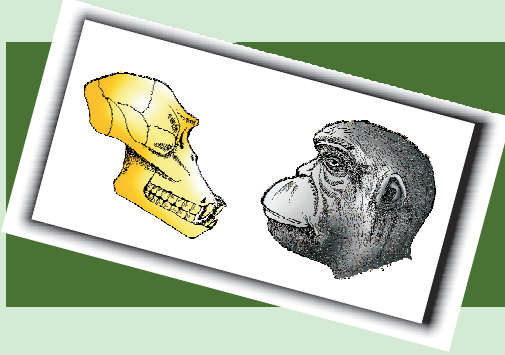




باب 7

ارتقا (Evolution)

ارتقائی حیاتیات زمین پر جانداروں کی اقسام کی تاریخ کا مطالعہ ہے۔ ارتقاء آخر ہے کیا؟ فلورا اور فاؤنا میں ہونے والی تبدیلیاں جو زمین پر کروڑوں سال تک واقع ہوئی ہیں، کو سمجھنے کے لیے ہمیں زندگی کی ابتداء کے سیاق و سباق کی سمجھ پیدا کرنا ہوگی یعنی زمین کے ارتقاء، اس کے بعد جو کبھی بھی ہے وہ تجرباتی اور خیالی کہانیوں پر مبنی ہے۔ زمین اور زندگی کی ابتداء اور ارتقاء کائنات کے ارتقاء کے پس منظر اس کے علاوہ جانداروں کی ارتقاء یا کرہ ارض پر حیاتیاتی تنوع کی ارتقاء۔

7.1 زندگی کی ابتداء (Origin of Life)

جب ایک صاف رات میں آسمان پر ستاروں کو دیکھتے ہیں تو ایک طرح سے ہم وقت میں پیچھے کی طرف دیکھ رہے ہوتے ہیں۔ ستاروں کے فاصلے نوری سالوں میں ناپے جاتے ہیں۔ جو ہم آج دیکھتے ہیں ایک ایسی شے ہے جس سے نکلنے والی روشنی نے کروڑوں کلومیٹر دور سے لاکھوں سال پہلے اپنا سفر شروع کیا تھا اور اب ہماری آنکھوں تک پہنچی ہے۔ البتہ جب ہم چیزوں کو ایکدم اپنے اطراف میں دیکھتے ہیں تو ہم انہیں فوراً دیکھ لیتے ہیں یعنی موجودہ وقت میں۔ اس لیے جب ہم ستاروں کو دیکھتے ہیں تو درحقیقت ہم ماضی میں جھانک رہے ہوتے ہیں۔

7.1 زندگی کی ابتدا

7.2 جانداروں کی ارتقاء۔ ایک تھیوری

7.3 ارتقاء کے لیے کیا شواہد ہیں؟

7.4 مطابقتی پھیلاؤ کیا ہے؟

7.5 حیاتیاتی ارتقاء

7.6 ارتقاء کا میکینزم

7.7 ہارڈی۔ وین برگ کا اصول

7.8 ارتقاء کا ایک مختصر جائزہ

7.9 آدمی کی ابتداء اور ارتقاء



کائنات کی تاریخ میں زندگی کی ابتدا ایک منفرد وقوع خیال کیا جاتا ہے۔ یہ کائنات بہت وسیع ہے۔ اگر مقابلتاً بات کی جائے تو خود زمین ایک ذرے جیسی ہے۔ کائنات بہت پرانی ہے۔ تقریباً 20 بلین سال پرانی کہکشاؤں کے وسیع و عریض جھنڈ کائنات کی تشکیل کرتے ہیں۔ کہکشاؤں میں ستارے، گیس اور دھول کے بادل ہیں۔ کائنات کے ہیئت کا تصور کیجئے تو زمین سچ مچ ایک ذرہ ہے۔ عظیم دھماکہ (Big Bang) تھیوری نے ہمیں کائنات کی ابتدا کے بارے میں بتایا ہے۔ مادی اصطلاح میں یہ تھیوری ایک ناقابل تصور واحد دھماکے کی بات کرتی ہے جس سے کائنات پھیل گئی اور درجہ حرارت نیچے آ گیا۔ کچھ عرصے بعد ہیلیم اور ہائیڈروجن بنیں اور گیسوں کے کشش کے تحت منجمد ہو کر آج کی کائنات کی کہکشاؤں بنائیں خیال کیا جاتا ہے کہ شمسی نظام میں دودھیا کہکشاؤں اور زمین تقریباً 4.5 بلین سال پہلے وجود میں آئے تھے۔ اولین زمین پر فضا نہیں تھی۔ پگھلے ہوئے مادہ سے نکلنے والے پانی کے بخارات، میتھین، کاربن ڈائی آکسائیڈ اور ایسٹرونیا سے سطح ڈھکی ہوئی تھی۔ سورج سے نکلنے والی الٹرا وائلٹ ریز نے پانی کو ہائیڈروجن اور آکسیجن میں منقسم کر دیا تھا اور ہلکی H_2 نکالی گئی تھی آکسیجن نے ایسٹرونیا اور میتھین سے مل کر پانی، CO_2 اور دیگر چیزیں بنائیں۔ اوزون کی پرت تیار ہو گئی۔ جیسے جیسے وہ ٹھنڈی ہوئی پانی کے بخارات بارش بن کر گرنے لگے جنھوں نے تمام گڈھوں کو بھر دیا اور سمندر بنا دیے۔ زمین بننے کے 500 ملین سال بعد زندگی ظہور میں آئی یعنی تقریباً چار بلین سال پہلے۔

کیا زندگی باہری خلا سے آئی ہے؟ کچھ سائنسدانوں کا خیال ہے کہ یہ باہر سے آئی ہے۔ اولین یونانی مفکروں کا خیال تھا کہ زندگی کی اکائیاں جو اسپورس (spores) کہلاتے تھے مختلف سیاروں بشمول زمین پر منتقل کیے گئے تھے۔ بہت سے ماہرین فلکیات کے نزدیک نظریہ چرتو میت (Panspermia) اب بھی ایک پسندیدہ خیال ہے۔ ایک لمبے عرصے تک یہ بھی خیال کیا جاتا تھا کہ زندگی بھوسے اور مٹی وغیرہ جیسے مادوں کے گلنے سڑنے کی وجہ سے وجود میں آئی ہے۔ یہ از خود پیدائش (spontaneous generation) کا نظریہ تھا۔ لوئس پاستیر نے اپنے محتاط تجربات سے بتایا کہ زندگی صرف پہلے سے موجود زندگی ہی سے وجود میں آئی ہے۔ اس نے دکھایا کہ چراثیم پاک کیے گئے فلاسکوں میں مردہ ایسٹ سے زندگی پیدا نہیں ہوئی جبکہ دوسرے ہوا کے لیے کھلے ہوئے فلاسک میں مردہ ایسٹ سے نئے زندہ عضویے بن گئے۔ از خود پیدائش کا نظریہ ہمیشہ کے لیے مسترد کر دیا گیا۔ البتہ اس نے اس بات کا جواب نہیں دیا کہ زمین پر زندگی کی پہلی شکل کیسے بنی تھی۔

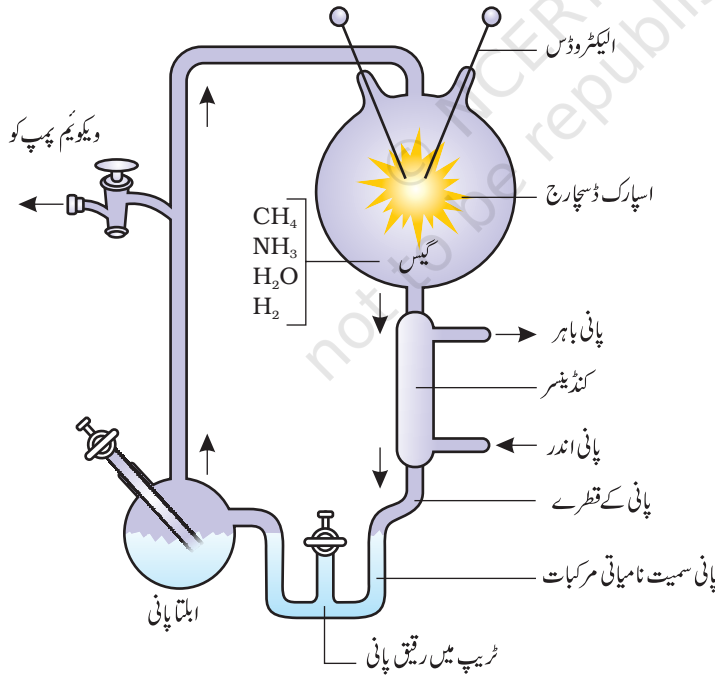
روس کے اوپیرن اور انگلینڈ کے ہالڈین نے تجویز کیا کہ ہوسکتا ہے زندگی کی پہلی شکل پہلے سے موجود بے جان نامیاتی سالموں (یعنی RNA، پروٹین وغیرہ) سے آئی ہو اور یہ کہ زندگی کی تشکیل سے پہلے کیمیائی ارتقاء واقع ہوا ہو یعنی غیر نامیاتی اجزا سے متنوع نامیاتی سالموں کی تشکیل۔ زمین پر حالات کچھ یوں تھے۔ درجہ حرارت بہت زیادہ تھا، آتش فشانی طوفان تھے اور ریڈیوسنگ فضا میں CH_4 ، NH_3 وغیرہ موجود تھیں۔ 1953 میں ایک امریکن سائنسدان ایس۔ ایل۔ ملر نے تجربہ گاہ میں اس جیسے حالات پیدا کیے (شکل 7.1) اُس نے ایک بند فلاسک میں برقی ڈسچارج پیدا کیا جس میں $800^{\circ}C$ پر CH_4 ، H_2 ، NH_3 اور پانی کے بخارات موجود تھے۔ اس نے ایسٹرونیا کی تشکیل کا مشاہدہ کیا۔ ایسے ہی تجربوں میں دوسروں نے شکر، نائٹروجن پیسز، گلیکائیٹ اور فیٹس کی



