خلاصه محتوا

۴ ساختن با اکتودرم: سیستم عصبی و اپیدرم مهره‌داران

بخش ۱۳ ● **تشکیل لوله‌ی عصبی و الگوزایی** ۴۰۱
بخش ۱۴ ● **رشد مغز** ۴۲۱
بخش ۱۵ ● **سلول‌های تاج عصبی و تخصص‌یافتگی آکسونی** ۴۴۱
بخش ۱۶ ● **پلاکودهای اکتودرمی و اپیدرم** ۴۸۵

۵ ساختن با مزودرم و اندودرم: اندام‌زایی

بخش ۱۷ ● **مزودرم مجاور محوری** سومایت‌ها و مشتقات آنها ۵۰۷
بخش ۱۸ ● **مزودرم بینابینی و صفحه‌ی جانبی** قلب، خون و کلیه‌ها ۵۴۱
بخش ۱۹ ● **تکوین اندام‌های حرکتی مهره‌داران چهارپا** ۵۷۱
بخش ۲۰ ● **اندودرم** لوله‌ها و اندام‌هایی برای هضم و تنفس ۶۰۷

۶ تکوین پسا جنینی

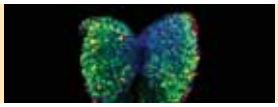
بخش ۲۱ ● **دگردیسی** بازفعال‌سازی هورمونی تکوین ۶۲۵
بخش ۲۲ ● **بازسازی** ۶۴۳
بخش ۲۳ ● **تکوین در سلامت و بیماری** نقایص مادرزادی، اختلال‌گرهای اندوکراین و سرطان ۶۸۵

۷ تکوین در مفاهیم گسترده‌تر

بخش ۲۴ ● **تکوین و محیط زیست** تنظیم زیستی، غیرزیستی و هم‌زیستی تکوین ۷۱۱
بخش ۲۵ ● **تکوین و تکامل** سازوکارهای تکوینی تغییرات تکاملی ۷۳۵

فهرست

بخش ۴ ● ساختن با اکتودرم:
سیستم عصبی و اپیدرم مهره‌داران



۱۳

تشکیل لوله‌ی عصبی و الگوزایی ۴۰۱

تبدیل صفحه‌ی عصبی به لوله: تولد سیستم عصبی مرکزی ۴۰۳
نورولاسیون اولیه ۴۰۴
نورولاسیون ثانویه ۴۱۲

الگوبندی سیستم عصبی مرکزی ۴۱۳
محور قدامی-خلفی ۴۱۳
محور پشتی-شکمی ۴۱۵
ریخت‌زاهای متضاد ۴۱۶

همه‌ی محورها با همدیگر ۴۱۹

۱۴

رشد مغز ۴۲۱

نوروآناتومی سیستم عصبی مرکزی در حال تکوین ۴۲۲
سلول‌های سیستم عصبی مرکزی در حال تکوین ۴۲۲
بافت‌های سیستم عصبی مرکزی در حال تکوین ۴۲۲

سازوکارهای تکوینی تنظیم‌کننده رشد مغز ۴۲۷
رفتار سلول‌های بنیادی عصبی در طول تقسیم ۴۲۷
نورون‌زایی: ساخته شدن از پایین به بالا (یا از داخل به خارج) ۴۲۸
سلول‌های گلیال به عنوان داربستی برای لایه‌بندی مخچه و نئوکورتکس ۴۳۰
سازوکارهای پیام‌رسانی تنظیم‌کننده‌ی تکوین نئوکورتکس ۴۳۱

تکوین مغز انسان ۴۳۴
نرخ رشد نورون‌های رویانی پس از تولد ۴۳۴
تپه‌ها افق یادگیری را ارتقا می‌دهند ۴۳۵
ژن‌هایی برای رشد مغز ۴۳۷
تغییرات در تعداد رونوشت ۴۳۸
مغز نوجوانان: پیچیده و پویا ۴۳۸

