



# جهان سلول

(جلد اول)

تألیف:

وین م. بکر  
لوئیس ج. کلین اسمیت  
جف هاردین  
گرگوری پائول برتونی

ترجمه:

دکتر میرلطیف موسوی (عضو هیئت علمی دانشگاه شاهد)  
امین داوری  
امیرحسین منصوری  
نازنین جلیلیان

## انتشارات دانشگاه شاهد ۹۹

|                         |                                                                                   |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| عنوان و نام پدیدآورنده: | جهان سلول / مولفین وین.م. بکر... (و دیگران)؛ مترجمین میرلطیف موسوی... (و دیگران). |
| مشخصات نشر:             | تهران: دانشگاه شاهد، مرکز چاپ و انتشارات، ۱۳۸۹ -                                  |
| مشخصات ظاهری:           | ج: مصور (بخشی رنگی).                                                              |
| شابک:                   | دوره: ۸-۹۳-۶۱۲-۹۶۴-۹۷۸؛ ج: ۱-۹۲-۶۱۲-۹۶۴-۹۷۸                                       |
| وضعیت فهرست‌نویسی:      | فیا.                                                                              |
| یادداشت:                | عنوان اصلی: <i>The world of the cell, 7th ed., c2009.</i>                         |
| یادداشت:                | مؤلفین وین.م. بکر، لوئیس.ج. کلین اسمیت، جف هاردین، گرگوری پائول برتونی.           |
| یادداشت:                | مترجمین میرلطیف موسوی، امین داوری، امیرحسین منصوری، نازنین جلیلیان.               |
| موضوع:                  | یاخته‌شناسی                                                                       |
| موضوع:                  | مولکول‌ها -- زیست‌شناسی                                                           |
| موضوع:                  | یاخته‌ها -- فیزیولوژی                                                             |
| شناسه افزوده:           | بکر، وین.ام                                                                       |
| شناسه افزوده:           | Becker, Wayne M.                                                                  |
| شناسه افزوده:           | موسوی، میرلطیف، ۱۳۳۸ - مترجم                                                      |
| شناسه افزوده:           | دانشگاه شاهد، مرکز چاپ و انتشارات                                                 |
| رده‌بندی کنگره:         | ۱۳۸۹ ج ۱ / Q1158.1                                                                |
| رده‌بندی دیویی:         | ۵۷۱/۶                                                                             |
| شماره کتاب‌شناسی ملی:   | ۲۹۵۶۶۳۲                                                                           |



دانشگاه شاهد  
معاونت پژوهشی  
مرکز چاپ و انتشارات

## جهان سلول (جلد اول)

|             |                                                                                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| تالیف:      | وین.م. بکر، لوئیس.ج. کلین اسمیت، جف هاردین، گرگوری پائول برتونی                                                   |
| ترجمه:      | میرلطیف موسوی، امین داوری، امیرحسین منصوری، نازنین جلیلیان                                                        |
| تعداد:      | ۱۰۰۰ نسخه                                                                                                         |
| نوبت چاپ:   | اول ۱۳۸۹                                                                                                          |
| چاپ:        | شمیم                                                                                                              |
| قیمت:       | ۱۹۵۰۰۰ ریال                                                                                                       |
| نشانی ناشر: | تهران - ابتدای آزادراه خلیج فارس، روبروی حرم مطهر امام خمینی(ره)، معاونت پژوهشی، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شاهد |
| تلفن:       | ۵۱۳۱۲۲۸۴<br>دورنگار: ۵۱۳۱۳۵۴۹                                                                                     |

## معرفی مؤلفین



لونیس ج. کلین اسمیت یکی از اساتید افتخاری آرتور ف. تورناو در دانشگاه میشیگان بوده و به تدریس زیست‌شناسی مولکولی، سلولی و تکوینی مشغول می‌باشد. وی از زمان دریافت مدرک دکتری خود در سال ۱۹۶۸ از دانشگاه راکفلر، به عنوان یکی از اعضای هیئت علمی دانشگاه میشیگان به امر تدریس پرداخته است. تعارب آموزشی او شامل تدریس زیست‌شناسی مقدماتی، زیست‌شناسی سلولی و زیست‌شناسی سرطان می‌باشد. از جمله زمینه‌های مورد علاقه وی در زمینه تحقیقات می‌توان به مطالعه کنترل رشد در سلول‌های سرطانی، نقش فسفرلایسین در تنظیم ژن‌های یوکاریوتی و کنترل بیان ژن در طی تکامل اشاره نمود. اصول زیست‌شناسی سرطان یکی از بی‌شمار تالیفات او بوده و نرم افزارهای آموزشی وی تاکنون موفق به کسب چندین جایزه شده‌اند. از جمله افتخارات پروفیسور کلین اسمیت می‌توان به این موارد اشاره نمود: فرصت مطالعاتی گوگنهایم (Guggenheime Fellowship)، جایزه هنری راسل (Henry Russell Award)، جایزه خدمات شایسته میشیگان (Michigan Distinguished Award)، نامزد استاد نمونه از سوی اتحادیه دانشجویی میشیگان، جایزه فصاحت ادبی NIH و جایزه خلاق ترین عضو هیئت علمی در رقابت نرم‌افزارهای آموزش تکمیلی EDUCOM.



وین م. بکر برای مدت سی سال در دانشگاه ویسکانزین - مدیسون به تدریس زیست‌شناسی سلولی پرداخته است و در همین اواخر نیز با بازنشستگی به کار خود پایان داد. اشتیاق او در زمینه تالیف کتاب‌های علمی با دست نوشته‌ها، خلاصه برداری‌ها و حل مسائلی آغاز گردید که وی برای دانشجویانش گردآوری می‌نمود. چاپ *تئوری و سلول زنده* در سال ۱۹۷۷ در زمینه بیولوژیکی و ویرایش اول *جهان سلول* در سال ۱۹۸۶، اوج فعالیت‌های وی در زمینه تالیف کتب علمی به شمار می‌آیند. او تمامی مدارج علمی خود را در دانشگاه ویسکانزین - مدیسون و با اخذ سه مدرک در زمینه بیوشیمی طی نمود و گرایش وی در بیوشیمی در تمامی تالیفات او مشهود است. زیست‌شناسی مولکولی گیاهی و به ویژه تنظیم بیان ژن‌های رمز کننده آنزیم‌های مسیر تنفس نوری از جمله زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه وی می‌باشند. اشتیاق او در تدریس، یادگیری و تحقیق، فرصت‌هایی مطالعاتی را در دانشگاه‌هایی همچون هاروارد، ادینبورگ، دانشگاه اندونزی، دانشگاه پورنوریکو، دانشگاه کانتربری - کریس چرچ در نیوزلند، دانشگاه چینی هنگ کنگ و دانشگاه چارلز در پراگ برای او به همراه داشته است. جایزه استاد نمونه از نگاه معاونت دانشگاه (Chancellor's Award)، فرصت‌های مطالعاتی گوگنهایم و فولبرایت (Guggenheime and Fulbright Fellowships)، و یک کمک هزینه تحقیقاتی از انجمن سلطنتی لندن از جمله افتخارات این دانشمند می‌باشند.



## پیشگفتار مؤلفین

"به علت اشتیاق برای تعامل با دانشجویان دوره کارشناسی و همچنین اعتقاد به این مسئله که این طیف از دانشجویان باید دارای کتبی در حوزه زیست شناسی باشند که دارای متنی روان و گویا هستند، مطالب مندرج در آنها متناسب با سطح خوانندگان است و همچنین به آنها کمک می‌نمایند تا علاوه بر درک آنچه که ما تا به حال درباره زیست شناسی - در این مورد، زیست شناسی سلولی - آموخته ایم، با تمامی آنچه که باید در آینده مورد مطالعه قرار گرفته و کشف شوند نیز، آشنا گردند." این عبارت شاید پاسخی باشد که هر یک از ما مؤلفین این کتاب در جواب این پرسش مطرح کنیم که چرا زمان قابل توجهی را صرف نوشتن و بازبینی کتاب جهان سلول کرده ایم. هر یک از ما تجربه فراوانی را در زمینه تدریس زیست شناسی سلولی و حوزه‌های مرتبط در دوره‌های کارشناسی کسب کرده ایم و در نظر هر یک از ما ارتباط و تعامل با دانشجویان به عنوان یکی از ارزشمندترین جنبه‌های فعالیت به عنوان اعضای هیئت علمی محسوب می‌شود. در صورت تامل درباره تغییراتی که در طول سال‌ها در سرفصل‌های آموزشی رخ داده اند، درخواست یافت که چند دهه گذشته با رشد قابل توجهی در درک ما از ویژگی‌ها و عملکردهای سلول‌ها همراه بوده اند. این حجم اطلاعات قابل توجه ما را با چالش خطیری مواجه می‌کند زیرا در حین تلاش برای به روز نگه داشتن کتاب جهان سلول بایستی شرایطی را فراهم آوریم که این کتاب برای دانشجویانی که برای نخستین بار با شاخه زیست شناسی سلولی و مولکولی مواجه شده اند، هم از نظر حجم مطالب و هم از نظر سهولت درک مطلب، مناسب و قابل استفاده باشد. ویرایش هفتم که هم اکنون در اختیار شماست آخرین تلاش‌های ما را برای تحقق اهداف فوق در بر دارد. در این ویرایش نیز همچون ویرایش‌های قبلی، هر یک از ما تجربیات

شخصی خود در امر تدریس و تالیف را به صورت توافقی به کار بسته ایم - امید است که خوانندگان نیز از این توافق سود جویند.

