زندگی ما
به چه موادی وابسته است

اثر
ایزاک آسیموف

ترجمهٔ
دکتر محمود بهزاد

بنگاه ترجمه و نشر کتاب

بفرمان

محمدرضا شاه پهلوی آریامهر

بنگاه ترجمه و نشر کتاب

هیئت مدیره

مهندس جعفر شریف امامی

محمد سعیدی ، محمد حجازی ، ابراهیم خواجه نوری ، دکتر احسان یارشاطر

بازرس : ادوارد ژوزف

انتشارات
بنگاه ترجمه و نشر کتاب
۲۸۷

مجموعهٔ معارف عمومی

۱۱

بنگاه ترجمه و نشر کتاب

از این کتاب دوهزار نسخه با کمك سازمان برنامه و
همکاری فنی مؤسسهٔ انتشارات فرانکلین
در چاپخانهٔ زیبا به‌طبع رسید
حق طبع مخصوص بنگاه ترجمه و نشر کتاب است

مجموعهٔ معارف عمومی
شمارهٔ ۱۱
زیر نظر محمد سعیدی

زندگی ما بچه موادی وابسته است

تألیف
ایزاک آسیموف

ترجمهٔ
دکتر محمود بهزاد

بنگاه ترجمه و نشر کتاب
تهران ۱۳۴۶

غرض از انتشار **مجموعهٔ معارف عمومی** این است که یك رشته‌کتب ارزنده درفنون مختلف علوم ومعارف به معنی وسیع آن که برای تربیت ذهنی افراد وتکمیل اطلاعات آنان سودمند باشد به تدریج ترجمه شود ودر دسترس طالبان قرار گیرد .

امید می‌رودکـــه این مجموعه درمزید آشنائـــی خوانندگان با جهان دانش و مسائل علمی و فرهنگی دنیای‌امروزمؤثرواقع‌شود وفرهنگ دوستان ودانش‌ـــ پژوهان را به کار آید .

فهرست

	صفحه
۱ ـ پروتئید مهمتر از همه	۹
۲ ـ آنزیمها : پروتئیدهای تسریع‌کننده	۲۹
۳ ـ آنزیمها و امور شیمیایی بدن	٤۸
٤ ـ آنزیمها وگوارش	٦۹
٥ ـ آنزیمها و انرژی	۹۰
٦ ـ دوستان و دشمنان آنزیمها	۱۰۹
۷ ـ ویتامینهای B	۱۲٥
۸ ـ ویتامینهای دیگر	۱٤۳
۹ ـ هورمونهای پروتئیدی	۱٦۲
۱۰ ـ هورمونهای‌دیگر	۱۸۱

۱

پروتئید مهمتر ازهمه

حیات وابسته به‌پروتئید است

اگر بدن آدمی را از نزدیك مورد مطالعه قرار دهیم تعداد زیادی از مواد شیمیایی گوناگون در آن خواهیم یافت . در وهلهٔ اول و بیش از همه آب خواهیم یافت . مقدار زیادی آب در بدن هست . قریب $\frac{۳}{۵}$ بدن آب است . آب بدن از همان آب معمولی است که در هر منبعی وجود دارد .

در استخوانها و دردندانها، کانیهایی است که کاملاً شبیه کانیهای سازندهٔ سنگهای معمولی است . در خون مقدار کمی قند هست ، ولی این قند همان قندی نیست که عموماً با چای می‌خوریم بلکه منسوب بدان است . در جگر نوعی نشاسته هست که با نشاستهٔ سیب‌زمینی و ذرت تفاوت بسیار دارد . در بسیاری از نقاط بدن ، به‌خصوص در زیر پوست و در اطراف کلیه‌ها ، چربی هست .

غیر ممکن به‌نظر می‌رسدکه جاندار از این مواد معمولی بـه وجودآید. به‌راستی غیرممکن‌است ، زیرا یکی از مهمترین اجزای بدن آدمی در این لیست نیامده است . در هر بخشی از بدن نـوعی ماده هست‌که به آن **پروتئید** می‌گویند.پروتئیدبعضی از بخشهای‌بدن بیشتر ازپروتئید بخشهای دیگر است . یك پنجم خون وماهیچه‌هااز پروتئید است . یك دوازدهم مغز از پروتئید است . پروتئید مینـای دندان‌کمتر ازیك صدم است. مسئله اینجاست‌که هیچ نقطهٔ زندهٔبدن وجود ندارد که فاقد پروتئید باشد .

این واقعیت نه تنها در مورد انسان بلکه دربارهٔ همهٔ‌گیاهان‌و حیوانات صادق است . هیچ موجود زنده‌ای وجود نداردکـه دارای پروتئید نباشد . حتی‌اگرموجودات زندهٔبسیارکوچکی چون‌باکتریها را مورد دقت قرار دهیم خواهیم دیدکه حاوی پروتئیدند . اگر بـه تعمق بیشتری بپردازیم ،کوچکترین عنصرهای زنده یعنی ویروسها را نیز حاوی پروتئید خواهیم یافت .

ویروسها به‌قدری‌کوچکندکه باکتریهادرمقایسه باآنها غول‌ـ پیکرند . بعضی‌از ویروسهاآنچنان‌کوچکندکه‌اگرمیلیونها ازآنهارا پهلوی‌هم‌بچینیم ، خطی به‌درازای‌یك‌سانتیمتر به‌وجود خواهندآورد. ویروسهابه‌قدری‌کوچکندکه همهٔ اعمال حیاتی خود، جزتولید مثل، را از دست داده‌اند . تولید مثل ویروسها درون سلولهای زندهٔ سایر

موجودات زنده صورت می‌گیرد و این فرآیند[1] غالباً موجب بروز بیماری می‌شود . سرخك و فلج اطفال و زکام از بیماریهایی هستند که تولید مثل ویروسها در سلولهای بدن آدمی مسبب آنهاست .

کوچکترین ویروسها ظاهراً فقط از موادی ساخته شده‌اندکه برای حیات اهمیت اساسی دارند. درپیکر این ویروسها جایی برای مواد غیر اساسی وجود ندارد . تذکر این نکته واجد اهمیت است‌که پیکر ویروسها را چیزی جز نوعی پروتئید دارای ساختمان پیچیده به‌نام **نوکلئو پروتئید** نمی‌سازد .

نوکلئوپروتئیدشامل‌نوعی‌ماده‌به‌نام **اسیدنوکلئیك**[2] همراه‌پروتئید است . اسید نوکلئیك امروزه عامل‌کنترل رفتار و خصوصیات سلولی شناخته شده‌است. اسیدنوکلئیك ازطریق ساختن‌پروتئیدهای‌مخصوص چنین‌کنترلی را اعمال می‌کند .

قریب‌صدوبیست سال‌پیش‌که برای نخستین بارپروتئید ازبافت زنده استخراج شد، دانشمندان متوجه شدندکه این ماده خصوصیات ویژه‌ای دارد . حتی از نامش می‌توان به این مسئله پی برد . یك دانشمندشیمی‌حیاتی‌هلندی به‌نام **مولدر**[3] که درسال ۱۸۳۸ برای‌نخستین بارکلمهٔ «پروتئید» را به‌کاربرده ، این‌کلمه را از لغت یونانی به‌معنی « در درجهٔ اول اهمیت »گرفته است .

محققاً تا آنجاکه به‌حیات مربوط‌است ، پروتئید در درجهٔ‌اول

۱ـ Processus ۲ـ Nucleic Acid ۳ـ Mulder

اهمیت قرار دارد .

دراین کتاب علت اهمیت پروتئید بیان خواهد شد، سپس دربارهٔ نقشی اساسی که گروهی از پروتئیدها به‌نام **انزیمها**[1] ایفا می‌کنند به‌بحث خواهیم پرداخت .

اجزای سازندهٔ پروتئیدها

اینك باید دیدکه پروتئیدها از چه ساخته شده‌اند .

امروزه کسی نیست که نداند همهٔ اشیا از اتم ساخته شده‌اند . اتم به‌قدری کوچك است که کوچکترین ویروسها میلیونها از آنها را حاوی هستند . پروتئیدها نیز چون سنگها و ستارگان و در واقع چون همهٔ اشیا از اتم ساخته شده‌اند .

همهٔ اتمها یك جور نیستند بلکه انواع گوناگون اتم وجوددارد. خواص اتمها از بسیاری جهات با یکدیگر تفاوت دارد و این تفاوت به‌صورتی است که شیمی‌دانها با روشهایی ،که در دویست سال اخیر همواره در تکمیل بوده‌است ، توانستندآنها را بشناسند . به هر نوع اتم نام مخصوصی داده‌اند و انواع اتمها را عنصرها[2] می‌گویند . ما با بعضی از عنصرها چون طلا و نقره و آهن و مس آشنایی داریم ولی بعضی دیگر به‌قدری نامأنوسندکه فقط شیمی‌دانهای حرفه‌ای دربارهٔ آنها اطلاع دارند .

با درنظرگرفتن عظمت جهان و تنوع بینهایت اشیا این تصور

۱ــ Enzymes ۲ــ Elements

پیش می‌آیدکه تعداد عنصرها باید بسیارزیاد باشد، ولی چنین‌نیست. تا امروز بر رویهم ۱۰۳ عنصر مختلف شناخته‌اندکه بسیاری از آنها بسیار نادرند. ۹۹ در صد آنچه راکه از نوك بینی خـود تا دورترین ستاره‌ها می‌بینم از۱۲عنصر ساخته شده است.

اتم به‌ندرت‌به‌طور آزاد وجود دارد وعموماً به‌صورت‌گروههایی باابعادمتفاوت موجودند.هرگروه اتمها را **مولکول**[1] می‌گویند .موادی که در اطراف خود می‌بینم، دارای خواص مولکولهایی هستند کـه آنها را به‌وجودآورده‌اند نه‌خواص اتمهای سازندهٔ خود. درحالی‌که تعدادانواع اتمها از۱۰۳متجاوز نیست، هزارها هزار نوع مولکول وجود دارد، زیرایك‌نوع‌اتم‌می‌تواند جزء مولکولهای‌گوناگون‌باشد. هر مولکولی‌که از دواتم یا ازاتمهای متنوع ساخته شده باشد ،ماده دارای آن مولکولها را مادهٔ **مرکب**[2] می‌گویند.

مواد مرکب از اتمهای سازندهٔ خود ممکن است بسیارمتفاوت باشند. مثلاً مولکول آب سه اتم دارد: دواتم ئیدروژن و یك اتـم اکسیژن. اکسیژن وئیدروژن حالت‌گازی دارند. ئیدروژن‌گازسبکی است وسبکترین‌گازهای‌شناخته شده‌است. زمانی‌آن‌رابرای‌پرکردن بالنها برای صعود به‌هوا به‌کار می‌بردند. اشکال این مسئله آن بود که ئیدروژن به آسانی‌آتش می‌گرفت وبه‌کاربردن آن موجب وقوع سوانح وحشتناك بسیار می‌شد. اکسیژن بخشی از هوایی است که‌ما

۱ـ Molecule ۲ـ Compound

را در میان گرفته است. در واقع یك پنجم هوا اکسیژن است وهمین گاز هواست که برای زندگی لازم است . حیوانات خشکی اکسیژن هوا را به‌درون ششهای خود می‌کشند وبا این عمل آن را دردسترس سلولهای بدن قرار می‌دهند .

اکنون آشکار شدکه آب ،گرچه از دوگازئیدروژن واکسیژن ترکیب شده است،کاملاً با آنها تفاوت دارد . در درجهٔ اول آب‌حالت گازی ندارد بلکه در شرایط عادی‌مایع است ، از این‌گذشته نه‌مانند ئیدروژن آتش می‌گیرد و نه‌مانند اکسیژن بدرد تنفس مـی‌خورد . (حتی ماهیها هم در موقع تنفس از خود آب استفاده نمی‌کنندبلکه مقادیرکم اکسیژن محلول درآن را ، که اقیانوسها ازهواگرفته‌اند ، به‌وسیلهٔ ششهای خود جذب می‌کنند).

مولکول آب مولکول بسیار ساده است . مولکـول پیچیده‌تر از مولکول آب مولکول قند معمولی است که ٤٥ اتم از سه نـوع مختلف در بردارد . در قند ئیدروژن و اکسیژن ،که قبلا از آنهایاد شده است ، وجود دارد ، عنصر سوم‌آن کربن است .

کربن عنصری است که به‌صورتهای گونـاگون وجود دارد و از این نظر در رأس سایر عنصرهاست . همهٔ ما چند صـورت آن را به‌خوبی‌می‌شناسیم . **زغال‌سنگ** سخت،کربن تقریباً خالص است. **گرافیت**[1] که مغز مدادهای سیاه از آن است نیز چنین است . دوده‌ای‌کـه در

۱ــ Lead

سطح داخلی لولهٔ بخاری می‌نشیند نیز کربن است . کربن در این سه حالت سیاه وتیره‌است ولی وقتی‌که می‌بینیم‌الماس شفاف و درخشنده هم‌کربن است در شگفت خواهیم شد. مسلماًتفاوت بسیار زیادی‌میان زغال سنگ و الماس به‌نظر می‌رسد وهیچ بانویی ازداشتن انگشتری بانگین دارای‌گرافیتهای کوچك ، دلخوش نخواهد شد . با همهٔ این احوال همهٔ اینها صورتهای‌گوناگون یك عنصر یعنی‌کـربن هستند . تفاوت صورتهای متفاوت‌کربن دروضع ترتیب اتمهای آن است بدین معنی که اتمهای‌کربن در الماس بسیار فشرده‌ترند و حـال‌آنکه در ذغال سنگ وگرافیت شل‌ترند .

کربن از جهات دیگر نیز تغییر پذیر است . غالب اتمها بـه صورتهای‌محدود با سایر اتمها ترکیب می‌شوند ومولکولهای‌کوچك به‌وجود می‌آورند و حال آنکه‌کربن از این نظرکاملاً باسایر اتمها تفاوت دارد . اتمهای‌کربن با یکدیگر و با اتمهای دیگـر به‌مقدار نامحدود ترکیب می‌شوند . پس مولکولهای حاوی‌کربن می‌توانند به صورتها و اندازه‌ها وانواع‌گوناگون درآیند . تعداد موادی‌که کربن دارند بسیار بیشتر از موادی است‌که از ترکیب بقیهٔ ۱۰۲ عنصرباقی مانده حاصل شده‌اند .

کربن‌به‌صورتهای‌گوناگون با ئیدروژن‌ترکیب می‌شود وموادی چون‌گازروشنایی وبنزین ونفت چراغ، مایعات مخصوص خشك‌شویی وسوخت فندکها واسفالت‌وازلین به‌وجودمی‌آورد .کربن بائیدروژن

و اکسیژن ترکیب می‌شود و قند و نشاسته و چوب و چربی می‌سازد. بالاخره کربن با اکسیژن و ئیدروژن و نیتروژن و گوگرد ترکیب می‌شود و مواد پروتئیدی می‌سازد.

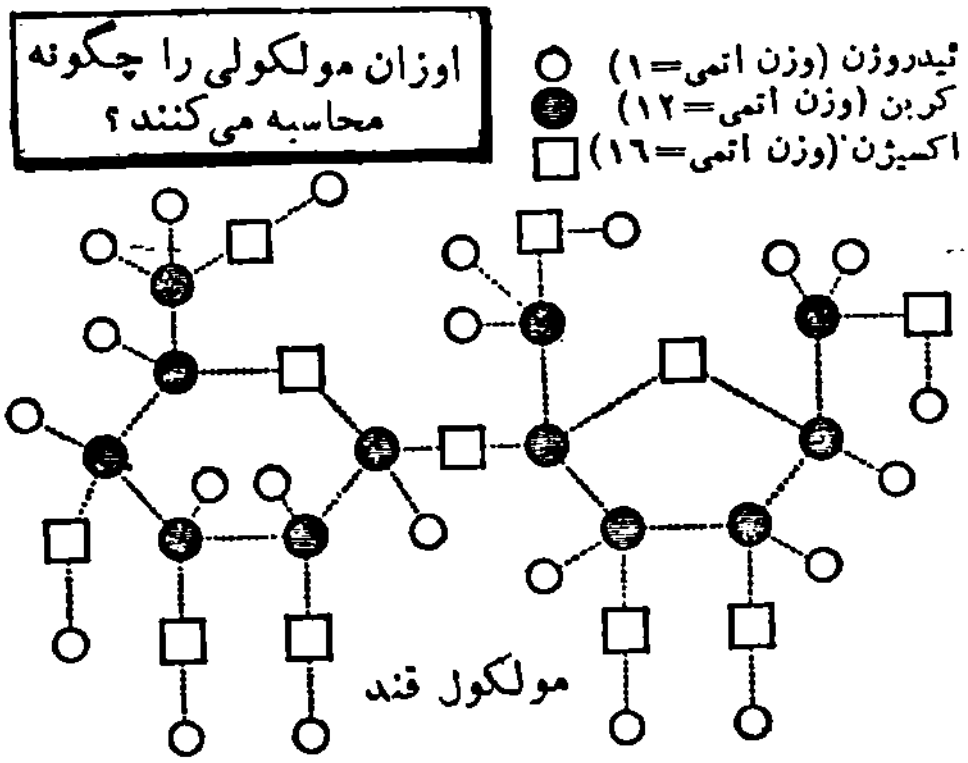
در اینجا از دو عنصر دیگر نام برده شدکه جا دارد کلمه‌ای دربارهٔ هر یك گفته شود. نیتروژن گاز است و مانند اکسیژن درهوا هست. در واقع بخش اعظم هوا نیتروژن است و چهار پنجم آن را به وجود می‌آورد. نیتروژن به خلاف اکسیژن هیچ‌گونه استفاده‌ای به حالت گازی برای بدن ندارد. نیتروژن با هوای تنفسی واردششها می‌شود وبدون آنکه تغییری حاصل کند از آنها بیرون رانده‌می‌شود ولی نیتروژن به صورت مواد مرکب بسیار مفید است و بخش اصلی کودها ومواد منفجره مانند TNT ونیتروگلیسیرین و پروتئیدهاست.

گوگرد مادهٔ زردجامدی‌است که با شعله‌ای آبی درهوامی‌سوزد و بوی زننده‌ای تولید می‌کند. گوگرد با ئیدروژن ترکیب می‌شود و ماده‌ای گازی به‌وجودمی‌آوردکه بوی بدی دارد. این گاز ازتخم‌مرغ گندیده برمی‌خیزد.

اکنون می‌توانیم به‌پرسشی که این فصل را باآن آغازکرده‌ایم پاسخ‌بگوییم: «مولکول‌پروتئید همیشه‌حاوی‌اتمهای‌کربن وئیدروژن و اکسیژن و نیتروژن است و عموماگوگرد هم دارد، وگاهی نیز ممکن است انواع دیگر اتمها نیز در پروتئیدها یافت شود.» ولی‌از آن اتمها در فصلهای آیندهٔ این‌کتاب یاد خواهیم‌کرد.

ابعاد پروتئیدها

باید دیدکه چه‌چیزی باعث شده است پروتئیدها وضعی چنین غیر معمولی پیداکنند؟ آن چیز این است‌که مولکول پروتئیدبسیار بزرگ است. برای آنکه نشان دهیم بزرگ بودن مولکول چه‌معنی دارد وزن چند اتم و مولکول را مورد دقت قرار خواهیم داد.



۱۲ اتم کربن ۱۴۴=۱۲×۱۲
۲۲ اتم ئیدروژن ۲۲=۱×۲۲
۱۱ اتم اکسیژن ۱۷۶=۱۶×۱۱
۳۴۲

همهٔ اتمها بینهایت سبك هستند. میلیاردها میلیارد از آنها با هم، وزنی معادل وزن‌سبکترین‌ذرات غبار دارند. یکی ازمعجزات

علم این این است که توانسته است، علی‌رغم کوچك بودن اتمها ، وزن آنها را پیدا کند .

به‌طوری که معلوم شده اتم ئیدروژن سبکترین اتمهای موجود است ورسم براین است که وزن آن را واحد حساب می‌کنند . به‌زبان علمی‌تر وزن اتمی ئیدروژن ۱ است . اتم کربن ۱۲ بار سنگین‌تر از اتم ئیدروژن است،پس وزن اتمی آن ۱۲ است . به‌همین روش وزن اتمی نیتروژن۱٤ و از اکسیژن ۱٦ و ازگوگرد ۳۲ است .

برای به‌دست‌آوردن وزن یك مولکول فقط کافی است که وزن اتمهای سازندهٔ آن را جمع کنیم . مثلامولکول ئیدروژن فقط دو اتم ئیدروژن داردکه وزن هریك۱ است. پس وزن مولکول ئیدروژن ۲ است . به‌همین قیاس مولکول نیتروژن که از دو اتم نیتروژن باوزن اتمی۱٤ساخته شده است دارای وزن مولکولی۲۸ ومولکول‌اکسیژن که از دو اتم اکسیژن دارای وزن اتمی ۱٦ ساخته شده است ، دارای وزن مولکولی ۳۲ است .

درمولکولهایی که ازاتمهای گوناگون ساخته شده‌اند نیزهمین قاعده به‌کارمی‌رود . مولکول آب که یك اتم اکسیژن ودواتم‌ئیدروژن دارد ، وزن مولکولی ۱+۱+۱٦ یا ۱۸ دارد .

چنانکه‌درصفحات‌پیش‌اشاره کردیم،مولکول آب مولکول نسبتاً کوچکی است . مولکول قند معمولی به‌عکس ۱۲ اتم‌کربن و ۲۲ اتم ئیدروژن و ۱۱ اتم اکسیژن دارد . وزن ۱۲کربن بر روی هم ۱٤٤ و

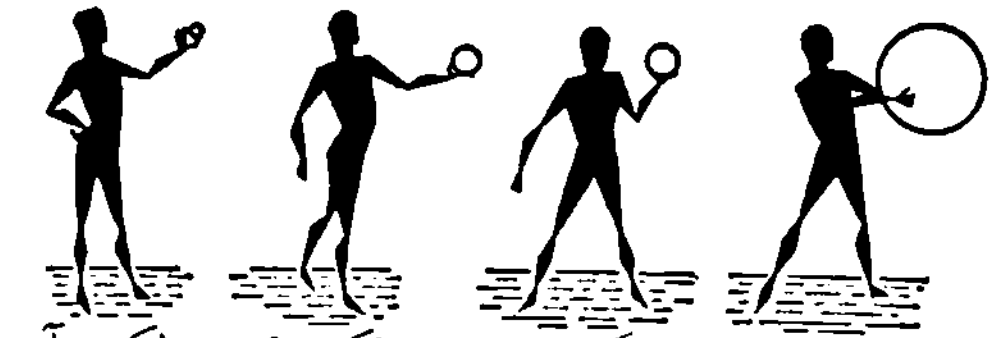
وزن ۲۲ ئیدروژن ۲۲ و وزن ۱۱ اکسیژن ۱۷۶ است ـ وقتی که همهٔ این اعدادرا با هم جمع کنیم وزن مولکولی قند معمولی ۳۴۲خواهد شد . این عدد از عددی که برای وزن مولکولی آب هست ، بسیار بزرگتر است ولی حد اکثر نیست . در مولکول یك نوع چربی۱۷۰ اتم هست و وزن مولکولی آن قریب ۹۰۰ است .

اکنون برای بررسی وزن مولکولی پروتئید آمادگی داریم . امّا باید دیدکه از این نظر چگونه با قند و چربی مقایسه می‌شود ؟ بدیهی است تعداد انواع گوناگون پروتئیدها بیشمار است ، ولی ، ما پروتئیدی را انتخاب می‌کنیم که در شیر هست و دربارهٔ آن مطالعهٔ نسبتاً کافی شده است . در مولکول این پروتئید ۵۹۴۱ اتم هست . از این تعداد ۱۸۶۴ اتم کربن ۳۰۱۲ اتم ئیدروژن و ۵۷۶ اتم اکسیژن و ۴۶۸ اتم نیتروژن و ۲۱ اتم گوگرد هست . وزن مولکول این پروتئید چنانکه با محاسبهٔ ساده می‌توانید پیداکنید ، بسیار زیاد و بالغ بر ۴۲۰۲۰ است . پس مولکول این پروتئید ۴۵ بار بزرگتر از مولکول چربی و ۱۲۰ باربزرگتر از مولکول قند است .

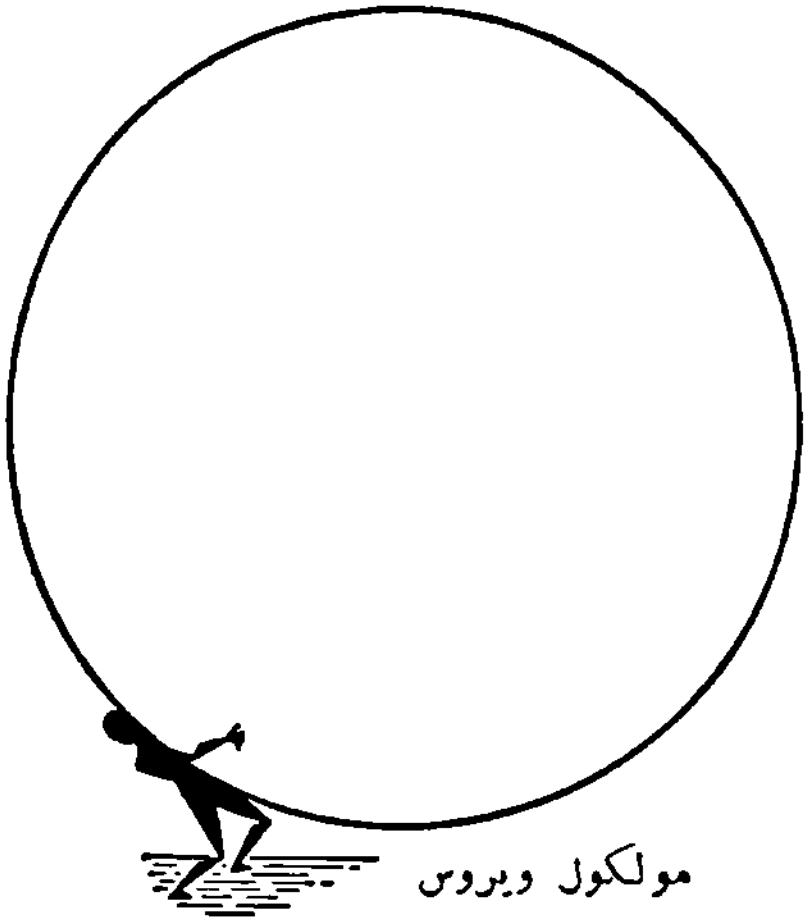
اما این پروتئید نمونهٔ سادهٔای است . زیرا پروتئیدی نسبتاً کوچك است . پروتئیدهای متوسط وزن ملکولیی درحدود ۶۰٫۰۰۰ دارند. بسیاری ازپروتئیدهاوزن مولکولی بیش از این دارند . مثلاً بعضی ازپروتئیدهای خون صدف دریایی وزن مولکولی۴٫۰۰۰٫۰۰۰ دارند . و وزن مولکولی‌بعضی از ویروسها ده‌ها میلیون و حتی‌صدها

میلیون است.

اندازهٔ مولکولها



مولکول پروتئید مولکول چربی مولکول قند مولکول آب



مولکول ویروس

بزرگ بودن مولکول ممکن است فی‌نفسه بسیار مفید باشد. بدن با مولکول پروتئیدکارهایی می‌تواند انجام بدهدکه آن‌کارها با مولکولهای‌کوچکتر میسر نیست. مانند آن است‌که به شما اختیار بدهندکه‌جشن‌تولدتان رادرسالن بزرگ‌یك هتل‌مجلل یا درساختمان یك اطاقه‌ای استیجاری برگزارکنید. آشکار است‌که در سالن‌مجلل امکانات بیشتری وجود دارد. (مشروط به اینکه مسئلهٔ پول درمیان نباشد).

پیچیدگی پروتئیدها

آیا بزرگ بودن مولکول پروتئید کافی است؟ ممکن است مولکول بزرگ‌پروتئید چون سالن بزرگی بی‌مبل وبی‌دستگاه تهویه باشد. در این صورت برگزاری جشن تولد در اطاق‌کوچك مرجح خواهد بود.

مولکولهایی‌وجوددارندکه چون پروتئیدها بزرگند ولی‌بسیار کمترازپروتئیدهامورد استفاده‌اند. مثلاً بیشترچوب‌معمولی‌از **سلولز**[۱] مرکب است. مولکول سلولز بسیار بزرگ است ولی تنها استفاده‌اش برای‌گیاه سفت بودن آن است‌که چون «دیواری» به دور سلولهای گیاهی‌کشیده شده است. نیز مادهٔ نشاسته مانندی به‌نام **گلیکوژن**[۲] که درکبد حیوانات‌هست مولکول بسیار بزرگ دارد ولی فقط به‌مصرف سوخت بدن می‌رسد. از طرف دیگرپروتئیدها میلیونها میلیاردعمل

۱ـ Cellulose ۲ـ Glycogen

گوناگون در بدن انجام می‌دهند.

باید دید که علت آن چیست. این راز هنگامی از پرده بیرون می‌افتد که سلولز یا گلیکوژن را تحت اثر بعضی از اسیدها قرار دهیم. این اسیدها سبب می‌شوند که مولکول سلولز یا گلیکوژن به بخشهای کوچکتر تجزیه شود. کوچکترین بخشهایی که از تجزیهٔ هردو ماده به‌دست می‌آید یك چیز است. و آن مولکولهای **گلوکز**[1] است. گلوکز نوعی قند است که درخون هست و تاحدی از قند معمولی ساده‌تر است.

به‌عبارت دیگر مولکول سلولز درحکم گردن‌بندی است که از هزارها مولکول گلوکز به‌هم‌نخ کرده شبیه تسبیح، ساخته شده است. مولکول گلیکوژن نیز از همین گلوکزها ولی طبق طرحی دیگر ساخته شده است.

ظاهراً علت محدود بودن تغییر پذیری وضع گلیکوژن و سلولز این است که از یك نوع مولکول ساخته شده‌اند. این مسئله درمورد سایر «درشت مولکولها»[2] (به استثنای پروتئیدها) که از یك یا گاهی دو نوع واحد ساخته شده‌اند نیز صادق است. مثل آن است که شما را مأمور کنند زبانی اختراع کنید که فقط از یك حرف ساخته شده باشد، در این صورت کلماتی خواهید داشت که عبارت خواهد بود از aa یا aaaa یا aaaaaaaaaaaaaaa. به‌این حساب تعداد کلمات چنین زبانی به تعداد a هایی خواهند بود که به‌دنبال هم ریسه می‌کنند، پس

۱ـ Glucose ۲ـ Macromolecules

زبان رضایت‌بخشی از آب در نخواهد آمد . اگر مجاز باشید که دو حرف به‌کار برید ، جریان امر اندکی بهترخواهدشد . اگر سه‌حرف به‌کار برید از آنهم بهتر خواهدشد وبهتر از آن وقتی‌که بیست حرف به‌کار برید .

زبان آخری درست همانند مورد پروتئیدهاست . هنگامی‌که اسید برروی پروتئیدها اثر می‌دهیم ، مولکول آنها به‌تعدادی از مولکولهای کوچکتر تجزیه می‌شود . این مولکولهای کوچك را **اسیدهای‌امینه**[۱] می‌گویند ویك جور نیستند . در حدود بیست نوع‌اسید امینه وجوددارد‌که بزرگی ووزن مولکولی آنها متفاوت است ووزن مولکولی آنها از ۹۰ تا ۲۵۰ می‌رسد . اسیدهای امینه ممکن است به‌صورتهای گوناگون گرد هم آیند . هروقت‌که وضع ترتیب آنها اندکی با یکدیگر تفاوت حاصل‌کند پروتئیددیگری به‌وجود می‌آید که تفاوتش با پروتئید قبلی‌کم است .

چند نوع ترکیب‌درون مولکول یك‌پروتئیدامکان پذیراست؟ در یك پروتئید متوسط بر روی هم قریب۵۰۰ اسید امینه هست ولی ما می‌توانیم مسئله را با تعدادکمتری روشن سازیم . فرض می‌کنیم پروتئیدی از دو اسید امینهٔ a و b مرکب باشد . این دواسید امینه‌دو نوع‌می‌توانند باهم قرارگیرند نوع ab و نوع ba . اگر سه نوع‌اسید امینه a و b و c داشته باشیم. شش نوع ترکیب از آنها خواهیم‌داشت

۱ــ Amino - Acids

abc و acb و bac و bca و cab و cba . تعداد انواع ترکیبهای چهار نوع اسید امینه ۲٤ خواهد بود . یافتن ۲٤ نوع ترکیب آسان است و خوانندهٔ محترم می‌تواند خود را بدان مشغول دارد .

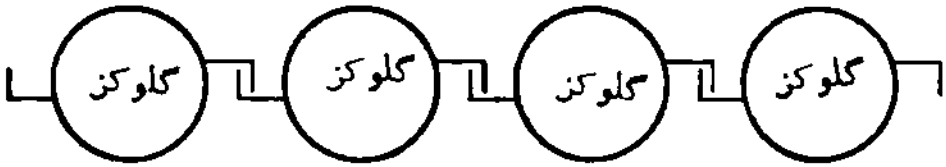
هرچه‌تعداد اسیدهای‌امینه بیشترباشد،تعداد انواع ترکیبهای ممکن بیشتر خواهد شد . با ده اسید امینه ، تعداد انواع ترکیبها بیش از ۳٫۵۰۰٫۰۰۰ خواهد بود و اگر تعداد اسیدهای امینه ۲۰ باشدقریب ۲٫۵۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰ نوع ترکیب خواهیم داشت (گرچه باور نکردنی به‌نظر می‌رسد ولی واقعیت است . اگر خواننده محترم در آن شك دارد ، بهتر است‌که تعداد ترکیبهای‌شش اسید امینه‌ای را حساب‌کند . احتمال دارد که پیش از نوشتن همهٔ انواع‌ترکیبها خسته شود) .

در مورد پروتئیدهای دارای ۵۰۰ اسید امینه ، اگر چه ۵۰۰ اسید امینه همه ازانواع نا متشابه نیستند ولی‌تعداد ترکیبهای‌ممکن به‌قدری زیاد است‌که تنها می‌توان آن را با نوشتن عدد ۱ وگذاشتن ۶۰۰ صفر در سمت راست آن نشان داد .

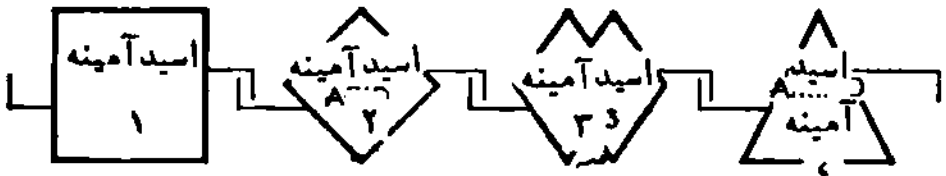
این عدد بزرگتر ازتعداد همهٔ اتمهای موجود در جهان است. از اینجامی‌توان به‌خوبی فهمیدکه با۲۶حرف الفبای زبان انگلیسی چه تعداد کلمه می‌توان ساخت !این تعداد نه‌تنها شامل‌کلمات‌موجود کنونی خواهد بود بلکه شامل‌کلماتی‌که تا حدود ۵۰۰ حرف داشته باشند ، به‌خصوص‌کلمات غیرقابل تلفظ ، نیز خواهد بود .

فراموش نشود کـه هرترتیبی از اسیدهای امینه ، پروتئیدی به‌وجود خواهد آوردکه اندکی با دیگر پروتئیدهـا تفـاوت دارد . بنابراین تعجبی‌نخواهد داشت‌اگردیده‌شودبدن پروتئیدهای‌گوناگون برای انجام‌کارهای متفاوت ترتیب می‌دهد ، بدون آنکه بیم آن رود که تعداد انواعی‌که ممکن است به‌وجود آید پایان یابد . نیز تعجبی

مولکولهای درشت چگونه به وجود می‌آیند .



بخشی از یك مولکول نشاسته



بخشی از یك مولکول پروتئید

نخواهد داشت اگرمادهٔ زندهٔ جز با مولکولهایی از این قبیل ساخته نشود .

چند پروتئید معروف

ممکن است‌توجه نکرده باشیدکه هرگز پروتئیدی دیده‌ایدیا نه . اگر توجه نداشته‌اید مطمئن باشیدکه دیده‌اید . موهای سرتان

مثالی از پروتئید تقریباً خالص است . ابریشم نیز چنین است . پروتئید موراکرائین[1] و پروتئید ابریشم را **فیبروئین**[2] می‌نامند .

هم کراتین و هم فیبروئین از پروتئیدهای نسبتاً ساده‌اند . مولکولهای اسیدهای امینهٔ سازنده آنها به‌دنبال هم به‌صورت خط راست کما بیش درازی ، ریسه شده‌اند . چنین ریسه‌ای از اسیدهای امینه را **پلی‌پپتید**[3] می‌نامند . در دههٔ سال ۱۹۴۰ شیمی‌دانها موفق شدند زنجیرهای پلی پپتیدی کاملاً دراز در آزمایشگاه بسازند. ولی در این زنجیرها یك یا دو نوع اسید امینه بیشتر نبود .

در دههٔ سال ۱۹۵۰ شیمی دانها موفق شدندکه اسیدهای امینهٔ گوناگون را به ترتیب دلخواه کنار هم قرار دهند . در سال ۱۹۶۰ پروتئیدی مرکب از ۲۳ اسیدامینه در آزمایشگاه ساخته شد. خصوصیات این پروتئید شبیه خصوصیات مولکولهای پروتئیدی کوچکی بود که در بدن ساخته می‌شود . ولی از پروتئید ۲۳ اسید امینه‌ای تا پروتئیدهای بزرگ مرکب از صدها وهزارها اسید امینه که بدن می‌سازد ، فاصلهٔ زیادی موجود است .

با همهٔ این احوال ،فیبروئین از پروتئیدهایی که در آزمایشگاه خلق شده‌اند چندان پیچیده‌تر نیست . در مولکولش فقط ۳۵۰ اسید امینه هست که از چهارده نوعند ولی از ۱۱ نوع آن تعدادکمی موجود است. ۸۵ در صد مولکول فیبروئین را سه نوع اسید امینه به‌وجود

۱ـ Keratin ۲ـ Fibroin ۳ـ Polypeptide

می‌آورد و آن سه نوع ساده‌تر ازسایرانواع هستند و روی این‌اصل است‌که ابریشم نقشی حیاتی در زندگی ایفا نمی‌کند و تنها فایده‌اش این است‌که‌کرم ابریشم از آن پیلهٔ نرمی برای خود می‌سازد .

پروتئیدهایی چون‌کراتین و فیبروئین را **پروتئیدهای رشته‌ای**[۱] می‌گویند . این نوع پروتئیدها عموماً محکم و سخت و سفت هستند و هنگامی مورداستفاده قرارمی‌گیرندکه بدن به‌تکیه‌گاه یا محافظی نیازمند باشد. مثلا کراتین نه‌تنها قسمت اعظم‌پروتئید مو هست بلکه در پوست و ناخن وسم و فلس و شاخ و پر نیـز چنین است . پروتئید رشته‌ای دیگری به‌نام **کولاژن**[۲] هست‌که در غضروف و ربـاط و زردپی وجود دارد .

پروتئیدهای مهم واقعی **گلبولینها**[۳] هستند . در این پروتئیدها ، زنجیرهای پلی پپتیدی فقط به صورت خطهای راست نیستنـد بلکه شکل حلقه‌ها و مارپیچهای درهمی دارندکه در هرنوع پروتئیدی به وضعی خاص است ودر دوپروتئید متفاوت یك جور نیست .گلبولینها کارهای اصلی حیاتی را به‌عهده دارند و قویترین و اسرارآمیزترین آنها آنزیمها هستند که در فصل بعد ازآنها بحث خواهیم‌کرد .

خلاصهٔ فصل

مهمترین مواد سازندهٔ بدن پروتئیدها هستند . پروتئیدهـا از پنج نوع عنصر متفاوت ساخته شده‌اند:کربن ، ئیدروژن ، اکسیژن ،

۱ـ Fibrous-Proteins ۲ـ Collagen ۳ـ Globular Proteins

نیتروژن وگوگرد . مولکول پروتئید بسیار بزرگ است و صدها و هزارها بار بزرگتر از مولکول مواد دیگرمثلا آب است . مولکول پروتئید از بیست نوع مولکول کوچکتر به‌نام اسیدهای امینه ساخته شده است. اسیدهای‌امینه به دنبال‌هم مانند مرواریدهای یك‌گردنبند به‌صورت خط مستقیمی با هم ریسه می‌شوند تا مولکول پروتئید رابه وجود آورند . چون اسیدهای‌امینه به‌روشهای‌گوناگون می‌توانند با هم ریسه شوند ، انواع‌گوناگون پروتئید به‌وجود می‌آورند .

۲

آنزیمها : پروتئیدهای تسریع کننده

کاتالیزور معجزه آسا

یکی از شیشه‌هایی که در جعبهٔ داروهـا هست رویش برچسب «آب‌اکسیژنه» چسبانده‌اند. آب‌اکسیژنه‌ای که‌ازداروخانه می‌خریم خالص نیست ، زیرا آب‌اکسیژنه خالص قویتر از آن است که به ـ بریدگیها و خراشهـای بدن زده شود . آب اکسیژنه‌ای که به‌زخم می‌زنیم‌فقط ۳ درصدآب‌اکسیژنهٔ خالص دارد و۹۷درصد بقیهٔ آن‌آب معمولی‌است ، ولی هروقت‌که دراین‌کتاب ازآب اکسیژنه نام‌می‌بریم منظور خالص آن است .

آب اکسیژنه خویشی بسیار نزدیك باآب دارد . مولکول‌آب دواتم ئیدروژن ویك اتم اکسیژن دارد وحال آنکه در مولکول آب اکسیژنه دواتم ئیدرژن ودواتم‌اکسیژن هست . ولی‌اتم دوم اکسیژن درمولکول آب اکسیژنه وضع پایداری ندارد . ترکیب شدن دواتم

ئیدروژن و یك اتم اکسیژن صورتی بسیار بـا ثبات دارد و اکسیژن اضافی در واقع مزاحمی بیش نیست . درنتیجه مولکول آب اکسیژنه اکسیژن دومی را آزاد می‌کند وبه‌آب قابل اطمینان تبدیل می‌شود. شیمی دانها به‌این خصوصیت آب اکسیژنه « ناپایداری »[1] می‌گویند .

وسیله‌ای برای جلوگیری از ایـن « تجزیهٔ » آب اکسیژنه وجود ندارد . باگذشت زمان محتوی شیشهٔ آب اکسیژنه ضعیفتر می‌شود وسرانجام بی‌فایده می‌گردد . بهترین کاری که می‌شود کرد این است که تجزیه شدن آن را به تأخیر اندازند . مثلاً نور زیاد فرار اکسیژن زیادی را از مولکول آب‌اکسیژنه تسریع می‌کند بنابراین مایع را در شیشه‌هـای قهوه‌ای ، که نـور کم از آن عبور می‌کند ، می‌ریزند . نیز هرچه گرما بیشتر باشد تجزیهٔ آب اکسیژنه سریعتر انجام می‌گیرد . روی همین اصل است که روی برچسب آب‌اکسیژنه نوشته است که : « در جای خنك نگهداری شود » .

اکسیژنی که از آب اکسیژنه فرار می‌کند ، بسیار قوی است و بسیـاری از موجودات زندهٔ میکروسکوپی را می‌کشد به‌طوری که می‌توان آن را به‌عنوان ضد عفونی کننده به‌کار برد. نیز ممکن‌است با مواد رنگی گوناگون ترکیب شود ورنگهای آنها را از بین ببرد . این فرایندرا **رنگ بری**[2] می‌گویند. رنگ‌مورانیز می‌برد (**خودسرانه به‌این کار دست نزنید**) وشاید شنیده‌اید که می‌گویند « موخرمایی آب

۱ـ Unstability ۲ـ Bleaching

اکسیژنه‌ای ».

