



مبانی

زیست‌شناسی سلولی

نویسندگان: بروس آلبرتس و همکاران

ویرایش سوم 2010

مترجمین:

زهرا فرزانه، اعظم پیلتن، ناهید نصیری، سعید فردی

زیر نظر:

دکتر حسین بهاروند

گروه سلول‌های بنیادی و زیست‌شناسی تکوینی

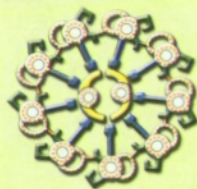
پژوهشکده زیست‌شناسی و فناوری سلول‌های بنیادی رویان

گروه زیست‌شناسی تکوینی، دانشگاه علم و فرهنگ



خازیت‌شناسی

عنوان و نام پدیدآور	: مبانی زیست‌شناسی سلولی / مؤلف: آلبرتس، بری ...
مشخصات نشر	: او دیگران؛ ترجمه مسین بهاروند.
مشخصات ظاهری	: تهران - خانه زیست‌شناسی، ۱۳۹۰
شابک	: ۹۱۶ ص.: مصور، جدول، نمودار (رنگی)؛ ۲۲×۲۹ س. ج.
وضعیت فهرست نویسی	: ۲۵۰۰۰۰ ریال: 5-70-2605-964-978
یادداشت	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Essential cell biology 2009, 3th ed.
	: مؤلف: آلبرتس، بری، هوپکین، جانسون، لوئیز،
	راف، رابرتز، والتر
موضوع	: یافته‌شناسی
موضوع	: مولکول‌ها -- زیست‌شناسی
موضوع	: زیست شیمی
شناسه افزوده	: آلبرتس، بروس (Alberts, Bruce)
شناسه افزوده	: بهاروند، مسین، ۱۳۵۱ - مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۲QH/۵۸۱ م/۲۳ ۱۳۹۰ ب
رده‌بندی دیوئی	: ۵۷۱/۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۷۴۹۹۲۲



خازینت‌شناسی

مبانی زیست‌شناسی سلولی

نام کتاب:	مبانی زیست‌شناسی سلولی
نویسندگان:	بروس آلبرتس و همکاران
ویرایش:	سوم / ۲۰۱۰
ترجمه:	دکتر حسین بهاروند و همکاران
ناشر:	خانه زیست‌شناسی
نوبت چاپ:	اول / ۱۳۹۰
مروف‌پینی و صفحه‌آرایی:	ناهید پیدایی، مصطفی مرادی و جواد جعفریان
طراح و گرافیک:	امید عرفانی
امور فنی چاپ:	علیرضا مرادی
لیتوگرافی / چاپ / صمافی:	ایران اسکندر / ایماژ
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۲۶۰۵-۷۰-۵
شمارگان:	۵۰۰۰ نسخه
قیمت:	۲۵۰۰۰ تومان

تلفن مرکز پخش: ۴۴۴۹۱۱۸۵ و ۴۴۴۹۶۱۷۸ و ۴۴۴۶۰۲۸۷

فروش اینترنتی: www.hbio.ir

مدیر فروش: عارف آریافر

تقدیم به:

پیشگاه مقدس حضرت زهرا (س) و حضرت بقیه ا... الاعظم (عج)

و به

روح بلند استاد فرزانه، زنده یاد

دکتر سعید کاظمی آشتیانی

دانشمند و بنیانگذار پژوهشکده رویان، حامی و الهام بخش
پژوهش در زمینه فناوری سلول‌های بنیادی و طب تولید مثل

و تقدیم به

خانواده‌هایمان

به دلیل صبر، شکیبایی و همراهی بی‌نظیرشان

و به

تمامی استادان و دانشجویان ارجمند

مقدمه مؤلف:

در دنیای ما هیچ موضوعی حیرت‌انگیزتر از سلول زنده نیست. سلول‌ها کوچک، ظریف و شگفت‌انگیز و پیچیده هستند، به‌طور دائم خودنوسازی می‌کنند. از بیش از سه میلیون سال پیش که سیاره ما عاری از مواد گرم منظومه شمسی شد تا کنون، هنوز اطلاعات خود را در DNA نگه داشته‌اند. بر خلاف گوناگونی پیوسته و تنوع غیر عادی و قابل انعطافی که در طی تکامل ایجاد شده است، سلول‌ها هنوز مرکز ماشین شیمیایی خود یعنی همانندسازی را حفظ کرده‌اند و این موضوع برای هر موجود زنده‌ای روی زمین اعم از یک دانه، برگ، باکتری موجود در یک تکه پنیر یا مخمر موجود در خمره شراب، تکرار می‌شود.

اگر هیچ عامل دیگری نباشد، کنجکاوی باید باعث تحریک ما برای مطالعه زیست‌شناسی سلولی شود، اما دلایل کاربردی زیادی نیز وجود دارد که چرا زیست‌شناسی سلولی بخشی از آموزش هر فرد باشد. همه ما از سلول ساخته شده‌ایم، از سلول‌ها تغذیه می‌کنیم و دنیای ما به‌وسیله سلول‌ها قابل سکونت شده است، ما نیاز داریم حیات سلول را بشناسیم تا خودمان را بشناسیم، تا از سلامتی خود مراقبت کنیم، تا از منابع غذایی مان محافظت کنیم و از به خطر افتادن اکوسیستم‌مان حمایت کنیم. چالشی که برای دانشمندان وجود دارد، دستیابی به عمق دانش و فهم راه‌های جدید برای به کارگیری آنهاست. اما همه ما به‌عنوان یک شهروند به دانستن موارد مرتبط با دنیای ما نیازمندیم. این موارد از امور سلامتی‌مان گرفته تا بخش‌های گسترده اجتماعی، تغییرات محیطی، فناوری‌های بیوپزشکی، فرآیندهای بیماری‌های مسری را شامل می‌شود.

زیست‌شناسی سلولی عنوانی بزرگ است و تقریباً هر شاخه دیگری از علم مرتبط می‌شود. بنابراین مطالعه زیست‌شناسی سلول یک آموزش وسیع علمی را ایجاد می‌کند. اگرچه راحتی می‌شود در جزئیات گم گشته و در اثر حجم زیادی از اطلاعات و نام‌های تکنیکی گیج شد. بنابراین تمرکز ما در این کتاب برای ایجاد دلایل روشن، سراسر و قابل توجهی از مفاهیم اساسی است. ما به دنبال روشی هستیم که حتی اگر توسط خواننده‌ای که برای اولین بار با زیست مدرن مواجه می‌شود، بفهمد که چگونه سلول زنده کار می‌کند: اینکه چگونه مولکول‌های سلول - به‌خصوص پروتئین‌ها، مولکول‌های DNA و RNA - برای ایجاد این سیستم قابل توجه تغذیه می‌کند، به محرک پاسخ می‌دهد، حرکت می‌کند، رشد می‌کند، تقسیم می‌شود و خودش دو برابر می‌شود.

ارائه تصویری مشخص و روشن از مبانی زیست‌شناسی سلولی، زمانی بر ملاشکار شد که مشغول تألیف کتاب زیست‌شناسی مولکولی سلول (The cell) بودیم که هم اکنون در چاپ پنجم است. این کتاب برای دانشجویان کارشناسی تا دکترا، به خصوص در رشته علوم زیستی یا پزشکی تألیف شده است. بیشتر دانشجویان و افرادی که به شرح مقدماتی از زیست سلول نیاز دارند زیست‌شناسی مولکولی سلول را بسیار جزئی‌تر از نیازشان می‌یابند. در مقابل، کتاب مبانی زیست‌شناسی سلولی برای ایجاد مفاهیم زیست‌شناسی سلولی مورد نیاز هر فردی است که هم به بخش‌های زیست‌شناسی و پزشکی نیاز دارد و هم‌خواهان دانستن بخش‌های گسترده‌تر زیستی است بر زندگی ما تأثیر می‌گذارد.

مجموعه حاضر، آخرین ویرایش کتاب مبانی زیست‌شناسی سلولی ویرایش سوم نوشته بروس آلبرتس و همکاران است. این کتاب برای بهبود فهم آسان مفاهیم زیست‌شناسی سلولی و مولکولی به صورت داستانی، روان، دقیق و شفاف برای دانشجویان تألیف شده است و باعث تشویق دانشجویان مبتدی به مطالعه بیشتر این علم می‌شود. سوالاتی که در هر فصل وجود دارد باعث توقف خواننده و تفکر در آنچه خوانده می‌شود که این به فهم بیشتر آن موضوع کمک خواهد کرد و همچنین باعث می‌شود که دانش جدید خود را در راه آزمودن فهمیده‌هایش به کارگیرد.

در این ویرایش، که بسیار به روز شده است، هنوز سطح دانشگاهی کتاب حفظ شده است. هر فصل با اصولی جدید از ساختار کروموزوم و اپی ژنتیک، ریز آرایه‌ها، RNAi، کنترل کیفی پروتئین، شناسایی سلول‌ها، تغییر ژنتیکی و پتانسیل پزشکی آنها، تیمارهای روتین سرطان، تکامل ژنوم و بسیاری موضوعات دیگر به روز شده است. مباحث انرژی زایی و ترمودینامیک بهبود یافته است و فصل چرخه سلولی و تقسیم سلولی نیز در یک فصل ادغام شده است. بخش چگونه فهمیدیم و آزمایشات توصیفی که توضیح می‌داد چگونه زیست‌شناسان سؤالات مهم را پاسخ می‌دادند و چگونه نتایج آزمایشات ایده‌های آینده‌شان را شکل می‌داد نیز به روز شده است.

شکل‌ها در مبانی زیست‌سلولی مانند گذشته بر مفاهیم اصلی تأکید می‌کنند و عاری از جزئیات غیرضروری هستند. اصطلاح کلیدی که در هر فصل معرفی می‌شود وقتی برای اولین بار معرفی می‌شود پررنگ‌تر است و در انتهای کتاب در یک واژه نامه بزرگ جمع‌آوری و شرح داده می‌شوند. ما در اینجا برای مطالعه بیشتر، فهرست مراجع را نیاوردیم و افرادی که به دنبال فهم عمیق‌تر موضوعی باشند را تشویق می‌کنیم که به لیست مطالعاتی کتاب زیست‌شناسی مولکولی سلول، چاپ پنجم مراجعه کنند و یا آنها را در مقالات مروری که به تازگی منتشر شده‌اند، از طریق یکی از موتورهای قوی جستجوگر مانند Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) یا Google Scholar (<http://scholar.google.com>) ببینند.

