

Photo © Ardea Photographics, London

یکی از انتقادهای متعدد در مورد نظریه داروین، عبارت از آن بود که او کلیه سنگواره‌های میانی و مربوط به موجودات حد فاصل و یا به عبارت دیگر حلقه‌های ارتباطی انواع را در دسترس نداشت. کشف سنگواره «آرکتو پتریکس» در سال ۱۸۶۱، تا حد بسیار زیادی این انتقاد را از بین برد. «آرکتو پتریکس» بعضی از صفات پرنده از قبیل بال و پر را دار بود. در عین حال، مانند خزندگان انتهای اعضای داخلی این موجود به چنگال خم می شد و دارای دندان دم استخوانی بود.

پاسخهای داروین

مترجم: دکتر محمد علی محمدی
 نوشته ایساک آسیموف

داشت که با انواع موجودات زنده کاملاً تطبیق نمی کرد. ولی در عین حال با آنها بی ارتباط نبود. سنگواره‌ها، اجزای ناقص درخت حیات را تکمیل کرد؛ آنها در عین حال که نشانه‌ای از شاخه‌های بسیار ابتدایی درخت حیات بودند، چگونگی تحول انواع مخصوصی از موجودات زنده را هم مشخص می کردند. برای مثال، از مطالعه سنگواره‌ها بی بردند که میلیونها سال پیش، حیواناتی شبیه اسب وجود داشته‌اند. این اسبها، در ابتدا دارای اندام کوچکی بودند و در هر یک از پاهای خود چهار سم داشتند. به تدریج، انواع دیگری از اسبها نیز به وجود آمدند که اندام درشتتری داشتند و تعداد سمهای آنها کمتر بود. یک چنین تحولی، تا به وجود آمدن اسب «معاصر» ادامه داشت. همچنین موجودات دیگری از قبیل دایناسورهای عظیم‌الجثه وجود داشتند که نسل آنها به کلی از بین رفته است. این موجودات عظیم‌الجثه را با خزندگان کنونی (به خصوص نوعی کروکودیل)، از یک خانواده دانسته‌اند. موجودات یاد شده از شصت و پنج میلیون سال پیش، اعیانی نداشته‌اند.

دانشمندان زیادی در مورد واقعیت تکامل زیستی به تردید افتاده بودند. چه، این اندیشه‌ها، مجاب کننده به نظر نمی رسید، زیرا در مورد چگونگی روی دادن آن هیچ اطلاعی وجود نداشت. چه چیز سبب تغییر نوع معینی از موجود زنده می شود؟ هرگز کسی شاهد این تغییر نبوده است. گریه‌ها همیشه بچه می زایند و سگها تولد سگ. ماده گاوها هیچوقت موجودی جز گوساله به دنیا نمی آورند و در این خصوص،

دیگری تقسیم می شود تا به نوعی معینی برسد. این تقسیم بندی تا حدودی شبیه تقسیم بندی برگهای یک درخت است. فرض کنیم که از درختی، چیزی جز برگهای آن معلوم نباشد. آیا می توان نتیجه گرفت که این برگها، بطور ناگهانی و به نحو ناشناخته‌ای، در همان محلی که دیده می شود، به وجود آمده است؟! بطور یقین، نمی توان یک چنین نتیجه گیری را قابل قبول دانست. زیرا این فرض وجود دارد که برگها به درختی تعلق دارد که پیش از این به صورت نهال بوده و به تدریج که شاخه‌های آن رشد کرده، برگ روی آنها را پوشانده است. بر پایه این تفکرات، دانشمندان این سؤال را طرح کردند: آیا درختی به نام «درخت حیات» می تواند وجود داشته باشد که همانند یک درخت معمولی برود؟ آیا انواع کنونی موجودات نمی توانند از انواع ساده‌تری که آنها هم به نوبه خود از نوعهای ساده‌تری به وجود آمده‌اند، به وجود بیایند؟ و سرانجام، آیا تمام انواع موجودات زنده از شکل واحدی از حیات ابتدایی، منشأ می گیرند؟ این فرایند را تکامل زیستی می نامند.

