

نقش کربن در پدیده حیات

نوشته:

دکتر رحیم عابدی

استاد شیمی آلی و پتروشیمی دانشکده فنی

اقتباس از شماره‌های ۲۹ و ۸۹ مجله Understanding Science چاپ لندن

عنصر کربن که بحالت طبیعی و بصورت غیر ترکیب و مجزا در زغال چوب و زغال سنگ و گرافیت و الماس بطور کم و بیش خالص وجود دارد، سنگ بنای اصلی ارگانیک گیاهی و حیوانی را که در عین حال بسیار پیچیده سینماید، تشکیل میدهد با این تفاوت که در ارگانیک همیشه بصورت ترکیب با دیگر عناصر مانند هیدروژن، اکسیژن، ازت، گوگرد و فسفر عرضه میشود. تشکیل سازنده‌های آلی در ارگانیک گیاهی و حیوانی و انجام عمل بسیار مهم سوخت و ساز مواد مختلف (متابولیسم) که در حقیقت رشد و نمو موجودهای زنده را تأمین میکند، در وهله اول با استعداد و خاصیت ذاتی عنصر کربن ارتباط دارد و بهمین علت تنها عنصر کربن است که از میان تمام عناصر ساده که تعداد آنها تا باسروز از یکصد واحد تجاوز کرده، قابلیت ترکیب را با چند عنصریاد شده در بالا پیدا کرده و توانسته است به تشکیل سلکولهای متعدد و متنوع با زنجیر باز و یا حلقه‌های بیش و کم متراکم امکان و مجال پیدایش بدهد.

مهمترین ترکیبات کربن که میتوانند بدرستی مشخص و ممیز کیفیت ارگانیک گیاهی و حیوانی باشند، دسته‌های سه گانه هیدراتهای کربن، چربی‌ها و پروتئین‌ها هستند که بیشتر و بترتیب در نان و برنج، کره و روغن‌ها و سرانجام در گوشت و تخم مرغ یافت میشوند که جزء اعظم غذاها و خوراکیها را تشکیل میدهند. بدیهی است با شرح مختصر هر یک از این سه دسته اهمیت عنصر کربن و نقش اساسی آن در پدیده حیات بیش از پیش روشن میشود.

الف) مواد قندی و نشاسته‌ای - این مواد که در عرف شیمی به هیدراتهای کربن معروف شده‌اند، از سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل یافته و نسبت اتمی و وزنی اکسیژن به هیدروژن در مولکول آنها و بحالت کاملاً خالص برابر با نسبتی است که این دو عنصر در آب دارند و بدیگر سخن در مولکول هیدراتهای کربن مانند مولکول آب باید برای هراتم اکسیژن دو اتم هیدروژن بحساب آورد و نام هیدرات کربن برای مواد نشاسته‌ای و قندی از همین نکته ناشی می‌باشد. قند انگور، قند چغندر، قند نیشکر، صمغها و انگوم‌ها، نشاسته‌ها

وانواع سلولز از معروفترین و آشناترین هیدراتهای کربن و از اعضای مهم این گروه بشمار میروند.

هیدراتهای کربن که در کار تأمین حیات سلولهای زنده همان نقشی را ایفا میکنند که فرآورده‌های نفتی در تغذیه و بکار انداختن موتورهای مختلف برعهده دارند، از ضرورتین مواد سوختنی ارگانیک بشمار میروند و چون در جریان سوختن و تبدیل شدن بمواد دیگر انرژی حرارتی قابل ملاحظه‌ای تولید و آزاد میکنند وقوع رویدادهای حیاتی را امکان پذیر میگردانند.