از خصوصیات اصلی این کتاب طرح سؤالات بسیار در حاشیه متن و در انتهای هر فصل است. هدف از طراحی سؤالات این بوده است که دانشجویان در دوره مطلبی که می‌خوانند فکر کنند و تشویق شوند با مکثی کوتاه میزان درک خود را از مطلب بیازمایند. ماهیت بسیاری از پرسش‌ها این است که دانشجو اطلاعات تازه فراگرفته شده را در قالب زیست‌شناسی وسیع‌تری قرار دهد. برخی از پرسش‌ها بیش از یک پاسخ دارند یا پاسخ برخی دیگر نیازمند حدس و گمان است. پاسخ پرسش‌ها در آخر کتاب آمده است و در بیشتر موارد حاوی تفسیر یا چشم‌اندازی دیگر افزون بر موضوعات ذکر شده در متن اصلی هستند.

برای افرادی که خواستار درک عمیق‌تری از مفاهیم زیست‌شناختی و چگونگی نتیجه‌گیری زیست‌شناسان سلولی از آزمایش‌ها هستند، کتاب "زیست‌شناسی مولکولی سلول: حل مسئله" چاپ پنجم، نوشته: جان ویلسون و تیم هانت را توصیه می‌کنیم، این کتاب به عنوان راهنمای زیست‌شناسی مولکولی سلول تالیف شده، سؤالاتی در تمامی سطوح را شامل می‌شود و منبع سرشاری از موضوعاتی است که برای دانش آموزان و معلمان تفکر برانگیز است. در کتاب مبانی زیست‌شناسی سلولی به تعدادی از این سؤالات اشاره کردیم و از نویسندگان آنها بسیار سپاسگزاریم.

بر خلاف گذشته، پیشرفت‌های تصویرسازی‌های جدید و فناوری‌های کامپیوتری، دسترسی ما به عملکرد درونی سلول‌های زنده افزایش داده است. ما سعی کردیم که همراه کتاب یک لوح فشرده DVD حاوی فیلم‌های مهم در مبانی زیست‌شناسی تهیه کنیم. این مجموعه حاوی بیش از ۱۳۰ کلیپ ویدئویی، پویانمایی، ساختار مولکولی و تصاویر میکروسکوپ الکترونی با ریزنمایی بالا است که به منظور تکمیل مطالب هر فصل طراحی شده است. کسی نمی‌تواند خزیدن سلول، تقسیم شدن، جداسازی کروموزوم‌ها یا آرایش مجدد آنها را ببیند بدون اینکه سؤالی در مورد مکانیسم‌های مولکولی که دلیل ایجاد این وقایع است برایش بوجود نیاید. تطبیق دادن فیلم همانندسازی DNA در یک DVD مشکل است. ما امیدواریم که مبانی زیست‌شناسی سلولی باعث تهییج و تحریک دانشجویان شود و مفاهیم پایه‌ای درون متن را تقویت کند و باعث شود آموزش زیست سلولی آسان‌تر و فوق العاده‌تر باشد.

مانند زیست‌شناسی مولکولی سلول، هر فصل از کتاب مبانی زیست‌شناسی سلولی، حاصل تلاشی مشترک است که از یک نویسنده به نویسنده بعدی منتقل گردیده است. به علاوه افراد زیادی نیز به ما کمک کردند که از آنها تقدیر و تشکر می‌کنیم. شکی نیست که علی‌رغم تلاش بسیار ما، کتاب خالی از اشکال نیست. از افرادی که کتاب را مطالعه می‌کنند خواهشمندیم که اگر با اشکالی مواجه شدند از طریق science@garland.com ما را در جریان این اشتباهات قرار دهند تا آنها را در چاپ بعدی اصلاح کنیم.

پیشگفتار

خداوند را شاکریم که به ما توفیق و توان ترجمه‌ی ویراستی دیگر از کتاب مبانی زیست‌شناسی سلولی را داد. مجموعه حاضر، ترجمه‌ی کامل ویرایش سوم کتاب مبانی زیست‌شناسی سلولی (Essential cell biology) نوشته بروس آلبرتس و همکارانش است. در این ویرایش به روز، مباحث جدیدی به آن اضافه شده است و سعی دارد با بیانی ساده و مختصر همراه با شکل و فیلم‌ها که به صورت لوح فشرده همراه کتاب است، مفاهیم اساسی و آخرین یافته‌های علم زیست‌شناسی سلولی و مولکولی را ارائه دهد. پرسش‌های هر فصل زمینه تفکر بیشتر را برای خواننده فراهم می‌کند. ترجمه این کتاب با هدف گسترش مبانی علمی زیست‌شناسی سلولی و مولکولی به عنوان زیربنای سایر زمینه‌های زیست‌شناسی بوده است. علیرغم تلاشی که سعی در حفظ امانت و روانی آن صورت گرفته است، نمی‌توان گفت که ترجمه‌ی کتاب عاری از اشتباه است؛ لذا از شما اساتید و دانشجویان محترم می‌خواهم که ما را در بهبود این کار یاری دهید و ما را از نظرات و پیشنهادات خود در این زمینه آگاه سازید. بر خود لازم می‌دانم از زحمات سرکار خانم مریم خوش‌نص و افراد محترم انتشارات خانه زیست‌شناسی (مرکز تخصصی چاپ و نشر کتاب‌های زیست‌شناسی) به خصوص آقای مصطفی رویان، مدیر محترم انتشارات، که به جرأت حق بزرگی در توسعه علم زیست‌شناسی در کشور دارند، سپاسگزاری و قدردانی کنم. همچنین از کلیه دوستانی که ما را در انجام این امر مورد تشویق قرار دادند سپاسگزاریم.

دکتر حسین بهاروند

گروه سلول‌های بنیادی و زیست‌شناسی تکوینی، پژوهشکده زیست‌شناسی و فناوری سلول‌های بنیادی رویان، جهاد دانشگاهی

گروه زیست‌شناسی تکوین، دانشگاه علم و فرهنگ جهاد دانشگاهی

فروردین ماه ۱۳۹۰

«به نام ایزد یگانه»

... شاید این جمله‌ی آقای دکتر بهاروند، که در یکی از بعدازظهرهای خردادماه ۷۵، در حیاط دانشکده‌ی علوم دانشگاه تهران از ایشان شنیدم، به بهترین وجه نشان‌دهنده‌ی اراده، تلاش و آرزوهای این دوست بسیار عزیزمان باشد:

... حقیقتش رو بخوای دنبال یک استاد مولکولی خوب و یک استاد جنین‌شناس خوب می‌گردم

تا خودم به عنوان یک جنین‌شناس مولکولی متولد بشم!

آن روزها آقای بهاروند دانشجوی دوره‌ی فوق‌لیسانس دانشگاه شهید بهشتی بود و از آن هنگام تاکنون ۱۵ سال می‌گذرد. آن جنین متولد شد و شروع به رشد و نمو کرد که شاید سال‌های آینده بشریت را مدیون دستاوردهای بزرگ علمی خود نماید! نمی‌دانم افرادی چون دکتر حسین بهاروند که به این جایگاه علمی دست پیدا می‌کنند واقعاً چه بهایی را می‌پردازند، اما فکر می‌کنم زندگی کم‌ترین بهایی باشد که آنها پرداخته‌اند!

در آخرین روزهای آماده‌سازی ویرایش دوم کتاب بود که خبر درگذشت جناب آقای دکتر کاظمی آشتیانی، مدیر و مؤسس پژوهشکده‌ی رویان را شنیدم. خبری تلخ و متأثر کننده که باورش بسیار سخت بود. دکتر کاظمی را فقط از طریق مصاحبه‌ها و برنامه‌های تلویزیونی می‌شناختم؛ ولی تأثیر مدیریت بسیار توانمند ایشان را بر عملکردهای ارزشمندی که از پژوهشکده‌ی رویان اعلام می‌شد، می‌دیدم. شاید اگر تنها به این کار دکتر کاظمی فکر کنیم که ایشان توانستند محیطی را فراهم نمایند تا افرادی چون بهاروندها به تحقیق بپردازند، برای آخرتشان کافی باشد.

خانه‌ی زیست‌شناسی ضمن آرزوی علو درجات برای روح مرحوم دکتر کاظمی، چاپ کتاب حاضر را حداقلی قدردانی از گروه پژوهشی سلول‌های بنیادی می‌داند. در پایان کم‌ترین آرزوی ما دریافت جایزه‌ی نوبل توسط این تیم پژوهشی است؛ شاید این اتفاق مهم سال‌ها به طول انجامد، اما یقین داریم افتخاری است که برانزده‌ی این جوانان پر افتخار خواهد بود. به امید آن روز!

مصطفی پویان

مدیر نشر خانه زیست‌شناسی

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه‌ای بر سلول‌ها

یگانگی و تنوع سلول‌ها	۲
سلول‌ها از لحاظ ظاهر و عملکرد بسیار متنوع هستند	۲
همه سلول‌های زنده دارای اساس شیمیایی مشابهی هستند	۴
تمام سلول‌های امروزی ظاهراً از یک جد مشترک منشأ گرفته‌اند	۵
ژن‌ها حاوی اطلاعاتی برای شکل، عملکرد و رفتار پیچیده سلول می‌باشند	۶
سلول‌ها زیر میکروسکوپ	۷
اختراع میکروسکوپ نوری سبب کشف سلول‌ها شد	۷
سلول‌ها، اندامک‌ها و حتی مولکول‌ها را می‌توان زیر میکروسکوپ مشاهده کرد	۱۱
سلول پروکاریوتی	۱۳
پروکاریوت‌ها متنوع‌ترین سلول‌ها هستند	۱۶
دنیای پروکاریوت‌ها به دو گروه تقسیم می‌شود: باکتری‌ها و آرکیاها	۱۷
سلول یوکاریوتی	۱۸
هسته، محل ذخیره اطلاعات سلول است	۱۸
میتوکندری‌ها با تولید انرژی مفید از غذا، به سلول نیرو می‌بخشند	۱۹
کلروپلاست‌ها انرژی نور خورشید را به دام می‌اندازند	۲۰
غشاهای داخلی، اجزای درون سلولی با عملکردهای مختلف را به هم می‌آورند	۲۱
لیزوزوم‌ها اندامک‌های کوچک با شکل نامنظمی هستند که در آنها هضم داخل سلولی رخ می‌دهد	۲۳
سیتوزول، نوعی ژل آب‌دار و غلیظ از مولکول‌های بزرگ و کوچک است	۲۴
اسکلت سلولی مسئول حرکات جهت‌دار سلول است	۲۴
سیتوپلاسم مطلقاً حالت ساکن و ایستا ندارد	۲۶
ممکن است سلول‌های یوکاریوتی از صیادها منشأ گرفته باشد	۲۶
موجودات مدل	۳۰
زیست‌شناسان مولکولی، مطالعات خود را روی <i>E. coli</i> متمرکز کرده‌اند	۳۱
مخمر آب‌جو، سلول یوکاریوتی ساده است	۳۱
گیاه آرابیدوپسیس (<i>Arabidopsis</i>) در بین بیش از ۳۰۰,۰۰۰ گونه به عنوان گیاه مدل انتخاب شده است	۳۲
گونه‌های مگس، کرم، ماهی، موش و انسان نمونه‌هایی از دنیای جانوران هستند	۳۲
مقایسه توالی ژنومی نشان‌دهندهٔ وراثت عمومی در حیات است	۳۷

