. مثالی از چنین حالت گونه‌زایی این است که گونه‌های گیاهی <i>Arabidopsis thaliana</i> و <i>Arabidopsis arenosa</i> برای ایجاد گونه جدید <i>Arabidopsis suecica</i> درهم‌آمیزی می‌کنند [۲۵۲]. این درهم‌آمیزی حدود ۲۰۰۰۰ سال پیش اتفاق افتاد [۲۵۳]، و روند گونه‌زایی در آزمایشگاه تکرار شده است، که امکان مطالعه مکانیسم‌های ژنتیکی درگیر در این روند را فراهم می‌کند [۲۵۴]. در واقع، دو برابر شدن کروموزوم در داخل یک گونه ممکن است دلیل معمول جدایی تولیدمثلی باشد، زیرا نیمی از کروموزوم‌های دو برابر شده هنگام آمیزش با ارگانیسم‌های دو برابر نشده، جفت نخواهند شد [۲۵۵].
1. Explaining these points, without first explaining the cell division processes, and the polyploidy phenomena, can be confusing. 2. <i>Arabidopsis thaliana</i> is used in genetics and evolution as an experimental species like fruit fly, and mice.	1. شرح این مطالب بدون توضیح روندهای تقسیم سلولی، و توضیح اینکه برخی موجودات بیش از یک دسته کروموزوم دارند، می‌تواند گیج‌کننده باشد. 2. گیاه <i>Arabidopsis thaliana</i> در ژنتیک و تکامل، مانند مگس سرکه و موش، به عنوان یک گونه آزمایشگاهی، استفاده زیادی دارد.



1. *Geospiza magnirostris*
2. *Geospiza fortis*
3. *Geospiza parvula*
4. *Certhidea olivacea*
Finches from Galapagos Archipelago

Geographical isolation of finches on the Galápagos Islands produced over a dozen new species.



1. *Geospiza magnirostris*
2. *Geospiza fortis*
3. *Geospiza parvula*
4. *Certhidea olivacea*
Finches from Galapagos Archipelago

جدایی جغرافیایی فنچ‌ها در جزایر گالاپاگوس، بیش از ده گونه جدید تولید کرد.

1. Finches from Galapagos islands could be considered the factor triggering Darwin's thoughts on evolution. After his return from his 5-year journey aboard H. M. S. Beagle, Darwin learned from his ornithologist friend, Hooker, that his finches were different species. Darwin started to wonder how an ancestral population from mainland South America could have become several species.

1. فنچ‌های جزایر گالاپاگوس را می‌توان نقطه شروع تحول فکری داروین دانست. او بعد از پایان سفر پنج ساله‌اش با کشتی بیگل و بازگشت، از طریق دوست پرندشناس خود هوکر [Hooker] متوجه شد که فنچ‌هایش گونه‌های متفاوت هستند. داروین از اینکه یک گونه پرنده، بعد از مهاجرت از آمریکای جنوبی به جزایر پالاگوس، به چند گونه تبدیل شده‌اند، به فکر فرگشت افتاد.

Speciation events are important in the theory of punctuated equilibrium, which accounts for the pattern in the fossil record of short "bursts" of evolution interspersed with relatively long periods of stasis, where species remain relatively unchanged.[256] In this theory, speciation and rapid evolution are linked, with natural selection and genetic drift acting most strongly on organisms undergoing speciation in novel habitats or small populations. As a result, the periods of stasis in the fossil record correspond to the parental population and the organisms undergoing speciation and rapid evolution are found in small populations or geographically restricted habitats and therefore rarely being preserved as fossils.[169]

رویدادهای گونه‌زایی در نظریه تغییرات مقطعی [punctuated equilibrium] مهم هستند. در این نظریه، الگوی موجود در باقیمانده‌های فسیلی را، با "انفجارهای" کوتاه فرگشت، و دوره‌های نسبتاً طولانی ایستایی، که در آن‌ها گونه‌ها نسبتاً بدون تغییر باقی می‌مانند، توضیح می‌دهند [۲۵۶]. مطابق این نظریه، گزینش طبیعی و رانش ژنتیکی، که به شدت بر روی ارگانیسم‌هایی که در زیستگاه‌های جدید یا جمعیت‌های کوچک تحت گونه‌زایی قرار می‌گیرند، گونه‌زایی و فرگشت سریع را باعث می‌شوند. در نتیجه، دوره‌های ایستایی که در آن باقیمانده‌های فسیلی با جمعیت نیایی مطابقت دارند و ارگانیسم‌هایی که تحت گونه‌زایی و فرگشت سریع قرار می‌گیرند در جمعیت‌های کوچک یا زیستگاه‌های محدود جغرافیایی یافت می‌شوند، و بنابراین بندرت به عنوان فسیل حفظ می‌شوند [۱۶۹].

1. The description of the "punctuated equilibrium" in this paragraph is a so "mild version" that even I can accept! As mentioned before this theory was first presented by Eldredge

1. این شرح از نظریه تغییرات مقطعی که در این مقاله ویکی‌پدیا آمده، نوع «ملایم» این نظریه است که من هم مخالفت زیادی با آن ندارم. همان طور که قبل گفتیم این

and Gould (1972) in a version that was not much stronger than the one presented here. 2. The evidence behind this theory, briefly described, is as follows: If we look at the fissile records of a species, we will observe that the species does not change significantly over long periods of time, and “suddenly” fossils of a new species appear. 3. So far so good. The problem started when Gould started to extend his ideas to the genetic changes of the living populations of those fossil records, and claimed that their evolution has been in “jumps”, and not gradual (which had been claimed to be by the modern synthesis). Gradually some people started to believe Gould’s view to the point that Gould and some of his followers claimed that a new paradigm had been formed. Unfortunately, some of the philosophers of science (e.g. Michael Ruse) agreed that punctuated equilibrium fulfills the requirements of being a new paradigm. I must say that I disagree with Gould and with Ruse. I expressed my disagreement in a short message to Ruse (his response to me can be discussed on a different occasion). Unfortunately, Gould passed away in 2002, before his 62nd birthday, and I lost the opportunity of discussing this matter with him. 4. I am opposed to many of Gould’s views, and believe his misunderstandings are rooted in his weak knowledge of population, quantitative, and biochemical genetics. But, and but, Gould must have been of the greatest minds of all times. The breadth of his knowledge, and the spread of his study material are unparalleled. That was a pity that he left us so soon. 5.	نظریه در آغاز (۱۹۷۲) توسط الدرج و گولد [Eldredge & Gould] به شکلی تقریبی به همین ملایمت مطرح شد. 2. خلاصه شواهد این نظریه این است: اگر به شواهد فسیلی یک گونه نگاه کنیم، می‌بینیم که فسیل‌های آن گونه برای زمان‌های طولانی بدون تغییر وجود داشته‌اند و «ناگهان» فسیل گونه‌ای جدید پدیدار می‌شود. 3. تا اینجا مشکلی نیست. مشکل از آنجا شروع شد که گولد به این فکر افتاد که یافته‌های خود را به تغییرات ژنتیکی جمعیت‌های گونه‌های فسیل شده تعمیم دهد و مدعی شد که آن گونه‌ها به طور ناگهانی فرگشت کرده‌اند، و نه به طور تدریجی (که پیش‌بینی سنتز مدرن است). به تدریج کسانی پیدا شدند که نظرات گولد را باور کردند و کار به آنجا رسید که گولد و طرفدارانش مدعی ظهور پارادایمی جدید شدند. شوربختانه برخی فیلسوفان علم (منجمله مایکل روز [Michael Ruse]) که در ایران هم شناخته شده است) پارادایم بودن نظریه تغییرات مقطعی را تأیید کردند. متأسفانه باید بگویم که با نظرات گولد و روز مخالفم. مخالفتم را برای روز شرح داده‌ام (پاسخ او را روزی، در جای دیگری خواهم آورد). متأسفانه گولد پیش از پایان ۶۱ سالگی و در سال ۲۰۰۲ درگذشت و من امکان گفتگو با او را از دست دادم. 4. من با بسیاری از نظرات گولد مخالفم و اشتباهات او و طرفدارانش را ناشی از کمبود دانش آن‌ها در زمینه ژنتیک جمعیت، ژنتیک کمی و ژنتیک بیوشیمیایی می‌بینم. اما و اما، گولد باید از بزرگترین نوابغ همه دوران‌ها باشد. وسعت اطلاعات او و گستردگی زمینه‌های مطالعاتی او مانند ندارد. حیف از او که زود از میان ما رفت.
Extinction	گونه‌مرگی

Extinction is the disappearance of an entire species. Extinction is not an unusual event, as species regularly appear through speciation and disappear through extinction.[257] Nearly all animal and plant species that have lived on Earth are now extinct,[258] and extinction appears to be the ultimate fate of all species.[259] These extinctions have happened continuously throughout the history of life, although the rate of extinction spikes in occasional mass extinction events.[260] The Cretaceous–Paleogene extinction event, during which the non-avian dinosaurs became extinct, is the most well-known, but the earlier Permian–Triassic extinction event was even more severe, with approximately 96% of all marine species driven to extinction.[260] The Holocene extinction event is an ongoing mass extinction associated with humanity's expansion across the globe over the past few thousand years. Present-day extinction rates are 100–1000 times greater than the background rate and up to 30% of current species may be extinct by the mid 21st century.[261] Human activities are now the primary cause of the ongoing extinction event;[262] [263] global warming may further accelerate it in the future.[264] Despite the estimated extinction of more than 99 percent of all species that ever lived on Earth,[265][266] about 1 trillion species are estimated to be on Earth currently with only one-thousandth of one percent described.[267]

گونه‌مرگی ناپدید شدن کامل یک گونه است. گونه‌مرگی یک اتفاق غیرمعمول نیست، زیرا گونه‌ها به طور منظم از طریق گونه‌زایی ظاهر می‌شوند و با گونه‌مرگی ناپدید می‌شوند [۲۵۷]. تقریباً همه گونه‌های جانوری و گیاهی که در زمین زندگی کرده‌اند اکنون منقرض شده‌اند [۲۵۸]. و به نظر می‌رسد که گونه‌مرگی سرنوشت نهایی همه گونه‌ها باشد [۲۵۹]. این گونه‌مرگی‌ها در طول تاریخ زندگی به طور مداوم اتفاق افتاده است، اگرچه میزان گونه‌مرگی گاهگاهی به صورت گونه‌مرگی دسته جمعی افزایش می‌یابد [۲۶۰]. واقعه گونه‌مرگی کرتاسه - پالئوژن [Cretaceous–Paleogene]، که در طی آن دایناسورهای غیرپرنده‌ای گونه‌مرگ شدند، مشهورترین واقعه گونه‌مرگی است، اما واقعه قبلی گونه‌مرگی یرمین-تریاس [Permian–Triassic] حتی شدیدتر بود، و در آن تقریباً ۹۶٪ از گونه‌های دریایی گونه‌مرگ شدند [۲۶۰]. واقعه گونه‌مرگی هولوسن [Holocene] یک گونه‌مرگی پاینده است که با گسترش بشریت در سراسر کره خاکی طی چند هزار سال گذشته مرتبط است. نرخ گونه‌مرگی امروزی ۱۰۰-۱۰۰۰ برابر بیشتر از میزان پایه است و تا اواسط قرن ۲۱ ممکن است تا ۳۰٪ از گونه‌های فعلی منقرض شوند [۲۶۱]. فعالیتهای انسانی، اکنون علت اصلی وقوع رویداد گونه‌مرگی شده است [۲۶۲] [۲۶۳]. گرم شدن کره زمین ممکن است در آینده آن را تسریع کند [۲۶۴]. علیرغم تخمین نابودی بیش از ۹۹ درصد از کل گونه‌هایی که تاکنون روی زمین زندگی کرده‌اند [۲۶۵] [۲۶۶]، برآورد می‌شود که حدود ۱ تریلیون گونه در حال حاضر روی زمین باشد و فقط یک هزارم درصد آن توصیف شده باشد [۲۶۷].

1. The number “1 trillion” that has been mentioned here is much larger than the numbers that I have usually encountered (about 5-50 million).

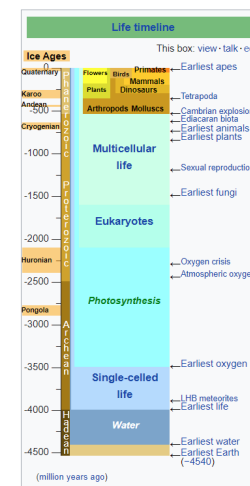
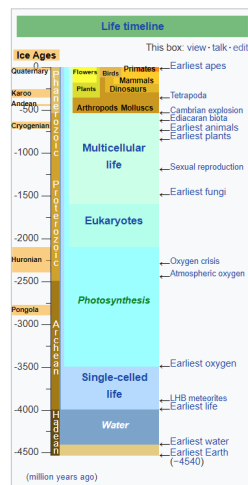
1. رقم یک تریلیون که در اینجا آمده، از آن رقم‌هایی که من پیش از این شنیده‌ام (پنج میلیون تا پنجاه میلیون) خیلی بیشتر است.



<u>Tyrannosaurus rex</u>. Non-avian dinosaurs died out in the Cretaceous–Paleogene extinction event at the end of the Cretaceous period.	تیرانوسوروس رکس. دایناسور غیرپرنده در واقعه گونه‌مرگی کرتاسه – یالئوژن در پایان دوره کرتاسه از بین رفت.
The role of extinction in evolution is not very well understood and may depend on which type of extinction is considered.[260] The causes of the continuous "low-level" extinction events, which form the majority of extinctions, may be the result of competition between species for limited resources (the competitive exclusion principle).[56] If one species can out-compete another, this could produce species selection, with the fitter species surviving and the other species being driven to extinction.[120] The intermittent mass extinctions are also important, but instead of acting as a selective force, they drastically reduce diversity in a nonspecific manner and promote bursts of rapid evolution and speciation in survivors.[268]	نقش گونه‌مرگی در فرگشت به خوبی درک نشده است و ممکن است به نوع گونه‌مرگی مورد بررسی بستگی داشته باشد [۲۶۰]. علل وقایع گونه‌مرگی "سطح پایین" پابنده، که اکثر گونه‌مرگی‌ها را تشکیل می‌دهند، ممکن است نتیجه رقابت بین گونه‌ها برای منابع محدود باشد (اصل رقابت حذفی) [۵۶]. اگر یک گونه بتواند گونه دیگر را از رقابت بیرون کند [بر گونه دیگر پیروز شود]، این می‌تواند باعث گونه‌گزینش [species selection] شود، در نتیجه گونه‌های با سازگاری بیشتر زنده می‌مانند و گونه‌های دیگر گونه‌مرگ می‌شوند [۱۲۰]. گونه‌مرگی انبوه متناوب نیز مهم است، اما به جای اینکه به عنوان یک نیروی گزینشی عمل کند تنوع را به طرز غیرخاص به شدت کاهش می‌دهد و موجی از فرگشت سریع و گونه زایی را در بازماندگان ترویج میکند [۲۶۸].
1. Please notice that “competition between species for limited resources” doesn’t mean that members of one species are killed by members of another species. In such cases, death or infertility because of food shortage and starvation is more important than being hunted.	1. دقت کنید که «رقابت بین گونه‌ها برای منابع محدود» به معنی کشته شدن افراد یک گونه توسط افراد گونه دیگر نیست. در این قبیل موارد مرگ و یا ناباروری در اثر کم‌غذایی و بی‌غذایی مهم‌تر از شکار شدن است.
Evolutionary history of life	تاریخ فرگشتی حیات
Origin of life	پیدایش حیات
Further information: <u>Abiogenesis</u>, <u>Earliest known life forms</u>, <u>Panspermia</u>, and <u>RNA world hypothesis</u>	اطلاعات بیشتر: <u>نازنده‌زایی</u>، <u>اولین شکل‌های شناخته شده حیات</u>، <u>جهان‌اسپری</u>، و <u>فرضیه دنیای RNA</u>

The Earth is about 4.54 billion years old.[269][270][271] The earliest undisputed evidence of life on Earth dates from at least 3.5 billion years ago,[13][272] during the Eoarchean Era after a geological crust started to solidify following the earlier molten Hadean Eon. Microbial mat fossils have been found in 3.48 billion-year-old sandstone in Western Australia.[15][16][17] Other early physical evidence of a biogenic substance is graphite in 3.7 billion-year-old metasedimentary rocks discovered in Western Greenland^[14] as well as "remains of biotic life" found in 4.1 billion-year-old rocks in Western Australia.[273][274] Commenting on the Australian findings, Stephen Blair Hedges wrote, "If life arose relatively quickly on Earth, then it could be common in the universe." [273][275] In July 2016, scientists reported identifying a set of 355 genes from the last universal common ancestor (LUCA) of all organisms living on Earth.^[276]

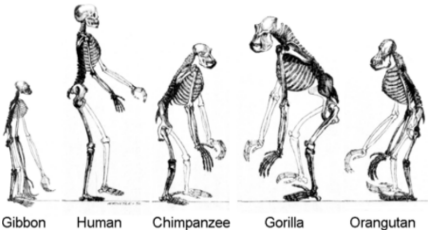
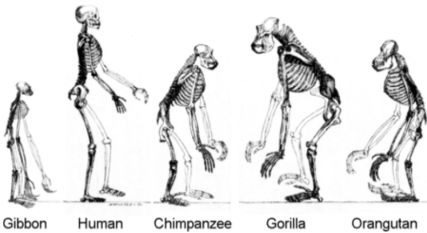
زمین تقریباً ۴,۵۴ میلیارد سال قدمت دارد [۲۶۹] [۲۷۰] [۲۷۱]. اولین شواهد بی‌چون و چرای حیات بر روی زمین مربوط به حداقل ۳.۵ میلیارد سال پیش [۱۳] [۲۷۲]، پس از دوره هادین [Hadean] مذاب قبلی و در دوران ائوکیئن [Eoarchean] پس از شروع قوام پوسته زمین، است. فسیل‌های فرش میکروبی [Microbial mat fossils] در ماسه سنگ ۳,۴۸ میلیارد ساله در استرالیای غربی یافت شده است [۱۵] [۱۶] [۱۷]. سایر شواهد فیزیکی اولیه یک ماده بیوژنیک، گرافیت است که در سنگهای فرارسویی [metasedimentary] ۳,۷ میلیارد ساله کشف شده در گرینلند غربی [۱۴] و همچنین "بقایای حیات بیوتیکی" است که در سنگهای ۴,۱ میلیارد ساله در استرالیای غربی یافت شده است [۲۷۳] [۲۷۴]. استیون بلر هیدجس [Stephen Blair Hedges] در مورد یافته‌های استرالیا نوشت: "اگر زندگی در زمین نسبتاً سریع به وجود آمد، پس حیات میتواند در جهان رایج باشد." [۲۷۳] [۲۷۵]. در ژوئیه ۲۰۱۶، دانشمندان گزارش دادند که مجموعه‌ای از ۳۵۵ ژن را از آخرین جد مشترک جهانی (LUCA) از تمام موجودات زنده روی زمین پیدا کرده‌اند [۲۷۶].