هیدراتهای کربن بسه گروه اصلی بنام منو، دی و پلی ساکاریدها تقسیم میشوند. منوساکاریدها از ملکولهای کوچک قندهای ساده تشکیل یافته و از تراکم دو ملکول قند ساده یک دی ساکارید بوجود میآید و باین ترتیب از تراکم دو ملکول قند ساده شش اتم کربن داریک ملکول دی ساکارید دوازده اتم کربن دار حاصل میشود و بهمین جهت است که در جریان هیدرولیز قند چغندر یا نیشکر دو ملکول قند ساده شش اتم کربن دار بنام گلوکز و فروکتوز یا قند میوه‌ها بوجود میآید. از ترکیب و تراکم چند ملکول قند ساده یک پلی ساکارید حاصل میشود چنانکه از ترکیب و تراکم قریب بیکمصد ملکول قند ساده شش اتم کربن دار ملکول نشاسته بوجود میآید و با ادامه عمل تراکم و ادغام بیشتر ملکولهای قند ساده در یک حجم ملکولی، سلولز پدید میآید. از مقایسه ملکولهای نشاسته و سلولز با یکدیگر معلوم میشود که هم تعداد ملکولهای قند ساده و هم نحوه ادغام و جوش خوردن یعنی طرز قرار گرفتن اتمهای سازنده در ملکولهای نشاسته و سلولز تا اندازه‌ای با هم متفاوت است.

در گروه منوساکاریدها هکروزها و پنتوزها اهمیت فراوان دارند و هرچند در ارگانیکس موجودات زنده بحالت آزاد و بمقدار خیلی کم یافت میشوند ولی بحالت ترکیب و بخصوص بصورت گلوکزیدها و پلی ساکاریدها در صمغها و انگومها و شیرهای نباتی بمقدار زیاد وجود دارند. نمونه‌ای از گلوکزیدهای بسیار متنوع رنگهای طبیعی آنتوسیانین هستند که از ترکیب ملکولهای کوچک و ساده قند با ملکولهای غیرقندی بوجود آمده و بشکل دانه‌های بسیار ریز رنگهای بسیار متنوع و دلپذیری به برگ گلها می بخشند.

ب) چربی‌ها - این مواد مانند هیدراتهای کربن از سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل یافته با این تفاوت که نسبت اکسیژن به هیدروژن در چربی‌ها کمتر از نسبتی است که این دو عنصر در هیدراتهای کربن دارند. بنابراین با مقایسه با هیدراتهای کربن جزء بیشتری از ملکول چربی‌ها در جریان عمل اکسیداسیون در ارگانیکس میسوزد و در نتیجه از سوختن دو مقدار متساوی هیدرات کربن و چربی طبیعتاً انرژی حرارتی بیشتری از چربی تولید و آزاد میشود و با این کیفیت از حیث منبع انرژی حرارتی چربی‌ها بر هیدراتهای کربن مزیت دارند. چربی‌ها بیشتر در ارگانیکس نباتی و حیوانی بعنوان مواد ذخیره تلقی شده و در گیاهان در تخم‌ها و دانه‌ها و در حیوانات بشکل پیه و دنبه در قسمت‌های مختلف بدن ذخیره میشوند. بعضی از حیوانات که در تابستان با شرایط خوراک و تغذیه مناسبتر مواجه هستند مقداری چربی در بدن خود ذخیره می‌سازند تا در زمستان که معمولاً شرایط تغذیه چندان مناسب نیست از آن استفاده کنند و بهمین جهت برخی از پرندگان

بهنگام استراحت درلانه خود و در فصل تخم گذاری و بچه دار شدن مقداری چربی در بدن خود ذخیره میکنند تا بتوانند در پروازهای طولانی و مهاجرت‌های منطقه‌ای از این ذخیره استفاده نمایند.

در موقع اکسیداسیون و سوختن یک ماده چرب در ارگانسیم نه تنها انرژی حرارتی بیشتر نسبت به همان وزن از هیدرات کربن حاصل میشود بلکه مقدار بیشتری آب در پایان عمل سوختن از چربی آزاد میگردد که تشنگی موجود زنده را نیز تا حدی فرومی‌نشاند و تحمل او را در مناطق بی‌آب فزونی میسازد و به همین جهت است که شتر میتواند مسافت‌های زیادی را طی طریق کند بدون آنکه به صرف آب نیاز چندانی پیدا نماید. بعلاوه چربیها در ساختمان نسجهای زنده نقش مهم دیگری ایفا میکنند و بخصوص در مورد نسجهای عصبی بعنوان یک پوشش عایق عمل کرده و ضمن حفاظت تارهای عصبی آنها را از آلودگی با محیط‌های اسیدی و قلیایی در قسمتهای مختلف ارگانسیم مصون و ایمن میدارند.

