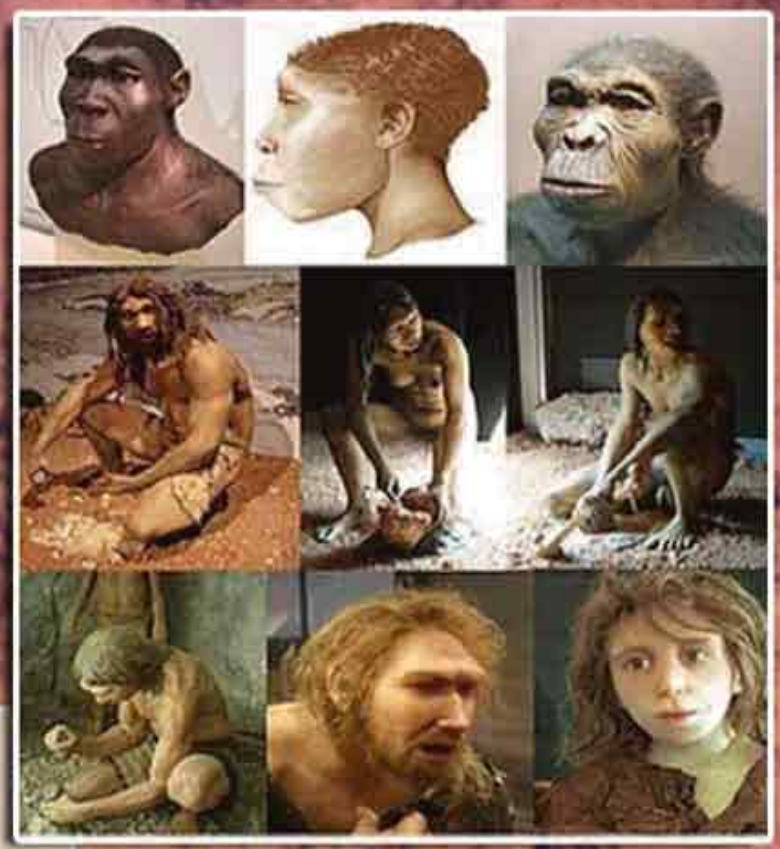
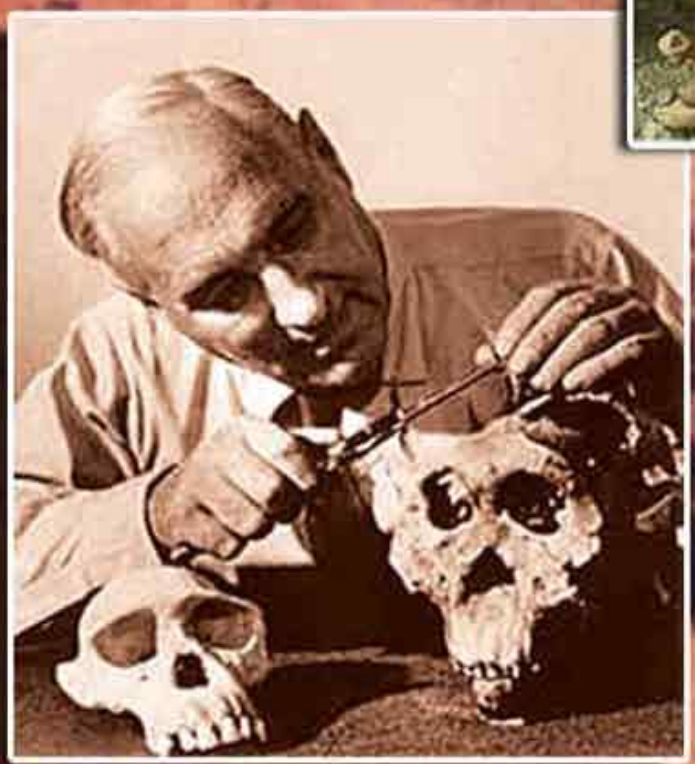
تکامل

پرفسور گ. اوژه

ترجمه: محمد فرهت

روح الله صبحیان





تاریخ انتشار ۱۳۵۷

انتشارات دانشگاه فردوسی ، شمارهٔ ۶۰

تکامل

نوشتهٔ

پروفسور دکتر گ. اوژه

ترجمهٔ

دکتر محمد فرهت و دکتر روح‌الله صحیحیان

آبان ماه ۱۳۵۷

مشخصات

نام کتاب : تکامل
تألیف : دکتر اوژه
ترجمه به فارسی : دکتر محمد فرهت ـ دکتر روح الله صبحیان
ناشر : مؤسسه چاپ و انتشارات و گرافیک دانشگاه فردوسی
چاپ و صحافی : چاپخانه مؤسسه
تاریخ انتشار : آذرماه ۱۳۵۷
کلیه حقوق محفوظ است

فهرست مندرجات کتاب

مقدمه نویسنده

مقدمه مترجمین

فهرست مطالب

اظهارات و وظایف محققین در زمینه‌های تکاملی ۱

فصل اول شواهدی درمورد تئوری تکامل ۵

۱—۱ شواهدی ازتحقیقات هومولوژیکی ۵

۱—۲ مثالهای مربوطبه هومولوژیکی ازنظرتشریح مقایسه‌ای و مورفولوژی ۱۱

۱—۳ هومولوگی ازلحاظ طرز رفتار ۱۴

۱—۴ هومولوگی دراعمال فیزیولوژیکی ۱۸

۱—۵ دلائل تکامل ازنظردیرین شناسی ۲۰

۱—۶ شواهدی ازجغرافیای حیاتی ۲۳

۱—۷ شواهدی ازاندامهای کاهش یافته ۳۰

۱—۸ شواهدی ازنمو رویانی ۳۵

۱—۹ شواهدی ازآتاویسم‌ها ۴۰

فصل دوم تکامل علتی ۴۲

۲—۱ سازش های موجودات زنده بامحیط ۴۲

۲—۲ لامارکیسم ۴۳

۲—۳ داروینیسم ۴۶

فصل سوم تکامل وراثتی ۴۹

۳—۱ قابلیت موتاسیون ۴۹

۳—۲ ترکیب جدید ژنهاوتولیدمثل دوجنسی ۵۴

۳—۳	تکامل ژنتیکی جمعیت‌ها	۵۶
۳—۴	قانون هاردی‌وین برگ	۵۷
۳—۵	عوامل تکامل	۵۹
۳—۶	انتخاب‌طبیعی	۶۱
۳—۷	انتخاب جفت درتولیدمثل جنسی	۷۱
فصل چهارم	مثالهائی درموردتأثیر انتخاب طبیعی	۷۴
۴—۱	تطابق درجهت معین	۷۴
۴—۲	حشرات فاقدقدرت پروازدرجزایر	۸۲
۴—۳	پدیده مقاوم شدن دربا کتریهاوحشرات	۸۳
۴—۴	صنعتی شدن‌مناطق وتأثیرآن برروی رنگ‌بدن جانوران	۸۴
فصل پنجم	تکامل اکولوژیکی	۸۷
۵—۱	جدائی اکواوژیکی گونه‌هاونیش اکولوژیکی	۸۸
۵—۲	انواع مختلف‌طرد رقابتی وافزایش اختلافات	۹۴
فصل ششم	احتراز از رقابت دربین افرادیک گونه	۱۰۰
۶—۱	تشکیل نیش های اکواوژیکی جدیدوتعدادگونه های موجوددرمحیط زیست	۱۰۳
فصل هفتم	تشکیل نژادهاوگونه‌ها	۱۰۶
۷—۱	تعریف گونه	۱۰۶
۷—۲	عواملی که منجربه تشکیل گونه های جدیدمی‌شوند	۱۰۸
۷—۳	ایجاد نژادهای جغرافیائی	۱۱۰
۷—۴	تشکیل نژادوگونه درجزایر	۱۱۵
۷—۵	مکانیسم‌انواع جدائیهاومانعت‌ازتشکیل دورگه ها	۱۱۷
۷—۶	مشخصات گونه‌ای وافزایش اختلافات (فرق‌ها)	۱۲۳
۷—۷	تشکیل‌انواع مشابه‌دریک منطقه (انواع سیمپاتریک)	۱۳۰
فصل هشتم	تکامل خارج گونه‌ای	۱۳۵
۸—۱	تکامل افزایشی فرم‌ها	۱۳۵

۸—۲	تشکیل فرم‌های جدید وتطابق تشعشعی	۱۳۸
۸—۳	مثالهائی ازتطابق تشعشعی	۱٤۰
۸—٤	تسخیر خشکیهابوسیله مهره‌داران	۱٤۹
فصل نهم	نمونه‌های باقیمانده‌ازعهدباستان(فسیل‌های زنده)	۱۵۸
فصل دهم	انقراض نسل	۱٦۲
فصل یازدهم	برگشت ناپذیری	۱٦۷
فصل دوازدهم	تکامل فرهنگی وموقعیت خاص انسان	۱٦۹
فهرست‌منابع		۱۷۳
فهرست لغات غیرفارسی		۱۷٦

مقدمه نویسنده

درسال ۱۸۵۹ یعنی اندکی بیش از ۱۱۰ سال قبل کتاب داروین تحت عنوان بوجود آمدن انواع بوسیله انتخاب طبیعی منتشر شد. این کتاب که عصرنوینی‌را در زیست شناسی بنیان نهاد متضمن فرضیه تکامل انواع موجودات زنده درطی دورانهای تاریخ زمین بود.

این فرضیه به‌حکم اهمیت همه جانبه خود در خارج‌از جامعه زیست‌شناسان نیز مورد توجه زیاد قرارگرفت، بطوریکه چاپ اول کتاب‌داروین درنخستین روز انتشار به فروش رسید و در ظرف مدت‌سه‌ماه سه‌چاپ‌دیگر از آن پیاپی‌منتشر شد.

فرضیه تکامل از آن تاریخ تاکنون مورد بحث و انتقاد بوده و اینک مورد قبول اکثریت واقع شده ویکی از مهمترین واساسی‌ترین فرضیه های علوم‌زیستی را تشکیل میدهد.

توجه و علاقه همگانی به این فرضیه نیز بی‌کم وکاست به‌جای مانده‌است خاصه‌که پیشرفتهای شگرف زیست‌شناسی در سی‌سال اخیر پایه های آنرا به‌حد قابل ملاحظه‌ای محکمترنموده و در تکمیل آن موثر بوده است.

دراین کتاب سعی شده که وضع کنونی تحقیقات تکاملی به‌شکلی که عامه‌فهم باشد بیان‌گردد. مخصوصاً به‌این نکته اهمیت داده شده که نظریه تکامل به‌صورت مجموعه‌ای از تمامی رشته های علوم زیستی که در دست است تفهیم و به‌عنوان‌زیست‌شناسی‌تکاملی تشریح گردد. اینست که مورفولوژی، سیستماتیک دیرین‌شناسی، اکولوژی و جغرافیای‌جانوری نیز به اندازه ژنتیک و فیزیولوژی مورد بحث قرار میگیرد.

مثالهای آورده شده، هم‌از جانورشناسی و هم ازگیاه‌شناسی است‌و مکررشامل انسان نیزشده است. بیان‌مطالب، به‌گونه سهل‌الفهم موجود لاجرم مستلزم آن است‌که به‌گلچینی از این مطالب اکتفا شود و به بسیاری از موضوعات

فقط مختصراً اشاره گردد و از ذکر پاره ی از آنها بکلی چشم‌پوشی‌شود.
باوجود این کوشا بوده‌ام که به کلیه نکات مهم لااقل اشاره‌ای بکنم تا بدین‌ترتیب هم برای معلم و هم برای دانشجویان زیست‌شناسی‌مدخلی را برای‌ورود به فرضیه این دانش پربیچ‌وخم بگشایم و اهم مفاهیم را برای مراجعه در دسترس گذارم.

باشد که خواننده با وجود این انبوه مطالب و مفاهیم که خود را با آن مواجه میبیند، بازهم جزئی از آن مسرتی را احساس کند که به مؤلف هنگام بحث درباره مسائل تکاملی دست میدهد.

مقدمه مترجمین

ازآنجائیکه تئوری تکامل در ایران و برای اکثریت فارسی زبانان مانند همه مردم جهان مورد علاقه میباشد و اثر علمی فارسی جدیدی که بتواند پاسخگوی احتیاجات آنها در این زمینه باشد وجود نداشت ، لذا در این مورد احساس کمبود میشد، بطوریکه هروقت‌دانشجویان‌یا سایر افراد منبع مطالعه‌ای به فارسی از ما میخواستند در معرفی آن عاجز بودیم .

سرانجام حس احتیاج مارا برآن داشت تا به ترجمهٔ یکی از ارزنده ترین و جدیدترین آثار علمی درزمینه تکامل بپردازیم . نویسنده این کتاب که شخصاً نیز با او آشنائی داریم و سمت استادی یکی از ما را در آلمان داشته است جزء دانشمندان درجه اول در این زمینه میباشد و حقیقتاً بخوبی توانسته است ضمن اختصار در توضیحات متن کتاب با ارائه مثالهای بسیار جالب مطلب‌را تاسرحد امکان روشن نماید بطوریکه خواننده بتواند ازآخرین کشفیات و نظریات در زمینه تکامل آگاهی یابد .

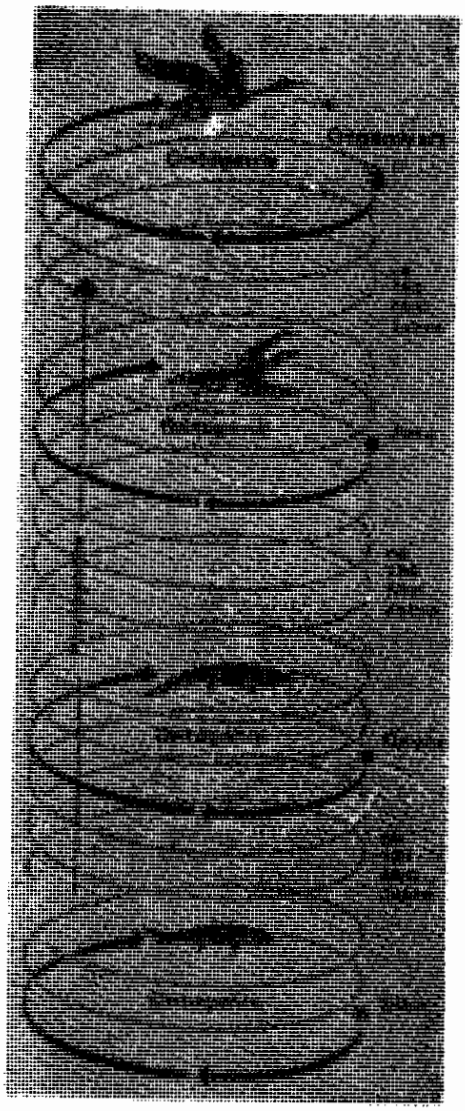
در مورد نام جانوران و گیاهان وسایر اصطلاحات سعی شده حتی‌الامکان معادل فارسی آنها بکار برده شود و نام یا اصطلاح علمی آنها با حروف لاتین‌بین دو هلال قرار گیرد .

امید است این خدمت مترجمان مورد قبول دانش پژوهان و علاقمندان به دانش تکامل بوده و مأخذی جهت کاوشهای علمی آنان در این زمینه باشد .

اظهارات و وظایف محققین در زمینه‌های تکاملی

حیات برروی کره زمین با شکال بسیار متنوعی تجلی می کند. بیش از یک میلیون و نیم گونه جانوری وتقریباً ۴۰۰۰۰۰ نوع از گیاهان تا کنون توصیف شده‌اند و هنوزهم روزانه انواع جدیدی (بیشتر ازبندپایان کوچک مانندحشرات کنه ها نماتدها ، تک یاخته ها و غیره) کشف میشود . دانشمند سوئدی کارل فون لینه (Karl Von Linne)در کتاب خود Systema Naturae درآن زمان (۱۷۳۹ میلادی) تنها ۴۲۳۵ گونه جانوری وتقریباً ۱۴۰۰۰ گونه از گیاهان آوندی رانام گذاری کرده بود. بنابراین میتوان حدس زد که دانشمندان ازآن زمان تا کنون تاچه اندازه دراین زمینه کاروکوشش نموده‌اند. طبق تئوری تکامل(Descendence Theory) این تنوع موجودات زنده درنتیجه صدهامیلیون سال تاریخ تکاملی کرهٔ ارض میباشد و تمام موجودات زنده کنونی جزئی از تکامل کره خاکی بوده وتمام آنها از فرمهای اجدادی اولیه بوجودآمده‌اند .جلبکهای آبی(Cyanophycea) جزو ساده‌ترین موجودات زنده‌ای هستند که در حال حاضریافت میشوند و همچنین باکتریهائی که فاقد هسته مشخص ومیتوکندری وسایراورگانل های سلولی میباشند وبدین جهت آنها را پروکاریونت (Prokaryonta) مینامند و فسیل آنها از سنگهای دوران(Prekambrien) که بیش از ۳ میلیاردسال قدمت دارند در آفریقا بدست آمده است .قدیمی‌ترین موجودات زنده‌ای که هسته حقیقی دارند هسته داران حقیقی(Eukaryonta)

جلبکهای سبزاند که جزوتک سلولیها بوده و فسیل آنها درسنگهای کالیفرنیا که بیش از ۲/۱-٤/۱ میلیارد سال ازتاریخ تشکیل آنها میگذرد بدست‌آمده است. درمنشأسیستم جانوری وگیاهی تاژکداران (Flagellata) راقرار داده‌اند وگیاهان وجانوران پرسلولی بطور جداگانه ازآنهامشتق شده‌اند. بنابراین درحین تکامل می‌بایست از یک منشأواحد درنتیجه تغییروتبدیل (Transformation) درطول تاریخ تکامل انواع جدیدی باشکال ، طرز کاروزندگی متفاوتی بوجود آمده باشد . این فعل وانفعالات که ایجادکننده انواع جدید جانوری وگیاهی درمقایسه بااجدادآنهابوده‌است تکامل (Evolution) نامیده‌میشود .



شکل ۱ :

مارپیچ هولوژنی (Hologeny spirale) ، مارپیچ هولوژنی زیمرمن (Zimmerman) نشان میدهد که تکامل راسته‌ای درطول نسل‌های متمادی توأم با تغییرات اونتوژنی (Ontogenesis) بوده ودرنتیجه تغییرصفات ارثی درهریک ازمراحل اونتوژنی طی میلیونها سال منجربه تغییر وتشکیل ساختمانهای متنوع وجدید یعنی فیلوژنی (Phylogeny) گردیده است .

هدفهای تحقیقات تکامل عبارتند از :

۱- پیدانمودن دلائل کلی کافی برای تغییر انواع و نحوه تکامل آنهادرطول تاریخ زمین شناسی که‌منجربه تکامل‌انواع عالی(Anagenesis) گردیده است.

۲- کشف نحوه سیرتکامل درموارد بخصوصی (Phylogenesis) مثلا درسرخس ها ، ماهیهای استخوانی ، سم داران و یا انسان که منجربه تشکیل نسب نامه هائی برای‌گونه هایاگروه های مختلف ودر نتیجه پایه واساسی برای رده‌بندی طبیعی وچگونگی اشتقاق آنها از یکدیگر است .

۳- پی بردن به‌عوامل اصلی ایجاد تکامل یعنی فاکتورهائی که‌باعث بوجودآمدن تغییرات درانواع مختلف گردیده است.

ازآنجائیکه تحقیقات تکاملی غالباًبافعل وانفعالات تاریخی سروکاردارد‌بنابراین بمدارك تاریخی بیشتربستکی‌دارد تابه‌آزمایشات . دراینجا نه فقط‌بقایای موجوداتی که بصورت فسیل باقی مانده‌اند حائز اهمیت‌اند بلکه تمام موجودات زنده‌ای که ساختمان بدن‌وطرز زندگی آنها شباهتی باموجودات زنده دورانهای‌گذشته دارد مهم‌اند (به‌مطالب ذیل توجه‌شود) .

تحقیقات درزمینه تکامل علتی(Causal Evolution) برخلاف آنچه فوقاًبدان اشاره شدبه‌بررسی عوامل قابل تجزیه امروزی که میتواند در ایجادتکامل ولو بمقدارکم‌مؤثر باشند میپردازد.فرض میشود که این عوامل مثلا تغییرصفات ارثی موتاسیونها و یا انتخاب طبیعی درگذشته نیزمانند امروز مؤثر بوده‌اند. باین ترتیب‌هما نطوریکه‌در زمین شناسی زمان حال کلیدی برای‌شناسائی دورانهای‌گذشته‌میباشد در اینجا نیز از این اصل پیروی می‌گردد .

تمام موجودات زنده باصفات متنوع خودچه از لحاظ شکل ظاهری وچه ازنظرطرززندگی ویارفتاروپخش منطقه‌ای ومتابلیسم وغیره جنبه تاریخی دارند . بنابراین هریک از رشته‌های زیست شناسی مانند مورفولوژی (Morphology) ، فیزیولوژی (Physiology) رفتارشناسی (Ethology) ، وراثت (Genetics) اکولوژی ، (Ecology) ویا جغرافیای حیوانی پدیده‌های تاریخی بوده ونتیجتاً جنبه تکامل راسته‌ای (Phylogenesis) دارند .

باین ترتیب هریک ازرشته‌های زیست شناسی به حل مسئله کلی تکامل میتواند به نحوی کمک کند ومیبایست از ترکیب آنها تئوری تکاملی تدوین شود .درزمانیکه علوم ازیکدیگر جدا شده وتخصصی میگردند بجا است اگربگوئیم که زیست شناسی نسبت به‌مسئله تکامل دارای وظیفه مهمی‌است که الزاماً میبایست نتایج حاصله ازمطالعات مختلف در رشته‌های متفاوت را با یکدیگر ترکیب نموده با ایجاد ارتباط بین آنها نتیجه گیری نماید .

درحالیکه کارل‌لینه هنوزبه‌تغییرانواع اعتقادنداشت‌وتصورمینمود که تمام انواع موجودات زنده بهمان شکلی که دارنداز روزاول‌خلق شده اند،لامارک (سال ۱۸۰۹)ومخصوصاً داروین (۱۸۵۹) وجود تکامل را درنتیجه کاروکوشش مداوم وتهیه مدارک و اسناد کافی باثبات رساندند .

زیست شناسان کمترین‌شکی‌نسبت وجود تکامل دربین‌موجودات زنده ندارند ودرعصر حاضر این مسئله مطرح نیست که تکامل انجام گرفته یا نگرفته بلکه در هر مورد چگونه انجام‌گرفته وچه‌عواملی باعث آن شده اند که امروزه موضوع مورد بحث و تحقیق در این زمینه میباشد .

فصل اول

شواهدی در مورد تئوری کامل

۱—۱ دلائلی از تحقیقات هومولوژیکی (Homologus) :

تنوع موجودات زنده بصورت ترکیبی از انواع صفات ، بطور تصادفی وبی نظم وترتیب بوجود نیامده بلکه بانگاه سطحی میتوان دریافت که بین آنها فرمهای مختلفی وجود دارد که اصول ساختمانی ومحل قرارگرفتن اندامهای مختلف آنها بایکدیگرشباهت کلی دارد. چنانکه در مهره داران باوجود اختلافاتی که در گروه های مختلفه آنهامشاهده میشود، چشم ها، ستون فقرات، ضمائم حرکتی ودندانهایشان را میتوان از یک نقشه ساختمانی واحد مشتق دانست وباین ترتیب ثابت میگردد که همه از یک منشأ واحدی بوجود آمده‌اند. چنین اندامهائی راکه ازلحاظ ساختمان ومحل وطرزقرار گرفتن جزئیات آنهادرموجودات مختلف یکسان میباشند هومولوگ مینامند .

بنابراین تحقیقات هومولوژیکی عبارتست ازتحقیقات علمی مقایسه‌ای بر روی اندامهای مشابه در موجودات مختلف . قسمتی ازهدفهای این علم که ازلحاظ تکامل حائز اهمیت است دراین است که صفات موجودات زنده رابا تمام تغییرات وتشکیلات آنها جزء یک

سیستم واحد بحساب آورد و یا بعبارت دیگروجه مشترک بین آنها را بررسی نمود.چون تغییرات انجام شده در اندامهای هومولوگ در طول زمان تکامل ممکن است منجر به تغییر شکل فاحش آنها با یکدیگر گردد لذا احتیاج به بررسیهای دقیق دارد تا بتوان اندامهای هومولوگ راازیکدیگر بازشناخت. بررسی برروی این صفات عبارتند از:

۱ــشناخت محل اندام :اندامهائی هومولوگ هستند که وضعیت مشابهی دریک سیستم مخصوص ساختمانی داشته باشند بنابراین هوموتوپ(Homotop)باشند.دراین صورت میتوان مثلااستخوانهای بال پرندگان ودست های یک پستاندار (همچنین دیگر ضمائم حرکتی) را هومولوگ دانست . درهر دومورد میتوان وضعیتهای مشابهی از لحاظ محل وطرز قرار گرفتن استخوانها مشاهده نمود(استخوان بازو، استخوانهای ساعد ،استخوانهای مچ ،کف دست وانگشتان).همچنین ضمائم دهانی حشرات مختلف رانیز که ازلحاظ شکل ظاهری کاملا با یکدیگرمتفاوت اندمیتوان برحسب محل واعصاب مربوطه بایکدیگر هومولوگ دانست .همین واقعیت درمورد خارهای گیاهان وزائده های روی برگ ها (Phyllocladium) نیز صدق میکند.

۲ـ شناخت پیوستگی اندامهائی که ممکن است منشأواحد داشته باشند: اندامهائی که منشأ واحد دارند هرچند ازلحاظ محل قرارگرفتن وشکل ظاهری متفاوت باشند (هتروتوپ Heterotop) معذالک در صورتیکه بتوان بوسیله نمونه های حدواسط پیوستگی آنها را بایکدیگردنبال نمود ، میتوان به هومولوگ بودن آنها پی برد . چنین نمونه های حدواسط میتوانند :

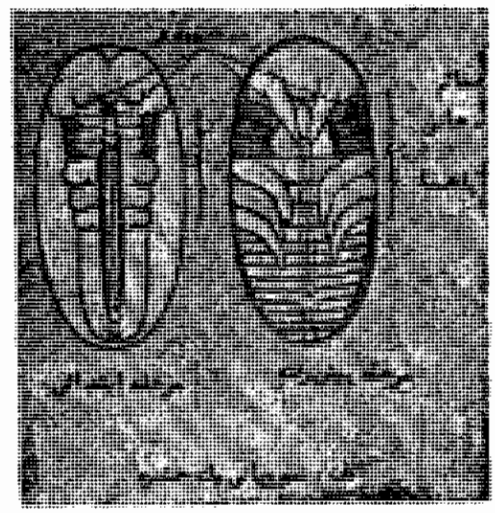
الف ـ دردوران تکامل جنینی ظاهرشوند . مثلا ضمائم دهانی حشرات نیزمانندضمائم حرکتی آنها بصورت بندبندی هم ردیف باآنها

دردوران جنینی ظاهرمیگردندوازاین لحاظاست که آنهاراضمائم حرکتی تغییر شکل یافته میدانند .

همین وضعیت درباره استخوانهای گوش میانی مهره داران خشکی‌زی وجوددارد که ازتغییرشکل قسمتی ازاستخوانهای قوسهای احشائی دردوران رویانی ظاهرگردیده وپس از تغییرشکل درمراحل بعدی نموبه استخوانهای فوق الذکرتبدیل میگردند .

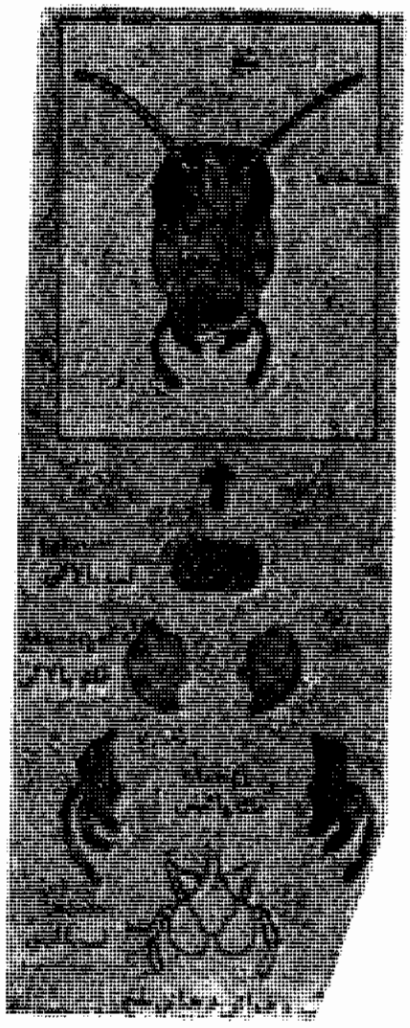
ب‌ـ نمونه های حدواسط رامیتوان ازانواع زنده یاازانواع فسیل شده آنها بدست آورد. چنانکه بعضی ازضمائم موجوددربدن عده‌ای ازمارمولک ها را نه فقط ازلحاظ محل قرارگرفتنشان، بلکه بامقایسه آنها بانمونه های حدواسط نیز میتوانیم ضمائم حرکتی کاهش یافته بدانیم .

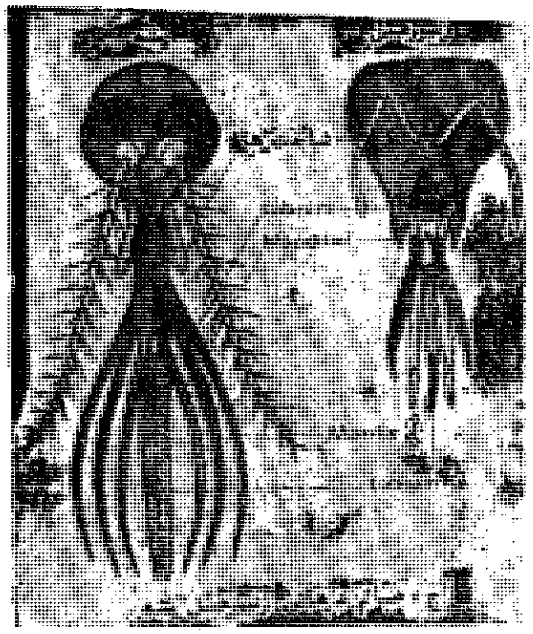
تغییر شکل و تعویض در اندامهای هومولوك :
شاخکها



شکل ۲ :

درطول تکامل راسته‌ای (Phylogenesis) اندامهای بخصوصی برای انجام وظایف جدیدی تخصص یافته‌اند (تعویض کار) وباعوض شدن کار آنها تغییرشکل نیزداده‌اند. بطوریکه میتوان آنهارا با مقایسه منشأ رویانی وطرزتشکیلشان شناسائی نمود.





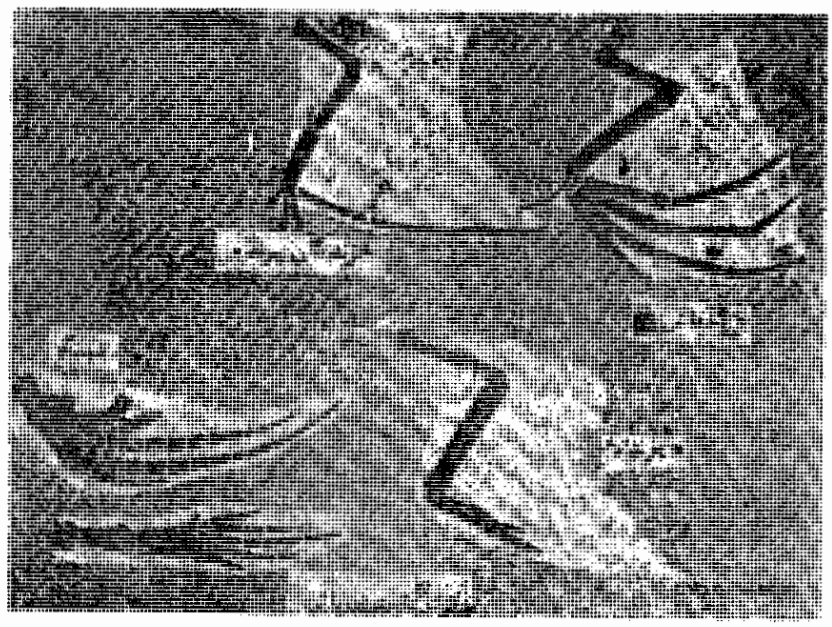
ضمائم دهانی حشرات (ب و ج) در نتیجه تغییرانجام وظیفه ازتغییرشکل ضمائم حرکتی بوجود آمده‌اند. درجنین حشرات ضمائم دهانی و حرکتی در ابتدا بصورت ضمائم ساده بندبندی ظاهر شده و درمراحل بعدی نمورویانی ازیکدیگر متمایزمیگردند.

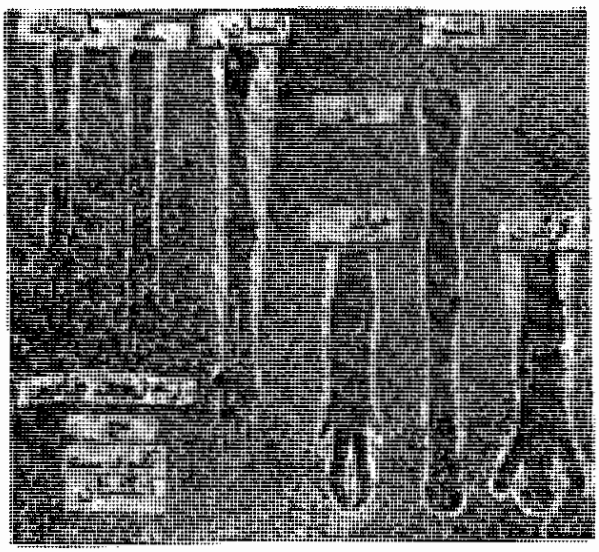
شکل ۳ :

درشاخکهای حشرات نیزوضعیتی مانند اشکال مربوط به شکل ۲ وجوددارد . بطوریکه شکل اولیه شاخک درحشرات مستقیم ورشته‌ای است که حاوی تعداد زیادی سلولهای حسی میباشد وحس‌های مختلف حشرات مانند بویائی ، تشخیص جهت ، تشخیص فاصله وتشخیص سرما و گرما راتشکیل میدهند. باتغییر شکل شاخکها مثلا بادبزنی شدن یاشاخه شاخه شدن سطح خارجی آنها افزایش یافته وکاملتر گردیده‌اند .

بهمین ترتیب نمونه های فسیل شده حدواسط را میتوان درتکامل ضمائم حرکتی اسب، همراه با ازبین رفتن انگشتان طرفی دنبال نمود.

ج- اندامهائی که کراراً در افراد مشابه بوجود میآیند نیز ممکن است دارای اشکال مختلف بوده ونمونه های حدواسطی داشته باشند مثلا درانواع خربق ها Helleborus میتوان تمام نمونه های حدواسطرا در تبدیل برگ به کاسبرگ ودر گلهای نیلوفر آبی (Nymphaea alba) نیز چگونکی تبدیل گلبرگ ها به پرچم ها را از طرف خارج بداخل همراه باایجاد نمونه های حدواسط مشاهده نمود.

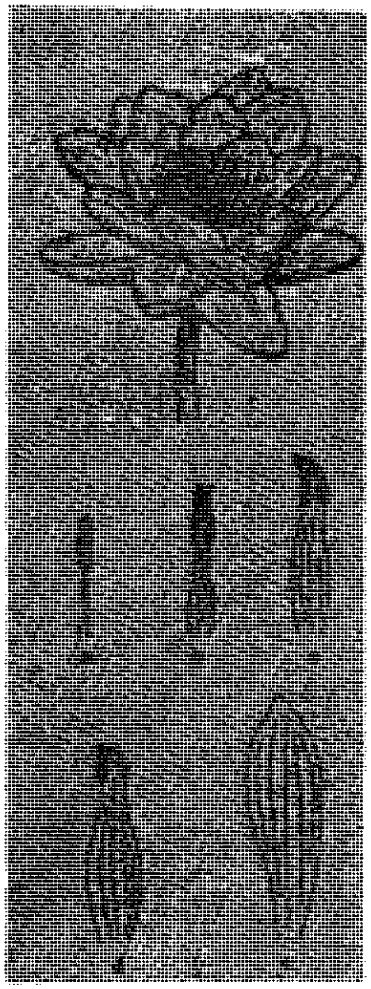




شکل ٤:

هومولوگی در ضمائم حرکتی قدامی مهره داران. متفاوت الشکل بودن استخوانها قابل توجه اند . این استخوانها همراه با کاری که انجام میدهند تغییر شکل داده اما درمحل باقیمانده و با مقایسه آنها در جانوران مختلف میتوان هومولوگ بودنشان را تشخیص داد.

دراین‌صورت تمام آنها رامیتوان ازتغییر شکل برگهامشتق‌شده دانست. همچنین این امکان وجود دارد که ازطریق موتاسیون پرچمها به‌گلبرگ تبدیل شوندمانندگلهائی که دارای گلبرگ های زیاداند .



شکل ۵ :

گل نیلوفرآبی (Nymphaea alba) که درآن اشکال حد واسط بین پرچمها وگلبرگهاها را بوسیله پهن شدن پرچمها نشان میدهد .

این موضوع دال براین است که یک اندام میتواند درنتیجه موتاسیون بشکل اولیه خود برگردد و از آن نیزمیتوان برای شناخت اندامهای هومولوگ استفاده کرد. مثلادرموردمگس سرکه (Drosophila) یک موتاسیون‌شناخته شده (Tetraptera) باعث تبدیل زائده‌های کاهش یافته بالهای عقبی (هالترها) به بالهای معمولی گردیده‌است وبدین ترتیب هومولوگ بودن هالترهاوبالها ثابت میگردد.

بعلاوه فسیل های بدست آمده ازدوران پرمین بنام Permotypula که به راسته دوبالان تعلق دارند هنوز بالهای عقبی کامل داشته اند وهومولوگ بودن این دو را باثبات میرسانند.

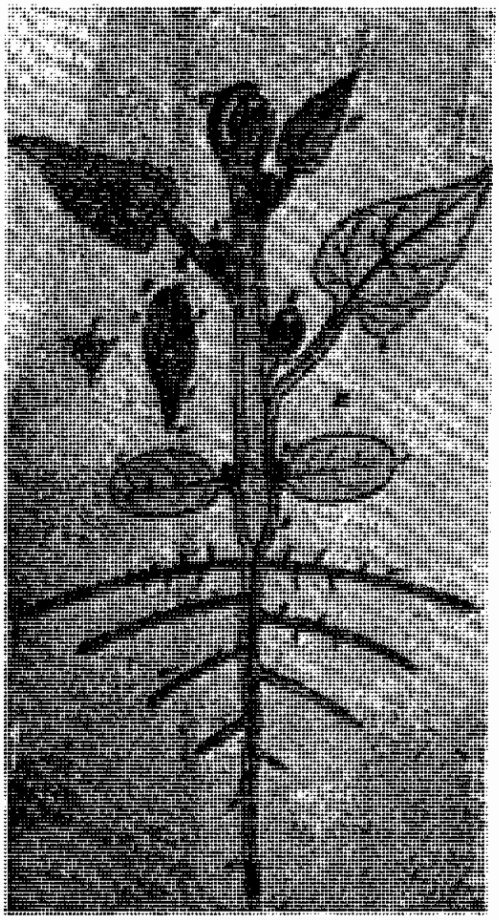
۳- شناخت کیفیت اختصاصی :ساختمانهای پیچیده‌ای که از تعدادی واحدهای ساختمانی بوجود آمده‌اند بدون درنظرگرفتن محل آنها که ممکن است درطی دوران تکامل تغییراتی درآنها پدیدآمده باشد درصورتیکه دارای خواص مشترك زیادی باشندبایکدیگرهومولوگ هستند. این قبیل اندامهائی را که ازلحاظ ساختمانی مشابه یکدیگراند هومومورف (Homomorphe) میگویند. بکمك این واقعیت میتوان اندامهای هومومورف جداشده‌را درجانوران مختلف بعنوان اندامهای هومولوگ تشخیص داد. مثلادندان نیش یک بیروعاج فیل رامیتوان بعنوان دندانهای تغییرشکل یافته پستانداران دانست. قابلیت تشخیص اندامهای هومولوك جداشده‌درجانوران مختلف دردیرین شناسی حائز اهمیت خاص است. مجموعه اندامهای هومولوگ دریک گروه ازموجودات زنده مثلا مهره‌داران ساختمان کلی این گروه رانشان میدهد.

مدتها قبل از شناخت تکامل موجودات زنده، اینگونه اندامهای هومولوگ دربین مهره‌داران، حشرات ونرم تنان شناخته‌شده وزمینه‌ای برای رده‌بندی طبیعی ایجاد نموده بود.

۱-۲ مثالهای مربوط به هومولوگی ازنظرتشریح مقایسه‌ای ومورفولوژی :

اندامهای هومولوگ متفاوت الشکل درنتیجه‌تکامل موجودات زنده‌درطول دوره‌تکاملی پدیدارگشته‌اند. این تغییرشکل ها درنتیجه

تغییرعمل اندامها وقبول انجام وظایف جدید در طول تاریخ تکامل انجام گرفته است واین پدیده ایست که در تکامل راسته ای موجودات زنده دارای اهمیت بسزائی است وبعنوان تعویض کاراندام قلمداد میگردد. مثلا ضمائم حرکتی قدامی سهره داران که درماهیها بصورت باله میباشد در موشهای کوربرای حفر کردن زمین تخصص یافته ودر پرندگان برای پرواز، مع الوصف نقشه ساختمان کلی اسکلت آنها درگروه های فوق الذکر مشابه یکدیگراند بطوریکه میتوانیم بطوریقین آنها را با یکدیگر هومولوگ بدانیم .وضعیت مشابهی درمورد ضمائم دهانی حشرات نیز وجوددارد. درگیاهان گلدار میتوان ساختمانهای متنوع زیادی را از چند واحد اصلی یعنی ریشه، ساقه وبرگ مشتق دانست.

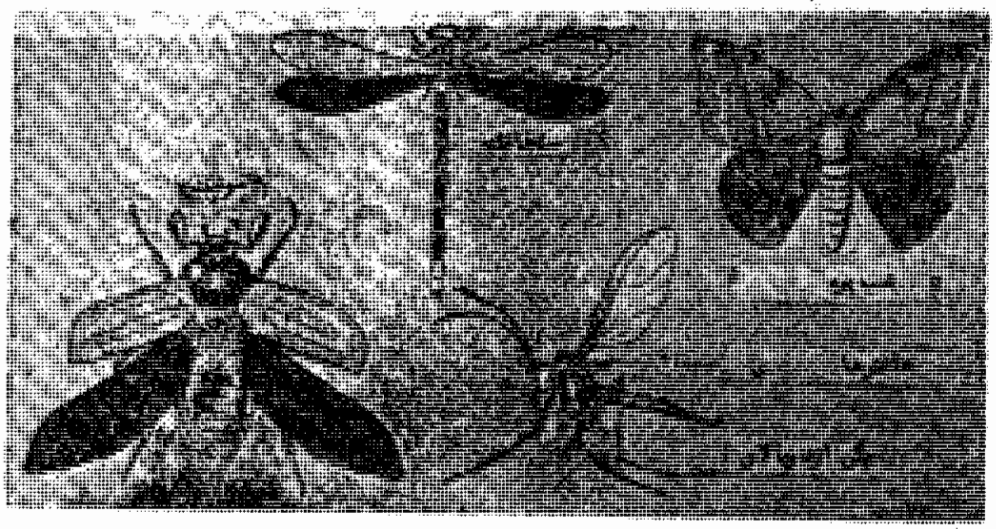


شکل ٦:

نمایش ساختمان کلی یک گیاه آوندی اولیه ، با ریشه، ساقه وبرگ که فرم اصلی این گروه از گیاهان را نشان میدهد.

در اینجا نیز بخاطر اعمال مختلف تغییراتی در شکل واحد های اولیه در گیاهان بوجود آمده است که میتوانیم آنها را نوعی دگردیسی (Metamorphosis) بدانیم. بدینگونه فرم اصلی برگها میتوانند مثلا به برگهای پهن برای انجام عمل کربن گیری ویا بصورت گلبرگها بمنظور جلب توجه حشرات جهت انجام عمل گرده افشانی و پرچم بمنظور تولید دانه های گرده و یا برگ تبدیل شده به پیچک، برای پیچیدن و بالا رفتن ویا خار درآمده باشد. چنین ساختمان هائی از لحاظ شکل ظاهری و تشکیلات ساختمانی فوق العاده متفاوت اند (Heteromorphe) ، مع الوصف از طرز قرار گرفتن و ساختمان کلی آنها میتوان همه را با یکدیگر هومولوگ، دانسته و باثبات رساند.

همچنین اندامهای متفاوتی که مثلا در امتداد ستون فقرات مهره‌داران بوجود آمده میتوانند ساختمان کلی مشابهی داشته و با یکدیگر هومولوگ باشند. در این صورت بهتر است از اندامهای هومونوم (Homonome) صحبت نمائیم. ضمائم حرکتی قدامی و خلفی و مهره های ستون فقرات در مهره داران و همچنین بالهای جلوی و عقبی حشرات مثالهای خوبی برای این قبیل اندامها میباشند و اندامهای نامبرده ممکن است در نتیجه تعویض کار تغییر شکل نیز داده باشند. مثلا مهره های گردن ، پشت و کمر در یک پستاندار دارای اشکال متفاوتی هستند در حالیکه مهره های ستون فقرات در ماهیها تا حدود زیادی شبیه یکدیگرند. تمام مثالهای داده شده در مورد اندامهای هومولوگ از تشریح مقایسه‌ای و مورفولوژی انتخاب شده‌اند بنابراین مربوط به اندامها میباشند. علاوه بر آنها میتوان مثالها و شواهد زیادی از سایر رشته های زیست شناسی برای اثبات هومولوگی ارائه نمود.



شکل ۷ :

تشکیل اندام هومونوم :

اندامهای مشابه تکراری که دربدن یک فرد وجود دارد (مانند بالهای جلوی وعقبی) هومونوم نامیده میشوند. دربین حشرات بال دار سنجاقک فرم اصلی اولیه رانشان میدهد. بالهای جلوی وعقبی خیلی شبیه یکدیگرند، در سوسک‌ها بالهای جلوی بصورت صفحات سختی درآمده وبالهای عقبی نازک بوده درهنگام پروازبکارمیروند. دربسیاری ازشب‌پره‌ها بالهای جلوی بسختی قابل رؤیت اند (استتار) وبرروی بالهای عقبی که غالباً الوان وخوشرنگ هستند قرار میگیرند. دردوبالان فقط بالهای جلوی باقی مانده وبالهای عقبی بصورت هالتر درآمده‌اند که بعنوان حس تعادل بکار میروند.

۱-۳ هومولوگی درطرزرفتار :

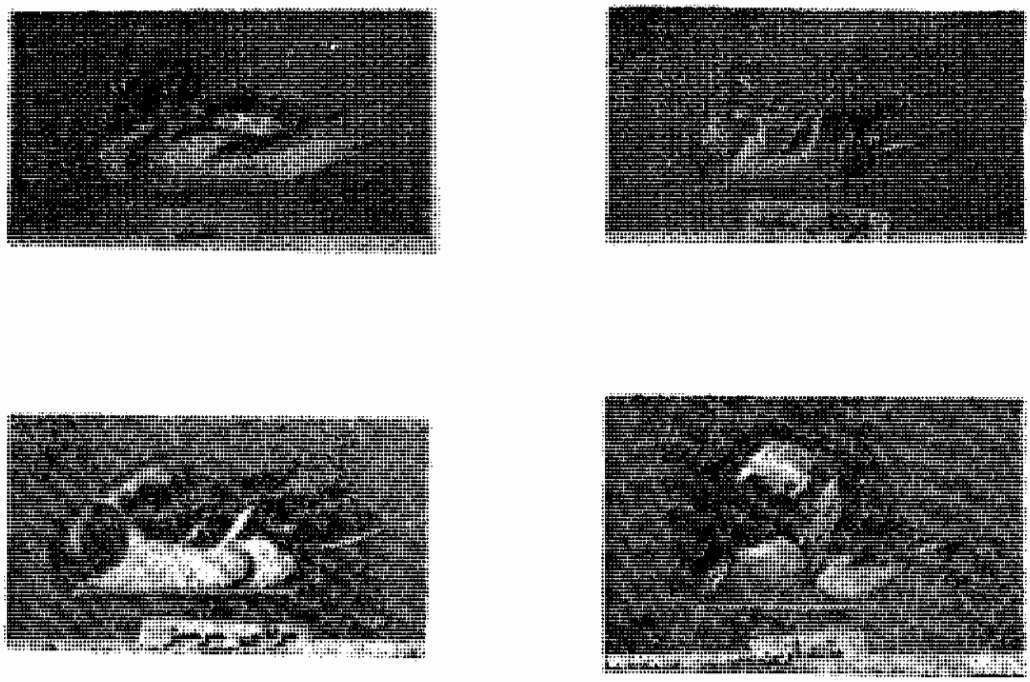
رفتارهای مادرزادی در حیوانات (اعمال غریزی) مثلا اعمال ورفتاریکه پرندگان وماهیها دردوران آمادگی برای جفت گیری انجام میدهند وهمچنین ساختن لانه درپرندگان وتنیدن تار درعنکبوت ها ونحوه جنگ وستیزبین گونه های مشابه جانوران اغلب همانند انجام گرفته وبصورت صفات ارثی درآنها موجود است ودرطول حیات آنها خود بخود ظاهر میگردد. این پدیده هانیز از طریق علمی مورد بررسی ومقایسه قرار گرفته وجزئیات آنها ازلحاظ هومولوگی اثبات گردیده‌اند. تولیدصداهای متنوع در جانورانی مانند جیرجیرک ها (Gryllidae)، ملخ ها و

پرندگان راسیتوان بوسیله دستگاههای صداسنج ضبط وازلحاظ هومولوژیکی بایکدیگرمقایسه نمودواجزاء هومولوگ آنهارا ازیکدیگرتفکیک کرد. اثبات این قبیل هومولوگی ها در طرز رفتار مقایسه‌ای امر مهمی درکشف انواع، طرز رفتارونزدیکی آنها بیکدیکر محسوب میشود. بسیاری ازاعمال بخصوص درگروه های بزرك جانوران نزدیك بهم نیزمانند بعضی ازاندامهای آنها بایکدیگرمشابهند. مثلا هومولوگ بودن رفتار مرغابیها درفصل جفت‌گیری و رفتارهای مخصوص لارو پروانه های متعلق به خانواده (Sphangidae) و یاخم کردن زانوهاو سردرمواقع تحریك درانواع سسك ها (خانواده Sylviidae) و غیره مثالهائی دراین زمینه میباشد و هومولوگ بودن طرز رفتارها باعث میشود که بتوانیم اعمال بخصوصی را از یکدیگر مشتق بدانیم (در نتیجه تعویض عمل) .مثلا حرکات مربوطبه تمیز کردن پردرمرغابیها جنبه عشوه‌گری بخودگرفته وازاین موضوع برای تحریك وبدست آوردن جفت استفاده مینماید.

تحقیقات مقایسه‌ای نشان میدهد که بوسیدن که یکی از رسوم عادی دربین ملل مختلف است رفتاری است که درانسان بخاطرایجاد همبستگی انجام میگردد.

این امرازغذادادن دهان به‌دهان منشأ گرفته کمااینکه در پرندگان هنوزبشکل اولیه خودیعنی غذا دادن به‌نوزادان باقی مانده. در صورت تغییر عمل یك اندام ممکن است باوجود ازبین رفتن خود اندام رفتار مربوطه ،درموجودزنده باقی بماند.

چنانکه بعضی ازگوزن ها درموقع تهدید کردن لب بالائی خودرا بالا میکشند باوجوداینکه فاقددندانهای نیش بلندی که بتواند باعث ترس

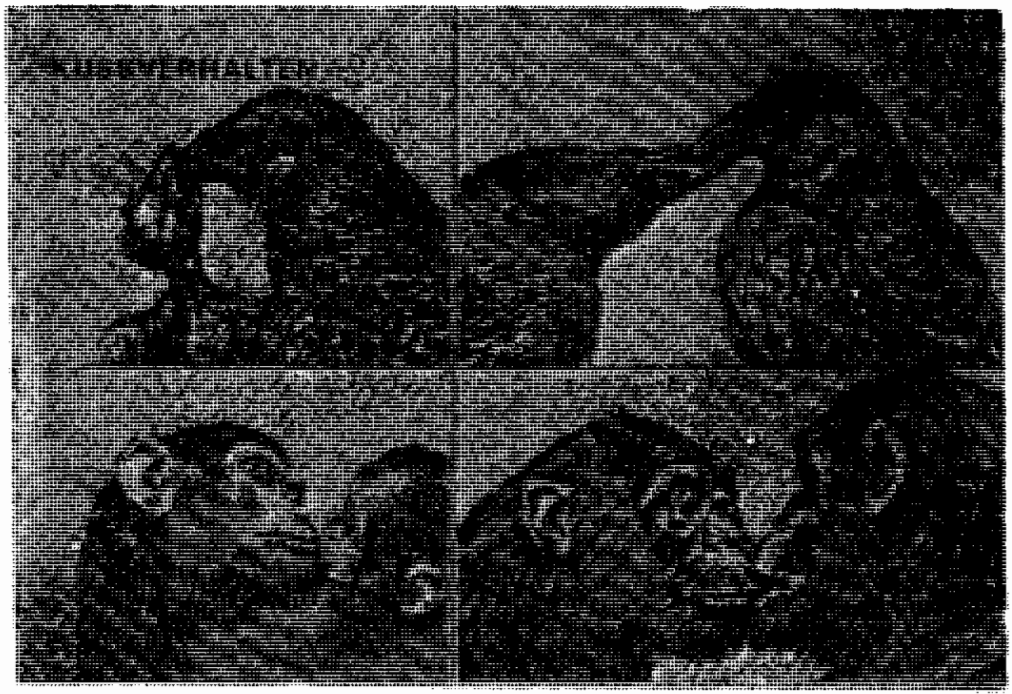


شکل ۸ :

هومولوگی طرز رفتار در انواع سرغابیها . پرتمیز کردن کاذب بمنظور عشوه‌گری .

طرف دعوا شود میباشند (دندان نیش درآنها تنها بصورت زائده کوچکی باقی مانده است) . این عادت از فرم های اولیه آنها که متعلق به خانواده Cervidae میباشند وهنوز دندانهای نیش بلند عاج مانند دارندودرحین تهدید میتوانند آنهارانشان دهندباقی مانده است .

حتی انسان‌نیز درحالت عصبانیت وتهدید ناخودآگاهانه زاویه دهانی رابطرف‌بائین کشیده ودندانهای‌نیش معمولی اوظاهر میگردند در میمون‌ها این دندانها بزرگ بوده و بطرف خارج کشیده شده و میتوانند بعنوان حربه‌مورد استفاده قرار گیرند.



شکل ۹ :

منشأ بوسیدن باحتمال قوی ازرفتاری است که اکنون بعضی ازجانوران درحین غذادادن به نوزادان خود انجام میدهند وباکمی تغییرشکل بصورتی که درانسان معمول است درآمده . درشکل بالا سمت چپ طرزتغذیه نوزاد بوسیله والدین دربعضی ازقبایل نشان داده شده .آنها پس ازاینکه غذا رادردهان خود جویدند، مستقیماً بدهان بچه وارد مینمایند.

درشمپانزه‌ها نیز چنین رفتاری وجوددارد. دربعضی از شمپانزه‌ها علاوه برآن عملی بوسه مانند جهت خوش‌آمدگوئی نیزدیده میشود.

شکل ۱۰ :
قیافه تهدید آمیز درانسان که منجربه ظاهرشدن دندان‌نیش میگردد. این عمل درمیمون‌ها که دارای دندانهای نیش بلند هستند باعث نشان دادن حربه دفاعی بطرف دعوا وتهدید آن میشود .

