



بیوشیمی پایه و بالینی

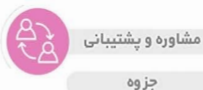
بر اساس آخرین سر فصل شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی

■ گردآوری و تألیف: هیمن مرادی سر دره

هاجر شگری افرا

صدرا سماورچی طهرانی

وحید زارع زاده



مقدمه ناستر

صفرتاخذ بیوشیمی پایه و بالینی ویژه دانشجویان علوم پزشکی سنا شامل خلاصه‌ای جامع، تکنیکی و طبقه‌بندی شده، می‌باشد که برای دانشجویان لیسانس و داوطلبان آزمونه‌ای تحصیلات تکمیلی نگارش شده است.

در کتاب‌های صفرتاخذ سعی شده است که هر مطلب و نکته‌ای که برای پوشش‌دهی سؤالات امتحانات پایان ترم و کنکور ارشد و دکتری نیاز است به همراه تست‌های پرتکرار در یک کتاب جمع‌آوری شود به طوری که خواننده به آنچه که خوبان همه دارند! یک‌جا دسترسی داشته باشد!! لذا به جای اینکه چند کتاب حجیم رفرنس را مطالعه کند، فقط با تهیه یک منبع این‌چنینی از سایر منابع بی‌نیاز گردد.

یک نکته مشاوره‌ای: اگر پس از مطالعه هر فصل قصد تست زدن و تمرین را دارید از کتاب‌های تاس (تست‌های تألیفی طبقه‌بندی شده) و کتاب گنجینه جامع سؤالات (تست‌های کنکوری طبقه‌بندی شده) استفاده کنید. اگر در دوران جمع‌بندی و نزدیک کنکور به سر می‌برید از کتاب جعبه‌ی سیاه (آزمون‌های کنکور سال به سال با پاسخ تشریحی) استفاده کنید. مسلماً این اثر حاصل تلاش یک زنجیره از افرادی است که برای آن از مؤلف گرفته تا تایپست، صفحه‌آرا، گرافیسیت، لیتوگرافی و کارگر چاپ، زحمات زیادی کشیده‌اند و از فروش هر نسخه از کتاب، روزی این افراد تأمین می‌شود. لذا از خوانندگان بخاطر اینکه از حقوق این افراد با کپی نکردن این کتاب چه به‌صورت فایل و یا کپی کاغذی حمایت می‌کنند متشکریم.

مدیریت مؤسسه علمی انتشاراتی سنا «سامانه نوین آموز»

دکتر منیره ملک‌ی - دکتر هادی طغیانی



جناب آقای دکتر همین مرادی (فارغ التحصیل دکترای بیوشیمی بالینی دانشگاه علوم پزشکی تهران) اهمیت علم و دانش در اسلام به قدری است که معجزه پیامبر اکرم (ص) نیز کتاب بود و در این کتاب نیز، اولین آیاتی که بر پیامبر (ص) نازل شده با امر به خواندن و کلماتی مانند قلم، و علم شروع شده است. به عقیده شخصی بنده (دکتر همین مرادی) اسلام در کنار اینکه آیینی مذهبی است، یک اطلس جامع سلامتی نیز می‌باشد که با رهنمودهای قرآنی و فرموده‌های پیامبر و ائمه اطهار توانسته است زندگی سالمی را برای انسان‌ها به ارمغان آورد. در این میان علم بیوشیمی نیز جایگاه خاصی در بین سایر رشته‌ها دارد از این منظر که مادر علم پزشکی است و باید برای شناسایی، درمان و رهایی فرد از بیماری به کار گرفته شود.

در حال حاضر در ایران کتاب‌های زیادی وجود دارند که با بهره‌گیری از آن‌ها می‌توان به علم آموزی بیوشیمی پرداخت به همین دلیل در این مقدمه، در رابطه با تمایز این کتاب با بقیه منابع در دسترس توضیح خواهیم داد. هدف ما از تالیف و جمع‌آوری این کتاب اشاره به تمام جزئیات مباحث بیوشیمی به صورت کاملاً جدید و با سبکی متفاوت است. کتاب صفر تا صد بیوشیمی پایه و بالین اولین کتاب بیوشیمی در ایران و به جرات می‌توان گفت در جهان است که سبک دسته‌بندی و تقسیم فصل‌های بیوشیمی را بهم ریخته و بیوشیمی را در ۸ بخش (الفای بیوشیمی، بیوشیمی کربوهیدرات، بیوشیمی لیپید، بیوشیمی اسیدهای آمینه و پروتئین، بیوشیمی ویتامین‌ها، بیوشیمی آنزیم‌ها، بیوشیمی هورمون‌ها، و بیوشیمی مولکولی) گردآوری و تالیف کرده است. در این کتاب بخش‌های ساختار و متابولیسم بیوشیمی از همدیگر جدا نشده است و پس از خواندن ساختار، می‌توانید به بررسی متابولیسم آن بپردازید. دلایلی برای این تغییر محتوایی وجود داشت که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱- بر حسب تجربه ۱۰ ساله بنده در تدریس مطالب بیوشیمی به این مورد مهم بسیار برخورد کرده بودم که دانشجویان پس از پایان سرفصل‌های ساختار، و شروع متابولیسم بسیاری از مطالب ساختار را فراموش کرده بودند و نیاز به مطالعه مجدد مطالب ساختار احساس می‌شد.