حیاتیات

تشکیل کا مشاہدہ کیا۔ شہاب کے اجزا کا تجربہ کرنے سے بھی ویسے ہی مرکبات کا پتا چلا جو ظاہر کرتے ہیں کہ خلا میں دوسری جگہوں پر بھی ایسے عمل واقع ہو رہے ہیں۔ اس محدود ثبوت کے ساتھ، کہانی کا پہلا حصہ یعنی کیمیائی ارتقاء کم و بیش منظور کر لیا گیا۔

ہم نہیں جانتے کہ خود اپنی نقل تیار کرنے والا (Self replicating) زندگی کا پہلا میٹابولی کپسول (metabolic capsule) کیسے بنا؟ زندگی کی پہلی غیر سیلولر شکلیں 3 بلین سال پہلے وجود میں آئی ہوں گی۔ وہ غیر معمولی رہے ہوں گے (آراین اے، پروٹین، پولی سیکرائیڈس وغیرہ) ان کپسولس نے غالباً اپنے سالموں کی افزائش کر لی۔ زندگی کی پہلی سیلولر شکل 2000 ملین سال پہلے تک وجود پذیر ہونے کا امکان نہیں ہے۔ بایوجینیس (Biogenesis) کا وہ تصور جس کی بنیاد پر یہ کہا جاتا ہے کہ زندگی کی پہلی شکل کیمیائی سالموں کے ارتقاء کے ساتھ ایک واحد خلیہ کی صورت میں کسی آبی ماحول میں وقوع پذیر ہوا ہوگا۔ تو اکثریت نے تسلیم کر لیا ہے۔ البتہ ایک بار بننے کے بعد زندگی کی پہلی سیلولر شکلیں آج کے پیچیدہ حیاتیاتی نوع میں کیسے ارتقاء پذیر ہو سکیں مسوور کن کہانی ہے جن پر ذیل میں گفتگو کی جائے گی۔



شکل 7.1 ملر کے تجربے کی شکلی پیش کش

7.2 جانداروں کا ارتقاء۔ ایک نظریہ

(Evolution of Life Forms – A Theory)

136

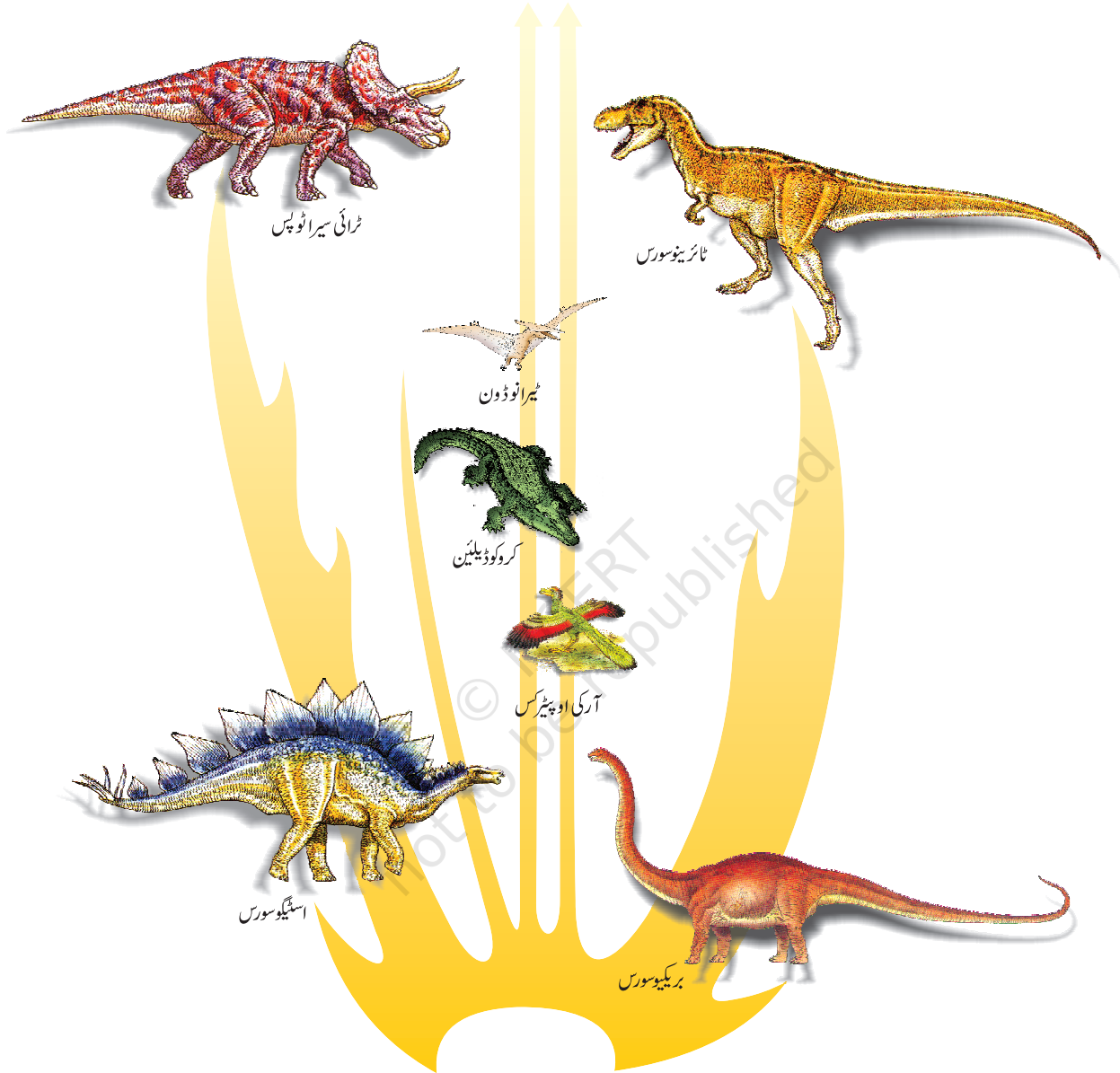
روایتی مذہبی ادب ہمیں خصوصی تخلیق (special creation) کے نظریے کے بارے میں بتایا ہے۔ اس نظریے کے تین مغہوم ہیں۔ پہلا یہ کہ وہ تمام عضویے (انواع یا ٹائپس) جنہیں آج ہم دیکھتے ہیں ایسے ہی پیدا کیے گئے