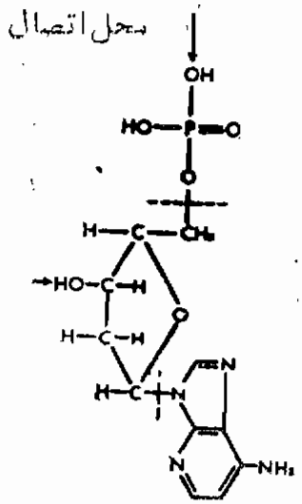
۱ – ٤ هومولوگی در اعمال فیزیولوژیکی :

فیزیولوژی تبادل موادبدن وفیزیولوژی درتکامل فردی‌اعمالی هستند که‌قاعدتاً شامل یک سلسله فعل و انفعالات پشت سرهم میباشندوآنزیم هاوهمچنین هورمونهای‌مربوطه ومواد حاصله‌ازتبادلات رامیتوان‌با یکدیگرمقایسه‌نموده‌وهومولوگ بودن‌آنها رامطالعه نمود. چنانکه درمهره‌داران اعمال حیاتی‌اصلی‌مانند تبادلات تنفسی‌وتنظیم اعمال مربرطه به‌تولید مثل وسیله هورمونها با تنظیم وانجام اعمال مربوط به‌پوست اندازی دربندپایان (سخت پوستان ،حشرات وغیره) بوسیله هورمونها تاحدقابل ملاحظه‌ای شباهت داشته و با یکدیگر هومولوگ میباشند .

هومولوگی درموردماکرومولکولها ـتعدادزیادی ازترکیبات موجود دربدن موجودات زنده ماکرومولکولها هستند که دارای ساختمان شیمیائی بسیارپیچیده‌ای میباشند. این موادمثلا پروتئین‌ها واسیدهای هسته‌ای (RNAوDNA) وغیره‌ازواحدهای ساختمانی که کراراً تکرار میشوند بوجود آمده‌اند .ترتیب قرارگرفتن‌واحدهای ساختمانی مثلا اسیدهای آمینه درپروتئین هاونوکلئوتیدها دراسید-

های هسته‌ای را میتوان پیدا کرده آنها را با یکدیگر مقایسه و هومولوگ بودنشان را باثبات رساند . میزان شباهت ساختمان ماکرومولکولها درگونه‌های مختلف تاحدود زیادی بانتایج حاصله از سایر تحقیقات هومولوژیکی بدست‌آمده مثلا نتایج حاصله ازفیزیولوژی مقایسه‌ای، تشریح مقایسه‌ای، رویان‌شناسی وغیره مطابقت دارد. دراینجا نیزغالباً خویشاوندی گروه‌های بزرگ بوسیله مقایسه‌ماکرومولکولها قابل اثبات است .

مثلا مهره داران ازلحاظ دارابودن ساده قرمزرنگ خون ، هموگلوبین با یکدیگر شباهت کامل دارند . برای اثبات وجود شباهت مابین دوموجودزنده‌از لحاظ پروتئین ها دانشمندان بیشتر از فعل وانفعالات اختصاصی مربوط به‌آنتی ژن وآنتی کراستفاده میکنند تا ازراه سرولژی مواد شیمیائی مشابه را ازنظر کمیت تعیین نمایند .



یک نوکلئوتید از آدنین ، دزواکسی ریبوز واسید فسفریک .

هومولوگی واثبات خویشاوندی از نظر تکامل راسته‌ای — هدف ازتحقیقات هومولوژیکی در این زمینه اینست که مبدأ واحدی برای صفاتی که در نتیجه تغییرات بایکدیگر کاملا متفاوت گردیده‌اند پیدا کرده‌وخویشاوندی‌آنها راباثبات رساند. هرچه دوموجودزنده‌ازلحاظ خویشاوندی بیکدیگر نزدیکتر باشند بهمان نسبت تعداد اندامهای هومولوگ آنها زیادترومیزان شباهتشان بیکدیگر بیشتر است .

طبق قانون همبستگی متقابل (Correlation) که بوسیله کوویه (Cuvier) بیان شده است هرگاه بین دویا چند موجود زنده یک یا چند صفت هومولوگ دیده شد غالباً میتوان صفات هومولوگ دیگری نیز در آنها پیدا نمود بطوریکه این قبیل همبستگیهای متقابل مابین صفات هومولوگ بوجودآورنده گروههای نزدیک بهم بوده ودرسیستم طبیعی موجودات زنده پایه اصلی رده بندی قرار گرفته است .

بهمین ترتیب در سیستم تقدم وتأخر یا سیستم ترتیبی موجودات زنده میتوان صفات هومولوگ نزدیکتر وبیشتری راپیدا نمودوبالاخره میتوان صفات هومولوگی پیدا کرد که درتمام موجودات زندهاعم از گیاه یا حیوان مشترکاً وجود دارد. مثلا ساختمان کلی سلول وهسته آن ، میتوکندریها، کروموزومها وهمچنین اعمال اصلی سوخت وساز (صرفنظراز موارد خاص) وغیره درتمام موجودات زنده باستثنای پروکاریونت ها (جلبکهای آبی وباکتریها) یکسان است. این واقعیت دال براین است که تمام موجودات زنده دارای منشأ واحدی بوده و بایکدیگرخویشاوندی دارند .

۱—۵ دلائل تکاملی از نظر دیرین شناسی (Paleontology) :

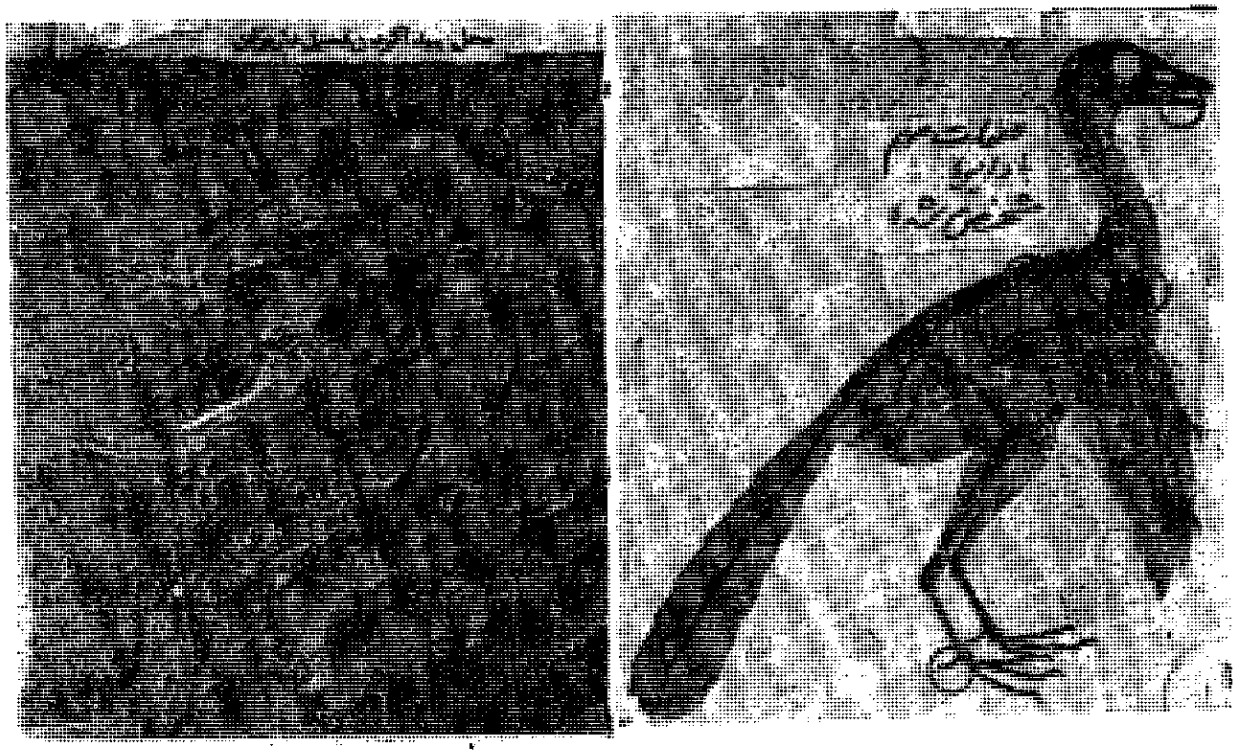
قسمتی ازهدفهای تحقیقات تکاملی بدست آوردن تاریخ تکامل ونحوه اشتقاق گروههای مختلف موجودات زنده است .شواهد متعدد در این زمینه ازتحقیقات دیرین شناسی بدست آمده است. دراینجاازفسیل های موجودات زندهدورانهای گذشته وبقایای آنهااستفادهمیشود.

قدیمی ترین فسیلها مربوط به باکتریها وجلبکهای آبی است که از بیش ازسه میلیاردسال پیش باقی ماندهاند.انواع دیگری ازفسیل هااز دوران کامبرین (درحدود ۵۰۰/میلیون سال قبل) بدست آمدهاند با پیداشدن فسیلهای مختلفه از گروههای مختلف جانوری وگیاهی

نظریه‌لینه که به‌ثبوت انواع معتقد بود ردشد، چون ازطرفی دردورانهای گذشته گروه‌هائی ازموجودات زنده وجودداشته‌اند که ازبین رفته‌اند واز طرف دیگرعلم دیرین شناسی ثابت میکند که آن موجودات ازابتدای خلقت وجودنداشته‌اند .

مثلادردوره کامبرین حلزونها، خارپوستان وبندپایان میزیسته‌اند ولی مهره داران وگیاهان خشکی‌زی هنوز نبوده‌اند. اولین پستانداران دردوره ژوراسیک(درحدود ۱۶۰ میلیون سال قبل)ظاهرگردیده‌اند. بنابراین گروه‌های مختلف موجودات زنده درادوار مختلف درطول تکامل بوجود آمده‌اند. درحالیکه کوویه دراوائل قرن نوزدهم معتقد بود که تغییر موجودات زنده دردورانهای مختلف زمین شناسی در نتیجه بلاهای ناگهانی بوده که منجربه نابودی عده‌ای ازگونه‌ها و خلق مجدد عده‌ای دیگرگردیده است .

اما مدارك بدست‌آمده نشان میدهند که تکامل راسته‌ای‌بطور ممتد انجام‌گرفته است و درموارد مناسب دیرین شناسان توانسته‌اند تکامل تدریجی گروه‌های مختلف رابدست آورند . تکامل اسب معروفترین شاهد دراین زمینه میباشد که دردوران سوم (شروع آن درحدود ۶۰ میلیون سال قبل) انجام گرفته است . درچند مورد بخصوص نیزموفق‌شده‌اند نمونه‌های حدواسطی برای موجودات زنده عالی بدست آورند . سه‌نمونه از پرندگان اولیه (آرکئوپتریکس) ازدوران ژوراسیک درسنگهای‌آهکی‌سولن هوفن (Solnhofen) پیداشده که‌دارای ترکیبی ازصفات خزندگان وپرندگان میباشد. این فسیلها دال بر این واقعیت است که ، پرندگان ازخزندگان تکامل یافته‌اند. ایکتیواستگا (Iehthyostega) نیز فسیلی است حدواسط بین ماهیها و



شکل ۱۱

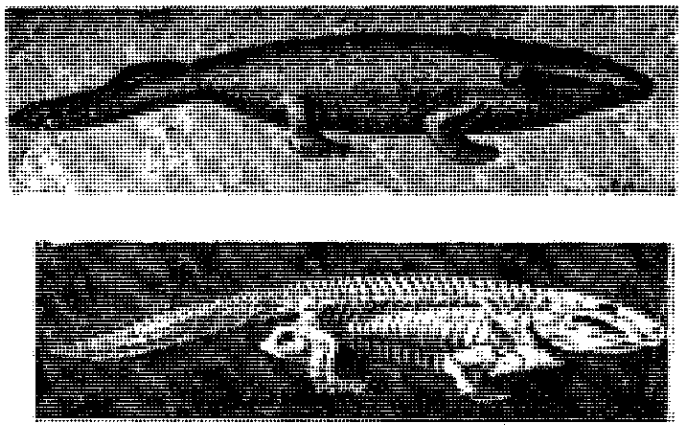
پرنده اولیه آرکئوپتریکس Archaeoptryx نمونه حدواسطی بین خزندگان و پرندگان امروزی میباشد . تشابه آن با خزندگان عبارتست از :

دندان درآرواره ، وجود مهره‌های استخوانی در دم ، پنجه‌های بندبندی : با ناخن انتهائی و تشابه آن با پرندگان عبارتست از: وجود پرها وپنجه‌ای بزرگ که‌بطرف عقب با قرارگرفته .

ذوحیاتین . اگر موفق به پیدا نمودن کلیه فسیلهای حدواسط برای تمام موجودات زنده نشدیم نباید مسئله تکامل راسته‌ای را مردودبدانیم زیرا که معمولا فقط فسیل موجوداتی بجامانده و در دسترس ما قرارگرفته‌اند که دارای قسمتهای سخت (اسکلتی)

بوده‌اند بطوریکه نمونه‌های زیادی ازفسیل‌های بجامانده این قبیل موجودات بدست آمده است.

شکل ۱۲ :
ایکتیواستکا (Iehthyostega) از دوران دونین قدیمی ترین چهارپای خشکی زی است وحد واسط بین بعضی ازماهیها وسالاماندرهای اولیه میباشد . **قبل** از هرچیز ساختمان جمجمه‌ودم آنها به ماهیها **شباهت** دارد اما از مشخصات ذوحیاتین میتوان ضمائم حرکتی پنج شقه‌ای‌وطرزاتصال‌لگن به‌ستون فقرات رادراین جانور مشاهده نمود .



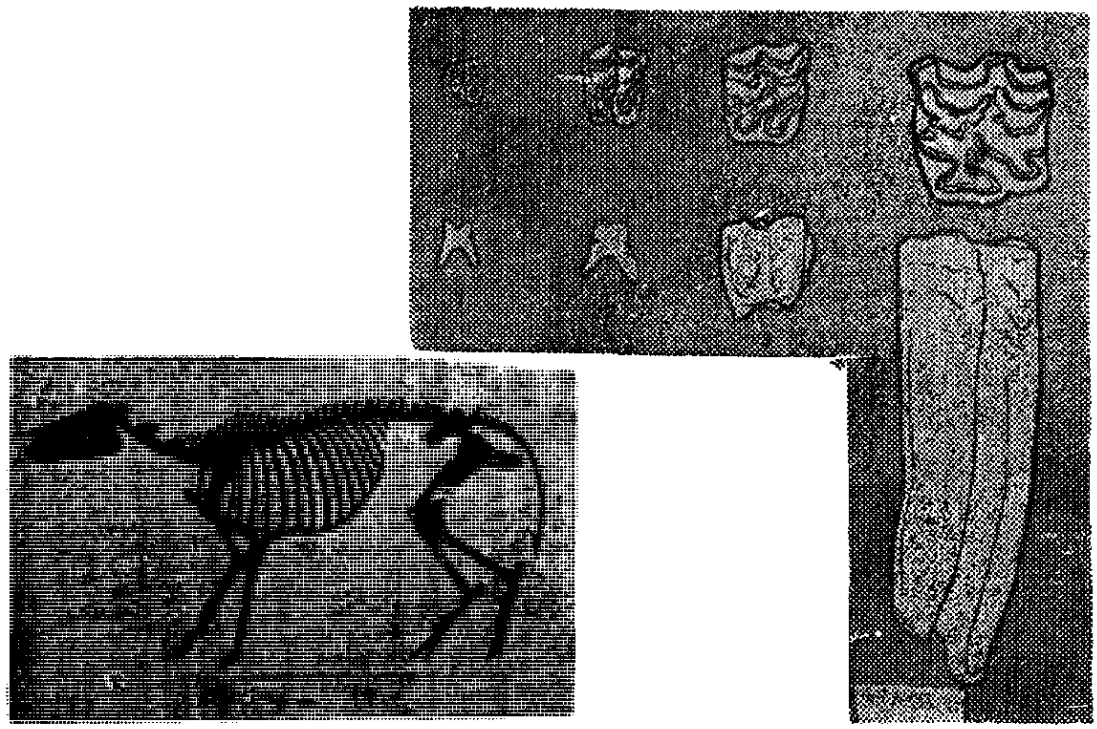
شانس پیداشدن یک فسیل به‌عوامل زیربستگی دارد: اولا موجودزنده بایدقابل فسیل شدن باشد ثانیاً درمحل مناسبی قرار گیرد که بتواند بصورت فسیل درآمده و محفوظ بماند ثالثا برحسب تصادف بدست جویندگان بیافتد .

۱ـ۶ شواهدی ازجغرافیای حیاتی :

ازطرزپراکندگی‌جانوران وگیاهان برروی کره‌زمین نیزمیتوان دلائلی برای اثبات تکامل‌بدست آورد. گروه‌های بسیاری ازموجودات زنده درتمام نقاط کره‌زمین پراکنده نمیباشند بلکه محدود به مناطق بخصوصی بوده ودرسایر نقاط دیده نمیشوندولواینکه شرایط‌زیستی‌نیز برای آنها مساعد باشد. مثلا کولیبریس (Kolibris) که پرنده‌ای شهد خوار است فقط در آمریکای جنوبی و آمریکای شمالی یافت میشود و درسایرقاره‌ها وجودندارد ودراین محل هابجای آن انواع

دیگری ازپرندگان شهدخواریافت میشود . چنانکه درآفریقا پرندگان دیگری بجای کولیبریس بـرای شهدخواری تخصص پیدا کـرده‌اند. تقریباً تمام پستانداران بزرگی که درآفریقا یافت میشونددرمادا گاسکار وجود ندارندحتی میمون های حقیقی (زیرراسته Anthropoidea) ، در حالیکه نیمه میمون‌ها (گونه‌های متعلق به زیر راسته Prosimii) تکامل زیادی حاصل کرده‌اند .

دراسترالیا پستانداران عالی(Placentalia)وهمچنین کرکس هاو دارکـوب هاوجود ندارند درحـالیکـه از انواع پستـانـداران بیشتر کیسه‌داران وکلوآك داران یافت میشونـد.



A۱۳- الف

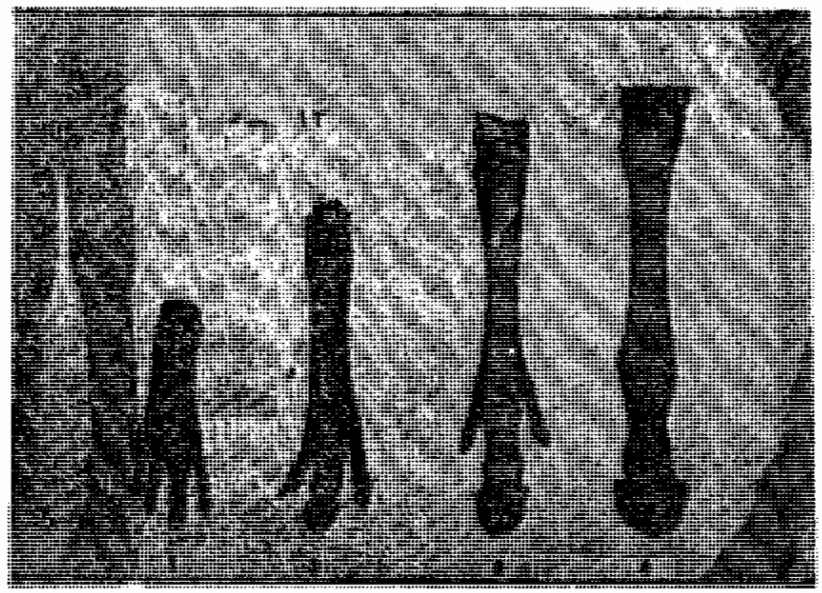
A۱۳- ب

شکل ۱۳ A :

تاریخ طبیعی (تکاملی) اسبها در دوران سوم و چهارم بخوبی شناخته شده و قبل از هرچیز نمونه خوبی برای نمایش نحوهٔ کار تحقیقات دیرین شناسی بحساب میآید و ارنست هکل (Ernst Haeckel) آنها را سری اسبهای دیرین شناسی نامیده است در سرآغاز تکامل اسبها Hyracotherium eohippus کوچك قراردارد که از اجداد پستاندار کوچکی تقریباً از پالئوزئیك تا اواخر اوئوزن میزیسته‌اند و از سایر طبقات دوران سوم بقایای فسیل شده مزوهیپوس و پارا هیپوس بدست آمده است . در انتهای این سری تکاملی اسبهای امروزی (Equs) قراردارند که از آخرین طبقات دوران سوم پلیوزئیك تاحال حاضر یافت میشوند .

الف در سیر تکاملی دندانهای اسب میتوان از همه چیزخـــوار ، برگ‌خـــوار و بالاخره علف‌خواررا مشاهده نمود. اجداد هیراکوتریم همه‌چیز خوار بوده‌اند (دندانهای تخصص نیافته دارند) . هیراکوتریم‌ها ازبرگهای پهن تغذیه مینموده‌اند و دندانهای آسیای چهارگوش داشته‌اند (۱) . دراولیگوزئیك ، مزوهیپوس‌ها دارای دندانهـــای آسیابابرجستگیهای کوتاهتر و پیوسته بوده‌اند (۲). درمری‌کیپوس‌هاکه درمیوزئیك میزیسته‌اند تاج دندان ارتفاع بیشتری پیداکرده و مینای دندان در آنها دارای چین و چروك زیادتری شده است و اطراف تمام دندان را ساروج فراگرفته است (۳) . سطح دندان در اسب‌های امروزی جهت آسیاکردن علفهای سخت تخصص یافته است (٤).

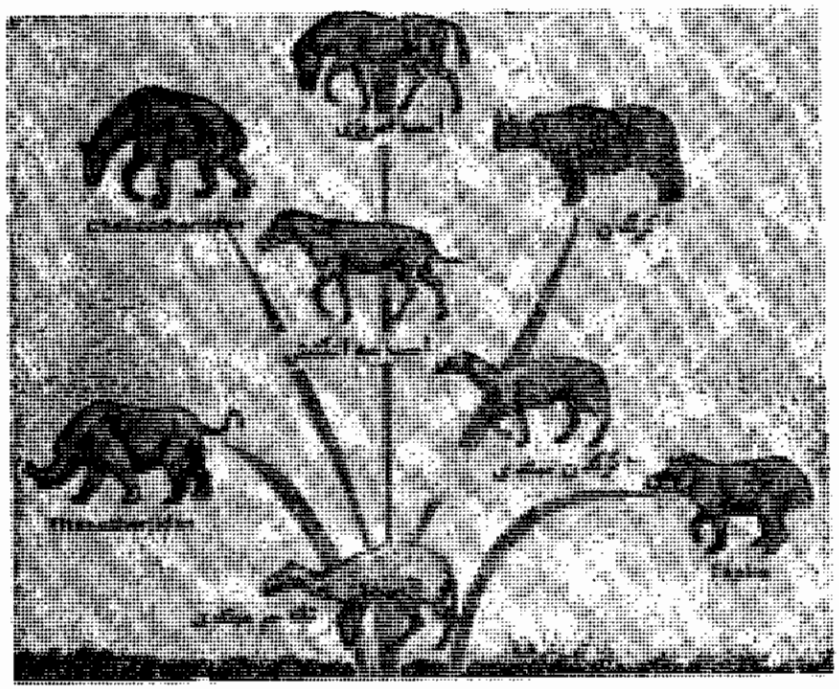
ب و ج ــ همراه با ازدیاد طول دندانهای آسیا علاوه برسایر قسمتهای بـــدن جمجمه‌نیز تغییر شکل‌یافته است . فك تحتانی بطرف بالا رفته و استخوانهـــای صورت طویلترگشته‌اند . افزایش مغزکه بیشتر در دوران اوئوزئیك رخ داده عـــامل مهمی جهت تغییر شکل جمجمه بوده است .



A ۱۳ — د

د — از روی تغییر شکل ضمائم حرکتی میتوان تغییر یافتن جانور کم حرکت جنگلی را به جانوری با تحرك زیادکه در دشت‌ها زندگی مینموده دنبال‌کرد . شکـــل اولیه « پای دونده » پنج شقه‌ای است درهیراکوتریم (اوئوزئیك تحتانی) یکـــی از

انگشتان ضمائم حرکتی قدامی کاهش یافته واوروهیپوس (اوئوزئیك میانی) کاملا از بین رفته است (۱). در مزوهیپوس (اولیگوزئیك) انگشت میانی شروع به نموکرده (۲). هیپاریون را (پلیوزئیك) در حقیقت میتوان از لحاظ طرز راه رفتن جزءتك‌سمان بحساب آورد (۳) و بالاخره جنس اکووس را میتوان از لحاظ آناتومی تك انگشتی دانست (٤).



شکل ۱۳ B

شکل ۱۳ B: الف ــ

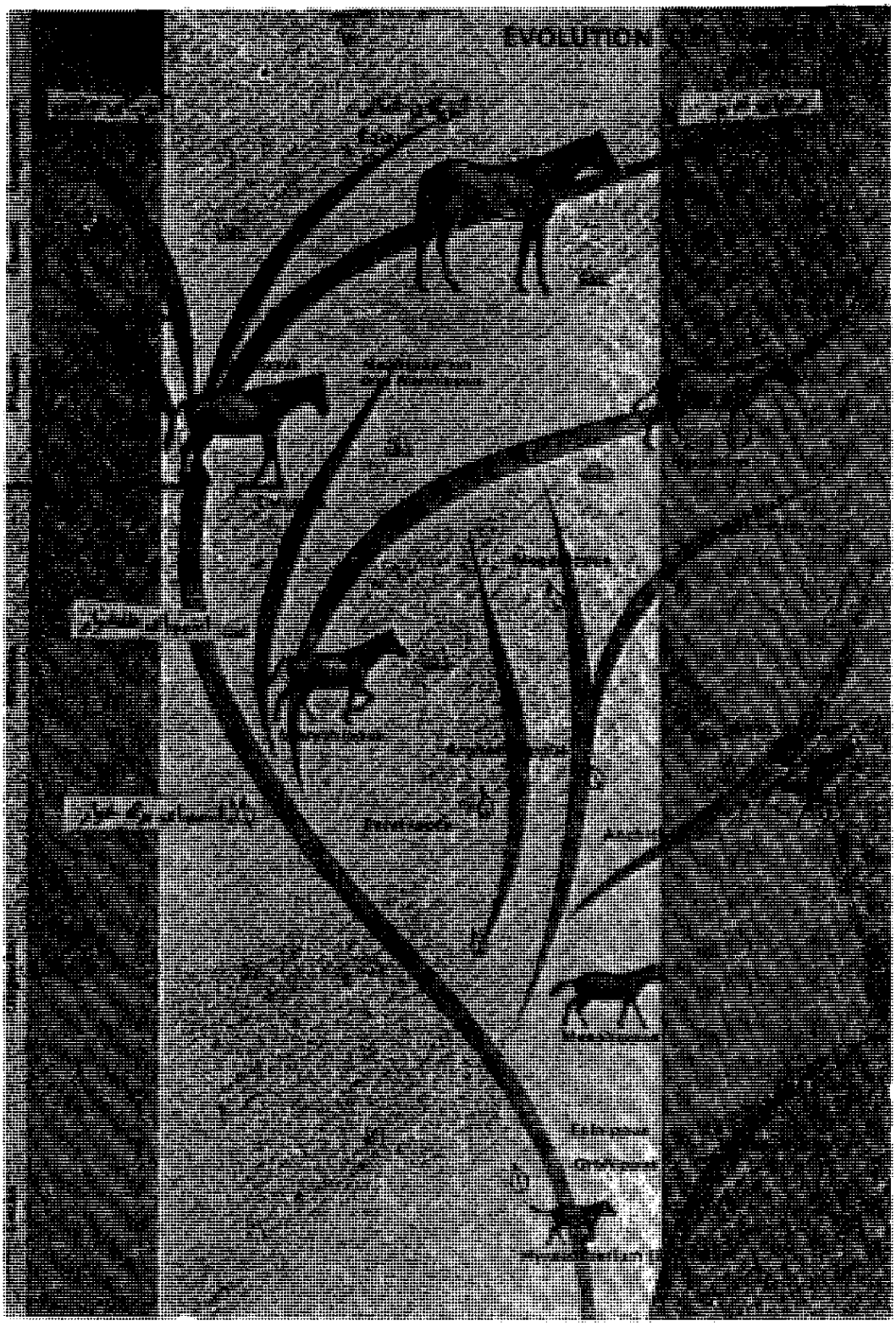
از مطالعات مربوط به تغییر شکل اندامها و بادرنظرگرفتن کلیهٔ فسیلهائی کــه از است . مخصوصاً بی‌اندازه قابل توجه است که تکامل راسته‌ای اسبها از ائوزوئیك فوقانی خانواده Equidae بافت شده است تصویر بسیار واضحی ازتکامل این‌گروه بدست‌آمده

بعد تنها در آمریکای شمالی رخ داده و جنسهائی‌که در اروپا یافت شده‌اند ازطریق

خشکی‌هائی که در آن زمان آمریکا را به اروپا و آسیا متصل میکرده ، مثلا آنکی تریم و هیپاریون واکووس بآنجا وارد گردیدند برای درك تکامل راسته‌ای این گروه حتماً میبایست امکان چنین مهاجرتهائی را در نظر داشته باشیم و بالاخره باین نتیجه‌میرسیم که تکامل راسته‌ای اسبها فقط در آمریکای جنوبی انجام گرفته است .

ب–کاهش انگشتان پا از پنج به سه در سایر گروه‌های جانوران پستاندار نیزدیده میشودکه همه آنها دارای اجداد همه چیز خوار بوده‌اند و سپس علفخوارگردیده‌اند. بعکس خانواده اکویده ، تاپیریده‌ها (Taperidae) هنوزهم از برگ پهن درختان تغذیه مینمایند در حالیکه کالیکوترئیده (Chalicotheriidae) دارای پـاهای ناخن‌دارهستند (برای‌بیرون‌آوردن ریشه‌گیاهان) یادرکرگدن‌ها (Rhinocerotidae) ساختمان‌کلی بدن دستخوش‌تغییرات خاصی‌گردیده است . باین ترتیب مثالهائی‌ازتك‌ـ سمّان میتوانند تصویر گویائی جهت نمایش تخصص یافتن اندامها باشد ، همانطوریکه در اکثر پستانداران مشاهده میگردد .

محدود بودن‌گروه‌هـای مختلف موجودات زنـده بـه مناطق جغرافیائی بخصوص وفقدان آنهادرسایرمناطق تاحدودزیادي این‌واقعیت راتأیید میکندکـه این موجودات در همان محل بوجود آمـده ونتوانسته‌اند خـود را بـه سایر نقاطی کـه‌بـرای زندگیشان مناسب بـوده‌برسانند. دلیل این امرآنست‌که درسرراه آنهـا موانعی ازقبیل آبهـا ، کوهها، صحاری وغیره وجود داشته‌که عبور از آنها برایشان غیرمقدور بوده است .


EVOLUTION

گیاهان وجانورانی که در یک منطقه محدود وجوددارند برای آن منطقه بومی (Endemic) هستند . درجزایر قدیمی یاقاره‌های جزایری که مدتهاپیش رابطه خود را با سایر نقاط از دست داده‌اند مانند استرالیا وماداگاسکار ، یا جزایری که هرگز باخشکی ارتباط نداشته‌اندمانندجزایرهاوائی وگالاپاگوس که‌دراثرآتش‌فشانیها ایجاد گردیده‌اند ، درآنها گیاهان و جانوران بومی زیادی دیده میشوند. چنانچه فسیل موجودات بومی تنها درمناطقی که امروزه نیز درآنجا زندگی میکنند یافت شوددال براینست که‌اززمان قدیم تنها در این منطقه وجودداشته‌اند اما اگر فسیل موجودات زنده بومی در یک منطقه درسایر مناطق نیزیافت شود این مسئله میرساند که پراکندگی آنها در دورانهای‌گذشته بیشتربوده وامروزه به منطقه بخصوصی منحصرشده‌اند .

۱-۷ شواحدی ازاندامهای کاهش یافته (اندامهای اثری) :

بسیاری از موجودات زنده درطول تکامل کراراً طرز زندگی خود را تغییرداده‌اند و این امر باعث تغییرکاراندامهای مختلف در آنهاگردیده است وبسیاری ازآنها عمل اصلی خودراازدست داده‌اند. چنین اندامهای درطول تکامل کم کم کاهش یافته ویابکلی ازبین رفته‌اند . اندامهای کاهش یافته را باصطلاح علمی وستیجیوم (Vestigium) مینامند که بسیاری ازآنها درحال حاضرهنوزدرگیاهان وجانوران دیده میشوند. مثلا در بعضی ازخزندگان بقایای ع زائده حرکتی که مخصوص مهره داران خشکی زی است دیده میشود (انواع ماسولک‌ها ومارها).طرز حرکت بعضی ازگروه‌های خزندگان درطول دوران تکامل تغییرکرده و از راه‌رفتن به‌خزیدن

تبدیل شده است ، بطوریکه ضمائم حرکتی آنها بلا استفاده مانده و کاملا کاهش یافته است . درمورد مارمولک های متعلق به خانواده Scincidae کاهش یافتن تدریجی ضمائم حرکتی را میتوان قدم بقدم دنبال کرد چنانچه درگونه Chalcides guentheri درحالیکه ضمائم حرکتی قدامی بصورت زائده هائی کاهش یافته باقی مانده اند ضمائم حرکتی خلفی کاملا ازبین رفته است .حتی دربدن بعضی از مارها هنوزبقایای استخوانهای لگن وضمائم حرکتی عقبی در داخل بدن بصورت پوشیده وجوددارند وهمین وضعیت در مورد بعضی از نهنگ ها نیز صادق است .درسوسک هائی که قدرت پروازرا ازدست داده اند (Carabidae) بقایای بالهای عقبی آنها درزیر بالهای قاب مانند جلوی وجود دارند وهمچنین پرندگانی که قدرت پرواز خود را ازدست داده اند مانند کیوی ها (Kiwis) دارای بالهای کاهش یافته میباشند . جانورانی که در محل های تاریک زندگی میکنند مانند بعضی از ماهیها وانواع موشهای کورزمینی دارای چشم های کاهش یافته هستند.چنانچه در انواع متعلق به خانواده Spalacidae زائده ای پوستی روی کره چشم رامیپوشاند .

شکل ۱۵ :

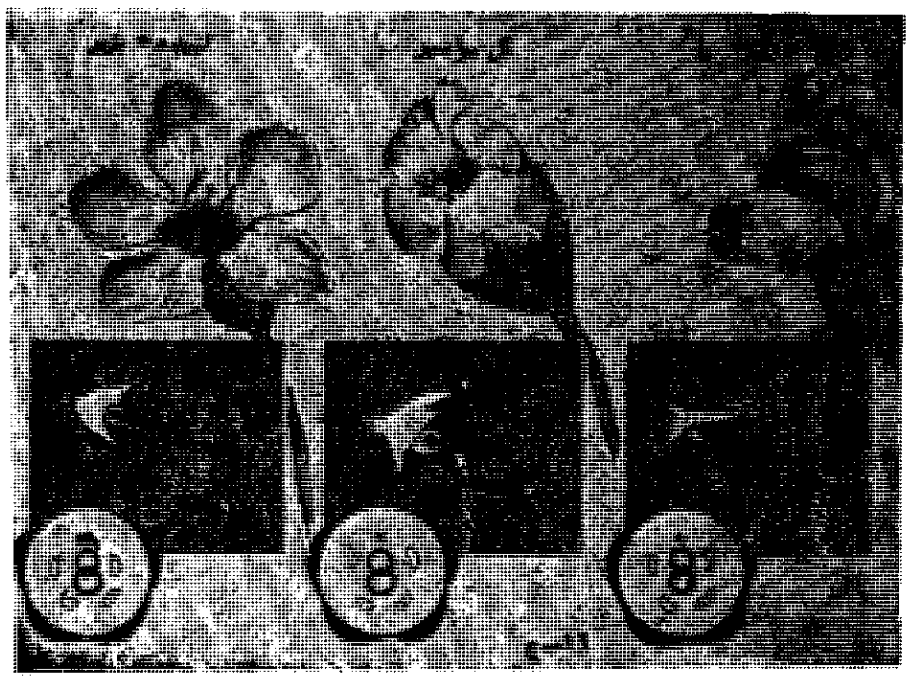
برجستگی لاله گوش درانسان که به عقیده داروین ازکاهش یافتن گوش نوك تیز پستانداران باقی مانده است وبه برجستگیهای گوشی داروین معروف است.

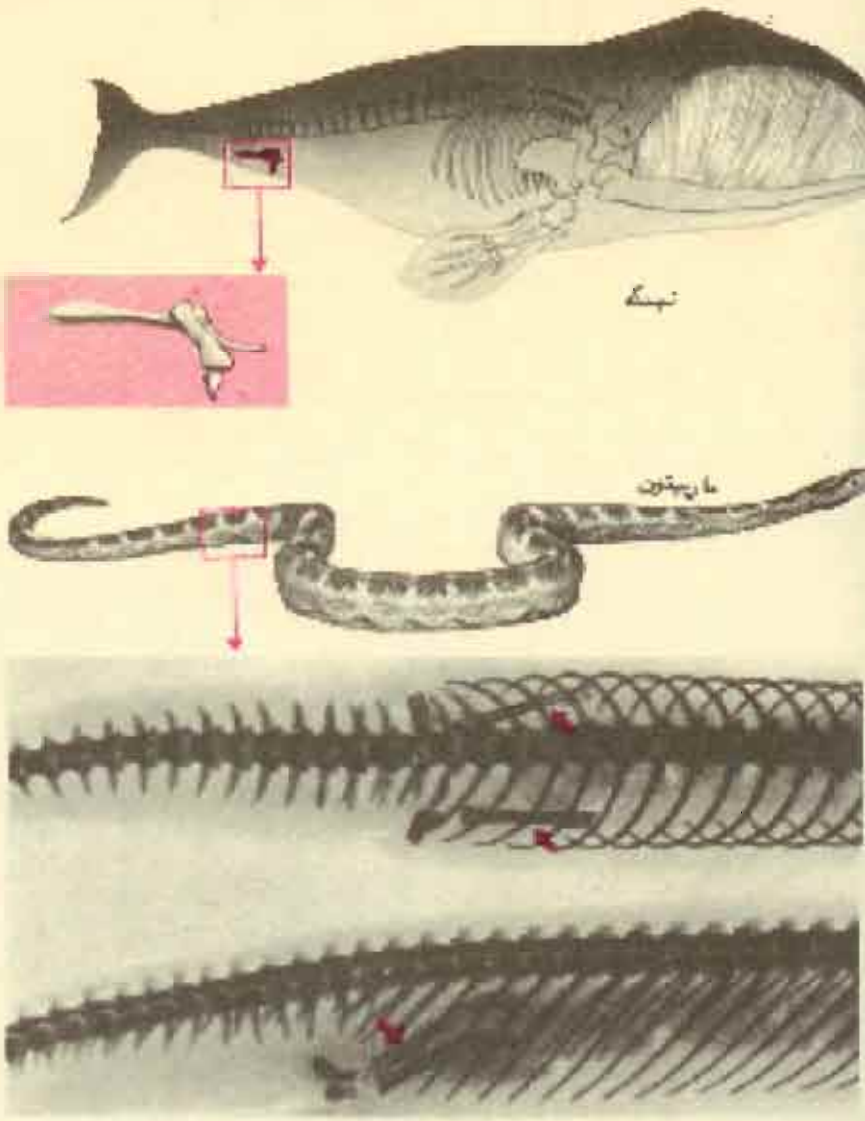
شکل ۱۵ :

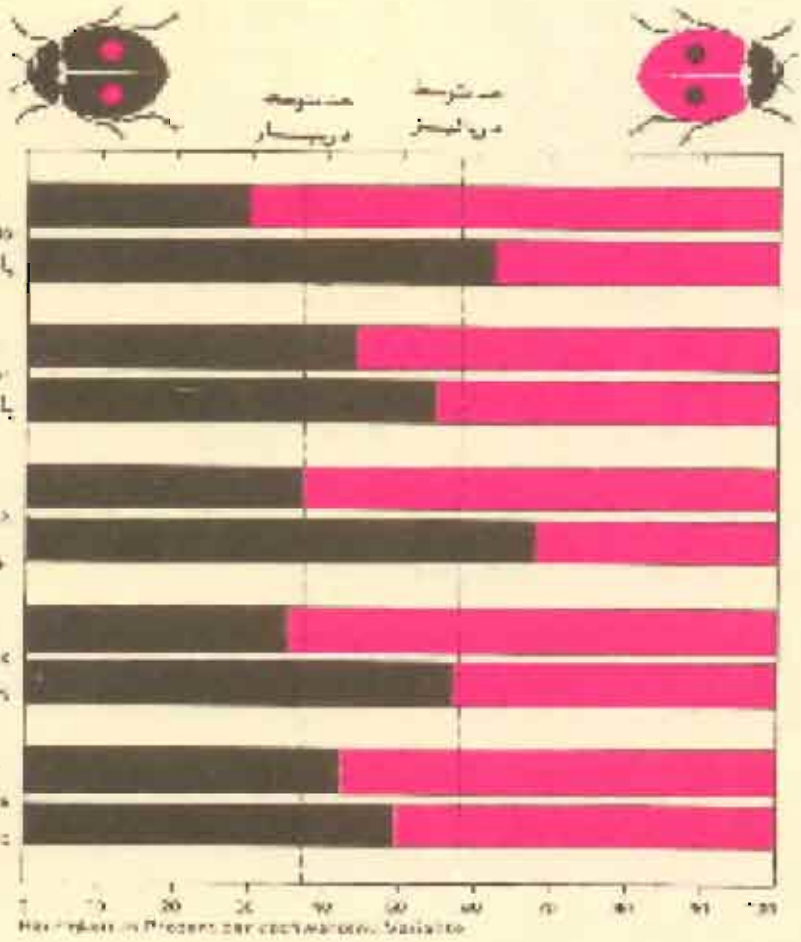
کی وی (Kiwi) پرنده ای که قادربه پرواز نیست ولی دارای بالهای کاهش یافته میباشد :

موهای موجود برروی بدن انسانهای امروزی رانیزمیتوان از بقایای پوشش متراکم موئی اجداد اولیه او دانست و از اندامهای کاهش یافته دیگر در انسان میتوان بقایای سهره‌های دم را که بصورت خاجی ودنبالچه درآمده ویاماهیچه های لاله‌گوش را که درمیمون‌ها و سایر پستانداران خشکی زی وسیله حرکت لاله‌گوش میباشد و نموکامل دارند و دربعضی ازافراد بصورت کاهش یافته باقی مانده بطوریکه قادراندلانه‌گوش خودراکمی‌تکان دهندنام برد. بعلاوه زائده کرمی شکل آپاندیس که در جوندگان رشد قابل ملاحظه‌ای داردرانسان بصورت اندامی کاهش یافته‌درآمده است.

درگیاهان‌نیزنمونه های‌زیادی‌ازاندامهای کاهش یافته در پرچم‌ها دیده میشود. کاهش اندامهائی که عهده دارهیچگونه عملی نبوده ولی‌ازلحاظشکل‌ظاهری‌ومخصوصاً ازلحاظمحل قرارگرفتن باندام‌اصلی شباهت دارند جالب توجه است. چنانکه این پدیده در دو شکلی شدن جنسها نیز انجام‌گرفته است مانند بقایای پستان در پستانداران نر که مثال خوبی در این زمینه میباشد.




نهنگ
مارپیتون



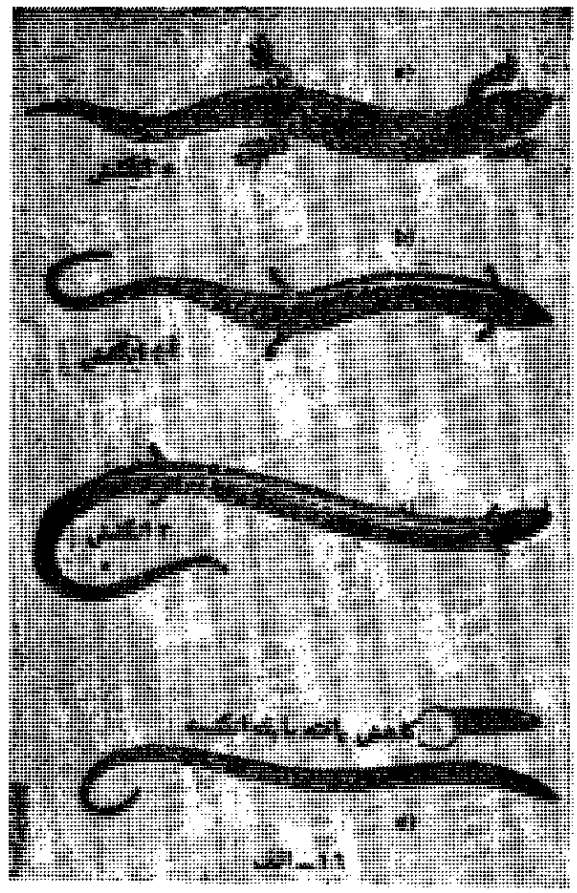
شرح شکل ۱۶ ـ ب در پائین صفحه ۳۳ است .

شکل ۲۶ ب ـ تنوع و انتخاب طبیعی در کفش دوز.

این نوع کفش دوزك ها ۳ نسل درسال دارند، که درآنها تنوعی در رنگ بالها دیده میشود که ارثی است ، بطوریکه بعضی ازآنها دارای بالهای قرمز با لکه های سیاه اند و بعضی دیگر دارای بالهای سیاه بالکه های قرمز. در طول تابستان نمونه های سیاه رنگ از لحاظ انتخاب طبیعی ممتازترند ، بنابراین نسبت افراد سیاه درجمعیت هرنسل زیادتر دیده میشود ، بطوری که در فصل پائیز افرادی که بدنبال پیدا کردن پناهگاههای زمستانی میگردند بیشتر از سیاهها میباشد . اما در طول زمستان مرگ و میر بین سیاهها زیادتر از قرمزها میباشند. در شکل ب تغییرات فصلی و درصد آنها در هردومورد در سالهای مختلف در بهار و پائیز نمایش داده شده است .

شکل ۱۶ :

اندامهای کاهش یافته ـ درطول تکامل موجودات زنده بسیاری ازاندامها با ازدست‌دادن وظیفه اصلی خود کاهش یافته‌اند که غالباً بصورت زائده‌های کوچکی باقی مانده و وجودآنها را تنها بابررسی تاریخ تکاملیشان میتوان توجیه نمود .



۱۶ : الف

نهنگ ها ضمائم حرکتی عقبی ودمجنبن استخوانهای لگن را تقریباً ازدست داده‌اند بطوریکه تنها استخوانهای بسیار کوچکی ازبقایای آنهادرداخل بدن بصورت پوشیده وجوددارد. درمارهای زیرخانواده پیتونینه (Pythoninae) نیزبقایای استخوانهای لگن وپاها درداخل بدن درمحل اصلی خود باقی مانده‌اند وتنها یک ناخن (ناخن مخرجی)ازبین فلس ها خارج‌شده‌است. درسایر مارهاحتی ضمائم حرکتی کاهش یافته نیز وجود ندارد .

الف ـ درمارمولک های صاف (Chalcididae) که درعصر حاضرنیز زندگی میکنند بطور وضوح میتوان کاهش یافتن ضمائم حرکتی را که بطورتدریجی انجام گرفته بخوبی مشاهده نمود . درگونه (C. guentheri) که کاملا ماری شکل است ازضمائم حرکتی قدامی تنها زائده‌های کوچکی درآن باقی مانده وفاقد ضمائم حرکتی عقبی می‌باشد .

۱٦ ـ ب

ج ـ کاهش یافتن پنج پرچم بالائی رادرجنس های خانواده Scrophulariaceae ازروی سه مثال زیر می‌توان بخوبی مشاهده نمود.

در لیبده - (Verbascum thapsus) هر پنج پرچم بخوبی تکامل یافته‌اند . در علف بواسیر (Scrophularia nodosa) بالاترین پرچم فقط بصورت فلسی درآمده که دانه‌گرده‌تولیدنمیکند درگل میمون(**Anthirrinum orontium**)همان پرچم بسیار کوچک شده است .

ردیف بالاشکل ظاهری گل‌ها ردیف وسط شکل جانبی گلها، و ردیف پائین دیاگرام گلها.

اندامهای کاهش یافته شواهدی جهت یک تکامل تاریخی مشخص میباشند ، که تا حدود زیادی با تغییرات بوجود آمده در زمان‌های گذشته تطابق حاصل کرده‌اند چنانکه بموازات آن میتوان درزمینه‌های‌مختلف تکامل فنی و فرهنگی بشر نیزشواهدی از این قبیل پیدا نمود .

مثلا وجود پله‌درطرفین اتومبیلهای سواری که بلامصرف بوده وسابقاً برروی کالسکه هاوجودداشته ومورد استفاده بوده‌است ویا روشن نمودن چراغ درشب تحویل سال که از زمان آتش پرستان قدیم از لحاظ مذهبی مهم بوده ودرحال حاضرحتی بین افرادی که بآن ایمان ندارند و یا شاید منشأ آنرا نیز نمیدانند کم وبیش رایج است (مثال اخیرخارج ازمتن ترجمه است).

۱-۸ شواهدی ازنمورویانی :

دربسیاری ازموجودات‌زنده درطی دوران‌رویش‌آنها (Ontogenesis) اندامهائی بوجودمیآیند که درمراحل بعدی یابکلی ازبین میروند ویابصورت تغییرشکل یافته باقی میمانند . بطوریکه تحقیقات جنین

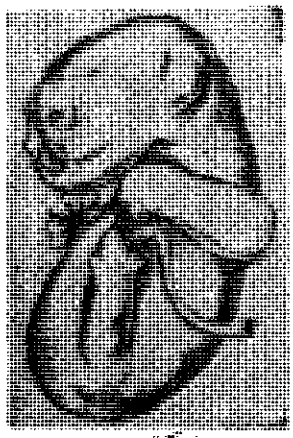
شناسی نشان میدهند ضمن نموروبانی، اندامهای بخصوص باشکالی درمیآیند که از مختصات اجدادشان بشمارمیرود .

این واقعیت از زمانهای پیش بوسیله محققین جنین‌شناسی مقایسه‌ای کشف‌گردیده و منجر به تدوین قانون بیوژنز (Biogenesis) بوسیله هکل (۱۸۶۹-۱۸۶۶) گردیده است . طبق این قانون اونتوژنزیس عبارتست ازتکرار سریع و کوتاه فیلوژنزیس (تکامل راسته‌ای) و یاهمانطوریکه خودهکل بیان داشته ، تاریخچه نمو رویانی عبارتست ازخلاصه‌ای ازتاریخ تکامل راسته‌ای .

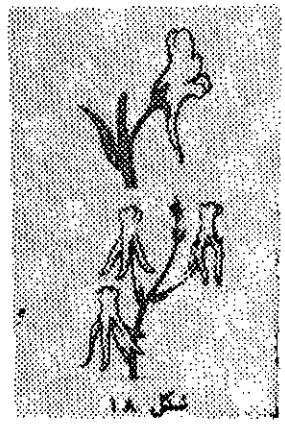
طبق‌گفته هکل تخم‌هرموجودزنده ممکن است نوعی تطابق از خودنشان دهد (مثلا تشکیل پرده‌های رویانی ویاچسبیده بودن پلک چشم نوزاد پستاندارانی که ابتدا مدتی پس از تولد در محل میمانند) که آنها رانمیتوان با قانون بیوژنزیس توجیه نمود بلکه میبایست آنها را نوعی مزاحمت در تکامل فردی دانست (Kaenognsis) که در مقابل اعمالی که بمنزله تکرار تاریخ تکامل راسته‌ای (Palingenesis) محسوب میشوند قرار میگیرد .

مثالها و شواهد زیادی از این قبیل در نموروبانی بسیاری از موجودات زنده یافت میشود. مثلا رویان تمام‌مهره‌داران ازمرحله‌ای میگذرند که کاملاشبیه‌رویان ماهیها است ومانندآنهادارای‌شکافهای برانشی ورگهای خونی مربوطه‌میباشد، باوجود اینکه درجانور کامل هیچگاه چنین دستگاههائی وجودندارد. این واقعیت دال برآنست که تکامل مهره‌داران مطمئناً ازاشکال آبزی که بوسیله شکافهای برانشی تنفس میکرده‌اند شروع شده است .

کنوژنزیا سازش در جنین :



شکل ۱۷



شکل ۱۸

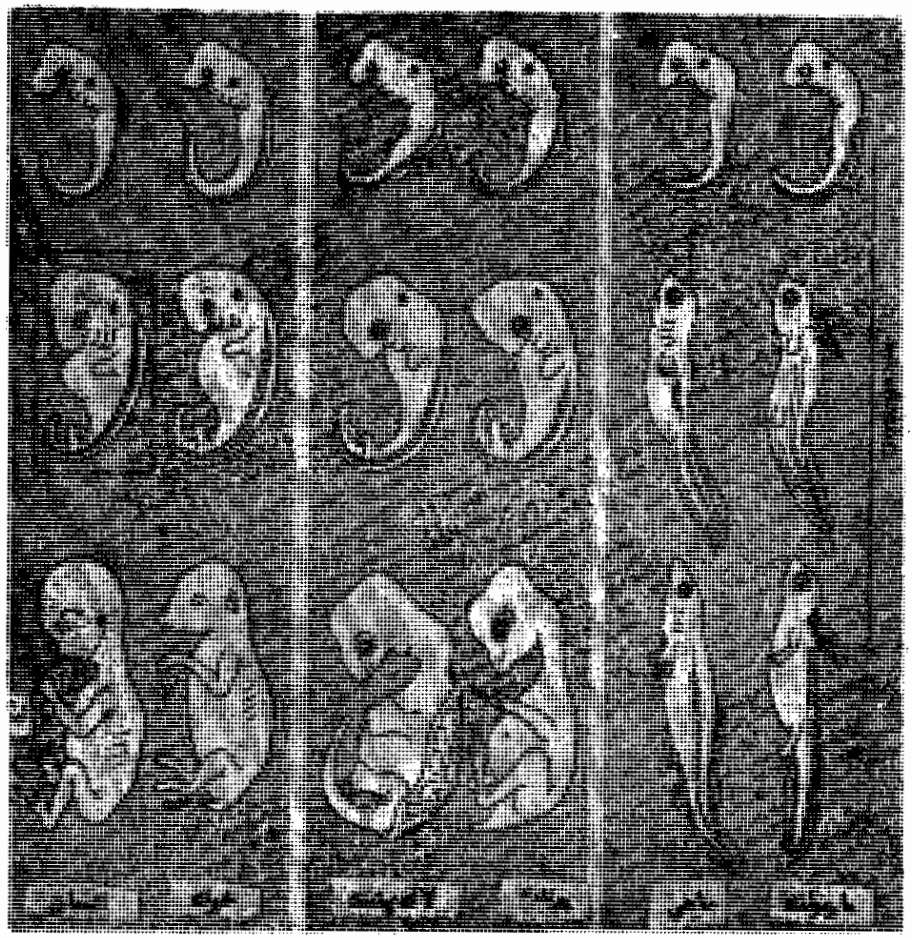
شکل ۱۷ :

کانگورو های بزرگ (Megaleia rufa) در مرحله ای بسیار ابتدائی از نمو رویانی متولد میشوند که تنها ۱٫۴ میلیمترطول دارند .ازمحل تولد تا کیسه زیر شکم مادر رابااستفاده ازدستهای نسبتاً تکامل یافته خود میخزند درحالیکه پاهای آنها رشد چندانی ندارند. چشم و گوش درآنها مانند بسیاری از نوزادان پستانداران دیگربازنبوده وبقیه تکامل آنهابعد ازتولد انجام میگیرد.

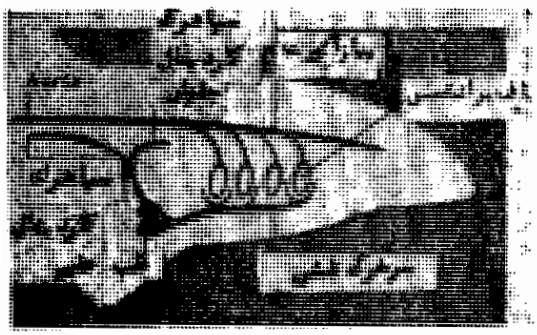
شکل ۱۸ :

تشکیل پلوری درگل کتان وحشی (Linaria vulgaris) . بالاگل معمولی با تقارن دوطرفی وپائین گلی که تقارن شعاعی پیدا نموده است

ماهیهای متعلق به‌جنس (Pleuronectes) که‌درزمان بلوغ دارای بدنی‌بدون‌تقارن میباشند واز سطح پهلوبطرف زمین قرارمیگیرنددردوران رشد ازمرحله‌ای باتقارن دوطرفی میگذرند وبنابراین نوزادان آنها از هرلحاظ شبیه بیک نوزاد ماهی معمولی هستند. نهنگ‌های بدون‌دندان (زیر راسته (Mysticeti))، که در دوران بلوغ فاقد دندان میباشند در مرحله‌ای از نمو رویانی آنها جوانه‌های دندانی ظاهرشده ولی هرگز بصورت دندان کامل نمو نمیکنندبلکه کم کم کاهش مییابند واین خود نشان میدهد که از اجدادی دندان دار (مانند نهنگ‌های دندان دار، مثلا دلفین‌های امروزی)بوجود آمده‌اند .

