

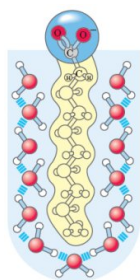
پیشیمی عمومی

www.prexam.ir

برای دانشجویان رشته‌های:

علوم آزمایشگاهی، پرستاری، مامایی و دامپزشکی

عنوان	فهرست	صفحه
فصل اول: آب، اسید و باز و سیستم‌های بافری		۳
فصل دوم: ساختمان شیمیایی کربوهیدرات‌ها		۱۷
فصل سوم: ساختمان شیمیایی لیپیدها		۳۴
فصل چهارم: ساختمان شیمیایی پروتئین‌ها		۴۴
فصل پنجم: ساختمان شیمیایی اسیدهای نوکلئیک		۵۶
فصل ششم: آنزیم‌ها		۶۵
فصل هفتم: ساختمان و عملکرد ویتامین‌ها		۸۱
فصل هشتم: اصول متابولیسم و بیوانرژی		۹۷
فصل نهم: متابولیسم کربوهیدرات‌ها		۱۰۶
فصل دهم: اکسیداسیون هوازی		۱۲۷
فصل یازدهم: متابولیسم لیپیدها		۱۳۹
فصل دوازدهم: متابولیسم آمینواسیدها		۱۵۳



فصل اول:

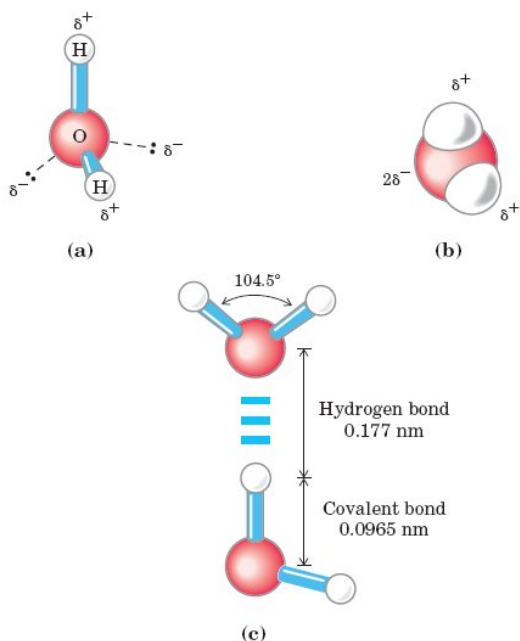
آب، اسید و باز و سیستم‌های بافری

مقدمه

آب فراوان‌ترین ماده موجود در سیستم‌های زیستی است و حدود ۷۰٪ یا بیشتر وزن موجودات را تشکیل می‌دهد. تمامی بیوملکول‌ها در آب قرار دارند و محیطی است که تمامی فرایندهای زیستی در آن انجام می‌شوند. بنابراین ویژگی‌های تمامی بیوملکول‌ها تحت تاثیر ویژگی‌های آب قرار می‌گیرد.

پیوند هیدروژنی عامل اصلی بسیاری از ویژگی‌های خاص آب

در مقایسه با سایر حلال‌ها، آب نقطه ذوب، نقطه جوش، ظرفیت حرارتی، گرمای تبخیر، کشش سطحی و چسبندگی بالایی دارد. تمامی این ویژگی‌ها نتیجه قطبیت زیاد آب و جاذبه بین ملکول‌های آب مجاور می‌باشد که تحت عنوان پیوند هیدروژنی از آن یاد می‌شود. پیوند هیدروژنی چیست؟ ملکول‌هایی که در آنها اتم هیدروژن با اتم الکترون‌گاتیوی مثل اکسیژن یا نیتروژن پیوند کوالانسی تشکیل می‌دهد (مثل H_2O و NH_3)، بین اتم هیدروژن از یک ملکول و اتم اکسیژن یا نیتروژن از ملکول دیگر جاذبه‌ای ایجاد می‌شود که تحت عنوان پیوند هیدروژنی از آن یاد می‌کنند. در آب



چهار اربیتال SP^3 دیده می‌شود. دو جفت الکترون غیر پیوندی در یک سمت و دو جفت الکترون پیوندی بین هیدروژن و اکسیژن در سمت دیگر قرار دارند؛ از طرفی اکسیژن الکترون‌گاتیوی بیشتری از هیدروژن دارد، لذا جفت الکترون پیوندی را به سمت خود می‌کشد، لذا اتم اکسیژن بار نسبی منفی و اتمهای هیدروژن بار نسبی مثبت دارند. در نتیجه جاذبه الکترواستاتیکی به نام پیوند هیدروژنی بین اتم اکسیژن از یک ملکول آب و اتم هیدروژن از ملکول آب دیگر ایجاد می‌شود.

در یخ هر ملکول آب با چهار ملکول آب دیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد، اما در آب مایع

پیوند هیدروژنی حالت پویایی دارد، یعنی دائم در حال شکسته شدن و تشکیل شدن است، لذا به طور میانگین در آب

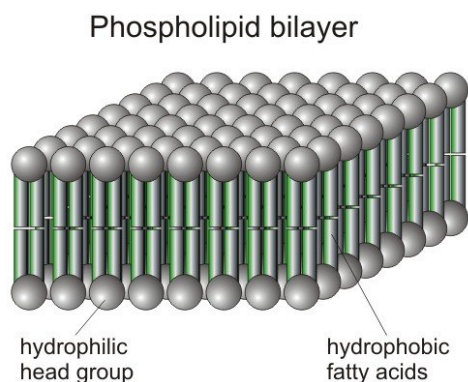
مایع هر ملکول آب با $\frac{3}{4}$ ملکول دیگر پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد. گفتیم پیوند هیدروژنی عامل اصلی بسیاری از خواص آب است. بعضی از این خواص برای موجود زنده اهمیت بیشتری دارند. یکی از این ویژگی ها ظرفیت حرارتی بالای آب است: دمای ویژه آب (انرژی مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم آب به اندازه یک درجه سانتی گراد) بالا است. این خاصیت آب برای سلول ها و موجودات زنده مفید می باشد زیرا این امکان را فراهم می کند که آب به عنوان بافر حرارتی عمل کند و درجه حرارت موجود علارغم تغییرات درجه حرارت محیط و نیز تولید حرارت طی مسیرهای متابولیسمی در میزان نسبتا ثابتی حفظ گردد.

یکی دیگر از ویژگی های آب انرژی گرمایی بالای تبخیر آب است (انرژی مورد نیاز برای تبدیل یک گرم آب مایع در دمای جوش به حالت بخار)، پستانداران از این خاصیت آب جهت تبخیر عرق با استفاده از گرمای اضافی بدن و خنک کردن خود استفاده می کنند.

اما مهمترین فایده قطبی بودن آب و پیوند هیدروژنی این است که این خواص موجب حلالیت بالای آب برای ملکول های قطبی می گردد. آب حلال قطبی است، بیشتر متابولیت هایی که در بدن وجود دارند نیز ترکیباتی قطبی هستند. گروه های عاملی مثل هیدروکسل ($-OH$)، آلدهید ($-CHO$)، کتون ($-CO-$)، استر ($-COO-$)، آمین ($-NH_2$)، آمید ($-CONH_2$) و ... به وفور در بیوملکول ها یافت می شوند و موجب حلالیت این ملکول ها در آب می گردند. بنابراین آب بستر مناسبی را جهت حل شدن ترکیبات قطبی متنوع و انجام واکنش های بیوشیمیایی فراهم می کند. ترکیباتی که ه راحتی در آب حل می شوند را هیدروفیل یا آب دوست می نامند.

اما ترکیبات مهمی وجود دارند که در آب قادر به حل شدن نیستند، به این ترکیبات هیدروفوب می گویند. گازهای بیولوژیکی مهمی مثل اکسیژن و دی اکسید کربن غیرقطبی هستند. این ملکول ها در فاز گازی آنتروپی و بی نظمی بالایی دارند. ورود این ملکول ها از فاز گازی به فاز مایع حرکت این ملکول ها و آزادی عملشان را کاهش می دهد. این کاهش بی نظمی یعنی کاهش آنتروپی در کنار کاهش غیرقطبی بودن این گازها باعث حلالیت بسیار ضعیف این گازها در آب می گردد. بنابراین جهت انتقال این ترکیبات بعضی از موجودات از پروتئین های نامحلول در آب مثل هموگلوبین و میوگلوبین استفاده می کنند. CO_2 علاوه بر اتصال به هموگلوبین، به صورت آزاد و نیز به صورت محلول (HCO_3^-)، یون بی کربنات) نیز می تواند انتقال یابد. چربی هایی که غشای پلاسمایی و غشای اندامک ها را تشکیل می دهند، ترکیباتی دوگانه دوست (آمفی پاتیک) هستند، یعنی در ساختار خود هم دارای سر قطبی و هم دارای دم هیدروکربنی غیرقطبی هستند. سر قطبی این ملکول ها هیدروفیل بوده و در تماس با آب قرار می گیرد؛ از طرفی دم های هیدروکربنی غیرقطبی بوده و از تماس با آب اجتناب می کنند. نیروهایی که نواحی غیرقطبی را کنار هم قرار می دهند، واکنش های متقابل

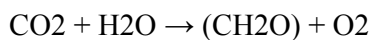
آبگریز می‌نامند. علاوه بر فسفولیپیدهای غشا بسیاری از ترکیبات دیگر نیز دوگانه‌دوست هستند از جمله: بسیاری از پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و استرول‌ها همگی دارای سطوح قطبی و غیرقطبی هستند.



آب به عنوان یک واکنشگر

آب نه تنها یک حلال بسیار مناسب است که واکنش‌های شیمیایی سلول‌ها در آن انجام می‌شوند، در بسیاری از موارد خودش به عنوان یک واکنشگر مستقیماً در واکنش‌ها شرکت می‌کند و از طرفی فراورده جانبی بسیاری از واکنش‌های زیستی نیز می‌باشد. واکنش‌هایی که در آنها پلیمرهای زیستی تشکیل می‌شوند، معمولاً با آزاد شدن آب همراه هستند. مثلاً تشکیل پلی‌پپتیدها از آمینواسیدها، تشکیل پلی‌ساکاریدها از منوساکاریدها، پیوند استری جهت تشکیل لیپیدها و تشکیل DNA از نوکلئوتیدها. به این واکنش‌ها تراکمی یا کندانسیون می‌گویند. عکس این واکنش‌ها یعنی شکستن پلیمرها به مونومرهای سازنده‌شان با مصرف آب همراه است. به این واکنش‌ها هیدرولیز می‌گویند که توسط گروهی از آنزیم‌ها به نام هیدرولازها انجام می‌شوند. واکنش‌های تراکمی نیاز به انرژی دارند اما واکنش‌های هیدرولیز معمولاً انرژی‌زا هستند. سلول‌ها با جفت نمودن واکنش‌های تراکمی انرژی‌خواه با فرایندهای انرژی‌زا نظیر واکنش هیدرولیزی شکستن پیوند انیدریدی در ATP این مانع ترمودینامیکی را بر می‌دارند.

در گیاهان طی فرایند فتوسنتز با استفاده از انرژی نوارانی خورشید آب و دی‌اکسیدکربن ترکیب و کربوهیدرات‌ها سنتز می‌شوند:



از طرفی سوخت‌هایی مثل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها در بدن می‌سوزند؛ یعنی با اکسیژن ترکیب می‌شوند و آب و دی‌اکسیدکربن و انرژی تولید می‌کنند که در واقع عکس واکنش‌های فتوسنتز است. آبی که در اثر سوختن مواد غذایی در بدن تولید می‌شود را آب متابولیک می‌گویند که گاهی می‌تواند آنقدر زیاد باشد که در بعضی از

حیوانات مانند موش صحرایی و شتر بون نیاز به خوردن آب، امکان زنده ماندن جانور در مناطق بسیار خشک را فراهم آورد.