در طول قرن ۱۹، دانشمندان به مطالعه اشیایی که در داخل صخره‌ها پیدا می شد، پرداختند و آنها را «سنگواره» نامیدند. سنگواره به شکل استخوان، دندان، صدف و عناصر دیگری که قبلاً جزء تشکیل دهنده بی از بدن موجود زنده بوده است، وجود دارد. به یقین همین سنگواره‌ها، میلیونها سال در داخل سنگها پوشیده مانده و به تدریج به سنگ بدل شده بود. مطالعه این سنگواره‌ها، حکایت از وجود اشکالی از زندگی

مفهوم تکامل زیستی، سابقه بسیار طولانی دارد. این مفهوم زمانی به وجود آمد که زیست شناسان کوشش کردند تا موجودات زنده را طبقه بندی کنند و یکی از اولین کسانی که به این کار مبادرت کرد، ارسطو فیلسوف یونانی بود که در قرن چهارم پیش از میلاد، زندگی می کرد.

بعدها در سال ۱۷۳۷، «کارل لینه» گیاه شناس سوئدی نظامی ارائه داد که با استفاده از آن، امکان تقسیم موجودات زنده به انواع و تیره‌های مختلف، فراهم می شد. در این نظام، تمام انواع مشابه در داخل گروههایی قرار می گیرد و گروههای مشابه نیز خود به صورت شاخه واحد در آمده و به همین منوال ادامه پیدا می کند. بدین ترتیب، دیاگرام توزیع کننده‌ای به وجود می آید که کلیه موجودات زنده را به چند شاخه اصلی تقسیم می کند و هر شاخه به شاخه‌های فرعی

ایساک آسیموف دانشمند امریکایی و مولف آثاری در زمینه دانش تخیلی، به سبب کوششهای خود در راه ترویج علوم، «اشتهار جهانی» دارد: زمینه‌های مختلف آثار وی را می توان نشانه‌ی از تنوع موضوعهای مورد علاقه وی دانست که از انتقاد ادبی گرفته تا روانشناسی و از ریاضیات تا طنز، شعر و عرفان را در بر می گیرد. در سال ۱۹۷۹، اثری از وی منتشر شد که او آنرا دو یستمین عنوان از کتابهای خود تلقی می کند: اثر ۲۰۰، گلچینی از آثار و خاطره‌ای که هنوز تازه است، جلد اول شرح حال به قلم خوبش.

کسی کوچکترین تردیدی به خود راه نمی دهد.

نخستین دانشمندی که کوشش کرد «تا چگونگی» تکامل را بطور جدی روشن سازد، یک فرانسوی به نام «ژان باپتیست لامارک» بود. او فکر می کرد که تکامل، تحت تأثیر نحوه زیست تحقق می پذیرد: اگر بزکوهی از برگیهای درختان تغذیه کند، در زندگی پیوسته کوشش خواهد کرد با دراز کردن گردن، به برگیهای که روی شاخه های بلندتر قرار دارد، برسد. این کوشش مداوم سبب می شود که گردن حیوان مورد اشاره، به مقدار بسیار کمی دراز بشود. بچه های بزکوهی گردنهایی را که بطور جزئی درازتر است، به ارث می برند. گردن دراز، در تسلسل نسلها پیوسته درازتر می شود، تا این که پس از گذشت زمانی بسیار طولانی، زرافه از آنها پدید می آید. از این مکانیسم، به عنوان «تکامل از طریق وراثت صفات کسبی» نامبرده شده است.

اما این استدلال کافی نیست. زیرا اولاً صفات حاصل، ارثی نیست. برای مثال، اگر دم موشی را ببریم، آن موش بچه های دم کوتاه به دنیا نمی آورد و دم بچه موشهایی که از همان موش به وجود می آیند، از دم همجنسان خود کوتاهتر نخواهد بود. در ثانی، باید دید پوست خالدار زرافه که به این خوبی با سایه روشنهای زیر درختان هماهنگی دارد و سبب می شود حیوان از نظر حیوانات درنده پنهان بماند. چگونه به وجود آمده است؟ آیا زرافه کوشش کرده است یک چنین پوستی داشته باشد؟ روشن است که پاسخ این پرسش منفی است.