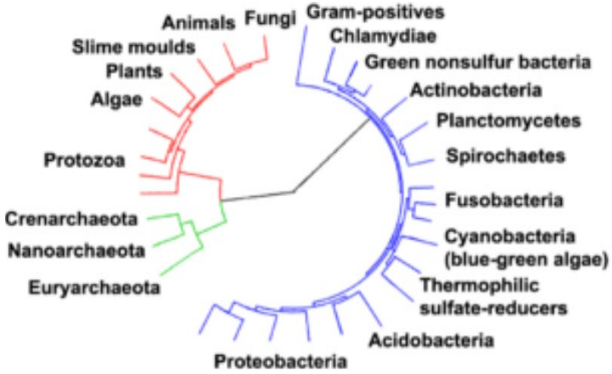
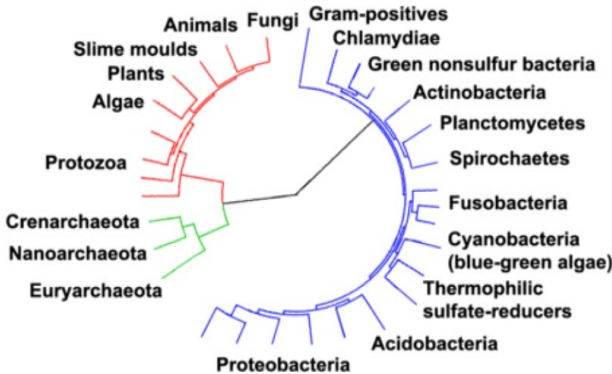
More than 99 percent of all species, amounting to over five billion species,[277] that ever lived on Earth are estimated to be extinct.[265][266] Estimates on the number of Earth's current species range from 10 million to 14 million,[278][279] of which about 1.9 million are

بیش از ۹۹٪ از تمام گونه‌ها، بالغ بر بیش از پنج میلیارد گونه [۲۷۷]، که در روی زمین زندگی می‌کرده اند منقرض شده‌اند [۲۶۵] [۲۶۶]. تخمین تعداد گونه‌های فعلی زمین از ۱۰ میلیون تا ۱۴ میلیون گونه است. حداقل ۸۰٪ هنوز توصیف نشده‌اند.

estimated to have been named[280] and 1.6 million documented in a central database to date,[281] leaving at least 80 percent not yet described.	
1. You realize that the number of species in this paragraph is different from had been said above. 2. This show the Wiki writers have been more than one person, and each one of them has written a part, without paying attention to other parts!	1. می بینید که ارقام ذکر شده در اینجا، با ارقام ذکر شده در چند بند بالاتر فرق دارد. 2. این نشان می دهد که ویکی نویسان بیش از یک نفر بوده اند و احتمالاً هرکس بدون توجه به نوشته های دیگران، مطلب خود را نوشته است.
Highly energetic chemistry is thought to have produced a self-replicating molecule around 4 billion years ago, and half a billion years later the <u>last common ancestor of all life</u> existed.[11] The current scientific consensus is that the complex biochemistry that makes up life came from simpler chemical reactions.[282][283] The beginning of life may have included self-replicating molecules such as <u>RNA</u>[284] and the assembly of simple cells.[285]	تصور می شود که شیمی بسیار پرانرژی، حدود ۴ میلیارد سال پیش مولکولی خودتکرار تولید کرده است و نیم میلیارد سال بعد <u>آخرین جد مشترک</u> تمام زندگی به وجود آمده است [۱۱]. اتفاق نظر علمی فعلی این است که بیوشیمی پیچیده ای که زندگی را می سازد، از واکنشهای شیمیایی ساده تر حاصل شده است [۲۸۲] [۲۸۳]. پیدایش زندگی ممکن است شامل مولکولهای خودتکرار مانند <u>RNA</u> [۲۸۴] و مونتاژ سلولهای ساده باشد [۲۸۵].
Common descent	تبار مشترک
All organisms on Earth are descended from a common ancestor or ancestral gene pool.[199][286] Current species are a stage in the process of evolution, with their diversity the product of a long series of speciation and extinction events.[287] The common descent of organisms was first deduced from four simple facts about organisms: First, they have geographic distributions that cannot be explained by local adaptation. Second, the diversity of life is not a set of completely unique organisms, but organisms that share morphological similarities. Third, <u>vestigial traits</u> with no clear purpose resemble functional ancestral traits. Fourth, organisms can be classified using these similarities into a hierarchy of nested groups, similar to a family tree.[288]	همه ارگانیسم های موجود در کره زمین از یک جد مشترک یا <u>استخر ژن</u> اجدادی، تبار گرفته اند [۱۹۹][۲۸۶]. گونه های فعلی، مرحله ای از روند فرگشت هستند که تنوع آنها محصول یک سری طولانی از وقایع گونه زایی و گونه مرگی است [۲۸۷]. تبار مشترک موجودات ابتدا از چهار واقعیت ساده در مورد موجودات استنباط شد: اول، آنها گستردگی جغرافیایی دارند که با سازگاری محلی قابل توضیح نیست. دوم، پراکندگی زندگی، مجموعه ای از ارگانیسم های کاملن منحصر به فرد نیست، بلکه موجوداتی هستند که شباهت های ریخت شناسانه دارند. سوم، <u>صفات پس مانده ای</u> که هیچ هدف مشخصی ندارند، به صفات کاربردی اجدادی شباهت دارند. چهارم، ارگانیسم ها را می توان با استفاده از این شباهت ها در یک سلسله مراتب از گروه های تو در تو، شبیه به یک شجره، طبقه بندی کرد [۲۸۸].

Modern research has suggested that, due to <u>horizontal gene transfer</u>, this "tree of life" may be more complicated than a simple branching tree since some genes have spread independently between distantly related species.[289][290] To solve this problem and others, some authors prefer to use the "Coral of life" as a metaphor or a mathematical model to illustrate the evolution of life. This view dates back to an idea briefly mentioned by Darwin but later abandoned. [291]	تحقیقات جدید نشان داده است که به دلیل <u>انتقال افقی ژن ها</u> ، "درخت زندگی" ممکن است پیچیده تر از یک درخت منشعب ساده باشد، زیرا برخی از ژن ها به طور مستقل بین گونه های دور از هم گسترش یافته اند [289] [290]. برای حل این مشکل و برخی دیگر، برخی از نویسندگان ترجیح می دهند از "مرجان زندگی" به عنوان استعاره یا الگوی ریاضی برای نشان دادن فرگشت زندگی استفاده کنند. این دیدگاه به ایده های برمی گردد که داروین به آن اشاره کرد اما بعداً آن را رها کرد [291].
 The <u>hominoids</u> are descendants of a <u>common ancestor</u>.	 <u>انسان نماها</u>، زادگان یک <u>جد مشترک</u> هستند.
Past species have also left records of their evolutionary history. Fossils, along with the comparative anatomy of present-day organisms, constitute the morphological, or anatomical, record.[292] By comparing the anatomies of both modern and extinct species, palaeontologists can infer the lineages of those species. However, this approach is most successful for organisms that had hard body parts, such as shells, bones or teeth. Further, as prokaryotes such as bacteria and archaea share a limited set of common morphologies, their fossils do not provide information on their ancestry.	گونه های گذشته نیز سوابقی از تاریخ فرگشتی خود به جا گذاشته اند. فسیل ها، در کنار آناتومی مقایسه ای موجودات امروزی، ریخت شناسی یا آناتومی را بر ملا می کنند [292]. با مقایسه آناتومی های گونه های مدرن و منقرض شده، دیرین شناسان می توانند دودمان آن گونه ها را استنباط کنند. با این حال، این روش برای ارگانیزم هایی که دارای قسمت های سخت بدن مانند پوسته، استخوان یا دندان هستند، بیشتر موفق است. بعلاوه، از آنجا که پروکاریوتها مانند باکتریها و آرکئیا [archaea] مجموعه محدودی از مورفولوژیهای مشترک را دارند، و فسیل های آنها اطلاعاتی در مورد تبار آنها فراهم نمی کند.
More recently, evidence for common descent has come from the study of biochemical similarities between organisms. For example, all living cells use the same basic set of nucleotides and <u>amino acids</u>. [293] The development of <u>molecular genetics</u> has revealed the record of evolution left in organisms' genomes: dating when species diverged through the <u>molecular clock</u> produced by mutations. [294] For example, these DNA sequence comparisons have revealed that humans and chimpanzees share 98% of their genomes and	اخیراً، شواهد مربوط به تبار مشترک از مطالعه شباهت های بیوشیمیایی موجودات به دست آمده است. به عنوان مثال، تمام سلولهای زنده از یک مجموعه پایه ای نوکلئوتیدها و <u>اسیدهای آمینه</u> استفاده می کنند [293]. توسعه <u>ژنتیک مولکولی</u> سابقه فرگشت موجود در ژنوم ارگانیزم ها را آشکار کرده است: تعیین زمانی که گونه ها واگرایی پیدا کرده اند، از طریق <u>ساعت مولکولی</u> که از مقایسه جهش ها به دست می آید، صورت می گیرد [294]. به عنوان مثال، مقایسه توالی DNA نشان داده است که ۹۸٪ از ژنوم انسان ها و شامپانزه ها مشترک است و تجزیه و تحلیل

analyzing the few areas where they differ helps shed light on when the common ancestor of these species existed.[295]	مناطق کوچکی که در آنها متفاوت است به روشن شدن زمان وجود جد مشترک این گونه ها کمک می کند [۲۹۵].
Evolution of life	فرگشت زندگی
Prokaryotes inhabited the Earth from approximately 3–4 billion years ago.[297][298] No obvious changes in morphology or cellular organisation occurred in these organisms over the next few billion years.[299] The eukaryotic cells emerged between 1.6 and 2.7 billion years ago. The next major change in cell structure came when bacteria were engulfed by eukaryotic cells, in a cooperative association called endosymbiosis.[300][301] The engulfed bacteria and the host cell then underwent coevolution, with the bacteria evolving into either mitochondria or <u>hydrogenosomes</u>. [302] Another engulfment of <u>cyanobacterial</u>-like organisms led to the formation of chloroplasts in algae and plants.[303]	پروکاریوتها از حدود ۳-۴ میلیارد سال پیش در کره زمین زندگی می کردند [۲۹۷] [۲۹۸]. طی چند میلیارد سال بعد از آن، هیچ تغییر واضحی در مورفولوژی یا سازمان سلولی در این موجودات رخ نداده است [۲۹۹]. سلولهای هسته‌داران بین ۱٫۶ و ۲٫۷ میلیارد سال پیش ظهور کردند. تغییر عمده بعدی در ساختار سلول زمانی رخ داد که باکتریها توسط سلولهای هسته‌داران بلعیده شدند، و در یک همکاری موسوم به اندوسیمبیوز [endosymbiosis] قرار گرفتند [۳۰۰] [۳۰۱]. سپس باکتریهای بلعیده شده و سلول میزبان فرگشت کردند و باکتریها به میتوکندری یا <u>هیدروژنوزوم</u> [hydrogenosomes] تبدیل شدند [۳۰۲]. بلعیده شدن دیگر موجودات زنده <u>سیانوباکتری</u>-مانند [cyanobacterial-like] منجر به تشکیل کلروپلاست در جلبک ها و گیاهان شد [۳۰۳].
The history of life was that of the unicellular eukaryotes, prokaryotes and archaea until about 610 million years ago when multicellular organisms began to appear in the oceans in the <u>Ediacaran</u> period.[297][304] The <u>evolution of multicellularity</u> occurred in multiple independent events, in organisms as diverse as <u>sponges</u>, <u>brown algae</u>, <u>cyanobacteria</u>, <u>slime moulds</u> and <u>myxobacteria</u>. [305] In January 2016, scientists reported that, about 800 million years ago, a minor genetic change in a single molecule called GK-PID may have allowed organisms to go from a single cell organism to one of many cells.[306]	تاریخچه زندگی تا حدود ۶۱۰ میلیون سال پیش همان تاریخ زندگی هسته‌داران <u>تک‌سلولی</u>، پروکاریوتها و آرکئیا بود تا آن که ارگانیسم‌های چندسلولی در دوره <u>ادیاکاران</u> [Ediacaran] شروع به ظهور در اقیانوس ها کردند [۲۹۷] [۳۰۴]. <u>فرگشت زندگی چند سلولی</u> در چندین رویداد مستقل، در ارگانیسم‌های متنوعی مانند <u>اسفنج</u> [sponges]، <u>جلبک قهوه‌ای</u> [brown algae]، <u>سیانوباکتریوم</u> [cyanobacteria]، <u>قارچ لجن</u> [slime mould]، و <u>میکسوباکتریوم</u> [myxobacteria] رخ داد [۳۰۵]. در ژانویه ۲۰۱۶، دانشمندان گزارش دادند، که حدود ۸۰۰ میلیون سال پیش، ممکن است یک تغییر ژنتیکی جزئی در یک مولکول منفرد به نام GK-PID باعث شده باشد که ارگانیسم ها از یک ارگانیسم تک سلولی به یکی از بسیاری از چندسلولی‌ها فرگشت کنند [۳۰۶].
	۱. دقت کنید که «قارچ لجن» موجودی تک سلولی است و وقتی تعداد زیادی از آن روی سطحی رشد می کند، شبیه کپک دیده می شود.

Soon after the emergence of these first multicellular organisms, a remarkable amount of biological diversity appeared over approximately 10 million years, in an event called the <u>Cambrian explosion</u>. Here, the majority of <u>types</u> of modern animals appeared in the fossil record, as well as unique lineages that subsequently became extinct.[307] Various triggers for the Cambrian explosion have been proposed, including the accumulation of oxygen in the atmosphere from photosynthesis.[308]	به سرعت پس از ظهور این اولین موجودات چندسلولی، طی حادثه‌ای به نام <u>انفجار کامبرین</u> [Cambrian explosion]، در طی تقریباً ۱۰ میلیون سال، مقدار قابل توجهی از تنوع زیستی ظاهر شد. در آن زمان، اکثر «نوع»‌های حیوانات مدرن و همچنین دودمانهای منحصر به فردی که متعاقباً منقرض شدند، در باقیمانده‌های فسیلی ظاهر شدند [۳۰۷]. عوامل مختلفی برای انفجار کامبرین پیشنهاد شده است، از جمله تجمع اکسیژن تولید شده در روند فتوسنتز در جو زمین [۳۰۸].
 <u>Evolutionary tree</u> showing the divergence of modern species from their common ancestor in the centre.[296] The three <u>domains</u> are coloured, with <u>bacteria</u> blue, <u>archaea</u> green and <u>eukaryotes</u> red.	 درخت فرگشتی که واگرایی گونه‌های مدرن را از جد مشترک آنها در مرکز نشان می‌دهد [۲۹۴]. اسه دامنه رنگ شده‌اند: رنگ آبی برای باکتری، سبز برای آرکائیا و رنگ قرمز برای هسته‌داران.
About 500 million years ago, plants and fungi colonised the land and were soon followed by arthropods and other animals.[309] Insects were particularly successful and even today make up the majority of animal species.[310] <u>Amphibians</u> first appeared around 364 million years ago, followed by early amniotes and birds around 155 million years ago (both from "reptile"-like lineages), <u>mammals</u> around 129 million years ago, <u>homininae</u> around 10 million years ago and <u>modern humans</u> around 250,000 years ago.[311][312][313] However, despite the evolution of these large animals, smaller organisms similar to the types that evolved early in this process continue to be highly successful	حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش، گیاهان و قارچ‌ها در زمین گسترده شدند و به سرعت بندپایان و سایر حیوانات به دنبال آنها آمدند [۳۰۹]. حشرات بسیار موفق بودند و حتی امروزه اکثر گونه‌های جانوری را تشکیل می‌دهند [۳۱۰]. <u>دوزیستیان</u> اولین بار در حدود ۳۶۴ میلیون سال پیش و سپس <u>آمنیوت‌های اولیه</u> و پرندگان در حدود ۱۵۵ میلیون سال پیش ظاهر شدند (هر دو از تبار شبه <u>خزندگان</u>). <u>پستانداران</u> در حدود ۱۲۹ میلیون سال پیش، <u>انسان‌ها</u> در حدود ۱۰ میلیون سال پیش و <u>انسان‌های مدرن</u> در حدود ۲۵۰۰۰۰ سال پیش به وجود آمدند [۳۱۱][۳۱۲][۳۱۳]. با این حال، با وجود فرگشت حیوانات بزرگ، ارگانیسم‌های کوچکتر، مانند گونه‌های که در اوایل

and dominate the Earth, with the majority of both biomass and species being prokaryotes.[176]	این روند فرگشت یافتند، همچنان بسیار موفق هستند و بر زمین تسلط دارند ، اکثریت جرم زیستی و گونه‌ها پروکاریوت هستند [۱۷۶].
Application	کاربرد
Concepts and models used in evolutionary biology, such as natural selection, have many applications.[314]	مفاهیم و مدل‌های مورد استفاده در زیست‌شناسی فرگشتی، مانند گزینش طبیعی، کاربردهای بسیاری دارند [۳۱۴].
Artificial selection is the intentional selection of traits in a population of organisms. This has been used for thousands of years in the <u>domestication</u> of plants and animals.[315] More recently, such selection has become a vital part of <u>genetic engineering</u> , with <u>selectable markers</u> such as antibiotic resistance genes being used to manipulate DNA. Proteins with valuable properties have evolved by repeated rounds of mutation and selection(for example modified enzymes and new <u>antibodies</u>) in a process called <u>directed evolution</u> . [316]	گزینش مصنوعی گزینش عمدی صفات در جمعیت یک موجود است. این روش در طول هزاران سال در اهلی سازی گیاهان و حیوانات مورد استفاده قرار گرفته است [۳۱۵]. اخیراً ، چنین گزینشی با استفاده از نشانگر قابل گزینش [selectable markers] مانند ژن‌های مقاومت به آنتی‌بیوتیک برای دستکاری DNA، به بخشی حیاتی از مهندسی ژنتیک تبدیل شده است. پروتئین‌هایی که دارای خواص ارزشمند هستند، در فرآیندی به نام <u>فرگشت هدایت</u> شده با جهش و گزینش مکرر (مثلاً آنزیم‌های پیرایش شده و <u>آنتی‌بادی‌های</u> جدید) فرگشت یافته اند [۳۱۶].
1. I had mentioned before that “Sometimes nagging is good for your mental health”! Now, I should add that “sometimes cursing and calling names is good for indigestion!” The above paragraph that starts with the two words “artificial selection” shows the depth of Wiki writers ignorance. 15000 years of artificial selection in domestication of animals and plants, and 270 years of scientific animal and plant breeding has been reduced to the gibberish written in the above paragraph. 2. The above paragraph also shows that Wiki writers have not read Darwin’s book to learn how much value had Darwin given to the work of breeders. Wiki writers also don’t know that Fisher was employed in an agricultural research station (Rothamsted), and Wright worked until his first retirement in USDA. It’s a shame that	1. پیش از این گفته بودم که «گاهی غر زدن به سلامت عقل کمک می‌کند!». الان اضافه می‌کنم که گاهی «فحش و فضاخوار برای هضم غذا خوب است!» بند بالا که با دو لغت «گزینش مصنوعی» آغاز می‌شود، عمق جهالت ویکی‌نویسان را نشان می‌دهد. ۱۵۰۰۰ سال تجربه بشری در اهلی کردن حیوانات و گیاهان و ۲۷۰ سال تجربه کار علمی برای اصلاح دام و نبات را تقلیل می‌دهند به اراجیفی که اینجا نوشته‌اند. 2. نوشته بند بالا نشان از این دارد که ویکی‌نویسان حتی کتاب پیدایش گونه‌های داروین را نخوانده‌اند که بدانند داروین با آوردن مثال از اصلاح‌گران دام و نبات، کتابش را شروع کرده. ویکی‌نویسان نمی‌دانند که Fisher در مرکز تحقیقات کشاورزی Rothamsted شاغل بود، و Wright در وزارت کشاورزی امریکا کار می‌کرد.

such ignorant people dare to write in Wikipedia.	
Understanding the changes that have occurred during an organism's evolution can reveal the genes needed to construct parts of the body, genes which may be involved in human <u>genetic disorders</u>. [317] For example, the <u>Mexican tetra</u> is an <u>albino</u> cavefish that lost its eyesight during evolution. Breeding together different populations of this blind fish produced some offspring with functional eyes, since different mutations had occurred in the isolated populations that had evolved in different caves. [318] This helped identify genes required for vision and pigmentation. [319]	درک تغییراتی که در طی فرگشت ارگانیسم رخ داده است، می‌تواند ژن‌های مورد نیاز برای ساختن قسمت‌هایی از بدن را نشان دهد، که ممکن است در <u>اختلالات ژنتیکی</u> انسان نقش داشته باشند [317]. به عنوان مثال، <u>تترا مکزیکی</u> یک ماهی غاری آلبینو است که در طی فرگشت بینایی خود را از دست داده است. آمیزش [breeding] جمعیت‌های مختلف این ماهی نابینا، فرزندان دارای چشم با کاربرد تولید می‌کند، زیرا جهش‌های مختلفی در جمعیت‌های مجزای غارهای مختلف، رخ داده است [318]. این به شناسایی ژن‌های مورد نیاز برای بینایی و رنگدانه کمک کرده است [319].
1. I repeat again: if “organism” in the first sentence is referring to one single individual, then that sentence is wrong. Evolution does not occur in one specimen! Evolution happens in populations through many generations.	1. باز تکرار می‌کنم که اگر منظور از ارگانیسم، یک موجود منفرد است، جمله اول این بند غلط است. فرگشت، انفرادی نیست! فرگشت، جمعیتی است و در طی نسل‌های طولانی صورت می‌پذیرد.
Evolutionary theory has many applications in medicine. Many human diseases are not static phenomena, but capable of evolution. Viruses, bacteria, fungi and <u>cancers</u> evolve to be resistant to host <u>immune defences</u>, as well as <u>pharmaceutical drugs</u>. [320][321][322] These same problems occur in agriculture with <u>pesticide</u> [323] and <u>herbicide</u> [324] resistance. It is possible that we are facing the end of the effective life of most of available antibiotics [325] and predicting the evolution and evolvability [326] of our pathogens and devising strategies to slow or circumvent it is requiring deeper knowledge of the complex forces driving evolution at the molecular level. [327]	نظریه فرگشت در پزشکی کاربردهای بسیاری دارد. بسیاری از بیماری‌های انسان پدیده‌ای ساکن نیستند، و قادر به فرگشت هستند. ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و سرطان‌ها در برابر <u>دفاع ایمنی</u> میزبان و همچنین <u>مواد دارویی</u> به مقاومت می‌شوند [320] [321] [322]. همین مشکلات در کشاورزی با مقاومت به <u>سموم دفع آفات</u> [323] و <u>علف کش</u> [324] رخ می‌دهد. ممکن است که ما با پایان عمر موثر اکثر آنتی بیوتیک‌های موجود روبرو باشیم [325] و پیش بینی فرگشت و فرگشت‌پذیری [326] عوامل بیماری‌زا و تدوین استراتژی‌هایی برای کند کردن یا دور زدن آن، نیاز به دانش عمیق‌تری از نیروهای پیچیده فرگشت در سطح مولکولی دارد [327].
In computer science, simulations of evolution using <u>evolutionary algorithms</u> and artificial life started in the 1960s and were extended with simulation of artificial selection. [328] Artificial evolution became a widely recognised optimisation method as a result of the work of <u>Ingo Rechenberg</u> in the 1960s. He used <u>evolution strategies</u> to solve complex engineering problems. [329] <u>Genetic</u>	در علوم کامپیوتر، شبیه سازی‌های فرگشت با استفاده از الگوریتم‌های فرگشتی و <u>زندگی مصنوعی</u> از دهه ۱۹۶۰ آغاز شد و با شبیه سازی گزینش مصنوعی گسترش یافت [328]. فرگشت مصنوعی در نتیجه کار <u>اینگو ریچنبرگ</u> [Ingo Rechenberg] در دهه ۱۹۶۰ به یک روش بهینه سازی کاملاً شناخته شده تبدیل شد. وی از <u>استراتژی‌های فرگشتی</u> برای حل مسائل