تھے۔ دوسرے یہ کہ تنوع تخلیق کے وقت سے ایسی ہی ہے اور مستقبل میں بھی ایسی ہی رہے گی۔ تیسرا مفہوم یہ کہ زمین تقریباً 4000 سال پرانی ہے۔ انیسویں صدی کے دوران ان تمام خیالات کو سختی سے چیلنج کیا گیا۔ چارلس ڈارون نے ان مشاہدات کی بنیاد پر جو انھوں نے ایک جہاز میں سمندری سفر کے دوران کیے تھے جس کا نام ایچ۔ ایم۔ ایس۔ ہیگل تھا۔ یہ نتیجہ اخذ کیا کہ موجود جاندار اقسام میں مختلف درجوں کی شباهتیں نہ صرف آپس میں ہوتی ہیں بلکہ ان اقسام کے ساتھ بھی ہوتی ہیں جو کئی ملین سال پہلے رہتی تھیں۔ بہت سی جانداروں کی ایسی اقسام اب موجود نہیں ہیں جانداروں کی مختلف اقسام گزرتے سالوں کے ساتھ ناپید ہوئی ہیں ٹھیک ویسے ہی جیسے نئی اقسام زمین کی تاریخ کے مختلف زمانوں میں وجود میں آئی ہیں۔ جانداروں کی اقسام بتدریج ارتقاء ہوا ہے۔ کوئی بھی آبادی اپنی خصوصیات میں تنوع پیدا کرتی ہے۔ وہ خصوصیات جو کسی کو قدرتی حالات (آب و ہوا، غذا، طبعی عناصر وغیرہ) میں بہتر طور پر زندہ رہنے کا اہل بنائیں ان کے مقابلے زیادہ تیزی سے بڑھتی ہیں جنہیں ایسے قدرتی حالات میں زندہ رہنے میں قدرے دشواری ہو۔ دوسرا لفظ ان افراد یا آبادی کی موزونیت (fitness) ہے۔ ڈارون کے بموجب موزونیت بالآخر حرف تولیدی موزونیت کی طرف اشارہ کرتی ہے۔ پس وہ جو ایک ماحول کی نسبت سے زیادہ موزوں ہوتے ہیں دوسروں کے مقابلے زیادہ نسل چھوڑتے ہیں۔ اس لیے یہ زیادہ زندہ رہیں گے اور قدرت کے ذریعے منتخب کر لیے جائیں گے۔ اس نے اسے قدرتی انتخاب (natural selection) کہا اور اسے ارتقاء کا ایک میکینزم تصور کیا۔ آئیے ہم یہ بھی یاد رکھیں کہ ایک ماہر فطرت، الفرڈ ویلس جس نے ملایا آرکی پلگوس میں کام کیا تھا اس نے بھی تقریباً اسی وقت میں اس سے ملتے جلتے نتائج اخذ کیے۔ اسی دوران بظاہر نئے عضویوں کی پہچان ہوئی۔ زندگی کی تمام موجودہ اقسام میں شباهتیں موجود ہیں اور ان کے اجداد ایک ہیں۔ البتہ یہ اجداد زمین کی تاریخ میں مختلف اوقات پر موجود تھے (عہد، زمانہ، دور epochs, periods, eras) زمین کی ارضیاتی تاریخ زمین کی حیاتیاتی تاریخ کے ساتھ قریبی تعلق رکھتی ہے۔ ایک عام قابل قبول نتیجہ یہ ہے کہ زمین بہت پرانی ہے نہ صرف ہزاروں سال جیسا پہلے سوچا جاتا تھا بلکہ کروڑوں سال پرانی۔

7.3 ارتقاء کے کیا ثبوت ہیں؟

(What are the Evidences for Evolution?)

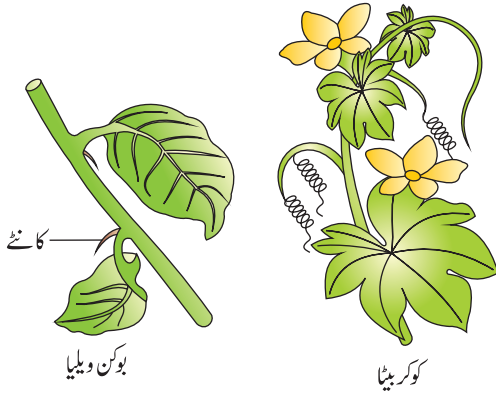
یہ ثبوت کہ زمین پر جانداروں کی اقسام کا ارتقاء درحقیقت واقع ہوا ہے، بہت سمتوں سے آیا ہے۔ رکازات (Fossils) زندگی کی اقسام کے باقیات کے سخت حصے ہیں جو چٹانوں میں پائے گئے ہیں۔ چٹانیں رسوب (sediments) بناتی ہیں اور زمینی پرت کی ایک عرضی تراش زمین کی لمبی تاریخ کے دوران رسوبوں کی ایک کے اوپر ایک ترتیب کو دکھاتی ہے۔ مختلف عمر کے چٹانی رسوبوں میں زندگی کی مختلف اقسام کے رکازات ہوتے ہیں جو غالباً مخصوص رسوب کی تشکیل کے دوران فوت ہو گئے تھے۔ ان میں سے کچھ جدید عضویوں کی مانند دکھائی دیتے ہیں (شکل 7.2)۔ وہ ناپید عضویوں کی نمائندگی کرتے ہیں (جیسے ڈائنوسورس) مختلف رسوبی پرتوں میں رکازات کا



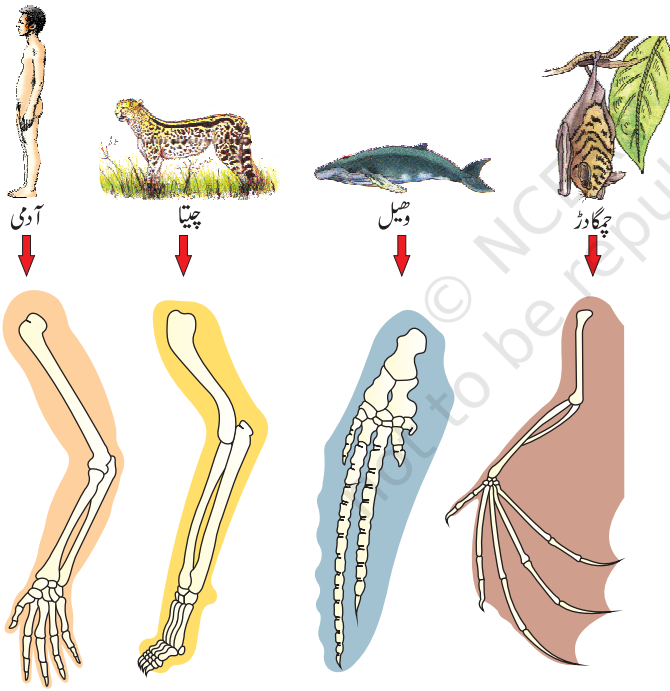
شکل 7.2 ڈائینوسورس کا ایک فیملی ٹری اور اُن کے آج کے زندہ جوڑی دار عضویہ جیسے مگرچھ اور پرندے۔

مطالعہ اس ارضیاتی زمانے کے ظاہر کرتا ہے جس میں وہ رہے تھے۔ مطالعے نے دکھایا کہ وقت کے ساتھ زندگی کی اقسام میں فرق رہا ہے اور زمینی تاریخ میں مختلف وقتوں پر زندگی کی نئی اقسام پیدا ہوئی ہیں۔ یہ سب پیلی اوٹوجیکل (paleontological) ثبوت کہلاتا ہے۔ کیا آپ کوریڈیو ایکٹیوڈیٹنگ (radioactive-dating) کا طریقہ اور اس طریقے کے پیچھے کارفرما اصول یاد ہیں۔

ارنست ہیکل (Ernst Haeckel) نے ارتقا کے موضوع پر جنینیاتی (Embryological) ثبوت بھی پیش کیے تھے۔ اس کی بنیاد تمام فقرہ دار جانوروں میں مشترک جنینیاتی مرحلے کے دوران کچھ ایسی خصوصیات کا مشاہدہ تھا جو بالغ افراد میں موجود نہیں ہوتیں۔ مثلاً انسانوں سمیت تمام فقرے دار جانوروں کے جنین میں سر کے پیچھے



(a)



(b)

شکل 7.3 (a) پودوں اور (b) جانوروں میں ہومولوجس اعضاء کی مثالیں

Vestigial gill slit کی ایک قطار ہوتی ہے لیکن یہ عضو صرف مچھلیوں میں فعال یا باعمل ہوتا ہے اور کسی بھی دیگر بالغ فرد میں نہیں پایا جاتا۔ بہر حال کارل ارنسٹ وان ووئر (Karl Ernst Von Boer) کے ذریعے کی گئی تحقیقات کی بنیاد پر اس نظریے کو نامنظور کر دیا گیا۔ اس نے یہ خیال ظاہر کیا کہ جنین کبھی بھی دیگر جانوروں کے بالغ مراحل سے نہیں گذرتے۔

تقابلی اناتومی اور مورفولوجی سے آج کے اور سالوں پہلے بننے والے عضویوں کے درمیان مماثلت اور فرق دکھائی دیتے ہیں۔ ایسی مماثلتوں کی تشریح یہ سمجھنے کے لیے کی جاسکتی ہے کہ آباد اجداد مشترک تھے یا نہیں۔ مثال کے طور پر اگلے جوارح کی ہڈیوں کی طرز میں جو مماثلتیں ہیں وہ وہیل، چکاڈروں چیتا اور انسان (تمام پستانوں) میں، (شکل 7.3b)۔ حالانکہ ان جانوروں میں یہ اگلے جوارح مختلف کام انجام رہتے ہیں، ان کی اینیٹومیکل ساخت ایک جیسی ہے۔ سب کے اگلے جوارحوں میں ہیومیرس، ریڈیئس، النا، کارپلس، میٹاکارپس اور فیلینکس ہوتے ہیں۔ پس ان جانوروں میں ایک ہی ساخت مختلف ضرورتوں سے مطابقت رکھنے کی وجہ سے مختلف رگوں پر نمو پاگئی تھیں۔ یہ ڈائیورجینٹ ایولوشن (divergent evolution) ہے اور یہ ساختیں ہومولوجس (homologous) ہیں۔