علاوه برگرما و نور عوامل دیگری برای تسریع تجزیهٔ آب اکسیژنه هست. اگر برادهٔ آهن به‌آب اکسیژنه اضافه شود، فرار اتمهای اکسیژن به‌قدری سریع انجام می‌گیرد که حبابهای آن را با چشم می‌توانید ببینید. (در خانه به این کار اقدام نکنید). اکنون ببینیم که چرا چنین می‌شود؟ ظاهراً آهن کاری انجام نمی‌دهد و در پایان آزمایش، هیچ تغییر نمی‌کند. وقتی که تجزیهٔ آب اکسیژنه پایان یافت می‌توان مایع را بیرون ریخت و برادهٔ آهن را برای تجزیه مقادیر دیگری آب اکسیژنه به‌کار برد. همان برادهٔ آهن را برای تجزیهٔ هر مقدار آب اکسیژنه‌ای که بخواهید می‌توانید به‌کار برید. این تنها مثالی نیست که تأثیر یك ماده را روی مادهٔ دیگر نشان می‌دهد بلکه هزارها هزار مورد وجود دارد که در آنها مقدار کمی از یك ماده تغییرات مقادیر زیادی از مولکول مادهٔ دیگر را تسریع می‌کند و به مقادیر زیاد مولکول دیگر تبدیل می‌نماید.

چنین موادی را که ظاهراً، وجودشان در تغییر دادن مواد دیگر ضرورت دارد وخودمتحمل تغییر نمی‌شوند **کاتالیزور**[1] می‌گویند و تسریع‌کننده واکنشهای شیمیایی خوانده می‌شوند.

درصنعت به‌وفور و به‌صورتهای گوناگون ازکاتالیزورها استفاده می‌کنند. یکی از معروفترین کاتالیزورها **پودرپلاتین** است. این

۱ـ Catalysts

کاتالیزور بسیارگران است . در نتیجه **پودرنیکل** را که مانند پودر پلاتین کار می‌کند ولی ارزان است ، به‌جای آن به‌کار می‌برند .

اکنون موردی از استعمال نیکل شرح داده می‌شود . بعضی از روغنهای‌گیاهی مانند روغن پنبه طعم نامطبوع دارند و در طباخی نمی‌توان ازآنها استفاده کرد ، ولی اگر آنها را ئیدروژنه‌کنند نیمه جامد می‌شوند و به‌خوبی برای طبخ به‌کار می‌روند . نیز ارزانتر از روغنهای حیوانی‌چون دنبه وکره‌اند . فرایند نیمه جامد شدن‌روغن باکندی بسیار صورت می‌گیرد ولی مقدار بسیارکم پودرنیکل آن را به طرز عجیبی تسریع می‌کند . پس به‌خاطر وجود یك‌کاتالیزوراست که‌ما می‌توانیم روغنهای‌نباتی تهیه‌کنیم .

آب خود برای بسیاری از فرایندها کاتالیزور است . در فصل پیش اشاره شدکه ئیدروژن به‌آسانی می‌سوزد . این عمل هنگامی واقع می‌شودکه اندکی آب وجود داشته باشد . اگر هوا و ئیدروژن کاملا خشك‌باشند ، ئیدروژن نخواهد سوخت . اگر حرارت به‌اندازه کافی زیاد باشد یك‌قطره آب درمخلوط ، موجب‌انفجار آنی‌ئیدروژن خواهد شد .

کاتالیزور از بسیاری جهات خواص جادویی نشان می‌دهد . بنابراین‌چقدر شگفت‌انگیز است‌که بدن ماهزاران کاتالیزور مختلف دارد و برای خود آنها را ساخته است .

ممکن‌است‌طرزکاریکی ازکاتالیزورهای بدن را شخصاً مشاهده

کرده باشید. اگر روزی آب اکسیژنه روی بریدگیی از بدنتان ریخته باشید دیده‌اید که بافت مربوط فوراً کف می‌کند. تجزیهٔ آب‌اکسیژنه، باچنان‌سرعتی صورت‌می‌گیرد که مایع به‌علت ظهور حبابهای‌اکسیژن سفید می‌شود .

کاتالیزوری ازبدن‌که مسبب این تجزیه‌هست‌نام مخصوصی‌دارد وآن **کاتالاز**[1] است .کاتالاز جزءگروه بزرگی ازکاتالیزورهای‌بدن‌است. هرکاتالیزوری از این گروه ، درست به همان‌گونه که کاتالاز تجزیهٔ آب اکسیژنه را تسریع می‌کند، تجزیهٔ ماده‌ای راتسریع می‌نماید . به عبـارت دیگر کارشان تسریع واکنشهاست . به همهٔ کاتالیزورها بر روی هم **آنزیم**[2] می‌گویند. بخش اصلی مورد بحث ما دراین کتاب آنزیم است .

چرا مقدار کم آنزیم اثر فراوان دارد؟

طرز کار کاتـالیزور چگونه است ؟ آشکار است‌که هر قدر هم کاتالیزور به جادو شبیه باشد ، ولی جادو نیست . کاتالیزورها عموماً به دو طریق کار خود را انجام می‌دهند . نخست آنکه موجب آغاز یك **واکنش زنجیری**[3] می‌شوند . مقصوداز واکنش زنجیری رابا سوختن یك تکه‌کاغذ می‌توان بیان‌کرد . معمولاً کاغذ به‌خودی خودنمی‌سوزد ولی‌اگر گرمای‌آن‌بسیارزیاد شود، مثلا بانزدیك‌شدن شعلهٔ یك‌کبریت فوراً می‌سوزد. شاید اندکی ازگوشهٔ یك ورق‌بزرگی باکبریت سوخته

۱ـ Catalase ۲ـ Enzyme ۳ـ Chain Reaction

شود، با سوختن آن گوشه، گرمایی که از آن حاصل می‌شود به‌اندازه‌ای خواهد بود که کافی برای سوزاندن نقاط مجاوراست . پس از سوختن نقاط اخیر ، نقاط بیشتری آتش می‌گیرند و فرایند با سرعت دایم‌ـ التزاید پیش می‌رود تا آنکه همهٔ کاغذمی‌سوزد و کبریت دیگری‌مورد نیاز نیست . بدین روش یعنی باواکنش زنجیری که هر مرحله از آن به‌مرحلهٔ قبلی‌وابسته است یك سیگار نیم سوخته می‌تواند جنگلی‌را به‌آتش بکشد .

عمل‌آب درپیش بردن‌آتش‌گرفتن ئیدروژن‌مثالی‌ازکاتالیزوری است که موجب آغازواکنش زنجیری می‌شود. شرح جزئیات واکنش زنجیری به اطلاعات شیمیایی پیچیده نیازمند است ولی خوشبختانه عدم اطلاع از آن جزئیات ، خللی در کار ما وارد نمی‌سازد .

راه دیگر کارکاتالیزورها این است‌که سطح لازم برای آسان انجام‌گرفتن‌واکنشی رافراهم می‌سازد. مثلا یك‌مولکول آب‌اکسیژنه ممکن است موفق شود به آهن بچسبد ، سپس بتواند اکسیژن اضافی را آسانتر ازمواقع دیگر بیرون براند .

مثل آنکه‌بخواهیم بندکفش خود را ببندیم . اگر بخواهیم‌این کار را ایستاده انجام دهیم بسیار دشوار خواهد بود زیرا باید درحین بستن آن یك پای خود رابلند کنیم و تعادل خود را نیز حفظ نماییم سپس‌این کار را باپای دیگرانجام دهیم . اما اگر صندلیی درنزدیکی ما باشد خواهیم توانست از سطح آن برای نشستن استفاده‌کنیم ، در

این‌صورت کار بسیار ساده خواهد شد .

این‌گونه کاتالیزور را ، **کاتالیزورهای سطحی**[۱] می‌گویند . طبیعی است که هرچه سطح بیشتر باشد کار سریعتر صورت می‌گیرد . یك تکه فلز سطح معینی دارد ولی اگر آن را به پودر بسیار ریزی‌تبدیل کنند ، سطح آن بسیار زیادتر خواهد شد . در واقع همه‌اش سطح خواهدشد . به‌همین جهت است که برادهٔ آهن و پودر نیکل به جای گوی آهنی وسکهٔ نیکلی به‌عنوان کاتالیزور به‌کار می‌رود . **آنزیمهای بدن از طریق افزایش سطح عمل می‌کنند** . این نکتهٔ مهمی است .

آشکار است که وقتی‌کاتالیزوری سطح خود را مورد استفادهٔ مولکولی قرار می‌دهد ، در واقع چیزی از دست نمی‌دهد . وقتی که یك مولکول آب اکسیژنه اکسیژن اضافی‌خود رابیرون کرد ، آنچه باقی می‌ماند سطح آهن را رها می‌کند بنابراین آن نقطه از آهن برای استفادهٔ مولکول دیگر آب اکسیژنه آزاد می‌شود و جریان به‌طور نامحدودی همچنان ادامه می‌یابد .

بر همین اساس صندلیی‌که برای بستن بند کفش مورد استفاده شما قرار گرفت برای استفادهٔ دیگری آزاد می‌شود . تصور کنیدکه یك صف درازی خواهند توانست از یك صندلی استفاده کنند زیرا صندلی هیچ تغییری حاصل نمی‌کند و همواره برای استفادهٔ بعدی آماده خواهد بود و اینکه چگونه مورد استفادهٔ هرکس قرار گرفته

۱ـ Surface Catalysts

باشد در جریان امر اثری ندارد . اگر کسانی که می‌خواهند ازصندلی استفاده کنند عجله نداشته باشند یك صندلی برای یك میلیون نفر کافی خواهد بود .

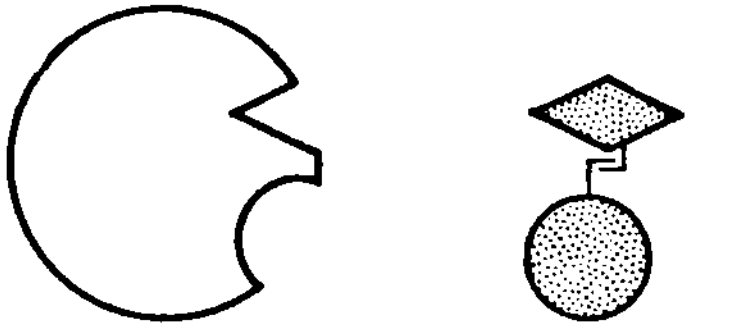
از این نظر است که کاتالیزورها به‌خصوص آنزیمها به مقدار کم اثر فراوان دارند . بدن از هر یك از انواع آنزیمهای گوناگون به‌مقدار کم دارد . این مقدار بسیار کم است ولی همین اندازهٔ کم کافی است .

آنزیم چیست ؟

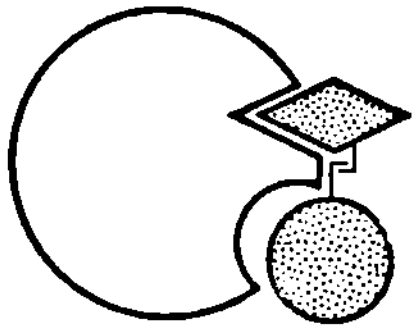
انسان از ازمنهٔ ماقبل تاریخ آنزیمها را به‌کار می‌برده ولی در حدود یك قرن است که آنها را به‌خوبی شناخته است . مثلا اگر آرد را با آب مخلوط کنیم تا خمیر تهیه شود و خمیر حاصل را بپزند ، نانی سفت به‌وجود خواهد آمد . البته ارزش غذایی دارد ولی ثقیل است . کتاب‌مقدس اینگونه‌نانها را **فطیر** نامیده است .کلیمی‌ها هنوز هم در یکی از جشنهای خود از آن می‌خورند .

ولی هنگامی‌که نوع آدمی هنوز به‌حالت توحش به‌سرمی‌برد، متوجه شدکه گاهی خمیرپیش از پختن ورمی‌آید . نتیجه این بودکه این گونه نان پخته نرمتر و پف‌کرده‌تر و دلپذیرتر بود . بعضی از هوشمندان ماقبل تاریخ‌متوجه شدندکه اگر اندکی از خمیر ورآمده را نگه دارند و به‌خمیر تازه بیفزایند موجب ورآمدن آن خواهد شد . بخش کم خمیر ورآمده را در کتاب مقدس **خمیر مایه** گفته‌اند و

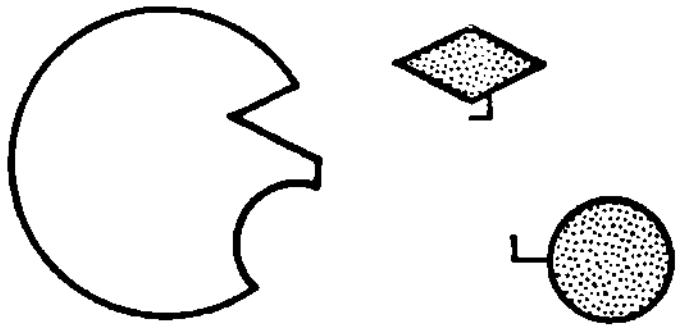
آنزیم چگونه کار می‌کند



مولکول کامل — آنزیم پیش ازفعالیت



آنزیم درحال فعالیت



مولکول دو قسمت شده — آنزیم بعداز فعالیت

نان حاصل از آن‌را **نان‌تخمیر شده** نامیده‌اند. نانی که‌امروزه می‌خوریم از نوع اخیر است.

امروزه می‌دانیم کار خمیر مـایه به سبب وجود تعداد بسیاری گیاهان میکروسکوپی‌به‌نام **مخمر**[1] است. مخمرها درنشاستهٔ آرد به‌سر می‌برند و آنزیمهای موجود در آنها اندکی از نشاسته را به الکل وانیدریدکربنیك تبدیل می‌کنند. انیدریدکربنیك همان گازی است که در آشامیدنیهـای گازدار هست. گازی که پس از برداشتن در بطریهای نوشابه‌های گازدار از آن بیرون می‌آید انیدرید کربنیك است.

از آنجاکه مخمردرهمهٔ خمیرهست، انیدریدکربنیك به‌صورت حبابهای‌کوچك در همهٔ‌آن به‌وجود می‌آید وخمیررا پف‌کرده‌وسبك می‌سازد. اگر به تکه‌ای از نان دقت کنید میلیونها سوراخ دارای اندازه‌های متفاوت در آن خواهید دید که مسبب آنها وجود گاز بوده است.

تخمیر نخستین خمیر بایستی چنین صورت گرفته بـاشد که سلولهای‌مخمر (که همیشه‌در هوا معلقندودیده نمی‌شوند) برحسب تصادف‌روی آن نشسته وآن را تخمیرکرده باشند. به‌کار بردن‌خمیر مایه‌موجب تغییر فرآیندی اتفاقی به فرایندی عمدی شد.

از آنجا که مخمرزنده است، اگر اوضاع مساعد باشد تکثیر

۱ـ Yeast

خواهد کرد . روی این اصل وقتی که تکه‌ای خمیر مایه به‌مقدار زیادی خمیر تازه افزوده می‌شود ، مخمرها به تکثیر خود ادامه می‌دهند تاهمهٔ خمیر را فراگیرند. ضرب‌المثلی درکتاب مقدس‌هست که می‌گوید «کمی خمیر مایه همهٔ خمیر را ور می‌آورد» .

مورد استعمال دیگر مخمر در آب میوه‌هاست . مثلا اگرآب انگور را در شرایط مخصوصی قرار دهند، مخمر در آن رشدمی‌کند و قند آن را به الکل تبدیل می‌کند . به عبارت دیگر آب انگور « تخمیر شده » و به‌شراب تبدیل می‌گردد .

مخمرها از جهت‌آنزیمهایی‌که دارند مشهورند. در واقع‌کلمهٔ « آنزیم »که نخستین بار در سال ۱۸۷۸ به‌کار رفت از کلمات یونانی « در مخمر » مشتق شده است .

تا شصت سال پیش‌گمان می‌کردند که آنزیم درون مخمر فقط هنگامی مؤثر است‌که جزء پیکرمخمرزنده باشد . ولی‌در سال۱۸۹۷ شیمی دان آلمانی به نام بوخنر[۱] ، پس از له کردن سلولهای مخمر ، به‌این نتیجه رسیدکه مایع حاصل از آن نیز چون خود مخمر موثر است .

از آن پس ، دانشمندان از راههای گوناگون به‌بررسی‌مایعات حاصل از له‌کردن مخمرها (یا عصارهٔ بافتهای جانوری یا گیاهی) پرداختند . تا بتوانندآنزیمی به‌دست آوردند. مثلا ممکن بودکه یك

۱ــ Buchner

گرم مایع به‌دست آیدکه‌به‌اندازهٔ یك کیلوگرم مخمر اولیه آنزیم‌در برداشته باشد. حتی ممکن بودکه از این بهتر هم بکنند.

با همهٔ این احوال برای‌شیمی‌دانها مشکل بودکه‌بدانند آنزیم چه نوع‌ماده‌ای است. به‌طوری‌که می‌دانید سلول زنده ازهرآنزیمی به اندازه کم دارد و بسیاری ازمواد دیگر هم در سلول هست‌که‌وضع را دشوارتر می‌سازد. حتی مقادیر زیادهم در آغاز کمکی به‌موضوع نمی‌کرد، ولی رفته رفته قرائنی به‌دست آمد که نشان داد آنزیمها پروتئیدند.

تا سال ۱۹۲۶ این مسئله هنوز کاملا محقق نشده بود. در این سال دانشمند آمریکایی شیمی حیاتی **سومنر**[1] آنزیمی به‌نام ***اورآز*** را از نوعی دانه به نام «باقلای جك» به حالت خلوص به‌دست آورد. سومنر این آنزیم را به‌صورت بلورهای خالص به‌دست آورد و به‌آن اندازه از آن جمع آوری کردکه توانست مورد مطالعه قرار دهد. از آن پس ممکن بودکه نشان داده شود که حداقل یك آنزیم کاملا از جنس پروتئید است. **سومنر** به‌خاطر این کشفش به‌دریافت جایزهٔ نوبل‌توفیق یافت. از سال ۱۹۲۶ دهها آنزیم دیگرشناخته شدند وهمه بدون استثنا پروتئید از آب درآمدند.

اکنون می‌توانیم بگوییم‌که همهٔ آنزیمها پروتئیدند.

مسئلهٔ جالبی‌است، زیرا آنزیمها کاتالیزورهای سطحی هستند.

۱ــ Sumner

بدن می‌تواندازاسیدهای امینه‌پروتئیدی‌بسازد (ترتیبهای نامحدودی که ممکن است به‌وجود آید و در فصل پیش اشاره کردیم) که سطح مناسبی برای مقصود معینی داشته باشد .

یك تکه‌آهن‌تصادفاًصاحب سطح‌کافی مناسب‌برای آب‌اکسیژنه هست ، ولی یك مولکول **کاتالاز** ، به‌اصطلاح ، مخصوص این‌کارساخته شده است وآب اکسیژنه به‌خوبی درسطحش جا می‌گیرد. پس تعجبی نخواهدداشت‌که کاتالاز هزارها بار بهتراز آهن تجزیه‌آب اکسیژنه را تسریع کند .

مثل آن است که‌صندلی مخصوص بستن بندکفش اختراع‌کرده باشیم . مثلاصندلیی‌که دستها و پاهای مارا بدون‌دراز کردن ، درست در وضعی صحیح و مناسب نگهدارد .

هزارها آنزیم متنوع شناخته شده‌اند و هر یك طوری ترتیب داده شده است که احتیاج مخصوص رارفع می‌کند . این موردی‌است که نشان می‌دهد وجود ۲۰ آجر ساختمانی برای ساختن پروتئیدها تا چه حد مفید است .

آنزیمها چگونه مورد مطالعه قرارگرفتند

مطالعهٔ مستقیم مولکول آنزیم کارساده‌ای نیست زیرا همواره مقدار بسیار کم مولکولهای آنزیم همراه مقدار بسیار زیاد سایر مولکولهاست ، ولی آنچه مورد توجه دانشمندان شیمی حیاتی قرار می‌گیردکارآنزیمهاست . این دانشمندان واکنشهای شیمیایی راکه

آنزیم مخصوصی تسریع می‌کند مورد مطالعه قرار می‌دهند . چون هزارها ازاین واکنشها واقع می‌شود ، هزارها روش استادانهٔ مطالعه آنزیم نیز وجود دارد . در اینجا فقط به شرح دو یا سه روش اکتفا می‌کنیم .

یك سلسله ازروشهای مطالعه آنزیمها شامل واکنشهایی است که‌گازمصرف می‌کنند . مثلاً درسیب‌زمینی (وبعضی ازگیاهان دیگر) آنزیمی است که واکنش بعضی از مواد را با اکسیژن هوا تسریع می‌کند .

به‌منظورمطالعهٔ این‌آنزیم قطعه‌ای ازسیب‌زمینی را به‌صورت ورقهٔ نازکی‌درمی‌آورند .آن‌را درظرفی شیشه‌ای قرارمی‌دهندوروی آن‌آب می‌ریزند . سپس‌مقدارکمی ازمادهٔ شیمیایی مخصوص‌رابه‌آن آب می‌افزایند . چون‌آنزیم مخصوص در ورقهٔسیب زمینی‌هست فوراً آن ماده با اکسیژن هوای موجود دربالای‌آب ترکیب می‌شود. اگر ظرف‌کاملاً پر وبسته‌باشد خلائی درآن به‌وجود می‌آید واگرظرف‌در عین پرومسدود بودن به‌وسیلهٔ لوله باریکی از درون‌آب به‌خارج مربوط باشد ، مقداری از آب به‌خاطر وجود فضای خالی در لوله بالاخواهدآمد . (درست مانندآنکه با لولهٔ باریکی ازشیشه‌ای‌مایع بمکیم) .

دانشمندانی که به‌این آزمایش دست زده‌اند به‌درستی اندازه گرفته‌اندکه درزمان معین،آب تا چه‌اندازه ازلوله بالا می‌آید . هر

چه مقدار آبی که از لوله بالا می‌آید بیشتر باشد آنزیم بیشتری در سیب‌زمینی هست . از این راه می‌توان اطلاع دقیق از مقدار آنزیم موجود درسیب‌زمینی وحتی روش‌کارآن به‌دست آورد . در همه حال مقدارآنزیم بسیارکمتر ازآن است که‌بتواند دیده یا وزن شود .

طبیعی‌است که دانشمندان باید شرایط آزمایش راکاملاً درنظر بگیرند . مثلا آنزیمها دردرجات مختلف‌گرما با سرعتهای متفاوت عمل می‌کنند . ازاین جهت است که ظرف شیشه‌ای را درلولهٔ گشادی آب دارای درجهٔ حرارت‌ثابت قرارمی‌دهند. تغییردرجهٔ حرارت‌آب لولهٔ اخیردرحدود چند هزارم درجه است . نیزدانشمندان بایدمواد کاملا خالص را به‌کاربرند زیرا چنانکه درفصول‌آینده خواهیم دید ، مقادیرکم ناخالصی ممکن است تأثیرفراوان روی‌آنزیم داشته باشد. حتی باید گروهی از مواد ، به نام بافر[1] ، به محیط آزمایش بیفزایند تا آن را درست به‌صورتی‌که در سیب‌زمینی هست نگه دارند . هر آنزیمی در محیط خاص خود می‌تواند عمل‌کند پس اگر آزمایش کننده بخواهد نتایج شایسته بگیرد باید آن محیط را عیناً به وجود آورد .

به‌طوری‌که‌می‌بینیددانشمندان همواره‌با مسائل‌گوناگون‌روبرو هستند .

بعضی از آنزیمها واکنشهایی را تسریع می‌کنند که مولد گاز

۱ـ Buffer

هستند . در این حالت فشار گاز ظرف شیشه‌ای داخلی بالا می‌رود و آب لوله پایین کشیده می‌شود. در این مورد نیز اندازه‌گیری مقدار نزول آب امر ساده‌ای است .

مثال دیگر . گروهی از آنزیمها به‌نام **فسفاتازها**[1] باعث تجزیهٔ مواد و تولید اسید فسفریك می‌شوند. وقتی‌که آنزیم مدتی به‌کارخود ادامه دهد ، می‌توان مواد شیمیایی‌گوناگون به‌ظرف شیشه‌ای‌افزود . این مواد بـا اسید فسفریك ترکیب می‌شوند و رنگ آبی به وجرد می‌آورند . هر چه رنگ سیرتر باشد معلوم می‌شودکه اسیدفسفریك بیشتری تولید شده است و فسفاتاز بیشتری درمحیط هست . راههای استادانه‌ای به‌نام **کولوریمتری** وجوددارد . بااین روش شدت یك‌رنگ را بانهایت دقت می‌توان تعیین‌کرد و حال آنکه‌چشم قادر به‌تشخیص آنها نیست .

گاهی این امکان پیدا می‌شود که با آنزیم خالص بلوری به‌مطـالعه پردازند . در این صورت می‌توان تعیین کرد که چه مقدار آنزیم به‌کار رفته و واکنش تا چه حدودی انجام گرفته است . سپس امکان‌دارد (به‌کمك محاسباتی‌که ازآنها بحث نمی‌کنیم) که محاسبه کنیم چه مقدار از مولکول ماده‌ای دریك دقیقه توسط یك مولکول آنزیم تغییر یافته است .

معمولا هر مولکول آنزیم در هر دقیقه فقط روی چند هزار

۱ــ Phosphatases

مولکول مادهٔ تغییرپذیر اثر می‌کند ولی سرعت کاتالاز از این نظر بسیاراست چنانکه یك مولکول آن‌در یك دقیقه **پنج‌میلیون** مولکول آب اکسیژنه را تجزیه می‌کند .

عدم فعالیت و مرگ آنزیمها

آنزیمها از گروه گلبولین‌ها هستند . بنا براین زنجیرهای اسید امینه‌ای سازندهٔ آنها به‌صورت‌های پیچیده و به وضعی بسیار حساس با هم ترکیب شده‌اند . بنابراین مولکولهایی بسیار تردند .

مثلاگرما اثرزیادی برپروتئیدها دارد. مولکولهای پروتئیدها تحت تأثیر حرارت مرتعش می‌شوند. هر چه‌گرما بیشتر باشدارتعاش قویتر خواهد شد . برای‌شل‌کردن اوضاع ساختمانی پیچیدهٔمولکول گلبولین ، نیاز به ارتعاشات زیادی نیست . وقتی‌که‌گفته می‌شودگرما مقصودشعلهٔ‌کبریت نیست نیزمنظورمان آب‌جوش نیست بلکه‌گرمای یك روزمعمولی‌گرم تابستان کافی برای متلاشی‌ساختن آنزیم ، یعنی زایل‌کردن فعالیتش یا به‌عبارت دیگر **غیر فعال**[1] ساختن آن است .

برای آنکه درحین مطالعهٔ آنزیمها ، محلولهای‌آنها را فعال نگهداریم باید آنها رادر یخچال‌حفظ کنیم . حتی اگر آن را براثر برودت منجمد کنیم بهتر است .

ممکن است این سئوال پیش آید که پس در حرارت ۳۷درجهٔ بدن آنزیمها چگونه فعال باقی می‌مانند ؟ پاسخ آن این است که

۱ــ Inactivate

آنزیمها در بدن فعال باقی نمی‌مانند بلکه همواره در حال تجزیه شدنند و بدن مرتباً به‌ساختن آنزیمهای نومشغول است . آنزیم در لولهٔ امتحانی دارای دمای بدن متلاشی می‌شود و وسیله‌ای در آنجا برای ساختن آنزیم نو نیست .

عوامل دیگر نیز می‌توانند ساختمان ظریف آنزیم را خراب کنند مانند اسیدها و قلیاییات . مقادیر کم بعضی از مواد آنزیمها را متلاشی می‌سازد . حتی عوامل ساده ، مانند محکم تکان دادن محلول محتوی آنزیم ، ممکن است موجب خراب شدن مولکول آنزیم شود .

همهٔ این امور در درجهٔ اول اهمیت قرار دارند ، زیرا حیات هر موجود زنده‌ای بستگی کامل به‌فعالیت آنزیمهای گوناگون بدنش دارد . اگر عواملی معارض با کار آنزیمها شوند نخواهد توانست به حیات خود ادامه دهد . عواملی که آنزیمها را غیر فعال می‌سازند ممکن است سرانجام آدمی را بکشند .

از بین رفتن تعدادزیادی آنزیم با کشته شدن یك آدمی ملازمه دارد ولی گاهی چنین نیست بلکه بعضی از آنزیمها چنان اهمیت دارندکه هر معارضه‌ای با آنها ، حتی به‌مدت چند دقیقه ، مرگ‌آور است . بعضی از مواد شیمیایی به‌مقدار کم چنین اثری را ایجاد می‌کنند. این‌گونه مواد زهر [1] نام دارند .

دربارهٔ یك یا دو زهر در صفحات آینده به‌بحث خواهیم پرداخت

۱ــ Poison

ولی نخست باید راجع به اینکه آنزیمها چگونه فعالیتهای بدنی را سازمان می‌دهند اطلاعاتی کسب کنیم .

خلاصهٔ فصل

بعضی از پروتئیدها کاتالیزورند . بدین معنی که سبب می‌شوند مواد به سرعت به‌روی هم اثر کنند بدون آنکه خود در عمل وارد گردند و تغییر کنند. درغیاب کاتالیزورها نیز واکنشها صورت می‌گیرند ولی بسیاری به‌کندی . این گونه پروتئیدهای کاتالیزور را آنزیم می‌گویند . آنزیمها امور شیمیایی بدن را اداره می‌کنند . آنزیمها بسیار ظریف و حساسند و به‌آسانی متلاشی می‌شوند . حتی متلاشی شدن تعداد کمی از آنها ممکن است به‌بیماری یا مرگ بیانجامد .

۳

آنزیمها و امور شیمیایی بدن

سلول کیسه‌ای مملو از آنزیم است

غیر از ویروسها، همه موجودات زنده ازسلول‌ساخته شده‌اند. موجودات زندهٔ بسیار ساده مانند مخمر و باکتری تنها از یك سلول ساخته شده‌اند. موجود زندهٔ بزرگی چون آدمی از میلیاردها تا تریلیونها سلول ساخته شده است. مثلا در یك قطرهٔ خون چهل میلیارد سلول هست این تعداد سلولهای یك قطرهٔ خون است و حال آنکه هزارها قطرهٔ خون در بدن یك انسان معمولی هست.

به‌طوری که ملاحظه می‌کنید سلولها بسیار کوچکند و اگر بخواهیم آنها را به‌دنبال هم درامتداد خطی قرار دهیم، هزار سلول یا بیشتر به‌طول یك سانتیمتر خواهند رسید.

هرسلول علی‌رغم‌کوچکی جثه، قطره‌ای از مادهٔ زندهٔ مستقلی

است . بعضی‌ازسلولها می‌توانندبه‌تنهایی زندگی‌کنند مانند باکتریها ولی سلولهای بدن انسان این قدرت را از دست داده‌اند به‌طوری که زندگی هریك‌وابسته به‌زندگی دیگری است ومستقل زیستن رابه‌کلی فراموش کرده‌اند .

این جریان عیناً در اجتماعات پرجمعیت انسانی دیده می‌شود. یك انسان بدوی می‌تواند به تنهایی زندگی کند ولی آدمی که همهٔ عمرش‌را درشهر پرجمعتی‌به‌سربرده است ، اگر ناگهان در جزیره‌ای غیر مسکون قرار گیرد نخواهد توانست مدت زیادی زنده بماند . چنین آدمی نمی‌داند چگونه غذا وپناهگاه فراهم‌کند وچگونه خود را از گزند جانوران وحشی حفظ کند و براین قیاس . چنین انسانی عادت‌کرده است که جزئی ازگروهی باشد . سلولهای بدن آدمی نیز چنین هستند . اگرگروههای سلولها را با هم در نظر بگیریم ، از مستقل‌ترین سولهای منفرد ، پیشرفته‌ترند . آدمی اوضاع ساختمانی بسیار پیچیده‌تر از یك نطفه دارد ، درست به‌همان‌گونه که یك شهر تشکیلات بسیار پیچیده‌تر از یك غار مسکن انسان ، دارد .

مادهٔ زنده درون سلول **پروتوپلاسم**[۱] نام دارد . در پروتوپلاسم دو بخش تمیز داده می‌شود . در مجاورت مرکز سلول بخشی است که متراکمتر و غلیظتر از بقیه سلول است . این بخش **هسته**[۲] نام دارد . بقیه سلول را **سیتوپلاسم**[۳] می‌گویند .

۱ـ Protoplasm ۲ـ Nucleus ۳ـ Cytoplasm

سلول‌مانند هرموجود زندهٔ دیگری رشد و تولید مثل می‌کند. بیشتر سلولها بدین روش تکثیر می‌یابند که از وسط نصف می‌شوند (تقسیم سلولی) ، و به دو سلول نظیر تبدیل می‌گردند و حال آنکه لحظه‌ای قبل تنها یك سلول موجود بوده است . هستهٔ سلول بر امر تقسیم سلولی نظارت‌دارد، ولی سیتوپلاسم ادارهٔ زندگی روزمرهٔ سلول را به عهده دارد .

سلولهای بخشهای گوناگون بدن به تناسب کاری که انجام می‌دهند شکلهای مخصوص ومتفاوت بایکدیگر صاحب می‌گردند. مثلا هرسلول چربی‌قطره‌ای‌است‌که لایهٔ‌نازکی ازسیتوپلاسم‌آن رادرمیان گرفته‌است .گلبولهای قرمزخون قرصهای‌کوچکی هستندکه‌پروتئید مخصوصی به نام **هموگلوبین** دارند و این ماده ناقل اکسیژن به‌همهٔ نقاط‌بدن است .گلبولهای قرمز به‌قدری ساده‌اندکه‌حتی هسته‌ندارند نه رشد می‌کنند و نه تقسیم می‌شوند و در مغز استخوان است که همواره گلبول قرمز نو ساخته می‌شود .

سلولهای عصبی شکل نامنظم دارند و تارهای نخ مانندی از آنها منشعب می‌شود. پیامهای عصبی طول این تارها را طی می‌کنند. سلولهای ماهیچه‌ای باریك و درازند و در مواقع مقتضی می‌توانند منقبض‌گشته کوتاه‌و ضخیم شوند .

بعضی از سلولها چنان تخصص یافته‌اندکه همه چیز خود ، جز فعالیتهای اصلی حیاتی ، را از دست داده‌اند . حتی قدرت تکثیر را

فاقدند . نوزاد آدمی با همهٔ سلولهای مغزی خود زاده می‌شود و تا پایان‌عمرش‌سلولی‌به‌سلولهای‌مغزی اضافه نمی‌کند. سلولهای دیگری وجود دارندکه دائماً در حال رشدند . مثلاً سلولهای پوست در تمام مدت حیات رشد می‌کنند و تکثیر می‌یابند . به‌تدریج‌که پوست‌کهنه از قسمت سطحی می‌افتد ، پوست نو ساخته می‌شود و جای آن را می‌گیرد .

اکنون‌باید دیدکه هر سلولی چگونه کارش را انجام می‌دهد . شاید ، از روی آنچه در فصل پیش بیان گردید ، حدس زده‌اید که سلولهاکارهایشان را به‌کمك آنزیمهای درون خود انجام می‌دهند . هر نوع سلولی دارای آنزیمهای خاص گروه خود است . بعضی از آنزیمها تقریباً در همهٔ انواع سلولها یافت می‌شوند و بعضی دیگر فقط در تعداد کمی سلول هست . مسئله مهم این است که هرسلولی فقط انواعی از آنزیمها را صاحب است که مورد نیاز اوست .

ممکن است تعجب‌کنیدکه این همه آنزیم موجود در سلول‌در کجای آن‌جا می‌گیرندزیرا سلول‌موجود بسیارکوچکی است. سلول جگر را مورد مطالعه قرار می‌دهیم . جگر عضو **همه فن حریف** بدن است .کارهای شیمیایی متنوعتری ازسایر سلولهای‌بدن انجام می‌دهد بنابراین به انواع آنزیمهای متنوعتر نیازمند است .

خوشبختانه سلول جگر به آن اندازه بزرگ است‌که بیش از دویست تریلیون (۲۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰) مولکول را حاوی

است ، ۹۵ در صد این تعداد مطمئنـا مولکولهای آب است . ولی با همه این احوال پنجاه میلیارد (۵۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰) مولکول پروتئید در هر سلول جگر هست و این خود رقم بزرگی است . اگر از هزار مولکول پروتئید یکی را آنزیم به‌حساب آوریم پنجـاه میلیون ۵۰،۰۰۰،۰۰۰ مولکول آنزیم‌در آن خواهد بود واگرهزار مولکول‌آنزیم از یك‌نوع آنزیم‌باشد متجاوز از پنجاه‌هزار۵۰،۰۰۰ نوع آنزیم متنوع در آن خواهد بود .

چنانکه‌می‌بینید، سلول‌خوددارای‌عظمتی است . شما می‌توانید هر سلولی راکیسهٔ کوچکی مملو از آنزیم‌بدانید . کیسهٔ کوچکی‌که آنزیمهای بسیاری را حاوی است .

آنزیمها چگونه نظم برقرار می‌کنند

مولکولهاهمواره درحال‌تغییرند ، به دویاچند قسمت می‌شوند یا ممکن است یك یا دواتم به خود اضافه کنند ، یا بامولکول دیگر اتم مبادله کنند . خلاصه آنکه، همه‌گونه تغییر در همه‌موقع‌درحال وقوع است .

پس ممکن است درون سلول اشتباهات بزرگی رخ دهد زیرا تعداد زیادی از همهٔ انواع مولکولها به‌هرسو سرگردانند و همواره به‌هم برخورد می‌کنند . همه‌گونه سوانح ممکن است رخ دهد ولی چنین نیست بلکه فقط بعضی چیزها در سلول واقع می‌شود .

علت آن چیست ؟ از اینجا شروع می‌کنیم‌که اگر چه بعضی‌از

واکنشهای شیمیایی به‌سرعت واقع می‌شوند ، واکنشهای دیگری نیز هستندکه به‌کندی جریان می‌یابند . اگر تکه کوچکی مس را درون اسید نیتریك قوی وارد سازند واکنش سریعی واقع می‌شود. مس‌سبز می‌شود وحل می‌گردد وگاز قهوه‌ای رنگی به‌وجود می‌آید . ازسوی دیگرزنگ زدن آهن‌درهوای مرطوب یك‌واکنش‌کند است به‌طوری که روزها طول‌می‌کشد تابه‌اندازه قابل‌رؤیت آهن زنگ زده به‌وجود آید .

بعضی از واکنشها از این هم‌کندترند . آیا توجه کرده‌اید که کاغذ همواره در حـال سوختن است ، حتی همین‌کاغذی که دارید به آن‌نگاه می‌کنید. این‌فرایند به‌قدری‌کنداست‌که نه‌شعله داردنه‌گرما ولی همواره در حال وقوع است . اگرکسی این‌کتاب را صد سال بعد به‌دست آورد اوراق آن را زرد و شکننده خواهد یـافت زیرا نیمه سوخته‌اند و سرانجام پس ازگذشت سالهای متمـادی کاملاً متلاشی خواهند شد و چیزی جز خاکستر باقی نخواهندگذاشت . مسلم است که می‌توان به این فرآیند سرعت فراوان بخشید . اگر شعلهٔ‌کبریتی را به آن نزدیك کنید در یك ثانیه خواهد سوخت .

بیشتر واکنشهای‌مهم درون سلول ازنوع واکنشهای‌کندهستند حتی از نوع بسیـار کندند . برای آنکه اهمیت آن را نشان دهیم فرض می‌کنیم تعدادی از یك نوع مولکول داریم‌که درون سلول در جنبش هستند . مثلا صد هزار مولکول و نام آنها را مولکولهای A

می‌گذاریم .

مولکول A می‌تواند یکی‌ازچندکار را انجام دهد . ممکن‌است به دو نیم شود یا اتمهای خود را با مولکول B یا C ، D ، E ، F تا Z و بر این قیاس ، مبادله‌کند . نیز ممکن است ترتیب‌داخلی اتمهای خود را تغییر دهد و بدون آنکه‌کمکی ازخارج بخواهد به‌مولکول دیگر تبدیل‌شود.مولکولهای مختلف‌Aممکن‌است همزمان‌با یکدیگر به‌این کارها دست بزنند . مسئله اینجاست که هریك از این واکنشها از نوع کند است . ممکن‌است‌که روزها طول بکشد تا چند مولکول از میان صد هزار مولکول A به‌یکی از این صورتها تغییر یابد .

ولی‌آنزیمی درسلول هست‌که‌واکنش مولکول A را بامولکول F تسریع‌می‌کند. پس آن واکنش تسریع شده وحال آنکه‌واکنشهای دیگر باکندی به‌کار خود ادامه می‌دهند .

واکنش مولکول A روی مولکولF چنان تسریع شده است‌که هر صد هزار مولکول مثلا در یك ثانیه تحت واکنش قرار گرفته است . با این جریان ، هیچ یك از مولکولهای A فرصت انجام کار دیگری نخواهدداشت پس‌بدین‌طریق آنزیم درمیان بی‌نظمی ، نظمی ایجاد کرده است .

یکی از خصوصیات آنزیمهااین است‌که اختصاص به‌آن‌چیزی دارند که باید انجام دهند . در مثال فوق‌آنزیم فقط واکنش مولکول A روی‌مولکول F راتسریع‌می‌کندنه **واکنشی‌دیگررا** . به‌این‌خصوصیت

آنزیمها **اختصاصی بودن**[۱] می‌گوییم.

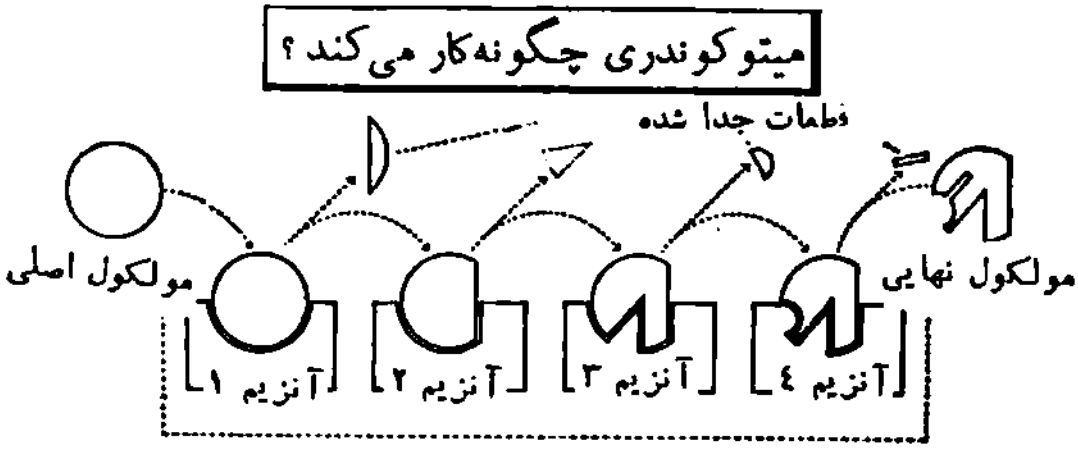
البته اختصاصی بودن آنزیمها گاهی محدود است بدین معنی که ممکن است مولکول دیگری به‌جای مولکول F بیاید که تقریباً شبیه مولکول F باشد ولی کاملا نظیر آن نباشد و آنزیم از تفاوت آنها آگاه نباشد. پس واکنش مولکول A را باجانشین مولکول F تسریع خواهدکرد. بعضی از آنزیمها آنچنان اختصاصی هستندکه با هیچ جانشینی واکنش نمی‌کنند، اگر چه بسیار نزدیك مولکول اصلی باشد و حال آنکه بعضی دیگر تا به‌این حد اختصاصی نیستند.

حتی آنزیمهایی‌که‌کمتر اختصاصی هستند، اختصاصی‌تر ازهر گونه کاتالیزور دیگرند. کاتالیزورهایی نظیر نیکل و پلاتین و آهن وآب هر یك‌واکنشهای مختلفی را تسریع می‌کند. اگر سلول‌صاحب این‌گونه کاتالیزورهابود هرگز نمی‌توانست مطمئن باشدکه‌واکنشهای دلخواهش صورت عمل بخود می‌گیرند. اینجاست‌که باید به‌نکتهٔ دیگری مربوط به‌فایدهٔ مولکول پروتئید توجه‌کرد.