algorithms in particular became popular through the writing of <u>John Henry Holland</u>. [330] Practical applications also include <u>automatic evolution of computer programmes</u>. [331] Evolutionary algorithms are now used to solve multi-dimensional problems more efficiently than software produced by human designers and also to optimise the design of systems. [332]	پیچیده مهندسی استفاده کرد [۳۲۹]. به ویژه الگوریتم‌های ژنتیکی، که از طریق نوشته‌های جان هنری هلند [John Henry Holland]، محبوب شدند [۳۳۰]. برنامه‌های کاربردی همچنین شامل فرگشت خودکار برنامه‌های رایانه ای است [۳۳۱]. الگوریتم‌های فرگشتی، اکنون برای حل مشکلات چند بعدی، با کارایی بیشتر از نرم افزار تولید شده توسط طراحان انسانی، و همچنین بهینه سازی طراحی سیستم‌ها استفاده می‌کنند [۳۳۲].
1. If the above paragraph was written now, it would have contained machine learning and artificial intelligence.	1. اگر متن بند بالا جدیدتر بود لغاتی مانند Artificial و Machine learning و intelligence را هم بکار میبردند.
Social and cultural responses	پاسخ‌های اجتماعی و فرهنگی
In the 19th century, particularly after the publication of <i>On the Origin of Species</i> in 1859, the idea that life had evolved was an active source of academic debate centred on the philosophical, social and religious implications of evolution. Today, the modern evolutionary synthesis is accepted by a vast majority of scientists. [56] However, evolution remains a contentious concept for some theists. [334]	در قرن نوزدهم، به ویژه پس از انتشار درباره پیدایش گونه‌ها در سال ۱۸۵۹، این ایده که زندگی فرگشت یافته است منبع فعالی برای بحث‌های دانشگاهی با محور پیامدهای فلسفی، اجتماعی و مذهبی فرگشت بود. امروزه سنتز فرگشتی مدرن توسط اکثر قریب به اتفاق دانشمندان پذیرفته شده است [۵۶]. با این حال، فرگشت برای برخی از خداشناسان یک مفهوم بحث‌انگیز است [334].
While <u>various religions and denominations</u> have reconciled their beliefs with evolution through concepts such as <u>theistic evolution</u>, there are <u>creationists</u> who believe that evolution is contradicted by the <u>creation myths</u> found in their <u>religions</u> and who raise various <u>objections</u> to evolution. [165][335][336] As had been demonstrated by responses to the publication of <i>Vestiges of the Natural History of Creation</i> in 1844, the most controversial aspect of evolutionary biology is the implication of <u>human evolution</u> that humans share common ancestry with apes and that the <u>mental and moral faculties</u> of humanity have the same types of natural causes as other inherited traits in animals. [337] In some countries, notably the United States, these tensions between science and	در حالی که ادیان و مذاهب مختلف عقاید خود را با فرگشت از طریق مفاهیمی مانند فرگشت خداپاورانه تطبیق داده‌اند، خلقت‌گرایانی وجود دارند که معتقدند فرگشت با اسطوره‌های آفرینش موجود در ادیان آنها مغایرت دارد و اعتراضات مختلفی را نسبت به فرگشت مطرح می‌کنند [۱۶۵] [۳۳۵] [۳۳۶]. همانطور که در پاسخ به انتشار کتاب پس‌مانده‌های تاریخ طبیعی آفرینش [Vestiges of the Natural History of Creation] در سال ۱۸۴۴ نشان داده شده است، بحث‌انگیزترین جنبه زیست‌شناسی فرگشتی، مفهوم فرگشت انسان است، که انسان از جد مشترک با میمون‌ها برخوردار است و توانایی‌های ذهنی و اخلاقی بشریت همان علل طبیعی مانند سایر صفات ارثی در حیوانات است [۳۳۷]. در برخی از کشورها، به ویژه ایالات متحده، این تنش‌ها بین علم و دین به بحث و جدال آفرینش-فرگشت، به درگیری مذهبی متمرکز

religion have fuelled the current creation–evolution controversy, a religious conflict focusing on <u>politics</u> and <u>public education</u>.^[338] While other scientific fields such as <u>cosmology</u>^[339] and <u>Earth science</u>^[340] also conflict with literal interpretations of many <u>religious texts</u>, evolutionary biology experiences significantly more opposition from religious literalists.	بر سیاست و آموزش عمومی دامن زده است ^[۳۳۸]. در حالی که سایر زمینه های علمی مانند کیهان شناسی ^[۳۳۹] و علوم زمینی ^[۳۴۰] نیز با تعابیر تحت اللفظی بسیاری از متون دینی در تعارض هستند، زیست شناسی فرگشتی به طور قابل توجهی مخالفت بیشتر متکلمان مذهبی را تجربه می کند.
As evolution became widely accepted in the 1870s, <u>caricatures</u> of Charles Darwin with an <u>ape</u> or <u>monkey</u> body symbolised evolution.^[333]	با پذیرش گسترده فرگشت در دهه ۱۸۷۰، کاریکاتورهای چارلز داروین با بدن میمون یا عنتر نماد فرگشت بود ^[۳۳۳].
The teaching of evolution in American secondary school biology classes was uncommon in most of the first half of the 20th century. The <u>Scopes Trial</u> decision of 1925 caused the subject to become very rare in American secondary biology textbooks for a generation, but it was gradually re-introduced later and became legally protected with the 1968 <u>Epperson v. Arkansas</u> decision. Since then, the competing religious belief of <u>creationism</u> was legally disallowed in secondary school curricula in various decisions in the 1970s and 1980s, but it returned in pseudoscientific form as <u>intelligent design</u> (ID), to be excluded once again in the 2005 <u>Kitzmiller v. Dover Area School District</u> case.^[341] The debate over Darwin's ideas did not generate significant controversy in China.^[342]	آموزش فرگشت در کلاسهای زیست شناسی دبیرستانهای آمریکایی در بیشتر نیمه اول قرن بیستم غیر معمول بود. تصمیم در مورد یک دعوای حقوقی به نام [Scope Trial] در سال ۱۹۲۵ باعث شد که این موضوع برای یک نسل در کتابهای زیست شناسی دبیرستانی آمریکایی بسیار نادر شود، اما بعداً به تدریج مجدداً معرفی شد و با تصمیم ۱۹۶۸ در یک دعوای حقوقی دیگر به نام [Epperson v. Arkansas] از آن محافظت قانونی شد. از آن زمان، اعتقاد مذهبی آفرینش گرایی [creationism] به طور قانونی در برنامه های درسی دوره متوسطه در تصمیمات مختلف در دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ پذیرفته نشد، اما به عنوان یک طرح هوشمندانه علمی (intelligent design) بازگشت، تا یک بار دیگر در ۲۰۰۵ در دعوای حقوقی دیگری به نام [Kitzmiller v. Dover Area School District case] حذف شود ^[۳۴۱]. بحث در مورد ایده های داروین در چین بحث و مجادله قابل توجهی ایجاد نکرده است ^[۳۴۲].

قسمت هایی که احتیاج به ترجمه داشتند، در زیر آمده اند.

See Also

Argument from poor design
Biological classification
Evidence of common descent
Evolution in Variable Environment
Evolutionary anthropology
Evolutionary ecology
Evolutionary epistemology
Evolutionary neuroscience
Evolution of biological complexity
Evolution of plants
Project Steve
Timeline of the evolutionary history of life
Universal Darwinism

References

1. [Hall & Hallgrímsson 2008](#), pp. 4–6
2. [^] ["Evolution Resources"](#). Washington, DC: *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*. 2016. *Archived* from the original on 2016-06-03.
3. [^] [Futuyma & Kirkpatrick 2017](#), pp. 79–102, Chapter 4: Mutation and Variation
4. [^] [Scott-Phillips, Thomas C.; Laland, Kevin N.; Shuker, David M.; Dickins, Thomas E.; West, Stuart A. \(May 2014\). "The Niche Construction Perspective: A Critical Appraisal". *Evolution*. **68** \(5\): 1231–1243. doi:10.1111/evo.12332. ISSN 0014-3820. PMC 4261998. PMID 24325256. Evolutionary processes are generally thought of as processes by which these changes occur. Four such processes are widely recognized: natural selection \(in the broad sense, to include sexual selection\), genetic drift, mutation, and migration \(Fisher 1930; Haldane 1932\). The latter two generate variation; the first two sort it.](#)
5. [^] [Hall & Hallgrímsson 2008](#), pp. 3–5
6. [^] [Voet, Voet & Pratt 2016](#), pp. 1–22, Chapter 1: Introduction to the Chemistry of Life
7. [^] [Darwin 1859](#)
8. [^] [Jump up to:^a ^b Lewontin, Richard C. \(November 1970\). "The Units of Selection" \(PDF\). *Annual Review of Ecology and Systematics*. **1**: 1–18. doi:10.1146/annurev.es.01.110170.000245. ISSN 1545-2069. JSTOR 2096764. Archived \(PDF\) from the original on 2015-02-06.](#)

9. ^ Futuyma & Kirkpatrick 2017, pp. 3–26, Chapter 1: Evolutionary Biology
10. ^ Kampourakis 2014, pp. 127–129
11. ^ Jump up to:^{a b} Doolittle, W. Ford (February 2000). "Uprooting the Tree of Life" (PDF). *Scientific American*. **282** (2): 90–95. Bibcode:2000SciAm.282b..90D. doi:10.1038/scientificamerican0200-90. ISSN 0036-8733. PMID 10710791. Archived from the original (PDF) on 2006-09-07. Retrieved 2015-04-05.
12. ^ Glansdorff, Nicolas; Ying Xu; Labedan, Bernard (July 9, 2008). "The Last Universal Common Ancestor: emergence, constitution and genetic legacy of an elusive forerunner". *Biology Direct*. **3**: 29. doi:10.1186/1745-6150-3-29. ISSN 1745-6150. PMC 2478661. PMID 18613974.
13. ^ Jump up to:^{a b} Schopf, J. William; Kudryavtsev, Anatoliy B.; Czaja, Andrew D.; Tripathi, Abhishek B. (October 5, 2007). "Evidence of Archean life: Stromatolites and microfossils". *Precambrian Research*. **158** (3–4): 141–155. Bibcode:2007PreR..158..141S. doi:10.1016/j.precamres.2007.04.009. ISSN 0301-9268.
14. ^ Jump up to:^{a b} Ohtomo, Yoko; Kakegawa, Takeshi; Ishida, Akizumi; et al. (January 2014). "Evidence for biogenic graphite in early Archaean Isua metasedimentary rocks". *Nature Geoscience*. **7** (1): 25–28. Bibcode:2014NatGe...7...25O. doi:10.1038/ngeo2025. ISSN 1752-0894.
15. ^ Jump up to:^{a b} Borenstein, Seth (November 13, 2013). "Oldest fossil found: Meet your microbial mom". *Excite*. Yonkers, New York: Mindspark Interactive Network. Associated Press. Archived from the original on June 29, 2015. Retrieved 2015-05-31.
16. ^ Jump up to:^{a b} Pearlman, Jonathan (November 13, 2013). "Oldest signs of life on Earth found". *The Daily Telegraph*. London: Telegraph Media Group. Archived from the original on 2014-12-16. Retrieved 2014-12-15.
17. ^ Jump up to:^{a b} Noffke, Nora; Christian, Daniel; Wacey, David; Hazen, Robert M. (November 16, 2013). "Microbially Induced Sedimentary Structures Recording an Ancient Ecosystem in the ca. 3.48 Billion-Year-Old Dresser Formation, Pilbara, Western Australia". *Astrobiology*. **13** (12): 1103–1124. Bibcode:2013AsBio..13.1103N. doi:10.1089/ast.2013.1030. ISSN 1531-1074. PMC 3870916. PMID 24205812.
18. ^ Futuyma 2004, p. 33
19. ^ Panno 2005, pp. xv-16
20. ^ NAS 2008, p. 17 Archived 2015-06-30 at the Wayback Machine
21. ^ Futuyma, Douglas J., ed. (1999). "Evolution, Science, and Society: Evolutionary Biology and the National Research Agenda" (PDF)(Executive summary). New Brunswick, New Jersey: Office of University Publications, Rutgers, The State University of New Jersey. OCLC 43422991. Archived from the original (PDF) on 2012-01-31. Retrieved 2014-11-24.
22. ^ Darwin 1909, p. 53
23. ^ Kirk, Raven & Schofield 1983, pp. 100–142, 280–321
24. ^ Lucretius
25. ^ Sedley, David (2003). "Lucretius and the New Empedocles"(PDF). *Leeds International Classical Studies*. **2** (4). ISSN 1477-3643. Archived from the original (PDF) on 2014-08-23. Retrieved 2014-11-25.
26. ^ Torrey, Harry Beal; Felin, Frances (March 1937). "Was Aristotle an Evolutionist?". *The Quarterly Review of Biology*. **12** (1): 1–18. doi:10.1086/394520. ISSN 0033-5770. JSTOR 2808399. S2CID 170831302.
27. ^ Hull, David L. (December 1967). "The Metaphysics of Evolution". *The British Journal for the History of Science*. Cambridge: Cambridge University Press on behalf of The British Society for the History of Science. **3** (4): 309–337. doi:10.1017/S0007087400002892. JSTOR 4024958.

28. ^ [Mason 1962](#), pp. 43–44
29. ^ [Mayr 1982](#), pp. 256–257
 - [Ray 1686](#)
30. ^ [Waggoner, Ben \(July 7, 2000\). "Carl Linnaeus \(1707-1778\)". Evolution \(Online exhibit\). Berkeley, California: University of California Museum of Paleontology. Archived from the original on 2011-04-30. Retrieved 2012-02-11.](#)
31. ^ [Bowler 2003](#), pp. 73–75
32. ^ ["Erasmus Darwin \(1731-1802\)". Evolution \(Online exhibit\). Berkeley, California: University of California Museum of Paleontology. October 4, 1995. Archived from the original on 2012-01-19. Retrieved 2012-02-11.](#)
33. ^ [Lamarck 1809](#)
34. ^ [Jump up to:^a ^b Nardon & Grenier 1991](#), p. 162
35. ^ [Ghiselin, Michael T. \(September–October 1994\). "The Imaginary Lamarck: A Look at Bogus 'History' in Schoolbooks". The Textbook Letter. OCLC 23228649. Archived from the original on 2008-02-12. Retrieved 2008-01-23.](#)
36. ^ [Jablonka, Eva; Lamb, Marion J. \(August 2007\). "Précis of Evolution in Four Dimensions". Behavioral and Brain Sciences. 30\(4\): 353–365. doi:10.1017/S0140525X07002221. ISSN 0140-525X. PMID 18081952. S2CID 15879804.](#)
37. ^ [Burkhardt & Smith 1991](#)
 - ["Darwin, C. R. to Lubbock, John". Darwin Correspondence Project. Cambridge: University of Cambridge. Archived from the original on 2014-12-15. Retrieved 2014-12-01. Letter 2532, November 22, 1859.](#)
38. ^ [Sulloway, Frank J. \(June 2009\). "Why Darwin rejected intelligent design". Journal of Biosciences. 34 \(2\): 173–183. doi:10.1007/s12038-009-0020-8. ISSN 0250-5991. PMID 19550032. S2CID 12289290.](#)
39. ^ ["Search results for "descent with modification" - The Complete Work of Charles Darwin Online".](#)
40. ^ [Sober, Elliott \(June 16, 2009\). "Did Darwin write the Originbackwards?". Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 106 \(Suppl. 1\): 10048–10055. Bibcode:2009PNAS..10610048S. doi:10.1073/pnas.0901109106. ISSN 0027-8424. PMC 2702806. PMID 19528655.](#)
41. ^ [Mayr 2002](#), p. 165
42. ^ [Bowler 2003](#), pp. 145–146
43. ^ [Sokal, Robert R.; Crovello, Theodore J. \(March–April 1970\). "The Biological Species Concept: A Critical Evaluation". The American Naturalist. 104 \(936\): 127–153. doi:10.1086/282646. ISSN 0003-0147. JSTOR 2459191. S2CID 83528114.](#)
44. ^ [Darwin, Charles; Wallace, Alfred \(August 20, 1858\). "On the Tendency of Species to form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection". Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London. Zoology. 3 \(9\): 45–62. doi:10.1111/j.1096-3642.1858.tb02500.x. ISSN 1096-3642. Archived from the original on 2007-07-14. Retrieved 2007-05-13.](#)
45. ^ [Desmond, Adrian J. \(July 17, 2014\). "Thomas Henry Huxley". Encyclopædia Britannica Online. Chicago, Illinois: Encyclopædia Britannica, Inc. Archived from the original on January 19, 2015. Retrieved 2014-12-02.](#)
46. ^ [Y. -S. Liu; X. M. Zhou; M. X. Zhi; X. J. Li; Q. L. Wang \(September 2009\). "Darwin's contributions to genetics". Journal of Applied Genetics. 50 \(3\): 177–184. doi:10.1007/BF03195671. ISSN 1234-1983. PMID 19638672. S2CID 19919317.](#)

47. ^ Weiling, Franz (July 1991). "Historical study: Johann Gregor Mendel 1822–1884". *American Journal of Medical Genetics*. **40** (1): 1–25, discussion 26. doi:10.1002/ajmg.1320400103. PMID 1887835.
48. ^ Wright 1984, p. 480
49. ^ Provine 1971
50. ^ Stamhuis, Ida H.; Meijer, Onno G.; Zevenhuizen, Erik J. A. (June 1999). "Hugo de Vries on Heredity, 1889-1903: Statistics, Mendelian Laws, Pangenesis, Mutations". *Isis*. **90** (2): 238–267. doi:10.1086/384323. JSTOR 237050. PMID 10439561. S2CID 20200394.
51. ^ Jump up to:^a ^b Bowler 1989, pp. 307-318.
52. ^ Levinson 2019.
53. ^ Watson, J. D.; Crick, F. H. C. (April 25, 1953). "Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid"(PDF). *Nature*. **171** (4356): 737–738. Bibcode:1953Natur.171..737W. doi:10.1038/171737a0. ISSN 0028-0836. PMID 13054692. S2CID 4253007. Archived (PDF) from the original on 2014-08-23. Retrieved 2014-12-04. It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material.
54. ^ Hennig 1999, p. 280
55. ^ Dobzhansky, Theodosius (March 1973). "Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution" (PDF). *The American Biology Teacher*. **35** (3): 125–129. CiteSeerX 10.1.1.324.2891. doi:10.2307/4444260. JSTOR 4444260. S2CID 207358177. Archived (PDF) from the original on 2015-10-23.
56. ^ Jump up to:^a ^b ^c Kutschera, Ulrich; Niklas, Karl J. (June 2004). "The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis". *Naturwissenschaften*. **91** (6): 255–276. Bibcode:2004NW.....91..255K. doi:10.1007/s00114-004-0515-y. ISSN 1432-1904. PMID 15241603. S2CID 10731711.
57. ^ Avise, John C.; Ayala, Francisco J. (May 11, 2010). "In the light of evolution IV: The human condition" (PDF). *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **107** (Suppl. 2): 8897–8901. doi:10.1073/pnas.1003214107. ISSN 0027-8424. PMC 3024015. PMID 20460311. Archived (PDF) from the original on 2014-08-23. Retrieved 2014-12-29.
58. ^ Danchin, Étienne; Charmantier, Anne; Champagne, Frances A.; Mesoudi, Alex; Pujol, Benoit; Blanchet, Simon (June 2011). "Beyond DNA: integrating inclusive inheritance into an extended theory of evolution". *Nature Reviews Genetics*. **12** (7): 475–486. doi:10.1038/nrg3028. ISSN 1471-0056. PMID 21681209. S2CID 8837202.
59. ^ Pigliucci & Müller 2010
60. ^ Sturm, Richard A.; Frudakis, Tony N. (August 2004). "Eye colour: portals into pigmentation genes and ancestry". *Trends in Genetics*. **20** (8): 327–332. doi:10.1016/j.tig.2004.06.010. ISSN 0168-9525. PMID 15262401.
61. ^ Jump up to:^a ^b Pearson, Helen (May 25, 2006). "Genetics: What is a gene?". *Nature*. **441** (7092): 398–401. Bibcode:2006Natur.441..398P. doi:10.1038/441398a. ISSN 0028-0836. PMID 16724031. S2CID 4420674.
62. ^ Visscher, Peter M.; Hill, William G.; Wray, Naomi R. (April 2008). "Heritability in the genomics era — concepts and misconceptions". *Nature Reviews Genetics*. **9** (4): 255–266. doi:10.1038/nrg2322. ISSN 1471-0056. PMID 18319743. S2CID 690431.
63. ^ Oetting, William S.; Brilliant, Murray H.; King, Richard A. (August 1996). "The clinical spectrum of albinism in humans". *Molecular Medicine Today*. **2** (8): 330–335. doi:10.1016/1357-4310(96)81798-9. ISSN 1357-4310. PMID 8796918.
64. ^ Jump up to:^a ^b Futuyma 2005^[page needed]