فصل ۲: ترکیبات شیمیایی سلول‌ها

پیوندهای شیمیایی	۴۴
سلول‌ها از انواع نسبتاً کمی از اتم ساخته می‌شوند	۴۴
خارجی‌ترین لایه الکترونی، چگونگی برهم‌کنش اتم‌ها را مشخص می‌کند	۴۶

پیوندهای یونی با به‌دست آوردن و یا از دست دادن الکترون تشکیل می‌شوند	۴۹
پیوندهای کووالان از به اشتراک گذاشتن الکترون‌ها به‌وجود می‌آیند	۵۰
پیوندهای کووالان از نظر قدرت با یکدیگر متفاوتند	۵۲
انواع مختلفی از پیوندهای کووالان وجود دارد	۵۳
جاذبه‌های الکترواستاتیکی به جمع‌آوری مولکول‌ها کنار هم در سلول کمک می‌کنند	۵۳
مولکول‌های آب با پیوندهای هیدروژنی در کنار هم قرار می‌گیرند	۵۴
برخی مولکول‌های قطبی در آب، اسید و باز تشکیل می‌دهند	۵۵
مولکول‌های درون سلولی	۵۷
یک سلول از ترکیبات کربن‌دار ساخته شده است	۵۷
سلول‌ها شامل چهار گروه اصلی از مولکول‌های آلی کوچک هستند	۵۸
قندها منابع انرژی سلول‌ها و زیرواحدهای پلی‌ساکاریدها هستند	۵۹
اسیدهای چرب اجزای تشکیل‌دهنده غشاهای سلولی هستند	۶۱
آمینواسیدها زیرواحدهای سازنده پروتئین‌ها هستند	۶۳
نوکلئوتیدها زیرواحدهای سازنده DNA و RNA هستند	۶۴
ماکرومولکول‌های درون سلولی	۶۶
ماکرومولکول‌ها دارای توالی ویژه‌ای از زیرواحدها هستند	۶۷
پیوندهای غیرکووالان، شکل دقیق یک ماکرومولکول را مشخص می‌کنند	۷۰
پیوندهای غیرکووالان ماکرومولکول را قادر می‌سازند تا با مولکول‌های انتخابی دیگر پیوند برقرار کنند	۷۲

فصل ۳: انرژی، کاتالیز و یوستز

استفاده از انرژی توسط سلول‌ها	۹۲
نظم زیستی با آزادسازی انرژی حرارتی از سلول‌ها امکان‌پذیر می‌شود	۹۳
موجودات فتوسنتزکننده برای سنتز مولکول‌های آلی از نور خورشید استفاده می‌کنند	۹۵
سلول‌ها با اکسیداسیون مولکول‌های آلی، انرژی کسب می‌کنند	۹۷
اکسیداسیون و احیاء شامل انتقال الکترون‌هاست	۹۸
انرژی آزاد و کاتالیزورها	۱۰۰
آنزیم‌ها سبب کاستن موانع انرژی‌ای می‌شوند که واکنش‌های شیمیایی را متوقف می‌کنند	۱۰۰
تغییر انرژی آزاد واکنش، تعیین‌کنندهٔ وقوع آن است	۱۰۲
غلظت واکنش‌گرها بر تغییرات انرژی آزاد و جهت واکنش تأثیر می‌گذارد	۱۰۳
تغییر انرژی آزاد استاندارد، مقایسهٔ واکنش‌های مختلف را از لحاظ انرژی ممکن می‌سازد	۱۰۴
سلول‌ها در وضعیتی از عدم تعادل شیمیایی قرار دارند	۱۰۴
ثابت تعادل نسبت مستقیم با ΔG° دارد	۱۰۵

