

زیست شناسی مولکولی

سلول ۱

ویراست هفتم

بروس آلبرٹس

ربکا ہیلد

الکساندر جانسون

دیوید مورگان

مارتین راف

کیت رابرتس

پیتر والتر

بخش مسائل:

جان ویلسون

تیم ہانت

پیش‌گفتار نویسندگان

چرا کتاب درسی زیست‌شناسی سلولی؟ ارزش چنین کتابی در دنیایی از منابع برخطی به این گستردگی و شامل هر نوع اطلاعات ممکن درباره سلول‌ها که اصولاً با چند ضربه به رایگان در دسترس است، چیست؟

پاسخ این است که کتاب درسی چیزی ارائه می‌کند که جستجوهای اینترنتی بی‌انتهای نمی‌توانند-بررسی دانش و راهنمایی تخصصی و دقیق برای زیبایی و پیچیدگی سلول‌ها. کتاب ما روایتی ارائه می‌کند که خواننده را منطقی و به‌تدریج از طریق مفاهیم، مؤلفه‌ها و آزمایش‌های کلیدی هدایت می‌کند، به‌گونه‌ای که خوانندگان می‌توانند برای خود چارچوبی به‌یادماندنی و مفهومی برای زیست‌شناسی سلولی بسازند-چارچوبی که به ایشان اجازه می‌دهد تا هجوم هیجان‌انگیز اکتشافات جدید را درک و نقدانه ارزیابی کنند. این همان کاری است که در هر یک از هفت ویراست زیست‌شناسی مولکولی سلول سعی بر انجامش داشته‌ایم.

این ویراست طی همه‌گیری کووید-۱۹ تکمیل شد. بسیاری از سؤالاتی که این بحران جهانی ایجاد کرد، سؤالات زیست‌شناسی سلولی است-از جمله اینکه ویروس چگونه به سلول‌های ما نفوذ می‌کند، چگونه تکثیر می‌شود، چگونه سیستم ایمنی بدن مان پاسخ می‌دهد، چگونه واکسن‌ها تولید می‌شوند، و چگونه دانشمندان جزئیات مولکولی ساختار ویروس را تولید می‌کنند. پاسخ تمام این سؤالات که برای توسعه سریع واکسن‌های ایمن و مؤثر کووید-۱۹ لازم است، را می‌توانید در این کتاب درسی پیدا کنید. برای ایجاد فضا برای آن‌ها، و همچنین برای بسیاری دیگر از پیشرفت‌های مهم اخیر در دانش ما، بسیاری از مطالب قبلی باید حذف می‌شد.

درک عملکردهای درونی سلول‌ها به چیزی بیش از کلمات نیاز دارد. کتاب ما شامل بیش از ۱۵۰۰ تصویر است که روایتی موازی خلق می‌کند که به‌طور تنگاتنگی با متن درهم تنیده است. هر شکل برای برجسته‌سازی مفهومی کلیدی طراحی شده است. وضوح، سادگی و سازگاری بی‌همتای شکل‌ها در سراسر فصول، که با استفاده از مجموعه‌ای از طرح‌ها و رنگ‌های نمادین مشترک (به‌عنوان مثال، DNA قرمز و پروتئین‌های سبز) به دست می‌آید، دانشجویان را قادر می‌سازد تا آن‌ها را به‌عنوان دورنمای فصل مرور کنند. در این ویراست، ساختارهای پروتئینی مهم به تصویر کشیده شده‌اند و شناسه‌های بانک داده پروتئین (PDB) آن‌ها ارائه شده است. این شناسه‌ها به ابزارهایی در درگاه RCSB PDB (www.rcsb.org) مرتبط شده‌اند، جایی که دانشجویان می‌توانند پروتئین‌هایی را که در زیست‌شناسی سلولی مرکزیت دارند، به‌طور کامل‌تر کشف کنند. جان ویلسون و تیم هانت دوباره مسائل متمایز و خیال برانگیزشان را برای کمک به دانشجویان در درک فعال‌تر متن مطرح کرده‌اند. تأکید مسائل انتهایی فصل بر رویکردهای کمی و آزمایش‌ها است تا مشوق تفکر انتقادی باشند. کتاب مسائل دیجیتال در اسمارت‌ورک^۱ این مسائل خودارزیابنده را تا حد زیادی گسترش می‌دهد و شامل تجزیه و تحلیل داده‌ها و سؤالات مروری است. میلیون‌ها مقاله علمی مرتبط با زیست‌شناسی سلولی هستند و روزانه مقالات مهم جدید بسیاری منتشر می‌شوند. چالش نویسندگان کتاب‌های درسی این است که این حجم عظیم اطلاعات را مرتب کنند تا بستر مفهومی واضح و دقیقی برای درک نحوه عملکرد سلول‌ها فراهم کنند. ما هدف بزرگی داریم، در درجه اول به دنبال حمایت از آموزش دانشجویان زیست‌شناسی سلولی، از جمله نسل بعدی دانشمندان زیست‌شناسی هستیم، و همچنین از دانشمندان فعالی حمایت می‌کنیم که در پی تحقیقات بنیادی نوین و جستجوی پیشرفت‌های عملی برای بهبود شرایط انسانی هستند.

پس چرا کتاب درسی بخوانیم؟ در جهانی زندگی می‌کنیم که بشریت در آن با مشکلات چالش‌برانگیز زیادی مرتبط با زیست‌شناسی سلولی، از جمله کاهش تنوع زیستی، تغییرات آب و هوایی، ناامنی غذایی، تخریب محیط زیست، کاهش منابع و بیماری‌های جانوری و گیاهی مواجه است. امیدواریم که این ویراست جدید به خواننده کمک کند تا این مشکلات را بهتر درک کند و در حل بسیاری از آن‌ها کمک کند.

