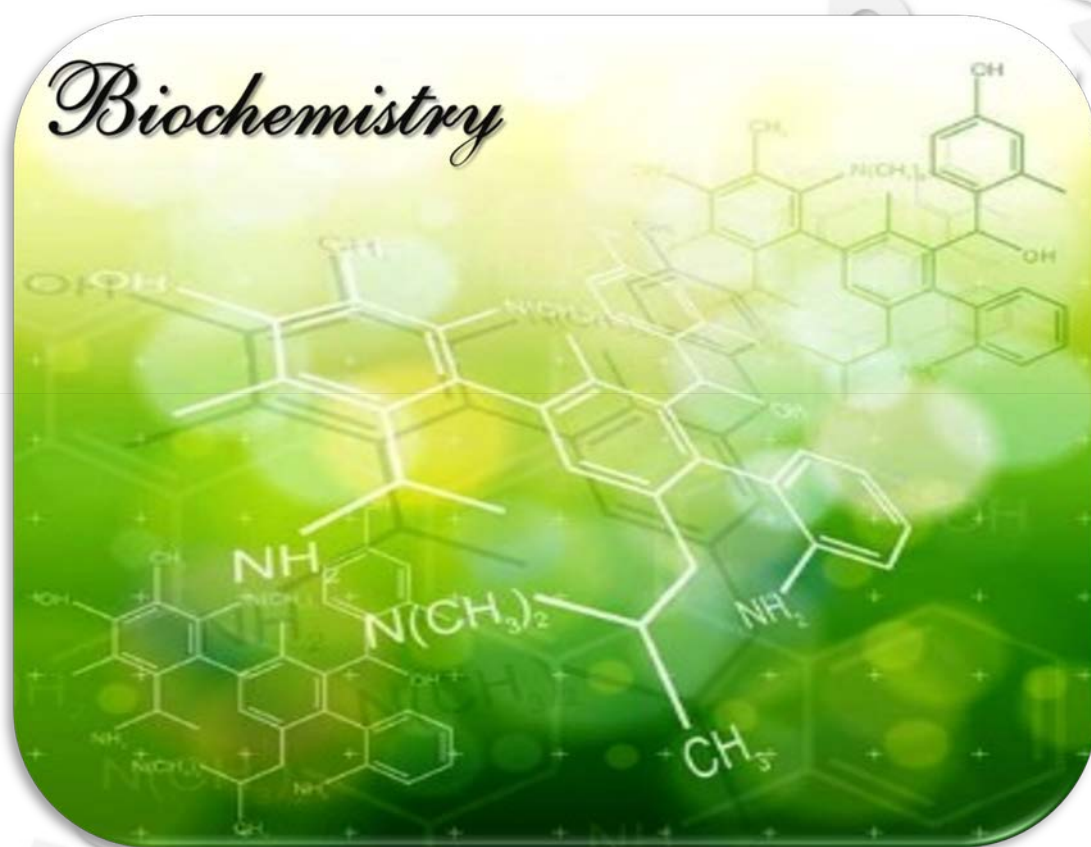




مقدمه و کلیات بیوشیمی



جواد رضویان

دانشجوی دکتری تخصصی (Ph.D) بیوشیمی بالینی

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

مقدمه

بیوشیمی علم مطالعه اصول شیمی حاکم بر مولکول‌های زیستی (بیومولکول‌ها) و بررسی واکنش‌های شیمیایی است که برای ادامه حیات موجودات زنده ضروری هستند.

ترکیب شیمیایی موجودات زنده

عناصر مختلف از نظر میزان اهمیت برای موجودات به پنج دسته تقسیم می‌شوند:

- | | |
|---|--------------|
| { | ۱) اصلی |
| | ۲) کمیاب |
| | ۳) فوق کمیاب |
| { | ۴) دارویی |
| | ۵) سمی |
- بر حسب میزان موجود در بافت‌ها
- برای بدن ضروری نیستند اما در صورت ورود به بدن اثراتی را بدنبال دارند.

عناصر اصلی

به میزان گرم در هر کیلوگرم از بافت‌های بدن وجود دارند؛ از جمله: هیدروژن (H)، کربن (C)، نیتروژن (N)، اکسیژن (O) و ...

عناصر کمیاب

به میزان میلی گرم در هر کیلوگرم بافت‌ها وجود. عناصر کمیاب شامل آهن (Fe)، روی (Zn) و مس (Cu) هستند.

عناصر فوق کمیاب

به میزان میکروگرم در هر کیلوگرم از بافت‌های بدن وجود دارند. مثال: منگنز (Mn)، ید (I)، سلنیوم (Se)، کبالت (Co) و ...

عناصر دارویی

عناصری هستند که ضرورت آن‌ها برای بدن به اثبات نرسیده است ولی مصرف آن‌ها فوایدی را برای بدن به همراه دارد.

✓ مثال:

۱) فلوراید (F): استحکام دندان‌ها و استخوان‌ها

۲) لیتیم (Li): درمان برخی از بیماری‌های روانی

عناصر سمی

ورود این عناصر به بدن همراه با ایجاد تداخلات بیوشیمیایی و عوارض سمی می باشد. از عناصر سمی می‌توان آرسنیک (As)، سرب (Pb) و جیوه (Hg) را نام برد.

پیوندهای شیمیایی

از نظر قدرت، پیوندهای شیمیایی به دو دسته ی قوی و ضعیف تقسیم می شوند.

پیوندهای شیمیایی قوی شامل:

(۱) پیوند کووالانس (حاصل به اشتراک گذاری الکترون بین دو اتم).

✓ به مجموعه چند اتم که از طریق پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل شده اند، مولکول گفته می شود.

(۲) پیوند کوئوردینانس یا داتیو (نوعی پیوند کووالانسی است که در آن یک اتم هر دو الکترون را به اشتراک گذاشته و اتم دیگر اوربیتال خالی را فراهم می نماید).

✓ مثال: تشکیل مولکول آمونیوم (NH_4^+) از واکنش آمونیاک (NH_3) با پروتون هیدروژن (H^+).



مفهوم قطبیت

پیوندها و مولکول ها ممکن است قطبی یا غیرقطبی باشند.

اگر اشتراک الکترون بین دو اتم یکسان صورت بگیرد (مثل $\text{O}=\text{O}$)، پیوند ایجاد شده و مولکول حاصل غیر قطبی است. اگر اشتراک الکترون بین دو اتم متفاوت باشد (مثل $\text{C}=\text{O}$)، پیوند بین آن ها قطبی است اما مولکول حاصل ممکن است قطبی (مثل CO) یا غیر قطبی (مثل CO_2) باشد.

نکته: مولکول های H_2O ، H_2S و NH_3 به علت عدم تقارن مولکولی قطبی هستند.

TABLE 2-3 Solubilities of Some Gases in Water

Gas	Structure*	Polarity
Nitrogen	$\text{N}\equiv\text{N}$	Nonpolar
Oxygen	$\text{O}=\text{O}$	Nonpolar
Carbon dioxide	$\begin{array}{c} \delta- \quad \delta- \\ \leftarrow \quad \rightarrow \\ \text{O}=\text{C}=\text{O} \end{array}$	Nonpolar
Ammonia	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \quad \diagup \\ \text{N} \\ \downarrow \delta- \end{array}$	Polar
Hydrogen sulfide	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{S} \\ \downarrow \delta- \end{array}$	Polar

پیوندهای ضعیف

پیوندهای غیر کووالانسی شامل تعاملات (نیروهای دافعه یا جاذبه) بین اتم‌های موجود در مولکول‌ها می‌باشند. قدرت پیوندهای غیر کووالانسی (در دامنه ۷-۱ kcal/mol) به مراتب کمتر از قدرت پیوندهای کووالانسی (حداقل ۵۰ kcal/mol) می‌باشد؛ لذا پیوندهای غیر کووالانسی براحتی بوجود آمده و براحتی نیز از بین می‌روند.

* انواع تعاملات ضعیف غیر کووالانسی:

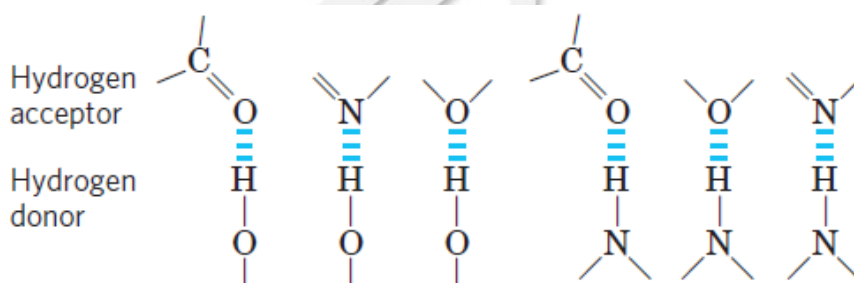
- (۱) پیوندهای هیدروژنی
- (۲) تعاملات الکترواستاتیک
- (۳) تعاملات واندروالس
- (۴) تعاملات آگریز

پیوند هیدروژنی

در یک پیوند هیدروژنی^۱، یک اتم هیدروژن توسط دو اتم الکترون‌گاتیو (اکسیژن و نیتروژن) به اشتراک گذاشته می‌شود. به عبارت دیگر هر پیوند هیدروژنی دارای ۲ جزء است:

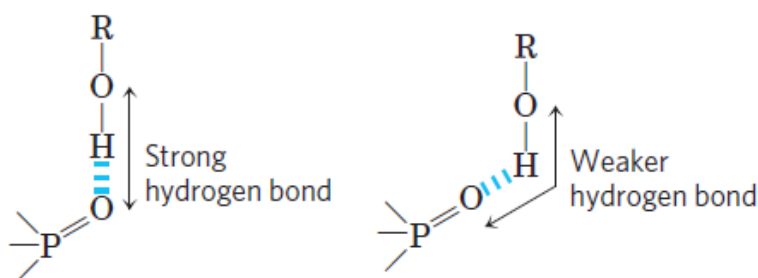
- (۱) دهنده هیدروژن: اتمی که هیدروژن با پیوند کووالانسی به آن متصل شده است.
- (۲) گیرنده هیدروژن: اتم دیگری که در تشکیل پیوند شرکت می‌کند (پذیرنده اتم هیدروژن).