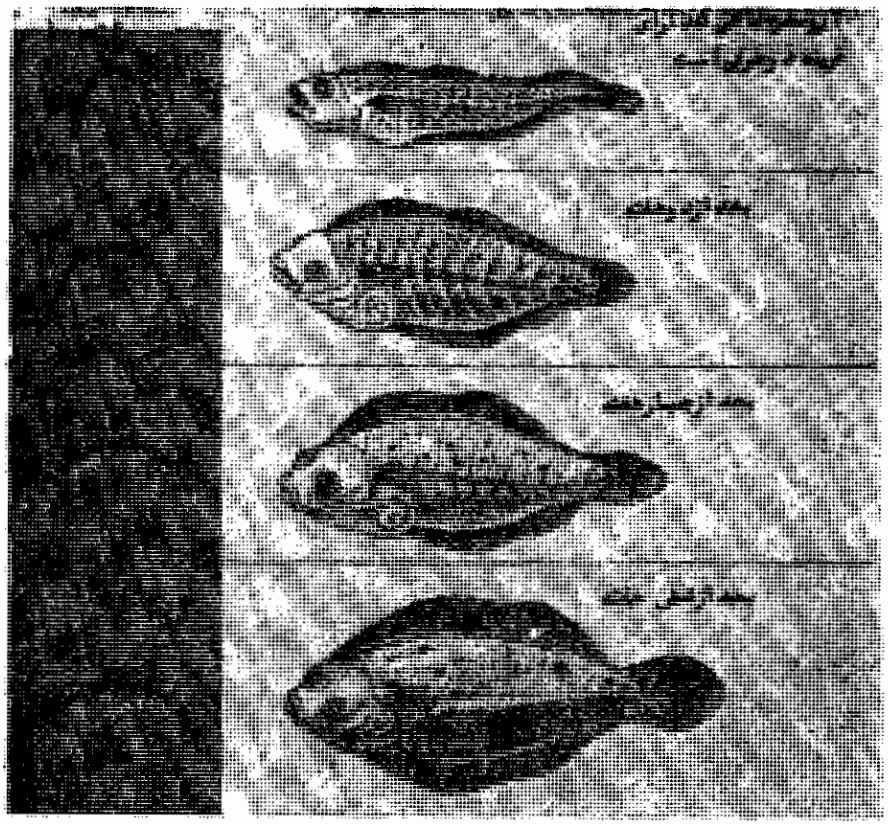


شکل ۱۹ :



شکل جریان خون درکوسه ماهی

که برای مقایسه با شکل سمت راست آورده شده است.



شکل ۱۹ الف : ب

سفره ماهیها متعلق به جنس Pleuronectes ازپهلوبطرف زمین قرارمیگیرند. بینی ، چشم‌ها ودهان تغییرمحل داده درپهلوی دیگربطرف بالا قرارمیگیرند.لاروهائی که ازتخم‌آنها بیرون میآیند (دربالا) مانند سایر ماهیها دارای تقارن دوطرفی هستند ولی در مراحل بعدی تکامل فردی بینی ، چشم‌ها و دهان بیک سمت کشیده میشوند .

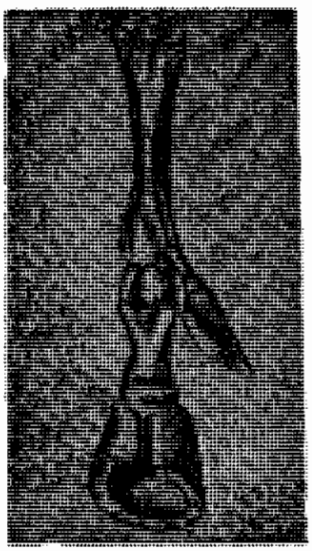
شکل ۱۹ :

در تکامل جنینی (Ontogeny) صفات بخصوصی از اجداد اولیه موقتاً ظاهر گشته و سپس نا پدید میشوند بهمین‌دلیل جنین مهره‌داران مختلف (سمت راست ردیف بالا) شباهت زیادی بیکدیگر دارند و ما را بیاد جنین ماهیها میاندازند . در آنها حتی شکافهای برانشی پدیدار میشود . چنین اندامهائی نشان دهنده تاریخچه تکاملی آنها میباشد. درشکل سمت چپ بالا جنین یکماهه انسان را، که در حدود ۴ میلیمتر میباشد با اندامهای داخلی ، دستگاه‌گردش خون و محل شکافهای برانشی بارگهای خونی مربوطه نشان داده و برای مقایسه دستگاه گردش‌خون و شکافهای برانشی یک کوسه‌ماهی در سمت چپ پائین رسم شده است.

جنین انسان در مرحله بخصوصی از نموروبانی دارای پوشش نسبتاً متراکمی ازموهای جنینی است (Lanugo) که قبل از تولد آنهارا ازدست میدهد . ازعالم گیاهان سروخمره‌ای (Thuja orientalis) را می‌توان بعنوان مثال نام برد که شاخه‌های آن از برگهای کوچک پوشیده شده، درحالیکه جوانه اصلی آن مانند همه درختان سوزنی دارای برگهای سوزنی شکل معمولی است .

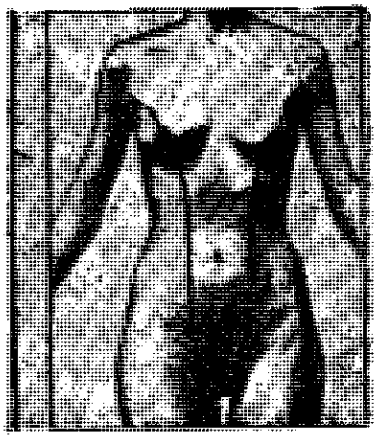
۱-۹ شواهدی ازآتاویسم‌ها :

آتاویسم (Atavismus) لغتی است لاتین ، که ریشه آن Atavus بمعنی جداست وعبارتست ازظهور بعضی ازصفات اجدادی درافراد. صفات، ناقصی ، که ممکن است ندرتاً درقسمتهائی ازبدن افراد، مانندآنچه دراجدادشان وجودداشته بوجودآیدنوعی آتاویسم میباشد. چنین اندامهائی ممکن است دراثرموتاسیون‌ها ،ناراحتیها یانارسائی های دوران رویانی وهمچنین گاهی درنتیجه‌آمیزش بین افراددوگونه نزدیک بهم بوجوده‌آیند . مثلاگاهی اتفاق افتاده که‌اسب های‌سه انگشتی متولد شده‌اندواین‌موضوع دال براین‌واقعیت است که‌این جانوران تک سمی‌ازاجدادی چندسمی بوجودآمده‌اند .



شکل ۲۰ :

آتاویسم عبارتست‌ازبازگشت قسمتی ازصفات‌اجدادی دریک فرد. دراین شکل دست راست یک اسب، که‌دارای یک انگشت کوچک اضافی‌با سم میباشد دیده میشود ، که مثال خوبی برای آتاویسم میباشد .



شکل ۲۱:
در حین تکامل جنینی در طرفین سطح شکمی دو-نوارشیری ، که‌از شانه تاکشاله‌ران کشیده میشوند بوجودآمده و در انسان از هرکدام ازآنها تنهایک غده شیری بوجود می‌آید درحالیکه در بسیاری از پستانداران تعداد بیشتری از غدد شیری در امتداد هرنوار ایجاد میشود.

دربعضی‌ازبگس هامثلامگس سرکه‌افرادی‌دیده‌میشوند، که هالتر-های‌آنهادراثرموتاسیون بصورت بالهای‌واقعی درآمده‌است‌وچون‌میدانیم که دو بالان از اجدادی‌بادوجفت‌بال‌منشأ گرفته‌اند پس میتوان‌گفت که دراینجا نوعی آتاویسم انجام گرفته است.گل بعضی از گیاهان دارای تقارن دوطرفی میباشدوآنراازتغییرشکل‌گلهائی باتقارن شعاعی بدست آورده‌اندمانندگل میمون .دربین‌آنهاگاهگاهی‌گلهائی باتقارن شعاعی دیده میشودکه مانند مثالهای‌فوق نوعی آتاویسم محسوب میگردند ودلالت برآن‌دارد که اجدادشان‌دارای‌تقارن‌شعاعی بوده‌اند.

در انسان نیزانواعی ازآتاویسم دیده‌شده مثلاوجود بیش‌از دو عدد نوک پستان،واین پدیده درپستانداران پست‌تری که‌هرمرتبه چندین نوزادبدنیا میآورند وتعداد نوک پستانهای‌آنهامتعدد است امری است طبیعی .

پدیده‌های فوق الذکر شواهدی برای این‌واقعیت اند ، که موجودات زنده‌دستخوش تکامل تاریخی بوده‌اند ودرطول آن‌هم از لحاظ شکل ظاهری وهم‌ازلحاظ صفات باطنی دستخوش تغییروتحول گردیده‌اند واز مجموعه‌آنها چنین برمیآید، که تکامل موجودات زنده یقیناً انجام پذیرفته است .

پس وظیفه محققین کشف علل وعواملی مؤثری است که تنوع وصفات مربوط به تکامل هریک ازموجودات زنده‌را باعث گردیده‌اند.

فصل دوم

تکامل علتی (Causal evolution)

۲-۱ سازش های موجودات زنده بامحیط :

یکی از صفات ممتاز موجودات‌زنده اینست که متناسب بامحیط زندگیشان میتوانند باآن سازش نمایند یعنی خاصیتی‌دارا هستند ، که قادراند برای موجودات زنده اعمالی متناسب باشرایط مختلف‌محیط انجام دهند که برای‌آن‌دارای اهمیت حیاتی میباشد .

اولین‌سئوالی که درحین مشاهده صفات موجودات زنده مطرح میشود : اینست که برای چه یا بچه منظور ؟ پاسخ آن چنین‌است که تک‌تک‌تمام این‌صفات درموجودزنده‌سبب‌اعمالی‌میشوند ، که‌برای‌آن اهمیت‌حیاتی‌دارند. بنابراین عواملی، که‌درایجادسازش موجودزنده با محیط‌مؤثربوده‌اند‌دراین زمینه اهمیت‌خاص‌دارند .دونفر ازبنیان‌گزاران تئوری تکاملی بادو نظریه متفاوت خود سعی کرده‌اند دلائلی برای ابداع واثبات تئوری تکامل بیابند وعلل آنرا توجیه نمایند . این دو نفر عبارتند از : لامارک وداروین .

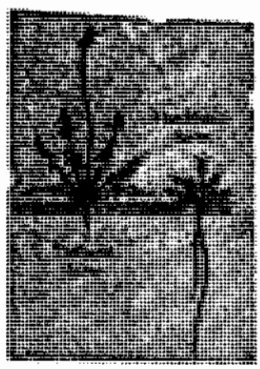
۲-۲ لامارکیسم(Lamarkismus)

طبق نظریه لامارک علت اصلی تطابق اندامها باشرایط محیط وجودنیروئی داخلی‌است، که پیوسته آنهارابطرف‌تکامل سوق‌میدهد

(Psycholamarkismus) وسرانجام منجربه بهبودسازش بامحیط میگردد.
اوقبل ازهرچیز فرض کرده است که عوامل محیط باعث تغییرصفات ـ ارثی شده‌واین تغییرات درجهات خاصی تکامل مییابند. مثلابکار ـ رفتن یابکارنرفتن اندامی باعث‌افزایش یاکاهش همان اندام‌میگردد.

این قبیل تغییرات میبایست به‌نسل های بعدی بارث برسندودر طول تکامل منجربه ایجاد صفات برتری برای موجود زنده‌گردند. بنابراین لامارک عقیده داشت که‌صفات اکتسابی قابل توارث‌اند. امروزه‌میدانیم که درحقیقت شرایط محیط باعث‌تغییرصفات موجودات زنده میشوند و باین‌ترتیب تنوع موجودات زنده را ایجادمی‌نماید. مثلااقامت در ارتفاعات زیاد مقدار هموگلوبین خون پستانداران‌وانسان وهمچنین تعداد گلبولهای قرمزآنها راافزایش میدهد.

این افزایش نوعی تطابق در مقابل کاهش اکسیژن هوامحسوب میگردد. همچنین پوست‌بدن درمقابل عوامل مکانیکی از خودعکس‌ـ العمل نشان‌میدهدولایه های ضخیم شاخی برروی‌آن تشکیل‌میشوند. گیاهان درارتفاعات‌زیاد تحت تأثیراشعه‌ماورابنفش تغییرشکل‌میدهند.



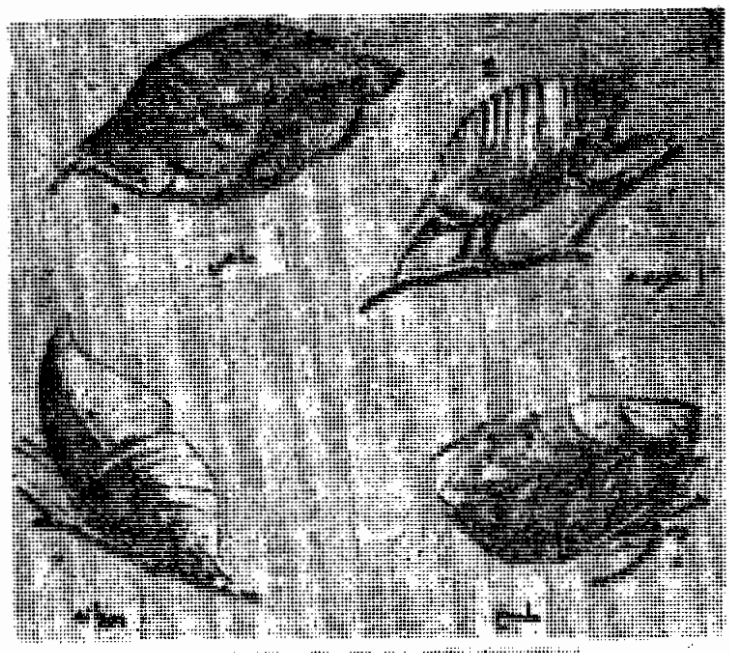
شکل ۲۲:
تغییرشکل درگیاه‌گل قاصدی‌تحت‌تاثیر شرایط‌محیط. سمت راست شکل‌گیاه در ارتفاعات و سمت چپ در جلگه ها.

ما هیچه ها رامیتوان باتمرین مداوم قویتر نمود. تمام صفات فوق الذکر جزء صفات اکتسابی‌بوده وقابل توارث‌نیستند. این‌قبیل تغییرات دراثرسازش موجودات‌زنده‌بامحیط، درمحدوده صفات‌ارثی انجام میگیرد. دراینجافقط‌شکل‌ظاهری، فنوتیپ (Phenotypus) تغییرمیکندولی‌صفات‌ارثی،

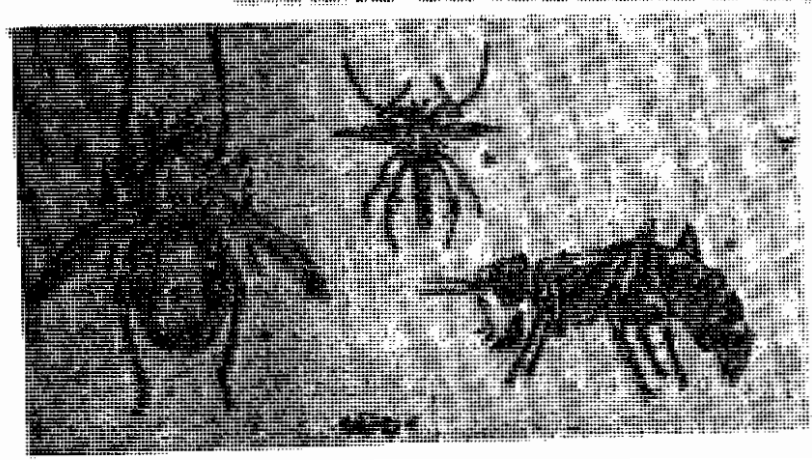
ژنوتیپ (Genotypus) بدون تغییر باقی میماند.

پسریک هیزم‌شکن بادستهای پینه بسته بدنیا نمیاید وفرزند کسیکه دراثرآفتابزدگی پوستی تیره‌رنگ داشته‌باشد باپوستی تیره بدنیانمیاید وغیره .چون تکامل درنسل های پی‌درپی ایجادمیگرددواجباراًباصفات ارثی انجام میگیرد بهمین دلیل تئوری لامارک که صفات اکتسابی راعامل تکامل میداند مردود میگردد .

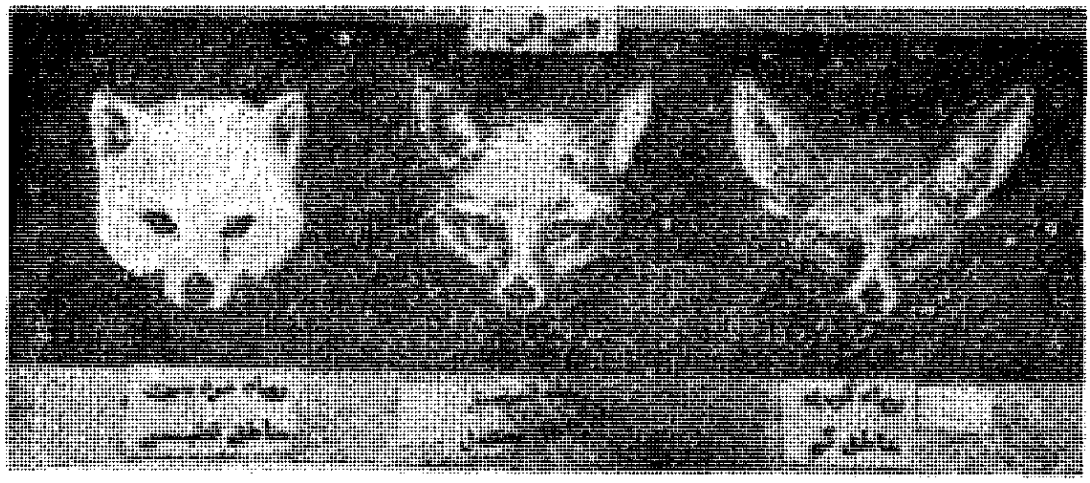
تنوع صفات درموجودات زنده‌منجربه تطابق یاسازش بیشترآنها بامحیط میگردد، که‌لازمه آن وجودصفات ارثی‌متنوع است‌تااز بین آنهابهترینشان بعنوان نسل برترانتخاب‌شده‌وتطابقی راکه‌ما امروزدر تکامل مشاهده میکنیم بوجودآید.



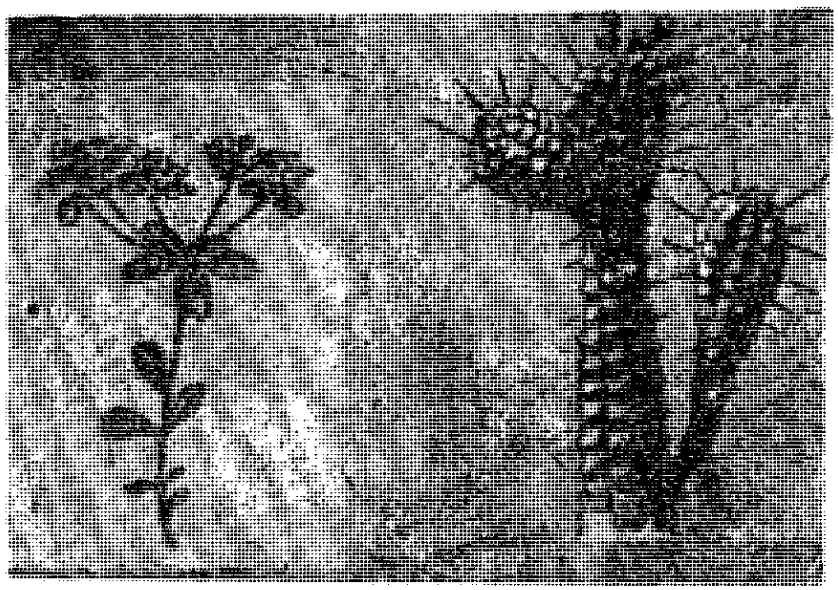
۳ ۲-الف



۳ ۲-ب



۲۳-ج



۲۳-د

شکل ۲۳:

موجودات زنده با شرایط مخصوص محیط زیست خود سازش نموده‌اند . دراینجا تاثیرعوامل حیاتی محیط مثلادشمنان، وعوامل غیرحیاتی محیط مانندحرارت، بادوآب وهوانشان داده‌شده‌است.

الف استتار : بسیاری ازجانوران دارای پوشش استتاری بوده بدین وسیله ازچشم دشمنان مخفی میمانند .دراین شکل نمونه‌های مختلفی ازگروههای جانوری باچنین پوششی نشان داده

شده‌اند ، که همانند یک برگ بنظر میرسند. a = یک ماهی از آمازون (Monocirrhus)
b = یک خزنده (Chameleon) ، c = یک پروانه (Callima) و b = یک ملخ (Cycloptera)

ب —ازبین رفتن بالها درحشرات: درجزایری‌مانند کرگولن، ازبین رفتن بالهادرحشرات استثنا زی محسوب میشود ، زیرا دراین قبیل جزایرهمیشه این خطر وجود دارد که حشرات درحال پرواز بوسیله بادبه دریاریخته شوند. a = یک حشره بابالهای کاهش یافته ، b = یک پروانه و c = حشره‌ای که‌فاقد بال میباشد .

ج —قانون آلن: دربعضی ازجانوران مثلا پستانداران اندامهای خارجی مانندلاله گوش ودم وغیره باعث ازدست دادن مقدار زیادی ازحرارت بدن درنقاطسردسیر میشوند بهمین دلیل مثلا درپستانهای نزدیک بهم(سگ سانان) آنهائی که‌درنقاط سرد زندگی میکنند دارای گوشهای خیلی کوتاه هستند وبعکس‌آنهائی که‌درگرمسیر زندگی میکنند دارای گوشهای طویل تری هستند.

د —سازش باگرما: گیاهان نیز غالباً باشرایط حاکم برمحیط سازش پیدا کرده‌اند .مثلا در بین فرفیون ها Euphorbia helioscopia که‌درمناطق معتدل میروید ،درشکل بالا نشان داده شده وفرم معمولی این گروه رانشان میدهد .در مناطق خشک انواع این گیاه شباهت به کاکتوس هاپیدا کرده ودارای ساقه‌های آبدار وبرگهای خارمانند میباشد .یک نمونه ازآنها Euphorbia nammillaris که درشکل سمت راست نشان داده شده درآفریقا میروید .

۲-۳ داروینیسم (Darwinismus)

پنجاه سال بعدازلامارک چارلز داروین مجدداً مسئله ایجاد تطابق وتکامل رامورد مطالعه قرارداد .جواب اوباین مسئله، بدون در نظر گرفتن جغرافیای حیاتی والاس (Wallace) ، تئوری انتخاب طبیعی بود که مستقلا آنرا تدوین نموده و ازدوجنبه مورد بررسی قرارداد .

۱- افراد متعلق بیک گونه ازجانوران یاگیاهان شباهت کامل بیکدیگر ندارندبلکه دارای تنوع زیادی بوده‌وتنهاصفات ارثی آنها درتکامل آنهاموثر هستند .

۲- توالد وتناسل درموجودات زنده معمولا بیشتر از مرگ ومیر

آنها است . موجودات دوجنسی (نروماده) درطول حیات خودبطور طبیعی بیش ازدوفرد بوجود میآورند که جانشین والدین خودمیشوند. بنابراین از آنجائیکه تعداد افرادیک گونه درنسل های پی درپی تقریباً ثابت میماند، پس میبایست تعداد زیادی ازافراد بطرق مختلف ازبین بروند. طبق این نظریه مسئله تنازع بقاء است که منجر به تکامل موجودات زنده میگردد (Struggle for life) . در این مبارزهٔ حیاتی افرادی پیروزشده و باقی میمانند، که دارای صفات برتری باشند وبدین صورت انتخاب طبیعی انجام میگیرد. درنتیجه صفات بارزی که برای بقاء نسل الزامی هستند ازنسلی به نسل دیگر منتقل گردیده وباقی میماند . این فعل وانفعال است که درطول نسل های متمادی منجربه ایجاد صفات لازم جهت تطابق باشرایط محیط میشود.

داروین برای اثبات نظریه خودگیاهان وجانوران اهلی را، که از انواع وحشی بخاطر دارابودن صفات ممتازشان پرورش داده شده بودند مورد مطالعه قرارداد. دربسیاری ازموارد میتوان تغییرات صفات مختلف رادرضمن اهلی شدن قدم به قدم دنبال نمود وبدینوسیله انسان توانسته است درنتیجه انتخاب مصنوعی ازنمونه های وحشی اولیه مانند کبوتروحشی وگرگ، نمونه های متنوعی از کبوتران یا سگهای اهلی پرورش دهد.

تئوری انتخاب طبیعی داروین به دوعامل جداگانه بستگی دارد. یکی تنوع بی نظم ترتیب صفات ارثی در موجودات زنده ، ودیگری انتخاب طبیعی، که ازبین تمام افراد یک گونه باصفات متنوع وبدون

نظم وتربیت‌خود،آنهائی که دارای صفات ارثی مناسبتری هستند و بهمین دلیل شانس بقاء بیشتری دارند میتوانند باقی‌مانده ونسلهای بعدی راتشکیل دهند. صحت‌اصول تئوری انتخادب طبیعی داروین باثبات رسیده وحتی امروزه انتخاب طبیعی‌رایکی ازمهمترین عوامل تکاملی‌بحساب میآورند. باتوسعه علم وراثت، که در زمان داروین هنوزاثری ازآن نبوده تئوری داروین اهمیت بیشتری پیدا کرده‌است که درجای دیگرمفصلا دربارهٔ آن بحث خواهد شد .

فصل سوم

تکامل وراثتی

تکامل عبارت از فعل و انفعالاتی است که باعث میشود درطی نسل های متمادی افراد یک گونه صفات جدیدی کسب کنند که در والدینشان وجود نداشته است. این پدیده درنتیجه همکاری عوامل متعددی بوجود میآید که مهمترین آنها عبارتنداز:

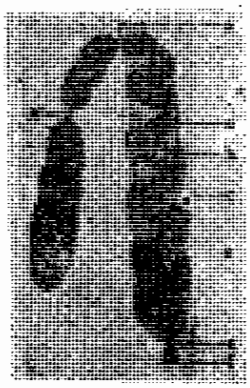
قابلیت موتاسیون وانتخاب طبیعی نسل برتر.

۳-۱ قابلیت موتاسیون :

درتکامل تنها صفات موروثی مؤثراند زیرا بافعل وانفعالاتی- تؤام اند که درنسل های متمادی تکرار میگردند. بنابراین شرط بوجود آمدن تکامل وجود صفات ارثی متفاوت دربین افراد یک جمعیت است. مقصود ازجمیعت تعداد کثیری ازافراد متعلق بیک گونه میباشد که در زمان واحد درمحیط خاصی زندگی میکنند ومیتوانند بایکدیگرآمیزش داشته وتولید مثل نمایند. صفات اصلی موجودات زنده درژنهای موجود برروی کروموزمهای آنهاقراردارند.

درنتیجه موتاسیونها برای یک ژن بخصوص یک ژن الیل بوجود میآید (ژن تغییریافته). چون یک ژن بطرق مختلف میتواند موتاسیون حاصل نماید بنابراین ممکن است برای یک ژن تعداد زیادی ژنهای الیل وجود داشته باشد **Multiple allele**، چنانکه برای بعضی از ژنها تا

۵۰ عدد ژن الیل شناخته شده است.



شکل ۲٤:
یک کروموزوم ، a = کروموتم؛ که درحال تقسیم به دو کروماتیداست، b = کروومرها ، c = ماتریکس، d = سانترومر، e = فرورفتگی ثانوی، f = ساتلیت .

ازآنجائیکه اکثرموجودات دوجنسی دارای دودسته کروموزوم هستند (n ۲ = دیپلوئید) بنابراین هرفرد حداکثرمیتوانند ۲ الیل از یک ژن را داشته باشد (باستثنای پلی‌پلوئیدی). هریک ازافراد دارای تعداد کثیری ژن است که مجموعهٔ آنها ژنوتیپ آنراتشکیل میدهند. بطور تقریب درافراد گونه های مختلف بیش ازیکصد هزارتا یک میلیون ژن وجوددارد. باآنکه میزان موتاسیونهائی که خود بخود درافراد بوجود میآیند نادراست (10^{-4} - 10^{-6} برای هرژن در هرنسل) ، مع‌الوصف چون تعدادآنها زیاد است امکان بوجودآمدن موتاسیون درهرفرد زیاد میشود.

بعنوان مثال درمگس سرکه (Drosophila) درهرنسل در ۲-۳ درصد ازافراد ، نوعی موتاسیون بوجود میآید. درانسان بطورتقریب درهر نسل در ۱ الی ٤۰ درصدازگامتهای افراد یک ژن تغییر یافته بوجود میآید وبوسیله آزمایشات مختلف توانسته اند میزان درصد موتاسیونها راتاحدود زیادی بالا ببرند. چون دراثرموتاسیونهای متعددتنوع درافرادیک جمعیت زیاد میشود بنابراین میتوان نمونه هائی راکه ازبقیه ممتاز هستند جدا نموده وآنهارا پرورش داد. برای افزایش درصد موتاسیونها روشهای مختلفی بکارمیبرند که مهمترین

آنها عبارتنداز:

۱ ـ بوسیله افزایش حرارت ، بطوریکه باافزایش ۱۰ درجه سانتیگراد میزان موتاسیون ها ۵-۲ برابربیشترمیشود .

۲ ـ بوسیله اشعه رونتگن، اشعه نوترون واشعه ماوراء بنفش .

۳ ـ بوسیله مواد شیمیائی موتاسیون‌زا (Mutagen) مانند فرمالین اسید نیتریک و کول کیسین (Colchicin) . کول کیسین ماده‌ایست سمی، که ازنوعی گیاه (پیازسگ) بدست میآید و درحین تقسیم سلول مانع ازتشکیل دوکهاگشته وباعث پلی‌پلوئیدی میشود.

موتاسیونهائی که بابکاربردن هریک ازروشهای فوق‌الذکر بوجود میآیند باموتاسیون هائی که بطور خودبخود درطبیعت بوجود میآیند معمولا دارای تاثیر مشابهی بوده و بنابراین بموازات یکدیگر پیش میروند. درمورد موتاسیونهای طبیعی دونوع ژن‌میتوان تشخیص داد. یکی ژنهای غیرمقاوم (Unstable)، که تعداد موتاسیون در آنها نسبتاً زیاد است و دیگری ژنهای مقاوم (Stable)، که ندرتاً تغییرپذیرمیباشند. درنتیجه یک موتاسیون ممکن است یک ژن الیل مجدداً بشکل اولیه خود بازگشت نماید، که دراین صورت‌آنرا موتاسیون برگشتی مینامند.

مجموعهٔ موتاسیونهائی که‌را دریک جمعیت بوجود میآید فشار موتاسیونی مینامند، که باعث تغییرات ژنتیکی میشود ودرمقابل آن فشار انتخاب طبیعی قرارمیگیرد، که باعث ازبین رفتن موتاسیونهای نامناسب میگردد. بیشترموتاسیونهائی که درافرادیک جمعیت‌ایجاد میشود اثرات نامساعد دارند. این پدیده دال‌براین واقعیت‌است که موجودات زنده امروزی طی دوران تکامل طولانی خود ژنهای مناسب را درژنوتیپ خودنگاهداری مینمایند .

اکثریت موتاسیونهای جدید اختلالاتی درمجموعهٔ ژنهای یک فرد که بایکدیگر هم‌آهنگی خاصی پیدا نموده‌اندبوجود میآورند. گرچه اغلب‌موتاسیونهای جدید دارای‌اثرات منفی‌میباشندمع الوصف درمجموع امتیازی برای یک گونه محسوب میگردند، زیراقابلیت موتاسیون امکان تغییررا دریک‌گونه بوجود میآورد، تاتوسط آن بتواند درمقابل شرایط مختلف محیط زیست قابلیت تطابق داشته باشد وبدین جهت پائین بودن میزان نسبی موتاسیونهای طبیعی‌خود درنتیجه انتخاب طبیعی است(بطوریکه قبلا اشاره شد اکثریت موتاسیونها نامناسب بوده ودراثرانتخاب طبیعی ازبین میروند وفقط آنهائی باقی‌میمانند که توانسته‌اند بامحیط سازش نمایند).

دراینجا باید باین موضوع توجه داشته باشیم که ژنهائی‌وجود دارند، که درقابلیت موتاسیون ژنهای دیگر مؤثرواقع میشوند وآنرا تاحدودی حتی‌گاهی‌اوقات‌تا. برابرافزایش‌میدهند (Mutator genes) ژنهای تغییریافته جدید غالباً بصورت مغلوب اند(Recessive) یعنی دراثرترکیب باژنهای تغییرنیافته موجود درسلولهای هتروزیگوت بصورت پوشیده باقی‌مانده ودرفنوتیپ موجود زنده ظاهرنمیشوند. بعکس درجمعیت‌ها ژنهای تغییریافته قدیمی وجود دارند، که بعد وفوردرافراد جمعیت دیده میشوندوبصورت غالب (Dominant) میباشند. درطی طول تکامل ممکن است ژنهای مغلوب تدریجاً به ژنهای غالب تبدیل گردند. بطوریکه ژنهائی شناخته شده‌اند، که باعث‌تبدیل ژنهای‌مغلوب‌به ژنهای‌غالب‌میگردند(Modificator genes)

درنتیجه بوجودآمدن موتاسیونها تعداد الیل‌ها دریک جمعیت افزایش مییابد. چون هرصفت بخصوص دریک موجود زنده قاعدتاً تحت تأثیرچند ژن بوجود میآید (Polygeny) بهمین دلیل یک

ژن میتواند برروی چند صفت مؤثرواقع شود(= Polypheny)
بنابراین ژنهای مختلف موجوددریک فردبطرزخاصی بایکدیگر ارتباط دارند (تأثیرمتقابل) وازمجموعه تأثیرات آنها اپی ژنوتیپ (Epigenotypus) هرفرد بوجود میآید.

مثالهائی برای پولی ژنی:

رنگ چشم در مگس سرکه تقریباً تحت تاثیر ۳۰ ژن مختلف قرار میگیرد . در ذرت بیش از ۲۰ ژن در ایجاد کلروفیل شرکت دارند ودرتشکیل تاژك تک سلولی های تاژك دار (Chelamidomonas) بیش از ۱۰ ژن مؤثرشناخته شده است.

پلی فنی ژنها باین ترتیب شناخته میشود، که مثلا درمگس سرکه تنها یک موتاسیون باعث تغییرات درصفات ذیل میگردد :

بالهای غیرطبیعی، کاهش، بند سوم سینه که هالترهابرروی آن قراردارند، مورب قرارگرفتن بعضی ازموهای بدن که درحالت طبیعی بصورت عمودی میباشند کاهش، تعداد تخم ها درهرمرتبه تخم ــ گذاری ، کوتاه شدن حد متوسط عمرو کاهش قدرت رقابت لاروها در کشت هائیکه تعدادشان زیاد باشد. برای روشن شدن بیشتر مسئله تکامل باید یادآورشد که موتاسیونها پدیده های تصادفی میباشندو این امربدان جهت است، که نمیتوان پیش بینی نمود کدام ژن ودر چه جهتی موتاسیون انجام میدهد. یعنی هیچ رابطه ای بین شرایط خاصی ازمحیط وصفاتی که توسط یک ژن تغییریافته بوجودمیآید وجودندارد .

بنابر این موتاسیونها بعنوان جواب یا سازش بخصوصی در مقابل یک پدیدهٔ خاص طبیعت نیستند. موتاسیونهائی که درنتیجه افزایش درجه حرارت بوجود میآیند منجربه پیدایش افرادی، که در مقابل حرارت مقاومت بیشترداشته باشند نمیگرددبلکه باعث تغییراتی

میشود ، که قابل پیش بینی نیستند. موتاسیونهائیکه در نتیجه اشعه ماوراء بنفش تولید میشوند نیزبهمان ترتیبی‌است که‌در مورد حرارت ذکرگردید. بطورخلاصه میتوان گفت، که‌تنوع صفات ارثی دریک جمعیت بدون داشتن جهت خاصی‌افزایش مییابدوچون تکامل باتنوع صفات ارثی افراد یک جمعیت انجام میگیرد، لذا بدان بستگی داشته وموتاسیونها عامل مهمی برای تکامل محسوب میشوند ولی‌قابلیت موتاسیون تنها عامل‌ایجادکننده تنوع درصفات افراد یک جمعیت نبوده بلکه‌ترکیب جدید ژنها نیز که‌درتولیدمثل جنسی دیده میشودنقش‌مهمی درایجاد تنوع صفات درافرادیک جمعیت دارد .

۳-۲ ترکیب جدید ژنها وتولید مثل دوجنسی :

باتوجه به‌این حقیقت ، کهٔه‌یک ژن میتواند تعداد زیادی‌الیل داشته باشد واکثرموجوداتی که ازطریق جنسی تولید مثل میکنند دیپلوئید هستند ودرنتیجه دردودسته کروموزم‌های خود معمولادو عدد ازالیل‌های یک ژن را دارامیباشد بنابراین هرفرد تنها قسمت ناچیزی ازالیل‌های موجود دریک جمعیت‌رامیتواند داشته باشد.

دراعمال تولید مثل جنسی ژنهای موجود دریک جمعیت‌مکررا به طرز جدیدی بایکدیگرترکیب میشوند بطوریکه دائماً افراد مختلفی با ژنوتیپ های متفاوت بوجود میآید، که‌باعث تنوع صفات ارثی یک جمعیت میگردد. مجموعهٔ ژنها والیل‌های یک جمعیت را ژن پول (genpool) مینامند که‌هرفرد میتواند جزء ناچیزی از آنها را دارا باشد. این واقعیت باعث میگردد که افراد یک جمعیت در تولید مثل جنسی ژنها رابا یکدیگر مخلوط نمایند.

بطوری که‌افراد یک جمعیت دارای صفات مخصوص گونه‌ای خود

بوده و از طرف دیگر دائماً ترکیبات ژنی جدیدی در ژنوتیپ آنها ایجاد میشود . دو پدیده مهم فوق‌الذکر که در تولید مثل جنسی دیده میشود برای موجودات دوجنسی امتیاز بارزی محسوب شده و بهمین خاطر است ، که بیشتر جانوران و گیاهان ازطریق دوجنسی تولید مثل مینمایند ونسبتاً تعداد معدودی از آنها که شامل گروههای مجزا و کوچکی میشوند، مانند بعضی گردان تنان Rotatoria ، عده‌ای از آمیب ها و تاژك داران فاقد این امتیاز بوده وتنها ازطریق غیرجنسی تولید مثل میکنند. همچنین بعضی ازجانوران ازطریق باکره زائی (Parthenogenesis) ازدیاد حاصل مینمایند وبهمین دلیل شانس ترکیب جدید ژنها در آنها وجود ندارد.

نحوه ترکیب ژنها درتولید مثل دوجنسی نیزعملی است تصادفی، زیرا درحین تشکیل گامتهای ماده برحسب تصادف تعدادی از ژنها درگویچه های قطبی وارد شده وازبین میروندوتعدادی از آنها درتخمک باقی‌مانده وبه نسل بعد منتقل میگردند. ازآن گذشته درحین تشکیل گامتهای نرتعداد کثیری اسپرم بوجود میآیند که ازلحاظ ترکیب‌ـ ژنها معمولا بایکدیگرمتفاوت‌اند وباز برحسب تصادف یکی ازآنها با تخمک ترکیب شده وبقیه ازبین میروند.

دراینجا باید توجه داشت که افراد مختلف یک جمعیت دارای مخلوطی ازژنهای متفاوت بوده و بنابر این هتروزیگوت (ناخالص) میباشند . تعداد گامتهائی که ازلحاظ ژنتیکی بایکدیگرمتفاوت‌بوده ودرحین تقسیم میوز (Meiosis) ازیک فرد دیپلوئید میتوانند بوجود آیند به تعداد ژنهای هتروزیگوت (n) بستگی داشته وبرابراند با 2^n. درهتروزیگوت‌ها بازاء یک جفت‌الیل 2^1 نوع یعنی دونوع گامت بوجود میآید درهتروزیگوتهائی با ۲ جفت‌الیل 2^2 یعنی ٤ نوع

گامت تشکیل میگردد. درصورتیکه ۲۰ جفت الیل وجود داشته باشد (که تعدادی است کمترازحدمتوسط) نتیجه میگیریم که درچنین فردی ۱۰۴۸۵۷۶ نوع گامت مختلف میتواندبوجود آید.

بنابراین مردی که دارای ۳۰ عدد ژن هترو زیگوت است در هرمقاربت درحدود ۲۰۰۰۰۰۰۰ اسپرم خارج میکند که باحتمال قوی تعداد زیادی ازآنها بایکدیگرازلحاظ ژنی متفاوت‌اند وباحتمال خیلی کم تعداد معدودی اسپرم که ازلحاظ ژنی برابراند برای ترکیب با تخمک رها میگردند. این واقعیت نشان میدهد که چه امکانات متعددی برای ترکیب ژنها دریک جمعیت وجوداردوباین ترتیب مشاهده میگردد که درتولید مثل دوجنسی امکانات زیادی برای انتخاب طبیعی ازبین افرادی که‌دارای ژنوتیپ مختلف هستند وجوددارد. بنابرآنچه فوقاً ذکرشد ازامکانات متعددی که برای ترکیب ژنهای‌مختلف وجوددارد چنین برمیآید که تمام‌ژنوتیپهای ممکنه دریک جمعیت بوجود نمیآید.

۳-۳ تکامل ژنتیکی جمعیت ها (genetics of population) :

مجموعهٔ ژنهای موجود دریک جمعیت ژن‌پول آن جمعیت را بوجود میآورد که مبنای کلیه ترکیبات ژنتیکی ممکنه در آنها میباشد. بهمین دلیل میتوان گفت جمعیت‌ها واحد تکامل میباشندنه افراد، که تا حدودی میتوانند درامرتکامل مؤثرواقع شوند. کثرت دفعاتی راکه یک الیل بخصوص دریک جمعیت دیده میشود فرکانس ژنی مینامند. همراه باژنهائی که بتازگی بوجود آمده و ندرتاً دیده میشوند(دارای فرکانس کم‌هستند) ژنهائی وجوددارد که قدیمی بوده و فرکانس زیادتری دارند یعنی دراکثر یاتمام

افراد جمعیت دیده میشود.

تغییرفرکانس ژنی درطول زمان وطی نسل های متمادی‌منجر به تکامل میگردد. باتغییرفرکانس‌های ژنی خواص موجودات زنده دریک جمعیت نیزبتدریج تغییرمینماید. این‌قبیل‌فعل وانفعالاتی را که درتکامل ژنتیکی‌یک جمعیت وجوددارد ذیلا مورد مطالعه‌قرار میدهیم .

۳-٤ قانون هاردی ـ وین برگ (Hardy - Weinberg) :

مبنای اصلی تحقیقات ژنتیکی یک جمعیت ومحاسبات مربوط بدان بر پایه یک جمعیت ایده‌آل قراردارد که میبایست دارای مشخصات ذیل باشد :

۱ ـ هیچگونه موتاسیون جدیدی درآن بوجود نیاید.

۲ ـ جمعیت میبایست آنقدربزرگ باشد که مسئله احتمالات در آن بدون تأثیرباشد.

۳ـ احتمال جفت‌گیری درتمام افراد نروماده بیک‌اندازه‌باشد(Ponmixy) وتعداد افراد نروماده تولید شده نیزبیک اندازه باشد.

٤ ـ هرژن وهرنوع ترکیب جدیدژنی میبایست درافرادمختلف صفات مشابهی بوجودآورد یعنی انتخاب طبیعی انجام نگیرد .

وضعیت ژنتیکی یک جمعیت ایده‌آل که ژنهای آنها طبق قوانین مندل تقسیم وپراکنده میگردد درقانون هاردی وین‌برگ که بنام کاشفین‌آن نامیده شده است نیزصدق مینماید. طبق‌این‌قانون فرکانس‌های ژنی موجود دریک جمعیت ایده‌آل ، درنسل های متمادی نسبت بیکدیگر ثابت باقی میمانند .

بنابراین‌میتوانیم ازآمارژنتیکی جمعیت ایده‌آل ویاازپراکندگی تعادلی ژنوتیپ در جمعیت بحث نمائیم . اگر تنها یک جفت الیل داشته باشیم که‌ژن غالب‌آن A وژن مغلوب a فرض شود میبایست

A+a = صددرصد باشد که باعدد یک نشان داده میشود اگر a و A بیک نسبت وجود داشته باشد یعنی ازهر کدام ۵۰ درصدموجود باشدمیتوانیم آنرابا ۰/۵ نشان دهیم. هرگاه فرکانس ژنی A رابا P وفرکانس ژنی a رابا qu نمایش دهیم بنابراین: ۱=(۰/۵=)qu+(۰/۵=) P

درصورتیکه الیل ها رابایکدیگر ترکیب کنیم (درتولیدمثل دو جنسی) چنین نتیجه میگیریم که:

$$(P + qu) \times (P + qu) = (P + qu)^2 = P^2 + qu^2 + 2Pqu.$$

چنانچه کثرت دفعات رادرشروع آزمایش محاسبه کنیم نتیجه میگیریم، که ۱=۰/۵۰+۰/۵۰=۰/۵^۲+۲×۰/۲۵+۰/۵^۲ یعنی فرکانس A بافرکانس a برابر (۵۰٪ ۰/۵) باقی‌مانده است. این وضعیت در مورد هرجفت‌الیل دیگر نیز مسلماً صدق میکند، مثلاًاگر ۶۰٪= A و ۴۰٪= a باشد ۰/۶= P و ۰/۴= qu است

هرقدر کثرت تعداد یک‌ژن دریک‌جمعیت بیشترباشد (هرچه‌فرکانس زیادتر باشد) بهمان نسبت درصدآن ژن بصورت هتروزیگوت A a کمتراست. درحالیکه بعکس ژنهائیکه‌ندرتاً دیده‌میشوند (بافرکانس کم) باحتمال زیاد بیشتربصورت هتروزیگوت درمیآیند. طبق قانون هاردی ـ وین‌برگ بطوریکه ملاحظه گردید نسبت فرکانس ژنی در طی نسل‌های متمادی ثابت میماند یعنی تکاملی انجام نمیگیرد.

اما عملا درطبیعت شرایط لازم برای یک جمعیت ایده‌آل وجود ندارد. هراختلالی که دراین شرایط بوجود آید باعث بهم خوردن تعادل ژنتیکی شده و تمام شرایطی را که باعث اختلالات ژنتیکی میگردند میتوانیم عوامل تکامل بدانیم که در فصل بعد مورد

مطالعه قرار میگیرند.

۳-۵ عوامل تکامل :

برای مطالعه این عوامل آنچه راکه درمورد یک‌جمعیت ایده‌آل فوقاً ذکرگردید اکنون مورد توجه قرار میدهیم. درآنجا تأکید شد که این شرایط دریک جمعیت طبیعی عملاوجود ندارد، زیرا :

۱ ـ موتاسیونها بوجود میآیند وعوامل اولیه لازم برای ایجاد تکامل را بوجود میآورند وباین ترتیب بعنوان اساس عوامل تکاملی محسوب میگردند .

۲ ـ جمعیت ها نامحدود نیستند و بهمین دلیل عامل تصادف بعنوان یک عامل تکاملی اهمیت دارد. ازطرفی باین دلیل که برحسب اتفاق (بدون توجه به مناسب بودن یا نبودن آن) افراد خاصی مثلا دراثربلیات جوی ازبین میروند (=ازبین رفتن افرادی که درمقابل انتخاب طبیعی قرارمیگیرند) وچنانچه این قبیل افراد حامل الیل های نادرباشند باین ترتیب ازژن پول خارج میشوند. به‌مسئله تصادف‌در مورد ترکیب ژنها درحین تشکیل گامتها وزیگوت قبلا اشاره‌ای شده‌است وبرای اینکه موضوع روشن‌ترگردد یک مثال میآوریم. اگر یک فرد هتروزیگوت Aa رامبناقراردهیم که درآن‌ژن‌جدیدی (الیل) راکه در اثرموتاسیون بوجود آمده است نشان میدهد فرد جفت آن هوموزیگوت (بدون ژن a) یعنی AA میباشد. ازترکیب Aa با AA طبق قانون مندل افرادی‌بوجودمیآیند که . ۵ درصدAAو. ۵ درصدAa (AA:Aa=۱:۱) است . ولی اگرازاین جفت تنها دوفرد بوجود آید (یاتنها دوفرد زنده باقی بمانند) ، یعنی از لحاظ تعداد بتوانند جای والدین رابگیرند دراین صورت‌یکی ازافراد حاصله‌Aa ودیگری AAخواهدبود، یعنی وضعیتی کاملا مشابه باترکیبات ژنی والدین

خود دارا هستند . دره ۲ درصد ازموارد افراد دارای فرمول ژنی AA اند یعنی a ازبین رفته ودره ۲ درصد ازموارد هردو فرد دارای فرمول ژنی Aa اند یعنی فرکانس a دوبرابر شده است.

درچنین وضعیتی تنها تصادف مؤثرواقع میگردد که آیا یک الیل (a) درنسل بعد کاملا ازبین رفته یا دوبرابر شده باشد وباین ترتیب ازدیاد حاصل کند. دراین صورت درجمعیت های خیلی کوچک عامل تصادف اهمیت زیادی درتغییرفرکانس ژنی دارد واین پدیده ایست که ژن دریفت(gendrift)ویابنام کاشفین آن Sewall - Wright effect نام گذاری شده است. ازبین رفتن اتفاقی ژنها ویا افزایش تصادفی آنها دریک جمعیت قبل ازهرچیز درتشکیل جمعیت های تازه در مناطق جدید که تعداد کمتری ازافراد بوجود آورنده نسل تازه درآن یافت میشود اهمیت پیدامیکند، زیرا افراد بوجودآورنده فقط جزءناچیزی ازالیل های ژن پول جمعیت قدیمی رامیتوانند به جمعیت تازه وارد کنند، همچنین الیل های نادردراینجا بسرعت افزایش حاصل میکند

۳ ـ دریک جمعیت طبیعی هیچگاه پان میکسی(Panmixy) بطور کامل وجود ندارد، زیرا احتمال جفت گیری وتعویض ژن بین افرادی که درهمسایگی یکدیگرزندگی میکنند بیشتراست تادرافرادی که بفاصله زیادی ازیکدیگر زیست مینمایند .

بنابراین جمعیتی که دریک محیط خیلی بزرگ زندگی میکند مثلا زاغچه های یک منطقه تاحدودی بچندین جمعیت کوچکترمحلی بنام دمه(Deme) تقسیم میگردند ،چنانکه درمورد زاغچه های پارکها وباغهای مختلف دیده میشود. این گونه جمعیتهای محلی تا حدودی ازیکدیگرجدا هستند یعنی تبادل ژنی بین افراد یک جمعیت محلی بمراتب بیشتراست تابین افراد جمعیتهای محلی مختلف وایـــن

واقعیت باعث میگردد که بتدریج اختلافاتی در بین جمعیتهای محلی بوجود آید.

دراین صورت ملاحظه میگردد که درجمعیت طبیعی، پان‌میکسی محدود شده وبهمین دلیل مسئله‌جدائی‌جمعیتهای محلی عامل‌مهمی درایجاد تکامل محسوب میگردد.

۴- ممکن‌است یک ژنوتیپ‌مشخص درافراد مختلف صفات کاملا مشابهی رابوجود نیاورد. نتیجتاً ژنوتیپ‌های مناسب دارای امتیاز وناسناسب فاقد امتیاز میباشند واین پدیده‌ایست که آنراانتخاب طبیعی مینامیم. چون هرفرد ازلحاظ ژنتیکی یک واحد(Unicum) است، لذا مواد ژنی بسیاری دراختیار دارد . باین دلیل، که‌انتخاب طبیعی مهمترین عامل تکامل محسوب میشود ،لذاآنرادر فصل‌جدا گانه‌ای مورد بررسی قرار میدهیم .

۳ - ۶ انتخاب طبیعی :

بطوریکه مشاهده نمودیم موتاسیونها و ترکیب ژنها درتولید مثل دوجنسی پدیده‌هائی هستند اتفاقی ، اما نحوه تکامل نمیتواندا تفاقی باشد، زیرا دراین صورت صفات مناسب موجودات زنده وتکامل آنها برای‌سازش‌بهتر بامحیط درطول تکامل راسته‌ای قابل‌درك نمیبود. تنها عامل تکاملی که‌بوسیله موتاسیونهای اتفاقی‌وترکیب جدید ژنها ،زمینه آن فراهم شده است ودرجهت سازش بیشتربامحیط پیش میرود انتخاب طبیعی است.

در حالیکه داروین ،بنیان گزار انتخاب طبیعی « تنازع بقاء » که به باقی ماندن افراد برتر (باصفات ممتاز) وازبین رفتن‌افرادپست تر(بدون صفات ممتاز) عقیده داشت ، امروزه‌تصور بهتری از جزئیات

تاثیرانتخاب طبیعی درتکامل داریم و آنرا بیشتریک فعل و انفعال آماری میدانیم .

حتی خود داروین نیز باین مطلب اشاره نموده است که مفهوم تنازع بقأ نوعی مبارزه برای زنده ماندن است و این مبارزه بوسیله چنگال ودندان انجام نمیگیرد. دلیل آن اینست که گیاهانی که عملا نمیتوانند اینگونه مبارزات را انجام دهند نیزدارای انتخاب طبیعی میباشند. بااین حال هیچ مفهوم علمی وجودندارد که مانند مسئله تنازع بقأ تااین حد سوء تعبیرشده باشد که درمورد آن ضرب‌المثل «ضعیف پایمال» است چه درعالم جانوران وچه درجامعه‌شناسی مورد استفاده قرارگرفته است .

اما درحقیقت درانتخاب طبیعی مسئله مرگ وزندگی کمتر مطرح است تااین مسئله که یک فرد چه تأثیری در ژنهای نسل بعد میتواند داشته باشد. بنابراین آن عده ازژنوتیپ هائی که قسمت بیشتری ازژنها رابه ژن پول نسل بعدی انتقال میدهند یعنی‌ژنهای آنها دارای فرکانس بیشتری است برای انتخاب طبیعی مناسبتر از سایرژنوتیپ‌ها میباشند. تحقیقات آماری نشان میدهند که افرادی که از لحاظ ژنتیکی دارای صفات مناسبتری هستند نوزادان بیشتری بوجود میآورند یعنی شانس بقاء نوزادانی‌از آنها که میتوانند بسن بلوغ رسیده وتولید مثل نمایند بیشتر است .

بنابراین انتخاب طبیعی باعث ایجاد افراد مختلف‌باژنوتیپ‌های خاصی میشود که بطور تصادفی انجام نگرفته وبه ژنوتیپ‌های مناسب بستگی دارد وازآنها افرادمناسبی ازهمان ژنوتیپ‌ها بوجود میآیند. نقصی راکه‌یک ژنوتیپ‌معین درنتیجه انتخاب طبیعی‌بدست

میآورد اصطلاحاً ضریب مؤثر انتخاب طبیعی مینامند که آنرا با S نشان میدهند. اگریک ژنوتیپ (ژنوتیپی که یک فرد دارا میباشد) فاقد امتیاز خاصی باشد انتخاب طبیعی درآن انجام نمیگیرد دراین صورت S مساوی صفراست، اما در صورتیکه انتخاب طبیعی بطور کامل انجام گیرد، یعنی اززنوتیپ مورد نظر هیچ نوزادی بوجود نیاید دراین صورت S = ۱ است.