سخنی با خوانندگان

آنچه در ویراست هفتم جدید است:

هر فصل در ویراست هفتم به‌طور قابل توجهی با اطلاعاتی دربارهٔ اکتشافات جدید در زیست‌شناسی سلولی به‌روزرسانی شده است. نمونه‌هایی از این محتوای جدید عبارت‌اند از:

- اطلاعات به‌روز شده دربارهٔ تأثیر مستمر تحقیقات ژنوم انسان، از جمله آنچه از توالی‌یابی صدها هزار ژنوم انسان آموخته‌ایم (فصل ۴)، و مطالب به‌روز شده دربارهٔ ژنوم تومور (فصل ۲۰).
 - تحقیقات جدید دربارهٔ پاتوژن‌ها، بیماری‌ها، و روش‌های مبارزه با آن‌ها، از جمله بحث دربارهٔ کووید-۱۹ (فصل‌های ۱، ۵ و ۲۳) و واکسن‌های mRNA (فصل ۲۴).
 - تحقیقات به‌روز شده دربارهٔ سازمان‌دهی سلولی، از جمله اطلاعات جدید دربارهٔ چگالیده‌های زیست‌مولکولی (فصل‌های ۳، ۶، ۷، ۱۲ و ۱۴) و سازمان‌دهی کروموزوم توسط بیرون‌زدگی حلقهٔ DNA (فصل‌های ۴، ۷ و ۱۷).
 - پوشش گستردهٔ فناوری‌های میکروسکوپی جدید، از جمله میکروسکوپ نوری با وضوح اتمی و میکروسکوپ الکترونی با وضوح اتمی (فصل ۹)، و پیشرفت‌های تحقیقاتی جدید در حوزهٔ میکروسکوپی کرایو الکترون، مانند کانال‌های پیروزی فعال شده با کشش (فصل ۱۱).
 - گزارش جدید دربارهٔ تکامل، از جمله بحث جدیدی دربارهٔ تنوع زندگی (فصل ۱)، به‌علاوه به‌روزرسانی مطالب دربارهٔ تکامل انسان (فصل ۴) و HIV (فصل ۲۳).
- به‌علاوه، یک چهارم تصاویر کتاب یا کاملاً جدید هستند یا از نظر دقت، وضوح و جذابیت بصری به‌میزان زیادی به‌روزرسانی شده‌اند.
- در نهایت، از ارائهٔ ارزیابی برخط، برای اولین بار، برای کتاب مسائل دیجیتال در اسمارت‌ورک هیجان‌زده هستیم-بازنگری متن کلاسیک همراه، کتاب مسائل، برای مدرسان و دانشجویان قرن بیست‌ویکم.

ساختار کتاب

اگرچه فصل‌های این کتاب را می‌توان مستقل از یکدیگر خواند، اما این فصول در یک توالی منطقی در پنج قسمت تنظیم شده‌اند. سه فصل اول قسمت اول اصول ابتدایی و بیوشیمی پایه را پوشش می‌دهند. این فصل‌ها می‌توانند برای کسانی که بیوشیمی را مطالعه نکرده‌اند به‌عنوان مقدمه یا برای کسانی که مطالعه کرده‌اند به‌عنوان دوره‌ای آموزشی باشند. بخش دوم به ذخیره، بیان و انتقال اطلاعات ژنتیکی می‌پردازد. بخش سوم اصول روش‌های تجربی اصلی برای بررسی و تجزیه و تحلیل سلول‌ها را ارائه می‌دهد. در اینجا، بخشی با عنوان «تجزیه و تحلیل ریاضی عملکرد سلول» در فصل ۸ بعد اضافی به درک ما از تنظیم و عملکرد سلول می‌دهد. بخش چهارم سازمان‌دهی داخلی سلول را شرح می‌دهد. بخش پنجم رفتار سلول‌ها در سیستم‌های چندسلولی را دنبال می‌کند، از نحوهٔ اتصال سلول‌ها به یکدیگر شروع می‌شود و با فصل‌هایی دربارهٔ پاتوژن‌ها و عفونت و سیستم ایمنی ذاتی و اکتسابی پایان می‌یابد.

مسائل پایان فصل

مجموعه‌ای از مسائل، نوشتهٔ جان ویلسون و تیم هانت، در پایان هر فصل آمده است. راه‌حل‌های این مسائل در درگاه ابزارهای آموزشی نورتون^۱ موجود است.

منابع

فهرست مختصری از منابع منتخب در پایان هر فصل گنجانده شده است. این منابع به‌ترتیب حروف الفبا براساس نام خانوادگی نویسنده در زیر سرفصل‌های اصلی بخش مرتب شده‌اند. این منابع اغلب شامل مقالات اصلی هستند که در آن‌ها مهم‌ترین اکتشافات برای اولین بار

گزارش شده‌اند. این کتاب الکترونیکی همچنین شامل شناسه DOI منابع است که دسترسی به مقالات را برای دانشجویان آسان می‌کند.

اصطلاحات واژه‌نامه

در سراسر کتاب، از نوشته‌ی نوع پررنگ برای برجسته‌کردن عبارات کلیدی در جایی از فصل که بحث اصلی درباره‌ی آن موضوع رخ می‌دهد، استفاده شده است. در پایان کتاب واژه‌نامه‌ی جامعی گنجانده‌ایم که تمام اصطلاحات اصلی رایج در زیست‌شناسی سلول را پوشش می‌دهد. این باید اولین مفر برای خواننده‌ای باشد که با کلمه‌ی فنی ناآشنایی روبرو می‌شود.

درگاهی برای دانشجویان

منابع مورد نیاز دانشجویان در digital.wwnorton.com/mboc7 موجود است. واژه‌نامه‌ی کامل و مجموعه‌ای از فلش کارتها در این درگاه دانشجویی موجود است.