* نمایش پیوند هیدروژنی:



نکته:

هرگاه اتم‌های تشکیل دهنده پیوند هیدروژنی در یک راستا قرار داشته باشند، پیوند هیدروژنی قوی‌تر است.



^۱ - H bond

* نقش پیوندهای هیدروژنی:

(۱) ایجاد ساختمان‌های سه بعدی پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک

(۲) انحلال مواد قطبی در آب

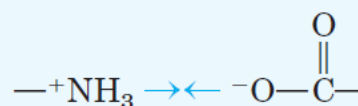
تفاعلات الکترواستاتیک

به نیروی جاذبه یا دافعه بین یون‌ها (گروه‌های باردار) بر حسب نوع بار الکتریکی اطلاق می‌شود.

* جاذبه‌های یونی: بین دو گروه با بار مخالف بوجود می‌آیند که به آن‌ها اتصالات نمکی یا پل‌های نمکی یا پیوندهای یونی نیز گفته می‌شود.

گروه‌های کربوکسیل و فسفریل جزء مهمترین گروه‌های با بار منفی و گروه آمین جزء مهمترین گروه‌های با بار مثبت موجود در سیستم‌های بیولوژیکی هستند که در تعاملات الکترواستاتیک شرکت می‌کنند.

Ionic interactions
Attraction



Repulsion



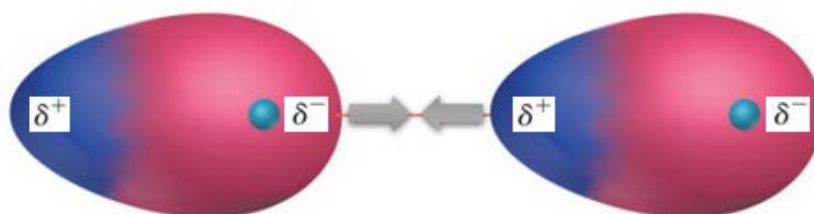
* نقش تعاملات الکترواستاتیک:

شکل‌گیری ساختمان‌های ماکرومولکولی و تعاملات پروتئینی نظیر آنزیم با سوبسترا، هورمون با گیرنده، آنتی‌ژن با آنتی‌بادی و پروتئین با DNA.

تفاعلات واندروالس (ضعیف‌ترین نوع پیوندهای غیر کووالانسی)

تفاعلات واندروالس^۲ (نیروهای لاندن^۳) حاصل واکنش‌های الکترواستاتیک زودگذر می‌باشد.

اساس ایجاد جاذبه‌های واندروالس، تغییرات تصادفی بار الکتریکی موجود در اطراف یک اتم در نتیجه حرکت الکترون‌ها حول هسته می‌باشد.



² - Vander Waals interactions

³ - London forces

نکته: اگرچه جاذبه‌های واندروالسی بسیار ضعیف هستند اما وقتی سطوح دو مولکول بزرگ به یکدیگر نزدیک می‌شوند، تعداد زیادی از اتم‌ها در تماس واندروالسی یکدیگر قرار می‌گیرند که نتیجه آن می‌تواند جاذبه قابل توجه باشد و این موضوع اهمیت تعاملات واندروالسی را روشن می‌سازد.

* نقش جاذبه‌های واندروالسی:

شکل‌گیری و حفظ ساختمان ماکرومولکول‌ها نظیر پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و غشاءهای بیولوژیک.

تعاملات آبگریز

مولکول‌های غیر قطبی در محیط آبی تمایل دارند بصورت مجتمع باشند. این به هم پیوستگی را جاذبه‌های آبگریز یا هیدروفوب^۴ گویند. اساس ایجاد جاذبه‌های غیرقطبی، تمایل واقعی مولکول‌های غیرقطبی به یکدیگر نیست. در واقع، این جاذبه‌ها به دلیل تمایل بالای مولکول‌های آبگریز برای دوری از مولکول‌های آب ایجاد می‌گردد.

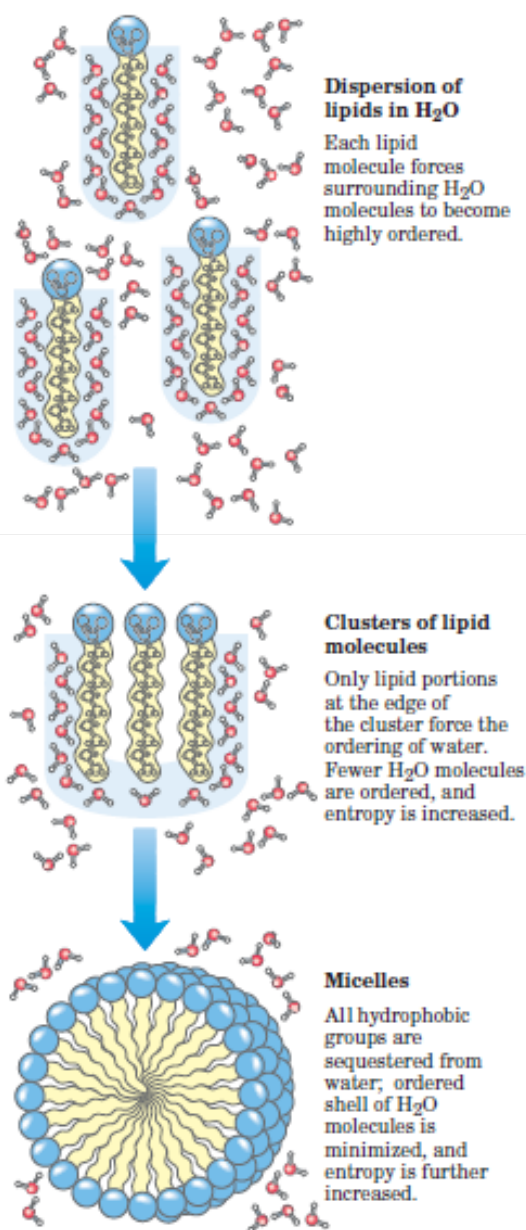
نکته:

جاذبه‌های آبگریز نیروهای مهمی در تا شدن پروتئین‌ها، اتصال سوبستراها به آنزیم‌ها و تشکیل غشاءها می‌باشند.

برهمکنش‌های هیدروفوبی ناشی از وجود نیروی جاذبه ذاتی بین بخش‌های غیر قطبی نیست؛ بلکه نتیجه پایداری ترمودینامیک حاصل از افزایش بی‌نظمی در حلال (بعنوان مثال آب) می‌باشد.

ویژگی‌های عمومی بیومولکول‌ها

در عین پیچیدگی ساختمانی، قسمت عمده مولکول‌های زیستی از عناصر هیدروژن، کربن، نیتروژن، اکسیژن، گوگرد و فسفات تشکیل می‌شود. عاملی که در ایجاد پیچیدگی ساختمانی بیومولکول‌ها نقش دارد، نظم و ترتیب اتصال این اتم‌ها به یکدیگر می‌باشد.



⁴ - Hydrophobic

کربن

عنصر اصلی در ایجاد بیومولکول‌ها بوده و چهار ظرفیتی است. توانایی تشکیل پیوندهای کووالانس یگانه، دوگانه و سه‌گانه و همچنین توانایی تشکیل ساختمان‌های خطی، شاخه‌دار و حلقوی را داراست.

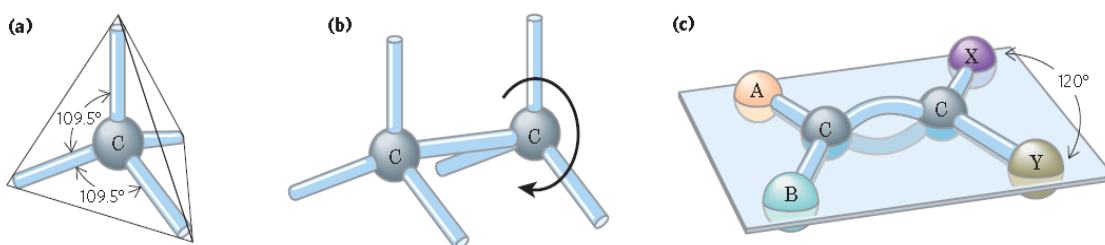
نکته: به ترکیباتی که دارای اسکلت کربنی هستند ترکیبات آلی^۵ می‌گویند.