بنابراین ضریب مؤثرانتخاب طبیعی مقیاسی است که نشان میدهد یک ژنوتیپ (وبدین ترتیب ژنهای موجود درآن) باچه شدتی روبه کاهش میرود (نیروی انتخاب طبیعی). اکنون فرض میکنیم دوالیل A و a موجود باشند که ابتدا بیک نسبت وجود دارند بنابراین A : a = ۱ : ۱ است. حال اگردریک جمعیت (با افراد متعدد) صد عدد ژن A و فقط ۹۹ ژن a به نسل بعدی منتقل شود دراین صورت S = ۱۰۰ ــ ۹۹ : ۱ : ۱، که دراینجا S = ٪۱ خواهد بود. (ضریب مؤثرانتخاب طبیعی S همراه باالیل a کاهش یافته است). وبهمین ترتیب میتوان شانسی را که بوسیله آن یک ژنوتیپ درنسل بعدی میتواند موثرباشد بعنوان ارزش سازندگی آن W فرض کنیم. درصورتیکه انتخاب طبیعی درآن انجام نگیرد (بهترین ژنوتیپ ما بین بقیه خواهد بود) دراینصورت S = ۰ و W = ۱ است. بسته به میزان انتخاب طبیعی ارزش سازندگی آن مطابق فرمول W = ۱ ــ S کاهش مییابد. اگردرمثال مذکور درفوق S = ٪۱ باشد دراین صورت W = ۹۹/۰ است وبدین ترتیب مشاهده میگردد که درمثال فوق الذکرفرکانس ژنی A درطول تکامل افزایش وفرکانس ژنی a کاهش یافته است یعنی تکاملی بوجود میآید که درجهت انتخاب طبیعی پیش میرود.

بدین گونه میتوان صحبت ازمثبت یا منفی بودن انتخاب طبیعی صفات نمود.

اکنون میتوان دریافت ، که این مسئله مطرح نیست که کدام قویتراست، بلکه این مسئله مطرح است که مثلا کدامیک ازافراد بهترمیتواند ازغذای موجود درمحیط استفاده کند، ویا کدامیک بهتر میتواند درمقابل سرما ویاگرما مقاومت نشان دهدویا درمقابل دشمنان فرار ویا استتار بهتری انجام دهد ویامقاومت بیشتری درمقابل امراض مختلف داشته باشدوغیره .

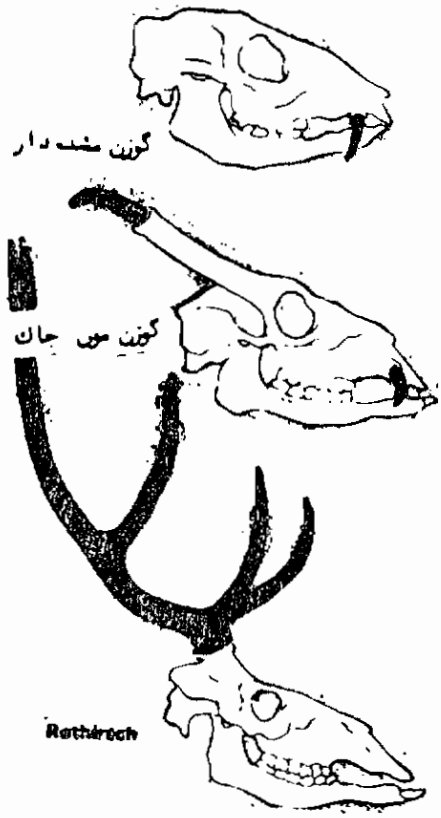
دربین افراد یک نوع نزاع واقعی تنها بر سرتشکیل قلمرو وتابخاطر بدست آوردن جفت در فصل جفت گیری میباشد، که دراکثرمهره - داران این جنگ وستیز منجر به کشت و کشتارنمیگردد . از آنجائیکه کشتن همنوعان ضعیف که اکثر آنها را جوانان تشکیل میدهند بزیان یک گونه تمام میشود بنابراین چنین نزاع هائی اغلب باتهدید باین صورت خاتمه مییابد که ضعیف تران تسلیم شده و قویترها دعوا رابنفع خود تمام میکنند و این طبق اصولی که جزء صفات مادرزادی آنها است انجام میگیرد. مثلا مارهای سمی درحین جنگ برسر قلمروخویش ازدندانهای سمی خود استفاده نمیکنند بلکه بیک نزاع کم خطر که بیشتر به کشتی گرفتن شباهت دارد میپردازند .

درندگان نیز درحین جنگ بر سرمحدوده خویش یکدیگر را بطورجدی زخمی نمیکنند، همچنین درگوزن هاشاخ ها درطول تکامل بصورت حربه‌ای برای زورآزمائی درآمده، درحالیکه درگوزن های اولیه ازدندان نیش، که نسبتاً قوی بوده درجنگ برسرمحدوده استفاده میشده است . انتخاب طبیعی همیشه دربین افراد یک گونه انجام

میگیرد (Intraspecific) ، حتی اگر عامل انتخاب کننده ازیک‌گونه دیگر مثلا از جانوران شکارچی باشد . برای روشن شدن موضوع مثال ذیل ذکر میگردد :

دوموش A و B برروی چمن زاری همراه یکدیگر بدنبال‌غذا میروند و بوسیله یک‌پرنده شکاری مورد حمله قرار میگیرند . موش A یک لحظه زودتر از موش B متوجه خطر گردیده و در پناهگاهی مخفی میشود . موش B گرفتار شده و پس از اندکی مقاومت کشته میشود .

در واقع در اینجا اگرجنگی بمعنی واقعی کلمه انجام گرفته باشد بین موش B و پرنده شکاری بوده است ، در صورتیکه جنگ برای



شکل ۲۰ :
انتخاب طبیعی و ستیزهای بین گونه‌ای :
گوزن های‌اولیه که هنوز هم وجود دارند (گوزن مشک‌دار) فاقد شاخ می باشند . دندان نیش‌فک بالا رشد نموده و بعنوان حربه در نزاع بین‌گونه‌ای بکار برده شده و میتواند باعث‌زخمی شدن طرف‌دعوا شود . درطول تکامل شاخ ساده‌ای بوجود آمده ، که در زیر خانواده Moschinae علاوه بر آن دندان نیش بلندی نیز وجود دارد . درگوزن معمولی‌شاخها تکامل یافته وشاخه شاخه شده که در نزاع بر سر قلمرو بکارمیرود . در این گوزن هادندان نیش‌بکلی کاهش یافته است .

زنده ماندن (تنازع بقاء) بین دوموش A و B انجام گرفته است ، که موش B از لحاظ انتخاب‌طبیعی بطوروضوح فاقدامتیاز بوده‌است.

بدوا تأثیراصلی انتخاب طبیعی را در تکامل بطور خلاصه ذکر مینمائیم .

انتخاب طبیعی در جهت خاصی انجام میگیرد واتفاقی‌نیست، بعکس تغییر فرکانس ژنی در جمعیت های کوچک، که بدون نقشه قبلی بوده و در ژنوتیپ های مختلف موجودات زنده‌میتواند بطور ناگهانی ظاهر و مؤثر واقع شود ، کاملا تصادفی است .

از این جهت انتخاب طبیعی‌بصورت‌اوپرتونیسم (Opportunismus) انجام میگیرد (تمایل به استفاده از موقعیت مناسب در هر زمان) و چون در افراد ژنوتیپ‌ها باترکیب پیچیده‌ای‌ازژنها ظاهرمیشوند، بنابر این میتوانند علاوه بر بعضی امتیازات بعضی معایب نیز در برداشته باشند ، لذا **غالباً منجر به** مصالحه میگردد.

بدینگونه درتکامل مهره‌داران از خزندگانی که دندانهای خود را بکرات میتوانند تعویض نمایندپستانداران‌که تنها یک مرتبه‌دندان خود را تعویض مینماید (دندان های شیری به دندانهای دائمی) بوجود آمده اند .

در حالیکه این پدیده ازلحاظ انتخاب طبیعی‌هیچگونه امتیازی برای پستانداران محسوب نمیشود، ولی با تغییر شکل دندانهاتوأم است (دندانهای پیش ، نیش و آسیا) که بوسیله آنها بهتر میتوانند از غذاهای مختلف استفاده نمایند .

در اینجا این مزیت مهمتر ازآن عیب است . باید توجه‌داشت

که تشکیل اندامهای بخصوصی تحت تأثیر انتخاب طبیعی اغلب منجربه انجام اعمال مختلفی میگردد وباین دلیل اندامهای مختلف میتوانند تحت تأثیر نیروهای مختلف انتخاب طبیعی قرار گیرند . مثلا منقار در لک‌لک ها نه تنها در بدست آوردن مواد غذائی بکار میرود ، بلکه در ساختن لانه ، تمیز کردن پرهاو همچنین تولیدصدا (با بهم زدن آنها) بکار میرود . بهمین جهت ساختمان آن به بهترین وجهی برای انجام اعمال فوق‌الذکر فرم گرفته است . این واقعیت در مورد کلیه‌صفات یک موجود زنده که میبایست اعمال مختلفی انجام دهند صدق مینماید . بالاخره انتخاب طبیعی تنها میتواند برروی صفاتی، که قبل از پایان دوران فعالیت جنسی وجود دارند مؤثر واقع گردد ، بطوریکه در تغییراتی مانند پدیدهٔ پیری که بعد از خاتمه دوران فعالیت جنسی آغاز میگردد مؤثر واقع نمیشود ، زیرا در این قبیل افراد (ژنوتیپ های خاص) تأثیرات لازم را درنسل بعدازخود بجای‌گذاشته‌اند.وضعیت خاصی‌در انتخاب طبیعی هنگامی بوجود میآید، که با بودن دوالیل **A** و **a** هتروزیگوت‌های **Aa** درمقابل هوموزیگوت‌های **AA** ویا**aa**برتری‌وافزایش داشته‌باشند.

اینگونه برتری و افزایش نیروی رشد و نمو در هتروزیگوت ها که اثرهتروزیس (Heterosis - effect) نامیده میشودنسبتاً فراوان است ومنجربه دوام تنوع ژنتیکی میگردد،چون‌این قبیل هتروزیگوت‌ها دائماً در نسل های بعدی افراد هوموزیگوت بوجود میآورند (چندشکلی متعادل). درچنین شرایطی‌هوموزیگوت‌هائی که دارای الیل های فاقد امتیاز میباشند، مثلا **a a** بافرکانس زیاد درجمعیت

باقی میمانند، درچنین وضعیتی الیل‌های هوموزیگوتی که از لحاظ انتخاب طبیعی خیلی برای فرد مضر هستند مثلا **a a** با فرکانس زیاد در جمعیت باقی میمانند . بدینگونه حتی هوموزیگوتی که دارای ژن کشنده است(**a a**) وبنابراین باعث مرگ فردمیشود ($S = ۱$) با فرکانسی برابر با ۱ ./. در جمعیت باقی میماند ، درصورتیکه ارزش سازندگی ، (**W**) در هتروزیگوتهای (**A a**) فقط یک‌درصد بالاتر از هوموزیگوت های **AA** باشد . برای اینکه بتوان ترکیبات ژنتیکی ممتاز هتروزیگوت های **Aa** را افزایش داد، در این صورت میبایست جمعیتی که بارژنتیکی را حمل مینماید کراراً ترکیبات ژنتیکی منفی (**AA** و **a a**) را متوقف نماید. با توجه به تأثیر انتخاب طبیعی دوفرم اصلی‌زیر تشخیص داده میشود :

۱ ــ انتخاب طبیعی پایدار کننده

اکثر موتاسیونهای ایجاد شده و بعضی از ترکیبات جدید ژنها مزاحمتهائی در پلی ژنی و پلی فنی ژنوم متعادل بوجود میآورد، که ازاین‌حیث انتخاب طبیعی‌منفی‌میباشد . مثلا موتاسیونهای بخصوصی طوری تعادل‌ژنی را تغییر میدهند، که هیچگونه سلولهای‌جنسی‌قادر به تولید مثل نمیتوانند بوجود آیند ، یعنی چنین افرادی با چنین موتاسیونهائی قادر به ایجاد نسل جدیدی نیستند . بعکس بعضی از موتاسیونها باعث‌از بین رفتن‌نطفه‌میگردند (موتاسیونهای کشنده).

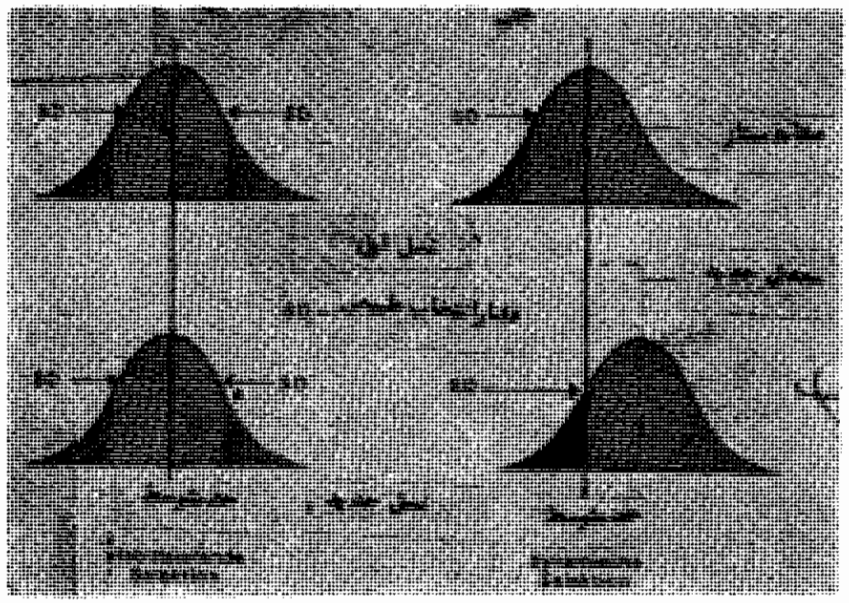
در هر دوحالت فوق‌الذکر ژنهای مربوطه به نسل‌های بعدی منتقل‌نمیشوند. بنابراین انتخاب طبیعی بطورکامل انجام‌گرفته است ولی مزاحمت‌های کوچکتر نیز درانتخاب طبیعی تأثیر منفی دارند ،

بطوریکه کمتر درجمعیت باقی‌مانده وتدریجاً ازبین میروند . انتخاب طبیعی پایدارکننده‌باعث‌تصفیه و ازبین بردن موتاسیونهای نامناسب شده وجمعیت ها را به بهترین وجه پایدار میسازد .

انجام نگرفتن انتخاب طبیعی در موارد خاصی منجر به کاهش بعضی ازصفات میشود(Degeneration)، مثلا دربسیاری ازجانوران که درمحل های تاریک زندگی میکنند چشم‌ها ورنگ بدن از بین رفته و این پدیده در چنین موقعیتی در مقابل نیروی انتخاب طبیعی قرار نمیگیرد.

۲ ـ انتخاب طبیعی محرك (انتقال دهنده) (Dynamic Selection) این نوع انتخاب طبیعی موقعی مؤثرواقع میشود، که موتاسیون‌های مناسبی درجهت انتخاب طبیعی بوجودآید، یعنی‌موتاسیونهائی که صفات موجود زنده را مناسبتر مینماید و یا چنانچه شرایط محیط‌بطرز خاصی تغییر کند که ارزش ژنتیکی الیل‌های موجود نیزتغییرنماید، انتخاب طبیعی منتقل کننده باعث تغییر ژنهای جمعیت در جهت مشخصی شده و با تغییر صفات مربوطه توأم است . جمعیتها ازنسلی به نسل‌دیگرتغییرحاصل‌میکنند، یعنی درآنها تکامل حاصل میشود. موجوداتی که سالیانه چندین نسل تولید میکنند ممکن است در فصل های مختلف شرایط انتخاب طبیعی‌راباتغییرات فصلی(مثلا حرارت و رطوبت) از نسلی به نسل دیگر تغییر دهند و درهرفصل یک‌ژنوتیپ مخصوص بردیگران ترجیح داده شود. چنین جمعیتهائی بطور وضوح در حال تکامل دائمی بوده و بهمین دلیل جمعیت‌های بهاره ، تابستانه و پائیزه انواع کفش دوزك ها(Adalia)بطور

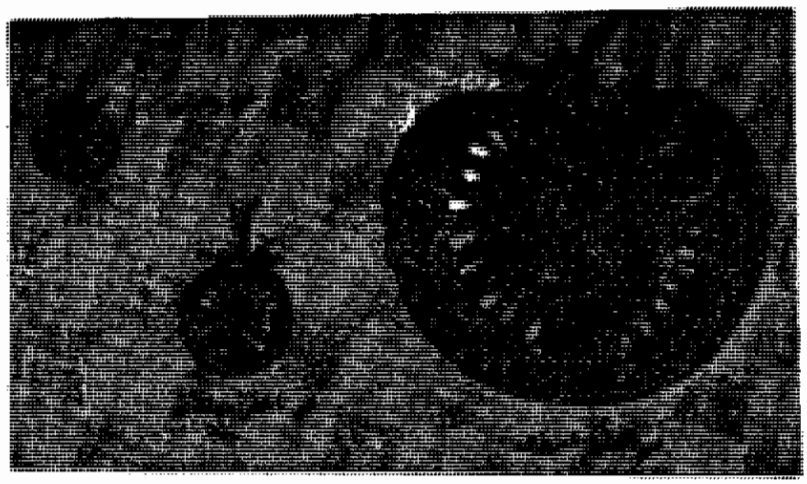
وضـــوح مختلف اند.



۲۶ — الف

شکل ۲۶ : انتخاب طبیعی —

الف — انتخاب طبیعی پایدار (سمت چپ منحنی تنوع یک صفت را نشان میدهد ، که در آن فراوانترین نوع از لحاظ انتخاب طبیعی مناسبتر بوده و در نسل بعدی تغییری در صفات ایجاد نمیشود . منحنی های سمت راست انتخاب طبیعی با نیروی محرک را نشان میدهد . در اینجا نیروی انتخاب طبیعی یک طرفی بود و نیروی انتخاب طبیعی ازیک جهت واردشده و باعث تغییر صفات در جهت صفت ممتاز میگردد .



۲۷ — الف

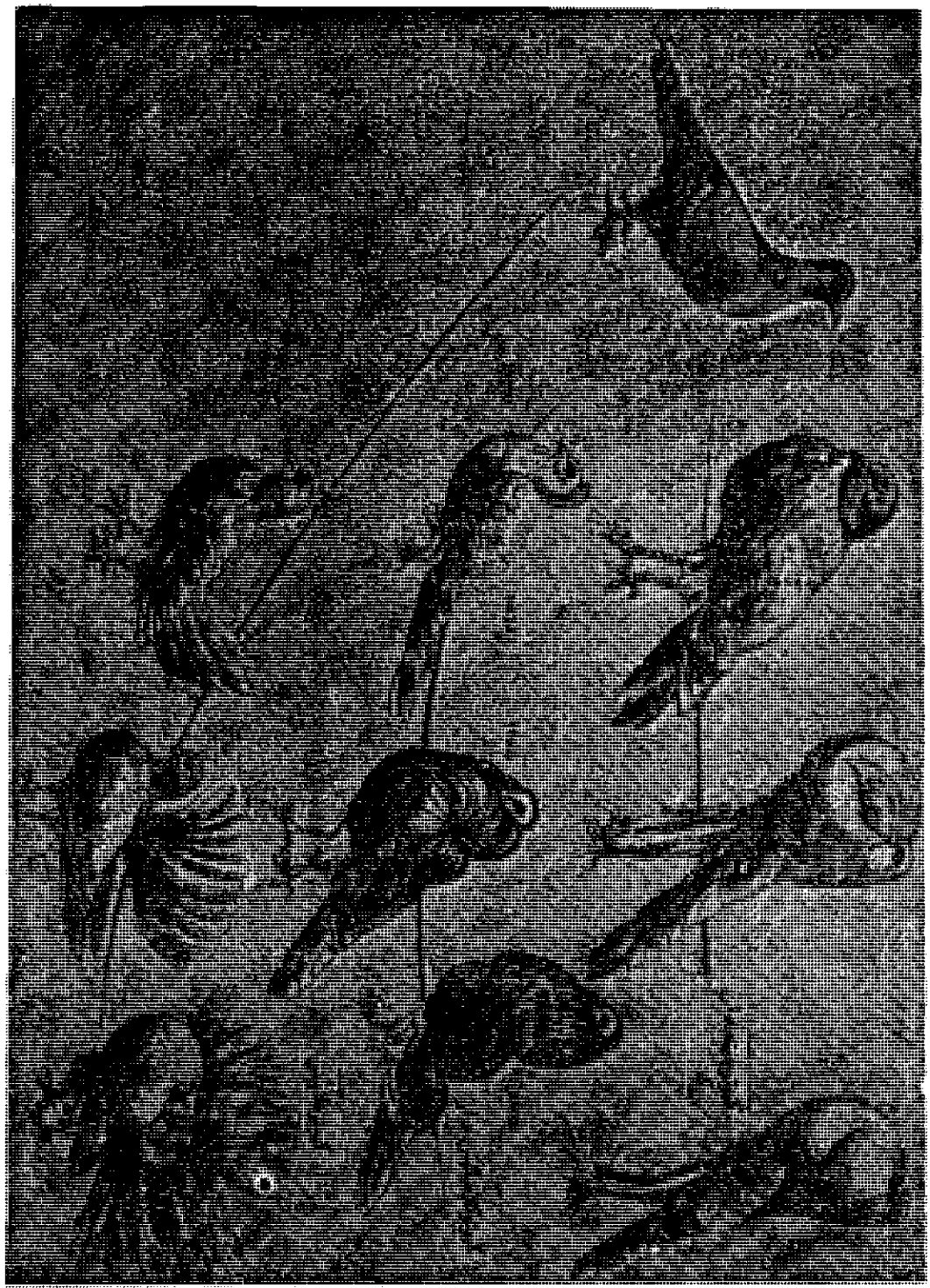
ب — ۲۷

شکل ۲۷ : انتخاب مصنوعی

الف وب ـ انتخاب مصنوعی بوسیله انسان: بادومثال ازگیاهان اهلی‌نشان داده‌می‌شود. به بزرگ شدن وگوشتی شدن گوجه فرنگی Lycopersicum وهمچنین پرورش گل‌سرخ باگلبرگها زیاد ، که ازفرم های اولیه آنهاگل محمدی بوجود آمده‌اند. توجه‌شود .

۳ ــ انتخاب جفت در تولید مثل جنسی :

انتخاب جنسی ، که داروین نیز بدان اشاره کرده است یکی از انواع انتخابهای طبیعی است . این پدیده بیشتر در جانورانی ، که قبل‌ازجفت‌گیری دلبری انجام میدهند تا دربین چندین‌جانور- نریکی از آنها بتواند دررقابت پیروز شده بایک فرد ماده جفت شود دیده میشود . چون آمادگی ماده ها برای جفت‌گیری در بسیاری از گونه ها توسط عوامل بخصوصی بوجود میاید و میزان تأثیر آن عوامل را بوسیله ماکتهای آزمایشی میتوان افزایش داد (بهتر از بهترین شرایط طبیعی) ، دراین حالت یک نیروی مؤثر انتخاب



شکل ۷۱ ـ ج

شکل ۲۸

شکل ۲۸ :

انتخاب جنسی و پرورش نوزادان ، که قاعدتا توسط ماده ها انجام می گیرد باعث بوجود آمدن پوشش مجال در نرها میشود ، همانطوریکه در مورد مرغ بهشتی میتوان آنرا مشاهده نمود . در این مرغ در فصل جفت گیری نرها با تعدادی از ماده ها در یک محل جمع میشوند و نرهائی که قشنگتر بوده و بهتر دلبری مینمایند شانس جفت گیری با تعداد بیشتری از ماده ها را داشته و باین ترتیب تاثیر بیشتری در نسل بعدی بجای میگذارد .

ج ـ نژادهای متعددی از کبوتران خانگی، که بوسیله انسان پرورش داده شده اند همه از نرم وحشی کبوتر چاهی مشتق گردیده اند. در هر مورد نمونه های حد واسطی وجود دارد، که صدها سال باقی مانده اند. مثلا در کبوتر کلاه گیس دار سالهائی که نمونه های مختلف آن بوجود آمده اند و دور طول بیش از سیصد سال بمرحله فعلی رسیده اند نمایش داده شده و میتوان نشان داد، که تغییرات آنها بوسیله موتاسیون بوده است.

ردیف های تکاملی کبوتران، که دراینجا نشان داده شده است، نیز ابتدا توسط داروین مورد مطالعه قرار گرفت و عقیده او را درمورد انتخاب طبیعی محکمتر نمود.

طبیعی آنی، بوسیله ماده ها برروی چنین رفتارها وصفات انجام میگیرد. صفات ثانویه جنسی کاملا مشخصی درنرها باعث انتخاب طبیعی مؤثر درماده ها میشود. ازبین مثالها، معروفترین آنها پوشش مجلل بدن بعضی از ماهیها وپرندگان با رنگهای متنوع و ساختمانهای اضافی در فصل جفت گیری است. این قبیل ساختمانها ورنگها برای جلب توجه جنس مخالف بکار میروند. ماده ها معمولا دارای رنگ آمیزی ساده معمولی بوده و بیشتر عهده دار پرستاری از نوزادان میباشند، مانند مرغ بهشتی (Paradisea rubra)، که سادگی رنگ ماده ها در حفاظت خود و نوزادان مؤثر است. پوشش مجلل بعضی ازنرها، ضمن جلب توجه وتحریک جنس مخالف، جهت شناسائی نوع نیز بکار میرود، که در فصل مربوط به جدائی جنسی مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

فصل چهارم

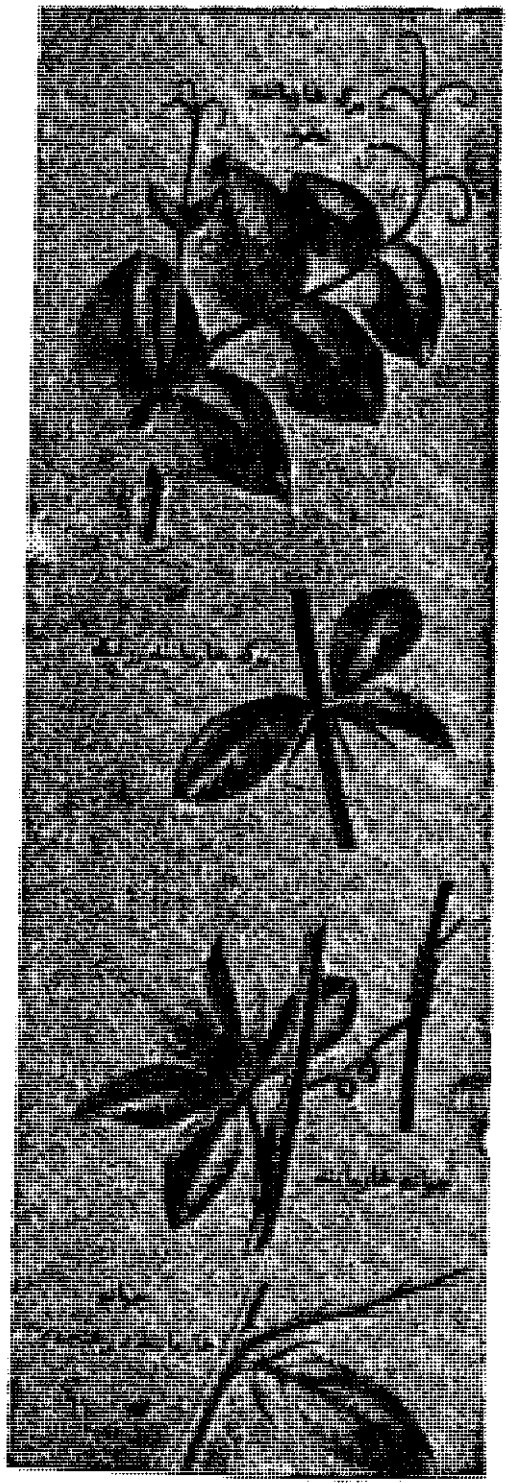
مثالهائی در مورد تاثیر انتخاب طبیعی

٤ـ١ تطابق در جهت معین :

اندامهای مختلف موجودات زنده که دراثرانتخاب طبیعی بوجود آمده اند ، هریک برای انجام وظیفه خاصی تطابق پیدا کرده‌اند . در گیاهان و گروههای مختلف جانوران اندامهای مختلف میتوانند اعمال مشابه و یا کاملا برابری را انجام دهند. این اندامها تحت تأثیر فشارانتخاب طبیعی مشابه قرارگرفته وجهت‌تطابق با انجام کار مشخص ساختمان برابری نیز دارا میشوند . چنین شباهتهائی در تطابق نتیجه کارمشابه میباشد(Analogy).

درحالیکه‌اندامهای هومولوگ باوجودداشتن منشأ رویانی‌برابر، ممکن است در اثر تطابق با اعمال خاص کاملا متفاوت الشکل گردند (برگهای پهن ، برگهای خارسانند) . اندامهای آنالوگی، که وظیفه مشابهی را انجام میدهند غالباً از لحاظ شکل ظاهری نیز مشابه یکدیگر شده‌اند . مثلا خارهای کاملامشخص در گیاهان گاهی اوقات در اثر تغییر شکل برگها (برگ خار مانند) و گاهی از تغییرشکل جوانه های جانبی بوجود آمده اند (جوانه خارمانند). برگ خار مانند و جوانه خارمانند اندامهای آنالوگ کاملا واضحی را

تشکیل میدهند .

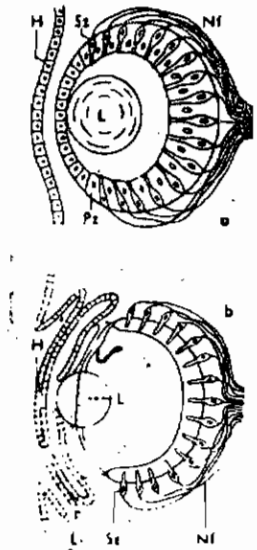


شکل ۲۹ :

انواع برگها و جوانه‌های خار مانند درگیاهان (اندامهای آنالوگ).

همین وضعیت درمورد پیچک های برگی وجوانه‌ای صدق‌میکند ونیز میتوان‌برگ پهن معمولی را بابرگهائی که ازتغییرشکل‌جوانه‌ها بوجود میآیند (Phyllocladium) نام برد ، که بکا رکربن گیری میآیند و مانند برگهای معمولی عمل میکنند . چشم هـای نرم تن مرکب (Cephalopoda) وچشم‌های مهره‌داران مثالهای بارزی‌جهت آنالوگی از عالم جانوری میباشند , کـه پس ازرشد وتکـامل بـا یکدیگر شباهت زیادی دارند ولی نحـوه پیـدایش آنها با یکدیگر کاملا متفاوت است بطوریکه کره چشم در مهـره داران از چیـن‌خوردگی مغز دوم (Diencephalon) بطرف خارج بوجود میآید ، در حالیکه کره چشم نرم‌تن مرکب ازچین خوردگی وجداشدن قسمتی ازپوست بدن تشکیل میگردد و جزئیات ساختمان داخلی آنها نیز اختلافات زیادی بایکدیگردارند . هردونوع چشم ، درمهره داران ودرنرم‌تن مرکب، بدون وابستگی بیکدیگر وبطورجداگانه تکامل یافته اند .

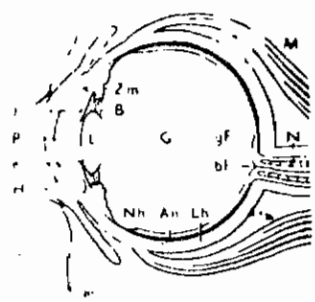
دربسیاری از موارد ممکن است اندامهـای همـولوگ یعنـی اندامهائی که دارای منشأ مشترك هستند ، ولی در جهات مختلف تکامل یافته‌اند درنتیجه تطابق جهت انجام یک‌عمل مشترك‌مجدداً بایکدیگر مشابه شوند. مثلا ضمائم حرکتی قدامی تمام مهره‌داران برحسب محل اجزأ مختلف تشکیل دهنده آنها بایکدیگر هومولوگ هستند، باوجود اینکه درماهیها، ذوحیاتین، خزندگان، پرندگـان و پستانداران دارای شکل ظاهری کاملا متفاوت‌اند. درنتیجه تطابق ثانویه ممکن است مهره داران‌خشکی‌زی به مهره داران آبزی‌تبدیل شوند که ضمائم حرکتی‌آنها دوباره به باله تغییر شکل مییابد ،



شکل ۳۰

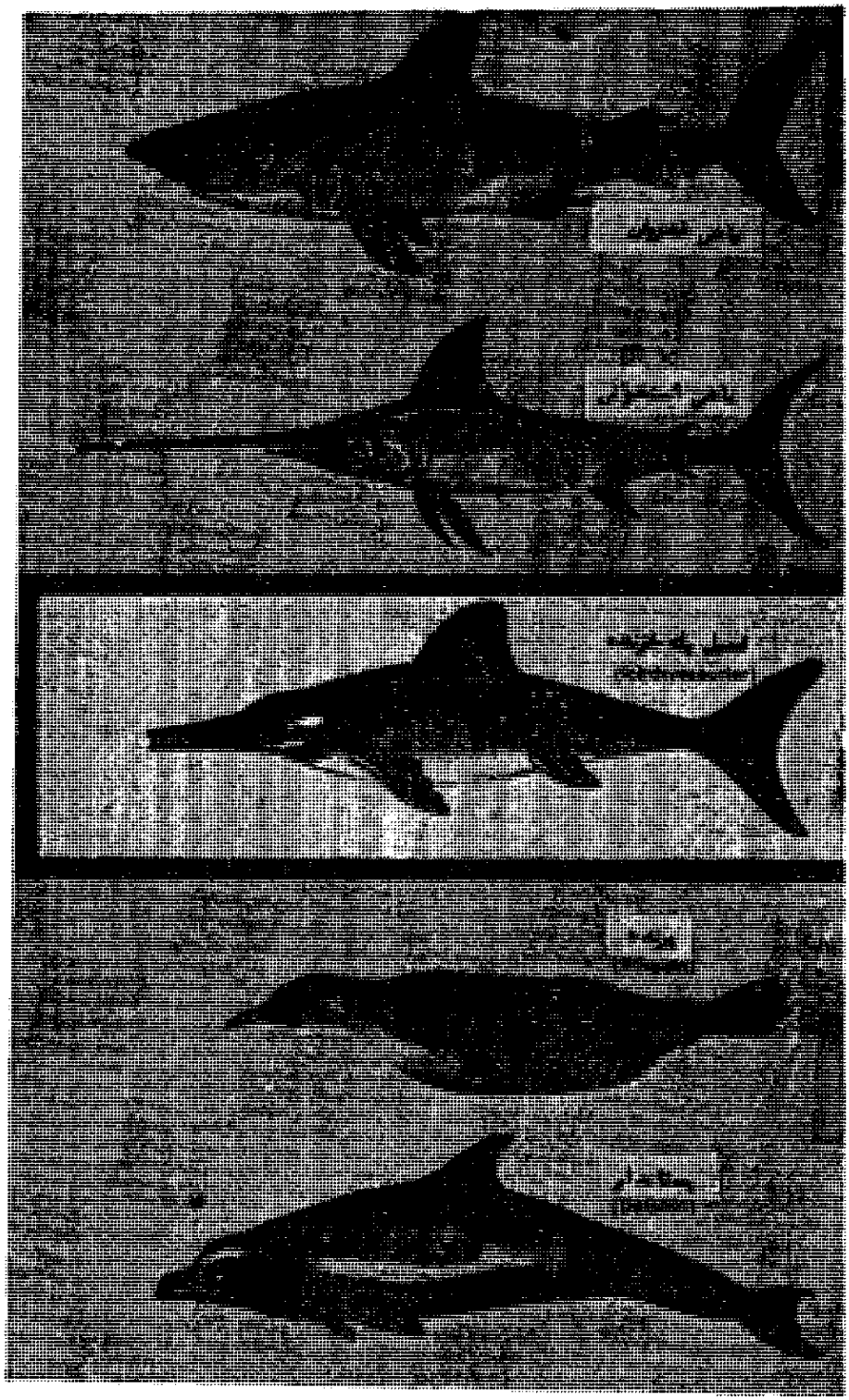
a چشم دوربینی درحازون باغ Helix وb = چشم نرم تن مرکب، H = قرنیه، L = عدسی، Li = پلک، NF = عصب بینائی، PZ = سلولهای رنگی SZ = سلولهای بینائی .

شکل ۳۱ : برش طولی چشم انسان .



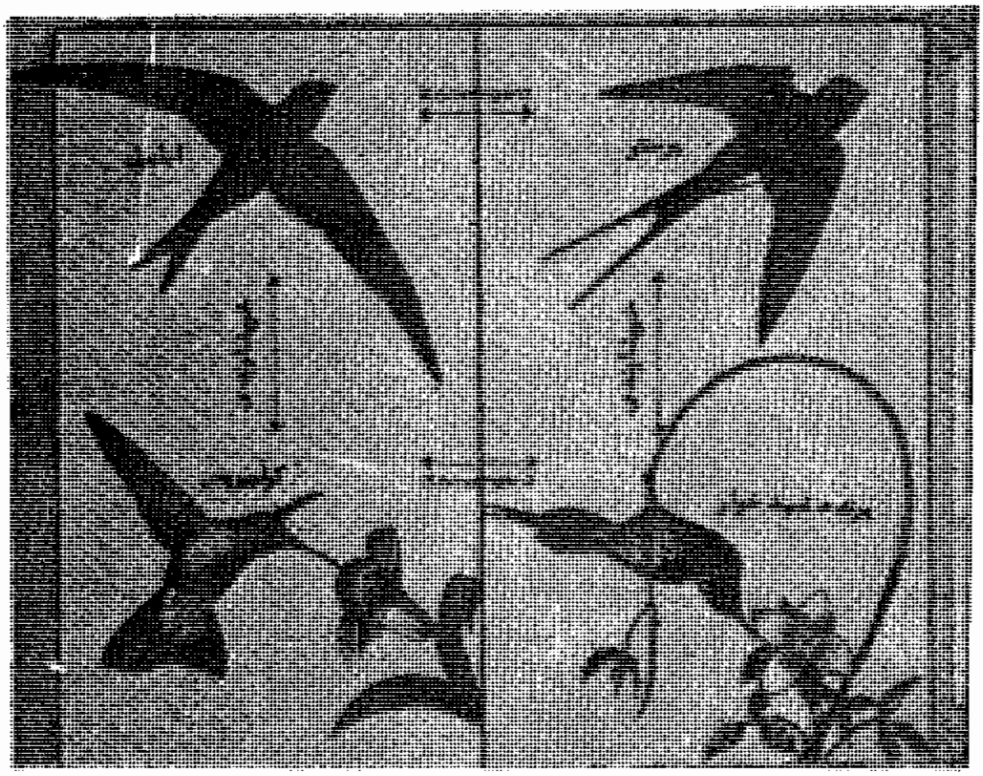
G = زجاجیه
I = عنبیه
P = مردمک
K = زلالیه
H = قرنیه
zm = ماهیچه مژگی
B = تارهای آویزان
U = عدسی
Nh = شبکیه
Ah = مشیمیه
Lh = صلبیه
gp = نقطه زرد
bf = نقطه کور
N = عصب بینائی
M = ماهیچه

همانطوریکه درانواع نهنگ‌ها، دلفین‌هاوغیره دیده میشود. دراینجا ضمائم حرکتی جلوی درواقع هومولوگ هستند اما بصورت آنالوگ،



۳۲ـالف

هم‌گرا شده (Convergence) ، یعنی باله هائی که بستقلانه بوجود



شکل ۳۲ :

موجودات زنده متعلق به‌گروههای مختلف ممکن است ضمن سازش باطرز خاصی از زندگی دارای بدنی باشکل وساختمان مشابه‌گردند. باین دلیل صحبت از هم‌گرائی میشود.

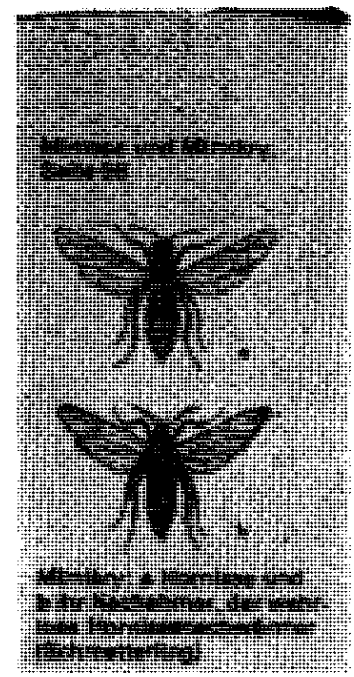
الف ـ انواع مهره دارانی، که درآب زندگی میکنند مثالهای خوبی جهت نمایش هم‌گرائی شکل‌ظاهری‌میباشند. دراین شکل ماهی غضروفی، ماهی استخوانی، خزنده ، پرنده‌وپستاندار دیده میشوند، که فرم بدنی‌آنها جهت شنا کردن سریع وگرفتن طعمه یکسان‌گردیده‌اند.

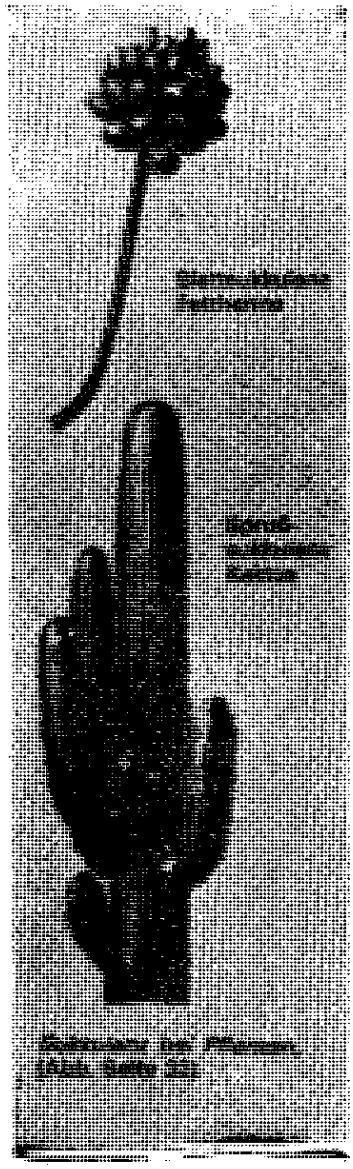
ب ـ درمورد هم‌گرائی پرندگان بخاطرسازشی با طرز تغذیه وشکار دراین شکل ابابیل‌و پرستو که ضمن پرواز حشرات را شکارمیکنند وهمچنین کولیبریس وپرنده شهدخوار، که ازشهدگلها تغذیه‌مینمایندنشان داده‌شده. نسبت خویشاوندی‌این پرندگان‌باشکل ظاهری آنها نسبت معکوس دارد، بطوریکه ابابیل و کولیبریس خویشاوندی‌بیشتری با هم دارندوهردوجزراسته Apodiformes میباشند، درحالیکه پرستو وپرنده شهد خوار به‌راسته Passerifomes تعلق دارند .

آمده‌اند. هم‌گرائی درمواردی بکار میرود، که ساختمانهای مختلف اولیه اندامهائی ازموجودات زنده متفاوت در طول تکامل بخاطـر سازش با انجام اعمال بخصوصی مشابه میگردند . هم گراشدن در مواردی که به ساختمان کلی بدن وفرم آن درموجودات مختلـف مربوط میشود کاملا مشخص است ، زیرا ساختمان کلی بدن آنها از لحاظ شکل ظاهری مشابه میگردد. مثلا ماهی شکل‌شدن جانورانی مانند نهنگ‌ها ودلفین ها، که جزء پستاندران بوده وبعداً بازندگی‌در آب سازش پیدا کرده اند مثالهای خوبی در این زمینه میباشنـد . همچنین میتوان مثالهای دیگری از هم‌گرائی شدن در مورد ابابیل (Apus apus) و پرستو (Hirundo rustica) و یا در مورد کولیبرس و پرنده شهد خوار که در شکل ۳۲ نشان داده شده بیان داشت .

تعداد زیادی از هم‌گرائی هارا میتوان در راسته های مختلف جفت داران پستاندار (Placentalia) مشاهده نمود، مانند کیسه داران (کانگورو) که از لحاظ شکل ظاهری شباهت به موشهای کور ، سگها و بعضی از جانوران گوشتخوار دیگر پیدا نموده‌اند با وجود اینکه نسبت خویشاوندی نزدیک با یکدیگر ندارند .
دربین گیاهان‌نیزتعداد زیادی ازآنها، که‌نقاط خشک میرویند پدیده داراشدن‌برگ‌وساقه آبدار درآنها دیده میشود، بطوریکه در مناطق خشک قادربه‌ذخیره‌مقداری‌زیادآب هستند. باین ترتیب درگیاهانیکه درخانواده‌های مختلف قراردارند هم‌گرائی بوجـودآمده است . هم‌گرائیها درجانوران نه فقط بخاطر طرز زندگی بوجـود میآیند وشکل ظاهری اندامهای مختلف آنـها مشابـه میگردد ، بلکـه بوسیلـه

هم گرائی میتوانند با محیط نیزهمرنگ شوند و کمتر بوسیله دشمنان خود صیدگردند. مثلاعده زیادی‌ازگروه‌های مختلف جانوری بشکل برگهای پهن درآمده‌اند وبدینوسیله خود را استتارمینمایند.





شکل ۳۳ :

الف ـ برگ آبدار (بالا) و جوانه‌های آبدار در کاکتوس (پائین) .

ب ـ a زنبور، b پروانه مقلدآن ،این پروانه که فاقد هرگونه وسیله دفاعی میباشدبظاهم شکل بودن بازنبور درسایرجانوران (دشمنان) ایجاد ترس مینماید.

صفات آنالوگ یا هم‌گرائیهای مختلف رانه فقط درشکل ظاهری موجودات زنده میتوان یافت، بلکه رفتارها ومواد شیمیائی همانندی نیزمیتوان درآنها پیدا نمود. مثلا صداهای اخطارکننده‌ای، کـــه پرندگان مختلف بهنگام مشاهده دشمن مثلا بازشکاری تولیدمینمایند دربسیاری ازآنها باوجود اینکه ازلحاظ خویشاوندی بیکدیگرنزدیک نیستند (مانند سارها ، سهره‌های درختی وچرخ ریسک‌ها) تاحدود زیادی بیکدیگرشباهت دارند. این قبیل صداها چون دارای فرکانس زیاد انداز فاصله های دورشنیده میشوند وضمن اینکه تشخیص محل تولیدصدا مشکل است حالت اخطارکننده‌ای دارد. صداهای اخطاری مشابه آنچه درپرندگان وجوددارد درپستانداران نیزیافت میشود. مثلاصدای مخصوصی شبیه عوعوعلاوه برسگ ودرندگانی که نزدیک بآن هستند درگربه داران وسم داران ومیمونها نیزدیده میشود. صدای اخطارکننده دیگری که شبیه فیش یاپیش باشین مشدد میباشد در مارها وبعضی ازپرندگان بصورت هم‌گرا بوجودآمده وحتی درانسان نیزتولید چنین صدائی درموقعیکه مثلا بخواهیم گربه‌ای را ازخود دورکنیم بصورت عادی تولید میگردد. ازآنالوگها یا هم‌گرائیهـــای بیوشیمیائی میتوان هموگلوبین موجود درخون پستانداران رانام برد، که بطورجداگانه دربعضی ازحلزونها مثلا پلانوربیش (Planorbis) وبعضی ازحشرات (Chironomidae) وعده‌ای ازخرچنگها (Entomostraca) وکرمهای حلقوی (Annelida) نیز بوجود آمده است

۴-۲ حشرات فاقد قدرت پروازدرجزایر :

درمگسهای سرکه وسایرحشرات گاهگاه موتاسیونهائی دیـــده میشود، که منجربه کاهش بال آنها میگردد ودراین صورت ممکـــن

است بالها بکلی ازبین بروند ویابه بالهای ناقص تبدیل گردند. که برای پرواز مناسب نیستند، نتیجتاً حشراتی بوجود میآیند که قادربه پروازنیستند. دراکثرشرایط طبیعی عدم قدرت پرواز عیبی محسوب میشود وچنین افرادی معمولا ازگردونه‌انتخاب طبیعی‌خارج‌میگردند. در جزایر کوچکی ، که دائماً باد شدید میوزد و حشرات در حال پرواز را به دریا میریزد ، نداشتن بال امتیازی محسوب میشود و بنابراین درچنین افرادی‌انتخاب‌طبیعی انجام‌میگیرد .درحقیقت‌دراین قبیل‌جزایرتعداد زیادی ازحشراتی که قدرت پروازندارند و متعلق به گروههای مختلف(مثلا دوبالان وپروانه‌ها) میباشند وجود دارد .

دراین محل‌ها در واقع یک عامل غیر حیاتی یعنی باد باعث انتخاب طبیعی میگردد. بسیار جالب توجه است ، که درچنین‌جزایر طوفانی کوچک بسیاری‌ازگیاهان نیز که‌بطورعادی دارای‌دانه‌های باله دارمیباشند (انواع Composita) باله‌های خود را از دست داده وصاف‌گردیده‌اند. بطوریکه کمتربوسیله باد به دریا ریخته میشوند.

٤-۳ پدیده مقاوم شدن دربا کتریها و حشرات :

هرگاه دراثرتغییرشرایط محیط زیست عوامل انتخاب طبیعی جدیدی وارد محیطشوند بطوروضوح میتوان نحوهٔ‌تأثیرآنها رامشاهده نمود. چنین تغییراتی درمحیط ممکن است بدست انسان نیزصورت‌گیرد مثلا مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها ، که برای مبارزه بابا کتریهابکار میرود ویامصرف حشره کش هائی ازقبیل د.د.ت. که علیه حشرات مصرف میشوند ازآن جمله‌اند. اگر این مواد بقدرکافی مصرف شوند اثرکشنده دارند ، اما دربین میلیونها افراد یک اجتماع تعداد کمی وجوددارد که تصادفاً دراثرموتاسیونهائی درمقابل مواد کشنده‌مصرف

شده مقاومت پیدا کرده‌اند. درمورد نوعی باکتری بنام Echerchia colia نشان داده شده که موتاسیون بخصوصی منجربه مقاومت‌آن درمقابل استرپتومایسین گردیده است .

این موتاسیون بطور متوسط درهریک بیلیون باکتری یک مرتبه انجام میگیرد وبطوریکه نشان داده شده درمحیط فاقداسترپتومایسین نیز پدیدار میشود واین‌بدان معنی‌است که موتاسیون مورد بحـث بطور خود بخود ، بدون تأثیر استرپتومایسین بوقوع میپیوندد.

درشرایط طبیعی (بدون تأثیر استرپتومایسین) چنین موتاسیونی بی‌اهمیت است یعنی چنین باکتریهائی نسبت‌به‌بقیه باکتریها امتیازی کسب نمینمایند وانتخاب طبیعی درآنها انجام نمیگیرد، اماباامصرف استرپتو مایسین چنین افرادی امتیاز بزرگی دارند که منجر به باقی ماندن آنها شده ونسلهای مقاوم بعدی را بوجود میآورند.

چون سرعت تکثیرباکتریها بسیارزیاد است، لذا میتوانند در- مدت کوتاهی اجتماع بزرگی از افراد مقاوم درمقابل استرپتومایسین بوجود آورند. این امرهرروز مشکل جدیدی در پزشکی وبهداشت بوجود آورده ومانع ازریشه کن کردن باکتریهای بیماری زامیشود. این موضوع درتعداد زیادی ازحشرات نیزدیده میشود، که درمقابل سموم مختلف باغلظتهای معمولی مقاوم شده‌اند.

٤-٤ صنعتی شدن مناطق وتأثیرآن برروی رنگ بدن‌جانوران : تغییررنگ‌بعضی از پروانه‌ها ، نیز تحت تأثیر تغییراتی ، که بدست انسان درمحیط داده شده انجام‌گرفته است. رنگ‌بسیاری ازپروانه‌ها طوری است، که بامحیط زیست خود تقریباً همرنگ میباشندو کمتر جلب توجه جانورانی را ، که ازآنها تغذیه مینمایندمیکنند(استتار)،

بعضی ازشب پره‌ها مثلاشب پره درخت‌سفیدار(Biston betularia) درطول روز برروی تنه درختانی، که برروی آنها گلسنگ روئیده باستراحت میپردازد. چون رنگ بال آنها سفید بالکه های تیره‌نامنظم است لذا درچنین محل هائی بسختی قابل رویت‌اند. درمناطق صنعتی شده بخاطرآلودگی شدید هوا (قبل ازهرچیزبخاطرتر کیبات گوگرددار) گلسنگها ازبین میروند وعلاوه برآن رنگ تنه درختان دراثردودزدگی تیره رنگ شده‌اند. رنگ بال پروانه های فوق الذکردرچنین شرایطی فاقد استتار بوده وبآسانی دیده میشوند ومورد تغذیه قرار میگیرند (مثلا بوسیله پرندگان).

شکل ۳٤ :

تیره شدن رنگ پروانه‌ها در اثرموتاسیون و انتخاب طبیعی در مناطق صنعتی دودزده . شکل بالا فرم اولیه، شکل پائین نمونه تیره رنگی که اثرموتاسیون بوجود آمده‌است .

دراواسط قرن اخیربرای اولین باردرچنین مناطق آلوده، پروانه‌ای ازهمان گونه‌با رنگ تیره ظاهر شد . پروانه های تیره رنگ در محیط دودزده امتیازی برای انتخاب طبیعی کسب‌نموده و کمترمورد توجه‌جانوران‌شکارچی قرارگرفتند . نتیجتاً افراد تیره رنگ رو بازدیاد رفته وپروانه هائی، که رنگ روشن داشته‌اند روبه کاهش نهاده‌اند، بطوریکه دربعضی ازمناطق صنعتی بکلی ازبین رفته‌اند و جای آنها را پروانه های تیره رنگ‌گرفته‌اند. امروزه‌درحدود ۷۰ گونه ازپروانه ها شناخته شده، که درنقاط‌صنعتی تغییررنگ‌داده وبرنگ‌تیره درآمده‌اند موتاسیونهائی، که‌منجربه تیره شدن‌رنگ پروانه‌هامیگردند درمناطق

غیرصنعتی نیزگاهگاه بوجود میآید، ولی چون این تغییررنگ ازلحاظ انتخاب‌طبیعی نامساعد است، لذا افراد تیره رنگ یابسیارنادراندویا بمرور ازبین میروند. دانستن این موضوع بسیارقابل توجه است، که درمنچستر انگلستان بخاطراقداماتی، که برای جلوگیری ازآلودگی هوا انجام گرفته مجددا پروانه‌هائی، که رنگ روشن دارند روبافزایش نهاده‌اند .

فصل پنجم

تکامل اکولوژیکی

قسمت اعظم پدیده‌های سازشی، که درموجودات زنده دیده میشود، سازشهائی هستند، که درمقابل شرایط بخصوصی از محیط انجام میگیرند. بنابراین عوامل مخصوصی ازمحیط، تأثیربسزائی در انتخاب طبیعی دارند. همراه باعوامل غیرحیاتی محیط (درجه حرارت رطوبت، جریان هوا، مواد شیمیائی، شدت جریان‌آب وغیره) عوامل حیاتی یعنی تأثیرموجودات زنده برروی یکدیگر(شکاریها، انگل ها ورقیب ها) نیزاهمیت خاصی دارند. قبل ازهرچیز مسئله رقابتها امری مهم درتکامل موجودات زنده بوده‌است، که ممکن است‌بین افراد یک گونه یا افرادگونه‌های مختلف بوجود آید. رقابت بین افراد گونه های مختلف موقعی پیش‌میآید، که همه‌آنها همزمان احتیاج به قسمتهای مهم ومحدودی از محیط مانند غذا، محل های مخصوص تولید مثل، خواب ومحل گذراندن‌زمستان وغیره داشته باشند. چنین فاکتورهائی، که تعدادشان محدود است باافزایش افرادیک‌اجتماع رویکاهش گذاشته وبالاخره بحداقل میرسند. بنابراین دراینجاعامل تراکم‌تودهٔ که‌تأثیرآن‌باازدیاد تراکم‌شدت مییابدبحدی خواهدرسید ، که‌ازآن پس امکان افزایش تراکم جمعیت‌را محدود میسازد(مثلا موقعیکه محل خالی برای تخم گذاری دیگر وجود نداشته باشد).