چربی‌ها از نظر شیمیایی استرهای گلیسرین هستند که در ملکول آنها سه عامل الکلی گلیسرین بوسیله بنیان اسیدی اسیدهای آلی چرب استریفیه شده است. اسیدهای چرب در ارگانسیم گیاهی از اکسیداسیون مواد قندی پدید می‌آیند و گلیسرین خود نیز با احتمال زیاد از تجزیه مواد قندی حاصل میشود. در ضمن مقدار قابل ملاحظه‌ای از مواد چربی از خارج و از راه تغذیه در اختیار ارگانسیم حیوانی قرار می‌گیرد و همینکه چربی وارد بدن موجود زنده میشود تحت تأثیر آنزیمهای مناسب و مخصوصی قرار می‌گیرد و با اسیدهای چرب و گلیسرین تجزیه و تفکیک میشود و پس از عبور کردن از جدارهای سلولی در قسمتهای مختلف ارگانسیم با هم ترکیب و استریفیه شده و از نو بچربی‌های مخصوص و مناسب ارگانسیم تبدیل و در جای مخصوص و معینی ذخیره میشوند و به همین جهت است که مواد نشاسته‌ای از نوع نان و برنج و حتی خود قند جزء مواد چاق کننده بشمار میروند زیرا در شرایط خاص در ارگانسیم مقداری از آنها ب مواد چربی تبدیل میشوند و اگر برای لاغر شدن توصیه میشود که در خوردن مواد نشاسته‌ای و قندی اسناک شود باین علت است که مقداری از این مواد در بدن به چربی تبدیل میشود.

ج) پروتئین‌ها - در ملکول این مواد علاوه بر سه عنصر موجود در هیدرات‌های کربن و چربی‌ها همواره اتم ازت و گاهی گوگرد و فسفر یافت میشوند. وضع و شکل ساختمانی ملکول پروتئین‌ها بیشتر اوقات سنگین و پیچیده است زیرا اتمهای سازنده بخصوص عناصر ازت، گوگرد و فسفر با شیوه‌های گوناگون و بصورت عوامل شیمیایی مختلف در ملکول پروتئین‌ها جلوه گر هستند. بعلاوه تعداد مواد پروتئینی بقدری زیاد و نامحدود است که برای هر نوع مشخصی از موجودات زنده پروتئین‌های مخصوصی قابل شناسایی هستند تا جایی که شاید نتوان شبیه و مانند نوع معینی از پروتئین‌ها را در درده خاصی از موجودات زنده پیدا کرد. و گمان میرود یکی از علل اصلی عدم شباهت‌ها که بردنیای موجودات زنده حکومت میکند، تنوع مواد پروتئینی باشد که در ساختمان اعضای مختلف ارگانسیم دخالت دارند.

اهمیت پروتئین‌ها بیشتر باین خاصیت مربوط است که با آب به نسبت‌های مختلف در آمیخته میشود.

و محلولهای کلوئیدی تولید میکند. چنانکه مایع پروتوپلاسم سلولی خود یکنوع از این محلولهای کلوئید است که بدون اغراق اساس و مایه حیات ساولهای زنده را تشکیل میدهد. بعلاوه پروتئین ها از سازنده های اصلی کروموزومهای هسته سلولهای زنده بشمار میرود و درست همین کروموزومها هستند که حامل و ناقل جزء اعظم خصایص و خواص موجودات زنده اند که از راه توارث از یک نسل بنسل دیگر انتقال می یابند. پروتئین ها از یک نظر با پلی ساکاریدها قابل مقایسه اند زیرا مثل پلی ساکاریدها از ترکیب و تراکم واحدهای کوچک و سلکولهای ساده تر و بهمان شکل که از ترکیب چند سلکول قند ساده یک پلی ساکارید پدید می آید، از ترکیب و تراکم چند سلکول اسید آمینه ساده یک سلکول پروتئین پیچیده حاصل میشود. پروتئین ها بصورت مواد غذایی ذخیره در تخم ها و یادانه های گیاهی مثل تخم ، پنبه حبوبات و لوبیای سویا و کنجد یافت میشوند.