یونیزاسیون آب، اسیدها و بازهای ضعیف

ملکولهای آب تمایل جزئی به یونیزاسیون دارند، یعنی یون هیدروژن (پروتون) و یون هیدروکسل تولید می کنند که این واکنش تعادلی است، یعنی تمایل به واکنش برگشت نیز وجود دارد:



H^+ معمولاً به صورت آزاد وجود ندارد بلکه با آب هیدراته و یون هیدرونیوم (H_3O^+) را تولید می کند. میزان یونیزاسیون آب ناچیز است یعنی از هر 5.56×10^8 ملکول آب تنها یک ملکول یونیزه می شود و یونهای H^+ و OH^- تولید می کند. بنابراین احتمال یونیزاسیون یک ملکول آب برابر است با:

$$\frac{1}{5.56 \times 10^8} = 1.8 \times 10^{-9}$$

برای هر واکنش تعادلی $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ یک ثابت تعادل (K_{eq}) تعریف می شود که برابر است با:

$$K_{eq} = \frac{[\text{C}][\text{D}]}{[\text{A}][\text{B}]}$$

بنابراین در مورد آب داریم:

$$K_{eq} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

وزن ملکولی آب برابر ۱۸ گرم بر لیتر است. لذا یک لیتر آب برابر است با:

$$1000/18 = 55.5 \text{ mol}$$

بنابراین ثابت تعادل آب برابر است با:

$$K_{eq} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{55.5 \text{ M}}$$

با جایجایی اعداد خواهیم داشت:

$$(55.5 \text{ M})(K_{eq}) = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w$$

ثابت تعادل آب در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد برابر است با 1.8×10^{-16} . با جایگزینی این عدد در معادله بالا

داریم:

$$K_w = [H^+][OH^-] = (55.5 \text{ M})(1.8 \times 10^{-16} \text{ M}) = 1.0 \times 10^{-14} \text{ M}^2$$

K_w نماد حاصل ضرب یونی آب می باشد که در دمای ۲۵ درجه همیشه برابر است با 1×10^{-14}

از آنجایی که غلظت یون هیدروژن و هیدروکسیل در آب خالص برابر است و هر دو به یک میزان تولید می شوند

لذا می توانیم بنویسیم:

$$K_w = [H^+][OH^-] = [H^+]^2$$

لذا داریم:

$$[H^+] = \sqrt{K_w} = \sqrt{1 \times 10^{-14} \text{ M}^2}$$

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ M}$$

یعنی غلظت H^+ آب خالص در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد برابر است با 1.0×10^{-7}

گفتیم K_w در یک دمای خاص همیشه عدد ثابتی است و تغییر نمی کند. چون با افزایش غلظت هر یک از یونها

غلظت یون دیگر کاهش می یابد. به نحوی که حاصل ضرب غلظتشان در نهایت می شود 1×10^{-14} . مثلاً اگر غلظت

H^+ ۱۰ برابر افزایش یابد غلظت OH^- ۱۰ برابر کاهش می یابد. لذا خواهیم داشت:

$$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-6} \times 10^{-8} = 10^{-14}$$

pH

در بیوشیمی برای نشان دادن غلظت $[H^+]$ از مقیاسی به نام pH استفاده می شود. $pH = -\log [H^+]$

بنابراین pH آب خالص برابر است با:

$$[H^+] = 10^{-7}$$

$$pH = -\log 10^{-7} = 7$$

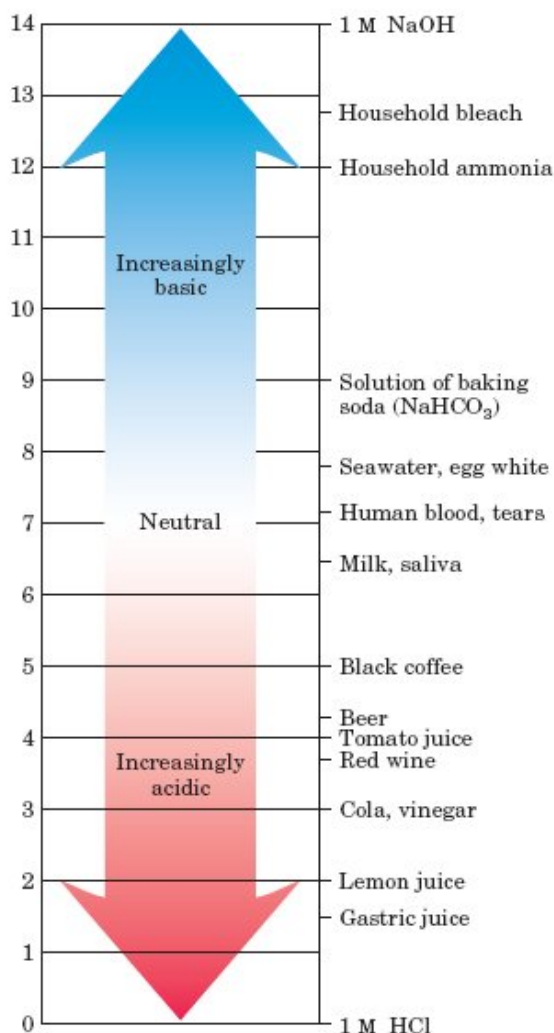


FIGURE 2-15 The pH of some aqueous fluids.

TABLE 2-6 The pH Scale

$[H^+]$ (M)	pH	$[OH^-]$ (M)	pOH*
10^0 (1)	0	10^{-14}	14
10^{-1}	1	10^{-13}	13
10^{-2}	2	10^{-12}	12
10^{-3}	3	10^{-11}	11
10^{-4}	4	10^{-10}	10
10^{-5}	5	10^{-9}	9
10^{-6}	6	10^{-8}	8
10^{-7}	7	10^{-7}	7
10^{-8}	8	10^{-6}	6
10^{-9}	9	10^{-5}	5
10^{-10}	10	10^{-4}	4
10^{-11}	11	10^{-3}	3
10^{-12}	12	10^{-2}	2
10^{-13}	13	10^{-1}	1
10^{-14}	14	10^0 (1)	0

*The expression pOH is sometimes used to describe the basicity, or OH^- concentration, of a solution; pOH is defined by the expression $pOH = -\log [OH^-]$, which is analogous to the expression for pH. Note that in all cases, $pH + pOH = 14$.

مثال: pH محلول ۱/۱ مولار HCl چند است؟



$$[H^+] = 10^{-1} M$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log 10^{-1} = 1$$

مثال: pH محلول ۱/۱ مولار سود (KOH) چند است؟

$$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H^+] \times 10^{-1} = 10^{-14}$$

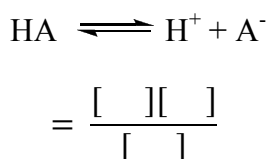
$$[H^+] = 10^{-13} M \quad pH = -\log 10^{-13} = 13$$

مثال: یک لیتر محلول ۰/۲ مولار HCl به یک لیتر آب اضافه می‌کنیم. pH محلول حاصله را محاسبه کنید.

$$\frac{0.2}{2} = 0.1 \quad /$$

$$[H^+] = 10^{-1} \text{ M} \quad \text{pH} = -\log 10^{-1} = 1$$

در مورد اسیدی مثل HCl تفکیک کامل است. یعنی یک مول HCl یک مول H^+ می‌دهد. اما در اکثر اسیدها و بازها تفکیکی کامل نیست. یعنی یک مول اسید یا باز دقیقاً یک مول H^+ یا OH^- تولید نمی‌کند. این وضعیت در بسیاری از بیوملکول‌ها مانند ویتامین‌ها و کوآنزیم‌ها وجود دارد. تمامی اینها گروه‌های عاملی مثل آمین یا کربوکسیل دارند که اسید یا باز ضعیف هستند و به صورت ناقص تفکیک می‌شوند. در مورد تمامی اسیدها و بازهای ضعیف ثابتی داریم به نام ثابت تفکیک یا k



در اسیدهای ضعیف k_a همیشه کمتر از یک است. چون فرم تفکیک شده نسبت به فرم تفکیک نشده کمتر است یا به عبارتی اسید به میزان کمی تفکیک می‌شود. اصطلاحی داریم به نام pK :

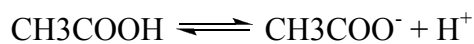
$$pK = -\log^k$$

هر چه k بزرگتر باشد pK کوچکتر است یعنی اسید قوی‌تر است. در مورد اسید استیک (CH_3COOH) داریم:

$$k_a = 1.76 \times 10^{-5}$$

$$Pk = -\log 1.76 \times 10^{-5} = 4.5$$

مثال: pH محلول ۰/۱ مولار اسید استیک چند است؟



۰/۱ مول اسید استیک تفکیک می‌شود و x مول استات و x مول H^+ تولید می‌شود. یعنی از میزان اولیه اسید استیک

x مول کم می‌شود.

$$[H^+] = [Ac^-] = x$$

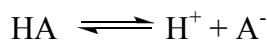
$$[AcH] = 0.1 - x = \frac{[] []}{[]} \quad 1.76 \times 10^{-5} = \frac{[] []}{[]}$$

از آنجایی که AcH اسید ضعیفی است و به میزان بسیار کمی تفکیک می شود و H^+ کمی تولید می کند لذا در مخرج کسر می توانیم از x صرف نظر کنیم. یعنی:

$$0.1 - x \cong 0.1 \quad x^2 = 1.76 \times 10^{-5} \times 0.1 = 1.76 \times 10^{-6}$$

$$x = \sqrt{1.76 \times 10^{-6}} = 1.32 \times 10^{-3} \quad pH = -\log 1.32 \times 10^{-3} = 2.88$$

معادله هندرسون-هاسلباخ



$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$[HA] = \frac{[H^+][A^-]}{K_a}$$

$$[H^+] = \frac{K_a [HA]}{[A^-]}$$

از دو طرف معادله فوق $-\log$ می گیریم:

$$-\log [H^+] = -\log K_a - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$\boxed{pH = pK + \log \frac{[A^-]}{[HA]}}$$

طبق این معادله pH یک اسید ضعیف به نسبت فرم تفکیک شده و تفکیک نشده و نیز pK بستگی دارد. اگر $[A^-]$

$[HA] =$ در نتیجه:

$$pH = pK + \log 1 = pK$$

این یک روش تجربی برای اندازه گیری pK پیشنهاد می کند. یعنی در نقطه ای که غلظت فرم تفکیک شده و تفکیک نشده برابر است در آن نقطه $pH = pK$ می باشد.

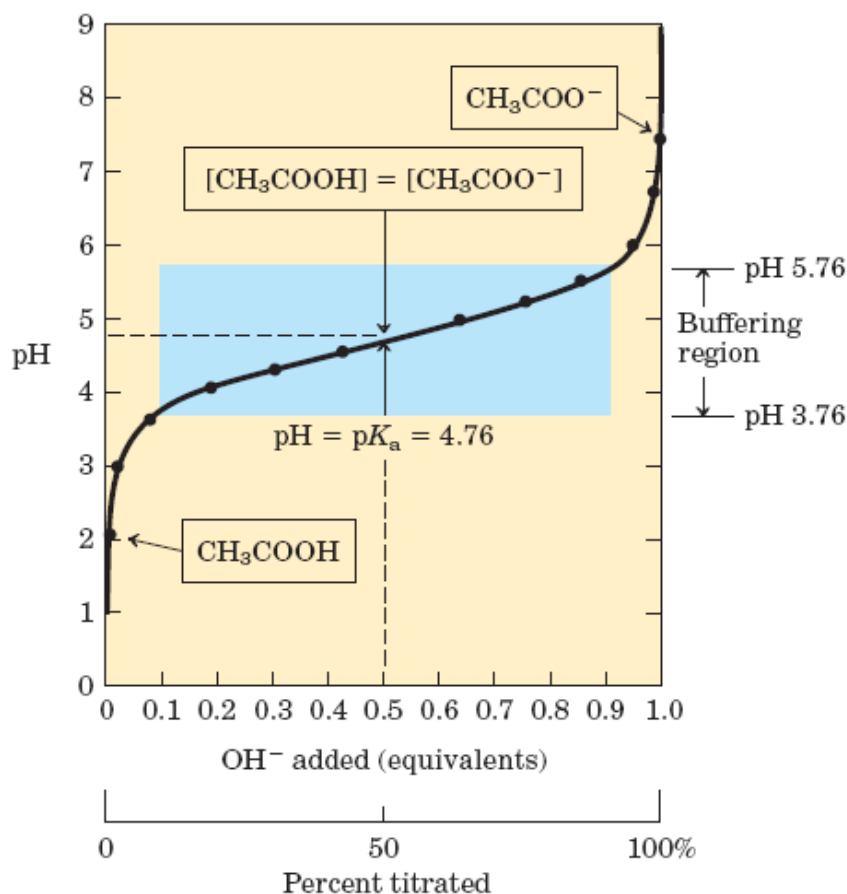


FIGURE 2-17 The titration curve of acetic acid. After addition of each increment of NaOH to the acetic acid solution, the pH of the mixture is measured. This value is plotted against the amount of NaOH expressed as a fraction of the total NaOH required to convert all the acetic acid to its deprotonated form, acetate. The points so obtained yield the titration curve. Shown in the boxes are the predominant ionic forms at the points designated. At the midpoint of the titration, the concentrations of the proton donor and proton acceptor are equal, and the pH is numerically equal to the pK_a . The shaded zone is the useful region of buffering power, generally between 10% and 90% titration of the weak acid.