۱۵

سلول‌های تاج عصبی و تخصص‌یافتگی آکسونی ۴۴۱

سلول‌های تاج عصبی ۴۴۱
ناحیه‌بندی سلول‌های تاج عصبی ۴۴۳
تاج عصبی: سلول‌های بنیادی چندتوان؟ ۴۴۴
تخصصی‌شدن سلول‌های تاج عصبی ۴۴۶
مهاجرت سلول‌های تاج عصبی: اپیتلیال به مزانشیم و فراتر از آن ۴۴۷
دولایه‌ای شدن ۴۴۸
نیروی محرک مهار تماسی ۴۵۰
مهاجرت جمعی ۴۵۱
مسیرهای مهاجرت سلول‌های تاج عصبی تنه ۴۵۲
مسیر شکمی ۴۵۳
مسیر پشتی-جانبی ۴۵۵
تاج عصبی جمجمه‌ای ۴۵۷
مدل "تعقیب و گریز" ۴۵۹
همکاری دقیق در هل دادن و کشیدن ۴۵۹
اسکلت سری مشتق از تاج عصبی ۴۶۱
تاج عصبی قلبی ۴۶۲
تعیین مسیرهای آکسونی در سیستم عصبی ۴۶۴
مخروط رشد: هدایت‌کننده و موتور مسیریابی آکسون ۴۶۵
هدایت فیلامنت‌های اکتین در طول مسیر پیام رسانی به کمک پروتئین Rho ۴۶۶
هدایت آکسون ۴۶۷
برنامه جهت‌یابی ذاتی نورون‌های حرکتی ۴۶۷
چسبندگی سلول: سازوکار چنگ زدن به مسیر ۴۶۹
مولکول‌های هدایتی موضعی و دوربرد: علائم راهنمایی جنینی ۴۷۰
الگوهای دافع: افرین‌ها و سمافورین‌ها ۴۷۰
آکسون‌ها چگونه از جاده عبور می‌کنند ۴۷۱
... نترین ۴۷۲
Slit و Robo ۴۷۳
مهاجرت آکسون‌های گانگلیونی شبکیه ۴۷۵
رشد آکسون گانگلیون شبکه‌ای به سمت عصب بینایی ۴۷۶
رشد آکسون گانگلیون شبکه‌ای از میان کیاسمای بینایی ۴۷۶
انتخاب هدف: "هنوز به مقصد نرسیده‌ایم؟" ۴۷۷
پروتئین‌های جاذب شیمیایی ۴۷۷
انتخاب هدف توسط آکسون‌های شبکیه: "دیدن باور کردن است" ۴۷۸
تشکیل سیناپس ۴۸۰

۱۶

پلاکودهای اکتودرمی و اپیدرم ۴۸۵

پلاکودهای جمجمه‌ای: حس‌های سرما ۴۸۶
القای پلاکود جمجه‌ای ۴۸۷
تکوین شنوایی-اپی‌برانشیال: تجربه‌ای مشترک ۴۸۸
ریخت‌زایی چشم مهره‌داران ۴۹۳
تشکیل حوزه‌ی بینایی: آغاز شبکیه ۴۹۴
آبشار القای عدسی- شبکیه ۴۹۵

اپیدرم و ضمائم جلدی آن ۴۹۸
منشأ اپیدرم ۴۹۸
ضمائم اکتودرمی ۴۹۹
مسیرهای پیام‌رسانی که می‌توانید دندان‌هایتان را در آنها فرو ببرید ۵۰۱
سلول‌های بنیادی ضمائم اکتودرمی ۵۰۲

بخش ۵ ● ساختن با مزودرم و اندودرم: اندام‌زایی

۱۷

مزودرم مجاور محوری
سومایت‌ها و مشتقات آنها ۵۰۷

انواع سلول‌های سومایت ۵۱۰

ایجاد مزودرم مجاور محوری و سرنوشت‌های سلولی در طول محور قدامی خلفی ۵۱۱
تخصصی‌شدن سلول‌های مزودرم مجاور محوری ۵۱۱
همبستگی زمانی مکانی ژن‌های Hox، هویت را در طول تنه تعیین می‌کند ۵۱۳

سومایتوژنز ۵۱۶
طویل‌شدن محور: ناحیه‌ی پیش‌ساز دمی و نیروهای تعاملی بین بافتی ۵۱۶
چگونه یک سومایت شکل می‌گیرد: طرح ساعت- جبهه موج ۵۲۰
پیوند دادن جبهه موج - ساعت با هویت محوری میانجی‌شده توسط Hox و پایان سومایتوژنز ۵۲۶