سرانجام، در سال ۱۸۵۹ یک دانشمند انگلیسی به نام «چارلز داروین» اثری تحت عنوان «منشأ انواع» منتشر کرد که پاسخگوی واقعی این مسئله بود. داروین عقیده داشت که بطور کلی، ازدیاد موجودات زنده به اندازه ای است که در صورت زنده ماندن همه آنها، منابع غذایی محیط بهیچوجه کافی نخواهد بود. برای مثال، اگر همه بچه زرافه ها قادر به ادامه حیات باشند، به زودی نسل زرافه ها به حدی زیادی می شود که رستنیها و برگهای تمامی درختان تکافوی تغذیه آنها را نخواهند کرد و گرسنگی زرافه ها را از بین خواهد برد. اما خوشبختانه همه بچه زرافه ها قادر به ادامه حیات نیستند و تنها چندتایی از آنها به بزرگسالی می رسند. زیرا بیشتر آنها توسط درندگان نابود می شوند. به عبارت دیگر، برای رسیدن به سنین بالا، رقابتی میان زرافه های جوان وجود دارد.

نکته دیگری که در زمینه مطالعه شکل حیوانات به آن برمی خوریم، این است که حیوانات مذکور بطور کامل شبیه هم نیستند و پیوسته تفاوتهایی میان آنها وجود دارد. بعضی از آنها قویتر از حیوانات دیگر هستند و یا تندتر از آنها می دوند. همچنین ممکن است رنگ پوست برخی از آنها طوری باشد که بتوانند در محیط اطراف، خود را از دید جانوران درنده دور نگاهدارند. به عبارت دیگر، بعضی از این جانوران دارای امتیازهایی هستند که در مبارزه برای سالم ماندن و رشد کردن، آنها را یاری می دهد و با برخورداری از این امکانات شانس بیشتری برای رشد کردن و انتقال صفات خویش به فرزندان شان دارند.

بطوری که ملاحظه می شود، این خصایص ذاتی است و از محیط کسب نمی شود و این همان است که اصل انتخاب طبیعی نامیده می شود.

انسان با استفاده از «انتخاب طبیعی» که در نزد حیوانات اهلی و گیاهان وجود دارد، آنها را بر می گزیند و با دقت در این خصایص طبیعی، اسبهای باد پا را به اسبهای دیگر ترجیح می دهد، گاوهایی را که شیر بیشتر می دهند، مرغهایی را که بیشتر تخم می گذارند و یا گوسفندانی را که پشم فراوانتری دارند و گندمی را که خوشه های پرتری دارد، انتخاب و تکثیر می کند. بدین ترتیب، در طول هزاران سالی که انسان حیوانات را اهلی کرده، توانسته است نژادهای

بسیار متفاوتی به به دست بیاورد و آنها را متناسب با نیازهای خود پرورش دهد.

این انتخاب از طرف طبیعت نیز انجام می گیرد. طبیعت هم از میان نسلهای کوچکتر موجوداتی را با خصایص برتر برمی گزیند: موجوداتی که سر بترند می توانند خود را از خطر نجات دهند، جانورانی که قویترند از عهده دفع خطرهای برمی آیند و با داشتن هوش بیشتر، می توانند موجودات آسیب رسان دیگر را بفر بیند. حیوانهایی که دندانهای قویتر و بهتری دارند، از این طریق می توانند تغذیه مؤثری داشته باشند و شانس بیشتری برای ادامه حیات پیدا می کنند.



Photo - Palais de la Decouverte, Paris

در سال ۱۸۶۶، کشیش انریچی به نام «گر یگور یوهان مندل (۱۸۸۴-۱۸۲۲)، مقاله ای تحت عنوان «بررسیهایی درباره گیاهان حاصل از لقاح انواع مختلف»، به عمل آورد و این بررسیها پایه دانش ژنتیک را بی ریخت، آثار بررسیهای او، تا مدتها ناشناخته ماند و تنها در اوایل قرن حاضر بود که اهمیت یافته های او آشکار گردید. علیرغم هم عصر بودن، داروین از تحقیقات مندل بی خبر بود و به همین جهت در توجیهات ژنتیکی نظریه وی نقیصه ای وجود داشت. استدلالهای مندل درباره ژنتیک، با ارائه مکانیسم دقیق وراثت، نظریه داروین را کامل کرد و از این نقطه نظر خلاء آنرا از بین برد.

