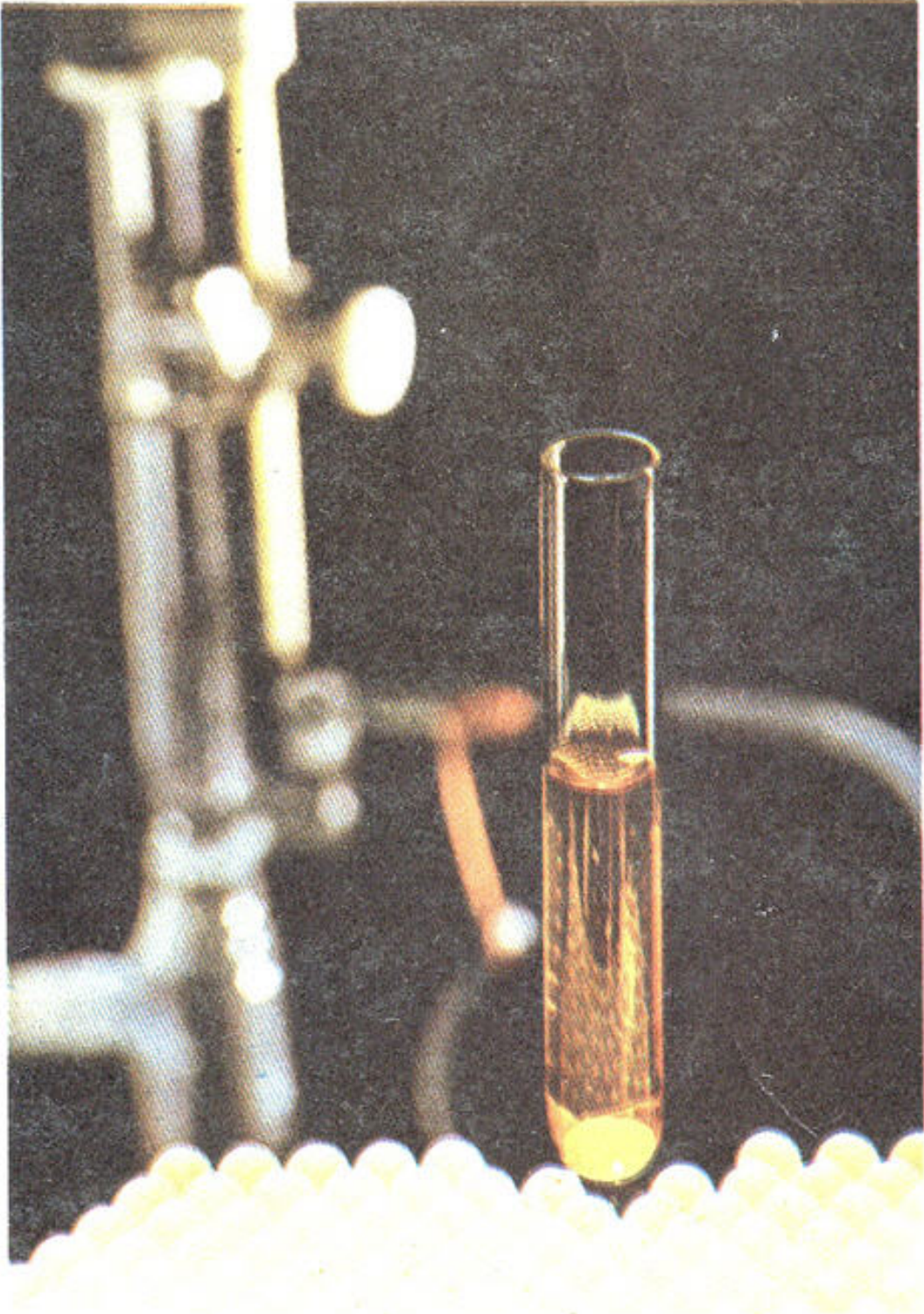


دھرتی ٹیک

اثر: آیزاک آسیموف



ترجمہ: نظر ہنرچیان و آرات عنبرچیان

رمز ژنتیک

اثر ایزاک آسیموف

ترجمہ: نظر ہنرچیان - آارات عنبرچیان



انتشارات میر (گوتنبرگ)

نام کتاب : رمز ژنتیک

اثر : ایزاک آسیموف

ترجمہ : نظر ہنرچیان و آرات عنبرچیان

چاپ اول : سال ۱۳۶۴

چاپخانہ : مہر

تیراژ : ۵۰۰۰ جلد

انتشارات میر (گوتنبرگ)

فهرست

پیش گفتار

تحول (شکستن سد یا عبور از مانع) ۷

فصل ۱: وراثت و کروموزوم

پیش از دانش ۱۶

ژنتیک ۱۸

تقسیم سلولی ۲۰

فصل ۲: در درجه نخست از اهمیت

ماده، کروموزوم ۲۶

گوناگونی ۳۰

گوناگونی بیشتر ۳۲

آنزیم‌ها در بی‌نظمی ۳۵

فصل ۳: زبان شیمیایی

اتم‌ها ۳۸

ملکول‌ها ۴۲

کربن به صورت زنجیر ۴۵

کربن به صورت حلقه ۵۱

فصل ۴: خشت‌های آفرینش پروتئین

۵۸	ملکول‌های درشت (غول‌آسا)
۶۱	اسیدهای آمینه
۶۵	زنجیر جانبی
۷۵	کلمه‌ها به صورت جمله

فصل ۵: الگوی پروتئین

۸۴	تعداد و ترتیب (مرتب‌ه)
۸۹	الگو - تعبیر مختصر
۹۶	الگو - تعبیر و تفسیر مفصل
۱۰۲	الگو - از نظر قابلیت

فصل ۶: یافتن محل رمز

۱۰۶	نقشه (اوزالید)
۱۰۹	سقوط پروتئین
۱۱۴	صعود اسید نوکلئیک

فصل ۷: ترکیب سیندرلایی

۱۱۸	فسفر
۱۲۲	دو نوع گوناگونی
۱۲۶	پورین و پیریمیدین
۱۳۰	جور کردن بخش‌ها

فصل ۸: از زنجیر به ماریپیچ

۱۳۸	طول زنجیر
۱۴۰	تنوع زنجیر
۱۴۵	ماریپیچ وارد می شود

فصل ۹: رشته‌های تعاونی

۱۵۰	لنگه (بست و پیوند) پورین - پیریمیدین
۱۵۴	دوتا به جای یکی
۱۶۰	خطاها
۱۶۵	رشته‌های مصنوعی (ساخته دست بشر)

فصل ۱۰: پیام‌آور از هسته

۱۶۹	فوائد RNA-
۱۷۴	موضع سنتز شدن
۱۷۶	RNA- در موضع
۱۷۹	برقراری کلید

فصل ۱۱: شکستن رمز

۱۸۴	سه تایی‌ها (سه‌قلوها)
۱۹۱	استفاده از RNA- پیام‌آور
۱۹۴	فرهنگ سه تایی (سه‌قلوها)

فصل ۱۲: آینده

۲۰۰	مهندسی درون سلولی
۲۰۴	هدف نهایی

فهرست کتاب‌ها

کتاب‌های زیر که به‌ورسیله نظر هنرچیان ترجمه شده است از انتشارات مؤسسه میر (گوتنبرگ) می‌باشد.

- | | |
|--|--|
| اثر: آیزاک آسیموف
اثر: ویلیام براگ
اثر: ویکتور پکلیس و...
اثر: آ. کیتایگارودسکی
اثر: آ. سدوف
اثر: آ. سدوف
اثر: وسخسویاتسکی و...
اثر: میخائیل اسکاتکین
اثر: رازماخنین
اثر: لویی میسون
اثر: لویی میسون
اثر: لویی میسون
اثر: ام. بی. کرماک
اثر: اریک ویندل
اثر: آ. کیتایگارودسکی
اثر: دویف و بشنکوف
اثر: لویی میسون
اثر: گرین استون و گراهام
اثر: دانیل داینین
اثر: ای پتریانسف و،
د. ن. تریفونوف
اثر: آیزاک آسیموف
اثر: عذرا حسراتیان
(اسرتیان)
اثر: گروه مولغان | ۱- جهان ستارگان (سیاه‌چاله یا خفره‌های سیاه)
۲- جهان نور (برنده جایزه نوبل)
۳- "سیرنتیک و تکامل کامپیوترها
۴- "فوتون‌ها و هسته‌ها" و ۵- "الکترون"
جلد ۳ و ۴ سری "فیزیک برای همه"
۶- الکترونیک به زبان ساده
۷- ماشین‌های متفکر چگونه کار می‌کنند؟
۸- ستاره‌شناسی و شناخت جهان
۹- از طبیعت چه می‌دانیم؟
۱۰- رادار به زبان ساده
۱۱- علم به زبان ساده (جلد ۱)
۱۲- علم به زبان ساده (جلد ۲)
۱۳- "ماده و انرژی" و ۱۴- اتم و انرژی اتمی
۱۵- سنگ‌ها را بشناسیم
این کتاب‌ها نیز زیر چاپ می‌باشد که بتدریج منتشر خواهد گردید.
۱۶- صداهایی که نمی‌شنویم
۱۷- نظم و بی‌نظمی در دنیای اتم‌ها
۱۸- اصول کار در کارگاه
۱۹- شیمی به زبان ساده (اصول اساسی)
۲۰- مفهوم‌ها در شیمی
۲۱- احتمالات در دنیای کوانتم
۲۲- ترتیب اتم‌ها
۲۳- فتوسنتز
۲۴- مغز یادگیرنده
۲۵- روان‌شناسی عمومی |
|--|--|

پیش‌گفتار

تحول (یا عبور از مانع)

همه ما خواه متوجه باشیم و یا نه در نخستین مرحله از یکی از مهم‌ترین تحول‌های علمی در تاریخ زندگی می‌کنیم.

از تولد شیمی نوین کمی بیش از سال ۱۸۰۰ میلادی تا تنها چندسال پیش، زیست‌شناسان بر سر مسئله ماهیت زندگی سردرگم و حیران بودند و تنها در زمینه دوردست (جانبی) آن به پیروزی‌هایی دست می‌یافتند. برخی از آنان از فرط نومیدی آماده بودند که مسئله زندگی و مکانیسم آن را به‌عنوان رازی ناگشودنی تلقی کنند و آن را چیزی به حساب آورند که فکر انسان نمی‌تواند در آن نفوذ کند و آن را درک کند.

سپس سال‌های به‌یادماندنی دهه ۱۹۴۰ فرا رسید. درحالی‌که دنیا دچار آشوب جنگ بود، یک‌نوع خلاقیت شگفت‌انگیز دانشمندان را دربر گرفته بود (قبلاً هم به‌این رابطه بین جنگ و خلاقیت انسان اشاره شده است و از آن به‌ندرت به‌عنوان بهانه مناسبی برای جنگ‌افروزی استفاده شده است).