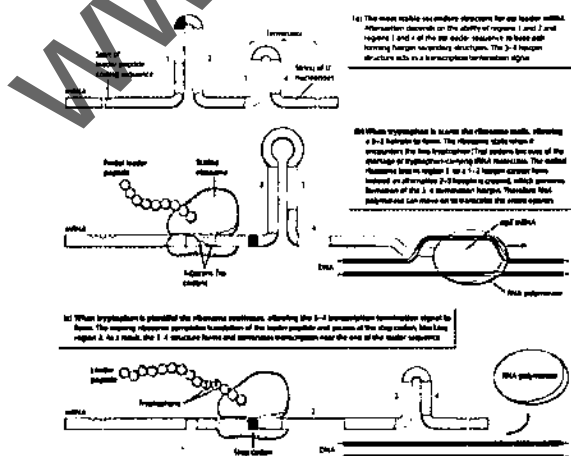
یکی از اهداف اصلی در این ویرایش، به روز رسانی محتویات متن، به ویژه در بخش‌هایی بوده است که در آنها سرعت انجام پژوهش‌ها بالا بوده و یافته‌های اخیر حائز اهمیت بوده اند. در کنار دستیابی به هدف فوق، همچنین بر آن بوده ایم تا بر سه هدف اصلی که در ویرایش‌های قبلی میسر شده بودند نیز پایبند باقی بمانیم. بر طبق روال همیشگی در این ویرایش نیز اولین هدف ما آشنا کردن دانشجویان با اصول پایه ای است که سازماندهی و عملکرد سلولی را هدایت می‌کنند. در وهله دوم معتقدیم که دانستن برخی از شواهد علمی نقادانه و موشکافانه که به ارائه این مفاهیم اصولی منجر شده اند نیز برای دانشجویان حائز اهمیت است. و در نهایت در پی آن بوده ایم تا تمامی این اهداف را در قالب کتابی محقق سازیم که از نظر حجم مطلب مناسب بوده و دانشجویان مبتدی در زیست شناسی سلولی نیز به راحتی بتوانند آن را مطالعه کرده و مطالب آن را درک نمایند - همچنین افراد آن نیز برای کوله پشتی‌های دانشجویان مناسب باشد! برای دستیابی به سومین هدف ذکر شده مجبور بودیم در انتخاب انواع مثال‌های مورد استفاده برای تشریح مفاهیم کلیدی و همچنین انتخاب مقدار شواهد عملی مربوط به آنها، حسن انتخاب را به کار گیریم. به عبارت دیگر تلاش کرده ایم تا به مقصود کلی هر یک از ویرایش‌های پیشین وفادار باقی بمانیم؛ ارائه اصول، فرایندها و روش شناسی‌های اصلی در زیست شناسی سلولی و مولکولی، به گویاترین شیوه ممکن. ما همچنین توجه ویژه ای را نسبت به صحت، یکدستی و یکپارچگی، واژه گزینی و شفافیت متن معطوف داشته ایم تا از این طریق میزان ابهامات را به

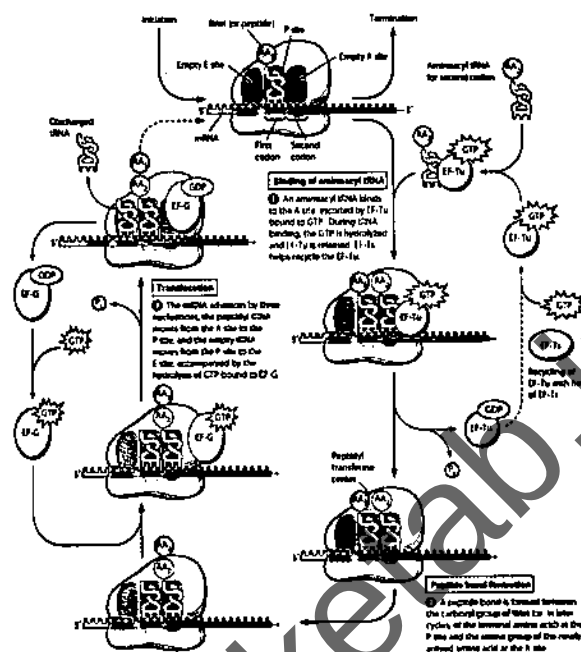
شرح تصویر کوتاه به شکل مراحل چرخه، عبارات خلاصه شده رنگی و شماره گذاری شده‌ای هستند که به مراحل مختلف یک مسیر مرحله به مرحله اشاره دارند و رویدادهای انجام گرفته در هر مرحله را شرح می‌دهند. این شیوه به این منظور طراحی شده است که توجه دانشجویان را به خود تصویر معطوف گرداند و به جای آنکه آنها تنها به یک توضیح جداگانه در زیر تصویر توجه کنند با کمک این روش می‌توانند مفاهیم را با سرعت بیشتری دریافت نمایند.

دو ویژگی جدید دیگر به کار گرفته شده در ویرایش هفتم یک نمای کلی از تمام نکات کلیدی بیان شده در هر فصل را ارائه کرده و همچنین روابط بین موارد بیان شده در فصول مختلف را مشخص می‌کنند. این دو ابزار آموزشی که در انتهای هر فصل قرار دارند عبارت‌اند از: خلاصه نکات کلیدی که نکات اصلی بیان شده در هر بخش از فصل را به صورت خلاصه بیان می‌کند و یک پاراگراف ارتباط با سایر فصول که ارتباطات بین محتویات فصل جاری و موضوعات بیان شده در سایر قسمت‌های کتاب را مشخص می‌نماید.

حد اقل و میزان درک مطلب خوانندگان خود را به حداکثر رسانیم.

دیگر هدف در نظر گرفته شده برای ویرایش هفتم تقویت کارایی بخش هنری بوده که برای این منظور در ویرایش جدید تعداد زیادی شرح تصویر کوتاه به کتاب اضافه گردیده تا به دانشجویان کمک کنند تا تصاویری که از نظر فنی پیچیده می‌باشند را درک نمایند. یک شرح تصویر کوتاه یک ابزار آموزشی است و به جای توضیحات متنی مفصلی قرار می‌گیرد که پیش از این در توضیحات طولانی تصاویر یافت می‌شدند. استفاده از این ابزار سبب می‌شود تا اطلاعات مستقیماً به قسمت‌هایی از تصاویر که مربوط به این اطلاعات می‌باشند، پیوندند. با استفاده از شکل‌های دارای چند شرح تصویر کوتاه، دیگر نیازی نیست تا نگاه دانشجویان برای فهمیدن موضوع، مرتباً بین توضیحات تصویر و خود آن در رفت و آمد باشد. در این ویرایش از کتاب جهان سلول دو نوع شرح تصویر کوتاه به متن کتاب اضافه شده‌اند: شرح تصویر کوتاه به شکل جعبه متنی یک جعبه متنی رنگی است که رویدادهای انجام گرفته در قسمت‌های مختلف تصویر را شرح می‌دهد.





نحوه تشخیص و جداسازی لیزوزومها از میتوکندری‌ها و سپس از پراکسی زومها یکی از موضوعات مهم و برجسته می‌باشد.

روش‌های تصویربرداری بوسیله میکروسکوپ‌های نوری و الکترونی ارتباط پیوسته‌ای با زیست‌شناسی سلولی کنونی برقرار نموده‌اند، و همین مسئله باعث می‌شود که در یک ضمیمه جداگانه و تحت عنوان مشاهده سلول‌ها و مولکول‌ها به این تکنیک‌ها پرداخته شود. این ضمیمه اطلاعات کامل و مفیدی را درباره انواع تکنیک‌های تصویربرداری میکروسکوپی و جدیدترین کاربردهای میکروسکوپ نوری برای تصویربرداری و دست‌ورزی فرایندهای مولکولی در اختیار دانشجویان قرار می‌دهد.