اسید آمینو استیک معروف به گلیسین از ساده ترین اسیدهای آمینه است که در سلکول آن، یک عامل قلیایی $-NH_2$ و یک عامل اسیدی $-COOH$ وجود دارد. اسیدهای آمینه بطور کلی بعلت داشتن این دو عامل در سلکول خود از نظر شیمیایی دارای خاصیت دوجنبه ای هستند و از تأثیر متقابل این دو عامل بر یکدیگر یک سلکول دی پپتید پدید می آید. باین ترتیب تعداد زیادی از اسیدهای آمینه قادرند در نقاط مناسب سلکول با هم ترکیب شوند و زنجیر نسبتاً درازی بنام پپتید بوجود آورند که ساختمان سلکولی آن از هر حیث بسازمان سلکولی پروتئین ها نزدیک و شبیه است. با این کیفیت قبول کرده اند که هر یک از سلکولهای پروتئین ها از تعداد زیادی اسیدهای آمینه ساخته شده و از آنجا بیکه تا کنون متجاوز از ۲۰ نوع اسید آمینه مشخص شناخته و جدا شده است، میتوان حدس زد که از ترکیب و تراکم آنها با یکدیگر و با توجه بایزوسرهای آنها، تعداد بسیار زیادی پروتئین قابل شناسایی باشد و از روی رابطه تجربی

$$n = 20^x \times 10^{27}$$

توانسته اند تعداد ایزوسرهای متعلق بیک پروتئین کامل را که ۲۰ نوع اسید آمینه مشخص در ساختمان سلکولی آن بکار رفته است محاسبه نمایند.

معذکک بعضی از انواع اسیدهای آمینه در ارگانسیم برخی از حیوانات ساخته نمیشود ضمن آنکه وجودش برای این ارگانسیم ضرورت کامل دارد. در اینصورت اینگونه اسیدهای آمینه باید در خوراکیها وجود داشته باشد تا از اینراه نیازمندی ارگانسیم تأمین گردد.

سلکولهای بسیار مهم و در عین حال پیچیده اسیدهای نوکلئیک که در هسته سلولهای زنده و کروموزومها همراه با سلکولهای قندیافت میشوند، با عده ای از پروتئین ها ترکیب میشوند و موادی تولید میکنند که اساس تمام فعالیت های ارگانسیم موجود زنده را تشکیل میدهند.

چنانکه انزیمها که در ارگانسیم موجودات زنده دارای نقشی شبیه بکاتالیزورها در فعل و انفعالات شیمیایی و مخمرها در فعل و انفعالات بیولوژیک می باشند، از جنس همین پروتئین ها هستند و با توجه بنقش

بسیار مهم آنزیمها در ارگانسیم اهمیت خارق العاده پروتئینها بخوبی آشکار میگردد.

بسیاری از آنزیمها در جریان عمل هضم و جذب غذا که از دهان شروع میشود و در روده بزرگ پایان می پذیرد، دخالت و شرکت مؤثر دارند. چنانکه پتیلین در آب دهان، پپسین در ترشحات معده، تریپسین و امیلاز و لیپاز در ترشحات قسمت اول روده کوچک و سرانجام اریپسین و لیپاز در ترشحات قسمت اول روده بزرگ بر روی مواد غذایی در مراحل مختلف اثر میکنند و پس از تجزیه و خوردن مواد قندی و نشاسته ای و چربیها و مواد پروتئینی بعمل هضم و جذب و سوخت و ساز (متابولیسم) جامه عمل می پوشانند.