شیمی‌دانان زیست‌شناس (بیوشیمیست) تا آن‌زمان یاد گرفته بودند که

چگونه از اتم‌های رادیواکتیو در بررسی‌های مربوط به آرگانسیم (ساختار) های زنده بهره‌برداری کنند (۱). آنان از این اتم‌ها در ترکیب‌هایی به کار بردند که بعداً "می‌توانستند آنها را در بدن تعقیب کنند (۱)". سپس در سال‌های ۱۹۴۵ (دهه)، این چنین اتم‌هایی به برکت وجود راکتورهای هسته‌ای آزادانه در اختیار دانشمندان قرار گرفت و شیمی‌دانان زیست‌شناسی با استفاده از آنها توانستند با استادی تمام، پدیده‌های مبهم شیمی بدن را آشکار و روشن سازند. شیمی‌دانان زیست‌شناسی، هم‌چنین در این دهه یاد گرفتند که به یاری کاغذ آب‌خشک‌کن، حلال‌های معمولی و جعبه بسته، مخلوط‌های پیچیده‌ای را جدا کنند. از سوی دیگر آنها هم‌چنین از ابزار بسیار پیچیده‌ای برای هدف‌های خود استفاده کردند، مانند: میکروسکوپ‌های الکترونی که جسم‌ها را با مقایسه با میکروسکوپ معمولی صدها بار بیش‌تر بزرگ می‌کرد و طیف‌نگار یا بنیاب‌نگار جرمی که می‌تواند اتم‌ها را یک‌به‌یک دسته‌بندی و سوا کند و غیره. در همین دهه، نخستین گام‌ها را برای ترسیم و طرح عملی و واقعی ساختمان پیچیده و شگفت‌انگیز ملکول‌های غول‌آسا (بسیار دراز) که بافت‌های موجود زنده از آن ساخته می‌شود، برداشته شد.

ولی تحول (عبور از سد) در سال ۱۹۴۴ سر رسید. در این زمان دانشمندی به نام او. تی. آوری به همراه دوتن از همکارانش ماده‌ای را مورد بررسی قرار دادند که می‌توانست صفات و ویژگی‌های موروثی را از یک باکتری به باکتری دیگر انتقال دهد. این اسید دی‌اکسی‌ریبونوکلیئیک

ویا اسید - - معروف است.

برای کسان عادی ممکن است این کشف چندان مهم به نظر نیاید. ولیکن آن مفهوم‌های فراوانی را که شیمی‌دانان و زیست‌شناسان در طول یک قرن گذشته بدون تردید درست می‌پنداشتند را به کلی درهم ریخت و معنی آنها را به کلی تغییر داد. آن موجب شد که بررسی زندگی در راستای نوینی شکل گیرد و روش‌های نوینی را برای بررسی پدید آورد. رشته جدیدی از دانش که اکنون "زیست‌شناسی ملکولی" نامیده می‌شود، پا گرفته است.

تنها پس از گذشت کم‌تر از سی سال، مسئله‌هایی که زمانی لاینحل به‌نظر می‌آمدند، اکنون حل شده‌اند، پندارهایی که در زمان خود تخیل و نتیجه‌وهم و خیال پنداشته می‌شدند، به‌عنوان واقعیت مسلم پذیرفته شده‌اند. دانشمندان برای پیروزی و نیل به‌موفقیت‌های نو می‌خواستند از یک‌دیگر گوی سبقت برمایند و بسیاری از آنان به‌عنوان برنده بر روی صحنه پدیدار شده‌اند. نتیجه‌ها بیش از اندازه زیاد است زیرا دید دقیق، روشن و تیزبین دانش‌نوین، قادر شده است که به‌سطح عمیق‌تری از درک و شناخت انسان با مقایسه با سه‌قرن و نیم پیش برسد.

دانش را هم‌آن‌گونه که امروزه تلقی می‌کنیم و می‌شناسیم از سال ۱۶۰۰ میلادی شروع شد، هنگامی که دانشمند و پژوهشگر بزرگ ایتالیایی، گالیله دستورالعمل به‌کارگیری روش‌های کمی برای مشاهده، انجام آزمایش‌های دقیق و تعمیم‌های تجربیدی را که می‌توان به‌صورت رابطه‌های ساده ریاضی بیان کرد، همگانی کرد.

پیروزی‌های گالیله در دانش مکانیک، در بررسی حرکت و نیرو بود. در پایان قرن هفدهم میلادی این بخش از دانش به‌وسیله اسحاق (ایزاک) نیوتون دانشمند انگلیسی پیشرفت بزرگی کرد. حرکت جرم‌های بزرگ آسمانی مانند ماه، زمین، خورشید و ستاره‌ها براساس قانون‌های مکانیک تفسیر و توجیه می‌شد: پدیده‌های پیچیده بر مبنای استدلال و استنتاج از روی نتیجه‌گیری‌های ساده و ابتدایی توضیح داده می‌شد. ستاره‌شناسی نیز مانند فیزیک به‌تدریج شکل نوینی به‌خود گرفت.

فیزیک در راستای راهی که گالیله از میان دنیای پرپیچ و خم و ابهام یافته بود به‌پیشرفت و شکوفایی خود ادامه داد. در قرن نوزدهم میلادی برق و مغناطیس مهار شدند و نظریه‌هایی که به‌طور رضایت‌بخشی پدیده‌های الکترومغناطیس (برق و مغناطیس یا مانیه‌تیزم) را توضیح می‌داد، پایه‌ریزی شدند. با آغاز قرن بیستم میلادی، کشف رادیواکتیویته (ویژگی تابش پرتوها یا اشعه از برخی فلزها مانند اورانیم و غیره)، و نظریه کوانتم و نسبیت، دانش

فیزیک را به اوج جدیدی از پیچیدگی و در عین حال ظرافت کشانید .
یادآوری کنیم که در پایان قرن هجدهم ، لاوازیه شیمی دان فرانسوی
روش های اندازه گیری کمی را در قلمروی دانش شیمی به کار گرفت و این زمینه
از شناخت به صورت علم راستین درآمد . قرن نوزدهم شاهد و ناظر گسترش
نظریه های نو و پرشماری درباره اتم ها و یون ها بود . تعمیم های نوینی انجام
شد : قانون الکترولیز کشف گردید و جدول تناوبی عناصر به وسیله مندلیف ،
دانشمند نامدار روس پیشنهاد شد . شیمی دانان آموختند که چگونه ماده های
نایافتنی در طبیعت را از راه سنتز به دست آورند و این ماده های سنتزی دارای
ویژگی هایی بودند که در بسیاری موارد سودمندتر از ماده های طبیعی بودند .
در پایان قرن نوزدهم میلادی ، تقسیم بندی میان فیزیک و شیمی به تدریج
زائل شد و به تحلیل رفت . رشته های نوینی از دانش مانند شیمی فیزیک و
ترمودینامیک شکوفا شدند ، در قرن بیستم ، نظریه کوانتم نشان داد که چگونه
اتم ها با هم می پیوندند و ملکول می سازند . اکنون هرگونه تقسیم بندی میان
فیزیک و شیمی مجازی و ساختگی است و این دو با هم دیگر یک دانش شمرده
می شوند .

در حالی که فکر انسان در زمینه جهان بی جان به پیروزی های بزرگی نائل
می شد ، هنگامی که دانش های فیزیکی (مربوط به طبیعت بی جان) به صورت غول
در می آمدند ، با دانش زندگی چه می شد ؟

البته دانش های مربوط به زندگی ساکن و راکد نمی ماندند . پیشرفت های
بزرگی حاصل می شد . مثلاً " در قرن نوزدهم شاهد سه تحول عمده (یا شکستن
سد و مانع) هستیم .

در سال های دهه ۱۸۳۰ ، شلیدن ، زیست شناس آلمانی و همکارش شوان ،
نظریه سلول را ارائه دادند . به عقیده آنان ، همه جانداران از واحدهای
ریزی به نام سلول ساخته می شدند که تنها به وسیله میکروسکوپ (ذره بین)
دید می شود . این ها واحدهای واقعی زندگی بودند .

در سال های دهه ۱۸۵۰ ، داروین طبیعی دان انگلیسی بر روی نظریه

تکامل کار کرد که همهء زندگی گذشته، حال و آینده را به هم دیگر پیوند داد. این نظریه از سنگ بناهای زیست‌شناسی جدید است.

بالاخره در سال‌های دهه ۱۸۶۰، پاستور، شیمی‌دان فرانسوی ابراز کرد که این میکرب‌ها هستند که موجب بیماری می‌شوند. تنها پس از آن بود که دانشمندان طب به درستی دریافتند واقعا "چه بکنند و دانش پزشکی دیگر الابختکی و بازیچهء دست "سرنوشت" نبود. از همین زمان است که با پایین آمدن تعداد مرگ و میر به نحو چشم‌گیری روبرو هستیم و زندگی انسان‌ها تا حد زیادی درازتر شده است.

این تحول‌ها (شکستن سدها و فرو ریختن مانع‌ها) در دانش زندگی هر قدر که هیجان‌انگیز باشند از نظر ماهیت با فیزیک و شیمی همانندی ندارد. آن‌ها توصیفی و کمی می‌باشند، در بررسی آن‌ها از روش اندازه‌گیری دقیق بهره‌برداری نمی‌شود.

این ناهماهنگی و عدم تجانس در گسترش و پیشرفت رشته‌های گوناگون دانش، بسیاری از پژوهشگران امور انسان را دچار نومیدی کرده است. از آن‌جا که درک انسان از جهان (زمین و سایر دنیاها) اطراف خود، ژرف‌تر و استوارتر شده است، نیروی دم‌دست او به تدریج رو به فزونی گراییده است.

انسان از تیر و کمان تا تفنگ به مواد منفجرهء قوی و بمب‌های هسته‌ای اتمی و هیدروژنی رسیده است. او زهرهای جدیدی چه از نظر شیمیائی و چه زیست‌شناسی یافته است. حتی "پرتوها (یا اشعهء) مرگ" جدیدی به نام لیزر در دست دارد که در هر حال چیزهای زیادی در زمینه‌های ارتباطات، تکنولوژی صنعتی و حتی پزشکی وعده می‌دهد. (چنانچه بتوانیم از این نور مستقیم و تقویت‌شده برای موردهای زمان صلح (صلح‌آمیز) بهره‌برداری کنیم).

انسان همیشه قادر بوده است که از دانش خود برای ایجاد ویرانی و بیچارگی استفاده کند. او این توانایی را از زمانی داشته است که افروختن آتش را یاد گرفت و نخستین بار از چوبدستی استفاده کرد. در سال‌های دههء ۱۹۴۰ برای نخستین بار یاد گرفت که از دانش خود برای هدفی مانند نابودی

نژاد انسان و احتمالاً " هر نوع زندگی به کار برد .

دانش توانسته است که معرفت سرشار خود را به انسان عرضه نماید ، ولی موجود انسان هنوز از درک دانش پس مانده است .