این چنین است که حیوانهایی شبیه اسب، درشتتر و قویتر شده اند و برای این که با سرعت بیشتری بدون، تعداد سمهایشان کمتر شده است. این کزینش توسط طبیعت انجام گرفته و انسان دخالتی در آن نداشته است. این نکته همان است که «تکامل از طریق گزینش طبیعت» نامیده می شود. انسان توانسته است با رفتار هوشیارانه خود در طول چند نسل، دگرگونیهای قابل توجهی به وجود آورد. اما تأثیرات طبیعت بر مبنای تضاد استوار است. در مواردی، بد شانس سبب می شود موجودی با استعداد بیشتر و بهتر، شکار موجود دیگری شود. به وجود آمدن انواع جدید موجودات از طریق انتخاب طبیعت، می تواند میلیونها سال طول بکشد.

ژرف بینی داروین در مورد انتخاب طبیعی و روش سرشار از احتیاطی که او برای ارائه ملاحظاتی و استدلالهایش به کار می بست، سبب شد تا خیلی زود زمینه برای متقاعد کردن عده ای از دانشمندان فراهم آید و با گذشت زمان، تعداد دانشمندانی که حاضر به قبول استدلالهای وی می شدند، افزایش یافت. در حال حاضر، دانشمندان بطور کلی تکامل زبستی را که بر مبنای نظریه

داروین استوار است، می پذیرند و در خصوص اهمیت عامل «انتخاب طبیعی» به عنوان عمده ترین نیروی محرک این تکامل، تفاهم دارند.

با وجود این باید توجه داشت که از همان ابتدا به نظر می رسید که اشکالات چندی در این نظریه وجود دارد و با گذشت ۱۲۵ سال که از انتشار کتاب داروین می گذرد، این مسایل و اشکالات عمیقتر و روشنتر شده است.

برای مثال، می دانیم که «انتخاب طبیعی» موجودات مبتنی بر تفاوتها و گوناگونی ذاتی است. ولی باید دید این گوناگونی چگونه محفوظ می ماند؟ فرض کنیم که نوعی رنگ پوست در استار حیوان از چشم جانوران وحشی دیگر و در نتیجه افزایش شانس حیوان برای بقای بیشتر، تأثیر داشته باشد. حال اگر این حیوان با حیوان دیگری که رنگ متفاوتی دارد، جفت گیری کند و رنگ پوست بچه ای که از این جفت گیری به وجود می آید مابین این دو رنگ متفاوت باشد، امتیاز و موهبت یاد شده، از بین می رود.

در سال ۱۸۶۰، «گریگور مندل» گیاه شناس اتریشی، بر روی انواع تیره نخود، تحقیق می کرد و این گیاهان را طوری انتخاب می کرد که خصایص متفاوتی داشته باشند. پس از لقاح ذو نوع گیاه متفاوت و مطالعه خصایص و صفات گیاهان حاصل از این عمل به هنگام رشد، «مندل» متوجه شد که صفات گیاهان جوان نمی تواند آمیزه و یا حد واسطی از صفات دو گیاه قبلی باشد. برای مثال، عمل لقاح میان یک گیاه بلند و یک گیاه کوتاه انجام می گرفت، گیاه حاصل از این عمل، یا بلند بود و یا کوتاه، و هیچگاه حد متوسطی که مابین دو صفت مذکور باشد، پیدا نمی کرد.

«مندل» نتایج پژوهشهای خود را منتشر کرد. اما در آن زمان، کسی به این یافته های علمی توجه نکرد. تنها در سال ۱۹۰۰ بود که گیاه شناسان دیگر، به نتایج مشابهی نایل آمدند و در بررسی آثار علمی، به اهمیت پژوهشهای مندل پی بردند. ولی در این زمان، «مندل» دیگر نبود و در سال ۱۸۸۴، در گذشته بود. مندل هرگز آگاه نشد که پایه گذار علم جدیدی به نام «ژنتیک مندلی» بوده است.

