

بیوشیمی

برای آزمون ارشد سم شناسی

✓ درسنامه مهندسی شده و تست محور

✓ براساس بیوشیمی لنینجر ویرایش ۸ - ۲۰۲۱

مولف: محمد مهدی صدوقی

سامانه پژوهشی ایران پویش

iranpuyesh.ir

بیوشیمی برای آزمون ارشد سم شناسی

✓ بر اساس بیوشیمی لنینجر (ویرایش ۸ - ۲۰۲۱)

✓ همراه با سوالات شبیه سازی شده آزمون ارشد وزارت بهداشت

مؤلف: محمد مهدی صدوقی

سامانه پژوهشی ایران پویش

iranpuyesh.ir

حق نشر

© ۱۴۰۵ تمامی حقوق برای مؤلف و سامانه پژوهشی ایران پویش محفوظ است.

مجوز انتشار:

هرگونه تکثیر، چاپ یا بازنشر الکترونیکی محتوای این اثر بدون کسب مجوز کتبی از ناشر، ممنوع بوده و پیگرد قانونی دارد.

شناسنامه اثر:

- عنوان: بیوشیمی برای آزمون ارشد سم‌شناسی
- مؤلف: محمد مهدی صدوقی
- ویرایش: اول / ۱۴۰۵
- وبسایت: iranpuyesh.ir

پیشگفتار

کتابی که پیش روی شماست، حاصل تلاش چندساله در جمع‌آوری، دسته‌بندی و تحلیل منابع بیوشیمی جهت آمادگی برای آزمون ارشد سم‌شناسی است. آنچه این اثر را متمایز می‌کند، نگاهی مهندسی‌شده به مباحث و تبدیل حجم انبوه مفاهیم به محتوایی تست‌محور است. علاوه بر درسنامه متمرکز، در بخش پایانی کتاب، ضمایم تحلیلی و آماری دقیقی تدوین شده است که به عنوان یک نقشه راه، اولویت‌های استراتژیک مطالعه را بر اساس ذائقه طراحان سوال در ۱۰ سال اخیر مشخص می‌کند.»

تدوین این اثر، با استناد دقیق به منبع رسمی آزمون، کتاب مرجع بیوشیمی لنینجر (ویرایش ۸ - ۲۰۲۱) انجام شده است. این کتاب حاصل زحمت بی‌وقفه بسیاری از دانشجویان فارغ‌التحصیلی است که نقدها و بازخوردهای ارزشمند آن‌ها در شکل‌گیری نهایی اثر نقش داشته‌اند. از تمامی همکاران تیم علمی «ایران پویش» که با پرسش‌های دقیق خود به شفاف‌سازی نکات مبهم کمک کردند، صمیمانه سپاسگزارم. امید است این مجموعه بتواند مسیر موفقیت شما را در آزمون ارشد سم‌شناسی هموارتر کند.

محمد مهدی صدوقی

تابستان ۱۴۰۵

درباره کتاب

مبانی و اهداف

این کتاب یک بسته آموزشی متمرکز برای درس بیوشیمی داوطلبان شرکت در آزمون ارشد سم‌شناسی است.

ساختار محتوایی کتاب

مطالب دقیقاً بر اساس سرفصل‌های اعلام‌شده وزارت بهداشت برای شرکت در آزمون تنظیم شده‌اند:

- اساس بیوشیمی
- اسیدهای آمینه، پپتیدها و پروتئین‌ها
- کربوهیدرات‌ها و گلیکوبیولوژی
- نوکلئوتیدها و اسیدهای نوکلئیک
- لیپیدها
- بیوانرژتیک و متابولیسم
- گلیکولیز، گلوکونئوز و مسیر پنتوز فسفات
- فسفوریلاسیون اکسیداتیو
- ژن‌ها و کروموزوم‌ها
- تنظیم بیان ژن

نکات کلیدی و ارجاعات

برای تسهیل یادگیری، ساختار بصری کتاب به گونه‌ای طراحی شده است که ارجاعات و نکات کلیدی به سرعت قابل شناسایی باشند:

- تمامی جداول به صورت هدفمند طراحی شده‌اند.
- ارجاعات: نمادهای ← (ارجاع به بیوشیمی لنینجر)، نماد ❖ (ارجاع به سوالات بیوشیمی سنوات اخیر) و ♦ (ارجاع به سوالات تالیفی و شبیه‌ساز) برای شناسایی سریع نکات طراحی شده‌اند.
- ارزیابی: در انتهای کتاب، سوالات آزمون/شبیه ساز آزمون به همراه پاسخ‌های کاملاً تشریحی ارائه شده است تا داوطلب هم با ساختار آزمون آشنا شود و هم درک خود از مطلب را بسنجد.

ضمائم راهبردی

- چهار ضمیمه استراتژیک در انتهای کتاب قرار گرفته است تا داوطلب از مطالعه پراکنده رها شود:
- جدول تطبیق کامل با فصول لنینجر ۸ برای ارجاع سریع به مرجع.
- آنالیز آماری فراوانی سوالات بر اساس فصول ۱۴گانه این کتاب.
- بودجه‌بندی سوالات بر اساس سرفصل‌های ۱۰گانه وزارت بهداشت.
- استخراج الگوهای تکرار مباحث سمی و مهارکننده‌ها در یک دهه اخیر.

منابع و مأخذ

۱- منبع اصلی علمی:

Lehninger Principles of Biochemistry 8th ed. 15th ed. Macmillan Learning; 2021.

۲- تحلیل سوالات: سوالات درس بیوشیمی رشته سم‌شناسی - دفترچه‌های سوالات ارشد آزمون ورودی وزارت بهداشت (۱۳۹۵ تا ۱۴۰۴). جهت اطلاعات بیشتر به ضمیمه کتاب مراجعه شود.

تماس با ما:

پیشنهادات و انتقادات درباره کتاب را می‌توانید از طریق ایمیل (info@iranpuyesh.ir) با ما در میان بگذارید.

سامانه پژوهشی ایران پویش: iranpuyesh.ir

Sample

فهرست

فصل ۱- اساس بیوشیمی ۱۲

- ۱-۱- پایه های سلولی ۱۲
- ۲-۱- پایه های شیمیایی ۱۲
- ۳-۱- پایه های فیزیکی و خواص آب ۱۳
- ۴-۱- بافرها و تعادل اسید و باز ۱۴
- ۵-۱- پایه های فیزیکی و بیوانرژتیک ۱۶
- ۶-۱- پایه های ژنتیکی ۱۸
- ۷-۱- پایه های تکاملی ۱۹

فصل ۲- اسیدهای آمینه، پپتیدها و پروتئین ها ۲۲

- ۱-۲- ساختار و ویژگی های اسیدهای آمینه ۲۲
- ۲-۲- طبقه بندی اسیدهای آمینه بر اساس گروه R ۲۳
- ۳-۲- اسیدهای آمینه غیر استاندارد و تغییرات پس از ترجمه ۲۴
- ۴-۲- پپتیدها و پیوند پپتیدی ۲۵
- ۵-۲- روش های جداسازی و شناسایی پروتئین ها ۲۶
- ۶-۲- ساختار اول و تعیین توالی اسیدهای آمینه ۲۸
- ۷-۲- ساختار دوم پروتئین ها ۲۹
- ۸-۲- ساختار سوم و چهارم پروتئین ها ۳۱
- ۹-۲- پروتئین های رشته ای ۳۲
- ۱۰-۲- پروتئین های پیوندشونده به اکسیژن ۳۴
- ۱۱-۲- ایمونوگلوبولین ها (پروتئین های سیستم ایمنی) ۳۷
- ۱۲-۲- پروتئین های حرکتی ۳۷

فصل ۳- کربوهیدرات ها و گلیکوبیولوژی ۳۹

- ۱-۳- مونوساکاریدها: ساختار و استریوشیمی ۳۹
- ۲-۳- دی ساکاریدها و پیوند گلیکوزیدی ۴۲
- ۳-۳- پلی ساکاریدها ۴۳
- ۴-۳- گلیکوکونژوگ ها ۴۵