در سرتاسر این کتاب علمی تلاش ما بر این بوده است که علاوه بر تشریح دانسته‌های خود درباره سلول، به چگونگی دستیابی به این یافته‌ها نیز بپردازیم. بدین منظور، این گونه تکنیک‌ها و یافته‌ها را در تمامی فصول کتاب به گونه‌ای گنجانده ایم که تقریباً در تمامی موارد با بستر پرسش‌های مطرح شده و یا پاسخ‌های مورد انتظار مطابقت داشته باشند. به عنوان مثال، تکنیک الکتروفورز ژل پلی‌آکریل‌آمید در فصلی مطرح نشده است که به توصیف انواع روش‌های مطالعه سلول می‌پردازد؛ بلکه، در فصل ۷ که با اهمیت درک چگونگی جداسازی پروتئین‌های غشا از یکدیگر مواجه شدیم، به بررسی این تکنیک نیز پرداختیم. همچنین در یک مثال مشابه، روش سانتریفیوژ تعادل چگالی در فصل ۱۲ مورد مطالعه قرار گرفته است؛ در این فصل

## پیشگفتار مترجمین

کتابی که پیش رو دارید در نخستین نگاه در میان اندک عناوین کتب مرجع صاحب نام در فضای آموزشی حوزه زیست شناسی کشور، به ویژه شاخه زیست شناسی سلولی و مولکولی عنوانی گمنام محسوب می شود ولی با این حال رویکرد آموزشی این کتاب سبب گردید تا با وجود این عناوین مشهور دست به ترجمه کتاب حاضر بزنیم. انتخاب این کتاب بیش از هر چیز مرهون حسن سابقه و انتخاب استاد گرانمایه جناب آقای دکتر موسوی است که به سبب تجربه سالیان طولانی تدریس بحث زیست شناسی سلولی در مقاطع مختلف دانشگاه های متعددی همچون دانشگاه تهران، انستیتو رویان، دانشگاه شیراز، دانشگاه خاتم، دانشگاه امام حسین و... نیاز به چنین اثری را با بصیرتی ستودنی مصلحت دیده و نسبت به تدوین و ترجمه آن همت گماشتند. در قسمت مقدمه مؤلفین، ویژگی های اثر به تفصیل بیان گردیده است و در این قسمت تنها به بیان نکاتی می پردازیم که از نگاه مترجمین جالب توجه بوده اند.

همانطور که ذکر شد رویکرد این کتاب آموزش و به ویژه آموزش دانشجویان دوره کارشناسی است و به همین سبب نیز از ذکر جزئیات فراوان و گیج کننده - یکی از مشکلات عذیده دانشجویان مبتدی - فاصله گرفته و بیشتر تلاش خود را بر بسط توضیحات مربوط به مفاهیم پایه و تفهیم هر چه بیشتر این بخش معطوف گردانیده است. دیگر نکته جالب توجه که بر رویکرد آموزشی اثر پیش رو صحنه می گذارد زبان روایی کتاب است که کوشیده به سبکی ساده مفاهیم پیچیده علمی را به رشته تحریر درآورد. به کارگیری تمثیل های ملموس - همچون مثال هنر ساعت سازی برای توضیح تجمع سلسله مراتبی، مثال لویب های جهنده برای توضیح بیوانرژتیک، مثال میمون ها و اتفاق بادام زمینی برای تفسیر سرعت واکنش های آنزیمی و چندین مثال دیگر

از این دست - جملات و عباراتی با درون مایه طنز و مطایبه، متن ساده و روان و طرح پرسش ها و پاسخ به آنها با استدلال های منطقی. از جمله مواردی هستند که نشان می دهند هدف اصلی این کتاب جیب توجه مخاطب مشتاق آموختن است.

نویسندگان این کتاب برای افزایش کارایی مطالب از شیوه ظریف دیگری نیز بهره جسته اند که شامل متمایز کردن ظاهر کلمات کلیدی در متن است. در این شیوه مهمترین کلمات هر فصل با حروف ضخیم چاپ شده اند و تعریف آنها نیز در واژه نامه انتهای کتاب بیان گردیده است - لازم به ذکر است که این واژه نامه حاوی بیش از ۱۵۰۰ واژه بوده و از نظر نویسندگان به واقع خود می تواند به عنوان یک "لغت نامه زیست شناسی سلولی" به حساب آید. در کنار این واژه ها تعدادی واژه با درجه اهمیت کمتر نیز در متن حضور دارند که با استفاده از حروف مایل (*italic*) از سایر واژه ها متمایز شده اند.

آخرین ویژگی که در این مقدمه به آن اشاره خواهیم کرد دقت به کار گرفته شده در طراحی تصاویر موجود در متن است. شیوه های منحصر به فرد به کار گرفته شده برای هرچه بهتر کردن کارایی تصاویر در این کتاب، پیش از این در مقدمه مؤلفین ذکر شده است و در این قسمت تنها به ذکر این نکته اکتفا می کنیم که در این کتاب تصاویر و توضیحات آنها به حق تکمیل کننده تسمای تلاش هایی هستند که نویسندگان در نگارش متن به خرج داده اند، از اینرو خواهیم دید در حین مطالعه کتاب از بررسی دقیق آنها غافل نشوید. در طی مطالعه کتاب به دفعات با تصاویری مواجه خواهید شد که به خوبی توانسته اند مطالب پیچیده گاه چندین صفحه را به شیوه ای موزن در قالب یک تصویر جمع بندی کنند. علاوه بر این حتی مواردی را نیز خواهید



یافت که در آنها زیرنویس تصاویر حاوی نکات ظریفی هستند که در متن ذکر نگردیده اند.

همانطور که مؤلفین نیز در مقدمه خود ذکر کرده اند، این کتاب جهت استفاده دانشجویان دوره کارشناسی تهیه شده است. ولی تقارن جالب توجه تر این است که ترجمه این اثر نیز توسط گروهی از دانشجویان همین رشته و البته در سایه هدایت و نظارت موشکافانه استاد دانشی و گرانقدر، جناب آقای دکتر موسوی، به ثمر رسیده و به هکر ایزد یکتا، به گواه جمعی از اساتید و صاحب نظران امر، این گروه از این آزمون دشوار با سربلندی گذر کرده است. شاید مهمترین دلیل کامیابی این گروه، اشراف اعضای آن به نیازها و انتظارات گروهی از دانشجویان است که خود نیز عضو کوچکی از آن جمع می باشند. در واقع تمامی تلاش ما بر این بوده است تا اثری را به نگارش درآوریم که علاوه بر وفاداری کامل به متن اصلی، از نظر سبک نوشتاری، روانی جملات، واژه گزینی و معادل سازی نیز با سلیقه خوانندگان ویژه خود در دوره کارشناسی سازگار باشد. در این بخش ذکر این نکته نیز خالی از لطف نیست که در امر معادل سازی واژه های فرهنگی متن اصلی، نخستین معیار ما واژه های رایج در بین دانشجویان، اساتید و متون فارسی موجود بوده و کوشیده ایم تا از بکارگیری بعضی معادل های پیچیده صنعت شده از سوی برخی دوستان ادب پارسی، که خود به ترجمه دیگری نیازمندند، بپرهیزیم! البته در این مسیر به واژه هایی برخوردیم که در قند پارسی همتایی برای آنها وجود نداشته است و به همین جهت سعی

کرده ایم با توجه به عملکرد، کاربرد، و مفهوم کلی واژه اصلی هم سنگی را برای آن ابداع نماییم که بتواند تا حد ممکن حق مطلب را ادا کند - یا امیدواریم که اینگونه باشد.

در مجموع اثر پیش روی شما کاری است که به وسیله جمعی از دانشجویان، برای دانشجویان فراهم شده و با اعمال تمامی دقت و توجه در تدوین، بدیهی است دارای کاستی هایی باشد که بی تردید با انتقاد و نگاه تیزبین شما ویرایش و اصلاح خواهد شد.

بر خود لازم می دانیم از تمامی عزیزانی که بدون تلاش های آن ها این کار مهم به نتیجه نمی رسید، سپاسگزاری کنیم؛ به همین منظور از سرکار خانم سارا نعمت جو و جناب آقای آرش صادقی که در تهیه نسخه اولیه یار و یاور ما بودند، جناب آقای یاسر احسنی آرانی که در ترجمه بخش هایی از کتاب کمک بسیاری ارائه دادند، خانم عارفه ایوانی که در ویرایش طرح جلد اهتمام ورزیدند، سرکار خانم سارا حاجیان که با شکایی حرفه جینی، صفحه آرایی و ویرایش تصاویر جلد اول کتاب را به پایان رساندند و از جناب آقای مهدی کاشانی مهر رئیس محترم مرکز چاپ و انتشارات، سرکار خانم ماهتاب نعمتی کارشناس چاپ کتاب و تمامی کادر مرکز که در چاپ این کتاب زحمت کشیدند صمیمانه تشکر می کنیم.