دراین صورت این فاکتور(کمبود محل تخم‌گذاری) بعنوان فاکتور محدود کننده تراکم توده مؤثرواقع میشود. البته دربرابرآنهاعواملی نیزوجود دارند، که بستگی‌به تراکم‌توده ندارند، مثلازمستان‌سخت، طوفان وامثال آنها، که باعث کاهش تراکم توده میگردند. دوگونه، که دربسیاری ازموارد اساسی بایکدیگررقابت میکنند نمیتوانندد‌ر کناریکدیگردرمحیط زندگی بخصوصی زیست نمایند، زیرا بهرحال یکی از دوگونه ازلحاظ رقابتی بردیگری ارجحیت‌داشته واین برتری هرقدرناچیزباشد بمرور زمان باعث میشود که‌گونه دیگررا از محـل دور کند ویااصولا باعث ازبین رفتن آن شود. اینست یکی ازواقعیتهای مهم اکولوژیکی که منجربه پیدایش اصل یا قانون طرد رقابتـــــی (Competitive exclusion principle) گشـته است و گاهی اوقات هم بنام کاشفین آن مثلا قانون مونارد (Monard) نامیده میشود . نتیجه این‌قانون اکولوژیکی‌اینست که‌هرگاه تغییرمناسبی‌درگونه‌ای بوجود آید، که منجربه کسب امتیاز درآن‌گونه‌گردد وشانس رقابت‌رابرای رقبای خود کم کندآن‌تغییرباعث‌انتخاب طبیعی درگونه تغییریافته میشود و همین امـرباعث جـدائی اکولوژیکی گونه‌ها در منطقه بخصوصی میگردد .

۵-۱ جدائی اکولوژیکی‌گونه‌هاونیش اکولوژیکی :

درمحیط زیست بخصوصی‌گونه‌های مختلف ازمواد وعناصر و امکانات مختلف موجود درمحیط استفـاده میکنـند ، مثلا در یک جنگـل سارها و زاغچه‌ها برای تخم‌گذاری حتماً احتیاج بـه حفرات یـا سوراخهائی در تنه درختان دارند ، در حـالیکه این محل‌هـا برای سهره‌هـای درختـی موجود درهمان جنگل بـلا استفـاده هستند. سارهـا و زاغچه‌هـا اقـلا در

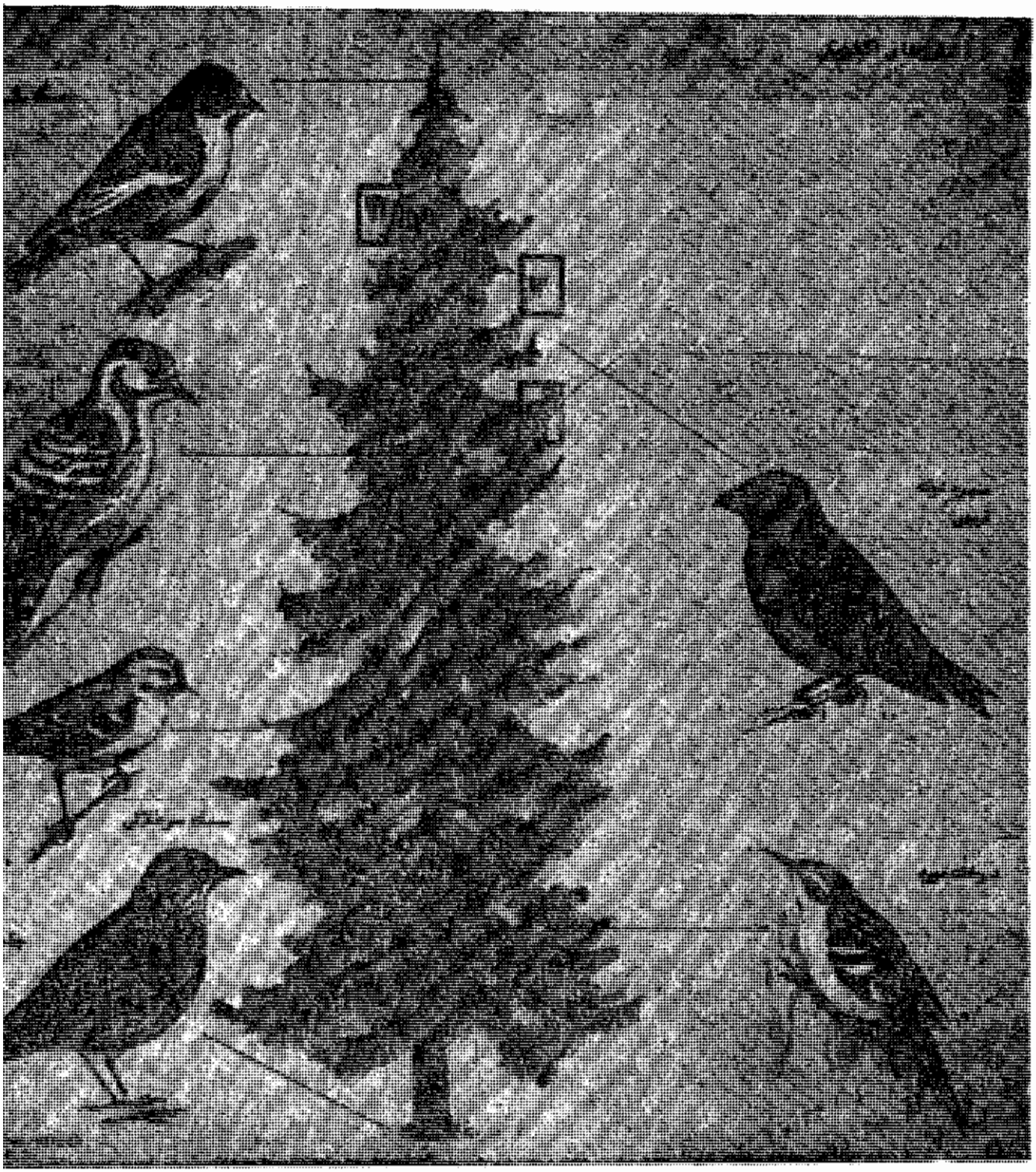
موقع تخم‌گذاری برسر محل‌های مخصوصی (حفرات درختی) رقیب یکدیگرمیشوند، اما سهره‌های درختی دراین رقابت شرکت ندارند. بنابراین دراین زمینه میتوان بین محیط زیست ومحل زندگی فرق نذاشت .

برای سهره‌ها حفرات درختی درجنگل تنها جزئی ازمحیط زیست آنها را تشکیل میدهد وبود ونبودآنها برایشان بی‌تفاوت است، اما برای سارها وزاغچه‌ها این حفرات محل زندگی بوده ویکی ازعوامل محدود کنندهٔ محیط‌محسوب میگردد، که تراکم جمعیت آنها بدان بستگی دارد. درصورتیکه عناصرمختلف بوسیله گونه‌های مختلف بطرزمتفاوتی مورد استفاده قرارگیرند ، یارقابت بین آنها کاهش مییابد ویابکلی از بین میرود. مثلا یک بازبیشترازشاخه‌های انتهائی درختی که درمحیط زیست آن یافت میشود جهت لانه‌گذاری یاشکاریابی استفاده میکند درحالیکه دارکوب‌ها بیشترتنه همان درختان راجهت پیدا نمودن غذا ولانه‌گذاری مورداستفاده‌قرارمیدهند (آنهااز حشراتی که زیرپوست تنه‌درخت یافت میشود تغذیه میکنند.

نیش اکولوژیکی عبارت از روابط فیمابین داده‌های محیط ، احتیاجات و نحوه استفاده ازان بوسیله یک‌گونه است .

شکل ۳۰ :

نیش‌اکولوژیکی‌چندپرنده درجنگل درختان‌سوزنی. دارکوب‌هاودرخت نوردها Certiidae برروی تنه درخت به جستجوی غذا میپردازند درحالیکه درخت نوردها، که کوچکتراندبدنبال حشرات کوچکی که درشیار های روی تنه درخت مخفی شده‌اند میگردند، دارکوب‌ها باحفر سوراخهای نسبتاً عمیق وکندن پوست تنه درخت احتیاجات غذائی خودرا تأمین میکنند. بعضی ازسسک‌ها (خانواده Muscicapidae) که به سسک‌های مگس‌گیر معروف‌اند برروی نوک شاخه‌های‌انتهائی درخت اقامت گزیده وحشرات درحال پرواز راشکارمیکنند. سسک‌های‌سر-



طلائی(خانواده Regulidae) باوزن بسیارناچیزخود (درحدود ۵ گرم) برروی نازکترین‌شاخه
هانشسته به شکارحشرات میپردازند. سهره نوك قیچی (خانواده Fringilidae)برای استفاده

ازدانه های میوه درختان سوزنی تخصص یافته وبالاخره چلچلک ها (خانواده Turdidae) برروی زمین بدنبال غذا (کرمها وحلزون) میگردد .

بنابراین نیش اکولوژیکی محل بخ موصی نبوده بلکه رابطه چند جانبه ایست ، که بین یک گونه بخصوص ومحیط زیست آن وجود دارد درحالیکه بیوتوپ یک نوع محل زندگی آنرا (آدرس) نشان میدهد (مثلا جوی آب ، چمن ، جنگل وغیره) که درآن نیش ها وجود دارند. بدین لحاظ میتوان گفت نیش اکولوژیکی عبارت ازخواسته های یک گونه ازمحیط است .

قانون طرد رقابتی فوق الذکر با توضیحات داده شده بقرار ذیل توجیه میگردد :

انواع سیمپاتریک (Sympatric) یعنی گونه هائی که دریک منطقه جغرافیائی بخصوص زندگی مینمایند ، نمیتوانند نیش اکولوژیکی واحدی داشته باشند. اختلاف بین نیش های اکولوژیکی گونه ها باعث کاهش رقابت بین آنها میگردد ودرطول تکامل منجربه جدا شدنشان از لحاظ طرز زندگی گردیده است. درواقع دراینجا رقابت باعث جدائی اکولوژیکی گونه ها بوده است ، یعنی نیش های اکولوژیکی متفاوتی درآنها تشکیل گردیده ، بطوریکه تحمل اکولوژیکی در مقابل رقبا ، باعث پیدایش انواع صفات یا رفتارهای بخصوص درگونه های مختلف گشته است .

چون نحوه استفاده ازداده های محیط زیست احتیاج به نوع بخصوصی سازش دارد لذا بدین نحوتنوع زیادی درساختمان بدن موجودات زنده پدیدارگشته است. ساختمان های مختلف ورفتارهای متفاوت وطرز زندگی موجودات زنده تصویری ازتنوع نیش های اکولوژیکی آنها درمحیط است. مثلا پرنده هائی که دریک جنگل

طعمه‌خواران کوچک و آشغال‌خواران

شکل ۳۶ : نیش های اکولوژیکی و هم‌جواری

اجتماعات مرجانی باعث ایجاد نیش‌های اکولوژیکی زیادی میشود. بعضی‌ازگونه‌ها ازآنها تغذیه مینمایند وعده‌ای دیگرازآنها بعنوان تکیه‌گاه یاپناهگاه‌استفاده میکنند

طوطی ماهیها ازخود مرجانها تغذیه مینمایند، پنس ماهیها باپوزه کشیده خود غذا راازداخل حفرات بیرون میکشند، انواع ثابت تااندازه‌ای بداخل بدن مرجانها فرومیروند، انواع شکارچی ها ازسایرین تغذیه میکنند وهمچنین انواع گیاه خوارنیزدراینجا نیزازجلبکهای موجود برروی بدن مرجانها تغذیه مینمایند.

زندگی میکنند اختلافات زیادی در انتخاب نوع غذا، چگونگی کسب ومحلی که آنرا جستجومیکنند دارند وبهمین نسبت ساختمان منقار وبدن آنها باطرزرفتار ونحوهٔ کسب غذا وغیره متناسب گردیده وبا یکدیگرمتفاوت شده‌اند.

برای روشن شدن این موضوع که نقش یک بیوتوپ درزندگی موجودات زنده تا چه حد مؤثر است میتوان اجتماعات مرجانی و موجودات زنده مختلفی را که درآنجا زندگی مینمایندنام برد.

(به‌شکل ۳٦ مراجعه شود).

۵-۲ انواع مختلف طرد رقابتی وافزایش اختلافات :

اصل طرد رقابتی تااندازه‌ای باعث جدا شدن نحوهٔ زندگی انواع مختلف (نیش های اکولوژیکی) میگردد وزندگی مسالمت آمیز آنها رادر کنار یکدیگر امکان پذیرمیسازد. اما درگونه هائی که درمناطق جغرافیائی جداگانه‌ای زندگی مینمایند (انواع آلوپاتریک Allopatric) ممکن است نیش های اکولوژیکی بسیار مشابهی - تشکیل داده وهم‌گرائیهای زیادی رانشان دهند. مثلا کولیبریس درآمریکای جنوبی وپرنده‌های شهدخوار درآفریقا نیش های مشابهی ایجاد کرده وموقعیت های همانندی را داراهستند وبهمین دلیل هم‌گرائیهای زیادی درآنها دیده میشود. انواع فوق‌الذکروسایر پرندگان شیره خوارمثلامرغهای عسل‌خواراسترالیائی(Meliphagidae) ویاپرندگان شیره خوارجزایرهاوائی(Drepanididae)فرم مخصوصی که مناسب بانحوه کسب غذا (شیره خواری) میباشدداراگردیده‌اند. باوجودیکه این پرندگان ازلحاظ خویشاوندی ازیکدیگر دورهستند، مع‌الوصف‌صفات مشابهی کسب کرده‌اند. تعداد بسیاری‌ازهم‌گرائی‌ها مشابه آنچه دربالا ذکرگردید درعالم‌گیاهان نیزدیده میشود .
مثلا فرمهای مخصوصی ازگیاهان که برای زندگی درمناطق خشک سازش یافته‌اند (گیاهان‌آبدار = Succulence) درآمریکاازکاکتوس ها، درآفریقا از شیرمال‌ها (Euphorbiacea) و در ماداگاسکار ازتنها خانواده موجوددرآنجا Didiereacea بوجود آمده‌اند . درحالیکه‌گونه‌های مختلف موجود درمناطق جغرافیائی‌مجزا (انواع آلوپاتریک) میتوانند نیش های اکولوژیکی مشابهی را تشکیل

دهند وهم‌گرائیهای متناسبی بوجودآورند، انواعی که دریک‌منطقه جغرافیائی بخصوص زندگی میکنند (انواع سیمپاتریک) نیش های اکولوژیکی مختلفی راتشکیل داده وباعث کاهش رقابتهامیگردند. برای روشن شدن موضوع مبادرت به ذکرچند مثال مینمائیم .

بسیاری ازگونه های نزدیک بهم (مثلا ازیک جنس یا خانواده) دربیوتوپ های مختلف زندگی کرده وبنابراین رقابتی بین‌آنها وجود ندارد . مثلا بین‌گروه عقابها Circus aeroginosus و G. pygargus که در بیوتوپ های مختلف زندگی مینمایند ازلحاظ اکولوژیکی جدا بوده ورقابتی بین‌آنها وجود ندارد. همین پدیده درمورد موش‌صحرائی (Clethrionomys glareolus) وموش جنگلی (Apedemus sylvaticus) وهمچنین درمورد سهره نوك قیچی درخت کاج (Loxia curvirostra) وسهره نوك قیچی درخت سرو (Loxia pytiopsittacus) ویاقورباغه چمنی (Rana temperavia) و قورباغه باطلاقی (Rana arvalis) نیزصدق میکند وهمانطوریکه ازنامشان پیداست محل وطرز زندگی آنها متفاوت است. گونه های نزدیک بهم درکوهستانها میتوانند هرکدام برای زندگی در ارتفاعات بخصوصی تخصص پیدا کرده و باین ترتیب بسته بارتفاع از یکدیگر جدا شده باشند . مثلا خرگوش برفی (Lepus timidus) در مناطق کوهستانی سلسله جبال‌آلپ زندگی میکند، درصورتیکه خرگوش صحرائی (Lepus europeus) بیشتردرمناطق مسطح یافت میشود. انواع مختلف کبک‌ها مثلا Tetrastes bonasus و Lagopus lagopus و Lagopus mutus هریک به تناسب ارتفاع محل مخصوصی برای زندگی دارند. جانورانی که درآبهای جاری زندگی‌میکنند بسته به‌احتیاجات حرارتی ومیزان

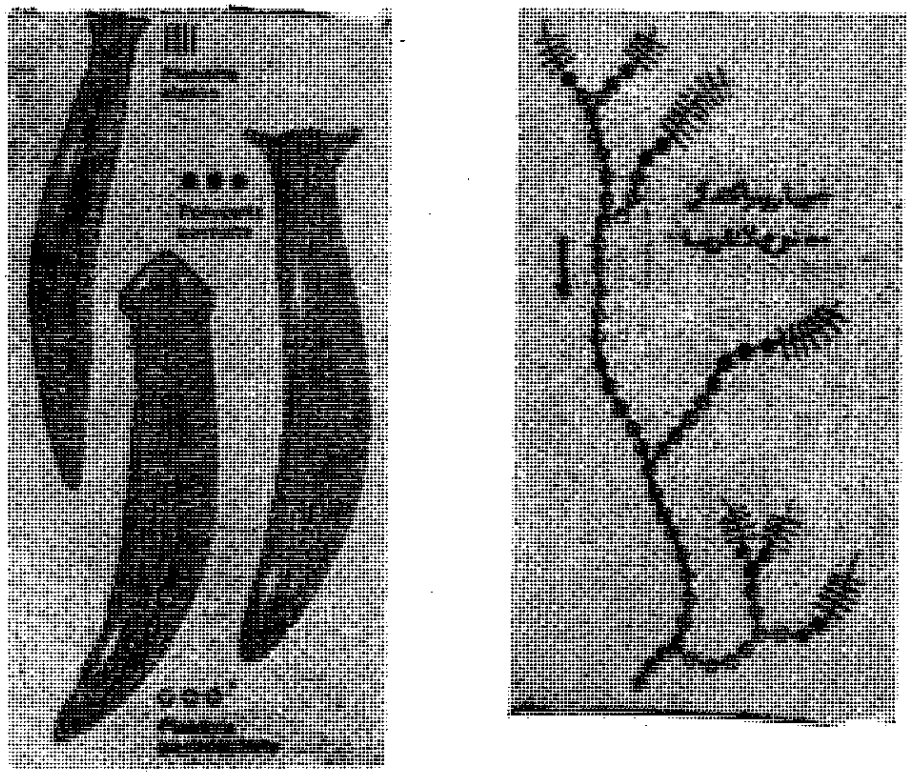
اکسیژن محلول درآب هر کدام درقسمت بخصوصی ازسیرجویبارها یافت میشوند. کرمهای پلاناریا نمونه های خوبی برای اثبات این موضوع هستند (شکل۳۸). همچنین استفاده ازیک بیوتوپ در فصول مختلف سال یا ساعات بخصوصی ازشبانه روز باعث کاهش رقابت میگردد. مثلا دربین پرندگان شکاری جغدها شب هنگام و بقیه درروز بدنبال شکار میروند ویا عده‌ای ازپرستوها درروزحشرات درحال پرواز را شکارمینمایند وعده‌ای دیگردرشب وهمچنین بعضی از انواع ماهیهای رودخانه (Pomoxis annularis) در آمریکا بهنگام روز فعالیت دارند درحالیکه بعضی دیگر(Pomoxis nigromaculatus) درشب فعالیت دارند.

شکل ۳۷ :

چهارگونه مختلف ازشپش مانندها (Mallophaga) که درشکل دیده میشوند هرکدام برای زندگی دربین قسمتهای بخصوصی ازپرهای میزبان تخصص یافته‌اند. همچنین درانسان سه گونه از شپش مانندها Anoplura دیده میشود که یک نوع ازآنها روی سرونوع دیگر درلباس وسومی درلابلای موهای زهار زندگی میکنند ومحدود بهمان مناطق اند.

سرانجام ممکنست اختلافات جزئی درنوع غذا ونحوه کسب آن منجربه طرد رقابتی شود. مثلا دربین پرهای یک پرنده بخصوص انواع مختلف شپش مانندها (Mallophaga) بصورت انگل های خارجی زندگی میکنند وهرکدام ازآنها درقسمتهای بخصوصی ازپرهای بدن پرنده دیده میشوند وبدینسان محل زندگی مجزائی دارند. پرنده-

هائی که روی یک درخت بخصوص زندگی میکنند نه تنها بدنبال غذاهای متفاوت میباشند، بلکه درقسمتهای مختلف درخت نیزآنرا جستجومیکنند. مثلا شش نوع چرخ ریسک اروپائی برروی یک درخت نیش‌های اکولوژیکی مجزائی تشکیل داده‌اند بطوریکه یکی ازآنها خارج ازفصل تخم‌گذاری غذای خود رابیشترازروی زمین و



شکل ۳۸: محل زندگی سه‌گونه ازکرمهای پلاناریا درطول سیریک جویبار.

۱ــ نمونه آلپی (Planaria alpina) که با علامت ۱۱۱۱ نشان داده شده چون تنها در آبهای سرد و تمیز میتواند زندگی کند ، لذا فقط در محل جوشش چشمه‌ها یافت میشود .

۲ــ Polycellus cornuta که با علامت . . . نمایش داده شده کمی دورتر از چشمه‌ها یافت میشود .

۳ــ Planaria gonocephala که با علامت ۰۰۰ نمایش داده شده و احتیاج به گرمای بیشتری دارد در جویباری‌دور از چشمه‌ها یافت میشود .

دیگری ازروی شاخه های درخت، آن یکی فقط ازشاخه های انتهائی و بالاخره آخری ازروی تنه درخت بدست میآورند. حتی ازلحاظ حفرات درختی که درآنها تخم گذاری میکنند خواسته های متفاوتی در آنها وجود دارد (ارتفاع سوراخ اززمین، اندازه سوراخ وعمق آن).

متفاوت بودن طرزتغذیه درپرندگان را ازروی شکل وساختمان منقارشان که غالباً جهت کسب غذای بخصوصی فرم خاصی دارا شده است میتوان مشاهده نمود.

درك این واقعیت که رقابت عامل بوجودآورنده تخصص وایجاد نیش های اکولوژیکی نزدیک بهم میگردد ازآنجا روشن میشود، که اگردرمنطقه ای یک گونه خاص وجود نداشته باشد نیش اکولوژیکی آن بوسیله گونه های دیگراشغال میگردد. مثلا درایرلند چون خرگوش صحرائی وجود ندارد نیش اکولوژیکی مخصوص بآنرا نیزخرگوش برفی اشغال نموده است. سهره قرمز (Fringilla coelebs) در قاره اروپا هم درجنگلهای درختان سوزنی زندگی میکندوهم درجنگلهای درختان برگ پهن . اما درجزایر قناری مثلا تنریفا (Teneriffa) سهره دیگری یافت میشود که ازلحاظ خویشاوندی باسهره قرمزنزدیک است. درآنجا این دو رقیب بدین ترتیب نیش های اکولوژیکی مجزائی داراشده اند که ، سهره قرمز فقط درجنگلهائی با درختان برگ پهن ودیگری درجنگلهائی بادرختان سوزنی زندگی میکند. درگیاهان نیزمیتوان تشکیل چنین نیش هائی را مشاهده نمود .

مثلا هرگاه سه نوع گیاه ذیل :

غلـه خودرو(Bromus erectus) و دم روبـاهی چمنـی - (Alopecurus pratensis) وچاودارییابـانی (Arrbenatherum elatius)

به‌تنهائی روئیده شوند ، یعنی مسئله رقابت وجود نداشته‌باشد، چاودار بیابانی نقاط نیمه مرطوب را اشغال مینماید در حالیکه غله خودرو درمناطق خشک ترودم روباهی چمنی در نقاط کاملا مرطوب میروینند.

تأثیرانتخاب طبیعی درجهت ایجاد نیش های اکولوژیکی مختلف درمیان انواعی که رقابت دارند ودرمناطق جغرافیائی مشترکی زندگی میکنند بمراتب واضحتر از مواردی است که هریک ازآنها به تنهائی درمنطقه‌ای ساکن باشند. برای نمونه دوپرنده از خانواده Sittidae یکی کمرکلی کوچک (Sitta neumayer) و دیگری کمرکلی (Sitta tephronota) را یادآور میشویم ، که اگرهر دوباهم دریک منطقه زندگی کنند از لحاظ شکل ظاهری اختلافاتی پیدا میکنند .

درسهره‌های داروین نیزپدیده‌ای مشابه‌آن دیده میشود که‌در نقاطی که‌گونه های مشابه دریک جزیره زندگی میکنند اختلاف‌شکل منقارشان بیشترازنقاطی‌است که به تنهائی وجوددارند، زیرا در جائیکه رقابت نباشد تخصص درنوع غذا ونحوه کسب‌آن کاهش مییابد .

اختلاف مربوط به شکل ظاهری نه تنها درخصوص غذا، بلکه در انتخاب محیط زیست نیزپدیدار میگردد، مثلا دونوع قورباغه آمریکائی یکی Scaphiopus holbrooki و دیگری S. couchi درمحلهائی که باهم زندگی میکنند اولی ظاهری شنی ودومی گل رسی دارند .

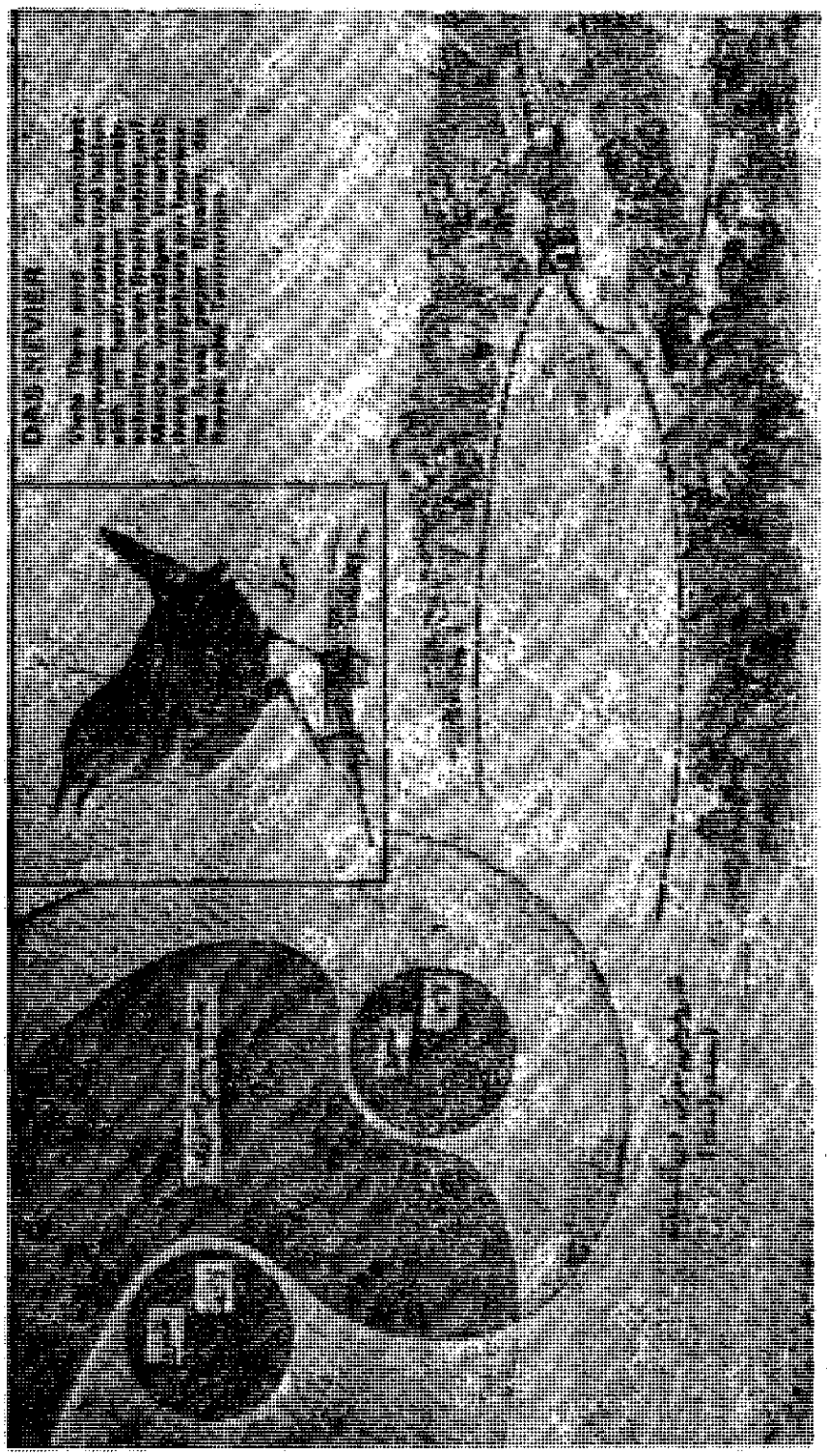
فصل ششم

احتراز از رقابت در بین افراد یک گونه

بطوریکه مشاهده نمودیم باتشکیل نیش های اکولوژیکی مختلف ممکن است رقابتها بین گونه هائی، که دریک منطقه جغرافیائی بصورت هم جوارزندگی مینمایند کاهش یابد، اما افراد یک نوع بعکس همیشه نیش اکولوژیکی یکسان دارند (واین یکی ازصفات گونه‌ای است)، بطوریکه رقابت بین آنها همیشه وجوددارد واین امر به تنازع بقأ وانتخاب طبیعی مربوط میباشد. دراین صورت ممانعت از رقابت بیشتر در اثر پراکنده همنوعان شدن در محیط و دفاع از قلمرو انجام میگیرد، پدیده‌ای که ما آنرا از نزاع های برسرمحدوده بین ماهیها، پرندگان، خزندگان و پستانداران میشناسیم. در بی‌مهرگان دفاع از محدوده نادر است دفاع از قلمرو بوسیله یک جفت بیشتربخاطرلانه‌سازی، تخم‌گذاری ومحافظت ازنوزادان می‌باشد.

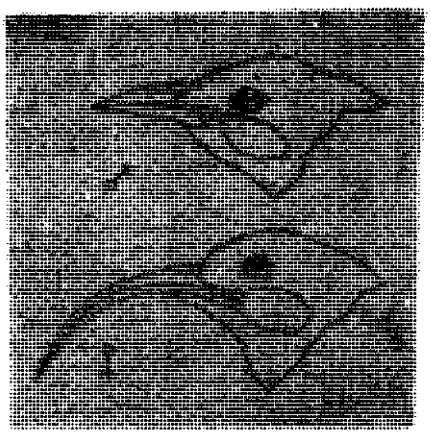
بدین‌ترتیب افراد ضعیف اجباراً مجبور میشوندبه نقاطنامناسب تری پناه ببرند و در آن محل ها یا نمیتوانندتولید مثل نمایند و یا پس ازتولیدمثل موفق به پرورش تعداد کمتری ازنوزادان خودمیشوند نتیجتاً تشکیل محدوده ها مانع از ازدیاد بیش ازحد جمعیت گردیده‌و عاملی برای تنظیم تراکم بوده وبرای انتخاب طبیعی امکانات متعددی را بوجود میآورد. حتی درموارد خاص تکامل باعث ایجادنیش های اکولوژیکی متفاوت بین افراد یک گونه گردیده است، بطوریکه نرو

ماده ها با صفات ارثی متفاوت از یکدیگر متمایز گشته و دو شکلی جنسی



شکل ۳۹ : بسیاری از حیوانات ـ حداقل مدت زمانی ـ نسبت به محل بخصوصی وفادار میمانند. بعضی از آنها در محدودهٔ منطقه مشترك از قلمرو خود در مقابل رقبا دفاع میکنند.

درآنها بوجود آمده است (Sexual dimorphismus). مثلا در خیلی ازدرندگان اختلافات فاحشی ازلحاظ اندازه وشکل ظاهری بین نروماده‌ها وجوددارد، که محتملا این اختلافات باجثه جانورانیکه شکار میکنند متناسب است. همچنین درطرلان‌ها وقرقی‌ها مـاده‌ها بمراتب بزرگترازنرها میباشند و ازلحاظ شکل ظاهری نیزاختلافاتـی دارند واین اختلافات ممکن است درنحوهٔ کسب غذا مؤثرباشد. در نوعی زاغـچه گوشـواره دار (Heterolochia acutirostris) کـه در نیوزلند زندگی میکرده است علاوه بر سایر اختلافات ، منقار در جنس های نروماده تغییرشکل فاحشی داشته است، بطوریکه درنرها منقار کوتاه وقوی بوده وغذای خودرا درپوست تنه درختان جستجو میکرده ، درحالیکه ماده‌ها دارای منقاری بلند وخمیده بوده وغذای خود را ازمحلهای دیگرتأمین میکرده واین بدان معنی است که دو شکلی بودن آنها باعث داراشدن نیش های اکولوژیکی جداگانه شده است. درعده‌ای ازدارکوبهای متلعق به جنس (Centurus) که درجزایر کوچک مغرب هندوستان یافت میشوند نیزاخیراً اختلافاتی درشکل منقاروطول زبان درنروماده‌ها مشاهده شده ، که نشان دهنده نیش های غذائی جداگانه برای هریک ازآنها میباشد.



شکل ۴۰ :

درزاغچه گوشواره‌دار Heterolochia acutirostris منقار نروماده ها باشکال کاملا متفاوتی درآمده و دال بردارابودن نیشهای غذائی جداگانه میباشد.

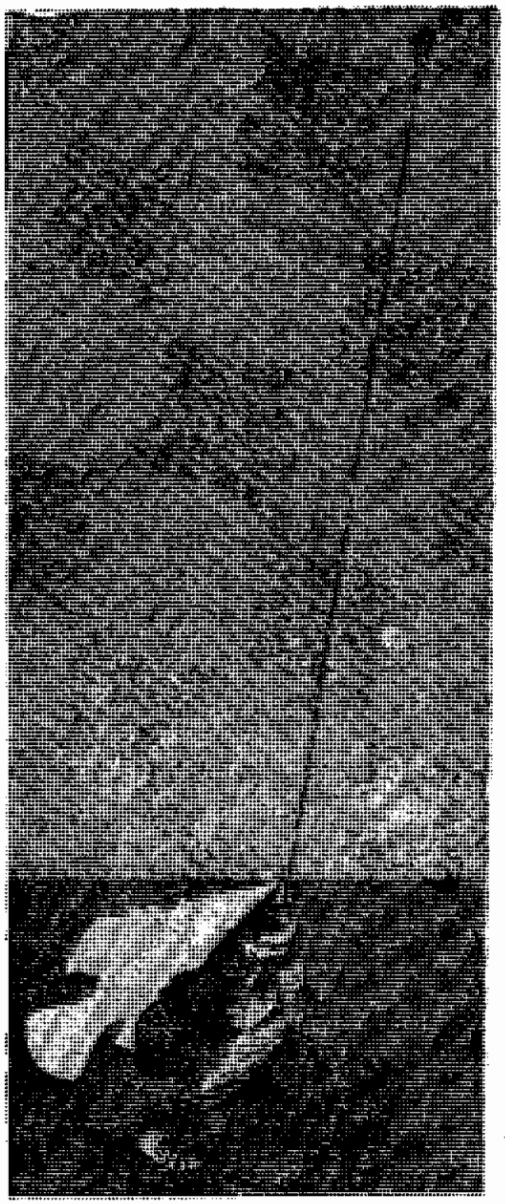
۶-۱ تشکیل نیش های اکولوژیکی جدید و تعداد گونه های موجود در محیط زیست :

ایجاد نیش های اکولوژیکی و طرد رقابتی بین انواع موجود در یک محیط زیست بدین معنی است که هریک از آنها میبایست نیش اکولوژیکی مخصوص بخود را بسازد ، یعنی هر کدام برنامه اکولوژیکی بخصوصی در پیش گیرند . ایجاد نیش های اکولوژیکی جدید (برنامه اکولوژیکی جدید) در محیط زیست به عوامل حیاتی و غیرحیاتی حاکم بر محیط و همچنین امکانات استفاده از آن بوسیله موجودات زنده بستگی دارد. در اینجا میتوان از نوعی کسب پروانه اکولوژیکی صحبت نمود ، که آیا یک محیط زیست اجازه ایجاد نیش اکولوژیکی خاصی را به جانور میدهد یا خیر. مثلا چون غلظت آب بمراتب بیشتر از هوا است ، تعداد زیادی از جانوران مخصوص میتوانند در آب معلق مانده و پلانکتن ها را بوجود آورند ، در حالیکه در در هوا پلانکتن وجود ندارد ، زیرا خاصیت فیزیکی هوا مانع از معلق ماندن جانوران در هوا میباشد .

بدینگونه وجود پلانکتن ها در آب امکان بوجود آمدن نمونه هائی از موجودات زنده را که به نقطه ای چسبیده و ثابت شده اند داده است . این موجودات از پلانکتن ها تغذیه نموده و محیط آبی این امکان را بآنها میدهد که گامتهای خود را در آن بریزند ، که پس از لقاح در آب ایجاد نسل بعدی را مینمایند ، درحالیکه چنین وضعیتی در هوا نمیتواند وجود داشته باشد. بهمین خاطر است که در آب تعداد زیادی از جانوران بصورت چسبیده به تکیه گاه زندگی میکنند (پولیپ ها ، شقایق دریائی ، بعضی از دوکفه ایها ، بعضی از کرمهای شنی وغیره) .

اما درخارج از آب حتی یک‌گونه ازجانوران که بطورواقعی در محل ثابت شده باشد (صرفنظرازانگل ها) دیده نمیشود.

تشکیل نیش اکولوژیکی جدید بدین معنی است که موجود زنده ازامکاناتی، که تاکنون استفاده نمیشده بطرزخاصی بهره‌برداری کند. مثلا ماهی تیرانداز (Toxotes)عادت جدیدی کسب کرده



شکل ٤١ :

تشکیل یک نیش غذائی جدید . ماهی تیرانداز (Toxotes) میتواند آبرا فواره مانند تاحدود یک متر از دهان خود به‌هوا پرتاپ نموده وحشراتی‌را که برروی گیاهان‌نشسته‌اند هدف‌گیری‌نموده آنها را بداخل آب انداخته‌صیدشان‌نماید. برای هدف گیری بهتر تقریباً بطورعمودی درآب قرارمیگیرد .

که میتواند آبرا ازدهان خود بصورت فواره بطرف حشراتی که برروی گیاهان خارج ازآدب نشسته یادرهوا پرواز میکنند پرتاب نموده و پس ازاینکه بداخل آب افتادند ازآنها تغذیه نماید. بدین ترتیب توانسته است منبع غذائی کاملا جدیدی (ازخشکی) را برای خود کسب نماید. هرقدرامکان تشکیل نیش های اکولوژیکی جدیددر یک بیوتوپ بیشتر باشد یعنی هرچه امکانات محیط اجازه تشکیل نیش های بیشتری را بدهد بهمان اندازه تنوع گونه ها در اجتماع موجودات زنده آن بیوتوپ بیشترخواهد بود. دربیوتوپ هائی که تنوع زیاد وجود دارد مانند جنگل های گرم ومرطوب که درتمام طول سال برای زندگی مناسب است تعداد کثیری ازگونه های مختلف یافت میشوند واین خود یکی ازدلائلی است، که درسوماترا (گرم ومرطوب) ۴۳۸ گونه ازپرندگان یافت میشوند درحالیکه درآلمان باوسعت تقریبی برابربا سوماترا تنها ۲۴۲ گونه پرنده زندگی میکنند.

فصل هفتم

تشکیل نژادها و گونه‌ها

تکامل عملی‌است که درنتیجه‌آن طی نسل های متمادی گونه ها (= انواع) تغییرمینمایند، یعنی انواع جدیدی بوجودمیآیند. بنابراین تشکیل گونه های جدید پدیده‌ایست اساسی درامرتکامل. بهمین خاطر داروین نوشته های اساسی خودرا درامرتکامل «پیدایش انـواع» نامیده است.

جمعیت‌های موجودات زنده شامل افرادی بی‌نظم وترتیب‌نبوده بلکه از گونه های مختلفی بوجودآمده‌اند، که باعث شده‌اندتابتوانیم آنها را طبقه بندی نمائیم.

۷-۱ تعریف گونه :

گونه را میتوان ازدوجنبه مختلف‌تعریف نمود. یکی‌ازروی‌صفات یاشکل ظاهری که یک‌گونه ازمجموعه افرادی تشکیل میشود، که درکلیه صفات مهم بایکدیگروبانسلی که ازآنهابوجود میآیدمشابه باشند. این تشابه‌بآن جهت است که تمام‌آنها بخاطردارابودن‌صفات مشابه طبیعتاً نیش های اکولوژیکی‌برابری نیزدارند، یعنی‌به‌لحـاظ اینکه شرایط انتخاب طبیعی درهمه‌آنها تا حدود زیادی‌یکسان‌است صفاتشان نیزکم وبیش‌ثابت میماند. ازطرف‌دیگرمساوی‌بودن‌صفات

درآنها ازآن جهت است که افراد یک گونه درعمل تولید مثل دو جنسی دائما صفات ارثی خودرا (ژنهای خودرا) بایکدیگر مخلوط میکنند وباین ترتیب مجموعه مشترکی ازژنها را دارا میباشند (ژن پول). گونه را میتوان ازروی این خاصیت مهم بطرزدیگری بشرح ذیل نیزتعریف کرد :

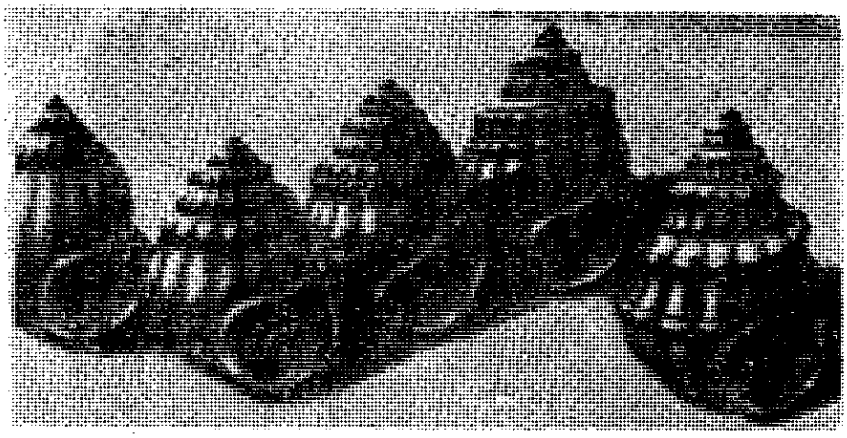
گونه ازاجتماع افرادی تشکیل میشود که عملا بایکدیگرجفت‌گیری میکنند ویاپتانسیل آمیزش دارند وازسایرانواع ازلحاظ تولید مثل جدا هستند، یعنی باآنها تعویض ژن انجام نمیدهند، بنابراین یک گونه جماعتی را تشکیل میدهد که امکان تولید مثل دارد.

تشکیل گونه ها درعمل تکامل ممکن است به‌دوطریق انجام گیرد:

۱ـ تغییرتدریجی وتاریخی انواع (= ایجاد نوع بصورت تغییرپذیری آلوکرون (Allochrone) ـ در طول تکامل صفات یک‌گونه تحت تأثیرعوامل تکاملی مثلا موتاسیون وانتخاب‌طبیعی بمرور تغییر کرده ، بطوریکه درطول دورانهای زمین شناسی به‌گونه جدیدی تبدیل گردیده است . اما تغییرگونه ها ازاین طریق منجربه افزایش تعداد انواع نمیشود وطبق تعریف بیولوژیکی گونه ، بسختی قابل درک است ، زیرا افراد اجتماعاتیکه زمانی طولانی ازیکدیگر جدا هستند طبیعتا نمیتوانند ژنهایشانرابایکدیگرتعویض نمایند. درموارد مساعد وبخصوصی میتوان ازروی فسیل های بدست آمده ، تغییرات دریک نوع را بطوروضوح مشاهده نمود.

۲ـ شقه شدن انواع (ایجاد نوع بصورت هم زمان Synchrone) بعکس آنچه درمورد تغییرتدریجی انواع بیان گردید دراینجا ازیک گونه دونوع مشابه، که اصطلاحاً انواع خواهرنامیده میشوندبوجود

میآیند، که هم زمان بایکدیگرزندگی مینمایند. بدین ترتیب ایـن پدیده باعث افزایش تعداد گونه‌ها شده ودرطی تکامل باعث‌شاخه شاخه شدن درخت زندگی وهمچنین تنوع زیاد موجودات زنده گشته است. شقه شدن انواع را میتوان تاحدودی تخصصی‌شدن گونه دانست که درفصول آینده مورد بحث قرار خواهد گرفت.



شکل ۴۲ : ایجاد نوع بصورت تغییرپذیری تدریجی. در اینجاپنج‌فسیل از صدف حازون‌آبی Vivip.irus نشا ن‌داده شده، که‌تغییرات‌تدریجی‌نوع از آنهابخوبی‌مشهوداست. این فسیل ها بترتیب در طبقات مختلف پالئوزوئیک پیدا شده‌اند.

۷-۲ عواملی که منجربه تشکیل گونه‌های جدید میشوند :

جدائی - عامل اصلی تشکیل گونه‌ها داشتن گروه‌هائی‌ازافراد یک‌گونه ازسایرین است. بطوریکه جدائی‌آنها باعث‌گردیده که دیگر نتوانند بایکدیگرتعویض ژن انجام دهند. پس‌ازاینکه تعویض ژن دربین‌گروه‌های مختلف متوقف‌گردید هردسته ممکن‌است درجهـت خاصی تکامل یابند. چنین جدائیهائیراکه محتملا منجر به تشکیـل گونه‌های جدید در یک اجتماع میشود اصطلاحاً Separation مینامند. این پدیده قاعدتاً بدین جهت بوجود میآید، که‌اجتماع یک

گونه درمناطق جغرافیائی مختلفی پراکنده شده ویا افراد اجتماع بخاطر کمبود مسکن ازیکدیگر فاصله گرفته و کم کم جداشده‌ومناطق جغرافیائی جدیدی را اشغال میکنند (جدائی جغرافیائی). تشکیل گونه های جدیدی که درنتیجه جدائی جغرافیائی بوجودآمده باشند اصطلاحا Allopatric Separation مینامند ، که درآن ابتداگونه‌های جدید درمناطق مجزا زندگی کرده (Allopatric distribution) ولی بعدها ممکنست درمناطق بخصوصی باهم دیده شوند. جدائی جغرافیائی دربین افراد یک اجتماع ممکنست بطرق مختلف ذیل انجام گیرد :

۱ـ درمورد پراکندگی نوع ممکنست تعدادی ازافرادبرحسب تصادف از موانعی ، مانند کوهها و آبها عبور کرده و اجتماع جدیدی را درمنطقه تازه‌ای بنیان‌گزاری کنند.

۲ـ تغییرات جوی درطول دوران تکاملی زمین مثلا دوران یخ‌بندان ، تبدیل تدریجی جنگلها به مزارع یاصحاری ،که باتغییرات آب‌وهواتوأم‌میباشد ، ایجاد کویرها وغیره‌باعث‌گردیده که‌اجتماعات موجود درمحل درجهات مختلف پراکنده شده ودرمناطق جدیدی ساکن گردند .

چنانکه دراروپا حرکت یخ ها ازشمال به‌جنوب باعث تخریب دامنه کوههاگردیده وبسیاری ازانواع را ازاروپای مرکزی‌به‌جنوب یا جنوب غربی منتقل نموده است (glacial refugium) ، که این امرباعث جدائی جغرافیائی جمعیت‌ها شده است. درآفریقا نیز پس از پایان دوران بارانی (دوران Plavial) بسیاری از جنگلهای یک پارچه بصورت مناطق جنگلی کوچک مجزا درآمده‌و نتیجتاً باعث جدائی جغرافیائی‌انواع گردیده است .

۳ ـ بعداز ذوب یخهای دوران یخ بنـدان قسمتی ازخشکیهـا حدود ۱۰۰ مترد رزیرآب فرورفته وازبلندیها جزایری بوجودآمده‌است وباین ترتیب جمعیت‌های موجود درآنهاازسایرین جداگردیده‌اند .

جدائی افراد یک جمعیت درمناطق جغرافیائی مختلف باعـث تشکیل صفات مختلف درآنها میشود ، که برای روشن شدن موضوع شواهد زیر ذکر میگردد :

۱ـ هرکدام ازگروههای جداشده ازیک جمعیت دارای‌قسمتـی ازمجموعه ژنهای آن جمعیت است، بطوریکه طبیعتاً اختلافاتی در فرکانس ژنی گروههای جدا شده وجوددارد. این موضوع مخصوصاً درگروههائی که بوسیله تنها چند فردبنیان‌گزاری شده بخوبی‌مشهود است(مثلا جزیره‌ای که بوسیله تعداد معدودی ازافراد یک گونـه اشغال میگردد .

۲ـ همراه‌باموتاسیونهائیکه ممکنست در گروههای مجزا شده ـ بطورمساوی‌بوجودآید (موتاسیونهای‌موازی)، موتاسیونهای‌بخصوصی نیزدریکی ازگروهها میتواند بوجودآید، که باعث اختلاف ترکیب ژنی آنها با سایر گروهها میگردد .

۳ـ دسته‌هائیکه ازلحاظ فضائی ازیکدیگرمجزا هستندهیچگاه درشرایط محیطی کاملا برابرقرارنمیگیرند (مثلا آب وهوای مختلف یارقبای مختلف)، بطوریکه انتخاب طبیعی درجهات مختلفی انجام میگیرد که خود منجربه‌ایجاد صفات متفاوت در جمعیت‌های جداـ شده میگردد .

۳ـ۷ ایجاد نژادهای جغرافیائی (زیر گونه‌ها Subspecies) گونه‌ها در اثرفعل وانفعالات بوجود میآیند ـ تعداد کثیری از

انواع، که دریک منطقه جغرافیائی بزرگ زندگی مینمایند بصورت جمعیت‌هائی بااندازه متفاوت بطورمجزا ازیکدیگردیده میشوند که بدلائل فوق‌الذکربایکدیگر اختلافاتی دارند. اگردر یک اجتماع جمعیتی باصفات ارثی خالص ازسایر جمعیت‌ها متمایز باشد تشکیل یک زیرگونه یانژاد بخصوصی را میدهد (Subspecies). بیشتر گونه‌هائیکه درمنطقه وسیعی پراکنده هستند نژادهای‌جغرافیائی‌ــ متفاوتی رابوجود میآورند. یک‌گونه که ازتعداد زیادی زیرگونـــه ساخته شده باشدگونه چند نژادی(Polytypus) نامیده میشود .

درجائیکه نژادهای مختلف یک‌گونه مجدداً بایکدیگرآمیزش نمایند تولید هیبرید(hybride = نوزادی که از آمیزش دو نـژاد مختلف بوجود آید) مینمایند وبدین ترتیب منطقه‌ای باافرادهیبرید بوجود میآید وصفات نژادهای مختلف بایکدیگرمخلوط میشوند .

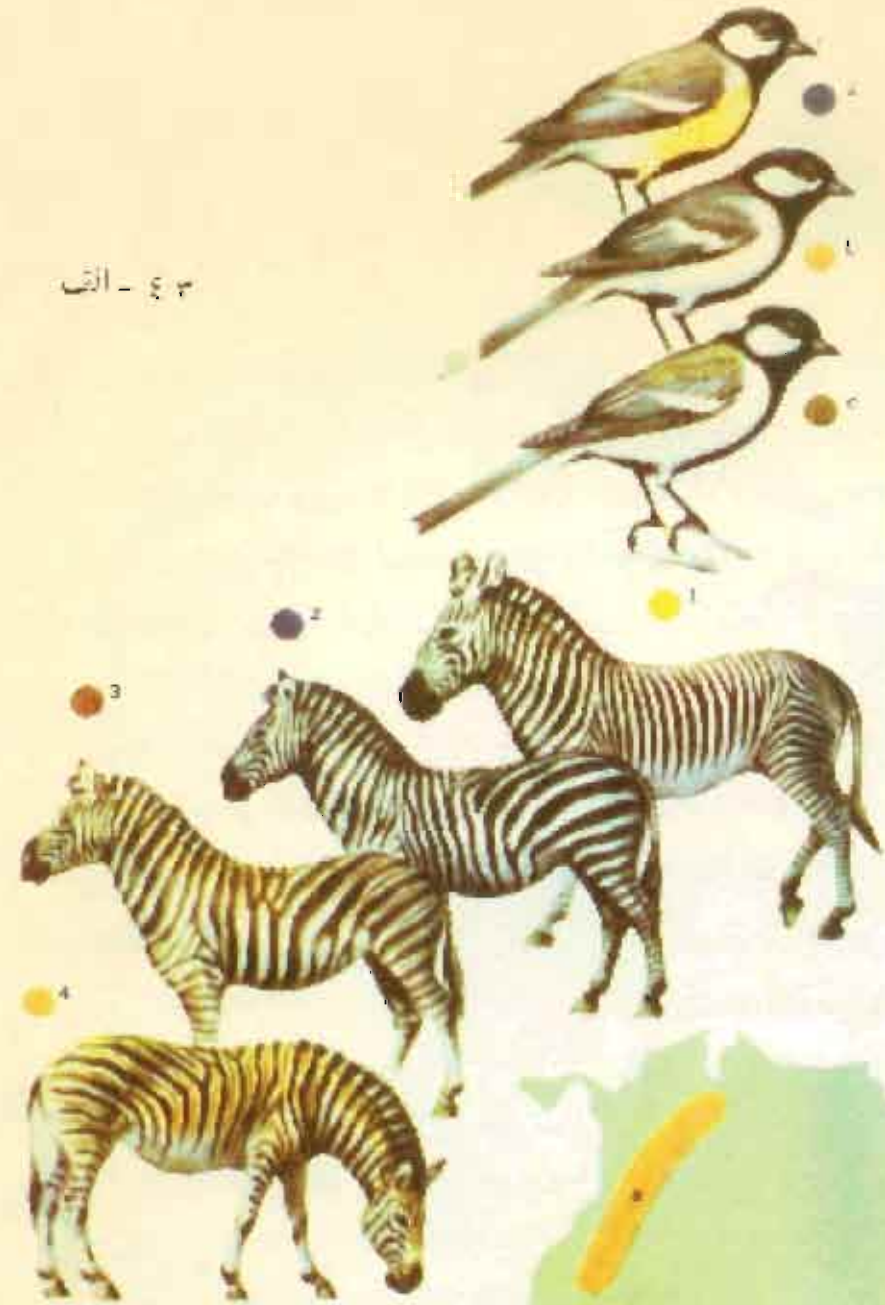
انسان نیزگونه‌ای است چند نژادی که نژادهای مختلف‌آن‌درنقاط جغرافیائی بخصوصی‌پراکنده‌بوده‌ومیتوانند با یکدیگر آمیزش داشته باشند.

از آنجائیکه عوامل غیرحیاتی محیط‌مثلا درجه حرارت‌ورطوبت درمناطق جغرافیائی پیوسته بتدریج تغییرمیکند(مثلا ازساحل دریا بطرف خشکی) میتوان تغییرات تدریجی مربوط به سازشهای‌مختلف متناسب باشرایط محیط را مشاهده نمود ، که ماآنها راصفات کسب شده تدریجی یا Clines مینامیم . مثلا در جانوران خونگرم اندازه بدن همراه با کاهش متوسط درجه حرارت محیط افزایش مییابداما ضمائمی‌ازبدن که بطرف خارج قرارمیگیرند مانندگوشهاودم ویادست وپا ازطولشان کاسته میشود (قانون نسبی‌آلن Allen) . این‌قبیل

تغییرات متناسب باشرایط سرد محیط انجام گرفته ودرهرحال منجربه کاهش ازدست دادن حرارت بدن به محیط میگردد. تغییرتدریجی صفات درمناطق جغرافیائی پیوسته راکه دراثرعوامل غیر حیاتی بوجود میآیند میتوان به سایراختلافاتی که درصفات نژادهای جغرافیائی توضیح داده شده است اضافه نمود. این قبیل صفات نیزدر بسیاری ازموارد نوعی سازش مستقیم بامحیط رانشان میدهند، مثلا پستانداراني که درمناطق سرد سیرزندگی میکنند پوشش موئی متراکمتر ازپستاندارانی دارند که درمناطق گرمسیریافت میشوند. دربسیاری از موارد دربین پستانداران وپرندگان صفاتی مشاهده میگردد، که مربوط به سازش بامحیط نیستند.

دراین قبیل موارد صفات تحت تأثیرژنها بوجود آمده وممکن است همراه باآنها صفات دیگری درجانور بوجود آید وآن صفات از لحاظ انتخاب طبیعی حائزاهمیت باشند، مثلا نژادهای فیزیولوژیکی (ژنهای چند صفتی Polypheny of Gene). نمونه های حدواسطی که در مرز های جغرافیائی دیده میشوند و نشان دهنده تبدیل گونه به زیرگونه (= نژاد) میباشند مثالهای جالبی برای نشان دادن ایجاد نژادهای جغرافیائی میباشند.