65. ^ Phillips, Patrick C. (November 2008). "Epistasis—the essential role of gene interactions in the structure and evolution of genetic systems". *Nature Reviews Genetics*. **9** (11): 855–867. doi:10.1038/nrg2452. ISSN 1471-0056. PMC 2689140. PMID 18852697.
66. ^ Jump up to:^a ^b Rongling Wu; Min Lin (March 2006). "Functional mapping — how to map and study the genetic architecture of dynamic complex traits". *Nature Reviews Genetics*. **7** (3): 229–237. doi:10.1038/nrg1804. ISSN 1471-0056. PMID 16485021. S2CID 24301815.
67. ^ Jablonka, Eva; Raz, Gal (June 2009). "Transgenerational Epigenetic Inheritance: Prevalence, Mechanisms, and Implications for the Study of Heredity and Evolution" (PDF). *The Quarterly Review of Biology*. **84** (2): 131–176. CiteSeerX 10.1.1.617.6333. doi:10.1086/598822. ISSN 0033-5770. PMID 19606595. S2CID 7233550.
68. ^ Bossdorf, Oliver; Arcuri, Davide; Richards, Christina L.; Pigliucci, Massimo (May 2010). "Experimental alteration of DNA methylation affects the phenotypic plasticity of ecologically relevant traits in *Arabidopsis thaliana*" (PDF). *Evolutionary Ecology*. **24** (3): 541–553. doi:10.1007/s10682-010-9372-7. ISSN 0269-7653. S2CID 15763479.
69. ^ Jablonka, Eva; Lamb, Marion J. (December 2002). "The Changing Concept of Epigenetics". *Annals of the New York Academy of Sciences*. **981** (1): 82–96. Bibcode:2002NYASA.981...82J. doi:10.1111/j.1749-6632.2002.tb04913.x. ISSN 0077-8923. PMID 12547675. S2CID 12561900.
70. ^ Laland, Kevin N.; Sterelny, Kim (September 2006). "Perspective: Seven Reasons (Not) to Neglect Niche Construction". *Evolution*. **60** (9): 1751–1762. doi:10.1111/j.0014-3820.2006.tb00520.x. ISSN 0014-3820. PMID 17089961. S2CID 22997236.
71. ^ Chapman, Michael J.; Margulis, Lynn (December 1998). "Morphogenesis by symbiogenesis" (PDF). *International Microbiology*. **1** (4): 319–326. ISSN 1139-6709. PMID 10943381. Archived from the original (PDF) on 2014-08-23. Retrieved 2014-12-09.
72. ^ Wilson, David Sloan; Wilson, Edward O. (December 2007). "Rethinking the Theoretical Foundation of Sociobiology" (PDF). *The Quarterly Review of Biology*. **82** (4): 327–348. doi:10.1086/522809. ISSN 0033-5770. PMID 18217526. S2CID 37774648. Archived from the original (PDF) on 2011-05-11.
73. ^ Butlin, Roger K.; Tregenza, Tom (February 28, 1998). "Levels of genetic polymorphism: marker loci versus quantitative traits". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **353** (1366): 187–198. doi:10.1098/rstb.1998.0201. ISSN 0962-8436. PMC 1692210. PMID 9533123.
 - Butlin, Roger K.; Tregenza, Tom (December 29, 2000). "Correction for Butlin and Tregenza, Levels of genetic polymorphism: marker loci versus quantitative traits". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **355** (1404): 1865. doi:10.1098/rstb.2000.2000. ISSN 0962-8436. Some of the values in table 1 on p. 193 were given incorrectly. The errors do not affect the conclusions drawn in the paper. The corrected table is reproduced below.
74. ^ Wetterbom, Anna; Sevov, Marie; Cavalier, Lucia; Bergström, Tomas F. (November 2006). "Comparative Genomic Analysis of Human and Chimpanzee Indicates a Key Role for Indels in Primate Evolution". *Journal of Molecular Evolution*. **63** (5): 682–690. Bibcode:2006JMoE..63..682W. doi:10.1007/s00239-006-0045-7. ISSN 0022-2844. PMID 17075697. S2CID 7257193.
75. ^ Amos, William; Harwood, John (February 28, 1998). "Factors affecting levels of genetic diversity in natural populations". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **353** (1366): 177–186. doi:10.1098/rstb.1998.0200. ISSN 0962-8436. PMC 1692205. PMID 9533122.
76. ^ Jump up to:^a ^b Ewens 2004^[page needed]
77. ^ Sawyer, Stanley A.; Parsch, John; Zhang Zhi; Hartl, Daniel L. (April 17, 2007). "Prevalence of positive selection among nearly neutral amino acid replacements in *Drosophila*". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **104** (16): 6504–6510. Bibcode:2007PNAS..104.6504S. doi:10.1073/pnas.0701572104. ISSN 0027-8424. PMC 1871816. PMID 17409186.

78. ^ Hastings, P. J.; [Lupski, James R.](#); Rosenberg, Susan M.; Ira, Grzegorz (August 2009). "Mechanisms of change in gene copy number". *Nature Reviews Genetics*. **10** (8): 551–564. doi:10.1038/nrg2593. ISSN 1471-0056. PMC 2864001. PMID 19597530.
79. ^ Carroll, Grenier & Weatherbee 2005^[page needed]
80. ^ Harrison, Paul M.; [Gerstein, Mark](#) (May 17, 2002). "Studying Genomes Through the Aeons: Protein Families, Pseudogenes and Proteome Evolution". *Journal of Molecular Biology*. **318** (5): 1155–1174. doi:10.1016/S0022-2836(02)00109-2. ISSN 0022-2836. PMID 12083509.
81. ^ Bowmaker, James K. (May 1998). "Evolution of colour vision in vertebrates". *Eye*. **12** (3b): 541–547. doi:10.1038/eye.1998.143. ISSN 0950-222X. PMID 9775215. S2CID 12851209.
82. ^ Gregory, T. Ryan; Hebert, Paul D. N. (April 1999). "The Modulation of DNA Content: Proximate Causes and Ultimate Consequences". *Genome Research*. **9** (4): 317–324. doi:10.1101/gr.9.4.317(inactive 2021-01-16). ISSN 1088-9051. PMID 10207154. Archived from the original on 2014-08-23. Retrieved 2014-12-11.
83. ^ Hurles, Matthew (July 13, 2004). "Gene Duplication: The Genomic Trade in Spare Parts". *PLOS Biology*. **2** (7): e206. doi:10.1371/journal.pbio.0020206. ISSN 1545-7885. PMC 449868. PMID 15252449.
84. ^ Liu, Na; Okamura, Katsutomo; Tyler, David M.; et al. (October 2008). "The evolution and functional diversification of animal microRNA genes". *Cell Research*. **18** (10): 985–996. doi:10.1038/cr.2008.278. ISSN 1001-0602. PMC 2712117. PMID 18711447.
85. ^ Siepel, Adam (October 2009). "Darwinian alchemy: Human genes from noncoding DNA". *Genome Research*. **19** (10): 1693–1695. doi:10.1101/gr.098376.109. ISSN 1088-9051. PMC 2765273. PMID 19797681.
86. ^ Orengo, Christine A.; [Thornton, Janet M.](#) (July 2005). "Protein families and their evolution—a structural perspective". *Annual Review of Biochemistry. Annual Reviews*. **74**: 867–900. doi:10.1146/annurev.biochem.74.082803.133029. ISSN 0066-4154. PMID 15954844. S2CID 7483470.
87. ^ Long, Manyuan; Betrán, Esther; Thornton, Kevin; Wang, Wen (November 2003). "The origin of new genes: glimpses from the young and old". *Nature Reviews Genetics*. **4** (11): 865–875. doi:10.1038/nrg1204. ISSN 1471-0056. PMID 14634634. S2CID 33999892.
88. ^ Wang, Minglei; [Caetano-Anollés, Gustavo](#) (January 14, 2009). "The Evolutionary Mechanics of Domain Organization in Proteomes and the Rise of Modularity in the Protein World". *Structure*. **17** (1): 66–78. doi:10.1016/j.str.2008.11.008. ISSN 1357-4310. PMID 19141283.
89. ^ Weissman, Kira J.; Müller, Rolf (April 14, 2008). "Protein–Protein Interactions in Multienzyme Megasyntetases". *ChemBioChem*. **9**(6): 826–848. doi:10.1002/cbic.200700751. ISSN 1439-4227. PMID 18357594. S2CID 205552778.
90. ^ Radding, Charles M. (December 1982). "Homologous Pairing and Strand Exchange in Genetic Recombination". *Annual Review of Genetics*. **16**: 405–437. doi:10.1146/annurev.ge.16.120182.002201. ISSN 0066-4197. PMID 6297377.
91. ^ Agrawal, Aneil F. (September 5, 2006). "Evolution of Sex: Why Do Organisms Shuffle Their Genotypes?". *Current Biology*. **16** (17): R696–R704. CiteSeerX 10.1.1.475.9645. doi:10.1016/j.cub.2006.07.063. ISSN 0960-9822. PMID 16950096. S2CID 14739487.
92. ^ Peters, Andrew D.; Otto, Sarah P. (June 2003). "Liberating genetic variance through sex". *BioEssays*. **25** (6): 533–537. doi:10.1002/bies.10291. ISSN 0265-9247. PMID 12766942.
93. ^ Goddard, Matthew R.; [Godfray, H. Charles J.](#); Burt, Austin (March 31, 2005). "Sex increases the efficacy of natural selection in experimental yeast populations". *Nature*. **434** (7033): 636–640. Bibcode:2005Natur.434..636G. doi:10.1038/nature03405. ISSN 0028-0836. PMID 15800622. S2CID 4397491.
94. ^ Maynard Smith 1978^[page needed]
95. ^ Jump up to:^a ^b Ridley 2004, p. 314

96. ^ Van Valen, Leigh (1973). "A New Evolutionary Law" (PDF). *Evolutionary Theory*. **1**: 1–30. ISSN 0093-4755. Archived from the original (PDF) on 2014-12-22. Retrieved 2014-12-24.
97. ^ Hamilton, W. D.; Axelrod, Robert; Tanese, Reiko (May 1, 1990). "Sexual reproduction as an adaptation to resist parasites (a review)". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **87** (9): 3566–3573. Bibcode:1990PNAS...87.3566H. doi:10.1073/pnas.87.9.3566. ISSN 0027-8424. PMC 53943. PMID 2185476.
98. ^ Birdsell & Wills 2003, pp. 113–117
99. ^ Jump up to:^{a b} Morjan, Carrie L.; Rieseberg, Loren H. (June 2004). "How species evolve collectively: implications of gene flow and selection for the spread of advantageous alleles". *Molecular Ecology*. **13**(6): 1341–1356. doi:10.1111/j.1365-294X.2004.02164.x. ISSN 0962-1083. PMC 2600545. PMID 15140081.
100. ^ Boucher, Yan; Douady, Christophe J.; Papke, R. Thane; et al. (December 2003). "Lateral gene transfer and the origins of prokaryotic groups". *Annual Review of Genetics*. **37**: 283–328. doi:10.1146/annurev.genet.37.050503.084247. ISSN 0066-4197. PMID 14616063.
101. ^ Walsh, Timothy R. (October 2006). "Combinatorial genetic evolution of multiresistance". *Current Opinion in Microbiology*. **9** (5): 476–482. doi:10.1016/j.mib.2006.08.009. ISSN 1369-5274. PMID 16942901.
102. ^ Kondo, Natsuko; Nikoh, Naruo; Ijichi, Nobuyuki; et al. (October 29, 2002). "Genome fragment of Wolbachia endosymbiont transferred to X chromosome of host insect". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **99**(22): 14280–14285. Bibcode:2002PNAS...9914280K. doi:10.1073/pnas.222228199. ISSN 0027-8424. PMC 137875. PMID 12386340.
103. ^ Sprague, George F., Jr. (December 1991). "Genetic exchange between kingdoms". *Current Opinion in Genetics & Development*. **1**(4): 530–533. doi:10.1016/S0959-437X(05)80203-5. ISSN 0959-437X. PMID 1822285.
104. ^ Gladyshev, Eugene A.; Meselson, Matthew; Arkhipova, Irina R. (May 30, 2008). "Massive Horizontal Gene Transfer in Bdelloid Rotifers". *Science*. **320** (5880): 1210–1213. Bibcode:2008Sci...320.1210G. doi:10.1126/science.1156407. ISSN 0036-8075. PMID 18511688. S2CID 11862013.
105. ^ Baldo, Angela M.; McClure, Marcella A. (September 1999). "Evolution and Horizontal Transfer of dUTPase-Encoding Genes in Viruses and Their Hosts". *Journal of Virology*. **73** (9): 7710–7721. doi:10.1128/JVI.73.9.7710-7721.1999. ISSN 0022-538X. PMC 104298. PMID 10438861.
106. ^ Rivera, Maria C.; Lake, James A. (September 9, 2004). "The ring of life provides evidence for a genome fusion origin of eukaryotes". *Nature*. **431** (7005): 152–155. Bibcode:2004Natur.431..152R. doi:10.1038/nature02848. ISSN 0028-0836. PMID 15356622. S2CID 4349149.
107. ^ Jump up to:^{a b c} Hurst, Laurence D. (February 2009). "Fundamental concepts in genetics: genetics and the understanding of selection". *Nature Reviews Genetics*. **10** (2): 83–93. doi:10.1038/nrg2506. ISSN 1471-0056. PMID 19119264. S2CID 1670587.
108. ^ Darwin 1859, Chapter XIV
109. ^ Otto, Sarah P.; Servedio, Maria R.; Nuismer, Scott L. (August 2008). "Frequency-Dependent Selection and the Evolution of Assortative Mating". *Genetics*. **179** (4): 2091–2112. doi:10.1534/genetics.107.084418. ISSN 0016-6731. PMC 2516082. PMID 18660541.
110. ^ Jump up to:^{a b c} Orr, H. Allen (August 2009). "Fitness and its role in evolutionary genetics". *Nature Reviews Genetics*. **10** (8): 531–539. doi:10.1038/nrg2603. ISSN 1471-0056. PMC 2753274. PMID 19546856.
111. ^ Haldane, J.B.S. (March 14, 1959). "The Theory of Natural Selection To-Day". *Nature*. **183** (4663): 710–713. Bibcode:1959Natur.183..710H. doi:10.1038/183710a0. ISSN 0028-0836. PMID 13644170. S2CID 4185793.
112. ^ Lande, Russell; Arnold, Stevan J. (November 1983). "The Measurement of Selection on Correlated Characters". *Evolution*. **37** (6): 1210–1226. doi:10.1111/j.1558-5646.1983.tb00236.x. ISSN 0014-3820. JSTOR 2408842. PMID 28556011. S2CID 36544045.

113. ^ Goldberg, Emma E.; Igić, Boris (November 2008). "On phylogenetic tests of irreversible evolution". *Evolution*. **62** (11): 2727–2741. doi:10.1111/j.1558-5646.2008.00505.x. ISSN 0014-3820. PMID 18764918. S2CID 30703407.
114. ^ Collin, Rachel; Miglietta, Maria Pia (November 2008). "Reversing opinions on Dollo's Law". *Trends in Ecology & Evolution*. **23** (11): 602–609. doi:10.1016/j.tree.2008.06.013. ISSN 0169-5347. PMID 18814933.
115. ^ Tomić, Nenad; Meyer-Rochow, Victor Benno (2011). "Atavisms: Medical, Genetic, and Evolutionary Implications". *Perspectives in Biology and Medicine*. **54** (3): 332–353. doi:10.1353/pbm.2011.0034. ISSN 0031-5982. PMID 21857125. S2CID 40851098.
116. ^ Hoekstra, Hopi E.; Hoekstra, Jonathan M.; Berrigan, David; et al. (July 31, 2001). "Strength and tempo of directional selection in the wild". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **98** (16): 9157–9160. Bibcode:2001PNAS...98.9157H. doi:10.1073/pnas.161281098. ISSN 0027-8424. PMC 55389. PMID 11470913.
117. ^ Felsenstein, Joseph (November 1979). "Excursions along the Interface between Disruptive and Stabilizing Selection". *Genetics*. **93** (3): 773–795. ISSN 0016-6731. PMC 1214112. PMID 17248980.
118. ^ Odum 1971, p. 8
119. ^ Okasha 2006
120. ^ Jump up to:^a ^b Gould, Stephen Jay (February 28, 1998). "Gulliver's further travels: the necessity and difficulty of a hierarchical theory of selection". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **353**(1366): 307–314. doi:10.1098/rstb.1998.0211. ISSN 0962-8436. PMC 1692213. PMID 9533127.
121. ^ Mayr, Ernst (March 18, 1997). "The objects of selection". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **94** (6): 2091–2094. Bibcode:1997PNAS...94.2091M. doi:10.1073/pnas.94.6.2091. ISSN 0027-8424. PMC 33654. PMID 9122151.
122. ^ Maynard Smith 1998, pp. 203–211; discussion 211–217
123. ^ Hickey, Donal A. (1992). "Evolutionary dynamics of transposable elements in prokaryotes and eukaryotes". *Genetica*. **86** (1–3): 269–274. doi:10.1007/BF00133725. ISSN 0016-6707. PMID 1334911. S2CID 6583945.
124. ^ Gould, Stephen Jay; Lloyd, Elisabeth A. (October 12, 1999). "Individuality and adaptation across levels of selection: how shall we name and generalise the unit of Darwinism?". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **96** (21): 11904–11909. Bibcode:1999PNAS...96.11904G. doi:10.1073/pnas.96.21.11904. ISSN 0027-8424. PMC 18385. PMID 10518549.
125. ^ Lien, Sigbjørn; Szyda, Joanna; Schechinger, Birgit; et al. (February 2000). "Evidence for Heterogeneity in Recombination in the Human Pseudoautosomal Region: High Resolution Analysis by Sperm Typing and Radiation-Hybrid Mapping". *American Journal of Human Genetics*. **66** (2): 557–566. doi:10.1086/302754. ISSN 0002-9297. PMC 1288109. PMID 10677316.
126. ^ Barton, Nicholas H. (November 29, 2000). "Genetic hitchhiking". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **355** (1403): 1553–1562. doi:10.1098/rstb.2000.0716. ISSN 0962-8436. PMC 1692896. PMID 11127900.
127. ^ Jump up to:^a ^b Gillespie, John H. (November 2001). "Is the population size of a species relevant to its evolution?". *Evolution*. **55** (11): 2161–2169. doi:10.1111/j.0014-3820.2001.tb00732.x. ISSN 0014-3820. PMID 11794777. S2CID 221735887.
128. Andersson, Malte; Simmons, Leigh W. (June 2006). "Sexual selection and mate choice" (PDF). *Trends in Ecology & Evolution*. **21** (6): 296–302. CiteSeerX 10.1.1.595.4050. doi:10.1016/j.tree.2006.03.015. ISSN 0169-5347. PMID 16769428. Archived (PDF) from the original on 2013-03-09.
129. ^ Kokko, Hanna; Brooks, Robert; McNamara, John M.; Houston, Alasdair I. (July 7, 2002). "The sexual selection continuum". *Proceedings of the Royal Society B*. **269** (1498): 1331–1340. doi:10.1098/rspb.2002.2020. ISSN 0962-8452. PMC 1691039. PMID 12079655.