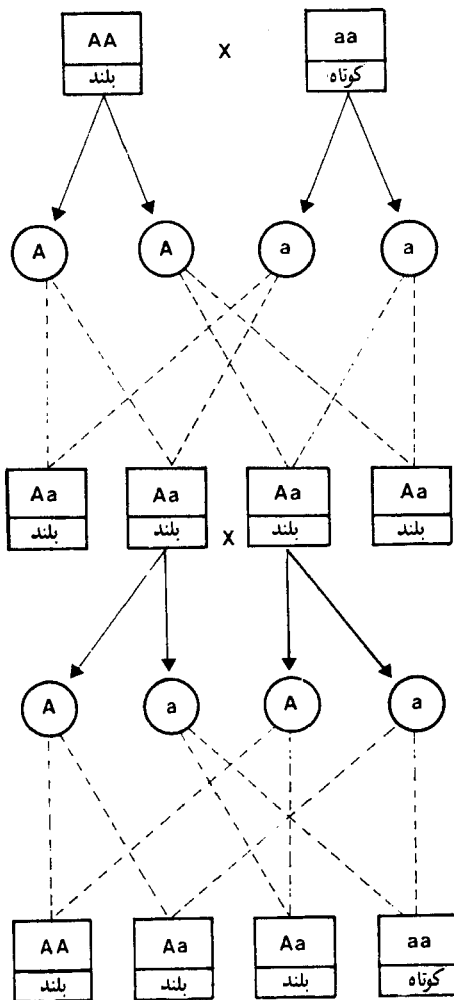
«مندل» معتقد بود که در بدن موجود زنده، عواملی وجود دارد که صفات و یژه جسمانی این موجودات را کنترل می کند و این عوامل از طریق والدین به فرزندان انتقال می یابد. در سال ۱۸۷۹، یک دانشمند آلمانی به نام «والتر فلمینگ» موفق به کشف ذرات کروموزوم در هسته سلول گردید. از هسان زمان که ژنتیک مندلی کشف شد، این مسئله آشکار گردید که کروموزومها از طریق والدین به فرزندان انتقال می یابند و همین پدیده، طریقه انتقال صفات ارثی که کروموزومها مانند تسبیحی مرکب از ژنها، بر دانشمندان آشکار شد و آنها پی بردند که ژن عامل انتقال خصوصیت ویژه ای است.

این ژنها از ملکولهای درشت اسید نوکلئیک تشکیل شده اند و در برابر هر تقسیم سلولی، واکنش و یژه ای از خود نشان می دهند. بدین ترتیب، هر سلول جدید، صفات و خصایص سلول منشأ را پیدا می کند.

با وجود این، واکنش ژنها در برابر تقسیم سلولها همیشه کامل نیست و ممکن است تغییرات تصادفی مختصری در بطن ملکولها به وجود آید. این تغییرات را «موتاسیون» می نامند و همین است که تفاوتهای موجود میان افراد را سبب می شود. همچنین این تغییرات سبب گونه گونی خصایص ذاتی می گردد و از این طریق، انتخاب طبیعی ممکن می شود. در نتیجه انتخاب طبیعی، بعضی از تغییرات گسترش می یابد و بعضی دیگر از میان می رود و با وجود آمدن تغییرات متفاوت در جهات مختلف، نوع جدیدی از موجودات به وجود می آید.