دراین مورد میتوان چرخ ریسک سرسیاه (Parus major) رابعنوان مثال ذکرنمود. تعداد کثیری ازنژادهای متفاوت این پرنده (بیش از ۳۰ نژاد) ازاروپا تاایران، هندوستان، جنوب چین، ژاپن تا حدود نواحی آمور وجود دارد. (دراین نواحی چرخ ریسک کوچک p. Major minor دیده میشود. نژادهای مختلف این پرنده بوسیله رنگ بالها، پشت وشکم ازیکدیگر متمایزمیگردند ودرهرنقطه ای که دو



۴۳ - الف

۴۳ - ب

۴۳ - ج

۴۳ - ه

شکل ۴۳ - د

شکل ۴۳

تشکیل: نژاد وگونه

الف — تشکیل گونه در چرخ ریسک‌بزرك — ازچرخ ریسک بزرك (**Parus major**) سه نژاد مختلف وجود دارد که در اروپا نژاد بزرك (گروه **Major**) ، در آسیا و سیبری و سواحل پاسیفیك نژاد آسیای جنوبی (گروه بخارائی) و در مشرق آسیا نژاد کوچك (گروه **minor**) دیده میشوند . در منطقه آمور دوگروه کوچك و بزرك با یکدیگر دیده میشوند اما هیچگونه آمیزشی ندارند بطوریکه رفتارشان درست مانند دوگونه مجزا است (انواع سیمپاتریك) در منطقه مشترك جنوبی یعنی ازبکستان و هندوچین ، که گروههای مختلف در کنار یکدیگر یافت میشوند بین آنها آمیزش دیده شده و تعویض ژن انجام میگیرد. در مرکز آسیا نیز منطقه مشترکی بین نژاد بزرك و نژاد بخارائی یافت میشوند وآمیزش دارند.

نژاد بزرك	**a = Parus major major**
نژاد بخارائی	**b = Parus major bokharensis**
نژاد کوچك	**c = Parus majur minor**

ب — پراکندگی سه نژاد مختلف

ج — نژادهای جغرافیائی گورخرصحرائی - درگورخرصحرائی (**Equus quagga**) می‌توان چندین نژاد (۱ ، ۲ ، ۳ ، و ۴ در شکل) تشخیص داد . وجه تمایز آنها از طرفی پیدایش خطوط تیره بینابینی بر روی سطح بدن و از طرف دیگر کاهش خطوط تیره روی ضمائم حرکتی است که هرچه بطرف جنوب نزدیك شویم واضحتر میگردد. در نمونه یك که انقراض نسل حاصل کرده خطوط روی دست و پا از همه واضحتر است .

۱ =	**Equus grevyi**
۲ =	**« quagga bohmi**
۳ =	**« « chapnani**
۴ =	**« « burchelli**

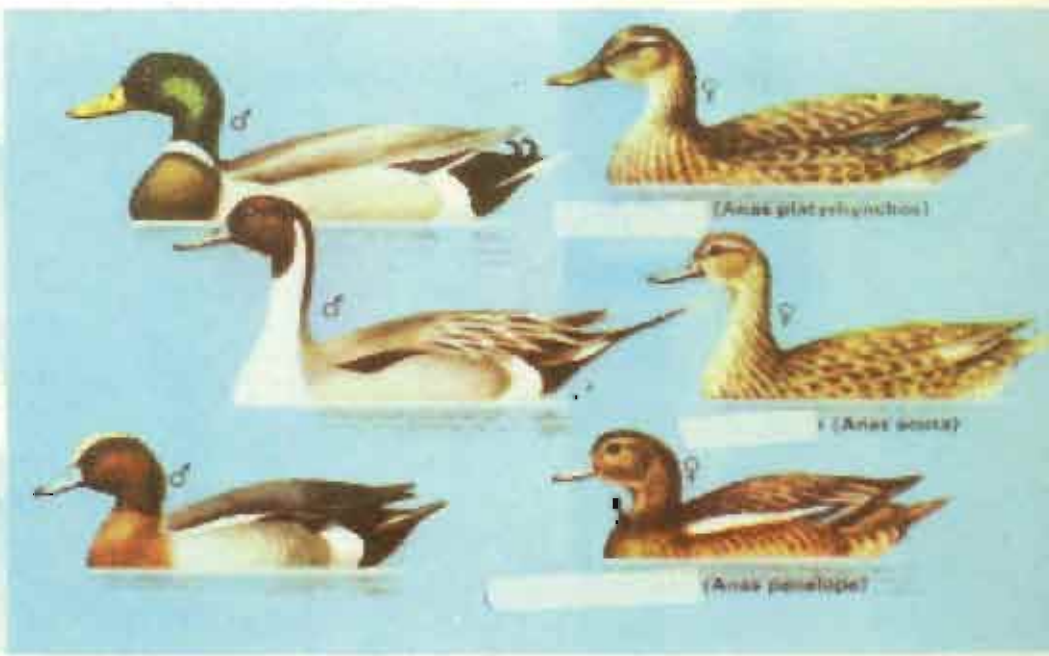
د — نژادهای جغرافیائی نوعی مرغابی (**Merganetta armata**) دراین مرغابی‌ها تنوع رنگ درنرها فوق‌العاده جالب است درصورتیکه ماده‌ها دارای رنگ ساده ویکنواختی هستند .

شکل ۴۴ - ه اختلاف ناچیز مربوط به رنگ حلقه‌ای ازپوست بدون پر اطراف چشم پرستوهای دریائی که وسیله‌ای برای شناسائی نوع میباشد (به صفحه ۱۲۳ مراجعه شود)

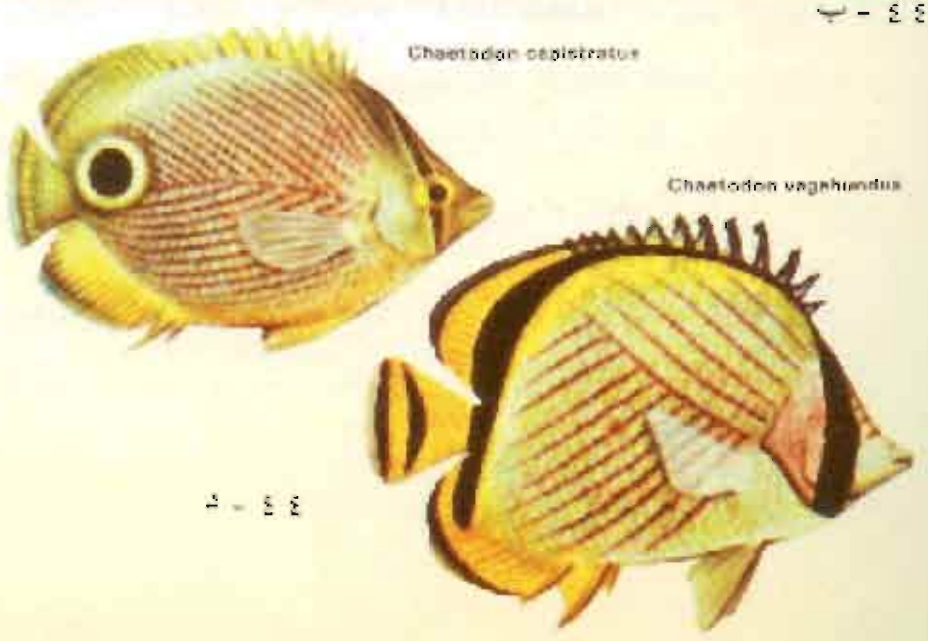
تشکیل نژاد و گونه

۴۴ - الف

۴۴ - ج



۴۴ - ب



۴۴ - د

شکل ٤٤ : تشکیل نژاد وگونه

الف — شناسائی گونه ها بوسیله صدا — انواع مختلف پرندگان کوچک وجوددارند که درکنار یکدیگر زندگی کرده و آمیزش ندارند . ازلحاظ رنگ و شکل ظاهری آنقدر بیکدیگر شباهت دارند که در حین تشخیص ممکن است اشتباه شوند ، اما آنها را میتوان از روی صداهای بخصوصشان بخوبی از یکدیگر تمیز داد .

برای جلوگیری از دورگه شدن میبایستی انواع جانوران همنوع و جفت خود را بشناسند . درپرندگان این امر غالباً از طریق بینائی انجام میگیرد و رنگهای مختلف وسیله شناسائی آنها قرار میگیرد .

ب — در مورد مرغابیها ماده ها ازلحاظ رنگ استتاردارند درحالیکه نرها درفصل جفت گیری دارای پرهای رنگی متنوع و جالب توجه میگردند .

ج — درانواع قوهای سفید بالغ موجود دراروپا شکل ورنگ منقار وسیله تشخیص گونه ها میباشد . این شناسائی تنها درنرهای بالغ امکان پذیر است در حالیکه قوهای جوان همه دارای منقاری ساده و مشابه هستند .

a = Cygnus bewickii

b = Cygnus cygnus

c = » olor

د — شناسائی نوع از طریق بینائی در ماهیها — دو نوع نزدیک بهم از ماهیهای موجود درسواحل مرجانی اقیانوس کبیر بوسیله صفات ظاهری از یکدیگر متمایزاند ، که وسیله شناسائی بوده و تنها به همنوعان حمله نموده و آنها رااز قلمرو خارج میسازند.

نژاد مختلف با یکدیگر تماس حاصل میکنند ایجاد دورگه ها را مینمایند، یعنی با یکدیگر آمیزش نموده ویک منطقه ازدورگه ها بوجود میآورند.

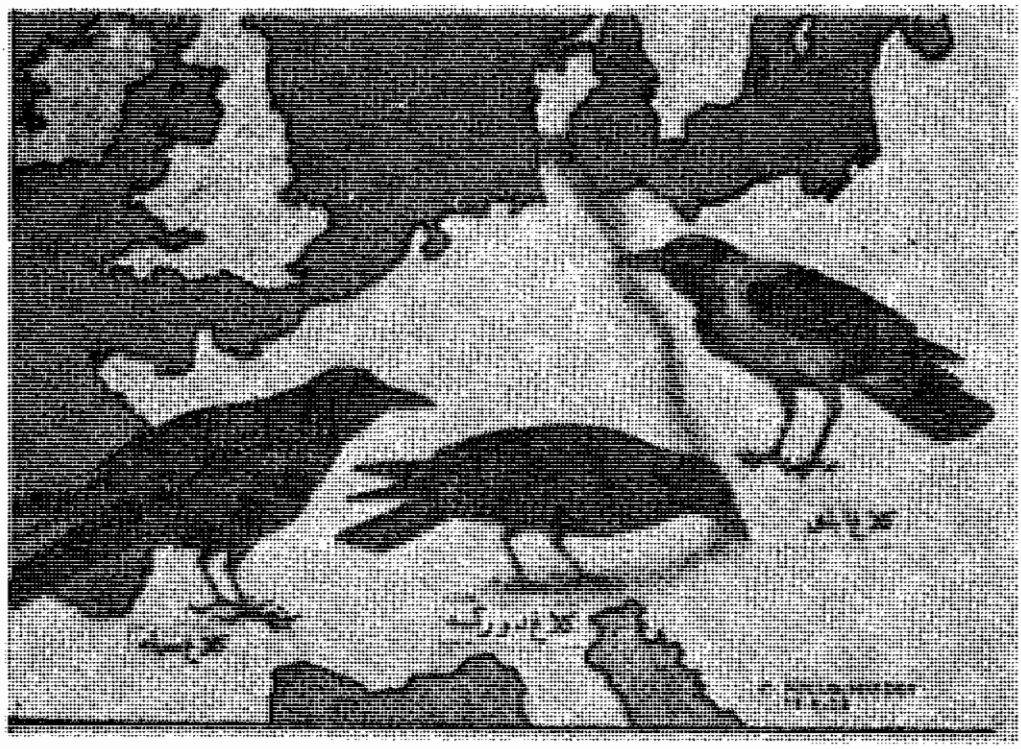
بعد ازدوران یخ بندان نژاد اروپائی یعنی چرخ ریسک سرسیاه ازمنطقه بزرگ پراکندگی فعلی بطرف مشرق گسترش یافته، بدون اینکه نژادهای جغرافیائی جدیدی بوجودآورد. درمنطقه آموریعنی دورترین نقطه شرقی باچرخ ریسک کوچک برخورد کرده ودرآنجا منطقه مشترکی را تشکیل داده(= انواع Sympatric)، بدون اینکه با یکدیگرآمیزش نمایند. بنابراین دونژاد موجود دردوانتهای منطقه بزرگ پراکندگی ،بعدازاینکه مجدداً درناحیه آموربیکدیگررسیده‌اند مانند دوگونه کاملا مجزا رفتارنموده ونشان میدهند که پراکندگی جغرافیائی نیزمیتواند منجربه تشکیل گونه جدیدگردد. باوجوداینکه درسالهای اخیردورگه‌هائی ازچرخ ریسک سرسیاه وچرخ ریسک کوچک دیده شده ولی تحقیقات نشان داده‌اند که اختلافات این دونژاد دوتولید مثل وسایررفتارها آنقدرمتفاوت است، که انتخاب جفت ازنژاد دیگرباشکالات زیادی روبروبوده وبدین ترتیب خیلی بندرت اتفاق میافتد.

درکلاغها نیز حد مرزی جالبی بین گونه ونژاد یافت میشود. کلاغ سیاه (Corvus crone crone) در مناطق غربی پراکنده بوده ونمونه مشابه آن یعنی کلاغ ابلق (Corvus crone cornix) درمناطق شرقی زندگی مینماید. این دونژاد درنتیجه پراکندگی- جغرافیائی حاصله ازدوران یخ بندان بوجودآمده‌اند .

بعدازذوب شدن یخ ها هردونژاد مجدداً بطرف اروپای مرکزی گسترش یافته ودرآنجا بایکدیگربرخورد نموده وایجاد دورگه ها را

کرده‌اند، بطوریکه درآن نواحی منطقه نسبتاً باریکی ازدورگه‌ها از آنها تشکیل گردیده است .

درسایرمناطق این دونژاد کاملامجزا ازیکدیگرزندگی مینمایند، درموارد دیگری ممکن است جدائی جغرافیائی ایجاد شده دراثـــر یخ بندان ازتشکیل نژادها گذشته ومنجربه تشکیل گونه های جدیـد شده باشد یعنی اگرمجددا بایکدیگردرمنطقه مشترکی برخوردنمایند یکدیگررا بعنوان همنوع نشناخته وآمیزشی انجام نمیدهند. هردونوع میتوانند بطورمجزا درکنار یکدیگرزندگی کنند (= انواع سیمپاتریک)



شکل ٤٥ :

ایجاد دورگه‌ها دریک منطقه ـ کلاغ سیاه وکلاغ ابلق گونه های جغرافیائی هستند، که تبدیل نژاد به گونه را نشان میدهند. درجائیکه پراکندگی آنها بایکدیگرمشترك میگرددایجاد دورگه‌ها را مینمایند. دورگه‌ها برنگ خاکستری متمایل به سیاه هستندودرنقشه بالا منطـقـه هاشورزده محل دورگه ها رانشان میدهد.

بلبل خال‌دار (Luscinia luscinia) وبلبل معمولی (Luscinia megarhynchos) که اولی درشرق ودومی درغرب آلمان زندگی میکنند در نواحی شمال‌شرقی هردوبا هم دیده‌میشوند. این دونوع ازلحاظ شکل ظاهری شباهت زیادی بیکدیگر دارند و همچنین در مورد بسیاری ازانواع دیگر، که درنتیجه یخ بندان ازهم جدا شده‌اند نیزایجاد نژادها وگونه‌ها دیده میشوند که درحال حاضردرقسمتهای بزرگی ازمناطق پراکندگی خوددرهمسایگی یکدیگرزندگی میکنند. مثلا دارکوب سبزودارکوب خاکستری وغیره .

مناطق مرزی بین نژادهاوگونه‌ها درمواردی که‌جدائی جغرافیائی مدت مدیدی بطول انجامیده وهنوزهم ادامه داردبخوبی مشهود است، بطوریکه منطقه مشترك بین‌آنها وجود ندارد. این پدیده‌ایست که درمورد یک‌گونه درآمریکای شمالی یاآسیا ویااروپا زندگی میکرده وپس ازپایان دوران یخ بندان درنتیجه بالاآمدن‌آبها گروههائی ازآنها ازبقیه جداشده‌اند بطوریکه رفت وآمدآنها ازقسمتی که درآب فرورفته غیرممکن گردیده است . مثلا نوعی گاو وحشی آمریکائی (Bison bison) وگاووحشی اروپائی مشابه آن (Bison bonasus) وهمچنین گوزن قرمز اروپائی (Cervus elaphi) و گوزن آمریکای شمالی (Wapiti)ازآن جمله‌اند. اینگونه انواع دراسارت میتوانند بایکدیگرجفت‌گیری نمایند ولی درطبیعت بخاطراختلافات زیادی که دارند بایکدیگرآمیزش نداشته ودررده بندی بعنوان نیمه‌گونه یافوق گونه آورده شده‌اند .

۷-٤ تشکیل نژاد وگونه درجزایر :

جمعیت‌هائی ازموجودات زنده که درجزایرزندگی مینمایندبخاطر

جدائی جغرافیائی ازجمعیت‌های مشابه دیگر که درشرایط متفاوتی (مثلا آب وهوای مختلف) قرارگرفته‌اندبتدریج اختلافات بیشتری با یکدیگرپیدا میکنند. مثلا درتعدادی ازجزایردریای آدریاتیک‌نژادهای متعددی ازیک‌گونه مارمولک (Lacerta sicula) ، که درخشکیهای مجاورزندگی میکنند یافت میشود. همچنین مارمولک‌های آبیرنگ موجود درسواحل کاپری (Lacerta sicula cazulea) بخاطررنگ وطرز رفتار مخصوص بخود بعنوان یک نژاد مجزاازنوع دیگری که درجزایر کاپری یافت میشود (Lacerta sicula sicula) متمایزاست درحالیکه این دونژاد تنها بوسیله راه‌آبی باریکی که برایشان غیرقابل عبور است ازهم جدا شده‌اند.

ممکن‌است بطور تصادفی مثلا دراثرباد وطوفان انواعی ازقبیل پرندگان وحشرات به جزایری که ازساحل فاصله زیادی دارندآورده شود، که درآنجا جمعیت تازه‌ای تشکیل میدهند ودرنتیجه جدائی ازسایر همنوعان (آنهائی که درخشکی‌باقی مانده‌اند) ایجاد نژاد و یا درزمان طولانی حتی گونه‌های تازه‌ای را می‌نمایند. مثلا جزایرقناری ظاهراً دومرتبه بوسیله عده‌ای ازسهره‌های نارونی، که‌از خشکیها بدانجا راه یافته بودند اشغال شده است. صفات اولین‌دسته ازمهاجرین درطول زمان آنقدر تغییر کرده بود، که پس‌ازرسیدن دومین دسته ازپرندگان همنوع مهاجربدانجا هیچگونه اختلاطی بین آنها انجام نگرفت. چنانکه درتعدادی ازاین جزایر امروزه دوگونه ازسهره‌های نارونی یافت میشوند بدون‌اینکه بایکدیگرآمیزشی داشته باشند. این دوگونه عبارتنداز: Fringilla teyclea و Fringilla coelebs canariensis. بعلاوه درگونه‌های فوق الذکر نیش‌های اکولوژیکی

جداگانه‌ای نیزبوجودآمده ونتیجتاً میتوانند همزیستی مسالمت‌آمیزی با یکدیگرداشته باشند .

شواهد زیادی ازاین قبیل تغییرمحلها یعنی انتقال تصادفی عده‌ای ازموجودات زنده ازخشکیها به جزایر، که درطول تاریخ انجام گرفته وباعث بوجودآمدن‌عده‌زیادی‌ازگونه‌هاگردیده وجوددارد. مثلا درجزایر هاوائی بیش‌از ۲۰۰ گونه‌مگس‌سرکه(جنس Drosophila) وجوددارد واین یک چهارم کلیه گونه‌های این جنس‌است که در سرتاسر دنیا یافت میشود .

۷-۵ مکانیسم انواع جدائیها- ممانعت ازتشکیل دورگه‌ها :

افراد متعلق بیک‌گونه تشکیل اجتماعی رامیدهند که‌بایکدیگر آمیزش کرده‌وتولیدمثل‌مینمایند، درصورتیکه با افرادگونه‌های‌مشابه درشرایط طبیعی آمیزشی‌نداشته وتولید مثل‌نمیکنند. چنانچه‌تعدادی ازافراد یک‌گونه بعللی از اجتماع‌خودجداشده ومدت مدیدی‌بصورت مجزا زندگی نمایند همانطوریکه قبلا توضیح داده شد درمحیط‌جدید رفته‌رفته صفات جدیدی دارا میگردند بطوریکه اگربرحسب تصادف باافراد اجتماع اولیه برخورد نمایند آمیزشی بین آنها انجام نمیگیرد و بنابراین میتوانیم‌آنها را دوگونه مجزا بدانیم .

مکانیسم‌های مختلف جدائی مانع ازبوجود آمدن دورگه‌ها بوده وبدین ترتیب باعث متمایزشدن گونه ها از لحاظ ژنیتیکی میشود. تاکنون انواع مختلفی ازمکانیسم‌های جدائی‌درگونه‌ها شناخته‌شده که مهمترین آنها را شرح میدهیم .

بطور خلاصه میتوان ازدومکانیسم جداگانه نام برد یکی‌مکانیسمی که بعد از جفت‌گیری مؤثر واقع‌میشود(= مکانیسم جدائی بصورت

متاگام Metagame) و دیگری مکانیسمی است که اصولا مانع ازجفت گیری میشود (= مکانیسم جدائی بصورت پروگام Progame) درمورد جدائیهای نوع اول میتوان من باب مثال ناسازگاربودن ژنهای دوگونه مختلف بایکدیگر رانام برد، بطوریکه سبب اختلالاتی درنمو رویانی ومرگ دورگه های در حال تکامل میشود (= یکی از علل بالا بودن مرگ ومیردردورگه ها) وهمچنین باعث کاهش نیروی جسمانی ویاقدرت رقابت دردورگه ها گشته وتحت تأثیرانتخاب طبیعی محکوم به فنا میگردند. ازآن گذشته ممکن است دورگه ها بطورکلی عقیم باشند وخود بخوددرنسل بعدی از گردونه خارج شوند .

مکانیسم های نوع دوم که مانع ازجفت گیری میشوند ونتیجتاً مانع ازتشکیل هرگونه جنینی میگردند بسیارفراوان اند. من بـاب مثال تعدادی ازآنها را ذیلا شرح میدهیم .

جدائیهای فصلی یادوره‌ای :

گونه های مورد نظردرفصول مختلف سال فعالیت جنسی دارند، بنابراین درزمان های مختلف قادربه تولید مثل هستند. مثلاعده‌ای ازقورباقه ها وسالاماندرها تحت تأثیردرجه حرارت آب درزمـانهـای مختلف تخم گذاری میکنند. گونه های مختلف موریانه ها ممکن است درفصول مختلف سال به پروازعروسی بروند (موریانه های نروماده در حال پرواز جفت گیری میکنند) وبنابراین ازلحاظ جنسی جدا باشند . همچنین دوگونه ازپروانه هـای کوچک متعلق به جنس Ephestia چون درزمانهای مختلف جفت گیری میکنند امکان آمیزش بایکدیگر را ندارند . یکی ازآنها E. unedontata زودتر ازپیله بیرون آمده ولاروآن ازبرگ درختچه هائی ازجنس توت فرنگی درختی(Arbutus)

تغذیه میکند و دیگری E. innotata دیرتر از پیله بیرون آمده ولارو آن ازعلفهای متعلق به جنس درمنه(Artemisia)استفاده‌مینمایند وبدین ترتیب ازلحاظ اکولوژیکی نیزازیکدیگرجدامیشوند (استفاده غذائی ازگیاهان مختلف).

درشرایط مخصوص آزمایشگاهی با کم وزیاد کردن درجـــه حرارت میتوان شرایطی فراهم کرد که پروانه‌های هر دو نوع همزمان ازپیله خارج گردند. دراین صورت‌بایکدیگرجفت‌گیری‌نموده وایجاد دورگه مینمایند.

جدائی مکانیکی :

درعده‌ای ازبندپایان (مثلا عنکبوت‌ها ، هزارپاها و حشرات) دستگاه جفت‌گیری‌درنرها وماده‌ها دارای ساختمانی بسیارپیچیده‌است بطوریکه مانند کلید وقفل میبایستی‌برای یکدیگرساخته شده باشند درغیراینصورت انجام عمل جفت‌گیری امکان پذیرنمیباشد. بدیـــن ترتیب جفت‌گیری بین افراد گونه‌های مختلف غیرممکن میشود. در اکثرموارد مکانیسم‌های دیگری نیزدرجدائی‌آنها مؤثرمیباشند.

جدائی رفتاری(اتولوژیکی) :

درجانوران عالیتر (بااندامهای حسی کاملتر) جدائیهائی کـه بخاطررفتارهای مخصوص درگونه‌های مختلف دیده میشود بیش‌از همه اهمیت دارد واین بدان جهت است، که افراد یک‌گونه‌ازروی غریزه‌یا بخاطررفتارهای غیرقابل برگشتی که‌احتیاج‌به یادگیری‌دارند تنها پس‌ازبرخورد باصفات یاعلامات بخصوص ممکن‌است فردی را بعنوان جفت قبول نمایند. بنابرایـن بعضی‌ازصفات‌گونـه‌ای بـرای تشخیص همنوع بکار میرود ودرواقع علاماتی محسوب میشوند، که

جهت آگاهی جنس مخالف بوده وبوسیله‌آنها شناسائی نوع امکان‌پذیرمیگردد. تنوع موجودات زنده ازلحاظ رنگ ، نقشه، تولید صدا تولید بو، ایجاد نور و رفتارهای مخصوص زمان جفت‌گیری و غیره بیشترتحت تأثیرفشار انتخاب طبیعی بوجودآمده‌است، تابدینوسیله مانع ازتشکیل دورگه‌ها گردد. این قبیل صفات بمعنی واقعی کلمه ارزش ثبات گونه‌ای دارند ، یعنی عامل مهمی برای ثابت ماندن صفات یک گونه میباشند. برحسب اندامهای حسی موجود برروی بدن یک موجود زنده، که این قبیل صفات گونه‌ای بآنها بستگی دارد میتوان انواع متفاوتی ازصفات گونه‌ای را تشخیص داد. مثلاعلامت شیمیائی ممکن است دربسیاری ازگونه‌ها بصورت بوعامل تشخیص گونه‌ای باشد، چنانکه این قبیل مواد بوسیله پروانه‌های ماده ترشح گشته ووسیله جلب پروانه های نرمیگردد. این گونه‌موادشیمیائی جلب کننده، که‌فرومون (Pheromone) نامیده میشوند درعده‌زیادی ازحشرات دیگرنیزوجوددارد که دربعضی ازموارد نیز ممکن است بوسیله نرها ترشح شده‌وباعث جلب ماده‌ها گردد. درزندگی جنسی پستانداران نیزموادمعطرمخصوص بیک گونه اهمیت داشته باعث میگردد ، که توجه افراد همان گونه را جلب کند . مثلا نژادهای مختلف سگ‌ها ازهمین راه یکدیگررا بعنوان یک گونه میشناسند. فرومون ها درگونه های مختلف متفاوت بوده وبنابراین فقط افراد همان‌گونه بطرف یکدیگر جلب میشوند و بدین ترتیب امکان دورگه شدن تا حدود زیادی کاهش میابد .

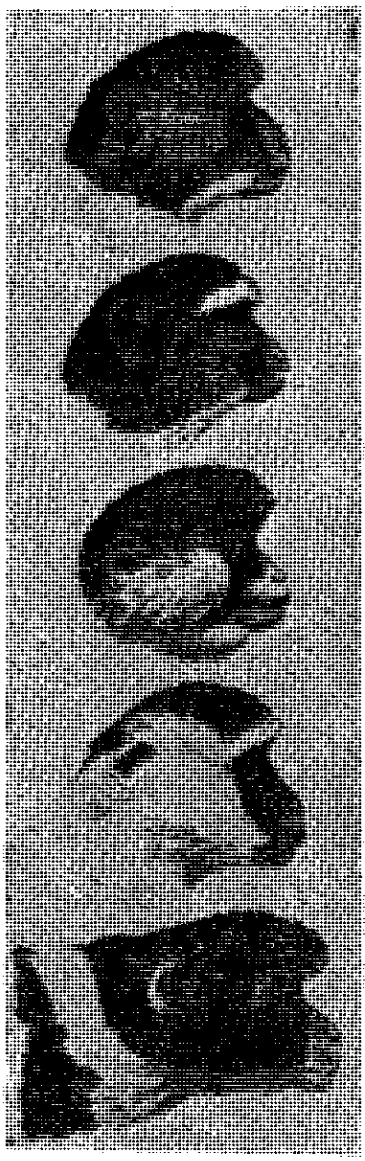
شناسائی نوع ازطریق شنوائی :

تعداد کثیری ازگونه‌های پرندگان ، ملخ‌ها، سیرسیرک‌ها ، قورباغه‌ها وغیره‌بیشتردرفصل جفت‌گیری صداها ویاآوازهای مخصوص

به‌نوع خود را تولید کرده وباعث جلب توجه هم‌گونه‌های خود میگردند. این امربیشتردرمورد انواعی که ازطریق بینائی بخوبی قابل تشخیص نیستند اهمیت پیدا میکند. مثلا گونه‌های مشابه پرندگان مانند سسک سر طلائی (Regulus regulus) و سسک آتشی (Regulus ignicapillus)ویا درخت نورد جنگلی (Certhia familiaris) ودرخت‌نوردباغی (Certhia brachydactyla) با وجوداینکه از لحاظ شکل ظاهری بسختی قابل تشخیص‌اند ولی ازروی صداهای متفاوتی که دارند میتوان بخوبی تشخیصشان داد.

شناسائی نوع ازطریق بینائی :

درانسان وبسیاری ازجانورانی که‌قدرت بینائی کافی دارند شناسائی نوع بوسیله‌چشم انجام میگیرد بطوریکه دربعضیهاحرکات ورفتارهای مخصوص ودربعضی دیگرشکل یارنگ بخصوص یک گونه وسیله شناسائی قرارمیگیرد. علامات مخصوص شناسائی نوع غالباً تنها دریک جنس (معمولا درنرها) بوجودآمده وماده‌ها، که بیشترعهده دارپرورش نوزادان هستند دارای رنگی ساده‌بوده‌و کمتر چشم‌گیرمیباشند (استتار) . مثلا درگونه‌های مختلف مرغابیها ماده ها تاحدودی همرنگ‌اند درحالیکه نرها، که باپرورش نوزادان کاری ندارند بخصوص درفصل جفت‌گیری دارای پرهای رنگی‌جالب‌و چشم‌گیری میگردند، که برای هرگونه‌اختصاصی‌بوده‌وبنابراین وسیله شناسائی‌قرارمیگیرند. درصورتیکه خارج‌ازفصل جفت‌گیری‌مکانیسمی برای جدائی‌آنها لازم نباشد پرهای رنگی مخصوص فصل‌جفت‌گیری ریخته وبجای‌آنها پرهائی‌بارنگهای معمولی‌میرویند(بمنظوراستتار).



شکل ٤٦

شناسائی ازطریق بینائی . سرپنج گونه ازمیمون های متعلق به جنس Cercopitecus که هرکدام علامات مخصوصی جهت شناخت گونه‌ای دارا ستند .بسیار جالب توجه است که کمترین اختلاف رنگ باعث میشود تانمای سرها کاملا با یکدیگر متفاوت گردند .

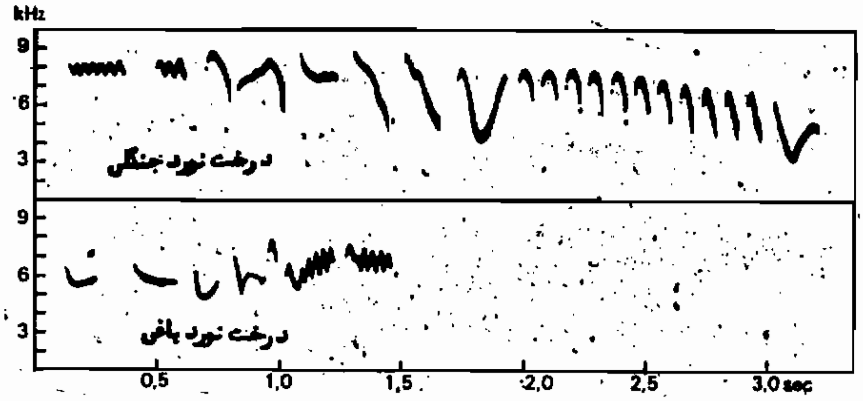
در ماهیها نیز نقوش ورنگهای بخصوص برروی سطح بدن یافت میشود، که دربعضی ازموارد مخصوص دوران فعالیت جنسی است (مثلا شکم قرمز درانواع نر متعلق به خانواده Gasterosteidae) . ماهیهائی که دربین اجتماعات مرجانی زندگی کرده وازلحاظ خویشاوندی نزدیک بیکدیگر هستند بخاطر دارا بودن نقوش ورنگهای مختلف ومتنوع ازیکدیگر بخوبی متمایزبوده وشناسائی آنها بوسیله افراد همنوع ازطریق بینائی امکان پذیراست . درمیمون های متعلق به

جنس Cercopitecus * نیز نقوش ورنگهای متنوع سر و صورت باعث شناسائی گونه ها ازیکدیگرمیگردد. دربعضی ازموارد رنگهای مخصوص شناسائی گونه ها چندان مشخص نیستندوتنها به قسمتهای کوچکی ازبدن محدود میباشند. مثلا درانواع قوهای اروپائی تنها رنگ منقار درآنها متفاوت است واین اختلاف نیزمنحصربه افرادبالغ میباشد بطوریکه درافراد جوان چنین اختلافی مشاهده نمیشود. حتی اختلافات خیلی کوچک وبظاهرناچیزمانند رنگ عنبیه (= Iris) ویاوجود حلقه‌ای ازپوست بدون پردراطراف چشم ممکن است وسیله شناسائی گونه ها باشد. این پدیده دربسیاری ازپرستوهای دریائی دیده میشود. اگررنگ حلقه پوستی بدون پراطراف چشم ها را تغییر دهیم (رنگ‌آمیزی نمائیم) دراین صورت‌حتی‌ممکن‌است جفت هائی‌که قبلا با همدیگرلانه سازی کرده بودند ازیکدیگر جدا شوند، زیرا احتمالا جفت یا همسرآرایش‌شده خود را دیگرنمیشناسند. تمام علامات نامبرده‌مخصوص شناسائی گونه ها نه‌فقط‌بمنظورانتخاب یکی از همنوعان بعنوان جفت است بلکه بدین‌نحو رقیبان همنوع نیز شناسائی میگردند. این امرمثلا درمورد تعداد زیادی ازماهیهای‌موجوددربین‌مرجانها که‌نیش های‌اکولوژیکی نزدیک‌بهمی‌راتشکیل میدهنداهمیت‌زیادی‌دارد وبدین نحومیتوانند ازقلمروخوددفاع کنند.

۷-۶ مشخصات گونه‌ای وافزایش اختلافات (فرق ها)

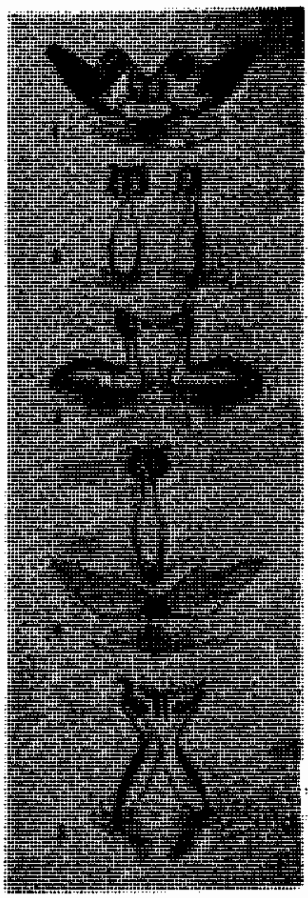
درنقاطی که انواع مشابه زیادی زندگی‌میکنند، بطوریکه‌امکان اختلاط‌بین‌آنها وایجاددورگه‌ها زیاد باشد، تحت تأثیرانتخاب‌طبیعی اختلاف‌گونه ها واضحترمیگردد. اما اگرانواع نزدیک بهم درمنطقه‌ای

* میمونهائی هستند که دارای دمی درازو صورتی با رنگهای بسیار چشمگیر می‌باشند و در جنگلهای آفریقا بصورت دسته جمعی زندگی می کنند.



شکل ٤٧

اسپکتروگرام صوتی صداهای درخت نورد جنگلی و درخت نورد باغی را نشان میدهد. باوجودی که این دوگونه ازلحاظ شکل ظاهری شباهت زیادی بیکدیگر دارند (شکل ٤٤) ولی ازلحاظ صوتی کاملا ازهمدیگر متمایزاند .



شکل ٤.٨

مراسم جفت گیری درمرغ غواص ماسک‌دار .

قسمتهایی ازیک سری اعمال مربوط به مراسم جفت گیری .

۱ — بالهای گسترده خود را به ماده نشان میدهد . ۲— سپس نروماده‌بزیر آب فرورفته وبطوریکه درشکل دیده‌میشود ازآب‌بیرون میآیند. ۳ —نروماده سرهای‌خودرابه هم‌نشان‌میدهند. ٤ و٥—هردو درحالیکـه ازآب بیـرون میآیند بـه‌نوعی رقص میپردازند و گیاهان آبی راکه باخود آورده‌اند بیکدیگر نشان میدهند .

یافت نشود وامکان دورگه شدن وجود نداشته باشد چنین فرقهائی بی‌اهمیت میباشند. بنابراین اهمیت پدیده‌افزایش اختلافات گونه‌ای بانیش های اکولوژیکی قابل مقایسه است .

چنانکه دونوع کمرکلی(متعلق به خانواده Sittidae) یکی Sitta tephronota و دیگری Sitta neumayer در نقاطی که هردویافت میشوند بخاطر اختلاف موجود در نوار تیره بالای چشم بخوبی ازیکدیگرمتمایزمیشوند درصورتیکه درنقاطی که جدا ازهم زندگی میکنند کاملا مشابه یکدیگرند. درمورد صوت پرندگان وسیر-سیرك ها (ازحشرات) نیزپدیده مشابهی مشاهده‌میگردد. اگرگونه های مشابه دریک محل یافت شوند اختلافات صوتی درآنها وجوددارد ولی اگردرمناطق مجزائی زندگی نمایند ممکن است صداهائی کاملا شبیه بهم داشته باشند. بعضی‌ازمرغابیهای نژادهای جزیره‌ای‌یافت میشوند که درآنها نرها نیزدرفصل جفت‌گیری فاقد پرهای الوان‌بوده ومانند ماده‌ها دارای پرهای معمولی هستند. دراینجا چون‌گونه های مشابهی وجودندارد وامکان دورگه شدن نیست لذا انتخاب طبیعی باعث بوجود آمدن علامات مخصوص درنرها نشده است.

مثلا این پدیده درجمعیت‌های مرغابی سرسبز(Anas platynchos) در هاوائی و مرغابی فیلوش (Anas acuta) در جزایر کرگولن (درحدود ۳۰۰ جزیره کوچك وبزرگ درجنوب‌اقیانوس هند) بخوبی مشهود است ، درحالیکه درسایرنقاط دنیا ، که‌گونه های مشابهی‌در همجواری آنها یافت میشوند نرهای این دوگونه دارای‌پرهای‌الوان مخصوص فصل جفت‌گیری هستند .

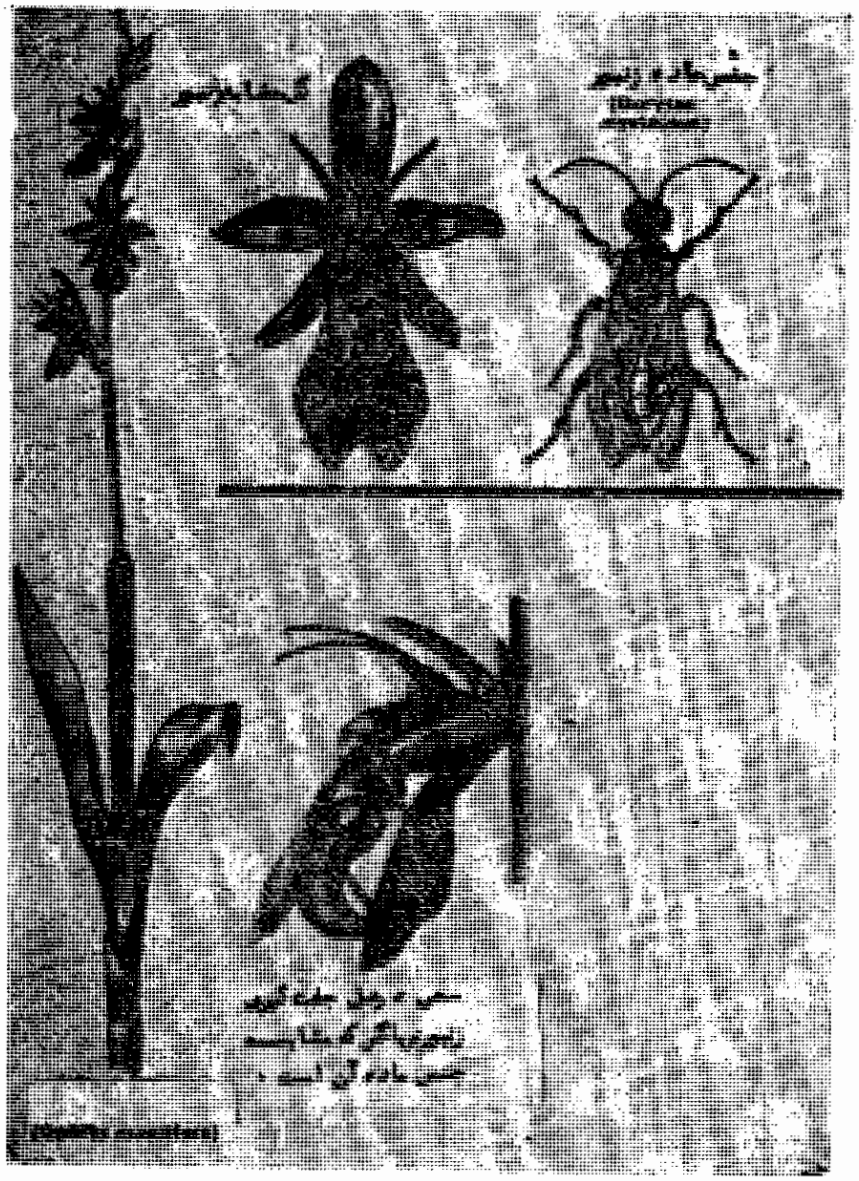
مکانیسم های جدائی درگیاهان :

درمورد مکانیسم های جدائی که بعدازلقاح مؤثرواقع میشوند

گیاهان نیزوضعیتی شبیه جانوران دارند. دراینجا مرگ ومیردورگه ها وعقیم بودن آنها پدیده‌ایست ، که بحد وفوردیده‌میشود وقدرت رقابت وقابلیت تولید مثل درآنها کاهش فاحشی مییابد. دربسیاری ازموارد امکان ترکیب گرده ازیک‌گونه باتخمک‌گونه دیگروجودندارد ، زیرا یادانه‌گرده نمیتواندباعث تشکیل لوله‌گرده‌برروی تخمدان گردد ویانمولوله‌گرده قبل‌ازپایان رشد کامل خودمتوقف‌گشته وامکان رسیدن‌گامت نر به‌گامت ماده از بین میرود. دراین قبیل مکانیسم‌ها که اصولا مانع ازانجام لقاح‌میشوند طبیعتاً جدائی فصلی درگیاهان نیز مؤثراست . زیرا گونه‌های مختلف گیاهان در فصول مختلف‌سال شکوفا میشوند . مثلا گل‌آقطی قرمز (Sambucus racemosa) در فصل بهار وگل‌آقطی‌سیاه (Sambucus nigra) خیلی دیرترشکفته میگردد. چنانچه این دورا درشرایطی قراردهیم که باهم شکوفا شوند ممکن‌است تخمک یکی‌بوسیله‌گرده دیگری وبالعکس بارور گردد. گروهی ازانواع مشابه‌گلهای ارکیده (جنس Dendrobium) که درنقاط‌گرم ومرطوب درکناریکدیگرمیرویندگل هرکدام ممکن است فقط بفاصله تنها یک روز بازشود و تنها چند ساعت شکفته باقی بماند . چون درگیاهان اندامهای حسی وجود نداشته‌ودرمحل ثابت هستند،لذا مکانیسم جدائی رفتاری درآنها بطورمستقیم دیده نمیشود اماگیاهان گلداری که بوسیله حیوانات‌گرده افشانی‌میگردند (=انواع زئوگام Zoogam) ازاندامهای حسی جانوران ، بعنوان نوعی مکانیسم جدائی استفاده میکنند. مثلابسیاری ازگیاهان‌بوسیله رنگ یاشکل و یابوی مخصوص‌خویش توجه دسته بخصوصی از جانوران‌رابخود جلب‌میکنند، چنانکه هردسته ازآنهاگلهای‌بخصوصی

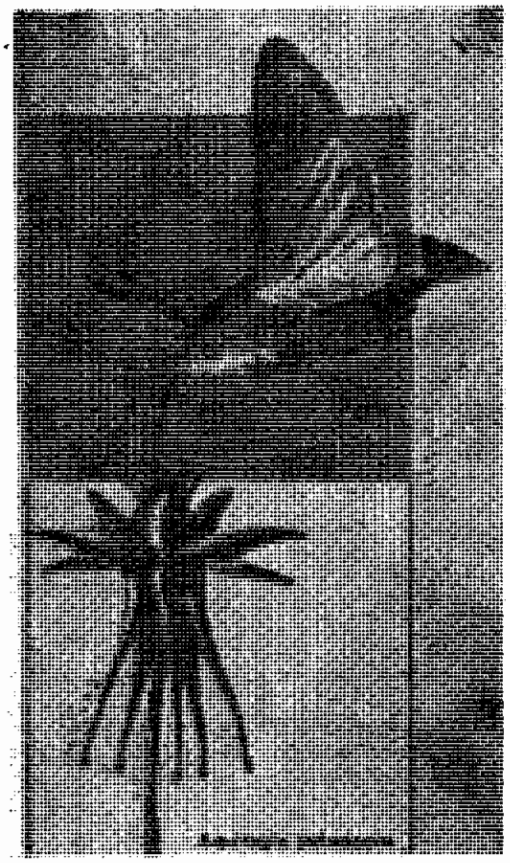
را بر دیگر گلها ترجیح داده وباعث میگردند که گرده‌های هرگل بر روی گل دیگری ازهمان نوع منتقل شود. دراینجا انتخاب همنوع با استفاده از اندامهای حسی جانور انجام میگیرد. علاوه برآن نوعی جدائی مکانیکی دراینجا موثراست که مثلاگل بسیاری از گیاهان بخاطرساختمان مخصوص خود مانع ازاین میشوند که تمام جانوران گرده افشان بتوانند به شهد آنها دسترسی پیدا کنندونتیجتاً درهرمورد جانوربخصوصی برای استفاده ازشیره‌آنها تخصص یافته است

مکانیسم های جدائی درگیاهان



شکل ۵۰ ــ الف

شکل ۵۰ ب

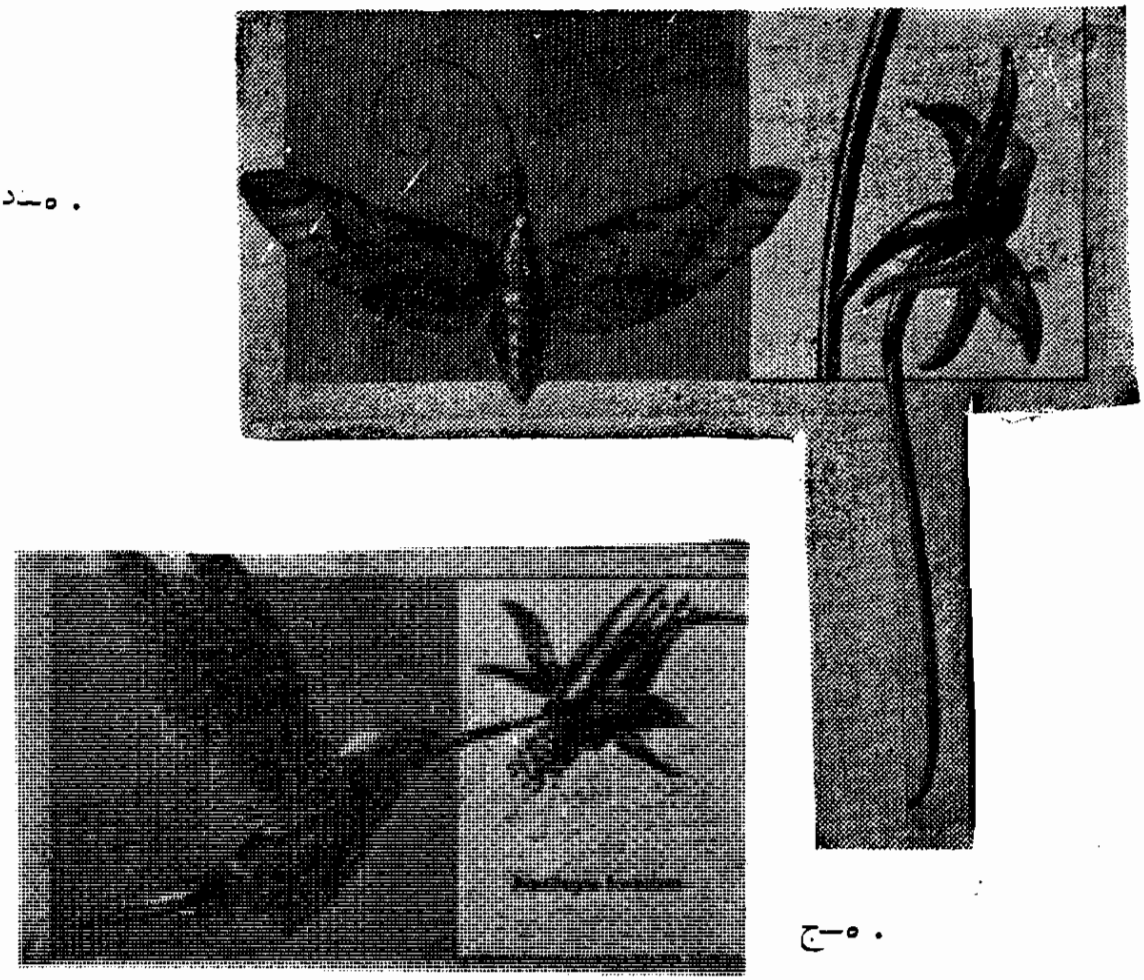


شکل ۵۰

گیاهان میتوانند بوسیله رنگ ،شکل ویابوی مخصوص گل خوددرهرمورد توجه گونه بخصوصی ازحشرات را برای گرده‌افشانی جلب کنند و باین ترتیب تا حدود زیادی از ایجاد دورگه‌ها جلوگیری میشود.

الف —در ارکیده های جنس Ophrys گلها شباهت زیادی به زنبورهای ماده از نوع Gorytes mystaceus دارند و بدین جهت زنبورهای نر آنها رابا زنبورهای ماده اشتباه کرده وبرای جفت گیری بطرفشان میروند وبدینوسیله دانه های گرده‌راازگلی بـه گل دیگر منتقل میکنند .

ب وج — در غرب آمریکا دو نوع تاج‌الملوک وجود دارد که یکی از آنها یعنی



د ــ ه .

ج ــ ه .

Aquilegia pubescens فقط توسط پروانه‌های خرطوم بلند (Sphingidae) ودیگری A. formosa فقط بوسیله کولیبریس ها گرده‌افشانی میشود .

د ــ شهدگل تعداد کثیری ازگیاهان درانتهای لوله طویلی قرار میگیرد بطوریکه فقط حشرات یاپرندگان بخصوصی که دارای دستگاه مکنده مناسبی هستند میتوانند بآن دسترسی پیدا کنند . چنانکه در ماداگاسکار نوعی ارکیده (Angraecum sesqutipedale) یافت میشود که شیره آن درانتهای لوله‌ای بطول ۳۰ ــ ۲۵سانتیمتر قرار دارد و فقط نوعی پروانه خرطوم بلند (Xanthopan morhani praedicta) قادر است با خرطوم درازی که‌دارد ازشهد آن استفاده نماید ودرضمن گرده‌افشانی رانیز دراین گل انجام دهد .

پدیدهٔ بسیارجالبی درگروهی ازارکیده‌های متعلق به‌جنس Ophrys دیده میشود، که‌به ارکیده‌های زنبورمگسی مشهورگردیده‌اند . در اینجاگلها شباهت زیادی به حشرات ماده‌ازپوست‌بالان پیدا کرده‌اند بطوریکه نرها اشتباهاً جهت جفت‌گیری بطرف آنها جلب میشوند و بدینوسیله آنها راگرده افشانی میکنند . دراینجاهریک‌ازحشرات نـر بسراغ گلی میرود که شبیه حشره ماده متعلق به نوع خودش باشد باین ترتیب نوعی مکانیسم جدائی بوجود آمده ، که توسط حشره اعمال میشود .

۷-۷ تشکیل انواع مشابه دریک منطقه (انواع سیمپاتریک):

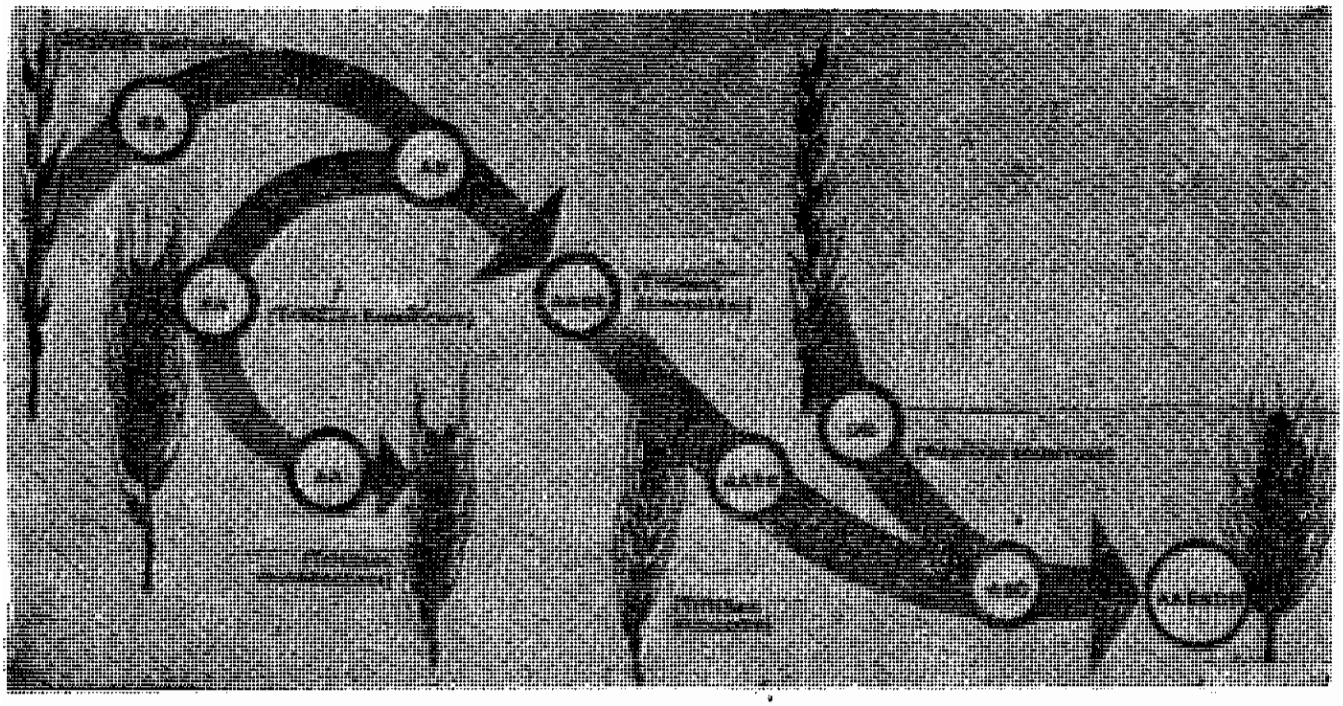
درحالیکه درتشکیل انواع آلوپاتریک یعنی انواعی که‌درمناطق مختلف جغرافیائی زندگی میکنند جدائی جغرافیائی مؤثرواقع میشود، درموارد خاصی انواع سیمپاتریک یعنی‌آنهائیکه دریک منطقه‌وجود دارند تحت تأثیرعوامل خاصی ممکنست ازتعویض ژن بین‌آنهاممانعت بعمل آید ، باین ترتیب اجتماع جدیدی بوجود میآید ، که ازلحاظ تولید مثل ازجمعیت اجدادی خود جدا شده وتبدیـل بیک گونـه جدید میگردد .