130. ^ Quinn, Thomas P.; Hendry, Andrew P.; Buck, Gregory B. (2001). *"Balancing natural and sexual selection in sockeye salmon: interactions between body size, reproductive opportunity and vulnerability to predation by bears"* (PDF). *Evolutionary Ecology Research*. **3**: 917–937. ISSN 1522-0613. Archived (PDF) from the original on 2016-03-05. Retrieved 2014-12-15.
131. ^ Hunt, John; Brooks, Robert; Jennions, Michael D.; et al. (December 23, 2004). "High-quality male field crickets invest heavily in sexual display but die young". *Nature*. **432** (7020): 1024–1027. Bibcode:2004Natur.432.1024H. doi:10.1038/nature03084. ISSN 0028-0836. PMID 15616562. S2CID 4417867.
132. ^ Futuyma & Kirkpatrick 2017, pp. 55–66, Chapter 3: Natural Selection and Adaptation
133. ^ Jump up to:^a Masel, Joanna (October 25, 2011). "Genetic drift". *Current Biology*. **21** (20): R837–R838. doi:10.1016/j.cub.2011.08.007. ISSN 0960-9822. PMID 22032182. S2CID 17619958.
134. ^ Lande, Russell (1989). "Fisherian and Wrightian theories of speciation". *Genome*. **31** (1): 221–227. doi:10.1139/g89-037. ISSN 0831-2796. PMID 2687093.
135. ^ Kimura, Motoo (1991). "The neutral theory of molecular evolution: a review of recent evidence". *Japanese Journal of Human Genetics*. **66** (4): 367–386. doi:10.1266/jjg.66.367. ISSN 0021-504X. PMID 1954033.
136. ^ Kimura, Motoo (1989). "The neutral theory of molecular evolution and the world view of the neutralists". *Genome*. **31** (1): 24–31. doi:10.1139/g89-009. ISSN 0831-2796. PMID 2687096.
137. ^ Kreitman, Martin (August 1996). "The neutral theory is dead. Long live the neutral theory". *BioEssays*. **18** (8): 678–683, discussion 683. doi:10.1002/bies.950180812. ISSN 0265-9247. PMID 8760341.
138. ^ Leigh, E.G., Jr. (November 2007). "Neutral theory: a historical perspective". *Journal of Evolutionary Biology*. **20** (6): 2075–2091. doi:10.1111/j.1420-9101.2007.01410.x. ISSN 1010-061X. PMID 17956380. S2CID 2081042.
139. ^ Neher, Richard A.; Shraiman, Boris I. (August 2011). "Genetic Draft and Quasi-Neutrality in Large Facultatively Sexual Populations". *Genetics*. **188** (4): 975–996. arXiv:1108.1635. Bibcode:2011arXiv1108.1635N. doi:10.1534/genetics.111.128876. ISSN 0016-6731. PMC 3176096. PMID 21625002.
140. ^ Otto, Sarah P.; Whitlock, Michael C. (June 1997). "The Probability of Fixation in Populations of Changing Size" (PDF). *Genetics*. **146** (2): 723–733. doi:10.1093/genetics/146.2.723. ISSN 0016-6731. PMC 1208011. PMID 9178020. Archived (PDF) from the original on 2015-03-19. Retrieved 2014-12-18.
141. ^ Jump up to:^a Charlesworth, Brian (March 2009). "Fundamental concepts in genetics: effective population size and patterns of molecular evolution and variation". *Nature Reviews Genetics*. **10** (3): 195–205. doi:10.1038/nrg2526. ISSN 1471-0056. PMID 19204717. S2CID 205484393.
142. ^ Cutter, Asher D.; Choi, Jae Young (August 2010). "Natural selection shapes nucleotide polymorphism across the genome of the nematode *Caenorhabditis briggsae*". *Genome Research*. **20** (8): 1103–1111. doi:10.1101/gr.104331.109. ISSN 1088-9051. PMC 2909573. PMID 20508143.
143. ^ Mitchell-Olds, Thomas; Willis, John H.; Goldstein, David B. (November 2007). "Which evolutionary processes influence natural genetic variation for phenotypic traits?". *Nature Reviews Genetics*. **8**(11): 845–856. doi:10.1038/nrg2207. ISSN 1471-0056. PMID 17943192. S2CID 14914998.
144. ^ Nei, Masatoshi (December 2005). "Selectionism and Neutralism in Molecular Evolution". *Molecular Biology and Evolution*. **22** (12): 2318–2342. doi:10.1093/molbev/msi242. ISSN 0737-4038. PMC 1513187. PMID 16120807.
 - Nei, Masatoshi (May 2006). "Selectionism and Neutralism in Molecular Evolution". *Molecular Biology and Evolution*(Erratum). **23** (5): 2318–42. doi:10.1093/molbev/msk009. ISSN 0737-4038. PMC 1513187. PMID 16120807.
145. ^ Wright, Sewall (1932). "The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution". *Proceedings of the VI International Congress of Genetics*. **1**: 356–366. Archived from the original on 2014-08-23. Retrieved 2014-12-18.

146. ^ Coyne, Jerry A.; Barton, Nicholas H.; Turelli, Michael (June 1997). "Perspective: A Critique of Sewall Wright's Shifting Balance Theory of Evolution". *Evolution*. **51** (3): 643–671. doi:10.2307/2411143. ISSN 0014-3820. JSTOR 2411143. PMID 28568586.
147. ^ Haldane, J.B.S. (July 1927). "A Mathematical Theory of Natural and Artificial Selection, Part V: Selection and Mutation". *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*. **26** (7): 838–844. Bibcode:1927PCPS...23..838H. doi:10.1017/S0305004100015644.
148. ^ Fisher 1930
149. ^ Jump up to:^a ^b Yampolsky, Lev Y.; Stoltzfus, Arlin (December 20, 2001). "Bias in the introduction of variation as an orienting factor in evolution". *Evolution & Development*. **3** (2): 73–83. doi:10.1046/j.1525-142x.2001.003002073.x. PMID 11341676. S2CID 26956345.
150. ^ Sueoka, Noboru (April 1, 1962). "On the Genetic Basis of Variation and Heterogeneity of DNA Base Composition". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **48** (4): 582–592. Bibcode:1962PNAS...48..582S. doi:10.1073/pnas.48.4.582. PMC 220819. PMID 13918161.
151. ^ Freese, Ernst (July 1962). "On the Evolution of the Base Composition of DNA". *Journal of Theoretical Biology*. **3** (1): 82–101. doi:10.1016/S0022-5193(62)80005-8.
152. ^ Cox, Edward C.; Yanofsky, Charles (November 1, 1967). "Altered base ratios in the DNA of an *Escherichia coli* mutator strain". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. **58** (5): 1895–1902. Bibcode:1967PNAS...58.1895C. doi:10.1073/pnas.58.5.1895. PMC 223881. PMID 4866980.
153. ^ Shah, Premal; Gilchrist, Michael A. (June 21, 2011). "Explaining complex codon usage patterns with selection for translational efficiency, mutation bias, and genetic drift". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **108** (25): 10231–10236. Bibcode:2011PNAS..10810231S. doi:10.1073/pnas.1016719108. PMC 3121864. PMID 21646514.
154. ^ Bulmer, Michael G. (November 1991). "The selection-mutation-drift theory of synonymous codon usage". *Genetics*. **129** (3): 897–907. doi:10.1093/genetics/129.3.897. PMC 1204756. PMID 1752426.
155. ^ Fryxell, Karl J.; Zuckerkandl, Emile (September 2000). "Cytosine Deamination Plays a Primary Role in the Evolution of Mammalian Isochores". *Molecular Biology and Evolution*. **17** (9): 1371–1383. doi:10.1093/oxfordjournals.molbev.a026420. PMID 10958853.
156. ^ Petrov, Dmitri A.; Sangster, Todd A.; Johnston, J. Spencer; et al. (February 11, 2000). "Evidence for DNA Loss as a Determinant of Genome Size". *Science*. **287** (5455): 1060–1062. Bibcode:2000Sci...287.1060P. doi:10.1126/science.287.5455.1060. ISSN 0036-8075. PMID 10669421. S2CID 12021662.
157. ^ Petrov, Dmitri A. (May 2002). "DNA loss and evolution of genome size in *Drosophila*". *Genetica*. **115** (1): 81–91. doi:10.1023/A:1016076215168. ISSN 0016-6707. PMID 12188050. S2CID 5314242.
158. ^ Duret, Laurent; Galtier, Nicolas (September 2009). "Biased Gene Conversion and the Evolution of Mammalian Genomic Landscapes". *Annual Review of Genomics and Human Genetics. Annual Reviews*. **10**: 285–311. doi:10.1146/annurev-genom-082908-150001. ISSN 1527-8204. PMID 19630562. S2CID 9126286.
159. ^ Hershberg, Ruth; Petrov, Dmitri A. (September 9, 2010). "Evidence That Mutation Is Universally Biased towards AT in Bacteria". *PLOS Genetics*. **6** (9): e1001115. doi:10.1371/journal.pgen.1001115. PMC 2936535. PMID 20838599.
160. ^ Stoltzfus, Arlin; McCandlish, David M. (September 2017). "Mutational Biases Influence Parallel Adaptation". *Molecular Biology and Evolution*. **34** (9): 2163–2172. doi:10.1093/molbev/msx180. PMC 5850294. PMID 28645195.
161. ^ Payne, Joshua L.; Menardo, Fabrizio; Trauner, Andrej; et al. (May 13, 2019). "Transition bias influences the evolution of antibiotic resistance in *Mycobacterium tuberculosis*". *PLOS Biology*. **17** (5): e3000265. doi:10.1371/journal.pbio.3000265. PMC 6532934. PMID 31083647.

162. [^] Storz, Jay F.; Natarajan, Chandrasekhar; Signore, Anthony V.; et al. (July 22, 2019). "[The role of mutation bias in adaptive molecular evolution: insights from convergent changes in protein function](#)". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **374**(1777): 20180238. doi:10.1098/rstb.2018.0238. PMC 6560279. PMID 31154983.
163. [^] Svensson, Erik I.; Berger, David (May 1, 2019). "The Role of Mutation Bias in Adaptive Evolution". *Trends in Ecology & Evolution*. **34** (5): 422–434. doi:10.1016/j.tree.2019.01.015. PMID 31003616.
164. [^] Baym, Michael; Lieberman, Tami D.; Kelsic, Eric D.; et al. (September 9, 2016). "[Spatiotemporal microbial evolution on antibiotic landscapes](#)". *Science*. **353** (6304): 1147–1151. Bibcode:2016Sci...353.1147B. doi:10.1126/science.aag0822. ISSN 0036-8075. PMC 5534434. PMID 27609891.
165. [^] Jump up to:^{a b c} Scott, Eugenie C.; Matzke, Nicholas J. (May 15, 2007). "Biological design in science classrooms". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **104** (Suppl. 1): 8669–8676. Bibcode:2007PNAS..104.8669S. doi:10.1073/pnas.0701505104. ISSN 0027-8424. PMC 1876445. PMID 17494747.
166. [^] Hendry, Andrew Paul; Kinnison, Michael T. (November 2001). "An introduction to microevolution: rate, pattern, process". *Genetica*. 112–113 (1): 1–8. doi:10.1023/A:1013368628607. ISSN 0016-6707. PMID 11838760. S2CID 24485535.
167. [^] Leroi, Armand M. (March–April 2000). "The scale independence of evolution". *Evolution & Development*. **2** (2): 67–77. CiteSeerX 10.1.1.120.1020. doi:10.1046/j.1525-142x.2000.00044.x. ISSN 1520-541X. PMID 11258392. S2CID 17289010.
168. [^] Gould 2002, pp. 657–658.
169. [^] Jump up to:^{a b} Gould, Stephen Jay (July 19, 1994). "[Tempo and mode in the macroevolutionary reconstruction of Darwinism](#)". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **91** (15): 6764–6771. Bibcode:1994PNAS...91.6764G. doi:10.1073/pnas.91.15.6764. ISSN 0027-8424. PMC 44281. PMID 8041695.
170. [^] Jablonski, David (2000). "Micro- and macroevolution: scale and hierarchy in evolutionary biology and paleobiology". *Paleobiology*. **26** (sp4): 15–52. doi:10.1666/0094-8373(2000)26[15:MAMSAH]2.0.CO;2. ISSN 0094-8373.
171. [^] Dougherty, Michael J. (July 20, 1998). "[Is the human race evolving or devolving?](#)". *Scientific American*. ISSN 0036-8733. Archived from the original on 2014-05-06. Retrieved 2015-09-11.
172. [^] Isaak, Mark, ed. (July 22, 2003). "[Claim CB932: Evolution of degenerate forms](#)". *TalkOrigins Archive*. Houston, Texas: The TalkOrigins Foundation, Inc. Archived from the original on 2014-08-23. Retrieved 2014-12-19.
173. [^] Lane 1996, p. 61
174. [^] Carroll, Sean B. (February 22, 2001). "Chance and necessity: the evolution of morphological complexity and diversity". *Nature*. **409**(6823): 1102–1109. Bibcode:2001Natur.409.1102C. doi:10.1038/35059227. ISSN 0028-0836. PMID 11234024. S2CID 4319886.
175. [^] Whitman, William B.; Coleman, David C.; Wiebe, William J. (June 9, 1998). "[Prokaryotes: The unseen majority](#)". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **95** (12): 6578–6583. Bibcode:1998PNAS...95.6578W. doi:10.1073/pnas.95.12.6578. ISSN 0027-8424. PMC 33863. PMID 9618454.
176. [^] Jump up to:^{a b} Schloss, Patrick D.; Handelsman, Jo (December 2004). "Status of the Microbial Census". *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. **68** (4): 686–691. doi:10.1128/MMBR.68.4.686-691.2004. ISSN 1092-2172. PMC 539005. PMID 15590780.
177. [^] Nealson, Kenneth H. (January 1999). "Post-Viking microbiology: new approaches, new data, new insights". *Origins of Life and Evolution of Biospheres*. **29** (1): 73–93. Bibcode:1999OLEB...29...73N. doi:10.1023/A:1006515817767. ISSN 0169-6149. PMID 11536899. S2CID 12289639.
178. [^] Buckling, Angus; MacLean, R. Craig; Brockhurst, Michael A.; Colegrave, Nick (February 12, 2009). "The Beagle in a bottle". *Nature*. **457** (7231): 824–829. Bibcode:2009Natur.457..824B. doi:10.1038/nature07892. ISSN 0028-0836. PMID 19212400. S2CID 205216404.

179. [^] Elena, Santiago F.; Lenski, Richard E. (June 2003). "Evolution experiments with microorganisms: the dynamics and genetic bases of adaptation". *Nature Reviews Genetics*. **4** (6): 457–469. doi:10.1038/nrg1088. ISSN 1471-0056. PMID 12776215. S2CID 209727.
180. [^] Mayr 1982, p. 483: "Adaptation... could no longer be considered a static condition, a product of a creative past and became instead a continuing dynamic process."
181. [^] The sixth edition of the *Oxford Dictionary of Science* (2010) defines *adaptation* as "Any change in the structure or functioning of successive generations of a population that makes it better suited to its environment."
182. [^] Orr, H. Allen (February 2005). "The genetic theory of adaptation: a brief history". *Nature Reviews Genetics*. **6** (2): 119–127. doi:10.1038/nrg1523. ISSN 1471-0056. PMID 15716908. S2CID 17772950.
183. [^] Dobzhansky 1968, pp. 1–34
184. [^] Dobzhansky 1970, pp. 4–6, 79–82, 84–87
185. [^] Dobzhansky, Theodosius (March 1956). "Genetics of Natural Populations. XXV. Genetic Changes in Populations of *Drosophila pseudoobscura* and *Drosophila persimilis* in Some Localities in California". *Evolution*. **10** (1): 82–92. doi:10.2307/2406099. ISSN 0014-3820. JSTOR 2406099.
186. [^] Nakajima, Akira; Sugimoto, Yohko; Yoneyama, Hiroshi; Nakae, Taiji (June 2002). "High-Level Fluoroquinolone Resistance in *Pseudomonas aeruginosa* Due to Interplay of the MexAB-OprM Efflux Pump and the DNA Gyrase Mutation". *Microbiology and Immunology*. **46** (6): 391–395. doi:10.1111/j.1348-0421.2002.tb02711.x. ISSN 1348-0421. PMID 12153116. S2CID 22593331.
187. [^] Blount, Zachary D.; Borland, Christina Z.; Lenski, Richard E. (June 10, 2008). "Inaugural Article: Historical contingency and the evolution of a key innovation in an experimental population of *Escherichia coli*". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **105** (23): 7899–7906. Bibcode:2008PNAS..105.7899B. doi:10.1073/pnas.0803151105. ISSN 0027-8424. PMC 2430337. PMID 18524956.
188. [^] Okada, Hirosuke; Negoro, Seiji; Kimura, Hiroyuki; Nakamura, Shunichi (November 10, 1983). "Evolutionary adaptation of plasmid-encoded enzymes for degrading nylon oligomers". *Nature*. **306**(5939): 203–206. Bibcode:1983Natur.306..203O. doi:10.1038/306203a0. ISSN 0028-0836. PMID 6646204. S2CID 4364682.
189. [^] Ohno, Susumu (April 1984). "Birth of a unique enzyme from an alternative reading frame of the preexisted, internally repetitious coding sequence". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **81** (8): 2421–2425. Bibcode:1984PNAS...81.2421O. doi:10.1073/pnas.81.8.2421. ISSN 0027-8424. PMC 345072. PMID 6585807.
190. [^] Copley, Shelley D. (June 2000). "Evolution of a metabolic pathway for degradation of a toxic xenobiotic: the patchwork approach". *Trends in Biochemical Sciences*. **25** (6): 261–265. doi:10.1016/S0968-0004(00)01562-0. ISSN 0968-0004. PMID 10838562.
191. [^] Crawford, Ronald L.; Jung, Carina M.; Strap, Janice L. (October 2007). "The recent evolution of pentachlorophenol (PCP)-4-monooxygenase (PcpB) and associated pathways for bacterial degradation of PCP". *Biodegradation*. **18** (5): 525–539. doi:10.1007/s10532-006-9090-6. ISSN 0923-9820. PMID 17123025. S2CID 8174462.
192. [^] Eshel, Ilan (December 1973). "Clone-Selection and Optimal Rates of Mutation". *Journal of Applied Probability*. **10** (4): 728–738. doi:10.2307/3212376. ISSN 1475-6072. JSTOR 3212376.
193. [^] Altenberg 1995, pp. 205–259
194. [^] Masel, Joanna; Bergman, Aviv (July 2003). "The evolution of the evolvability properties of the yeast prion [PSI+]". *Evolution*. **57** (7): 1498–1512. doi:10.1111/j.0014-3820.2003.tb00358.x. ISSN 0014-3820. PMID 12940355. S2CID 30954684.

195. ^ Lancaster, Alex K.; Bardill, J. Patrick; True, Heather L.; Masel, Joanna (February 2010). "[The Spontaneous Appearance Rate of the Yeast Prion \[PSI⁺\] and Its Implications for the Evolution of the Evolvability Properties of the \[PSI⁺\] System](#)". *Genetics*. **184** (2): 393–400. doi:10.1534/genetics.109.110213. ISSN 0016-6731. PMC 2828720. PMID 19917766.
196. ^ Draghi, Jeremy; Wagner, Günter P. (February 2008). "[Evolution of evolvability in a developmental model](#)". *Evolution*. **62** (2): 301–315. doi:10.1111/j.1558-5646.2007.00303.x. ISSN 0014-3820. PMID 18031304. S2CID 11560256.
197. ^ Jump up to:^{a b} Bejder, Lars; Hall, Brian K. (November 2002). "Limbs in whales and limblessness in other vertebrates: mechanisms of evolutionary and developmental transformation and loss". *Evolution & Development*. **4** (6): 445–458. doi:10.1046/j.1525-142X.2002.02033.x. ISSN 1520-541X. PMID 12492145. S2CID 8448387.
198. ^ Young, Nathan M.; Hallgrímsson, Benedikt (December 2005). "Serial homology and the evolution of mammalian limb covariation structure". *Evolution*. **59** (12): 2691–2704. doi:10.1554/05-233.1. ISSN 0014-3820. PMID 16526515. S2CID 198156135.
199. ^ Jump up to:^{a b} Penny, David; Poole, Anthony (December 1999). "The nature of the last universal common ancestor". *Current Opinion in Genetics & Development*. **9** (6): 672–677. doi:10.1016/S0959-437X(99)00020-9. ISSN 0959-437X. PMID 10607605.
200. ^ Hall, Brian K. (August 2003). "Descent with modification: the unity underlying homology and homoplasy as seen through an analysis of development and evolution". *Biological Reviews*. **78** (3): 409–433. doi:10.1017/S1464793102006097. ISSN 1464-7931. PMID 14558591. S2CID 22142786.
201. ^ Shubin, Neil; Tabin, Clifford J.; Carroll, Sean B. (February 12, 2009). "Deep homology and the origins of evolutionary novelty". *Nature*. **457** (7231): 818–823. Bibcode:2009Natur.457..818S. doi:10.1038/nature07891. ISSN 0028-0836. PMID 19212399. S2CID 205216390.
202. ^ Jump up to:^{a b c} Fong, Daniel F.; Kane, Thomas C.; Culver, David C. (November 1995). "Vestigialization and Loss of Nonfunctional Characters". *Annual Review of Ecology and Systematics*. **26**: 249–268. doi:10.1146/annurev.es.26.110195.001341. ISSN 1545-2069.
203. ^ ZhaoLei Zhang; Gerstein, Mark (August 2004). "Large-scale analysis of pseudogenes in the human genome". *Current Opinion in Genetics & Development*. **14** (4): 328–335. doi:10.1016/j.gde.2004.06.003. ISSN 0959-437X. PMID 15261647.
204. ^ Jeffery, William R. (May–June 2005). "Adaptive Evolution of Eye Degeneration in the Mexican Blind Cavefish". *Journal of Heredity*. **96** (3): 185–196. CiteSeerX 10.1.1.572.6605. doi:10.1093/jhered/esi028. ISSN 0022-1503. PMID 15653557.
205. ^ Maxwell, Erin E.; Larsson, Hans C.E. (May 2007). "Osteology and myology of the wing of the Emu (*Dromaius novaehollandiae*) and its bearing on the evolution of vestigial structures". *Journal of Morphology*. **268** (5): 423–441. doi:10.1002/jmor.10527. ISSN 0362-2525. PMID 17390336. S2CID 12494187.
206. ^ van der Kooi, Casper J.; Schwander, Tanja (November 2014). "[On the fate of sexual traits under asexuality](#)" (PDF). *Biological Reviews*. **89** (4): 805–819. doi:10.1111/brv.12078. ISSN 1464-7931. PMID 24443922. S2CID 33644494. Archived (PDF) from the original on 2015-07-23. Retrieved 2015-08-05.
207. ^ Silvestri, Anthony R., Jr.; Singh, Iqbal (April 2003). "[The unresolved problem of the third molar: Would people be better off without it?](#)". *Journal of the American Dental Association*. **134** (4): 450–455. doi:10.14219/jada.archive.2003.0194. ISSN 0002-8177. PMID 12733778. Archived from the original on 2014-08-23.
208. ^ Coyne 2009, p. 62
209. ^ Darwin 1872, pp. 101, 103
210. ^ Gray 2007, p. 66
211. ^ Coyne 2009, pp. 85–86