در ابتدای تیتراسیون تمامی اسید به فرم تفکیک نشده CH_3COOH وجود دارد؛ چون اسیداستیک یک اسید ضعیف است و به میزان کمی تفکیک می‌شود. در پایان تیتراسیون همراه با اضافه شدن هیدروکسید و کاهش غلظت H^+ تعادل به سمت راست می‌رود و تمامی اسید به فرم آنیون، یعنی تفکیک شده وجود دارد. در نقطه میانی منحنی تیتراسیون

غلظت فرم تفکیک شده و تفکیک نشده برابر است که طبق معادله هندرسون-هاسلباخ در این نقطه pH نشان دهنده pK است.

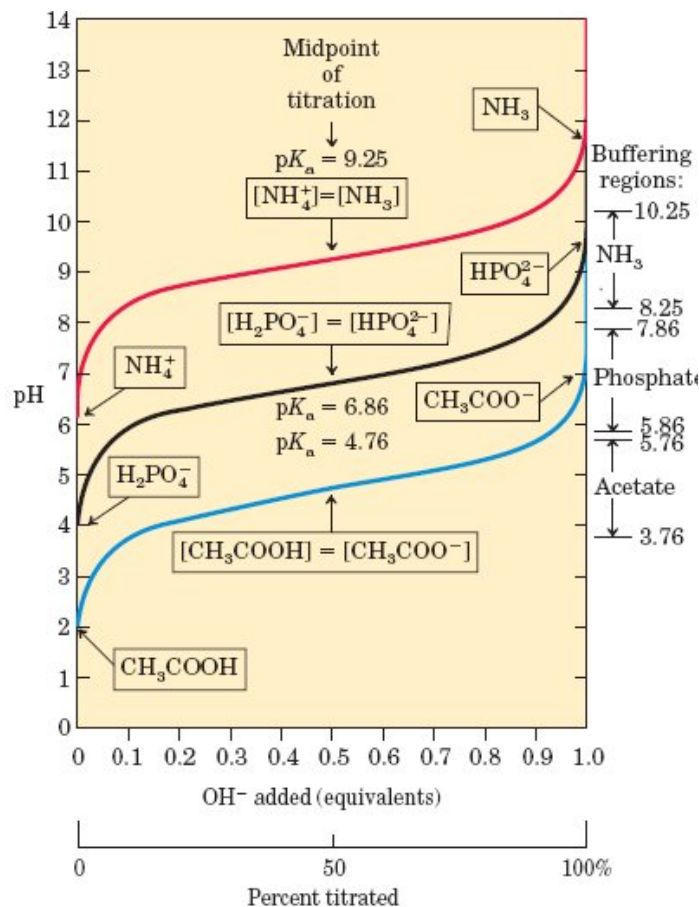


FIGURE 2-18 Comparison of the titration curves of three weak acids.

بافر (تامپون)

تمامی مایعات بدن از مایع داخل سلولی (سیتوپلاسم) گرفته و مایعات خارج سلولی مثل خون، لنف، اسید معده، ادرار، صفرا و ... همگی pH خاصی دارند و تغییرات کوچک در pH منجر به تغییرات بزرگ در واکنش‌های بیوشیمیایی می‌گردد. علت این است که اولاً تقریباً تمامی واکنش‌های بیوشیمیایی توسط آنزیم‌ها انجام می‌شوند و آنزیم‌ها دارای گروه‌های قابل یونیزاسیون هستند. هر آنزیمی در pH خاصی به نام pH بهینه یا اپتیمم بهترین فعالیت کاتالیتیک را دارد. در pHهای کمتر یا بیشتر از pH اپتیمم فعالیت کاتالیتیکی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

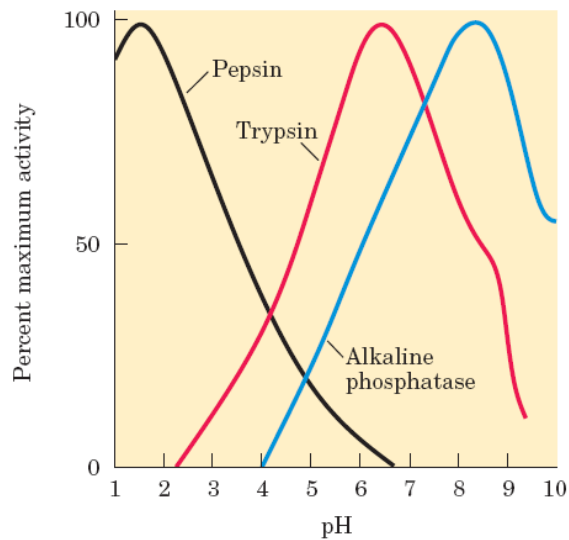


FIGURE 2-21 The pH optima of some enzymes. Pepsin is a digestive enzyme secreted into gastric juice; trypsin, a digestive enzyme that acts in the small intestine; alkaline phosphatase of bone tissue, a hydrolytic enzyme thought to aid in bone mineralization.

از طرفی بسیاری از ملکول‌هایی که آنزیم‌ها بر آنها اثر می‌کنند، یعنی اکثر بیوملکول‌های تشکیل دهنده بدن، دارای گروه‌های قابل یونیزاسیون هستند و ساختار و واکنش‌هایی که می‌توانند انجام دهند تحت تاثیر pH حلال یعنی آب قرار می‌گیرد. لذا pH مایعات بدن باید در محدوده نسبتاً ثابتی حفظ شود.

اولین عامل تنظیم کننده pH سیستم‌های بافری هستند. یعنی سیستم‌های آبی که در برابر تغییرات pH مقاومت می‌کنند. بافر از یک اسید ضعیف و باز مزدوج آن با نسبت برابر و یا بر عکس باز ضعیف و اسید مزدوج آن با نسبت برابر تشکیل شده است. در منحنی تیتراسیون اسید ضعیفی مثل اسیداستیک (شکل صفحه ۹) مشاهده می‌کنیم که ناحیه نسبتاً پهنی وجود دارد که در نقطه میانی آن pK قرار گرفته است. در این ناحیه پهن تغییرات غلظت H^+ و یا OH^- تغییرات قابل توجهی را در pH ایجاد نمی‌کند. هر اسید و یا باز ضعیف در یک واحد کمتر و یک واحد بیشتر از pK می‌تواند به عنوان بافر عمل کند. اگر اسید به محیط اضافه شود یعنی $[H^+]$ افزایش یابد این واکنش به سمت چپ متمایل می‌شود، یعنی H^+ با Ac^- ترکیب شده و AcH تولید می‌شود، پس تقریباً تمامی H^+ اضافه شده صرف تولید AcH می‌شود یعنی عملاً در غلظت H^+ تغییر ایجاد نمی‌شود و pH تغییری نمی‌کند. اضافه شدن OH^- نیز واکنش را به سمت راست می‌برد؛ یعنی OH^- با H^+ ترکیب شده و H_2O تولید می‌کند و $[Ac^-]$ افزایش می‌یابد و عملاً در pH تغییری ایجاد نمی‌شود.

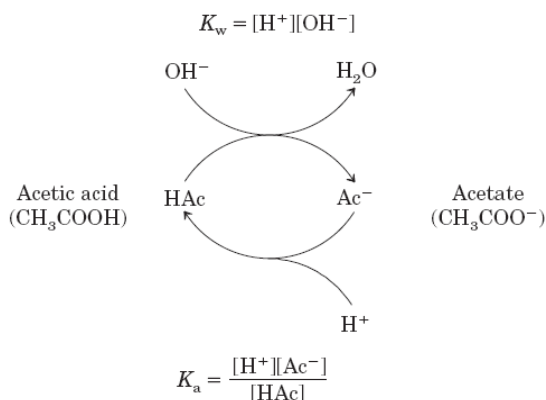


FIGURE 2-19 The acetic acid–acetate pair as a buffer system.

مهمترین سیستم بافری سیتوپلاسم بافر فسفات ($H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$) است که دارای $pK = 6.8$ است لذا از pH های $5.8-7.8$ به عنوان بافر عمل می کند.

یکی دیگر از سیستم های بافری سیتوپلاسم آمینواسید هیستیدین (His) است. در سیتوپلاسم غلظت بالایی از پروتئین ها وجود دارند. در بسیاری از اینها آمینواسید His وجود دارد. pK این آمینواسید برابر با ۶ است. لذا از pH های $5-7$ می تواند به عنوان بافر عمل کند.

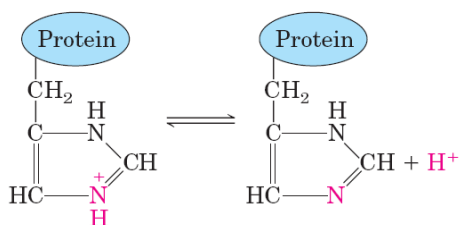


FIGURE 2-20 The amino acid histidine, a component of proteins, is a weak acid. The pK_a of the protonated nitrogen of the side chain is 6.0.

بافر بی کربنات خون

pH خون حدود 7.4 است. مهمترین عاملی که pH خون را در این محدوده نگه می دارد بافر بی کربنات است. سه واکنش تعادلی در این بافر انجام می شوند:

وقتی H^+ وارد خون می شود (مثلا هنگام عبور خون از عضلاتی که در اثر فعالیت شدید عضلانی اسید لاکتیک در آنها تجمع پیدا کرده است)، این H^+ با بی کربنات (HCO_3^-) ترکیب شده و تعادل به پایین جابجا می شود. لذا غلظت CO_2 در پلاسمای خون افزایش می یابد [$CO_2(d)$] و وارد فاز گازی در هوای ریه می گردد و در واقع به صورت گاز دفع می گردد.

برعکس وقتی pH افزایش می یابد (مثلا تولید NH_3 در اثر کاتابولیسم پروتئین ها)، واکنش ها به بالا جابجا می - شوند؛ یعنی CO_2 گازی در ریه وارد خون می شود و حل می گردد. سپس با H_2O ترکیب و اسید کربنیک (H_2CO_3) تولید می کند که به بی کربنات (HCO_3^-) و H^+ تفکیک می گردد. لذا غلظت H^+ افزایش می یابد و در واقع pH تعدیل می گردد.

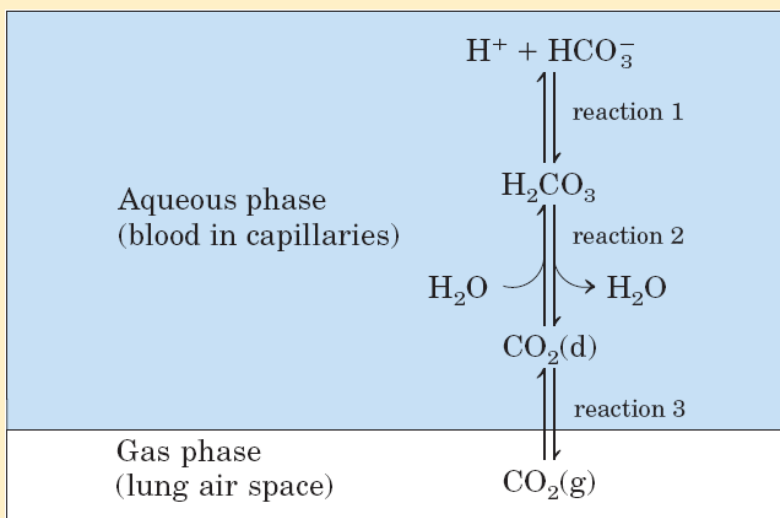
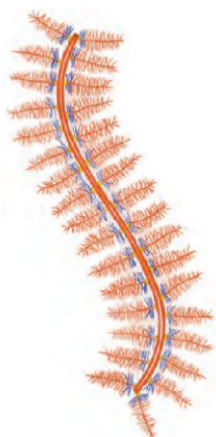


FIGURE 1 The CO_2 in the air space of the lungs is in equilibrium with the bicarbonate buffer in the blood plasma passing through the lung capillaries. Because the concentration of dissolved CO_2 can be adjusted rapidly through changes in the rate of breathing, the bicarbonate buffer system of the blood is in near-equilibrium with a large potential reservoir of CO_2 .

با وجود سیستم های بافری تعدیل کننده pH، در بیماری های مختلف pH خون نسبت به محدوده نرمال خود یعنی ۷/۴ افزایش یا کاهش می یابد که اثرات ناگواری را به دنبال دارد. مصرف زیاد الکل، دیابت، ناشتایی طولانی مدت و ...

منجر به کاهش pH خون و اغماء یا مرگ می‌تواند گردند. تست pH یکی از مهمترین آزمایش‌های بالینی جهت تشخیص بیماری‌ها می‌باشد.