به امید پرتوافشانی مشعل دانش مردمانی از سرزمین  
پارس بر دست نیافتنی ترین اختران ثریای آسمان

تابستان ۸۹

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| یک غشا از یک دو لایه لیپیدی و پروتئین‌های موجود در آن تشکیل شده است.....                    | ۴۶  |
| خاصیت نفوذپذیری غشاها، انتخابی است.....                                                     | ۴۷  |
| اهمیت سنتز از طریق پلیمریزاسیون.....                                                        | ۴۸  |
| ماکرومولکول‌ها مسئول تشکیل اغلب ساختارها و انجام بیشتر فعالیت‌های سیستم‌های زنده هستند..... | ۴۸  |
| سلول‌ها حاوی سه نوع ماکرومولکول مختلف هستند.....                                            | ۴۹  |
| ماکرومولکول‌ها به وسیله پلیمریزاسیون مرحله به مرحله مونومرها سنتز می‌شوند.....              | ۵۳  |
| اهمیت خودتجمعی.....                                                                         | ۵۵  |
| بسیاری از پروتئین‌ها از طریق فرآیند خودتجمعی تشکیل می‌شوند.....                             | ۵۶  |
| چپرون‌های مولکولی به شکل‌گیری بعضی پروتئین‌ها کمک می‌کنند.....                              | ۵۷  |
| میانکشن‌ها و پیوندهای غیرکوالانسی در تاخوردن ماکرومولکول‌ها حائز اهمیت هستند.....           | ۶۰  |
| پدیده خودتجمعی در سایر ساختارهای سلولی نیز رخ می‌دهد.....                                   | ۶۲  |
| ویروس موزائیک تنباکو نمونه‌ای برای مطالعه پدیده خودتجمعی است.....                           | ۶۲  |
| خودتجمعی دارای محدودیت‌هایی است.....                                                        | ۶۴  |
| تجمع طبقاتی مزیت‌هایی را برای سلول فراهم می‌آورد.....                                       | ۶۵  |
| خلاصه نکات کلیدی.....                                                                       | ۶۸  |
| ارتباط با سایر فصول.....                                                                    | ۷۰  |
| کادر ۲۸   نگاهی فراتر- تمپوس فاگیت و هنر ساعت‌سازی.....                                     | ۶۶  |
| فصل ۲   ماکرومولکول‌های موجود در سلول.....                                                  | ۷۳  |
| پروتئین‌ها.....                                                                             | ۷۳  |
| اسیدهای آمینه مونومرهای پروتئین‌ها هستند.....                                               | ۷۵  |
| پلی‌پپتیدها و پروتئین‌ها، شکل پلیمری هستند.....                                             | ۷۸  |
| چندین نوع پیوند و میانکشن در تاخوردن و پایداری پروتئین حائز اهمیت هستند.....                | ۸۰  |
| ساختار پروتئین به توالی و میانکشن‌های اسیدهای آمینه بستگی دارد.....                         | ۸۴  |
| اسیدها نوکلئیک.....                                                                         | ۹۶  |
| مونومرهای اسیدهای نوکلئیک، نوکلئوتیدها هستند.....                                           | ۹۸  |
| DNA و RNA پلیمرهای اسیدهای نوکلئیک هستند.....                                               | ۱۰۰ |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| مولکول DNA یک مارپیچ دو رشته است.....                                          | ۱۰۳ |
| پلی ساکاریدها.....                                                             | ۱۰۸ |
| مونوساکاریدها، مونومرهای پلی ساکاریدها هستند.....                              | ۱۰۸ |
| پلیمرهای کربوهیدرات ها، همان پلی ساکاریدهای ذخیره ای و ساختاری هستند.....      | ۱۱۲ |
| ساختار پلی ساکارید به پیوندهای گلیکوزیدی موجود در آن بستگی دارد.....           | ۱۱۴ |
| لیپیدها.....                                                                   | ۱۱۶ |
| اسیدهای چرب و اجزای ساختمانی چندین نوع از لیپیدها هستند.....                   | ۱۱۷ |
| تری آسیل گلیسرول ها لیپیدهای ذخیره ای هستند.....                               | ۱۱۹ |
| فسفولیپیدها در ساختمان غشا نقش مهمی را برعهده دارند.....                       | ۱۲۰ |
| گلیکو لیپیدها از اجزای تخصص یافته غشا می باشند.....                            | ۱۲۲ |
| استروئیدها لیپیدهایی هستند که وظایف متعددی برعهده دارند.....                   | ۱۲۲ |
| ترپن ها از ایزوپرن ها تشکیل می شوند.....                                       | ۱۲۳ |
| خلاصه نکات کلیدی.....                                                          | ۱۲۴ |
| ارتباط با سایر فصول.....                                                       | ۱۲۵ |
| کادر ۲۸   نگاهی فراتر- در مسیر کشف مارپیچ دوتایی.....                          | ۱۰۵ |
| <b>فصل ۴   سلول ها و اندامک ها.....</b>                                        | ۱۲۹ |
| ویژگی ها و راهکارهای سلول ها.....                                              | ۱۲۹ |
| باکتری ها، آرکی ها و یوکاریوت ها مجموعه موجودات زنده را تشکیل می دهند.....     | ۱۲۹ |
| حدود اندازه سلول.....                                                          | ۱۳۲ |
| سلول های یوکاریوت برای تفکیک عملکردهای سلولی از اندامک ها استفاده می کنند..... | ۱۳۴ |
| باکتری ها، آرکی ها و یوکاریوت ها از جهات گوناگونی با هم تفاوت دارند.....       | ۱۳۵ |
| تخصصی شدن سلول؛ نشانی از یگانگی و تنوع زیست شناسی.....                         | ۱۳۹ |
| مروری بر سلول یوکاریوتی: عکس هایی در یک نمایشگاه.....                          | ۱۴۱ |
| غشای پلاسمایی؛ تعیین حدود سلول و حفظ محتویات سلولی.....                        | ۱۴۲ |
| هسته، مرکز اطلاعات سلول یوکاریوتی است.....                                     | ۱۴۴ |
| غشاها و اندامک های درون سلولی فضای داخل سلول را به بخش هایی تقسیم می کنند..... | ۱۴۵ |

|     |                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۶۴ | سیتوپلاسم سلول‌های یوکاریوت شامل سیتوزول و اسکلت سلولی است                               |
| ۱۶۸ | ماتریکس خارج سلولی و دیواره سلول بخش بیرونی را تشکیل می‌دهند                             |
| ۱۷۰ | ویروس‌ها، ویروئیدها و پریون‌ها: عوامل مهاجم سلول                                         |
| ۱۷۰ | ویروس، هسته ای از جنس DNA یا RNA که توسط پوشش پروتئینی احاطه شده است                     |
| ۱۷۲ | ویروئیدها مولکول‌های RNA حلقوی کوچک هستند                                                |
| ۱۷۳ | پریون‌ها اجزای عفونت زای پروتئینی هستند                                                  |
| ۱۷۴ | خلاصه نکات کلیدی                                                                         |
| ۱۷۶ | ارتباط با سایر فصول                                                                      |
| ۱۴۷ | کادر ۴A   کاربردهای انسانی، اندامک‌ها و بیماری‌های انسانی                                |
| ۱۶۰ | کادر ۴B   نگاهی فراتر: کشف اندامک‌ها: اهمیت سانتریفیوژ و مشاهدات تصادفی                  |
| ۱۸۱ | فصل ۵   بیوانرژی: جریان انرژی در سلول                                                    |
| ۱۸۲ | اهمیت انرژی                                                                              |
| ۱۸۲ | سلول‌ها برای ایجاد شش نوع تغییر و تحول متفاوت به انرژی نیاز دارند                        |
| ۱۸۵ | بیشتر موجودات زنده انرژی خود را از نور خورشید و اکسیداسیون ترکیبات شیمیایی بدست می‌آورند |
| ۱۸۶ | جریان انرژی در بیوسنتز، یک جریان دائمی است                                               |
| ۱۸۹ | جریان انرژی در بیوسفر با جریان ماده همراه می‌شود                                         |
| ۱۹۰ | بیوانرژتیک                                                                               |
| ۱۹۰ | برای درک جریان انرژی به درک مفاهیمی هم چون سیستم، گرما و کار نیازمندیم                   |
| ۱۹۳ | قانون اول ترمودینامیک: انرژی ثابت و حفظ شده است                                          |
| ۱۹۵ | قانون دوم ترمودینامیک: واکنش‌ها دارای جهت‌گیری هستند                                     |
| ۱۹۷ | آنتروپی و انرژی آزاد، دو ابزار متفاوت برای تعیین خودبخودی بودن ترمودینامیکی هستند        |
| ۲۰۷ | مفهوم $\Delta G$                                                                         |
| ۲۰۷ | ثابت تعادل، معیاری برای تعیین جهت‌گیری واکنش است                                         |
| ۲۰۹ | $\Delta G$ را می‌توان به راحتی محاسبه کرد                                                |
| ۲۱۱ | تغییر انرژی آزاد استاندارد: محاسبه $\Delta G$ در شرایط استاندارد                         |
| ۲۱۳ | جمع‌بندی: مفهوم $\Delta G'$ و $\Delta G''$                                               |