بدیهی است‌که اگر سلول می‌خواست بایك نوع مولکول به‌دو یا چند طریق عمل‌کند فقط با چند آنزیم محدود می‌توانست همهٔ کارهای خود را انجام دهد. یا اگر می‌خواست واکنشی را بیش از واکنشهای دیگر صورت‌دهد ازنوع‌معینی بیشترآنزیم تولید می‌کرد. نیز امکان دارد آنزیمهای متنوع چنان‌درون سلول ترتیب داده‌شوند

۱ـ Specificity

که واکنشهای مختلف را در مواقع مختلف تسریع کنند.



سلول **میتوکوندریهای**[1] کوچکی دارد که آنزیمها را به‌ترتیب نگه می‌دارند. میتوکوندریها مانند کارخانه‌ها هستند. مولکولهای گوناگون در حکم مواد خام و آنزیمها به منزلهٔ کارگران هستند. هر کارگری در جای خود قرار دارد و کار معینی انجام می‌دهد.

چرا آنزیمها در دو جهت فعالیت می‌کنند؟

تا کنون در بارهٔ کار آنزیم و فایدهٔ آنها و نظایر این چیزها بحث می‌کردیم ولی نشان دادن سیمای دیگر مسئله نیز واجد اهمیت است و آن این است که آنزیمها محدودیتهای معینی نیز دارند.

اینک به‌شرح یکی از آنها می‌پردازیم. آنزیم نمی‌تواند واکنشی را به‌جریان اندازد مگر آنکه آن واکنش (اگر چه بسیار کند هم

۱ــ Mithochondria

که باشد) **بدون آنزیم** هم بتواند صورت پذیرد .

اگرواکنش مخصوصی اساساً صورت پذیرنباشد چنانچه آنزیم اضافه‌کنند آن واکنش وقوع نمی‌یابد .

برای روشن شدن مسئله فرض می‌کنیم درون اتومبیل پارك شده‌ای نشسته‌ایم . اتومبیل‌روی تپه‌ای است ولی ترمزشده است.اگر چه اتومبیل باکندی بسیاردرسرازیری می‌لغزد ولی‌ظاهراً هیچ گونه حرکتی درآن مشاهده نمی‌شود . حال اگرترمز را رهاکنند، ماشین به‌حرکت درمی‌آید وحرکتش‌رفته‌رفته سریعترمی‌شود . اگراتومبیل به‌خوبی روغن‌کاری شده وجاده بسیارصاف باشد ، با وجود کم و غیر محسوس بودن شیب تپه بازهم اتومبیل به‌حرکت می‌افتد .

اما اگراتومبیلی درمحلی‌کاملاً افقی و بدون شیب پارك شده باشد، رهاکردن ترمز، ماشین‌را به‌حرکت درنخواهدآورد . نیزمسلم است‌که رهاکردن ترمزاتومبیل هرگزآن را در سربالایی به حرکت درنخواهدآورد.

وقتی‌که دوماده روی هم اثرمی‌کنند چیزی ازدست‌می‌دهندکه دانشمندان بدان **انرژی آزاد**[۱] می‌گویند . از دست رفتن این انرژی آزاد سبب واکنش‌آنها بریکدیگرمی‌شود . معنی‌آن اینست‌که در نتیجهٔ واکنش ، وضع پایدارتری به‌خود می‌گیرند . به همین طریق اتومبیلی‌که‌درسرازیری قراردارد باازدست دادن انرژی جاذبهٔ‌زمین

۱ــ Free Energy

درنتیجه‌حرکت به‌پایین تپه وضعی‌پایدارتربه‌خود می‌گیرد. (وقتی‌که اتومبیل به‌ته تپه رسید می‌توانید ترمزرا آزادکنید زیرا اتومبیل در هیچ‌جهتی‌حرکت نخواهدکرد به‌همین‌جهت‌است‌که می‌گوییم‌وضع آن پایدارتر شده است).

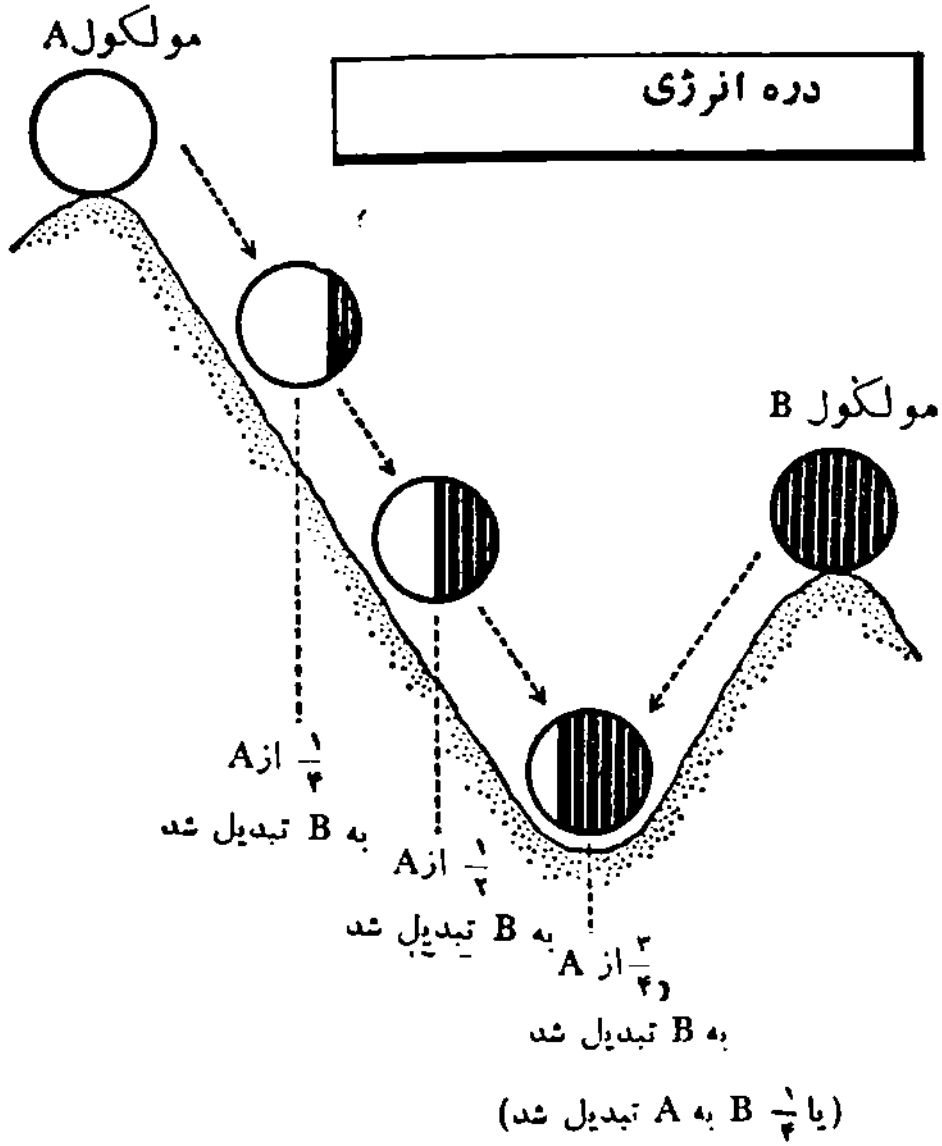
درواقع هرواکنش شیمیـایی را چون فرایندی می‌توان تصور کردکه طی آن مواد به «ته‌تپهٔ‌انرژی» می‌رسند. هنگامی‌که واکنش پایان می‌پذیرد موادمورد عمل‌به‌ته تپه می‌رسند. هنگامی‌که دوماده باکندی‌بسیارروی هم اثرمی‌کنند به‌این علت است‌که چیزی‌دراطراف مولکولشان هست‌که مانع حرکت‌آزادآنها به ته «تپهٔ انرژی» است ومانندآن است‌که ترمزشده باشند. پس‌کار آنزیم رها سـاختن این ترمزها وآزاد ساختن حرکت‌آنهاست.

اگر «تپهٔ انرژی» اساساً وجود نداشته باشد، واکنشی صورت نخواهد پذیرفت و رها سـاختن ترمز با افزودن یك آنزیم، چون اتومبیلی‌که درجاده‌ای افقی‌باشد و ترمزش رها شود، کمکی‌نخواهد بـود.

ازاینروست‌که می‌گوییم، آنزیم سبب وقوع واکنشی نمی‌تواند باشد مگرآنکه‌آن واکنش بدون‌آنزیم صورت پذیرباشد.

اکنون می‌توانیم دربارهٔ نکته مهمی‌به‌بحث پردازیم. هنگامی که مولکول A به‌نوعی تغییرمی‌کندکه به‌مولکول B تبدیل می‌شود، غالباً تغییربه‌طورکامل صورت نمی‌گیرد. زیرا موقعی‌که مولکول A

به‌مولکول B تبدیل می‌شود ، مثل آن است که دارد «درهٔ انرژی» را تا پایین می‌پیماید . ولی وقتی که به ته دره می‌رسد شاید $\frac{۳}{۴}$ مولکولها



تغییر کرده‌اند . برای آنکه مولکولهای بیشتر تغییر یابند ، باید بالا رفتن از تپه مجاور را آغاز کند ولی نمی‌تواند .

مولکول B بالای تپه مجاور است و اگر بخواهد به مولکول A تغییر

یابدبایداز آن تپه‌پایین آید . ولی‌وقتی که به‌ته‌تپه‌می‌رسدفقط یك‌ربعش تغییرخواهدکرد . ازهر تپه‌ای پایین آید سرانجام به‌یك‌جا می‌رسد و آن ته‌تپه یا دره میان دوتپه است ، پس همواره سه‌چهارم مولکولها ازنوع B وبقیه از نوع مولکول A خواهند بود .

بنـابراین تا آنجـا که به درهٔ انرژی مربوط است یك آنزیم نمی‌تواندامورحیات‌راتغییر دهد بلکه‌می‌تواند مولکول A را سریعتر به مولکول B تبدیل کند ولی قـادر نخواهد بود تغییر را از ته دره فراتربرد .

ازاینجا مسئله جالبی نتیجه می‌شود وآن این‌است‌که آنزیمها دو رو دارند . آنزیمی‌که مولکول A را به‌مولکول B تبدیل می‌کند می‌تواند مولکول B را نیزبه‌مولکول A مبدل‌سازد ولی‌این‌کاررافقط هنگامی می‌تواند انجام دهدکه روی تپهٔ مولکول B باشد ونیزنتواند مولکول B را از ته دره حرکت دهد .

بقای آنزیمها چگونه صورت می‌گیرد ؟

دراوایل این بخش‌گفتیم‌که هستهٔ سلول تقسیم سلولی را اداره می‌کند . متأسفانه بیشتر جزئیات مسئله تقسیم سلولی شنـاخته نشده است . با وجود این‌می‌توانیم تا حدی‌آن را توضیح دهیم .

درون هسته دانه‌هـای کوچکی‌هست‌کـه بعضی‌ازمواد رنگی‌را می‌گیرد ورنگ می‌شود . زیست‌شناسان بدین‌سبب به‌وجودآنهـا پی

بردند ومادهٔ سازندهٔ آن دانه‌ها را **کروماتین**[۱] خواندند .

درفرایند تقسیم سلولی ، کروماتین به‌صورت میله‌های کوتاه دارای اشکال مختلف متراکم می‌شود . این میله‌ها را **کروموزوم**[۲] می‌گویند . درهستهٔ سلولهای بدن آدمی ۴۶ کروموزوم هست که جفت‌جفت هستند. به‌عبارت دیگر ۲۳ جفت کروموزوم درهر سلول بدن آدمی وجود دارد . هر نوع جانداری تعداد ثابتی کروموزوم دارد چنانکه موش‌صحرایی ۳۸ وملخ ۲۴ ومگس‌فقط ۱۲ کروموزوم‌دارد . خرچنگ به‌عکس صاحب متجاوزاز ۲۰۰ کروموزوم است .

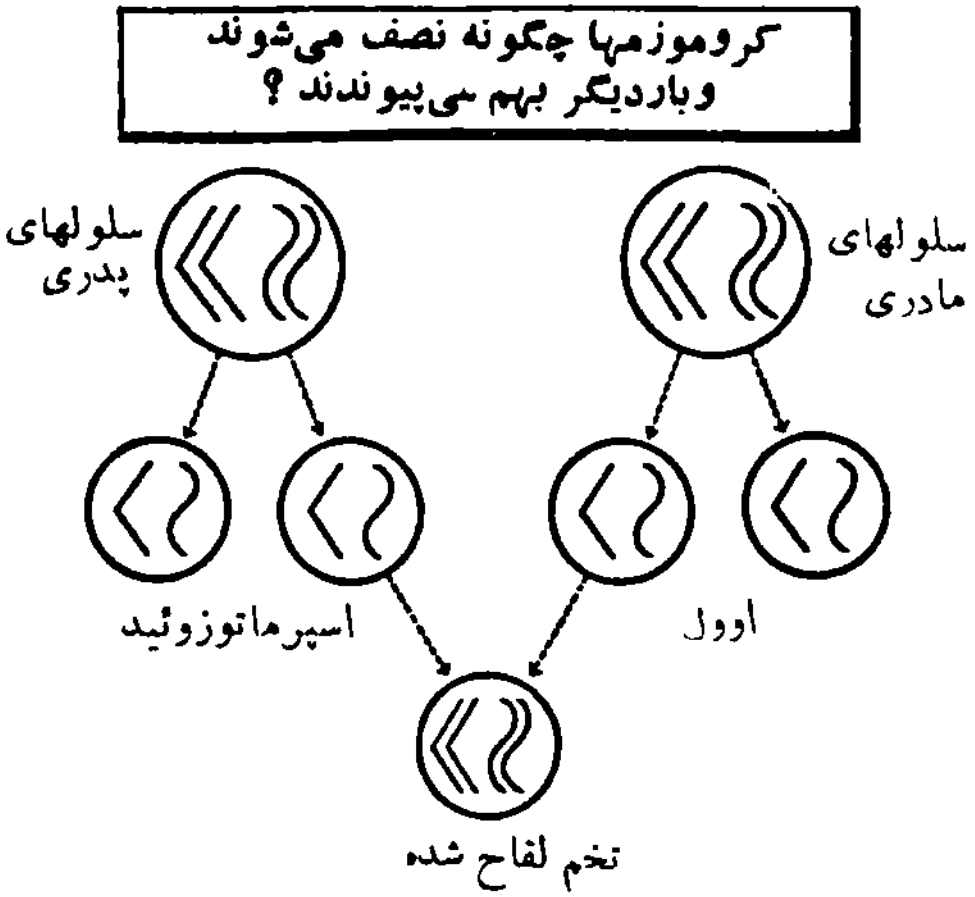
پیش ازتقسیم سلولی هر کروموزوم درمرکزسلول قرارمی‌گیرد وازدرازا دوقسمت می‌شود . دونیمهٔ هر کروموزوم ازهم جدامی‌شوند وهنگامی‌که سلول‌دونیم می‌شود، ودوسلول به‌وجودمی‌آورد،هرسلول نو ،کپیه‌ای ازکروموزوم اولیه را حاوی خواهد بود .

کروموزومها کنترل کنندهٔ خصوصیات سلولها هستند . ماهیت هرسلولی به‌وسیلهٔ نوع کروموزومهایش مشخص‌می‌شود وبه‌همین‌جهت است که کروموزومها با چنین دقتی دونیم می‌شوند . ازآنجاکه هر دو سلول نو، یکسان ازسلول اولیه سهم می‌برند ، پس همانند یکدیگر و همانندآن خواهند بود .

بیشتر گیاهان و جانوران (ازآن‌جمله نوع آدمی) سلولهای مخصوصی به‌وجود می‌آورندکه موجد افراد جدید می‌شوند . این

۱ــ Chromatinمشتق ازکلمهٔ یونانی « رنگ » ۲ــ Chromosome

سلولها را سلولهای **جنسی**[1] می‌گویند. سلول جنسی ماده را **اوول**[2] وسلول جنسی نر را **اسپرماتوزوئید**[3] می‌گویند. هر یك ازسلولهای



جنسی نصف تعداد کروموزومهای عادی را دارد. مثلا سلول جنسی انسان تنها ۲۳ کروموزوم دارد یعنی ازهرجفتی یك کروموزوم. قدم اول دربه‌وجود آمدن یك فرد جدید این است‌که اسپرماتوزوئید با اوول ترکیب شود و هسته‌هایشان با هم متحدگردند. تخم لقاح شده باردیگرصاحب ٤٦ کروموزوم خواهد شد ،که۲۳ کروموزوم آن‌ازپدر

۱ــ Sex Cells ۲ــ Ovum ۳ــ Spermatozoon

و۲۳ کروموزوم دیگر ازمادر به‌ارث رسیده است .

بدین روش درهر نسلی کروموزمها باهم مخلوط می‌شوند و جز **دوقلوهای یکسان**[1] دو فرد همانند نمی‌توان یافت . دوقلوهـای یکسان بدین‌گونه به‌وجود می‌آیندکه یك‌تخم‌لقاح شده به‌دونیم می‌شود و هر نیمی یك فرد مستقل به‌بار می‌آورد . از آنجاکه دونیم تخم لقاح شده کروموزومهـای نظیر دارند ، دو بچهٔ حـاصل کاملا شبیه یکدیگر خواهندشدوبه‌صورت‌همانندی رشدمی‌کنند. و ازآنجاکه‌کروموزومها جنس بچه را مشخص می‌سازند ، دوقلوهای یکسان همیشه از یك جنسند .

دوقلوهای عادی[2] از دو اوول متفـاوت که در یك موقع لقـاح شده‌اند به‌وجود می‌آیند. چون‌کروموزومهای متفاوت دارند پس‌بیش ازبرادران وخواهران عادی به‌هم شباهت نخواهند داشت ، حتی لازم نیست‌که از یك جنس باشند .

هرکروموزومی‌درواقع رشته‌ای‌مرکب‌ازمولکولهای پروتئیدی به‌نام ژن[3] است . ژنها در طول‌کروموزوم چون دانهٔ‌های مروارید یك گردن‌بند به‌دنبال‌هم ریسه شده‌اند. ژنها به‌ویروسها شباهت دارند. در واقع بعضی‌ها آنها را ویروسهای اهلی شده به‌حساب می‌آورند . به این حساب ژن در مقایسه با ویروسها مانند سگ خانگی در مقایسه باگرگ است .

۱ـ Identical Twins ۲ـ Fraternal Twins ۳ـ Gene

هر ژن راکنترل کنندهٔ یك خصوصیت موجود زنده می‌شناسند مثلا ژنی برای بروز چشم آبی وژنی برای‌ظهور چشم قهوه‌ای هست، ژنی برای موی صاف وژنی برای موی فر دار وجود دارد . هر فرد آدمی‌هزارها ژن‌متفاوت‌داردکه درکروموزومهای‌مختلف‌پراکنده‌اند. هنگامی‌که سلول تقسیم می‌گردد و هر کروموزومی دونیم می‌شود هر ژنی نیزیك ژن‌کاملا همانند خود می‌سازد وهریك از دو سلول‌صاحب یکی از آنها می‌شود .

اکنون باید دیدکه ژن‌چگونه یك خصوصیت راکنترل‌می‌کند؟ بسیاری ازدانشمندان معتقدندکه‌هرژنی‌نوعی آنزیم در سلول‌می‌سازد پس بار دیگر به آنزیمها رسیدیم و حالا متوجه می‌شویدکه چرا به کروموزومها مراجعه کرده‌ایم .

بـاید دیدکه ژن چگونه آنزیم می‌سازد . شاید این مهمترین مسئلهٔ شیمی حیاتی است‌که امروزه بدون پاسخ مانده است . بدیهی است‌تئوریهایی‌دربارهٔ‌آن هست . آنزیمهایی وجوددارندکه پروتئیدها را تجزیه می‌کنند و آنها را به اسیدهای امینه تبدیل می‌نمایند .ولی بیاد داریدکه‌آنزیمها به‌روش عکس نیزعمل می‌کنند . آنزیم تجزیه کنندهٔ پروتئید می‌تواند اسیدهای امینهٔ حـاصل را بار دیگر بـا هم ترکیب کند .

ظاهراً پروتئید گاو (یا پروتئید شیر یـاگندم) که‌می‌خوریم به اسیدهای امینه تجزیه می‌شوند و به‌ترتیب دیگری بـاهم ترکیب

می‌شوند و پروتئید آدمی می‌سازند . ولی باید دید بااینهمه امکاناتی که‌برای ترکیب آنهاهست‌چگونه آنها ترتیب‌خاصی رابرمی‌گزینند.

اینجاست که ژن دخالت می‌کند . جنس ژنهـا نوکلئو پروتئید است . بخش غیر پروتئیدی مولکول نوکلئوپروتئید ، چنانکه درفصل اول اشـاره‌کردم ، **اسیدنوکلئیك** است . هر ژنی انواعی از اسیدهـای نوکلئیك مخصوص‌به‌خود دارد. هرنوع‌اسید نوکلئیك چون‌مدلی‌برای ساخته شدن آنزیم‌معینی به‌کار می‌رود. بنابراین ترتیب خاص ترکیب اسیدهای امینه را اسیدهای نوکلئیك‌کنترل می‌کنند .

باید دیدکه این‌کارچگونه‌صورت‌می‌گیرد ؟ شیمی دانها مطالعهٔ این‌امررا ازآغاز دهه۱۹۵۰ شروع کرده‌اند.اسیدنوکلئیك‌کروموزوم، مولکول« **پیك** »[1] به‌وجودمی‌آورد . این پیك از هسته بیرون می‌رود و به ذراتی به‌نام **ریبوزوم**[2] در سیتوپلاسم ملحق می‌شود .

ریبوزومها قطعات کوچکی از مولکولهای اسیدهای نوکلئیك هستند . تعدادی از انواع این قطعات در سیتوپلاسم هست وهریك‌از از آنهابه‌اسیدامینهٔ مخصوص‌خود متصل می‌شود. این‌قطعات‌اسیدهای نوکلئیك ، اسیدهـای امینه‌ای را که حمل می‌کنند به مولکول پیك می‌رسانند وساختمان‌پیك‌رابه‌عنوان مدل به‌کارمی‌برد.قطعات‌اسیدهای نوکلئیك در امتداد هم قرار می‌گیرند وترتیب مدل را تقلید می‌کنند و هریك اسید امینه خود را انتقال می‌دهد . بااین روش‌یك مولکول

۱ــ Messenger ۲ــ Rhibosomes

پروتئید کامل به‌وجود می‌آید که کاملا واجد طرح اسید نوکلئیك کروموزوم است .

تصور اینکه آنزیم چگونه خصوصیات راکنترل می‌کندممکن است تعجب‌آور باشد . مثلا تصور اینکه چگونه آنزیم باعث آبی یا قهوه‌ای بودن چشم می‌شود. رنگ چشم ازماده‌ای به‌نام **ملانین**[1] است. اگر چشم ملانین‌کم داشته‌باشدآبی به‌نظرمی‌رسد . اگرمقدار ملانین چشم بیشترباشد قهوه‌ای می‌نماید . ملانین تحت اثر آنزیمی به نام **تیروزیناز**[2] از واکنشهای‌شیمیایی بدن‌حاصل می‌شود. مقدارملانینی که به‌وجود می‌آید بستگی به‌مقدار تیروزیناز دارد . دارا بودن ژن مخصوص‌تولیدملانین زیادچشم‌را قهوه‌ای می‌سازد. ژنی‌که تیروزیناز کم به‌وجود آورد چشم را آبی می‌کند .

اگر سلولی تقسیم بشود ولی ژنهای آن همانند سازی نکنند چه پیش خواهد آمد ؟ گاهی اوقات سلولهای حاصل از تقسیم سلول اولیه قادر به‌ادامهٔ زندگی نیستند وگاهی قادر به‌ادامهٔ زندگی‌هستند اما اوضاع شیمیایی آنها تغییر پذیرفته است . بعضی از دانشمندان شیمی حیاتی معتقدندکه سلولهای سرطانی از این‌گونه همانند سازی ناقص به‌عرصه می‌رسند . اما حقیقت آن است که چون ژنها همواره همانند سازی می‌کنند چنین حوادثی به‌طور ندرت واقع می‌شوند .

اگر همانندسازی ژن در یك سلول جنسی به‌طور درست انجام نگیرد یك **جهش**[3] حاصل خواهد شد . نوزاد جهش یافته فردی است

۱ـ Melanin ۲ـ Tyrosinase ۳ـ Mutation

که از نظر بعضی خصوصیات با والدین خود تفاوت دارد . خواه ژنی را فاقدباشد خواه چیز دیگر را، در همه حال ژنی نو خواهد داشت. مثلا فرض کنیم ژنی که تیروزیناز می‌سازد ، در حین همانند سازی دچار لغزشی شود و اوضاعش کاملا به‌هم بخورد . در این حالت نوزاد ممکن است اساساً فاقد ملانین شود . پس پوستش بی‌رنگ و سفید خواهد بود و مویش نیز سفید خواهد شد . چشمهایش نیز رنگی نخواهند داشت جز رنگ قرمز رگهای خونی درون آن . این گونه افراد را **بوربور**[1] می‌گویند. این‌نمونه‌ای ازیك جهش‌است . بوربوری هنگامی به‌وجود می‌آیدکه یك ژن منفردی دچار لغزش شود .

بیشتر جهشها زیان آورند ، ولی ممکن است گاهی جهشهای مفید هم به‌وجود آیند . امکان داردکه در نتیجهٔ جهش مغزی‌بزرگتر وزیرکتر به وجودآید یادستی قابل انعطافتر باشستی درازتر به‌عرصه رسد. تکامل محصول جهشهای مفید اتفاقی است . تغییر صورت‌اجداد نیمه آدم ، به‌صورتی که اکنون داریم ، نتیجه یك سلسله جهش بوده است .

خلاصهٔ فصل :

هر نوع آنزیمی در بدن تنها یك کار مخصوص بدن را کنترل می‌کند . بنابراین کارهرسلولی وابسته به انواع آنزیمهایی است که در بردارد . آنزیمها تحت هدایت ژنها ساخته می‌شوند. احتمال‌دارد

۱ـ Albinos

که هرژنی مسئول ساخته شدن یك آنزیم باشد . هروقت که سلولی به دو سلول تقسیم‌می‌شود ژنها نیز تقسیم می‌شوند به‌طوری‌که دوسلول حـاصل سهم برابر می‌برند . وقتی که موجودی تولید مثل می‌کند ، سلولهای نوزاد نیمی از ژنهای مادر و نیمی از ژنهای پدر را به‌ارث می‌برند .

باشگاه ادبیات

٤

آزمایها و گوارش

غذایی که می‌خوریم

غذاها مواد خام حیاتی هستند . غذای آدمی عموماً بخشی از پیکر موجودات زنده دیگر یا موادی است که‌از آنها گرفته می‌شود. بدیهی است‌که ما آب هم می‌آشامیم و نمك هم می‌خوریم ولی این دو از قاعدهٔ فوق مستثنی هستند .

از آنجا که غذاها از موجودات زنده‌گرفته می‌شوند پس‌جنس آنها ازجنس بدن ماست. نخستین ومهمترین‌غذای‌ما آب‌است . بعضی از غذاها آب فراوان دارند ، به‌طوری که نه دهم سبزیها آب است . حتی بعضی از غذاهای خشك مانند نان نیز قریب یك سوم آب دارند (نانی را که واقعاً خشك باشد با ناراحتی می‌توان‌خورد .)

آنکه غـذا شامل مقـادیر کم نمك و ویتـامین است . فصل

خاصی به‌بحث در بـارهٔ این دو غذا اختصاص داده خواهد شد . بقیه غذاها شامل سه نوع ماده است . این سه‌نوع ماده عبارتند ازپروتئید و چربی و ئیدراتهای کربن . پروتئیدها چنـانکه قبلا اشاره کردیم اسیدهای امینه را ،که در حکم آجرهای ساختمانی بافتهای بدنند ، فراهم می‌سازند . چربیها و ئیدراتهای کربن انرژی بدن را تـأمین می‌کنند .

اگر بدن را با اتومبیلی مقایسه کنیم ، پروتئید به منزلهٔشاسی و اطاق و موتور خواهد بود و آنزیمها به منزلهٔ دستگاههای کنترل کننده ، و چربیها و ئیدراتهای‌کربن به جای بنزین .

بیشتر غذاهای طبیعی مقداری از هریك از این سه نوع ماده دارند ، ولی انسـان غذاهـا را آنچنـان تصفیه می‌کند که بعضی از متداولترین غذاهایی‌که می‌خوریم منحصراً از یـك نوع ماده ساخته شده‌اند . مثلاً قند معمولی ئیدرات دوکربن خالص است . کره ودنبه و روغن زیتون چربی خالصند . بعضی از انواع پنیرهـا غیر از آب و پروتئید چیزی در بر ندارند . دو نوع ئیدرات کربن وجود دارد : قندهـا و نشاسته‌ها . قندها بسیار ساده‌تر از نشاسته‌ها هستند . وزن مولکولی‌قندها ، یعنی مجموع وزن‌همهٔ اتمهای‌مولکول آنها ،عموماً کمتر از ٤۰۰ است . بعضی از قندهـای ساده وجود دارند که وزن مولکولی آنها قریب نصف این مقدار است . سه‌نوع از این قندهای ساده در غذای شبـانه روزی ما واجد اهمیتند : گلوکز ، فروکتز و

گالاکتز . این سه نوع قند ساده از نظر شیمیایی شباهت بسیار به هم دارند .

این قندها به ندرت به تنهایی پیدا می‌شوند . عسل مخلوطی از گلوکز و فروکتز دارد . بعضی از میوه‌ها نیز چنین هستند . عسل و میوه‌ها تقریباً تنها جاهایی هستند که از این قندهای ساده دارند . گلوکز راگاهی « قند انگور » و فروکتز را « قند میوه » می‌گویند.

حال باید دید که دلیل اهمیت این قندها درغذای شبانه‌روزی چیست . عموماً این قندها به‌طور ترکیب با هم به‌دست می‌آیند. مثلا گلوکز وفروکتر باهم ترکیب می‌شوند ومولکول‌قند واحدی به‌وجود می‌آورند . محصول ترکیب این دو قند ساده « قند مضاعفی » به نام **سوکروز**[1] است . قند معمولی موردمصرف ما سوکروز است. قندنیشکر و قند چغندر سوکروز است .

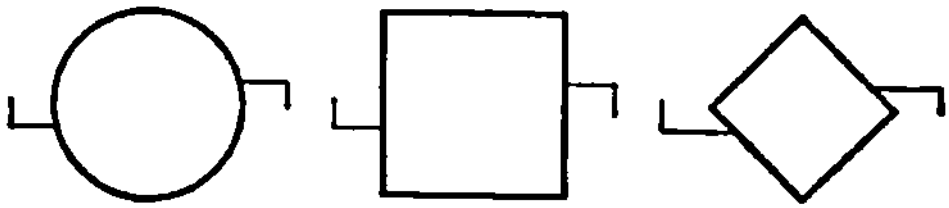
به‌زحمت‌می‌توان باورکردکه تا چند قرن پیش از وجود قند خالص بی اطلاع بودند . در قرون وسطی تنها راه شیرین کردن غذا در اروپا افزودن عسل بدانها بود .

نوع دیگر قند مضاعف ، قندی است که از ترکیب گلوکز و گالاکتز به‌وجود می‌آید و آن **لاکتوز** است‌که به‌قند شیر نیز معروف است . چنانکه از نامش پیداست لاکتوز در شیر هست ودر هیچ‌غذای دیگری نیست .

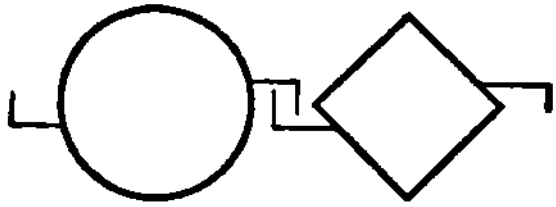
۱ـ Sucrose

شیرینی همهٔ قندها یك اندازه نیست . بیش از همه سوکروز شیرینی دارد . گلوکز شیرینی متوسطی دارد ولاکتوز تقریباً بی مزه

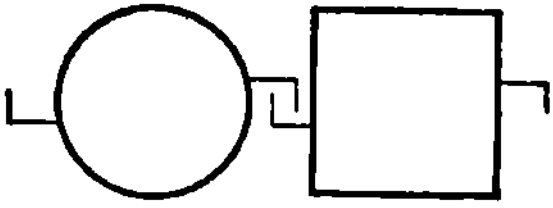
قندهای دوتائی چگونه ساخته میشوند ؟



گلوکز گالاکتوز فروکتوز



ساکارز (قند معمولی)



لاکتوز (قندشیر)

است (به همین جهت است که ، شیر اگر چه قند زیاد دارد ولی کم شیرین است) . این قندها چه‌شیرین باشند چه نباشند از نظر تولید

انرژی با هم برابرند .

نشاسته‌ها ، چنـانکه در فصل اول اشاره کردیم ، مولکولهای بزرگی هستند که هر یك از ترکیب چند مولکول گلوکز حاصل‌شده است . تفاوت بزرگ خواص نشاسته‌ها و قندها در این است که قندها به آسانی در آب حل می‌شوند ، به اصطلاح قندها در آب محلولند. هر وقت که قند در چای می‌ریزیم ، به‌محلول بودن قند پی می‌بریم . نشاسته‌ها در آب حل نمی‌شوند ، پس در آب غیر محلولند .

بنابراین قندی چون گلوکز در خون هست و به‌آسانی بـا آن مخلوط شده است . خون گلوکز را به همهٔ نقـاط بدن می‌رساند تـا بتواند برای تولید انرژی به‌کار رود ، ولی نشاسته در جگر هست ، و چون غیر محلول است از جگر وارد خون نمی‌شود بلکه به صورت انرژی اندوخته در جگر باقی می‌ماند .

چربیها تفاوت بسیار با ئیدراتهـای کربن دارند وآن ، مقدار اکسیژن موجود در آنهاست . ئیدراتهای‌کربن تقریباً نیمی ازکربن و ئیدروژن و نیم دیگر از اکسیژن مرکبند ولی چربیها نه دهم از کربن و ئیدروژن و تنها یك دهم از اکسیژن ساخته شده‌اند . چون کربن وئیدروژن منبع تولیدانرژی هستند پس‌چربیها انرژی‌بیشتری از ئیدراتهای کربن در خود دارند .

روی همین‌اصل‌است‌که حیوانات بیشترانرژی خودرا به‌صورت چربی‌اندوخته می‌کنند. مثلا درنوع آدمی مقدارکل نشاستهٔ اندوختهٔ

بدن فقط به‌آن اندازه است که برای قریب ۱۵ ساعت فعالیت بدنی می‌تواند انرژی تولید کند وحال آنکه مقدار چربی اندوخته ممکن است که برای ماهها فعالیت بدنی کافی گردد .

ولی گیاهان بیشتر انرژی اندوختهٔ خود را به‌صورت نشاسته نگه می‌دارند (زیتون ومیوه‌های مخصوص مناطق حاره به‌نام آووکادو[۱] ازاین قاعده مستثنی هستند) . روی همین اصل است که غذاهای نشاسته‌ای عموماً اصل گیاهی وغذاهای چرب اصل حیوانی دارند .

تبدیل شدن مولکولهای کوچك به‌مولکولهای بزرگ

دراینجا وقفه‌ای درپیشرفت کارحاصل می‌شود . همهٔ موادی که در غذاها وجود دارند به‌صورتی که هستند مورد استفادهٔ بدن قرار نمی‌گیرند ، وهیچ استفاده‌ای برای بدن ندارند . پروتئیدهاوچربیها ونشاسته‌ای که دربدن ما هست با پروتئیدها وچربیها ونشاسته‌ای که می‌خوریم تفاوت بسیار دارند . حتی قندهای مضاعف نیزمستقیماً دربدن ما قابل مصرف نیستند . بدن ما هیچ‌گاه سوکروز ندارد وبه‌ندرت حاوی لاکتوز است .

مولکولهای غذایی به‌خصوص پروتئیدها ممکن است کاملاً مرگ آورباشند ، اگرپروتئیدی خارجی (گاهی پروتئید یك انسان برای انسان دیگر) وارد بدن ما شود ممکن است ما نسبت به‌آن حساسیت پیداکنیم . ازآن‌پس تنفس ذرات آن پروتئید یا لمس کردن آن موجب

۱ــ Avocado

تولید خارش، کهیر یا عطسه می‌شود . نیز ممکن است تورم مخاط بینی وجریان یافتن اشك ازچشم ومانند آنها گردد . این همان چیزی است که به آلرژی[1] موسوم است . تب یونجه مهمترین آلرژیهاست . کسانی که مبتلا به این بیماری هستند نسبت به پروتئیدهای بعضی ازگرده‌های گیاهی آلرژی دارند . آلرژیهای نسبت به انواع غذاها نیز فراوان است .

با وجود همهٔ اینها ، بدن احتیاج دارد که آجرهای کوچك ساختمانی خود را فراهم سازد . بدن باید گلوکز واسیدهای چرب و اسیدهای امینه ومانند آنها را فراهم سازد . برای به‌دست آوردن این مواد باید مولکولهای بزرگ چربی وئیدرات کربن وپروتئید بگیرد و سپس آنها را به‌قطعات کوچکتر تجزیه کند . به عبارت دیگر باید مولکولهای بزرگ را به‌مولکولهای کوچکتر تبدیل کند .

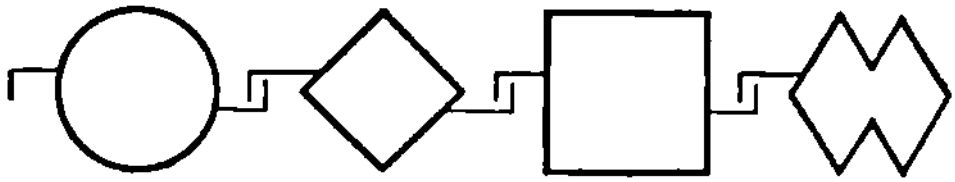
چربیها و ئیدراتهای کربن و پروتئیدها خود به‌خود می‌توانند تجزیه شوند وعموماً چنین می‌کنند . چنانکه درفصل پیش اشاره کردیم تجزیهٔ این مواد ازواکنشهای کنداست ونیازبه آب دارد والبته دراینجا آب نقش کاتالیزورایفا نمی‌کند بلکه وارد واکنش می‌شود .

چنانکه می‌دانید ، گلوکزهای سازندهٔ نشاسته و اسیدهای امینهٔ سازندهٔ پروتئیدها به سادگی ازهم جدا نمی‌شوند . اگر جدا شوند ، جایی که بدان متصل بودند ، ناقص واشباع نشده باقی می‌ماند وبه‌چیزی

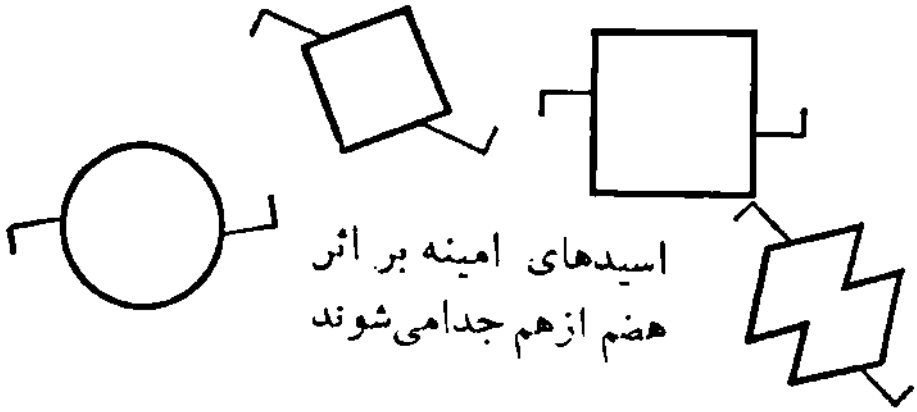
۱ــ Allergy

نیازمند است . آن‌چیز، مولکول آب است . یك مولکول گلوکز جدا شده (یا اسیدامینه) یك اتم ئیدروژن (H) مولکول آب را می‌گیرد

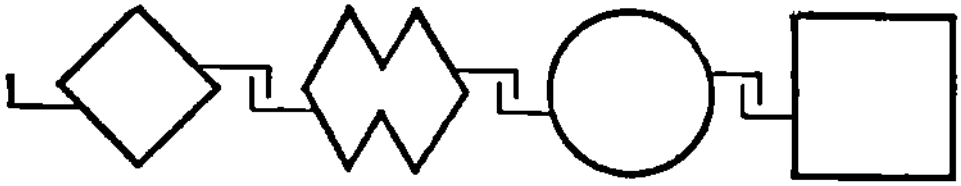
چگونه پروتئید غذائی به پروتئید آدمی تبدیل می‌شود



پروتئید غذائی



اسیدهای امینه بر اثر
هضم ازهم جدامی‌شوند



اسیدهای امینه به‌صورتی باهم ترکیب‌می‌شوند
که پروتئید آدمی به‌وجود آورند

وگلوکز همسایه‌اش اکسیژن وئیدرژن دیگر را می‌گیرد (OH). بدین روش هر اتصال گسیخته شده یك مولکول کامل آب را مورد استفاده قرار می‌دهد.

هنگامی که یك مولکول آب به‌روش فوق موجب تجزیهٔ مولکولی می‌شود، فرایند را **ئیدرولیز**[1] می‌گویند. ئیدرولیز یکی از متداولترین واکنشهایی است که در بدن آدمی واقع می‌شود. این خود دلیلی است بر وجود آب فراوان در بدن. (دلیل دیگر این است که وقتی مواد در آب محلول باشند با سرعت بیشتری روی هم اثر می‌کنند تا وقتی که به‌صورت خشك مجاور هم باشند.)

چربیها وئیدراتهای کربن وپروتئیدها ـ هرسه دسته مواد ـ در نتیجهٔ ئیدرولیز به آجرهای ساختمانی ساده‌تر که مورد نیاز بدن هست تبدیل می‌شوند. تنها مسئله‌ای که در این میان هست، تسریع کردن این فرایند است. یکی از راههای تسریع آن به‌کار بردن اسید است. چنانکه بعداً به‌اختصار خواهیم دید، بدن فقط در یك نقطه بدین کار دست می‌زند ولی راه حلّی بهتر از آن دارد. این راه‌حل، شاید حدس زده‌اید همان استفاده از آنزیمهاست.

آنزیمهایی که واکنشهای ئیدرولیز را تسریع می‌کنند **آنزیمهای ئیدرولیزکننده**[2] نام دارند. وقتی که مواد غذایی در بدن به‌وسیلهٔ این گونه آنزیمها ئیدرولیز می‌شوند، فرآیند را **گوارش**

۱ـ Hydrolysis ۲ـ Hydrolysing Enzymes

گویند .

همان‌گونه‌که سه‌گروه مواد غذایی وجود دارد سه‌گروه آنزیم گوارشی‌نیزهست .آنزیمهایی‌که خاص‌ئیدرولیزنشاسته است**آمیلاز**نام دارند وآنزیمهایی‌که خاص‌ئیدرولیز چربیهاست **لیپاز** وآنزیمهای ئیدرولیزکنندهٔ پروتئیدها ، **پروتئاز** نام دارند .

(تقریباً نام همهٔ آنزیمها به «آز» ختم می‌شود . این قراردادی است‌که شیمی‌دانهادرقدیم‌گذاشتند وچنین‌قبول‌کردندکه پسوند«آز» را برای‌شناخته‌شدن‌آنزیمها به‌کاربرند.)