حال بر "دانش‌های اجتماعی" چه گذشت؟ اندیشمندان بزرگی به بررسی انگیزه‌های روان‌شناسی چه "عادی" و چه بیمارگونه پرداخته‌اند . دیگران به بررسی فرهنگ‌های بشر در طول دوره‌های گوناگون سرگرم بوده‌اند . به هر حال نه روان‌شناسی و نه جامعه‌شناسی بیش از این که به لمس حاشیه‌های موضوع بپردازد و یا کاری انجام نداده است و یا از مرحلهء توصیف یا فراتر ننهاده است . هیچ یک از رشته‌های دانش جامعه چیزی نیست که شیمی‌دان و یا فیزیک‌دان غرق شده در اندازه‌گیری کمی آن را "دانش" خواهد نامید .

بنابراین ما با این واقعیت روبرو می‌شویم : انسان به آن جا رسیده است که می‌تواند با ارادهء خود هزاران میلیون انسان را در عرض یک روز بکشد ولی هنوز توانایی آن را ندارد که بداند در پشت این جریان اراده چه چیزی نهفته است .

سقراط در ۲۵۰۰ سال پیش هشدار داد : "خود را بشناس . " و امروز انسان مجبور است که خود را بیش‌تر بشناسد وگرنه همهء ما محکوم به نابودی هستیم .

با اطمینان خاطر می‌توان گفت که دانش‌های فیزیکی (مربوط به دنیای غیر جاندار و طبیعت) به قلمروی زیست‌شناسی دست‌درازی کرده‌اند ، گاه از منطقه‌ای در مرز سرک کشیده و گاه چندمتری به سرزمین این دانش تجاوز کرده‌اند . فیزیک‌دانان انقباض ماهیچه و قابلیت‌های الکتریکی مغز را بررسی کرده‌اند . شیمی‌دانان کوشش نموده‌اند که تصویری از چگونگی واکنش‌های شیمیایی موجود در بافت‌های زنده را ترسیم کنند . ولی قسمت بزرگی از قلمروی زیست‌شناسی دور از دسترس باقی ماند و دانشمندان علوم طبیعی تنها توانستند پوستهء بیرونی را کمی خراش دهند یا بکنند ، تا این که دههء بزرگ ۱۹۴۰ فرارسید . سپس ، در سال ۱۹۴۴ گویا با یک ضربه ، مسئله اصلی زندگی - رشد ،

تولید مثل، وراثت، تغییر و دگرگونی سلول تخم اصلی در طول رشد خود، و شاید کار خود مغز، در معرض تیغ جراحی علوم طبیعی قرار گرفت.

تنها در این هنگام بود که برای نخستین بار انسان بر روی جاده دانش واقعی زندگی پا نهاد، جاده‌ای که بالاخره ممکن است (و حتماً) به درک دقیق زندگی و کار مغز مانند آنچه در مورد اتم و ملکول صدق می‌کند، منتهی شود.

البته این درک نو، ممکن است مورد سوءاستفاده قرار گیرد و احتمالاً به عنوان سرچشمه‌ای برای وحشت جدید خدمت کند، کنترل علمی زندگی ممکن است برای هدف‌های خودکامگی جدیدی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. ولی احتمال دارد که چنین نشود. اگر از آن به طرز درستی استفاده شود می‌تواند حداقل برای بسیاری از بیماری‌ها که موروثی است درمانی پیدا کند (چه از نظر فیزیکی و چه از نظر روانی).

فزون بر این، این واقعیت علمی می‌توانست نیروهای مرگبار طبیعت را در دسترس گونه‌ای (از جانداران) بگذارد که خود را می‌شناسد و درک می‌کند و می‌تواند خود را کنترل کند - بنابراین نتیجه می‌گیریم که می‌توان مسئله مرگ و زندگی را با او در میان گذاشت.

شاید بیش از اندازه دیر شده است، شاید جنون انسان پیش از این که شناخت جدید بتواند به سطح لازم کامل بودن برسد، همگی ما را به کام مرگ خواهد کشاند.

شاید تنها لازم داریم تا یک تا دو نسل دست نگهداریم، زیرا تندی پیشرفت دانش نوین شگفت‌انگیز است.

ملاحظه کنید:

در سال ۱۸۲۵، دانشمند دانمارکی به نام ارستد متوجه شد که هنگامی که قطب‌نما به سیمی نزدیک می‌شود که جریان برق از آن عبور می‌کند، عقربه منحرف می‌شود. این مشاهده تصادفی در اول، پدیده‌های الکتریسته و مغناطیس را بهم گره زد.

این آزمایشی ساده بود و به قدرت کسی می‌توانست عواقب آن را از پیش

بگوید. در نتیجه پژوهشی که از مشاهده ارستد جوانه زد، مولدهای برق و موتور ابداع شدند و تلگراف اختراع شد، همه این‌ها تنها در یک ربع قرن، در طول ۶۰ سال، چراغ ملتهب اختراع شد و الکتریکی کردن دنیا آغاز شد. در سال ۱۸۸۳ ادیسون مشاهده کرد هرگاه پلاک (صفحه) فلزی در درون چراغ برق در کنار رشته داغ شده قرار می‌گرفت، می‌توان جریان برق را وادار کنند تا ارمیان خلاء بین رشته و پلاک در یک راستا ولی نه در راستای دیگر حرکت کند.

خود ادیسون ارزش این تحول را نمی‌دانست ولی دیگران بالاخره دانستند. از "اثر ادیسون" در لامپ‌های رادیویی (دیود، تریود یا لامپ دوقطبی و سه قطبی) بهره‌برداری شد و دانش الکترونیک پا به میدان نهاد. در طول ۴۰ سال، رادیو به عامل جدیدی در امور انسان تبدیل شد. پس از ۶۰ سال تلویزیون جای رادیو را گرفت و از الکترونیک برای ساختن کامپیوترهای بزرگ (دستگاه متفکر و محاسبه‌گر) بهره‌برداری شد.

در سال ۱۸۹۶، بکرل، فیزیکدان فرانسوی قطعه‌ای از نمک اورانیوم را تصادفاً در کاغذ عکاسی پیچید و آن را در کشوی تاریکی گذاشت. سپس مشاهده کرد که کاغذ عکاسی نور دیده است. به نظر می‌آمد که اورانیم از خود پرتوهای نفوذکننده (نافذ) ولی غیردیدنی منتشر می‌کند و این مشاهده، در پیچهء دنیای نویی از قلمروی اتم را در برابر دانش گشود.

پس از گذشت یک ربع قرن از کشف بکرل، دانشمندان اتمی (هسته‌ای) اتم‌ها را خرد می‌کردند و می‌شکافتند. پس از یک ربع قرن دیگر، آنان شهرها را "خرد" می‌کردند (۱۲). پس از ۶۰ سال، نیروگاه‌های اتمی، نیرو و انرژی لازم برای نیازهای عادی انسان را تامین می‌کردند و فیزیکدانان به دنبال روش‌هایی چهاراسبه می‌تاختند که ممکن است انرژی لازم ما را برای میلیون‌ها سال آینده تامین ...

در سال ۱۹۵۳ برادران رایت با نخستین ماشین سنگین‌تر از هوا پرواز کرد. این کار قبلاً "به وسیله بالن‌های پر از هیدروژن که سبک‌تر از هوا بود،

انجام می‌گرفت. آن دستگاه کوچکی بود که تنها توانست چندمتری به‌هوا بلند شود و "خیز" های کوتاهی بردارد. پس از گذشت چندین سال این هواپیمای حقیر جای خود را به هواپیماهای جتی داده است که بیش از ۲۰۰ مسافر حمل می‌کنند و از فراز اقیانوس‌ها و قاره‌ها با سرعت تا دو برابر صوت حرکت می‌کنند. در سال ۱۹۲۶ گودارد نخستین موشک را با سوخت مایع و اکسیژن مایع به‌هوا بلند کرد. آن تا بلندی ۶۰ متر با سرعت ۹۰ کیلومتر در ساعت بالا رفت.

ولی فن موشک‌سازی به‌سرعت پیشرفت کرد و پس از ۳۶ سال موشک‌هایی ساخته شد که می‌توانستند انسان را در مداری دور زمین قرار دهند و تا ارتفاع بیش از ۲۰۰ کیلومتر بالا بروند و با سرعت بیش از ۱۰ کیلومتر در ثانیه حرکت کنند (۱).

دوره ۶۰ سال مدت‌زمانی است که در بسیاری از موردها بین تحول ابتدایی رشته‌ای از دانش تا شکوفایی آن مشاهده می‌شود. از آن‌جا که دانشمندان در سال ۱۹۴۴ ماده‌ای به‌نام - - را بررسی کردند، بی‌شک، این امر دانش‌های زندگی را دچار تحول شگرفی نمود.

من مطمئن هستم که اگر تا چندین سال دیگر زنده باشیم در سال ۲۰۰۴ دانش زیست‌شناسی ملکولی با چنان موفقیتی روبه‌رو خواهد شد که امروز به زحمت می‌توانیم تصور آن را بکنیم.

پس در این کتاب کوششی شده است که سابقه تحول (۱) و معنی و مفهوم کامل آن و عواقب بلافصل آن را توضیح دهیم و بالاخره پیش‌گویی کنیم که این تحول چه تغییراتی در دنیای آینده ایجاد کرد و دنیای سال ۲۰۰۴ چگونه خواهد بود؟ تو گویی با دو چشم خود شاهد آن هستم.

(-به معنی شکستن سد یا عبور از مانع . م)

فصل ۱

وراثت و کروموزوم

پیش از دانش

هر زنی می‌داند که کی مادر می‌شود. او می‌داند که کودک مال اوست زیرا از بدن خودش به وجود آمده است.

درک و استنباط پدربودن کمی دشوارتر است. مدت زیادی طول کشید تا انسان نخستین دریافت که خودش هم نقشی اساسی در تولد کودک دارد. بهر حال، بالاخره این اندیشه شکل گرفت و در وقت خود هنگامی که گروهی از انسان‌ها متمدن شدند، فکر پدربودن برقرار شد.

هنگامی که عقیده پدراشدن استنباط شد، خود خانواده مفهوم جدیدی پیدا کرد. دیگر فکر نمی‌کردند که کودک چیزی است که بدون هیچ دلیل قانع‌کننده و قابل توضیحی برای زن پیش آمده است و برای مردی که با آن زن همدم بوده است اسباب زحمتی نو است. آن به عنوان بخشی از خود مرد محسوب (تلقی) می‌شد: بخشی از خود بدن او که زندگی یافته است و دوباره جوان شده است.

کودک از مقام اسباب زحمت بودن به مظهر (سمبل) جاودانگی رسید:

موجودی که پس از مرگ پدر به‌زندگی ادامه خواهد داد و به‌عنوان نمایندهٔ خانواده باقی خواهد ماند. کودک به‌جزئی از یک گروه مداوم تعلق داشت که وجود او مایه اعتبار همهٔ عضوهای گروه بود، چه زنده، مرده و چه کسانی که بعداً "به دنیا می‌آمدند." (در تورات "عهد قدیم" و انجیل "عهد جدید" یا کتاب مقدس مسیحیان هم بارها به‌فاجعهٔ نداشتن بچه اشاره شده است که آن را به‌عنوان نتیجه‌ای برای مرگ یک خانواده تلقی می‌کردند).