آنزیمها بطور کلی مواد بسیار پیچیده ای هستند که هم میتوانند تعدادی از فعل و انفعالات ارگانسیم را کند سازند و هم اینکه مانند کاتالیزورها برخی دیگر از فعل و انفعالات را تسریع نمایند. با وجود این بین آنزیمها و کاتالیزورهای متداول در صنایع شیمیایی تفاوتهای بارز و مشخصی وجود دارد، باین معنا که آنزیمها با اینکه مواد پیچیده ای هستند توسط موجودات زنده ساخته میشوند و حال آنکه بیشتر کاتالیزورهای معمول در شیمی یا بصورت عناصر و یا بشکل ترکیبات ساده جلوه میکنند. ساختمان شیمیایی و ملکولی آنزیمها بقدری دشوار و پیچیده است که وضع و شکل کامل بعضی از انواع آنها با تمام جزئیاتش هنوز شناخته نشده و در نزد بعضی از آنها که بصورت کاملاً خالص درآمده و شناخته شده اند وجود نشانه ها و خصایص پروتئینی تأیید شده است. بعضی از فعل و انفعالات ساده که در ارگانسیم زنده در مجاورت آنزیمها با نظم و آرامش کامل انجام میگیرند، در آزمایشگاه و در تماس با کاتالیزورها نیز انجام پذیر می باشند. چنانکه اسید کلریدریک را برای انجام دادن عمل هیدرولیز قند شیر و لاکتوز که در ارگانسیم بکمک لاکتاز بعنوان آنزیم انجام می یابد، بکار برده اند و معلوم شده است که این عمل در مجاورت لاکتاز بمراتب سریعتر و بهتر از وقتی است که اسید کلریدریک بکار رود. باین معنی که در مجاورت لاکتاز برای هیدرولیز یک چهارم قند شیر موجود در یک محلول ۵٪ لاکتوز یک ساعت و برای رسیدن به همین نتیجه در مجاورت محلول کلریدریک زمانی برابر با پنج هفته وقت لازم خواهد بود، بشرط آنکه حرارت عمل در هر دو مورد نزدیک به 30°C یعنی حرارت تقریبی ارگانسیم بدن انسان باشد.

عامل حرارت در مورد فعل و انفعالاتی که در مجاورت آنزیمها انجام میگیرند دارای اثر محسوسی نیست بلکه بهترین و مفیدترین درجه حرارت برای اینگونه فعل و انفعالات ردیف ۳ تا 40°C می باشد. درست است که با افزایش درجه حرارت سرعت تمام فعل و انفعالات در شیمی افزایش می یابد ولی با بالا رفتن درجه حرارت موقعی فرامیرسد که آنزیم دیگر از کار می افتد و حیات او متوقف میشود و سرانجام حرارت زیاد او را از پا در می آورد. بنابراین در هر جا که از یک نوع تخمیر و عمل یک آنزیم سخن بمان می آید حرارت محیط عمل از حدود ۳ تا ۴ سانتیگراد تجاوز نمیکند.

عامل مؤثر دیگری که قدرت آنزیم را تغییر میدهد pH یا درجه اسیدی و یا قلیایی محیط عمل می باشد بطوریکه عده زیادی از آنزیمها در محیط نزدیک به خنثی که pH آن بین ۶ تا ۸ می باشد، مؤثرند و برخی

از آنزیمها هستند که در ماورای این دوحد یعنی در محیط‌هایی که بطور آشکار اسید و یا قلیایی هستند مؤثر می‌باشند چنانکه آنزیم موجود در معده بنام پپسین در محیط بسیار اسید معده که pH آن نزدیک به ۲ است اثر دارد و درجه اسیدی معده پیوسته با اسید کلریدریک که همراه با پپسین ترشح میشود حفظ میگردد. سایر آنزیمها که در دستگاه هاضمه بدن نقش مؤثر دارند و باعث هضم و جذب مواد قندی و نشاسته‌ای و چربی‌ها و مواد گوشتی و سفیده تخم مرغی یعنی پروتئین‌ها میشوند بیشتر در محیط خنثی یا قلیایی عمل میکنند و محیط اسیدی نسبتاً شدید معده توسط صفرا که از کبد ترشح میشود خنثی و تعدیل میگردد.

ویتامین‌ها که بعنوان کاتالیزور در سوخت‌وساز ارگانسیم عمل میکنند و هورمون‌ها که در نحوه تبدیل مواد بیکدیگر و ایجاد تعادل‌های مختلف در ارگانسیم نقش مؤثری برعهده دارند دارای یک چنین ساختمان ملکولی هستند که عنصر کربن یکی از سازنده‌های اصلی آن بشمار میرود.

با این مختصر شاید حق مطلب در زمینه نقش کربن در پدیده حیات آنطور که باید ادا نشده باشد ولی با توجه بگنجایش نشریه و خطوط اصلی و سهم موضوع مورد بحث، وافی بمقصود بنظر میرسد.