* هندسه پیوندهای کربن: چهار پیوند کووالانس یگانه در اتم کربن دارای آرایش چهار وجهی با زاویه پیوندی 109.5° درجه می‌باشند.

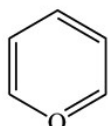
نکته:

(۱) حول پیوندهای یگانه چرخش آزاد وجود دارد، حال آنکه پیوندهای دوگانه سخت بوده و اجازه چرخش آزاد را نمی‌دهند.

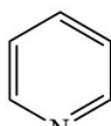
(۲) پیوندهای دوگانه طول کوتاه‌تر و انرژی بیشتری در مقایسه با پیوندهای یگانه دارند.



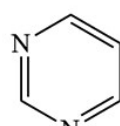
مهمترین ساختمان‌های حلقوی موجود در بیومولکول‌ها



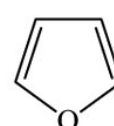
Pyran



Pyridine



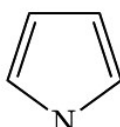
Pyrimidine



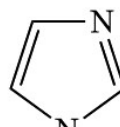
Furan



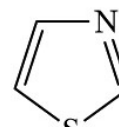
Thiophene



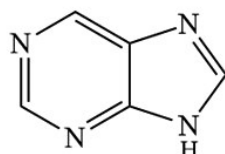
Pyrrole



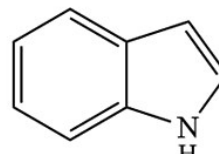
Imidazole



Thiazole



Purine

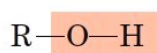


Indole

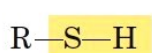
گروه‌های عاملی

مجموعه‌ای از چند اتم که با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده و خصوصیات مشخصی را ایجاد می‌کنند.

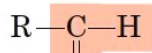
انواع گروه‌های عاملی موجود در بیومولکول‌ها



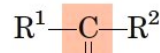
Hydroxyl
(alcohol)



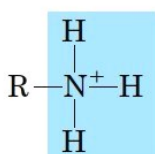
Sulfhydryl



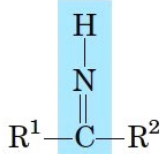
Carbonyl
(aldehyde)



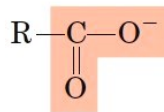
Carbonyl
(ketone)



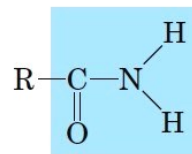
Amino



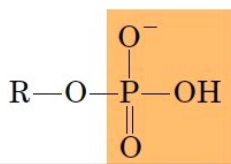
Imine



Carboxyl



Amido



Phosphoryl

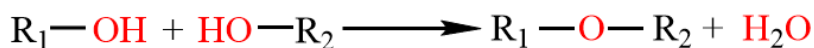
نکته: اساس ایجاد ماکرومولکول‌ها واکنش گروه‌های عاملی با یکدیگر و تشکیل پیوند کووالانسی بین آن‌هاست.

* معرفی انواع الکل‌ها و آمین‌ها

انواع پیوندهای بین گروه‌های عاملی

پیوند اتری

واکنش بین دو گروه هیدروکسیل

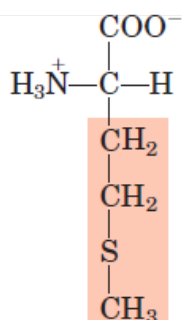
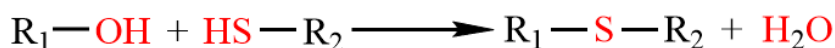


نکته:

وقتی حداقل یکی از گروه‌های هیدروکسیل شرکت کننده در این نوع از پیوند مربوط به یک ترکیب قندی باشد، پیوند حاصل را **پیوند گلیکوزیدی** می‌گویند. بنابراین پیوند گلیکوزیدی نوعی پیوند اتری است.

پیوند تیواتری

پیوند ایجاد شده بین یک گروه هیدروکسیل و یک گروه تیول (سولفیدریل)



Methionine

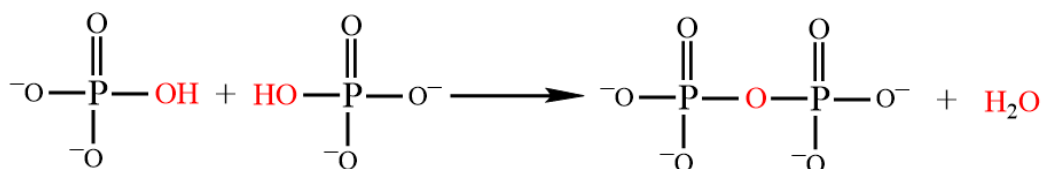
✓ مثال: اسید آمینه متیونین.

انیدرید

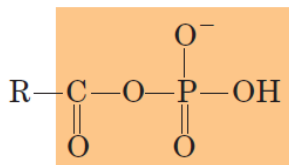
انیدریدها حاصل آگیری از اسیدها هستند. وقتی دو مولکول اسیدی نظیری فسفات، با برداشت یک مولکول آب از طریق یک پل اکسیژنی به یکدیگر متصل شوند، پیوند از نوع انیدریدی خواهد بود.

نکته: انیدرید نوعی پیوند پر انرژی است.

✓ مثال: اتصال دو فسفات انتهایی موجود در ATP از طریق پیوندهای فسفوانیدریدی است.

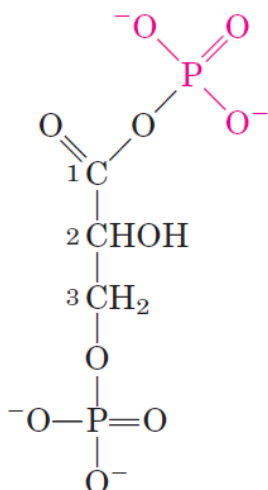


Mixed anhydride
(carboxylic acid and
phosphoric acid;
also called acyl
phosphate)



نکته: اگر انیدرید از ترکیب دو گروه اسیدی متفاوت
ایجاد شود به آن **انیدرید مخلوط** می‌گویند.

برای مثال اتصال گروه فسفات به گروه کربوکسیل
انیدرید مخلوط ایجاد می‌کند.

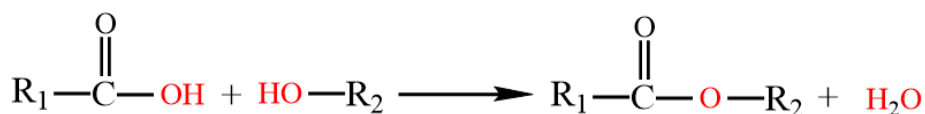


1,3-Bisphosphoglycerate

✓ مثال: پیوند موجود در ۱،۳- بیس فسفوگلیسرآت (موقعیت $\text{S}_{\text{N}}1$).

پیوند استری

پیوند استری حاصل واکنش بین گروه‌های هیدروکسیل (یک الکل آلی) و کربوکسیل (یک اسید آلی) می‌باشد.

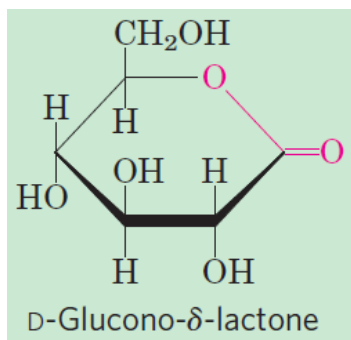


✓ مثال: پیوند موجود در ساختمان تری گلیسیرید.

نکته:

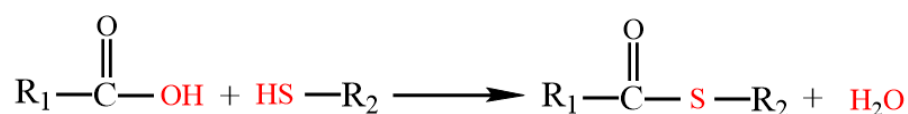
در صورتی که هر دو گروه هیدروکسیل و کربوکسیل بر روی یک مولکول باشند، طی واکنش بین آن‌ها یک استر داخلی ایجاد شده
و ترکیب حاصل **لاکتون** نامیده می‌شود. به بیان دیگر، لاکتون اشاره به یک استر درون مولکولی دارد.

✓ مثال: استر موجود در کربوهیدرات‌های اکسید شده نظیر گلوکونولاکتون.



پیوند تیو استر

اگر به جای گروه هیدروکسیل، یک گروه سولفیدریل با گروه کربوکسیل واکنش نماید، پیوند حاصل یک پیوند تیو استر خواهد بود.



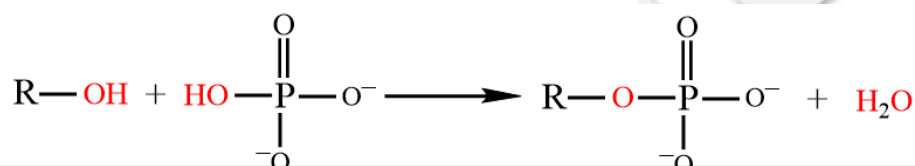
نکته:

پیوند تیو استری یک پیوند پر انرژی بوده و از آن برای فعال سازی اسیدهای آلی استفاده می شود.