۲- ترتیب خواندن فصل‌های مختلف در بیوشیمی در میزان یادگیری و درک مطالب، از اهمیت بالایی برخوردار است و در این کتاب سعی شده است که برای اولین بار اصولی‌ترین ترتیب فصول انتخاب شود تا پیوستگی آنها و یادگیری مطالب آسانتر شود.

۳- در این کتاب علاوه بر ارائه مطالب به صورت پایه و از سطح مبتدی، سعی کرده‌ایم به بسیاری از نکاتی که در کمتر کتابی به آنها اشاره شده است با زبانی شیوا بپردازیم تا داوطلبینی که می‌خواهند برای آزمون‌های ارشد و دکترا آماده شوند، نیازی به مطالعه چند منبع متفاوت نداشته باشند.

۴- به دنبال کسب اطلاعات، برترین اساتید دانشگاه‌های ایران نیز به این مورد اشاره داشته‌اند که باید تدریس ساختار و متابولیسم هر بخش بیوشیمی به صورت پیوسته انجام شود و تفکیک بیوشیمی در دو ترم (بیوشیمی ساختمان و بیوشیمی متابولیسم) منجر به کاهش سطح یادگیری دانشجویان می‌گردد، به همین دلیل کتاب در دسترس با سبک متفاوتی نگارش شده است.

امیدواریم با این سبک جدید بتوانیم بسیاری از مشکلات یادگیری درس بیوشیمی را برای داوطلبین رشته‌های مختلف بیوشیمی، ژنتیک، ایمنی، هماتولوژی، و همچنین دانشجویان رشته‌های پزشکی رفع کنیم.

نکته آخر اینکه علم بیوشیمی بسیار وسیع و گسترده است و برای هر رشته می‌تواند سبک نوشتار و محتوای آن تغییر کند از جمله اینکه در رشته تغذیه بحث متابولیسم، ویتامین، هورمون و ریزمغذی‌ها، در رشته ژنتیک علت ژنتیکی بیماری‌های مختلف و اثرات آنها در زندگی فرد، در رشته هماتولوژی



مقاله مؤلف

بحث‌های مایعات بدن، پروتئین‌ها، غشا و... اهمیت دارد و در این کتاب سعی شده همه این موارد به طور کامل پوشش داده شود. در ابتدای متابولیسم هر بخش، به طور کامل هضم و جذب موادسه‌گانه، با تمام آنزیم‌ها و محصولاتشان آورده شده است که می‌تواند برای رشته‌های علوم تغذیه مفید باشد. در بیشتر بیماری‌های بالینی آورده شده در کتاب، سعی شده اسم ژن درگیر را نیز نوشته که دوستان ژنتیکی نیز مشکلات بالینی را از دیدگاه بیوشیمیایی لمس کنند. با امید موفقیت و سلامتی.

سرکار خانم دکتر هاجر شکری (فارغ التحصیل دکترای بیوشیمی بالینی دانشگاه علوم پزشکی تهران)

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا، و دائم بگو: پروردگارا بر علم من بیفزای (آیه ۱۱۴ سوره طه)

به نام صاحب قرآن که هر چه داریم از اوست

دوستان و همراهان عزیز، گوش گرفتن به نصیحت پدر زبان فارسی، حکیم ابوالقاسم فردوسی، که فرمودند:

ز دانش در بی نیازی بجوی و گر چند سختیت آید به روی

به رنج اندر آری تنت را رواست که خود رنج بردن به دانش سزاست

ما را بر آن داشت که سختی علم آموختن به شما را به جان بکشیم و این کتاب ارزنده را که حاصل تلاش بیش از ۶ سال است، در اختیار شما قرار دادیم. و همانطور که حکیم بزرگ وعده داده بود:

بر ما شکیبایی و دانش است ز دانش روان‌ها پر از رامش است

خوشحالیم در این سه سالی که کتاب صفر تا صد بیوشیمی پایه و بالین به همت بلند دوستان این مجموعه منتشر شد، بازخوردهای خوبی از شما دریافت کردیم.

ویژگی‌های منحصر بفرد این کتاب را آقای دکتر مرادی ذکر کردند و ما مطمئنیم که نظر شما نیز بعد از خواندن آن، کاملاً بازگویی همین مطالب خواهد بود.

مطالبی که ارائه شده‌اند تماماً از منابع بیوشیمی معتبر رفرنس و سایت‌های مورد تایید استخراج شده است. همه تلاش این گروه بر آن بوده که مطالب کاملاً به روز باشند و به زبانی شیوا و ساده نوشته شوند. در این بین از تمام خوانندگان خود تقاضا داریم در صورت داشتن انتقاد، پیشنهاد و یا هر خواسته‌ای برای تصحیح یا تغییر قسمتی از مطالب، آن را به ما اطلاع داده تا در ویرایش‌های بعدی از آن استفاده کنیم.