نام‌گذاری ژن‌ها و پروتئین‌ها

برای هر گونه‌ای قراردادهای خاصی در نام‌گذاری ژن‌ها وجود دارد. تنها ویژگی مشترک این است که این نام‌گذاری‌ها همیشه به‌صورت مورب تنظیم می‌شوند. در برخی گونه‌ها (مانند انسان)، نام ژن‌ها با حروف بزرگ نوشته می‌شود؛ در گونه‌های دیگر (مانند گورخرماهی)، همه با حروف کوچک؛ در موارد دیگر (اکثر ژن‌های موش)، حرف اول بزرگ و بقیه حروف کوچک‌اند؛ یا (مانند مگس سرکه) با ترکیب‌های مختلف حروف بزرگ و کوچک، براساس اینکه اولین آلل جهش‌یافته کشف‌شده فنوتیپ غالب یا مغلوب تولید می‌کند. قراردادهای نام‌گذاری محصولات پروتئینی به همین اندازه متغیر هستند.

این هرج‌ومرج نوشتاری همه را عاصی می‌کند. به‌علاوه، موقعیت‌های زیادی ایجاد می‌شود، به‌ویژه در کتابی مانند کتاب حاضر، که در آن‌ها باید به‌طور کلی به یک ژن اشاره کنیم-بدون اینکه نسخه موش، نسخه انسان، نسخه جوجه یا نسخه کرگدن را مشخص کنیم- زیرا انواع مختلف آن ژن در میان گونه‌ها برای اهداف بحث ما معادل هم هستند. پس از چه قراردادی باید استفاده کنیم؟

در این کتاب تصمیم گرفته‌ایم از قانون یکسانی پیروی کنیم. حرف اول نام تمام ژن‌ها را با حروف بزرگ و بقیه را با حروف کوچک و همه را به‌صورت مورب می‌نویسیم، به این ترتیب چنین چیزی خواهیم داشت: *Egl1*, *Dishevelled*, *Cdc2*, *Bazooka*. پروتئین متناظر با ژن نام‌گذاری شده به همان شیوه نوشته می‌شود، اما به‌جای حروف مورب، حروف رومی هستند: *Egl1*, *Dishevelled*, *Cdc2*, *Bazooka*. وقتی مشخص کردن موجود زنده ضروری باشد، می‌توان با پیشوندی برای نام ژن آن را انجام داد.

برای تکمیل بحث، چند مورد دیگر از جزئیات قوانین نام‌گذاری را که باید از آن‌ها پیروی کنیم، فهرست می‌کنیم. در برخی موارد، به‌طور سنتی از حرفی اضافه‌شده در نام ژن برای تمایز بین ژن‌هایی که از نظر عملکردی یا تکاملی با هم مرتبط هستند، استفاده می‌شود. اگر معمول باشد، برای آن ژن‌ها، آن حرف را به‌صورت بزرگ آورده‌ایم (*HoxA4*, *RecA*, *LacZ*). پروتئین‌ها مشکل‌سازتر هستند. بسیاری از آن‌ها نام‌هایی دارند که قبل از نام‌گذاری ژن به آن‌ها اختصاص داده شده است. چنین نام‌هایی اشکال مختلفی دارند، اگرچه اکثرشان به‌طور سنتی با حروف کوچک شروع می‌شوند؛ برخی دیگر مخفف‌اند (مانند GFP برای پروتئین فلورسنت سبز، یا BMP4 برای پروتئین مورفوژنتیک استخوان 4). یکسان‌سازی قهری تمام این نام‌های پروتئینی، نقض بیش از حد کاربردهای رایج خواهد بود، و در نتیجه آن‌ها را خیلی ساده به روش سنتی می‌نویسیم. با وجود این، در تمام این موارد، برای نام ژن‌های متناظر از قانون استاندارد خودمان پیروی می‌کنیم: اکتین، هموگلوبین، کاتالاز، *Gfp*, *Bmp4*. برای کسانی که می‌خواهند قراردادهای را بدانند، در جدول برخی قراردادهای رسمی برای گونه‌های منفرد نشان داده شده‌اند-که بیشترشان را در این کتاب، به روش مذکور، نقض خواهیم کرد.

قرارداد یکدست به کاررفته در این کتاب		قرارداد مختص گونه		موجود زنده
پروتئین	ژن	پروتئین	ژن	
HoxA4	<i>HoxA4</i>	Hoxa4	<i>Hoxa4</i>	موش
BMP4	<i>Bmp4</i>	BMP4	<i>Bmp4</i>	
اینترگرین آلفا ۱	<i>Itga1</i> ، آلفا ۱ اینترگرین	اینترگرین آلفا ۱	<i>Itga1</i> ، آلفا-۱ اینترگرین	
HoxA4	<i>HoxA4</i>	HOXA4	<i>HOXA4</i>	انسان
سیکلوپس، Cyc	سیکلوپس، <i>Cyc</i>	سیکلوپس، Cyc	سیکلوپس، <i>cyc</i>	گورخر ماهی
Unc6	<i>Unc6</i>	UNC-6	<i>unc-6</i>	کانورابدیتیس
Sev	سِوِنس، <i>Sev</i>	سِوِنس، SEV	سِوِنس، <i>sev</i> (نام گذاری براساس فنوتیپ مغلوب)	دروزوفیلا
Dfd	دِفِرمد، <i>Dfd</i>	دِفِرمد، DFD	دِفِرمد، <i>Dfd</i> (نام گذاری براساس فنوتیپ جهش یافته غالب)	
Cdc28	<i>Cdc28</i>	Cdc28p, Cdc28	<i>CDC28</i>	ساکارومایسز سروریزیه (مخمر جوانه زن)
Cdc2	<i>Cdc2</i>	Cdc2p, Cdc2	<i>Cdc2</i>	شیزوساکارومایسز پمبی (مخمر شکافتی)
GAI	<i>Gai</i>	GAI	<i>GAI</i>	آرابیدوپسیس
UvrA	<i>UvrA</i>	UvrA	<i>uvrA</i>	اشریشیا کُلّی

منابع برای مدرسان

digital.wwnorton.com/mbo7

منابع مدرسان که برای غنی‌سازی تجربه کلاس درس طراحی شده‌اند، در digital.wwnorton.com/mbo7 در دسترس‌اند. مدرسان می‌توانند از طریق نماینده فروش خود به سایت دسترسی پیدا کنند. نمایندگان فروش با بازدید از wworton.com/educator و کلیک روی دکمه «یافتن نماینده من» قابل شناسایی هستند.