✓ مثال: پیوند تشکیل شده هنگام اتصال استیل به کوآنزیم آ.

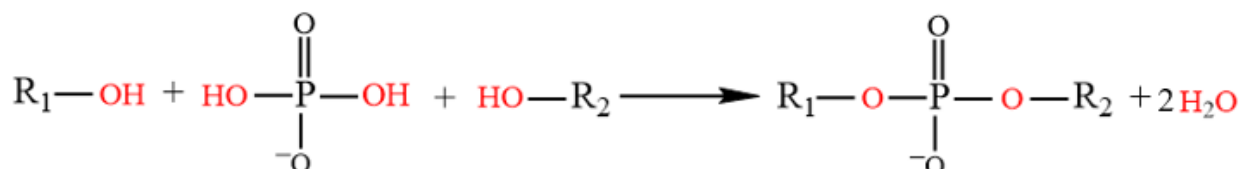
پیوند فسفو استر

واکنش بین یک گروه های هیدروکسیل و فسفریک اسید.



نکته:

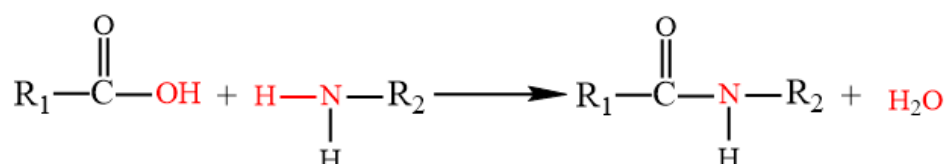
پیوند گروه فسفریل با دو گروه هیدروکسیل تولید پیوند فسفودی استر می کند.



✓ مثال: پیوند موجود در ساختمان فسفولیپیدها و پل های ارتباطی بین نوکلئوتیدها در ساختمان اسیدهای نوکلئیک.

پیوند آمیدی

پیوند آمیدی بین گروه های کربوکسیل و آمینو بوجود می آید.



نکته: پیوند پپتیدی که در ساختمان پروتئین ها وجود دارد نوعی پیوند آمیدی است. همچنین پیوند آمیدی در ساختمان اسفنگولیپیدها نیز وجود دارد.

پیوند دی سولفیدی

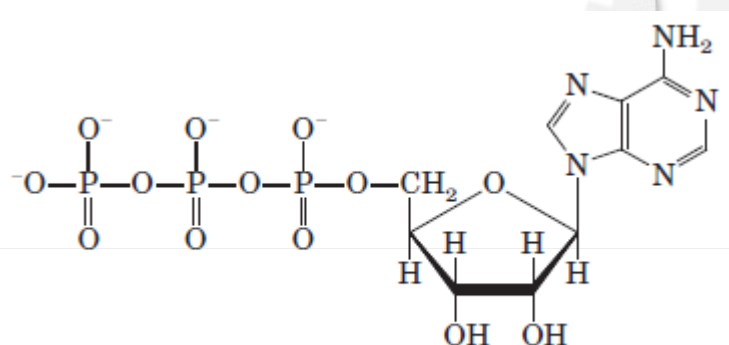
طی واکنش دو گروه سولفیدریل ایجاد می شود.



نکته:

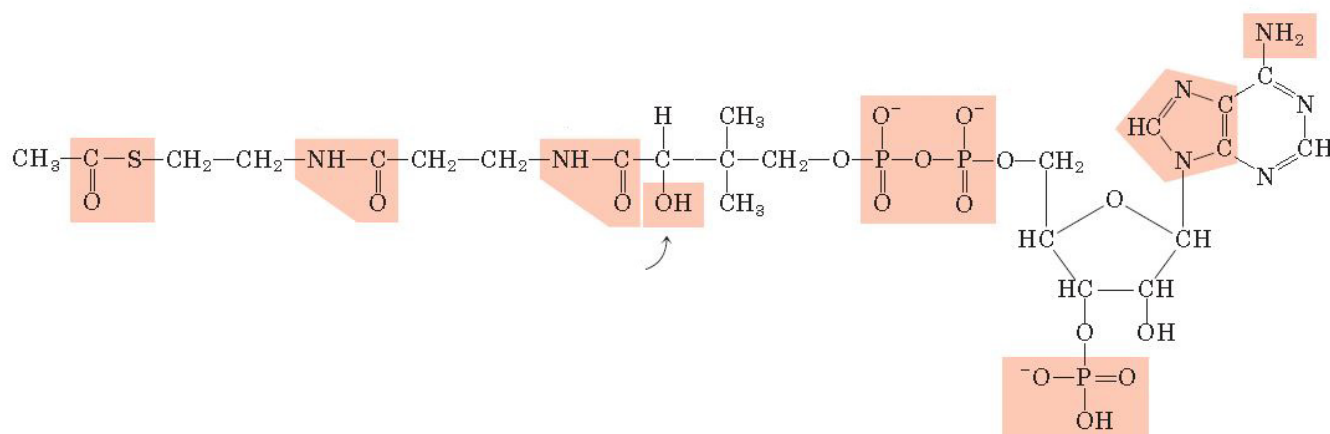
با افزودن دو اتم هیدروژن به پیوند دی سولفیدی، می توان مجدداً گروه های سولفیدریل آزاد را ایجاد کرد؛ در واقع تشکیل و تجزیه پیوندهای دی سولفیدی طی واکنش های اکسیداسیون - احیاء انجام می شود.

آدنوزین تری فسفات (ATP)



Adenosine triphosphate (ATP)

استیل کوآنزیم آ



ایزومرها

مولکول‌هایی که فرمول شیمیایی یکسانی دارند ولی آرایش اتم‌های آن‌ها در فضا با یکدیگر متفاوت است.

* انواع ایزومرها:

- (۱) ساختمانی: تفاوت از نظر توالی اتم‌های موجود در مولکول نظیر وجود شاخه، موقعیت شاخه و ...
- (۲) فضایی: اختلاف از نظر آرایش فضایی اتم‌ها بواسطه نحوه قرارگیری اتم‌ها حول پیوند دوگانه یا کربن نامتقارن.

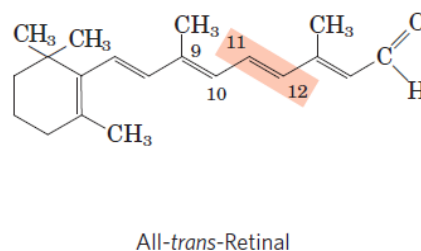
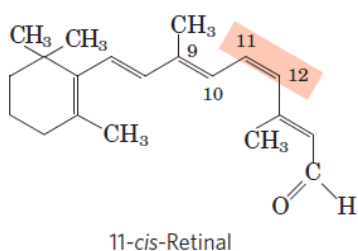
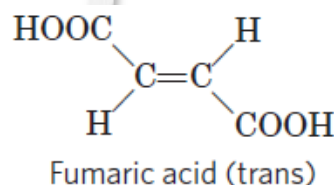
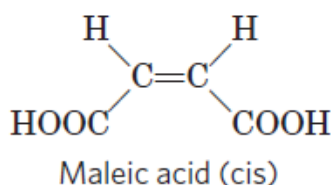
(۱) ایزومرهای سیس و ترانس (Cis & Trans):

ایزومرهای سیس و ترانس محصول آرایش فضایی اتم‌ها اطراف پیوند دوگانه می‌باشند. چرخش آزاد حول پیوند دوگانه ممکن نیست؛ از این‌رو، گروه‌های متصل به کربن‌های حاوی بند دوگانه در فضا نسبت به یکدیگر ثابت هستند.

ایزومر Cis: اگر دو گروه حجیم در یک سمت باشند.

ایزومر Trans: اگر دو گروه حجیم در طرفین باشند.

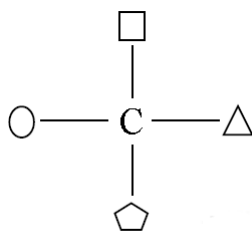
نکته: ایزومر ترانس نسبت به ایزومر سیس پایدارتر است.



نکته:

علت کاهش نقطه ذوب در اسیدهای چرب غیر اشباع طبیعی، وجود پیوند دوگانه از نوع سیس است.

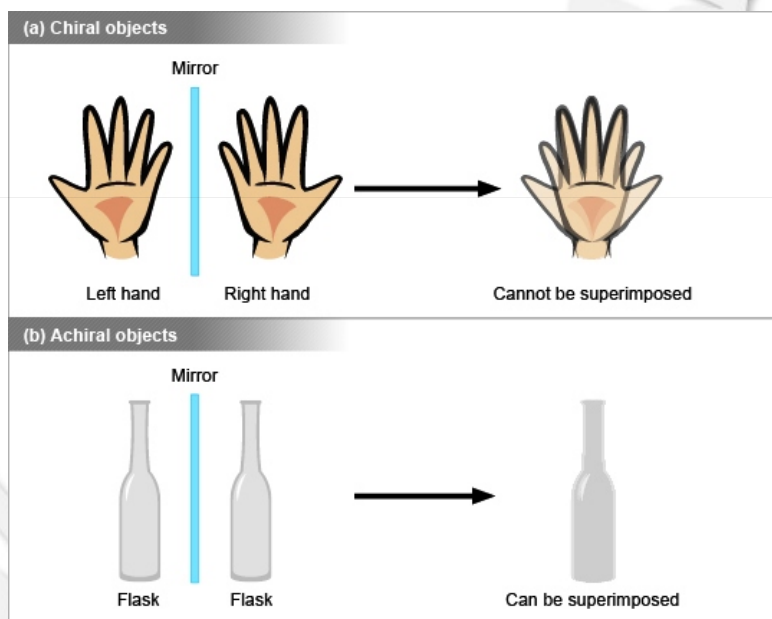
۲) کربن نامتقارن^۶: اتم کربنی که به آن چهار استخلاف مختلف متصل می‌باشد.