تکوین اسکلروتوم ۵۲۸
تشکیل مهره‌ها ۵۲۸
تشکیل تاندون: بخش سیندتوم ۵۳۲

تکوین درمامیوتوم ۵۳۴
تعیین درمامیوتوم مرکزی ۵۳۵
تعیین میوتوم ۵۳۵

۱۸

مزودرم بینابینی و صفحه‌ی جانبی
قلب، خون و کلیه‌ها ۵۴۱

مزودرم بینابینی: کلیه ۵۴۲

تخصصی‌شدن مزودرم بینابینی: Pax2، Pax8 و Lim1 ۵۴۴

برهم‌کنش‌های متقابل در بافت‌های کلیه‌ی درحال تکوین ۵۴۵
سازوکارهای برهم‌کنش متقابل ۵۴۶

مزودرم صفحه‌ی جانبی: قلب و سیستم گردش خون ۵۵۰

تکوین قلب ۵۵۲
قلب مینیمالیستی ۵۵۲
تشکیل حوزه‌های قلبی ۵۵۲
تخصصی‌شدن مزودرم قلب‌ساز ۵۵۴
مهاجرت سلول‌های پیش‌ساز قلبی ۵۵۵
تمایز اولیه‌ی سلول قلبی ۵۵۷
چرخش لوله‌ی قلبی ۵۵۷

تشکیل عروق خونی ۵۵۹
واسکولوژنز: تشکیل اولیه‌ی عروق خونی ۵۵۹
آنژیوژنز: جوانه‌زدن عروق خونی و بازآرایی بسترهای عروقی ۵۶۱

خونسازی: سلول بنیادی و سلول‌های پیش‌ساز با عمر طولانی ۵۶۳
جایگاه‌های خونسازی ۵۶۳
کنام HSC مغز استخوان ۵۶۵
چکیده ۵۶۷

تکوین اندام‌های حرکتی مهره‌داران چهارپا ۵۷۱

آناتومی اندام‌های حرکتی ۵۷۲

جوانه‌ی اندام حرکتی ۵۷۲

تخصصی‌شدن ژن Hox در تعیین اسکلت اندام حرکتی ۵۷۴
از پروگزیمال تا دیستال: ژن‌های Hox در اندام حرکتی ۵۷۴

تعیین نوع و محل قرارگیری اندام حرکتی ۵۷۶
تعیین حوزه‌ی اندام‌های حرکتی ۵۷۶
القای جوانه اندام حرکتی اولیه ۵۷۷

رشد: تشکیل محور پروگزیمال- دیستال اندام حرکتی ۵۸۲
ستیغ اکتودرم رأسی ۵۸۲
تعیین مزودرم اندام حرکتی: تعیین قطبیت پروگزیمال- دیستال ۵۸۴
مدل تورینگ: سازوکار واکنش- پراکنش تکوین اندام حرکتی پروگزیمال- دیستال ۵۸۷

تعیین محور قدامی- خلفی ۵۹۱
Shh ناحیه‌ی فعالیت قطبی را تعیین می‌کند ۵۹۱
تعیین هویت انگشتان توسط Sonic hedgehog ۵۹۱
Sonic hedgehog و FGFها: یک حلقه‌ی بازخورد مثبت دیگر ۵۹۴
ژن‌های Hox بخشی از شبکه تنظیمی تعیین‌کننده‌ی هویت انگشتان هستند ۵۹۵

شکل‌گیری محور پشتی- شکمی ۵۹۹

مرگ سلولی و شکل‌گیری انگشتان و مفاصل ۶۰۰
شکل‌گیری اتوپود ۶۰۰
شکل‌گیری مفاصل ۶۰۱

تکامل از طریق تغییر مراکز پیام‌رسانی اندام حرکتی ۶۰۲

اندودرم لوله‌ها و اندام‌هایی برای هضم و تنفس ۶۰۷

حلق ۶۰۹

لوله‌ی گوارش و مشتقات آن ۶۱۱
تخصصی‌شدن بافت لوله‌ی گوارش ۶۱۲
اندام‌های ضمیمه‌ای: کبد، پانکراس و کیسه‌ی صفرا ۶۱۴

لوله‌ی تنفسی ۶۱۹
برهم‌کنش‌های اپیتلیالی- مزانشیمی و بیومکانیک منشعب‌شدن در ریه‌ها ۶۲۰