کتاب مسائل دیجیتال در اِسمارتورک

برای اولین بار، ضمیمه چاپی پرترفدار زیست‌شناسی مولکولی سلول: کتاب مسائل اکنون در اِسمارتورک در دسترس است. به دلیل اینکه ماهیت آموزشی هر سؤال تکلیف‌دادن را برای مدرسان ساده‌تر می‌کند و برای دانشجویان هم مفیدتر است، کتاب مسائل دیجیتال در اِسمارتورک شامل سؤالاتی است که تیم هانت و جان ویلسون تألیف کرده‌اند، و برای ارائه دیجیتال تطبیق داده شده‌اند. کتابخانه عظیمی از تقریباً ۳۵۰۰ سؤال که شامل سؤالات تفکر انتقادی، سؤالات تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، و سؤالات پویانمایی و ویدیویی است، به مدرسان اجازه می‌دهد تا ارزیابی دقیق مورد نیاز دانشجویان را انجام دهند. کتاب مسائل دیجیتال در اِسمارتورک بدون هزینه اضافی همراه با تمام نسخه‌های جدید زیست‌شناسی مولکولی سلول ارائه می‌شود.

Question Detail ODD ENZYME KINETICS FOR O⁶-METHYLGUANINE REPAIR IN DNA [BLOOM'S 4] [ART]

1st attempt

See Hint

The alkylation repair system in bacteria removes the methyl group from O⁶-methylguanine, converting it to guanine and preventing mutation. The enzyme mechanism is somewhat peculiar. The kinetics of removal were studied by incubating 1.25, 2.50, or 5.00 ng of the pure enzyme with DNA containing ³H-O⁶-methylguanine. At various times, samples were taken, and the DNA was analyzed to determine how much of the mutagenic base remained (see the figure). When the experiment was repeated at 5°C instead of 37°C, the initial rates of removal were slower, but the same end points were achieved.

What, if anything, is peculiar about the kinetics of removal of the methyl group from the O⁶-methylguanine?

Time (minutes)	1.25 ng (% remaining)	2.50 ng (% remaining)	5.00 ng (% remaining)
0	100	100	100
1	~80	~60	~10
2	~75	~50	0
4	~75	~50	0
6	~75	~50	0

Choose one:

- A. One would expect the extent of reaction to increase with increasing enzyme concentration, as seen here.
- B. It is strange that removal of the methyl groups stops at a plateau that depends on enzyme concentration.
- C. The extent of removal does not change with temperature, which is unusual for enzyme-catalyzed reactions.
- D. The rate of removal of methyl groups increases with increasing enzyme concentration, as expected.

SUBMIT ANSWER

ابزارهای آموزشی نورتون

درگاه ابزارهای آموزشی نورتون برای زیست‌شناسی مولکولی سلول منابع خلاقانه و گیرایی را برای نوسازی یا طراحی برنامه‌دستی ارائه می‌دهد. مدرسان پویا و باتجربه، پیشنهادهای منابع علمی اولیه، فعالیت‌های یادگیری فعال، فایل‌های پاورپوینت سخنرانی‌ها، توضیحات تمام پویانمایی‌ها و ویدیوها و موارد دیگر را خلق کرده‌اند. همه ابزارهای آموزشی با موضوعات فصل هماهنگ و براساس نوع فعالیت سازمان‌دهی شده‌اند، و بنابراین به راحتی می‌توان مرتب‌شان کرد. این درگاه همچنین نکاتی را برای تخصیص ابزارهای یادگیری دیجیتال نورتون و رسیدگی به رایج‌ترین چالش‌های دوره ارائه می‌دهد.

کتاب الکترونیکی نورتون

خرید هر نسخه چاپی جدید ویراست هفتم زیست‌شناسی مولکولی سلول امکان دسترسی به نسخه کتاب الکترونیکی نورتون بدون هزینه اضافی را فراهم می‌کند. کتاب الکترونیکی نورتون را می‌توان به عنوان گزینه‌ای مستقل و مقرون به صرفه خرید؛ این کتاب تجربه خواندن فعالانه را پیشکش می‌کند و به دانشجویان امکان یادداشت‌برداری، نشانه‌گذاری، جستجو، برجسته‌سازی و خوانش غیربرخط را می‌دهد.

تصاویر زیست‌شناسی مولکولی سلول، ویراست هفتم

تصاویر کتاب در دو قالب مناسب در دسترس‌اند: پاورپوینت و جی‌پگ، و در نسخه‌های هم علامت‌دار و هم بی‌علامت.

طرح کلی سخنرانی همراه با شکل

عناوین بخش، عناوین مفهومی و شکل‌های متن در ارائه‌های پاورپوینت ادغام شده‌اند و می‌توانند سفارشی شوند. به عنوان مثال، محتوای این ارائه‌ها را می‌توان با سؤالات کتاب یا فعالیت‌های درگاه ابزارهای آموزشی نورتون ترکیب کرد و سخنرانی‌های بی‌همتایی ایجاد کرد که یادگیری تعاملی را تسهیل می‌کنند.