در واکنش‌های پیچیده، ثابت تعادل به غلظت تمام واکنش‌دهنده‌ها و

محصولات وابسته است..... ۱۰۸

ثابت تعادل، قدرت برهم‌کنش‌های مولکولی را نشان می‌دهد..... ۱۰۸

در واکنش‌های متوالی، تغییرات انرژی آزاد به همدیگر اضافه می‌شوند..... ۱۰۹

انتشار سریع، آنزیم‌ها را قادر می‌سازد که سوبسترای خود را پیدا کنند..... ۱۱۱

K_M و V_{max} فعالیت آنزیم را اندازه‌گیری می‌کنند..... ۱۱۲

مولکول‌های حامل فعال شده و بیوسنتز..... ۱۱۷

تشکیل حامل فعال شده با واکنشی که از لحاظ انرژی مطلوب است، توأم

می‌گردد..... ۱۱۷

ATP مولکول حامل فعال شده‌ای است که به‌طور گسترده مورد استفاده قرار

می‌گیرد..... ۱۱۸

انرژی ذخیره شده در ATP اغلب برای تشکیل پیوند بین دو مولکول مورد

استفاده قرار می‌گیرد..... ۱۲۰

NADH و NADPH حاملان مهم الکترون هستند..... ۱۲۱

مولکول‌های حامل فعال شده دیگری نیز در سلول‌ها وجود دارند..... ۱۲۳

سنتز پلی‌مرهای زیستی نیازمند ورود انرژی است..... ۱۲۴

فصل ۴: ساختمان و عملکرد پروتئین‌ها

شکل و ساختمان پروتئین‌ها..... ۱۳۵

شکل هر پروتئین توسط توالی آمینواسیدی آن مشخص می‌گردد..... ۱۳۵

پروتئین‌ها در اثر تاخوردگی، شکل فضایی را ایجاد می‌کنند که دارای

پایین‌ترین سطح انرژی است..... ۱۳۸

پروتئین‌ها دارای اشکال بسیار متنوع و پیچیده‌ای هستند..... ۱۴۰

مارپیچ آلفا و صفحه بتا الگوهای عمومی تاخوردگی هستند..... ۱۴۴

مارپیچ‌ها به‌آسانی در ساختارهای بیولوژیکی تشکیل می‌شوند..... ۱۴۶

صفحات بتا، ساختارهای سختی را در مرکز بسیاری از پروتئین‌ها تشکیل

می‌دهند..... ۱۴۷

پروتئین‌ها دارای چندین سطح سازمان‌یابی هستند..... ۱۴۸

از بین زنجیره‌های پلی‌پپتیدی قابل تشکیل فقط تعداد اندکی مفید

هستند..... ۱۵۰

پروتئین‌ها را می‌توان به‌صورت خانواده‌هایی طبقه‌بندی نمود..... ۱۵۰

مولکول‌های پروتئینی بزرگ‌تر اغلب بیش از یک زنجیره پلی‌پپتیدی دارند..... ۱۵۱

پروتئین‌ها می‌توانند به اشکال رشته‌ای، صفحه‌ای و کروی تجمع داشته

باشند..... ۱۵۳

بعضی پروتئین‌ها به‌صورت رشته‌های طولی هستند..... ۱۵۴

پروتئین‌های خارج‌سلولی، اغلب توسط پیوندهای متقاطع کووالان پایدار

می‌شوند..... ۱۵۵

نحوه عملکرد پروتئین‌ها..... ۱۵۶

تمام پروتئین‌ها به مولکول‌های دیگر متصل می‌شوند..... ۱۵۷

جایگاه اتصال آنتی‌بادی‌ها بسیار متنوع است..... ۱۵۹

آنزیم‌ها، کاتالیزورهای قوی و بسیار اختصاصی هستند..... ۱۶۲

لیزوزیم، نحوه عملکرد یک آنزیم را نشان می‌دهد..... ۱۶۳

بسیاری از داروها، باعث مهار آنزیمی می‌گردند..... ۱۶۵

مولکول‌های کوچکی که به‌طور محکم به پروتئین متصل می‌شوند، قابلیت

انجام عملکردهای بیشتری را به آنها اعطا می‌کنند..... ۱۶۶

نحوه کنترل و تنظیم عملکرد پروتئین‌ها..... ۱۶۷

فعالیت کاتالیتیک آنزیم‌ها اغلب توسط مولکول‌های دیگر تنظیم

می‌شود..... ۱۶۸

آنزیم‌های آلوستریک دارای جایگاه‌های اتصال هستند که با یکدیگر ارتباط

متقابل دارند..... ۱۶۸

فسفریلاسیون پروتئین می‌تواند با تغییر شکل فضایی فعالیت پروتئین را تنظیم

نماید..... ۱۷۰

پروتئین‌های متصل‌شونده به GTP نیز توسط چرخه اتصال و جدا شدن گروه

فسفات به آنها تنظیم می‌شوند..... ۱۷۲

پروتئین‌های حرکتی با هیدرولیز نوکلئوتیدها، سبب حرکات قابل توجهی در

سلول می‌گردند..... ۱۷۳

پروتئین‌ها اغلب یک مجموعه بزرگ را تشکیل می‌دهند که به‌عنوان ماشین

پروتئینی عمل می‌کند..... ۱۷۴

تغییرات کووالانی موقعیت و اجتماع ماشین‌های پروتئینی را کنترل

می‌کنند..... ۱۷۵

چگونگی مطالعه پروتئین‌ها..... ۱۷۶

سلول‌ها می‌توانند در ظرف محیط کشت، رشد داده شوند..... ۱۷۷

تکنیک‌های خالص‌سازی سبب ایجاد نمونه‌های پروتئینی متشابه (هوموژن) از

عصاره سلولی می‌گردد..... ۱۸۱

تقریباً مقادیر زیادی از تمام پروتئین‌ها به‌وسیله تکنیک‌های مهندسی ژنتیک

تولید می‌شوند..... ۱۸۳

مطالعات وسیع در مورد ساختار عملکرد پروتئین‌ها منجر به افزایش سرعت

اکتشاف در این زمینه شده است..... ۱۸۳

فصل ۵: DNA، کروموزوم‌ها

ساختار و عملکرد DNA..... ۱۹۲

مولکول DNA از دو زنجیره کامل نوکلئوتیدی تشکیل شده است..... ۱۹۳

ساختار DNA مکانیسم وراثت را مشخص می‌کند..... ۱۹۸

ساختار کروموزوم‌های یوکاریوتی..... ۱۹۹

DNA یوکاریوتی درون کروموزوم‌ها بسته‌بندی می‌شود..... ۲۰۰

کروموزوم‌ها حاوی ردیف‌های طولانی از ژن‌ها هستند..... ۲۰۲

در طول حیات یک سلول، کروموزوم‌ها به اشکال متفاوتی دیده می‌شوند..... ۲۰۳

کروموزوم‌های اینترفازی درون هسته سازمان‌دهی می‌شوند..... ۲۰۵

DNA در کروموزوم‌ها بسیار متراکم شده است..... ۲۰۵

نوکلئوزوم‌ها واحدهای اصلی ساختار کروموزوم یوکاریوتی هستند..... ۲۰۶

بسته‌بندی کروموزوم‌ها در چندین سطح اتفاق می‌افتد..... ۲۰۸

تنظیم ساختار کروماتین..... ۲۰۹

تغییرات ساختار نوکلئوزومی دسترسی به DNA را امکان‌پذیر می‌سازد..... ۲۱۰

کروموزوم‌های اینترفازی هم دارای اشکال متراکم و هم اشکال باز شده

کروماتین هستند..... ۲۱۱

تغییر در ساختار کروماتین می‌تواند به‌ارث برسد..... ۲۱۳

فصل ۶: همانندسازی، ترمیم و نوترکیبی DNA

همانندسازی DNA..... ۲۲۰

جفت‌شدن بازها، همانندسازی DNA را امکان‌پذیر می‌سازد..... ۲۲۰

سنتز DNA از مبدأ همانندسازی آغاز می‌شود..... ۲۲۱

سنتز DNA در چنگال‌های همانندسازی صورت می‌گیرد..... ۲۲۵

چنگال همانندسازی نامتقارن است..... ۲۲۶

آنزیم DNA پلی‌مراز عملکرد خود را تصحیح می‌کند..... ۲۲۸

قطعات کوچک RNA به‌عنوان پرایمر برای سنتز DNA عمل می‌کنند..... ۲۳۰

پروتئین‌ها در چنگال همانندسازی با همکاری یکدیگر، ماشین همانندسازی را

به‌وجود می‌آورند..... ۲۳۲

آنزیم تلومراز انتهای کروموزوم‌های یوکاریوتی را همانندسازی می‌کند..... ۲۳۳

ترمیم DNA..... ۲۳۴

جهش‌ها می‌توانند عواقب جدی برای یک سلول یا موجود زنده داشته

باشند..... ۲۳۵

نوعی سیستم ترمیمی که DNA ناچور را تشخیص می‌دهد، خطاهای

باقی‌مانده از ماشین همانندسازی را ترمیم می‌نماید..... ۲۳۶

DNA همواره در سلول در معرض آسیب است..... ۲۳۸

پایداری ژن‌ها به ترمیم DNA وابسته است..... ۲۳۹

شکاف‌های DNA دورشته‌ای می‌تواند به‌سرعت اما به‌طور ناقص ترمیم

شود..... ۲۴۱

ثبت دقت همانندسازی و ترمیم DNA در توالی‌های ژنوم حفظ

می‌گردد..... ۲۴۲

نوترکیبی همولوگ..... ۲۴۳

نوترکیبی همولوگ به نواحی وسیعی از توالی‌های مشابه نیاز دارد..... ۲۴۳

نوترکیبی همولوگ می‌تواند شکاف‌های DNA دورشته‌ای را بدون نقص

ترمیم نماید..... ۲۴۴

نوترکیبی همولوگ اطلاعات ژنتیکی را طی میوز مبادله می‌نماید..... ۲۴۵

عناصر ژنتیکی متحرک و ویروس‌ها..... ۲۴۷

عناصر ژنتیکی متحرک اجزایی را رمزگذاری می‌کنند که برای حرکت مورد

نیاز هستند..... ۲۴۷

ژنوم انسان دارای دو خانواده بزرگ از توالی‌های قابل انتقال هستند..... ۲۴۸

ویروس‌ها عناصر ژنتیکی کاملاً متحرکی هستند که توان خروج از سلول را

دارند..... ۲۴۹

رتروویروس‌ها، جریان طبیعی اطلاعات ژنتیکی را معکوس می‌کنند..... ۲۵۱

فصل ۷: از DNA تا پروتئین؛ چگونه سلول‌ها ژنوم را می‌خوانند

از DNA تا RNA..... ۲۵۸

قسمت‌هایی از توالی DNA به‌صورت RNA رونویسی می‌شوند..... ۲۵۹

طی رونویسی، یک مولکول RNA به‌وجود می‌آید که مکمل یکی از دو رشته

DNA است..... ۲۶۰

در سلول‌ها چندین نوع RNA تولید می‌شود..... ۲۶۲

علائمی در DNA وجود دارد که آنزیم RNA پلی‌مراز را در تشخیص محل

شروع و خاتمه سنتز RNA یاری می‌دهند..... ۲۶۳

شروع رونویسی ژن یوکاریوتی یک فرآیند پیچیده است..... ۲۶۵

RNA پلی‌مرازهای یوکاریوتی به فاکتورهای رونویسی عمومی نیازمندند..... ۲۶۶

رونویسی و پردازش RNAهای یوکاریوتی به‌طور هم‌زمان در هسته اتفاق

می‌افتد..... ۲۶۸

ژن‌های یوکاریوتی توسط توالی‌های بدون رمز قطع می‌شوند..... ۲۶۹

اینترون‌ها طی فرآیندی به‌نام پیرایش RNA از رونوشت اولیه RNA حذف

می‌شوند..... ۲۷۰

mRNAهای بالغ یوکاریوتی به‌طور انتخابی از هسته خارج می‌شوند..... ۲۷۱

مولکول‌های mRNA سرانجام توسط سلول تجزیه می‌شوند..... ۲۷۲

ابتدایی‌ترین سلول‌ها نیز در ژن‌های خود دارای اینترون بوده‌اند..... ۲۷۳

از RNA تا پروتئین..... ۲۷۴

توالی یک مولکول mRNA به‌صورت مجموعه‌های سه نوکلئوتیدی

رمزگشایی می‌شود..... ۲۷۴

مولکول‌های tRNA، آمینواسیدها را با کدون‌های موجود در mRNA جفت

می‌نمایند..... ۲۷۵

آنزیم‌های ویژه‌ای، tRNAها را به آمینواسیدها صحیح متصل می‌کنند..... ۲۷۹

پیام موجود در RNA روی ریبوزوم‌ها رمزگشایی می‌شود..... ۲۸۰

ریبوزوم یک ریبوزیم است..... ۲۸۱

کدون‌های موجود در mRNA محل شروع و خاتمه سنتز پروتئین را مشخص

می‌کنند..... ۲۸۳

پروتئین‌ها روی پلی‌ریبوزوم‌ها ساخته می‌شوند..... ۲۸۶

مهارکننده‌های سنتز پروتئین در پروکاریوت‌ها به‌عنوان آنتی‌بیوتیک مورد

استفاده قرار می‌گیرد..... ۲۸۶

کنترل دقیق تجزیه پروتئین به تنظیم مقدار آن در سلول کمک می‌نماید..... ۲۸۷

چندین مرحله بین DNA و پروتئین وجود دارد..... ۲۹۰

RNA..... ۲۹۰

حیات نیازمند کاتالیزورهای خودکار (اتوکاتالیز) است..... ۲۹۱

RNA هم می‌تواند اطلاعات را ذخیره کند و هم واکنش‌های شیمیایی را

کاتالیز نماید..... ۲۹۱

تصور می‌شود که طی تکامل، RNA قبل از DNA به‌وجود آمده باشد..... ۲۹۳

فصل ۸: کنترل بیان ژن

مروری بر بیان ژن..... ۳۰۰

سلول‌های متفاوت یک موجود پر سلولی واجد DNA های مشابه

هستند..... ۳۰۰

اشکال سلولی متفاوت، مجموعه‌های گوناگونی از پروتئین‌ها را تولید

می‌کنند..... ۳۰۱

یک سلول می‌تواند بیان ژن‌هایش را در پاسخ به سیگنال‌های خارجی

تغییر دهد..... ۳۰۲

بیان ژنی می‌تواند در بسیاری از مراحل، از DNA تا RNA و تا پروتئین

تنظیم شود..... ۳۰۳

سوئیچ‌های رونویسی چگونه عمل می‌کنند ۳۰۳

رونویسی با اتصال برخی پروتئین‌ها به توالی تنظیمی DNA کنترل می‌شود ۳۰۳

سوئیچ‌های رونویسی به سلول اجازه‌ی پاسخ به تغییرات محیطی را می‌دهند ۳۰۵

مهار کننده‌ها ژن‌ها را خاموش و فعال کننده‌ها آنها را روشن می‌کنند ۳۰۷

یک فعال کننده و یک مهار کننده، اپرون Lac را کنترل می‌کنند ۳۰۸

در یوکاریوت‌ها، پروتئین‌های تنظیم کننده‌ی رونویسی بیان ژن را از راه دور کنترل می‌کنند ۳۰۹

بسته‌بندی DNA پروموتور در نوکلئوزوم می‌تواند آغاز رونویسی را تحت تأثیر قرار دهد ۳۱۰