به موازات استنباط (درک و دریافت) مفهوم پدر بودن، تقریباً به‌طور اجتناب‌ناپذیری تا اندازه‌ای احساسات مربوط به وراثت خصوصیات و صفات پیش‌آمد. در درجهٔ نخست، فرزند پسر اغلب از نظر ظاهر به پدر می‌ماند. در حقیقت، این نشانهٔ بارزی بود که نشان می‌داد شوهر مادر در واقع پدر کودک است.

این احساس که فرزند پسر کیفیت‌ها و صفات غیر محسوس و بفرنج پدر، مانند: دلیری و جسارت، خلق و خو و مهارت‌های گوناگون را به ارث می‌برد، گامی دیگر بود که از استنباط وراثت صفات جسمانی فراتر می‌رفت. اگر انسانی نشان می‌داد که شایستهٔ حکمرانی است، به‌سادگی می‌توان تصور کرد که فرزندش خود به‌خود دارای همان صفاتی است که پدر خود را شایستهٔ حکومت می‌کرد. این تاحدی معقول به نظر می‌رسید، بنابراین پادشاهی و حکومت باید از پدر به پسر به ارث می‌رسید.

این تصور اتحاد و پیوند ارگانیک و استوار، نسل‌ها را از راه مداومت (تداوم) جسمانی و وراثت صفات به هم پیوند می‌داد که زیربنای ظهور پدیده‌هایی مانند ستایش نیاکان، اریستوکراسی‌ها و سیستم کاست، امتیازهای فئودالیزم (ملوک-الطوائفی) دشمن خونی خانوادگی (طایفه‌ای) و حتی نژادپرستی بوده است. این تصور خانواده در میان ما هم باقی مانده است. بسیاری از تصورات طایفه‌ای انسان گذشته از بین رفته است، ولی ما امروزه هنگامی که می‌گوییم کسی از "خانواده‌ای خوب" آمده است، هنوز به‌خوبی می‌دانیم که منظور ما چیست. ما امروزه هم آماده هستیم که گناه پدران را به گردن فرزندان بیندازیم

و هنوز هم در این مورد تردید و شک داشته باشیم که فرزندان پدرانی که "خوب نیستند"، خودشان هم به درد چیزی نمی‌خورند.

بنابراین تصور به‌ارث بردن صفات، و رسیدن صفات از اولیا به فرزندان یکی از قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین اندیشه‌ها است، و این تصور استوارترین عقیده‌های انسانی است. با توجه به چگونگی تاثیر آن بر زندگی انسان و ساختمان جامعه انسانی، این یکی از مهم‌ترین اندیشه‌ها است.

هر چیزی که بتواند چگونگی به‌وجود آمدن چنین تصویری را روشن سازد، هر چیزی که آن را از سنتی حسی و غیراستدلالی به شناخت علمی دقیق ارتقا دهد، نمی‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار نباشد.

ژنتیک

تا سال‌های ۱۸۶۰، هیچ‌کس مکانیسم‌های وراثت را عملاً "مورد آ" قرار نداده بود. فقط در این زمان بود که مشاهده‌های دقیق انجام، تجزیه و تحلیل شد. شخصی که این کار را انجام داد، کشیشی از جمه روحانی آگوستینیان به‌نام گرگور مندل بود که غرق بررسی‌های گیاه‌شنا شده بود.

او گیاهان نخودفرنگی به‌شکل‌های گوناگون را با هم آمیزش (لقاح مصنوعی) می‌داد و به‌دقت اختلاف بین صفات گوناگون مانند رنگ و شکل دانه (مانند چروکیده یا صاف بودن) و طول ساقه را بررسی می‌کرد. از این آزمایش‌ها نتیجه‌گیری ساده‌ای به‌دست آمد که اکنون به‌نام "قانون‌های مندلی وراثت" نامیده می‌شوند. این قانون‌ها به‌جایی رسیدند که آن‌ها را می‌توانستند نه تنها در مورد نخودفرنگی بلکه در مورد همه جانداران مانند حشرات، موش و انسان نیز عمومیت دهند. پس این قانون در مورد همه جانداران صدق می‌کند. هنگامی که این قانون را در مورد انسان به‌کار بردند، نتیجه‌گیری و استدلال

شد که هردوی والدین، نر و ماده، به‌طور برابر در وراثت کودک سهمیم هستند. در مورد هر صفت فیزیکی (در شرایطی ساده) هر والدی در یک فاکتور (عامل) شرکت می‌کند. دو فاکتوری که بر یک صفت معینی غالب بودند یا آن را کنترل می‌کردند، نباید حتماً با هم برابر و یکسان باشند. برای مثال، یک والد ممکن است بر فاکتور رنگ چشم که چشمان آبی به‌وجود می‌آورد شرکت کند در حالی که دیگری ممکن است در ایجاد فاکتور برای چشم قهوه‌ای‌رنگ سهمیم باشد.

در ترکیب و جمع این دو، ممکن است یک فاکتور بر دیگری غالب باشد. برای مثال، شخصی که یک عامل برای چشمان قهوه‌ای و یک عامل برای چشمان آبی به‌ارث برده است ممکن است چشمان آبی داشته باشد. به‌رحال فاکتور چشمان قهوه‌ای باقی خواهد ماند و با ترکیب با چنین فاکتوری ممکن است که در نسل بعدی کودکی با چشمان قهوه‌ای تولید کند.

در ابتدای قرن بیستم این فاکتورها را به‌نام ژن می‌خواندند که از کلمه "تولیدمثل" یونانی مشتق شده بود و دانشی که چگونگی رفتار این ژن‌ها به‌هنگام وراثت و چگونگی تعیین صفات به‌وسیله آن‌ها را ژنتیک نامیدند.

مندل به‌هنگام بررسی و کار بر روی نخودفرنگی، خوش‌شانسی آورده بود که با ارگانیسم (ساختار یا هر موجود زنده) ساده‌ای سر و کار پیدا کرده بود که می‌توانست تولیدمثل آن را کنترل کند.

صفات گوناگونی که مطالعه می‌کرد به‌وسیله یک‌جفت ساده ژن تعیین می‌شد، بنابراین او به‌نتیجه‌های سودمندی رسید. در ساختارهای (ارگانیسم) پیچیده‌تر، صفات تصور می‌شود که بیشتر محصول تعدادی ژن هستند که به صورت شریکی (باهم) عمل می‌کنند. فزون بر این این ژن‌ها ممکن است که صفاتی تولید کنند که خود آن‌ها تحت تاثیر شرایط محیط به‌وجود آمده‌اند. باز کردن گره‌های کور وراثت، ساده به‌نظر نمی‌آید.

به‌ویژه در میان نوع انسان، مسائلی وجود دارد. برخی صفات مانند گروه یا نوع خون را می‌توان به‌آسانی دنبال کرد. بسیاری دیگر، چیزی ساده مانند

رنگ پوست دارای الگوهای پیچیده وراثت هستند که تاکنون روشن نشده است. با اطمینان خاطر می‌توان گفت که گاه "دانش عام" پاسخ‌هایی می‌دهد که معقول و قابل قبول به نظر می‌آیند و نظریه‌های نژادپرستی بر آن‌ها استوار است که برخی انسان‌ها حاضرند به خاطر آن‌ها جان خود را فدا کنند. برای دانشمندان موضوع‌ها نه این قدر ساده و نه این قدر خشن است. این جمله اخیر در مورد رفتار خشونت‌آمیز و غیرانسانی نژادپرستان و عواقب وخیمی که در گذشته برای سرنوشت انسانی داشته است و اکنون هم دارد، گفته شد.

تقسیم سلول

در نیمه دوم قرن نوزدهم، زیست‌شناسان به "مسئله اصلی" پرداختند. آنان این کار را با بررسی دقیق سلول‌های ریز ذره‌بینی انجام دادند که موجود زنده از آن‌ها ساخته می‌شود.

هر سلول قطره‌ای از ماده سیال است (که از نظر ساختمان و ترکیب شیمیایی بسیار پیچیده است) که به وسیله غشای نازکی پوشیده است و در مرکز بدن آن ماده‌ای به نام هسته وجود دارد.

سلول واحد زندگی است و با این که ارگانیسم ممکن است از هزاران میلیون سلول تشکیل شده باشد، همه ویژگی‌ها و صفات ارگانیسم را می‌توان با بررسی کارکرد و واکنش‌های یک گروه از سلول‌ها و یا ترکیبی از گروه‌ها را دنبال کرد.

رنگ پوست یک انسان به فعالیت دسته‌ای از سلول‌های پوست بستگی دارد که ماده ملونه (رنگی) (۱) سیاه متمایل به قهوه‌ای تولید می‌کنند. هر قدر توانایی این سلول‌ها در تولید ماده رنگی بیشتر باشد، پوست انسان تیره‌تر خواهد بود. اگر کسی از مرض قند (دیابت) رنج می‌برد، به این دلیل است که سلول‌های ویژه‌ای در پانکراس او به این یا آن دلیل نمی‌توانند ماده ویژه‌ای را تولید کنند.

ما نمی‌توانیم به‌طور نامحدودی با این روش استدلال کنیم و درعین انجام این کار نمی‌توانیم از این فکر صرف‌نظر کنیم با دانستن چگونگی انتقال این صفات و مشخصات سلول‌ها در نتیجه می‌توانستیم بدانیم که صفات و ویژگی‌های گل ارگانیسم چگونه منتقل می‌شود. بدین ترتیب سلول‌های پوست متناوبا" تقسیم می‌شوند به‌طوری‌که به‌جای یک سلول موجود دو سلول نو پوست به‌وجود می‌آید. هریک از سلول‌های نو همان توانایی ایجاد مادهء رنگی را دارد که سلول پدر در اصل داشت. این توانایی (استعداد) چگونه حفظ می‌شود؟

در حدود سال ۱۸۸۵، والتر فلمینگ، زیست‌شناس آلمانی روند تقسیم سلول را به‌دقت بررسی کرد. او دریافت که هسته دارای ماده‌ای که رنگ سرخ را به‌خود جذب می‌کند (منظور مادهء رنگ‌کننده است، با نور سرخ اشتباه نشود) و بدین ترتیب در برابر محیط بی‌رنگ اطراف به‌خوبی مشخص شود. این ماده را کروماتین نامیدند که از واژهء رنگ در زبان یونانی مشتق شده است.

در طول روند تقسیم سلول، کروماتین به‌صورت جفت‌هایی از مادهء زنده و رشته‌مانند به‌نام کروموزوم جمع می‌شود. از آن‌جا که این کروموزوم‌های رشته‌مانند نقش اصلی را در تقسیم سلول ایفا می‌کنند، این روند را میتوزیس یا میتوز نامیدند که از واژهء یونانی معادل "رشته" گرفته شده بود. در لحظهء حساس، پیش از تقسیم عملی سلول، جفت‌های کروموزوم از هم جدا می‌شوند. هریک از جفت‌ها به‌یک‌سو از سلول تقسیم‌شونده می‌رود، درحالی‌که جفت دیگر به‌سمت مخالف می‌رود. هنگامی‌که تقسیم سلولی کامل می‌شود، هریک از سلول‌های جدید دارای تعداد مساوی کروموزوم است.