انجام‌کاربا تکنیك تکمیل تدریجی

لولهٔ‌گوارش لولهٔ درازی است‌که ازدهان‌آغازمی‌شود ودرون تنه راطی‌می‌کند وبه‌مخرج،که سوراخ خروج مواد دفعی‌است،منتهی می‌شود . چون طول‌لولهٔ‌گوارش قریب ده متراست بناچار روی خود تا می‌شود تا درون بدن جا بگیرد . لولهٔ گوارش دارای بخشهای وسیع وبخشهای باریك است وهربخشی‌کارمخصوصی‌به‌عهده دارد.

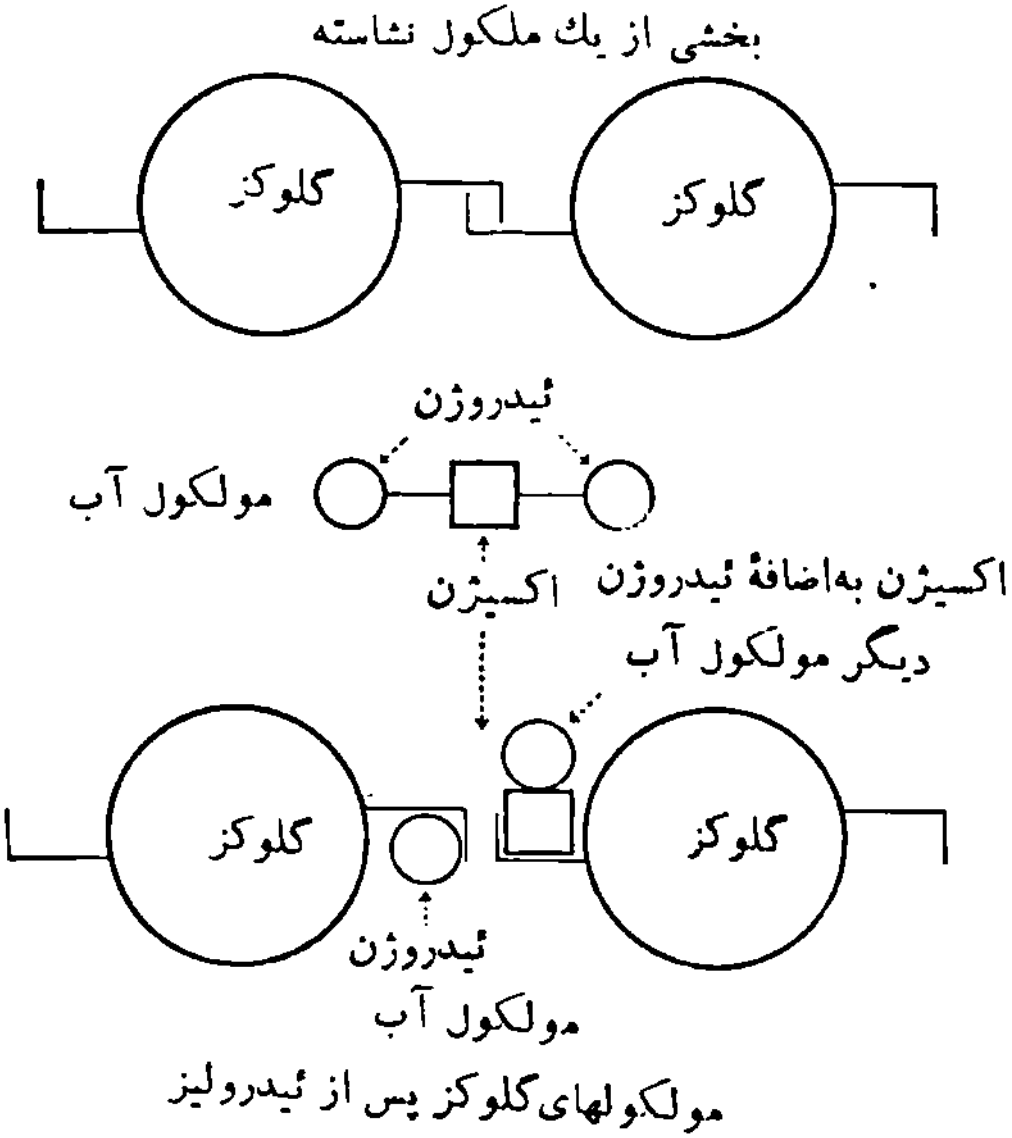
دربخشهای‌مختلف این‌لوله ، تقریباً به‌صورتی‌دایم محلولهایی برغذاهامی‌ریزند . این‌ترشحات عموماً آنزیمهای‌گوارشی‌دربردارند، و به‌وسیلهٔ اعضایی به‌نام **غده‌ها**[1] (که بعضی کوچك و بعضی بزرگند) ساخته می‌شوند.

مثلا **غده‌های‌بزاقی**[2] که درچانه وزیرزبان جای دارند ، به‌طور

۱ــ Glands ۲ــ Salivary Glands

دایم بزاق دردهان ترشح می‌کنند . بزاق آنزیمی داردکـه نشاسته را تجزیه می‌کند وبه **آمیلاز بزاقی**[۱] موسوم است .کاربزاق فقطاین‌نیست

ئیدرولیز چگونه صورت می‌گیرد ؟



مولکولهای گلوکز پس از ئیدرولیز

که غذارا درموقع‌جویدن نرم ومرطوب‌کند تا بلعش‌آسان شود،بلکه

۱ــ Salivary Amylase

فرآیند گوارش را نیز آغاز می‌کند.

غذا پس از بلع از لولهٔ باریکی به‌نام **مری**[1] عبور می‌کند. معده یکی از بخشهای وسیع لولهٔ گوارش است. دیوارهٔ آن ماهیچه‌هایی دارد که غذا را به حرکت درآورده، آن‌را با ترشحات گوارشی مخلوط می‌کند. (هنگامی که معده خالی است انقباض دیوارهٔ آن موجب «احساس گرسنگی» می‌شود.) در پوشش داخلی دیوارهٔ معده تعداد بسیاری غدهٔ میکروسکوپی هست که **شیرهٔ معده**[2] ترشح می‌کنند.

خصوصیت مهم شیرهٔ معده آن است که محتوی اسیدکلریدریك است. این اسید قویترین اسید بدن است. معده محلی است که بدن برای ئیدرولیز اسید قوی به‌کار می‌برد. در اینجا نیز کار اصلی گوارش با آنزیمی پروتئیدی است به‌نام **پپسین**[3] که در شیرهٔ معده نیز هست.

پپسین آنزیمی است که نامش به «آز» ختم نمی‌شود. آنزیمهای گوارشی به‌مقدار زیاد در بدن به‌وجود می‌آیند و از این گذشته فقط درون سلول باقی نمی‌مانند بلکه در معده وروده هم می‌ریزند. از این روست که سهلتر از سایر آنزیمها جمع‌آوری می‌شوند و مورد مطالعه قرار می‌گیرند و زودتر از سایر آنزیمها شناخته شده‌اند. در واقع از زمانی شناخته شده و نام‌گذاری شدند که هنوز شیمی‌دانها تصمیم به افزودن پسوند «آز» بدانها نگرفته بودند. بعضی از آنها مانند پپسین هنوز به‌نام قدیمی خود خوانده می‌شوند.

۱ــ Esophagus ۲ــ Gastric Juice ۳ــ Pepsin

غذا پس‌ازخروج‌ازمعده وارد **رودهٔ کوچك**[۱] می‌شود . دراین‌عضو است‌که‌گوارش‌اصلی‌صورت می‌پذیرد . رودهٔ‌کوچك درحدود شش‌متر طول‌دارد وروی خود تاخورده ، حفرهٔ شکمی‌راکاملا پر می‌سازد . در ابتدای رودهٔ‌کوچك دوغدهٔ بزرگ **جگر**[۲] و **لوزالمعده**[۳] وجود دارندکه ترشحات خود را درآن می‌ریزند . شیرهٔ لوزالمعده تعدادی آنزیم دارد . یکی‌ازآنهاآنزیم تجزیهٔ پروتئید به‌نام **تریپسین**[۴] است .آنزیم مخصوص چربی‌به‌نام**لیپاز لوزالمعده**[۵] وآنزیم مخصوص‌نشاسته موسوم‌به **آمیلاز لوزالمعده**[۶] نیزدرشیرهٔ لوزالمعده هست .

علاوه بر این‌تعداد بسیاری غده‌های میکروسکوپی در ضخامت پوششی داخلی‌روده وجود دارندکه شیرهٔ روده ترشح می‌کنند . شیرهٔ روده آنزیمهای دیگری دارد .

سرانجام‌غذا وارد **رودهٔ بزرگ**[۷] می‌شوددررودهٔ بزرگ‌گوارشی صورت نمی‌گیرد ولی در عوض مقداری از آب شیره‌هایی‌که ازغده‌ها در لولهٔ گوارش ریخته شده‌اند جذب می‌شود و به‌بافتها باز می‌گردد تا به‌مصرف برسد . آنچه از غذاهـا باقی مانده است از بدن بیرون رانده می‌شود .

اکنون‌ببینیم‌چرابه‌داشتن چنین‌لولهٔ‌گوارشی دراز وپیچیده‌ای نیازمندیم ؟ چرافقط یك‌معده‌وجود نداشته باشد و همهٔ غذاها یکباره

۱ـ Small Intestine ۲ـ Liver ۳ـ Pancreas ۴ـ Trypsin
۵ـ Pancreatic Lipase ۶ـ Pancreatic Amylase
۷ـ Large Intestine

در آن‌هضم نشوند ؟ پاسخ آن این است‌که بدن تدریجی بودن‌فرایند گوارش را مؤثرتر می‌بیند .

درکارخانه‌های‌اتومبیل سازی ، اجزای مختلف‌اتومبیل ازروی کمربندی متحرك عبور می‌کنند وکارگران در طول این‌کمربند قرار دارند . هرکارگری‌کار معینی دارد وهر وقت‌که جزء معینی ازاجزای اتومبیل از جلویش می‌گذرد آن را به‌بقیهٔ اجزاسوار می‌کند . بدین روش وقتی‌که همهٔ اجزا به انتهای‌کمربند رسیدند به‌صورت اتومبیل کاملی در می‌آیند. اگر همهٔکارگرهاکارهایشان را درآن واحدصورت دهند ، اشتباهات بسیار پیش خواهد آمد وکار کمتر به پایان خواهد رسید .

در لولهٔگوارش‌نیز وضع بدین منوال‌است . بدین معنی‌که‌مواد گوناگون موجود در غذا لولهٔ گوارش را طی می‌کنند و هر آنزیمی پس از آنزیم دیگر ضربه‌ای بدانها وارد می‌سازد . هر آنزیمی کار مخصوص به خود را به‌نوبت انجام می‌دهد .

فرض‌کنیم که ئیدرات کربن خورده‌ایم . در حین جویدن آن در دهان آمیلاز بزاقی ئیدرولیز کردن نشاستهٔ آن را آغاز می‌کند و زنجیر دراز گلوکزها را به قطعات کوتاهتر تجزیه می‌کند . این قطعات کوتاه **دکسترین**[۱] نام دارند . درمعده ، اسید کلریدریك دکسترینها را به قطعات کوچکتر تقسیم می‌کند .

۱ــ Dextrin

به‌محض ورودغذا در روده‌آمیلاز لوزالمعده برآنچه ازتجزیه دکسترین‌هاباقی مانده اثر می‌کند وآنها را به‌زنجیرهای بسیارکوتاه که فقط از دوگلوکز مرکبندتقسیم می‌کند. این‌مولکول دوگلوکزی را **مالتوز**[1] می‌گویند. ولی اینجا فرایند گوارش هنوز پایان نیافته است. در روده شیرهٔ روده هست که حاوی **مالتاز** است. مالتاز، قند مالتوز را به دوقسمت می‌کند و دوگلوکز به‌وجود می‌آورد.

از این پس بدن می‌تواند از نشاسته استفاده کند، در واقع‌پس ازآنکه نشاسته تا حد مولکولهای‌گلوکز تجزیه شد رفته رفته جذب بدن‌می‌شود. شیرهٔ روده **سوکراز** و **لاکتاز** نیز دارد. سوکراز سوکروز را به گلوکز وفروکتوز تجزیه می‌کند، ولاکتاز. لاکتوزرا به‌گلوکز وگالاکتوز تبدیل می‌کند. فروکتوز ولاکتوز مانند گلوکز جذب‌بدن می‌شوند.

پروتئیدها نیز چنین وضعی دارند. دوپروتئازمهم یعنی پپسین وتریپسین، زنجیرهای اسیدهای‌امینه رادر نقاط‌مختلف پاره‌می‌کنند نخست پپسین مولکول پروتئید را درمعده، در هر نقطه‌ای‌که بتواند پاره می‌کند، سپس وقتی که غذا به‌روده می‌رسد تریپسین قطعات زنجیر اسیدهای امینه را در نقاط جدید پاره می‌سازد.

وقتی‌که‌کار هر دو آنزیم به‌پایان می‌رسد، آنچه از پروتئیدها باقی می‌ماندزنجیرهای‌کوتاه اسیدهای‌امینه موسوم به **پپتیدها**[2] ست.

۱ــ Maltose ۲ــ Peptides

این‌زنجیرها هریك فقط دویا سه یا چهاراسید امینه دارند . درشیرهٔ روده آنزیمهای گوناگونی به‌نام **پپتیداز**[۱] هست . این آنزیمها برای پایان بخشیدن به‌تجزیهٔ پپتیدهاهستند . تقریباً برای هرنوع پپتیدی نوعی پپتیداز هست . حاصل آنکه پپتیدها به‌اسیدهـای امینه تجزیه می‌شوند و اسیدهای امینه جذب بدن می‌گردند .

چربیهادر یك مرحله به‌وسیلهٔلیپازلوزالمعده‌گوارش می‌شوند ولی این عمل با اشکالات مخصوصی همراه است . چربیها در آب حل نمی‌شوند پس آنزیم(که درآب محلول است) برای دسترسی یافتن به‌چربی دچار اشکال می‌شود .

خوشبختانه ترشحات جگرکه **صفرا**[۲] نام دارد، اگرچه‌آنزیمی ندارد ، واجد مواد مخصوصی است که به‌این‌کارکمك می‌کنند . این مواد همان نمکهای **صفرایی**[۳] هستند .کار این نمکها شبیه‌کار صابون است وآن این است‌که چربیها رابه‌ذرات بسیارکوچك تقسیم‌می‌کند. این ذرات که به‌خوبی باآب مخلوط می‌شوندگوارش چربی را امکان پذیر می‌سازند .

مواردی ازاین طرزکار در آشپزخانه‌های ما دیده می‌شود . در شیر معمولی ، خـامه (که بخش چرب شیر را تشکیل می‌دهد) از بخش مایع آن جدا می‌شود و به‌سطح شیر می‌آید . برای جلوگیری ازآن خامهٔدرون شیر را به‌ذرات بسیار ریزتبدیل می‌کنند. به‌عبارت

۱ـ Peptidases ۲ـ Bile ۳ـ Bile Salts

دیگر شیر را **هموژنیزه**[۱] می‌کنند . در این‌صورت‌خامه به‌خوبی باآب مخلوط می‌شود و دیگر جدا نمی‌گردد . نظیر همین عمل در نتیجهٔ تأثیر صفرا در روده صورت می‌گیرد .

چه وقت یك پروتئید ، پروتئیدی خوب است

پروتئیدها و چربیها وئیدراتهای‌کربن موجود درگوشت وشیر و سبزیها و هرنوع غذای دیگری‌که در شبانه روز مصرف می‌شوند ، طی فرایند هضم به‌یك عدهٔ مواد معین تبدیل می‌شوند. پس چرا همهٔ غذاها مساویاً برای بدن خوب نیستند ؟ برای این سئوال جوابهای بسیاری هست .

اول آنکه بعضی از موادموجود در غذاهااساساً هضم‌نمی‌شوند یکی از این نوع غذاها ئیدرات‌کربنی است به‌نام **سلولز** (و مواد منسوب بدان) . کاغذ و پنبه تقریباً سلولز خالصند . مولکولهای سازندهٔ سلولز ، مولکولهای گلوکزند ولی این مولکولها به قسمی به‌یکدیگر متصل شده‌اندکه هیچ‌آنزیم بدن آدمی‌قادر به‌جداساختن آنها نیست . به‌همین جهت است‌که با خوردن کاغذ وپنبه چیزی عاید بدن نمی‌گردد .

بسیاری از میوه‌ها وسبزیها مقدارقابل توجهی سلولز غیرقابل هضم دارند ، پس وقتی‌که باگوشت یا دانه‌ها مقایسه شوند منبع‌تولید انرژی ناقابلی هستند . (ولی از نظر مواد معدنی و ویتامینهایی که

۱ــ Homogenized

دارند با ارزشند و از خوردن آنها نباید خودداری شود .)

حیواناتی چون گاو و گوسفند و بز از علف تغذیه می کنند و علف حاوی مقادیر زیادی سلولز است . آنها نیز آنزیم تجزیه کننده سلولز ندارند ، ولی خوشبختانه معده‌های مخصوصی دارند که علف می‌تواند به‌مدت زیادی در آن انبار شود . در این معده‌ها بعضی از باکتریها رشد می کنند که دارای آنزیمهای تجزیه کنندهٔ سلولز هستند. بدیهی است گلوکزی که حاصل می‌شود مقداری مورد استفادهٔ باکتریها و بقیه مورد استفادهٔ حیوان قرار می گیرد . شرکت خوبی است و زیست ـ شناسان بدان **همزیستی** [1] می‌گویند . چنانکه در یکی از فصول آینده خواهیم دید انسان نیز در روده‌های خود باکتریهای شریك داردولی به‌منظورهای دیگر است .

دوم آنکه مواد غذایی گوناگون همه برای بدن‌داری یك اهمیت نیستند. فرض کنید غذایی که خورده‌اید چربی کم داشته است . اشکالی از این جریان پیش نخواهد آمد زیرا بدن از ئیدراتهای کربنی که خورده‌اید چربی می‌سازد . این کاری است که همواره در بدن صورت می گیرد . هر کسی توجه یافته است که غذاهای نشاسته‌ای چگونه باعث چاقی انسان می‌شوند .

اگر چربی و ئیدرات کربن کم به‌بدن برسد باز بدن دچار فقدان نخواهد شد زیرا هردوی آنها را از پروتئیدها تهیه می کند.

۱ــ Symbiosis

بدن هنگامی دچار اختلال می‌شود که‌کمبود مواد پروتئیدی داشته باشدزیرا بدن‌نمی‌تواند ازچربیها وئیدراتهای کربن ، پروتئید بسازد. پروتئیدبه‌نیتروژن نیازمند است وحال‌آنکه نه‌چربی‌نیتروژن دارد نه ئیدرات‌کربن . بنابراین‌بدن‌هنگامی پروتئید به‌دست خواهد آوردکه غذا حاوی آن باشد . زندگی با جیرهٔ غذایی حاوی نشاسته وکره و قند غیر ممکن است . زیرا در این حالت انرژی لازم تأمین می‌شود ولی ساخته شدن بافتهای نومیسر نیست .

بالاخره هرنوع پروتئیدی تفاوتهایی با پروتئید دیگر دارد . از ۲۰ نوع اسید امینهٔ مختلف ، بعضی‌ها از اسیدهای امینهٔ دیگردر بدن آدمی ساخته می‌شوند . معنی‌اش این است اگر نوع مخصوصی اسید امینه به‌بدن نرسد ، بدن آن‌را از اسیدهای‌امینه‌دیگرمی‌سازد بدین معنی که بخشی ازاسید امینهٔ دیگری‌که بیش ازحد لزوم‌وجود دارد به‌اسید امینه لازم تبدیل می‌شود و اوضاع به‌خوبی می‌گذرد .

اماهشت اسیدامینه‌هست‌که بدن‌نمی‌تواند آنها را از اسیدهای امینهٔ دیگر بسازد . به‌طوری‌که اگر هر یك از این هشت اسیدامینه به بدن نرسد اختلال پیش خواهد آمد . و بدن باید انتظار بکشد تا با غذا وارد بدن شود و خود قادر به‌ساختن آنها نیست . اینها را **اسیدهای امینهٔ اصلی**[1] می‌گویند. هرپروتئیدی‌که‌ازاین‌هشت اسیدامینه به‌مقدار کافی نداشته باشد پروتئید ناقص است . مثلا پروتئیدهای

۱ــ Essential Amino - Acids

ژلاتین شاخ از اینگونه پروتئیدهای ناقصند . موشهای سفیدی که با جیرهٔ غذایی مصنوعی محتوی پروتئیدهای ناقص تغذیه می‌شوند وزنشان کم می‌شود و می‌میرند .

عموماً پروتئیدهای حیوانی بیش از پروتئیدهای گیاهی حاوی اسیدهای امینهٔ اصلی هستند . بهترین پروتئیدها در شیر وتخم مرغ است .

از این گذشته جیرهٔ غذایی باید حاوی بعضی از مواد کانی و ویتامینها نیز باشد تا همه کارهای بدن به‌صورت رضایت بخش پیش برود، ولی بحث در بارهٔ این موادموضوع یکی از فصلهای آینده است.

خلاصهٔ فصل

گوارش فرآیندی است که طی آن مولکولهای غذاهای خورده شده به‌مولکهای کوچکتری تبدیل می‌شوند وسپس جذب بدن می‌گردند و جزء موادی در می‌آیندکه بافتهای بدن ما از آنها ساخته شده‌اند . بدن برای این منظور درغده‌های هضمی آنزیمهای گوناگون می‌سازد غده‌ها شیره‌های خود رادر معده وروده می‌ریزند . آنزیمهای مختلف بخشهای مختلف کار را انجام می‌دهند . عده‌ای از آنزیمها تجزیه کنندهٔ نشاسته‌اند . عدهٔ دیگر تجزیه کنندهٔ چربی و عده‌ای تجزیه کنندهٔ پروتئیدها هستند . درحین سیر غذا در روده هر نوع آنزیمی به‌نوبهٔ خود روی آن اثر می‌کند. بدن با تجزیهٔ غذاهابه‌مولکولهای کوچکتر و ترکیب کردن مجدد آنها ، از چربی و پرتئید ، ئیدرات

کربن واز نشاسته وپروتئیدچربی می‌سازد. ولی برای ساختن‌پروتئید باید تعدادی اسید امینه در غذای شبانه روزی باشد . این اسیدهای امینه را اسیدهای امینهٔ اصلی می‌گویند. هشت نوع اسید امینهٔاصلی وجود دارد. بدن می‌تواند اسیدهای‌امینه دیگر را از اسیدهای‌امینهٔ اصلی بسازد .

باشگاه ادبیات

۵

آنزیمها و انرژی

هوای تنفسی و اینکه چرا تنفس می‌کنیم

بدن ازچربی‌وقندبه‌عنوان منبع انرژی‌استفاده می‌کند وبرای به‌دست‌آوردن انرژی‌این‌مولکولها، آنزیمهای مخصوصی‌به‌کارمی‌برد، ولی‌پیش‌ازآنکه‌ازاین‌آنزیمها نام ببریم باید چندکلمه دربارهٔ انرژی بیان داریم.

انرژی چیزی‌است‌که‌کاررا میسرمی‌سازد. هنگامی‌که دستها و پاهای‌خود را حرکت می‌دهید درحال‌به‌کاربردن انرژی هستید. قلب و ششهای شما درتمام شبانه روزانرژی مصرف می‌کنند. بدن شما برای‌گرم نگه داشتن خود انرژی مصرف می‌کند. هرانسانی‌درشبانه روزبه‌آن اندازه انرژی مصرف می‌کندکه‌کافی‌است ۳۵ لیترآب‌یخ را به‌جوش‌آورد.

این‌همه انرژی ازکجا به‌دست می‌آید؟

اگراین سؤال رابه‌جای آنکه دربارهٔ بدنهای‌خودبکنیم‌درمورد کارخانه‌های‌مختلف‌بکنیم پاسخ آن آسان‌خواهدبود. صنایع مامقادیر بسیارزیاد انرژی مصرف می‌کنند . یکی‌ازراههای تحصیل انرژی در کارخانه‌ها سوزاندن ذغال سنگ است .

بیشتر ذغال‌سنگ کربن‌است . هنگامی که ذغال‌می‌سوزداتمهای کربن با اکسیژن هوا ترکیب می‌شوند وگازی به‌نام انیدریدکربنیك تولید می‌کنند . هرمولکول انیدریدکربنیك ازیك اتم‌کربن و دواتم اکسیژن مرکب است . هنگامی که‌کربن با اکسیژن ترکیب می‌شود ، انرژی‌آزاد می‌گردد . اگر به سوختن ذغال سنگ توجه‌کنیم انرژی حاصل‌ازآن‌را به‌صورت روشنایی وگرما احساس می‌کنیم . نوروگرما دوصورت بسیارمعمولی‌تظاهرانرژی هستند ولی‌تنها صورتهای تظاهر آن نیستند .

یکی‌دیگرازعنصرهایی‌که با اکسیژن ترکیب می‌شود وانرژی نوری وگرماتولید می‌کندئیدروژن است . این‌عنصروقتی‌که‌بااکسیژن ترکیب می‌شودآب به‌وجود می‌آورد.(چنانکه به‌خاطرداریدمولکول آب‌ازدواتم‌ئیدروژن‌ویك‌اتم‌اکسیژن‌ساخته شده است)گاهی‌ئیدروژن منفجرمی‌شود وانرژی را به‌صورت نوی ظاهر می‌سازد . انفجار، اشیا را به‌حرکت درمی‌آورد .گاهی‌این‌حرکت بسیارشدید است. هنگامی که اشیا حرکت می‌کنند دارای **انرژی سینتیك**[۱] هستند .

۱ــ Kinetic Energy

کربن‌وئیدروژن حتی‌هنگامیکه‌جزء مولکولی‌هستندمی‌توانند با اکسیژن ترکیب شوند . مثلا مولکول بنزین هم کربن دارد و هم ئیدروژن. بنزین با اکسیژن ترکیب می‌شود یعنی‌به‌اصطلاح‌می‌سوزد. پس‌ازسوختن ، هم‌آب تولید می‌کند هم انیدریدکربنیك . مانندکربن و ئیدروژن‌گرما و نور به‌وجود می‌آورد و مـانند ئیدروژن می‌تواند منفجرشود .

چوب وکاغذ مولکولهایی دارندکه حاوی کربن و ئیدروژن و اکسیژنند . این مواد نیزمی‌توانند بسوزند وگرما و نور تولیدکنند . بدن‌ما انرژی را به‌همان صورتی‌به‌دست می‌آوردکه‌کارخانه‌ها انرژی تحصیل‌می‌کنند . بدن‌ماکربن وئیدروژن‌را با اکسیژن‌ترکیب‌می‌کند. کربن وئیدروژنی که بدن به‌مصرف می‌رساند از مولکولهای‌چربی و ئیدرات کربن به‌دست می‌آیند .

ولی‌بدن‌ماچربی‌وئیدرات‌کربن‌را به‌صورتی‌نمی‌سوزاندکه‌کوره ذغال‌سنگ را می‌سوزاند . دربدن نه شعله هست نه‌نوربلکه‌مولکول چربی‌وئیدرات‌کربن‌باکندی بسیاربا اکسیژن ترکیب می‌شوند(اکسید می‌شوند). ازاین‌ترکیب‌همواره مقادیری‌گرماوسایرصورتهای انرژی به‌وجود می‌آیند .

پس‌برای تولید انرژی دربدن دوچیز لازم است . اول سوخت (که ممکن‌است چربی‌یا ئیدرات‌کربن‌باشد) دوم اکسیژن‌که ما را در میان‌گرفته است ، زیرا یك‌پنجم هوایی را به‌وجود می‌آوردکه تنفس

می‌کنیم . بدن ما چربی و ئیدراتهای کربن را به‌صورتهای مختلف اندوخته‌می‌کند وروی‌همین‌اصل‌است‌که‌روزها وهفته‌هامی‌توانیم‌بدون غذا زنده بمانیم ، ولی اکسیژن را به‌هیچ صورتی نمی‌تواند اندوخته کند زیرا اکسیژن همیشه دراطرافما هست وبدن نیازی به‌اندوختن آن احساس‌نکرده است . ازآنجاکه درهردقیقه از روز وشب انرژی به‌مصرف می‌رسانیم پس درهمهٔ اوقات به‌اکسیژن نیازمندیم . چون نمی‌توانیم‌اکسیژن اندوخته‌کنیم ، مسدودکردن نای به‌مدت ۱۵دقیقه ممکن‌است مرگ پیش‌آورد .

هوا ازسطح زمین تا حدود متجاوزازصد وشصت‌کیلومتر بالاتر وجود دارد ولی‌هرچه بالاتررویم به‌سرعت رقیق می‌شود . فقط‌اندکی متجاوزازسه‌کیلومتر مجاورزمین است‌که غلظت هوا زندگی‌را ممکن می‌سازد .

چه خواب باشیم چه بیدار، درهردقیقه ۱۶ بارهوا را بدرون ششهای خود می‌کشیم (دم) وآن را ازششها خارج می‌سازیم (بازدم). هوای دم هوای تازهٔ عادی است‌که۲۱ درصد اکسیژن دارد ولی‌هوای بازدم فقط ۱۶درصد اکسیژن حاوی است ، ۵ درصدی که‌کم می‌شود بدان دلیل است که هوا در ششها جذب بدن می‌گردد .

درهنگام‌کارعضلانی یاکارسخت به‌اکسیژن بیشتری برای‌تامین انرژی بیشتر نیازمندیم . پس تنفس ما سریعتر می‌شود و نفس نفس می‌زنیم .

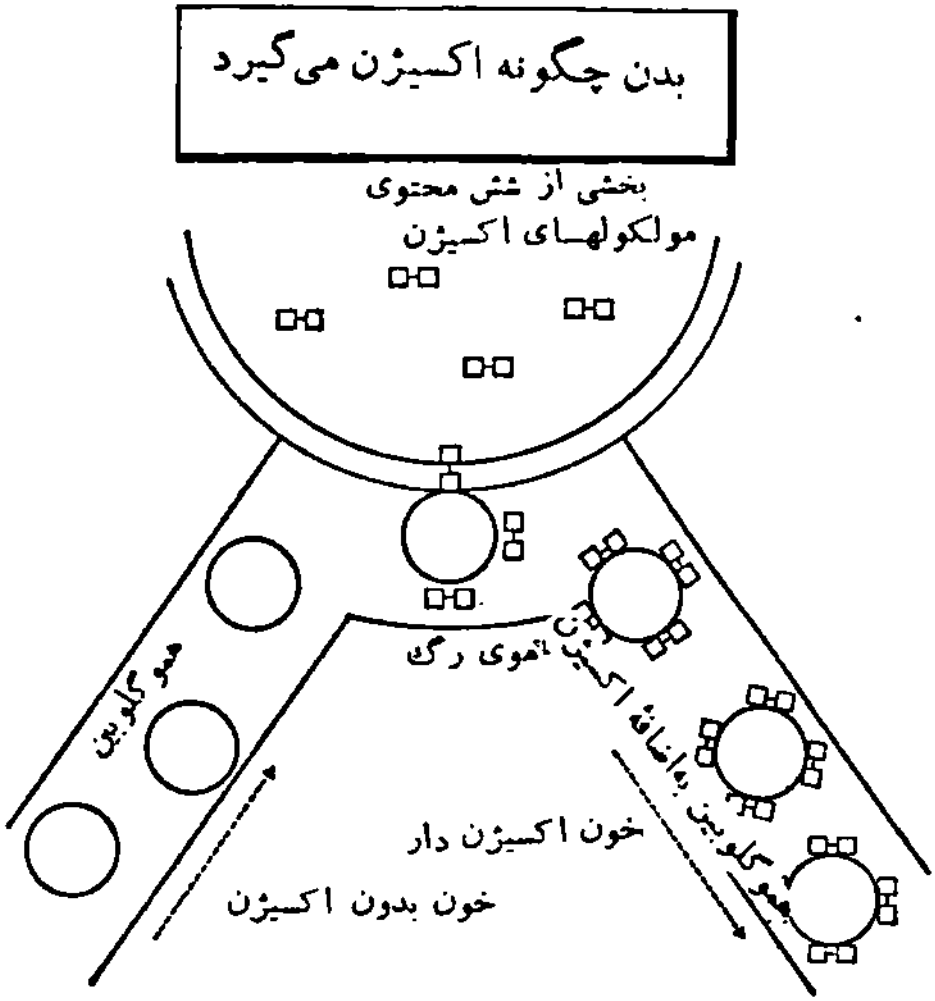
چربی وئیدرات‌کربن پس ازترکیب شدن با اکسیژن ، درست مانند موقعی‌که بنزین‌می‌سوزد ،آب وانیدریدکربنیك تولیدمی‌کنند. آب به‌صورت بخاردیده می‌شود . درروزهای سرد ، بخارآب‌به‌صورت ذرات بسیارریزمایع درمی‌آید وبخاری را به‌وجود می‌آورد کـه در روزهای سرد زمستـان همراه بازدم بیرون می‌دهیم . هوای بازدم ما مقداری انیدریدکربنیك نیزدارد . در واقع ٥ر٤ درصد هوای بـازدم انیدرید کربنیك است .

انیدریدکربنیك به‌مقدارمتعادل سمی‌نیست . ناراحتی‌حاصل‌از این‌گازبه‌خاطرکم شدن اکسیژن است . زیرا اگرمقدارزیادی ازآن جمع‌شود ، جای اکسیژن‌رامی‌گیرد وما خفه خواهیم شد .

حال‌باید دید بدن چگونه اکسیژنی راکه تنفس‌می‌کنیم جذب می‌کند ؟ ششها چون دو اسفنج بزرگند . نایژه‌ای‌که درهر شش نفوذ می‌کند به‌شاخه‌های‌بسیارکوچك‌تبدیل‌می‌شود تا سرانجام‌به‌کیسه‌هایی میکروسکوپی‌منتهی‌می‌گردد.این‌کیسه‌هارا **کیسه‌های هوایی**می‌گویند. کیسه‌ها در همه جـای شش پراکنده‌اند و تعداد آنها به میلیونهـا می‌رسد .

دیوارهٔ‌کیسه‌های هوایی بسیارنازك است . درآن طرف دیوارهٔ کیسهٔ هوایی رگهای بسیـارنازکی (به‌نام مویرگ)که دیوارهٔ بسیـار نازك دارند قرارگرفته‌اند . این دو دیواره به‌قدری نازکندکه هوای کیسه‌های هوایی‌به‌داخل مویرگها نفوذ می‌کند . در خون میلیونهـا

گلبول‌قرمزهست. درهرگلبول‌قرمزپروتئیدی هست به‌نام **هموگلوبین**، که می‌تواند به صورت بی‌ثباتی با چهار مولکول اکسیژن ترکیب شود.



خون درششها جریان می‌یابد ودر حالی‌که‌گلبولهای قرمزآن اکسیژن به‌همراه دارند به‌قلب بازمی‌گردد. این خون اکسیژن‌دار به‌وسیلهٔ سرخ‌رگها به‌همهٔ سلولهای بدن می‌رسد. چون اکسیژن با هموگلوبین ترکیب بی‌ثباتی‌دارد، پس به‌سلولها داده می‌شود. خون

بدون اکسیژن توسط سیاهرگها به قلب بازمی گردد و برای به دست آوردن اکسیژن باردیگر به ششها فرستاده می شود .

خون اکسیژن دار قرمز روشن است ولی خون بدون اکسیژن قرمز تیره است . خونی که ازبدن ما جاری می شود عموماً قرمز روشن است زیرا اگر بی اکسیژن هم باشد درمجاورت هوا اکسیژن دار می شود .

گازی به نام اکسید دوکربن هست که منسوب نزدیك انیدرید کربنیك است . درمولکولش یك اتم کربن ویك اتم اکسیژن هست . (به خاطر دارید که انیدرید کربنیك دواتم اکسیژن دارد) . چون اتم کربن اکسیددوکربن اشباع نشده است پس درپی به دست آوردن اکسیژن دیگر است. به همین جهت است که با اکسیژن ترکیب می شود . پس در هوا می سوزد .گازی که غالباً برای آشپزخانه به کارمی رود مخلوطی از اکسید دوکربن وئیدروژن است .

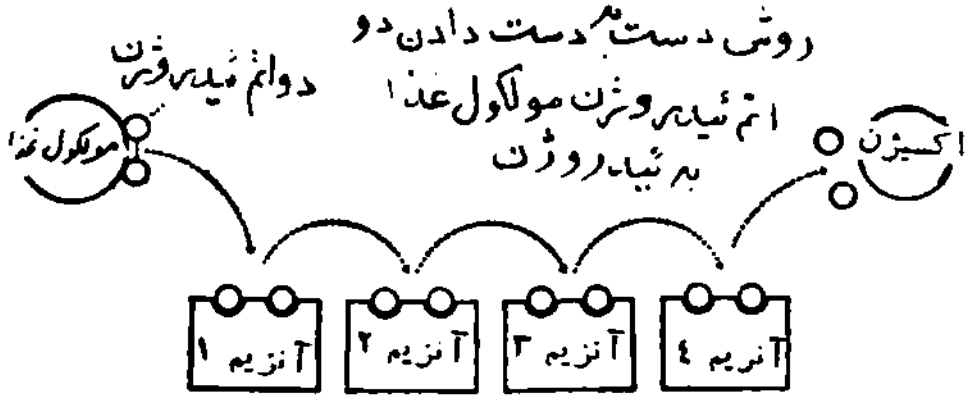
اکسید دوکربن به گرفتن چیزی که جزء مولکول خود سازد ، چنان تمایلی دارد که اگر اکسیژن دردسترس نداشته باشد چیز دیگر را می گیرد . مثلا همـوگلوبین را می گیرد ومحکم به آن می چسبد . مقدارکم اکسید دوکربن هوا کافی است که به قسمت اعظم مولکولهای هموگلوبین متصل شود . هموگلوبینی که به اکسید دوکربن متصل شود قادر به انتقال دادن اکسیژن نخواهد بود و بدون اکسیژن هم زندگی امکان پذیر نیست .

سمیت اکسید دوکربن ازهمین نظر است ، وسمیت گاز آشپز-

خانه به خاطر اکسید دوکربن آن است . نیز اکسید دوکربن حاصل از سوختن موتور اتومبیل است که روشن کردن موتـور را درگاراژ بسته خطرناك می‌سازد . ترکیب اکسید دوکربن با هموگلوبین رنگ قرمزمخصوصی به‌وجودمی‌آورد و یکی ازراههای‌تشخیص مسمومیت از اکسید دوکربن رنگ قرمز میخکی چهرهٔ مسموم است .

روش دست به دست دادن[1]

احتراق‌کند چربی و ئیدرات‌کربن چگونه صورت می‌گیرد؟ کاغذ رانمی‌توانیم بکندی بسوزانیم ، زیرا یا نمی‌سوزد یااگرکبریتی بدان نزدیك‌کنیم‌به‌سرعت می‌سوزد . نه‌می‌توان پس ازنزدیك کردن



شعله به کاغذ موجب سوختن کند آن شد و نه می‌توان بشعلهٔ کوچك بدان اثر داد زیرا به‌محض آغاز سوختن ، همهٔ کاغذ می‌سوزد .

بدن در تجزیهٔ مولکولها روش خاصی به‌کار می‌برد و آن‌**تجزیه تدریجی** است. وقتی که‌کاغذ می‌سوزد، مولکول کاغذ آناً متلاشی می‌شود

۱ــ Bucket - Brigade

زیرا همهٔ ئیدروژن وکربن آن به‌سرعت با اکسیژن ترکیب می‌شود، ولی چنین امری هرگز دربدن واقع نمی‌شود. بلکه هر مولکولی‌طی مراحل دقیق اکسید می‌شود. دواتم ئیدروژن دریك‌وهله از مولکول جدا می‌شوند وبااتم‌اکسیژن‌ترکیب‌گشته وآب به‌وجود می‌آورند. از آنچه باقی می‌ماند دو اتم ئیدروژن دیگر جدا می‌شود وبراین‌قیاس.

به‌تدریج که اتمهای ئیدروژن جدا می‌شوند، بیشتر مولکول باقیمانده مرکب ازکربن‌واکسیژن‌خواهد شد. دراین حالت‌یك‌کربن ودو اکسیژن مجاورش، نیز از مولکول جدامی‌شوند و یك مولکول انیدریدکربنیك به‌وجود می‌آورند.

اکنون ببینیم‌که بدن‌چگونه چنین تجزیهٔ‌کند مولکول چربی یا ئیدرات کربن را کنترل می‌کند. پاسخ ما همان پاسخ معمولی است: «به‌وسیلهٔ آنزیمها».

در فصل پیش ازگروه بزرگ آنزیمهای ئیدرولیزکننده یاد کردیم. اکنون ازگروه بزرگی از آنزیمها نام می‌بریم‌که آنزیمهای **اکسید کننده**[1] نام دارند. تقریباً همهٔ آنزیمها به یکی از این دوگروه تعلق دارند.

هنگامی‌که ئیدروژن از مولکول جدا می‌شود فوراً با اکسیژن ترکیب نمی‌گردد. بدن انسان هیچ‌گاه بدین سادگی عمل نمی‌کند، بلکه یك سلسله آنزیم در این عمل دست اندرکار می‌شوند. نخستین

۱ــ Oxidising Enzymes

آنزیم‌دوئیدروژن را ازمولکول می‌گیرد وآن‌را به‌آنزیم‌دوم می‌دهد و آنزیم دوم آنها را به‌آنزیم‌سوم می‌دهد وبراین قیاس . ممکن است شش آنزیم متفاوت در این جریان دخالت‌کنند .

فرایند جدا شدن ئیدروژن از یك مولکول واز آنزیمی به ـ آنزیم‌دیگر رفتن‌آن وسرانجام رسیدن به‌اکسیژن رادزیدروژناسیون[1] می‌گویند.

چرا بدن اینهمه به‌خود زحمت می‌دهد ؟ نخست آنکه اگر ئیدروژن به‌سرعت با اکسیژن‌ترکیب شود به‌قدری سریع‌انرژی‌تولید می‌شود که بدن قـادر به استفاده از آن نخواهد بود ، ولی وقتی که ئیدروژن به‌یك‌آنزیم داده‌می‌شود اندکی‌انرژی‌حاصل‌می‌شود. و وقتی که‌به‌آنزیم دیگر داده‌می‌شود انرژی‌بیشتری آزادمی‌گردد وهنگامی که به اکسیژن می‌رسد همهٔ‌انرژی‌آزاد شده است. دراین صورت‌است که بدن بخوبی می‌تواند از انرژی استفاده‌کند.

دوم آنکه وقتی ئیدروژن از آنزیمی به‌آنزیم دیگر می‌رسد ، فرایندممکن‌است در جهت‌عکس واقع شود. بنابراین‌ئیدروژن‌ممکن است به‌مولکول اولیه بازگردد . این فرایند عکس، **احیا**[2] نام دارد و برای بدن مفید است .

آنچه در اکسید شدن می‌گذرد می‌تواند با روش دست به دست دادن سطل‌های آب برای خاموش‌کردن حریق مقایسه شود . فرض

۱ـ Deshydrogenation ۲ـ Reduction

کنید در طبقهٔ دوم ساختمانی حریق ایجاد شده است و تنها منبع آب، چاهی است در حیاط پشت خانه . اگر قراربشود با یك سطل از چاه آب بردارند و به‌طبقهٔ دوم برسند و آب آن را روی آتش بریزند و برای‌بردن آب‌دوباره به‌چاه بیایند،انرژی و وقت‌زیادی‌مصرف‌می‌شود و از این‌گذشته خانه خواهد سوخت .

ولی اگر عده‌ای مرد در خطی از چاه تادرون خانه و تا بالای پله‌ها پهلوی هم قرارگیرند و چند سطل را مرتباً آب بریزند و دست به‌دست بدهند تا در طبقه دوم ریخته شود. هم‌انرژی‌کمتری توسط‌هر مرد مصرف می‌شود و هم جریان امر سریعتر از وقتی خواهد بود که یك مرد با یك سطل بخواهد آتش را خاموش‌کند. نیز سطل‌ها را در هر دوجهت می‌توان انتقال داد . یعنی هم در جهت بالای پله و هم (وقتی‌که آتش خاموش شد) در جهت‌پایین‌پله . اگرگروهی‌که‌دست به دست می‌دهند در محل نباشند چنین‌امری ممکن نخواهد بود . می‌توان سطلها را ازپنجره به‌پایین پرت کرد ولی هنگامی می‌توانیم در جهت مخالف حرکتشان‌دهیم‌که بازوان قوی وهدف سودمندداشته باشیم .