هیمن مرادی سردره

تلگرام: @bio_tums_moradi

Hemen.moradi@yahoo.com

sanabook.comment@gmail.com



فهرست مطالب

۱	بخش اول: الفبای بیوشیمی
۳۷	بخش دوم: بیوشیمی کربوهیدرات‌ها
۱۴۱	بخش سوم: بیوشیمی کربوهیدرات‌ها
۲۴۲	بخش چهارم: بیوشیمی اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها
۴۱۶	بخش پنجم: بیوشیمی ویتامین‌ها
۴۴۸	بخش ششم: بیوشیمی آنزیم‌ها
۵۲۵	بخش هفتم: بیوشیمی پیام‌رسانی و هورمون‌ها
۶۰۶	بخش هشتم: بیوشیمی مولکولی

SANABOOK.COM



۱-۱ الفبای بیوشیمی

تقسیم‌بندی موجودات بر اساس منبع انرژی

اتم‌های کربن می‌توانند ساختارهای متفاوتی از جمله زنجیره‌ای شاخه‌دار و حلقوی ایجاد کنند. به همین دلیل اکثر بیومولکول‌ها مشتقات هیدروکربنی هستند که ممکن است یا به‌صورت آلیفاتیک یا بصورت آروماتیک (حلقوی) باشند.

ترکیبات آلیفاتیک به ترکیباتی گفته می‌شود که اکثراً خطی هستند (زنجیره ساده یا شاخه‌دار) اما ترکیبات حلقوی که از قاعده هوکل تبعیت نکنند نیز آلیفاتیک به حساب می‌آیند.

ترکیبات آروماتیک به ترکیباتی می‌گویند که ۴ ویژگی داشته باشند:

۱- مسطح و تمام اتم‌ها هیبرید sp^2 داشته باشند.

۲- حلقوی باشند.

۳- دارای پیوندهای مزدوج باشند یعنی پیوندها یک در میان باشد (همان کونژوگه)

۴- از قاعده $4n+2$ تبعیت کنند.

جدول ۱. ماکرومولکول‌ها و واحدهای مونومری آنها

پروتئین	اسیدهای آمینه
کربوهیدرات‌ها	منوساکاریدها
اسیدهای نوکلئیک	نوکلئوتید
لیپیدها*	اسیدهای چرب

*توجه کنید که لیپیدها را ماکرومولکول در نظر نمی‌گیرند.

تقسیم‌بندی کلی بیومولکول‌ها

بیومولکول‌ها را در دو گروه بزرگ تقسیم‌بندی می‌کنند.

گروه‌های عاملی

گروهی از اتم‌ها می‌باشند که با پیوند کووالان به یکدیگر متصل شده و خواص فیزیکوشیمیایی ویژه‌ای به بیومولکول‌ها می‌دهند.

۱- فتوتروف‌ها: جاندارانی که انرژی مورد نیاز خود را از نور خورشید به‌دست آورده‌اند.

الف، اتوتروف: جانداران فتوتروفی که بیومولکول‌های خود را به‌طور مستقیم از CO_2 سنتز می‌کنند.

ب، هتوتروف: جانداران فتوتروفی که بیومولکول‌های خود را به‌طور غیرمستقیم تهیه می‌کنند. یعنی از موادی که توسط سایر موجودات ساخته شده است، استفاده می‌کنند.

۲- کموتروف‌ها: گروهی از جانداران که انرژی موردنیاز خود را از اکسیداسیون سوخت‌های شیمیایی به‌دست آورده‌اند.

واژه تروف به معنای تغذیه می‌باشد. انسان موجودی کموتروف است چون منبع انرژی آن برای تولید بیومولکول‌ها، اکسیداسیون سوخت‌های شیمیایی است و برای این‌منظور به‌موادی که توسط سایر موجودات دیگر ساخته شده، نیاز دارد.

بیومولکول، مولکولی است که توسط یک ارگانیسم یا سامانه زنده ساخته می‌شود. بیومولکول‌ها دارای ویژگی‌های عمومی زیر هستند:

۱- تمامی بیومولکول‌ها ترکیبات کربنی هستند.

۲- عنصر اصلی در ایجاد بیومولکول‌ها کربن می‌باشد، زیرا کربن اندازه کوچکی دارد و خاصیت الکترون خواهی متوسطی دارد. کربن قادر است چهار پیوند کووالان از نوع یگانه، دوگانه و سه‌گانه تشکیل دهد.



انواع گروه‌های عاملی

۱- **هیدروکربنی:** خود به دو زیر گروه تقسیم‌بندی می‌شود

الف. آلیفاتیک: مثل آلکان، آلکن، آلکین و سیکلوآلکان
ب. آروماتیک: ترکیبات حلقوی که پیوند دوگانه آنها مزدوج (کونژوگه) باشد و از قاعده هوکل تبعیت کند مثل فنیل.