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| تغییر انرژی آزاد: نمونه محاسبات.....                                                        | ۲۱۴ |
| حیات و حالت ثابت: واکنش‌هایی که به سمت نقطه تعادل در حرکتند ولی هیچ‌گاه به آن نمی‌رسند..... | ۲۱۶ |
| خلاصه نکات کلیدی.....                                                                       | ۲۱۸ |
| ارتباط با سایر فصول.....                                                                    | ۲۱۹ |
| کادر ۵A   نگاهی فراتر - لوبیاهای جهنده و انرژی آزاد.....                                    | ۲۰۳ |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| فصل ۶   آنزیم‌ها: کاتالیزورهای حیات.....                                                      | ۲۲۱ |
| انرژی فعال‌سازی و حالت نیمه پایدار.....                                                       | ۲۲۲ |
| پیش از انجام یک واکنش شیمیایی، باید بر انرژی فعال‌سازی آن غلبه کرد.....                       | ۲۲۲ |
| حالت نیمه پایدار در نتیجه گذر از مانع انرژی حاصل می‌شود.....                                  | ۲۲۳ |
| کاتالیزورها بر سد انرژی فعال‌سازی غلبه می‌کنند.....                                           | ۲۲۳ |
| آنزیم‌ها به عنوان کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند.....                                         | ۲۲۶ |
| بیشتر آنزیم‌ها پروتئینی هستند.....                                                            | ۲۲۶ |
| اتصال سوبسترا، فعال‌سازی و واکنش در جایگاه فعال رخ می‌دهند.....                               | ۲۳۴ |
| سیتیک آنزیم.....                                                                              | ۲۳۸ |
| بیشتر آنزیم‌ها از سیتیک میکائیلیس - متن تبعیت می‌کنند.....                                    | ۲۴۱ |
| مفهوم $V_{MAX}$ و $K_M$ چیست؟.....                                                            | ۲۴۲ |
| چرا $V_{MAX}$ و $K_M$ برای زیست‌شناسان سلولی مهم هستند؟.....                                  | ۲۴۳ |
| منحنی دو بار معکوس روش مناسبی برای خطی کردن اطلاعات سینتیکی است.....                          | ۲۴۴ |
| تعیین $K_M$ و $V_{MAX}$ با استفاده از یک مثال.....                                            | ۲۴۶ |
| مهارکننده‌های آنزیم‌ها به صورت برگشت پذیر یا برگشت ناپذیر عمل می‌کنند.....                    | ۲۴۹ |
| تنظیم عملکرد آنزیم.....                                                                       | ۲۵۱ |
| آنزیم‌های آلوستریک بوسیله مولکول‌هایی به غیر از مواد واکنش‌دهنده و محصولات تنظیم می‌شوند..... | ۲۵۲ |
| بین زیرواحد‌های آنزیم‌های آلوستریک میانکشی‌هایی برقرار است.....                               | ۲۵۵ |
| آنزیم‌ها با افزودن یا حذف گروه‌های شیمیایی نیز قابل تنظیم هستند.....                          | ۲۵۶ |
| ریبوزیم‌ها: مولکول‌های RNA که به عنوان آنزیم عمل می‌کنند.....                                 | ۲۵۹ |
| خلاصه نکات کلیدی.....                                                                         | ۲۶۱ |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ارتباط با سایر فصول.....                                                                  | ۲۶۳ |
| کادر ۶A   نگاهی فراتر - میمون ها و بادام زمینی ها.....                                    | ۲۳۹ |
| <b>فصل ۷   غشا: ساختار، خصوصیات و عملکرد شیمیایی.....</b>                                 | ۲۶۷ |
| <b>نقش های غشا.....</b>                                                                   | ۲۶۸ |
| غشاها مرزهای سلولی را مشخص کرده و به عنوان موانع نفوذ پذیر عمل می کنند.....               | ۲۶۸ |
| غشا محل قرارگیری پروتئین های ویژه و فعالیت های اختصاصی می باشد.....                       | ۲۶۹ |
| پروتئین های غشایی انتقال مواد محلول را تنظیم می کنند.....                                 | ۲۶۹ |
| پروتئین های غشایی سیگنال های الکتریکی و شیمیایی را شناسایی می کنند.....                   | ۲۷۰ |
| پروتئین های غشایی باعث پیوستگی سلولی می شوند و ارتباط سلول به سلول را برقرار می کنند..... | ۲۷۰ |
| مدل های ساختاری غشا: یک دید تجربی.....                                                    | ۲۷۱ |
| اورتن و لنگمویر: لیپیدها اجزای اصلی غشاها هستند.....                                      | ۲۷۳ |
| گرتز و گرندل: اساس ساختار غشا، یک دولایه لیپیدی است.....                                  | ۲۷۳ |
| دیوسن و دانیلی: غشاها حاوی پروتئین نیز می باشد.....                                       | ۲۷۴ |
| رابرتسون: تمام غشاها دارای یک ساختار پایه مشترک هستند.....                                | ۲۷۵ |
| تحقیقات بعدی کاستی های بیشتری را در مدل دیوسن - دانیلی آشکار نمود.....                    | ۲۷۵ |
| سینگر و نیکلسون: غشا از یک موزاییک پروتئینی تشکیل شده است که در درون                      |     |
| یک دولایه لیپیدی سیال قرار دارد.....                                                      | ۲۷۷ |
| آنوین و هندرسون: بیشتر پروتئین های غشایی دارای قطعات گذرنده از عرض غشا هستند.....         | ۲۷۹ |
| یافته های اخیر درک ما را از ساختار غشا اصلاح می کند.....                                  | ۲۸۰ |
| لیپیدهای غشا: بخش "سیال" مدل.....                                                         | ۲۸۰ |
| غشاها حاوی چندین گروه اصلی از لیپیدها هستند.....                                          | ۲۸۲ |
| کروماتوگرافی لایه نازک تکنیک مهمی برای بررسی لیپیدهاست.....                               | ۲۸۴ |
| وجود اسیدهای چرب برای ساختار و عملکرد غشا ضروری است.....                                  | ۲۸۵ |
| عدم تقارن در غشا: بیشتر لیپیدها به طور نامتقارن بین دو تک لایه پخش می شوند.....           | ۲۸۷ |
| دولایه لیپیدی سیال است.....                                                               | ۲۸۸ |
| غشاها تنها در حالت سیال به درستی عمل می کنند.....                                         | ۲۸۹ |

- بیشتر موجودات زنده می‌توانند سیالیت غشا را تنظیم کنند ..... ۲۹۴
- رفت‌های لیپیدی مناطق خاصی از غشا هستند که در انتقال سیگنال سلولی نقش دارند ..... ۲۹۶
- پروتئین‌های غشا؛ بخش موزاییکی مدل ..... ۲۹۷
- غشا دارای یک بخش موزاییکی از جنس پروتئین هاست:
- شواهد بدست آمده از تصاویر میکروسکوپی حاصل از تکنیک انجماد - شکست ..... ۲۹۸
- غشاهای حاوی پروتئین‌های داخلی، محیطی و متصل به لیپید هستند ..... ۲۹۸
- پروتئین‌ها را می‌توان بوسیله الکتروفورز ژل SDS - پلی آکریل آمید جدا کرد ..... ۳۰۵
- مشخص کردن ساختار سه بعدی پروتئین‌های غشا ساده تر می‌شود ..... ۳۰۸
- زیست‌شناسی مولکولی نقش بسزایی در درک ما از پروتئین‌های غشا داشته است ..... ۳۰۹
- پروتئین‌های غشایی و ظایف متنوعی را بر عهده دارند ..... ۳۱۱
- پروتئین‌های غشایی به صورت نامتقارن دو دولا به لیپیدی قرار می‌گیرند ..... ۳۱۶
- بیشتر پروتئین‌های غشایی قندی می‌شوند ..... ۳۱۸
- حرکت پروتئین‌های غشایی دارای تنوع است ..... ۳۲۱
- خلاصه نکات کلیدی ..... ۳۲۵
- ارتباط با سایر فصول ..... ۳۲۷
- کادر ۷۸ | تکنیک‌های آزمایشگاهی - تحول در مطالعات صورت گرفته بر روی پروتئین‌های غشایی: تأثیر زیست‌شناسی مولکولی ..... ۳۱۳
- فصل ۸ | انتقال از عرض غشا؛ غلبه بر یک سد نفوذپذیر ..... ۳۳۱
- سلول‌ها و فرآیندهای انتقال ..... ۳۳۱
- مواد محلول از طریق انتشار ساده، انتشار تسهیل شده و انتقال فعال، از عرض غشاهای عبور می‌کنند ..... ۳۳۲
- انتقال یک ماده محلول از عرض یک غشا به شیب غلظت یا پتانسیل الکتروشیمیایی آن بستگی دارد ..... ۳۳۲
- غشای پلاسمایی گلیکول قرمز، نمونه‌هایی از مکانیسم‌های انتقال را نشان می‌دهد ..... ۳۳۴
- انتشار ساده: انتقال بدون نیاز به انرژی در جهت شیب ..... ۳۳۶
- انتشار همیشه مواد محلول را در جهت تعادل جابجا می‌کند ..... ۳۳۶
- اسمز، انتشار آب از خلال یک غشای نیمه تراواست ..... ۳۳۸
- انتشار ساده به مولکول‌های کوچک و غیرقطبی محدود می‌شود ..... ۳۳۸
- سرعت انتشار ساده با شیب غلظت نسبت مستقیم دارد ..... ۳۴۳