بخش ۶ ● تکوین پساجنینی

دگردیسی
بازفعال‌سازی هورمونی تکوین ۶۲۵

دگردیسی دوزیستان ۶۲۶
تغییرات ریخت‌شناختی مرتبط با دگردیسی دوزیستان ۶۲۷
کنترل هورمونی دگردیسی دوزیستان ۶۲۹
برنامه‌های تکوینی اختصاصی برای هر ناحیه ۶۳۱

دگردیسی در حشرات ۶۳۲
صفحات فرضی ۶۳۳
کنترل هورمونی دگردیسی حشرات ۶۳۶
زیست‌شناسی مولکولی فعالیت 20-hydroxyecdysone ۶۳۸
تعیین صفحات فرضی بال ۶۳۹

بازسازی
تکوین ترمیم ۶۴۳

تعریف مسئله بازسازی ۶۴۴

بازسازی، تکرار تکوین جنینی؟ ۶۴۵

چشم‌انداز تکاملی بازسازی ۶۴۷

مکانیک بازسازی ۶۵۰

بازسازی گیاه ۶۵۰
روشی همه‌توان برای بازسازی ۶۵۰
توانایی‌های ترمیمی گیاه meri-aculous ۶۵۲

بازسازی کل بدن جانور ۶۵۶
هیدر: بازسازی به واسطه‌ی سلول بنیادی، مورفولاکسیس و اپی‌مورفور ۶۵۶
بازسازی به‌واسطه‌ی سلول بنیادی در کرم‌های پهن ۶۵۹

بازسازی محدود به بافت در جانوران ۶۶۸
سمندرها: بازسازی اندام حرکتی اپی‌مورفیک ۶۶۸
تعیین سلول‌های بلاستمای بازسازی ۶۶۸
سازوکارهای بازسازی اندام‌های گورخرماهی ۶۷۳

بازسازی در پستانداران ۶۷۹
بازسازی جبرانی در کبد پستانداران ۶۷۹
موش خاردار، در نقطه‌ی عطف بین اِسکار و بازسازی ۶۸۱

۲۳ تکوین در سلامت و بیماری

نقایص مادرزادی، اخلال‌گرهای اندوکراین و سرطان ۶۸۵

نقش شانس ۶۸۶

خطاهای ژنتیکی تکوین انسان ۶۸۶
ماهیت تکوینی سندروم‌های انسان ۶۸۶
ناهمگونی ژنتیکی و فنوتیپی ۶۸۷

ناهنجاری‌زایی: تهدیدات محیطی بر تکوین جانوران ۶۸۸
الکل به عنوان یک تراتوژن ۶۹۰
رتینوئیک‌اسید به عنوان یک تراتوژن ۶۹۴

اخلال‌گرهای اندوکراین: خاستگاه جنینی بیماری‌های بزرگسالان ۶۹۵
دی‌اتیل استیل بسترول (DES) ۶۹۷
بیس‌فنول A (BPA) ۶۹۸
آترازین: اختلال اندوکراین از طریق ساخت هورمون ۷۰۰
Fracking: منبع جدید و احتمالی اختلال اندوکراین ۷۰۱

وراثت بین نسلی اختلالات تکوینی ۷۰۲

سرطان به‌عنوان عارضه‌ی تکوین ۷۰۳
روش‌های درمانی مبتنی بر تکوین برای سرطان ۷۰۸

چکیده ۷۰۹

بخش ۷ ● تکوین در مفاهیم گسترده‌تر

۲۴ تکوین و محیط زیست

تنظیم زیستی، غیرزیستی و هم‌زیستی تکوین ۷۱۱

انعطاف‌پذیری تکوینی: محیط به‌عنوان عاملی برای تولید فنوتیپ‌های طبیعی ۷۱۱
پلی‌فنیسم‌های القاءشده توسط رژیم غذایی ۷۱۳
پلی‌فنیسم‌های ناشی از شکارچی ۷۱۵
دما به عنوان یک عامل مؤثر محیطی ۷۱۶
هنجارهای واکنشی در گیاهان ۷۱۸
استقرار لارو ۷۲۰
استرس به‌عنوان یک عامل: زندگی سخت وزغ پاپهن ۷۲۰