۲- **مشتقات هیدروکربنی:** در اثر جایگزین شدن یکی از مثال‌های زیر به‌جای هیدروژن یا کربن در گروه هیدروکربنی ایجاد می‌شوند:

جدول ۲. مهمترین عناصر تشکیل‌دهنده بدن و اهمیت آنها

عنصر	درصد وزن خشک	اهمیت
کربن	۵۰	اسکلت اصلی ترکیبات آلی بدن نظیر کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک
اکسیژن	۲۰	شرکت در ساختمان ترکیبات آلی و در برخی ترکیبات معدنی بدن
هیدروژن	۱۰	شرکت در ساختمان ترکیبات آلی و معدنی بدن
نیتروژن	۸/۵	شرکت در ساختمان ترکیبات آلی و همچنین برخی ترکیبات معدنی
کلسیم	۴	جزئی از ساختمان استخوان و دندان، شرکت در واکنش‌های بیوشیمیایی متعدد، نقش در انعقاد خون، نقش در انقباضات عضلانی
فسفر	۲/۵	شرکت در واکنش‌های بیوشیمیایی مختلف، نقش تامپونی
پتاسیم	۱	نقش در ایجاد فشار اسموتیک و پتانسیل غشا، نقش در انتقال مواد
سولفور	۰/۸	شرکت در ساختمان ترکیبات آلی، نقش در واکنش‌های مهمی نظیر اکسیداسیون-احیا
سدیم	۰/۴	نقش در ایجاد فشار اسموتیک و پتانسیل غشا
کلر	۰/۴	نقش در ایجاد فشار اسموتیک و پتانسیل غشا
منیزیم	ناچیز	نقش در بسیاری از واکنش‌های آنزیمی، به‌خصوص واکنش‌های کینازی
آهن	ناچیز	نقش در انتقال اکسیژن، انتقال الکترون، واکنش‌های اکسیداسیون-احیا
منگنز	ناچیز	شرکت در برخی واکنش‌های بیوشیمیایی
مس	ناچیز	نقش در انتقال الکترون و واکنش‌های اکسیداسیون احیا
روی	ناچیز	نقش در برخی واکنش‌های آنزیمی
ید	ناچیز	نقش در سنتز هورمون‌های تیروئید

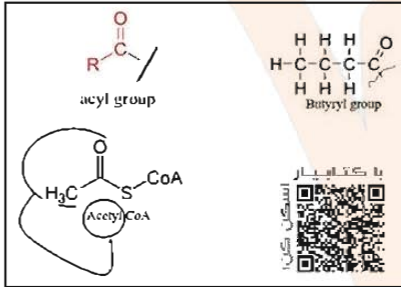




- ۲- کتون ← شاخصه اصلی کربوهیدراتها
 ۳- کربوکسیلیک اسید ← شاخصه اصلی اسید چرب
 ۴- انیدرید ← پیوند پرانرژی موجود در ATP
 ۵- استر ← موجود در تری گلیسرید
 ۶- آمید ← موجود در پیوند پپتیدی
 ۷- آسیدل ← موجود در استیل کوا

تفاوت بین آسیدل و استیل

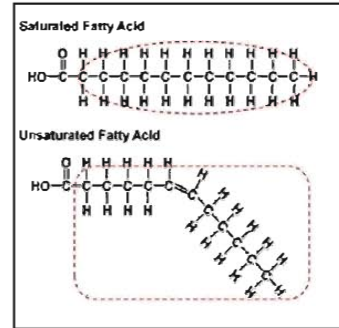
استیل، آسیدلی است که قسمت R آن یک متیل است مثلاً در استیل کوانزیم A ($\text{CH}_3\text{-CO-S-CoA}$). اگر R بیش از یک متیل باشد یعنی اتیل، پروپیل و یا بیشتر، به آن آسیدل می‌گویند.



شکل ۴-۱. تفاوت بین آسیدل و استیل

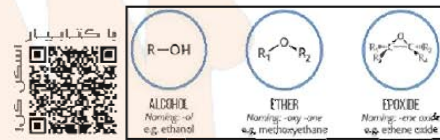
ترکیبات حاوی نیتروژن

- ۱- آمین: آمین به چهار نوع طبقه‌بندی می‌شود.
الف. آمین نوع اول: آمینی که مستقیماً به یک گروه R (کربنی) متصل است. موجود در همه اسیدهای آمینه به جز پرولین.
ب. آمین نوع دوم: آمینی که مستقیماً به دو گروه R (کربنی) متصل است در اسید آمینه پرولین.
ج. آمین نوع سوم: آمینی که مستقیماً به سه گروه R (کربنی) متصل است.
د. آمین نوع چهارم: آمینی که مستقیماً به چهار گروه R (کربنی) متصل است.
 ۲- ایمین: ایمین یک گروه عاملی است که یک پیوند دوگانه کربن-نیتروژن دارد. یک آمین می‌تواند از راه



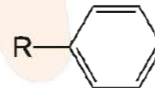
شکل ۱-۱. یک اسید چرب. شکل بالا، اسید چرب

اشباع حاوی آلکان، شکل پایین، اسید چرب غیراشباع حاوی آلکن.