کربن نامتقارن در فضا به دو شکل مشاهده می‌شود. این دو شکل را می‌توان به اشکال دست راست و چپ یک فرد تشبیه کرد، به همین دلیل به کربن‌های نامتقارن مراکز کایرال^۷ می‌گویند.

انانتیومر

انانتیومرها جفت‌های ایزومری فضایی (حاصل از کربن نامتقارن) هستند که تصویر آینه‌ای غیرقابل انطباق یکدیگر می‌باشند.



نکته:

انانتیومرها خواص شیمیایی یکسانی دارند اما خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی آن‌ها متفاوت است:

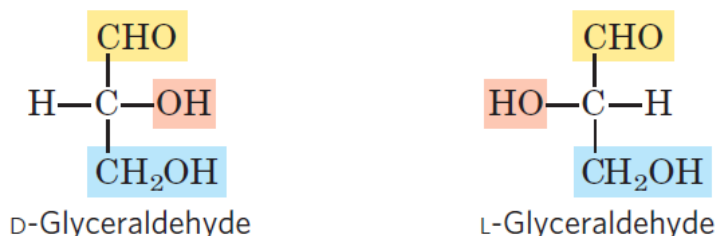
- ۱) نور پلاریزه را بطور مساوی ولی در جهت‌های مختلف می‌چرخاند (خصوصیت فیزیکی).
- ۲) سرعت واکنش آن‌ها با آنزیم‌ها متفاوت است (خصوصیت بیولوژیکی).

^۶ - Asymmetric

^۷ - Chiral

* نمایش انانتیومرها:

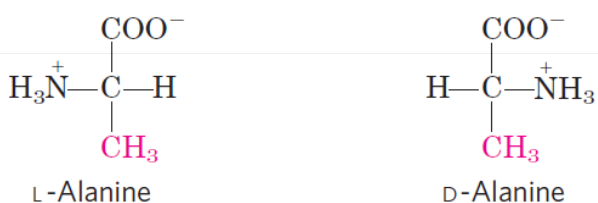
برای تعیین آرایش فضایی چهار استخلاف اتم‌های کربن نامتقارن از آرایش فضایی مطلق قند سه کربنه گلیسرآلدئید استفاده شده و آرایش فضایی سایر قندها و اسیدهای آمینه در مقایسه با آن مشخص می‌شوند.



شرح نامگذاری:

در گلیسرآلدئید کربن میانی به دلیل داشتن چهار استخلاف مختلف (شامل گروه آلدیدی، گروه هیدروکسیل، گروه الکلی نوع اول و اتم هیدروژن) از نوع نامتقارن می‌باشد. برای نمایش دو انانتیومر گلیسرآلدئید، گروه آلدیدی در بالا، گروه الکلی نوع اول در پایین و گروه هیدروکسیل به همراه اتم هیدروژن در طرفین کربن نامتقارن قرار داده می‌شوند. برحسب قرارداد، هرگاه گروه هیدروکسیل در سمت راست باشد، انانتیومر از نوع D و هرگاه گروه هیدروکسیل در سمت چپ باشد انانتیومر از نوع L می‌باشد.

* انانتیومرهای D و L در اسیدآمینه آلانین:



در آلانین، گروه کربوکسیل بالا قرار می‌گیرد.

وجود عامل آمین در طرفین کربن نامتقارن نوع انانتیومر را تعیین می‌کند.

نکته: به مخلوطی از ایزومرهای فضایی D و L با مولاریته یکسان، **مخلوط راسمیک** می‌گویند و آن را با علامت DL نمایش می‌دهند.

اثر بر روی نور پلاریزه

ترکیبات نامتقارن نور پلاریزه را منحرف می‌کنند. یکی از راه‌های شناسایی انانتیومرها بررسی اثر آن‌ها بر نور پلاریزه است.

* ترکیب راست‌گردان: ترکیبی که نور پلاریزه را به سمت راست منحرف می‌کند و آن را با علامت d یا (+) نشان می‌دهند.

* ترکیب چپ‌گردان: ترکیبی که نور پلاریزه را به سمت چپ منحرف می‌کند و آن را با علامت l یا (-) نشان می‌دهند.

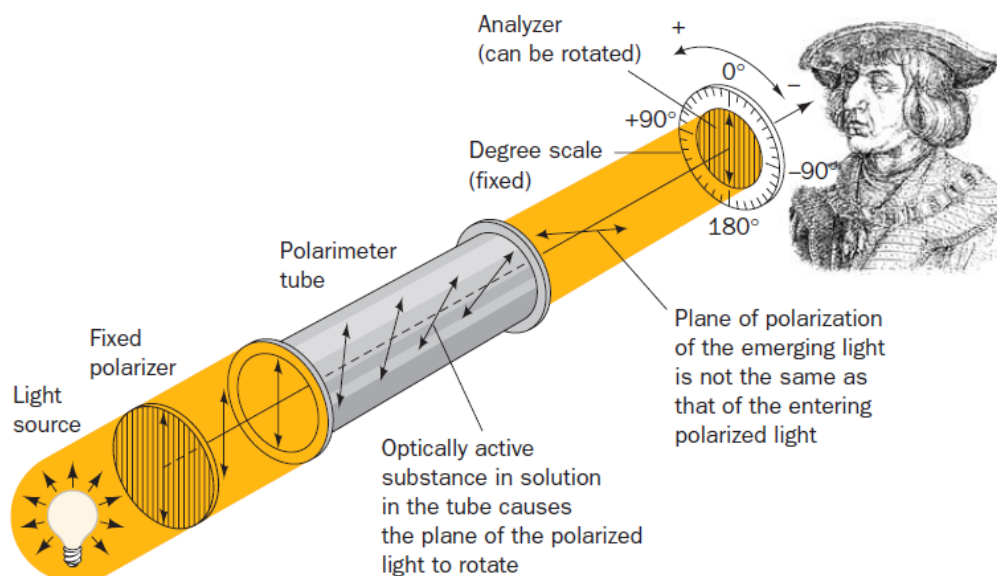
نکته: D و L بودن یک ترکیب نامتقارن، ارتباطی با راست‌گردان یا چپ‌گردان بودن آن ندارد.

✓ مثال: D- گلوکز نور پلاریزه را به سمت راست و D- فروکتوز آن را به سمت چپ منحرف می‌کند. به همین دلیل D- گلوکز را دکستروز^۸ (قند راست‌گردان) و D- فروکتوز را لولوز^۹ (قند چپ‌گردان) می‌گویند.

^۸ - Dextrose

^۹ - Levulose

دستگاه پلاریومتر: جهت سنجش میزان انحراف نور پلاریزه



Schematic diagram of a polarimeter. This device is used to measure optical rotation.

نکته:

۱. مخلوط راسمیک اثری بر نور پلاریزه ندارد.

۲. دو انانتیومر یک ترکیب نور پلاریزه را در خلاف جهت هم منحرف می کنند، یعنی اگر یکی + بود دیگری حتماً - است.

چرخش ویژه (Specific rotation)

مقیاسی کمی از فعالیت نوری مولکول ها بوده و از رابطه زیر بدست می آید:

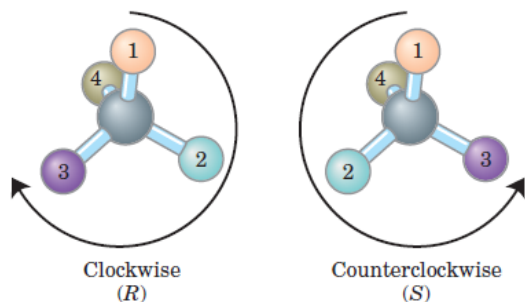
$$[\alpha] = \frac{\text{چرخش مشاهده شده (}^\circ\text{)}}{\text{غلظت (g/mL)} \times \text{طول لوله پلاریومتر (dm)}}$$

نکته:

ایزومر D قندها و ایزومر L آمینو اسیدها در طبیعت فراوان تر است.

نامگذاری R و S

نوع دیگری از نامگذاری کربن نامتقارن است. در این سیستم R معادل D و S معادل L است.



دیاسترومر

ایزومرهای فضایی دیاسترومری تصاویر آینه‌ای یکدیگر نیستند.