- انتشار تسهیل شده: انتقال بواسطه پروتئین در جهت شیب غلظت..... ۳۴۵
- پروتئین‌های حامل و پروتئین‌های کانالی با استفاده از مکانیسم‌های متفاوتی انتشار را تسهیل می‌کنند..... ۳۴۵
- پروتئین‌های حامل دارای دو وضعیت کنفورماسیونی متغیر می‌باشند..... ۳۴۶
- پروتئین‌های حامل از نظر تخصص یافتگی و سیستیک شبیه به آنزیم‌ها هستند..... ۳۴۷
- پروتئین‌های حامل، یک با دو ماده محلول را منتقل می‌کنند..... ۳۴۸
- ناقل گلوکزی گلبول قرمز خون و پروتئین نعویض کننده آنیون نمونه‌هایی از پروتئین‌های حامل هستند..... ۳۴۸
- پروتئین‌های کانالی با تشکیل کانال‌های تراغشایی آب دوست، فرآیند انتشار را تسهیل می‌کنند..... ۳۵۲
- انتقال فعال: انتقال بواسطه پروتئین بر خلاف شیب غلظت..... ۳۵۴
- همراه شدن انتقال فعال با یک منبع انرژی ممکن است مستقیم یا غیرمستقیم باشد..... ۳۵۵
- انتقال فعال مستقیم بواسطه چهار نوع ATP از ناقل صورت می‌گیرد..... ۳۶۱
- انتقال فعال غیرمستقیم بواسطه شیب‌های یونی صورت می‌گیرد..... ۳۶۴
- نمونه‌هایی از انتقال فعال..... ۳۶۵
- انتقال فعال مستقیم: پمپ  $Na^+/K^+$  شیب‌های الکتروشیمیایی یون را حفظ می‌کند..... ۳۶۵
- انتقال فعال غیر مستقیم: هم انتقالی همسوی سطیم باعث جذب گلوکز می‌شود..... ۳۶۷
- پمپ پروتونی باکتریو دوپسین از انرژی نورانی برای انتقال پروتون‌ها استفاده می‌کند..... ۳۶۹
- مفاهیم انرژی انتقال..... ۳۷۱
- $\Delta G$  انتقال برای مواد بدون بار تنها به شیب غلظت بستگی دارد..... ۳۷۱
- $\Delta G$  انتقال برای مواد محلول باردار به پتانسیل الکتروشیمیایی وابسته است..... ۳۷۳
- خلاصه نکات کلیدی..... ۳۷۵
- ارتباط با سایر فصول..... ۳۷۷
- کادر ۸۸ | نگاهی فراتر - اسمز: انتشار آب از خلال یک غشای نیمه تراوا..... ۳۸۱
- کادر ۸۹ | کاربردهای انسانی - انتقال غشایی، سیستیک فیبروزیز، و جستجو در پی ژن درمانی..... ۳۸۶
- فصل ۹ | متابولیسم انرژی به شیوه شیمیوتروفی: گلیکولیز و تخمیر..... ۳۷۹
- مسیرهای متابولیسم..... ۳۷۹
- ATP: رابط جهانی انرژی..... ۳۸۰
- ATP حاوی دو پیوند پرانرژی فسفوانهیدریدی است..... ۳۸۱



- انرژی‌زا بودن هیدرولیز ATP از دو عامل دفع بار و پایداری رزنانس ناشی می‌شود..... ۳۸۳
- ATP یک حدواسط مهم در متابولیسم انرژی سلول به شمار می‌آید..... ۳۸۵
- متابولیسم انرژی به شیوه شیمیوتروفی..... ۳۸۷
- اکسیداسیون‌های انجام گرفته در محیط‌های زنده معمولاً شامل حذف توامان الکترون‌ها و پروتون‌ها بوده و شدیداً انرژی‌زا هستند..... ۳۸۷
- نقش گیرنده‌های الکترونی در اکسیداسیون‌های بیولوژیکی بر عهده کوآنزیم‌هایی همچون  $NAD^+$  است... ۳۹۱
- بیشتر شیمیوتروف‌ها از طریق اکسیداسیون مولکول‌های موادغذایی آلی نیاز خود به انرژی را تامین می‌کنند ۳۹۱
- گلوکز یکی از مهمترین سوبستراهای قابل اکسید در متابولیسم انرژی است..... ۳۹۲
- اکسیداسیون گلوکز به شدت انرژی‌زا است..... ۳۹۳
- انرژی حاصل از کاتابولیسم گلوکز در حضور اکسیژن به مراتب بیشتر از کاتابولیسم آن در فقدان اکسیژن است..... ۳۹۳
- موجودات زنده براساس نیازشان به اکسیژن به سه گروه هوازی، بی‌هوازی و اختیاری تقسیم می‌شوند.... ۳۹۴
- گلیکولیز و تخمیر: تولید ATP بدون حضور اکسیژن..... ۳۹۵
- گلیکولیز گلوکز را به پیرووات کاتابولیزه کرده و از این طریق ATP تولید می‌کند..... ۳۹۵
- سرنوشت پیرووات به دسترسی یا عدم دسترسی به اکسیژن بستگی دارد..... ۴۰۲
- پیرووات در غیاب اکسیژن دستخوش فرآیندهای تخمیری می‌شود تا در نهایت موجب تولید مجدد  $NAD^+$  گردد..... ۴۰۲
- تخمیر تنها بخش اندکی از انرژی ناشی از سوبستراهای مصرفی را به دام می‌اندازد، اما همین مقدار اندک را نیز به صورت موثری به صورت ATP ذخیره می‌کند..... ۴۰۵
- سوبستراهای جایگزین برای گلیکولیز..... ۴۰۶
- سایر قندها و گلیسرول نیز از طریق مسیر گلیکولیتیک کاتابولیزه می‌شوند..... ۴۰۶
- قندهای فسفات‌ه حاصل از تجزیه پلی‌ساکاریدها نیز وارد مسیر گلیکولیز می‌شوند..... ۴۰۷
- گلوکونئوزنز..... ۴۰۹
- تنظیم گلیکولیز و گلوکونئوزنز..... ۴۱۳
- تنظیم آلوستریک، برای کنترل فعالیت گلیکولیز و گلوکونئوزنز،
- آنزیم‌های کلیدی واقع در این مسیرها را مورد هدف قرار می‌دهد..... ۴۱۳
- فروکتوز -۲، -۶- بیس فسفات یکی از تنظیم‌کننده‌های مهم گلیکولیز و گلوکونئوزنز است..... ۴۲۰