212. [^] Stevens 1982, p. 87
213. [^] Jump up to:^a ^b Gould 2002, pp. 1235–1236.
214. [^] Pallen, Mark J.; Matzke, Nicholas J. (October 2006). "From *The Origin of Species* to the origin of bacterial flagella" (PDF). *Nature Reviews Microbiology* (PDF). **4** (10): 784–790. doi:10.1038/nrmicro1493. ISSN 1740-1526. PMID 16953248. S2CID 24057949. Archived from the original (PDF) on 2014-12-26. Retrieved 2014-12-25.
215. [^] Clements, Abigail; Bursac, Dejan; Gatsos, Xenia; et al. (September 15, 2009). "The reducible complexity of a mitochondrial molecular machine". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **106** (37): 15791–15795. Bibcode:2009PNAS..10615791C. doi:10.1073/pnas.0908264106. ISSN 0027-8424. PMC 2747197. PMID 19717453.
216. [^] Piatigorsky et al. 1994, pp. 241–250
217. [^] Wistow, Graeme (August 1993). "Lens crystallins: gene recruitment and evolutionary dynamism". *Trends in Biochemical Sciences*. **18** (8): 301–306. doi:10.1016/0968-0004(93)90041-K. ISSN 0968-0004. PMID 8236445.
218. [^] Johnson, Norman A.; Porter, Adam H. (November 2001). "Toward a new synthesis: population genetics and evolutionary developmental biology". *Genetica*. 112–113 (1): 45–58. doi:10.1023/A:1013371201773. ISSN 0016-6707. PMID 11838782. S2CID 1651351.
219. [^] Baguñà, Jaume; Garcia-Fernàndez, Jordi (2003). "Evo-Devo: the long and winding road". *The International Journal of Developmental Biology*. **47** (7–8): 705–713. ISSN 0214-6282. PMID 14756346. Archived from the original on 2014-11-28.
 - Love, Alan C. (March 2003). "Evolutionary Morphology, Innovation and the Synthesis of Evolutionary and Developmental Biology". *Biology and Philosophy*. **18** (2): 309–345. doi:10.1023/A:1023940220348. ISSN 0169-3867. S2CID 82307503.
220. [^] Allin, Edgar F. (December 1975). "Evolution of the mammalian middle ear". *Journal of Morphology*. **147** (4): 403–437. doi:10.1002/jmor.1051470404. ISSN 0362-2525. PMID 1202224. S2CID 25886311.
221. [^] Harris, Matthew P.; Hasso, Sean M.; Ferguson, Mark W.J.; Fallon, John F. (February 21, 2006). "The Development of Archosaurian First-Generation Teeth in a Chicken Mutant". *Current Biology*. **16** (4): 371–377. doi:10.1016/j.cub.2005.12.047. ISSN 0960-9822. PMID 16488870. S2CID 15733491.
222. [^] Carroll, Sean B. (July 11, 2008). "Evo-Devo and an Expanding Evolutionary Synthesis: A Genetic Theory of Morphological Evolution". *Cell*. **134** (1): 25–36. doi:10.1016/j.cell.2008.06.030. ISSN 0092-8674. PMID 18614008. S2CID 2513041.
223. [^] Wade, Michael J. (March 2007). "The co-evolutionary genetics of ecological communities". *Nature Reviews Genetics*. **8** (3): 185–195. doi:10.1038/nrg2031. ISSN 1471-0056. PMID 17279094. S2CID 36705246.
224. [^] Geffeney, Shana; Brodie, Edmund D., Jr.; Ruben, Peter C.; Brodie, Edmund D., III (August 23, 2002). "Mechanisms of Adaptation in a Predator-Prey Arms Race: TTX-Resistant Sodium Channels". *Science*. **297** (5585): 1336–1339. Bibcode:2002Sci...297.1336G. doi:10.1126/science.1074310. ISSN 0036-8075. PMID 12193784. S2CID 8816337.
 - Brodie, Edmund D., Jr.; Ridenhour, Benjamin J.; Brodie, Edmund D., III (October 2002). "The evolutionary response of predators to dangerous prey: hotspots and coldspots in the geographic mosaic of coevolution between garter snakes and newts". *Evolution*. **56** (10): 2067–2082. doi:10.1554/0014-3820(2002)056[2067:teropt]2.0.co;2. ISSN 0014-3820. PMID 12449493.
 - Carroll, Sean B. (December 21, 2009). "Whatever Doesn't Kill Some Animals Can Make Them Deadly". *The New York Times*. New York. ISSN 0362-4331. Archived from the original on 2015-04-23. Retrieved 2014-12-26.

225. [^] Sachs, Joel L. (September 2006). "Cooperation within and among species". *Journal of Evolutionary Biology*. **19** (5): 1415–1418, discussion 1426–1436. doi:10.1111/j.1420-9101.2006.01152.x. ISSN 1010-061X. PMID 16910971. S2CID 4828678.
 - Nowak, Martin A. (December 8, 2006). "Five Rules for the Evolution of Cooperation". *Science*. **314** (5805): 1560–1563. Bibcode:2006Sci...314.1560N. doi:10.1126/science.1133755. ISSN 0036-8075. PMC 3279745. PMID 17158317.
226. [^] Paszkowski, Uta (August 2006). "Mutualism and parasitism: the yin and yang of plant symbioses". *Current Opinion in Plant Biology*. **9** (4): 364–370. doi:10.1016/j.pbi.2006.05.008. ISSN 1369-5266. PMID 16713732.
227. [^] Hause, Bettina; Fester, Thomas (May 2005). "Molecular and cell biology of arbuscular mycorrhizal symbiosis". *Planta*. **221** (2): 184–196. doi:10.1007/s00425-004-1436-x. ISSN 0032-0935. PMID 15871030. S2CID 20082902.
228. [^] Bertram, John S. (December 2000). "The molecular biology of cancer". *Molecular Aspects of Medicine*. **21** (6): 167–223. doi:10.1016/S0098-2997(00)00007-8. ISSN 0098-2997. PMID 11173079.
229. [^] Reeve, H. Kern; Hölldobler, Bert (June 5, 2007). "The emergence of a superorganism through intergroup competition". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **104** (23): 9736–9740. Bibcode:2007PNAS..104.9736R. doi:10.1073/pnas.0703466104. ISSN 0027-8424. PMC 1887545. PMID 17517608.
230. [^] Axelrod, Robert; Hamilton, W. D. (March 27, 1981). "The evolution of cooperation". *Science*. **211** (4489): 1390–1396. Bibcode:1981Sci...211.1390A. doi:10.1126/science.7466396. ISSN 0036-8075. PMID 7466396.
231. [^] Wilson, Edward O.; Hölldobler, Bert (September 20, 2005). "Eusociality: Origin and consequences". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **102** (38): 13367–1371. Bibcode:2005PNAS..10213367W. doi:10.1073/pnas.0505858102. ISSN 0027-8424. PMC 1224642. PMID 16157878.
232. [^] Jump up to:^{a b} Gavrilets, Sergey (October 2003). "Perspective: models of speciation: what have we learned in 40 years?". *Evolution*. **57** (10): 2197–2215. doi:10.1554/02-727. ISSN 0014-3820. PMID 14628909. S2CID 198158082.
233. [^] Jump up to:^{a b c} de Queiroz, Kevin (May 3, 2005). "Ernst Mayr and the modern concept of species". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **102**(Suppl. 1): 6600–6607. Bibcode:2005PNAS..102.6600D. doi:10.1073/pnas.0502030102. ISSN 0027-8424. PMC 1131873. PMID 15851674.
234. [^] Jump up to:^{a b} Ereshefsky, Marc (December 1992). "Eliminative pluralism". *Philosophy of Science*. **59** (4): 671–690. doi:10.1086/289701. ISSN 0031-8248. JSTOR 188136. S2CID 224829314.
235. [^] Mayr 1942, p. 120
236. [^] Fraser, Christophe; Alm, Eric J.; Polz, Martin F.; et al. (February 6, 2009). "The Bacterial Species Challenge: Making Sense of Genetic and Ecological Diversity". *Science*. **323** (5915): 741–746. Bibcode:2009Sci...323..741F. doi:10.1126/science.1159388. ISSN 0036-8075. PMID 19197054. S2CID 15763831.
237. [^] Short, Roger Valentine (October 1975). "The contribution of the mule to scientific thought". *Journal of Reproduction and Fertility*. Supplement (23): 359–364. ISSN 0449-3087. OCLC 1639439. PMID 1107543.
238. [^] Gross, Briana L.; Rieseberg, Loren H. (May–June 2005). "The Ecological Genetics of Homoploid Hybrid Speciation". *Journal of Heredity*. **96** (3): 241–252. doi:10.1093/jhered/esi026. ISSN 0022-1503. PMC 2517139. PMID 15618301.
239. Burke, John M.; Arnold, Michael L. (December 2001). "Genetics and the fitness of hybrids". *Annual Review of Genetics*. **35**: 31–52. doi:10.1146/annurev.genet.35.102401.085719. ISSN 0066-4197. PMID 11700276. S2CID 26683922.
240. [^] Vrijenhoek, Robert C. (April 4, 2006). "Polyploid Hybrids: Multiple Origins of a Treefrog Species". *Current Biology*. **16** (7): R245–R247. doi:10.1016/j.cub.2006.03.005. ISSN 0960-9822. PMID 16581499. S2CID 11657663.

241. ^ Rice, William R.; Hostert, Ellen E. (December 1993). "Laboratory Experiments on Speciation: What Have We Learned in 40 Years?". *Evolution*. **47** (6): 1637–1653. doi:10.1111/j.1558-5646.1993.tb01257.x. ISSN 0014-3820. JSTOR 2410209. PMID 28568007. S2CID 42100751.
 - Jiggins, Chris D.; Bridle, Jon R. (March 2004). "Speciation in the apple maggot fly: a blend of vintages?". *Trends in Ecology & Evolution*. **19** (3): 111–114. doi:10.1016/j.tree.2003.12.008. ISSN 0169-5347. PMID 16701238.
 - Boxhorn, Joseph (September 1, 1995). "Observed Instances of Speciation". TalkOrigins Archive. Houston, Texas: The TalkOrigins Foundation, Inc. Archived from the original on 2009-01-22. Retrieved 2008-12-26.
 - Weinberg, James R.; Starczak, Victoria R.; Jörg, Daniele (August 1992). "Evidence for Rapid Speciation Following a Founder Event in the Laboratory". *Evolution*. **46** (4): 1214–1220. doi:10.2307/2409766. ISSN 0014-3820. JSTOR 2409766. PMID 28564398.
242. ^ Herrel, Anthony; Huyghe, Katleen; Vanhooydonck, Bieke; et al. (March 25, 2008). "Rapid large-scale evolutionary divergence in morphology and performance associated with exploitation of a different dietary resource". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **105** (12): 4792–4795. Bibcode:2008PNAS..105.4792H. doi:10.1073/pnas.0711998105. ISSN 0027-8424. PMC 2290806. PMID 18344323.
243. ^ Losos, Jonathan B.; Warhelt, Kenneth I.; Schoener, Thomas W. (May 1, 1997). "Adaptive differentiation following experimental island colonization in *Anolis* lizards". *Nature*. **387** (6628): 70–73. Bibcode:1997Natur.387...70L. doi:10.1038/387070a0. ISSN 0028-0836. S2CID 4242248.
244. ^ Hoskin, Conrad J.; Higgie, Megan; McDonald, Keith R.; Moritz, Craig (October 27, 2005). "Reinforcement drives rapid allopatric speciation". *Nature*. **437** (7063): 1353–1356. Bibcode:2005Natur.437.1353H. doi:10.1038/nature04004. ISSN 0028-0836. PMID 16251964. S2CID 4417281.
245. ^ Templeton, Alan R. (April 1980). "The Theory of Speciation VIA the Founder Principle". *Genetics*. **94** (4): 1011–1038. ISSN 0016-6731. PMC 1214177. PMID 6777243. Archived from the original on 2014-08-23. Retrieved 2014-12-29.
246. ^ Antonovics, Janis (July 2006). "Evolution in closely adjacent plant populations X: long-term persistence of prereproductive isolation at a mine boundary". *Heredity*. **97** (1): 33–37. doi:10.1038/sj.hdy.6800835. ISSN 0018-067X. PMID 16639420. S2CID 12291411.
247. ^ Nosil, Patrik; Crespi, Bernard J.; Gries, Regine; Gries, Gerhard (March 2007). "Natural selection and divergence in mate preference during speciation". *Genetica*. **129** (3): 309–327. doi:10.1007/s10709-006-0013-6. ISSN 0016-6707. PMID 16900317. S2CID 10808041.
248. ^ Savolainen, Vincent; Anstett, Marie-Charlotte; Lexer, Christian; et al. (May 11, 2006). "Sympatric speciation in palms on an oceanic island". *Nature*. **441** (7090): 210–213. Bibcode:2006Natur.441..210S. doi:10.1038/nature04566. ISSN 0028-0836. PMID 16467788. S2CID 867216.
 - Barluenga, Marta; Stölting, Kai N.; Salzburger, Walter; et al. (February 9, 2006). "Sympatric speciation in Nicaraguan crater lake cichlid fish". *Nature*. **439** (7077): 719–723. Bibcode:2006Natur.439..719B. doi:10.1038/nature04325. ISSN 0028-0836. PMID 16467837. S2CID 3165729.
249. ^ Gavrillets, Sergey (March 21, 2006). "The Maynard Smith model of sympatric speciation". *Journal of Theoretical Biology*. **239** (2): 172–182. doi:10.1016/j.jtbi.2005.08.041. ISSN 0022-5193. PMID 16242727.
250. ^ Wood, Troy E.; Takebayashi, Naoki; Barker, Michael S.; et al. (August 18, 2009). "The frequency of polyploid speciation in vascular plants". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **106** (33): 13875–13879. Bibcode:2009PNAS..10613875W. doi:10.1073/pnas.0811575106. ISSN 0027-8424. PMC 2728988. PMID 19667210.
251. ^ Hegarty, Matthew J.; Hiscock, Simon J. (May 20, 2008). "Genomic Clues to the Evolutionary Success of Polyploid Plants". *Current Biology*. **18** (10): R435–R444. doi:10.1016/j.cub.2008.03.043. ISSN 0960-9822. PMID 18492478. S2CID 1584282.
252. ^ Jakobsson, Mattias; Hagenblad, Jenny; Tavaré, Simon; et al. (June 2006). "A Unique Recent Origin of the Allotetraploid Species *Arabidopsis suecica*: Evidence from Nuclear DNA Markers". *Molecular Biology and Evolution*. **23** (6): 1217–1231. doi:10.1093/molbev/msk006. ISSN 0737-4038. PMID 16549398.

253. ^ Säll, Torbjörn; Jakobsson, Mattias; Lind-Halldén, Christina; Halldén, Christer (September 2003). "Chloroplast DNA indicates a single origin of the allotetraploid *Arabidopsis suecica*". *Journal of Evolutionary Biology*. **16** (5): 1019–1029. doi:10.1046/j.1420-9101.2003.00554.x. ISSN 1010-061X. PMID 14635917. S2CID 29281998.
254. ^ Bomblies, Kirsten; Weigel, Detlef (December 2007). "Arabidopsis—a model genus for speciation". *Current Opinion in Genetics & Development*. **17** (6): 500–504. doi:10.1016/j.gde.2007.09.006. ISSN 0959-437X. PMID 18006296.
255. ^ Sémon, Marie; Wolfe, Kenneth H. (December 2007). "Consequences of genome duplication". *Current Opinion in Genetics & Development*. **17** (6): 505–512. doi:10.1016/j.gde.2007.09.007. ISSN 0959-437X. PMID 18006297.
256. ^ Eldredge & Gould 1972, pp. 82–115
257. ^ Benton, Michael J. (April 7, 1995). "Diversification and extinction in the history of life". *Science*. **268** (5207): 52–58. Bibcode:1995Sci...268...52B. doi:10.1126/science.7701342. ISSN 0036-8075. PMID 7701342.
258. ^ Raup, David M. (March 28, 1986). "Biological extinction in Earth history". *Science*. **231** (4745): 1528–1533. Bibcode:1986Sci...231.1528R. doi:10.1126/science.11542058. ISSN 0036-8075. PMID 11542058. S2CID 23012011.
259. ^ Avise, John C.; Hubbell, Stephen P.; Ayala, Francisco J. (August 12, 2008). "In the light of evolution II: Biodiversity and extinction". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **105** (Suppl. 1): 11453–11457. Bibcode:2008PNAS..10511453A. doi:10.1073/pnas.0802504105. ISSN 0027-8424. PMC 2556414. PMID 18695213.
260. ^ Jump up to:^{a b c} Raup, David M. (July 19, 1994). "The role of extinction in evolution". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **91** (15): 6758–6763. Bibcode:1994PNAS...91.6758R. doi:10.1073/pnas.91.15.6758. ISSN 0027-8424. PMC 44280. PMID 8041694.
261. ^ Novacek, Michael J.; Cleland, Elsa E. (May 8, 2001). "The current biodiversity extinction event: scenarios for mitigation and recovery". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **98** (10): 5466–5470. Bibcode:2001PNAS...98.5466N. doi:10.1073/pnas.091093698. ISSN 0027-8424. PMC 33235. PMID 11344295.
262. ^ Pimm, Stuart; Raven, Peter; Peterson, Alan; et al. (July 18, 2006). "Human impacts on the rates of recent, present and future bird extinctions". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **103** (29): 10941–10946. Bibcode:2006PNAS..10310941P. doi:10.1073/pnas.0604181103. ISSN 0027-8424. PMC 1544153. PMID 16829570.
263. ^ Barnosky, Anthony D.; Koch, Paul L.; Feranec, Robert S.; et al. (October 1, 2004). "Assessing the Causes of Late Pleistocene Extinctions on the Continents". *Science*. **306** (5693): 70–75. Bibcode:2004Sci...306...70B. CiteSeerX 10.1.1.574.332. doi:10.1126/science.1101476. ISSN 0036-8075. PMID 15459379. S2CID 36156087.
264. ^ Lewis, Owen T. (January 29, 2006). "Climate change, species–area curves and the extinction crisis". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **361** (1465): 163–171. doi:10.1098/rstb.2005.1712. ISSN 0962-8436. PMC 1831839. PMID 16553315.
265. ^ Jump up to:^{a b} Stearns & Stearns 1999, p. X
266. ^ Jump up to:^{a b} Novacek, Michael J. (November 8, 2014). "Prehistory's Brilliant Future". *The New York Times*. New York. ISSN 0362-4331. Archived from the original on 2014-12-29. Retrieved 2014-12-25.
267. ^ "Researchers find that Earth may be home to 1 trillion species". *National Science Foundation*. Arlington County, Virginia. May 2, 2016. Archived from the original on 2016-05-04. Retrieved 2016-05-06.
268. ^ Jablonski, David (May 8, 2001). "Lessons from the past: Evolutionary impacts of mass extinctions". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **98** (10): 5393–5398. Bibcode:2001PNAS...98.5393J. doi:10.1073/pnas.101092598. ISSN 0027-8424. PMC 33224. PMID 11344284.
269. ^ "Age of the Earth". *United States Geological Survey*. July 9, 2007. Archived from the original on 2005-12-23. Retrieved 2015-05-31.