ہومولوجی (homology) مشترک آباء اجداد کی طرف اشارہ کرتی ہے۔ ورٹی برٹس کے دل اور دماغ دوسری مثالیں ہیں۔ پودوں میں بھی Cucurbita اور Bougainvillea کے کانٹے اور نیل ڈورے (tendrils) ہومولوجی کو ظاہر کرتے ہیں (شکل 7.3 a)۔ ہومولوجی ارتقاء (divergent evolution) پر مبنی ہے جبکہ اینیٹولوجی (analogy) ایک ایسی صورت حال کی طرف اشارہ کرتی ہے جو اس کے بالکل الٹ ہے۔ تنلی پرندوں کے کے پر ایک جیسے لگتے ہیں۔ حالانکہ وہ ایک جیسے کام کرتے ہیں مگر ایک جیسی ساختیں نہیں ہیں۔ پس

اینیٹولوجس (analogous) ساختیں کنورجینٹ ایولوشن (convergent evolution) کا نتیجہ ہیں۔ مختلف ساختیں جو ایک ہی کام کے لیے ارتقاء پائیں اور پس مماثلت رکھیں۔ اینیٹولوجی کی دوسری مثالیں اوٹوپس اور پستانوں کی آنکھ یا پیگنوں اور ڈلفنس کے فلپرس (flippers) ہیں۔ یہ کیا جاسکتا ہے کہ یہ ایک جیسا محل وقوع ہے۔ جس کا نتیجہ عضویوں کے مختلف گروہوں میں ایک ہی کام کے لیے ایک جیسی توافقی خوبیوں کا انتخاب (Selection) ہوتا ہے۔ شکر قندی (ترمیم شدہ جر) اور آلو (ترمیم شدہ تنا) اینیٹولوجی کی دوری مثال ہے۔



حیاتیات

اسی دلیل کے تحت عضویوں میں پروٹینس اور جینس کی یکسانیت، جو کسی کام کو مختلف (divergent) عضویوں میں انجام دیتی ہیں، مشترک آباء و اجداد کا پتا دیتی ہیں۔ یہ بائیو کیمیکل مماثلتیں اسی طرح ایک مشترک حسب نسب کی طرف اشارہ کرتی ہیں جیسے مختلف عضویوں میں ساختی یکسانیت۔

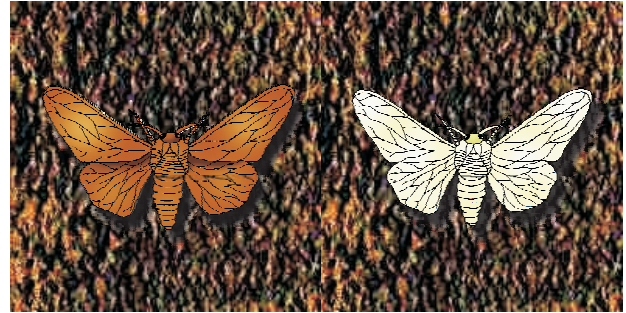
آدمی نے زراعت، باغبانی کھیل یا محافظت کے لیے منتخب پودوں اور جانوروں کی افزائش نسل کی ہے۔ بہت سے جنگلی جانوروں اور فصلوں کو آدمی نے پالا اور بویا ہے۔ رسیج پیمانے پر اس نسل کاری کے پروگرام نے ایسی نسلیں پیدا کی ہیں جو دوسری نسلوں سے مختلف ہیں (جیسے کتے) مگر اب بھی اسی گروہ سے تعلق رکھتے ہیں۔ یہ دلیل دی جاتی ہے کہ اگر سینکڑوں سالوں میں انسان نئی نسلیں پیدا کر سکتا ہے تو قدرت لاکھوں سال بعد بھی کیوں نہیں کر سکتی؟

قدرتی انتخاب کے ذریعہ ارتقاء کی تائید کرنے والا دوسرا دلچسپ مشاہدہ انگلینڈ میں ہوا۔ پروانوں کا ایک ذخیرہ جو 1850 میں اکٹھا کیا گیا یعنی صنعتی نظام قائم ہونے سے پہلے اس میں مشاہدہ کیا گیا کہ درختوں پر سیاہی مائل پروں والے یعنی میلانا نازڈ پروانوں (melanised moths) کے مقابلے سفید پروں والے پروانوں کی تعداد زیادہ تھی۔ دوسرا ذخیرہ جو صنعتی نظام کے قائم ہونے کے بعد یعنی 1920 میں اسی علاقے سے اکٹھا کیا گیا ان میں سیاہی مائل پروں والے پروانوں کی تعداد زیادہ تھی یعنی تناسب الٹا ہو گیا تھا۔

اس مشاہدے کے سلسلے میں یہ تشریح کی گئی کہ شکار خور مخالف پس منظر میں ایک پروانے کو پہچان لیتے ہیں۔ صنعتی نظام قائم ہونے کے طویل عرصہ بعد درختوں کے تنے صنعتی دھوئیں اور کالک کی وجہ سے کالے ہو گئے۔ اس صورت حال میں سفید پروں والے پروانے شکار خوروں کی وجہ سے زندہ نہ رہ سکے لیکن سرمئی پروں والے یا میلانا نازڈ پروانے زندہ رہے۔ صنعتی نظام قائم ہونے سے پہلے کائی کی بیز تہہ نے جو تقریباً سفید تھی درختوں کو



(a)



(b)

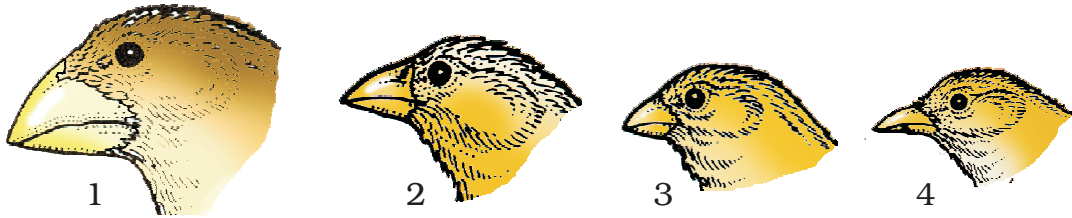
شکل 7.4 شکل سفید پروالے پتنگے اور گہرے رنگ والے پتنگوں (میلانا نازڈ) کو درخت کے تنوں پر دکھا رہی ہے۔ (a) غیر آلودہ جگہ (b) آلودہ جگہ

ڈھک دیا۔ اس پس نظر میں سفید پروں والے پروانے زندہ رہے لیکن گہرے رنگ والے پروانے شکار خوروں کی پکڑ میں آ گئے۔ کیا آپ جانتے ہیں کہ کائی صنعتی آلودہ کی نشان دہی کرنے والے کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے؟ وہ ان علاقوں میں نہیں آگے گی جو کثیف ہوں۔ پس جو پروانے اپنی ہیئت تبدیل کرنے کی اہلیت رکھتے تھے یعنی پس منظر میں چھپ سکتے تھے، زندہ رہے (شکل 7.4)۔ اس خیال کی تائید اس حقیقت سے ہوتی ہے کہ ان علاقوں میں جہاں صنعتی نظام واقع نہیں ہوا تھا جیسے گاؤں کے علاقے، وہاں میلانا نازڈ پروانوں کی تعداد کم تھی۔ اس سے

معلوم ہوا کہ ایک ملی جلی آبادی میں وہ جو اچھی طرح مطابقت پیدا کر سکتے ہیں، زندہ رہتے اور اپنی آبادی کے تناسب کو بڑھاتے ہیں۔ یاد رکھیے کوئی بھی ترمیم شدہ ذی حیات (variant) مکمل طور پر ختم نہیں ہوتا۔ اسی طرح زیادتی کے ساتھ ہر بی سائیڈس (herbicides)، انسکٹی سائیڈس (insecticides) کے استعمال کا نتیجہ مدافعتی بہت کم وقت کے اندر مدافعتی ویرائیٹیز کے ارتقا کی شکل میں نکلتا ہے۔ یہی بات ان مائیکروبس پر بھی صادق آتی ہے جن کے خلاف ہم اینٹی بائیوٹکس یا ڈرگس استعمال کرتے ہیں جیسے پس مدافعتی عضویہ / سیلس صدیوں میں نہیں بلکہ مہینوں اور سالوں میں ظہور پذیر ہو جاتے ہیں۔ یہ انسانی ہاتھوں ارتقاء کی مثالیں ہیں۔ یہ ہمیں یہ بھی بتاتا ہے کہ عقیدے کے معنی میں ارتقاء ایک یقینی عمل نہیں ہے۔ یہ ایک امکانی عمل ہے جس کا انحصار فطرت میں اتفاقی وقوعات اور عضویوں میں اتفاقی میوٹیشن پر ہوتا ہے۔