۴۶..... ۵-۳- لکتین‌ها: کد قندی

فصل ۴- لیپیدها ۴۸

۴۸..... ۴-۱- اسیدهای چرب

۴۹..... ۴-۲- لیپیدهای ذخیره‌ای: تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها

۵۰..... ۴-۳- لیپیدهای ساختاری غشا (فسفولیپیدها و اسفنگولیپیدها)

۵۲..... ۴-۴- استرول‌ها و کلسترول

۵۳..... ۴-۵- ایکوزانوئیدها: لیپیدهای پیام‌رسان

۵۵..... ۴-۶- فسفاتیدیل اینوزیتول‌ها و مشتقات اسفنگوزین

۵۵..... ۴-۷- ویتامین‌های محلول در چربی (A, D, E, K)

۵۶..... ۴-۸- هورمون‌های استروئیدی

۵۷..... ۴-۹- لیپیدها به عنوان کوفاکتور و رنگدانه

۵۷..... ۴-۱۰- انتقال لیپیدی و لیپوپروتئین‌ها

۵۹..... ۴-۱۱- اکسیداسیون اسیدهای چرب

۶۰..... ۴-۱۲- بیوسنتز اسیدهای چرب و اجسام کتونی

۶۱..... ۴-۱۳- تنظیم هورمونی متابولیسم لیپید

فصل ۵- بیوانرژتیک و متابولیسم ۶۲

۶۲..... ۵-۱- اصول بیوانرژتیک و ترمودینامیک

۶۳..... ۵-۲- نقش ATP و ترکیبات فسفات‌دار پرانرژی

۶۴..... ۵-۳- واکنش‌های اکسایش-کاهش بیولوژیکی

۶۴..... ۵-۴- مبانی متابولیسم و انواع مسیرها

۶۵..... ۵-۵- چرخه اسید سیتریک

۶۸..... ۵-۶- زنجیره انتقال الکترون

۷۰..... ۵-۷- فسفوریلاسیون اکسیداتیو و سنتز ATP

۷۰..... ۵-۸- مهارکننده‌ها و جداکننده‌ها

۷۲..... ۵-۹- سیستم‌های شاتل و ناقلین غشایی

فصل ۶- گلیکولیز، گلوکونئوزنز و مسیر پنتوز فسفات ۷۳

۷۳..... ۶-۱- گلیکولیز: تجزیه قند

۷۴	۲-۶- واکنش‌های مرحله آماده‌سازی (Preparatory Phase).....
۷۶	۳-۶- واکنش‌های مرحله بهره‌وری.....
۷۸	۴-۶- سرنوشت پیرووات: بازسازی $NAD +$
۷۸	۵-۶- تنظیم گلیکولیز.....
۷۹	۶-۶- گلوکونئوزن: بیوسنتز گلوکز.....
۸۱	۷-۶- مسیر پنتوز فسفات.....

فصل ۷- متابولیسم گلیکوژن در جانوران ۸۳

۸۳	۱-۷- تجزیه گلیکوژن (گلیکوژنولیز).....
۸۵	۲-۷- سنتز گلیکوژن (گلیکوژنز).....
۸۶	۳-۷- تنظیم هورمونی و آلوستریک گلیکوژن.....
۸۷	۴-۷- بیماری‌های ذخیره‌ای گلیکوژن.....

فصل ۸- اکسایش اسیدهای آمینه و تولید اوره..... ۹۰

۹۰	۱-۸- انتقال و حذف گروه آمین.....
۹۱	۲-۸- انتقال آمونیاک در خون.....
۹۲	۳-۸- چرخه اوره.....