|     |                                                                                       |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ۴۲۱ | نقش‌های جدید برای آنزیم‌های مسیر گلیکولیز                                             |
| ۴۲۴ | خلاصه نکات کلیدی                                                                      |
| ۴۲۶ | ارتباط با سایر فصول                                                                   |
| ۴۱۶ | کادر ۹۸   نگاهی فراتر - قند پس از ورود به بدن دستخوش چه وقایعی می‌شود                 |
| ۴۲۹ | فصل ۱۰   متابولیسم انرژی حاصل از شیمیوسنتز: تنفس هوازی                                |
| ۴۲۹ | تنفس سلولی: تولید حداکثر ATP                                                          |
| ۴۳۰ | انرژی حاصل از تنفس هوازی بسیار بیشتر از انرژی حاصل از طریق تخمیر می‌باشد              |
| ۴۳۰ | تنفس سلولی شامل گلیکولیز، اکسیداسیون پیرووات، چرخه TCA، انتقال الکترون و سنتز ATP است |
| ۴۳۲ | میتوکندری: محل انجام واکنش‌ها                                                         |
| ۴۳۳ | میتوکندری‌ها اغلب در محل‌هایی حضور دارند که بیشتر از سایر قسمت‌ها به ATP نیاز دارند   |
| ۴۳۳ | آیا میتوکندری‌ها شبکه‌هایی به هم پیوسته هستند و یا به صورت اندامک‌های مجزا می‌باشند؟  |
| ۴۳۶ | غشاهای داخلی و خارجی میتوکندری تعیین‌کننده دو بخش و سه ناحیه مجزا هستند               |
| ۴۳۸ | فعالیت‌های میتوکندری در سطح یا درون غشاها یا بخش‌های ویژه رخ می‌دهد                   |
| ۴۴۰ | در باکتری‌ها فعالیت‌های تنفسی در غشای پلاسمایی و سیتوپلاسم انجام می‌شوند              |
| ۴۴۱ | چرخه اسید تری کربوکسیلیک: اکسیداسیون در طی یک چرخه                                    |
| ۴۴۲ | پیرووات بواسطه دکربوکسیلاسیون اکسایشی به استیل کوآنزیم A تبدیل می‌شود                 |
| ۴۴۳ | چرخه TCA با ورود استات به شکل استیل کوآ آغاز می‌شود                                   |
| ۴۴۵ | NADH طی دو واکنش دکربوکسیلاسیون اکسایشی، تشکیل شده و $\text{CO}_2$ آزاد می‌شود        |
| ۴۴۵ | تولید مستقیم GTP (یا ATP) در یکی از مراحل چرخه TCA رخ می‌دهد                          |
| ۴۴۶ | واکنش‌های اکسایشی انتهای چرخه TCA به تولید NADH و $\text{FADH}_2$ منجر می‌شود         |
| ۴۴۷ | خلاصه: $\text{CO}_2$ , ATP, NADH و $\text{FADH}_2$ محصولات چرخه TCA هستند             |
| ۴۴۸ | چندین آنزیم چرخه TCA به صورت آلوتریک تنظیم می‌شوند                                    |
| ۴۵۰ | چرخه TCA در کاتابولیسم چربی‌ها و پروتئین‌ها نیز نقشی کلیدی را ایفا می‌کند             |
| ۴۵۲ | چرخه TCA به عنوان منبعی برای تامین پیش‌سازهای مسیرهای آنابولیسمی عمل می‌کند           |
| ۴۵۲ | چرخه گلی اکسیلات، استیل کوآ را به کربو هیدرات تبدیل می‌کند                            |
| ۴۵۸ | انتقال الکترون: جریان الکترون از کوآنزیم‌ها به اکسیژن                                 |

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| سیستم انتقال الکترون، الکترون‌ها را از کوآنزیم‌های احیا شده به اکسیژن حمل می‌کند.....                                                                     | ۴۵۸ |
| سیستم انتقال الکترون از پنج نوع حامل الکترونی تشکیل شده است.....                                                                                          | ۴۵۹ |
| حاملین الکترون در یک توالی فعالیت می‌کنند که ترتیب آن بوسیله پتانسیل احیای آنها تعیین می‌شود.....                                                         | ۴۶۲ |
| اغلب حاملین در قالب چهار کمپلکس تنفسی بزرگتر سازماندهی می‌شوند.....                                                                                       | ۴۶۷ |
| کمپلکس‌های تنفسی آزادانه درون غشای داخلی میتوکندری حرکت می‌کنند.....                                                                                      | ۴۶۹ |
| شیب الکتروشیمیایی پروتون: نقطه اصلی تلاقی و جفت شدن انرژی.....                                                                                            | ۴۷۱ |
| انتقال الکترون و سنتز ATP، رویدادهای جفت شده هستند.....                                                                                                   | ۴۷۱ |
| مدل شیمیواسموتیک: حلقه مفقوده، یک شیب پروتون است.....                                                                                                     | ۴۷۲ |
| انرژی حاصل از اکسیداسیون کوآنزیم‌ها موجب پمپاژ مقداری پروتون می‌شود که برای تشکیل سه ATP به ازای هر NADH و دو ATP به ازای هر $FADH_2$ کافی خواهد بود..... | ۴۷۳ |
| مدل شیمیواسموتیک بواسطه مجموعه‌ای از شواهد آزمایشگاهی مستدل اثبات می‌شود.....                                                                             | ۴۷۵ |
| سنتز ATP: تمام عوامل کنار هم قرار می‌گیرند.....                                                                                                           | ۴۷۸ |
| اجزای $F_1$ دارای فعالیت ATP سنتازی می‌باشند.....                                                                                                         | ۴۷۹ |
| کمپلکس $F_0F_1$ : حرکت پروتون از درون $F_0$ سبب تولید ATP در $F_1$ می‌گردد.....                                                                           | ۴۷۹ |
| سنتز ATP بوسیله $F_0F_1$ ، مستلزم چرخش فیزیکی زیر واحد گاما است.....                                                                                      | ۴۸۲ |
| مدل شیمیواسموتیک شامل نقل و انتقال دائمی پروتون‌ها از عرض غشا است.....                                                                                    | ۴۸۶ |
| تنفس هوازی: جمع بندی تمام آنچه که گفته شد.....                                                                                                            | ۴۸۷ |
| حداکثر تولید تنفس هوازی ۳۶ تا ۳۸ عدد ATP به ازای هر گلوکز است.....                                                                                        | ۴۸۸ |
| تنفس هوازی فرآیندی فوق العاده کارآمد و پربازده است.....                                                                                                   | ۴۹۱ |
| خلاصه نکات کلیدی.....                                                                                                                                     | ۴۹۳ |
| ارتباط با سایر فصول.....                                                                                                                                  | ۴۹۵ |
| کادر ۱۰۸   نگاهی فراتر- چرخه گلیکسیلات، گلی‌اکسی‌زوم‌ها و جوانه‌زنی دانه‌ها.....                                                                          | ۴۵۵ |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| فصل ۱۱   متابولیسم انرژی به شیوه فتوتروپی: فتوسنتز.....                     | ۴۹۹ |
| یک مرور کلی بر فتوسنتز.....                                                 | ۵۰۰ |
| واکنش‌های تبدیل انرژی، انرژی خورشیدی را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کنند..... | ۵۰۰ |
| در واکنش‌های تثبیت کربن، بواسطه احیای دی‌اکسید کربن، کربن تثبیت می‌شود..... | ۵۰۲ |

- کلروپلاست اندامک فتوستتزی سلول‌های یوکاریوت است..... ۵۰۲
- کلروپلاست‌ها از سه سیستم غشایی تشکیل شده‌اند..... ۵۰۴
- تبدیل انرژی در فتوستتز، مرحله اول: جذب نور..... ۵۰۵
- کلروفیل نخستین رابط نور خورشید با حیات است..... ۵۱۰
- رنگیزه‌های فرعی میزان دسترسی به انرژی خورشید را افزایش می‌دهند..... ۵۱۰
- مولکول‌های جمع‌کننده نور در قالب فتوسیستم‌ها و کمپلکس‌های جمع‌کننده نور سازماندهی می‌شوند..... ۵۱۳
- فتوتروف‌های انگیزنی دارای دو نوع فتوسیستم هستند..... ۵۱۳
- تبدیل انرژی در فتوستتز، بخش دوم: سنتز  $\text{NADPH}$ ..... ۵۱۶
- فتوسیستم II الکترون‌ها را از آب به یک پلاستوکوئینن منتقل می‌کند..... ۵۱۶
- کمپلکس سیتوکروم  $\text{b}_6\text{f}$  الکترون‌ها را از پلاستوکوئینول به پلاستوسیانین منتقل می‌کند..... ۵۲۰
- فتوسیستم I الکترون‌ها را از پلاستوسیانین به فردوکسین منتقل می‌کند..... ۵۲۱
- آنزیم فردوکسین  $\text{NADP}^+$  ردکنار و اکسایش احیای  $\text{NADP}^+$  را کاتالیز می‌کند..... ۵۲۲
- تبدیل انرژی در فتوستتز، بخش سوم: سنتز  $\text{ATP}$ ..... ۵۲۳
- کمپلکس  $\text{ATP}$  سنتاز عبور پروتون‌ها از عرض غشای تیلاکوئیدی را با سنتز  $\text{ATP}$  جفت می‌کند..... ۵۲۳
- فتوفسفریلاسیون چرخه ای. سلول فتوستتزکننده را قادر می‌سازد تا سنتز  $\text{ATP}$  و  $\text{NADPH}$  را در حالت تعادل حفظ کند..... ۵۲۴
- خلاصه ای از سیستم کامل تبدیل انرژی..... ۵۲۵
- تثبیت کربن در فتوستتز، بخش اول: چرخه کالوین..... ۵۲۷
- با کربوکسیلاسیون ریبولوز-۱،۵- بیس فسفات، دی اکسیدکربن وارد چرخه کالوین می‌شود..... ۵۲۷
- ۳- فسفوگلیسرات احیا شده و گلیسرآلدئید ۳- فسفات را بوجود می‌آورد..... ۵۲۸
- تولید مجدد ریبولوز-۱،۵- بیس فسفات باعث تثبیت پیوسته کربن می‌شود..... ۵۳۱
- شرح کامل چرخه کالوین و ارتباط آن با انتقال انرژی در فتوستتز..... ۵۳۱
- تنظیم چرخه کالوین..... ۵۳۲
- چرخه کالوین برای رسیدن به حداکثر کارایی. به شدت تنظیم می‌شود..... ۵۳۳
- تنظیم فعالیت تثبیت کربن در رویسکو بوسیله رویسکو اکتیواز..... ۵۳۵
- تثبیت کربن فتوستتزی، بخش دوم: سنتز کربوهیدرات..... ۵۳۵
- گلوکز ۱- فسفات از تریوز فسفات‌ها تولید می‌شود..... ۵۳۵