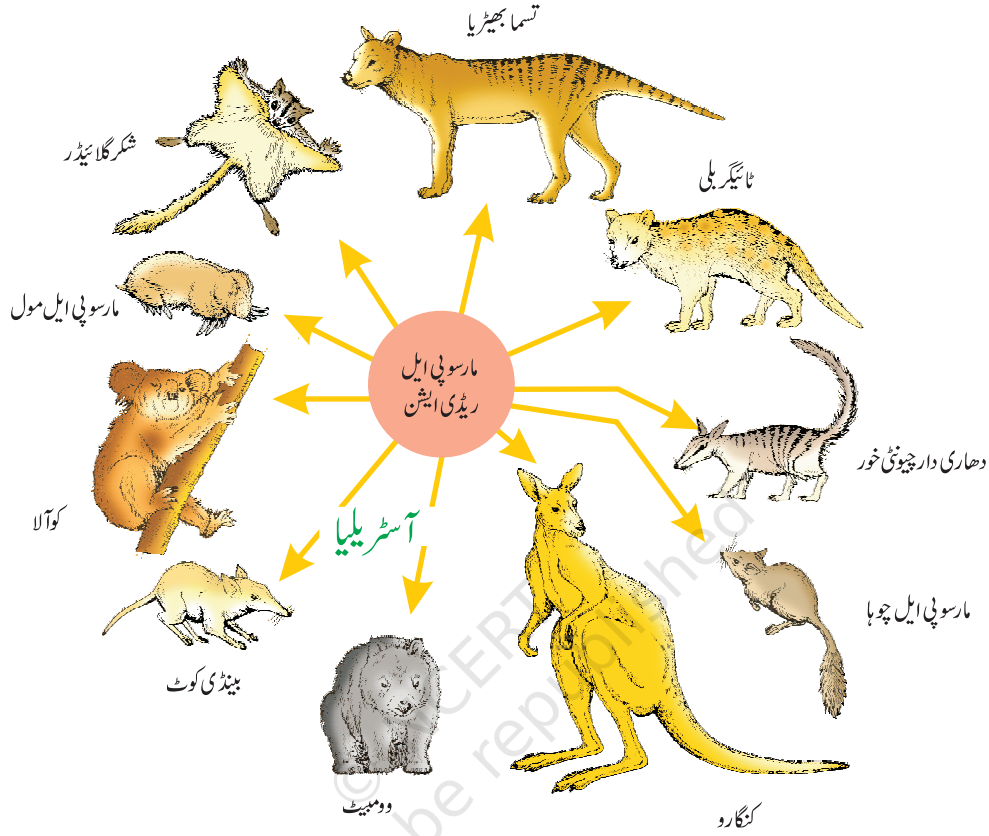
7.4 تطبیقی ریڈی ایشن کیا ہے؟ (what is adaptive radiation?)

ڈارون اپنے سفر کے دوران گیلاپاگوس آئس لینڈ گیا۔ وہاں اس نے مخلوقات کے حیران کن تنوع کا مشاہدہ کیا۔ خصوصی دلچسپی کے چھوٹے کالے پرندوں نے اسے حیران کیا جو بعد میں ڈارونس فنچز (Darwin's Finches) کہلائے۔ اس نے اندازہ کیا کہ ایک ہی جزیرے میں بہت سی ویرائیٹیز کے فنچیز تھے۔ اس نے قیاس کیا کہ تمام ویرائیٹیز اسی جزیرے پر ارتقاء پذیر ہوئی تھیں۔ بنیادی طور پر بیج کھانے والی خویہوں سے ترمیم شدہ چونچیں وجود میں آئیں جنہوں نے انھیں سبزی خور فنچز سے کیڑا خور فنچز بننے کے قابل بنایا (شکل 7.5)۔ ایک دیے ہوئے جغرافیائی علاقے میں مختلف انواع کا ارتقاء کے یہ عمل جو ایک جگہ سے شروع ہو کر دوسرے جغرافیائی کی علاقوں (محل وقوع) تک شعاعی انداز سے جاتا ہے اسے ایڈیٹو ریڈی ایشن (adaptive radiation) کہتے ہیں۔ ڈارون کی فنچز اس مظہر کی بہترین مثالوں میں سے ایک ہے۔ آسٹریلیئن مارسوپال ایلس (marsupials) دوسری مثال ہے۔



شکل 7.5 فنچز کی چونچوں کی اقسام جو ڈارون نے گلاپاگوس جزیرے میں پائیں۔

متعدد مارسوپال ایلس جن میں ہر ایک دوسرے سے مختلف تھے (شکل 7.6) ایک ہی موروثی شاخ (ancestral stock) سے ارتقاء پذیر ہوئے لیکن سب کے سب آسٹریلیئن بڑا عظم کے اندر تھے۔ جب لگتا ہے کہ ایک سے زیادہ ایڈیٹو ریڈی ایشن ایک الگ تھلگ جغرافیائی کی علاقے میں (مختلف محل وقوع کی نمائندگی کرتے ہوئے) واقع ہوئے ہیں تو اسے کنورجینٹ ایوولیوشن (convergent evolution) کہتے ہیں۔ آسٹریلیا



شکل 7.6 آسٹریلیا کے مارسوپائی ایل کے ریڈی ایشن کا ڈیپٹو ریڈی ایشن

میں پلیزینٹل پستانے بھی ڈیپٹو ریڈی ایشن کا مظاہرہ کرتے ہیں جو ایسی ویرائنٹیز میں ارتقاء پذیر ہو کے ہیں کہ ہر ایک متقابلے مارسوپائی ایل کی طرح لگتی ہے (جیسے پلیٹینائی بھیڑیا اور تسمائین ولف - مارسوپائی ایل)۔ (شکل 7.7)

7.5 حیاتیاتی ارتقاء (Biological Evolution)

حقیقی معنوں میں قدرتی انتخاب کے ذریعہ ارتقاء اس وقت شروع ہوا ہوگا جب زمین پر زندگی کی سیلولر شکلیں تحولی اہلیت میں فرقوں کے ساتھ وجود میں آئی ہوں گی۔

ارتقاء کے بارے میں ڈارون کے نظریے کا نچوڑ قدرتی انتخاب ہے۔ نئی اقسام کے ظہور کی شرح کو دور حیات (life cycle) یا زندگی کی مدت (life span) سے منسلک کیا جاتا ہے۔ مائکرو بس جو بہت تیزی سے تقسیم ہوتے ہیں ان میں گھنٹوں کے اندر افزائش کر کے لاکھوں افراد پیدا کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے۔ ایک میڈیم میں نشوونما پانے والی بیکٹریا کی ایک کولونی نے خوراک کے ایک جُکو استعمال کرنے کی اہلیت کے معنوں میں ایک ترمیم شدہ بیکٹریا پیدا کر لیا۔ میڈیم کی ترکیب میں ایک تبدیلی آبادی کے صرف اس حصے کی افزائش کرے گی (سمجھیے B کی)

جو نئے حالات میں زندہ رہ سکتا ہے۔ اسی اثنا میں آبادی کا یہ ترمیم شدہ حصہ دوسروں پر سبقت لے جاتا ہے اور ایک نئی نوع کی مانند سامنے آتا ہے۔ یہ چندوں ہی میں ہو جائے گا۔ اسی بات کو کسی مچھلی یا آٹو میں ہونے کے لیے لاکھوں سال لگ جائیں گے کیونکہ ان جانوروں کی زندگی کی مدت سالوں میں ہے۔ یہاں ہم کہیں گے کہ نئے حالات کے تحت B کی موزونیت A کے مقابلے بہتر ہے۔ قدرت موزونیت کے لیے انتخاب کرتی ہے۔ یہ بات ضرور یاد رکھنے کی ہے کہ جو چیز موزونیت کہلاتی ہے اس کا انحصار ایسی خصوصیات پر ہوتا ہے جو ان کی توریث ہوتی ہے۔ پس منتخب ہونے اور ارتقاء پانے کے لیے کوئی جنسی بنیاد ہونا ضروری ہے۔ اسی بات کو دوسری طرح سے یوں کہہ سکتے ہیں کہ کچھ عضویہ ایک ماحول میں زندہ کے لیے زیادہ بہتر مطابق رکھتے ہیں جبکہ دوسروں کے لیے وہ ماحول مخالف ہے۔ تطاقی صلاحیت کی توریث ہوتی ہے۔ اس کی ایک جنسی بنیاد ہوتی ہے موزونیت مطابق پیدا کرنے کی صلاحیت کا اور قدرت کے ذریعے منتخب ہونے کا آخری نتیجہ ہوتی ہے۔

ڈارون کے ارتقاء کے نظریے کے دو کلیدی تصورات Branching

Natural selection اور descent (شکل 7.7 اور 7.8)