فصل ۹- متابولیسم نوکلئوتیدها و بیولوژی مولکولی..... ۹۴

۹۴	۱-۹- بیوسنتز نوکلئوتیدها.....
۹۵	۲-۹- تجزیه نوکلئوتیدها و اهمیت بالینی.....
۹۶	۳-۹- مسیرهای بازیافت و سندرم لش-نیهان.....
۹۶	۴-۹- ساختار اسیدهای نوکلئیک (DNA و RNA).....
۹۷	۵-۹- همانندسازی.....
۹۸	۶-۹- مکانیسم‌های ترمیم DNA.....
۹۹	۷-۹- نسخه‌برداری.....
۹۹	۸-۹- ترجمه و سنتز پروتئین.....

فصل ۱۰- ساختار و عملکرد غشاهای زیستی و انتقال..... ۱۰۱

۱۰۱	۱-۱۰- ترکیب و معماری غشاها.....
۱۰۲	۲-۱۰- پروتئین‌های غشایی.....

۱۰-۳- دینامیک غشا ۱۰۳

۱۰-۴- مکانیسم‌های انتقال مواد از غشا ۱۰۴

فصل ۱۱- پیام‌رسانی بیوشیمیایی ۱۰۷

۱۱-۱- ویژگی‌های عمومی سیستم‌های انتقال پیام ۱۰۷

۱۱-۲- گیرنده‌های جفت‌شونده با پروتئین ۱۰۸

۱۱-۳- گیرنده‌های تیروزین کینازی ۱۱۰

۱۱-۴- گیرنده‌های هسته‌ای (هورمون‌های استروئیدی) ۱۱۲

فصل ۱۲- فسفوریلاسیون اکسیداتیو و زنجیره انتقال الکترون ۱۱۳

۱۲-۱- اجزای زنجیره تنفسی ۱۱۳

۱۲-۲- مهارکننده‌های زنجیره انتقال الکترون (اهمیت در سم‌شناسی) ۱۱۴

۱۲-۳- مدل شیمی‌اسمتیک و ATP سنتز ۱۱۵

۱۲-۴- سایر وظایف میتوکندری (ترموژن، سنتز استروئیدها و آپوپتوز) ۱۱۵

فصل ۱۳- ژن‌ها و کروموزوم‌ها ۱۱۷

۱۳-۱- توپولوژی و سوپرکویلینگ DNA ۱۱۷

۱۳-۲- ساختار کروماتین و نوکلئوزوم ۱۱۷

فصل ۱۴- تنظیم بیان ژن ۱۱۹

۱۴-۱- اصول تنظیم در پروکاریوت‌ها (اپرون‌ها) ۱۱۹

۱۴-۲- تنظیم در یوکاریوت‌ها ۱۲۰

فصل ۱۵- ارزیابی جامع و شبیه‌سازهای آزمون ۱۲۱

۱۵-۱- شبیه‌ساز آزمون شماره ۱ (اختصاصی سم‌شناسی) ۱۲۱

۱۵-۲- شبیه‌ساز آزمون شماره ۲ (متابولیسم کربوهیدرات) ۱۲۴

۱۵-۳- شبیه‌ساز آزمون شماره ۳ (متابولیسم اسیدهای آمینه) ۱۲۶

۱۵-۴- شبیه‌ساز آزمون شماره ۴ (متابولیسم لیپیدها) ۱۲۹

۱۵-۵- شبیه‌ساز آزمون شماره ۵ (ساختار غشا و پیام‌رسانی) ۱۳۱

۱۵-۶- شبیه‌ساز آزمون شماره ۶ (متابولیسم اسیدهای نوکلئیک و بیولوژی مولکولی) ۱۳۴

۱۵-۷- شبیه‌ساز آزمون شماره ۷ (هورمون‌ها و ویتامین‌ها) ۱۳۷

- ۱۴۰..... ۱۵-۸- شبیه‌ساز آزمون شماره ۸ (ویتامین‌های محلول در آب)
- ۱۴۲..... ۱۵-۹- شبیه‌ساز آزمون شماره ۹ (بیوشیمی خون و پروتئین‌های پلاسمایی)
- ۱۴۵..... ۱۵-۱۰- شبیه‌ساز آزمون شماره ۱۰ (آنزیم‌شناسی بالینی و کینتیک)
- ۱۴۸..... ۱۵-۱۱- شبیه‌ساز آزمون شماره ۱۱ (چرخه کربس و زنجیره تنفسی)
- ۱۵۰..... ۱۵-۱۲- شبیه‌ساز آزمون شماره ۱۲ (بیولوژی مولکولی و تکنولوژی‌های DNA)