چنانکه می‌بینیدآنزیمهای اکسیدکننده مانندگروهی‌که دست به‌دست می‌دهند عمل می‌کنند منتها به‌جای سطلهای آب ، اتمهای ئیدروژن را دست به‌دست می‌دهند .

آنزیمهای درون سلول باید با دقت تمام ترتیب داده شوند تا

این طرزکار را امکان پذیر سازند. اگر هرآنزیمی آزادانه درحرکت باشد بدن هر گز اطمینـان پیدا نمی‌کندکه آنزیم مناسبی در لحظهٔ مناسب درجای‌مناسب خود باشد. مثلاپس از آنکه‌آنزیم ۱ ئیدروژن را گرفت ، اگر آنزیم ۲ در جـای خود نباشد ، عمل متوقف خواهد شد. مثل‌آن است‌که اشخاصی‌که قرار است‌سطلهای پر ازآب رادست به دست بدهند ، آزاد باشندکه در موقع‌خاموش‌کردن آتش به‌هرجا که بخواهندبروند . مسلم است درچنین صورتی‌سوختن خانه اجتناب ناپذیر می‌شود .

درون سلول اجزای‌کوچکی به‌نام **میتوکوندری**[۱] هست . هریك از میتوکوندریها ، به نوبهٔ خود جمعیتی است‌که‌به‌روش دست به‌دست دادن عمل می‌کند . میتوکوندری همهٔ آنزیمهـای لازم برای اکسید شدن را بانظم خاصی در طول خطی به‌دنبال هم دارد و اتم ئیدروژن در طول آن خط به‌حرکت‌درمی‌آید .

بدهی اکسیژن

بعضی‌اوقات بدن به‌مقدار زیادی انرژی نیاز بسیار فوری‌دارد. ایـن مقدار به آن حد است که نمی‌توان اکسیژن کافی برای آن تنفس‌کرد . دراین موارد بدن‌نیرنگی به‌کار می‌بردکه بدون اکسیژن انرژی به‌دست آورد . این فرایند بیشتر درماهیچه صورت می‌گیرد. طبیعی است‌که وقتی هیزم می‌شکنید یا از پله بالا می‌روید یا مسابقهٔ

۱ــ Mithochondria

بسکتبال می‌دهید ماهیچه‌های شما به انرژی فوری نیاز مبرم دارند.

در فرایند تولید انرژی بدون اکسیژن نیز ازگلوکز استفاده می‌شود. گلوکز سوخت اساسی بدن است. نشاستهٔ درون جگر پیش از آنکه مورد استفاده قرارگیرد باید به‌گلوکز تبدیل شود.

حتی ماهیچه‌ها مقداری از نشاستهٔ مخصوص به‌طور اندوخته دارند تا بتوانند در مواقع لزوم آن را فوراً به‌گلوکز تبدیل کنند. خون همواره مقداری گلوکز دارد و یکی از مهمترین وظایف خون رساندن این‌گلوکز به همهٔ بدن است، تا در موقع لزوم به‌کار برد.

چنانکه می‌دانیم مولکول گلوکز ٦ اتم‌کربن و۱۲ اتم ئیدروژن و ٦ اتم اکسیژن دارد. مولکول گلوکز می‌تواند دونیم بشود یعنی به دو **اسید لاکتیك**[1] تبدیل‌گردد. هر مولکول اسیدلاکتیك۳ اتم‌کربن و ٦ اتم ئیدروژن و ۳ اتم اکسیژن دارد. (اسید لاکتیك همان‌ماده‌ای است‌که طعم و بوی خود را به‌شیر می‌دهد).

وقتی که مولکول گلوکز به اسید لاکتیك تجزیه می‌شود، اکسیژنی مورد نیاز نیست ولی این تجزیه خود مقداری انرژی آزاد می‌کند (در حدود یك پنجم انرژیی‌که ازسوختن کامل‌گلوکز حاصل می‌شود). تجزیهٔ گلوکز به اسید لاکتیك، یعنی به‌دونیم، در یك مرحله صورت نمی‌گیرد بلکه طی یك سلسلهٔ دوازده واکنشی انجام

۱ــ Lactic acid

می‌شود و هر واکنشی آنزیمی مخصوص به‌خود دارد .

درحین کارعضلانی گلیکوژن ماهیچه به‌گلوکز تبدیل می‌شود و گلوکزبه اسید لاکتیك تجزیه می‌شود . هرچه مقدار اسید لاکتیك بیشتر می‌شود ، شما خسته تر می‌شوید و سرانجام مجبور می‌شوید که دست ازکار بکشید وبه‌استراحت بپردازید .

اکنون باید به‌وسایلی‌اسید لاکتیك را از بین ببرید . برای‌این کارمقداری ازآن رااکسید می‌کنید تا به‌انیدریدکربنیك و آب‌تبدیل شود . برای این کار اکسیژن لازم دارید . انرژیی که از این اکسید شدن به‌دست‌می‌آورید ممکن است‌برای برگرداندن‌بقیهٔ اسیدلاکتیك به‌گلیکوژن مصرف شود ، یعنی شما به همانجایی باز می‌گردیدکه‌کار را از آنجا آغازکرده بودید .

به‌همین جهت است‌که پس از تمرین عضلانی یا کار ، در حالی که‌استراحت می‌کنید، به‌سرعت نفس می‌کشید. شما بااین عمل‌مشغول رساندن اکسیژن به‌ماهیچه‌های خودهستید تا اسید لاکتیك حاصل‌را از بین ببرند . در واقع شما دارید **بدهی‌اکسیژن** خود را می‌پردازید .

اختصارهای قوی : ATP

گاهی اتفاق می‌افتدکه انرژی بی‌استفاده می‌شود . اگرقطعه‌ای ذغال سنگ در هوای آزاد بسوزد انرژی آن به درد کسی نخواهد خورد بلکه نور وگرمای آن در هوا پخش می‌شود و از بین می‌رود، ولی‌اگردر کوره یا زیردیگ سوخته شود می‌تواندمورد استفاده‌قرار

گیرد . اگر آن را زیر یـك مخزن آب بسوزانیم ، می‌توانیم آب را به‌بخار تبدیل کنیم وموجبات حرکت ماشین بخار رافراهم سازیم ، و اگر آن را برای‌گرداندن یك مولد برق به‌کار بریم خواهیم توانست الکتریستهٔ مفید به‌وجود آوریم .

اکنون باید دیدکه بدن از انرژی حـاصل از سوخت گلوکز چگونه استفاده می‌کند و چگونه ازهدر رفتن‌آن جلوگیری‌می‌کند ؟ بدن آن رابه‌صورت **انرژی شیمیایی**[1] ، که‌تاکنون ازآن یاد نکرده‌ایم درمی‌آورد .

در اینجا بـاید عنصری به‌نام **فسفر**[2] را معرفی‌کنیم . اگر چه فسفر در بسیاری ازمواد مرکب‌هست ولی به‌ندرت‌به‌صورت‌عنصردیده می‌شود . ترکیبات فسفردارعموماً به‌صورت **فسفات** هستند وبخش‌مهمی ازکودها راتشکیل می‌دهند .

نصف فسفر بدن‌آدمی در استخوانهاست . درواقع یك‌ششم‌وزن استخوان فسفر است . بقیهٔ فسفر در بعضی از مولکولهای پروتئیدی مهم بدن وجود دارد . مثلاً پروتئید ژنها فسفر دارد . از این گذشته فسفر در مادهٔ مرکبی بنام **آدنوزین‌تری‌فسفات**[3] هست . شیمی‌دانها چون از این ماده فراوان نام می‌برند ، چنین عادت‌کرده‌اندکه به‌اختصاراز آن یاد کنند . این ماده را ATP می‌نامند .

۱ـ Chemical Energy ۲ـ Phosphorus

۳ـ Adenosine Triphosphate

برای آنکه به اهمیت ATP پی ببریم باید چگونگی اتصال اتمها به‌یکدیگر وتشکیل مولکول را یادآورشویم . درك چگونگی این‌مسئله دشوار است زیرا تئوریهای‌جدیدبارياضیات بیان می‌شوند. برای سهولت امر می‌توانیم اتمهای یك‌مولکول را گویهای کوچکی به تصور آوریم‌که به‌وسیلهٔ نوارهایی لاستیکی به‌هم متصلند .

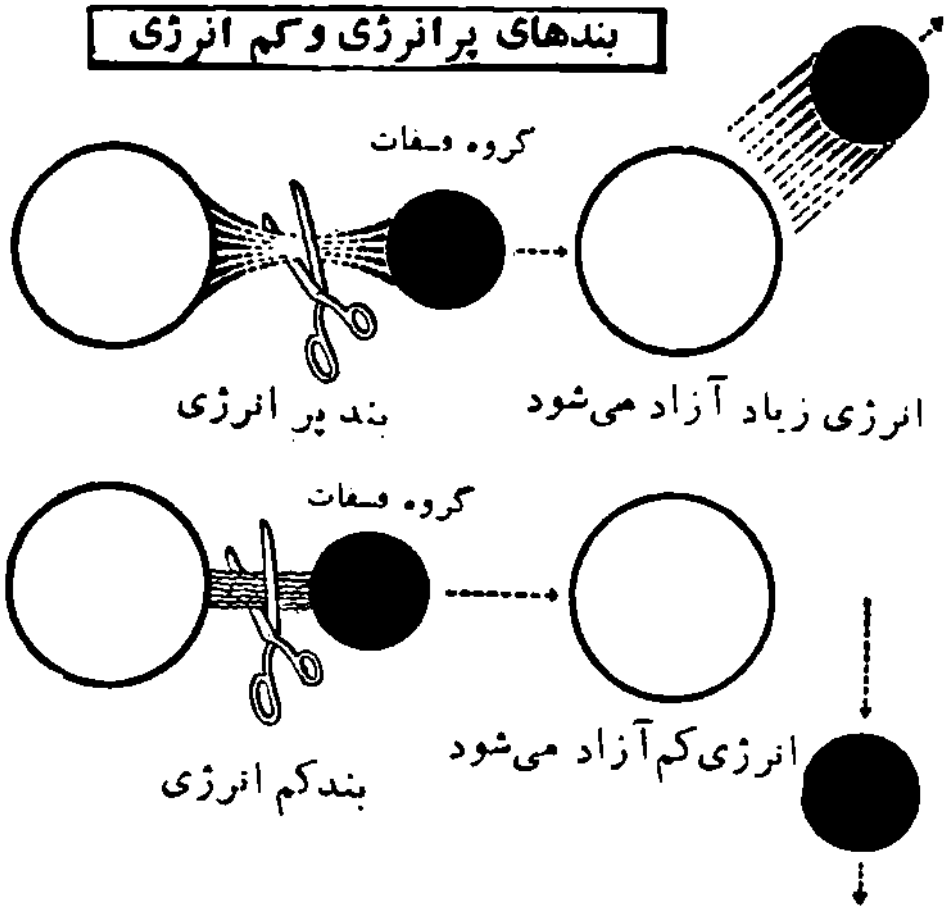
بیشتر نوارهای لاستیکی کاملاً شل هستند ، به‌طوری که اگر دفعتاً آنها را ببرید هیچ امری ، جز دوقسمت شدن مولکول ، اتفاق نخواهد افتاد . ولی بعضی از نوارهای لاستیکی بسیار محکم کشیده شده‌اند .گاهی دواتم مخصوص‌درون یك مولکول ، به‌عللی نمی‌توانند بسیار نزدیك به هم قرارگیرند . در این مورد نوار لاستیکی به‌حدی کشیده خواهد شد که بتواند از اتمی به‌اتم دیگر برسد .

اگر چنین نوارکشیده شده‌ای قطع شود ، نه تنها مولکول دو قسمت می‌شود بلکه نیروی ارتجاع سبب می‌شودکه دوقسمت به‌شدت از هم دور شوند . اگر نواری لاستیکی را بادو دستتان محکم‌بکشید وکسی آن را قطع کند ، شخصاً متوجه آن خواهید شد .

هنگامی‌که دو اتم مولکولی به‌قسمی با هم ترکیب شده‌اند که ارتباط میان آنها مثل نوار لاستیکی شل باشد می‌گویند این دو اتم با « **اتصال‌کم انرژی** » به‌هم‌مربوطند وهنگامی‌که مانند نوار لاستیکی کشیده شده با هم ترکیب شده باشند می‌گویند با «**اتصال پرانرژی** » به‌هم مربوطند . مولکولهایی‌که چنین اتصالهای پر انرژی دارند ،

دارای انرژی شیمیایی بسیار زیادند .

مهمترین اتصال پر انرژی‌که در موجودات زنده هست (اعم‌از گیاه و حیوان و میکروبها و آدمی) دارای اتم فسفر است . درATP سه اتم وجود دارد که در یك خط مستقیم و در انتهای مولکول قرار دارند (فراموش نشود که نـام کامل این ماده آدنوزین‌تری فسفـات



« سه فسفات » است) . نخستین فسفر با یك اتصال کم انرژی به بقیه مولکول متصل‌است. فسفر دوم به وسیلهٔ یك اتصال پر انرژی به‌فسفر اول متصل است و فسفر سوم نیز بادومی اتصالی پر انرژی دارد . اگر

چه مولکول ATP دو اتصال پر انرژی دارد ولی بدن فقط از یکی از آنها استفاده می‌کند .

وقتی‌که اتصال‌میان فسفر دوم وسوم در نتیجهٔ ئیدرولیز گسیخته می‌شود ، مقدار بسیار زیادی‌انرژی برای استفادهٔ بدن آزاد می‌شود. مولکول ATP در مواقع لزوم اندوخته وئیدرولیز می‌شود . بسته‌های کوچك‌انرژی که‌ازئیدرولیز آنها آزاد می‌شودبه‌ابعادی‌است که‌به‌خوبی قابل استفاده است . ماهیچه آنزیمی به‌نام **آدنوزین‌تری فسفاتاز** داردکه تنها کارش تجزیه ATP ، درموقع نیاز به انرژی، و تبدیل آن است .

وقتی‌که فسفر سوم از مولکول ATP جدا شد ، آنچه باقی می‌ماند بسیار شبیه مولکول اولیه است فقط دو فسفر دارد . به‌همین جهت به **ادنوزین‌دی‌فسفات** موسوم است که با ADP نموده می‌شود .

هر وقت‌که گلوکز اکسید می‌شود انرژی حاصل صرف متصل کردن فسفر سوم به ADP می‌شود تابه ATP تبدیل‌گردد . بدن فقط‌در صورتی کار می‌کندکه از ATPاستفاده کند . ATP به‌منزلهٔ جرقهٔ بدن است .

ATP را می‌توان « پول خرد » انرژی حیاتی به حساب آورد. مولکول گلوکزدرحکم‌یك‌اسکناس صدتومانی‌است . البته‌اسکناس‌صد تومانی پول خوبی‌است وباآن‌می‌توان‌بسیارچیزهاخرید ولی‌نمی‌توان مثلاً باآن سوار اتوبوس شد زیرا ممکن است فروشندهٔ بلیط نتواند آن را خردکند . ATP در حکم اسکناسهای یك تومانی است . صدتا

اسکناس یك تومانی بیشتر از یك اسکناس صدتومانی نیست ، ولی‌در زندگی روزمره‌قابل استفاده‌تراست‌زیرا برای اسکناسهای یك‌تومانی مسئلهٔ خردکردن در میان نیست .

در واقع اگر یك اسکناس صد تومانی داشته باشید و بخواهید آن را خرج‌کنید باید اول به‌بانك بروید وآن را خردکنید. به‌همین روش بدن انرژی گلوکز را به‌انرژی‌قابل استفادهٔ فوری یعنی بهATP تبدیل می‌کند .

خلاصهٔ فصل

بدن‌همواره درحال مصرف‌کردن‌انرژی‌است وآن را ازترکیب کردن‌کربن وئیدروژن‌مواد غذایی بااکسیژن‌تنفسی‌به‌دست می‌آورد. این فرایند اکسید شدن نام دارد و به‌وسیلهٔ عده‌ای از آنزیمهای‌بدن کنترل می‌شود . اکسید شدن هنگـامی صورت می‌گیرد که اتمهـای ئیدروژن‌ازمادهٔ غذایی‌جداشوند وازروی زنجیری‌مرکب‌ازآنزیمهای مختلف عبورکنند تاسرانجام به‌اکسیژن برسند. این‌نوعی روش دست به‌دست دادن است . در غیاب اکسیژن نیزممکن است انرژی به‌دست آیـد و آن از طریق تجزیهٔ مولکولهـای‌گلوکز به دو بخش است . انرژی‌حاصل ازاین فرایندها صرف‌تشکیل اتصالهای‌فسفات پرانرژی می‌شود . این اتصالها انرژی را به‌صورت قابل استفادهٔ فوری در بدن اندوخته می‌کنند تا در مواقع لزوم به مصرف برسند .

٦

دوستان و دشمنان آنزیمها

مقادیر بسیار کم فلز

در فصل پیش در بارهٔ آنزیمهای اکسید کننده و طرزکار آنها، که عبارت ازروش دست به دست دادن است، صحبت کردیم ودیدیم که مولکولهای آنزیمها ئیدروژن را به یکدیگر می‌دهند. درفصل دوم نیز اشاره کردیم که کاری که آنزیم می کند فراهم کردن سطح مخصوصی است برای وقوع یك‌واکنش شیمیایی. چرا باید ناگهان از آنزیم چون شخصی که در واکنشی شرکت می کند سخن بگوییم؟ مثل آن است که بگوییم صندلیی که‌روی آن نشسته‌ایم‌ناگهان به‌جلوخم شده و بند کفشهایمان رابسته است.

به‌منظور توضیح این مطلب ناگزیریم که بگوییم: « آنزیمها نمی‌توانند همیشه به تنهایی کاری انجام دهند »، بلکه‌کمك دارند و این‌کمکها غالباً وارد واکنشها می‌شوند.

مثلاً بعضی آنزیمها نیاز به‌وجود مقادیر کم‌بعضی فلزات‌دارند. اتمهای این فلزات درخون جریان دارند و درهمهٔ سلولها موجودند. اتمهای فلزی‌که به‌کار آنزیمها کمك می‌کنند **فعال‌کننده**[۱] نام دارند.

یکی از این فعال‌کننده‌ها **منیزیم** است. منیزیم فلز سبکی‌است و از آلومینیم هم سبکتر است و روی اصل سبکی آن است که در ساختمان هواپیما به‌کار می‌رود. منیزیم در هوا می‌سوزد و نور شدید سفید رنگی تولید می‌کند. سالها قبل عکاسان برای تولید نور قوی به منظور عکسبرداری در داخل ساختمان از آتش زدن پودر **نورزا** که چیزی جز پودر منیزیوم نبود استفاده می‌کردند. ولی در حال حاضر ایمنتر چنین است‌که **لامپهای نورزای** محتوی سیمهای‌ظریف منیزیوم به‌کار برند. این‌لامپها باباطری‌روشن می‌شوند. بدیهی است‌که‌منیزیوم در بدن به‌صورت ترکیب است و شباهتی به‌خود فلز ندارد.

فلزات دیگرنیزهریك‌به‌نحوی‌با آنزیمهاهمراهند. این‌فلزات عموماً ازفلزات بسیار متداول مانند **آهن** و **مس** هستندکه همه روزه با آنها سروکاردارید. سه فلزدیگری‌که به‌عنوان فعال‌کنندهٔ آنزیمها به‌کارمی‌روند عبارتنداز **روی**، **منگنز** و **مولیبدن**. ممکن‌است‌فکر کنید که این فلزات را ندیده‌اید ولی اگرپوشش یك قوهٔ چراغ جیبی را بردارید درون‌آن فلزی سفید مایل به خاکستری خواهید دیدکه‌جز **روی** چیزی نیست. **منگنز** و **مولیبدن** برای تهیه فولاد محکم به‌کار

۱ــ Activator

می‌روند پس درصنایع ودفاع ملی بسیارمفیدند .

بدن ازاین‌فلزات به‌مقداربسیارکم به‌کارمی‌برد . (وآنها را از مواد غذایی‌به‌دست می‌آورد) ولی‌همین مقدارازآنهابرای زندگی‌لازم است . نبودن یکی ازاین‌فلزات موجب توقف کاریك یـا چندواکنش آنزیمی‌حیاتی می‌شود ومرگ به‌بارمی‌آورد .

غالب‌آنزیمهـا ، فعال‌کنندهٔ مخصوص خودرا درون سلول ودر مجاورت‌خوددارند ودرهنگام ضرورت‌آن را می‌گیرند ، ولی‌دربعضی مواردکارآنزیم به‌قدری اهمیت دارد که وقفه‌ای نبـاید درکارباشد از این‌روآنزیم نمی‌تواند به‌انتظاراین بـاشدکه فعال‌کنندهٔ رها شده در سلول‌را بگیرد بلکه‌آن‌را همیشه متصل به‌خود نگه می‌دارد و فعـال کننده درواقع بخشی‌ازخودآنزیم می‌شود .

این مسئله به‌خصوص درموردی صادق‌است‌که فعال‌کننده آهن باشد . بعضی ازآنزیمهای اکسیدکنندهٔ بسیارمهم‌آهن فعال‌کننده در مولکول خود دارند . این‌کاربدین‌صورت است‌که‌آنزیم درمولکولش بخشی‌به‌نام هم[1] دارد . هم به‌خلاف‌بقیهٔ آنزیم ازاسیدهای امینه‌ساخته نشده است وچون تمبری‌که به‌پاکتی‌چسبیده است به‌آنزیم متصل‌است وهمانند مربعی‌است‌که سوراخی دروسط دارد واتم‌آهن‌درآن سوراخ جا دارد . هریك ازدوبخش مولکول آنزیم‌کاری مخصوص‌به‌خوددارد. آهن درآنـزیم اکسیدکننده کار اکسید کردن را به‌عهده دارد ، ولی

۱ــ Heme

آهن به‌تنهایی قادر به‌این کار نیست بلکه پروتئید سطح لازم برای وقوع واکنش را فراهم می‌سازد .

اگر بخواهید همهٔ این امور با اصطلاحات عادی بیان شوند ، به‌اسکیت روی یخ توجه کنید . کسی که بخواهد به‌سرعت و با اطمینان خاطر از روی یخ عبور کند باید اسکیت روی یخ داشته باشد . برای به‌کار بردن اسکیت روی یخ باید آن را محکم به‌سطح مخصوصی ببندند. آن سطح کف کفش است .

در این مثال کفش به‌جای آنزیم وفعال کننده همان اسکیت است، به‌طوری که هر یك بدون دیگری بی‌فایده است . در بسیاری از موارد اسکیت روی یخ وضعی مستقل دارد به‌طوری که هروقت موردنیاز باشد به‌هر کفش بسته می‌شود . معنی آن این است که آنچه را آنزیم به‌کار می‌برد آزادانه درسلول شناوراست ـ کفشهای مخصوصی نیزهست که اسکیت روی یخ به‌طوردایم بدان متصل است . آنزیمی که آهن فعال کنندهٔ آن است (به‌عبارت دیگر آنزیمهای گروه هم) ازگروه دومند . کفش خود آنزیم است واسکیتی که به‌طور دایم بدان متصل است هم است . انتهای بریده شدهٔ اسکیت اتم آهن است .

چرا مقدار کم اسید سیانیدریك کشنده است

پس درهر آنزیم گروه هم ،آهن بخش اصلی است . به اسکیت روی یخ توجه کنید مسئله روشن خواهد شد . اگر کفشهای شما از پاشنه ساییده شده باشند ودرزهای آنها نیزشل باشند بازهم خواهید

توانست اسکیتها را بدانها ببندید و روی یخ سر بخورید . امـا اگر انتهای بریده شدهٔ اسکیت‌ها کند یا لب پریده یـا آسیب دیده باشد ، اگر چه کفش شما از بهترین نوع باشد ، نخواهید توانست به‌خوبی روی یخ سر بخورید .

بعضی ازمواد عمل‌اتم آهن را مختل می‌کنند وموجب می‌شوند کـه آنزیم گروه هم نتواند کارش را انجـام دهد . یکی از این مـواد **اسید سیانیدریك**[1] است که ازاتمهای کربن وئیدروژن ساخته شده‌است . اسید سیانیدریك چه به‌صورت حبهای کوچك سیـانور پتاسیم خورده شود ، چه به صورت گاز تنفس شود در چند دقیقه آدمی را می‌کشد .

اسید سیانیدریك به‌آهن آنزیم اکسیدکننده متصل‌می‌شودو آن را درست به‌روش کاراکسید دوکربن بی‌استفـاده می‌سازد . (مولکول هموگلوبین نیز آهن‌دارد . این‌را ازروی نامش‌می‌توانید حدس‌بزنید. هر مولکول هموگلوبین بـا آهن چهـار گروه کامل هم نیز دارد . هموگلوبین بدون آهن کار نمی‌کند . به‌همین‌جهت است که کمبود آهن درغذا موجب کم‌بود هموگلوبین بدن می‌شود واین‌حالت را **کم خونی**[2] می‌گویند) .

سرعت واکنش اسید سیانیدریك بیشتر ازسرعت اکسیددوکربن است . چنانکه می‌دانید مقادیرزیـادی هموگلوبین دربدن هست. از این‌روتـا اکسید دوکربن‌بخواهد درهمهٔ آنهـا اثر کند و به ماآسیب

۱ــ Cyanide ۲ــ Anemia

برساند طول می‌کشد . ازسوی دیگر آنزیم گروه هم به‌مقدار بسیار کم موجود است . به‌طوری‌که مقداربسیارکم اسید سیانیدریك کافی برای خراب‌کردن بیشتر آنهاست. وقتی‌که چنین می‌شودگروهی‌که به‌روش دست‌به‌دست دادن سوخت بدن را اکسید می‌کردند می‌میرند . درطی چند دقیقه سلولهـای شخص‌ازخفگی‌می‌میرند . درست مـانند آنکه گلوی شخصی‌را محکم بگیرند وآن‌را خفه سازند .

در واقع اسید سیانیدریك با چنان سرعتی عمل می‌کندکـه در اطاق‌گاز اعدام محکومان به‌مرگ را می‌توان ، چنانکه در بعضی از ایالات غربی‌امریکا متداول‌است ، دید .

ماده‌ای چون اسید سیـانیدریك‌که مـانع‌کاریك‌آنزیم می‌شود زهر[1] است . دانشمندان متخصص درشیمی‌آنزیمها ، به‌جای زهر نـام مانع شونده[2] بدین مواد می‌دهند وبه‌این فرایند منع[3] می‌گویند .

نوعی منع هست‌که بستگی به‌نقص‌آنزیم دارد . مثلاً آنزیمی را درنظرمی‌گیریم‌که به‌فعال‌کننده‌ای چون منیزیوم نیـازمنداست . اگرچه این‌آنزیم درون سلول‌به‌وسیلهٔ‌انواع اتمها درمیان‌گرفته شده است ، معهذا بدون اشکال منیزیوم را از میان بقیه می‌گیرد واین‌کار را درشرایط عادی انجام می‌دهد .

ولی فلزاتی نیزوجود دارندکـه چندان فراوان نیستنـد مثلاً بریلیوم[4] که اتمش بسیارشبیه اتم منیزیوم است . دراین‌صورت آنزیم

۱ـ Poison ۲ـ Inhibitor ۳ـ Inhibition ٤ـ Beryllium

چون تفاوت میان این دورا نمی‌شناسد همراه منیزیوم ازبریلیوم نیز می‌گیرد . اشکال مسئله اینجاست که بریلیوم برای آنزیم بی‌استفاده است ، بدین‌معنی که وقتی‌بریلیوم بدان متصل شود نمی‌تواند کارانجام دهد . ازاین‌گذشته چون‌آنزیم بریلیوم‌گرفته دیگر نخواهد توانست منیزیوم قابل‌استفاده را بگیرد ، پس‌خراب می‌شود .

درست‌مثل‌آن‌است‌که می‌خواهید در ورودی‌خانه رادرتاریکی شب بازکنید ودسته‌کلیدی‌حاوی عدهٔ زیادی‌کلید دارید . شما فقط‌یك کلید را برای این‌منظور می‌توانید به‌کار برید و با لمس‌کردن آن می‌توانید پیدایش‌کنید . حال فرض‌کنیدکلیدی بسیارشبیه‌آن کلید را اشتباهاًدرسوراخ قفل در وارد ساخته‌اید ومی‌بینیدکه درسوراخ قفل نمی‌چرخد . ممکن است کلید در حین کوشش برای چرخاندن در سوراخ قفل بشکند و در آن باقی ماند و قفل کاملاً بی‌استفاده شود .

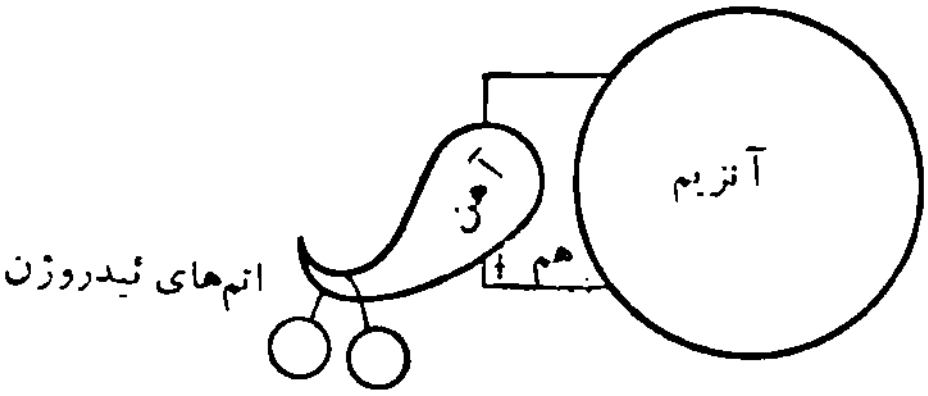
هنگامی‌که اتمهای‌دوفلزمختلف (یا دونوع مادهٔ دیگر)برسر جاگرفتن دومولکول یك‌آنزیم به‌مسابقه پردازند ، وفلزنامناسب پیروز شود ، عمل آنزیم را مانع خواهد شد . این را **منع مسابقه‌ای**[1] گویند .

علت‌آنکه بریلیوم را برای مثال انتخاب‌کرده‌ایم آن است‌که فقط درچند سالهٔ اخیرآن‌را به‌عنوان سم بسیارشدید شناخته‌اند .

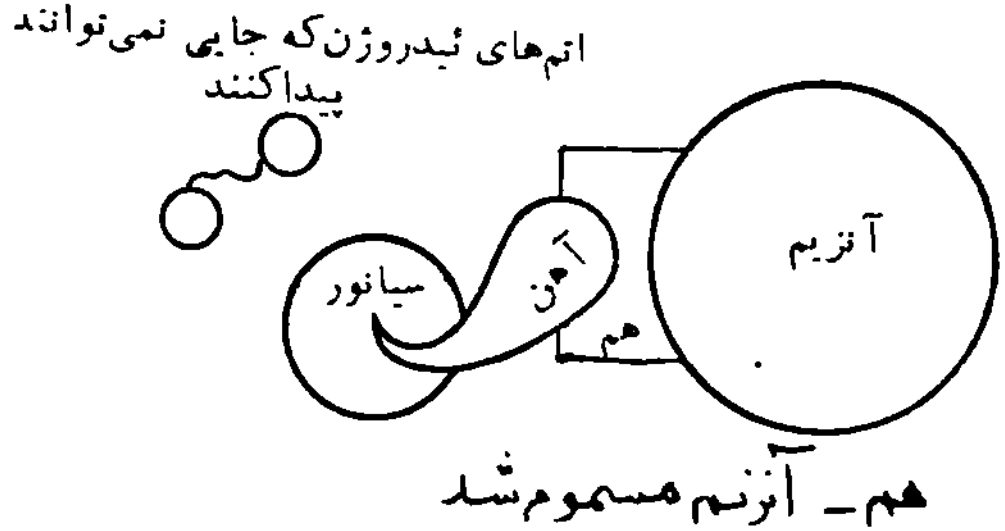
۱ــ Competetive Inhibition

چون فلز نادری است هرگز در دسترس مردم عادی قرار نمی‌گیرد. ولی کارخانه‌هایی که لوله‌های لامپ فلئورسانت می‌سازند از پودرهای حاوی

چرا سیانور زهر است ؟



هم ـ آنزیم در حال فعالیت



هم ـ آنزیم مسموم شد

این فلز آن لوله‌ها را از داخل می‌پوشانند . به‌طوری که مشاهده شده است بعضی از کارگران کارخانه‌هایی که از این لوله‌ها می‌سازند ،

به‌مسمومیت شدید دچار می‌شوند. کسانی که جایی از بدنشان بر اثر شکسته شدن لامپهای فلئورسانت بریده شده است نیز به مسمومیت دچارشده‌اند. حاصل آنکه اکنون آموختیم چه‌احتیاطاتی‌دربرابراین زهرجدید به‌عمل آوریم.

چرا اندکی سولفانیلامید نجات‌بخش است؟

همهٔ عوامل‌کمك‌کنندهٔ آنزیمها ازاتمهای فلزات‌نیستند. بعضی ازمواد فاقد فلزنیز برای فعالیتهای‌آنزیمی نیزلازمند. این مواد را **کوآنزیم**[۱] می‌گویند. معنی کلمه این است که با آنزیم همکاری می‌کنند.

تعداد انواع‌کوآنزیمها زیاد نیست ولی همهٔ‌آنها دریك یا دو چیزمشترکند. همهٔ کوآنزیمها اندازه‌های متوسط دارند بدین‌معنی که مولکول آنها از مولکول قند بزرگتر و ازمولکول پروتئید کوچکتراست. نیزهمهٔ کوآنزیمهاگروه‌فسفات درمولکول‌خوددارند. واین‌گروهها چنان ترتیب داده شده‌اندکه دارای یك‌گروه فسفات‌پر انرژی هستند.

معروفترین‌کوآنزیمها آنهاهستندکه‌به‌روش دست به‌دست‌دادن عمل می‌کنند. نخستین‌آنزیمهای این‌گروه به‌وسیلهٔ کوآنزیمهایی کمك می‌شوندکه مختصراً، کوآنزیمهای I وکوآنزیمهای II نامیده می‌شوند. این دونوع‌کوآنزیم بسیاربه‌هم شبیهند، ودر مولکول هر

۱ــ Coenzyme

دوی آنها ترکیبی از اتمها به‌نام حلقهٔ **پیریدین** است . به همین جهت آنزیمهایی که‌ازاین کوآنزیمهااستفاده‌می‌کنندغالباً به **پیریدینوآنزیم**[۱] موسومند .

آنزیمهای دیگر نیازمند کوآنزیمهایی هستندکه شیمی‌دانها به آنهـا **فلاوین**[۲] می‌گوینـد . این‌گونـه آنزیمهـا را از این جهت **فلاووآنزیم**[۳] می‌نامند . (علت ذکر این وجه تسمیه دراینجاآن‌است‌که کوآنزیمها رابطهٔ مهمی‌با ویتامینها دارند . بحث دربارهٔ ویتامینهارا ازفصل‌بعدآغازخواهیم‌کرد .

آخرین آنزیمهـایی کـه به روش دست به دست کار می‌کنند آنزیمهای گروه هم هستند . از این آنزیمها در آغـاز فصل صحبت کردیـم .

به‌همان‌گونه‌که‌آنزیمی می‌تواند فلز نامناسبی را بگیردومانع کارخودشود ، ممکن‌است‌کوآنزیمی‌راکه اندکی‌تاب‌دارتراست‌بگیرد وهمان نتایج بدرا به‌بارآورد .

مثلاً کوآنزیمی به نام **اسید فولیك**[۴] هست که همهٔ موجودات زنده از بـاکتری‌گرفته تا انسان بدان نیـازمندند . بخش وسط این کوآنزیم شکلی داردکـه تا حدی شبیه مولکول سولفانیلامید است . مدت زیادی است که شیمی‌دانها سولفانیلامیدهـا را می‌شناسند . در

۱ـ Pyridinoenzyme ۲ـ Flavin ۳ـ Flavoenzyme
۴ـ Folic Acid

اواسط دههٔ ۱۹۳۰ پزشکان چنین کشف کردند که اگر سولفانیلامید به‌بیمارانی که دچار عفونت میکروبی شده‌اند داده شود معالجه می‌گردند. روی این اصل سولفانیلامید به‌زودی معروف شد و غالب کسان، اگر چه نام آن چندان ساده نیست، باآن آشنا هستند.

علت تأثیر سولفانیلامید آن است که بعضی ازمیکروبها بین سولفانیلامید و «بخش میانی» اسید فولیك تفاوتی نمی‌گذارند و هنگامی که می‌خواهند برای خود اسید فولیك بسازند، اگر سولفانیلامید در دسترس باشد آن‌رابه‌عنوان مادهٔ ساختمانی می‌گیرند. ولی‌وقتی که برای ساختن‌بخش میانی اسید فولیك سولفانیلامیدبه‌کار بردند می‌بینندکه نمی‌توانند از آن استفاده‌کنند. همین عمل مانع اجرای‌کامل بعضی از واکنشهای آنزیمی‌آنها گشته و مرگ آنها را باعث می‌شود.

میکروب ذات‌الریه بالاخص سولفانیلامید می‌گیرد و تجویز این دارو به‌مبتلایان به‌این بیماری ازهمین جهت است. پزشکان همواره می‌کوشندکه میکروبها را به‌اشتباه بیندازند. با تجویز سولفانیلامید، خطرذات‌الریه تقلیل بسیاریافته است. بسیاری از مردمان اگر بیست سال پیش به ذات‌الریه مبتلا می‌شدند محققاً می‌مردند و حال آنکه اکنون به‌خوبی معالجه می‌شوند.

پزشکان انواع گوناگون مولکولهای خانواده سولفانیلامید رابه‌کاربردند. هرنوع‌سولفانیلامیدی‌به‌نحوخاصی وبرعلیه میکروب

مخصوصی مؤثر است. همهٔ سولفانیلامیدهارا برروی هم **سولفا دراگز**[۱] می‌گویند.

ممکن است تعجب کنید که، با وجود لزوم اسید فولیك برای همهٔ موجودات زنده، پس چگونه است که سولفانیلامید سلولهای بدن را نمی‌کشد. دلیلش این‌است که بدن اسید فولیك مورد نیاز را نمی‌سازد بلکه ساختهٔ آن را همراه غذا بدست می‌آورد. بنابراین مسئله اشتباه درساختن اسید فولیك برای بدن ما مطرح نیست. اما اگرسولفانیلامید به‌مقدارزیاد به‌بیمار داده شود ممکن است اورا مسموم کند. خوشبختانه میکروب ذات‌الریه ازسلولهای بدن ما به سولفانیلامید حساستراست. ازاین‌رواست که مقدارنسبتاً زیادی‌ازآن راکه‌کافی برای کشتن میکروبهاست ولی زیانی به بدن ما نمی‌رساند می‌توانیم جذب کنیم. همه داروها اگربه‌مقدارزیاد به‌کاررونـد سمی می‌شوند به‌همین‌جهت است که هیچکس نباید خودسرانه دوا بخورد وباید با تجویزپزشك بداند کـه چه **مقدار** از دوا را در چه **فواصلی** به‌کاربرد.

سولفانیلامید همهٔ میکروبهـا را نمی‌کشد وبه‌همین دلیل‌است که پزشکان وشیمی‌دانها همواره درپی کشف داروهای جدید وبهترند. میکروبی که نسبت به‌یك‌داروایمن است ممکن‌است طعمهٔ خوبی‌برای داروی دیگرباشد. بدبختانه، هنوزمیکروبهای گوناگونی وجود

۱ــ Sulfa Drugs

دارندکه با هیچ داروی کنونی کشته نمی‌شوند (بدون‌کشتن بیمـار) خوشبختانه بدن درمواردی‌که داروقدرتی‌ندارد خود روشهای‌خاصی برای مقابله با میکروبها دارد .

دربعضی موارد داروها میکروبها را خطرناکترمی‌سازند.گاهی که مقداردارو بسیارکم است فقط میکروبهای ضعیفتررا می‌کشد ولی میکروبهای قوی باقی می‌مانند واعقاب جدیدی چون‌خود، مرکب‌از میکروبهای‌قوی، به‌وجود می‌آورند. ازاین‌پس‌مقدارمعینی‌دوا بی‌اثر خواهد بود و مقـدار قویتر ممکن است خطرنـاك شود . این دلیل دیگری برمشـاوره با پزشك در موارد بیمـاری است . با خودسرانه دوا خوردن نه تنهـا امکان دارد کـه مقـدار زیـادی دوا بخوریـد بلکه باکم خوردن دارو ممکن است میکروبهای قویتر وخطرناکتر به‌وجودآورید .

در دهســال اخیرگروه جدیدی از مواد ضد عفونت میکروبی کشف شده است . این داروها از گیاهان میکروسکوپی به‌نام قارچها گرفته شده است . معروفترین‌آنها **پنی‌سیلین** است‌که ازکفکی‌به‌همین نام به‌دست‌آمده است .

صدهاازاین‌داروهای باکتری‌کش‌به‌دست‌آمده است. روزنامه‌ها آنها را «داروهای عجیب» یا «داروهای معجزه‌آسا» نامیده‌اند ولی نام مخصوص‌آنها **آنتی بیوتیك**[1] است‌که ازکلمات یونانی «ضد حیات»

۱ــ Antibiotics

گرفته شده است . بدبختانه بیشتر آنها مفید نیستند زیرا به همان گونه که میکروبها را می‌کشند برای ما نیز خطرناکند . نیرنگی که باید به‌کار برند این است که آنتی‌بیوتیکهایی پیدا کنند که ضد باکتریها عمل کنند ولی برای ما بی‌زیان باشند. ازاین‌گونه داروها تعداد کمی موجود است . علاوه بر پنی‌سیلین ، **اورئومایسین**[۱] و **ترامایسین**[۲] از داروهای نجات‌بخش از آب درآمده‌اند .

دو آنتی‌بیوتیك دیگر یعنی **استرپتومایسین**[۳] و **کلرامفنیکول**[٤] گاهی مفیدند ولی درست در مرزی قرار دارند که ممکن است مفید واقع شوند یا زیان‌آور گردند. حتی پزشکان نیز در تجویز آنها باید بسیار دقت کنند .

هنوز از طرز کار آنتی‌بیوتیکهای گوناگون اطلاعی در دست نیست ، ولی تقریباً همه برسر این اتفاق نظر دارند که آنتی‌بیوتیکها مانع کار یك آنزیم اصلی یا آنزیمهایی از سلول می‌شوند .

آنتی بیوتیکها در بیماریهای ویروسی چون سرخك و اوریون و آبله مرغان یا ذکام بی‌اثرند . باکتریها آنزیمهایی مخصوص به‌خود دارند که ممکن است آنها را جداگانه مورد تجاوز قرار داد وحال آنکه ویروسها درداخل سلولهای دیگر زندگی می‌کنند و از آنزیمهای آنها استفاده می‌کنند . پس به‌منظور متوقف ساختن کار آنزیمهای

۱ـ Aureomycin ۲ـ Terramycin ۳ـ Streptomycin
٤ـ Chloramphenicol

ویروس باید آنزیمهای سلول را ازکار انداخت . آشکار است که این عمل بیمار راخواهد کشت .

بدن غالباً پروتئیدهای پیچیده‌ای می‌سازد که خاص‌ترکیب شدن با بعضی از ویروسها ومتلاشی ساختن آنهاست . این گونه پرتئیدهای ضد ویروس ساخته شده دربدن را **پادتن**[1] می‌گویند. دربعضی ازموارد پس ازابتلا به‌بیماریهایی‌چون سرخك و اوریون‌پادتن پس ازبه‌وجود آمدن در بدن تا پایان عمر باقی می‌ماند و شخص به‌ندرت بار دیگر به‌آن بیماریها مبتلا می‌شود . بعضی دیگر از پادتنها فقط به‌مدت کم باقی می‌مانند ، از این‌روست‌که بارهـا شخص به بیماریهای ویروسی مانند ذکام و آنفلوآنزا مبتلا می‌شود .