بانک آزمون

بانک آزمون که برای ویراست هفتم به روزرسانی شده است، شامل انواع قالب‌های سؤال است: چندگزینه‌ای، پاسخ کوتاه، پرکردن جای خالی، درست-نادرست، و مطابقت. بانک آزمون با این فلسفه ایجاد شد که هر امتحان خوبی باید دانشجویان را ملزم به تأمل و ادغام اطلاعات به عنوان بخشی از درک صحیح کند. سؤالات براساس بخش و دشواری طبقه‌بندی می‌شوند و ساخت آزمون‌ها را آسان می‌کنند. کتابخانه سؤالات بانک آزمون شامل حدود هفتاد سؤال در هر فصل است، و این اطمینان را می‌دهد که مدرسان می‌توانند سؤالات مناسب را برای امتحانات خود پیدا کنند. این کار از طریق آزمون‌ساز نورتون که سؤالات با کیفیت زیاد را در بانک آزمون به صورت برخط ارائه می‌کند، امکان پذیر می‌شود. بدون دائلود فایل یا نصب نرم‌افزار تخصصی، ارزیابی‌های درس خود را ایجاد کنید، سؤالات بانک آزمون را سفارشی کنید و به راحتی از آزمون‌های خود به صورت فایل‌های میکروسافت ورد یا کامن کارتریج^۱ برای سامانه مدیریت یادگیری^۲ (LMS) خود خروجی بگیرید.

درباره نویسندگان

بروس آلبرتس دکترای خود را از دانشگاه هاروارد دریافت کرده است و کرسی راهبری در بیوشیمی و بیوفیزیک برای علم و آموزش دانشگاه کالیفرنیا، سانفرانسیسکو را دارد. او از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ سردبیر مجله ساینس بود و دوازده سال به‌عنوان رئیس آکادمی ملی علوم ایالات متحده (۱۹۹۳-۲۰۰۵) خدمت کرده است.

ریکا هیلد دکترای خود را از دانشگاه هاروارد دریافت کرده است و استاد زیست‌شناسی مولکولی و سلولی در دانشگاه کالیفرنیا، برکلی است. وی همچنین در سمت رئیس مشترک آن بخش خدمت می‌کند.

الکساندر جانسون دکترای خود را از دانشگاه هاروارد دریافت کرده است و استاد میکروبیولوژی و ایمونولوژی در دانشگاه کالیفرنیا، سانفرانسیسکو است. او همچنین مدیر برنامه علوم زیستی (PIBS) در UCSF است.

دیوید مورگان دکترای خود را از دانشگاه کالیفرنیا، سانفرانسیسکو دریافت کرده است، و استاد گروه فیزیولوژی و همچنین معاون پژوهشی دانشکده پزشکی است.

مارتین راف دکترای خود را از دانشگاه مک‌گیل دریافت کرده است و استاد بازنشسته زیست‌شناسی و عضو وابسته آزمایشگاه شورای تحقیقات پزشکی برای زیست‌شناسی مولکولی سلول در دانشگاه کالج لندن است.

کیت رابرتس دکترای خود را از دانشگاه کمبریج دریافت کرده است و معاون مرکز جان اینس در نوربیج بود. او استاد ممتاز دانشگاه شرق انگلستان است.

پیتر والتر دکترای خود را از دانشگاه راکفلر در نیویورک دریافت کرده است و استاد گروه بیوشیمی و بیوفیزیک در دانشگاه کالیفرنیا، سانفرانسیسکو و محقق در مؤسسه پزشکی هاروارد هیوز است.

جان ویلسون دکترای خود را از مؤسسه فناوری کالیفرنیا دریافت کرده است. او استاد ممتاز بیوشیمی و زیست‌شناسی مولکولی در کالج پزشکی بیلور در هیوستون است.

تیم هانت دکترای خود را از دانشگاه کمبریج دریافت کرده است و بیش از بیست سال در آنجا بیوشیمی و زیست‌شناسی سلولی تدریس کرده است. وی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ در مرکز تحقیقات سرطان انگلستان کار کرده است. او در سال ۲۰۰۱ مشترک با لی هارتول و پل نرس جایزه نوبل در فیزیولوژی یا پزشکی را دریافت کرد. وی در سال ۲۰۱۶ به اوکیناوا نقل مکان کرد.

قدردانی

بار دیگر از همسران، همراهان، خانواده‌ها، دوستان و همکاران خودمان به خاطر صبر و حمایت مستمرشان، که بدون آن‌ها نگارش ویراست جدید این کتاب امکان‌پذیر نبود، تشکر می‌کنیم. مانند همیشه، همچنین مدیون دانشمندان زیادی هستیم که کمک سخاوتمندانه آن‌ها برای شفافیت، به‌روزر بودن و صحت متن تا حد امکان، ضروری بوده است.

پنج دانشمند برجسته که وظیفه تدوین مجدد فصول در حوزه تخصصی خود را پذیرفتند، شایسته تشکر ویژه هستند: فصل‌های ۱۲ و ۱۳، رامانوجان هگده (آزمایشگاه MRC زیست‌شناسی مولکولی و دانشگاه کمبریج، بریتانیا)؛ فصل ۱۴، جرد راتر (دانشگاه یوتا)؛ فصل ۲۱، دیوید بیلدر (دانشگاه کالیفرنیا، برکلی)؛ فصل ۲۲، یوکیکو یاماشیتا (مؤسسه وایتهد، مؤسسه فناوری ماساچوست)؛ فصل ۲۳، متیو ولش (دانشگاه کالیفرنیا، برکلی)؛ و همچنین از تمام دانشمندانی که با پیشنهاداتشان ما را در تهیه این ویراست یاری نمودند، تشکر می‌کنیم.

فهرست

	معرفی سلول	بخش ۱
۱	سلول‌ها، ژنوم‌ها و تنوع زندگی	فصل ۱
۴۹	شیمی سلول و انرژی زیستی	فصل ۲
۱۱۵	پروتئین‌ها	فصل ۳