هم‌زیستی تکوینی ۷۲۱
هم‌زیستی تکوینی در گیاهان ۷۲۲
سازوکارهای هم‌زیستی تکوینی: به‌هم‌رسیدن طرفین رابطه ۷۲۴
هم‌زیستی تکوینی در روده‌ی پستانداران ۷۲۷

چکیده ۷۳۱

۲۵ تکوین و تکامل

سازوکارهای تکوینی تغییرات تکاملی ۷۳۵

مدل ژنتیکی تکوینی در تغییرات تکاملی ۷۳۶

پیش‌شرط‌های تکامل: ساختار تکوینی ژنوم ۷۳۶
مدولاریتی: واگرایی به‌واسطه‌ی تفکیک ۷۳۶
صرفه‌جویی مولکولی: مضاعف‌شدن و واگرایی ژن ۷۳۹

سازوکارهای تغییرات تکاملی ۷۴۲
هتروتوپی ۷۴۲
هتروکرونی ۷۴۴
هترومتری ۷۴۵
هتروتیپی ۷۴۶

محدودیت‌های تکوینی در تکامل ۷۴۷
محدودیت‌های فیزیکی ۷۴۸
محدودیت‌های ریخت‌زایی ۷۴۸
محدودیت‌ها و هم‌پوشانی عملکردی در پلیوتروپی ۷۴۸

زیست‌شناسی تکوینی تکاملی زیست‌محیطی ۷۴۹

انعطاف‌پذیری- اولین تکامل ۷۴۹
همگون‌سازی ژنتیکی در آزمایشگاه ۷۵۰
همگون‌سازی ژنتیکی در محیط‌های طبیعی ۷۵۱

تنوع اپی‌ژنتیکی انتخابی ۷۵۲

تکامل و هم‌زیستی تکوینی ۷۵۴
تکامل چندسلولی‌بودن ۷۵۵
تکامل پستانداران جفت‌دار ۷۵۶

چکیده ۷۵۶

پیوست A-1

واژه‌نامه G-1 ۷۵۹

پیش‌گفتار: بزرگ‌اندیشی درباره‌ی زیست‌شناسی تکوینی

با تقسیم زیست‌شناسی به قلمروهایی کوچک‌تر و کوچک‌تر، گاهی اوقات خوب است که به جای جزئیات، به طرح‌هایی بزرگ‌تر بیندیشیم، "تا خود را با اقتدار در بین قمرهای زحل مستقرنمائی" (نقل قولی از هرمان ملویل)[1]. برای مثال، بهتر است از بیرون به رشته‌ی زیست‌شناسی تکوینی نگاه کنیم، نه از درون تا چشم‌اندازی صحیح از آن به‌دست آوریم.

به خاطر سپردن مبانی میان‌رشته‌ای

تاریخ به ما می‌گوید که زیست‌شناسی تکوینی، حوزه‌ای بین‌رشته‌ای در علم زیست‌شناسی است. در واقع، قبل از استفاده از واژه زیست‌شناسی، جهان زنده به عنوان بخشی از جهان شناخته می‌شد که در حال تکوین است. برگزارکنندگان اولین نشست انجمن رشد (در سال ۱۹۳۹) که پیشگام انجمن زیست‌شناسی تکوینی بودند، ادعا کردند که تکوین می‌بایست توسط نقطه نظرات رشته‌های متعددی، از جمله ژنتیک، درون‌ریزشناسی[2]، بیوشیمی، فیزیولوژی، جنین‌شناسی، سلول‌شناسی، بیوفیزیک، ریاضیات و حتی فلسفه مورد مطالعه قرار گیرد. زیست‌شناسی تکوینی، علمی فراتر از جنین‌شناسی است و شامل سلول‌های بنیادی، که مسئول تولید خون در بزرگسالان هستند و فرآیندهای بازسازی (ترمیم) است. این فرآیندها در بازفعال‌سازی فرایندهای تکوینی اهمیت دارند و به منظور ترمیم در مهره‌داران و تولیدمثل در هیدر، کرم‌های پهن و بسیاری از دیگر بی‌مهرگان ضروری هستند. اولین مقالات منتشر شده در مجله *زیست‌شناسی تکوینی* به جنین‌شناسی، بازسازی (ترمیم) و سلول‌های بنیادی و روش‌های مختلف مطالعه آن‌ها می‌پرداخت.