مکانیسم‌های مولکولی که سلول‌های تخصص یافته را ایجاد می‌کنند ۳۱۱

ژن‌های یوکاریوتی توسط مجموعه‌ای از پروتئین‌ها تنظیم می‌شوند ۳۱۲

یک پروتئین می‌تواند بیان ژن‌های متفاوتی را هماهنگ نماید ۳۱۳

کنترل چندگانه می‌تواند انواع مختلفی از سلول‌ها را ایجاد کند ۳۱۷

الگوهای پایدار بیان ژنی می‌توانند به سلول‌های مختلفی منتقل شوند ۳۱۹

یک پروتئین تنظیم کننده‌ی ژنی به تنهایی می‌تواند تشکیل یک اندام کامل را شروع کند ۳۲۰

کنترل‌های پس از رونویسی ۳۲۱

ریبوسوئیچ‌ها (Riboswitches) راهی به صرفه برای تنظیم بیان ژن محسوب می‌شوند ۳۲۱

نواحی ترجمه نشده‌ی mRNA می‌توانند ترجمه‌ی خود را کنترل کنند ۳۲۲

RNAهای تنظیمی کوچک، بیان هزاران ژن جانوری و گیاهی را کنترل می‌کنند ۳۲۳

تداخل RNA سبب تجزیه‌ی RNA دو رشته‌ای بیگانه می‌شود ۳۲۵

دانشمندان می‌توانند از تداخل RNA به منظور خاموش کردن ژن‌ها استفاده کنند ۳۲۶

فصل ۹: چگونه ژن‌ها و ژنوم‌ها تکامل می‌یابند

ایجاد تغییرات ژنتیکی ۳۳۲

در موجوداتی که تولیدمثل جنسی دارند، تنها تغییراتی که در دودمان زاینده ایجاد می‌شوند به فرزندان منتقل می‌شود ۳۳۳

جهش‌های نقطه‌ای به واسطه‌ی اختلال در سازوکارهای طبیعی همانندسازی و حفظ DNA به وجود می‌آیند ۳۳۵

جهش‌های نقطه‌ای می‌توانند منجر به تغییر تنظیم ژن شوند ۳۳۶

مضاعف‌شدگی DNA سبب ایجاد خانواده‌ای از ژن‌های مرتبط می‌شود ۳۳۸

تکامل خانواده‌ی ژن‌های گلوبین نشان می‌دهد که چطور مضاعف‌سازی و انشعاب ژنی می‌تواند در ایجاد پروتئین‌های کارآمد موجودات و نیز تکوین آنها ایفای نقش کند ۳۳۹

تاریخ تکاملی بسیاری از گونه‌ها به واسطه‌ی مضاعف‌شدگی کل ژنوم شکل گرفته است ۳۴۰

ژن‌های جدید می‌توانند از طریق تکرار یک اگزون مشابه ایجاد شوند ۳۴۱

ژن‌های جدید می‌توانند از طریق بر خوردن اگزونی نیز ایجاد شوند ۳۴۱

تکامل ژنوم با حرکت عناصر ژنتیکی جابه‌جا شونده شتاب یافته است ۳۴۲

ژن‌ها می‌توانند از طریق انتقال افقی ژن بین موجودات زنده مبادله شوند ۳۴۳

بازسازی درخت خویشاوندی حیات ۳۴۴

تغییرات ژنتیکی که به موجود مزیت انتخابی می‌دهند عموماً حفظ می‌شوند ۳۴۴

ژنوم انسان و شامپانزه در سازماندهی و جزئیات توالی مشابه هستند ۳۴۶

توالی‌های مهم عملکردی به شکل جزایری از توالی‌های حفظ شده‌ی DNA دیده می‌شوند ۳۴۶

مقایسه‌ی ژنوم‌ها نشان می‌دهد که ژنوم مهره‌داران می‌تواند به سرعت DNA را به دست آورده و یا از دست بدهد ۳۴۸

توالی‌های حفظ شده‌ی ژنوم، بررسی روابط تکاملی دورتر را امکان‌پذیر می‌سازند ۳۴۹

بررسی ژنوم انسان ۳۵۱

توالی نوکلئوتیدی ژنوم انسان نشان می‌دهد که ژن‌های ما چگونه آرایش یافته‌اند ۳۵۱

تغییرات سریع در توالی‌های ژنومی حفاظت‌شده، این مطالب را آشکار می‌کند که چه چیز ما را به شکل یک انسان درآورده است ۳۵۶

تنوع ژنتیکی درون ژنوم انسان تعیین کننده‌ی فردیت هر شخص است ۳۵۷

ژنوم انسان هنوز حاوی اطلاعات فراوانی است که کشف نشده‌اند ۳۵۸

فصل ۱۰: تجزیه و تحلیل ژن و ژنوم

دستکاری و تجزیه و تحلیل مولکول‌های DNA ۳۶۷

تجزیه و تحلیل ژن و ژنوم ۳۶۷

نواحی‌های محدودکننده، مولکول‌های DNA را در نقاط ویژه‌ای برش می‌دهند ۳۶۸

با الکتروفورس در ژل، می‌توان قطعات DNA با اندازه‌های مختلف را از هم جدا کرد ۳۷۰

فرآیند دورگه‌سازی روشی مناسب جهت شناسایی توالی‌های نوکلئوتیدی خاص به شمار می‌رود ۳۷۰

دورگه‌سازی DNA با استفاده از پروب‌های DNA طراحی شده، تشخیص پیش از تولد بیماری‌های ژنتیکی را آسان کرده است ۳۷۱

کلون‌سازی DNA ۳۷۲

DNA لیگاز با اتصال قطعات DNA به یکدیگر، مولکول DNA نوترکیب به وجود می‌آورد ۳۷۳

DNA نوترکیب می‌تواند داخل سلول‌های باکتری کپی شود ۳۷۴

از وکتورهای پلاسمیدی خاصی برای کلون کردن DNA استفاده می‌شود ۳۷۵

ژن‌ها را می‌توان از کتابخانه‌ی DNA استخراج کرد ۳۷۶

کتابخانه‌های cDNA نمایانگر mRNAهای تولیدشده توسط بافت‌های خاصی هستند ۳۷۸

واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز، توالی انتخابی DNA را تکثیر می‌کند ۳۸۰

۲۸۳ رمزگشایی و بهره‌برداری از اطلاعات ژنتیکی.....

توالی DNA را می‌توان به سرعت تعیین کرد..... ۳۸۵
امکان ساخت مولکول‌های کاملاً جدید DNA وجود دارد..... ۳۸۸
با استفاده از DNA کلون‌شده می‌توان پروتئین‌های نادر سلولی را در مقادیر زیاد تولید کرد..... ۳۸۸
ژن‌های گزارشگر و تکنیک دورگه‌سازی درجا می‌توانند زمان و مکان بیان یک ژن را آشکار کنند..... ۳۹۲
با دورگه‌سازی روی ریزآرایه‌های DNA، می‌توان بیان هزاران ژن را در یک زمان مشاهده کرد..... ۳۹۴
رویکردهای ژنتیکی می‌توانند عملکرد یک ژن را آشکار کنند..... ۳۹۵
جانوران می‌توانند به‌طور ژنتیکی تغییر یابند..... ۳۹۶
RNA تداخلی، روشی ساده را برای آزمایش عملکرد ژن، فراهم می‌آورد..... ۳۹۷
گیاهان ترانس‌ژن، هم برای زیست‌شناسی سلولی و هم در کشاورزی اهمیت دارند..... ۳۹۹

فصل ۱۱: ساختار غشا

۴۰۸ دولایه‌ی لیپیدی.....

لیپیدهای غشا دولایه‌ای‌هایی را در آب تشکیل می‌دهند..... ۴۰۹
دولایه‌ی لیپیدی، سیالی دوبعدی است..... ۴۱۲
سیالیت دولایه‌ی لیپیدی به ترکیب آن بستگی دارد..... ۴۱۳
دولایه‌ی لیپیدی نامتقارن است..... ۴۱۵
عدم تقارن لیپیدی طی انتقال غشا حفظ می‌شود..... ۴۱۶
پروتئین‌های غشا..... ۴۱۷

پروتئین‌های غشا از راه‌های مختلفی با دولایه‌ی لیپیدی ارتباط برقرار

می‌کنند..... ۴۱۸
معمولاً یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی به‌صورت مارپیچ آلفا در خلال غشا قرار می‌گیرد..... ۴۱۹
پروتئین‌های غشا را می‌توان با کمک دترجنت‌ها، حل نمود و خالص کرد..... ۴۲۰
ساختار کامل تعداد کمی از پروتئین‌های غشا شناخته شده است..... ۴۲۱
غشای پلاسمایی با کمک قشر سلولی استحکام می‌یابد..... ۴۲۳
سلول‌ها می‌توانند حرکت پروتئین‌های غشا را محدود کنند..... ۴۲۵
سطح سلول با کربوهیدرات پوشیده می‌شود..... ۴۲۶
اندازه‌گیری جریان غشا..... ۴۲۸

فصل ۱۲: انتقال از غشا

۴۳۶ اصول انتقال از غشا.....

غلظت‌های یونی درون و برون یک سلول بسیار متفاوت هستند..... ۴۳۶
دولایه‌های لیپیدی نسبت به حل‌شونده‌ها و یون‌ها نفوذناپذیرند..... ۴۳۷
پروتئین‌های انتقال‌دهنده‌ی غشایی به دو دسته طبقه‌بندی می‌شوند: حامل‌ها و کانال‌ها..... ۴۳۸
حل‌شونده‌ها از طریق انتقال غیرفعال یا فعال از عرض غشا می‌گذرند..... ۴۳۹
پروتئین‌های حامل و عملکرد آنها..... ۴۳۹

شیب‌های غلظتی و نیروهای الکتریکی می‌توانند سبب انتقال غیرفعال شوند..... ۴۴۰

انتقال فعال سبب انتقال مواد در خلاف جهت شیب الکتروشیمیایی آنها

می‌شود..... ۴۴۲

سلول‌های جانوری با انرژی حاصل از هیدرولیز ATP، یون سدیم را به خارج

سلول پمپ می‌کند..... ۴۴۳

پمپ $K^+ - Na^+$ با اضافه شدن گذرای یک گروه فسفات فعال می‌شود..... ۴۴۵

پمپ $K^+ - Na^+$ به حفظ تعادل اسمزی سلول‌های جانوری کمک

می‌کند..... ۴۴۵

غلظت Ca^{2+} درون سلولی توسط پمپ‌های Ca^{2+} پایین نگاه داشته

می‌شود..... ۴۴۷

ناقل‌های توأم برای جذب فعال مواد غذایی از شیب‌ها استفاده می‌کنند..... ۴۴۸

از شیب‌های H^+ برای فعال کردن انتقال غشایی در گیاهان، قارچ‌ها و

باکتری‌ها استفاده می‌شود..... ۴۵۰

۴۵۱ کانال‌های یونی و پتانسیل غشا.....