شکل ۲-۱. ترکیبات حاوی اکسیژن ساده

هیدروکربن‌های آروماتیک



الف ب

شکل ۳-۱. هیدروکربن‌های آروماتیک الف. بنزن،

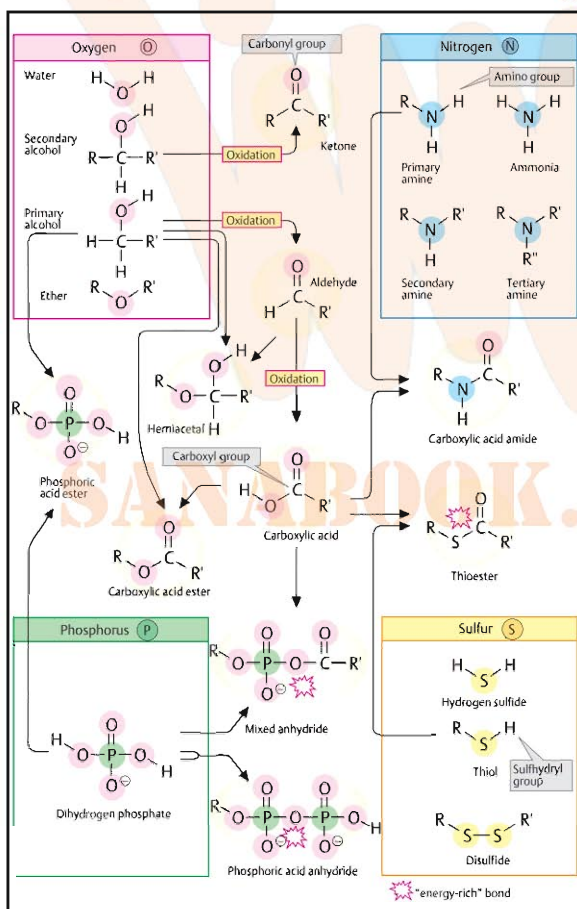
- ب. فنیل
 هر زمان که گروه R به بنزن متصل شود، فنیل نامیده می‌شود. به‌عنوان مثال در اسید آمینه فنیل آلانین، آشنایی با ساختار فنیل باعث خواهد شد که فرد ساختار اصلی این اسیدآمینه را درک کند و پی برد که این اسید آمینه حاصل آلانین + فنیل است.
 ترکیبات حاوی اکسیژن ساده
 ترکیبات حاوی اکسیژن ساده شامل: ۱- الکل ۲- اتر
ترکیبات حاوی کربونیل
 ترکیبات متعددی حاوی گروه کربونیل هستند:
 ۱- آلدهید ← شاخصه اصلی کربوهیدراتها



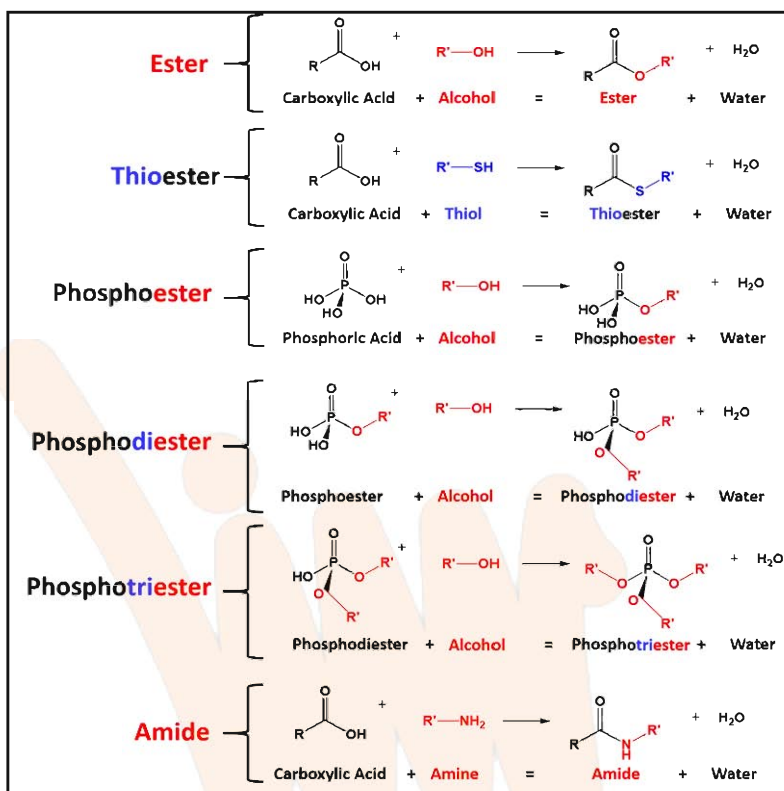
افزایش هسته‌دوستی یک کتون یا آلدهید با آمونیاک یا یک آمین که به تشکیل یک همی‌آمینال- $C(OH)(NHR)-$ می‌انجامد، فرآوری شود. این همی‌آمینال با از دست دادن آب به ایمین تبدیل می‌شود.

آلدمین نوع دوم	آلدمین نوع اول	ایمین نوع دوم	ایمین نوع اول

شکل ۵-۱. تفاوت ایمین و آلدمین (صرفاً جهت آشنایی)



شکل ۶-۱. گروه‌های مختلف شیمی در بیوشیمی



شکل ۷-۱. تفاوت چند پیوند معروف در بیوشیمی (صرفاً جهت آشنایی)

Sulfhydryl	R-S-H
Disulfide	R ¹ -S-S-R ²
Thioester	R ¹ -C(=O)-S-R ²



شکل ۸-۱. ترکیبات حاوی سولفور (صرفاً جهت

آشنایی)

ترکیبات حلقوی

مهمترین ترکیبات حلقوی شامل:

- ۱- فیل - در فیل آلانین
- ۲- پیرول - در ساختار هموگلوبین
- ۳- فئاترن - هسته اصلی سیکلوپنتانوپرهیدرو فئاترن در ساختار استروئیدها

پیوند بازتشفیف همان ایمین است.