ڈارون سے بھی پہلے ایک فرانسیسی ماہر فطرت لیمارک نے کہا تھا کہ جانداروں کا ارتقاء ہوا ہے لیکن اسے اعضاء کے استعمال اور غیر استعمال سے تقویت ملی ہے۔ انھوں نے زراف کی مثال پیش کی جس نے اونچے درختوں کے پتے کھانے کی کوشش میں اپنی گردن کو لمبا کرنے سے مطابق پیدا کر لیا۔ لمبی گردن حاصل شدہ خصوصیت کو آنے والی نسلوں کو دے دیا تو سالوں بعد زرافوں نے آہستہ لمبی گردنوں کو حاصل کر لیا۔ اب اس فیتاس آرائی پر کوئی بھی یقین نہیں کرتا۔

کیا ارتقاء ایک عمل ہے یا ایک عمل کا نتیجہ؟ جس دنیا کو ہم دیکھتے ہیں خواہ بے جان یا جاندار صرف ارتقاء کی کامیاب کہانیاں ہیں۔ جب ہم اس دنیا کی کہانی بیان کرتے ہیں تو ارتقاء کو بطور ایک عمل کے بیان کرتے ہیں۔ اس کے برخلاف جب ہم زمین پر زندگی کی کہانی کا تذکرہ کرتے ہیں تو ہم ارتقاء کو ایک عمل کا نتیجہ بتاتے ہوئے

پلیسٹوٹائی پیتا

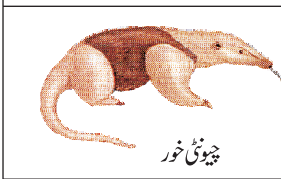


مول

آسٹریلین مارسوپل ایلس



مارسوپل ایل مول



چیونٹی خور



نیمیت (چیونٹی خور)



چوبا



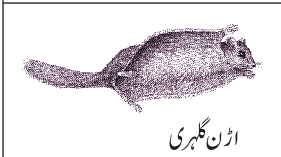
مارسوپل ایل چوبا



لیمر



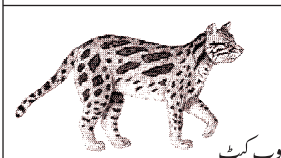
دارغ دارکس



اڑن گلہری



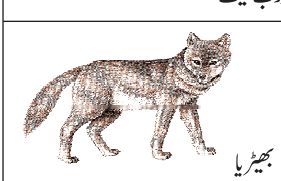
اڑن فلیپیئر



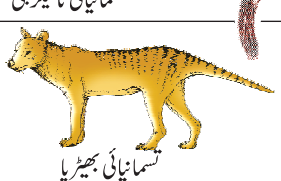
بوب کیٹ



تسمانیائی ٹائیگرلی

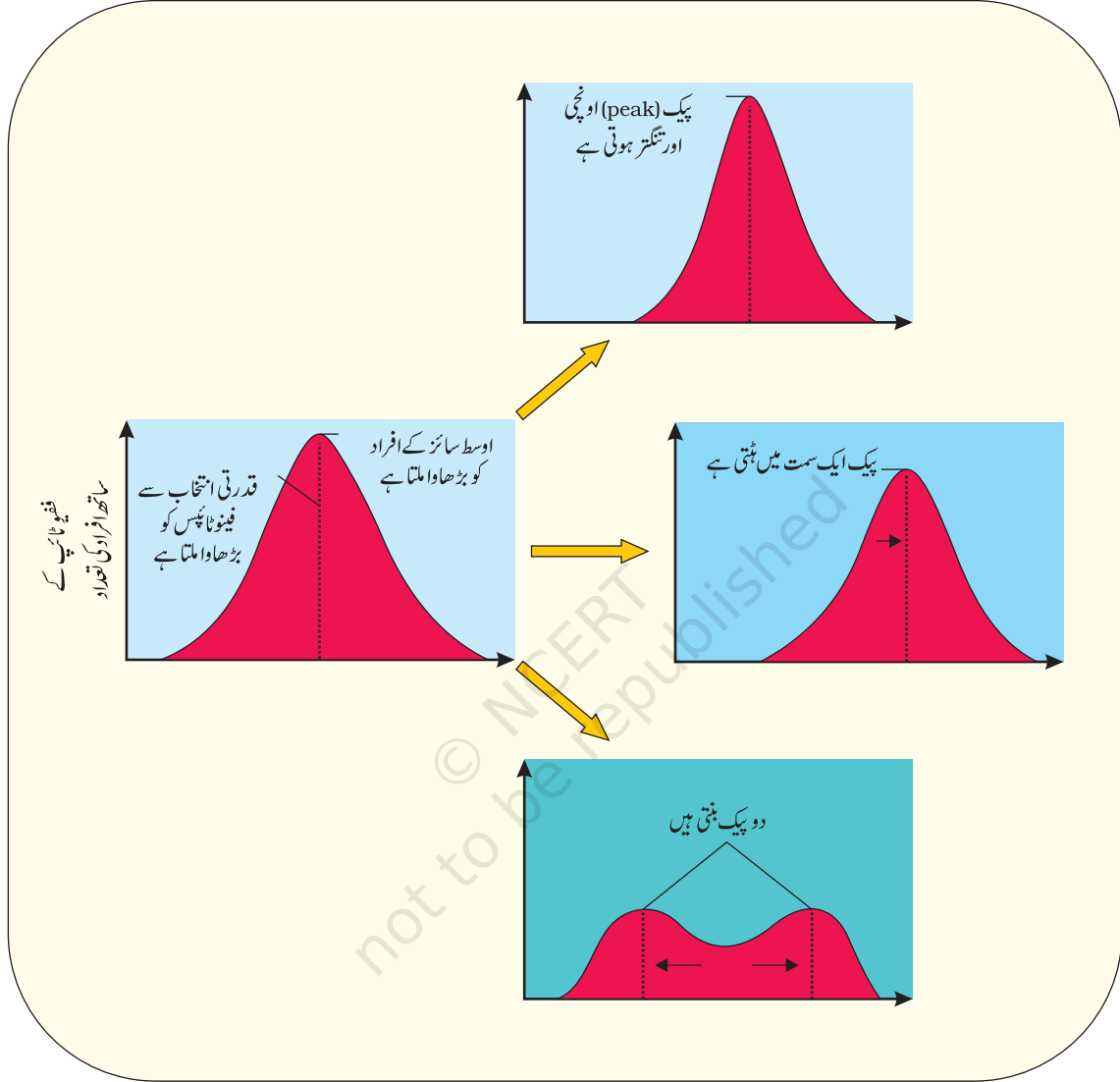


بھیڑیا



تسمانیائی بھیڑیا

شکل 7.7 آسٹریلین مارسوپل ایلس اور پلیسٹوٹائی پیتا کیوں کا کنور جینٹ ارتقاء دکھاتی ہوئی تصویر



شکل 7.8 مختلف خصوصیت پر قدرتی انتخاب کے عمل درآمد کی شکلی پیشکش: (a) استحکام (stabilising) (b) سمتی (directional) اور (c) انتشاری (Disruptive)۔

قدرتی انتخاب کہتے ہیں۔ یہ ہم پر آپ بھی بہت واضح نہیں ہے کہ ارتقاء اور قدرتی انتخاب کو عمل سمجھا جائے یا پھر غیر معلوم عملوں کا آخری نتیجہ۔

اس بات کا امکان ہے کہ آبادیوں پر تھومس لٹھس کے کام نے ڈارون کو متاثر کیا ہو۔ قدرتی انتخاب کا انحصار بعض مشاہدات پر ہوتا ہے جو حقیقی ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر قدرتی وسائل محدود ہیں، آبادیاں سوائے موسمی اتار چڑھاؤ کے مستحکم ہوتی ہیں، آبادی کے افراد کی خصوصیات میں فرق ہوتا ہے (درحقیقت کوئی بھی دو فرد ایک جیسے نہیں ہوتے) چاہے وہ اوپر سے ایک جیسے ہوں، زیادہ تر ترمیمات تو ریٹ ہوتی ہیں وغیرہ۔ یہ حقیقت ہے کہ بظاہر

آبادی کا سائز Exponentially بڑھے گا، اگر آبادی کا ہر فرد اپنی پوری صلاحیت کے مطابق تولید کرے (اس کو بڑھتی ہوئی بیکٹریا کی آبادی میں دیکھی جاسکتی ہے) اور یہ حقیقت ہے کہ اصل میں آبادی کے سائز محدود ہوتے ہیں، مطلب ہے کہ وسائل کے لیے مقابلہ آرائی ہوئی ہے چند قربان ہوتے ہیں اور چند زندہ رہتے اور بڑھتے ہیں۔ ڈارون کی انوکھی اور درخشاں بصیرت یہ تھی: اس نے پرزور انداز میں کہا کہ تغیرات (variation) جو کہ توریثی ہوتے ہیں اور جو بعض کے لیے وسائل کے استعمال کو بہتر بنا دیتے ہیں، (محل وقوع سے بہتر تطابق) وہ صرف ان ہی کو تولید کرنے اور زیادہ نسل چھوڑنے کے قابل بنائیں گے۔ پس کچھ مدت کے لیے بہت سی نسلوں کے دوران زندہ رہنے والے زیادہ تناسلی چھوڑیں گے اور آبادی کی خصوصیات میں تبدیلی واقع ہوگی اور پس نئی اقسام ظہور پذیر ہوں گی۔