۲۱	خلاصه	۱	فصل ۱ سلول‌ها، ژنوم‌ها و تنوع زندگی
۲۲	یوکاریوت‌ها و منشأ سلول یوکاریوتی	۲	ویژگی‌های عمومی زندگی روی زمین
۲۳	سلول‌های یوکاریوتی حاوی اندامک‌های مختلفی هستند	۲	تمام سلول‌ها اطلاعات وراثتی خود را به شکل مولکول‌های DNA دورشته‌ای ذخیره می‌کنند
۲۵	میتوکندری‌ها از باکتری همزیست به دام افتاده توسط یک آرکی باستانی تکامل یافته‌اند	۳	تمام سلول‌ها اطلاعات وراثتی خود را با پلیمریزاسیون الگودار تکثیر می‌کنند
۲۶	کلروپلاست‌ها از باکتری فتوسنتزی همزیست بلعیده شده توسط سلول یوکاریوتی باستانی تکامل یافته‌اند	۵	تمام سلول‌ها قسمت‌هایی از DNA خود را به مولکول‌های RNA رونویسی می‌کنند
۲۷	یوکاریوت‌ها ژنوم‌های دورگه دارند	۶	تمام سلول‌ها از پروتئین‌ها به عنوان کاتالیزور استفاده می‌کنند
۲۸	ژنوم‌های یوکاریوتی بزرگ هستند	۶	تمام سلول‌ها با روشی یکسان RNA را به پروتئین ترجمه می‌کنند
۲۸	ژنوم‌های یوکاریوتی غنی از DNA تنظیمی هستند	۷	هر پروتئین توسط یک ژن خاص رمزگذاری می‌شود
۲۹	ژنوم‌های یوکاریوتی برنامه‌تکوین چندسلولی را تعیین می‌کنند	۷	زندگی به ورود مداوم انرژی آزاد نیاز دارد
۳۰	یوکاریوت‌های زیادی به صورت سلول‌های منفرد زندگی می‌کنند	۸	تمام سلول‌ها به صورت کارخانه‌های بیوشیمیایی عمل می‌کنند
۳۱	خلاصه	۸	تمام سلول‌ها در غشایی پلاسمایی محصور شده‌اند که مواد مغذی و مواد زائد باید از خلال آن عبور کنند
۳۱	موجودات زنده مدل	۹	سلول‌ها در مقیاس میکروسکوپی، تحت سیطره حرکت حرارتی تصادفی عمل می‌کنند
۳۲	جهش‌ها عملکرد ژن‌ها را آشکار می‌کنند	۱۰	سلول زنده‌ای با پانصد ژن می‌تواند وجود داشته باشد
۳۳	زیست‌شناسی مولکولی با تمرکز بر یک باکتری و ویروس‌هایش آغاز شد	۱۰	خلاصه
۳۵	تمرکز بر <i>E. coli</i> به عنوان موجود زنده مدل، بسیاری از اکتشافات بعدی را تسریع کرده است	۱۰	تنوع‌یابی ژنومی و درخت زندگی
۳۶	مخمر به عنوان مدلی حداقلی از سلول واقعی یوکاریوتی عمل می‌کند	۱۱	درخت زندگی سه قلمروی اصلی دارد: یوکاریوت‌ها، باکتری‌ها و آرکی‌ها
۳۷	سطح بیان همه ژن‌های یک موجود زنده را می‌توان تعیین کرد	۱۳	یوکاریوت‌ها قلمرویی از زندگی را تشکیل می‌دهند که برای ما آشنا تر است
۳۸	<i>آرابیدوپسیس</i> به عنوان گیاه مدل انتخاب شده است	۱۳	بر اساس تجزیه و تحلیل ژنومی، باکتری‌ها متنوع‌ترین گروه موجودات روی سیاره هستند
۳۸	عمدتاً کرم، مگس، ماهی، موش و انسان نماینده دنیای سلول‌های جانوری هستند	۱۵	آرکی‌ها: راز آلودترین قلمروی زندگی
۳۹	مطالعات درباره مگس میوه دروزوفیلا کلیدی برای بررسی تکوین مهره‌داران است	۱۵	موجودات زنده بیشتر سیاره ما را اشغال می‌کنند
۴۰	قورباغه و گورخرماهی مدل‌های بسیار در دسترس جانوران مهره‌دار هستند	۱۵	سلول‌ها می‌توانند توسط مجموعه وسیعی از منابع انرژی آزاد تغذیه شوند
۴۱	موش موجود زنده مدل غالب در پستانداران است	۱۷	برخی سلول‌ها نیتروژن و دی‌اکسید کربن را برای سلول‌های دیگر تثبیت می‌کنند
۴۲	همه‌گیری کووید-۱۹ دانشمندان را بر ویروس کرونای SARS-CoV-2 متمرکز کرده است	۱۸	ژنوم‌ها در دوران تکاملی تنوع می‌یابند و باعث تولید انواع جدیدی از موجودات زنده می‌شوند
۴۴	انسان‌ها در گزارش خصوصیات خودشان بی‌همتا هستند	۱۹	ژن‌های جدید از ژن‌های موجود تولید می‌شوند
۴۴	درک سلول‌ها و موجودات زنده نیاز به ریاضیات، رایانه و اطلاعات کمی دارد	۲۰	مضاعف‌شدگی‌های ژنی باعث ایجاد خانواده‌هایی از ژن‌های مرتبط در ژنومی واحد می‌شوند
۴۵	خلاصه	۲۰	عملکرد ژن اغلب از توالی نوکلئوتیدی آن قابل استنتاج است
۴۶	مسائل	۲۱	بیش از دویست خانواده ژنی بین هر سه قلمروی زندگی مشترک‌اند
۴۷	منابع		

۷۳	NADH و NADPH حامل‌های مهم الکترون هستند
۷۵	تعداد زیادی مولکول حامل فعال شده دیگر در سلول وجود دارد
۷۶	هیدرولیز ATP پیش‌ران سنتز پلیمرهای زیستی است
۷۸	خلاصه
۸۰	سلول‌ها چگونه از غذا انرژی می‌گیرند
۸۰	گلیکولیز مسیری مرکزی برای تولید ATP است
۸۳	گلیکولیز نشان می‌دهد آنتیم‌ها چگونه اکسیداسیون را با ذخیره انرژی توأم می‌کنند
۸۴	تخمیر در غیاب اکسیژن ATP تولید می‌کند
۸۵	موجودات زنده مولکول‌های غذا را در مخازن ویژه‌ای ذخیره می‌کنند
۸۶	بین وعده‌های غذایی، بیشتر سلول‌های حیوانی انرژی‌شان را از اسید چرب‌های حاصل از چربی می‌گیرند
۸۷	قندها و چربی‌ها در میتوکندری‌ها به استیل CoA تجزیه می‌شوند
۸۸	چرخه اسید سیتریک با اکسیدکردن گروه‌های استیل به CO_2 ، NADH تولید می‌کند
۹۰	انتقال الکترون محرک سنتز بخش اعظم ATP در اکثر سلول‌ها است
۹۰	بسیاری از مسیرهای بیوسنتزی با گلیکولیز یا چرخه اسید سیتریک شروع می‌شوند
۹۱	جانوران باید تمام نیتروژن و گوگرد مورد نیازشان را از غذا بگیرند
۹۲	متابولیسم بسیار سازمان‌یافته و تنظیم‌شده است
۹۳	خلاصه
۱۱۲	مسائل
۱۱۴	منابع