باز شیف گروهی از ترکیبات آلی هستند که دارای گروه عاملی C=N-R باشند (در مبحث گلیکولیز بیشتر بحث خواهد شد).

ترکیبات حاوی سولفور

- ۱- دی سولفید - در ساختار اسید آمینه و پروتئین
- ۲- تیول - اسید آمینه سیستئین
- ۳- تیواتر - R¹-S-R²
- ۴- تیواستر - در ساختار استیل کوا

ترکیبات حاوی فسفر

چند نمونه از حالت‌های فسفر در ترکیبات مختلف شامل:

- ۱- فسفات
- ۲- فسفریل
- ۳- فسفومونو استر
- ۴- فسفودی استر



پیوندها در بیومولکولها (تقسیم بندی کلی پیوندها براساس قدرت)

۱- پیوندهای قوی: که خود به دو زیرگروه زیر

تقسیم می‌شوند:

الف. پیوند کووالانسی

ب. پیوندهای یونی

۲- پیوندهای ضعیف: به چهار زیر گروه زیر تقسیم

می‌شوند:

الف. برهمکنش‌های الکترواستاتیک

ب. پیوندهای هیدروژنی

ج. برهمکنش‌های واندروالس

د. برهمکنش‌های آب گریز (هیدروفوبیک)

پیوندها کووالانسی (Covalent bond)

پیوند کووالان در اصل و ماهیت یعنی اتم‌هایی که الکترون لایه ظرفیت خودشان را به اشتراک گذاشته‌اند تا یک پیوند را با همکاری همدیگر ایجاد کنند.

نکاتی درباره پیوند کووالان

۱- پیوندهای کووالان با به اشتراک گذاشتن یک

جفت الکترون بین اتم‌های مجاور ساخته می‌شود.

۲- عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و کربن به

ترتیب قادر به ایجاد ۱، ۲، ۳، و ۴ پیوند کووالان

هستند.

۳- پیوندهای کووالان موجود در بین اتم‌ها ممکن

است از نوع یگانه، دوگانه یا سه گانه باشند.

۴- قویترین پیوندها، پیوندهای کووالان هستند.

۵- چون پیوندهای کووالان قوی هستند لذا انرژی

قابل ملاحظه‌ای برای شکستن آن‌ها نیاز می‌باشد.

۶- ساختار اول تمامی بیومولکولها پیوند کووالانسی

می‌باشد.

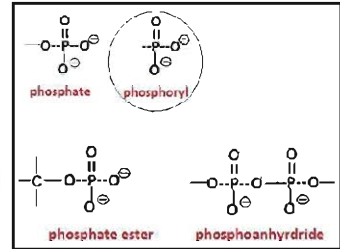
۷- پیوندهای داخلی بین مولکولها (اتصالات کربن -

کربن و ...) تماماً کووالانسی می‌باشد.

۴- ایمیدازول ← در ساختار هیستیدین

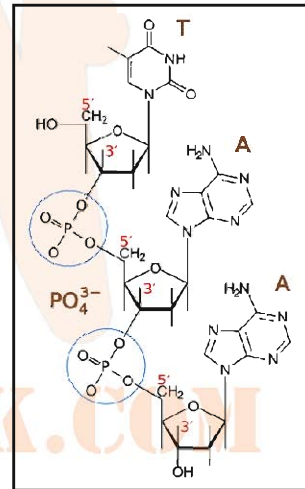
۵- پیریمیدین ← در ساختار نوکلئوتیدها

۶- ایندول ← در ساختار تریپتوفان

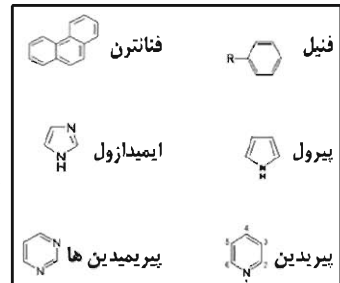


شکل ۹-۱. اشکال مختلف فسفر در ترکیبات

بیوشیمیایی (صرفاً جهت آشنایی)



شکل ۱۰-۱. پیوند فسفودی استر



شکل ۱۱-۱. مهمترین ترکیبات حلقوی



موسسه
پزشکی



مشاوره و پشتیبانی

جزوه



تقویت رزومه

شماره زبان / MSRT / MHLE



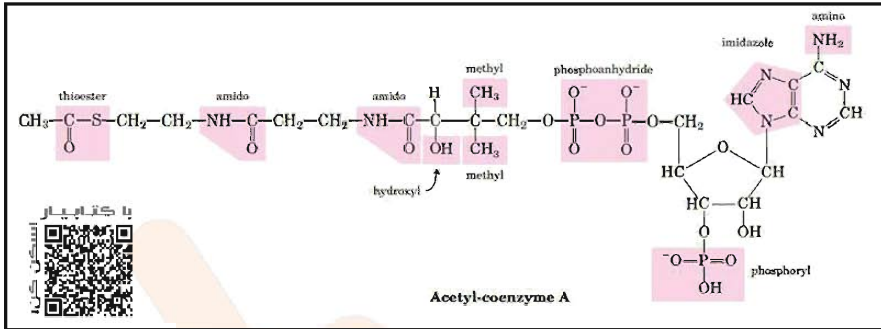
کلاس (گروهی و خصوصی)

آزمون آزمایشی





نکته: پیوند بین اسیدآمینها در پپتیدها، بین نوکلئوتیدها در اسیدهای نوکلئیک و ... از این نوع پیوند می باشد.