|     |                                                                                                   |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۵۳۶ | بیوستز ساکارز در سیتوزول صورت می گیرد.....                                                        |
| ۵۳۸ | بیوستز نشاسته در استرومای کلروپلاست انجام می شود.....                                             |
| ۵۳۹ | فتوستز باعث تولید ترکیبات احیاشده نیتروژن دار و گوگرد دار نیز می شود.....                         |
| ۵۳۹ | فعالیت اکسیژنازی رویسکو کارایی فتوستز را کاهش می دهد.....                                         |
| ۵۴۰ | مسیر گلیکولات کربن های احیا شده را از فسفولیگولات به چرخه کالوین باز می گرداند.....               |
|     | گیاهان $C_4$ رویسکو را تنها به سلول های غنی از $CO_2$ محدود می کنند                               |
| ۵۴۲ | و از این طریق تنفس نوری را به حداقل می رسانند.....                                                |
|     | گیاهان CAM روزنه های خود را تنها در هنگام شب باز می کنند و از این طریق تنفس نوری و اتلاف آب را به |
| ۵۴۶ | حداقل می رسانند.....                                                                              |
| ۵۴۷ | خلاصه نکات کلیدی.....                                                                             |
| ۵۴۹ | ارتباط با سایر فصول.....                                                                          |
|     | کادر ۱۱A   نگاهی فراتر- نظریه درون همزیست و تکامل میتوکندری ها و کلروپلاست ها از باکتری های       |
| ۵۰۶ | قدیمی.....                                                                                        |
| ۵۱۴ | کادر ۱۱B   نگاهی فراتر- یک مرکز واکنش فتوستزی در یک باکتری ارغوانی.....                           |
| ۵۵۱ | فصل ۱۲   سیستم غشای داخلی و پراکسی زوم ها.....                                                    |
| ۵۵۲ | شبکه آندوپلاسمی.....                                                                              |
| ۵۵۳ | دو نوع شبکه آندوپلاسمی از نظر ساختار و عملکرد با یکدیگر متفاوت هستند.....                         |
| ۵۵۴ | شبکه آندوپلاسمی زبر در بیوستز و پردازش پروتئین ها نقش ایفا می کند.....                            |
|     | شبکه آندوپلاسمی صاف در سم زدایی دارو، متابولیسم کربوهیدرات ها و سایر فرآیندهای سلولی نقش دارد     |
| ۵۵۵ | .....                                                                                             |
| ۵۶۵ | شبکه آندوپلاسمی نقش مهمی را در بیوستز غشاها ایفا می کند.....                                      |
| ۵۶۶ | کمپلکس گلژی.....                                                                                  |
| ۵۶۶ | کمپلکس گلژی از یکسری سیستم های غشادار تشکیل شده است.....                                          |
| ۵۶۸ | نحوه جریان لیپیدها و پروتئین ها در طول کمپلکس گلژی به کمک دو مدل تشریح می شود.....                |
| ۵۷۱ | نقش های شبکه آندوپلاسمی و کمپلکس گلژی در فندی شدن پروتئین.....                                    |
| ۵۷۵ | نقش های شبکه آندوپلاسمی و کمپلکس گلژی در عبور و مرور پروتئین ها.....                              |

|       |                                                                                                             |     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ..... | پروتئین‌های مخصوص شبکه آندوپلاسمی حاوی نشانه‌های حفظ و بازگشت هستند                                         | ۵۷۷ |
| ..... | پروتئین‌های کمپلکس گلژی ممکن است بر اساس طول دمین تراغشایی دسته بندی شوند                                   | ۵۷۸ |
| ..... | تعیین هدف پروتئین‌های لیزوزومی محلول، به اندوزوم‌ها و لیزوزوم‌ها، مدلی برای دسته بندی پروتئین‌ها در TGN است | ۵۷۸ |
| ..... | مسیرهای ترشحی، مولکول‌ها را به خارج از سلول منتقل می‌کنند                                                   | ۵۸۰ |
| ..... | اگزوسیتوز و اندوسیتوز: انتقال مواد از عرض غشای پلاسمایی                                                     | ۵۸۳ |
| ..... | اگزوسیتوز، مولکول‌های درون سلولی را به محیط خارج سلول آزاد می‌کند                                           | ۵۸۴ |
| ..... | در اندوسیتوز، با تشکیل وزیکول‌هایی از غشای پلاسمایی، مولکول‌های خارج سلولی وارد می‌شوند                     | ۵۸۵ |
| ..... | وزیکول‌های پوشش دار در فرآیندهای انتقالی سلول                                                               | ۵۹۶ |
| ..... | وزیکول‌های دارای پوشش کلاترینی با شبکه ای متشکل از کلاترین و پروتئین رابط پوشیده شده اند                    | ۵۹۷ |
| ..... | اجتماع پوشش‌های کلاترینی تشکیل وزیکول‌ها از غشای پلاسمایی و شبکه ترانس گلژی را هدایت می‌کند                 | ۵۹۸ |
| ..... | وزیکول‌های دارای پوشش COPI و COPII، بین شبکه آندوپلاسمی و سیستم‌های کمپلکس گلژی جابجا می‌شوند               | ۶۰۰ |
| ..... | پروتئین‌های SNARE، الحاق وزیکول‌ها به غشای هدف را تسهیل می‌کنند                                             | ۶۰۱ |
| ..... | لیزوزوم و گوارش سلولی                                                                                       | ۶۰۴ |
| ..... | لیزوزوم‌ها آنزیم‌های گوارشی را از سایر قسمت‌های سلول جدا می‌کنند                                            | ۶۰۴ |
| ..... | لیزوزوم‌ها از اندوزوم‌ها بوجود می‌آیند                                                                      | ۶۰۶ |
| ..... | آنزیم‌های لیزوزومی در چندین فرآیند گوارشی مختلف نقش دارند                                                   | ۶۰۶ |
| ..... | تجمع مواد غیر قابل هضم از ویژگی‌های بیماری‌های ذخیره ای لیزوزوم است                                         | ۶۰۹ |
| ..... | واکنش گیاه: یک اندامک چند منظوره                                                                            | ۶۱۰ |
| ..... | پراکسی زوم‌ها                                                                                               | ۶۱۱ |
| ..... | پراکسی زوم‌ها بواسطه ابداع سانتریفیوژ تعادل چگالی کشف شدند                                                  | ۶۱۱ |
| ..... | بیشتر عملکردهای پراکسی زوم با متابولیسم پراکسید هیدروژن مرتبط هستند                                         | ۶۱۳ |
| ..... | سلول‌های گیاهی دارای پراکسی زوم‌هایی می‌باشند که در سلول‌های جانوری وجود ندارد                              | ۶۱۶ |
| ..... | پراکسی زوم‌ها با تقسیم پراکسی زوم‌های از پیش موجود ایجاد می‌شوند                                            | ۶۱۷ |
| ..... | خلاصه نکات کلیدی                                                                                            | ۶۲۰ |

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ارتباط با سایر فصول.....                                                                 | ۶۲۲ |
| کادر ۱۲A   تکنیک‌های آزمایشگاهی - سانتریفیوژ: یکی از تکنیک‌های ضروری در زیست‌شناسی سلولی |     |
| سانتریفیوژ: یکی از تکنیک‌های ضروری در زیست‌شناسی سلولی.....                              | ۵۵۹ |
| کادر ۱۲B   کاربرد انسانی - کلسترول، گیرنده LDL و اندوسیتوز به‌واسطه گیرنده.....          | ۵۹۳ |

www.ketab.ir