با وجوداینکه اهمیت تشکیل انواع مشابه دریک‌منطقه درتکامل جانوران هنوز موردبحث‌است وچنین بنظرمیرسد که‌نقش مهمی دراین امرایفانکرده‌باشد، مع‌الوصف‌این پدیده درعالم گیاهان بخوبی مشهود است. بدلیل اینکه‌درگیاهان‌نوع بخصوصی ازموتاسیون (Genommutation) نسبتاً فراوان دیده میشود وآن پلی پلوئیدی است (Polyploidy). در

پلی‌پلوئیدی تعداد کروموزومهای یک‌گونه حداقل دوبرابرمیگردد (Autopolyploidy) . آمیزش بین دوگیاه ازیک‌گونه ، که دارای تعداد متفاوتی کروموزوم باشند منجر به‌تشکیل دورگه هائی‌میگردد، که معمولا تقسیم میوز (= تقسیم با کاهش کروموزومی) درآنها بطورعادی انجام نمیگیرد وبنابراین عقیم میمانند. فردی ازیک‌گونه گیاه که پلی‌پلوئید شده باشد (بیش‌از n ۲ کروموزوم داشته‌باشند) درمقابل‌سایرافراد دیپلوئید همنوع خود نوعی‌مکانیسم جدائی‌بدست آورده است که مانع ازاختلاط ژن بین آنها میگردد وباعث تشکیل یک جمعیت مجزا میشود . عملا تعدادی زیاد ازانواع نزدیک بهم را درگیاهان می‌شناسیم ، که تعداد کروموزومهایشان چندین برابر تعداد کروموزومهای انواع اجدادیشان شده است و بدین ترتیب نشان میدهند، که این افزایش تحت تأثیرپلی‌پلوئیدی‌بوده‌است.مثلا درگونه‌های مختلف گل سرخ (جنس Rosa) تعداد کروموزومها ۱۴ - ۲۸ - ۴۲و۵۶ عدداست(n=۷). چنین بنظرمیرسد که حدود $\frac{1}{3}$ ازگونه‌های گیاهان عالیترنیز دراثرپلی‌پلوئیدی بوجودآمده باشند وتنها در درختان سوزنی (Conifera) این پدیده بندرت دیده میشود. درگیاهان ممکنست دراثرپلی‌پلوئیدی ازترکیب‌گونه‌های نزدیک به‌فرم اجدادی، انواع جدیدی بوجودآیند. دورگه‌هامعمولا بخاطر اختلافاتی که در تعداد کروموزومهایشان دارند در تقسیم میوزدچار اختلالاتی میشوند، زیرا برای هرکدام ازکروموزومها

یک جفت هومولوگ وجود ندارد. این اشکال ممکنست در نتیجه پلی پلوئید شدن دورگه ها برطرف شود (Allopolyploidy) و بدین ترتیب میتوانند تولید مثل کنند. بعلاوه این قبیل پلی پلوئیدی باعث جداشدن دورگه ها ازانواع اجدادی آنها شده، جمعیت های مجزا وبالاخره از آمیزش بین آنها میتواند یک گونه جدید بوجود آید. بجز دربعضی ازگیاهان وحشی (درسرخس ها پلی پلوئیدی نسبتاً فراوان است) تشکیل دورگه ها وانجام پلی پلوئیدی درآنها درپیدایش اکثرگونه های گیاهان اهلی نقش مهمی را ایفا کرده است. مثلاگیاه اهلی پنبه آمریکائی (Gossypium) با 2n کروموزوم (2n=52) دورگه ایست ازپنبه وحشی آمریکائی (2n=26)وپنبه آسیائی (2n=26) که دراثرپلی پلوئیدی بوجود آمده است. همین امر درمورد چندین گونه تنباکونیزصدق میکند. درخت آلوی برقانی (Prunus domestica) نیز دورگه ایست که در اثر آلوپلوئیدی ازگوجه گیلانی (Prunus spinosa) با ٤n کروموزوم (تتراپلوئید) و غار گیلاس (Prunus cerasifera)، با ٢n کروموزوم (دیپلوئید) بوجودآمده است ودرنتیجه هگزاپلوئید(با ٦n کروموزوم)میباشد (٤n ازگوجه گیلانی و ٢n ازغارگیلاس). همچنین بسیاری ازانواع غلات آلوپلوئید هستند مانند گندم معمولی، که نمونه های اجدادی آن دومرتبه تشکیل دورگه داده ودرهرمرتبه پلی-پلوئید شده اند (شکل ٥١).

درحیوانات پلی پلوئیدی بطوروضوح کمیاب است واین امربیشتر بدان جهت است، که اکثر جانوران دوجنسی بوده وتعیین جنسیت بوسیله ژنها انجام میگیرد. انجام پلی پلوئیدی در ماده هائیکه دارای



شکل ۱۵

نحوه پیدایش گندم معمولی ازنمونه های وحشی که درنتیجه آلوپلی‌پلوئیدی بوجود آمده است. A و B و D نشان دهنده تعداد کروموزومها بصورت هاپلوئید (n = 1) میباشد .

کروموزومهای جنسی XX هستند منجربه تشکیل افرادی با کروموزو مهای XXXX میگردد ودرنرها با کروموزومهای جنسی XY منجر به تشکیل افرادی با کروموزومهای جنسی XXYY میشود . دراین صورت درنرها پس ازتقسیم میوزگامتهای XY بوجود میآیند وپس از ترکیب باگامتهای ماده XX زیگوتهائی با کروموزومهای جنسی XXYY تشکیل میشود وباین ترتیب میکانیسم تعیین جنسیت دچار اختلال میگردد، بهمین دلیل افراد دوجنسی پلی‌پلوئید درگروههائیکه تعیین جنسیت بوسیله این‌قبیل مکانیسم‌ها انجام میگیرد (مثلا دربین مهره داران میتوان خزندگان، پرندگان وپستانداران رانام برد) عملا غیرممکن میگردد. بااین حال دربین جانوران نیزگونه های پلی‌پلوئید در انواعی که تولید مثل ازطریق باکره زائی (Parthenogenesis)

است ویایک جنسی میباشند وجوددارد. مثلا نمونه های پلی پلوئید دربسیاری ازکرمهای پلاناریاوهمچنین درعده‌ای‌ازکرمهای‌خاکی ودرنوعی خرچنگ کوچک آب شور (Artemia)ویک نژاد یک جنسی ازخرخاکیها (Trichoniscus elisabetha coelebs)دیده میشود .

درسوسکهای سرخوطومی (جنس Otiorhynchus) و همچنین درگونه های دو جنسی، که تعیین جنسیت در آنهـا بطریق دیگـری انجام‌میشود، مثلادرقورباغه های‌آمریکائی (خانواده Ceratophrytidae) یک‌گونه دیپلوئید متعلـق بـه جنس Odontophrynus بنام O. cultripis (2n=22) درکنارگونه‌ای بنام O. americanus که تتراپلوئید میباشد (2n=44) زندگی میکنـد وحتی گونـه دیگری‌بنام Ceratophrys dorsata یافت میشود که اکتا پلوئید است (2n=88) . پلی پلوئید بودن نوعی سوسمار در منطقـه‌آریزونای آمریکا متعلق به خانواده Teiidae و از جنس Cnemidophorus که‌اخیراً شناخته شده‌است مربوط به‌تولید مثل بصورت باکره‌زائی درآن میباشد .

اختلافات اساسی درتشکیل‌گونه های سیمپاتریک، که درنتیجه پلی‌پلوئیدی بوجودآمده‌اندوانواع آلوپاتریک بطورخلاصه‌عبارتنداز:

۱ـ انواع سیمپاتریک همیشه ازافرادی بوجود میآیند که‌پلی‌ـ پلوئید میشوند درحالیکه انواع آلوپاتریک دراثرجدائی جغرافیائی جمعیت‌ها تشکل میگردند .

۲ ـ در تشکیل انواع سیمپاتریک در نتیجه پلی پلوئیدی مکانیسم جدائی بطور ناگهانی درمقابل سایرافراد اجتماع قبلی بوجودمیآید و عاملی بـرای جـدائی محسوب مـیشود ، در صـورتیکـه درانـواع آلوپاتریک جدائی خود باعث ایجاد انواع جدید میشود .

فصل هشتم

تکامل خارج گونه‌ای (Transspecific evolution) :

عواملی که باعث تشکیل گونه های جدید میشوند تقریباً بخوبی قابل درک بوده و تا حدود زیادی تمام آنها شناخته شده‌اند . تکاملی که درمحدوده یک گونه بوجود میآید تکامل کوچک (microevolution) و یا تکامل داخل گونه‌ای (infraspecific evolution) نامیده میشود . ایجاد صفات و تغییرات جدید درگونه های نزدیک بهم نسبتاً ناچیزاست ودراینجا این سئوال مطرح میشود، که آیا اختلافات فاحش حاصله در بین طبقات مختلف موجودات زنده مانند راسته ، رده وحتی شاخه درنتیجه میکروموتاسیونهای فوق الذکر بوجودآمده و یا در اثر موتاسیون های بزرگ (Macromutation) و یا تکامل خارج گونه‌ای حاصل گردیده است . قبل ازهرچیز بوجودآمدن اشکال جدید مثلا پرندگان و پستانداران از خزندگان (Typogenesis) مورد توجه قرار میگیرد .

۸–۱ تکامل افزایش فرم ها (Additive typogenesis) :

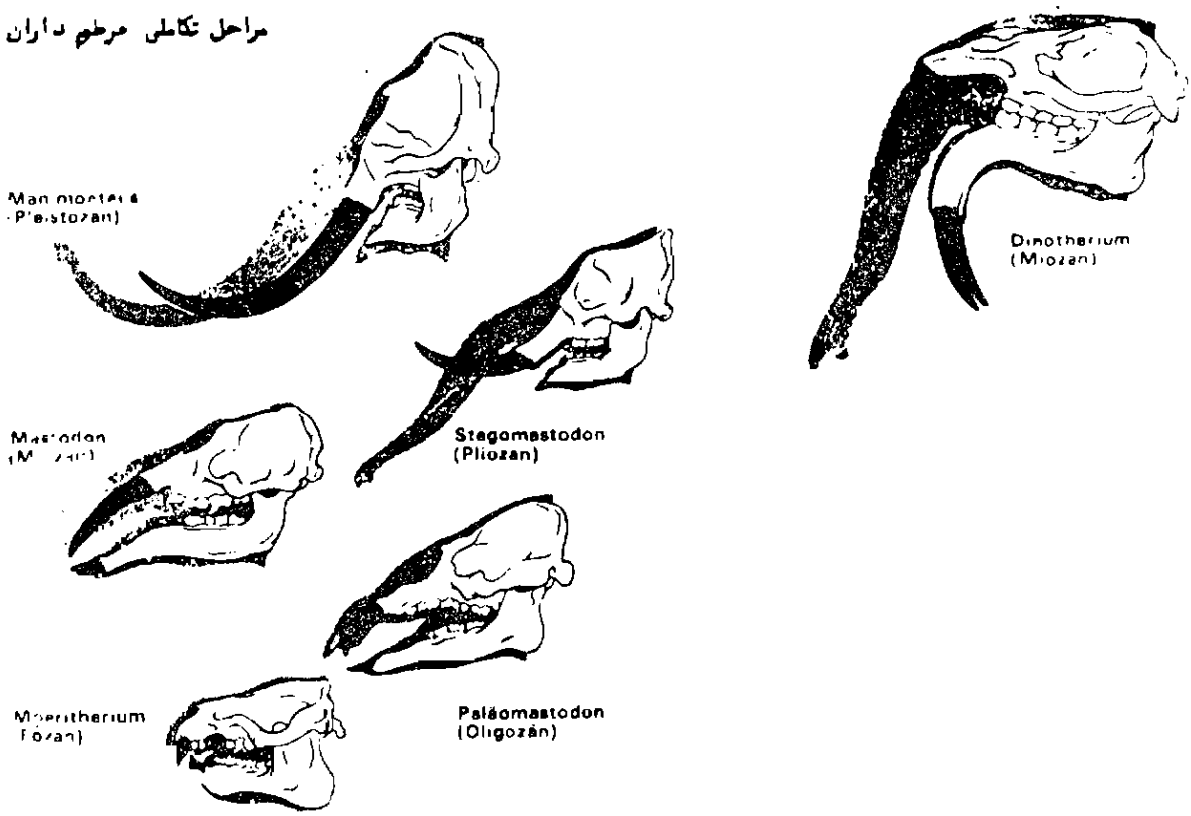
عده ای ازمحققین ایجاد اختلافات فاحش بین گروهها مختلف موجودات زنده‌را در نتیجه موتاسیونهای بزرگ دانسته و معتقداند، که بطور ناگهانی مجموعه ای از صفات دراثر جهش ناگهانی تغییر یافته و فرم های جدیدی بوجود آمده‌اند . چون موتاسیون های کوچک

معمولی نیز غالباً باعث بهم خوردن تعادل ژنی در ژنوتیپ یک فرد و نحوه تأثیر آنها میگردند، طبق اطلاعاتی که در حال حاضر در این زمینه وجود دارد ، امکان ایجاد موتاسیون های بزرگ مناسبی ، که منجربه تشکیل فرم های جدید شده‌باشد وجودندارد. علاوه براین دیرین شناسان در مواردزیادی توانسته‌اند مقدارزیادی از تغییرات تدریجی را بوسیله فسیل ها و شواهد بدست آمده باثبات برسانند . مثلا درتکامل انواع اسب ها و خرطوم‌داران همه شواهد دال برتغییرات تدریجی هستند ، که قدم بقدم انجام گرفته، بطوریکه میتوان ازنوعی تکامل افزایشی فرم ها صحبت بمیان‌آورد. همچنین نمونه های حد واسطی که دیرین شناسان پیدا نموده‌اند انجام چنین تکامل های تدریجی را تأیید مینماید . صفات جدیدی که بوجود آمده‌اند مانند پردرپرندگان ویا دندان درپستانداران، که بطرز پیچیده‌ای انجام‌گرفته و یا تغییر شکل ضمائم حرکتی در اسب ها وغیره همه دلالت برنوعی سازش بامحیط میکنند، بطوریکه میتوان عامل مؤثر دراین زمینه از تکامل را نیز نیروی انتخاب طبیعی دانست .

چون این قبیل ازسری تکامل های تدریجی درمحدوده تکامل افزایشی فرم ها درطول زمانهای بسیارطولانی ودرجهت‌خاصی انجام گرفته ، بنابراین میتوان گفت که هریک ازآنها بمنظور سازش بامحیط درجهت خاصی تحت تأثیر انتخاب طبیعی بوجودآمده‌اند (= انتخاب طبیعی مستقیم Orthoselection) .

کاهش تدریجی انگشتان جانبی همراه با افزایش انگشت وسطی در اسب، که درحین تشکیل ضمائم‌حرکتی تک سمی انجام گرفتدوهمچنین

تغییرات تدریجی برجستگیهای روی دندانهای آن، که منجر به تشکیل دندانهائی‌مناسب برای‌علفخواری‌گردیده مثال های معروفی از این قبیل تکامل ها ، که درجهت خاصی ، برای انجام عمل بخصوصی آنجام‌گرفته‌اند میباشند. همین امردرمورد تکامل دندانهای عاج و خرطوم فیل ها نیز صدق میکند .



مراحل تکاملی درخرطوم داران(Proboscidia)نیز مانند تکامل اسب هابخوبی مشخص گردیده‌است. درشکل‌سمت‌چپ‌تعدادی‌ازمراحل تکاملی‌مهم‌این‌جانوران نشان‌داده‌شده که سرانجام منجربه‌پیدایش‌فیل های کنونی‌گردیده‌است. دراینجاافزایش تدریجی‌طول دندانها ی‌پیش‌فوقانی، که‌تبدیل به‌عاج شده‌اندوهمچنین نمولب‌بالائی‌وبینی وتبدیل‌آنهابه‌خرطوم بخوبی‌دیده میشود .

درگروهی ازخرطوم داران بجای دندانهای پیش فوقانی دندانهای پیش تحتانی نمو کرده‌اند ، که درشکل سمت راست نمونه‌ای ازآنها ازجنس Dinotherium نشان داده‌شده است

معهذا دربعضی‌ازشاخه های‌فرعی مثلا در Dinotherium (= گونه بخصوصی از خرطوم داران) تکامل دندانهای عاج بعکس سایر

خرطوم داران نزدیک در آرواره پائین انجام گرفته (شکل ۵۲) و این پدیده دال برآنست که دریک گروه خویشاوند امکان طی مراحل تکاملی در مسیرهای مختلف وجود دارد .

۸—۲ تشکیل فرم های جدید و تطابق تشعشعی درآنها :

درمحدوده تکامل بین گونه‌ای، میتوان نشان داد، که هریک ازانواع جدید نیش اکولوژیکی مخصوص بخود تشکیل میدهد یعنی ازامکاناتی که در محیط زیست وجود دارد ولی بوسیله دیگران مورد استفاده قرار نگرفته است بهره برداری مینماید . مثلا منابع غذائی جدیدی را مورد استفاده‌قرارمیدهند، که سایر افراد اجتماع موجود در منطقه یابدان دسترسی ندارند و یا قادر نیستند حد اکثر استفاده را از آن ببرند . همچنین درموقع بوجود آمدن‌اشکال جدید (Typogenesis) پدیده تعویض رابطه محیط با موجود زنده نقش مهمی را ایفا مینماید، منتهی در اینجا معمولا تأثیر تغییرات بزرگتری مطرح است . اشغال خشکیها بوسیله ماهیهای متعلق بگروه* Crossopterygia در دوره دونین، تسخیر هوا بوسیله پرندگان یا خفاشان وهمچنین استفاده آب دریاها بوسیله عده‌ای از مهره‌داران خشکی زی (مانند نهنگ ها) مثالهای جالبی در این موردمیباشند. پس از تعویض محیط‌زیست بوسیله‌عده‌ای‌ازموجودات زنده نیش های اکولوژیکی بزرگتری تشکیل میگردند ، که آنها را میتوانیم مناطق اکولوژیکی بنامیم (ecologic zone) .

زیرده‌ایست ازماهیها که‌محتملا اجداد ذوحیاتین محسوب میشوند ودردوره دونین بوجود آمده‌اند .تنها گونه‌ای از آنها که هنوز زندگی میکند — Latimeria calumnae میباشد که درسال ۱۹۳۹ کشف گردیده است .

بعد از تشکل مناطق اکولوژیکی بزرگ ممکنست آن مناطق در اثر تخصصی شدن رفتارهای گونه‌ای بمناطق کوچکتر و بالاخره به نیش های اکولوژیکی متعلق به انواع متفاوت تقسیم گردد، یعنی در این مناطق تکامل با تشکیل گونه‌های جدید ومجزاشدن آنهابصورت فرم‌های مختلف درجهات مختلف‌سازش با محیط بوجود آمده است و این همان تکاملی است که اصطلاحاً تطابق تشعشعی (Adaptive Radiation) نامیده‌میشود. عواملی که درچنین پراکندگیها مؤثر واقع میشوندعبارتند از:

۱ ــ امکانات موجود درمحیط، یعنی موجودات زنده چه نیش های اکولوژیکی تازه‌ای را میتوانند درآن تشکیل دهند. در اینجا باید توجه داشته باشیم، که عوامل حیاتی نیزجزءمحیط محسوب میشوند (تأثیر موجودات زنده برروی یکدیگر) وبهمین دلیل در نتیجه تکامل آنها ممکنست مناطق یا نیش های اکولوژیکی جدیدی بوجود آید. مثلا پس از تکامل گیاهان در خشکی امکان زندگی جانوران در خارج ازدریاها فراهم شده‌است. درنتیجه‌تکامل‌گیاهان گلدار نیش‌های اکولوژیکی تازه‌ای برای جانوران شهد خوار مثل پروانه ها وکولیبریس‌ها بوجود آمده‌است. بعد ازاینکه گیاهان عالیتر خشکیها را اشغال نمودند (دوره دونین) غذای لازم برای جانوران موجود در محیط و همچنین حیواناتی که ممکن بود بعداً به خشکی وارد شوند فراهم گردید.

۲ــ برحسب اینکه تصادفاً چه موتاسیونهائی با چه ترکیباتی درموجودات زنده در محیط ظاهر شوند، که در نتیجه بتوانند از امکانات محیط نیش های اکولوژیکی تازه‌ای بسازند (یانسازند).

اصول ساختمانی یک موجود زنده در بعضی از موارد امکان تشکیل نیش یا منطقه اکولوژی بخصوصی را نمیدهد . مثلا خارپوستان (Echino dermata) که بوسیله عروق آبی مخصوصی، که با آب دریا مستقیماً ارتباط دارند حرکت میکنند و بدین جهت امکان خارج شدن از محیط برایشان هرگز وجود نداشته است .

بندپایان خشکی زی (عنکبوتیان وحشرات) بعلت داشتن اسکلت خارجی وتنفس بوسیله تراشه نمیتوانند ازحد معینی درشت تر شوند و بهمین خاطر نمونه های بزرگ (مثلا مانند مهره داران) دربین آنها دیده نمیشود.

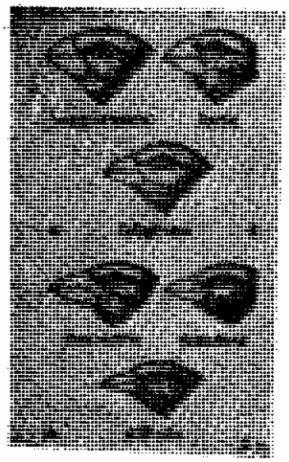
۳- رقبائی که درمحیط وجوددارند(ازگونه های دیگر)ونیش های اکولوژیکی که درمحیط زیست بوجود آورده اند . مثلا درحال حاضر برای ماهیهای ریه دار (Dipnoi) ، که میتوانند مانند ذوحیاتین زندگی کنند این شانس وجودندارد، که مانند Crossopterygia درخشکی ساکن شوند، زیرانیش های اکولوژیکی که ممکن بود توسط آنها تشکیل شود قبلابوسیله ذوحیاتین اشغال گردیده اند، لذا امکان ساختن نیش های اکولوژیکی جدیدبرای آنهاوجودندارد.

۸-۳ مثالهائی ازتطابق تشعشعی:

سهره های داروین (خانواده Geospizinae)- دریکهزار کیلومتری ساحل غربی اکوادر، در امتداد خط استوا، جزایر گالاپاگوس قرار گرفته اند، که درنتیجه آتش فشانهابوجود آمده اند وهیچگاه باخشکیها رابطه ای نداشته اند. تمام گیاهان وجانورانی که دراین جزایر یافت میشوند اکثراً از سواحل آمریکای جنوبی یا بوسیله بادبدانجا منتقل شده و یا همراه باتنه های شناور درختان بمحل رسیده اند (مثلا

سنگ پشت ها وسوسمارها). چون عمل انتقال با توجه به فاصله زیاد خیلی بندرت وتصادفی اتفاق میافتد وتنها عده معدودی ازگونه های موجودات زنده قادراند تحت چنین شرایطی تا رسیدن به جزایر مورد بحث زنده بمانند، بنابراین تعداد انواع موجود درجزایر فوق الذکر خیلی کم است مثلا ذوحیاتین که تحمل گذشتن ازآب دریاها راندارند در آن نقاط هرگز دیده نشده‌اند وازپستانداران تنها چندگونه (یک گونه خفاش، چندنوع موش ودونوع سگ دریائی) وجوددارد.

بدین ترتیب ساکنین موجود در جزیره محیط های زیستی بسیاری را داشته ودارند، که یا بکلی بلااستفاده مانده ویا تنها جزئی ازآنها مورد استفاده قرارگرفته وبدین ترتیب امکانات زیادی برای تشکیل نیش های اکولوژیکی جدیدوجود داشته است.



شکل ۳۰

شکل منقار در سهره های داروین.

بنابراین جزایرفوق الذکرمدلهای مناسبی برای تحقیقات تکاملی میباشند. معروف ترین مثال دراین مورد گروهی ازسهره ها میباشند، که تنوع آنها دراین جزایرابتدا نظرداروین راجلب نموده وتاحدود زیادی درتحکیم نظریه تکاملی اوموثرواقع شده است.

بمنظوربزرگداشت آن دانشمندآنها راسهره های داورین نامیده‌اند.

این پرندگان زیرخانواده مجزائی راتشکیل داده‌اند (Geospizinae)، که شامل ۱۳ گونه میباشد وفقط دراین جرایر دیده میشوند.

تمام آنها مستقیماً با یکدیگرخویشاوندی داشته واز یک‌گونه ، که محتملا دراواخردوران سوم زمین‌شناشی(تقریباً ۱۰ میلیون سال‌قبل) بدانجا منتقل شده است بوجودآمده‌اند . چون قبلا گیاهان وحشرات بدانجا واردشده ونشوونمای زیادی‌داشتند اما هیچگونه پرنده‌ای در آنجاوجودنداشته، لذا سهره‌های تازه وارد ازامکانات زیستی فراوانی برخوار بوده وباهیچگونه مسئله رقابتی روبرو نبوده‌اند. از انجائیکه تک‌تک جزایرگالاپاگوس فاصله کافی از یکدیگر دارند ورفت و آمد موجودات زنده بین آنها مشکل بوده بدین لحاظ شرایط مناسبی جهت‌جدائی جغرافیائی فراهم بوده ، بطوریکه در هریک از این جزایر جمعیتهای جداگانه‌ای تشکیل شده است. این وضعیت باعث گردیده که‌ازطرفی انواع متعددی ایجادشوند (تاامروز۱۳ نوع)واز طرف‌دیگرنیش های اکولوژیکی متفاوتی‌رابوجود آورند . دربین‌آنها رقابت بیشتر بخاطرمواد غذائی بوده وتخصصی شدن هریک ازآنها برای استفاده ازغذای‌بخصوصی‌مسئله رقابت‌را تاحدودزیادی کاهش داده است . این امربدان جهت امکان پذیربوده‌که رقیبان دیگری (ازسایر گونه های پرندگان)وجودنداشته‌است .نتیجتاً ساختمان منقار وبدن ، درهریک ازآنها بسته به‌نحوه‌تغذیه بطرز خاصی بمنظورسازش بامحیط تکامل یافته است .

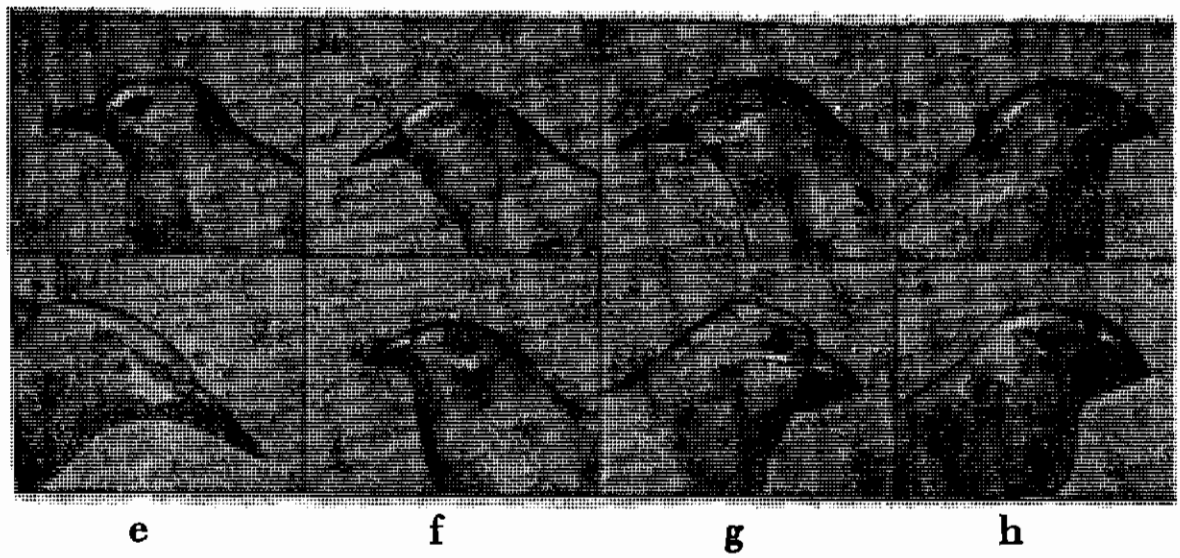
امروزه دربین سهره های داروین گونه هائی وجوددارد، که غذای خودرا درزمین، تنه درختان ، روی کاکتوس ها ویاگیاهان ـ ساحلی (درمنطقه جذرومد) جستجو مینمایند . نه تنها محل‌جستجوی

غذادرآنهامتفاوت است، بلکه نحوه کسب آن نیز درمحل برای گونه های مختلف متفاوت است . درجوار انواع حشره خوار با منقاری کشیده و باریک ، انواع دانه‌خواربامنقاری‌قوی و کوتاه‌دیده‌میشود .

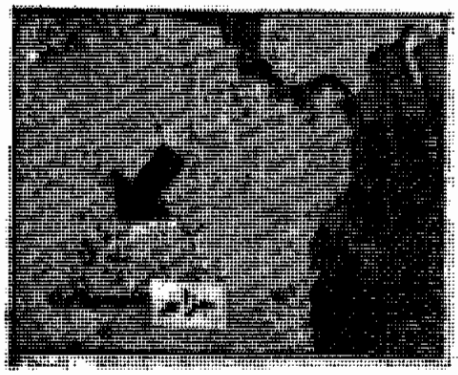
حتی‌بعضی ازاین سهره هاقادراند لاروحشراتی راکه در اعماق چوب زندگی میکنند بوسیله منقارخود بیرون کشیده وآنها رامورد ـ استفاده غذائی قراردهند وبهمین منظور منقاری سمبه مانند و زبانی دراز (مانند دارکوب ها)داراشده‌اند ،چنانچه دونمونه ازسهره‌های داروین بعنوان سهره‌های دارکوب مانندنامیده شده اند که‌عبارتند: از Caetospiza pallida و C. heliobates

چون دراین مناطق دارکوب وجودنداردنیش های اکولوژیکی آنها بوسیله این سهره‌ها اشغال‌گردیده است.آنهاشاخه های نوک‌تیز درختان ویاسیخک های کاکتوس هاراشکسته‌وازآنها بمنظوربیرون آوردن لارو حشرات ازداخل سوراخهای عمیق تنه درختان استفاده مینمایند .

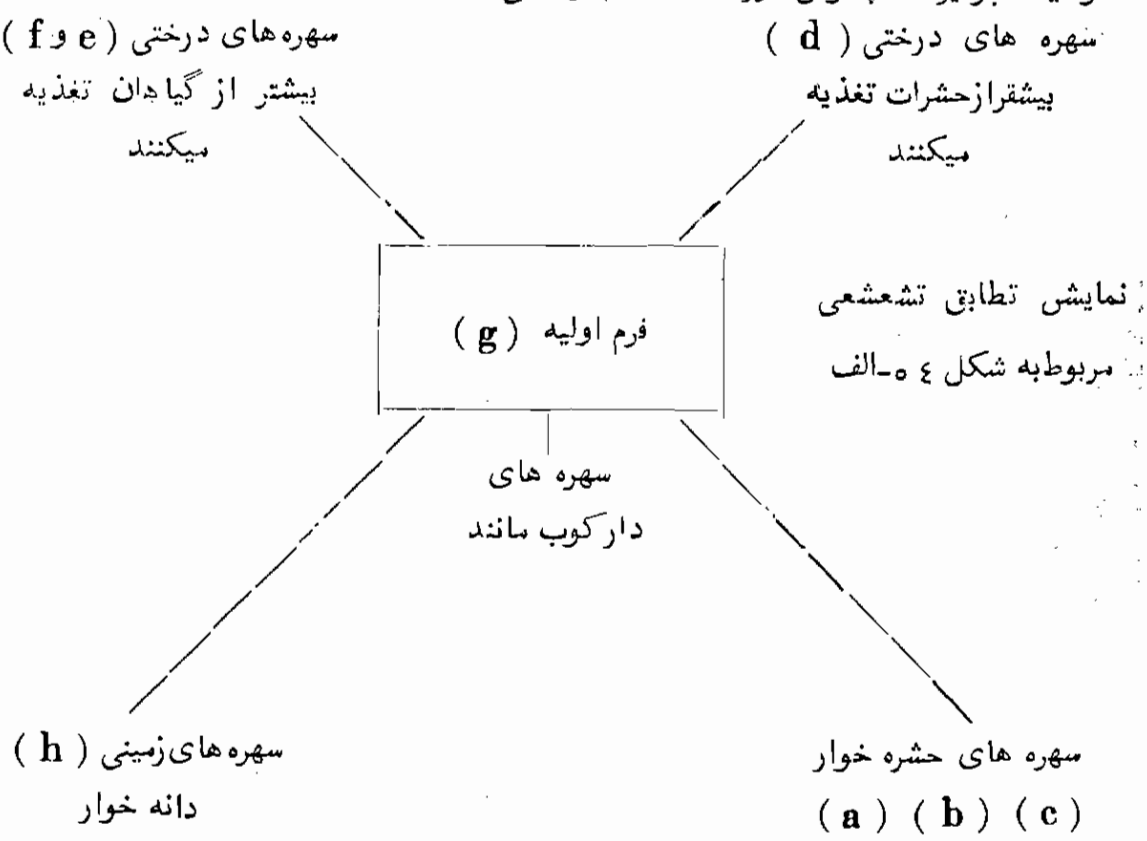
شکل ٤ ه الف



سهره دار کوبی که برای بیرون آوردن حشرات ازسوراخهای تنه درخت ازخارهای کاکتوس بعنوان ابزار کار استفاده مینماید .



موقعیت جزایر گالاپاگوس برروی نقشه جغرافیائی .



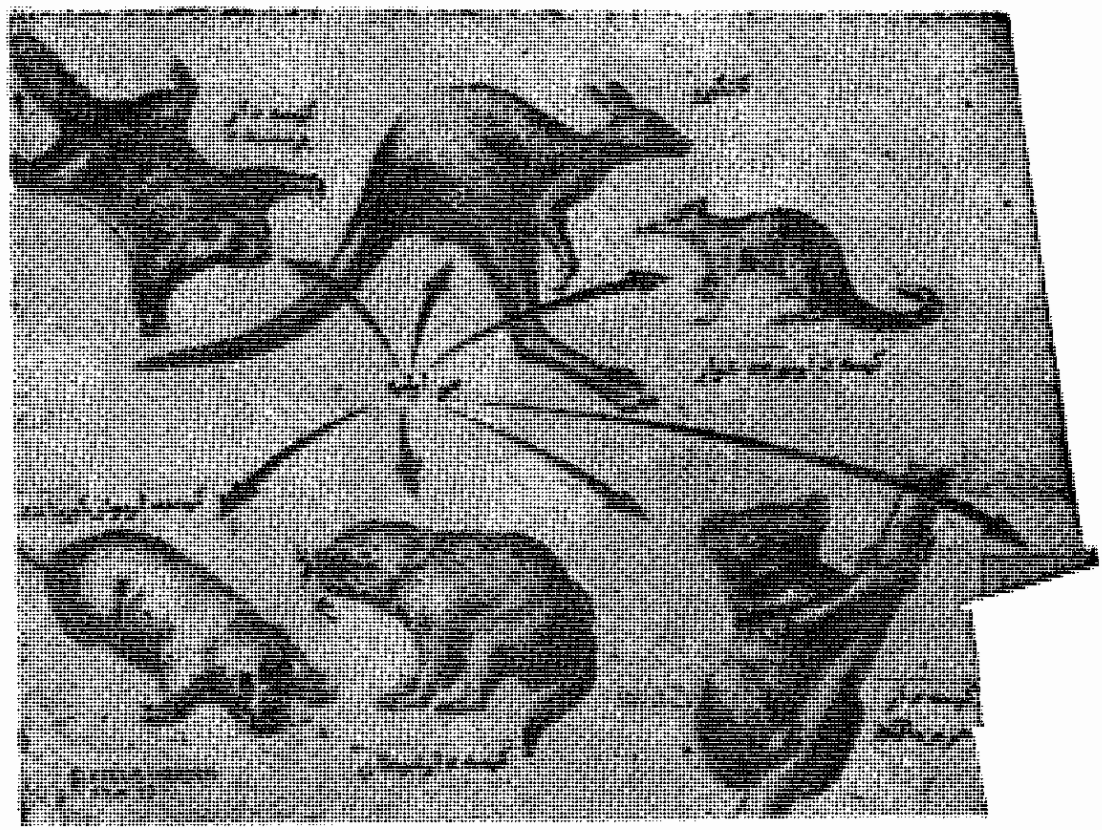
نمایش تطابق تشعشعی مربوطبه شکل ٤ ه-الف

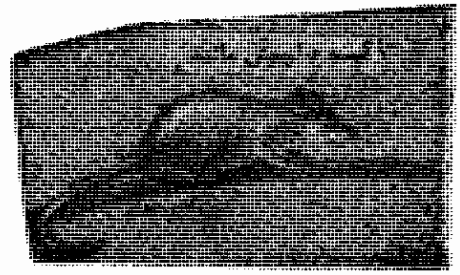
شکل ۴۵ الف

سهره های داروین درجزایر گالاپاگوس جهت کسب مواد غذائی بطرق مختلف و ازمحل های متفاوت دارای منقار وفرم بدنی متفاوت گردیده‌اند .چنین بنظر میرسد که فرم اولین آنها (g) دانه خوار بوده است ، مشابه آنچه در اکوادر وجود دارد . بیش از همه سهره‌های دارکوب مانند (شکل بالای صفحه ۱۴۴) بامحیط سازش نموده‌اند ،بطوریکه برای بیرون آوردن لاروحشرات ازداخل سوراخهای تنه درختان از سیخک های درختان کاکتوس استفاده مینمایند .

شکل ۴۵ ب

درکیسه داران استرالیائی (Marsupialia) فرم های بسیار متنوعی باطرز زندگی مختلف بوجود آمده است. بطوریکه‌منجربه‌ایجادهم گرائی بافرم‌های مختلف پستانداران(Placentalia) که دراسترالیا وجودندارند ولی درسایر نقاط‌دنیا دیده میشوند گردیده است .





۴۵ ب

تکامل چنین عادتی باعث گردیده (یکی ازموارد خیلی نادری که جانوران ازابزارخاصی استفاده مینمایند)، که استفاده ازمنبع غذائی جدیدی مقدور شده باشد.

اگرتنوع رادرانواع سهره‌های داروین درنظربگیریم، مثلا ازلحاظ فرم منقار، طرز زندگی ورفتار، باین نتیجه میرسیم، که همه آنها ازیک فرم اجدادی مشتق گردیده ودرجهات مختلف با محیط سازش نموده و این همان تطابق تشعشعی میباشد (Adaptive radiation) که منجر به تشکیل یک زیرخانواده باتعداد زیادی ازگونه ها گردید است. این امربدان جهت مقدور بوده، که درآنجا محیط دست نخورده اکولوژیکی وجودداشته واجازه چنین تکاملی رادادە است، درحالیکه اجدادسهره های داروین، که درسواحل قاره آمریکای جنوبی باقی مانده‌اند یعنی درجائیکه انواع نیش های اکولوژیکی بوسیله سایرگونه ها تشکیل شده بودند (مثلا بوسیله دارکوب های حقیقی) امکان چنین پراکندگی برایشان میسر نبوده است.

بهمین ترتیب برای پرندگانی که بعد ازسهره ها وارد این جزایر شده‌اند (تقریباً بیش از ۸۰ گونه ازآنها تاکنون شناخته شده است) چنین پراکندگیهائی امکان پذیر نبوده است. مثلادر سارکپه ها جنس Buteo ونوعی توکا ازخانواده Turdidae وغیره. درسایر موجودات زنده موجوددرجزایرگالاپاگوس نیزپراکندگی بخاطرسازش بامحیط دیده میشود. مثلا در انواع حلزونهای جنس Bulimulus و انواع گیاهان جنس Scalesia متعلق به خانواده مرکبان (Compositae) باشکال واندازه های مختلف (حتی درخت مانند) وجوددارند.

پرندگان صوتی (آوازخوان) ازخانواده Drepanididae نیز درجزایرهاوائی وضعیتی مشابه سهره‌های داروین درجزایر گالاپاگوس دارند. درحدود ۸۰ گونه ازاین پرندگان درهاوائی بصورت بومی زندگی میکنند وقبل ازچندگونه دیگری ، که به‌جزیره آمده‌اند (سارکپه ها، مگس خوارها و کلاغ ها) درآنجاوجود داشته‌اند وتکامل نیزمانند تکامل سهره های داروین بصورت تطابق تشعشعی بوده‌است. درآنجا علاوه برانواع دانه خوار ، حشره خوار ومیوه خوار، انواع شهدخوار بامنقاردراز وخمیده وزبانی لوله‌ای شکل، مانند آنچه درکولیبریس های آمریکای جنوبی دیده میشود نیزوجوددارد .

تطابق تشعشعی درکیسه‌داران (Marsupialia) :

سهره‌های داروین و همچنین پرنده‌های صوتی فوق الذکر با وجودیکه اختلافاتی درساختمان بدنی ومنقارشان دارند ، ضمن پراکندگی خود، از لحاظ رده بندی درمحدوده خانواده باقی مانده‌اند (پرندگان صوتی درخانواده - Drepanididae) . اما درکیسه داران استرالیا این جدائی یاپراکندگی بخاطر سازش با محیط درسیستم رده بندی بصورت وسیعتری انجام گرفته است. دربین گروه‌های مختلف پستاندار ، کیسه داران میباشند ؛ بین کلوآک داران ، که تخم گذاربوده‌وپرو تریا (Protheria) نامیده میشوند و جفت داران (Placentalia) که نوزادنسبتا تکامل یافته‌ای بدنیا میآورندقرارگفته‌اند. این جانوران فاقد جفت بوده و نوزاد آنها بصورت تکامل نیافته بدنیا میاید (حتی درکانگوروهای بزرگ که ممکنست به بزرگی انسان برسندطول نوزاد آنها دربدوتولدفقط ۱٫۴ سیلیمتر است) و پس ازتولد تا پایان دوران تکامل جنینی درکیسه‌شکمی باقی میماند واز غدد شیری مادرتغذیه

مینماید . دردوران کرتاسه واوائل دوران‌سوم کیسه‌داران در اکثر نقاط دنیاحتی اروپاپراکنده بوده‌اندولی‌امروزه فقط درآمریکای جنوبی واسترالیا دیده میشوند . درحالیکه کیسه‌داران موجود درآمریکای جنوبی بانمونه‌ای که‌اخیراً به آمریکای شمالی‌رفته‌است(Opossum) همه جزء کیسه داران کوچک میباشند ،دراسترالیا انواع مختلف‌و متفاوت الجثه‌ای وجود دارد .

قاره استرالیا ازلحاظ زمین شناسی جزیره ایست، که‌پستانداران عالی‌نتوانسته‌اندبدانجاراه یابند (غیرازخفاشان‌وعده‌ای‌ازجوندگان). بدین جهت کیسه داران درانجا بدون رقیب مانده وانواع مختلف نیش های اکولوژیکی رابوجوداورده‌اند . چون دراینجا نیز شرایط اکولوژیکی‌مشابه باسایرقاره‌هابوده،لذانیش های اکولوژیکی‌مشابه آنچه جفت داران درسایرقاره هاتشکیل‌داده‌اندبوجود آمده‌است‌واین امرسنجر به‌ایجاد هم گرائیهای زیادی (Konvergenz) مابین آنها و پستانداران دیگر گردیده است . بطوریکه انواع کیسه داران مانند کیسه‌دارموش مانند، کیسه‌دارگرگ مانند، کیسه دارسمورمانند وغیره هرکدام همانطوریکه‌ازنامشان‌برمیآید نمونه‌مشابهی‌دربین‌جفت داران دارند واین شباهت بحدی است ، که گاهی اوقات ممکنست در وحله اول با یکدیگر اشتباه گردند . حتی نیش‌های اکولوژیکی مخصوص‌علفخواران بزرگ نیز بوسیله انواع مختلف الشکل بوجود آمده است . بجای سم‌داران ازگروه جفت داران، گانگورو دربین کیسه داران تکامل یافته است .

دلائلی که نشان میدهند در اینجاعدم‌رقابت نقش مهمی درجدائی بخاطر سازش با محیط داشته است عبارتند از :

۱ ـ تکامل کیسه‌داران خفاش مانند در استرالیا انجام نگرفته زیرا در آنجا خفاشان حقیقی وجود داشته‌اند. خفاشان جزء تعداد معدودی از جفت داران قادر به پرواز بوده‌اند ، که قبلا توانسته‌اند به استرالیا وارد گردند .

۲ـ در آمریکای جنوبی ، جائیکه جفت داران تنوع زیادی دارند (جوندگان ، درندگان وغیره) از انواع کیسه داران در عصر حاضر فقط کیسه داران رات‌مانند یافت میشوند . در اوائل دوران سوم ، که کیسه‌داران در آمریکای جنوبی فراوان بوده‌اند، با افزایش درندگانی مانند گربه‌سانان وسگ سانان ، که جای آنها را گرفته اند ، کم کم رو به کاهش گذاردند .

۳ـ پستانداران که توسط انسان به استرالیا برده شده‌اند جای کیسه داران مشابه خود را گرفته‌اند . مثلا دینگو (Canis familiaris dingo) نوعی سگ است ، که قبلا توسط انسان باسترالیا برده‌شده‌و در محل بصورت وحشی در آمده‌و کیسه داران گرگ‌مانند مشابه خود را تقریبا بکلی نابود کرده‌است .

٤ـ تکامل وتنوع جفت داران باعث ازبین رفتن کیسه داران گشته ونمونه‌هائیکه هنوز در آمریکای جنوبی واسترالیا زندگی میکنند ازبقایای آنها محسوب میشوند .

۸-٤ تسخیر خشکیها بوسیله مهره داران :

اگر قبول نمائیم که تئوری تکاملی سعی دارد بوجود آمدن شاخه‌ها ورده‌ها مثلا تکامل پرندگان ازخزندگان یا مهره داران خشکی زی چهارپا از ماهیها را ، با توجه به مکانیسم های مختلف تکاملی توجیه نماید ،دراین صورت تکامل کیسه داران دراسترالیا قدمهای

کوچکی در این زمینه محسوب میشوند .

در اینجا سعی براین است که چند اصل مهم را بوسیله یک مثال یعنی نحوه بوجود آمدن ذوحیاتین از ماهیها (اولین مهره دارچهارپای خشکی زی) روشن نمائیم. ماهیها را منشأ تکامل مهره داران میدانند که دارای صفات مخصوص بخود، مثلا ضمائم حرکتی بصورت باله و تنفس بوسیله آبشش بوده وبرای زندگی درآب متناسب گردیده‌اند . چنانچه یک ماهی معمولی به خشکی آورده شود، بزودی ازبین میرود بنابراین اگربنا باشد محیط زیست تازه‌ای فتح گردد، حتماً میبایست مقدمات وشرایط آن قبلا فراهم شده باشد. درصورتیکه این شرایط تحت تأثیر مکانیسم های مختلف شناخته شده تکاملی فراهم گردد ، الزاماً میبایست درمحیط زیست قبلی (درمثال مورد بحث آب) انجام گرفته باشد .

ماهیها ئیکه تسخیر خشکیها بوسیله آنها انجام گرفت (Crossopterygia) شبیه ماهیهای ریه دارا مروزی بوده‌اند . آنها در دوران گرم وخشک دونین (درحدود ۳۵۰ میلیون سال قبل) درآب‌های شیرین سطحی ، که بشدت گرم میشده وبنابراین ازلحاظ اکسیژن فقیر بوده زندگی میکرده‌اند. این واقعیت بوسیله فسیل هائیکه درچنین مناطقی پیدا شده‌اند باثبات رسیده است. برای سازش باچنین شرایطی (جبران کمبود اکسیژن) ریه بعنوان دستگاه تنفسی اضافی در آنها بوجود آمده وتوانسته‌اند کمبود اکسیژن آب را ازراه هوا تأمین نمایند. ساختمان مخصوص باله های گوشتی این امکان را بآنها میداده که محیط‌های زیستی خشک شده را ترک کرده وبا یک راه پیمائی کوتاه بدنبال محیط زیست جدیدی (مثلا دریاچه) بروند. طرززندگی ماهیهای ریه دار امروزی نیزبهمین منوال است واینگونه سازشهائیکه توسط ماهیهای

فوق الذکر بخاطر وضعیت غیر عادی محیط زیستشان انجام گرفته ، باعث شده است ، که‌ازمحیط خارج شده وخشکیها راتسخیر نمایند . آغاز تسخیر خشکیها (محیط زیست جدید) بطور حتم ازاین اسکله اکولوژیکی انجام گرفته ، که مقدمات آن در آبهای سطحی انجام گرفته است (Preadaptation).چون درآن زمان هیچگونه جانورمهره داری در خشکیها وجود نداشت ، لذا این موجودات در محیط زیستی تازه میتوانستند آزادانه بزندگی خود ادامه دهند، بطوریکه میتوانستند ازتمام امکانات محیط بهره‌برداری نمایند . قدیمی ترین فسیلهائیکه ازچهارپایان خشکی زی بدست آمده(Ichthyostegalia) ازلحاظ ساختمان جمجمه، ضمائم حرکتی ، دندانها و بعضی ازصفات دیگر خویشاوندی نزدیکی رابا کروسوپتریگیانشان میدهند و بدین‌ترتیب نمونه های حدواسط حقیقی بین ماهیها وذوحیاتین راتشکیل میدهند.

مهره داران که تا آن زمان فقط در آب زندگی میکردند با تسخیرخشکیهامحیط زیست جدیدی باامکانات فراوان برای تشکیل نیش های اکولوژیکی تازه بدست‌آوردند ونتیجتاً نوعی پراکندگی بخاطر سازش بامحیط بوجود آمدوآنقدر وسعت یافت ، که منجر به تکامل کلیه‌مهره‌داران خشکی‌زی گردید . درحالیکه ذوحیاتین بخاطرنداشتن قدرت جلوگیری ازتبخیرآب‌بدن واحتیاج به‌محیط زیست آبی برای پرورش نوزادان خودنتوانسته اند محیط مرطوب رابکلی ترک کنند. خزندگان خیلی بهتر توانسته‌اند بازندگی درخشکی سازش نمایند.

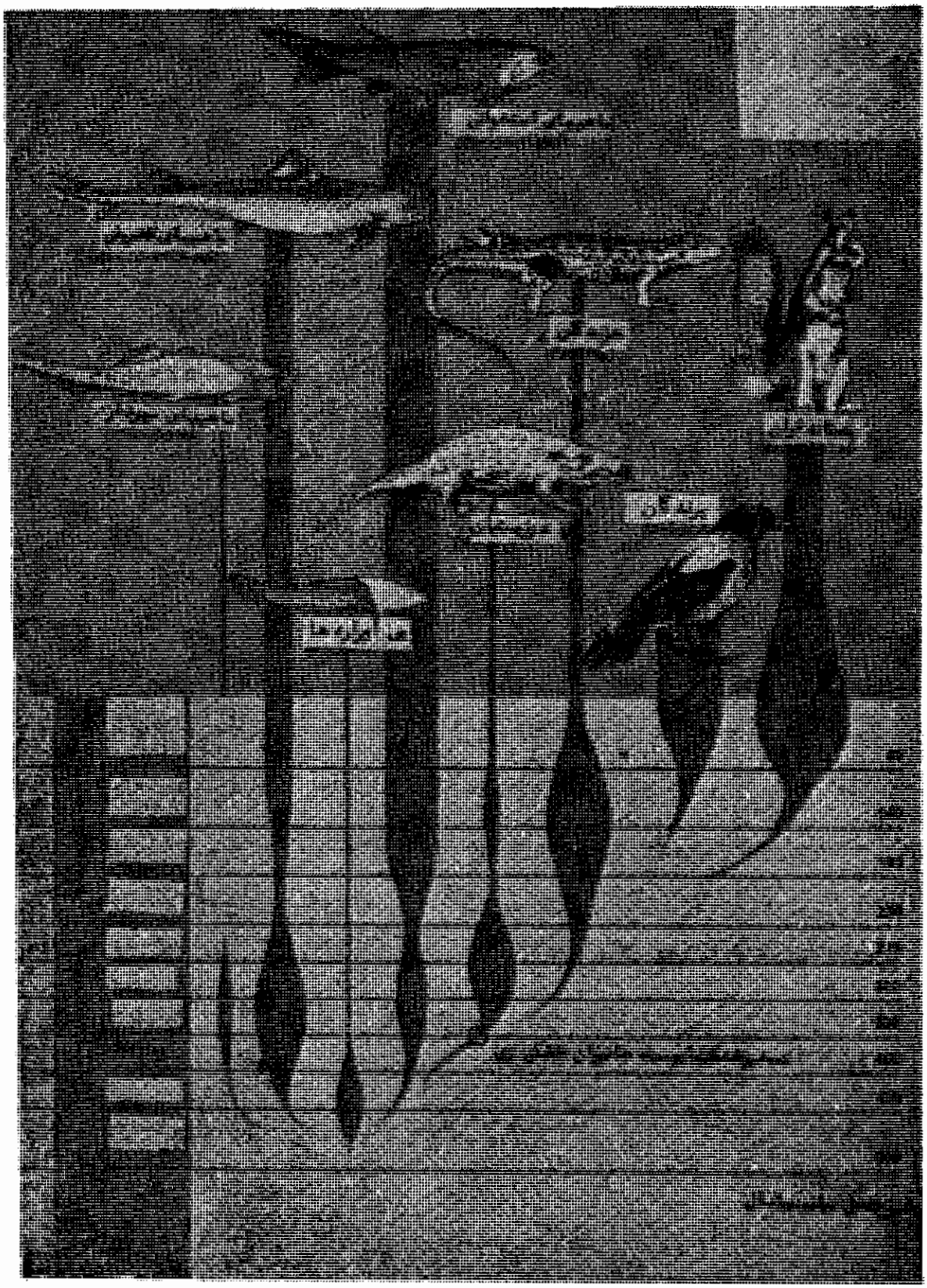
صفات جدیدی که‌درخزندگان بوجود آمد،مهمترین کلید برای تسخیر خشکیها محسوب میشود .پراهمیت‌ترین این صفات‌عبارتنداز:

۱- پوستی پوشیده ازفلس وتقریباًفاقد غدد ترشحی ، که‌بمراتب

مقاومتر ازپوشش بدن ذوحیاتین درمقابل خطرخشک‌شدن درمقابل هوا بوده‌است (اگرآب بدن بیش ازحدمعینی تبخیرگردد خطرمرگ وجود دارد).

۲- تشکیل آمنیون (Amnion) درتخم هائی باپوسته ضخیم که‌جنین درداخل آن که‌بصورت‌حفره‌ای پرازمایع است وبعنوان یک آکواریم کوچک برای جنین محسوب میشود قرارگرفته ونموروبانی خودرادرآنجاباتمام رساند وبدین ترتیب خزندگان بعکس ذوحیاتین ازمحیط آبی بی‌نیاز گشته وقادرگردیده‌اند، که‌تمام دوران زندگی‌خود رادرخشکی ها بگذرانند. خزندگان برای مدت مدیدی (دوران دوم زمین شناسی) گروه پیروز مهره داران خشکی زی را تشکیل میداده‌اند و بهمین دلیل آن‌دوران را عصر خزندگان نامیده‌اند .در بین آنها گروهی علفخوار وگروهی‌شکارچی باجثه های‌عظیم تکامل یافتند (خزندگان غول پیکر Sauria). بعلاوه‌گروهی از خزندگان آبزی (Ichthyosauria) به زندگی درآب پرداختند وگروهی دیگر (Petrosauria) هوا را تسخیر کردند. تشکیل گروههای مختلف فوق الذکر بخاطر سازش بامحیط انجام گرفته ، که‌دامنه آن بسیار وسیع بوده‌است .باتکامل گروههای جانوران خونگرم که بصورت پرندگان وپستانداران ازگروههای‌بخصوصی ازخزندگان‌بطورجداگانه بوجود آمدند (فسیل های بدست آمده‌این مطلب راتأیید میکند) و صفات ممتازی از قبیل ثابت بودن درجه حرارت و مخصوصاً بچه‌زا بودن درپستانداران کسب نمودند که‌وابستگی‌آنها رابه‌محیط کمترمیساخت‌وباین ترتیب امتیازی براجداد خونسرد خود بدست‌آوردند، لذاتوانستند بتدریج نیش های اکولوژیکی آنها را اشغال نمایند .