در مورد تزریق واکسن ، پزشك‌کوشش می‌کندکه بدن پـادتن بیماری قویی چون‌آبله را خود بسازد . این عمل به‌قدری مؤثر است که طی دویست سالی‌که ازتزریق واکسن آبله می‌گذرد ، آبله تقریباً در بسیاری ازکشورها به‌کلی ازمیان رفته است . گاهی پزشکان پادتن آمـاده شده را به‌کار می‌برند . مـانند موقعی‌که برای جلوگیری از سرخك از **گاماگلبولین**[2] استفاده می‌کنند .

خلاصهٔ فصل

آنزیمها گاهی همراه اتمهای فلزی‌که فعال‌کننده نام دارندکار می‌کنند . مثلاً آهن در فعالیت بعضی از آنزیمهای اکسیدکننده‌لازم

۱ــ Antibodies ۲ــ Gammaglobulin

است . اتمهای آهن هنگامی که‌موادی چون اسید سیانیدریك موجود باشند به‌خوبی کار نمی‌کنند . چون آنزیمهـا به مقدارکم موجودند ، مقداربسیارکم اسیدسیانیدریك کافی برای‌متوقف‌ساختن کار آنزیمهای اکسیدکننده ومرگ انسان‌است. ازاین‌جهت است که‌اسیدسیانیدریك سمی است . فعال‌کننده‌هـای دیگر آنزیمهـا از فلزات نیستند بلکه مولکولهای بزرگ ترکیبات فسفر دارند. اینهاراکوآنزیم می‌گویند و با بعضی از ویتامینها منسوبند . سولفادراگها معارض کار بعضی از آنزیمهای باکتریها هستند و از این راه آنها را می‌کشند . احتمال داردکه آنتی بیوتیکها به‌همین روش عمل‌کنند .

۷

ویتامینهای B

استعداد شیمیایی بدن کاهش می‌یابد

عموم موجودات زنده مواد لازم برای صورت پذیرفتن کارهای بدنی خود را شخصاً می‌سازند .گیاهان بالاخص هرچیزی راکه بدان نیازمندند از مواد بسیار ساده می‌سازند و از چیزهای ساده‌ای چون آب وانیدریدکربنیك ومواد‌کانی خاك و انرژی‌آفتاب هرچیزی‌راکه لازم دارند می‌سازند . اتمهای این مواد را به‌صورتهای بسیار متنوع گردهم‌می‌آورند. نشاستهٔ ، پروتئید وسلولز وانواع بیحساب‌مولکول های‌آلی از فرآورده‌های گیاهان است .

حیوانات دارای‌چنین قدرتی‌نیستند وبه‌منظور ساختن پروتئید خاص و مواد بافتهای خود ، گلوکز و اسیدهای امینه به‌کار می‌برند، و برای بدست آوردن این مواد بایدگیاه بخورند ، یـا از حیوانـات گیاهخوار تغذیه‌کنند . تغذیه حیوانـات از یکدیگر به هر صورتی

باشد همهٔ آنها از آن جمله آدمی سرانجام به وجود گیاه زنده‌اند .

اگر گلوکز و اسیدهای امینه به بدن آدمی برسد ، آیا قادر خواهد بود همهٔ موادلازم را بدون استثنا ترکیب کند . گرچه عجیب می‌نماید ولی پاسخ آن « نه » است وبرای این « نه » دلایل زیادی هست .

نخست آنکه بدن ازموادگوناگون به‌مقدار متفاوت لازم دارد. مثلاً به‌مقدار زیادی‌هموگلوبین‌نیازمنداست ودستگاه‌پیچیده‌ای‌برای ساختن این ماده از اسیدهای‌امینه‌دارد . از سوی‌دیگر بدن به‌مقدار بسیارکم ازکوآنزیمهای‌متنوعی‌که‌در فصل پیش‌اشاره‌کرده‌ایم‌نیازمند است . این خود مسئله‌ای برای بدن است .

کوآنزیم I و II رابه‌عنوان مثال انتخاب می‌کنیم . چنانکه در فصل پیش اشاره‌کردیم این دوکوآنزیم ترکیبی از اتمها به نام حلقهٔ پیریدین‌دارند. این حلقه‌ای است مرکب از ٦ اتم‌که ٥ اتم آن‌کربن و یکی نیتروژن‌است . حلقهٔ پیریدین درهیچ جای بدن وجود ندارد جز در دوکوآنزیم فوق و یك‌کوآنزیمی‌که تا کنون فرصت نام بردن ازآن رانداشتیم . ظاهراًبرای بدن‌مایهٔ شرمساری است‌که دستگاهی شیمیایی (دارای آنزیمهای مخصوص) برای ساختن موادی به این کمی برپا سازد ، ولی به هر حال به‌این مقدار کم نیازمند است .

چنین مسئله‌ای در هر دستگاه صنعتی بزرگ همواره وجود دارد. مثلاً یك‌کارخانهٔ اتومبیل سازی باید مقادیر زیادی شاسی و

چرخ و موتور ونظایر آنها بسازد . پس بیشتر باصنعت فلزکاری سر-و کار خواهد داشت و دستگاههایی برای این کار برپا خواهد ساخت ولی از صرف پول زیادی برای تأسیس وسایل رنگ‌کاری و تودوزی اتومبیل خود داری خواهدکرد ، و ساده‌ترین و باصرفه‌ترین کار آن است‌که این‌گونه اقلام‌را ازکارخانه‌های دیگرکه متخصص در رنگ-کاری یا تودوزی هستند ، ساخته بخرد .

بدن هم عیناً چنین می‌کند. پروتئیدهای لازم را خود می‌سازد ولی حلقه‌های پیریدین را ساخته و آماده از غذاها به‌دست می‌آورد و برای ساختن آن آنوقه‌ای فراهم نمی‌سازد . به‌طور کلی هر چه جانور تخصص یافته‌تر باشد ، کمتر خود را به ساختن اقلام کوچك به‌زحمت می اندازند و بیش از پیش به غذای خود وابسته می‌شود .

این‌کار هم فایده داردهم زیان . فایده‌اش‌این است‌که درماشین سلولی صرفه‌جویی به‌عمل می‌آید و به‌کارهای مهمتر حیاتی می‌رسد. برای فهم این مسئله به مثال کارخانهٔ اتومبیل سازی بازمی‌گردیم . اگردستگاه بافتن پارچهٔ تودوزی‌اتومبیل تأسیس نکند جای بیشتری برای ساختن اتومبیل خواهد داشت .

زیان آن این است که اگر زمانی در غذای شبانه روزی کسی از این ترکیبات اتمهای اصلی موجود نباشد بدن نخواهد توانست از آن برای خود بسازد . پس وقتی چنین پیش آمد بدن دچار اختلال خواهد شد .

این گروههای اتمی که بدن قادر به‌ساختن آنها نیست و باید از غذاها بگیرد **ویتامین** نام دارند.

ویتامینها و آنزیمها

اگر بیماری **پلاگر**[۱] رامورد‌مطالعه قراردهیم، به موارد خاصی برخورد خواهیم‌کرد. کسانی‌که به‌بیماری پلاگر مبتلا هستند زبانی قرمز و بادکرده دارند و بخشی از پوست بدنشان به‌خصوص در ناحیهٔ دستها و ساعد ابتدا قرمز وسپس قهوه‌ای وپوسته پوسته می‌شود. این بیماری علامات دیگری نیز دارد که از این‌هم ناراحت‌کننده‌ترند.

زمانی بودکه پلاگر صورت یك راز پزشکی داشت ومدتها بود که بیشتر پزشکان آن را یك بیماری میکروبی می‌پنداشتند. اشکال مسئله در این بودکه جای میکروب را در بدن نمی‌توانستند تعیین کنند. از این‌گذشته پلاگر بیماری‌ساری بنظر نمی‌رسید. از آن‌پس مسائل دیگری مربوط به‌پلاگر پیش‌آمدند.

در وهلهٔ اول، تاآنجا که در ایالات متحده مورد بررسی قرار گرفت، این بیماری درکسانی دیده می‌شدکه غذای شبانه روزی‌آنها تنوع نداشت. کسانی‌که‌بیشترغذایشان ذرت‌وگوشت بودوچیزدیگری نمی‌خوردند به‌خصوص به‌پلاگر دچار می‌شدند. در سالهایی‌که هنوز ویتامینها را نمی‌شناختند، کسانی‌که در زندان یا در دارالمساکین به‌سر می‌بردند و غذاهای‌کم ارزش و یکنواخت می‌خوردند، غالباً

۱ــ Pellagra

مبتلا به‌پلاگر می‌شدند .

از سوی‌دیگر، خانواده‌هایی که‌گاو داشتند یامی‌توانستند شیر بخرند،کاملاً از ابتلای به‌پلاگرمصون می‌ماندند. درواقع اگربیماری پلاگری می‌توانست هر روز شیر بخورد ، رفته رفته معالجه می‌شد .

اکنون دانشمندان شیمی حیاتی وپزشکان به‌خوبی می‌دانندکه شخص هنگامی به‌پلاگر دچار می‌شودکه بدن حلقهٔ پیریدینی‌کافی در در دسترس نداشته باشد. بنابراین پیریدینوآنزیمهاکه کوآنزیمهای I و II به‌کار می‌برند مقدارشان کم می‌شود یا اساساً به ندرت پیدا- می‌شوند . پس دستگاه اکسیدکنندهٔ بدن سست می‌شود . زبان متورم و پوست ، پوسته پوسته شده و سایر علامات از قرائن ظاهری نقص اوضاع شیمیایی بدن است .

بعضی از غذاهاحلقه‌های پیریدینی را به‌صورت ترکیباتی به‌نام نیاسین[۱] دارند . بهترین منبع نیاسین مخمرها ، گوشت ، ماهی ، تخم مرغ ، گندم ، برنج وبادام زمینی است . ولی ذرت به‌مقدارکم‌نیاسین دارد یا اساساً فاقد آن است ، ولی معنی آن این نیست‌که‌ذرت ارزش غذایی‌ندارد. بلکه ذرت غذای بسیار لذیذی‌است وجا داردکه‌خوردن آن بسیار متداول شود ، ولی به‌تنهایی نخواهد توانست رشد بدن را تأمین کند .

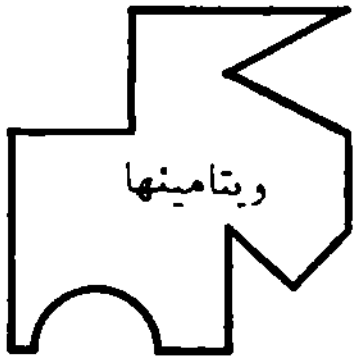
نیاسین‌نخستین مثالی از یك ویتامین است وبدن روزی به‌چند

۱ــ Niacin

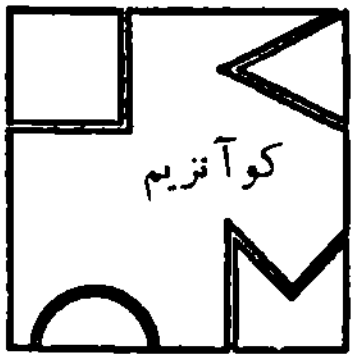
میلیگرم آن نیازمند است . اگرچه مقدار کمی است ولی اهمیت حیاتی دارد . و اگر غذای شبانه روزی شما عاقلانه ترتیب داده نشده باشد

اهمیت ویتامینها

اگر بدن بتواند
اینها را بسازد



و اگر اینها را از غذا
بدست آورد



خواهد توانست اینها را بسازد

همین مقدار کم هم به بدن شما نخواهد رسید .

بیماریی مانند پلاگر که ازفقدان یك ویتامین به‌وجود می‌آیند

به‌آویتامینوز[1] معروف است. پلاگر از آویتامینوزهای بسیار شایع ایالات متحده است.

در سایر نقاط دنیا که مسئلهٔ تأمین تغذیهٔ مردم دشوارتر از تأمین آن در ایالات متحده است آویتامینوز به‌صورت شایعتری هست. در کشورهای شرق، که غذای انحصاری مردم برنج پوست‌کنده است بیماریی شایع است که **بری‌بری**[2] نام دارند. بری‌بری با علامات ناراحت کنندهٔ بسیار همراه است که اختلالات سلسلهٔ عصبی و ناراحتیهای قلبی از آن جمله است. کسانی که برنج پوست‌نکنده می‌خورند بدان دچار نمی‌شوند.

در پوست شلتوك ماده‌ای است به‌نام **تیامین**[3] که بدن قادر به‌ساختن آن نیست ولی این ماده بخش لازم کوآنزیمی است که به‌کار یکی از مهمترین آنزیمهای بدن می‌آید.

بدبختانه پوست شلتوك روغنی نیز دارد که اگر برنج را پوست نکنده انبار کنند موجب فساد آن می‌شود. دهقانان آسیای شرقی برای جلوگیری از فساد دانهٔ برنج پوست آن را جدا می‌کنند. اگر غذای شبانه‌روزی آنها بیشتر از برنج پوست‌کنده باشد به آویتامینوزی دچار می‌شوند که نامش، چنانکه گفتیم، بری‌بری است.

گندم نیز مانند برنج در بخش خارجی دانه تیامین دارد. (سایر ویتامینها را نیز دارد). از این روست که آرد الك‌نکردهٔ گندم بیش از

۱ـ Avitaminosis ۲ـ Beri - Beri ۳ـ Thiamin

آرد الك‌کرده ویتامین‌دارد ونان‌آرد الك‌کرده‌که سفیداست ویتامین کمتر دارد . نانواهایی‌که نان سفید می‌سازند به‌این امر واقفند و از این‌جهت است‌که تیامین و سایر ویتامینها را به‌آن می‌افزایند .

ویتامین سوم**ریبوفلاوین**[1] است . این‌ماده‌برای‌کوآنزیمی‌لازم‌است که برای فلاووآنزیم ، که درفصل پیش‌اشاره‌کردیم ، لازم است . شیر بهترین منبع روزانهٔ ریبوفلاوین است .

احتیاج روزانهٔ بدن انسان به تیامین و ریبوفلاوین حتی کمتر از احتیاجی است که به‌نیاسین دارد و از چند دهم میلیگرم تجاوز نمی‌کند . (با بیان دیگر ۵گرم نیاسین اگر کم‌کم در هرشبانه روز خورده‌شود برای‌یك‌سال کفایت می‌کند وحال‌آنکه ۵گرم ریبوفلاوین یا تیامین برای ده سال کافی است)

هرسه نوع‌ویتامین‌نامبرده به‌گروه **ویتامینB مرکب**[2] تعلق دارند. تیامین راغالباً ویتامین B1 وریبوفلاوین را ویتامین B2 نیزمی‌گویند.

نامگذاری‌ویتامینها باحروف واعدادکاملاً تصادفی بود. موقعی که برای نخستین بار کشف‌کردندکه بعضی از مواد موجود در غذای شبانه‌روزی به‌مقدارکم برای‌تأمین سلامتی انسان لازم است ، کسی‌از ماهیت آن مواد آگاه نبود . بر اثر سالها مطالعه دقیق توانستند ویتامینها را به‌طور خالص به‌دست آورند و ماهیت شیمیایی آنها را کشف‌کنند . ازهمان‌آغاز آنها را **ویتامین** مشتق ازکلمهٔ لاتین«حیات»

۱ــ Riboflavin ۲ــ Vitamins B - Complex

می‌نامیدند .

در آغاز خیال می‌کردند که تنها دو ویتامین درغذاها هست یکی از آنها در چربی محلول بود ولی در آب محلول نمی‌شد . این را ویتامین A گفتند، دیگری که در آب محلول ولی در چربی غیر محلول بود ویتامین B نامیده شد ، ولی بتدریج دانسته شد که آنچه را که ویتامین B نامیده‌اند مادهٔ ساده‌ای نیست بلکه مخلوطی از چند ویتامین است که خصوصیات مشابه دارند. همهٔ ویتامینها نیتروژن داشتند و همه در آب محلول بودند ، نیز همه جزئی از کوآنزیمها بودند.

تا مدتی اجزای ویتامین B مرکب را با اعداد مانند B1 ، B2 و نظایر آن نشان می‌دادند ولی وقتی که ماهیت شیمیایی هر ویتامین معلوم شد ، نامی به آنها دادند. دست‌کم در مورد ویتامینهای B سیستم نامگذاری با عدد متروك شد و حتی مردم هم از آن پیروی کردند. تهیه‌کنندگان غذا درامریکا چنان در بارهٔ معرفی ویتامینهای غذاهایی که آماده می‌سازند ، اصرار ورزیدند که همهٔ مردم با کلماتی چون ریبوفلاوین ، تیامین و نیاسین آشنایی دارند .

ویتامینها و غذای شبانه روزی

سه ویتامینی که در بارهٔ آنها صحبت کردیم از ویتامینهای B اصلی هستند، وتنها اجزایی از ویتامین B مرکب هستند که وجود آنها در غذای شبانه‌روزی الزامی است .گزارشهای مربوط به آویتامینوز در حدود ٦ ویتامین B دیگر بسیار نادر است .

به‌منظورمطالعهٔ ویتامینهای B غیر اصلی بایدبا تغذیهٔ مصنوعی به‌آزمایش پرداخت . در تغذیهٔ مصنوعی اسیدهـای امینهٔ خـالص و روغنهای‌تصفیه شده و قند و مانندآنها به‌جانوران می‌خورانند . این نوع غذاها ویتامین واملاح ندارند ، مگر آنکه‌آزمایش‌کننده تعمداً به آن غذاها بیفزاید .

آشکار است که‌چنین غذاهایی را درمورد انسان نمی‌توان‌به‌کار برد زیرا دروهلهٔ اول آزمایشهای‌غذاهای مصنوعی ممکن‌است ماهها طول بکشد وگران ازآب درخواهد آمد. دروهلهٔ دوم انسانها به‌این نوع غذاهای بی مزه و یکنواخت اعتراض خواهندکرد وممکن‌است مصرف کردن غذای دیگری به طور مخفی ، آزمـایش را بی‌نتیجه سازد .

روی این اصل دانشمندان شیمی حیـاتی حیوانـات را برای آزمایش‌انتخاب‌می‌کنند. حیوانی که عموماً انتخاب می‌شودموش‌است. نگهداری موش آسان است و زاد و ولد سریع دارد ، پس همیشه از آن در دسترس هست ، نیزجثه‌کوچك دارد وکم‌غذامی‌خورد . از این گذشته یکی از حیوانات معدودی است‌که ، مانند انسان ، تقریباًهمه چیزی می‌خورد . همین امر به‌آزمایش‌کننده‌اجازه می‌دهدکه مقدار ویتامینهای غذای عادی شبانه روزی انسان را بسنجد .

بـدیهی است که هیچ حیوانی کاملا شبیه انسان نیست . مثلا موشها به اشکال دچـار پلاگر می‌شوند پس برای اندازه‌گیری مقدار

نیاسین غذاهای آدمی فایده‌ای ندارند واز این‌نظر سگ بهتر است. رویاندن میکروبها (درلوله‌های آزمایش) نیز برای‌مطالعهٔ ویتامین به‌کار رفته است.

درنتیجهٔ آزمایش روی حیوانات توانستند دست‌کم ۵ نوع ویتامین B دیگر بشناسند: **اسید پانتوتنیک**[۱] و **پیریدوکال**[۲] و **بیوتین**[۳] **واسید فولیک**[۴] و **کوبالامین**[۵].

امریکاییها چنان به‌ویتامینها توجه دارندکه میلیونها دلار برای آگهی‌کردن غذاها وقرصهای ویتامین‌دار خرج می‌کنند. حاصل‌آنکه امریکاییها خطر آویتامینوز را بزرگتر ازآنچه هست می‌پندارند.

ویتامینهای B درهمهٔ سلولهای‌بدن موجودند،بنابراین درهمهٔ غذاهای طبیعی‌وجود دارد (اگرچه به‌اندازهٔ‌کافی نباشد). طبیعی‌است که وقتی بعضی ازبخشهای غذاهای طبیعی را دور می‌اندازیم، مثلاً پوست برنج وپوست‌گندم، مقداری ویتامین را دورریخته‌ایم.

برهمین اساس کسی‌که غذاهای متنوع و به‌مقدار مناسب در شبانه‌روزمی‌خورد، اختلالات ناشی از نبودن ویتامینهای B نخواهد داشت. به‌طورکلی منبع سرشارویتامینهای B بافتهایی هستند که فعالیتهای شیمیایی بسیاردارند. زیرا این بافتها ازحد معمول بیشتر

۱ـ Pantothenic Acid ۲ـ Pyridoxal ۳ـ Biotin
۴ـ Folic Acid ۵ـ Cobalamin

کوآنزیم لازم دارند پس ویتامینهـای کافی برای ساختن کوآنزیمهـا اندوخته می‌کنند. گوشت وجگرومخمرها ازبافتها وسلولهایی‌هستند که فعالیتهای شیمیایی بسیاردارند.

ازمنابع دیگرویتامینهای B غذاهایی است‌که پیش از تولدیا بلافاصله بعد ازآن مورد نیاز موجودات زنده است مانند تخم مرغ که همه عنصرهـای لازم برای سه هفته رشد دارد. در آن فـاصله، سلول منفرد تخم‌درون تخم مرغ باید به‌جوجه‌ای تبدیل شود. طبیعی است‌که تخم مرغ باید مقادیرکافی ازویتامینهای B برای فعالیتهای شیمیایی سه‌هفته را دربرداشته باشد. (این‌ویتامینها درزردهٔ تخم‌مرغ وجود دارند نه درسفیده).

به همین دلیل شیر و دانه‌ها منـابع سرشار ویتامینهـای B هستنـد.

طرزتهیهٔ خوراکی ممکن‌است مقدارویتـامین مواد غذایی را کاهش دهد. دوعاملی‌که مقدارویتامین راکاهش می‌دهند عبـارتند از گرما وخیساندن‌درآب. ویتامینهای B به‌مقدارزیاد تحت تأثیرگرما خراب نمی‌شوند به‌طوری‌که بخشی‌ازآنها دست نخورده باقی‌می‌مانند ولی چون همه محلول‌درآبند پس‌درموقع طبخ درآب واردمی‌شوند. پس‌گوشت‌کباب شده بیش‌ازگوشت آب‌پز ویتامین دارد. روی همین اصل است‌که سوپ واشك‌کباب ویتامینهای B فراوان دارد.

ویتامینها و باکتریها

به‌هرصورتی استحمام کنیم ، همواره مقداری میکروب همراه داریم . نه‌تنها میکروبها درسطح بدن ما هستند بلکه ، دردهان ودر رودهٔ بیشتر ما نیزمیکروب هست .

بر روی هم این میکروبها آزاری به‌ما نمی‌رسانند . ما و میکروبها آموختیم‌که چگونه با هم زندگی‌کنیم . میکروبهای رودهٔ ما ازذرات غذاهایی استفاده می‌کنندکه هضم وجذب نشده‌اند . در عوض ازآسیب رساندن به‌اعضای حساستربدن یا تولید مواد سمی‌که مارا بیمارمی‌سازد ، خودداری می‌کنند .

وجود باکتریهادرروده موجب‌کشفی شده است‌که اثربزرگی‌در تهیهٔ آذوقهٔ جهانی دارد . وقتی‌که مقادیرکم آنتی‌بیوتیك مانند اورئومایسین به غذای خوك یا بره یا مرغ اضافه می‌کنند ، وزنشان زودترازمعمول اضافه می‌شود . احتمال داردکه علت‌آن این باشدکه آنتی‌بیوتیك رشد میکروبها را مانع می‌شود . پس وقتی‌که میکروب کمتری درروده باشد غذای‌کمتری جذب خواهدکرد وغذای‌بیشتری دردسترس خود حیوان قرارخواهدگرفت ، پس سریعتر رشد خواهد کرد .

آیا باید چنین نتیجه‌گرفت‌که با داروهای عجیب جدید باید میکروبهای رودهٔ خودرابکشیم؟ مسلماً نه زیرا این‌میکروبهابه‌حال ما فایده دارند .

آنچه مسلم است آن است که باکتریها زندگی موفقیت‌آمیزی دارند پس باید یك سری کامل از آنزیم و کوآنزیم داشته باشند. باکتریهایی که بیش‌ازهمه درروده ما زندگی می‌کنند، ازنظراوضاع شیمیایی، ازماکارآزموده‌ترند. این باکتریها ویتامینهای B را از مواد سادهٔ شیمیایی می‌سازند واین‌کاری است که ما قادر به‌انجام آن نیستیم. ویتامینهایی که باکتریها می‌سازند، به‌قدری‌است که مقداری ازآنهاازدرون پیکرشان به‌روده تراوش می‌شود وانسان آن‌را جذب می‌کند. پس اگرغذای‌شبانه روزی ما فاقد ویتامینهای B باشدامکان داردکه بدن از ویتامینهای B غیراصلی حاصل ازمیکروبها در روده استفاده‌کند.

نتیجهٔ جالبی‌که ازاین مسئله‌گرفته می‌شود این‌است که‌مدفوع ویتامین دارد. مقداربعضی ازویتامینها درمدفوع بیشترازمقدارآنها درغذاهای خورده شده است. موقعی‌که با موش آزمایش می‌کنند، گاهی‌ناچارمی‌شوندکه‌آنها راروی‌توری سیمی نگهداری‌کنند وتوری را چند سانتیمتری بالاترازکف قفس قراردهند. با این عمل مدفوع موشها ازسوراخهای توری‌به‌کف قفس می‌افتد وموشهابه‌آن‌دسترسی نخواهند داشت. درغیراین‌صورت چون ممکن است مدفوع خود را بخورند، پس‌به‌بعضی ازویتامینها دسترسی‌پیدا می‌کنند وآزمایش‌را مختل خواهندساخت.

فعالیت باکتریها درمورد ویتامینهای B اصلی مثل نیاسین نیز

مهم است . باکتریها این ویتامین را ازاسید امینه‌ای به‌نام **تریپتوفان**[۱] می‌سازند . بدین‌طریق بیش از آنچه غذای شبانه‌روزی نیاسین به‌بدن می‌رساند ازاین ویتامین عاید بدن می‌گردد . دلیل‌اینکه وقتی غذای شبانه‌روزی بیشترازذرت باشد شخص مبتلابه‌پلاگرمی‌شود تنهـا این نیست‌که ذرت نیاسین‌کم دارد بلکه تریپتوفان نیزدرذرت‌کم است پس باکتریها هم نمی‌توانند به‌ماکمك‌کنند .

درفصل‌آینده دربارهٔ مواردی بحث خواهیم‌کرد‌که‌لزوم‌باکتری را برای زندگی به‌ثبوت می‌رسانند .

تازه‌ترین ویتامین

درچندصفحه‌قبل‌اشاره‌کردیم‌که‌کوبولامین‌یکی‌ازویتامینهای‌B غیراصلی است . ممکن است نامش‌را نشناخته باشید . این ویتـامین سابقاً B۱۲ نامیده می‌شد . این آخرین ویتامین مهمی‌است که‌کشف شده‌است .

به‌منظور فهم اهمیت ویتامین B۱۲باید نخست **کم‌خونی مضر**[۲] را مورد مطالعه قراردهیم. اصولاً کم خونی به بیماریی می‌گویندکه در آن مقدار هموگلوبین خون‌کمترازمعمول است . غالباً علت آن‌کمی آهن غذای شبانه روزی است . (به‌خاطر داریدکه آهن بخش حیاتی هموگلوبین است) برای معالجه کم‌خونیهـای ساده داروهایی به‌کار می‌برندکه‌دارای موادآهن‌دار است یاآنکه‌گوشت‌وتخم‌مرغ بیشتری

۱ــ Tryptophane ۲ــ Pericious Anemia

به‌بیمار می‌دهند .

انواع کم‌خونیهای‌خطرناك نیزوجود دارد. فرایند ساخته‌شدن هموگلوبین در بدن یکی از فرایندهـای بسیار پیچیده است که طی مراحلی چندصورت می‌گیرد. اگر درهر مرحله‌ای از مراحل‌ساخته شدن آن مانعی پیش آیدکم خونی عارض خواهد شد.کم خونی‌مضر، یکی از خطرناکترین صورت آن است . تا سی سال پیش بیماری کم خونی مضر دیر یا زود به‌مرگ منتهی می‌شد .

بعداً چنین‌کشف شدکه بعضی از فراورده‌هـای جگر جلو این بیماری را می‌گیرند . پس از آن ، یعنی بعد از جنگ جهانی دوم ، چنین معلوم شدکه این بیماری‌معلول فقدان‌یك ویتامین است . ابتدا این ویتامین را B۱۲نامیدند، سپس بدان نام‌کوبولامین دادند . اشکال کم‌خونی مضر در این نبود که غذای شبانه روزی فاقد ویتامین است، زیرا این ویتامین راباکتریها می‌سازند و بودن یا نبودن‌آن درغذای شبانه‌روزی مهم‌نیست . باوجوداین به‌عللی بیمارنمی‌تواند کوبولامین راجذب‌کند . ولی تزریق‌کوبولامین به‌ناراحتیها خاتمه می‌بخشد .

نکات جالب بسیاری در بـارهٔ کوبولامین هست . نخست آنکه بدن به‌مقدار بسیار کم آن نیازمند است . یك ٥ میلیونیم گرم در هر شبانه روز به بیمار سلامت می‌بخشد . نصف این مقدار برای اشخاص سالم‌کفایت می‌کند. به‌عبارت دیگر یك‌گرم کوبولامین برای‌جمعیت یك شهر متوسط کافی است .

از این‌گذشته مولکول کوبولامین از مولکول سایر ویتامینها پیچیده‌تر است . در سال ۱۹۵٦ فرمول آن را شناختند . اطلاعات تجربی حاصل از این ویتامین ، پیش از کشف فرمول آن ، به‌قدری پیچیده بودکه برای تفسیر آن اطلاعات،یك «مغز الکترونی» بزرگ به‌کار بردند . چنین معلوم شد که مولکول کوبولامین تا حدی شبیه مولکول هم است ولی از آن بسیار پیچیده‌تر است .

سرانجام به‌این نتیجه رسیدندکه‌کوبولامین تنهاویتامینی است که هر مولکولش یك اتم **کوبالت** دارد. و نامش هم‌از همین فلز گرفته شده‌است . اتم‌کوبالت دروسطمولکول کوبولامین هست‌درست‌به‌همان گونه‌که آهن در وسط هم است .

کوبالت فلزی است‌که بسیار شبیه آهن ولی بسیار نادر است . در بعضی از سنگهای معدنی با آهن همراه است . کارگران آلمانی معدن آهن در قرون وسطی وقتی که به این فلز برمی‌خوردند ناراحت می‌شدند زیرا آن را از جهتی مانند آهن می‌دیدند ولی از نظر عملیات ذوب‌تفاوت محسوسی بین آن دو می‌یافتند ومعتقد بودند که ارواح شیطانی زمین آهن را افسون کرده‌اند و آن را بی‌استفاده ساخته‌اند . این گونه ارواح شیطانی را **کوبولز**[1] می‌نامیدند و نام این فلز جدید از همین‌کلمه منشأگرفته است .

۱ــ Kobols

خلاصهٔ فصل

بدن نمی‌تواند همهٔ مواد مرکب لازم را از مواد ساده‌ای‌که از طریق‌گوارش چربی وئیدرات‌کربن‌وپروتئید به‌دست می‌آورد بسازد. این‌گونه مواد راکه باید ساخته و آماده ازغذای شبانه‌روزی به‌دست آورد، ویتامین می‌نامند. ویتامینها به مقدار بسیارکم مورد نیازند. ویتامینهای B گروهی ویتامین هستندکه بدن برای ساختن بعضی از کوآنزیمها بدانها نیازمند است. اگر درغذای شبانه‌روزی نباشند، بدن کوآنزیم نخواهد ساخت در نتیجه بسیاری از واکنشهای مهم آنزیمی تخفیف می‌یابد و به‌بیماری یا مرگ می‌انجامد. برای آنکه اطمینان یابیم غذای شبانه‌روزی ما ویتامین کافی دارد باید غذاهای متنوعی بخوریم‌که شیر و تخم‌مرغ وگوشت و میوه و سبزیهای تازه داشته باشد. بعضی از ویتامینهای B به مقدار کافی به‌وسیلهٔ باکتریها در روده‌های ما ساخته می‌شود به‌طوری که اگر در غذای شبانه‌روزی نباشند جای نگرانی نیست. ویتامین B_{12} از جدیدترین ویتامینهای کشف‌شده است. این ویتامین‌کوبالت دارد وبرای جلوگیری ازنوعی بیماری‌کم خونی خطرناك مورد استفاده است.

۸

ویتامینهای دیگر

ویتامین A به دید ما کمك می‌کند

چند ویتامین وجود دارد کـه جزء ویتامین B مرکب نیست . هیچ‌یك از آنها نیتروژن ندارد ، و بیشتر آنها در آب غیر محلولند و اطلاعات ما دربارهٔ کار آنها در بدن‌از اطلاعات مادر بارهٔ‌ویتامینهای B کمتر است .

از ویتامین A شروع می‌کنیم . این ویتامین یکی از نخستین ویتامینهای کشف شده است و نامش ازردیف الفبا دراول قرار دارد. در سال ۱۹۱۳ چنین‌کشف شد که بعضی از چربیهـا و روغنهـا رشد موشها را تأمین می‌کنند ولی بعضی دیگر چنین خاصیتی ندارند . در آن زمان تفاوتی شیمیایی میان آنهـا دیده نمی‌شد . ولی بعداً معلوم شد که چربی تأمین‌کنندهٔ رشد بدن ، دارای‌مقادیر بسیارکم ویتامین A محلول درچربی است. با وجود تاریخچهٔ طولانی ویتامین A ، این

ویتامین هنوز با حرف A نشان داده می‌شود و نامی شیمیـایی به‌آن داده نشده است .

به‌نظر بیشتر مردم رابطه‌ای میان ویتـامین A و هویج هست . این رابطه درست است زیرا اگر چه عملاً هیچ ویتامین A در هویج نیست ولی هویج منبع خوبی از این ویتامین است .

آنچه‌درهویج‌هست ماده‌ای‌به‌نام **کاروتن**[1] است .کاروتن مولکول درازی مرکب از کربن وئیدروژن دارد . خانوادهٔ بزرگی از موادبـا کاروتن منسوبند . یکی ازخصوصیات عمومی‌این خانواده رنگی‌بودن این‌مواد است. این رنگ از زردتا نارنجی وقرمزمتغیّراست. بسیاری از غذاها به‌رنگ خانوادهٔ‌کاروتن هستند . مثلا کره زرد است ،گوجه فرنگی قرمز است و هویج نارنجی است . در هر یك از این سه غذا از مواد خانوادهٔ کاروتن وجود دارند و هر سه نوع غذا منبع ویتامین A هستند .

رنگ زرد بسیاری از چربیها و روغنها از کاروتن آنهـاست . حتی انسان نیزکاروتن درچربی زیرپوست خود اندوخته می‌کند. اگر مقدار کاروتن اندوخته در چربی پوست‌زیاد باشد ، چربی رنگ زرد به خود می‌گیرد . مردم آسیای شرقی چنین وضعی دارند .

اکنون‌باید دیدکه‌چه رابطه‌ای‌میان‌کاروتن و ویتامین A هست؟ چنانکه گفتیم مولکول کاروتن دراز است . در آن ٤٠کربن هست‌که

۱ــ Carotene

غالباً در یك ردیف قرار دارند . بدن آدمی می‌تواند آن‌را به‌دوقطعهٔ بیست کربنی تجزیه کند . و در نقطهٔ گسیختگی هر قطعه یك اتم اکسیژن و یك اتم ئیدروژن متصل سازد . پس ازپایان یافتن این کار صاحب دو مولکول ویتامین A می‌شود .

به عبارت دیگر ، اگر چه‌کاروتن خود ویتامین A نیست ولی‌در بدن بدان تبدیل می‌شود . از این‌رو به کاروتن یك **پرو ویتامین**[۲] می‌گویند .

ویتامین A بیش از ویتامینهای B در بدن اندوخته می‌شود . ممکن‌است به‌این فکر افتاده باشیدکه‌حال که‌ویتامینها این‌همه برای بدن لازمند پس چرا بدن از آنها به‌مقدارکافی ، در مواقعی‌که غذا سرشار از ویتامین است ، اندوخته نمی‌کند ؟ و بعداً یعنی در فصلهای کم ویتامین ، از اندوختهٔ خود استفاده نمی‌برد ؟ واقع امر این است که مسئله به این سادگی نیست .

برای روشن‌شدن‌موضوع بار دیگربه‌یك‌کارخانه بازمی‌گردیم. فرض‌کنیدکه کارخانه‌ای تصمیم‌گرفته است که بعضی از اقلام را برای ایام‌کمبود اندوخته‌کند . اول همه باید جا برای آنها پیداکند . بعداً کسی را برای صورت برداری آنها بگمارد تا همواره دانسته شود از هر قلمی چه مقدار در انبار هست ، و صاحب کارخانه مبلغی از سرمایهٔ خود را برای آن اقلام راکد خواهدگذاشت .

۱ــ Provitamin

بدن‌هم باچنین‌مسائلی روبه‌رو هست ، زیرانمی‌تواند ویتامینها را درگوشهٔمتروکی اندوخته‌کند ، نیزباید سازوکار ویتامینی‌مخصوص به وجود آوردکه بعضی از سلولهـا بتوانند از آن اندوخته کنند و اوضاع داخلی خود را با آن اندوختن تطبیق نمـایند و این خودکار بسیارپیچیده‌ای است . بدن در غالب موارد به‌دست آوردن ویتامینها را از غذا سهلتر می‌یابد .

ولی درمورد ویتامین A ، بدن‌تاحدی به‌اندوختن دست‌می‌زند. این ویتامین در جگر ذخیره می‌شود و از این‌رو است‌که جگر بهتر ازگوشت منبع سرشار ویتامین A است .

ظاهراً حیوانات دریایی بیشتر از حیوانات خشکی ویتامین A اندوخته می‌کنند . در واقع پیش از آنکه توجه به‌ویتامینها متمرکز شود عموماً به‌بچه‌ها مقادیر منظم روغن ماهی[1] می‌دادند . چنانکه از نـامش معلوم است این روغن از جگر ماهی[2] به‌دست می‌آید . روغن ماهی‌مقدار زیادی‌ویتامین A دارد، از جگرماهی‌پهنی به‌نام **هالیبوت**[3] ویتامین بیشتری حاصل می‌شود .

از این نظر خرس قطبی در درجه اول قرار دارد نه ماهی . مقدار ویتامین A اندوخته در بدن خرس قطبی به قدری زیـاد است که جگرش سمی‌است . سیاحانی‌که جگر خرس‌قطبی خورده‌اندبیمار گشته‌اند و حتی شایع است‌که دربعضی از موارد بیماران مرده‌اند .

۱ـ Cod Liver oil ۲ـ Cod Fish ۳ـ Halibut

ممکن است این موضوع مایهٔ تعجب شما گردد ، زیرا چیزی که این همه برای بدن لازم است چگونه ممکن است بدان زیان برساند . این موضوع تعجبی ندارد زیرا آب نیزبسیار لازم استولی شخص می‌تواند در آن غرق شود .

وقتی که ویتامین زیاد باشد چیزهایی پیش خواهد آمد . ویتامینهای B تقریباً سمی نیستند به‌طوری‌که درمواقع ضروری چند بارمی‌توانید بخورید بدون‌آنکه آثار بدی ظاهر سازند . بدیهی‌است که خوردن ویتامین به‌مقدار زیاد فایده‌ای برای بدن ندارد . زیرا وقتی‌که بدن ویتامین‌کافی به‌دست آورد زیادی رادفع می‌کند . مانند آن است که در لیوان پر از آبی آب بریزند ، آب زیادی ازاطراف لیوان سرازیر می‌شود .

مسئلهٔ ویتامین A چیزدیگری است . این ویتامین در حین‌کار بدن می‌تواند به مقدارکافی اندوخته شود .گاهی پزشکانی‌که به‌معالجهٔ دختربچهٔ یاپسربچهٔ بیماری می‌پرداختند،به‌مادران‌توصیه‌می‌کردندکه به‌کودکان خود روزانه ده قطره محلول ویتامین بدهند ، ولی مادر به‌خیال اینکه اگر به وی یك قاشق‌در روز بدهد بچه سالمتر خواهد ماند، مقدار بیشتری داده‌استوکودك رابیمارساخته وگاهی‌به‌جگرش آسیب وارد ساخته است .

شاید شنیده باشیدکه خلبانهای انگلیسی طی جنگ هویج می‌خورده‌اند تا دید آنها درموقع پروازهای‌شبانه قوی‌تر شود . علت

آن است که ویتامین A باواکنشهای شیمیایی دیدن رابطهٔ بسیار دارد. ویتامین A خواص دیگری نیز دارد ولی معروفترین آنها این است که کمبود آن به « شبکوری » می‌انجامد. شبکور در نورکم چیزی را تشخیص نمی‌دهد. در حالات شدید بیماری غشاهای اطراف کره چشم ضخیم و خشك می‌شود این وضع را « **گزروفتالمی** »[1] می‌گویند.

چشم شباهت بسیاری به دوربین عکاسی دارد. نور از بافت شفافی به‌نام **قرنیه** عبور می‌کند. پشت قرنیه، **عنبیه** هست (عنبیه بخش رنگی چشم است) که سوراخ وسط آن **مردمك** نام دارد. انبساط و تنگ شدن مردمك مقدار نوری را که، باید وارد چشم گردد تنظیم می‌کند. نور از مردمك عبور می‌کند (مردمك همیشه‌سیاه است‌زیرا سوراخی است که به‌درون چشم راه دارد) نورسپس از **عدسی** می‌گذرد عدسی نور راروی پردهٔ حساس‌عقب چشم به‌نام **شبکیه** متمرکز می‌کند. شبکیه در حکم فیلم حساس دوربین عکاسی است.

در شبکیه دونوع سلول هست‌سلولهای استوانه‌ای و سلولهای مخروطی. مخروطها مخصوص رؤیت در نور شدیدند نیز رنگها را می‌بینند. سلولهای استوانه‌ای در نورکم می‌بینند وفقط سیاه و سفیدرا تشخیص می‌دهند.

سلولهای استوانه‌ای ماده‌ای دارند به‌نام **رودوپسین**[2] به‌خاطر رنگ این ماده آن را غالباً **ارغوان شبکیه** نیز می‌نامند. رودوپسین از

۱ـ Xerophtalmia ۲ـ Rhodopsin

دو قسمت ساخته شده است یکی‌پروتئیدی است به‌نام **اوپسین**[۱] دیگری مادهٔفرعی‌به‌نام **رتینن**[۲]. رتینن‌همان‌ویتامین A است ولی‌دوئیدروژنش برداشته شده است.

وقتی که نـور به رودوپسین می‌رسد آن را تجزیه می‌کند و رتینن آزاد می‌شود. دو بخش در تاریکی بـار دیگر بـا هم ترکیب می‌شوند. همین فرآیند است‌که به‌ما قدرت دید در نور کم می‌دهد. هنگامی‌که‌رتینن‌از رودوپسین جدامی‌شود بخشی‌از آن تجزیه‌می‌شود و متلاشی می‌گردد. جای آن را بایدویتامین A اندوختهٔ بدن‌بگیرد. وقتی‌که اندوختهٔ ویتامین A بدن تمام می‌شود دستگاه مختل گشته و شب‌کوری عارض می‌گردد.