اگر به‌این امر توجه نکنیم، چنین به‌نظر خواهد آمد که هر سلول جدید تنها نیمی از شمار اصلی کروموزوم‌ها را دارد. ولی چنین نیست، پیش از جدا شدن کروموزوم‌ها، هر کروموزومی، مضاعف یا رونوشتی از خود می‌سازد (یعنی کروموزوم دیگری شبیه خود می‌سازد) که به‌همین دلیل این عمل را نسخه‌برداری (-replication- رونوشت‌سازی) نامیده‌اند.

تنها پس از این مضاعف‌سازی (تولید کروموزوم جدید)، سلول تقسیم

می‌شود. در نتیجه هر سلول جدید دارای مجموعه‌ای کامل از جفت‌های کروموزوم است که با مجموعه‌های اصلی در سلول پدر همسان و همانند است. هر سلول جدید آماده تقسیم شدن است که در زمان خودش، روند مضاعف‌سازی (دوبله شدن) پس از نصف‌شدن تکرار خواهد شد.

از آن‌جا که کروموزوم‌ها در هنگام تقسیم سلولی به‌این خوبی و دقت حفظ شده‌اند و به‌این دقت بین سلول‌های جدید توزیع شده‌اند، طبیعتاً باید نتیجه گرفت که این کروموزوم‌ها هستند که به‌نحوی کارکرد و صفات سلول‌ها را کنترل می‌کنند. اگر سلول‌های فرزند دارای همه استعداد‌های سلول پدر هستند، به‌این دلیل است که آن‌ها دارای کروموزوم‌های اصلی پدر هستند و یا مضاعف (رونوشت)‌های کاملاً همانند این کروموزوم‌ها را در خود دارند. ولی با این استدلال که کروموزوم‌ها در ساختمان خود استعدادی دارند که صفات سلول ویژه‌ای را تعیین می‌کند می‌توان مطمئن بود که آنها هم‌چنین می‌توانند برای صفات و مشخصات تمام ارگانیسم مسئول باشند؟ در صورت داشتن جواب مثبت بهترین استدلال این خواهد بود که اشاره شود: همه ارگانیسم‌ها، هر قدر به‌هنگام رشد و بلوغ ممکن است بزرگ و پیچیده باشند، زندگی را از سلول ساده‌ای شروع می‌کنند.

برای مثال این امر در مورد انسان صدق می‌کند که زندگی را از اووم (سلول جنسی زن) باردار شده شروع می‌کند که از اتحاد سلول تخم مادر و یک سلول اسپرم پدر به‌وجود می‌آید. سلول تخم اصلی، بزرگ‌ترین سلول بدن انسان در هر دو جنس است که عملاً در بدن تولید می‌شود. با این حال طول آن کم‌تر از یک‌صدم سانتی‌متر است و به‌زحمت به‌وسیله چشم غیر مسلح دیده می‌شود.

در این جسم بسیار ریز تمام فاکتورهایی (عوامل) که سهم مادر را در صفات به‌ارث‌رسیده به‌فرزند مشخص می‌کنند، دارد، معلوم نیست که این پدیده از چه قسمت از این سلول ناشی می‌شود. بیش‌تر از ماده درون تخم غذا می‌باشد که خودش زنده نیست. این هسته تخم (یا تخمک) است که

قسمت بسیار کوچکی از سلول را تشکیل می‌دهد و در اصل زنده می‌باشد و فاکتورهای ژنتیک را منتقل می‌کند.

پیش از در نظر گرفتن سهم پدر، این‌ها ممکن است که چیزی کم و بیش حدس به نظر آید. سلول اسپرم در خود هیچ‌گونه غذایی ندارد. هنگامی که با سلول تخم پیوند می‌یابد، این ذخیره غذایی سلول اخیر است که به درد سلول تخمک بارور شده می‌خورد. در نتیجه سلول اسپرم بسیار کوچک‌تر از سلول تخمک می‌باشد. در واقع آن تنها $\frac{1}{80000}$ اندازه سلول تخم (تخمک) می‌باشد. این کوچک‌ترین سلولی است که بدن هر جنس در انسان تولید می‌کند. این سلول اسپرم بسیار ریز عوامل سهم پدر در وراثت کودک را دربر دارد. این شرکت دقیقاً با سهم مادر برابر است.

در داخل سلول اسپرم کاملاً "از کروموزوم‌های بسته‌بندی شده" (فشده) پوشیده است که هر جفت از آن‌ها در سلول‌های انسان وجود دارد. تعداد این‌ها در مجموع ۲۳ عدد است. سلول تخم (تخمک) در هسته خودش دارای ۲۳ عدد کروموزوم است، که هر جفت از آن‌ها در سلول‌های مادر وجود دارد. تنها در شکل‌گیری سلول تخم و سلول اسپرم، می‌توان مورد توزیع کروموزوم‌ها بدون ریپلیکاسیون (مضاعف‌سازی) قبلی را مشاهده کرد. در نتیجه، سلول‌های تخم (سلول جنسی مادر) و سلول‌های اسپرم (مربوط به مرد) دارای "نیمی از مجموع" کروموزوم‌ها هستند. این موقعیت هنگامی تصحیح می‌شود که سلول تخم و سلول اسپرم با هم جوش می‌خورند تا اووم (ovum) - بارور شده را تشکیل بدهند که دارای ۲۳ جفت کروموزوم می‌باشد و هریک از جفت‌ها از مادر و هر یک از جفت‌ها از پدر است.

این برای همه معلوم است که پدر و مادر سهم یکسان و برابری در صفات به ارث رسیده به کودک دارند. در عین حالی که سلول تخم مادر چیزی بیش‌تر از کروموزوم را دربر دارد (مانند ذخیره غذایی) و اسپرم پدر چیزی بیش‌تر از نصف مجموع کروموزوم‌ها ارائه نمی‌دهد، بهر حال این نتیجه قطعی به دست می‌آید که کروموزوم‌ها دارای فاکتور ژنتیک هستند که نه تنها در مورد

سلول‌های منفرد، بلکه در مورد تمام ارگانیسم، هر چند پیچیده باشد، صدق می‌کند.

برای اطمینان بیش‌تر، از آن‌جا که هیچ‌کس نمی‌تواند گمان کند که تنها ۲۳ نوع صفات متمایز (به تعداد جفت‌های کروموزوم) در بدن انسان وجود دارد، هیچ‌کس تصور نکرده است که هر کروموزوم تنها یک‌نوع صفت را تعیین می‌کند. ولی در عوض چنین گمان می‌شود که هر کروموزوم از تعدادی زیاد ژن درست شده است که هر یک صفت یا ویژگی معینی را تعیین می‌کند. یک برآورد جدید، تعداد ژن‌های موجود در کروموزوم‌های انسان را به بیش از ۳۰۰۰ عدد می‌رساند.

با آغاز سال ۱۹۰۰ بر اثر کوشش‌های هوگو دو وریس --Hugo de Vries-- گیاه‌شناس هلندی، معلوم شد که وراثت همیشه به‌طور طبیعی پیش نمی‌رود. گاه صفات جدیدی بروز می‌کند که هیچ‌گونه شباهتی به صفات پدر و یا مادر ندارد. این پدیده را جهش (موتاسیون) می‌نامند که از واژه لاتین به معنی "دگرگونی" گرفته شده است.

جهش را می‌توان در پرتوی نظریه کروموزوم‌ها تفسیر و بیان کرد. گاه کروموزوم‌ها در طول تقسیم سلول به‌طور ناکاملی توزیع می‌شوند، سلول تخم (زن) و اسپرم ممکن است دارای کروموزوم بیش‌تر یا کم‌تر باشد. عدم تعادل به وجود آمده به‌همه سلول‌های بدن سرایت می‌کند.

عواقب جدی این عدم تعادل تنها در چند سال اخیر کاملاً درک شده است (حداقل در زمینه انسان). کروموزوم‌ها در سلول‌های ما چنان در هم آمیخته‌اند که تنها در سال ۱۹۵۶ تعداد درست ۴۶ کروموزوم در سلول‌های انسان کشف شد. (پیش از این تصور می‌شد که تعداد آن‌ها در سلول ۴۸ تا است).

روش‌های جدیدی برای جدا کردن و بررسی کروموزوم‌ها ابداع شد و در سال ۱۹۵۹ دانشمندان دریافتند که کودکانی که با عقب‌ماندگی ذهنی به‌نام

"منگولیسیم" به دنیا می آیند، به جای ۴۶ کروموزوم دارای ۴۷ تا هستند (۱). بی نظمی‌ها (عوارض) دیگر کم و بیش جدی‌تر به تعداد غیرطبیعی کروموزوم و تغییر شکل آن‌ها در جریان تقسیم سلولی نسبت داده می‌شود.

علی‌رغم این، همه جهش‌ها را نمی‌توان با تغییرات منحصر بفرد در کروموزوم‌ها توجیه کرد. بسیاری از آن‌ها در واقع ثابت می‌کنند که ظاهراً در کروموزوم‌ها هیچ‌گونه تغییری حاصل نشده است.

منطقی خواهد بود که نتیجه بگیریم که در این موارد فوق‌الذکر، تغییراتی در کروموزوم‌ها روی داده است ولی در سطحی که چشم مقدر به تشخیص آن نیست حتی در صورتی که این میکروسکوپ به یاری این عضو آمده باشد. تغییرات باید در ساختمان بسیار ریز (ریزتر از آنچه میکروسکوپ می‌تواند تمیز بدهد) ماده‌ای که کروموزوم را می‌سازد، روی داده باشد.

اگر این چنین است، بنابراین وقت آن رسیده است که عمیق‌تر به بررسی موضوع پردازیم. یعنی وارد قلمروی شیمی دانان شویم، ولی پیش از این که بپرسیم: "در کروموزوم چه تغییرات شیمیایی روی می‌دهد؟"، باید اول بپرسیم: "کروموزوم‌ها از چه ماده‌های شیمیایی ساخته شده‌اند؟"

۱- منگولیسیم یا سیندرم واون، موجب عوارضی از نظر رشد ذهنی و فیزیکی (عقب‌ماندگی) می‌شود. اینان به جای داشتن دو کروموزوم شماره ۲۱ دارای سه کروموزوم می‌باشند. م

فصل ۲

در درجه نخست از اهمیت

ماده کروموزوم

ساختمان و ترکیب شیمیایی بافت‌های زنده مسئله‌ای بود که از بیش از یک قرن و نیم پیش، توجه شیمی‌دانان را به خود جلب کرده بود، معهدا پایه‌های گسترده آن در نیمه‌های قرن نوزدهم نهاده شده بود.

ترکیب اصلی در تمام بافت‌های زنده، مسلماً "آب است - آبی که همه جا در اطراف ما دیده می‌شود. ماده‌های باقی مانده، شامل ترکیباتی مشخص است که هیچ‌گونه شباهتی به ماده‌های غیرزنده (بیجان) ندارند.