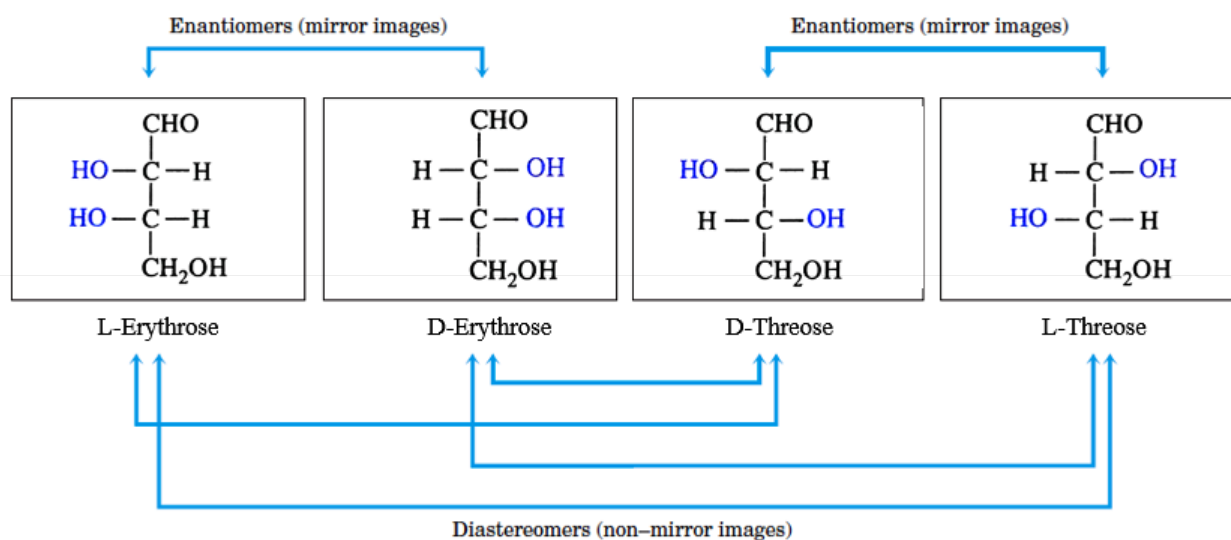
انانتیومرها حداقل دارای یک کربن نامتقارن هستند. اگر در یک مولکول بیشتر از یک کربن نامتقارن وجود داشته باشد، علاوه بر انانتیومرها، ایزومرهای فضایی دیگری نیز وجود خواهند داشت که تحت عنوان دیاسترومرها طبقه‌بندی می‌شوند.

نکته: تعداد ایزومرهای فضایی حاصل از کربن‌های نامتقارن با فرمول 2^n قابل محاسبه است که n در آن برابر با تعداد کربن نامتقارن می‌باشد.

تعداد جفت‌های انانتیومری از رابطه 2^{n-1} محاسبه می‌شود.

✓ مثال: تعداد ایزومرهای فضایی آلدوتروزها (قندهای چهارکربنه حاوی عامل آلدیدی) با دو کربن نامتقارن برابر با 2^2 یا ۴ می‌باشد.

ایزومرهای فضایی آلدوتروزها



* ترکیب Prochiral:

ترکیبات آلی متقارنی که پس از انجام یک واکنش نامتقارن می‌شوند اصطلاحاً پروکایرال نامیده می‌شوند.

✓ مثال: سیتрат و گلیسرول

* ترکیب Meso:

ترکیبات نامتقارنی که بدلیل داشتن تقارن درون مولکولی اثری بر نور پلاریزه ندارند اصطلاحاً مزو نامیده می‌شوند.

✓ مثال: تارتاریک اسید

آرایش فضایی بیومولکول‌ها

فعالیت بیومولکول‌ها تحت تأثیر آرایش فضایی آن‌ها قرار دارد.

* شکل بومی (Native):

شکل ساختمانی مشخصی که در آن بیومولکول فعالیت ویژه‌ای را انجام می‌دهد شکل بومی یا Native می‌گویند.

کونفورماسیون و کونفیگوراسیون

این دو واژه برای بیان آرایش فضایی بیومولکول‌ها استفاده می‌شوند.

* کونفورماسیون¹⁰: آرایش‌های فضایی که بدون شکسته شدن پیوندهای کووالانسی قابل تبدیل به یکدیگر باشند.

✓ مثال:

۱. فرم‌های سخت (Tense; T) و شل (Relax; R) در مولکول هموگلوبین.

۲. فرم‌های صندلی و قایقی در قندها.

✍ نکته:

کونفورماسیون‌های مختلف یک مولکول معمولاً نتیجه‌ی آزادی چرخش حول پیوند یگانه هستند.

* کونفیگوراسیون¹¹: آرایش‌های فضایی که برای ایجاد به تجزیه یا تشکیل پیوندهای کووالانسی نیاز دارند.

✓ مثال: ایزومرهای فضایی حاصل از پیوندهای دوگانه (سیس - ترانس) و کربن‌های نامتقارن (انانتیومرها و دیاسترومرها).

✍ نکته:

دلیل قرارگیری ایزومرهای سیس - ترانس، انانتیومرها و دیاسترومرها در جزء کونفیگوراسیون‌ها به این خاطر است که این‌ها تنها زمانی به یکدیگر تبدیل می‌شوند که پیوند کووالانسی در آن‌ها شکسته و سپس تشکیل شود.

¹⁰ - Conformation

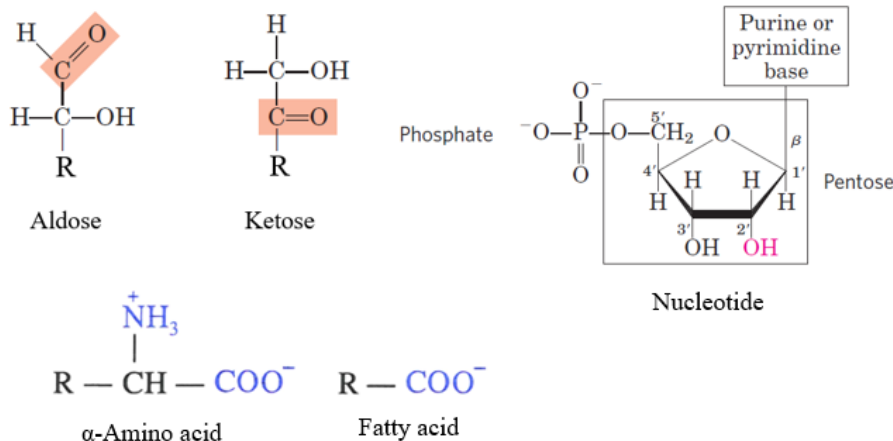
¹¹ - Configuration

سلسله مراتب ساختمانی

سطح اول: تولید بیومولکول‌ها

مهمترین بیومولکول‌ها عبارت هستند از:

- (۱) مونوساکاریدها
- (۲) اسیدهای چرب
- (۳) اسیدهای آمینه
- (۴) نوکلئوتیدها

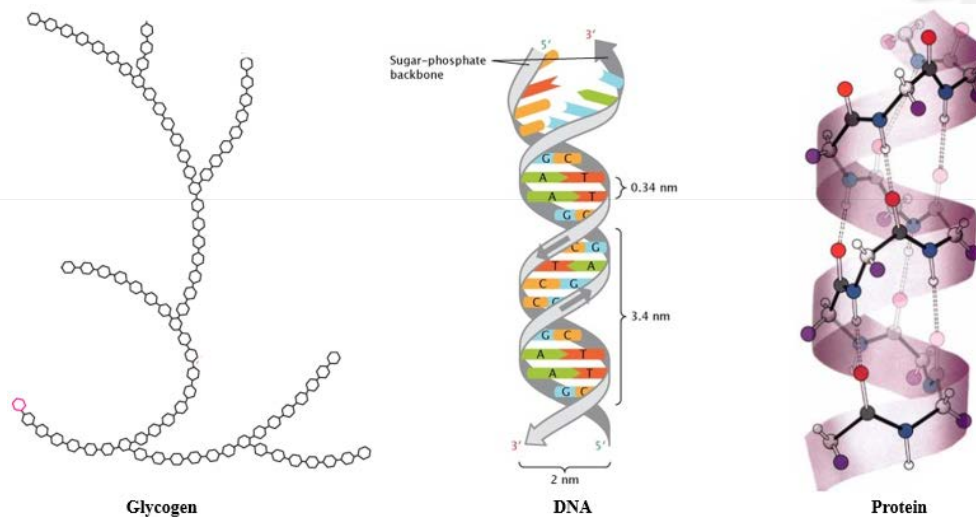


ساختمان عمومی چهار بیومولکول اصلی

سطح دوم: تولید ماکرومولکول‌ها

ماکرومولکول‌های اصلی بدن به چهار دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- (۱) پلی‌ساکاریدها
- (۲) پروتئین‌ها
- (۳) اسیدهای نوکلئیک
- (۴) لیپیدها



نکته: تمامی ماکرومولکول‌ها از بلوک‌های ساختمانی یا مونومرهای مشخصی ایجاد می‌گردند.