کانال‌های یونی، دریچه‌دار هستند و به‌صورت انتخابی عمل می‌کنند..... ۴۵۲

کانال‌های یونی به‌صورت تصادفی در حالت باز یا بسته می‌باشند..... ۴۵۴

انواع مختلف تحریکات - باز یا بسته شدن کانال‌های یونی را سبب

می‌شوند..... ۴۵۶

کانال‌های یونی دریچه‌دار وابسته به ولتاژ نسبت به پتانسیل غشا واکنش

می‌دهند..... ۴۵۶

پتانسیل غشا، ناشی از نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های خاصی است..... ۴۵۸

۴۶۰ کانال‌های یونی و پیام‌رسانی در سلول‌های عصبی.....

پتانسیل‌های عمل، ارتباط سریع را از فواصل دور فراهم می‌کنند..... ۴۶۱

پاسخ‌های عمل معمولاً به‌واسطه‌ی کانال‌های سدیمی دریچه‌دار وابسته به

ولتاژ ایجاد می‌شوند..... ۴۶۲

اندازه‌گیری جریان غشا..... ۴۶۴

ماهی مرکب، برای تحریک‌پذیری غشا را آشکار می‌کند..... ۴۶۴

کانال‌های Ca^{2+} دریچه‌دار وابسته به ولتاژ در پایانه‌های عصبی، پیام‌های

الکتریکی را به پیام‌های شیمیایی تبدیل می‌کنند..... ۴۶۷

کانال‌های دریچه‌دار وابسته به میانجی در سلول‌های هدف، پیام‌های شیمیایی

را به پیام‌های الکتریکی تبدیل می‌کنند..... ۴۶۸

نورون‌ها، هم ورودی‌های تحریکی و هم ورودی‌های مهاری را دریافت

می‌کنند..... ۴۶۹

کانال‌های یونی دریچه‌دار وابسته به میانجی، هدف‌های اصلی داروهای

فعال‌کننده‌ی روان هستند..... ۴۷۰

ارتباطات سیناپسی شما را قادر به تفکر، فعالیت و یادآوری می‌نمایند..... ۴۷۱

فصل ۱۳: چگونه کسب انرژی از غذا توسط سلول

۴۷۸ تجزیه و استفاده از قندها و چربی‌ها.....

مولکول‌های غذایی در سه مرحله شکسته می‌شوند..... ۴۷۹

گلیکولیز یکی از مسیرهای اصلی تولیدکننده‌ی ATP است..... ۴۸۱

تخمیر امکان تولید ATP را در فقدان اکسیژن فراهم می‌کند..... ۴۸۴

گلیکولیز نشان می‌دهد که آنزیم‌ها چگونه اکسیداسیون را با ذخیره‌ی انرژی توأم می‌کنند..... ۴۸۵

هم قندها و هم چربی‌ها در میتوکندری به استیل‌کوانزیم A تبدیل می‌شوند..... ۴۸۶

در چرخه‌ی اسید سیتریک با اکسیداسیون گروه‌های استیل به دی‌اکسیدکربن، NADH تولید می‌شود..... ۴۹۰

بسیاری از مسیرهای بیوسنتزی با گلیکولیز یا چرخه‌ی اسید سیتریک آغاز می‌شوند..... ۴۹۳

انتقال الکترون مسئول سنتز بیشتر ATP در اکثر سلول‌هاست..... ۴۹۸

تنظیم متابولیسم..... ۴۹۹

واکنش‌های کاتابولیک و آنابولیک سازمان‌یافته و تنظیم‌شونده هستند..... ۴۹۹

تنظیم فیدبکی باعث می‌شود سلول‌ها از تجزیه‌ی گلوکز به بیوسنتز گلوکز تغییر کنند..... ۵۰۱

سلول‌ها مولکول‌های غذایی را در محل‌های به‌خصوصی ذخیره می‌کنند..... ۵۰۲

فصل ۱۴: تولید انرژی در میتوکندری و کلروپلاست

سلول‌ها بیشتر انرژی خود را از طریق مکانیسم وابسته به غشا به‌دست می‌آورند..... ۵۰۸

میتوکندری و فسفریلاسیون اکسیداتیو..... ۵۱۰

میتوکندری دارای یک غشای خارجی و یک غشای داخلی و دو فضای داخلی است..... ۵۱۰

چرخه‌ی اسید سیتریک باعث ایجاد الکترون‌های پرانرژی می‌گردد..... ۵۱۱

نوعی فرآیند شیمیواسموتیک، انرژی را از مولکول‌های حامل فعال‌شده به ATP تبدیل می‌کند..... ۵۱۲

زنجیره‌ی انتقال الکترون باعث پمپ پروتون‌ها از عرض غشای داخلی میتوکندری می‌گردد..... ۵۱۴

پمپ پروتون باعث ایجاد نوعی شیب تند الکتروشیمیایی از پروتون در عرض غشا میتوکندری می‌گردد..... ۵۱۵

شیب الکتروشیمیایی پروتون محرک سنتز ATP است..... ۵۱۶

انتقال توأم از غشای داخلی میتوکندری نیز به کمک شیب الکتروشیمیایی پروتون انجام می‌گیرد..... ۵۱۸

فسفریلاسیون اکسیداتیو بیشتر ATP سلول را تولید می‌کند..... ۵۱۹

تبدیل سریع ADP به ATP در میتوکندری، نسبت ATP/ADP سلولی را بالا نگاه می‌دارد..... ۵۲۰

مکانیسم‌های مولکولی انتقال الکترون و پمپ پروتون..... ۵۲۱

پروتون‌ها به‌راحتی با انتقال الکترون جابه‌جا می‌شوند..... ۵۲۱

پتانسیل احیا، میزان تمایل برای الکترون می‌باشد..... ۵۲۲

چگونه توأم شدن شیمیواسموتیک باعث سنتز ATP می‌گردد..... ۵۲۴

انتقال الکترون، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند..... ۵۲۶

فلزاتی که به‌طور محکم به پروتئین متصل شده‌اند، حاملین رایج الکترون هستند..... ۵۲۶

سیتوکروم اکسیداز، احیاء اکسیژن مولکولی را تسریع می‌کند..... ۵۲۹

مکانیسم عمل پمپ H^+ می‌تواند در سطح اتمی مطالعه گردد..... ۵۳۱

کارآیی تنفس سلولی بسیار بالاست..... ۵۳۲

کلروپلاست و فتوسنتز..... ۵۳۲

کلروپلاست شبیه میتوکندری است اما دارای یک قسمت اضافی است..... ۵۳۳

کلروپلاست انرژی نور خورشیدی را جذب می‌نماید و از آن برای تثبیت کربن استفاده می‌کند..... ۵۳۴

نور خورشید توسط مولکول‌های کلروفیل جذب می‌شود..... ۵۳۶

مولکول‌های کلروفیل تحریک‌شده، انرژی را به مرکز واکنش منتقل می‌کنند..... ۵۳۶

انرژی نورانی عامل سنتز ATP و NADPH است..... ۵۳۸

کلروپلاست می‌تواند تولید ATP خود را تنظیم کند..... ۵۳۹

تثبیت کربن با استفاده از ATP و NADPH، CO_2 را به قند تبدیل می‌کند..... ۵۴۰

قندهای تولیدشده توسط تثبیت کربن می‌توانند یا به‌صورت نشاسته ذخیره شده یا به‌منظور تولید ATP مصرف شوند..... ۵۴۳

منشأ کلروپلاست و میتوکندری..... ۵۴۳

فسفریلاسیون اکسیداتیو دارای یک فایده‌ی تکاملی برای باکتری‌های قدیمی بوده است..... ۵۴۵

باکتری‌های فتوسنتزکننده‌ای به‌وجود آمدند که حتی نیاز کمتری به محیط خود داشتند..... ۵۴۶۰

نحوه‌ی زندگی متانوکوکوس نشان می‌دهد که توأم بودن شیمیواسموتیک یک روند قدیمی است..... ۵۴۷

مفاهیم اساسی..... ۵۴۹

پیش‌ش‌های آخر فصل..... ۵۵۰

فصل ۱۵: قسمت‌های درون سلولی و انتقال درون سلولی

اندامک‌های غشادار..... ۵۵۴

سلول‌های بی‌غشای درون‌ی دارای مجموعه‌ای از اندامک‌های غشادار هستند..... ۵۵۵

اندامک‌های غشایی، ترانسپورت‌های مختلف به‌وجود آمده‌اند..... ۵۵۷

دسته‌بندی پروتئین‌ها..... ۵۵۸

پروتئین‌ها از طریق سه مکانیسم وارد اندامک می‌شوند..... ۵۵۹

توالی‌های نشانه، پروتئین‌ها را به قسمت مناسب هدایت می‌کنند..... ۵۶۰

پروتئین‌ها از طریق روزه‌های هسته وارد این اندامک می‌شوند..... ۵۶۱

تاخوردگی پروتئین‌ها به‌منظور ورود به میتوکندری‌ها و کلروپلاست‌ها باز می‌شود..... ۵۶۴

پروتئین‌ها ضمن سنتز وارد شبکه آندوپلاسمی می‌گردند..... ۵۶۵

پروتئین‌های محلول به‌داخل مجرای شبکه آندوپلاسمی رها می‌شوند..... ۵۶۶

نشانه‌های شروع و توقف، آرایش یک پروتئین ترانس‌ممبرن را در دولایه‌ی لیپیدی، تعیین می‌کنند..... ۵۶۷

انتقال وزیکولی..... ۵۶۹

وزیکول‌های انتقالی، پروتئین‌های محلول و غشا را بین قسمت‌های مختلف سلولی منتقل می‌کنند..... ۵۶۹

جوانه‌زدن وزیکولی با سرهم‌بندی شدن یک پوشش پروتئینی انجام می‌گیرد..... ۵۷۰

به دام انداخته شدن اختصاصی وزیکول‌ها در غشای هدف، وابسته به SNARE ها و Tether ها است..... ۵۷۲