ویتامین D و نور آفتاب

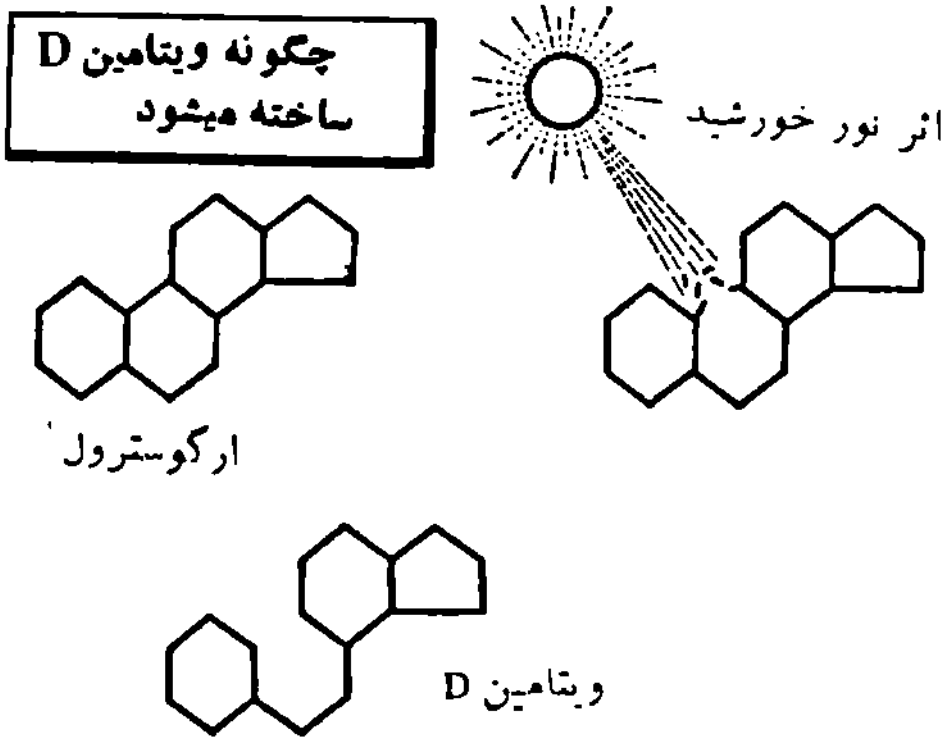
گروه دیگری از مواد مرکب موجوددر بدن‌که تا کنون‌بدان اشاره‌نکرده‌ایم **استروئیدها**[۳] هستند. اندازهٔاین‌مواد درحدودنصف‌کار تنوئیدهاست و در مولکولشان تنهـا ۸ تا ۲۸ کربن هست و از این گذشته به‌جای آنکه‌کربنها به صورت خط مستقیمی به‌دنبال هم‌قرار داشته باشند در چهار حلقهٔ مربوط به‌هم قرار دارند.

تفـاوت استروئیدهـا از یکدیگر در اختلاف مختصر ترتیب اتمهای درون مولکول است. مقدار اکسیژن آنهانیز تفاوت دارد و ممکن است از ۱ تا ۵ اتم اکسیژن در هرمولکول باشد.

۱ـ Opsin ۲ـ Retinene ۳ـ Steroids

بسیاری از استروئیدها به‌مقدار کم در بدن موجودند ولی با این حال بسیار مهمند. اهمیت اینها همان بس‌که آخرین فصل‌کتاب را به شرح آنها اختصاص می‌دهیم در اینجا فقط یکی از آنها را که **کلسترول**[1] است مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

مقدارکلسترول دربدن کم نیست، چنانکه یك دهم مادهٔ جامد مغز از آن است.



از این گذشته صفرا کلسترول فراوان دارد. کلسترول صفرا به‌قدری زیاد است‌که‌گاهی‌بیش ازگنجایش اوست، پس رسوب‌می‌کند و به‌هم می‌چسبد و به‌صورت توده‌هـای سخت‌کوچك درمی‌آید. این

۱ـ Cholestrol

توده‌هاهمان **سنگهای صفراوی** هستند. گاهی سنگهای صفراوی مجرایی را که صفرا را به‌روده هدایت می‌کند، مسدود می‌سازد و ناراحتی بزرگ به‌وجود می‌آورد.

با وجود آنکه این همه کلسترول در بدن هست، کارش شناخته نشده است. تصور کنید که یك دهم مادهٔ جامد مغز کلسترول است ولی ما نمی‌دانیم که این ماده در آنجا چه کاری انجام می‌دهد!

در بارهٔ بعضی ازمنسوبان کلسترول اطلاع بیشتر داریم. یکی از آنها **ارگوسترول**[۱] است. ارگوسترول یك اتم بیش ازکلسترول دارد. در حالی که کلسترول فقط دربدن حیوانات یافت می‌شود، ارگوسترول فقط در بدن مخمرها و قارچها و مانند آنها هست. ارگوسترول خصوصیت مهمی دارد که کلسترول ندارد و آن این است که ارگوسترول یك پروویتامین است.

وقتی که ارگوسترول در معرض نور خورشید قرار می‌گیرد یکی از چهار حلقهٔ اتمهای کربن در مولکول گسیخته می‌شود. پس ازاین گسیختگی مادهٔ نوی حاصل می‌شود که ویتامین D۲ یا **ارگوکالسیفرول** نام دارد.

در بدن آدمی مادهٔ دیگری منسوب نزدیك کلسترول هست و نام آن **۷ ـ دئیدروکلسترول**[۳] است. این ماده در زیر پوست بدن هست. وقتی که بدن آدمی در معرض نور خورشید قرار می‌گیرد این مولکول

۱ـ Ergosterol ۲ـ Ergocalciferol ۳ـ 7-Dehydrocholesterol

به‌همان‌روش ارگوسترول گسیخته‌می‌شود و ویتامین D۳ یا **کوله‌کالسیفرول**[۱] به‌وجود می‌آورد .

چند نوع ویتامین D دیگر نیز هست ولی کار همهٔ آنها در بدن یکی است و آن این است که وضع تثبیت کلسیم و فسفات را در استخوان کنترل می‌کنند. درفقدان ویتامین D این فرایند به‌کلی متوقف می‌شود، حاصلش نرم‌ماندن استخوان و ازشکل افتادن آن است . تغییر شکل استخوان به‌صورتهای گوناگون پیدا می‌شود . این حالت را **راشیتیسم**[۲] می‌گویند . راشیتیسم فقط در کسانی دیده می‌شود که استخوانهایشان در شرف رشد است پس این یك بیماری کودکی است .

ویتامین D به‌اشکال در غذای شبانه‌روزی پیدا می‌شود. غذاهای کمی هستند که از آن دارند . شیر که همه چیز برای رشد بچه‌دارد دوچیز کم دارد. یکی ویتامین D دیگری آهن. آهن به‌اندازهٔ شش‌ماه زندگی کودك در بدنش هست و این ماده را مادر فراهم می‌کند. پس از پایان شش ماه بچه احتمالاً تخم مرغ یا غلات می‌خورد و اینها آهن فراوان دارند . بدین‌طریق جای نگرانی باقی نمی‌ماند .

ولی مسئلهٔ تأمین ویتامین D دشوارتر است .روی‌این اصل است که به‌بیشتر شیرها ، اقلا در ایالات متحده ، ویتامین D می‌افزایند . از این گذشته عموماً به‌کودکان مقادیری از ویتامین D به طور منظم می‌خورانند .

۱ــ Cholecalciferol ۲ــ Rickets

واقع امر این است که پیش از ترقیات علمی اخیر ، خورشید کودکان رانجات می‌داد. اگرچه ویتامین D به‌مقداربسیارکم درغذاها هست ولی بدن‌در تهیهٔ پروویتامین آن یعنی «۷ـدئیدروکولسترول» با هیچ دشواری روبه‌رونمی‌شود. پوست بدن‌آدمی همیشه ازآن دارد فقط کافی است شخص در آفتاب قرارگیرد تا این ماده‌به ویتامین D۳ تبدیل شود . به‌همین جهت است که مردم به‌ویتامین D ، ویتامین‌نور آفتاب می‌گویند . بدیهی است‌که ویتامین D در آفتاب نیست . هیچ چیز مادی در نور خورشید نیست . بلکه نور آفتاب در ساختن آن به‌ما کمك می‌کند .

بعضی ازغذاهاچون نان‌وشیر رامی‌توان درمعرض نورخورشید یا نورهای مصنوعی قرار داد . با این عمل پروویتامین آن غذا به‌ویتامین D تبدیل می‌شود در این صورت می‌گویند که آن غذا «نوردیده» است .

بنابر یك‌تئوری ویتامین D باعث سفیدبودن‌پوست مردم مناطق شمالی زمین است . در این مناطق آفتاب چندان بالای افق نیست و نور آن ضعیف است . پس پوست باید بی‌رنگ ونیم شفاف باشد تانور ضعیف بتواند در آن نفوذ کند و شخص را از مرگ براثر راشیتیسم نجات بخشد . با همهٔ این احوال راشیتیسم در میان کودکان اروپایی به‌خصوص در آنها که در آغاز زمستان به دنیا می‌آیند ، گاهی دیده می‌شود .

ولی درمناطق حارّه راشیتیسم مسئلهٔ مهمی نیست. زیرا پوست تیره‌ای لازم است تا آفتاب بدن را نسوزاند. ویتامین D مانند ویتامین A ، اگر به مقدار بیش از حد خورده شود زیان می‌رساند. استخوان حتی در محلهایی که نباید ساخته شود، مثل مفصلها ، به‌سرعت ساخته می‌شود ، در نتیجه مفصل سفت و بسیار دردناك می‌شود .

ویتامین C اسرار آمیز

ویتامینی که بیش ازهمه برای انسان لازم‌است **اسید اسکوربیك**[۱] است (نام قدیمی آن‌که بیشتربدان نام‌معروف است‌ویتامین C است) همهٔ گیاهان وتقریباً همهٔ حیوانات‌می‌توانندویتامین C لازم رابسازند. جز انسانها ومیمونهای‌انسان ریخت‌وبوزینه‌ها . تنهاحیوان دیگری که نمی‌تواند ویتامین C بسازد خوکچهٔ هندی است .

اسیداسکوربیك بسیار شبیه قندهای ساده‌است وتنها ویتامینی است که بعد از ویتامینهای B مرکب در آب محلول است .

اسید اسکوربیك بیش از همهٔ ویتامینهای دیگر در بدن‌هست. کوچکترین اطلاعی ازکار این ویتامین در بدن به‌دست نیامده است . در بارهٔ کار ویتامینهای B اطلاعات ارزنده‌ای داریم و تا حدودی از راههای تأثیر ویتامینهای AوD در اوضاع شیمیایی بدن آگاهیم .

ولی در مورد کار اسیداسکوربیك تقریباً چیزی نمی‌دانیم . بدیهی است که از عوارض فقدان ویتامین C در بدن‌آگاهیم . دراین

۱ــ Ascorbic Acid

حالت رگهای کوچك ضعیف می‌شوند و به‌آسانی پاره می‌گردند و بیمار باکمترین ضربه ازپا درمی‌آید. لثه‌ها به‌خصوص خونریزی می‌کنند و متورم می‌شوند، زخمها دیر التیام می‌یابند. این حالت را **اسکوربوت**[۱] می‌گویند.

ظاهراً اسکوربوت نخستین بیماری ویتامینی است که توجه انسان را به‌خود جلب‌کرده است. علت‌آن این بوده‌که مردم قدیم در سفر دریا بدان دچار می‌شده‌اند. سفر دریا، ماهها طول می‌کشید و غذاها منحصر به‌آن چیزی‌بودکه می‌توانستندمدتی نگهدارند. مانند گوشت خشك شده و بیسکویت و مانند آنها. بدبختانه این غذاها ویتامین C به‌مقدارکم دارند یا اساساً فاقد آنند.

مدتها پیش از آنکه ویتامین شناخته شود یك مأمور نیروی دریایی انگلستان چنین کشف‌کرد که اگر دریا نوردان طی سفردریا لیموترش[۲] بخورند به‌اسکوربوت دچار نخواهند شد. به‌همین جهت است‌که دریا نوردان انگلیسی را هنوز **لمیز**[۳] می‌گویند. و بخشی از آب نمای لندن **لایم‌هاوس**[۴] نامیده می‌شود.

اسید اسکوربیك در بسیاری از میوه‌های تازه و سبزیهای تازه هست. از منابع بسیار متداول اسید اسکوربیك‌آب میوه‌هاست‌مانند آب پرتقال و آب انگور و آب گوجه فرنگی. نوشیدن آب این میوه‌ها در ایالات متحده چنان به‌صورت عادت ملی درآمده است که

۱ـ Scurvy ۲ـ Lime ۳ـ Limeys ۴ـ Lime house

دیگر اسکوربوت صورت بیماری ندارد . از آنجا که شیر اسید اسکوربیك‌کم دارد آب پرتقال دارای اهمیت خاصی برای کودکان است .

ویتامین C یکی از ویتامینهایی است که در غذای حیوانی نیست زیرا همهٔ‌حیوانات ازآن می‌سازند پس نیازی به‌اندوخته‌کردن آن ندارند . بدبختانه بدن‌انسان ساختن آن را فراموش‌کرده است ، نیز نمی‌داند چگونه آن را اندوخته کند .

ویتامین C نردترین ویتامینهاست و با ماندن غذا رفته رفته از بین می‌رود . از این رو است‌که بهترین منبع آن میوه‌ها و سبزیهای تازه است .گرما نیز آن‌را به‌سرعت متلاشی‌می‌کند ، بنابراین‌غذاهای پخته‌بسیارکمتر ازغذاهای خام ویتامین C دارند. چون‌در آب‌محلول است پس در موقع پختن غذاها از آنها وارد آب می‌شود .

خوشبختانه‌منبع ویتامین C در آمریکا پرتقال است‌که نه‌پخته می‌شود نه در آب قرار داده می‌شود . ولی در بسیاری از بخشهای اروپا ، سیب زمینی منبع‌آن است . مقدار ویتامین C سیب زمینی‌کم است . اگر مقدارکافی سیب زمینی خورده شود ، مقادیر کم ویتامین C به‌حدی می‌رسندکه مانع ابتلای به اسکوربوت می‌گردند . پختن سیب‌زمینی مقدار آن‌راکم می‌کند (ضمناً ویتامین C بیشتر در لایهٔ خارجی سبزیها هست . پس اگر پوست سیب زمینی نسبتاً ضخیم‌کنده شود ویتامین C همراه‌آن به‌دور ریخته خواهد شد) .

گرچه بدن ویتـامین C اندوخته نمی‌کند معهذا درکمبود این ویتامین ماهها طول می‌کشد تا بیماری به‌صورت شدید نمایان شود. دلیلش این است‌که بدن در مصرف آن صرفه‌جویی می‌کند.

تشبیهی‌به‌عمل می‌آوریم.اگرشخصی درسال ۵۰۰۰ تومان‌عایدی و ۵۰۰۰ تومان هم در بـانك پس‌انداز داشته بـاشد. منطقی به نظر می‌رسد که اگر بیکار شود خواهد تـوانست از اندوخته‌اش یك سال زندگی‌کند. ولی (اگر ارزش پول کم نشود) بیش از یـك سال نیز می‌تواند زندگی‌کند زیرا به‌محض آنکه بیکار می‌شودشروع به‌صرفه جویی می‌کند و حساب ریالها را با دقت نگه می‌دارد.

همین کار در بدن صورت می‌گیرد. هر وقت‌که مقدار ویتامین C (یا ویتامینهای دیگر) وارده کاهش می‌یابد بدن به‌نحوی مصرف آن را کاهش می‌دهد، ولی سرانجام دچـار ناراحتی می‌شود اما مرز ایمنی وسیعتر ازآن است‌که غالباً تصور می‌کنند. مادران آگاه باید از این‌موضوع آگاه باشند تاآسایش خیال‌کسب‌کنند. مادران جوانی که گاهی فراموش می‌کنند روزی قطرهٔ حاوی ویتـامین را به‌کودك خود بدهند، از این‌امر چنان‌ناراحت می‌شوندکه خیال‌می‌کنندصبح فردا کودك را مشرف به‌مرگ خواهند یافت.

ویتامین K و خون

اگر چه چند ویتامین دیگر نیزوجود دارد ولی از میان آنها یکی هست‌که مورد استعمال معینی برای بدن انسان دارد. بحث در

بارهٔ ویتامینها را با شرح این ویتامین پایان می‌دهیم . برای آنکه این‌کار به‌خوبی صورت گیرد مسئلهٔ خون را به میان می‌کشیم .

خون مایعی سحرآمیز است و خواص بسیار جالبی دارد . در موقع‌صحبت ازهموگلوبین‌بدان اشاره‌کرده‌ایم . آنچه‌گفته‌ایم‌مختصر و سطحی بود . کتابهای متعدد می‌توان در بارهٔ خون نوشت وفراوان نوشته‌اند .

یکی ازخواص‌خون قابلیت انعقادآن است . این‌خاصیت خون محققاًبرخواننده‌روشن‌است‌زیراکسی‌نیست‌که‌درنتیجهٔ حوادث زندگی روزمرّه جایی از بدنش کرارا نبریده یا خراش برنداشته باشد . در این موقع ابتدا مقداری خون جاری می‌شود سپس متوقف می‌گردد . خون در محل زخم غلیظ می‌شود و شبیه ژله می‌گردد ، و تودهٔ سختی به نام « لخته » به‌وجود می‌آورد . پس از مدتی‌لخته می‌افتد وزیرش پوست نو دیده می‌شود . زخم التیام پیداکرده است .

آشکار است که این تدبیر « خود به‌خود التیام یافتن زخم » برای زنده ماندن ما اهمیت دارد . زیرا اگر قرار بر این باشد که با هر زخمی همهٔ خون ما بیرون بریزد ادامهٔ زندگی میسرنخواهدشد. از طرفی دیگر کسی میل نداردکه خونش در حین جریان یافتن درون رگها لخته شود . بدن برای آنکه انعقاد خون فقط در مواقع مقتضی صورت‌گیرد یك روش بسیار پیچیده ابداع‌کرده است .

دانستن جزئیات این فرایند مهم نیست بلکه این مسئله واجد

اهمیت است که درانعقاد خون یك سلسله واکنشها هست که تعدادی آنزیم وعده‌ای پروتئید معمولی و سایر مواد در آن سهیمند . هنوز مسائلی مربوط به‌آن هست‌که باید تحقیق شود .

نکتهٔ مهم اینجاست که اگر طی وقوع واکنشها ، اشکالی در نقطه‌ای پیش‌آید خونروش پیش خواهدآمد . بعضی ازمردم باچنان خصوصیتی زاده‌می‌شوندکه انعقاد خونشان‌به‌طورناقص صورت‌می‌گیرد چنین حالتی را **هموفیلی**[۱] می‌گویند . این بیماری ارثی است و در خانواده باقی می‌ماند .کسانی‌که‌به‌هموفیلی دچارند ، اگرزخمی‌شوند حتی اگر خراش کوچك باشد ، چنانچه مراقبتهای ماهرانه دربند ـ آوردن خونشان صورت نگیرد، همچنان از زخم خون‌خارج می‌شود تاآنکه به‌مرگشان منتهی می‌گردد. درقرن گذشته هموفیلی به‌اعضای خانوادهٔ سلطنتی اسپانیا و روسیه روی آورده بود . میان عموم مردم نیز فراوان شیوع پیدا کرد و اکنون نیز همچنان شایع است وتاآن خانواده‌های سلطنتی وجود دارند بیماری همچنان باقی خواهد ماند.

در یکی از مراحل سازوکارانعقاد، ماده‌ای‌دخالت‌داردکه‌نامش ویتامین K است . اگر ویتامین K در بدن نباشد ، انعقاد صورت نخواهدگرفت . ویتامین K از آن جهت با حرف (K) نموده شده است‌که ازکلمهٔ انعقاد[۲] (که هم معنی دلمه‌بستن[۳] است) می‌آید . این کلمه به وسیلهٔ شیمی دانی آلمانی بیان شده و چون در آلمانی انعقاد

۱ـ Hemophilia ۲ـ Coagulatin ۳ـ Clotting

Koagulationنوشته می‌شود، پس« K » حرف‌اول آن‌برای‌این ویتامین اختیار شده است .

ویتامین K یکی ازویتامینهایی است که به وسیلهٔ باکتریها در روده ساخته می‌شود. نیازی به‌این نیست‌که ویتامین K با غذای شبانه روزی به بدن برسد . فقط نوزادان به‌مقداری از آن احتیاج دارند. اشکال در این است‌که نوزادان در رودهٔ خود باکتری ندارند و ۳ تا ٤ روز طول می‌کشد تا در نتیجهٔ تماس با دنیای خارج میکروبها به‌رودهٔ او راه یابند . ولی در این مدت در معرض خطر هستند زیرا ویتامین K ندارند .

به عبارت دیگر نوزاد در سه چهار روز اول زندگی خود مبتلا به خونروش است و نوعی هموفیلی موقت و خفیف دارد ، وعلت آن نبودن میکروب در بدن اوست .

بیمارستانهای جدید در ایالات متحده به منظور جلوگیری از این‌حالت، به مادران باردار، اندکی پیش‌از زادن ویتامین K تزریق می‌کنند . این ویتامین ازخون مادر به خون بچهٔ درون رحم تراوش می‌کند وبدان مصونیت می‌بخشد .

نکتهٔ جالب دیگر دربارهٔ ویتامین K این است که شیمی دانها ماده‌ای مصنوعی که بتواند جای آن را بگیرد ساخته‌اند . مولکول مصنوعی شبیه مولکول اصلی است با این تفاوت کـه ساده‌تر است . ویتامین K دو حلقهٔ اتم کربن و یك « دم » مرکب از اتمهای کربن

دارد و حال آنکه مادهٔ مصنوعی فقط صاحب دوحلقه است ودم ندارد. جالب اینجاست که مولکول مصنوعی متجاوز از ۱۰۰ برابر از ویتامین K اثربخش‌تر است. اینجاست که شیمی‌دانها از طبیعت جلوتر رفته‌اند.

خلاصهٔ فصل

علاوه بر ویتامینهای B چند ویتامین مهم دیگر نیز هست. ویتامین A برای بعضی از واکنشهای شیمیایی درون چشم لازم است. بدون ویتامین A قادر نیستیم در نور کم ببینیم. ویتامین D نادرترین ویتامینها است و در معدودی ازغذاها هست. بهترین منبع آن بعضی از روغنهای ماهی است، ولی موادی در پوست ما هست که می‌توانند وقتی که در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند به ویتامین D تبدیل شوند. ویتامین D برای تندرستی استخوانها لازم است. ویتامین C در آب پرتقال وآب بعضی دیگر از میوه‌های تازه و سبزیها هست وجود آن در بدن برای تندرستی رگهای کوچك لازم است. ویتامین K برای انعقاد خون لازم است وازباکتریهای روده به‌وجود می‌آید. چون نوزادان چنین باکتریهایی در روده ندارند، به‌مادرانی که نزدیك وضع حملشان است ازاین ویتامین تزریق می‌کنند یا به‌خود نوزادان می‌دهند.

۹

هورمونهای پروتئیدی

غده‌ها و سرپرستها

تصویری که از بدن آدمی در این کتاب رسم کرده‌ایم ناقص است. براساس این تصویر بدن آدمی مرکب از میلیاردها میلیارد سلول هست و در هر سلولی همواره هزارها هزار تغییر شیمیایی در شرف وقوع است. با تحقق پذیرفتن این همه واکنشهای متنوع، امکان وقوع اشتباهات بسیار در میان است.

به تشبیه بدن با کارخانه باز می‌گردیم. اگر کارخانه‌ای هزار کارگر داشته باشد که هر یك کار مخصوصی انجام دهد، اگر سرکارگر یا سرپرست نباشد کارکردن در آن کارخانه به‌زودی غیر ممکن خواهد شد. در حالی که بعضی از قسمتهای کارخانه احتمالا کار زیادی باید انجام بدهند، قسمتهای دیگر باید بکندی پیش بروند و ممکن

است کاری به‌قدری ضرورت پیداکندکه کارگران آن ناچار به انجام اضافه کار شوند و حال آنکه دیگران نیازی به‌کار اضافی ندارند.

اینجاست که به‌بخش اجرایی احتیاج پیدا می‌شود. متصدیان این بخش‌کار را میان بخشها تقسیم می‌کنند و اوضاع را چنان‌ترتیب می‌دهندکه هر بخش کارخانه سهم خود را انجام دهد، نه بیشتر کار کند نه‌کمتر.

از آنجا که تعداد آنزیمهای بدن بیشتر از تعداد کارگران کارخانه است، در بدن به‌کارها سازمان نیز باید داده شود. مثلاً افراد آدمی درکودکی باید رشد سریع داشته باشند، معنی‌اش این است‌که آنزیمهای سازندهٔ پروتئید باید به‌خصوص بیشترکارکنند.

وقتی‌که بلوغ شخص پایان یافت دیگر رشد نمی‌کند، پس کار آنزیمهای سازندهٔ پروتئید تخفیف می‌یابد. چه‌کسی یا چه چیزی هست که به آنزیمها این دستورها را بدهد؟

هنگامی‌که پسری سالهای میان یازده وهیجده را طی می‌کند، بخشهایی‌ازبدنش سریعتراز سایربخشها رشدمی‌کنند.مثلاً حنجره‌اش بزرگ می‌شود، پس طنابهای صوتیش بزرگتر گشته و صدایش کلفت می‌شود. سپس روی چانه و بالای لبش، که قبلاً مویی نمی‌روییده روییدن مو آغاز می‌شود. باید دید که چه چیزی باعث این تغییر می‌شود.

فرض کنید که دفعتاً از چیزی ترسیده‌اید. قلبتان سریعتر

خـواهد زد و تندتر نفس خواهیدکشید ، و ماهیچه‌هـای شما آماده می‌شوندکه انرژی‌بیشتری به‌کار برند. درد را دراین حالت‌کمترحس خواهید کرد . خلاصه آنکه بدن خود را در حالتی نگه می‌دارد که با پیشامد غیرعـادی مقـابله کند . در این موقع می‌تـوانید سریعتر بدوید وسخت‌تر ازموقعی بجنگیدکه نترسیده‌اید. چه عاملی‌بخشهای مختلف را به این وضوح به‌همکاری سریع وا می‌دارد ؟

پاسخ این پرسش ، بعضی از موادند به نام **هورمون**[1] . هورمونها به‌وسیلهٔ اعضای گوناگون به‌نام غده‌ها ترشح می‌شوند . درفصل‌چهارم از غده‌ها صحبت کردیم ولی اکنون وقت آن است‌که به شرح بیشتر آنها بپردازیم .

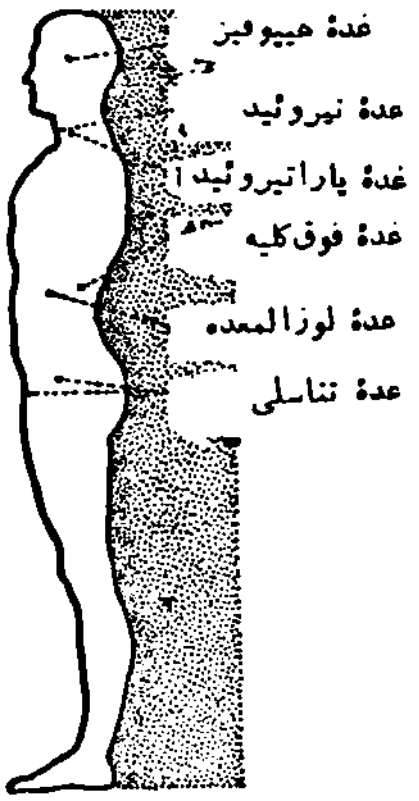
غده‌ها اعضایی هستند که مایعات گونـاگون ترشح می‌کنند . بعضی از غده‌هالولهٔ کوچکی به‌نام **مجرا**[2] دارند. مایعات‌حاصل ازغده‌ها از مجاری آنهادر جایی‌می‌ریزدکه مورد استفاده قرارمی‌گیرد . مثلا لوزالمعده ، که قبلا بـدان اشاره کرده‌ایـم ، شیرهٔ لوزالمعده ترشح می‌کند که از راه مجرای لوزالمعده در رودهٔ‌کوچك می‌ریزد . شیرهٔ لوزالمعده در روده به‌هضم غذاکمك می‌کند .

در پوست بدن میلیونها غدهٔ‌کوچك هست‌که مایعی رقیق ترشح می‌کنند . این مـایع توسط مجرایی به‌سطح پوست هدایت می‌شود . این مایع در حین تبخیر در روی پوست آن را در هوای گرم خنك

۱ـ Hormones ۲ـ Duct

می‌کند . اگر هوا آن‌قدر مرطوب باشدکه مایع نتواند تبخیر شود ، به‌صورت قطره‌هایی در سطح بدن ظاهر می‌شود . در این موقع گوییم عرق جاری شده است . در ریشهٔ هر موی بدن ما غدهٔ کوچکی هست که مادهٔروغنی ترشح می‌کند. این ماده وقتی‌که‌از راه مجرای‌ترشحی به سطح پـوست می‌رسد مو را براق و نرم می‌کند و مـانع نفوذ آب می‌شود .

غده‌هایی‌که هورمون می‌سازند



غیر از این گونه غده‌ها ، غده‌هایی نیز وجود دارند که دارای مجرای ترشحی نیستند . مایعات ترشحی‌این غده‌ها از درون سلول و

از طریق دیـوارهٔ سلول‌هـا به خارج از غده نفوذ می‌کند ، سپس از دیوارهٔ نازك مویرگها به‌داخل خون وارد می‌گردد . خون این مایع را در همهٔ نقاط بدن منتشر می‌سازد .

این‌گونه غده‌ها را **غده‌های داخلی** یا **غده‌های بسته**[۱] می‌نامند .

یکی از غده‌های داخلی **غدهٔ تیروئید**[۲] است که در جلوحنجره قرار دارد. نزدیك این‌غده‌چهار دانهٔ‌کوچك‌به‌نام **غده‌های پاراتیروئید**[۳] هست . بالای هرکلیه نیز توده‌ای سلولی به‌نام **غده فوق کلیه**[٤] هست .

این توده‌های کوچك سلولی اهمیت حیاتی برای بدن دارند . انسان می‌تواند بایك شش یاکلیه یا پس از قطع معده به‌زندگی خود ادامه دهد . وحال آنکه‌قطع‌پاراتیروئیدها یافوق‌کلیه‌هاموجب مرگ نسبتاً سریع می‌شود .

لوزالمعده کـه قبلاً به عنوان **غدهٔ‌باز** از آن یاد کردیم ، **غدهٔ بسته** نیز هست . در لوزالمعده میلیونها گروه‌سلول مجزا از هم هست که به **جزایرلانگرهانس**[۵] موسومند و این نام کسی است که نخستین‌بار به‌کشف آن توفیق یافته است . جزایر لانگرهـانس مـایعی ترشح می‌کنند که دارای‌یك هورمون است و کاری باشیرهٔ لوزالمعده‌ندارد. مایعی که از جزایر لانگرهـانس ترشح می‌شود مستقیمـاً در خون

۱ـ Endocrine Glands, Ductless Glands
۲ـ Thyroid
۳ـ Parathyroid Glands
٤ـ Adrenal Gland
۵ـ Islets of Langerhans

می‌ریزد و داخل خون می‌شود .

از غده‌های داخلی دیگر **غده‌های تناسلی**[1] هستند . این غده‌ها از این‌جهت به‌این‌نام معروفند که ترشحات آنها موجب تبدیل پسر بچه به‌مرد و دختر بچه به‌زن می‌شود .

کارگردان اصلی بدن

اکنون به‌مرحله‌ای دیگر از نظام بدن می‌پردازیم . در هر کارخانه کسی هست که به‌کارگران دستور می‌دهد ، ولی باید یك کارگردان اصلی ، یك رئیس هم در کارخانه باشد . این شخص ممکن است همان صاحب کارخانه یا مدیر یا رئیس هیئت مدیره باشد . این شخص هر که باشدکسی است‌که تصمیم نهایی را می‌گیرد . آیا چنین چیزی در بدن آدمی هست ؟ آری هست .

کارگردان اصلی بدن عضو کوچکی است که شاید نام آن را نشنیده‌اید . این عضو **غدهٔ هیپوفیز**[2] است . غده هیپوفیز کوچك و وزنش در حدود ۵ گرم است . در زیر قسمت وسطای مغز قرار دارد و به‌وسیلهٔ پایکی به آن متصل است . جایش درست در وسط سر است به‌طوری‌که‌به‌حد اکثر ممکن محافظت شده است . هیپوفیز کارگردان همهٔ امور شیمیایی بدن است .

هیپوفیز تعداد زیادی هورمون تولید می‌کند و مجموع آنها به ۲۵ می‌رسد . دست‌کم شش هورمون هیپوفیز ، کاملا خوب شناخته

۱ـ Gonads ۲ـ Pituitary Gland

شده و به‌حالت خلوص به‌دست آمده‌اند .

همهٔ‌هورمونهای هیپوفیز پروتئیدند . این‌هورمونها به صورتی که به‌دست شیمی‌دانها می‌افتند ، مولکولهای کوچك دارند . مثلا یکی از مهمترین آنها به‌قدری‌کوچك است‌که فقط ۸ اسید امینه در یك ردیف دارد . (چنانکه می‌دانید معمولاً در پروتئیدها هزاران اسید امینه هست .)

هورمونهای پروتئیدی‌به‌دوصورت‌دیده‌می‌شوند. درون‌سلولهای غده مولکولهای بسیار درشت وجود دارند . این مولکولها بزرگتر از آنند که از سلول به بیرون تراوش کنند ، ولی هنگامی‌که بدن به هورمون نیازمند است این پروتئیدها به‌قطعات کوچك تجزیه می‌شوند . قطعات حاصل‌آن‌قدر کوچکند‌که‌می‌توانند ازغشای سلولی عبور کرده وارد خون شوند . ما با این قطعات کوچك بیش از همه آشنایی داریم .

بیشترهورمونهای غدهٔ هیپوفیز روی غده‌های دیگر اثر دارند (به همین جهت است که غدهٔ هیپوفیز کارگردان اصلی بدن است و به سایر غده‌ها ، که در حکم سرکارگرند ، دستور کار می‌دهد .)

مثلا یکی از هورمونهای هیپوفیز با جریان خون به‌غده‌های فوق‌کلیه می‌رود ، وآنها را به‌ترشح هورمونهای مخصوص خود وادار می‌سازد . هورمونی که این کار را انجام می‌دهد نامش**هورمون محرك**

غدهٔ فوق کلیه[1] است چون تلفظ چنین نام پرطول‌وتفصیلی‌دشوار است ، شیمی دانها فقط حرف اول کلمات آن را برای نامیدن آن بر زبان می‌آورند، یعنی‌شاید این‌هورمون رابه‌همین‌نام‌می‌شناسید ودرسالهای اخیر به‌نام « داروی عجیب » درمداوای ورم مفصل ومانندآنهاشهرت یافته است. یك مولکول ۲۳ اسید امینه‌ای درآزمایشگاه ساخته‌اند (و در فصل اول‌بدان اشاره کرده‌ام)که نوعی ACTH است .

هورمونهای دیگر هیپوفیز کنترل غدهٔ تیروئید و پاراتیروئید و غده‌های تناسلی و مانند آنها را به عهده دارند .

یکی ازهورمونهای مهم هیپوفیز**هورمون‌نمو**[2] نام دارد. چنانکه از نامش پیداست رشد بدن را کنترل می‌کند . گاهی‌کودکی با چنان خصوصیتی زاده می‌شود که غدهٔ هیپوفیزش هورمون نمو کافی ترشح نمی‌کند ، پس رشدش بـه‌کندی صورت می‌گیرد . جثهٔ چنین آدمی هرگز ازجثهٔ یك‌کودك سه ساله بیشترنمی‌شود . این گونه **کوتوله‌ها**[3] گاهی در سیرکها یا نمایشهای ضمیمهٔ نمایشهای اصلی دیده می‌شوند.

عکس آن‌هنگامی واقع‌می‌شود که‌کودکی با چنان خصوصیتی زاده شودکه غده هیپوفیزش‌هورمون نمو زیاده از حد ترشح می‌کند. چنین‌کودکانی به‌قدری رشد می‌کنند که قدشان به ۲۴۰ تا ۲۷۰سانتی متر می‌رسد . **غولهای**[4] سیرکها از این گونه افرادند .

۱ـ Adrenalo - corticotrophic Hormone

۲ـ Growth Hormone

۳ـ Midgets

۴ـ Giants

گاهی اتفاق می‌افتدکه ترشح هورمون رشد در سن کمال دفعتاً زیاد می‌شود. چون بیشتر استخوانهای چنین آدمیانی کاملا رشدکرده وسخت شده‌اند، فقط کف دستها وکف پاها وآروارهٔپایین،که همچنان استعداد رشد کردن دارند ، به رشد خود ادامه می‌دهند . این حالت را **اکرومگالی**[1] می‌گویند . در اکرومگالها کف دست و کف پا و چانه بزرگ است . **پریموکارنرا**[2] قهرمان سنگین‌وزن بوکس‌احتمالاهیپوفیز بسیار فعالی داشته است.

حیوانات بزرگ غدهٔ هیپوفیز بزرگ دارند و بزرگی آن بیش ازآن است‌که بتوانید تصور کنید . هیپوفیز وال بسیار بزرگ است و هورمونهای‌بسیار دارد. هیپوفیز وال منبع‌بسیارخوبی ازACTHاست.

اکنون باید دیدکه‌هورمونها چگونه‌عمل می‌کنند؟ شیمی‌دانها بسیارمایلندکه طرزکار هورمونها رابدانند ، ولی اطلاعاتی‌که ازآنها دارند کمتر از اطلاعاتی است که از آنزیمها و ویتامینها دارند ، و به‌درستی نمی‌دانند که هرهورمونی چه‌کاری انجام می‌دهد . با وجود این تئوریهایی در این باره هست‌که یکی ازآنها غشای نازك اطراف سلول را دست اندر کار می‌داند .

غشای سلولی از پروتئید و مواد شبیه چربی ساخته شده است، و مانند غربال عمل می‌کند بدین معنی که بعضی از مواد را به‌سرعت و برخی را به‌کندی در سلول وارد می‌سازد ، و به‌بعضی اساساً اجازه

۱ـ Acromegaly ۲ـ Primo Carnera

ورود نمی‌دهد. احتمال داردکه هر نوع سلولی‌غشایی مخصوص‌به‌خود داشته باشد .

اکنون فرض می‌کنیم کـه مولکولی ازهورمون نمو ، خود را به غشای سلولی متصل‌کند . با این عمل ماهیت عمل غربـالی غشا را تغییر می‌دهد . پس بعضی ازمواد بیش از پیش‌خواهند توانست ازغشا عبور کنند و بعضی دیگر کمتر از پیش . فرض می‌کنیم در این حالت یعنی وقتی که‌غشاپوشیده ازهورمون نمواست‌اسیدهای‌امینه می‌توانند به‌آسانی وارد سلول شوند . در این صورت آنزیمهـای درون سلول اسیدهای‌امینهٔ‌بیشتر ازمعمول در دسترس‌خواهندداشت. پس پروتئید بیشتری خواهند ساخت و سلول رشد و تکثیر می‌کند . اگرهورمون رشد بدین روش تأثیرکند همهٔ بدن رشد خواهدکرد . ازطرف دیگر مولکول ACTHفقط روی‌سلولهای‌غدهٔ‌فوق‌کلیه‌مؤثراست.مولکولهای ACTH روی‌غشای‌سلولهای‌غدهٔ‌فوق‌کلیه قرارمی‌گیرند ومواد‌بیشتری راکه برای ساختن هورمون لازم است در دسترس سلولهای این غده قرار می‌دهد . این عمل موجب تشدید فعالیت غدهٔ فوق کلیه می‌شود.

غدهٔ تیروئید و زندگی سریع

چنانکه می‌دانیم‌برای زنده ماندن‌به‌انرژی نیاز هست . انرژی را عموماً بـا **کالری**[۱] اندازه می‌گیرند . بههمـان گونه‌که می‌گوییم مثلا فلان چیز چند متر طول یـا چند گیلوگرم وزن دارد ، به‌همان

۱ــ Calories

گونه نیز گفته می‌شود ماده‌ای فلان مقدار کالری انرژی دارد .

مثلا نیم لیتر شیر قریب ۳۱۰ کالری انرژی دارد و ۱۲۰ گرم کره در حدود ۸۰۰ کالری و نیم‌کیلو سوسیس قریب ۱۳۰۰ و بر این قیاس .

اکنون باید دیدکه آدمی در شبانه روز به‌چندکالری انرژی نیازمند است . مقدار کالری لازم برای هر آدمی به‌کاری‌که انجام می‌دهد بستگی دارد . اگر بیشتر ساعات‌روز را می‌نشینید و استراحت می‌کنید وکاری سخت‌تر ازماشین‌کردن نامه (مانند مؤلف این‌کتاب) انجام نمی‌دهید ، به ۲۵۰۰کالری در شبانه روز نیازمندید . به‌عبارت دیگر می‌توانید با یك‌کیلو سوسیس نیازمندیهای خود را رفع‌کنید ، البته به فرض اینکه همهٔ ویتامینها و مواد کانی و آب لازم به بدن برسد .

اگر کارکسی با فعالیتهای بیشتری توأم باشد به ۳۰۰۰ کالری در شبانه روز نیازمندخواهد بود ، واگرکارش بسیار دشوار باشد مثل کلنگ زدن یا هیزم شکنی به ۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰ کالری در شبانه روز نیازمند است .

ولی کار شخص هر چه هم‌کم باشد همواره به مقداری انرژی نیازمند است . اتومبیلی را می‌توان کاملا متوقف ساخت . می‌توان آن را درگاراژی پارك کرد وموتورش را خاموش کرد. در این‌حالت هیچ‌گونه انرژی لازم ندارد وبنزینی مصرف نمی‌کند. اما چنین کاری

برای موجودزنده عملی‌نیست ، زیرا وقتی‌که حیات متوقف شد برای همیشه متوقف خواهد ماند .

حتی موقعی‌که دراز کشیده‌اید و هیچ کاری انجام نمی‌دهید ، بخشهایی از بدنتان در حال کارکردنند . قلبتان می‌زند ، ششهای شما در فعالیتند . کلیه‌ها و جگرتان واکنشهای شیمیایی گوناگون انجام می‌دهند . مانـند آن است‌که اتومبیلتـان را متوقف کرده‌ایـد ولی موتورش خاموش نیست .

کارهای شیمیایی بدن را عموماً **متابولیسم**[۱] می‌نامند . وقتی که استراحت می‌کنید سرعت متابولیسم‌حداقل‌است‌وآن را **متابولیسم‌پایه**[۲] می‌گویند و به‌منظور مراعات اختصار آن را فقط باحروف اول نشان می‌دهند یعنی با B.M.R.

احتمال دارد که زمانی B.M.R. خودتان‌را اندازه‌گرفته باشید برای‌این‌کار روی‌تختخواب راحتی دراطاقی‌ساکت‌وگرم درازمی‌کشید ابتدا نیم ساعتی استراحت می‌کنید تا ماهیچه‌های بدنتان کاملا آزاد شوند . این کار را پیش از صرف صبحـانه می‌کنند تـا بدنتان به‌کار هضم غذاها مشغول نباشد .

وقتی‌که به‌اندازهٔ‌کافی‌استراحت کردید، ماسکی روی صورتتان قرار می‌دهند تا بتوانیداکسیژن خالص تنفس‌کنید.انیدریدکربنیکی را که خـارج می‌کنید اندازه می‌گیرند و از روی آن B.M.R. شما

۱ــ Metabolism ۲ــ Basal Metabolic Rate

تعیین می‌شود .

مقدار .B.M.R به بلندی قـامت شخص و سنگینی آن بستگی دارد ولی مقدار آن در یك انسان متوسط ۱۷۰۰ کالری است . یعنی این حد اقل مقدارانرژی است‌که می‌تواند با آن ادامه زندگی دهد. زن چون جثه‌ای‌کوچکتر ازجثهٔ مرد دارد به ۱۳۵۰کالری وکودکان به‌مقدار کمتر از آن نیازمندند .

البته مفهوم آن این نیست‌که هر روز باید این مقدار انرژی به بدنتان‌برسانید زیرا روزهای‌متمادی‌می‌توانید به‌حال روزه به‌سر- برید . ولی در طی این مدت بدنتان از چربی و بافتهای خود برای تهیه آن مصرف می‌کند .