واحد منومری	ماکرومولکول
مونوساکاریدها	پلی‌ساکاریدها
اسیدهای آمینه	پروتئین‌ها
نوکلئوتیدها	اسیدهای نوکلئیک

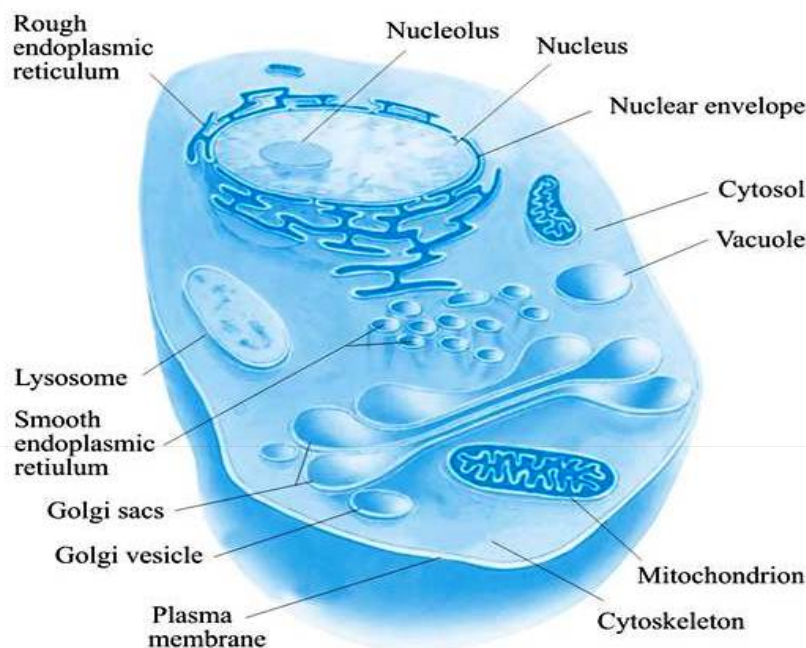
نکته: لیپیدها پلیمر محسوب نمی‌شوند اما جزء مشترکی که تقریباً در همه‌ی لیپیدها وجود دارد اسید چرب است.

نکته: اضافه شدن هر واحد مونومری به یک زنجیره‌ی ماکرومولکولی طی واکنش گنداساسیون^{۱۲} یا سنتز آبدهی صورت می‌گیرد.

مشخصه این واکنش‌ها برداشت یک مولکول آب برای افزودن هر واحد مونومری می‌باشد.

نکته: مونومری که به این ترتیب در داخل یک زنجیره در حال ساخت قرار داده می‌شود اصطلاحاً **ریشه** یا **Residue** (یا باقیمانده حاصل از برداشت یک مولکول آب) نامیده می‌شود.

اجزاء یک سلول حیوانی



* مهمترین اندامک‌های درون سلولی احاطه شده توسط غشاء شامل موارد زیر می‌باشد:

- (۱) هسته
- (۲) شبکه‌های اندوپلاسمی
- (۳) میتوکندری
- (۴) دستگاه گلژی
- (۵) لیزوزوم
- (۶) پراکسیزوم

ژنوم سلول‌های یوکاریوتی اساساً در داخل هسته قرار دارد که توسط دو غشاء دو لایه احاطه شده است.

* **سندرم هاجینسون-گیلفورد:** نقص ژنتیکی در پوشش هسته (پروتئین Lamina A) وجود دارد. مبتلایان سرعت افزایش سن بالایی داشته (۶ تا ۸ برابر بیشتر) و پیش از سن جوانی می‌میرند. نام دیگر آن سندرم پیری زودرس است.

شبکه اندوپلاسمی (ER)

یک شبکه بسیار پیچیده از ساختمان‌های غشایی گسترده و منشعب می‌باشد که با پوشش هسته در ارتباط است.

* شبکه اندوپلاسمی صاف (SER): در بیوسنتز لیپیدها و متابولیسم ترکیبات مختلف نظیر داروها و سموم نقش دارد.

* شبکه اندوپلاسمی خشن (RER): از اتصال ریبوزوم‌های در حال سنتز پروتئین‌ها بوجود می‌آید.

نکته: به تکه‌های حاصل از شبکه اندوپلاسمی پس از تخریب یک سلول میکروزوم می‌گویند. بنابراین میکروزوم در سلول سالم وجود ندارد.

کمپلکس گلژی

سیستم‌هایی از کیسه‌های پهن غشایی هستند که بین شبکه اندوپلاسمی و غشاء سلول قرار داشته و در دسته‌بندی، بسته‌بندی و ارسال پروتئین‌ها نقش دارند.

یکی از نقش‌های مهم کمپلکس گلژی گلیکوزیلاسیون اختصاصی پروتئین‌هاست.

لیزوزوم

وزیکول‌های کروی هستند که آنزیم‌های مربوط به هضم پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، اسیدهای نوکلئیک و لیپیدها را دارند.

نکته: آنزیم‌های لیزوزومی در pH اسیدی (حدود ۵) فعال هستند.

نکته: لیزوزوم در فرایند آپوپتوز نقش دارد.

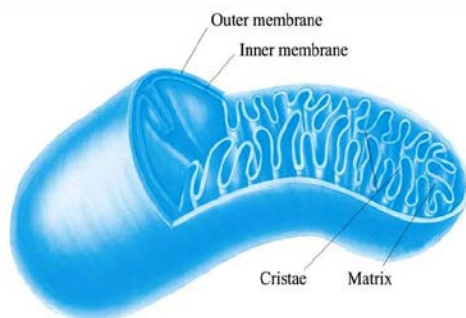
* **I Cell Disease:** نوعی بیماری ذخیره‌ای لیزوزومی است که به علت نقص در آنزیم N-استیل گلوکز آمین فسفو ترانسفراز هدایت آنزیم‌های لیزوزومی مختل می‌شود. مارکر پروتئین‌های لیزوزومی ترکیب مانوز ۶- فسفات است.

* **بیماری ذخیره‌ای Wolman:** به علت نقص در آنزیم لیزوزومی اسید لیپاز ایجاد می‌شود که با تجمع تری‌گلیسیرید در لیزوزوم همراه است. همچنین این نقص آنزیمی منجر به بیماری ذخیره‌ای استر کلسترول در لیزوزوم نیز می‌شود.

* **لیپوفوشین:** به اجسام باقیمانده حاصل از هضم مواد داخل لیزوزوم‌ها اطلاق می‌شود که حاوی رنگدانه، اسید چرب و پروتئین هستند. به لیپوفوشین رنگدانه سن نیز می‌گویند. در واقع رنگدانه سن^{۱۳} اختلال مربوط به پراکسیداسیون لیپیدها است.

¹³ - Age spot or age pigment

میتوکندری



کارخانه تولید انرژی در سلول‌های یوکاریوتی

دارای دو غشاء خارجی و داخلی.

غشاء خارجی: صاف و نسبت به مواد نفوذ پذیر.

غشاء داخلی: چین‌دار و نسبت به یون‌ها و مولکول‌ها نفوذ ناپذیر.

همچنین غشاء داخلی محل تجمع اجزاء پروتئینی زنجیر تنفس سلولی است که در تولید انرژی نقش دارد.

بخش درونی میتوکندری یا ماتریکس (میتوزول) حاوی آنزیم‌های متعددی است که در کاتابولیسم سوخت‌ها و تولید انرژی (نظیر آنزیم‌های مربوط به چرخه کربس) نقش دارند.

نکته: میتوکندری نیز در فرایند آپوپتوز (مسیر داخلی) نقش دارد.

پراکسی‌زوم‌ها (میکروبادی)

حاوی آنزیم کاتالاز برای خنثی سازی پراکسید هیدروژن (H_2O_2) است.

اسکلت سلولی

چهارچوب یا داربست داخلی در سلول‌های یوکاریوتی که بوسیله‌ی آن محتویات داخل سلولی سازماندهی می‌شوند.

نکته: اکتین و میکروتوبول جزء پروتئین‌های اسکلت سلولی محسوب می‌شوند.

* موتورهای مولکولی:

موتورهای مولکولی پروتئین‌هایی هستند که انرژی شیمیایی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند و برای جابجایی اندامک‌ها و حرکت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سه نوع پروتئین مکانوشیمیایی عبارت‌اند از:

(۱) میوزین^{۱۴}

(۲) دینئین^{۱۵}

(۳) کینزین^{۱۶}

¹⁴ - Myosin

¹⁵ - Dynein

¹⁶ - Kinesin

نکته: در ساختمان این پروتئین‌های موتوری یک ناحیه سر یا موتوری برای اتصال به ATP و هیدرولیز آن و یک ناحیه دُمی برای اتصال بار و انتقال آن وجود دارد.

نکته: کمپلکس اکتین با میوزین یک واحد انقباضی ایجاد می‌کند که در هنگام تقسیم سلولی در یوکاریوت‌ها، سیتوپلاسم را به دو بخش تقسیم کرده و در عضلات سبب انقباض عضلانی می‌گردد.