شکل ۱۲-۱. بررسی چندین گروه عملی در استیل کوا

هم نکه می دارد. این پیوند ناشی از انتقال الکترون بین اتمها است.

نکته: پیوند داتیو نوعی پیوند کووالانسی می باشد.

پیوند یونی (Ionic bonding)

پیوند یونی جاذبه ای است که بین یون های مثبت و منفی وجود دارد و آنها را در یک ساختار بلورین به

D. Hydrogen bonds

Acid	Base	Donor	Acceptor	Dissociated acid	Protonated base
A — H	B	A — H B	$\overset{\ominus}{O}A$	$H — B^{\oplus}$
Initial state		Hydrogen bond		Complete reaction	

1. Principle

2. Examples

شکل ۱۳-۱. پیوند هیدروژنی (صرفاً جهت آشنایی)

صفحات بتا) همچنین بین بازهای مکمل در DNA بسیار مهم می باشد.

نکته کنکوری: تفاوت بین پیوند هیدروژنی درون زنجیره ای (درون رشته ای، intrachain) و بین زنجیره ای (بین رشته ای، interchain) در ساختار ثانویه پروتئین در چیست؟ پیوندهای Intrachain H-bond بین یک زنجیره پلی پپتیدی (آلفا هلیکس) ایجاد می شود ولی پیوندهای

انواع پیوندهای ضعیف

پیوند هیدروژنی بین اتمهای هیدروژن و اتمهایی که الکترونگاتیوی بالایی دارند (اکسیژن، فلوئور یا نیتروژن) شکل می گیرد. این پیوندها می توانند بین ملکول های مختلف یا بین اتمهای مختلف یک مولکول (درون مولکولی) ایجاد شوند. نقش این پیوند در بیوشیمی و به خصوص در ساختار دوم پروتئینها (ماریچ آلفا و



تعاملات الکترواستاتیک نقش مهمی در شکل‌گیری ساختمان‌های ماکرومولکولی و تعاملات پروتئینی، نظیر آنزیم با سوبسترا، هورمون با گیرنده، آنتی ژن با آنتی بادی و پروتئین با DNA دارند.

۱-۲ تعادل آب و الکترولیت‌ها

آب

ضرورت آب در بدن

- برای انجام واکنش‌ها آب ضروری است.
 - در هضم و جذب مواد غذایی نقش مهمی دارد.
 - در دفع مواد ضروری است.
 - در تنظیم حرارت بدن نقش دارد.
 - در ایجاد فشار اسمزی مهم است.
- علاوه بر آبی که در دستگاه گوارش جذب بدن می‌گردد مقداری ناچیز نیز در طی واکنش‌ها تولید می‌شود به آن آب متابولیک می‌گویند.

خواص فیزیکی شیمیایی آب

- مولکول آب غیر باردار است. ساختمان آب غیر خطی و به‌صورت خمیده (Bend) است و یا V شکل بوده و توزیع بار الکترونی روی مولکول آب یکنواخت نمی‌باشد، از اینرو مولکول آب دو قطبی است و به‌عنوان حلال برای یونها و سایر مواد آلی می‌باشد.
- مولکول‌های آب قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی هستند که در حالت جامد ۴ پیوند هیدروژنی و در حالت مایع ۳/۴ پیوند وجود دارد. موارد تشکیل پیوند هیدروژنی:
- پیوند هیدروژنی بین عامل هیدروکسیل و مولکول آب
 - پیوند هیدروژنی بین عامل کربونیل و مولکول آب
 - پیوند هیدروژنی موجود در پپتیدهای تک رشته و یا دو رشته
 - پیوند هیدروژنی در اسیدهای نوکلئیک (DNA)

IntErchain- H بین زنجیره‌های مختلف پلی پپتیدی است (بین چند آلفا هلیکس در کلاژن).

نکته کنکوری: در کنفورماسیون β پیوندهای هیدروژنی می‌تولند درون زنجیره‌ای یا بین زنجیره‌ای باشند. تمام پیوندهای پپتیدی β -کراتین در پیوند هیدروژنی interchain شرکت می‌کنند.

برهمکنش‌های آبگریز

پیوندهای هیدروفوبی، روابط بین آب و مولکول‌های هیدروفوب را توصیف می‌کند. هیدروفوب، مولکول‌های آب‌گریز غیرقطبی هستند و به همین خاطر به حلال‌های غیرقطبی تمایل دارند. برهمکنش‌های آبگریز تاثیر بسیار زیادی در تا شدن پروتئین‌ها (ساختار سوم پروتئین)، اتصال سوبسترا به آنزیم‌ها و تشکیل غشا دارند.

برهمکنش‌های واندروالس

اتم‌ها در مولکول‌ها توسط پیوندهای کووالانسی کنار هم نگه داشته شده‌اند. اما پرسش این است که مولکول‌ها در حالت مایع و جامد توسط چه نیرویی به سوی یکدیگر جذب می‌شوند، نیروهایی که مولکول‌های یک ماده را در حالت مایع یا جامد به همدیگر ارتباط می‌دهد به نیروهای بین مولکولی معروف است. معمولاً نیروهای بین مولکولی به نام نیروهای واندروالسی معروفند.