در سرتاسر نسخه دوازدهم، شاهد بازگشت برخی ایده‌های بنیادی در زیست‌شناسی تکوینی میان رشته‌ای، مانند بازسازی (ترمیم)، مکانیک ریخت‌زایی، گیاهان و کنترل ژنتیکی تکوین خواهید بود.

در واقع، *بازسازی (ترمیم)* در طول تاریخ، قسمت عمده‌ای از زیست‌شناسی تکوینی را تشکیل داده است، زیرا به راحتی می‌توان آن را مورد مطالعه قرار داد. زیست‌شناسی تجربی، زاده‌ی تلاش‌های محققان علوم طبیعی قرن هجدهم به‌منظور مطالعه‌ی بازسازی (ترمیم) و بررسی چگونگی انجام آن است. آزمایشات در رابطه با نحوه ترمیم در ترمبلای[3] (هیدر)، رومور[4] (سخت پوستان) و اسپالانزنی[5] (سمندرها)، معیاری استاندارد را برای زیست‌شناسی تجربی و تحلیل هوشمندانه‌ی داده‌های فردی ایجاد کرد.

با گذشت بیش از دو قرن، شروع به یافتن پاسخ‌هایی برای مسائل بزرگ جنین شناسی و بازسازی (ترمیم) کرده‌ایم. در واقع، نتیجه‌ی یک تحقیق، اساس تحقیقات دیگر است. به زودی ممکن است محققین موفق شوند بدن انسان را به نحوی تغییر دهند که امکان بازسازی اندام، اعصاب و ارگان‌های آن فراهم شود. اندام‌های آسیب‌دیده می‌توانند ترمیم شوند، اعضای بدن بیمار ممکن است از بدن جدا شده و مجدداً رشد داده شوند و سلول‌های عصبی که با افزایش سن، بیماری یا جراحت تغییر یافته‌اند، می‌توانند بار دیگر به طور طبیعی عمل کنند. مسائل اخلاقی که توسط این موضوعات مطرح شده‌اند، در ابتدای راه خود هستند. اما اگر قرار است چنین توانایی‌هایی در انسان وجود داشته باشد، ابتدا باید بیاموزیم که بازسازی در گونه‌هایی که دارای این توانایی هستند، به چه شکل است. دانش جدید ما در مورد نقش عوامل پاراکرینی و فیزیکی در تشکیل اندام‌های جنینی و نیز مطالعات اخیر در مورد سلول‌های بنیادی و کنام آن‌ها، موجب شکل گیری موضوعی شده است که Susan Bryant آن را "رنسانس بازسازی" خوانده است. از آنجا که "رنسانس" در لغت به معنای "تولدی دوباره" است و اینکه می‌توان بازسازی (ترمیم) را بازگشت به حالت جنینی دانست، این اصطلاح از بسیاری جهات مناسب است.

توجه داشته باشید که علم *بیوفیزیک* نیز یکی از اجزای اولیه‌ی، مخلوط زیست‌شناسی تکوینی بوده که در حال رنسانس است. اتصالات فیزیکی بین سلول‌ها، قدرت اتصال آن‌ها و قدرت کششی بستر سلول‌ها، همگی به منظور تکوین طبیعی ضروری به نظر می‌رسند. نیروهای فیزیکی برای اتصال اسپرم-تخمک، گاسترولاسیون، تکوین قلب، تکوین دستگاه گوارش، منشعب شدن اپیتلیال کلیه و ریه و حتی تکوین تومورها لازم هستند. نیروهای فیزیکی، توانایی هدایت تمایز سلول‌های بنیادی به سمت سرنوشتی خاص را دارند و تعیین می‌کنند که کدام قسمت از بدن در سمت راست و کدام قسمت در سمت چپ قرار گیرند. برای مثال، کشکک استخوان زانو تا زمانی که با راه رفتن به آن فشار نیاوریم، تشکیل نمی‌شود. در بسیاری از موارد، نیروهای فیزیکی می‌توانند موجب هدایت بیان ژن گردند. Lev Beloussov، پیشگام در این زمینه، این رخداد را "مکانیک ریخت‌زایی تکوینی" نامیده است.