270. ^ Dalrymple 2001, pp. 205–221
271. ^ Manhesa, Gérard; Allègre, Claude J.; Dupréa, Bernard; Hamelin, Bruno (May 1980). "Lead isotope study of basic-ultrabasic layered complexes: Speculations about the age of the earth and primitive mantle characteristics". *Earth and Planetary Science Letters*. **47** (3): 370–382. *Bibcode*:1980E&PSL..47..370M. *doi*:10.1016/0012-821X(80)90024-2. *ISSN* 0012-821X.
272. ^ Raven & Johnson 2002, p. 68
273. ^ Jump up to:^a ^b Borenstein, Seth (19 October 2015). "Hints of life on what was thought to be desolate early Earth". *Excite*. Yonkers, NY: *Mindspark Interactive Network*. *Associated Press*. Archived from *the original* on 23 October 2015. Retrieved 8 October 2018.
274. ^ Bell, Elizabeth A.; Boehnke, Patrick; Harrison, T. Mark; Mao, Wendy L. (November 24, 2015). "Potentially biogenic carbon preserved in a 4.1 billion-year-old zircon" (PDF). *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **112** (47): 14518–14521. *Bibcode*:2015PNAS..11214518B. *doi*:10.1073/pnas.1517557112. *ISSN* 0027-8424. *PMC* 4664351. *PMID* 26483481. Archived (PDF) from the original on 2015-11-06. Retrieved 2015-12-30.
275. ^ Schouten, Lucy (October 20, 2015). "When did life first emerge on Earth? Maybe a lot earlier than we thought". *The Christian Science Monitor*. Boston, Massachusetts: *Christian Science Publishing Society*. *ISSN* 0882-7729. Archived from the original on 2016-03-22. Retrieved 2018-07-11.
276. ^ Wade, Nicholas (July 25, 2016). "Meet Luca, the Ancestor of All Living Things". *The New York Times*. New York: *The New York Times Company*. *ISSN* 0362-4331. Archived from the original on July 28, 2016. Retrieved 2016-07-25.
277. ^ McKinney 1997, p. 110
278. ^ Mora, Camilo; Tittensor, Derek P.; Adl, Sina; et al. (August 23, 2011). "How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?". *PLOS Biology*. **9** (8): e1001127. *doi*:10.1371/journal.pbio.1001127. *ISSN* 1545-7885. *PMC* 3160336. *PMID* 21886479.
279. ^ Miller & Spoolman 2012, p. 62
280. ^ Chapman 2009
281. ^ Roskov, Y.; Abucay, L.; Orrell, T.; Nicolson, D.; et al., eds. (2016). "Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2016 Annual Checklist". *Species 2000*. Leiden, Netherlands: *Naturalis Biodiversity Center*. *ISSN* 2405-884X. Archived from the original on 2016-11-12. Retrieved 2016-11-06.
282. ^ Peretó, Juli (March 2005). "Controversies on the origin of life"(PDF). *International Microbiology*. **8** (1): 23–31. *ISSN* 1139-6709. *PMID* 15906258. Archived from *the original* (PDF) on 2015-08-24.
283. ^ Marshall, Michael (11 November 2020). "Charles Darwin's hunch about early life was probably right - In a few scrawled notes to a friend, biologist Charles Darwin theorised how life began. Not only was it probably correct, his theory was a century ahead of its time". *BBC News*. Retrieved 11 November 2020.
284. ^ Joyce, Gerald F. (July 11, 2002). "The antiquity of RNA-based evolution". *Nature*. **418** (6894): 214–221. *Bibcode*:2002Natur.418..214J. *doi*:10.1038/418214a. *ISSN* 0028-0836. *PMID* 12110897. *S2CID* 4331004.
285. ^ Trevors, Jack T.; Psenner, Roland (December 2001). "From self-assembly of life to present-day bacteria: a possible role for nanocells". *FEMS Microbiology Reviews*. **25** (5): 573–582. *doi*:10.1111/j.1574-6976.2001.tb00592.x. *ISSN* 1574-6976. *PMID* 11742692.
286. ^ Theobald, Douglas L. (May 13, 2010). "A formal test of the theory of universal common ancestry". *Nature*. **465** (7295): 219–222. *Bibcode*:2010Natur.465..219T. *doi*:10.1038/nature09014. *ISSN* 0028-0836. *PMID* 20463738. *S2CID* 4422345.
287. ^ Baptiste, Eric; Walsh, David A. (June 2005). "Does the 'Ring of Life' ring true?". *Trends in Microbiology*. **13** (6): 256–261. *doi*:10.1016/j.tim.2005.03.012. *ISSN* 0966-842X. *PMID* 15936656.

288. ^ Darwin 1859, p. 1
289. ^ Doolittle, W. Ford; Baptiste, Eric (February 13, 2007). "Pattern pluralism and the Tree of Life hypothesis". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **104** (7): 2043–2049. *Bibcode*:2007PNAS..104.2043D. *doi*:10.1073/pnas.0610699104. *ISSN* 0027-8424. *PMC* 1892968. *PMID* 17261804.
290. ^ Kunin, Victor; Goldovsky, Leon; Darzentas, Nikos; Ouzounis, Christos A. (July 2005). "The net of life: Reconstructing the microbial phylogenetic network". *Genome Research*. **15** (7): 954–959. *doi*:10.1101/gr.3666505. *ISSN* 1088-9051. *PMC* 1172039. *PMID* 15965028.
291. ^ Darwin 1837, p. 25
292. ^ Jablonski, David (June 25, 1999). "The Future of the Fossil Record". *Science*. **284** (5423): 2114–2116. *doi*:10.1126/science.284.5423.2114. *ISSN* 0036-8075. *PMID* 10381868. *S2CID* 43388925.
293. ^ Mason, Stephen F. (September 6, 1984). "Origins of biomolecular handedness". *Nature*. **311** (5981): 19–23. *Bibcode*:1984Natur.311...19M. *doi*:10.1038/311019a0. *ISSN* 0028-0836. *PMID* 6472461. *S2CID* 103653.
294. ^ Wolf, Yuri I.; Rogozin, Igor B.; Grishin, Nick V.; Koonin, Eugene V. (September 1, 2002). "Genome trees and the tree of life". *Trends in Genetics*. **18** (9): 472–479. *doi*:10.1016/S0168-9525(02)02744-0. *ISSN* 0168-9525. *PMID* 12175808.
295. ^ Varki, Ajit; Altheide, Tasha K. (December 2005). "Comparing the human and chimpanzee genomes: searching for needles in a haystack". *Genome Research*. **15** (12): 1746–1758. *CiteSeerX* 10.1.1.673.9212. *doi*:10.1101/gr.3737405. *ISSN* 1088-9051. *PMID* 16339373.
296. ^ Ciccarelli, Francesca D.; Doerks, Tobias; von Mering, Christian; et al. (March 3, 2006). "Toward Automatic Reconstruction of a Highly Resolved Tree of Life" (PDF). *Science*. **311** (5765): 1283–1287. *Bibcode*:2006Sci...311.1283C. *CiteSeerX* 10.1.1.381.9514. *doi*:10.1126/science.1123061. *ISSN* 0036-8075. *PMID* 16513982. *S2CID* 1615592. Archived (PDF) from the original on 2016-03-04.
297. ^ Jump up to:^a Cavalier-Smith, Thomas (June 29, 2006). "Cell evolution and Earth history: stasis and revolution". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **361** (1470): 969–1006. *doi*:10.1098/rstb.2006.1842. *ISSN* 0962-8436. *PMC* 1578732. *PMID* 16754610.
298. ^ Schopf, J. William (June 29, 2006). "Fossil evidence of Archaean life". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **361**(1470): 869–885. *doi*:10.1098/rstb.2006.1834. *ISSN* 0962-8436. *PMC* 1578735. *PMID* 16754604.
 - Altermann, Wladyslaw; Kazmierczak, Józef (November 2003). "Archean microfossils: a reappraisal of early life on Earth". *Research in Microbiology*. **154** (9): 611–617. *doi*:10.1016/j.resmic.2003.08.006. *ISSN* 0923-2508. *PMID* 14596897.
299. ^ Schopf, J. William (July 19, 1994). "Disparate rates, differing fates: tempo and mode of evolution changed from the Precambrian to the Phanerozoic". *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **91** (15): 6735–6742. *Bibcode*:1994PNAS...91.6735S. *doi*:10.1073/pnas.91.15.6735. *ISSN* 0027-8424. *PMC* 44277. *PMID* 8041691.
300. ^ Poole, Anthony M.; Penny, David (January 2007). "Evaluating hypotheses for the origin of eukaryotes". *BioEssays*. **29** (1): 74–84. *doi*:10.1002/bies.20516. *ISSN* 0265-9247. *PMID* 17187354.
301. ^ Dyall, Sabrina D.; Brown, Mark T.; Johnson, Patricia J. (April 9, 2004). "Ancient Invasions: From Endosymbionts to Organelles". *Science*. **304** (5668): 253–257. *Bibcode*:2004Sci...304..253D. *doi*:10.1126/science.1094884. *ISSN* 0036-8075. *PMID* 15073369. *S2CID* 19424594.
302. ^ Martin, William (October 2005). "The missing link between hydrogenosomes and mitochondria". *Trends in Microbiology*. **13**(10): 457–459. *doi*:10.1016/j.tim.2005.08.005. *ISSN* 0966-842X. *PMID* 16109488.

303. ^ Lang, B. Franz; Gray, Michael W.; Burger, Gertraud (December 1999). "Mitochondrial genome evolution and the origin of eukaryotes". *Annual Review of Genetics*. **33**: 351–397. doi:10.1146/annurev.genet.33.1.351. ISSN 0066-4197. PMID 10690412.
 - McFadden, Geoffrey Ian (December 1, 1999). "Endosymbiosis and evolution of the plant cell". *Current Opinion in Plant Biology*. **2** (6): 513–519. doi:10.1016/S1369-5266(99)00025-4. ISSN 1369-5266. PMID 10607659.
304. ^ DeLong, Edward F.; Pace, Norman R. (August 1, 2001). "Environmental Diversity of Bacteria and Archaea" (PDF). *Systematic Biology*. **50** (4): 470–478. CiteSeerX 10.1.1.321.8828. doi:10.1080/106351501750435040. ISSN 1063-5157. PMID 12116647. Archived (PDF) from the original on 2016-02-22.
305. ^ Kaiser, Dale (December 2001). "Building a multicellular organism". *Annual Review of Genetics*. **35**: 103–123. doi:10.1146/annurev.genet.35.102401.090145. ISSN 0066-4197. PMID 11700279. S2CID 18276422.
306. ^ Zimmer, Carl (January 7, 2016). "Genetic Flip Helped Organisms Go From One Cell to Many". *The New York Times*. New York. ISSN 0362-4331. Archived from the original on 2016-01-07. Retrieved 2016-01-07.
307. ^ Valentine, James W.; Jablonski, David; Erwin, Douglas H. (March 1, 1999). "Fossils, molecules and embryos: new perspectives on the Cambrian explosion". *Development*. **126** (5): 851–859. ISSN 0950-1991. PMID 9927587. Archived from the original on 2015-03-01. Retrieved 2014-12-30.
308. ^ Ohno, Susumu (January 1997). "The reason for as well as the consequence of the Cambrian explosion in animal evolution". *Journal of Molecular Evolution*. **44** (Suppl. 1): S23–S27. Bibcode:1997JMolE..44S..23O. doi:10.1007/PL00000055. ISSN 0022-2844. PMID 9071008. S2CID 21879320.
 - Valentine, James W.; Jablonski, David (2003). "Morphological and developmental macroevolution: a paleontological perspective". *The International Journal of Developmental Biology*. **47** (7–8): 517–522. ISSN 0214-6282. PMID 14756327. Archived from the original on 2014-10-24. Retrieved 2014-12-30.
309. ^ Waters, Elizabeth R. (December 2003). "Molecular adaptation and the origin of land plants". *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **29**(3): 456–463. doi:10.1016/j.ympev.2003.07.018. ISSN 1055-7903. PMID 14615186.
310. ^ Mayhew, Peter J. (August 2007). "Why are there so many insect species? Perspectives from fossils and phylogenies". *Biological Reviews*. **82** (3): 425–454. doi:10.1111/j.1469-185X.2007.00018.x. ISSN 1464-7931. PMID 17624962. S2CID 9356614.
311. ^ Carroll, Robert L. (May 2007). "The Palaeozoic Ancestry of Salamanders, Frogs and Caecilians". *Zoological Journal of the Linnean Society*. **150** (Supplement s1): 1–140. doi:10.1111/j.1096-3642.2007.00246.x. ISSN 1096-3642.
312. ^ Wible, John R.; Rougier, Guillermo W.; Novacek, Michael J.; Asher, Robert J. (June 21, 2007). "Cretaceous eutherians and Laurasian origin for placental mammals near the K/T boundary". *Nature*. **447** (7147): 1003–1006. Bibcode:2007Natur.447.1003W. doi:10.1038/nature05854. ISSN 0028-0836. PMID 17581585. S2CID 4334424.
313. ^ Witmer, Lawrence M. (July 28, 2011). "Palaeontology: An icon knocked from its perch". *Nature*. **475** (7357): 458–459. doi:10.1038/475458a. ISSN 0028-0836. PMID 21796198. S2CID 205066360.
314. ^ Bull, James J.; Wichman, Holly A. (November 2001). "Applied evolution". *Annual Review of Ecology and Systematics*. **32**: 183–217. doi:10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114020. ISSN 1545-2069.
315. ^ Doebley, John F.; Gaut, Brandon S.; Smith, Bruce D. (December 29, 2006). "The Molecular Genetics of Crop Domestication". *Cell*. **127** (7): 1309–1321. doi:10.1016/j.cell.2006.12.006. ISSN 0092-8674. PMID 17190597. S2CID 278993.
316. ^ Jäckel, Christian; Kast, Peter; Hilvert, Donald (June 2008). "Protein Design by Directed Evolution". *Annual Review of Biophysics*. **37**: 153–173. doi:10.1146/annurev.biophys.37.032807.125832. ISSN 1936-122X. PMID 18573077.

317. ^ Maher, Brendan (April 8, 2009). "Evolution: Biology's next top model?". *Nature*. **458** (7239): 695–698. doi:10.1038/458695a. ISSN 0028-0836. PMID 19360058. S2CID 41648315.
318. ^ Borowsky, Richard (January 8, 2008). "Restoring sight in blind cavefish". *Current Biology*. **18** (1): R23–R24. doi:10.1016/j.cub.2007.11.023. ISSN 0960-9822. PMID 18177707. S2CID 16967690.
319. ^ Gross, Joshua B.; Borowsky, Richard; Tabin, Clifford J. (January 2, 2009). Barsh, Gregory S. (ed.). "A novel role for Mc1r in the parallel evolution of depigmentation in independent populations of the cavefish *Astyanax mexicanus*". *PLOS Genetics*. **5** (1): e1000326. doi:10.1371/journal.pgen.1000326. ISSN 1553-7390. PMC 2603666. PMID 19119422.
320. ^ Merlo, Lauren M.F.; Pepper, John W.; Reid, Brian J.; Maley, Carlo C. (December 2006). "Cancer as an evolutionary and ecological process". *Nature Reviews Cancer*. **6** (12): 924–935. doi:10.1038/nrc2013. ISSN 1474-175X. PMID 17109012. S2CID 8040576.
321. ^ Pan, Dabo; Weiwei Xue; Wenqi Zhang; et al. (October 2012). "Understanding the drug resistance mechanism of hepatitis C virus NS3/4A to ITMN-191 due to R155K, A156V, D168A/E mutations: a computational study". *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*. **1820** (10): 1526–1534. doi:10.1016/j.bbagen.2012.06.001. ISSN 0304-4165. PMID 22698669.
322. ^ Woodford, Neil; Ellington, Matthew J. (January 2007). "The emergence of antibiotic resistance by mutation". *Clinical Microbiology and Infection*. **13** (1): 5–18. doi:10.1111/j.1469-0691.2006.01492.x. ISSN 1198-743X. PMID 17184282.
323. ^ Labbé, Pierrick; Berticat, Claire; Berthomieu, Arnaud; et al. (November 16, 2007). "Forty Years of Erratic Insecticide Resistance Evolution in the Mosquito *Culex pipiens*". *PLOS Genetics*. **3** (11): e205. doi:10.1371/journal.pgen.0030205. ISSN 1553-7390. PMC 2077897. PMID 18020711.
324. ^ Neve, Paul (October 2007). "Challenges for herbicide resistance evolution and management: 50 years after Harper". *Weed Research*. **47** (5): 365–369. doi:10.1111/j.1365-3180.2007.00581.x. ISSN 0043-1737.
325. ^ Rodríguez-Rojas, Alexandro; Rodríguez-Beltrán, Jerónimo; Couce, Alejandro; Blázquez, Jesús (August 2013). "Antibiotics and antibiotic resistance: A bitter fight against evolution". *International Journal of Medical Microbiology*. **303** (6–7): 293–297. doi:10.1016/j.ijmm.2013.02.004. ISSN 1438-4221. PMID 23517688.
326. ^ Schenk, Martijn F.; Szendro, Ivan G.; Krug, Joachim; de Visser, J. Arjan G.M. (June 28, 2012). "Quantifying the Adaptive Potential of an Antibiotic Resistance Enzyme". *PLOS Genetics*. **8** (6): e1002783. doi:10.1371/journal.pgen.1002783. ISSN 1553-7390. PMC 3386231. PMID 22761587.
327. ^ Read, Andrew F.; Lynch, Penelope A.; Thomas, Matthew B. (April 7, 2009). "How to Make Evolution-Proof Insecticides for Malaria Control". *PLOS Biology*. **7** (4): e1000058. doi:10.1371/journal.pbio.1000058. ISSN 1545-7885. PMC 3279047. PMID 19355786.
328. ^ Fraser, Alex S. (January 18, 1958). "Monte Carlo Analyses of Genetic Models". *Nature*. **181** (4603): 208–209. Bibcode:1958Natur.181..208F. doi:10.1038/181208a0. ISSN 0028-0836. PMID 13504138. S2CID 4211563.
329. ^ Rechenberg 1973
330. ^ Holland 1975
331. ^ Koza 1992
332. ^ Jamshidi, Mo (August 15, 2003). "Tools for intelligent control: fuzzy controllers, neural networks and genetic algorithms". *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. **361** (1809): 1781–1808. Bibcode:2003RSPTA.361.1781J. doi:10.1098/rsta.2003.1225. ISSN 1364-503X. PMID 12952685. S2CID 34259612.
333. ^ Browne 2003, pp. 376–379
334. ^ For an overview of the philosophical, religious and cosmological controversies, see:

- [Dennett 1995](#)

For the scientific and social reception of evolution in the 19th and early 20th centuries, see:

- [Johnston, Ian C. \(1999\). "Section Three: The Origins of Evolutionary Theory". ... And Still We Evolve: A Handbook for the Early History of Modern Science \(3rd revised ed.\). Nanaimo, BC: Liberal Studies Department, Malaspina University-College. Archived from the original on 2016-04-16. Retrieved 2015-01-01.](#)
- [Bowler 2003](#)
- [Zuckerandl, Emile \(December 30, 2006\). "Intelligent design and biological complexity". *Gene*. **385**: 2–18. doi:10.1016/j.gene.2006.03.025. ISSN 0378-1119. PMID 17011142.](#)
- 335. [^ Ross, Marcus R. \(May 2005\). "Who Believes What? Clearing up Confusion over Intelligent Design and Young-Earth Creationism"\(PDF\). *Journal of Geoscience Education*. **53** \(3\): 319–323. Bibcode:2005JGeEd..53..319R. CiteSeerX 10.1.1.404.1340. doi:10.5408/1089-9995-53.3.319. ISSN 1089-9995. S2CID 14208021. Archived \(PDF\) from the original on 2008-05-11. Retrieved 2008-04-28.](#)
- 336. [^ Hameed, Salman \(December 12, 2008\). "Bracing for Islamic Creationism" \(PDF\). *Science*. **322** \(5908\): 1637–1638. doi:10.1126/science.1163672. ISSN 0036-8075. PMID 19074331. S2CID 206515329. Archived from the original \(PDF\) on 2014-11-10.](#)
- 337. [^ Bowler 2003](#)
- 338. [^ Miller, Jon D.; Scott, Eugenie C.; Okamoto, Shinji \(August 11, 2006\). "Public Acceptance of Evolution". *Science*. **313** \(5788\): 765–766. doi:10.1126/science.1126746. ISSN 0036-8075. PMID 16902112. S2CID 152990938.](#)
- 339. [^ Spergel, David Nathaniel; Verde, Licia; Peiris, Hiranya V.; et al. \(2003\). "First-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe \(WMAP\) Observations: Determination of Cosmological Parameters". *The Astrophysical Journal Supplement Series*. **148** \(1\): 175–194. arXiv:astro-ph/0302209. Bibcode:2003ApJS..148..175S. doi:10.1086/377226. S2CID 10794058.](#)
- 340. [^ Wilde, Simon A.; Valley, John W.; Peck, William H.; Graham, Colin M. \(January 11, 2001\). "Evidence from detrital zircons for the existence of continental crust and oceans on the Earth 4.4 Gyr ago". *Nature*. **409** \(6817\): 175–178. Bibcode:2001Natur.409..175W. doi:10.1038/35051550. ISSN 0028-0836. PMID 11196637. S2CID 4319774.](#)
- 341. [^ Branch, Glenn \(March 2007\). "Understanding Creationism after Kitzmiller". *BioScience*. **57** \(3\): 278–284. doi:10.1641/B570313. ISSN 0006-3568. S2CID 86665329.](#)
- 342. [^ Xiaoxing Jin \(March 2019\). "Translation and transmutation: the Origin of Species in China". *The British Journal for the History of Science*. Cambridge: Cambridge University Press on behalf of The British Society for the History of Science. **52** \(1\): 117–141. doi:10.1017/S0007087418000808. PMID 30587253. S2CID 58605626.](#)

Bibliography

- [Altenberg, Lee \(1995\). "Genome growth and the evolution of the genotype-phenotype map". In Banzhaf, Wolfgang; Eeckman, Frank H. \(eds.\). *Evolution and Biocomputation: Computational Models of Evolution*. Lecture Notes in Computer Science. **899**. Berlin; New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pp. 205–259. CiteSeerX 10.1.1.493.6534. doi:10.1007/3-540-59046-3_11. ISBN 978-3-540-59046-0. ISSN 0302-9743. LCCN 95005970. OCLC 32049812.](#)