غدهٔ تیروئیدمقدار .B.M.R راکنترل می‌کند. اگر غدهٔ تیروئید کسی بیش ازمعمول فعالیت‌کندآن‌شخص سریعترزندگی خواهدکرد، وزنش‌کاهش می‌یابد، بسیارعصبی است وآرام نمی‌گیرد ، و چشمهایش چنان درشت می‌شوندکه از حدقه بیرون می‌آیند . درست مانند آن است که اتومبیلی در پارك باشد و کسی پـای خود را روی پدال گاز با منتهای فشارقراردهد . بدیهی‌است موتور به‌سرعت‌کار خواهد کرد وپیستونها محکمتر حرکت خواهندکرد و بر این قیاس .

از سوی دیگر اگـر فعـالیت غدهٔ تیروئید از معمول کمتر باشد ، شخص چاق می‌شود، حرکت‌آهسته خواهد داشت وتنبل به‌نظر خواهد رسید .

هورمون تیروئید (تیروگلبولین نام دارد ومولکولش بزرگ است) موادی‌به‌نام **یدوتیرونین**[۱] دارد. مواد اخیر اسیدهای امینه‌ای هستندکه **ید** دارند. لابد **ید** راخوب می‌شناسیدودیده‌اید که آن‌را روی بریدگیها می‌مالند تا میکروبها را بکشد و مانع تولید عفونت شود . آنچه به بریدگی می‌مالند محلول **ید** در آب‌والکل است . **ید** جسمی است به‌صورت بلورهـای پهن دارای جلای فلزی و به رنگ متمایل به خاکستری .

غدهٔ تیروئیدتنهاعضوی‌ازبدن‌است‌که مقداری **ید** دارد. در دهه سال ۱۹۵۰ طریق جدیدی برای اندازه‌گیری .B.M.R ابداع کرده‌اند وآن اندازه‌گیری مقداراسید امینهٔ **ید** داری است‌که از غدهٔ تیروئید وارد خون می‌شود و هرچه **ید** بیشتر باشد .B.M.R بیشتر است .

غدهٔ تیروئید بدون **ید** نمی‌تـوانـد کارکند . وقتی که این‌غده چنانکه در بعضی از کودکان دیده می‌شود اساساً کار نکند، رشد آنها متوقف می‌شود . این کودکان عمومـاً از نظر قوای عقلانی ضعیفند و به ندرت حساسند و به **کرتن**[۲] موسومند. ولی یك‌کودك کرتن اگر **ید** کافی به بدنش برسد می‌تواند زندگی طبیعی داشته باشد .

ید عنصری نـادر است ودر بعضی‌از نقـاط زمین مقدارآن در خاك و در غلات به قدری کم است که مردم به‌کمبود آن دچارند. در این وضعیت تیروئید بزرگ می‌شود . مثل آن است که بـا کارکردن

۱ـ Iodotyronine ۲ـ Cretin

بیشترمی‌خواهدکمبود ید را جبران کند. گردن شخص متورم به‌نظر می‌رسد و این حالت را **گوائر**[1] می‌گویند.

گوآتر به‌ندرت در مردم ساکن نزدیکی‌اقیانوس ظاهر می‌شود زیرا غذاهایی کـه منشأ دریایی دارند ده برابر غذاهای دارای منشأ خشکی ید دارنـد. جلبك‌هـای دریایی[2] به‌خصوص سرشار از این عنصرند.

درحال‌حاضر، اقلا درایالات متحده، گوآتر عارضهٔ‌خطرناکی نیست. اگر یك بطری کوچك ید را در مخزن آب یك شهر بریزند کافی برای تأمین ید مورد نیاز مردم برای‌مدتی خواهد بود.

از این‌گذشته چندنوع « نمك ید دار » تهیه شده است. نمك ید دار نمکی است که اندکی ید بدان افزوده‌اند. اگر دور از ساحل اقیانوس زندگی‌می‌کنید وبه‌غذای دارای منشأ دریایی کمتر دسترسی دارید بهتر است در صورت تجویز پزشك به‌جای نمك‌هـای معمولی نمك ید دار بخورید.

کسانی که فعالیت تیروئید آنها از حد معمول بیشتر است نیز معالجه‌پذیرند. یکی از راههای معالجهٔ این اشخـاص، تجویز داروهایی است که عمل « ید و تیرونین‌ها » را خنثی می‌کنند.

انسولین، نجات‌بخش

شاید نام بیماری قند(دیابت) را شنیده‌اید و شاید بیماردیابتی

۱ـ Goiter ۲ـ Sea Weed

را می‌شناسید . دیابت معروفترین « بیماری متابولیسم » است . عامل دیابت نه میکروب است نه ویروس بلکه واکنشی شیمیایی از بدن است که به‌درستی‌صورت‌نمی‌پذیرد . دیابت به‌سبب‌اختلال‌عمل جزایر لانگرهانس لوزالمعده است .

در شرایط طبیعی ، جزایر لانگرهانس‌هورمونی به‌نام**انسولین**[۱] ترشح می‌کنند . انسولین‌سوختن‌قند وتولید انرژی راکنترل می‌کند. گاهی به‌عللی‌که شناخته نشده‌است‌کار جزایرلانگرهانس‌برای‌همیشه قطع می‌شود و انسولین‌ترشح نمی‌کنند در نتیجه قند به‌خوبی سوخته نمی‌شود . این حالت را دیابت می‌گویند .

دربیماری دیابت‌قند به‌طور ناقص می‌سوزد و موادی‌که حاصل می‌گردند سمی هستند وممکن‌است به‌مرگ شخص‌بیانجامد . درضمن قندی که نسوخته است در خون جمع می‌شود . این بهترین نشانهٔ دیابت است . پزشك چند قطره خون شخص را می‌گیرد و مقدار قند آن راتعیین می‌کند . اگر قند از حد معینی بیشترباشد نشانهٔبیماری قند است .

یك راه دیگر برای تشخیص بیماری قند هست که راه خوبی است . خون همیشه مقدار معینی قند در خود نگه می‌دارد و وقتی که ناگزیر شود به‌علت بیماری دیابت ، بیش از حد مقرر نگه دارد مازاد آن را از راه کلیه‌ها بیرون می‌ریزد . پس قند در ادرار ظاهر

۱ــ Insulin

می‌شود . اگر ادرار کسی قند داشته باشد بهترین علامت ابتلای وی به‌دیابت است .

این آزمایش بسیار سریع انجام می‌گیرد . **محلول فهلینگ** را به‌ادرار اضافه می‌کنند و مخلوط را روی شعله‌حرارت می‌دهند . اگر آبی باقی ماند ، شخص مبتلا به‌دیابت نیست ولی اگر مخلوط ابتدا سبز و سپس نارنجی شد ، نشانهٔ دیابت است .

علامات دیابت‌عبارتند ازکم شدن وزن،عطش وجوع فوق‌العاده و ادرار بیش از حد طبیعی . کسی کـه چنین علائمی در خود ببیند به‌سادگی به وجود بیماری قند خود پی می‌برد . اگر مبتلا به دیابت باشد می‌تواند آن را معـالجه کند و عمری طبیعی داشته بـاشد . **ه ، جی ، وئلز**[۱] ، نویسندهٔ معروف اگرچه به دیابت مبتلا بود متجاوز از هشتاد سال زندگی کرد .

از آنجا کـه پزشکان و شیمی‌دانها کشف کرده‌اند کـه دیابت نتیجهٔ فقدان انسولین است ، پس می‌دانند که چگونه باید به‌معالجهٔ آن‌پردازند . بلورهای انسولین را از انسولین‌گاو وخوك‌کشتارگاهها استخراج می‌کنند. آن را بامواد دیگر می‌آمیزندتابه خوبی‌محلول گردد . محلول حاصل را در بـافتهای بدن تزریق می‌کنند . محلول انسولین تزریق‌کردنی‌است نه خوردنی . علتش آن است که انسولین پروتئید است و اگر خورده شود هضم می‌گردد و خواصش را ازدست

۱ـ H. G. Wells

می‌دهد .

مقدار انسولین تزریقی را فقط پزشك می‌تواند تعیین کند . وقتی‌که بیمار از مقدار آن آگاه شد شخصاً می‌تواند به‌تزریق اقدام کند . بدیهی است‌که تزریق دایمی کاری کسل‌کننده است ولی به هر حال بهتر از مردن‌است . پیش ازکشف‌انسولین دیابتی‌ها می‌مردند . دیابتی‌هـا باید نسبت به غذای شبانه روزی خود مواظبت دقیق به‌عمل آورند .

وقتی‌که جزایر لانگرهانس‌کار می‌کنند ، کار خودرا باشرایط بدن تطبیق می‌کنند . اگر مقدار زیادی نشاسته یاقند خورده باشید، مقدار انسولین بدنتان را طبعاً بالا می‌برد . اگر چربی زیاد خورده باشید ، موجب کم شدن انسولین می‌شود ، ولی وقتی‌کـه به‌خودتان انسولین‌تزریق می‌کنید ، مقدار معینی ازآن وارد بدن‌خودمی‌سازید پس باید غذای شبانه‌روزی خود را درهمان سطح نگهدارید .

انسولین زیاد نیز ممکن‌است خطرناك باشد . با انسولین زیاد قند سریعتر مصرف می‌شود و مقدار قند خون به پایین‌تر از معمول می‌رسد . دراین هنگام دیابتی به‌حال بیهوشی می‌افتد . معالجه‌چنین حالتی با تزریق قند است که‌بتواند انسولین اضافی را به‌کار اندازد .

انسولین‌بیش از سایر پروتئیدها مطالعه‌شده است . مولکولش کاملاً کوچك است زیرا وزن مولکولی آن فقط ۱۲٫۰۰۰ است . ترتیب صحیح قرارگرفتن اسیدهای امینهٔ آن به خوبی معلوم شده

است . بعضی از هورمونهای غدهٔ هیپوفیز نیز خوب شناخته شده‌اند . متأسفانه کشف‌ترتیب قرارگرفتن اسیدهای‌امینه انسولین،چگونگی عمل آن را در بدن بیان نمی‌کند .

هورمونهای‌پروتئیدی‌دیگری‌نیز وجود دارند . مثلاً هورمون پاراتیروئیدکه مصرف‌کلسیم بدن راکنترل‌می‌کند، هورمون‌پروتئیدی است. هیچ‌یك ازهورمونهای پروتئیدی مانند هورمونهایی‌که دراین فصل بیان‌کردیم ، یعنی مانند ACTH و هورمون نمو ویدوتیرونین و انسولین ، به‌خوبی شناخته نشده‌اند .

خلاصهٔ فصل

هورمونها موادی هستندکه در کار آنزیمهای مختلف نظارت می‌کنند . در غده‌های مخصوص ساخته می‌شوند . مهمترین این‌غده‌ها غدهٔ هیپوفیز است‌که یك سلسله‌هورمون برای‌نظارت سایرهورمونها می‌سازد . غدهٔ تیروئید اورمونی ترشح می‌کند که ید دارد ودرسرعت تولید انرژی‌بدن‌نظارت می‌کند . این سرعت را می‌توان‌اندازه‌گرفت و به‌متابولیسم‌پایه موسوم‌است . لوزالمعده‌انسولین‌می‌سازد . انسولین در سوختن نشاسته وقند برای تولید انرژی نظارت‌دارد . کسانی که لوزالمعدهٔ آنها انسولین کافی تولید نمی‌کند به‌دیابت مبتلا می‌شوند، ولی در نتیجهٔ تزریق انسولین‌که از لوزالمعده گـاو گرفته می‌شود معالجه می‌شوند. همهٔ هورمونها پروتئیدند .

۱۰

هورمونهای دیگر

ادرنالین و پیشامدها

در فصل پیش از ادرنالین نام بردیم ولی توضیحی در بارهٔ آن ندادیم . چنانکه گفتیم دوغدهٔ فوق کلیه دربدن هست که هریك روی یك کلیه قرار دارد . هرغدهٔ فوق کلیه درحقیقت مرکب از دوغده است که مستقل از یکدیگرند .

در داخل غدهٔ فوق کلیه بخشی است به نام **بخش مرکزی**[۱] که در اطراف آن **بخش قشری**[۲] هست . هورمونهایی که دراین دوبخش ساخته می‌شوند کاملاً متفاوتند و کار متفاوت نیز دارند .

بخش مرکزی ، **ادرنالین**[۳] می‌سازد . شاید نام آن را قبلاً شنیده باشید . این نام تجارتی ماده‌ای است که نام علمی آن **اپی‌نفرین**[۴] است

۱_ Medulla ۲_ Cortex ۳_ Adrenalin ۴_ Epinephrine

ولی همهٔ مردم حتی خود شیمی‌دانها بیشتر کلمهٔ ادرنالین را به کار می‌برند و ما نیز در اینجا آن را به‌نام آدرنالین می‌خوانیم .

ادرنالین نخستین هورمون شناخته شده‌است و نخستین هورمونی است که به‌حالت خلوص به‌دست آمده است . وزن مولکولی کوچکترین پروتئیدها ۱۰۰۰ است ولی ادرنالین وزن مولکولی ۲۰۰ دارد . از نظر شیمیایی ادرنالین شبیه اسید امینه‌ای است که بخش اسیدی آن جدا شده باشد .

ادرنالین باوجود سادگی یکی از قویترین مواد است . در تمام خون یك انسان بالغ فقط شش میلیاردیم گرم هست . معنی‌اش این است که ۱۵ گرم از آن برای مردم جهان کافی و حتی بیشتر از آن است .

شش میلیاردیم گرم مقدار عادی آن است . در موقع پیشامدها مقدار آن ممکن است هزار برابر شود و به شش میلونیم گرم برسد. ممکن است این مقدار هم به‌نظرتان مهم نیاید ولی وقتی که آدرنالین به این مقدار می‌رسد ، آن را احساس خواهیدکرد .

در واقع هنگامی که خشمگین می‌شوید یا می‌ترسید نخستین چیزی که در بدن شما حادث می‌شود آن است که منطقهٔ قشری فوق کلیه مقداری ادرنالین در خونتان می‌ریزد. ادرنالین اثر بسیار سریع بر بعضی از اعصاب اداره‌کنندهٔ بخشهای مهم بدن دارد . اگر کسی دفعتاً به روی شما بجهد و به‌صدای بلند بگوید « بو » آنچه دفعتاً در

داخل بدنتان واقع می‌شود محصول تأثیر ادرنالین است .

به منظور درك این امر بـاید بدانیدکه در بدن آدمی دو نوع ماهیچه هست . اول ماهیچه‌هایی مانند ماهیچه‌های بازوان و پاها و و پلك‌ها . این ماهیچه‌ها کاملا تحت ارادهٔ شما هستند . اگر بخواهید می‌توانید پلك بزنید وهرموقع وهرگونه‌که بخواهید می‌توانید دستها و پاهایتـان را حرکت دهید . این‌گونه ماهیچه‌ها را **ماهیچهٔ ارادی**[1] می‌گویند .

همهٔ بخشهـای بدن ما بدین صورت نیستند . مثلا قلب به‌طور منظم می‌زند بدون آنـکه بتوانند در آن تصرفی بکنید . چه خواب باشید چه بیدار قلبتان همچنان می‌زند . نه می‌توانید آن را متوقف سازید و نه ضربانش را تند وکندکنید .

باید هم‌چنین باشد ، زیرا قلب مهمتر از آن است‌که ضربانش دستخوش خلق و خو و هوسهای صاحب آن بـاشد . قلب به‌تنـاسب نیازمندی بدن به‌طور خودکار تندتر یاکندتر می‌زند . قلب **ماهیچه‌ای غیر ارادی**[2] است .

ادرنالین روی‌اعصابی‌که ماهیچه‌های غیرارادی‌را اداره‌می‌کند اثر دارد به‌خصوص روی اعصاب مخصوص‌قلب اثرمی‌کند . مثلا وجود مقدارکم ادرنالین بیش از حد مقرر در خون بـاعث می‌شودکه عصب قلب ضربان آن را تندتر کند ، پس قلب سریعتر و محکمتر خواهد

۱ـ Voluntary Muscle ۲ـ Involuntary Muscle

زد وخون حاوی اکسیژن وغذا راسریعتر دربدن به‌گردش درخواهد آورد .

از این‌گذشته ادرنالین کنترل خواهدکرد که این‌خون بیشتر به اعضایی که‌بدان احتیاج دارند برود. مثلا وقتی‌که خود را دربرابر دشمنی می‌بینید باید با آن‌مقابله کنید یا اگر باشیری‌گرسنه مواجه شدید باید با تمام قوابدوید پس همهٔانرژی لازم را از ماهیچه‌هاباید بدست آورید . ادرنالین رگهـای خونی مربوط به ماهیچه‌های پاها و بازوان شما را گشاد می‌کند . برای این‌کار ماهیچه‌های غیر ارادی دیوارهٔ رگها را منبسط می‌کند . وقتی که رگهـا منبسط شوند خون بیشتری از آنها می‌گذرد پس ماهیچه خون بیشتری برای انجام کار بیشتر در دسترس خواهد داشت .

از سوی دیگر هنگام‌وقوع پیشامدبدن می‌تواند کارهای‌هضمی خود را متوقف سازد پس رگهای مربوط به روده‌هـا وکلیه‌هـا تنگ می‌شوند و خون کمتری از آنهـا می‌گذرد و این اعضـا می‌توانند کارشان را متوقف سازند . دلیل وقوع چنین امری آن است‌که‌گاهی پس از آنکه شخص به‌حالت عاطفی شدیدی دچار شد هضمش مختل می‌شود .

بالاخره ادرنالین اوضاع شیمیایی بدن را چنان تغییر می‌دهد که بتواند قند بیشتری بسوزاند .

آشکار است که ادرنالین با انجام‌دادن همهٔ این‌کارها ، ماده‌ای

هست که در مواقع پیشامدها از اوضاع شیمیایی‌بدن مراقبت به‌عمل می‌آورد .

قشر فوق کلیه اهمیت بسیار دارد

قشرفوق‌کلیه براستی مهمترین‌بخش‌غدهٔ‌فوق‌کلیه است . دلیلش این است که می‌توان بخش مرکزی غده‌های فوق‌کلیه را برداشت بدون آنکه‌آسیبی ظاهری درحیوان دیده شودوحال آنکه برداشتن بخش قشری دوغدهٔ فوق کلیه موجب مرگ می‌شود (بدیهی است‌که حیوانات آزمایشگاهی زندگی آرامی در قفس دارند ، و چون با پیشامدها روبه‌رو نمی‌شوند پس ادرنالین زیادی احتیاج‌ندارند .)

کلمهٔ **قشر**[1] مشتق از کلمهٔ لاتین « پوست[2] » است و چون این بخش چون پوستی بخش مرکزی را در میان می‌گیرد به‌همین نام معروف شده است . هورمونهای‌آن را **کورتیکوئید**[3] می‌گویند .

تعداد هورمونها بخش قشری بسیار زیاد است . تا کنون ۲۸ کورتیکوئیدگوناگون ازبخش قشری به‌طور خالص به‌دست‌آورده‌اند و شاید چندهورمون دیگر هم باشدکه بعداً بشناسند .

همهٔ کورتیکوئیدها ساختمان شیمیایی مشابه دارند وبه‌خلاف هورمونهای دیگری‌که نام بردیم پروتئید یا اسید امینه نیستند بلکه استروئیدند .

هنگام شرح ویتامین و کولسترول با استروئیدها آشنا شدید

۱ـ Cortex ۲ـ Bark ۳ـ Corticoids

شاید مختصری باید به تکرار آن بپردازیم تاشمابه‌عقب بازنگردید.

استروئیدهامولکولهایی‌دارندکه‌درآنهااتمهای کربن‌وئیدروژن به‌صورت چهار حلقهٔ متصل به هم ترتیب داده‌شده‌اند وبه این حلقه‌ها سایر اتمهای‌کربن یاگاهی‌اتمهای اکسیژن متصلند. همهٔ استروئیدها دست کم یك اتم اکسیژن دارند. کولسترول نیز که این‌همه دربدن فراوان‌است درمولکولش یك‌اکسیژن دارد. ۲۷ کربن و٤٦ئیدروژن هم دارد.

کورتیکوئیدها اکسیژن بیشتر ولی کربن و ئیدروژن‌کمتر از استروئیدها دارند مثلا مولکول یك نوع کورتیکوئید ٥ اکسیژن و تنها ۲۱کربن و ۲۷ ئیدروژن دارد.

کورتیکوئیدهای مختلف‌کارهای مختلف دربدن‌انجام می‌دهند. گروهی از آنها به‌کنترل مقدار نمك خون اختصاص دارند. گروه دیگر به‌اندوخته‌شدن‌گلیکوژن‌درجگرنظارت‌می‌کنند واین اندوختهٔ مادهٔ نشاسته مانند انرژی زای بدن ما را به حد کافی نگه می‌دارند. (به شرط آنکه از گرسنگی مشرف به مرگ نباشیم) شیمی دانها برای این دوگروه‌کورتیکوئیدنامهای جالبی‌داده‌اند ولی‌ما می‌توانیم آنها را به **کورتیکوئیدهای‌کانی**[۱] و **کورتیکوئیدهای‌نشاسته‌ای**[۲] بنامیم.

دو تا ازکورتیکوئیدهایی که خوب شناخته شده‌اند عبارتند از

۱ـ Mineral Corticoids ۲ـ Starch Corticoids

دزوکسی‌کورتیکوسترون[۱] و **کورتیزون**[۲]. نام‌دومی خوب‌است ولی نام‌اولی دهـان پرکن است. سعی نکنید که آن را تلفظ کنید. زیرا خود شیمی‌دانها نیز تدبیر قدیمی رابه‌کار می‌برند یعنی فقط‌کلمات سازندهٔ آن یعنی .D.O.C را بیان می‌کنند.

شاید نام یکی از این دوهورمون را قبلا شنیده باشید. از هر دوی آنها در اخبار روزنامه به‌نام « داروهای عجیب » یاد شده است این دوهورمون به‌دوگروه مختلف‌کورتیکوئید متعلق‌هستند. .D.O.C کورتیکوئیدکانی است وکورتیزون‌کورتیکوئید نشاسته‌ای.

گاهی به همانگونه که جزایر لانگرهـانس بعضی اشخاص کار نمی‌کند وبیماری قندبه‌وجود می‌آورد غده فوق‌کلیه نیزازکارمی‌افتد. این حـالت را **بیماری ادیسون** می‌گویند. اگر مخلوطی از .D.O.C و کورتیزون به بیمـار تزریق کنند عوارض بیمـاری رفع می‌شود. از کورتیزون در روزنامه‌هـا و مجلات بسیار صحبت شده است زیرا در بیماری ورم مفصل نیز مفید است.

مفصل جایی‌از بدن‌است که‌دو استخوان به‌هم‌مربوط می‌شوند. وقتی‌که بازوی خود را در محل آرنج تا می‌کنید استخوانهای ساعدو بازو در محل مفصل روی هم می‌لغزند.

این کار، درست مانند چرخیدن دری در محل لولا، به‌آسانی صورت می‌گیرد. درلولا، فلزی روی فلز دیگر می‌لغزد. برای‌آنکه

۱ـ Desoxycorticosteron ۲ـ Cortisone

حرکت لولا به‌نرمی صورت گیرد دو سطح لغزنده باید صاف باشند و مقداری هم روغن بدانها بمالند تا از اصطکاك جلوگیری شود .

بدن هم به‌همین عمل می‌کند . سطح دو استخوان هر مفصل بسیار صاف است واز این گذشته درمفصل مایعی هست به‌نام**مایع‌مفصلی**[۱] که از اصطکاك جلوگیری به عمل می‌آورد .

وقتی‌که روغن یك لولا از بین برود حرکتش دشوار می‌شود و صدا می‌کند . اگر لولا زنگ بزندحرکت دشوارتر می‌شود وصدایش هم افزایش می‌یابد .

در نوعی ورم مفصل ، مایع مفصلی قدرت نرم‌کردن مفصل را از دست می‌دهد و مفصل دردناك می‌شود . کورتیزون به عللی این حالت را تخفیف می‌دهد . این مداوا توجه بسیار پزشکان را به خود جلب کرده است زیرا پیش از آن هیچ وسیله‌ای برای‌معالجهٔ این بیماری دردناك نمی‌شناختند .

هورمون‌دیگری که‌برای ورم‌مفصل مفیداست .A.C.T.H است . چنانکه می‌دانید این‌یکی از هورمونهای هیپوفیز است . درواقع‌این همان‌هورمونی است‌که‌کار غدهٔ فوق کلیه را کنترل می‌کند بنا بر این دو هورمون به‌یك‌کار اختصاص دارند .کار .A.C.T.H این است‌که غدهٔ فوق‌کلیه رابه تولیدکورتیزون بیشتروادارمی‌سازد ودیگر بدن نیازی به به‌دست‌آوردن‌آن ازخارج نخواهد داشت .

۱ــ Synovial Fluid

کورتیزون یکی دیگر از « داروهای عجیب » است که بایدبا احتیاط به‌کاربرده شود . باخواندن روزنامه ممکن است‌این استنباط به شما دست‌داده باشدکه« داروهای عجیب» مانندآسپیرین بی‌زیانند و شاید به این‌فکر افتاده باشید که کافی است چند قرص از آنها بخورید تا هر عارضه‌ای را از میان ببرد و اگر هم هنوز احساس ناراحتی می‌کنید مجازید که چند قرص دیگر بخورید، **ولی این استنباط درست‌نیست .**

چنانکه‌می‌دانیم اگر آنتی بیوتیك‌ها رابیش ازحد مقررمصرف کنیم امکان مسموم شدن هست . از این‌گذشته بعضی از اشخاص نسبت به آنها از دیگران حساسترند .

کورتیزون از این هم‌گول‌زننده‌تر است . کورتیزون هورمون است و یکی ازکنترل کننده‌های‌کارهای بدن است . یکی ازکارهایی که انجام می‌دهد این است‌که اوضاع شیمیایی بدن را به‌نحوی تغییر می‌دهدکه ورم مفصل را از میان می‌برد. ولی باید دیدکه همراه این تغییرات چه تغییرات شیمیایی دیگر به بار می‌آید . از کجا که در جهت دیگراختلال به وجودنیاورد. مثلابعضی‌پزشکان‌گزارش داده‌اند به‌کار بردن‌کورتیزون درسلولها، بیماری‌آنها راسخت‌تر می‌کند . نیز موشهایی که کورتیزون خورده‌اند آسانتر از موشهای دیگر به فلج کودکان دچار می‌شوند .

اگرگاهی می‌بینید که داروفروشان بدون نسخه پزشك به شما

دوا نمی‌فروشند به‌خاطر این‌گونه چیزهاست . تذکر این نکته حائز اهمیت‌است‌که دونوع هورمون وجود دارد : هورمونهای پروتئیدی وهورمونهای استروئیدی . تنها همین دونوع هست . باید دید چرا باید چنین باشد؟ در این باره نیز از شیمی‌دانها جز توسل به حدس کاری ساخته نیست .

به‌خاطر دارید‌که درفصل پیش دربارهٔ‌کارهورمونها این تئوری بیان شدکه‌هورمون به غشای سلولی متصل می‌شود وقابلیت نفوذ آن را تغییر می‌دهد . نیز گفته شدکه غشای سلولی مرکب از پروتئید و مواد چرب است. امکان داردکه‌هورمون پروتئیدی بیشتر روی‌قسمت پروتئید غشای سلولی مؤثر باشد وهورمون استروئیدی که در چربی محلولند بیشتر از بخش چربی غشا مؤثر شوند (این تنها یك‌تئوری است) .

مسئله‌ای که فکر شیمی‌دانهارا فراوان به خود مشغول داشته این است که بدن چگونه هورمونهای استروئیدی خود را می‌سازد ، ولی تاکنون از جزئیات آن سردرنیاورده‌اند . ظاهراً چنین‌می‌نماید که استروئیدها از کلسترول ، کـه فراوانترین استروئید بدن است ساخته می‌شود . درقشر غدهٔ فوق کلیه ویتامین C فراوان نیز هست . وقتی‌که قشر فوق‌کلیه‌کورتیکوئید بسیار می‌سازد ، مقدار ویتامین C آن‌کاهش می‌یابد .

اینکه ویتامین C در ساختن هورمون‌کورتیکوئید چـه نقشی

ایفا می‌کند معلوم نیست ولی ایـن خود مثال خوبی است کـه نشان می‌دهد چگونه اوضاع شیمیایی بدن به یکدیگر وابسته‌اند .

اگر ساخته شدن کورتیکوئیدها دانسته شود کمك بزرگی به‌علم پزشکی خواهد شد . زیرا مثلاً به‌کاربردن کورتیزون برای ورم مفصل تا به‌این درجه گران نخواهد شد . در حال حاضر تعداد زیادی غدهٔ فوق‌کلیه باید از گاوها درکشتارگاهها تهیه شود تا پس از تحمل رنج بسیار چند بلور کوتیزون از آن به دست آیـد . پس اگر گران تهیه می‌شود تعجبی نخواهد داشت .

اخیراً روش کاملاً نوی به‌کار برده‌اند . غدهٔ فوق‌کلیه حیوانات را باکمال دقت برداشته ورگهای خونی آن راپرخون نگه می‌دارند، به قسمی که‌غده تغذیه‌کند وزنده بماند . البته این روش بسیار دشوار است و وسایل‌بسیار پیچیده لازم‌دارد . قصد اصلی آن است که‌کارخانهٔ فوق کلیه زنده نگه داشته شود . عمل زنده نگهداشتن بخشی از بدن رابه‌وسیلهٔ جریان دادن خون در آن **پرفوزیون**[1] می‌گویند. طبیعی است کـه خون اکسیژن و قند دارد ، نیز سایر مواد مورد لزوم عضو در خون هست .

اگر به‌خونی که ازغدهٔ فوق‌کلیه عبورمی‌کند مقداری‌استروئید، که تهیه‌اش آسان است بیفزاییم، غده‌های فوق‌کلیه آن را به‌استروئید دیگری تبدیل می‌کنند .گاهی استروئیدی کـه ازغده خارج می‌شود

۱ــ Perfusion

استروئیدی قابل‌ارزش‌است . شاید روزی برسدکه‌کارخانه‌های‌بزرگ مخصوص حفظ همه‌گونه اعضای زنده تأسیس شود وبااین‌عمل موادی راکه بااشکالات و هزینه بسیار اکنون تهیه می‌شود در آن به آسانی فراهم سازند .

استروژن و آندروژن

آنچه از شیمی بدن انسان دراین کتاب سخن‌گفتیم مربوط به همهٔ آدمیان بود ولی باید توجه داشت کـه دوگونه افراد آدمی در جهان هست : مرد و زن . اوضاع شیمیایی بـدن این دو باهم تفاوت دارند .

در آغاز اوضاع شیمیایی بـدن زن ومرد همانند است . حتی ظاهراً هم به‌یکدیگر شبیهند . اگربه‌کودکی‌که درکالسکه‌اش‌نشسته است نگاه‌کنید، معمولاً باید ازمادرش‌بپرسیدکه پسر است یادختر. حتی وقتی‌که‌کودك به مدرسه می‌رود تنهاچیزی‌که‌گویای‌پسر یادختر بودنش هست ، وضع لباس پوشیدن وآرایش سراست .

کمی بعد از حدود ۱۲ سالگی تفاوت میان پسر ودختر آشکار می‌شود . مثلاً مرد پرموتر از زن است . صاحب ریش و سبیل است وگاهی ناچار است همه روز موی ریش وسبیل خود را بتراشد تا از بلند شدن آنها جلوگیری کند . مرد دست و پا و حتی سینهٔ پرموتر دارد . (ممکن است فکرکنیدکه موی سرزن زیادتر ازموی سرمرد است ولی این زیادی به جهت آن‌است‌که مرد موی سرخود راکوتاه

نگه می‌دارد . اگر مردان موی سرخود را کوتاه نکنند دارای همهٔ خصوصیات موهای زنان خواهند شد .)

تفاوت دیگر مرد وزن‌این‌است‌که مرد صدای‌کلفت داردوحال آنکه صدای زن عموماً نازك است . علت آن این است کـه حنجرهٔ مرد بزرگتراست. «سیب‌آدم» برجسته‌که درجلوگردن خود می‌بینید نشانه‌ای ازآن است . سیب‌آدم درمردان برجسته است ولی در زنان و(کودکان)به‌زحمت قابل تشخیص است .

تفاوت دیگرمرد وزن‌این‌است‌که بدن مرد بزرکتر وسنگینتر از بدن زن‌است وماهیچه‌های قویتری دارد . شانه‌های پهنتر وباسن کوچکتر از باسن زن دارد .

بالاخره ، چنانکه می‌دانید ، زن صاحب بچه می‌شود نه مرد . به‌همین جهت است‌که طراحی‌اوضاع ساختمانی بدن زن ومردتفاوت دارد .

همهٔ این تفاوتهابه‌جهت وجود دوگونه هورمون‌متفاوت درزن ودر مرد است .

این هورمونهارا غده‌های تناسلی ترشح می‌کنند. هورمونهای مخصوص شیمی بدن زن **استروژن**[۱] وهورمونهای خاص‌شیمی بدن‌مرد **آندروژن**[۲] نام دارند .

حقیقت‌آن است‌که غده تناسلی‌همهٔ‌آدمیان هردونوع‌هورمون

۱ــ Esterogen ۲ــ Androgen

را می‌سازد ولی اندروژن درمردان بیشتر و استروژن در زنان بیشتر ترشح می‌شود .

استروژنها واندروژنها ، مانندکورتیکوئیدها از استروئیدها هستند . استروژن تفاوت زیادی بااندروژن ندارد . ممکن است‌تصور کنید که چون یکی موجد مرد و دیگری موجد زن است پس باید تفاوتشان زیاد باشد ولی چنین نیست .

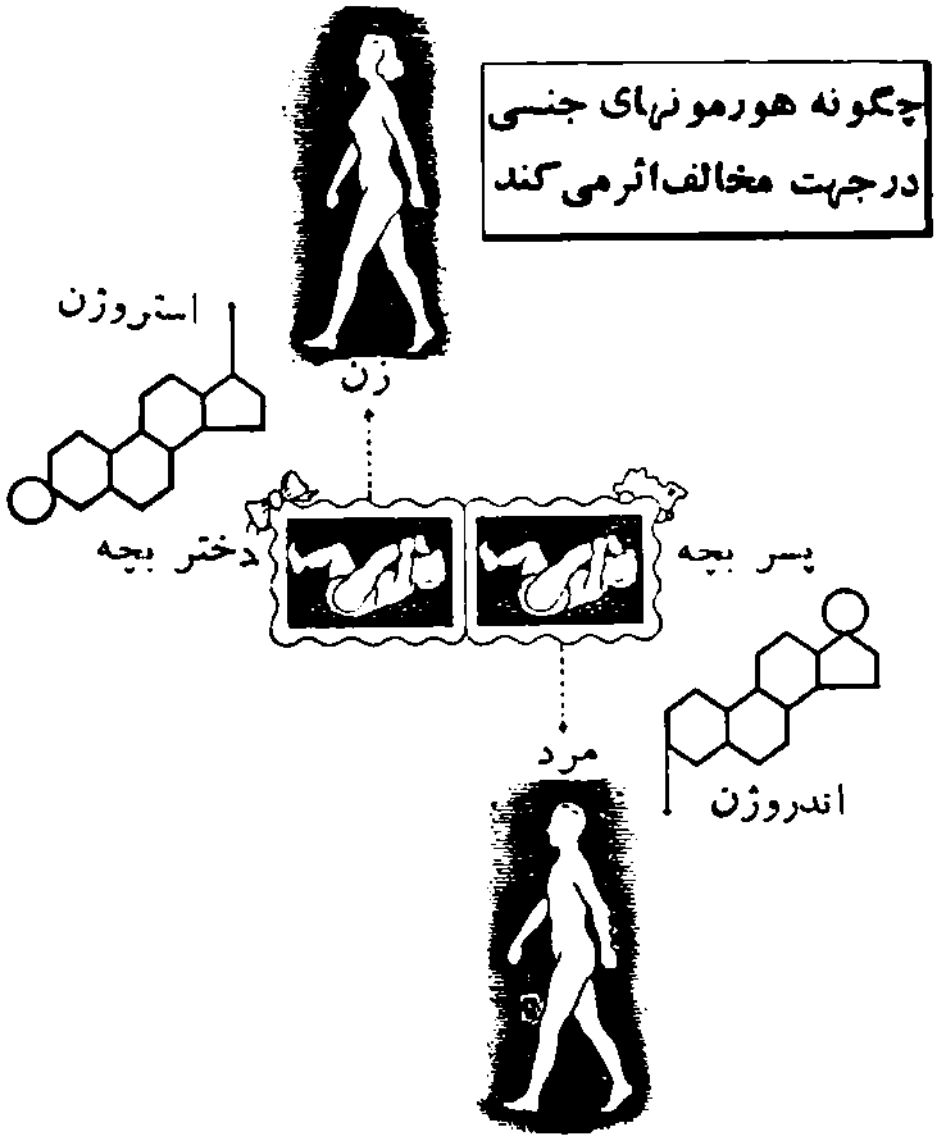
مثلاً مهمترین استروژنهااستروئیدی‌است به‌نام **استرون**[1] وحال آنکه مهمترین اندروژنها استروئیدی به‌نام **تستوسترون**[2] است . ولی مولکول هردوی آنها مانند همهٔ استروئیدها از چهار حلقه ساخته شده است . فقط در **استرون** یك اکسیژن در بالای مولکول ویكOH در پایین آن هست ودر تستوسترون وضع به‌نحو دیگری است بدین معنی‌که اکسیژن در پایین مولکول وOH در بالای آن است . این تقریباً تنها تفاوتی است‌که میان آن دوهست .

مثل آن‌است‌که تستوسترون واسترون عکس یکدیگر باشند، یا یك‌ترکیب هستند ولی در دوجهت مخالف ممتدند .

شاید ماشینهای مدل قدیمی را که در خیابانها مسافر می‌برند دیده باشید. این ماشینها در دوانتها فرمان و وسایل هدایت داشتند. شوفر دریك انتها می‌نشست وماشین‌را می‌راند و وقتی‌که به‌آخرخط می‌رسید جایش راعوض می‌کرد ودر انتهای دیگر می‌نشست وماشین

۱ــ Esteron ۲ــ Testosteron

را درجهت عکس هدایت می‌کرد . البته هردو دستگاه هدایت‌ماشین نظیر یکدیگر بود ولی در دوجهت ممتد بودند . پس‌اگرچه همانند



بودند ولی به‌کار بردن یکی شمارا به‌یك انتهای شهر می‌برد و به‌کار بردن دیگری در انتهای دیگر شهر .

جریان کار استروژن واندروژن نیزچنین است . از دو کودکی

که وجه تمایزشان در آغاز دشوار است ، هورمونها یکی را به ستارهٔ هالیوود و دیگری را به قهرمان مشت زنی تبدیل می‌کنند .

انـدروژن و استروژن ، به‌خصوص هورمون دوم برای معالجهٔ بسیاری از بیماریها مورد استفادهٔ پزشکان قرار می‌گیرند . در اینجا مجـالی برای ورود در جزئیـات موضوع نیست همین قدر به‌عنوان مثال اشاره می‌کنم که استرون در مداوای بعضی از انواع سرطان اثر بسیار دارد .

جای شگفتی است که مفیدترین استروژنها ازساخته‌های بافت زنده نیست بلکه ماده‌ای محصول آزمایشگاه به‌نام **استیل بسترول**[1] است. این ماده شبیه استروژن طبیعی است فقط مختصر تفاوت شیمیایی با آن دارد . استروئید هم نیست . اینکه این ماده چرا چنین خاصیتی دارد از اسرار است ولی به هرحال دارای چنین خـاصیتی هست . نیز از بعضی جهات از استروژن طبیعی بهتر وارزانتر است . استیل بسترول را می‌تـوان یك «هورمون مصنوعی» دانست ، و موفقیت آمیزترین هورمونی است که شناخته شده است .

خلاصهٔ فصل

بعضی هورمونها پروتئید نیستند بلکه ساختمانی شیمیایی به‌نام استروئید دارند. هورمونهای استروئیدی به‌وسیلهٔ غده‌های فوق کلیه و غده‌های تناسلی تولید می‌شوند . کورتیزون مثالی از هورمونهـای

۱ـ Stilbestrol

غدهٔ فوق‌کلیه است و در معالجهٔ ورم‌مفصل بسیار مهم است ادرنالین از بخش دیگر غدهٔفوق‌کلیه به‌وجود می‌آید. این ماده نه استروئیداست نه پروتئید بلکه شبیه اسید امینه است . ادرنالین ماده‌ای است‌که‌در پیشامدها ترشح می‌شود . مقدارکم ادرنالین در خون ، بدن را برای جنگیدن یا فرار در موقع ترس و خشم آماده می‌سازد . بالاخره غده‌های تناسلی دو نوع هورمون ترشح می‌کنند : اندروژن در مرد و استروژن در زن . این دوهورمون از نظر شیمیایی بسیار شبیهند ولی به‌بخشهای مختلف بدن‌بدانسان اثر می‌کنندکه‌اولی اوضاع‌بدنی مرد و دومی اوضاع بدنی زن را به‌وجود می‌آورد .

نتیجه

در این کتاب از موادی سخن به‌میان آمدکه کار بافتهای زنده راکنترل‌می‌کنند. همهٔاین موادبه‌مقدارکم موجودندوهمه‌کاتالیزورند اهمیت آنها فقط به‌خاطرکاری‌که انجام می‌دهند نیست بلکه به‌جهت آن نیز هست‌که سایر مواد را به‌کارهایی وامی‌دارند. اگر غیر ازاین مواد، سایرچیزهایی‌راکه دربدن وجود دارندبه‌حال خود واگذارند، بدن چون سنگی بیجان خواهد شد .

هزارها آنزیم ، هر یك یکی از واکنشهای شیمیایی را اداره می‌کند . ویتامینها در بعضی موارد ، جزء بخشی ازآنزیمها می‌شوند ولی در موارد دیگر نیروی کاتالیزوری خود را به‌کار می‌برند . هورمونهاهمهٔ فعالیتهای‌آنزیمهای بدن راکنترل می‌کنند .

در این کتاب فقط بـا مختصری از آنچه دانشمندان جدید در بارهٔ این مواد می‌دانند ، آشنا شدید . آنچه امروز دانسته شده است کفـایت نمی‌کند . زیست‌شناسان همواره درپی کشف بیشترند . بعضی از مهمترین مسائلی که هنوز به حل آنهـا توفیق حاصل نشده است عبارتند از :

یك سلول تخم چگونه به یك انسان تبدیل می‌شود ؟

بدن چگونه پروتئید می‌سازد ؟

مواد شیمیایی بدن به‌راستی چگونه عمل می‌کنند ؟

سرطان چیست وچگونه می‌توان از آن جلوگیری به‌عمل آورد؟

چه چیزی باعث پیر شدن ومرگ شخص می‌شود ؟

وبسیاری سؤالات دیگر .

اگر جوابی برای این سؤالات وجود داشته باشد ، از مطالعهٔ بیشتر موادی که دراین کتاب از آنها سخنی راندیم، پیدا خواهدشد، شاید روزی شماهم ، اگر علاقهٔ کافی داشته بـاشید ، به‌گروه محققان ملحق شوید .

پایان

Copyright, 1968, by B. T. N. K.
Printed in Ziba Press,
Tehran, Iran.

General Knowledge Library
No. 11

ISAAC ASIMOV

THE CHEMICALS of Life

Translated into Persian

by

Dr. Mahmood Behzad

Tehran, 1968

بهاء ۱۰ تومان

این کتاب که به قلم توانای آیزاك آسیموف، استاد شیمی حیاتی دانشکدهٔ پزشکی دانشگاه بوستون، به رشته تحریر درآمده، موادی را معرفی می‌کند که، گرچه جزء ناچیزی (از پیکر آدمی را تشکیل می‌دهند، همهٔ مظاهر حیات ما وابسته به وجود آنهاست. آسیموف در ساده ساختن پیچیده‌ترین مطالب علمی شهرت جهانی دارد و بدین سبب به‌دریافت جایزهٔ «بنیادادیسون» نایل آمده است.

بنگاه ترجمه و نشر کتاب