ماده‌های خاک، دریا و هوا در برابر گرما مقاوم هستند. ما آن‌ها را کم و بیش بادوام می‌نامیم. اغلب آن‌ها مشتعل نمی‌شوند. ماده‌هایی را که از بافت‌های زنده جدا می‌کنند، در اثر گرما به آسانی از بین می‌روند. تمام آن‌ها کم و بیش قابل اشتعال (آتش‌گیر) هستند، حتی اگر در فضایی بدون هوا گرم شوند. در این صورت آن‌ها نمی‌سوزند ولی تجزیه می‌شوند. این ماده‌ها در صورت دیدن گرما (گرم شدن) بخارهایی از خود متصاعد می‌کنند و به ماده‌های دیگری تبدیل می‌شوند.

در نتیجه، ماده‌های جدا شده از بافت‌های زنده (یا از بافت‌هایی که زمانی زنده بودند) پیش‌تر از این یعنی تا سال ۱۸۰۷ دارای طبقه‌بندی و نامگذاری ویژه خود بودند. این‌ها ماده‌های آلی (یا موجود در ارگانیسم - ساختار) نامیده می‌شدند، زیرا آن‌ها را با جدا کردن از ارگانیسم تهیه می‌کردند. بنا براین واژه ارگانیک (آلی) از ارگانیسم می‌آید. ماده‌هایی که از دنیای غیرزنده به دست می‌آمد، طبیعتاً "inorganic" نامیده می‌شدند (یا مواد غیرآلی و معدنی).

در سال ۱۸۲۰ رسم معمول بر این بود که ماده‌های آلی را به سه گروه گسترده تقسیم کنند:

کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و پروتئین‌ها. ماده‌های آشنایی چون شکر و نشاسته، کربوهیدرات هستند. روغن زیتون و کره، لیپید هستند، در حالی که ژلاتین و سفیده تخم مرغ جزء پروتئین به حساب می‌آیند.

در نیمه‌های قرن نوزدهم، به آسانی می‌شد تشخیص داد که از این سه گروه، ماده‌های پروتئین‌دار، از نظر ساختمانی از همه پیچیده‌تر و از نظر کارکرد از همه مهم‌تر می‌باشند. درحقیقت، خود واژه پروتئین از کلمه‌ای یونانی گرفته شد که به معنی "در درجه نخست از اهمیت" می‌باشد.

پیچیدگی ساختمان پروتئین در ناپایداری و شکنندگی یا ظرافت آن منعکس شده است.

کربوهیدرات‌ها و لیپیدها می‌توانند در برابر عامل‌هایی مقاومت کنند که پروتئین نمی‌تواند، به شرطی که حداقل استعداد کارکرد خود را به عنوان یک پروتئین حفظ کند. برای مثال بسیاری از محلول‌های پروتئین در آب، بر اثر کمی گرما تغییر می‌کنند؛ پروتئین به صورت نامحلول در می‌آید و نمی‌تواند کارکردی را که معمولاً داشت، همچنان حفظ کند و ویژگی‌های خود را از دست می‌دهد. آن ماهیت خود را عوض می‌کند (قلب ماهیت).

تماس پروتئین با اسید می‌تواند ماهیت آن را تغییر دهد، محلول بازی (الکالین یا قلیا) هم این اثر را دارد. محلول‌های قوی نمک و تشعشع (تابش)

هم پروتئین را دچار دگرگونی می‌سازند. در غیبت همه این عامل‌ها، حتی تکان دادن محلول پروتئینی تا کف کردن اغلب برای قلب ماهیت آن کافی است.

درحقیقت، پروتئین همان مادهٔ زندگی است، همان قدر شکننده، ظریف و ضعیف که خود مادهٔ زنده است. تمام تغییرات محیط که به کارکرد پروتئین آسیب وارد می‌کنند، می‌توانند به ارگانیزم هم زیان وارد کرده و حتی به زندگی او پایان ببخشند. ظرافت یک ارگانیزم، درمقایسه با یک تکه سنگ، می‌تواند تشبیه خوبی باشد که می‌تواند لطافت پروتئین را که ارگانیزم را تشکیل می‌دهد، به خوبی روشن سازد.

بنابراین این واقعیت که کروموزوم‌ها بیش‌تر از پروتئین ساخته شده‌اند، شیمی‌دانان زیست‌شناسی را به حیرت و انداشت. به نظر می‌رسد که باید همین طور هم باشد. چه چیزی به جز از ترکیبی که "در درجهٔ نخست از اهمیت" بود می‌توانست احتمالاً "در ترکیب کروموزوم‌ها شرکت کند، کروموزوم‌هایی که صفات به ارث رسیدهٔ ارگانیزم را تعیین می‌کردند.

ولی کروموزوم‌ها منحصرًا پروتئین نبودند، به هر حال، چنین به نظر می‌آید که همهٔ پروتئین‌ها، "منحصراً" پروتئین نیستند. بعضی از پروتئین‌ها به راستی تماماً "پروتئین هستند، به این صورت که هیچ پروتئینی از مادهٔ آن‌ها از نظر خصوصیات و صفات با پروتئین‌های دیگر، تفاوت متمایزی ندارد. پروتئین سفیدهٔ تخم مرغ نمونه‌ای از این نوع است؛ آن پروتئین ساده است.

از سوی دیگر، هموگلوبین، قسمتی از خون که معمولاً "اکسیژن را از ریه‌ها به بدن می‌رساند، پروتئین ساده نیست؛ آن می‌تواند به دو ماده "هم - heme - و گلوبین تقسیم شود. درحالی‌که این آخری پروتئین ساده است، همو، اصلاً پروتئین نیست ولی ماده‌ای همراه با آهن است که هیچ یک از ویژگی‌های معمولی پروتئین را ندارد. در هموگلوبین، این قسمت غیرپروتئینی محکم به پروتئین متصل شده است. بنابراین، هموگلوبین، نوعی پروتئین پیوسته است.

انواع دیگر پروتئین پیوسته در قسمت پروتئین ساده از ساده به اقسام

گوناگون از کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، ماده‌ء رنگی سلول‌ها، فلز به‌غیر از آهن، و غیره متصل شده‌اند. پروتئین ویژه در کروموزوم، پروتئین پیوسته است ولی قسمت غیرپروتئین، هیچ‌یک از ماده‌های فوق‌الذکر نیست. آن ماده‌ای بسیار جالب است که برای نخستین بار در یک قرن پیش کشف شد.

در سال ۱۸۶۹، فردریخ میشر، شیمی‌دان جوان آلمانی، ماده‌ای از بافت جدا کرد که معلوم شد، نه کربوهیدرات، لیپید و یا پروتئین است. چون آن را از هسته‌ء (نوکلئ) سلول به‌دست آورده بود، نام نوکلئین را روی آن نهاد. درموقع خود، معلوم شد که ماده دارای ویژگی‌های اسیدی است، بنابراین به نام اسیدنوکلئیک nucleic acid نامیده شد.

بالاخره دانسته شد که همین ماده است که به پروتئین کروموزوم، پیوسته است، بنابراین ماده‌ء کسروموزوم را به نام نوکلئوپروتئین نامیدند.

زمان گذشت و درطول نخستین ثلث از قرن بیستم، بیوشیمیست‌ها غرق در بررسی ویروس‌ها بودند، جانداران بسیار ریزی که موجب بیماری می‌شدند ولی به‌علت کوچک بودن، نمی‌شد آن‌ها را زیر میکروسکوپ دید.

در سال ۱۹۳۵، یک شیمی‌دان آمریکایی به نام وندل استانلی، ویروس موزائیک توتون را جدا کرد (این موجود ذره‌بینی موجب یک‌نوع بیماری در برگ گیاه توتون می‌شود). این ویروس‌ها به‌صورت کریستال (بلور) بودند. معلوم شد که بلورها در اصل پروتئین هستند. به‌این‌خاطر، استانلی برنده‌ء جایزه نوبل در سال ۱۹۴۶ شد.

ویروس از سلول‌ها درست نشده است و از تکه‌ای ماده درست شده بود که در بیش‌تر موارد، از کروموزوم درشت‌تر نیست. ویروس مانند کروموزوم، استعداد مضاعف‌سازی (زپلیکاسیون) را به‌هنگام رسیدن به سلول دارد. اگر این شباهت کارکردی وجود داشت، شباهت دیگری - از نوع شیمیایی - هم به‌زودی کشف شد.

معلوم شد که در ویروس موزائیک توتون به‌جز از پروتئین ماده‌ء دیگری

وجود دارد. آن دارای اسیدنوکلئیک هم بود، بنابراین نوکلئوپروتئین شمرده می شود. پس از آن ویروس های دیگری هم جدا شده و مورد مطالعه قرار گرفته اند. همگی بدون استثنا به عنوان نوکلئوپروتئین شناخته شده اند.

این امر تصویر روشنی برای دانشمندان در سال ۱۹۴۰ ترسیم کرد. دو نوع هستی (موجود زنده) شناخته شده بودند که می توانستند علل همزاد یا مضاعف سازی (ریپلیکاسیون) را انجام دهند. اینها کروموزومها در داخل سلول بودند و یکی دیگر ویروس های مهاجم خارج از سلول. هر دو از نظر ساختمان (ماهیت) نوکلئوپروتئین بودند!

از نظر واژه نگاری شیمیایی، پاسخ برای مسئله ژنتیک در ساختمان و ماهیت نوکلئوپروتئین نهفته است.

گونه‌گونی -variety

برای شیمی دانان سال ۱۹۴۰ و پیش از آن، مسئله نوکلئوپروتئین در درجه نخست، مسئله پروتئین بود. ساختمان قسمت غیرپروتئینی در نظر آنها و از روی تجربه، نسبتاً ساده بود. این قسمت پروتئینی بود که به حساب می آمد.

پروتئینها تنها ظریف و پیچیده نبودند، آنها به شکل های بسیار گونه‌گون دیده می شدند. این امر موجب شد که موضوع ساختمان پروتئین جالب، شگفت‌انگیز و پردردسر باشد.

برای نشان دادن منظور خود، اجازه بدهید که تصویری از این گونه‌گونی را رسم کنیم.

در بدن هزاران واکنش شیمیایی به طور مرتب در حال انجام است و تاکنون کل آنها برآورد نشده است. به هر حال این واقعیت را در نظر بگیرید که همه ماده های پیچیده در غذا، ابتدا باید به جزء های کوچک تری شکسته شود و

سپس این تکه‌های کوچک جذب بدن شده و به صورت ماده‌های پیچیده جدیدی درآید که برای بدن (که غذا را خورده است) مناسب باشد (قابل هضم و جذب). قسمتی از غذا باید شکسته شود تا برای تولید انرژی به کار رود و مواد زائد باقی مانده باید دفع شود. ماده‌های ویژه‌ای که بدن به آن‌ها احتیاج دارد باید از ماده‌های دیگر، موجود در غذا تولید شود، به نظر می‌رسد که هر تغییری با ده‌ها مرحله یا قدم‌های مربوط به یک دیگر شکل می‌گیرد.