7.6 ارتقاء کا میکینزم (Mechanism of Evolution)

اس تغیر کی ابتداء کیا ہے اور انواع بننے کا عمل کیسا ہوتا ہے؟ حالانکہ مینڈل نے فینوٹائپ (phenotype: شکلی نوع) پر اثر انداز ہونے والے توارثی عناصر کی بات کی تھی ڈارون نے یا تو ان مشاہدات نہیں پڑھا پھر خاموشی اختیار کی بیسویں صدی کے اوائل میں ہیوگو ڈی وریز نے ایونگ پریم روز پر اپنے کام کی بنیاد پر میوٹیشنس (mutations) کا خیال پیش کیا۔ یعنی ایک آبادی میں اچانک پیدا ہونے والے بڑے فرق۔ اس کا خیال تھا کہ یہ میوٹیشن ہی ہے جو ارتقاء کا سبب ہے اور معمولی تغیرات نہیں جن کے بارے میں ڈارون نے بات کی تھی۔ میوٹیشنس بے ترتیب اور غیر سمتی ہوتی ہیں جبکہ ڈارون کے تغیرات معمولی اور ایک سمت رکھنے والے ڈارون کے لیے ارتقاء بتدریج تھا جبکہ ڈی وریز کا خیال تھا کہ انواع بننے (specification) کا سبب میوٹیشن تھا اور پس اسے سالٹیشن (saltation) (ایک ہی قدم میں ہونے والی بڑی تبدیلی) کہا۔ بعد میں آبادی کی جینیات کے مطالعے سے کچھ مزید وضاحتیں ہوئیں۔

7.7 ہارڈی وین برگ کا اصول (Hardy-Weinberg Principle)

کسی دی ہوئی آبادی میں کوئی شخص ایک جین کے ایللیس (alleles) یا ایک لوکس (locus) کے واقع ہونے کا تواتر (frequency) معلوم کر سکتا ہے۔ یہ تواتر نہ صرف ایک جیسا رہتا ہے بلکہ نسلوں تک ایسا ہی رہتا ہے۔ ہارڈی وین برگ نے اس اصول کو الجبرا کی مساوات کے ساتھ بیان کیا۔

یہ اصول کہتا ہے کہ ایک آبادی میں ایللیل تواتر مستحکم ہوتے ہیں اور نسل در نسل ایک جیسے رہتے ہیں۔ جین پول (ایک آبادی میں کل جینس اور ان کے ایللیس) ایک جیسا رہتا ہے۔ اسے جینی توازن (genetic equilibrium) کہتے ہیں۔ تمام ایللیک تواتروں کا کل میزان 1 ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر الگ الگ تواتروں کو q, p نام دیا جاسکتا ہے۔ ایک ڈیپلائڈ میں p اور q ایللیل A اور ایللیل a تواتروں کی نمائندگی کرتے ہیں۔



حیاتیات

ایک آبادی میں AA افراد کا تواتر محض P_2 ہوتا ہے۔ اسے ایک دوسرے طریقے سے بیان کیا جاتا ہے یعنی یہ امکان کہ ایک ڈپلائڈ فرد کے دونوں کروموسومس پر ایک ایلیل A، p تواتر کے ساتھ ظاہر ہوتا ہے محض امکانات پروڈکٹ یعنی P_2 ہوتی ہے۔ اسی طرح aa کے لیے q^2 اور Aa کے لیے $2pq$ ۔ پس $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ ۔ یہ $(p+q)^2$ کی ایک بائی نومیل ایکسپینشن (binomial expansion) ہے۔ جب تواتر کی پیمائش کی جاتی ہے تو وہ متوقع ویلیوز سے (values) مختلف ہوتے ہیں اور فرق (رخ) ارتقائی تبدیلی کی حد کو ظاہر کرتا ہے۔ جینی توازن میں انتشار یا ہارڈی وین برگ کا توازن یعنی ایک آبادی میں ایللیس کے تواتر کی تبدیلی کو ارتقاء کے ماحصل کے طور پر سمجھا جائے گا۔

پانچ عناصر ہارڈی وائن برگ کے توازن پر اثر انداز ہونے والے جانے جاتے ہیں۔ یہ ہیں جین مائیگریشن یا جین فلو (gene migration or gene flow)، جینیٹک ڈرفٹ (genetic drift)، میوٹیشن، جینیٹک ری کمبائنیشن (genetic recombination) اور قدرتی انتخاب۔ جب کسی آبادی کے ایک حصے کی دوسری آبادی میں ہجرت واقع ہوتی ہے تو جین تواتر اصل کے ساتھ ہی نئی آبادی میں بھی تبدیل ہوتے ہیں۔ نئے جینس / ایللیس کا نئی آبادی میں اضافہ ہو جاتا ہے اور وہ پرانی آبادی سے غائب ہو جاتے ہیں۔ اگر یہ جین مائیگریشن کئی بار واقع ہو تو ایک جین فلو کہتے ہیں۔ اگر یہی تبدیلی اتفاق سے واقع ہو تو اسے جینیٹک ڈرفٹ کہا جائے گا۔ کبھی کبھی آبادی کے نئے نمونے میں ایلیل کے تواتر کی تبدیلی اس قدر مختلف ہوتی ہے کہ وہ ایک نئی نوع بن جاتے ہیں۔ ابتدائی ڈرفٹ کی ہوئی آبادی فاؤنڈرس (founders) بن جاتی ہے اور اثر کو فاؤنڈر رائیفیکٹ (founder effect) کہا جاتا ہے۔

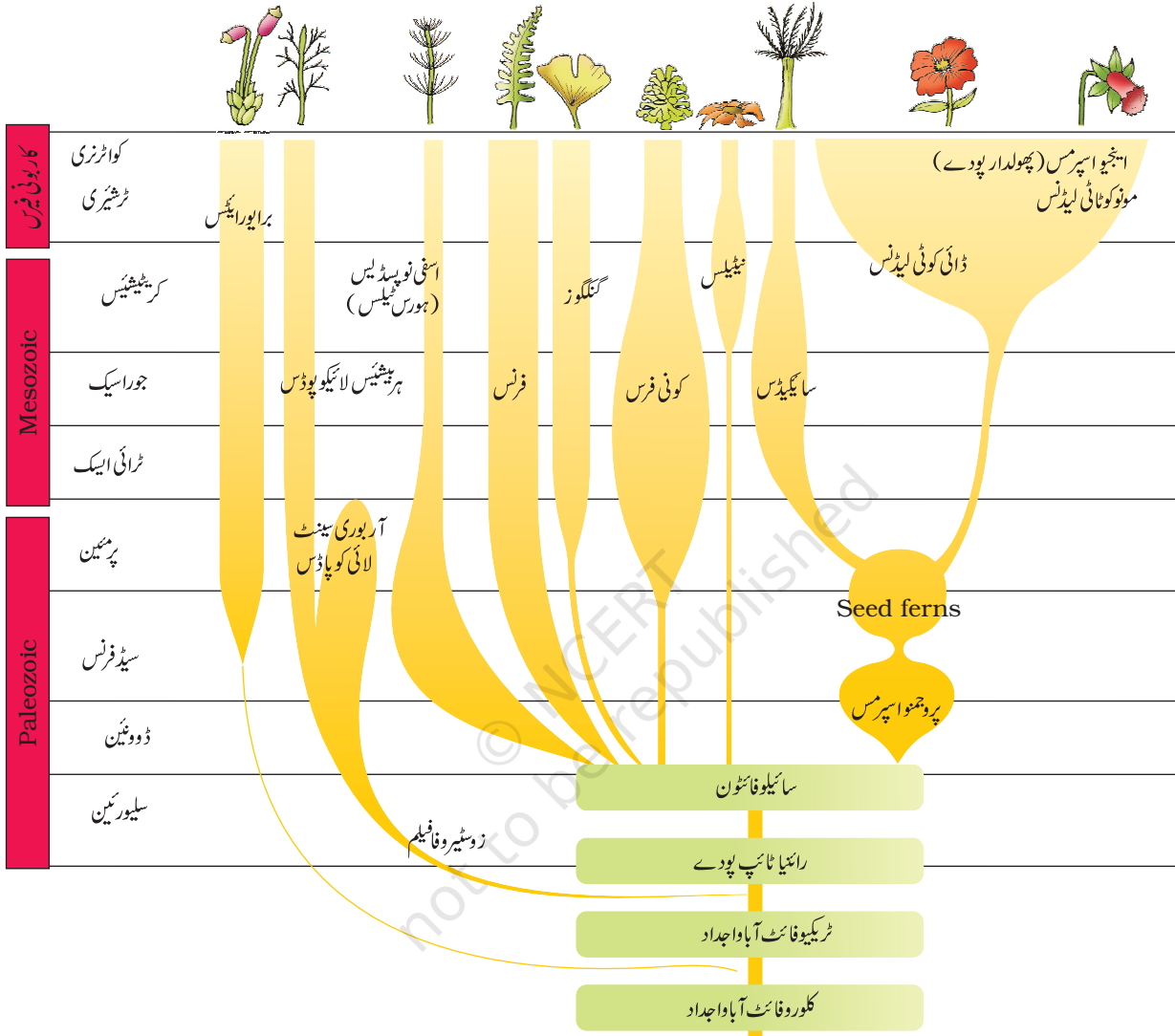
مائیکرو بیل تجربات دکھاتے ہیں کہ جب پہلے سے موجود مفید میوٹیشنس کا انتخاب کیا جائے تو نئے فینوٹائپس سامنے آئیں گے۔ پھر کئی نسلوں بعد speciation لائق تولید ہوتے ہیں اس کا نتیجہ ہوگا۔ قدرتی انتخاب ایک عمل ہے جس میں توارثی تغیرات کے ذریعہ بہتر طور پر زندہ رہنے کی اہلیت دینے والے لائق تولید ہوتے ہیں بڑی تعداد میں نسل چھوڑتے ہیں۔ ایک تنقیدی تجزیہ ہمیں یہ تسلیم کرنے پر مجبور کرتا ہے کہ کیمپو جینیٹکس کے دوران میوٹیشن کی وجہ سے ہونے والے تغیرات یا ری کمبائنیشن کی وجہ سے ہونے والے تغیرات یا جین فلو کی وجہ سے یا جینیٹک ڈرفٹ مستقبل کی نسلوں میں جینس اور ایللیس کے تواتر میں تبدیلی کا نتیجہ ہوتے ہیں۔ ساتھ ہی قدرتی انتخاب تولیدی کامیابی میں اضافہ کر کے لیے اسے ایک مختلف آبادی کی شکل دیتا ہے۔ قدرتی انتخاب سے استحکام عمل میں آتا ہے (جس میں زیادہ افراد character value حاصل کرتے ہیں) سمتی تبدیلی (زیادہ افراد mean character value سے انحراف اختیار کرتے ہیں)، یا ڈسروپشن (disruption) (زیادہ افراد peripheral character value پر دونوں سروں کے دونوں سروں پر peripheral character value حاصل کرتے ہیں) (شکل 7.8)۔