مسیرهای ترشحی..... ۵۷۴

بیشتر پروتئین‌ها در شبکه آندوپلاسمی به صورت کووالان تغییر می‌یابند..... ۵۷۴
خروج پروتئین از شبکه آندوپلاسمی به منظور اطمینان از کیفیت آن کنترل می‌شود..... ۵۷۶

اندازه‌ی شبکه آندوپلاسمی با مقدار پروتئینی که وارد آن می‌شود کنترل می‌گردد..... ۵۷۷

پروتئین‌ها در دستگاه گلژی تغییر بیشتری می‌یابند و دسته‌بندی می‌شوند..... ۵۷۸

پروتئین‌های ترشحی از طریق اگزوسیتوز از سلول آزاد می‌شوند..... ۵۷۹

مسیرهای اندوسیتوزی..... ۵۸۱

سلول‌های فاگوسیتوزکننده‌ی تخصص یافته، ذرات بزرگ را می‌بلعند..... ۵۸۴

مایعات و ماکرومولکول‌ها از طریق پینوسیتوز جذب می‌شوند..... ۵۸۵

اندوسیتوز به واسطه‌ی گیرنده، مسیری اختصاصی را برای ورود به سلول‌های جانوری فراهم می‌کند..... ۵۸۵

ماکرومولکول‌های اندوسیتوز شده در اندوزوم‌ها بسته‌بندی می‌شوند..... ۵۸۷

لیزوزوم‌ها، جایگاه‌های اصلی هضم درون سلولی هستند..... ۵۸۸

فصل ۱۶: ارتباطات سلولی

اصول کلی حاکم بر پیام رسانی..... ۵۹۴

پیام‌ها می‌توانند در فواصل دور یا نزدیک عمل کنند..... ۵۹۴
هر سلول به مجموعه‌ی محدودی از پیام‌ها پاسخ می‌دهد که به شایستگی و وضعیت عمومی آن بستگی دارد..... ۵۹۷

پاسخ سلول به یک پیام می‌تواند سریع یا آهسته باشد..... ۵۹۹
بعضی هورمون‌ها از غشای پلاسمایی عبور می‌کنند و به گیرنده‌های درون سلولی متصل می‌شوند..... ۶۰۰

بعضی گازهای محلول از غشای پلاسمایی عبور می‌کنند و مستقیماً آنزیم‌های درون سلولی را فعال می‌نمایند..... ۶۰۱

گیرنده‌های سطح سلول پیام خارج سلولی را از طریق مسیرهای پیام‌رسان درون سلولی رله می‌کنند..... ۶۰۳

پروتئین‌های پیام‌رسان درون سلولی به صورت یک سری از سوییج‌های مولکولی عمل می‌کنند..... ۶۰۴

گیرنده‌های سطح سلول در سه رده‌ی اصلی قرار می‌گیرند..... ۶۰۶
گیرنده‌های وابسته به کانال یونی، پیام‌های شیمیایی را به الکتریکی تبدیل می‌کنند..... ۶۰۷

گیرنده‌های وابسته به پروتئین G..... ۶۰۸

تحریک گیرنده‌های وابسته به پروتئین G، زیرواحدهای پروتئین G را فعال می‌کند..... ۶۰۸

بعضی از پروتئین‌های G مستقیماً کانال‌های یونی را تنظیم می‌کنند..... ۶۱۱
بعضی از پروتئین‌های G آنزیم‌های غشایی را فعال می‌کنند..... ۶۱۲

مسیر AMP حلقوی می‌تواند آنزیم‌ها را فعال و ژن‌ها را روشن نماید..... ۶۱۳
مسیر اینوزیتول فسفولیپید سبب افزایش Ca^{2+} درون سلولی می‌شود..... ۶۱۵

یک پیام کلسیمی سبب آغاز بسیاری از فرآیندهای زیستی می‌شود..... ۶۱۷

آبشارهای پیام‌رسانی درون سلولی، می‌توانند با سرعت، حساسیت و سازش‌پذیری حیرت‌آوری عمل کنند..... ۶۱۹

گیرنده‌های وابسته به آنزیم..... ۶۲۰

گیرنده‌های تیروزین کینازی فعال شده، مجموعه‌ای از پروتئین‌های پیام‌رسان درون سلولی را فرا می‌خوانند..... ۶۲۱

اکثر گیرنده‌های تیروزین کینازی، GTPase Ras مونومری را فعال می‌کنند..... ۶۲۲

گیرنده‌ی تیروزین کیناز، PI3-کیناز را برای تولید جایگاه‌های قلاب شدن لیپید در غشای پلاسمایی فعال می‌کند..... ۶۲۴

برخی گیرنده‌ها مسیر سریعی را به سمت هسته فعال می‌کنند..... ۶۲۵
پرسلولی شدن و ارتباط سلولی در حیوانات و گیاهان به‌طور مستقل تکامل یافته‌اند..... ۶۳۰

شبکه‌های پروتئینی کینازی به منظور کنترل رفتارهای پیچیده‌ی سلولی، اطلاعات را یکپارچه می‌کنند..... ۶۳۱

فصل ۱۷: اسکلت سلولی

رشته‌های بینابینی..... ۶۴۰

رشته‌های بینابینی طناب‌مانند و قوی هستند..... ۶۴۲

رشته‌های بینابینی، سلول‌ها را در برابر تنش‌های مکانیکی تقویت می‌کنند..... ۶۴۳

پوشش هسته‌ای توسط شبکه‌ای از رشته‌های بینابینی پشتیبانی می‌شود..... ۶۴۵

میکروتوبول‌ها..... ۶۴۶

میکروتوبول‌ها، لوله‌های توخالی با انتهای ساختمانی مشخص هستند..... ۶۴۷
سائتروزوم مرکز اصلی سازمان‌دهی میکروتوبولی در سلول‌های جانوری است..... ۶۴۸

میکروتوبول‌های در حال رشد، ناپایداری پویایی را بروز می‌دهند..... ۶۴۹
میکروتوبول‌ها از طریق تعادل بین سرهم‌بندی شدن و از هم پاشیده شدن اجزای تشکیل‌دهنده، حفظ می‌شوند..... ۶۵۰

میکروتوبول‌ها باعث سازمان‌دهی محیط داخلی سلول می‌شوند..... ۶۵۱
پروتئین‌های حرکتی، عمل حمل و نقل داخل سلولی هستند..... ۶۵۳

اندامک‌ها در طول میکروتوبول‌ها حرکت می‌کنند..... ۶۵۴
مژک‌ها و تازک‌ها حاوی میکروتوبول‌هایی هستند که توسط داینین حرکت می‌کنند..... ۶۵۵

رشته‌های اکتین..... ۶۶۰

رشته‌های اکتین نازک و انعطاف‌پذیر هستند..... ۶۶۱
اکتین و توبولین از طریق مکانیسم‌های مشابهی پلی‌مریزه می‌شوند..... ۶۶۲

پروتئین‌های بسیاری به اکتین متصل می‌شوند و خواص آن را تغییر می‌دهند..... ۶۶۳

قشری غنی از اکتین در زیر غشای پلاسمایی بیشتر سلول‌های یوکاریوتی وجود دارد..... ۶۶۵

خریدن سلول وابسته به اکتین است..... ۶۶۵
اکتین با پیوستن به میوزین، ساختارهای انقباضی ایجاد می‌کند..... ۶۶۸

پیام‌های خارج سلولی آرایش رشته‌های اکتین را کنترل می‌کنند..... ۶۶۸

انقباض ماهیچه‌ای ۶۷۰
 انقباض ماهیچه‌ای وابسته به دسته‌های اکتین و میوزین است ۶۷۰
 طی انقباض ماهیچه‌ای، رشته‌های اکتین روی رشته‌های میوزین می‌لغزند ۶۷۱
 انقباض ماهیچه‌ای با افزایش ناگهانی Ca^{2+} شروع می‌شود ۶۷۴
 سلول‌های ماهیچه‌ای اعمال بسیار تخصص‌یافته‌ای را در بدن انجام می‌دهند ۶۷۶

فصل ۱۸: چرخه‌ی تقسیم سلولی

مروری بر چرخه‌ی سلولی ۶۸۳
 چرخه‌ی سلولی یوکاریوتی به چهار فاز تقسیم می‌شود ۶۸۳
 یک سیستم کنترل چرخه‌ی سلولی، سبب آغاز فرآیندهای اصلی چرخه‌ی سلولی می‌شود ۶۸۴
 کنترل چرخه‌ی سلولی در تمام یوکاریوت‌ها مشابه است ۶۸۵
سیستم کنترل چرخه‌ی سلولی ۶۸۶
 سیستم کنترل چرخه‌ی سلولی به پروتئین‌هایی که به‌طور چرخه‌ای فعال می‌شوند، وابسته است ۶۸۶
 فعالیت Cdkها همچنین با فسفریلاسیون و دفسفریلاسیون تنظیم می‌شود ۶۸۷
 کشف سیکلین‌ها و Cdkها ۶۸۸
 برگشت به تخمک ۶۸۹
 حرکت به سوی مرحله‌ی M ۶۸۹
 جستجو در صف دوکفه‌ای ۶۸۹
 همگی در یک خانواده ۶۸۹
 کمپلکس‌های سیکلین-Cdk متفاوتی سبب آغاز مراحل مختلف چرخه‌ی سلولی می‌شوند ۶۹۰
 سیستم کنترل چرخه‌ی سلولی به پروتئولیز چرخه‌ای نیز وابسته است ۶۹۱
 پروتئین‌هایی که Cdkها را مهار می‌کنند می‌توانند چرخه‌ی سلولی را در نقاط تنظیمی خاص متوقف کنند ۶۹۲
فاز S ۶۹۳
 کمپلکس S-Cdk همانندسازی DNA را شروع و از همانندسازی مجدد جلوگیری می‌کند ۶۹۳
 Cohesinها به نگه‌داشتن کروماتیدهای خواهری هر کروموزوم در کنار هم کمک می‌کنند ۶۹۴
 نقاط واریسی آسیب DNA، به مهار همانندسازی از DNA آسیب‌دیده کمک می‌کنند ۶۹۵
فاز M ۶۹۶
 M-Cdk ورود به فاز M و میتوز را پیش می‌برد ۶۹۷
 Condensinها به جداسازی کروموزوم‌های مضاعف‌شده کمک می‌کنند ۶۹۷
 اسکلت سلولی، میتوز و سیتوکینز را انجام می‌دهد ۶۹۸
 فاز M به‌صورت قراردادی به شش مرحله تقسیم می‌شود ۶۹۹
میتوز ۶۹۹
 سانتروم‌ها مضاعف می‌شوند تا به تشکیل دو قطب دوک‌های میتوزی کمک کنند ۷۰۲