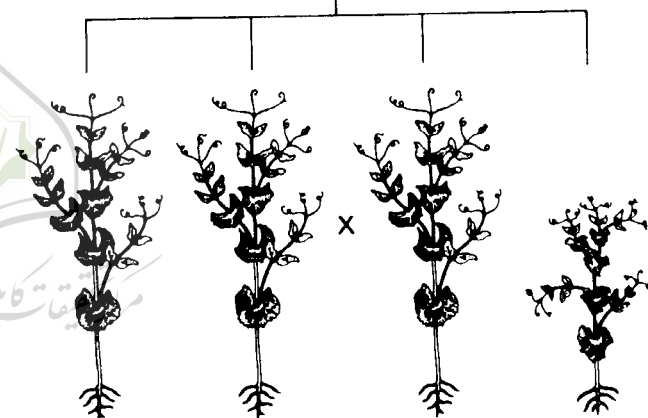
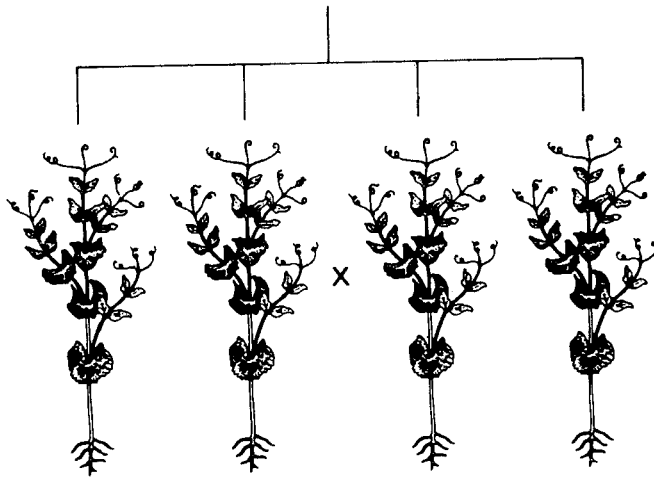
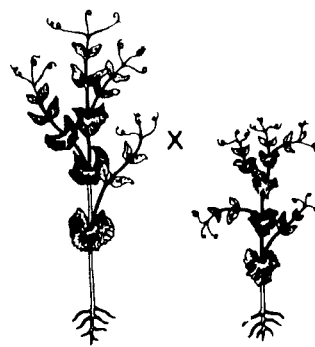
در حدود سال ۱۹۲۷، یک دانشمند امریکایی به نام «هرمان مولر»، نشان داد که چگونه ممکن است از

نسل اصلی



نسل اول

نسل دوم



تاریخ علوم، تحقیقات «گریگور مندل» دربارهٔ بوته‌های نخود را به یاد خواهد داشت. او ابتدا از طریق لقاح دو نوع متفاوت ساقه بلند و ساقه کوتاه، این بوته‌ها را با همدیگر آمیزش داد. همچنان که در دیاگرام فوق مشهود است، اولین نسل حاصل از این لقاح، همگی دارای ساقه بلند بود. زیرا با این که هر یک از گیاهان حاصل حامل دو ژن متفاوت بود، ولی ژن غالب (A) با غلبه بر ژن پذیرا (a)، سبب شده بود که همگی گیاهان حاصل دارای ساقه بلند باشند. ولی در حدود $\frac{1}{4}$ از گیاهان حاصل نسل دوم همان عمل لقاح، اندازه ساقه خود را تحت تأثیر ژن پذیرا به ارث برده و دارای ساقه کوتاه بود.

چندین هزار سال، نوع و تیرهٔ جدیدی از جانوران به وجود بیاید.

همین فواصل دگرگونی سریع، می‌تواند عامل عمده‌ی در ادامهٔ تکامل به حساب آید. اینک در سال ۱۹۸۲، می‌توانیم مسئله تکامل زیستی را به شرح زیر خلاصه کنیم:

۱- تقریباً کلیه دانشمندان این عقیده را می‌پذیرند که تکامل زیستی در طول میلیاردها سال وجود داشته است و انواع جانداران از آن جمله نوع انسان، محصول تکامل جاندارانی است که پیش از این بوده‌اند.

۲- تقریباً کلیه دانشمندان معتقدند که چگونگی تحقق تکامل زیستی که در اساس، همانی است که از جانب «چارلز داروین» تشریح شده است و انتخاب طبیعی گونه‌های ذاتی، کلید توجیه این جریان تکامل است.