فصل دوم:

ساختمان شیمیایی کربوهیدرات‌ها

مقدمه

بیشتر ملکول‌های زیستی به یکی از چهار گروه ماکروملکول‌ها، شامل: قندها، چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای-نوکلئیک تعلق دارند. با اینکه اساس ماکروملکول‌ها یعنی منومرهای تشکیل دهنده آنها در تمامی موجودات زنده یکسان است، اما این منومرها به صورت‌های مختلف می‌توانند کنار هم قرار گیرند و انواع بسیار متنوعی از هر کدام از ماکروملکول‌ها را تشکیل دهند. کربوهیدرات‌ها فراوان‌ترین بیوملکول‌ها هستند. در ساختار کربوهیدرات‌ها سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن وجود دارد و فرمول کلی کربوهیدرات‌ها $(CH_2O)_n$ است. ولی بعضی از کربوهیدرات‌ها عناصری مثل نیتروژن، فسفر و گوگرد نیز دارند. دو گروه عاملی مهم کربوهیدرات‌ها کربونیل (آلدهید و کتون) و هیدروکسیل می‌باشد. کربوهیدرات‌ها به سه دسته اصلی منوساکاریدها، الیگوساکاریدها و پلی‌ساکاریدها تقسیم می‌شوند. منوساکاریدها واحدهای ساختاری کربوهیدرات‌ها هستند. الیگوساکاریدها از دو الی ده واحد منوساکاریدی تشکیل شده‌اند و پلی‌ساکاریدها از به هم پیوستن تعداد زیادی منوساکارید (بیش از ده واحد) تشکیل شده‌اند.

منوساکاریدها

منوساکاریدها ترکیبات جامد کریستالی بی‌رنگی هستند که به راحتی در آب حل می‌شوند اما در حلال‌های آلی نامحلول هستند. اکثر منوساکاریدها مزه شیرینی دارند. در صورتی که منوساکارید گروه آلدهید داشته باشد آلدوز (Aldose) و در صورتی که کتون داشته باشد کتوز (Ketose) نام دارد. (پسوند ose نشان دهنده قند است). آلدوزها و کتوزها می‌توانند دارای ۳، ۴، ۵، ۶ و یا ۷ اتم کربن باشند که به ترتیب Triose، Tetrose، Pentose، Hexose و Heptose نام دارند. بنابراین آلدوزها شامل: آلدوتریوز- آلدوتتروز- آلدوپنتوز و ... و کتوزها شامل: کتوتریوز- کتوتتروز- کتوپنتوز و ... می‌باشند.

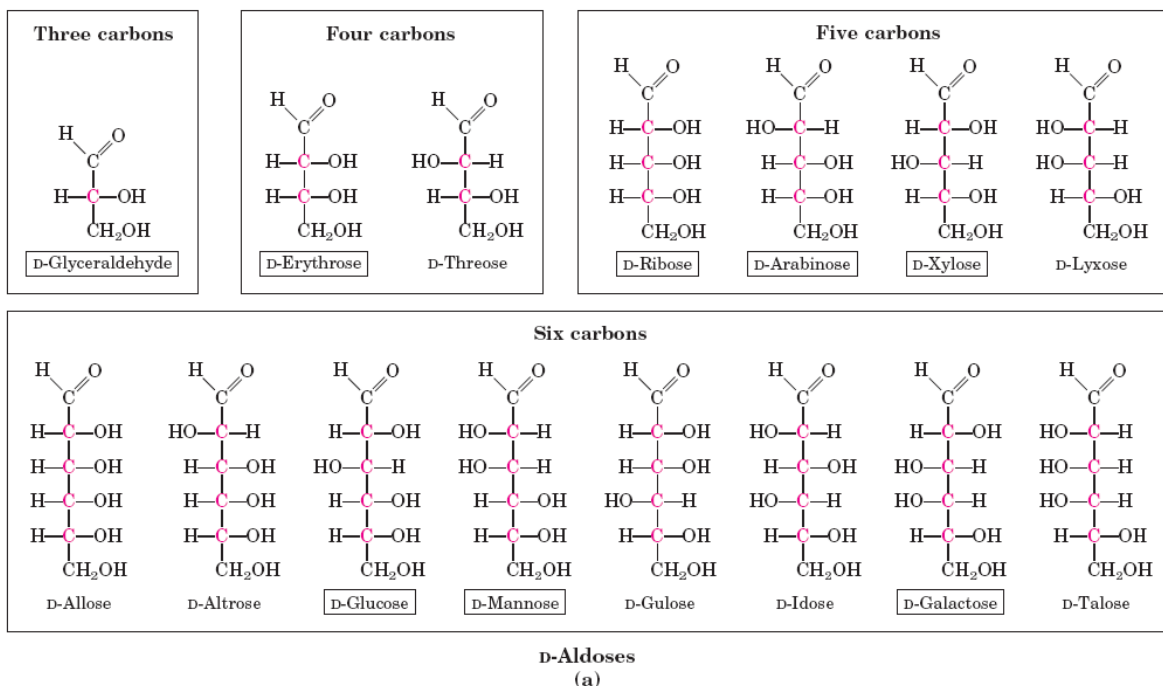
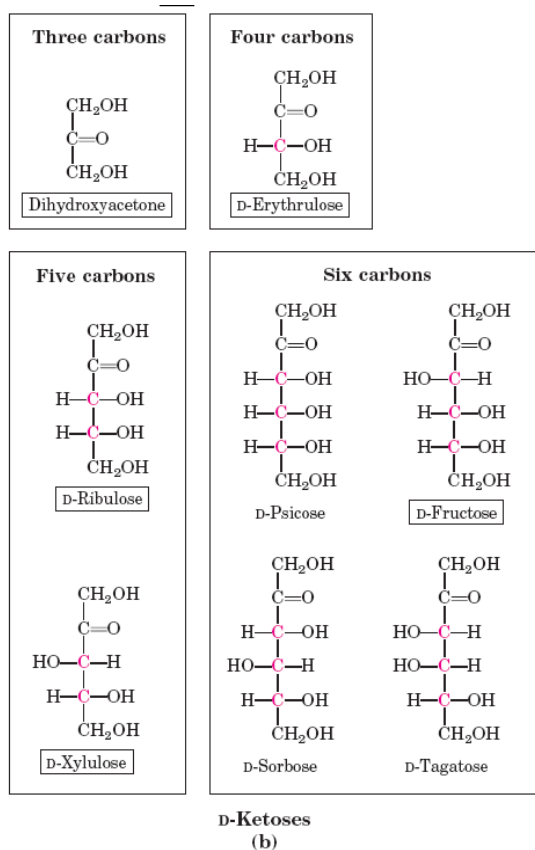
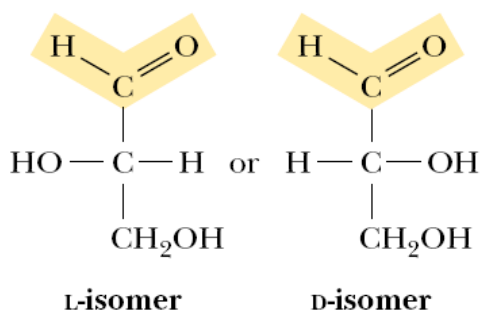


FIGURE 7-3 Aldoses and ketoses. The series of (a) D-aldoses and (b) D-ketoses having from three to six carbon atoms, shown as projection formulas. The carbon atoms in red are chiral centers. In all these D isomers, the chiral carbon *most distant from the carbonyl carbon* has the same configuration as the chiral carbon in D-glyceraldehyde. The sugars named in boxes are the most common in nature; you will encounter these again in this and later chapters.



شیمی فضایی



Glyceraldehyde

گلیسرآلدهید به عنوان ساده‌ترین منوساکارید در ساختار خودیك کربن نامتقارن (کربنی که چهار گروه متفاوت به آن متصل باشد را کربن نامتقارن می‌نامند)، دارد که کربن C-2 است. اگر گروه هیدروکسیل متصل به کربن نامتقارن در سمت راست باشد ایزومر فضایی **D** و اگر در سمت چپ باشد، ایزومر فضایی **L** ایجاد می‌گردد.

سایر منوساکاریدها که بیش از سه کربن دارند، اگر دورترین کربن نامتقارن نسبت به گروه کربونیل، گروه هیدروکسیل آن در سمت راست باشد ایزومر **D** و اگر در سمت چپ باشد ایزومر **L** نامیده می‌شوند. ایزومرهای **D** و **L** تصاویر آینه‌ای (انانتیومر) هم هستند.

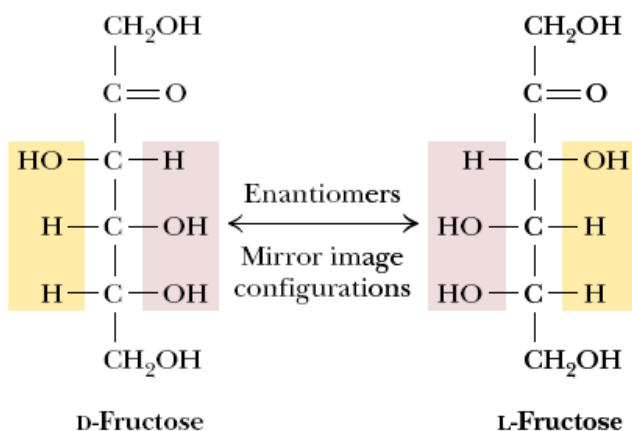


FIGURE 7.4 • D-Fructose and L-fructose, an enantiomeric pair. Note that changing the configuration only at C₅ would change D-fructose to L-sorbose.

شایان ذکر است که ایزومری فضایی ارتباطی با نحوه چرخش نور پلاریزه مسطح توسط این ملکول‌ها ندارد. مثلاً فرم **D**-گلوکز نور پلاریزه را به سمت راست می‌چرخاند در حالی که در مورد فروکتوز فرم **D**-فروکتوز نور پلاریزه را به سمت چپ می‌چرخاند. راست گرد را با علامت **+** و چپ گرد را با علامت **-** نشان می‌دهند. مثلاً **D**-گلوکز را می‌توان به صورت **D (+) -Glucose** و یا **D**-فروکتوز را به صورت **D (-) Fructose** نشان داد.

تمامی منوساکاریدها در طبیعت از نوع **D** هستند و مواردی مثل **L-Arabinose** در دیواره سلولی باکتری‌ها یا **L-Galactose** در بعضی پلی‌ساکاریدها تنها به صورت استثنایی وجود دارند.

اگر دو ملکول قند تنها در آرایش فضایی یک کربن با هم تفاوت داشته باشند دو قند را نسبت به یکدیگر اپیمر می‌گویند. مانند D-گلوکز و D-گالاکتوز که کاملاً شبیه هم هستند به غیر جهت‌گیری هیدروکسیل در کربن شماره چهار که در D-گلوکز در سمت راست و در D-گالاکتوز در سمت چپ وجود دارد و یا D-گلوکز و D-مانوز. چهار

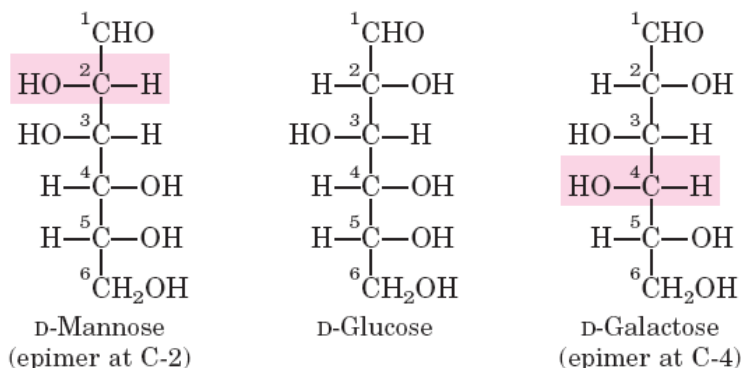
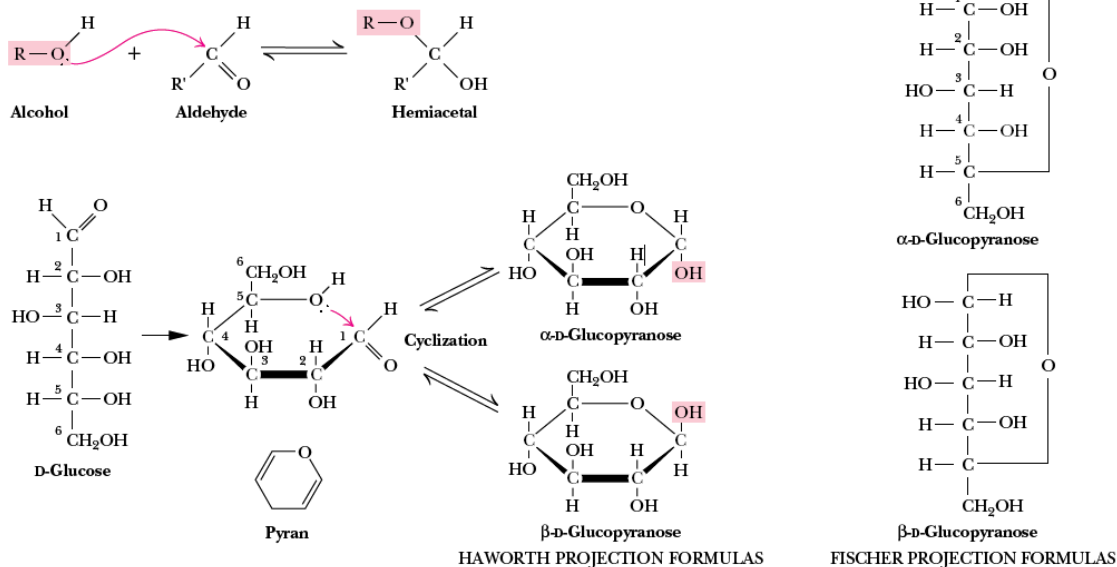


FIGURE 7-4 Epimers. D-Glucose and two of its epimers are shown as projection formulas. Each epimer differs from D-glucose in the configuration at one chiral center (shaded red).