- [Ayala, Francisco J.; Avise, John C., eds. \(2014\). *Essential Readings in Evolutionary Biology*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press. ISBN 978-1-4214-1305-1. LCCN 2013027718. OCLC 854285705.](#)
- [Birdsell, John A.; Wills, Christopher \(2003\). "The Evolutionary Origin and Maintenance of Sexual Recombination: A Review of Contemporary Models". In MacIntyre, Ross J.; Clegg, Michael T. \(eds.\). *Evolutionary Biology*. Evolutionary Biology. **33**. New York: Springer Science+Business Media. ISBN 978-1-4419-3385-0. ISSN 0071-3260. OCLC 751583918.](#)
- [Bowler, Peter J. \(1989\). *The Mendelian Revolution: The Emergence of Hereditarian Concepts in Modern Science and Society*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press. ISBN 978-0-8018-3888-0. LCCN 89030914. OCLC 19322402.](#)
- [Bowler, Peter J. \(2003\). *Evolution: The History of an Idea* \(3rd completely rev. and expanded ed.\). Berkeley, California: University of California Press. ISBN 978-0-520-23693-6. LCCN 2002007569. OCLC 49824702.](#)
- [Browne, Janet \(2003\). *Charles Darwin: The Power of Place*. **2**. London: Pimlico. ISBN 978-0-7126-6837-8. LCCN 94006598. OCLC 52327000.](#)
- [Burkhardt, Frederick; Smith, Sydney, eds. \(1991\). *The Correspondence of Charles Darwin. The Correspondence of Charles Darwin*. **7**: 1858–1859. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-38564-0. LCCN 84045347. OCLC 185662993.](#)
- [Carroll, Sean B.; Grenier, Jennifer K.; Weatherbee, Scott D. \(2005\). *From DNA to Diversity: Molecular Genetics and the Evolution of Animal Design* \(2nd ed.\). Malden, Massachusetts: Blackwell Publishing. ISBN 978-1-4051-1950-4. LCCN 2003027991. OCLC 53972564.](#)
- [Chapman, Arthur D. \(2009\). *Numbers of Living Species in Australia and the World* \(2nd ed.\). Canberra: Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts: Australian Biological Resources Study. ISBN 978-0-642-56860-1. OCLC 780539206. Archived from the original on 2016-12-25. Retrieved 2016-11-06.](#)
- [Coyne, Jerry A. \(2009\). *Why Evolution is True*. New York: Viking. ISBN 978-0-670-02053-9. LCCN 2008033973. OCLC 233549529.](#)
- [Cracraft, Joel; Bybee, Rodger W., eds. \(2005\). *Evolutionary Science and Society: Educating a New Generation* \(PDF\). Colorado Springs, Colorado: Biological Sciences Curriculum Study. ISBN 978-1-929614-23-3. OCLC 64228003. Archived from the original \(PDF\) on 2015-07-18. Retrieved 2014-12-06. "Revised Proceedings of the BSCS, AIBS Symposium November 2004, Chicago, Illinois"](#)
- [Dalrymple, G. Brent \(2001\). "The age of the Earth in the twentieth century: a problem \(mostly\) solved". In Lewis, C.L.E.; Knell, S.J. \(eds.\). *The Age of the Earth: from 4004 BC to AD 2002*. Geological Society, London, Special Publications. Geological Society Special Publication. **190**. pp. 205–221. Bibcode:2001GSLSP.190..205D. doi:10.1144/gsl.sp.2001.190.01.14. ISBN 978-1-86239-093-5. LCCN 2003464816. OCLC 48570033. S2CID 130092094.](#)
- [Darwin, Charles \(1837\). "B" Notebook. The notebook is available from The Complete Work of Charles Darwin Online. Retrieved 2019-10-09.](#)
- [Darwin, Charles \(1859\). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*\(1st ed.\). London: John Murray. LCCN 06017473. OCLC 741260650. The book is available from The Complete Work of Charles Darwin Online. Retrieved 2014-11-21.](#)
- [Darwin, Charles \(1872\). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London: John Murray. LCCN 04002793. OCLC 1102785.](#)
- [Darwin, Francis, ed. \(1909\). *The foundations of The origin of species, a sketch written in 1842* \(PDF\). Cambridge: Printed at the University Press. LCCN 61057537. OCLC 1184581. Retrieved 2014-11-27.](#)
- [Dawkins, Richard \(1990\). *The Blind Watchmaker*. Penguin Science. London: Penguin Books. ISBN 978-0-14-014481-9. OCLC 60143870.](#)
- [Dennett, Daniel \(1995\). *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*. New York: Simon & Schuster. ISBN 978-0-684-80290-9. LCCN 94049158. OCLC 31867409.](#)

- [Dobzhansky, Theodosius](#) (1968). "On Some Fundamental Concepts of Darwinian Biology". In [Dobzhansky, Theodosius](#); [Hecht, Max K.](#); [Steere, William C.](#) (eds.). *Evolutionary Biology*. Volume 2 (1st ed.). New York: [Appleton-Century-Crofts](#). pp. 1–34. doi:[10.1007/978-1-4684-8094-8_1](#). ISBN 978-1-4684-8096-2. OCLC 24875357.
- [Dobzhansky, Theodosius](#) (1970). *Genetics of the Evolutionary Process*. New York: [Columbia University Press](#). ISBN 978-0-231-02837-0. LCCN 72127363. OCLC 97663.
- [Eldredge, Niles](#); [Gould, Stephen Jay](#) (1972). "Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism". In [Schopf, Thomas J.M.](#) (ed.). *Models in Paleobiology*. San Francisco, California: [Freeman, Cooper](#). ISBN 978-0-87735-325-6. LCCN 72078387. OCLC 572084.
 - [Eldredge, Niles](#) (1985). *Time Frames: The Rethinking of Darwinian Evolution and the Theory of Punctuated Equilibria*. New York: [Simon & Schuster](#). ISBN 978-0-671-49555-8. LCCN 84023632. OCLC 11443805.
- [Ewens, Warren J.](#) (2004). *Mathematical Population Genetics. Interdisciplinary Applied Mathematics. I. Theoretical Introduction* (2nd ed.). New York: [Springer-Verlag New York](#). ISBN 978-0-387-20191-7. LCCN 2003065728. OCLC 53231891.
- [Fisher, Ronald A.](#) (1930). *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford: [The Clarendon Press](#). ISBN 978-0-19-850440-5. LCCN 30029177. OCLC 18500548.
- [Futuyma, Douglas J.](#) (2004). "The Fruit of the Tree of Life: Insights into Evolution and Ecology". In [Cracraft, Joel](#); [Donoghue, Michael J.](#) (eds.). *Assembling the Tree of Life*. Oxford; New York: [Oxford University Press](#). ISBN 978-0-19-517234-8. LCCN 2003058012. OCLC 61342697. "Proceedings of a symposium held at the American Museum of Natural History in New York, 2002."
- [Futuyma, Douglas J.](#) (2005). *Evolution*. Sunderland, Massachusetts: [Sinauer Associates](#). ISBN 978-0-87893-187-3. LCCN 2004029808. OCLC 57311264.
- [Futuyma, Douglas J.](#); [Kirkpatrick, Mark](#) (2017). *Evolution* (Fourth ed.). Sunderland, Massachusetts: [Sinauer Associates](#). ISBN 978-1-60535-605-1. LCCN 2017000562. OCLC 969439375.
- [Gould, Stephen Jay](#) (2002). *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge, Massachusetts: [Belknap Press of Harvard University Press](#). ISBN 978-0-674-00613-3. LCCN 2001043556. OCLC 47869352.
- [Gray, Peter](#) (2007). *Psychology* (5th ed.). New York: [Worth Publishers](#). ISBN 978-0-7167-0617-5. LCCN 2006921149. OCLC 76872504.
- [Hall, Brian K.](#); [Hallgrímsson, Benedikt](#) (2008). *Strickberger's Evolution* (4th ed.). Sudbury, Massachusetts: [Jones and Bartlett Publishers](#). ISBN 978-0-7637-0066-9. LCCN 2007008981. OCLC 85814089.
- [Hennig, Willi](#) (1999) [Originally published 1966 (reprinted 1979); translated from the author's unpublished revision of *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*, published in 1950]. *Phylogenetic Systematics*. Translation by [D. Dwight Davis](#) and [Rainer Zangerl](#); foreword by [Donn E. Rosen](#), [Gareth Nelson](#), and [Colin Patterson](#) (Reissue ed.). Urbana, Illinois: [University of Illinois Press](#). ISBN 978-0-252-06814-0. LCCN 78031969. OCLC 722701473.
- [Holland, John H.](#) (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*. Ann Arbor, Michigan: [University of Michigan Press](#). ISBN 978-0-472-08460-9. LCCN 74078988. OCLC 1531617.
- [Jablonka, Eva](#); [Lamb, Marion J.](#) (2005). *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*. Illustrations by [Anna Zeligowski](#). Cambridge, Massachusetts: [MIT Press](#). ISBN 978-0-262-10107-3. LCCN 2004058193. OCLC 61896061.
- [Kampourakis, Kostas](#) (2014). *Understanding Evolution*. Cambridge; New York: [Cambridge University Press](#). ISBN 978-1-107-03491-4. LCCN 2013034917. OCLC 855585457.
- [Kirk, Geoffrey](#); [Raven, John](#); [Schofield, Malcolm](#) (1983). *The Presocratic Philosophers: A Critical History with a Selection of Texts* (2nd ed.). Cambridge; New York: [Cambridge University Press](#). ISBN 978-0-521-27455-5. LCCN 82023505. OCLC 9081712.

- [Koza, John R. \(1992\). *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. Complex Adaptive Systems. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. ISBN 978-0-262-11170-6. LCCN 92025785. OCLC 26263956.](#)
- [Lamarck, Jean-Baptiste \(1809\). *Philosophie Zoologique*. Paris: Dentu et L'Auteur. OCLC 2210044. Philosophie zoologique \(1809\) at the Internet Archive. Retrieved 2014-11-29.](#)
- [Lane, David H. \(1996\). *The Phenomenon of Teilhard: Prophet for a New Age* \(1st ed.\). Macon, Georgia: Mercer University Press. ISBN 978-0-86554-498-7. LCCN 96008777. OCLC 34710780.](#)
- [Levinson, Gene \(2019\). *Rethinking Evolution: The Revolution That's Hiding in Plain Sight*. Hackensack, New Jersey: World Scientific. ISBN 978-1-78634-726-8. LCCN 2019013762. OCLC 1138095098.](#)
- [Lucretius. "Book V, lines 855–877". *De Rerum Natura*. Perseus Digital Library. Edited and translated by William Ellery Leonard \(1916\). Medford/Somerville, Massachusetts: Tufts University. OCLC 33233743. Archived from the original on 2014-09-04. Retrieved 2014-11-25.](#)
- [Mason, Stephen F. \(1962\). *A History of the Sciences*. Collier Books. Science Library, CS9 \(New rev. ed.\). New York: Collier Books. LCCN 62003378. OCLC 568032626.](#)
- [Maynard Smith, John \(1978\). *The Evolution of Sex*. Cambridge; New York: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-29302-0. LCCN 77085689. OCLC 3413793.](#)
- [Maynard Smith, John \(1998\). "The Units of Selection". In Bock, Gregory R.; Goode, Jamie A. \(eds.\). *The Limits of Reductionism in Biology*. Novartis Foundation Symposium. Novartis Foundation Symposia. **213**. Chichester; New York: John Wiley & Sons. pp. 203–221. doi:10.1002/9780470515488.ch15. ISBN 978-0-471-97770-4. LCCN 98002779. OCLC 38311600. PMID 9653725. "Papers from the Symposium on the Limits of Reductionism in Biology, held at the Novartis Foundation, London, May 13–15, 1997."](#)
- [Mayr, Ernst \(1942\). *Systematics and the Origin of Species from the Viewpoint of a Zoologist*. Columbia Biological Series. **13**. New York: Columbia University Press. LCCN 43001098. OCLC 766053.](#)
- [Mayr, Ernst \(1982\). *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*. Translation of John Ray by E. Silk. Cambridge, Massachusetts: Belknap Press. ISBN 978-0-674-36445-5. LCCN 81013204. OCLC 7875904.](#)
- [Mayr, Ernst \(2002\) \[Originally published 2001; New York: Basic Books\]. *What Evolution Is*. Science Masters. London: Weidenfeld & Nicolson. ISBN 978-0-297-60741-0. LCCN 2001036562. OCLC 248107061.](#)
- [McKinney, Michael L. \(1997\). "How do rare species avoid extinction? A paleontological view". In Kunin, William E.; Gaston, Kevin J. \(eds.\). *The Biology of Rarity: Causes and consequences of rare—common differences* \(1st ed.\). London; New York: Chapman & Hall. ISBN 978-0-412-63380-5. LCCN 96071014. OCLC 36442106.](#)
- [Miller, G. Tyler; Spoolman, Scott E. \(2012\). *Environmental Science* \(14th ed.\). Belmont, California: Brooks/Cole. ISBN 978-1-111-98893-7. LCCN 2011934330. OCLC 741539226. Retrieved 2014-12-27.](#)
- [Moore, Randy; Decker, Mark; Cotner, Sehoya \(2010\). *Chronology of the Evolution-Creationism Controversy*. Santa Barbara, California: Greenwood Press/ABC-CLIO. ISBN 978-0-313-36287-3. LCCN 2009039784. OCLC 422757410.](#)
- [Nardon, Paul; Grenier, Anne-Marie \(1991\). "Serial Endosymbiosis Theory and Weevil Evolution: The Role of Symbiosis". In Margulis, Lynn; Fester, René \(eds.\). *Symbiosis as a Source of Evolutionary Innovation: Speciation and Morphogenesis*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. ISBN 978-0-262-13269-5. LCCN 90020439. OCLC 22597587. "Based on a conference held in Bellagio, Italy, June 25–30, 1989"](#)
- [National Academy of Sciences; Institute of Medicine \(2008\). *Science, Evolution, and Creationism*. Washington, DC: National Academy Press. ISBN 978-0-309-10586-6. LCCN 2007015904. OCLC 123539346. Retrieved 2014-11-22.](#)

- *Odum, Eugene P.* (1971). *Fundamentals of Ecology* (3rd ed.). Philadelphia, Pennsylvania: *Saunders*. ISBN 978-0-7216-6941-0. LCCN 76081826. OCLC 154846.
- *Okasha, Samir* (2006). *Evolution and the Levels of Selection*. Oxford; New York: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-926797-2. LCCN 2006039679. OCLC 70985413.
- *Panno, Joseph* (2005). *The Cell: Evolution of the First Organism*. Facts on File science library. New York: *Facts on File*. ISBN 978-0-8160-4946-2. LCCN 2003025841. OCLC 53901436.
- *Piatigorsky, Joram; Kantorow, Marc; Gopal-Srivastava, Rashmi; Tomarev, Stanislav I.* (1994). "Recruitment of enzymes and stress proteins as lens crystallins". In *Jansson, Bengt; Jörnvall, Hans; Rydberg, Ulf; et al. (eds.). Toward a Molecular Basis of Alcohol Use and Abuse*. Exs. *Experientia*. **71**. Basel; Boston: *Birkhäuser Verlag*. pp. 241–50. doi:10.1007/978-3-0348-7330-7_24. ISBN 978-3-7643-2940-2. LCCN 94010167. OCLC 30030941. PMID 8032155.
- *Pigliucci, Massimo; Müller, Gerd B., eds.* (2010). *Evolution, the Extended Synthesis*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. ISBN 978-0-262-51367-8. LCCN 2009024587. OCLC 804875316. Archived from the original on 2015-09-18.
- *Pocheville, Arnaud; Danchin, Étienne* (2017). "Chapter 3: Genetic assimilation and the paradox of blind variation". In *Huneman, Philippe; Walsh, Denis M. (eds.). Challenging the Modern Synthesis*. New York: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-937717-6. LCCN 2017448929. OCLC 1001337947.
- *Provine, William B.* (1971). *The Origins of Theoretical Population Genetics*. Chicago History of Science and Medicine (2nd ed.). Chicago, Illinois: *University of Chicago Press*. ISBN 978-0-226-68464-2. LCCN 2001027561. OCLC 46660910.
- *Raven, Peter H.; Johnson, George B.* (2002). *Biology* (6th ed.). Boston, Massachusetts: *McGraw-Hill*. ISBN 978-0-07-112261-0. LCCN 2001030052. OCLC 45806501.
- *Ray, John* (1686). *Historia Plantarum [History of Plants]. I*. Londini: Typis Mariæ Clark. LCCN agr11000774. OCLC 2126030.
- *Rechenberg, Ingo* (1973). *Evolutionsstrategie; Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution* (PhD thesis). *Problemata* (in German). **15**. Afterword by *Manfred Eigen*. Stuttgart-Bad Cannstatt: *Frommann-Holzboog*. ISBN 978-3-7728-0373-4. LCCN 74320689. OCLC 9020616.
- *Ridley, Mark* (2004). *Evolution*. Oxford: *Blackwell*. ISBN 978-1405103459.
- *Stearns, Beverly Peterson; Stearns, Stephen C.* (1999). *Watching, from the Edge of Extinction*. New Haven, Connecticut: *Yale University Press*. ISBN 978-0-300-08469-6. LCCN 98034087. OCLC 803522914.
- *Stevens, Anthony* (1982). *Archetype: A Natural History of the Self*. London: *Routledge & Kegan Paul*. ISBN 978-0-7100-0980-7. LCCN 84672250. OCLC 10458367.
- *Voet, Donald; Voet, Judith G.; Pratt, Charlotte W.* (2016). *Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level* (Fifth ed.). Hoboken, New Jersey: *John Wiley & Sons*. ISBN 978-1-11-891840-1. LCCN 2016002847. OCLC 939245154.
- *West-Eberhard, Mary Jane* (2003). *Developmental Plasticity and Evolution*. Oxford; New York: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-512235-0. LCCN 2001055164. OCLC 48398911.
- *Wiley, E. O.; Lieberman, Bruce S.* (2011). *Phylogenetics: Theory and Practice of Phylogenetic Systematics* (2nd ed.). Hoboken, New Jersey: *Wiley-Blackwell*. doi:10.1002/9781118017883. ISBN 978-0-470-90596-8. LCCN 2010044283. OCLC 741259265.
- *Wright, Sewall* (1984). *Genetic and Biometric Foundations*. *Evolution and the Genetics of Populations*. **1**. Chicago, Illinois: *University of Chicago Press*. ISBN 978-0-226-91038-3. LCCN 67025533. OCLC 246124737.

Further reading

Introductory reading

- Barrett, Paul H.; Weinshank, Donald J.; Gottleber, Timothy T., eds. (1981). *A Concordance to Darwin's Origin of Species, First Edition*. Ithaca, New York: [Cornell University Press](#). ISBN 978-0-8014-1319-3. LCCN 80066893. OCLC 610057960.
- Carroll, Sean B. (2005). *Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo and the Making of the Animal Kingdom*. illustrations by Jamie W. Carroll, Josh P. Klaiss, Leanne M. Olds (1st ed.). New York: W.W. Norton & Company. ISBN 978-0-393-06016-4. LCCN 2004029388. OCLC 57316841.
- Charlesworth, Brian; Charlesworth, Deborah (2003). *Evolution: A Very Short Introduction*. Very Short Introductions. Oxford; New York: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-280251-4. LCCN 2003272247. OCLC 51668497.
- Gould, Stephen Jay (1989). *Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History* (1st ed.). New York: W.W. Norton & Company. ISBN 978-0-393-02705-1. LCCN 88037469. OCLC 18983518.
- Jones, Steve (1999). *Almost Like a Whale: The Origin of Species Updated*. London; New York: [Doubleday](#). ISBN 978-0-385-40985-8. LCCN 2002391059. OCLC 41420544.
 - — (2000). *Darwin's Ghost: The Origin of Species Updated* (1st ed.). New York: [Random House](#). ISBN 978-0-375-50103-6. LCCN 99053246. OCLC 42690131. American version.
- Mader, Sylvia S. (2007). *Biology. Significant contributions by Murray P. Pendarvis* (9th ed.). Boston, Massachusetts: [McGraw-Hill Higher Education](#). ISBN 978-0-07-246463-4. LCCN 2005027781. OCLC 61748307.
- Maynard Smith, John (1993). *The Theory of Evolution* (Canto ed.). Cambridge; New York: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-45128-4. LCCN 93020358. OCLC 27676642.
- Pallen, Mark J. (2009). *The Rough Guide to Evolution*. Rough Guides Reference Guides. London; New York: [Rough Guides](#). ISBN 978-1-85828-946-5. LCCN 2009288090. OCLC 233547316.

Advanced reading

- [Barton, Nicholas H.](#); [Briqgs, Derek E.G.](#); [Eisen, Jonathan A.](#); et al. (2007). *Evolution*. Cold Spring Harbor, New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press. ISBN 978-0-87969-684-9. LCCN 2007010767. OCLC 86090399.
- Coyne, Jerry A.; [Orr, H. Allen](#) (2004). *Speciation*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates. ISBN 978-0-87893-089-0. LCCN 2004009505. OCLC 55078441.
- [Bergstrom, Carl T.](#); Dugatkin, Lee Alan (2012). *Evolution* (1st ed.). New York: W.W. Norton & Company. ISBN 978-0-393-91341-5. LCCN 2011036572. OCLC 729341924.
- Hall, Brian K.; Olson, Wendy, eds. (2003). *Keywords and Concepts in Evolutionary Developmental Biology*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. ISBN 978-0-674-00904-2. LCCN 2002192201. OCLC 50761342.
- [Kauffman, Stuart A.](#) (1993). *The Origins of Order: Self-organization and Selection in Evolution*. New York; Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-507951-7. LCCN 91011148. OCLC 895048122.
- Maynard Smith, John; [Szathmáry, Eörs](#) (1995). *The Major Transitions in Evolution*. Oxford; New York: W.H. Freeman Spektrum. ISBN 978-0-7167-4525-9. LCCN 94026965. OCLC 30894392.
- Mayr, Ernst (2001). *What Evolution Is*. New York: Basic Books. ISBN 978-0-465-04426-9. LCCN 2001036562. OCLC 47443814.
- [Minelli, Alessandro](#) (2009). *Forms of Becoming: The Evolutionary Biology of Development*. Translation by Mark Epstein. Princeton, New Jersey; Oxford: [Princeton University Press](#). ISBN 978-0-691-13568-7. LCCN 2008028825. OCLC 233030259.