ضمائم..... ۱۵۴

- ۱۵۴..... ضمیمه ۱: جدول تطبیق فصل‌های کتاب با بیوشیمی لنینجر ۸
- ۱۵۵..... ضمیمه ۲: توزیع سوالات ارشد بر اساس سرفصل‌های این کتاب
- ۱۵۶..... ضمیمه ۳: توزیع سوالات ارشد بر اساس مباحث بیوشیمی
- ۱۵۷..... ضمیمه ۴: الگوهای تکرار مباحث در آزمون‌های ارشد ۱۳۹۵-۱۴۰۴

فصل ۱- اساس بیوشیمی

Foundations of Biochemistry

بیوشیمی به دنبال توضیح اشکال و عملکردهای بیولوژیکی در قالب اصطلاحات شیمیایی است. تمام ارگانیزم‌های زنده از "وحدت بیوشیمیایی" برخوردارند، به این معنا که واسطه‌ها و مسیرهای متابولیک در آن‌ها بسیار مشابه است.

۱-۱- پایه های سلولی

Cellular Foundations

- سلول واحد بنیادی حیات است. با وجود تنوع زیاد، تمام سلول‌ها دارای ویژگی‌های مشترک زیر هستند:
- **غشای پلاسمایی:** مرز سلول را تعیین کرده و به عنوان سدی در برابر عبور آزاد یون‌های معدنی و مولکول‌های باردار عمل می‌کند.
 - **سیتوپلاسم:** شامل سیتوزول (محلول غلیظ حاوی آنزیم‌ها، RNA، اسیدهای آمینه، نوکلئوتیدها و متابولیت‌ها) و ذرات معلق (مانند ریبوزوم‌ها) است.
 - **هسته یا نوکلئوئید:** محل ذخیره و تکثیر ژنوم (DNA) سلول است.

← لنینجر ۸ (فصل ۱ – عنوان "1.1 Cellular Foundations" – ص ۱۰۳)

۲-۱- پایه های شیمیایی

Chemical Foundations

- از میان بیش از ۹۰ عنصر طبیعی، کمتر از ۳۰ عنصر برای موجودات زنده ضروری هستند.
- **عناصر اصلی:** هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و کربن بیش از ۹۹٪ توده اکثر سلول‌ها را تشکیل می‌دهند.
 - **تطبیق‌پذیری کربن:** کربن می‌تواند پیوندهای یگانه، دوگانه و سه‌گانه تشکیل دهد. توانایی کربن در تشکیل پیوندهای یگانه بسیار پایدار با حداکثر چهار اتم کربن دیگر، برای بیولوژی اهمیت حیاتی دارد.

۱-۲-۱- گروه‌های عاملی مهم

بسیاری از زیست‌مولکول‌ها مشتقات هیدروکربن‌ها هستند که اتم‌های هیدروژن آن‌ها با گروه‌های عاملی جایگزین شده است:

- **الکل‌ها:** دارای گروه هیدروکسیل ($\text{OH}-$)
- **آمین‌ها:** دارای گروه‌های آمینو
- **آلدهیدها و کتون‌ها:** دارای گروه‌های کربونیل
- **اسیدهای کربوکسیلیک:** دارای گروه‌های کربوکسیل

← لنینجر ۸ (فصل ۱ - عنوان "Chemical Foundations" - ص ۱۲۷ و ۱۵۱)

۲-۲-۱- استریوشیمی

Stereochemistry

ترکیبات کربن‌دار به صورت استریوایزومر وجود دارند؛ مولکول‌هایی با پیوندها و فرمول شیمیایی یکسان اما پیکربندی (Configuration) متفاوت.