---

1 Herman Melville
2 Endocrinology
3 Tremblay
4 Réaumur
5 Spallanzani

حـوزه دیگـری کـه به‌طـور ویـژه در برنامه‌هـای اولیه‌ی زیست‌شناسـی تکوینـی بـه آن پرداخته شـد، *تکوین گیاهی* بـود. تکویـن گیاهان شـباهت بسـیاری به بازسـازی (ترمیـم) دارد، به همین دلیل اسـت کـه گیاهان "بالـغ" می‌توانند تمـام قسـمت‌های بـدن خود را مجدداً تکوین دهند. مطالعه‌ی تکوین در زیست‌شناسـی جانـوری از فیزیولوژی جانوری جدا اسـت، اما این حالت در زیست‌شناسـی گیاهی مشـاهده نمی‌شـود. به علاوه، بسـیاری از حیوانات به سـرعت رده‌ای از سـلول‌های زاینـده را بـه منظـور ایجـاد اسـپرم یـا تخمـک از باقی سـلول‌ها جـدا می‌کنند، امـا این مـورد در گیاهان اتفـاق نمی‌افتـد. در سرتاسـر کتاب به چنین مقایسـاتی میـان گیاهان و جانوران پرداخته شـده که فرایندهای اساسـی تکویـن کـه در کل شـاخه‌ها[1] و حتـی قلمروهای حیات حائزاهمیت هسـتند را مورد بررسـی قـرار می‌دهد.

امـا ژن‌هـا کمـاکان در مرکـز توجه زیست‌شناسـی تکوینی باقـی مانده‌اند و هرچه بیشـتر در مورد آن‌هـا می‌آموزیم، جالب‌تـر و پیچیده‌تـر می‌شـوند. پیشـرفت‌های جدیـد در "تجزیـه و تحلیـل رونویسـی از یـک سـلول"[2] امتیـازی شـگفت‌انگیز به ما داده اسـت، این امتیاز دیدن الگوهای بیان ژن در طول تکوین سـلول‌ها اسـت. ممکن اسـت تمامی ژن‌هـای موجـود در سـلول‌های یـک فرد یکسـان باشـند ولـی تفـاوت در موقعیت آن‌هـا در جنین، موجب فعال‌سـازی ژن‌های مختلف در هر سـلول می‌شـود. این، یک سـمفونی از روابط اسـت، هر سـلول زمینه را برای سـلول دیگر فراهم می‌کنـد. اگـر تکویـن را یـک اجـرا در نظر بگیریم، ژنـوم متن سـرود خواهد بود. همانطور که هرکسـی که به کنسـرت رفتـه باشـد می‌دانـد، گروه‌های مختلف متنی یکسـان را به شـیوه‌ای متفـاوت اجرا می‌کنند و حتی یک گروه موسـیقی یـک آهنـگ را در دو شـب متوالـی، متفـاوت اجـرا می‌نماید. محیط و در نتیجـه انعطاف پذیری و هم‌زیسـتی در تکوین نیز عواملی حیاتی هسـتند.

زیست‌شناسـی تکوینـی نقشـی جدیـد را در علـم بر عهده گرفته اسـت و بیش از هر علم زیسـت شـناختی دیگری، اهمیـت حیاتـی فرایندهـا را در برابـر موجودات نشـان می‌دهد. در بسـیاری از موجودات زنده، یک فرایند مشـابه ممکن اسـت توسـط مولکول‌هـای مختلفی انجـام شـود. Doolittle و Booth می‌گویند: "مهم آهنگ اسـت، نـه خواننده" و ما ممنونِ وجود مسـیرهای هم‌پوشـانی عملکردی[3] در تکوین هسـتیم. زیرا اگر ایرادی در یک مسـیر ایجاد شـود، مسیری دیگـر عملکـرد آن را جبـران خواهد کرد. تقسـیم موجودیت / فرایند در زیست‌شناسـی تکوینی هماننـد دوگانگی ذره / مـوج در فیزیـک اسـت. ایـن یـک وضعیت "هر دو / و" اسـت، نه یـک وضعیت "یا / یا". در سـال ۱۹۰۸، فیزیولوژیسـت اسـکاتلندی، J.S. Haldane عنـوان کـرد: "بی‌شـک علـوم زیست‌شناسـی و فیزیـک روزی بـه هـم می‌رسـند. اما ما با اطمینـان می‌توانیـم پیش‌بینـی کنیـم کـه در صـورت پدیدار شـدن آن نقطـه‌ی تلاقـی و در صورت بلعیده شـدن یک علـم توسـط دیگـری، علـم بلعیده شـده زیست‌شناسـی نخواهد بـود". زیست‌شناسـی تکوینـی ممکن اسـت به خوبی اسـرار دیرینه موجـود در علم فیزیـک را حل کند.