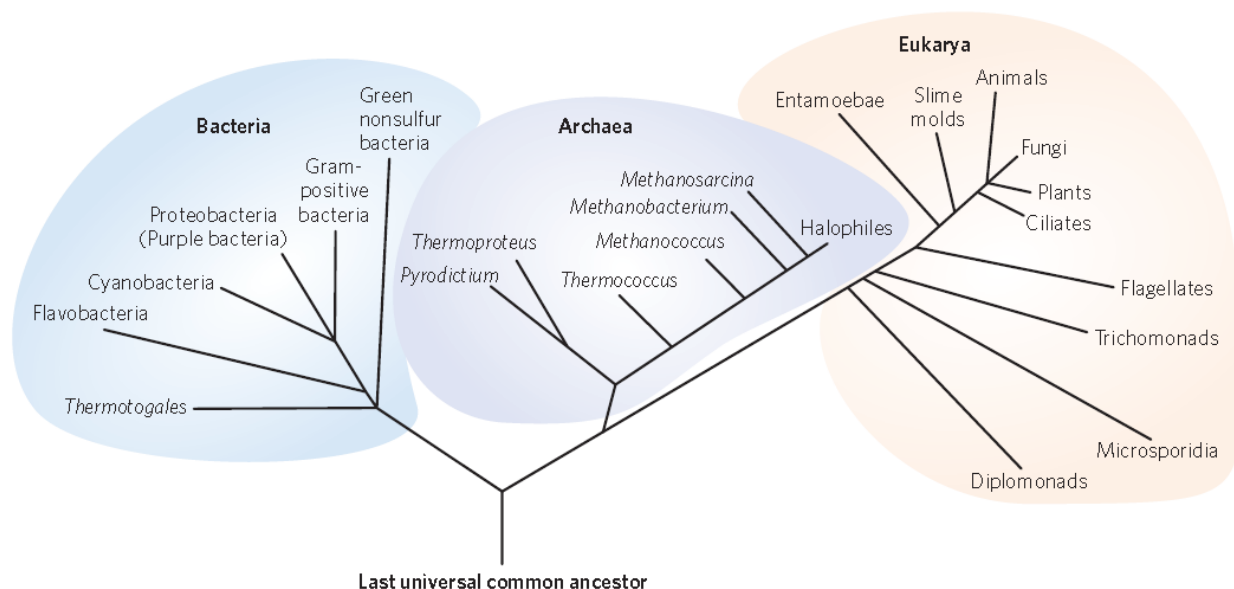
نکته: اتصال دینئین و کینزین سیتوپلاسمی به میکروتوبول‌ها سبب ایجاد واحدهای حرکتی در داخل سلول می‌شوند.

سیتوزول

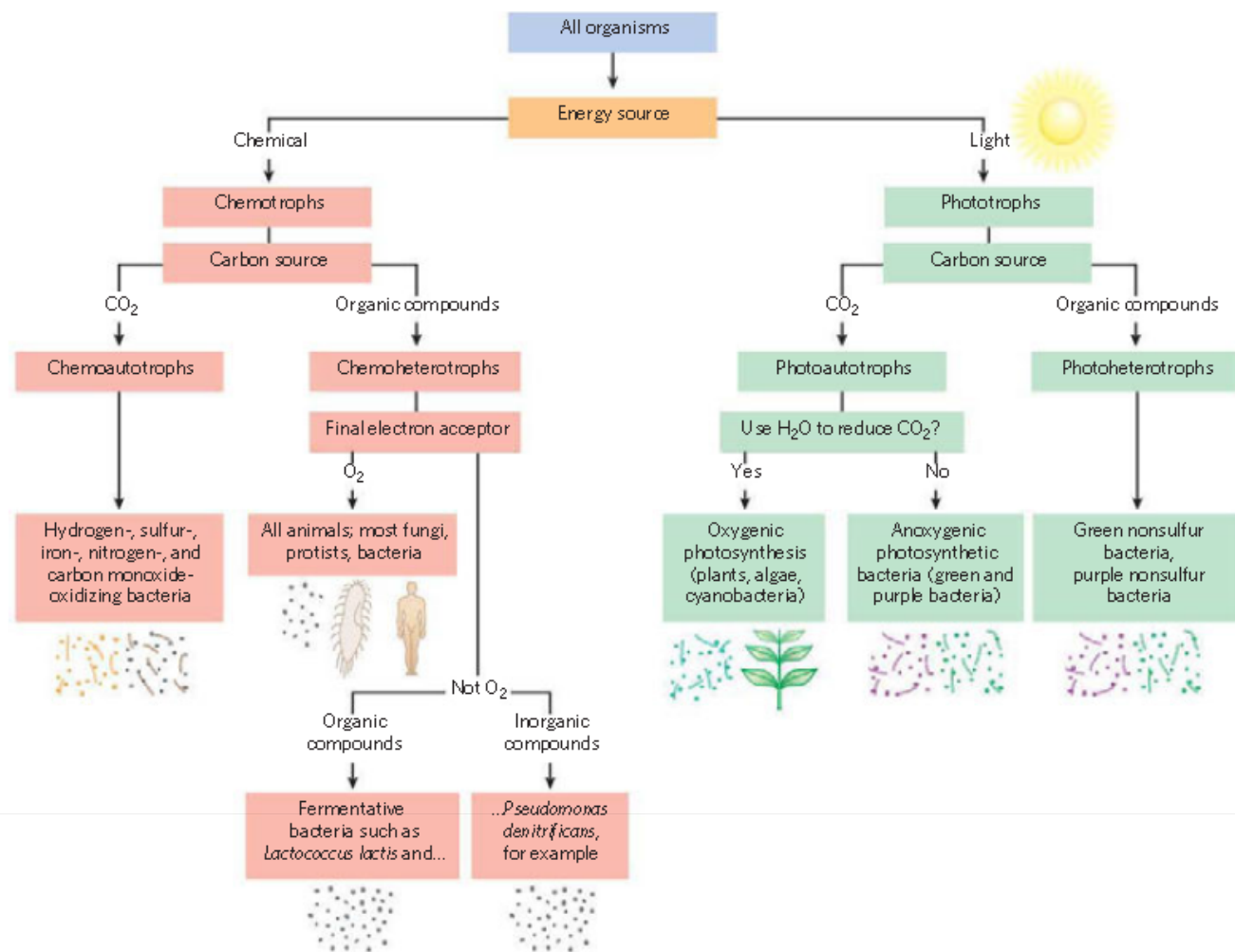
به سیتوپلاسم بدون اندامک‌ها و سایر اجزاء نامحلول سلولی سیتوزول می‌گویند. سیتوزول حاوی اجزاء محلول سلولی است.

قلمرو حیات

در یک نگاه کلی سلول‌ها به دو دسته پروکاریوت‌ها (باکتری‌ها و آرکی‌ها) و یوکاریوت‌ها تقسیم می‌شوند. هرچه شباهت ژن‌ها و پروتئین‌های موجودات مختلف به یکدیگر بیشتر باشد، از نظر تکاملی به یکدیگر نزدیک‌تر بوده و درخت فیلوژنیک (تصویر زیر) در موقعیت نزدیک‌تری نسبت به هم قرار می‌گیرند.



* تقسیم بندی موجودات مختلف برحسب منابع تأمین انرژی و کربن:



اساس بیوشیمیایی بیماری‌ها

بسیاری از بیماری‌های از جمله بیماری‌های قلبی - عروقی و سرطان‌ها بواسطه رادیکال‌ها و اکسیدان‌ها بوجود می‌آیند. این عوامل حتی در فرایند افزایش سن و پیری نیز نقش دارند.

* رادیکال چیست؟

هر اتم یا مولکول باردار یا بدون بار حاوی الکترون جفت نشده را رادیکال گویند که با یک نقطه توپر مثل X^{\bullet} نشان داده می‌شود.

آشکالی از اکسیژن که بطور نسبی احیاء شده‌اند را گونه‌های واکنشگر اکسیژن^{۱۷} می‌گویند.

انواع ROS عبارت‌اند از:

- (۱) آنیون سوپراکسید (O_2^-)
- (۲) پراکسید هیدروژن (H_2O_2)
- (۳) رادیکال هیدروکسیل (OH^\cdot)

* دفاع آنتی‌اکسیدانی:

عوامل شرکت‌کننده در دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن به چهار دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- (۱) پروتئینی: ترانسفرین (انتقال آهن در خون)، فریتین (ذخیره آهن در بافت)، سرولوپلاسمین (پروتئین حاوی مس).
- (۲) آنزیمی: سوپراکسید دیسموتاز (خنثی‌سازی آنیون سوپراکسید)، کاتالاز (خنثی‌سازی پراکسید هیدروژن).
- (۳) ویتامینی: ویتامین E (آنتی‌اکسیدان اصلی در فاز لیپیدی)، ویتامین C (آنتی‌اکسیدان موجود در فاز آبی).
- (۴) متابولیتی (مولکول‌های کوچک): گلوتاتیون، بیلی‌روبین، اسید اوریک.

نکته:

آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (در فاز آبی) و اسید اوریک و ویتامین E (در فاز لیپیدی) نوعی Chain breaking antioxidant محسوب می‌شوند (خاتمه‌دهنده واکنش‌های رادیکالی زنجیره‌ای).

* استرس اکسیداتیو^{۱۸}:

حالتی است که در آن به دلیل افزایش میزان عوامل اکسیدان و یا کاهش عوامل آنتی‌اکسیدان، آسیب قابل توجهی به اجزاء مختلف سلولی (از جمله پروتئین‌ها، لیپیدها و DNA) وارد می‌شود.

¹⁷ - Reactive Oxygen Species

¹⁸ - Oxidative stress

مقدمه و کلیات