۱۱۵ فصل ۳ پروتئین‌ها

۱۱۵	ساختار اتمی پروتئین‌ها
۱۱۵	ساختار پروتئین توسط توالی اسیدآمینه‌های آن مشخص می‌شود
۱۲۱	پروتئین‌ها به کانفورماسیونی با کمترین انرژی تا می‌خورند
۱۲۱	مارپیچ آلفا و صفحه بتا موتیف‌های رایج تاخوردگی هستند
۱۲۳	چهار سطح سازمان‌یابی برای مشارکت در ساختار پروتئین لحاظ شده است
۱۲۴	دُمین‌های پروتئینی واحدهای مجزایی هستند که پروتئین‌های بزرگ‌تر از آن‌ها ساخته می‌شوند
۱۲۶	پروتئین‌ها نواحی بدون ساختار نیز دارند
۱۲۶	تمام ساختارهای پروتئینی پویا هستند و در اثر انرژی حرارتی سریعاً به مجموعه کانفورماسیون‌های مرتبطی تبدیل می‌شوند

۴۹ فصل ۲ شیمی سلول و انرژی زیستی

۴۹ اجزای شیمیایی سلول

۵۰	آب با پیوندهای هیدروژنی یکپارچه می‌ماند
۵۱	چهار نوع جاذبه غیر کووالانسی به گردهم‌آوری مولکول‌ها در سلول‌ها کمک می‌کنند
۵۲	برخی از مولکول‌های قطبی در آب اسید و باز تشکیل می‌دهند
۵۳	سلول از ترکیبات کربن تشکیل می‌شود
۵۳	سلول‌ها حاوی چهار خانواده اصلی مولکول‌های آلی کوچک هستند
۵۴	شیمی سلول‌ها در استیلای ماکرومولکول‌هایی با خواص جالب توجه است
۵۵	پیوندهای غیر کووالانسی هم شکل دقیق ماکرومولکول و هم اتصالش به سایر مولکول‌ها را مشخص می‌کنند
۵۶	خلاصه

۵۷ کاتالیز و استفاده از انرژی توسط سلول‌ها

۵۷	متابولیسم سلولی توسط آنتیم‌ها سازمان‌دهی می‌شود
۵۸	نظم زیستی با رهایش انرژی گرمایی از سلول‌ها ممکن می‌شود
۶۱	سلول‌ها با اکسیدکردن مولکول‌های آلی انرژی کسب می‌کنند
۶۲	اکسیداسیون و احیا شامل انتقال الکترون است
۶۳	آنتیم‌ها سدهای انرژی فعال‌سازی مسبب انسداد واکنش‌های شیمیایی را کاهش می‌دهند
۶۴	آنتیم‌ها می‌توانند مولکول‌های سوبسترا را در امتداد مسیرهای واکنشی خاصی پیش ببرند
۶۵	چگونه آنتیم‌ها سوبستراهای خود را پیدا می‌کنند: سرعت فوق‌العاده زیاد حرکت‌های مولکولی
۶۶	تغییر انرژی آزاد واکنش، ΔG ، امکان خودبه‌خودی بودنش را تعیین می‌کند
۶۷	غلظت واکنش‌دهنده‌ها بر تغییر انرژی آزاد و جهت واکنش تأثیر می‌گذارد
۶۷	تغییر انرژی آزاد استاندارد، ΔG° ، مقایسه واکنش‌های مختلف را از نظر انرژی ممکن می‌کند
۶۸	ثابت تعادل و ΔG° به سهولت از یکدیگر مشتق می‌شوند
۶۹	تغییرات انرژی آزاد واکنش‌های توأم افزایشی هستند
۶۹	مولکول‌های حامل فعال شده برای بیوسنتز ضروری هستند
۷۰	تشکیل حامل فعال شده با واکنشی از نظر انرژی مطلوب توأم می‌شود
۷۱	ATP پرکاربردترین مولکول حامل فعال شده است
۷۲	انرژی ذخیره‌شده در ATP اغلب برای اتصال دو مولکول به یکدیگر استفاده می‌شود