ساختار حلقوی منوساکاریدها و فرم‌های آنومری

قندهای پنج کربنی به بالا بیشتر به صورت حلقوی وجود دارند و تنها کمتر از یک درصد در محلول به صورت خطی هستند. گروه آلدهیدی یا کتونی با گروه هیدروکسیل یکی از کربن‌های انتهایی واکنش و حلقه بسته‌ای را شکل می‌دهد. وقتی منوساکارید از فرم خطی به حلقوی تبدیل می‌شود کربن کربونیل که متقارن بود، نامتقارن می‌شود که در این حالت به آن کربن آنومری می‌گویند. نحوه واکنش بین آلدهید و هیدروکسیل و نیز تشکیل فرم حلقوی گلوکز را در شکل مشاهده می‌کنید.

FIGURE 7.5



در گلوکز آلدهید به هیدروکسیل شماره پنج حمله می کند و یک حلقه شش ضلعی به نام Pyranose ایجاد می - شود (به دلیل شباهت با حلقه Pyran). اگر آلدهید به کربن شماره چهار حمله کند حلقه پنج وجهی به نام Furanose ایجاد می شود (به دلیل شباهت به حلقه Furan).

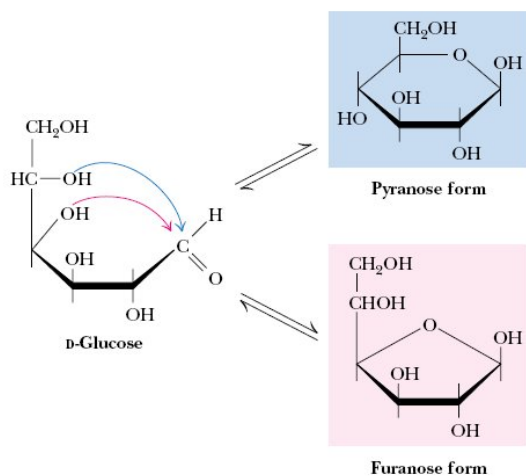
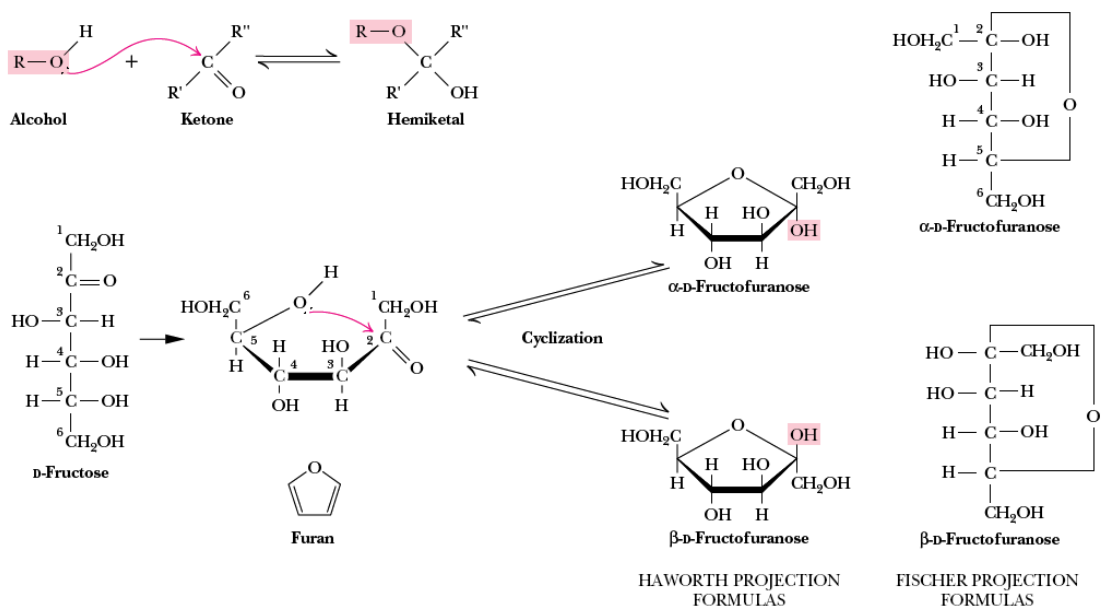


FIGURE 7.7 • D-Glucose can cyclize in two ways, forming either furanose or pyranose structures.

مشابه همین واکنش ها را برای کتوزها هم می توانیم بنویسیم.



تشخیص D و L در فرم حلقوی: اگر کربن خارج حلقه‌ای به سمت بالا باشد ایزمر D و اگر به سمت پایین

باشد ایزمر L می‌نامند.

آنومری آلفا و بتا: اگر کربن خارج حلقه‌ای و هیدروکسیل متصل به کربن آنومری در یک سمت صفحه باشند آنومر بتا (β) و اگر در جهت‌های مختلف باشند آنومر آلفا (α) می‌نامند. آنومرهای آلفا و بتا قابل تبدیل به یکدیگرند. به این ترتیب که حلقه می‌تواند در ناحیه کربن آنومری بشکند و به فرم خطی تبدیل شود. به واکنش تبدیل متقابل آنومرهای α و β به یکدیگر **موتاروتاسیون** می‌گویند.

حلقه پیران در عمل در محلول به صورت صفحه نیست بلکه به دو صورت صندلی (Chair) و قایق (Boat) وجود دارد. از بین این دو الگو، الگوی صندلی پایدارتر است و اکثر قندها در شکل فعال خود به این صورت وجود دارند. پیوندها در دو جهت استوایی (equatorial bond) و محوری (axial bond) وجود دارند. استخلاف‌ها مثل هیدروکسیل معمولاً در موقعیت استوایی قرار می‌گیرند چون ممانعت فضایی کمتری را ایجاد می‌کند. در گلوکز که فراوان‌ترین و پرکاربردترین منوساکاری در فرایندهای متابولیسمی است تمامی گروه‌های هیدروکسیل در موقعیت استوایی قرار می‌گیرند. فرم β گلوکز نسبت به α پایدارتر است چون در این فرم هیدروکسیل متصل به کربن آنومری مانند سایر هیدروکسیل‌ها در موقعیت استوایی قرار دارد.

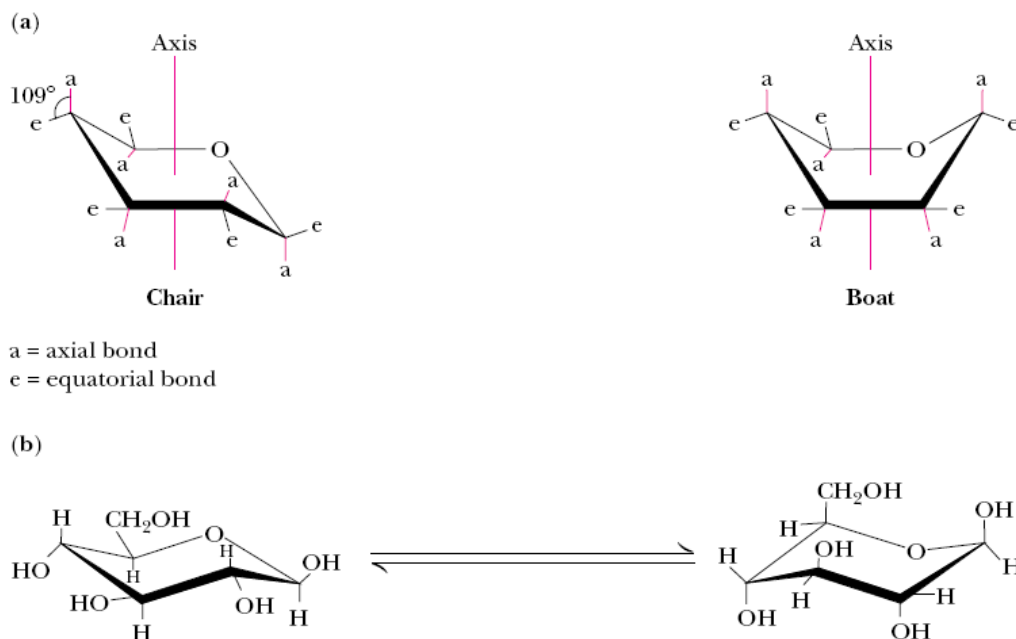


FIGURE 7.9 • (a) Chair and boat conformations of a pyranose sugar. (b) Two possible chair conformations of β -D-glucose.

خاصیت احیاء کنندگی قندها

منوساکاریدها را می‌توان به وسیله عوامل اکسیدکننده نسبتاً خفیف نظیر یون فریک (Fe^{3+}) و یا یون کوپریک (Cu^{2+}) اکسید نمود. کربن کربونیل به گروه کربوکسیل اکسید می‌شود. گلوکز و سایر قندهایی که قادر به احیای یون فریک و یا کوپریک هستند را قندهای احیاکننده می‌نامند. قندها تنها در حالت خطی می‌توانند احیاکننده باشند. تنها کمتر از ۱٪ پنتوزها و هگزوزها به صورت خطی هستند و همین ۱٪ هستند که باعث احیای یون‌های فلزی می‌گردند. یون‌های فلزی با احیا شدن رنگ محیط واکنش را تغییر می‌دهند که این تغییر رنگ از طریق توسط اسپکتروسکوپی قابل اندازه‌گیری است و از این طریق می‌توان غلظت قند را اندازه‌گیری کرد. این اساس واکنش فehling می‌باشد که یک آزمون کیفی جهت جستجوی قندهای احیاکننده است و می‌توان غلظت قند را با آن اندازه‌گیری کرد. امروزه روش‌های جدیدتری مثل تست گلوکز اکسیداز مورد استفاده قرار می‌گیرد. طی واکنش گلوکز اکسیداز H_2O_2 تولید می‌شود که توسط آنزیم پراکسیداز یک ترکیب بی‌رنگ را اکسید و ترکیب رنگی تولید می‌کند که با استفاده از اسپکتروفتومتر میزان رنگ تولید شده اندازه‌گیری می‌شود و از این طریق غلظت قند را اندازه‌گیری می‌کنند.