برهمکنش‌های الکترواستاتیک

وقتی دو یون در فاصله مناسبی نسبت به یکدیگر قرار می‌گیرند، براساس نوع بار ممکن است یکدیگر را جذب یا دفع کنند. جاذبه‌های یونی بین دو گروه با بار مخالف بوجود می‌آیند که به آن‌ها پل‌های نمکی گفته می‌شود. مهمترین گروه‌های شرکت کننده در تعاملات الکترواستاتیک عبارتند از:

مهمترین گروه‌ها با بار منفی ← گروه‌های کربوکسیل و فسفات

مهمترین گروه‌ها با بار مثبت ← گروه‌های آمین





محلول زیاد) به واسطه یک غشا نیمه تراوا را گویند. فشار حاصل از حضور آب و فشار اسمزی گویند. - فشار اسمزی به‌طور مستقیم وابسته به سه مورد زیر است:

۱. تعداد ذرات موجود در محلول
 ۲. غلظت مواد محلول
 ۳. حرارت مطلق
- فشار اسمزی خارج سلولی به غلظت Na^+ وابسته است.
- فشار اسمزی داخل سلولی به غلظت K^+ وابسته است.

الکترولیت‌ها در دوسته تقسیم بندی می‌شوند:

۱. داخل سلولی: پتاسیم
 ۲. خارج سلولی: سدیم، کلسیم، بیکربنات
- هورمون آلدوسترون نقش مهمی در تنظیم تعادل الکترولیت‌های بدن دارد که در تبویل کلیوی موجب بازجذب Na^+ و ترشح K^+ و H^+ می‌گردد.

تعادل گیبس دونان (صرفاً جهت آشنایی)

برای درک بهتر تعادل گیبس دونان در زیر دو تعریف با دو بیان متفاوت آورده شده است:

تعریف ۱: اثر گیبس دونان زمانی ایجاد می‌شود که دو محفظه توسط غشاء نیمه تراوا از هم جدا شوند، در این حالت پروتئین‌ها که بار منفی دارند از غشاء رد نمی‌شوند و باعث افزایش غلظت کاتیون‌ها در سمت خودشان می‌شوند. از طرف دیگر آنیون‌ها در سمت مقابل، اندکی بیشتر می‌شوند. طبق این تعادل، سدیم باید در داخل سلول جمع شود و حجم سلول افزایش پیدا کند اما پمپ سدیم پتاسیم این اجازه را نمی‌دهد و با مصرف انرژی باعث خروج سه یون سدیم و ورود دو یون پتاسیم به سلول شده و سلول را به‌صورت عملکردی به سدیم نفوذناپذیر می‌کند.

غلظت سدیم (کاتیون‌ها) در پلاسما نسبت به مایع میان بافتی (ISF) بیشتر است. پلاسما در مقایسه با ISF

نکته: پیوند هیدروژنی در هر جایی در صورت داشتن شرایط شکل می‌گیرد و یکی از پیوندهای مهم غیر کووالان می‌باشد.

شرایط تشکیل پیوند هیدروژنی

- ۱- وجود گیرنده و دهنده هیدروژن
 - ۲- فاصله پیوند باید فاصله خاصی باشد حدوداً $1,77 \text{ nm}$
- نکته:** قدرت پیوند هیدروژنی به جهت قرار گرفتن اتم‌ها نسبت به هم بستگی دارد.
- چنانچه پیوند هیدروژنی توسط مولکول‌هایی باشد که در یک جهت‌اند پیوند هیدروژنی قویتر و اگر حالت خمیده باشد پیوند ضعیفتر است و از نظر ترمودینامیک حالتی ترجیح داده می‌شود که کمترین مصرف انرژی را داشته باشید.
- نیمه عمر پیوند هیدروژنی 10^{-9} ثانیه است.
- آب دارای نقطه ذوب و جوش و نیز گرمای تبخیر و گرمای ویژه بالایی است.

توزیع آب در بدن

بخش عمده آب بدن (حدود $2/3$ کل آب بدن) در داخل سلول‌ها وجود دارد و $1/3$ باقیمانده در فضای خارج سلولی می‌باشد.

حدود $3/4$ آب مایع خارج سلولی (ECF) در فضای بین سلولی (میان بافتی) و $1/4$ آن در پلاسما (درون رگ‌ها) وجود دارد.

نکته کنکوری: مایع میان بافتی نسبت به پلاسما پروتئین کمتر و میزان کلر (Cl^-) بیشتری دارد.

نکته‌ی بالینی: هورمون ADH یا وازوپرسین نقش مهمی در حفظ تعادل آب بدن دارد، که با اثر بر مجاری جمع‌کننده ادراری در کلیه و بازجذب آب موجب تغلیظ ادرار می‌شود و کمبود در تولید این هورمون باعث بیماری دیابت بی‌مزه شده که از علائم آن افزایش حجم ادرار یا پلی‌وری (polyuria) می‌باشد.

واژه کلیدی: به تجمع مایع میان بافتی ادم می‌گویند **پدیده اسمزی:** انتقال آب از محیط با غلظت زیاد آب (مواد محلول کم) به محیط با غلظت کم آب (مواد