- عملکرد برای بخش بسیار کوچکی از زنجیره‌های پلی‌پپتیدی
محمل فراوان انتخاب شده است ۱۲۶
- پروتئین‌ها را می‌توان در خانواده‌های زیادی طبقه‌بندی کرد ۱۲۷
- برخی دُمین‌های پروتئینی در پروتئین‌های متفاوت زیادی یافت می‌شوند ۱۲۹
- ژنوم انسان مجموعه پیچیده‌ای از پروتئین‌ها را رمزگذاری می‌کند، که نشان‌دهنده مقدار زیادی ناشناخته‌مانده‌های فراوان است ۱۳۰
- مولکول‌های پروتئین اغلب حاوی بیش از یک زنجیره پلی‌پپتیدی هستند ۱۳۰
- برخی پروتئین‌های کروی رشته‌های مارپیچ بلندی تشکیل می‌دهند ۱۳۱
- مولکول‌های پروتئینی می‌توانند شکل‌های طویل و فیبری داشته باشند ۱۳۲
- اتصالات عرضی کووالانسی پروتئین‌های برون‌سلولی را پایدار می‌کنند ۱۳۳
- مولکول‌های پروتئین اغلب به‌عنوان زیرواحدهایی برای سامان‌یابی ساختارهای بزرگ عمل می‌کنند ۱۳۴
- ساختارهای بسیاری در سلول‌ها قابلیت خودسامان‌یابی دارند ۱۳۶
- عوامل سامان‌یابی اغلب به تشکیل ساختارهای زیستی پیچیده کمک می‌کنند ۱۳۶
- وقتی فرایندهای سامان‌یابی به خطا می‌روند: مورد فیبریل‌های آمیلوئید ۱۳۷
- ساختارهای آمیلوئیدی می‌توانند در سلول‌ها عملکردهای مفیدی نیز انجام دهند ۱۳۹
- خلاصه ۱۴۰
- عملکرد پروتئین ۱۴۰**
- تمام پروتئین‌ها به مولکول‌های دیگر متصل می‌شوند ۱۴۰
- آرایش فضایی سطحی پروتئین، ترکیب شیمیایی‌اش را تعیین می‌کند ۱۴۲
- مقایسه توالی‌های اعضای خانواده پروتئین، جایگاه‌های اتصال به لیگاند مهم را برجسته می‌کند ۱۴۲
- پروتئین‌ها از طریق چند نوع سطح حدفاصل به پروتئین‌های دیگر متصل می‌شوند ۱۴۳
- جایگاه‌های اتصال آنتی‌بادی تطبیق‌پذیری ویژه‌ای دارند ۱۴۴
- ثابت تعادل قدرت اتصال را اندازه می‌گیرد ۱۴۵
- آنزیم‌ها کاتالیزورهایی قدرتمند و بسیار اختصاصی هستند ۱۴۶
- اتصال سوبسترا اولین مرحله کاتالیز آنزیمی است ۱۴۶
- آنزیم‌ها با پایدارسازی انتخابی حالت‌های گذار واکنش‌ها را سرعت می‌بخشند ۱۴۸
- آنزیم‌ها می‌توانند از کاتالیز هم‌زمان اسید و باز استفاده کنند ۱۴۸
- لیزوزیم نحوه عملکرد آنزیم را به تصویر می‌کشد ۱۴۹
- مولکول‌های کوچک محکم پیوندشده به پروتئین‌ها، عملکردهای اضافی به آن‌ها می‌بخشند ۱۵۲
- سلول فعالیت‌های کاتالیزوری آنزیم‌های خود را تنظیم می‌کند ۱۵۵
- آنزیم‌های آلوستریک دو یا چند جایگاه اتصال برهم‌کنش‌کننده دارند ۱۵۵
- دو لیگاند با جایگاه‌های اتصال توأم متقابلاً بر اتصال یکدیگر تأثیر می‌گذارند ۱۵۷
- تجمعات پروتئینی متقارن، گذارهای آلوستریک مشارکتی ایجاد می‌کنند ۱۵۸
- بسیاری از تغییرات پروتئین‌ها از فسفریلاسیون پروتئین نشأت می‌گیرند ۱۵۹
- سلول یوکاریوتی حاوی مجموعه بزرگی از پروتئین کینازها و پروتئین فسفاتازها است ۱۵۹
- تنظیم پروتئین کیناز Src چگونگی عملکرد پروتئین به‌عنوان ریزپردازنده را آشکار می‌کند ۱۶۱
- پروتئین‌های تنظیمی متصل‌شونده به GTP با گرفتن و از دست‌دادن گروه فسفات روشن و خاموش می‌شوند ۱۶۲
- پروتئین‌ها می‌توانند با اضافه‌شدن کووالان سایر پروتئین‌ها تنظیم شوند ۱۶۲
- از سامانه پیچیده کوژنوگه‌کننده یوبی‌کوئیتین برای نشانه‌گذاری پروتئین‌ها استفاده می‌شود ۱۶۳
- کمپلکس‌های پروتئینی حاوی قطعات مبادله‌پذیر باعث استفاده کارآمد از اطلاعات ژنتیکی می‌شوند ۱۶۴
- پروتئین متصل‌شونده به GTP نحوه ایجاد حرکت‌های بزرگ پروتئینی از حرکت‌های کوچک را نشان می‌دهد ۱۶۶
- پروتئین‌های حرکتی در سلول‌ها حرکت جهت‌دار ایجاد می‌کنند ۱۶۷
- پروتئین‌ها اغلب کمپلکس‌های بزرگی تشکیل می‌دهند که به‌عنوان ماشین‌های پروتئینی عمل می‌کنند ۱۶۷
- مناطق بی‌نظم پروتئین‌ها برای انجام مجموعه‌ای از عملکردهای متفاوت ضروری هستند ۱۶۸
- داربست‌ها مجموعه‌های ماکرومولکولی برهم‌کنش‌کننده با یکدیگر را فراهم جمع و در مناطق منتخب سلول متمرکز می‌کنند ۱۷۰
- ماکرومولکول‌ها می‌توانند خودسامان‌یابی کنند و چگالیده‌های زیست‌مولکولی بسازند ۱۷۱
- مطالعات کلاسیک جدایی فازی با چگالیده‌های زیست‌مولکولی سنخیت دارند ۱۷۳
- مقایسه سه نوع مهم از سامان‌یابی‌های بزرگ زیستی ۱۷۴
- بسیاری از پروتئین‌ها توسط تغییرات کووالانی کنترل می‌شوند که آن‌ها را به مکان‌های خاصی در درون سلول هدایت می‌کنند ۱۷۵

۱۷۶	شبکه پیچیده‌ای از برهم‌کنش‌های پروتئینی زیربنای عملکرد سلول است
۱۷۸	می‌توان ساختارهای پروتئینی را پیش‌بینی و پروتئین‌های جدید طراحی کرد
۱۷۹	خلاصه
۱۷۹	مسائل
۱۸۱	منابع
۱۸۳	واژه‌نامه