اگر ماده‌های وارد شده در واکنش شیمیایی بدن را جدا کنیم، تقریباً هیچ‌یک از واکنش‌های شیمیایی منفرد که به این آسانی و روانی در بدن روی می‌دهد، در لوله آزمایشی تکرار نخواهد شد، حتی اگر ماده‌های وارد شده را در دمای بدن نگاه داریم. برای بازسازی (تکرار) این واکنش‌ها، مجبور هستیم که چیزی را اضافه کنیم که از بافت‌های زنده (یا زمانی زنده) خارج کنیم. این یک چیز، آنزیم است.

آنزیم یک کاتالیزور است، یعنی ماده‌ای است که مقدار کمی از آن، موجب می‌شود که یک واکنش شیمیایی بسیار سریع تر روی دهد، درحالی که در غیر این صورت چنین نخواهد شد. خود کاتالیزور در واکنش شیمیایی تغییر نمی‌کند. آنزیم این کار را با تامین سطحی انجام می‌دهد که ماده می‌تواند با انرژی کم‌تر در واکنش شرکت کند و در نتیجه سرعت آن بیشتر شود.

این موضوع پیچیده است ولی برای درک بهتر آن، برای نمونه تشبیهی را ذکر می‌کنم. آجری که بر روی یک الوار (تخته) مایل قرار دارد، با وجود کشش زمین به پایین نمی‌لغزد، زیرا اصطکاک موجب ماندن آن بر روی تخته می‌شود. معمولاً برای به حرکت درآوردن آن باید آن را هل داد، یعنی انرژی صرف کرد. پس از آغاز به حرکت، ممکن است به آن سر الوار بر روی زمین برسد و یا در نیمه راه بایستد.

ولی فرض کنیم که هردو سطح تخته و آجر را با سطح نازکی از موم نرم بپوشانیم. اکنون هردو سطح صاف هستند و آجر بر اثر نیروی کشش و بدون نیروی خارجی مانند هل دادن، حرکت خواهد کرد و با سرعت بیشتری به

پایین الوار می‌رسد. آنزیم تا حدی مانند سطح موم عمل می‌کند. اکنون، تقریباً "هریک از هزاران واکنش در بدن به وسیله آنزیم ویژه‌ای (مشخصی) کاتالیز می‌شود. توجه داشته باشید که در هر واکنش یک آنزیم جداگانه شرکت می‌کند، نه همان آنزیم. هر واکنشی آنزیم ویژه خود را دارد و هر آنزیمی پروتئین است، پروتئینی مختلف.

تنها در بدن انسان هزاران آنزیم گوناگون وجود ندارد، هر نوع از جانداران دارای آنزیم است. بسیاری از واکنش‌هایی که در بدن انسان روی می‌دهد، در سلول‌های دیگر جانداران هم شکل می‌گیرد. برخی از واکنش‌ها در واقع عمومی هستند، یعنی در سلول‌های هر نوع از جانداران دیده می‌شود. این بدان معنی است که آنزیمی که می‌تواند واکنش معینی را کاتالیز کند، ممکن است در سلول‌های گاو، هشت‌پا، جلبک دریایی و باکتری و هم‌چنان در بدن ما وجود داشته باشد.

در عین حال، هر یک از این آنزیم‌ها که توانایی کاتالیز کردن واکنش معینی را دارند، به نوع مشخصی مربوط می‌شود. آن‌ها را می‌توان از یکدیگر به خوبی تشخیص داد.

بنابراین چنین استنباط می‌شود که هر نوع از جانداران دارای هزاران آنزیم است و همه این آنزیم‌ها ممکن است با هم تفاوت داشته باشند. از آن‌جا که میلیون‌ها نوع گوناگون از جانداران بر روی زمین یافت می‌شود، امکان دارد که تنها با در نظر گرفتن تعداد آنزیم‌ها گفت که هزاران میلیون پروتئین گوناگون در دنیا وجود دارد.

گوناگونی بیش‌تر

توانایی گوناگونی پروتئین‌ها از راه دیگری هم نشان داده می‌شود. بدن انسان می‌تواند پادتن‌هایی بسازد. این‌ها ماده‌هایی هستند که بر

میکروارگانسیم (موجودات ریز یا ذره‌بینی)ها تاثیر می‌کنند و یا بر ماده سمی که آن‌ها تولید می‌کنند در واکنش شیمیایی قرار می‌گیرند تا در برابر موجودهای ذره‌بینی و یا سم آن مقابله کنند. بدن با همین روش با بیماری سرخک مبارزه می‌کند. بنابراین پادتن (آنتی‌بادی) ضد ویروس سرخک در بدن تولید می‌شود و در بدن ما باقی می‌ماند و با تماس آنی با ویروس تولید سریع آن را تسریع (یا تحریک) می‌کند. (بدن که شیوه درست کردن پادتن را یاد گرفته است، در دفعه بعد آسان‌تر این کار را انجام می‌دهد)، و ما تا بعد از آن همیشه در برابر بیماری سرخک مصون و ایمن می‌مانیم.

همه ما که در شهرهای بزرگ زندگی می‌کنیم همیشه در معرض بیماری فلج کودکان و دیگر بیماری‌های خطرناک قرار داریم. بیشتر ما، پادتن‌هایی در مقابل این بیماری‌ها درست می‌کنیم و در نتیجه مقاومت لازم برای "عدم ابتلا" (مصونیت) را کسب می‌کنیم. (به‌رحال عسده‌ای بدشانس، بخت یارشان نمی‌شود و دچار بیماری می‌شوند).

گاه پادتن در بعضی از موردها در برابر ماده‌های بی‌زیانی مانند گرد و خاک، گرده گل‌ها که در غذای ما وجود دارد و یا در دیگر بخش‌های محیط ما وجود دارد ساخته می‌شود. هنگامی که ما در معرض این ماده‌ها قرار می‌گیریم، واکنشی بین آن‌ها و پادتن روی می‌دهد و این گاه موجب بروز تعدادی از عارضه‌های ناراحت‌کننده می‌شود مانند سرفه، تورم مخاط بینی و گلو، سرخ شدن چشمان، جوش (همراه با چرک) پوست و تنگی نفس. در این صورت می‌گوییم که نسبت به این ویا آن حساسیت (آلرژی) داریم.

این‌گونه حساسیت‌ها نسبت به ماده‌های ویژه را می‌توان به‌طور مصنوعی و عمدی بازسازی کرد. می‌توان ماده معینی را وارد بدن خرگوش کرد (از راه تزریق). سپس این جانور پادتن آن را در بدن خود خواهد ساخت. سرم خون که از بدن خرگوش گرفته می‌شود، دارای ماده پادتن خواهد بود که در برابر ماده‌ای که به بدن خرگوش تزریق شده است واکنش نشان خواهد داد و بر دیگر ماده‌ها اثر نخواهد داشت.

به نظر می‌رسد که تعداد پادتن‌های تولید شده در بدن تقریباً "محدودیتی ندارد". هر باکتری، هر سم (توکسین) تولید شده به وسیله باکتری، هر نوع ویروس‌ها، هر ترکیب پروتئین (و برخی از غیرپروتئین‌ها) در غذا و یا هر چیز دیگر می‌تواند به تولید پادتن معینی بیانجامد، که به آن ماده معین اثر می‌کند و در مقابل چیز دیگری عکس‌العمل نشان نمی‌دهد.

گفتیم که پادتن که برضد یک‌نوع معین از گروه ویروس عمل می‌کند، در مقابل ویروس دیگری هرچند شبیه آن گروه وارد عمل نمی‌شود. به همین دلیل است که ما در برابر بیماری‌هایی مانند سرماخوردگی و آنفلوآنزا مصونیت کامل پیدا نمی‌کنیم. مطمئناً ما پادتن‌هایی تولید می‌کنیم ولی دفعه دیگر که بدون تردید در معرض نوع مختلفی قرار می‌گیریم، پادتن ما دیگر اثری ندارد و مفید واقع نمی‌شود.

در ارگان‌های پروتئین‌هایی وجود دارد که نه آنزیم و نه پادتن هستند ولی در هر حال شما فکر خواهید کرد که بالاخره ماده‌ای استاندارد می‌تواند وجود داشته باشد. برای مثال، پروتئین‌های معینی در بافت‌های متصل‌کننده (مفصل و پی) و یا ماهیچه‌ها وجود دارد که از نظر ساختمانی از اهمیت زیادی برخوردارند. این اولی کولوژن collagen و آخری اکتومیوسین actomyosin- است. هموگلوبین هم هست که یادآوری کرده‌ایم.

حتی این‌ها هر نوع از جانداران با هم تفاوت دارند. برای اجزاء (ترکیب) خون انسان می‌توان پادتن پیدا کرد، که فقط در مورد خون انسان عکس‌العمل نشان خواهد داد. (به همین دلیل است که خون خشک‌شده و قدیمی را می‌توان به عنوان خون انسان تشخیص داد و آن را با خون مرغ اشتباه نکرد، کاری که پژوهشگران جنایی در ردیابی قتل به آن نیاز دارند.)

گاه پادتن برای خون مرغ با پادتن خون اردک تا حدی واکنش نشان می‌دهد و یا پادتن خون سگ نسبت به پادتن خون گسگ تا حدی عکس‌العمل (واکنش) نشان می‌دهد. این اثرات - متقابل (عکس‌العمل‌ها) ضعیف شاهدهی هستند که نزدیکی دو نوع را در طول تکامل آن‌ها نشان می‌دهد.

می‌توان چنین خلاصه کرد: هر نوع دارای پروتئین و آنزیم مشخص خود است، یعنی هر فردی آن‌ها را دارد و هر سلولی از آن‌ها دارد. کلید رمز آنزیم‌ها هستند زیرا هر ارگانیزم پروتئین‌های خود را در رشته‌ای طولانی از واکنش‌ها که به وسیله آنزیم‌ها کاتالیز می‌شود - درست می‌کند. اگر ارگانیزم‌ها در مورد ماده‌هایی به جز از پروتئین با هم اختلاف داشته باشند، مطمئناً این ماده‌ها هم از راه فعالیت کاتالیزوری آنزیم‌های مشخص خود، ساخته شده‌اند.

آنزیم‌ها در بی‌نظمی

گوناگونی در کمیت (مقدار و تعداد) یک آنزیم جداگانه از میان تعداد زیادی از آن‌ها نه تنها در سلول‌هایی که استفاده معینی از آنزیم می‌کنند، بلکه در تمام بدن می‌تواند تغییرات بزرگ و حتی وخامت‌آوری ایجاد کند. بدین ترتیب سلول رنگ‌ساز - pigment - قهوه‌ای متمایل به سیاه وجود دارد که از یک رشته از واکنش‌ها به وسیله سلول‌های پوست ساخته می‌شود که هر کدام از آن‌ها به وسیله آنزیم معینی کنترل و اداره می‌شود. اگر همه آنزیم به مقدار معمولی وجود داشته باشند، ماده رنگی یا ملونه به مقدار قابل ملاحظه‌ای تشکیل می‌شود و پوست گندم‌گون (سیاه‌چرده)، موها سیاه و چشم‌ها قهوه‌ای می‌شوند. اگر یکی از آنزیم‌ها به مقدار کمی تشکیل شود، از تشکیل ماده رنگی (ملونه) جلوگیری می‌شود و پوست، سفید می‌شود و موها بلوند و چشم‌ها آبی می‌شوند. اغلب، فرد طوری به دنیا می‌آید که استعداد تشکیل یکی از آنزیم‌ها را از دست می‌دهد. در این صورت هیچ‌گونه ماده رنگی یا سلول‌های رنگ‌ساز تولید نمی‌شود. پوست و مو سفید می‌شوند و چشم‌ها صورتی می‌شوند زیرا رگ‌های خون به علت نبودن ماده رنگی (ملونه)، به چشم دیده می‌شوند. این مردم را آلبینو می‌گویند.