7.8 ارتقاء کا ایک مختصر جائزہ (A Brief Account of Evolution)

تقریباً 2000 ملین سال (mya) پہلے زمین پر زندگی کی اولین سیلیولر شکلوں کا ظہور ہوا۔ غیر معلوم کہ کس میکیزم کے ذریعے بڑے بڑے میکرومالیکیولس کے غیر سیلیولر مجموعے سیلس کی شکل میں ارتقاء پاسکے جو پھلتی دار غلافوں کے ساتھ تھے۔ ان میں سے کچھ سیلس میں O_2 چھوڑنے کی صلاحیت تھی یہ عمل فوٹوسینتھیسس میں روشنی کے تعامل (Light reactivity) سے ملتا جلتا رہا ہوگا جہاں پانی شمس توانائی کی مدد سے الگ الگ عضروں میں توڑا جاتا ہے جو مناسب روشنی کو اکٹھا کرنے والے کلیمینٹس کے ذریعے پکڑی اور سے استعمال کی جاتی ہے۔ آہستہ آہستہ ایک سیل والے عضویوں نے زندگی کی کثریل والی شکلیں اختیار کر لیں۔ 500 ملین سال پہلے تک ان ورٹی بریٹس بن چکے تھے اور سرگم تھے۔ بے جڑے والی مچھلیاں غالباً 350 ملین سال پہلے وجود میں آئیں۔ سمندری کائنات اور کچھ پودے شاید 320 ملین سال پہلے کے آس پاس رہتے تھے۔ جب جانوروں نے زمین پر بلہ بولا وہ زمین پر وسیع پیمانے پر پھیلے ہوئے تھے۔ مچھلیاں اپنے طاقت ور اور مضبوط فینس کی مدد سے خشکی پر گھوم سکتے اور پانی میں واپس جا سکتے تھے۔ ایسا 350 ملین سال پہلے تھا۔ 1938 میں مغربی افریقہ میں پکڑی گئی ایک مچھلی جو ایک سیلاکینتھ (Coelacanth) تھی اس کے بارے میں خیال تھا کہ وہ ناپید ہو چکی ہے۔ یہ جانور جنھیں لوب فنس (lobefins) کہا گیا ارتقاء پانے والے پہلے ایمفیٹینس (amphibians) تھے جو خشکی اور پانی دونوں میں رہتے تھے۔ ان کے کوئی بھی نمونے ہمارے پاس باقی نہیں ہیں۔

البتہ یہ جدید زمانے کے مینڈکوں اور سلیمنڈرس کے آباؤ اجداد تھے۔ ایمفیٹین نے ریپٹائلز میں ارتقاء پایا۔ وہ موٹے چھلکے والے انڈے دیتے تھے جو ایمفیٹینس کے انڈوں کی مانند سورج میں خشک نہیں ہوتے تھے۔ ہم ایک بار پھر ان کی جدید ورثا ٹرٹلس، ٹورٹائزز اور کروکوڈائلز ہی کو دیکھتے ہیں۔ اگلے 200 ملین سال کے لگ بھگ مختلف سازز اور بناوٹوں کے ریپٹائلز ہی کی زمین پر بالادستی قائم رہی۔ بڑے بڑے فرنس (ٹیریڈونائٹس: pteridophytes) موجود تھے لیکن وہ بتدریج گر کر دفن ہو گئے اس کے بعد کوئلے کے ذخائر بنے۔ خشکی سے کچھ ریپٹائلز غالباً 200 ملین سال پہلے ریپٹائلز جیسی مچھلیوں (جیسے Ichthyosaurs) کو وجود دینے کے لیے واپس پانی میں چلے گئے۔ خشکی کے ریپٹائلز بلاشبہ ڈائنوسورس تھے۔ ان میں سب سے بڑا یعنی Tyrannosaurus rex اونچائی میں تقریباً 20 فیٹ تھا اور اس کے بے حد بڑے خوفناک خنجر جیسے دانت تھے۔ تقریباً 65 ملین سال پہلے ڈائنوسورس اچانک زمین سے غائب ہو گئے۔ ہم صحیح وجہ نہیں جانتے بعض کہتے ہیں موسم کی تبدیلیوں نے انھیں مار ڈالا بعض کا کہنا ہے کہ ان میں سے زیادہ تر پرندوں میں ارتقاء پایا گئے۔ سچائی ان کے درمیان ہو سکتی ہے۔ ان زمانے کے چھوٹے سازز کے ریپٹائلز آج بھی موجود ہیں۔

پہلے پتا ہے کرم خور چوہے جیسے تھے۔ ان کے رکازات چھوٹے سازز کے ہیں۔ پستانے بچے دیتے تھے اور پیدائش سے پہلے نوزید کی حفاظت ماں کے جسم کے اندر کرتے تھے۔ پستانے کم از کم خطرے محسوس کرنے اور اس سے بچنے کے لیے زیادہ ذہین تھے۔ ریپٹائلز کے ختم ہونے کے بعد پستانوں نے زمین کو سمجھالا۔ مغربی امریکہ



شکل 7.9 ارضیاتی دوروں کے ذریعے پودوں کی اقسام کے ارتقاء کا ایک خاکہ

میں گھوڑے، ہتھوڑے، ریچھ، خرگوش وغیرہ سے ملتے جلتے پستانے تھے۔ کوئی نینٹل ڈرفٹ کی وجہ سے جب جنوبی امریکہ شمالی امریکہ سے جڑا، تو شمالی امریکہ کے فالونانے انھیں دبا دیا۔ اسی کوئی نینٹل ڈرفٹ کی وجہ سے آسٹریلیا کے تھیلے دار پستانے زندہ رہے کیونکہ وہاں کسی بھی دوسرے پستانے سے کوئی مقابلہ نہیں تھا۔ ہم بھول نہ جائیں کہ کچھ پستانے صرف پانی میں رہتے ہیں۔ وہیلز، ڈلفنز، سیلس اور سمندری گائیں ان کی کچھ مثالیں ہیں۔ گھوڑے، ہاتھی، کتے وغیرہ کے ارتقاء کی مخصوص کہانیاں ہیں۔ آپ اعلیٰ جماعتوں میں ان کے بارے میں پڑھیں گے۔ آدمی جس کے پاس زبان کی مہارت اور ذاتی شعور موجود ہے اس کے ارتقاء کی کہانی سب سے زیادہ کامیاب ہے۔ جانداروں کے ارتقاء کا ایک سرسری خاکہ اور ارضیاتی پیمانے پر ان کے اوقات کو (شکل 7.9 اور 7.10) میں دکھایا گیا ہے۔