طی پروفاز دوک میتوزی شروع به سرهم‌بندی می‌کند ۷۰۲
 طی پرومتافاز، کروموزوم‌ها به دوک میتوزی متصل می‌شوند ۷۰۳
 کروموزوم‌ها در تجمع دوک میتوزی کمک می‌کنند ۷۰۵
 طی متافاز، کروموزوم‌ها در ناحیه‌ی استوایی دوک قرار می‌گیرند ۷۰۵
 پروتئولیز باعث جداسازی کروماتیدهای خواهری و کامل شدن میتوز می‌شود ۷۰۶
 طی آنافاز کروموزوم‌های دختری از هم جدا می‌شوند ۷۰۷
 کروموزوم‌های غیر متصل، جداسازی کروماتیدهای خواهری را بلوکه می‌کنند ۷۰۸
 طی تلوفاز، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود ۷۰۹
سیتوکینز ۷۰۹
 دوک میتوزی، طرح تقسیم سیتوپلاسم را تعیین می‌کند ۷۱۰
 حلقه‌ی انقباضی سلول‌های جانوری از اکتین و میوزین ساخته شده است ۷۱۰
 سیتوکینز در سلول‌های گیاهی با تشکیل دیواره‌ی سلولی جدید انجام می‌شود ۷۱۲
 وقتی یک سلول تقسیم می‌شود غشای پوشاننده‌ی اندامک‌ها باید بین سلول‌های دختری توزیع شود ۷۱۲
کنترل تعداد و اندازه‌ی سلول‌ها ۷۱۳
 آپوپتوز به تنظیم تعداد سلول‌های جانور کمک می‌کند ۷۱۴
 یک آبشار تخریب‌کننده‌ی پروتئینی درون سلولی باعث آپوپتوز می‌شود ۷۱۵
 مرگ سلولی به‌وسیله‌ی پروتئین‌های درون سلولی خانواده‌ی Bcl2 تنظیم می‌شود ۷۱۶
 سلول‌های جانوری برای تقسیم، رشد و بقا به علائم خارج سلولی نیاز دارند ۷۱۷
 سلول‌های جانوری برای جلوگیری از آپوپتوز، محتاج فاکتورهای بقا هستند ۷۱۹
 میتوز، تقسیم سلولی را تحریک می‌کنند ۷۲۰
 فاکتورهای رشد درون سلولی باعث تحریک رشد سلول‌ها می‌شوند ۷۲۱
 بعضی از پروتئین‌های برون سلولی از رشد، تقسیم یا بقای سلولی مانع می‌کنند ۷۲۲

فصل ۱۹: جنسیت و ژنتیک

فواید تولیدمثل جنسی ۷۳۰
 تولیدمثل جنسی هر دو سلول‌های دیپلوئید و هاپلوئید را دربرمی‌گیرد ۷۳۰
 تولیدمثل جنسی به موجودات زنده، مزیت رقابتی می‌دهد ۷۳۲
میوز و لقاح ۷۳۳
 در میوز، از سلول‌های دیپلوئید، سلول‌های جنسی هاپلوئید به‌وجود می‌آیند ۷۳۴
 جفت‌شدن کروموزوم‌ها مرحله‌ای بسیار اختصاصی در میوز است ۷۳۵
 بین کروموزوم‌های پدری و مادری می‌تواند کراسینگ‌آور رخ دهد ۷۳۶
 جفت‌شدن کروموزوم‌ها و نوترکیبی باعث تفکیک مناسب همولوگ‌ها می‌شود ۷۳۷
 تقسیم دو میوز، سلول‌های دختری هاپلوئید را به‌وجود می‌آورد ۷۳۸

سلول‌های هابلونید حاوی اطلاعات ژنتیکی از نو جور شده هستند.....	۷۳۸
میوز بی عیب و نقص نیست.....	۷۴۱
لقاح، یک ژنوم کامل دیپلوئید را مجدداً بازسازی می‌کند.....	۷۴۲
مندل و قوانین وراثت.....	۷۴۳
مندل صفاتی را برای مطالعه انتخاب کرد که به‌صورت مستقل به ارث می‌رسیدند.....	۷۴۴
مندل، سایر تئوری‌های وراثت را رد کرد.....	۷۴۵
آزمایش‌های مندل، برای اولین بار طبیعت مستقل وراثت را آشکار کرد.....	۷۴۵
هر گامت برای هر صفت یک آلل منفرد دارد.....	۷۴۶
قانون تفکیک مندلی در مورد تمام جانوران با تولیدمثل جنسی مصداق دارد.....	۷۴۷
آلل‌های هر صفت به‌صورت مستقل تفکیک می‌شوند.....	۷۴۹
رفتار کروموزوم‌ها در میوز مطابق با قوانین مندلی وراثت می‌باشد.....	۷۵۰
از کراس‌اور کروموزومی می‌توان برای تعیین ترتیب ژن‌ها استفاده کرد.....	۷۵۱
جهش در ژن‌ها می‌تواند باعث از دست رفتن یا حصول عملکرد شود.....	۷۵۳
هر کدام از ما آلل‌های جهش‌یافته‌ی مغلوب‌مضی را حمل می‌کنیم.....	۷۵۴
ژنتیک به‌عنوان یک ابزار تجربی.....	۷۵۶
راه‌کار کلاسیک با القای جهش‌های تصادفی شروع می‌شود.....	۷۵۶
جهش‌یافته‌های حاوی نقص در فرآیندهای سلولی با غربالگری ژنتیکی شناسایی می‌شوند.....	۷۵۷
آزمایش تکمیلی رخداد دو جهش در یک ژن را نشان می‌دهد.....	۷۵۸
چندشکلی‌های تک‌نوکلئوتیدی (SNPs) به‌عنوان نشان اختصالی برای نقشه‌های ژنتیکی به‌کار می‌روند.....	۷۵۹
طراحی نقشه.....	۷۶۱
ایجاد پیوستگی‌ها.....	۷۶۲
گروه‌های مرتبط SNPها، بلوک‌های هابلونیدی را تعیین می‌کنند.....	۷۶۳
بلوک‌های هابلونیدی کلیدهایی برای تاریخچه‌ی تکاملی ما می‌دهد.....	۷۶۴

فصل ۲۰: ارتباطات سلولی: بافت‌ها، سلول‌های بنیادی و سرطان

ماده‌ی زمینه‌ی برون‌سلولی و بافت‌های پیوندی.....	۷۷۰
سلول‌های گیاهی دارای دیواره‌ی خارجی محکمی هستند.....	۷۷۱
میکروفیبریل‌های سلولزی دیواره‌ی سلولی گیاهان، مسئول مقاومت در برابر کشش هستند.....	۷۷۲
بافت‌های پیوندی جانوران به‌طور عمده از ماده‌ی زمینه‌ی برون‌سلولی تشکیل شده‌اند.....	۷۷۳
مقاومت در برابر کشش در بافت‌های پیوندی جانوران به‌عهده‌ی کلاژن است.....	۷۷۴
سلول‌ها، کلاژن ترشح‌شده را سازمان‌دهی می‌کنند.....	۷۷۶
اینترگرین‌ها ماده‌ی زمینه‌ی برون‌سلولی را به اسکلت سلولی درونی پیوند می‌دهند.....	۷۷۷
ژل‌های پلی‌ساکاریدی و پروتئینی فضاها را بین سلولی را پر می‌نمایند و در برابر متراکم شدن مقاومت می‌کنند.....	۷۷۹
صفحات اپی‌تلیالی و اتصالات سلول به سلول.....	۷۸۱

صفحات اپی‌تلیالی قطبی هستند و بر تیغه‌ی پایه قرار گرفته‌اند.....	۷۸۲
اتصالات محکم، اپی‌تلیوم را نفوذناپذیر و سطح رأسی را از سطح قاعده‌ای جدا می‌کنند.....	۷۸۳
اتصالات مرتبط با اسکلت سلولی، سلول‌های اپی‌تلیالی را به یکدیگر و به تیغه‌ی پایه به‌طور محکم متصل می‌کنند.....	۷۸۵
اتصالات منفذدار اجازه می‌دهند که یون‌ها و مولکول‌های کوچک از یک سلول به سلول دیگر منتقل شوند.....	۷۸۷
ثبات و تجدید بافت.....	۷۸۹
بافت‌ها ترکیبات سازمان‌دهی‌شده‌ای از انواع مختلف سلول‌ها هستند.....	۷۹۱
سرعت تجدید بافت‌های مختلف، متفاوت است.....	۷۹۳
سلول‌های بنیادی تأمین‌کننده‌ی مداوم سلول‌های تمایز‌یافته‌ی نهایی هستند.....	۷۹۳
پیام‌های خاصی باعث حفظ جمعیت سلول‌های بنیادی می‌شوند.....	۷۹۵
سلول‌های بنیادی را می‌توان در ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده به‌کاربرد.....	۷۹۷
کلونینگ درمانی راهی برای ایجاد سلول‌های بنیادی شخصی است.....	۷۹۸
سرطان.....	۸۰۰
سلول‌های سرطانی تقسیم‌شونده و مهاجم هستند و به بافت‌های اطراف دست‌اندازی می‌نمایند.....	۸۰۱
علم اپیدمیولوژی علل قابل پیشگیری سرطان را تعیین می‌کند.....	۸۰۱
سرطان‌ها در نتیجه‌ی تجمع جهش‌ها گسترش پیدا می‌کنند.....	۸۰۳
سرطان‌ها خواصی دارند که به آنها مزیت رقابتی می‌دهند.....	۸۰۴
بسیاری از انواع ژن‌ها در ایجاد سرطان نقش مهمی دارند.....	۸۰۶
سرطان بخش انتهایی روده (کولورکتال) نشان می‌دهد که چگونه نقص یک ژن می‌تواند منجر به رشد یک تومور شود.....	۸۰۷
آنها از زیست‌شناسی سلول‌های سرطانی راهی برای دستیابی به درمان‌های جدید.....	۸۱۱