۳- در مورد بعضی از جزئیات مربوط به مکانیسم تکاملی، اختلافهای عمیقی بین دانشمندان وجود دارد و بضاعت علمی زمان هنوز در حدی نیست که بتواند حقانیت بعضی از عقاید را با قاطعیت تأیید و یا رد بکند. صحت و درستی هر عقیده‌ای که به اثبات برسد، بدان معنی نخواهد بود که پذیرش کلی نظریه داروین و تأییدات و تکمیلی که زمان ما در زمینه‌هایی مانند توصیف پایه‌ای نحوهٔ رشد و تحول زندگی بر روی زمین بر آن افزوده است، مورد تأیید قرار بگیرد.

دارد. برای مثال، تأثیر عامل تصادف خیلی مهمتر از آن است که معمولاً تصور می‌کنیم. در جوامع کوچکی از یک نوع خاص، ممکن است تغییرات غیر ضروری و غیر لازمی در موجودات به وجود آید که نمی‌تواند برای ادامهٔ حیات مفید تلقی شود و تنها تصادف و شانس موجب ادامهٔ زندگی موجود می‌شود.

در نتیجه، به نظر بعضی از دانشمندان معاصر از قبیل «استفن گولد»، در بیشتر مواقع تکامل موجودات زنده به آرامی و کُندی انجام می‌پذیرد. ولی در شرایط استثنایی، روند این تکامل بسیار سریع است.

در مورد جامعهٔ بزرگی که از یک نوع مشخص تشکیل می‌شود. ممکن است به سبب وجود عدهٔ زیادی که با تغییرات دیگری روبرو هستند. عمل دگرگونی انجام پذیرد. حال تأثیر کدام یک از تغییرات بیشتر خواهد بود؟ احتمال دارد، تأثیر گذاری عوامل تصادفی برای تعیین جهت تکامل کافی نباشد. در این حالت ممکن است تیره مورد بحث میلیون‌ها سال بدون هیچ تغییر و دگرگونی باقی بماند. بر عکس، در صورتی که جامعهٔ کوچکی از همین تیره، در شرایط محیطی سختی قرار گیرد، احتمال بسیار زیادی دارد که تأثیر یک عامل کاملاً تصادفی سبب از میان بردن بعضی از گرایشهای دگرگونی شود و یا برخی دیگر از آنها، به نحو چشمگیری ابقا شود. در این شرایط، عمل تکامل و دگرگونی، به سرعت انجام می‌گیرد و ممکن است در طول

طریق بارش اشعهٔ ایکس و تغییر وضعیت اتمهای موجود در ژنها، دگرگونی‌هایی در موجودات زنده به وجود آورد. در سال ۱۹۵۳، یک امریکایی دیگر به نام «جیمز واتسون» و یک انگلیسی به نام «فرانسیس کریک»، جزئیات مربوط به ترکیبات اسیدهای نوکلئیک تشکیل دهندهٔ ملکول ژنها را تشریح کردند و به توضیح این نکته که چگونه هر ملکول و بزه می‌تواند واکنش خاصی داشته باشد، پرداختند و چگونگی اختلافات احتمالی ناشی از این واکنش را بیان کردند.

تمام این یافته‌ها، نظریه داروین را در خصوص تکامل موجودات از طریق انتخاب طبیعی، تحکیم و تکمیل کرد.

از «داروین» به بعد، سنگواره‌های بیشتری پیدا شد و اطلاعات کاملتری دربارهٔ واکنش و تأثیر متقابل موجودات زنده به دست آمد. همچنین انسان موفق شد جزئیات مربوط به تکامل موجودات را بهتر درک کند. برای مثال، این نکته مورد مطالعه قرار گرفته است که چه موجودی از تغییر یک موجود مشخص دیگر به وجود می‌آید و تکامل بعضی از انواع موجودات، منجر به آفرینش چه موجودات دیگری می‌شود و سرانجام، در سیر این جریان تکاملی، چه مراحل میانی وجود دارد؟

بعلاوه، این نکته کشف شده است که تأثیر انتخاب طبیعی همیشه به صورت یک تأثیر گذاری مکانیکی ثابت نیست. بلکه عوامل دیگری هم در این تأثیر گذاری دخالت