- **ایزومرهای هندسی (Cis-Trans):** به دلیل عدم چرخش آزاد حول پیوند دوگانه ایجاد می‌شوند.
 - **مراکز کایرال:** اتم کربنی که به چهار گروه متفاوت متصل است، مرکز کایرال نامیده می‌شود.
 - **انانتیومرها:** استریوایزومرهایی که تصویر آینه‌ای یکدیگر هستند.
 - **دیاسترومرها:** جفت استریوایزومرهایی که تصویر آینه‌ای یکدیگر نیستند.
- نکته:** در ارگانایسم‌های زنده، مولکول‌های کایرال معمولاً تنها در یکی از اشکال خود وجود دارند (مثلاً اسیدهای آمینه در پروتئین‌ها فقط به صورت ایزومرهای L هستند).

← لنینجر ۸ (فصل ۱ - عنوان "1.2 Chemical Foundations" - ص ۱۲۷)

۳-۱- پایه های فیزیکی و خواص آب

Water, The Solvent of Life

آب فراوان‌ترین ماده در سیستم‌های زنده است (۷۰٪ یا بیشتر وزن ارگانایسم‌ها).

۱-۳-۱- پیوندهای هیدروژنی

به دلیل الکترونگاتیوی بالای اکسیژن، مولکول آب دارای دو دوقطبی الکتریکی است. پیوند هیدروژنی جاذبه الکترواستاتیکی بین اتم اکسیژن یک مولکول آب و هیدروژن مولکول دیگر است.

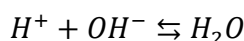
- آب به دلیل پیوندهای هیدروژنی، نقطه ذوب و جوش بالاتری نسبت به سایر حلال‌ها دارد.

- ثابت دی‌الکتریک بالا: آب به دلیل داشتن قطبیت زیاد، ثابت دی‌الکتریک بالایی دارد که باعث کاهش نیروی جاذبه بین یون‌های مخالف (مانند Na^+ و Cl^-) و انحلال نمک‌ها می‌شود.

← لنینجر ۸ (فصل ۲ - عنوان "2.1 Weak Interactions in Aqueous Systems" - ص ۲۵۳)

۱-۳-۲- یونیزاسیون آب و pH

آب تمایل کمی به یونیزاسیون برگشت‌پذیر دارد:



- حاصل ضرب یونی آب (K_w): در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برابر با $1 \times 10^{-14} M^2$ است.
- تعریف pH: به صورت لگاریتم منفی غلظت یون هیدروژن تعریف می‌شود: $pH = -\log[H^+]$.

پرسش ۱-۱- با افزودن مقدار 10^{-4} مول سود به ظرف محتوی ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، pH به میزان چند واحد تغییر می‌نماید؟

(ب) ۲

(الف) ۰٫۱

(د) ۵

(ج) ۴

✓ پاسخ صحیح: گزینه ج

تحلیل: غلظت سود $10^{-3} M$ است، پس $pH = 11$ و $pOH = 3$. آب مقطر $pH = 7$ دارد، پس تغییرات برابر ۴ واحد است.

❖ سوال ۱۱ بیوشیمی سم‌شناسی سال ۹۵

۱-۴-۲- بافرها و تعادل اسید و باز

بافرهای سیستم‌های آبی هستند که در برابر تغییرات pH هنگام افزودن مقادیر کم اسید یا باز مقاومت می‌کنند. یک سیستم بافری شامل یک اسید ضعیف و باز مزدوج آن است.

۱-۴-۱- معادله هندرسون-هاسلبالخ

رابطه بین pH ، pK_a و نسبت غلظت اسید و باز را بیان می‌کند:

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

- حداکثر قدرت تامپونی: زمانی رخ می‌دهد که pH برابر با pK_a اسید ضعیف باشد.
- محدوده بافری: معمولاً در بازه ± 1 واحد از pK_a اسید ضعیف است.

← لنینجر ۸ (فصل ۲ - عنوان "Buffering against pH Changes in Biological Systems" - ص ۳۱۲)