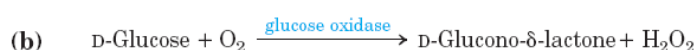
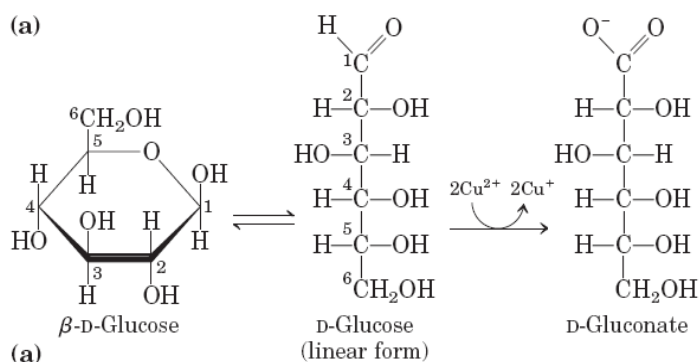
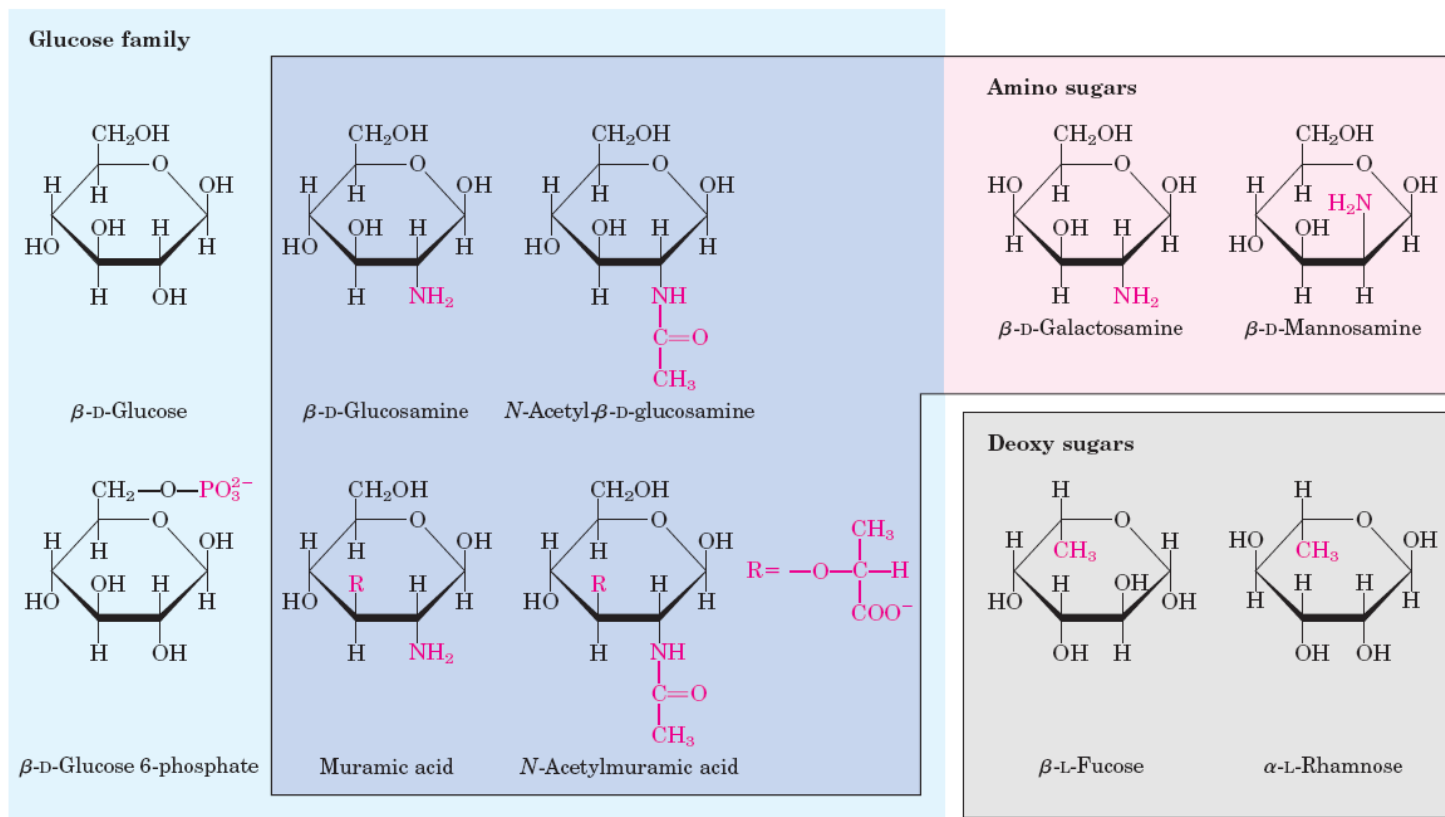


FIGURE 7-10 Sugars as reducing agents. (a) Oxidation of the anomeric carbon of glucose and other sugars is the basis for Fehling's reaction. The cuprous ion (Cu^+) produced under alkaline conditions forms a red cuprous oxide precipitate. In the hemiacetal (ring) form, C-1 of glucose cannot be oxidized by Cu^{2+} . However, the open-chain form is in equilibrium with the ring form, and eventually the oxidation reaction goes to completion. The reaction with Cu^{2+} is not as simple as the equation here implies; in addition to D-gluconate, a number of shorter-chain acids are produced by the fragmentation of glucose. (b) Blood glucose concentration is commonly determined by measuring the amount of H_2O_2 produced in the reaction catalyzed by glucose oxidase. In the reaction mixture, a second enzyme, peroxidase, catalyzes reaction of the H_2O_2 with a colorless compound to produce a colored compound, the amount of which is then measured spectrophotometrically.

مشتقات منوساکاریدها

عوامل و گروه‌های عاملی مختلف می‌توانند به منوساکاریدها متصل شوند و ترکیبات خاصی را تولید کنند که از

نظر فیزیولوژیکی اهمیت دارند. چند مثال مهم از این ترکیبات را در شکل زیر مشاهده می‌کنید:



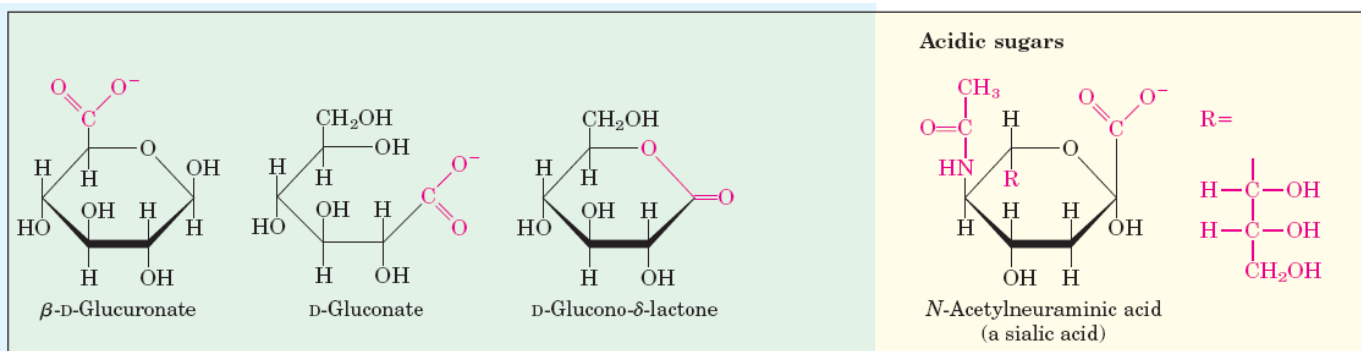


FIGURE 7-9 Some hexose derivatives important in biology. In amino sugars, an —NH_2 group replaces one of the —OH groups in the parent hexose. Substitution of —H for —OH produces a deoxy sugar; note that the deoxy sugars shown here occur in nature as the L iso-

mers. The acidic sugars contain a carboxylate group, which confers a negative charge at neutral pH. D-Glucono- δ -lactone results from formation of an ester linkage between the C-1 carboxylate group and the C-5 (also known as the δ carbon) hydroxyl group of D-gluconate.

الیگوساکاریدها

الیگوساکاریدها از اتصال دو الی ده واحد منوساکاریدی تشکیل می‌شوند. مهمترین الیگوساکاریدها دی‌ساکاریدها هستند که از اتصال دو واحد منوساکاریدی شکل گرفته‌اند. مهمترین دی‌ساکاریدها مالتوز، سوکروز (ساکارز) یا قند شکر) و لاکتوز (قند شیر) می‌باشند. پیوندی که دو منوساکارید را به هم وصل می‌کند O-glycosidic bond می‌نامند. پیوند گلیکوزیدی نسبت به آبکافت اسیدی حساس است و می‌شکند.

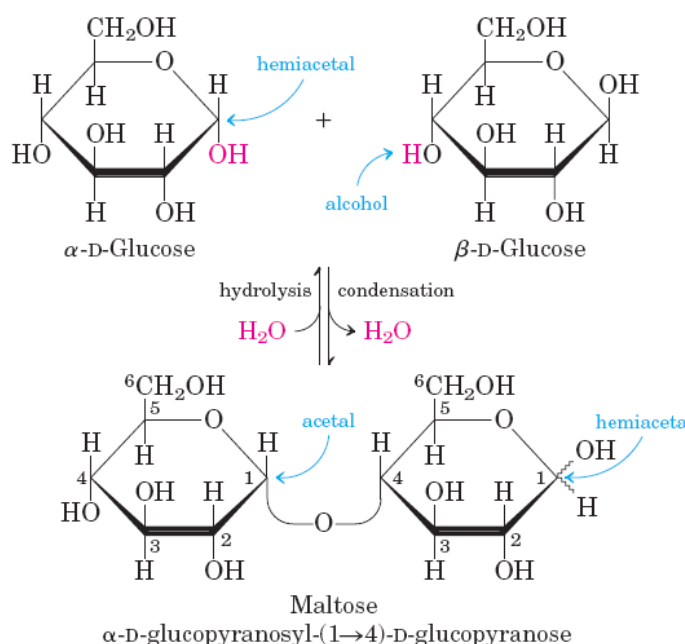
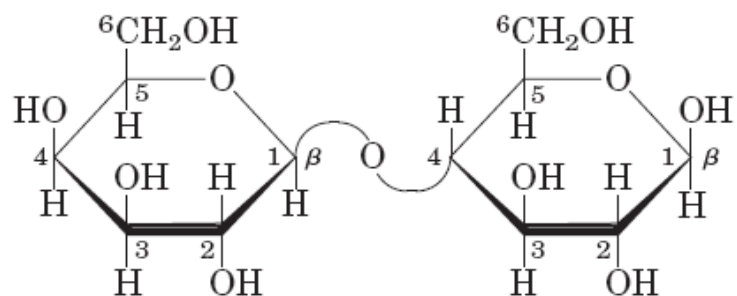
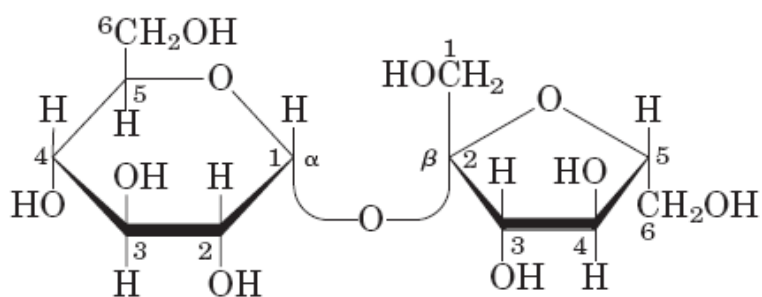


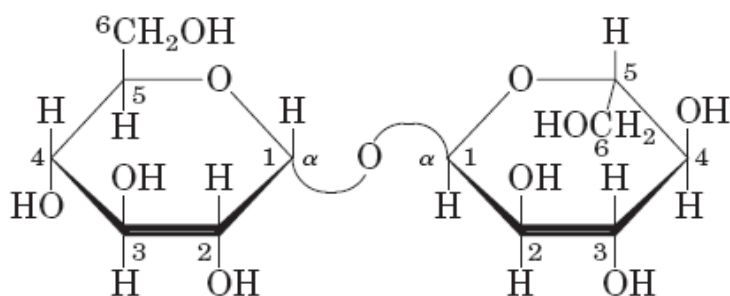
FIGURE 7-11 Formation of maltose.



Lactose (β form)
 β -D-galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-glucopyranose
 Gal(β 1 $\rightarrow$ 4)Glc



Sucrose
 α -D-glucopyranosyl β -D-fructofuranoside
 Glc(α 1 $\leftrightarrow$ 2 β)Fru



Trehalose
 α -D-glucopyranosyl α -D-glucopyranoside
 Glc(α 1 $\leftrightarrow$ 1 α)Glc

FIGURE 7-12 Some common disaccharides.

TABLE 7-1 Abbreviations for Common Monosaccharides and Some of Their Derivatives

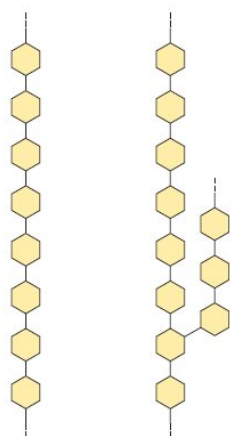
Abequose	Abe	Glucuronic acid	GlcA
Arabinose	Ara	Galactosamine	GalN
Fructose	Fru	Glucosamine	GlcN
Fucose	Fuc	N-Acetylgalactosamine	GalNAc
Galactose	Gal	N-Acetylglucosamine	GlcNAc
Glucose	Glc	Iduronic acid	IdoA
Mannose	Man	Muramic acid	Mur
Rhamnose	Rha	N-Acetylmuramic acid	Mur2Ac
Ribose	Rib	N-Acetylneuraminic acid	Neu5Ac
Xylose	Xyl	(a sialic acid)	

در دی‌ساکاریدها هم جزء منوساکاریدی که کربن آنومری آن درگیر نیست می‌تواند شکسته شود و به فرم خطی تبدیل شود و لذا احیاکننده باشد. تنها مورد استثناء سوکروز است که هر دو کربن آنومری آن درگیر هستند و لذا قادر نیست به صورت خطی در بیاید و احیاکننده نیست.