به سخن دیگر، علت ظهور آنچه را که صفات موروثی تصور می‌کنیم (مانند رنگ چشم‌ها و یا موی یک شخص) و یا یکی از جهش‌های وخیم (مانند ظاهر شدن آل‌بینو) - منحصرًا "به فعالیت‌های سلول‌ها بستگی ندارد بلکه به دلیل گوناگونی و دگرگونی در مقدار یک آنزیم ساده در این سلول‌ها بستگی دارد.

گاه ما نمی‌توانیم به این آسانی، راه و مسیر طی شده از آنزیم تا اثر نهایی را به این خوبی دنبال کنیم. عدم وجود آنزیم و عدم تعادل عدهٔ زیادی ما ممکن است که مانع تشکیل یک واکنش طبیعی (نرمال) شود و یا شاید موجب واکنشی شود که معمولاً "روی نمی‌دهد. ماده‌هایی که باید تشکیل شوند، شکل نمی‌گیرند، و یا مقدار زیادی از آن‌ها تشکیل می‌شود. در هر مورد، این به نوبهٔ خود بر کار دیگر آنزیم‌ها اثر خواهد کرد که این‌ها هم به نوبهٔ خود موجب اختلال کار دیگران می‌شوند و غیره. یک اختلال در کار آنزیم‌ها، در هر نقطه، موجب پیدایش فعالیتی زنجیره‌ای خواهد شد که ممکن است به هر جا خاتمه یابد.

آنزیمی به نام فنیل‌الانیناز phenylalaninase وجود دارد که در موردهای نادری ممکن است در بدن انسان وجود نداشته باشد. واکنش کاتالیز شده به وسیلهٔ این آنزیم‌ها یکی از عملیاتی است که در آن یکی از ماده‌های خام برای تولید ملونه pigment - قهوه‌ای - سیاه به وجود می‌آید (قبلاً "تذکر داده‌ام). در صورت عدم حضور این آنزیم، تولید سلول رنگ‌ساز با اشکال مواجه می‌شود و فرد به رنگ بلوند درمی‌آید. ولی بنا بر دلایلی که آن‌ها را نمی‌شناسیم، همان فرد بدون این آنزیم، از عارضه‌ای که به نام فنیل‌پیروویک آل‌یگوفرنیا، رنج خواهد برد که عقب‌ماندگی ذهنی جدی است:

-phenylpyruvic aligophernia

موردهای گوناگونی وجود دارد که در آن‌ها می‌توان مشخصات و صفات یک ارگانیزم را تا تعادل آنزیم‌ها در قلمرو سلول دنبال کرد. از آنچه شیمی دانان زیست‌شناسی تاکنون یافته‌اند، این تصور منطقی استنباط می‌شود که همهٔ صفات و مشخصات یک ارگانیزم بر مبنای تعادل (بالانس) آنزیم‌ها توجیه و

تفسیر می شود (به تعادل آنزیم ها بستگی دارد) .

اگر به بررسی حل معمای وراثت پردازیم ، در این صورت به دو سؤال زیر
برمی خوریم :

۱- پروتئین دارای چه ویژگی است که می تواند این همه آنزیم های گوناگون
تشکیل بدهد؟

۲- کروموزوم ها دارای چه ویژگی هایی هستند که آن ها را قادر می سازد که
آنزیم های معینی را تولید کنند و نه آنزیم های دیگری؟

برای پاسخ دادن به این پرسش ها باید در دریایی از زبان شیمیایی ،
متشکل از نشانه ها (سمبل) و فرمول شناور شویم . دنبال کردن جزئیات ریز و
بفرنج ژنتیک بدون این کار ، مثل این خواهد بود که نمایشنامه ای را از تلویزیون
بدون شنیدن صدای آن تماشا کنیم . در این صورت نظر کلی عملیات را درک
خواهید کرد ، ولی هرگز دقیقا " نخواهید دانست که چه می گذرد .

فصل ۳:

زبان شیمیائی

اتم‌ها

زبان شیمیایی با عنصرها آغاز می‌گردد. عنصرها ماده‌هایی هستند که به ماده‌های ساده‌تر تجزیه و شکسته نمی‌شوند (به وسیله روش‌های معمولی که به وسیله شیمی دانان قرن نوزدهم ابداع شده بود). در مجموع ۱۰۳ عنصر شناخته شده وجود دارد، بعضی از آنها تنها در آزمایشگاه‌ها ساخته می‌شوند و در طبیعت یافت نمی‌شوند. این عنصرها از شماره ۹۳ به آن طرف هستند. بنابراین در جهان ۹۲ عنصر طبیعی یافت می‌شود. این عنصرهای طبیعی در زمین یافت می‌شوند ولی نسبتاً نادر می‌باشند. در حالی که عنصرهای دیگر هم هستند که در طبیعت به فراوانی یافت می‌شوند ولی برای بافت‌های جانداران هیچ اهمیتی ندارند.

در واقع، در این کتاب تنها به ۶ نوع عنصر نیاز داریم که از آن‌ها بحث خواهد شد، نه زیادتر:

۱- کربن، ۲- هیدروژن، ۳- اکسیژن، ۴- نیتروژن یا ازت، ۵- گوگرد،

۶- فسفر.

همه آن‌ها فراوان دیده می‌شوند و با چهارتای آن‌ها اغلب سروکار داریم .
برای مثال ، زغال تقریباً " کاملاً " از کربن تشکیل شده است . به همین ترتیب
زغال چوب ، گرافیت مغز مداد مقدار زیادی کربن دارند . الماس هم ، شکل
ویژه‌ای از کربن است .

دوباره ، ۹۹ درصد هوایی که تنفس می‌کنیم از ازت و اکسیژن تشکیل شده
است که بیست درصد آن اکسیژن و بقیه ازت است (به نسبت ۴ به ۱ به نفع
ازت) . گوگرد به صورت جسم جامدی به رنگ زرد روشن دیده می‌شود . هیدروژن
گازی است سبک ، مشتعل‌شونده که گاه بالن‌ها را با آن پر می‌کنند . این
سبک‌ترین عنصر روی زمین است . فسفر جامدی به رنگ متمایل به سرخ است .

همه ماده‌ها از اتم‌های ریز درست شده‌اند . دانش قرن بیستم نشان داده
است که اتم‌ها با وجود این‌که بسیار ریز هستند ، ولی سیستم‌های پیچیده‌ای
متشکل از ذره‌های باز هم ریزتر در درون آن‌ها جریان دارد . برای منظورهای
این کتاب ، احتیاجی نیست که در مورد ساختمان داخلی اتم نگران شویم .
تنها کافی است بدانیم که اتم ماده‌ای بسیار کوچک است .

هر عنصر از یک یا چند اتم تشکیل می‌شود که با اتم عناصر دیگر فرق
دارد . به هر حال ۱۰۳ نوع گوناگون از اتم وجود دارد ، که هر اتم برای عنصر
معینی است . چون ما با ۶ نوع عنصر سروکار داریم ، بنابراین از ۶ نوع اتم
بحث خواهد شد . آن‌ها به قرار زیر هستند :

۱- اتم کربن ، ۲- اتم هیدروژن ، ۳- اتم ازت یا نیتروژن ، ۴- اتم
اکسیژن ، ۵- اتم گوگرد و ۶- اتم فسفر .

چون از این اتم‌ها در موردهای گوناگونی نام خواهیم برد ، بنابراین
برای راحتی خودمان ، روش خلاصه کردن آن‌ها را به کار می‌بریم . براساس
قرارداد بین‌المللی ، این عنصرها با نخستین حرف نام خود مشخص می‌شوند .
اتم کربن با حرف C- اتم هیدروژن با حرف H- اتم اکسیژن با حرف O-
اتم نیتروژن (ازت) با حرف N- اتم گوگرد (سولفور) با حرف S- و اتم فسفر با
حرف P نشان داده می‌شود .

بنابراین بخت بهما روی خوش نشان می‌دهد. در زبان معمولی (زبان انگلیسی) با ۲۶ حرف گوناگون سروکار داریم، که هرکدام به شکل حرف بزرگ و کوچک نشان داده می‌شوند. برای نشان دادن عددها با ۹ رقم سروکار داریم و برای نقطه‌گذاری و دیگر منظورها نشانه‌ها (سمبل) های گوناگونی به کار می‌بریم. (ماشین تحریر من دارای ۸۲ سمبل گوناگون است و در عمل نیازهای مرا برآورده نمی‌سازد). در زبان شیمیایی، ما کار را با تنها ۶ سمبل تمام می‌کنیم.

معمولا "اتم‌ها در دنیا به صورت جداگانه دیده نمی‌شوند. اتم‌ها همیشه به طور پیوسته با یک یا چند اتم یافت می‌شوند. هنگامی که اتم‌های گوناگونی از یک نوع در کنار هم قرار می‌گیرند، عنصرهایی که در ابتدای فصل از آن‌ها نام برده شد، تشکیل می‌شوند. گاه اتم‌های دو یا چند نوع گوناگون به هم می‌پیوندند که آن‌ها را ترکیب می‌نامیم (مانند آب که از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل (ترکیب) شده است.

هر گروه از اتم‌ها (مانند هم یا از نوع‌های گوناگون) که به هم دیگر پیوسته باشند و خود به خود تجزیه نمی‌شود و به ما اجازه بررسی آن‌ها را می‌دهد، ملکول نامیده می‌شود (از واژه لاتین به معنی "جرم کوچک" گرفته شده است).

اگر اتم‌ها حروف زبان شیمیایی هستند، ملکول‌ها کلمه می‌باشند. بنابراین برای قرار دادن حروف در کنار هم و تشکیل کلمه‌های شیمیایی، مانند زبان معمولی نیاز به دستورهایی داریم. همان طور که در زبان معمولی نمی‌توانیم هر حرفی را در کنار حرف دیگری قرار دهیم، در زبان شیمیایی هم هر اتم را نمی‌توان با اتم دیگری ترکیب کرد (مثلا "حرف ر ف ه ی در زبان فارسی بی معنی است؟).

تلفظ حرف‌های شیمیایی سخت‌تر از زبان معمولی است. برای آغاز، اتم اکسیژن -O- و اتم گوگرد -S- (را در نظر می‌گیریم که هر دو دارای دو "محل اتصال" ممکن هستند، مانند حرف‌هایی که در وسط کلمه‌های زبان قرار می‌گیرند، یعنی یک حرف در قبل و یک حرف در بعد از خود دارند. اتم هیدروژن دارای