بجای خزندگان ماهی مانند نهنگ‌هاوبجای‌خزندگان پرنده‌مانند



شکل ۵۵

شکل ۵۵ :

مسئله منشاء تکامل مهره‌داران به‌مسئله تکامل‌طناب داران مربوط‌است، که‌علاوه برمهره‌داران شامل بی‌جمجمه ها (Acrania) نیز میگردند .باوجودبحث زیادی که‌درباره تکامل آنها ازکرمهای حلقوی شده‌است ،بنظر میرسد که‌این موضوع صحت ندارد .محتملامهره داران از اجدادی کرمی شکل (همی کورداتا Hemichordata) بوجود آمده‌اند وازآنهاهیچگونه فسیلی دردست نیست .تاکنون پاسخ قطعی باین سئوال داده نشده است .

اولین آثار مهره داران دراوردوویزیون (Ordovisium)بدست آمده است .دردوران سیلورین تنها فسیل ماهیهای مبتدی دیده شده ، که باتکامل ماهیهای آب‌شیرین ارتباط‌دارد، درحالیکه اکثر فسیل های موجود دررسوبات دوران پالئوزئیک دریائی هستند .دردوره دونین ماهیها فراوان بوده‌وبه عصر ماهیها معروف گشته است .دراواخر دونین اولین مهره‌داران چهارپای ـ خشکی زی ظاهرگردیده (ـذوحیاتین)ودرکربونیفر بحدوفوروجود داشته‌اند .مزوزئیکم عصر خزندگان‌بوده، که درهواخشکی‌وآب‌زندگی‌مینموده‌اند.درهمین‌دوران‌اولین‌پرندگان وپستان‌داران نیزظاهرشده‌اند ، که درکنوزوئیک تنوع زیادی‌حاصل کرده ومحیط‌هواوخشکی‌رااشغال کرده‌اند

دراین شکل وضع تکاملی رده‌های مختلف مهره‌داران نشان داده شده‌است . برای‌اثبات این مدعا، که پرندگان وپستانداران ازخزندگان وخزندگان ازذوحیاتین وذوحیاتین ازماهیها وغیره تکامل یافته‌اند ،دیرین شناسی‌باارائه دلائل بسیار محکمی سهم بسزائی یافته‌است . دراینجا مخصوصا فسیل نمونه‌های حدواسط اهمیت زیادی دارند .

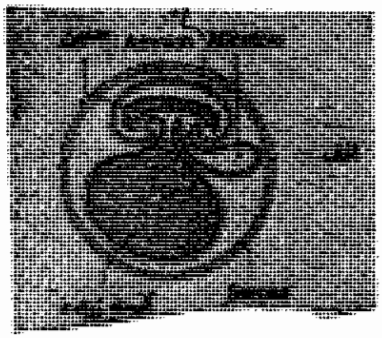
پرندگان امروزی تکامل یافتندوآنچه در عصرحاضر ازخزندگان باقی مانده نسبت به‌تنوعی که درگذشته داشته‌اند تنها بقایای ناچیزی محسوب میشود.

اشغال خشکیها توسط گیاهان نیزبهمین نحو انجام گرفته است. دراینجا فرم هائیکه برای زندگی درخشکی مناسبتر بوده‌اند مانندبعضی ازسرخس ها (Kormophyta) درطول دورانهای زمین شناسی تکامل یافته‌اند . اولین گروه از این قبیل گیاهان ، سرخس های سخت (Psilophyta) دراواخر دوران سیلورین درمحل های خیس تامرطوب زندگی میکرده‌اند .درکربونیفر پنجه گرگیان (Lycophytina)، دم اسبیان (Sphenophytina) وسرخس های حقیقی (Pterophytina) فراوان بوده‌اند . از این گیاهان که بیشتر درمناطق باطلاقی

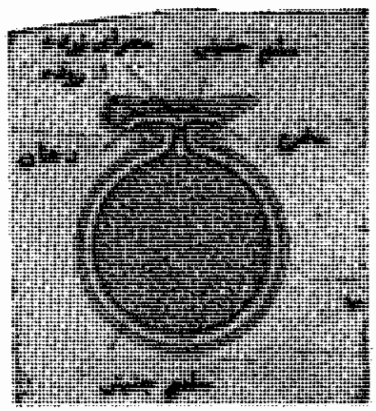
میروئیده اندمعادن ذغال سنگ دوره کربونیفر بوجود آمده است .از سرخس های حقیقی ، که بوسیله هاگ تولید مثل مینمایند گیاهانی تکامل یافته ،که‌ازطریق جنسی تولید مثل میکنند .دراین گیاهان سلولهای جنسی نرتاژک دار بوده وبوسیله شنادرآب بطرف‌سلولهای جنسی ماده رفته وباآنها ترکیب میشدند .

باین ترتیب‌نهانزادان آوندی (Pteridophyta) به مناطق بسیار- مرطوب محدود بوده‌اند . تشکیل دانه درگیاهان قدم اساسی است، که درزمینه تکاملی‌آنها برداشته شده واین امر شباهت زیادی به تشکیل تخم درخزندگان و نقش آن درتکامل آنها دارد . بدین ترتیب گیاهان دانه دار بوجود آمدند، که تا حدود زیادی ازمحیط آبی بی نیاز گشته‌اند ، بطوریکه دردوران دوم زمین شناسی ابتدابا‌ز دانگان (Gymnosperma) که از انواع موجود آنها درختان سوزنی (Conifera)میباشند اکثریت‌اجتماعات‌گیاهی را تشکیل داده بودند وپس از آن با بوجود آمدن نهاندانگان (Angiosperma) کم کم روبکاهش نهادند ، زیرادانه‌این گیاهان درغلافی مقاوم قرارداشته وبدین ترتیب امتیازی کسب کرده بودند ،که میتوانستندجایگزین باز دانگان گردند .

شکل ۵۶



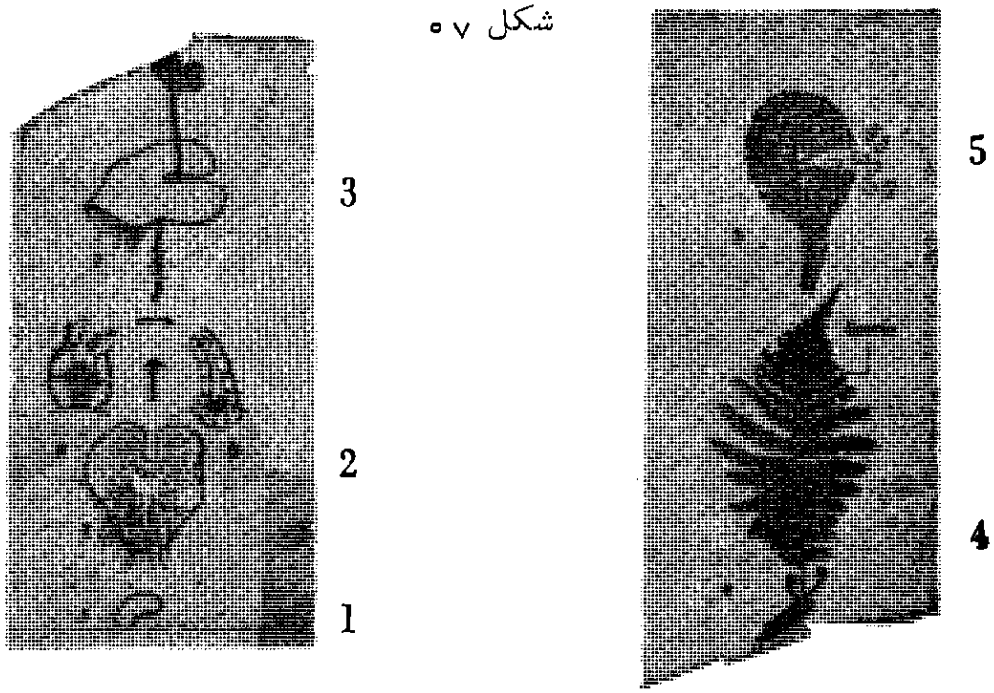
۵۶ ـ الف



۵۶ ـ ب

شکل ۵۶ : الف —تخم آمنیون داران (مثلا خزندگان). جنین بوسیله آمنیون احاطه شده .آلانتوئیس بعنوان مثانه ودستگاه تنفسی بکار میرود .
ب —بعکس دربا هیها جنین بر روی زرده قرارگرفته وآمنیون ،آلانتوئیس وسروزاوجود ندارد .
درحال حاضرنهاندانگان با تقریبا ۲۵۰ هزارنوع گروه غالب گیا هان رادرمقابل بازدانگان با تقریبا ۶۰۰-۷۰۰ گونه تشکیل میدهند.

شکل ۵۷



سیکل تکاملی سرخس— ۱ = اسپورگوگونی ۲ = پیش جوانه با اندامهای تناسلی نر(a) وماده(b)، ٤ = سرخس بااسپورها ، ٥ = کپسول مملوازاسپورها ۳= پیش جوانه باسرخس جوان .

شکل ۵۸

شکل ۵۸ :

مثالهائی درمورد فسیل های زنده گیاهی ژنگو (درخت معبد) که بصورت وحشی در بعضی از مناطق چین میروید درمجاورت معابد بعنوان یک درخت مقدس کاشته شده و پرورش داده میشود . این درخت درحدود ۲۰۰ سال قبل باروپا آورده شده ودرپارکها بعنوان درختی زینتی کاشته میشود. این درخت تنها گونه باقیمانده ازرده (Ginkgoinae) ، که جزء دانه اختی ها (Gymnosperma) است می باشند. سلولهای جنسی نرآن دارای ۲ تاژک فنری شکل بوده وقادربه حرکت هستند.

دراواخرتریاس واوائل یوراسیک (درحدود ۱۷۵ میلیون سال قبل)جنس مشابهی از این گیاهان (Ginkgoites) دراکثر نقاط دنیا فراوان بوده‌اند ، که فسیل های زیادی از آنها باقی مانده است .

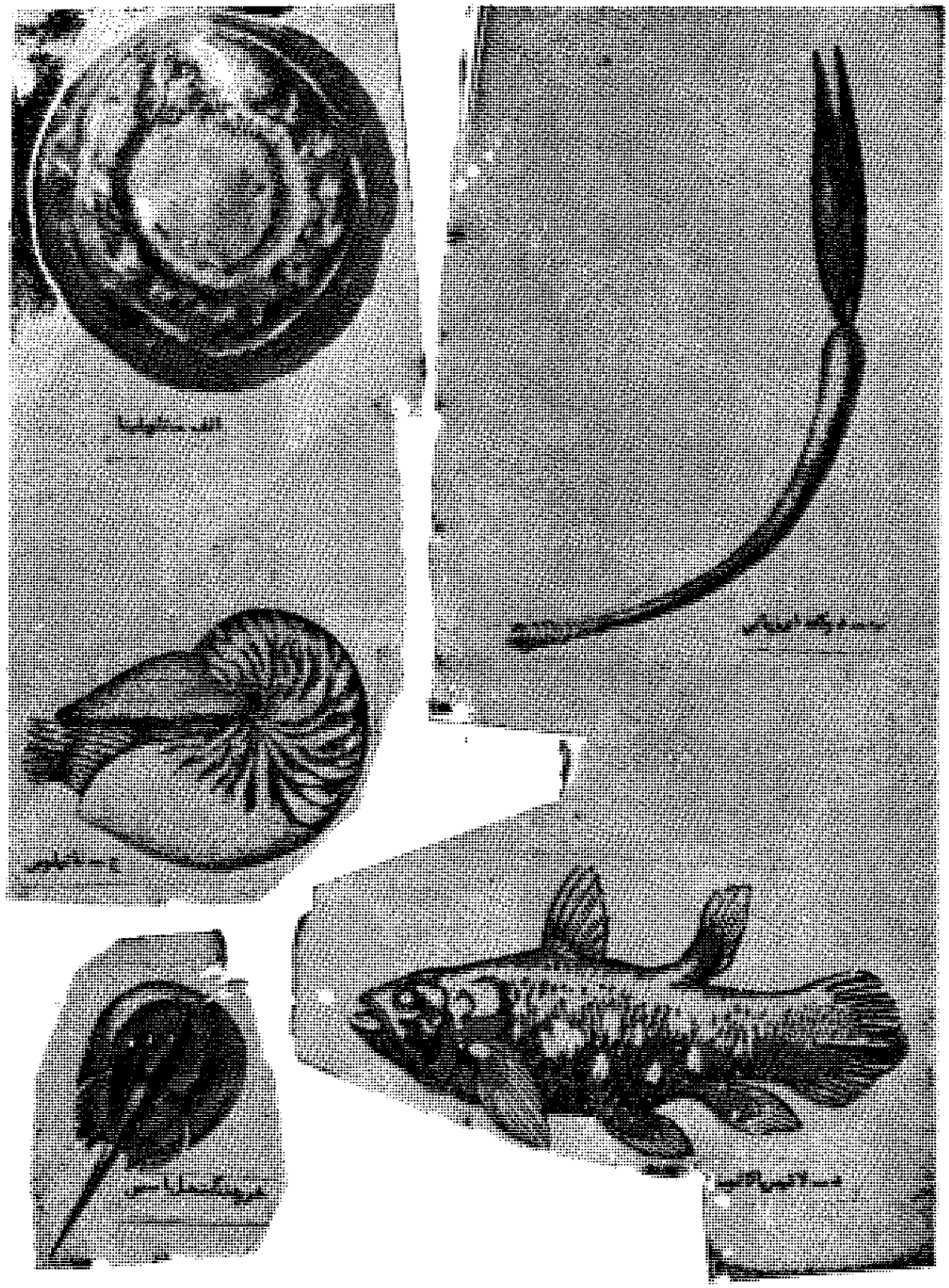
گونه های دیگری نیز که وضعیتی مشابه درخت معبد دارند مانند درخت ماسوت یادرخت غول (Sequoia gigantea) واروگاریا (Araucaria) یافت میشوند .

فصل نهم

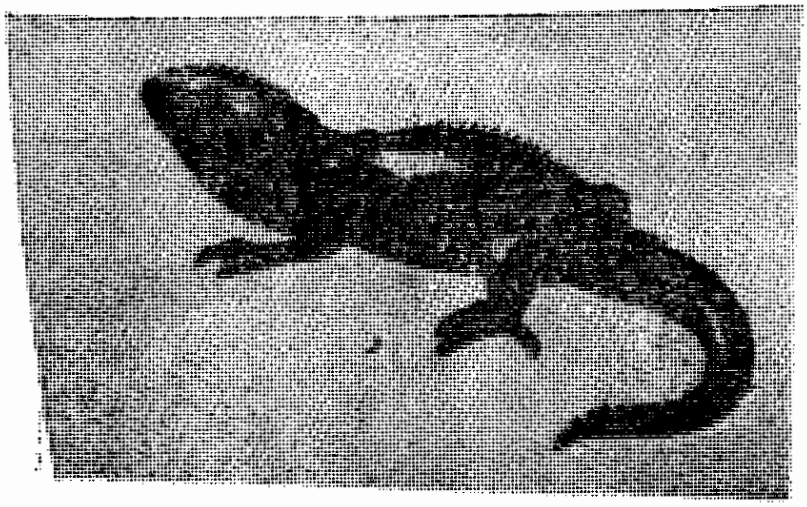
نمونه های باقیمانده ازعهد باستان (فسیل های زنـده) :

تغییر رابطه موجودات زنده بامحیطخواه بعلت تغییرشرایطمحیط (مثلا استپـی شدن ، تکامـل عالـم گیـاهـان جهـت استفـاده بعضی ازجانوران ویا پیداشدن رقابتهای جدید) وخواه در نتیجـه اشغال محیط های زیستی جدید بوسیله موجودات زنده (مثلا اشغال خشکیها) ،بوجودآمده باشد،عوامل جدیدی رابرای انتخاب طبیعی فراهم نمودهوباعث ادامه تکامل گردیده است. بعکس گونه هائی از موجودات زنده یافت میشوند، کهطی میلیونها سال ازدوران تکاملی زمین درمحیط زیست خودبدون تغییر باقی مانده وتوانستهاند تکامل رامغلوب خویش سازند ،یعنی تاحدودی بامحیط سازش کرده وبدون تغییر باقی ماندهاند .درحقیقت تعداد زیادیازموجودات زنده گیاهی وجانوری رامیشناسیم ،که شباهت زیادی بهفسیلهای بدست آمـده ازدورانهای گذشته دارند ،بطوریکه نمونه های باقیمانده عصرحاضر راطبق نظریه داروین فسیل های زنده مینامیم .فسیـل های زنـده معمولادررده‌بندی موقعیتاستثنائی دارند، زیراانواع دیگر نزدیک بآنها دراین‌بین یاتغییراتفاحشی یافته ویابکلی‌نابود شده‌اند ،چنانکه انواع باقیمانده ازدورانهای بسیار قدیمی را میتـوان نمایندگانی از موجودات زنده آن اعصاردانست . پراکندگی جغرافیائی آنها اکثراً

محدود بوده و با قدمت وصفات آنها مطابقت دارد .



شکل ۵۹



شکل ۵۹ - و

نمونه هائی از فسیل های زنده .

الف —نئوپلینا (Neoplina) :

۱ —نمونه عصر حاضر اولین بار در سال ۱۹۵۱—۵۲ ازعمق ۳۵۰۰ متر دراقیانوس آرام کشف گردیده .

۲ —نمونه فسیل شده ازجنس پلینا (Plina)دردوره سیلورین (۴۵۰ میلیون‌سال‌قبل) . جنس نئوپلینا امروزه تنها نماینده رده مونو پلاکوفورا (Monoplacophora) در بین حلزونها میباشد .

ب —دوکفه‌ای زبانی (Lingula anatina) :

۱ —نمونه عصر حاضر در آبهای سطحی دریاها تاعمق ۳۰ متر بصورت ثابت زندگی مینماید .

۲ — از نمونه های فسیل شده پوسته جنس ها Lingula و Crania در واقع جزء دوکفه ایهانبوده ، بلکه متعلق به‌بازو پایان (Brachiopoda) میباشند که دردورانهای گذشته تنوع زیادی داشته‌اند ، بطوریکه بیش از ۱۰۰۰ نوع فسیل از آنها بدست آمده ، اما امروزه فقط ۲۸۰ نوع ازآنها باقی مانده‌اند .

ج —ناتیلوس (Nautilus):

۱ —نمونه های عصر حاضر فقط ۳ نوع اند ، که در جنوب غربی اقیانوس آرام دیده میشوند . تنها نمونه پابرسران عصر حاضر با صدف بزرگ (شبیه به آمونیت های منقرض شده) یک رده بخصوص (Tetrabrachiata)ازنرم تنان مرکب امروزی راتشکیل میدهند .

۲ —فسیل آنها تا دوره ژوراسیک ونمونه های مبتدی ترآنها تاپرمین (۲۰۰—۱۰۰ میلیون سال قبل) بدست آمده است .

د ــلاتیمر یا کالومنه (Latimeria calumnae) :

۱ ــنمونه عصر حاضر ابتدا درسال ۱۹۳۸ کشف شد .تنها نمونه زنده ازکروسوپتر یگیا (Crossypterygia) که دردونین چهار پایان خشکی زی از آنها مشتق گردیده‌اند .

۲ ــنمونه های فسیل شده آنها ازدوره تریاس (۲۰۰ ــ ۱۸۰ میلیون سال قبل) شناخته شده‌اند .مدت مدیدی چنین تصور میشد ، که کروسوپتریگیا درحدود ۸۰میلیون سال قبل بکلی ازبین رفته‌اند ،زیرادرطبقات جدید فسیلی ازآنها بدست نیامده بود .

ه ــخرچنگ نعل اسبی (xiphosura):

۱ ــ نمونه های عصر حاضر متعلق به سه جنس میباشد ، که هرکدام محدود به قسمتهای بخصوصی ازدریاها هستند ،مثلا لیمولوس (Limulus).

۲ ــفسیل آنها ازدوره ژوراسیک (۱۷۵ میلیون سال قبل) بدست آمده است .خرچنگ نعل اسبی امروزی رده بخصوصی رادربین عنکبوتیان تشکیل میدهد .

و ــاسفنودون پونکتاتوس (Sphenodon punctatus):

۱ ــنمونه عصر حاضر منحصر بهمین گونه است ، که دربعضی ازجزایر کوچک نیوزیلند یافت میشود.این جانور تنها نمونه باقی مانده ازراسته Rhynchocephala میباشد، که ا زخزندگان اولیه محسوب میگردند .

۲ ــفسیل نمونه های مشابه متعلق به جنس Homoeosaurus از دوران ژوراسیک (۱۷۵ میلیون سال قبل) شناخته شده است ،این جانوران دردورانهای گذشته بحد و فور یافت میشده‌اند .

بسیاری ازآنها دراعماق دریاها، جنگلهای طبیعی دست نخورده یاجزایر یافت میشوند .بنابراین غالبا درمحل هائی دیده‌میشوند، که میلیونها سال تقریبا دست نخورده‌باقی‌مانده ویارقیبی برای آنها وجود نداشته است .

فصل دهم

انقراض نسل :

درطول دورانهای تکاملی موجودات زنده بسیاری ازگونه‌ها ویا حتی گروههای بزرگتری از آنها مثلا اوستراکودرم‌ها (Ostracodermi) یعنی ماهیهای سپردار فاقد آرواره ، که دردوران سیلورین زندگی میکرده‌اندوتریلوبیت‌های دوران پالئوزوئیک ویاخزندگان ماهی‌مانند (Ichthiosauria) بکلی منقرض گردیده‌اند . بعضی ازانواع موجود در عصر حاضر بقایای ناچیزی ازانواع مختلف ومتنوع اعصارگذشته میباشند . مثلا از ٤٢ راسته شناخته شده‌خزندگان در عصرحاضر فقط ٤ راسته باقی مانده است .حتی جنس های پستانداران نیزدرگذشته بیش ازدوبرابرتعداد کنونی بوده‌است، که‌فسیل های آنهابدست‌آمده. درمقابل ۳۰۰۷ نوع ازنرم‌تنان مرکب زنده عصرحاضر (پابرسران Cephalopoda) ، ۱۰۰۰۰ نوع فسیل از آنهاشناخته شده است .

قطعاًعوامل زیادی در انقراض‌نسل موجودات زنده‌مؤثربوده‌اند. یکی از مهمترین علل آن تغییر تدریجی یک گونه درطول تاریخ است ، که‌تحت تأثیر عوامل‌مختلف‌انجام گرفته وگونه های جدیدی باصفات برتربوجود آمده‌اند .دراین صورت گونه های اجدادی ازبین رفته‌اند.درچنین مواردی بهتر است صحبت ازناپدیدشدن یک گونه گردد،اما اگرنوعی بکلی ازبین برود ،بدون اینکه گونه دیگری ازآن

بوجود آمده باشد ، که بتواند جای آنرا بگیرد ، در این صورت میتوان صحبت از انقراض یک گونه نمود . یکی دیگر از عوامل منقرض کننده نسل تغییرات فاحش شرایط محیط است . مثلا تغییرات آب وهوائی (در عصر یخ بندان) وتغییراتی که همراه با آن در عالم گیاهان بوجود آمده منجر بـه انقراض بعضی گونه های جانوری گشته است .

بعضی از دانشمندان از بین رفتن تعداد زیادی از خزندگان در دوره کرتاسه را در نتیجه تغییرات فاحش درجه حرارت میدانند، که برای جانوران خونسردی از قبیل خزندگان اهمیت حیاتی داشته است. اثبات این امر که از بین رفتن خزندگان تا چه حد تحت تأثیر بیماریهای واگیر و غیره بود بسیار مشکل است . اما مسلما چنین بیماریهائی برای موجوداتی کـه در مقابـل آنها مصونیت نـداشته انـد اهمیت حیاتی داشته ، چنانـکه بیماری میکسوماتوز (Myxomatose) در آمـریکای جنوبی و کالیفرنیا برای نوعی از خرگوش ها (Oryctolagus cuniculus) بدون ضرر بوده ، درحالیکه همین بیماری باعث مرگ ومیر زیاد در بین همان نوع خرگوش در اروپا میگردد . بهمین ترتیب نـوعی قـارچ (Aphanomyces astasi) در بعضی از نقاط اروپا باعث از بین رفتن خرچنگ های در از رودخانه ای (Astacus astacus) گردیده جای آنها را خرچنگ های نوع آمریکائی (Cambarus affinis) که در مقابل این بیماری مصونیت دارند گرفته اند .بالاخره نمونه هائیکه از لحاظ قدرت رقابتی بر سایرین برتـری داشته اند نقش مهمی را در نـا پدید شدن گونه ها ایفا نموده انـد . مثلا نمونه هائی از موجودات زنده که به جزایر منتقل شده و باعث از بین رفتن انواع بومی مشابه خود در آن نقاط گردیده اند. چنانکه دینگو پس از اینکه در استرالیا بصورت وحشی در آمـد، توانست جای کیسه داران گرگ مانند را بگیرد. میمونهای حقیقی (Simiinae) با تکامل خود از اوائل دوران سوم زمین شناسی

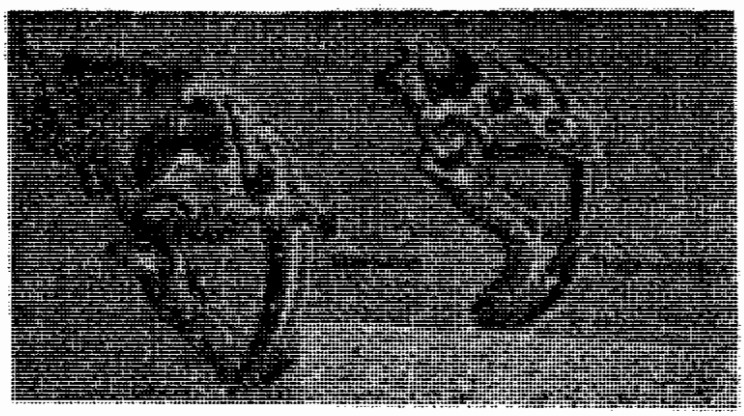
ببعد کم کم میمون نماها (Prosiminae) را، که در اکثر نقاط دنیا یافت میشدند به نابوی کشانده‌اند. اما در ماداگاسکار، که میمونهای حقیقی هرگز بدانجا راه نیافته‌اند انواع مختلفی از میمون نماها هنوز وجود دارند. در آسیا و افریقا عده‌ای از میمون نماها باقی مانده اند، زیرا درشب فعالیت‌دارند درحالیکه میمونهای‌حقیقی در روز فعال‌اند.

آمریکای جنوبی در تمام دوران سوم زمین شناسی (در حدود ۷۰ میلیون سال) بصورت قاره‌ای‌جزیره مانند بوده، بطوریکه‌رابطه خشکی ، که‌امروزه بین آمریکای شمالی وجنوبی وجوددارد درآن زمان وجود نداشته است . دراین قاره جزیره مانند فون بزرگی از انواع مختلف پستانداران تکامل یافته بود ، که بیشتر آنهاشامل سم‌داران اولیه (Protungulata) ، کیسه داران (ازجمله کیسه‌داران‌شکارچی)، پستانداران بی دندان (Edentata) و مورچه خوارها بوده‌است. پس ازاینکه دراواخردوران سوم رابطه خشکی بوسیله آمریکای مرکزی بصورت پلی‌بین‌آنها بوجودآمد تعداد زیادی ازپستان‌داران آمریکای‌شمالی، که‌صفات‌برتری‌دارابودندوارد آمریکای‌جنوبی شده و نسل عده زیادی از انواع بومی آنجا را منقرض نمودند. مثلا گروه بزرگ سم داران اولیه بکلی ازبین رفتند وازکیسه داران تنها کیسه داران رات مانند وازپستانداران بی‌دندان، که شامل ۱۲۰ جنس بوده‌اند (فسیل آنها بدست آمده)تنها۱۳ جنس‌باقی ـ ماندند .

دربسیاری ازموارد نموبیش ازحد بعضی‌ازاندامها، که‌ممکنست بی‌فایده ویازیان آورباشندمیتوانند، منجر به ازبین‌رفتن‌گونه‌ها گردیده باشند . مثلا میبایست رشد تدریجی شاخهای گوزن غول پیکر

(Megaloceros giganteus) درطول تکامل باعث ازبین رفتن آن شده باشد ویابزرگ شدن بیش ازحددندانهای‌نیش فوقانی ببردندان شمشیری (Smilidon) باعث نابودی‌آن‌گردیده‌باشد . شاید بنظر غیر منطقی باشد که بعضی ازاندامها درخلاف‌جهت فشار انتخاب طبیعی تکامل یابند .محتملا این قبیل‌اندامها نیززمانی بطرزی‌مورداستفاده بوده‌اند ،مثلا درمورد ببر دندان‌شمشیری شایداولین جانوری باشد، که چنین دندانهائی درآن پدیدار شده ودرحدود ٤ میلیون سال‌از دوران سوم زمین شناسی‌زندگی مینموده (فسیل های بدست‌آمده شاهد این ادعا است).سپس دندانهائی مشابه‌آن درکیسه داران شکارچی (Thylacosmilus) و گربه دندان شمشیری (Dinictis) بوجود آمده است . شاخهای بزرگ گوزن غول پیکر نیز ممکن است عامل تحریک کننده‌ای برای جنس مخالف بوده ودر رقابتهای بین‌گونه‌ای امتیازی برای آن محسوب میشده است .

شکل ۶۰ الف



شکل ۶۰

تکامل بیش ازحد اندامها ــ

تکامل دندانهای نیش فوقانی درطول تکامل بکرارت در پستانداران انجام‌گرفته مثلا در کیسه دارشکارچی (Thylacosmilus) از دوره میوزن در آمریکای جنوبی درگربه دندان شمشیری (Dinictis) ازدوره میوزن وپلیوزن ودرببر دندان شمشیری (Smilodon) ،که نسل آن‌در دوران یخ بندان انقراض حاصل نموده است . درگربه دندان شمشیری وکیسه‌دار

شکارچی‌زائده‌ای درفک بالائی به منظور محافظت ازدندانهای شمشیری تشکیل گردیده که نوعی هم‌گرائی درآنها محسوب میشود.

گوزن غول پیکر در دوره یخ بندان در اروپا زندگی میکرده و دراواخر این دوره از بین رفته‌است. شاخهای این گوزن تا ۳/٥ متر میرسیده وتعدادی از اسکلت های آن‌در باطلاقهای ایرلند پیدا شده است .

شکل ۶ ـ ب

فصل یازدهم

برگشت ناپذیری (Irreversibility) :

انجام تکامل بستکی به عوامل فوق العاده زیاد وموثری دارد ، که ممکنست بسیار پیچیده نیز باشند(کافیست به تعداد کثیر ژنهائیکه یک ژنوتیپ رابوجود میاورند توجه شود). ترکیب مختلف عواملی که درهریک ازموارد تکاملی وجود دارد، بخاطر کثرت آنها یک واقعه تاریخی حقیقی رانشان میدهند ، که طبق قوانین احتمالات بهمان - شکل بخصوص نمیتوانند مجدداً تکرار گردند .

بهمین دلیل پاسخ باین سئوال که آیا درشرایط مشابهی مثلا در یکی ازکرات دیگر امکان بوجود آمدن فرم های موجود امروزی در روی کره زمین هست یاخیر مسلماً منفی خواهد بود . البته شرایط - انتخاب طبیعی مشابه باعث ایجادسازش های همانندوهم گرائیهای (Convergence) برابر میشود ، همانطوریکه میتوانیم تعدادزیادی ازآنها رادرنمونه های باقیمانده عصرحاضر مشاهده کنیم، اما هیچگاه صددرصد بایکدیگر برابر نیستند . عمل تکامل برروی کره خاکی بصورت یک پدیده تاریخی بوده وبطوریکه باثبات رسیده برگشت - ناپذیر میباشد (قانون Dollosch یا قانون برگشت ناپذیری تکامل) .مثلا هنگامیکه گروهی ازپستانداران مجدداازخشکی به آب رفته وبازندگی درآن سازش نمودند (نهنگ ها) بدون آبشش باقی ماندند (درحالیکه اجداد آنها یعنی ماهی ها دارای آبشش -

هستند وحتی درخودشان نیز در مرحله بخصوصی از تکامل جنینی چنین اندامهائی ظاهر میشود)وبزندگی باتنفس هوائی بوسیله ریه ادامه دادند . برگشت ناپذیری فقط درموارد بسیار پیچیده تکاملی مصداق دارد ،درحالیکه درموارد ساده‌ای ممکنست برگشت پذیری امکان داشته باشد .

موتاسیونهای برگشت پذیر وکسب مجدد صفات اجدادی ، که درمورد آنها صحبت بمیان آمده است هر دویک تکامل برگشت‌پذیر رانشان میدهند ،امادربوجودآمدن‌انواع نقشی نداشته‌اندوتاآنجائیکه مطالعات نشان میدهد درهیچ مورد بازگشت به فرم اولیه صد درصد نبوده است . بدین ترتیب میتوان گفت ، بوجود آمدن هر یک از گونه های جانوری پدیده ایست تاریخی باصفات‌مخصوص بخود، که قبلا وجود نداشته و من بعد نیز بوجود نخواهد آمد .

از اینرو هریک از گونه های جانوران ، که بدست انسان و تا حدود زیادی از روی سهل انگاری نابود شود غیر قابل جبران‌بوده و از آن پس هرگز بوجود نخواهد آمد .

فصل دوازدهم

تکامل فرهنگی وموقعیت خاص انسان :

انسان نیز از فراورده های تکامل‌طبیعی است وتکامل تدریجی آن از میمونهای آدم نما بوسیله فسیل های‌بدست آمده بخوبی‌مشهود است . در بین میمونهای آدم نما شامپانزه ها و گوریل ها دارای صفات هومولوگ زیادی با انسان میباشند و مجموعهٔ صفات ارثی اجداد آنها را تشکیل میدهند ، که از دوره سوم زمین شناسی میزیسته اند .

درتکامل طبیعی انسان نیز همان عواملی مؤثر بوده‌اند ، که در تکامل جانوران وگیاهان ذکر گردیده است . قدمهای اساسی که در بوجود آمدن انسان از پریمات ها مؤثر بوده است عبارتنداز:

تغییر زندگی آربوریکول ها (Arboricoles) از اقامت و زندگی برروی درختان به زندگی در جلگه های وسیع (استپ ها) ، که همراه با راه رفتن سریع با بدنی بحالت ایستاده ، بااستفاده ازضمائم حرکتی عقبی وبالانگاهداشتن سربوده‌است واین عمل باعث گردیده که از ضمائم حرکتی قدامی‌برای راه‌رفتن‌استفاده نشود وباین ترتیب دست‌درمیمونها برای‌گرفتن اشیاءتخصص یافته‌است و این قدم‌اساسی تکاملی باعث گردیده، که انسان امروزی بتواند از ضمائم حرکتی قدامی خود برای کارکردن استفاده نماید. این موضوع و احتیاج باعث گردیده ، که انسان از ابزارهای مختلف مانند شاخه های

درختان یا سنگ ها استفاده نماید و بعد ها ابزارهای مختلف برای انجام کارهای مختلف بسازد . این قدرت در انسان‌های اولیه (Australopithecinae) از ابتدای دوران یخبندان (در حدود ۱/۵ الی ۲ میلیون سال قبل) وجود داشته است .

بدین ترتیب تکامل تکنیک شروع شده، که در آن بجای اندام ها از ابزارها استفاده می‌گردیده و بتدریج تکامل همه جانبه‌ای یافته است . بالاخره انسان‌های اولیه برای شکار گرد هم جمع شده و دست جمعی شکار واحدی را تعقیب می‌نمودند و از اینجا زندگی اجتماعی آن‌ها شروع شده است . این موضوع سیستم بسیار پیش - رفته تفهیم و تفهم را بوجود آورد و انسان توانست با صداها و علامات بخصوص مقصود خود را اظهار داشته و زبان علامتی ساده‌ای را ، که مادرزادی نبود (ولی قدرت تولید آن صداها ارثی هستند، صداهای نوزاد) ابداع نماید . با کسب قدرت ساختن ابزار ها و استعداد یادگیری زیاد و توسعه قوه ناطقه مقدمات ایجاد فرهنگ در انسان فراهم گردید، که تکامل زیادی حاصل کرده و باعث گردیده که او موفقترین پستاندار روی زمین گردد. انسان قادر است هم در جنگل های گرم و مرطوب ، هم در بیابان های خشک ولم یزرع و همچنین در سرزمین های قطبی زندگی کند. تکنیک پیش رفته او نیش های اکولوژیکی جدیدی فراهم کرده که بدون آن دسترسی بآنها برایش غیرممکن میبود (نیروی بدنی انسان و ساختمان مخصوص آن برای بدست آوردن چنین نیش های اکولوژیکی جدید کفایت نمیکرد) و بدین ترتیب مقتدرترین موجود زنده برای رقبای خود گردید. او قادر گردیده

است محیط زندگی خودراتاحدودزیادی به نفع خویش تغییر دهدودر نتیجه باعث نابودی عده زیادی ازگونه های جانوری وگیاهی گردد. بااین توصیف انسان موجودی است تاریخی که همراه باتکامل خود، تکامل فرهنگی نیز داشته است . تکامل فرهنگی و تکامل زیستی (طبیعی) دربسیاری ازموارد بموازات یکدیگر پیش رفته ولی در بعضی ازاصول اساسی باآن مغایرت دارد . بامقایسه چندمورد مهم دراین زمینه میتوانیم موضوع راروشنتر نمائیم .

۱ ـ درتکامل زیستی ،قابل توارث بودن صفات اکتسابی دیده نشده ، موتاسیونهای جدید مناسب با ترکیبات ژنی جدید میبایست بطورانتخابی ازجمعیتی به جمعیت دیگربطورتدریجی انتقال یابد ، زیرا این صفات فقط ازیک نسل به نسل بعد منتقل میگردند اما در تکامل فرهنگی انتقال صفات اکتسابی از نسلی به نسل دیگرانجام میگیرد . بوسیله زبان وبعدها خط وسایر وسائل ارتباط جمعی کشفیات یکنفرمیتواند بسرعت دراختیاراکثریت مردم دنیا قرارگیرد. تکامل فرهنگی خیلی سریعترازتکامل زیستی پیش میرود وبهمین دلیل است ، که ماامروزه ازطرفی اقوام بدوی را میشناسیم ، که هنوزدرسطح انسانهای عهد حجرزندگی میکنند وازطرف دیگر ملل متمدنی را ، که با تکنیک پیش رفته خود موفق به تسخیر فضا شده‌اند .

۲ ـ تکامل زیستی باعث سازش صفات مختلف با شرایط محیط زیست میگردد ،درحالیکه درتکامل فرهنگی بعکس انسانها شرایط محیط راباصفات خویش متناسب میسازند (احتیاج) .

۳ ـ درتکامل زیستی از امکانات محیط بطرق مختلف استفاده میشود ومنجر به‌ایجاد گونه های جدید با نیش های اکولوژیکی

مخصوص بهر کدام ازآنها میگردد ،درصورتیکه در تکامل فرهنگی تشکیل نیش های اکولوژیکی جدید (شغل های مختلف) بابوجود آمدن دستگاههای متنوع زیاد ، بدون ایجاد گونه های جدید ، انجا گرفته است .چنانکه مثلا برای انسان امکان تشکیل نیش های اکولوژیکی فراوانی وجوددارد مع الوصف تنها یک گونه آدم (Homo sapiense) وجود دارد .

٤ـ تکامل زیستی بااستفاده ازبهترین امکانات همیشه باموفقیت توام بوده و درصورت عدم موفقیت متوقف نشده است . البته موتاسیونهای نامناسب وترکیبات جدید ژنی گاهگاهی باعث پدیدار گشتن صفات بخصوص نامناسبی درافرادیک جمعیت شده، که درحین تغییرات فاحش شرایط محیط ازبین رفته اند .

درتکامل فرهنگی افراد مختلف برای کارهای مختلف تخصص مییابند ،اماگونه انسان من حیث المجموع بدون تغییر باقی میماند و میتواند ازاشتباهات خود تجربه آموخته وازتکرار آنها درآینده جلوگیری بعمل آورد .

سرنوشت آینده انسان که خود بوسیله تکامل فرهنگی ،منطقه اکولوژیکی جدید منحصر بفردی را (Ecologic zone) بوجود آورده است وهرروز درمقابل مسائل بغرنج تری قرار میگیرد، و آینده او نیز بدان مربوط است ،بستگی بدان دارد ، که تاچه حد بتواند اشتباهات خود راشناخته وانها راجبران نموده ازتکرارشان خودداری نمایا .

فهرست منابع

الف ـ فهرست منابع مشهور

Barnett, L . : Wunder des Lebens. Droemerknaur, Muenchen 1962, 216 S .

Hemleben, J. : Charles Darwin in Selbstzeugnissen und Bilddokumenten. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1968 , 183 S .

Hoelder, H . : Naturgeschichte des Lebens von seinen Anfaengen bis zum Menschen . Springer , Heidelberg 1968 , 136 S .

Dobzhansky, Th. : Die Entwicklung zum Menschen . Evolution, Abstammung und Vererbung . Ein Abriss . Parey, Hamburg 1958, 406 S .

Lorenz, K . : Darwin hat recht gesehen. opuscula 20. G . Neske, Pfullingen 1965, 74 S.

Querner, H., H. Holder , A. Egelhaaf. J. Jacobs und G. Heberer : Vom Ursprung der Arten. Neue Erkenntnisse und Perspektiven der Abstammungslehre . rororo tele , Rowohlt 1969 , 154 S .

Simpson , G. G . : Auf den Spuren des Lebens, die Bedeutung der Evolution . Colloquium Verlag , Berlin 1957 , 224 S .

Thenius, E. : Versteinerte Urkunden. Die Palaeontologie als Wissenschaft vom Leben in der Vorzeit. Springer, Heidelberg 1963, 174 S.

ب ـ فهرست کتابهای درسی راهنمای مختصر

Savage, J.M. : Evolution. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, Muenchen

1966 . 113 S .

Stebbins, G. L. : Evolutionsprozesse. G. Fischer, Stuttgart 1969, 187 S.

Wallace, B. und A. M. Srb : Leben und Ueberleben; die Anpassung der Organismen. Kosmos Studienbuecher. . Franckh, Stuttgart 1966, 113 S.

ج ـ فهرست منابع برای راهنمائی وتعمق بیشتر، بافهرست‌منابعی که بسوی مقالات تخصصی هدایت میکنند

Darwin , Ch. :Die Entstehung der Arten durch natuerliche Zuchtwahl. 6. Aufl. 1872. Reclam Jun, Stuttgart 1963 , 693 S .

Heberer , G. (Herausgeber) : Die Evolution der Organismen . Ergebnisse , and probleme der Abstammungslehre 3 Baende. 3 aufl. ab. 1967. G. Fischer , Stuttgart ab 1967 .

Klopfer, P.H. : Oekologie und Verhalten. G. Fischer, Stuttgart 1968, 98S.

Mac Arthur, R. H. und J. H. Connell : Biologie der Population . Bayerischer Landwirtschartsverlag, Muenchen 1970 , 200 S .

Mayr , F . :Artbegriff und Evolution. Parey, Hamburg 1967, 617 S .

Osche, G : Grundzuege der allgemeinen Phylogenetik. Handbuch der Biologie , Band lll/2 Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt 1966 , 90 S .

Remane , A . :Die Grundlagen des natuerlichen Systems. der Vergleichenden . Anatomie und der Phylogenetik. Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portig , Leipzig 1952 , 400 S .

Rensch , B . Neuere Probleme der Abstammungslehre . Enke, Stuttgart ' 1954, 436 S .

Simpson ' G. G . :Zeitmasse und Ablaufformen der Evolution Musterschmidt , Goettingen, , 331 S .

د ـ مجلاتی که مخصوصا مسائل تکاملی را بررسی‌مینمایند

Zeitschrift fuer zoologische Systematik und Evolutionsforschung. Paul Parey , Hamburg und Berlin. Seit 1963 Jaehrlich 1 Band .

Evolution . Englischsprachige Zeitschrift . Herausgegeben von der Society for the study of evolution. Lawrence, Kansas , USA Seit 1947 Jaehrlich 1 Band .

Zoologische Jahrbuecher , Abteitung Systematik Oekologie und Geogr-aphie der Tiere, Seit 1886 Jaehrlich 1 Band .

Acrania ۱۰۴
Adalia ۶۹
Adaptive radiation ۱۳۹، ۱۴۶
Adaptive typogenesis ۱۳۰
A. formosa ۱۲۹
Additive Typogenesis ۱۳۰
Aquilegia pubescens ۱۲۹
Allen ۱۱۱
Allochrone ۱۰۷
Allopatric ۹۴
Allopatric distribution ۱۰۹
Alopecurus pratensis ۹۸
Allopatric separation ۱۰۹
Allopolyploidy ۱۳۲
Amnion ۱۰۲ و ۱۴۷
Anagenesis ۳
Analogy ۷۴
Anas acuta ۱۲۰
Anas platynchos ۱۲۰
Anatina ۱۰۰
Angraecum sesqutipedale ۱۲۹
Annelida ۸۲
Anoplura ۹۶
Anthropoidea ۲۴
Antirrhinum orontium ۳۰
Apedemus sylvaticus ۹۰
Aphanomyces astasi ۱۶۳
Apodiformes ۷۹
Apus apus ۸۰
Araucaria ۱۰۷
Arboricoles ۱۶۹
Arbutus ۱۱۸
Archeoptrix ۲۲
Arrbonatherum elatius ۹۸
Artemia ۱۳۴
Artemisia ۱۱۹
Astacus astacus ۱۶۳
A. formosa ۱۲۹
Atavismus ۴۰
Atavus ۴۰
Ausralopthecinae ۱۷۰
Autpolyploidy ۱۳۱
B
Biogenesis ۳۶
Bison bonasus ۱۱۰
Biston betularia ۸۰
Brachiopoda ۱۶۰
Buteo ۱۴۶
C
Caetospiza pallida ۱۴۳
C. heliobaes ۱۴۳
Callima ۴۶
Cambarus effinis ۱۶۳
Canis familiaris dingo ۱۴۹
Carabidae ۳۱
Causal evolution 3 ۴۲

Centurus ۱۰۲
Cephalopoda ۶۲،۱۶۷
Ceratophytidae ۱۳۴
Ceratophrys dorsata ۱۳۴
Cercopitecus ۱۲۳،۱۲۲
Certhia brachydactyla ۱۲۱
Certhia familiaris ۱۲۱
Certiidae ۸۹
Cervidae ۱۰۵
Cervus elaphi ۱۱۵
Chalcides guentheri ۳۴،۳۱
Chalcididae ۳۴،۳۲
Chaljcotheriidae ۲۸
Chameleon ۴۶
Chelamidomonas ۵۳
Chironomidae ۸۲
Circus aeroginosus ۹۵
C. pygargus ۹۵
Clethrionomys glareolus ۹۵
Clines ۱۱۱
Cnemidophorus ۱۳۴
Colchicin ۵۱
Competitive exclusion principle ۸۸
Compositae ۸۳،۱۴۶
Conifera ۱۳۱،۱۰۵
Convergence ۷۹،۱۴۸،۱۶۷
Correlation ۲۰
Corvus crone crone ۱۱۳
Corvus crone corvix ۱۱۳
Crania ۱۶۰
Crone crone ۱۱۰
Crossopterygiä ۱۳۸،۱۴۰،۱۵۰،۱۶۱
Cuvier ۱۹
Cyanophycea ۱
Cycloptera ۴۶
Cygnus bewickii ۱۰۷
Cygnus cygnus ۱۰۷
Cygnus olor ۱۰۷
D
Darwinismus ۴۶
Degeneration ۶۹
Deme ۶۰
Dendrobium ۱۲۶
Descendence theory ۱
Didiereacea ۹۴
Diencephalon ۷۶
Dinictis ۱۶۵
Dinotherium ۱۳۷
Dollosch ۱۶۷
Dominant ۵۲
Drepanididae ۹۴،۱۴۷
Drosophila ۱۰۵،۱۱۷
Dynamic selection ۶۹
E
Echerchia coli ۸۴

Echinodermata ۱۴۰
Ecologic zone ۱۳۸،۱۷۲
Ecology ۴
Endemic ۳۰
Entomostraca ۸۲
Ephestia ۱۱۸
Epigenotypus ۵۳
E. innotata ۱۱۹
E. unedontata ۱۱۸
Equidae ۲۷
Equus ۲۵
Equus grevyi رنگی *
Equus quagga bohmi رنگی
E. burchelli رنگی
E. quagga chapnani رنگی
Ernst Haeckel ۲۵
Ethology ۴
Eukaryonta ۱
Euphorbia helioscopia ۴۶
Euphorbia nammillaris ۴۶
Euphorbiacea ۴۶
Evolution ۲
F
Flagellata ۲
Fringilidae ۹۰
Fringilla coelebs ۹۸،۱۱۶
Fringilla coelebs canariensis ۱۱۶
Fringilla teycleo ۱۱۶
G
Gasterosteidae ۱۴۲
Genpool ۵۴
Gendrift ۶۰
Genetic of population ۵۶
Genetics ۴
Genommutation ۱۳۰
Geospizinae ۱۴۲،۱۴۰
Ginkgiinee ۱۵۷
Ginkgoites ۱۵۷
Glacial refugium ۱۰۹
Gorytes mystaceus ۱۲۸
Gossypium ۱۳۲
Gryllidae ۱۴
Gymnosperma ۱۵۷،۱۵۵
H
Hardy-Weinberg ۵۷
Helix ۷۷
Helleborus ۹
Hemichordata ۱۵۴
Heterosis effect ۶۷
Heterolochia acutirostris ۱۰۲
Heteromorphe ۱۳
Heterotop ۶
Hirundo rustica ۸۰
Hologeny spirale ۲
Homoeosaurus ۱۶۱

* مربوط به صفحات رنگی است .

Homomorphe ۱۱و۱۳
Homonome ۱۳
Homo sapiens ۱۷۲
Homotop ۶
Homologus ۵
Hybride ۱۱۱
Hyracotherium eohippus ۲۵

I

Ichthiosauria ۶۲و۱۵۲
Ichthyostega ۲۱و۲۳
Ichthyostegalia ۱۵۱
Infraspecific evolution ۱۳۵
Intraspecific ۶۵
Iris ۱۲۳
Irreversibility ۱۶۷

K

Kaenogenesis ۳۶
Karl von Linne ۱
Kiwis ۳۱
Kolibris ۲۳

L

Lacerta sicula ۱۱۶
Lacerta sicula cazulea ۱۱۶
Lacerta sicula sicula ۱۱۶
Lagopus lagopus ۹۵
Lagopus mutus ۹۵
Lamarkismus ۴۲
Lanugo ۴۰
Latimeria chalumnae ۱۳۸ ۱۶۱
Lepus timidus ۹۵
Limulus ۱۶۱
Linaria vulgaris ۳۷
Lingula anatina ۱۶۰
Loxia curvirostra ۹۵
Loxia pytiopsittacus ۹۵
Luscinia luscinia ۱۱۵
Luscinia megarhynchos ۱۱۵
Lycopersicum ۷۱
Lycophytina ۱۵۴

M

Macromutation ۱۳۵
Mallophaga ۹۶
Marsupialia ۴۷و۱۴۵
Megaleia rufa ۳۷
Megaloceros gigenteus ۱۶۵
Meiosis ۵۵
Melliphagidae ۹۴
Metagame ۱۱۸
Metamorphosis ۱۳
Microevolution ۱۳۵

Modificator genes ۵۲
Monard ۸۸
Monoplacophora ۱۶۰
Monocirrhus ۴۶
Morphology ۴
Multiple allele ۴۹
Muscicapidae ۸۹
Mutagen ۵۱
Mutator genes ۵۲
Mysticeti ۳۷
Myxomatose ۱۶۳

N

Nautilus ۱۶۰
Neoplina ۱۶۰
Nymphaea alba ۹

O

Odontophrynus ۱۳۴
O. americanus ۱۳۴
O. cultripis ۱۳۴
on togenesis ۳۵
Ontogeny ۳۹
Opossum ۱۴۸
Ophrys ۱۳۰، ۲۸
Opportunismus ۶۶
Ordovisium ۱۵۴
Orthoselection ۱۳۶
Oryctolagus cuniculus ۱۶۳
Ostracodermi ۱۶۲
Otiorhynchus ۱۳۴

P

Paleontology ۲۰
Palingenesis ۳۶
Panmixy ۶۰، ۵۷
Paradisea rubra ۷۳
Parthenogenesis ۱۳۳، ۵۵
Parus major ۱۱۲
Parus major minor ۱۱۲
Passeriformes ۷۹
Permotypula ۱۱
Petrosauri a ۱۵۲
Phenotypus ۴۳
Pheromone ۱۲۰
Phyllocladium ۷۶، ۶
Phylogenesis ۳
Phylogeny ۲
Physiology ۴
Placentalia ۱۴۷، ۱۰، ۸۴، ۲
Planaria alpina ۹۷
Planaria gonocephala ۹۷
Plavial ۱۰۹
Planorbis ۸۲

Pterophytina ۱۰٤
Pleuronectes ۳۷،۳۹
Plina ۱٦۰
Polycellus cornuta ۹۷
Polygeny ۵۲
Polypheny ۵۵
Polyphenoy of genes ۱۱۲
Polyploidy ۱۳۰
Polytypus ۱۱۱
Pomoxis annularis ۹٦
Pomoxis nigromaculatus ۹٦
Prosiminae ۱٦٤
Preadaptation ۱۵۱
Prekambrien ۱
Proboscidia ۱۳۷
Progame ۱۱۸
Procarionta ۱
Protimii ۲٤
Protheria ۱٤۷
Prunus cerasifera ۱۳۲
Prunus domestica ۱۳۲
Prunus spinosa ۱۳۲
Psycholamarkismus ٤۳
Psilophyta ۱۰٤
Pteriodophyta ۱۰۵
Pterophytina ۱۰٤

R

Rana arvalis ۹۵
Recessive ۵۲
Regulus ignicapillus ۱۲۱
Regulus regulus ۱۲۱
Regulidae ۹۰
Rhinocerotidae ۲۸
Rhynocephala ۱٦۱
Rosa ۱۳۱
Rotatoria ۵۵

S

Sambucus nigra ۱۲٦
Sambucus racemosa ۱۲٦
Sauria ۱۵۲
Scalesia ۱٤٦
Scaphiopus holbrooki ۹۹
S. couchi ۹۹
Scincidae ۳۱
Scrophularia nodosa ۳۵
Scrophulariaceae ۳٤
Separation ۱۰۸
Sequoia gigantea ۱۵۷
Sewall wright effect ٦۰
Sexual dimorphismus ۱۰۲
Siminae ۱٦۳

Sitta tephronota ۹۹،۱۲۵
Sittidae ۹۹،۱۲۵
Smilidon ۱۶۵
Solnhofen ۲۱
Spalacidae ۳۱
Sphenodon punctatus ۱۶۱
Sphenophytina ۱۰۴
Sphingidae ۱۰،۱۲۹
Stable ۵۱
Struggle for life ۴۷
Subspecies ۱۱۰
Succulence ۹۴
Sylviidae ۱۵
Sympatric ۹۱،۱۱۳
Synchrone ۱۰۷
Systema nature ۱

T

Taperidae ۲۸
Teiidae ۱۳۴
Teneriffa ۹۸
Tetrabrachiata ۱۶۰
Tetraptera ۱۰
Tetrastes bonesus ۹۵
Thuja orientalis ۴۰
Thylocosmilus ۱۶۵
Toxotes ۱۰۴
Transformation ۲
Transspecific evolution ۱۳۵
Trichoniscus elisabetha coelebs ۱۳۴
Turdidae ۹۱،۱۴۶
Typogenesis ۱۳۵،۱۳۸

U

Unicum ۶۱
Unstable ۵۱

V

Verbascum thapsus ۳۵
Vestigium ۳۰
Viviparus ۱۰۸

W

Wallace ۴۶
Wapiti ۱۱۵

X

Xanthopan morhani praedicta ۲۹
Xiphosura ۱۶۱

Z

Zimmermann ۲
Zoogam ۱۲۶

Ferdowsi University

Evolution

by

Prof. Dr. Osche

Translated

by

Dr. M. Farhat and Dr. R. Sobhian