پلی‌ساکاریدها

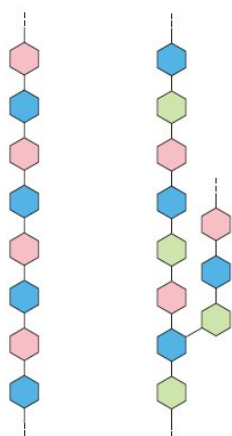
Homopolysaccharides

Unbranched Branched



Heteropolysaccharides

Two monomer types, unbranched Multiple monomer types, branched



پلی‌ساکاریدها یا گلیکان‌ها از اتصال چندصد تا چند هزار منوساکارید شکل می‌گیرند. اگر منوساکاریدهای تشکیل دهنده پلی‌ساکاریدها از یک نوع باشند هموپلی‌ساکارید و اگر از دو یا چند نوع مختلف باشند آنها را هتروپلی‌ساکارید می‌نامند.

مهمترین هموپلی‌ساکاریدها **نشاسته** است که تنها در گیاهان وجود دارد و از ۲۰ تا ۳۰ درصد آمیلوز و ۷۰ تا ۸۰ درصد آمیلوپکتین تشکیل شده است. آمیلوز زنجیره خطی از واحدهای D-گلوکز با اتصالات $\alpha(1 \rightarrow 4)$ است. آمیلوز با ید رنگ آبی

FIGURE 7-13 Homo- and heteropolysaccharides. Polysaccharides may be composed of one, two, or several different monosaccharides, in straight or branched chains of varying length.

تولید می‌کند. آمیلوپکتین دارای شاخه است به این ترتیب که علاوه بر اتصالات $\alpha(1 \rightarrow 4)$ شاخه‌هایی به صورت اتصالات $\alpha(1 \rightarrow 6)$ نیز دارد. آنزیم آلفا آمیلاز در جانوران پیوندهای $\alpha(1 \rightarrow 4)$ را آبکافت می‌کند. آنزیم دیگری به نام گلوکوزیداز آبکافت پیوندهای $\alpha(1 \rightarrow 6)$ را بر عهده دارد.

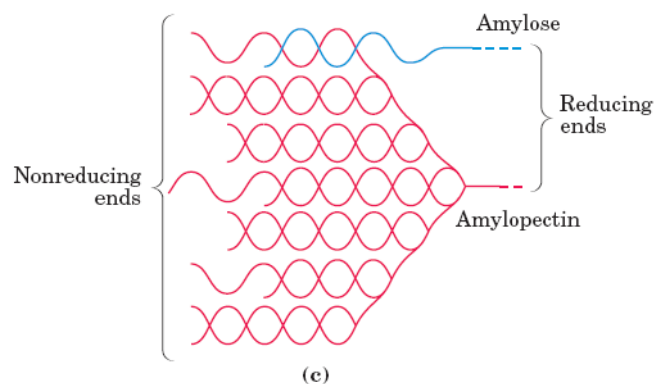
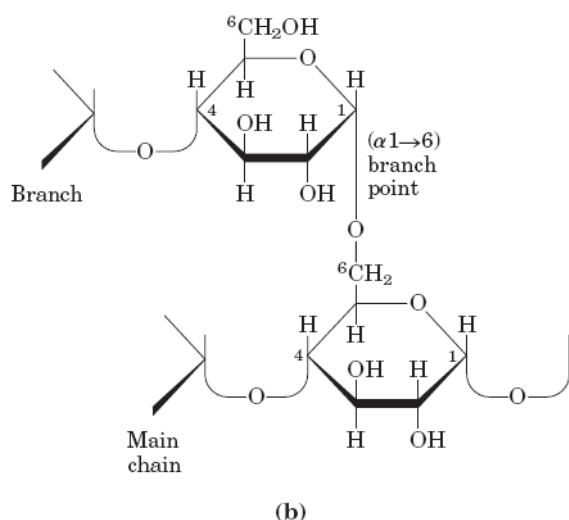
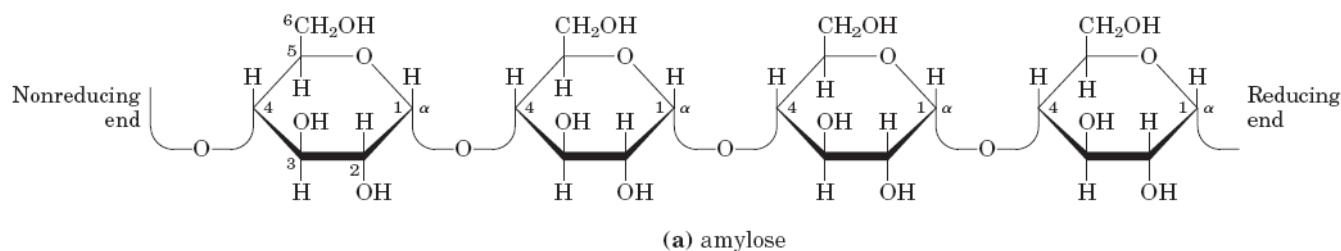
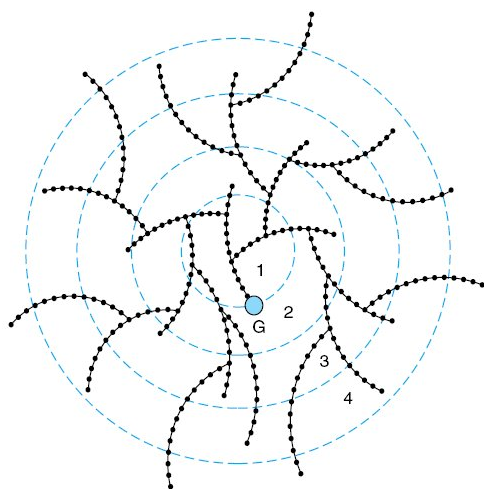


FIGURE 7-15 Amylose and amylopectin, the polysaccharides of starch. (a) A short segment of amylose, a linear polymer of D-glucose residues in $\alpha(1 \rightarrow 4)$ linkage. A single chain can contain several thousand glucose residues. Amylopectin has stretches of similarly linked residues between branch points. (b) An $\alpha(1 \rightarrow 6)$ branch point of amylopectin. (c) A cluster of amylose and amylopectin like that believed

to occur in starch granules. Strands of amylopectin (red) form double-helical structures with each other or with amylose strands (blue). Glucose residues at the nonreducing ends of the outer branches are removed enzymatically during the mobilization of starch for energy production. Glycogen has a similar structure but is more highly branched and more compact.

گلیکوژن همو پلی ساکارید دیگری است که مشابه آمیلوپکتین است اما انشعابات بیشتری دارد و تنها در جانوران یافت می‌شود. گلیکوژن در ماهیچه و کبد ذخیره می‌گردد. در واقع گلیکوژن فرم ذخیره‌ای گلوکز در جانوران است.



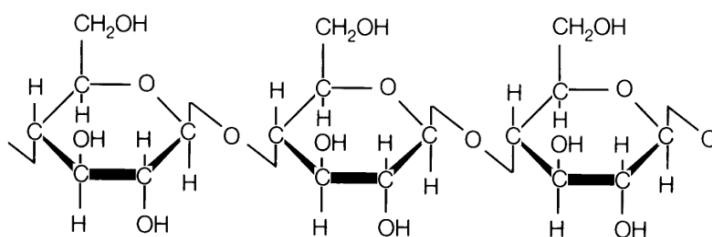
A

Figure 13-13. The glycogen molecule. A: General structure.

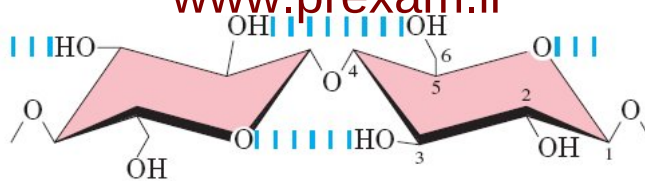
چرا گلوکز به صورت منومری ذخیره نمی-
شود؟ طبق محاسبات انجام شده میزان گلیکوژن
ذخیره شده در سلول‌های کبدی معدل ۰/۴ مولار
گلوکز است. در صورتی که این میزان گلوکز در
سیتوزول وجود می‌داشت، اسمولاریتی به میزان
خطرناکی افزایش می‌یافت و سبب ورود اسمتیک
آب به درون سلول و پارگی سلول می‌شد.
گلیکوژن غلظت کمی در حدود ۱/۰۱
میکرومولار دارد و بنابراین فشار اسمزی ایجاد
نمی‌کند.

انتهای احیاکننده و انتهای غیر احیاکننده: در آمیلوز تمامی کربن‌های آنومری درگیر در پیوند
گلیکوزیدی هستند به غیر از آخرین گلوکز از سمت راست که می‌تواند به صورت خطی در بیاید چون کربن آنومری
آن درگیر نیست. به این انتها، انتهای احیاکننده می‌گویند. انتهای دیگر را انتهای غیر احیاکننده می‌نامند. در آمیلوپکتین و
گلیکوژن به تعداد شاخه‌ها انتهای غیر احیاکننده داریم اما تنها یک انتهای احیاکننده وجود دارد. سنتز گلیکوژن از انتهای
احیا کننده شروع می‌شود، از طرفی آنزیم‌های تجزیه‌کننده گلیکوژن تنها بر انتهای غیر احیاکننده شاخه‌ها اثر می‌کنند.

سلولز هموپلی ساکارید دیگری است که از اتصالات $\text{Glc}(\beta 1 \rightarrow 4)\text{Glc}$ تشکیل شده است.

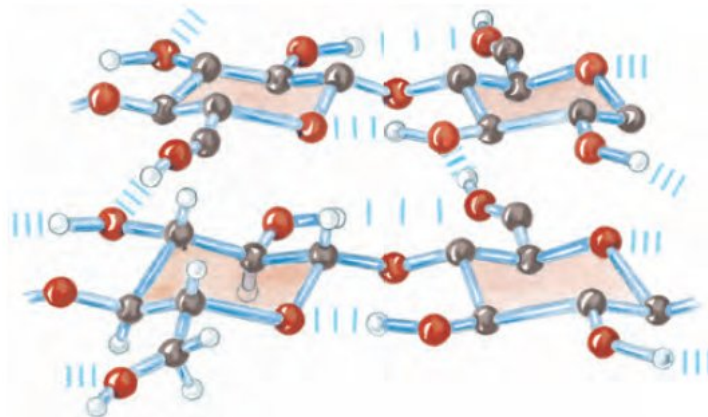


دیواره سلولی گیاهان و پنبه از سلولز ساخته شده است. بین رشته‌های طویل سلولز پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود
و باعث استحکام فیبرهای سلولزی حاصله می‌گردد.



(β 1 $\rightarrow$ 4)-linked D-glucose units

(a)



(b)

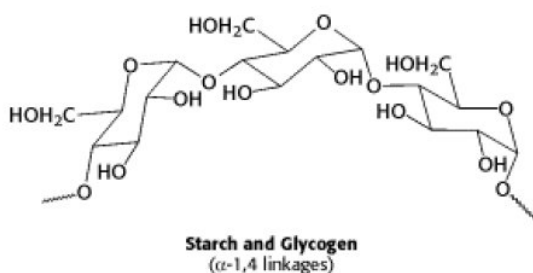
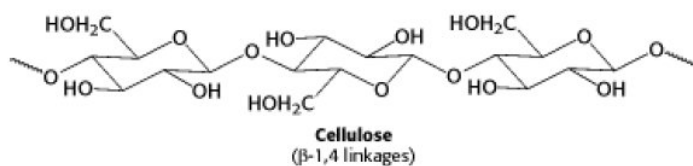


Figure 11.14. Glycosidic Bonds Determine Polysaccharide Structure. The β -1,4 linkages favor straight chains, which are optimal for structural purposes. The α -1,4 linkages favor bent structures, which are more suitable for storage.

سلولز نسبت به هیدرولیز اسیدی و قلیایی مقاوم است و در دستگاه گوارش انسان قابل هضم نیست. در معده نشخوارکنندگان باکتری‌هایی زندگی می‌کنند که قادر به تولید آنزیمی به نام سلولاز هستند که می‌تواند سلولز را به واحدهای گلوکز آبکافت و از انرژی سلولز استفاده کند.

کیتین همپولی‌ساکارید دیگری است که ساختارش شبیه سلولز است اما از واحدهای N-استیل-گلوکزآمین

تشکیل شده است: $\text{GlcNAc}(\beta 1 \rightarrow 4)\text{GlcNAc}$

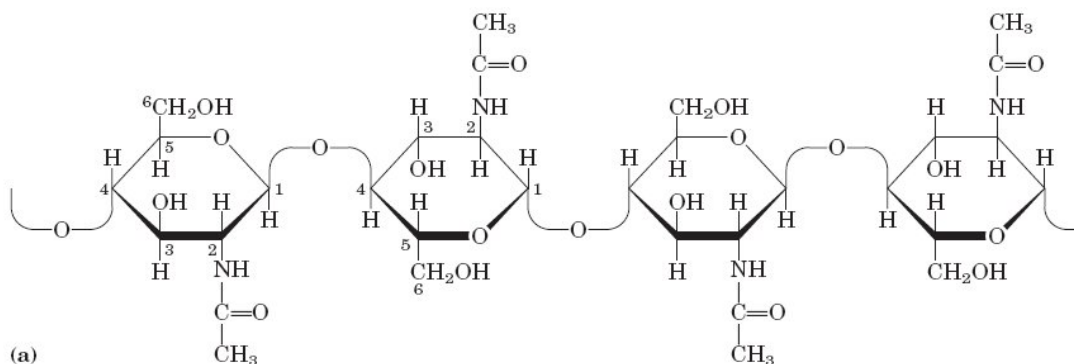


FIGURE 7-18 Chitin. (a) A short segment of chitin, a homopolymer of *N*-acetyl-D-glucosamine units in ($\beta 1 \rightarrow 4$) linkage. (b) A spotted June beetle (*Pellidnota punetata*), showing its surface armor (exoskeleton) of chitin.



کیتین ترکیبی سخت و نسبت به آب نفوذناپذیر است و اسکلت خارجی بندپایان مثل حشرات و خرچنگ‌ها را تشکیل می‌دهد و بعد از سلولز فراوان‌ترین کربوهیدرات در طبیعت است.

هتروپلی ساکاریدها کربوهیدرات‌هایی هستند که از دو یا چند منوساکارید مختلف تشکیل می‌شوند. مهمترین هتروپلی ساکاریدها انواعی هستند که ماتریکس خارج سلولی را تشکیل می‌دهند. این هتروپلی ساکاریدها را گلیکوز آمینوگلیکان‌ها یا موکوپلی ساکاریدها می‌نامند. مهمترین موکوپلی ساکاریدها، هیالورونات است که از واحدهای D-Glucuronat و N-Acetyl-D-Glucosamine تشکیل می‌شود. هیالورونات محلول‌های شفاف شدیدا چسبنده‌ای ایجاد می‌کند که به عنوان ماده نرم‌کننده در مایع سینوویال مفاصل عمل می‌کند و نیز یک ثابت ژل-مانند به عدسی چشم مهره‌داران می‌دهد. بعضی از باکتری‌ها آنزیمی به نام هیالورونیداز تولید می‌کنند که پیوندهای گلیکوزیدی هیالورونات را می‌توانند از بین ببرند و باعث آسیب بافت‌های همبند گردند.

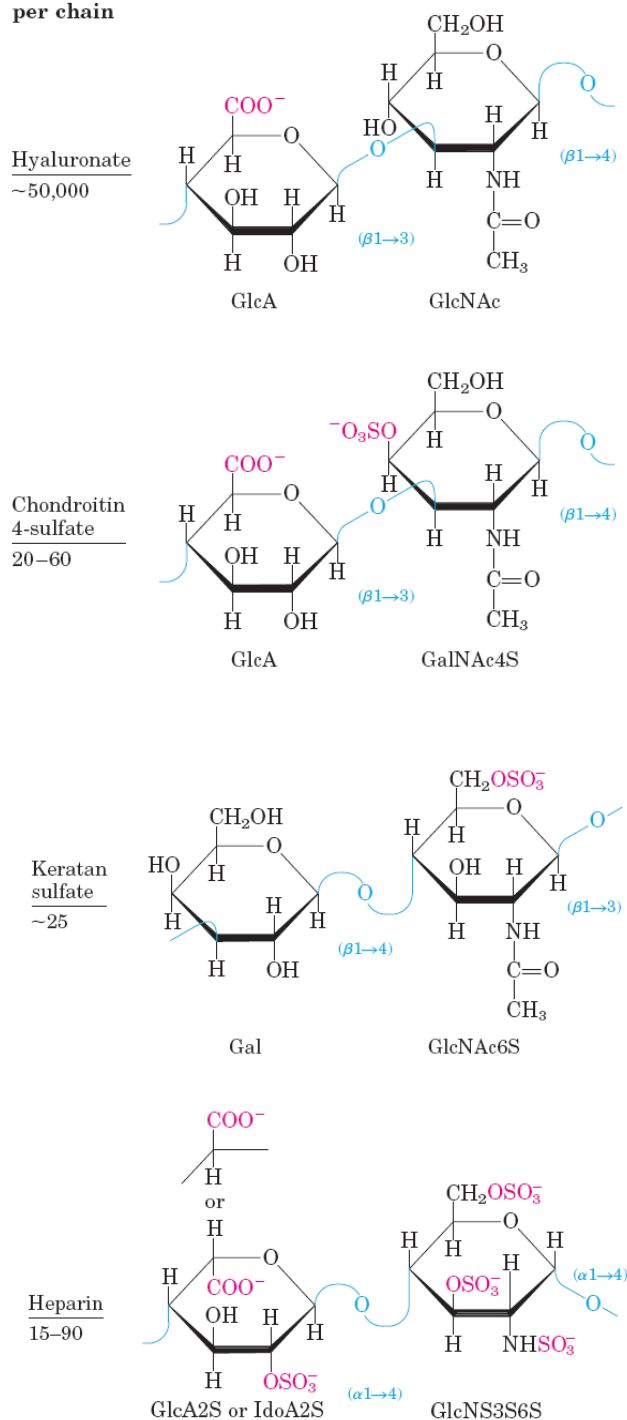


FIGURE 7-24 Repeating units of some common glycosaminoglycans of extracellular matrix. The molecules are copolymers of alternating uronic acid and amino sugar residues, with sulfate esters in any of several positions. The ionized carboxylate and sulfate groups (red) give these polymers their characteristic high negative charge. Heparin contains primarily iduronic acid (IdoA) and a smaller proportion of glucuronic acid (GlcA), and is generally highly sulfated and heterogeneous in length. Heparan sulfate (not shown) is similar to heparin but has a higher proportion of GlcA and fewer sulfate groups, arranged in a less regular pattern.

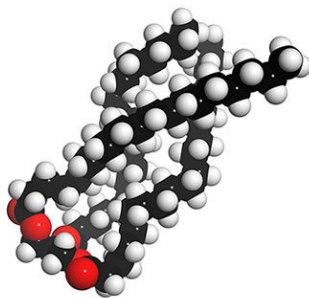
گلیکوزآمینوگلیکان‌های دیگر دو تفاوت مهم با هیالورونات دارند: (۱) بسیار کوتاه‌تر از هیالورونات هستند و حداکثر ۱۰۰ ریشه دارند در حال که هیالورونات تا ۵۰۰۰۰ ریشه می‌تواند داشته باشد. (۲) به غیر از هیالورونات بقیه در اتصال با پروتئین‌ها هستند.

پروتئوگلیکان‌ها، گلیکوپروتئین‌ها و گلیکولیپیدها

پروتئوگلیکان‌ها در سطح سلول و یا ماتریکس بین‌سلولی وجود دارند که در آنها یک یا چند زنجیره گلیکوزآمینوگلیکان به طور کوالان به یک پروتئین غشایی و یا پروتئین ترشحی اتصال می‌یابد. معمولاً بخش گلیکوزآمینوگلیکان بیشترین میزان پروتئوگلیکان‌ها را تشکیل می‌دهد و از نظر شیمیایی غالب است. پروتئوگلیکان‌ها اجزای اصلی بافت همبند مثل غضروف هستند که در آنها واکنش‌های متقابل غیرکوالان متعدد موجود با سایر پروتئوگلیکان‌ها، پروتئین‌ها و گلیکوزآمینوگلیکان‌ها سبب ایجاد قدرت و حالت ارتجاعی می‌گردد.

در گلیکوپروتئین‌ها یک یا چند الیگوساکارید با پیوند کوالان به یک پروتئین اتصال یافته‌اند. در اندامک‌های مختلف درون سلول، در سطح خارجی عشای پلاسمایی، ماتریکس بین‌سلولی و در خون وجود دارند. قسمت الیگوساکاریدی گلیکوپروتئین‌ها از نظر اطلاعات غنی بوده و ایجاد جایگاه‌های بسیار اختصاصی جهت اتصال با سایر پروتئین‌ها می‌نماید. در گلیکوپروتئین‌ها معمولاً N-استیل‌گلوکزآمین یا مانوز به آمینواسیدهای آسپاراژین (Asn)، سرین (Ser) و یا ترئونین (Thr) متصل می‌گردد.

گلیکولیپیدها، لیپیدهای غشایی هستند که سر قطبی آنها را الیگوساکاریدها تشکیل داده‌اند که جایگاه‌های اختصاصی جهت شناسایی و اتصال پروتئین‌ها هستند.



فصل سوم:

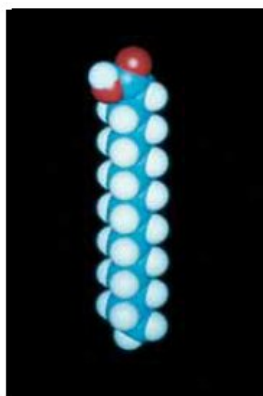
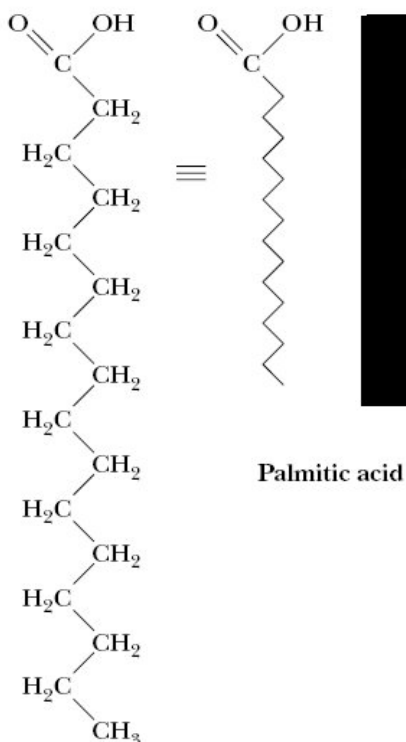
ساختار شیمیایی لیپیدها و خواص آنها

مقدمه

چربی‌ها بیوملکول‌هایی هستند که مهمترین خصوصیت‌شان عدم حلالیت در آب است. از نظر ساختاری لیپیدها در مقایسه با سایر ماکروملکول‌های زیستی کوچک‌اند. در یک تقسیم‌بندی چربی‌ها و ترکیبات مرتبط را می‌توان به هشت گروه تقسیم کرد، شامل: اسیدهای چرب، تری‌گلیسریدها، استرول‌ها، فسفولیپیدها، اسفینگولیپیدها، اجسام کتون، واکس‌ها و ترپن‌ها.

واحدهای ساختاری اکثر چربی‌ها را اسید چرب تشکیل می‌دهد. در ادامه ابتدا ساختار اسید چرب و سپس انواع لیپیدها توضیح داده می‌شود.

اسیدهای چرب



اسیدهای چرب کربوکسیلیک‌اسیدهایی هستند که تعداد زیاد کربن (۴ تا ۳۰ کربن) دارند که یک زنجیره بلند را تشکیل می‌دهد. اسیدهای چرب جانوری معمولاً ۱۴ تا ۲۰ کربن دارند. اسیدهای چرب به صورت آزاد کم دیده می‌شوند و معمولاً در ساختار سایر لیپیدها دیده می‌شوند. گروه کربوکسیل قطبی و دم هیدروکربنی غیرقطبی است. بعضی از اسیدهای چرب ۱ در ساختار خود تنها پیوند یگانه دارند و اسیدهای چرب اشباع نامیده می‌شوند. برخی دیگر از اسیدهای چرب در ساختار خود پیوند دوگانه نیز دارند که به اینها اسیدهای چرب غیراشباع می‌گویند. اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به اشباع

در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل
بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.

در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.

آسان و سریع

دانلود

ادامه فایل

کلیک کنید

PreXam.ir

در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل
بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل
بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل
بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل
بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل
بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل
بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل
بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.



در صورت تمایل

برای **دانلود** ادامه فایل بر روی عکس زیر **کلیک** کنید.