تازه‌های چاپ دوازدهم

در جلـد اول چـاپ دوازدهـم کتـاب، تـلاش کردیـم به بررسـی اهـداف محقق‌شـده‌ی اولیـه‌ی زیست‌شناسـی تکوینی بپردازیـم. بـه ایـن منظـور، این کتـاب مورفوژنـز خاص خود را داشـته اسـت.

پوشش تکوین گیاهان در کل کتاب

در ایـن جلـد، مطالـب گیاهـی در کل فصـول مرتبـط گنجانده شـده اسـت. بـه جای تفکیـک زیست‌شناسـی تکوینی گیاهـی در فصلـی جداگانـه (و غالباً غیـر قابـل ارجـاع)، مبانـی ضـروری زیست‌شناسـی گیاهـی در فصـول مربوط به تخصصی شـدن سـلولی، تنظیم بیان ژن، ارتباطات سـلولی، تولید سـلول جنسـی، لقاح، تعیین محور، تشـکیل اندام و بازسـازی قرار داده شـده‌اند.

به‌روزرسانی و تفصیل بخش‌های مرتبط با بازسازی (ترمیم)

فصل مرتبط با بازسـازی (ترمیم) به‌روز شـده و توضیحات بیشـتری در آن گنجانده شـده اسـت، مفتخریم که بگوییم ایـن فصـل خلاصـه‌ای منحصر بـه فرد از این حـوزه را ارائـه می‌دهد. در این فصل به مشـکلات جـذاب در دوران تکوین پسـاجنینی پرداختـه شـده کـه به نظر می‌رسـد مطالعـات بازسـازی (ترمیم) آن‌هـا را برطـرف خواهد کـرد. همچنین چارچوبی منطقی به منظور شـناخت مکانیسـم‌های بازسـازی (ترمیـم) فراهم می‌کند، این چارچـوب بر پایه‌ی ظرفیت بازسـازی در موجـود زنـده اسـت. احسـاس می‌کنیـم ایـن فصل، بـرای تمامـی علاقه‌مندان به بازسـازی شـروعی عالی است.

به روزرسانی همه‌ی فصل‌ها

همـه‌ی فصل‌هـا بـه روزرسـانی قابل توجهی داشـته‌اند. از چشـم‌انداز وسـیع‌تر تکاملی فصـل مقدماتی تا اصـول جدید در مکانیک ریخت‌زایی تکوین در طی گاسترولاسـیون در *زوروفیلا* و تشـکیل ریه‌های پسـتانداران، همگی به روزرسـانی شـده‌اند. همچنین، توجه ویژه‌ای به اسـتفاده‌ی روز افزون از رویکردهای تجزیه و تحلیل رونویسـی در سـطح کل ژنوم

1 Phyla
2 Single cell transcriptomics
3 Redundant

شـده که درک ما را از تمایز سـلولی به طرز چشـمگیری افزایش داده اسـت.

رویکرد جدید دانشجو محور

از دیدگاه آموزشـی خوب اسـت که نگاهی از بیرون- *دیدگاه تجربه دانشـجویان*- به چگونگی یادگیری زیست‌شناسـی تکوینـی توسـط دانشـجویان بیاندازیم. برای دهه‌ها، مسـئولیت کتب درسـی مانند کتاب حاضر این بـود که جامع‌ترین منبـع را در رابطـه بـا محتـوای بنیـادی ایـن حـوزه فراهم آورنـد. اگرچه این مسـئولیت هنـوز پابرجاسـت، واقعیت این اسـت که هم‌اکنون منابع بی‌شـماری برای جلب توجه دانشـجویان وجود دارد. اکنون، زمانی اسـت که یک دانشـجوی زیست‌شناسـی تکوینـی نیـاز بـه *کتابی راهنمـا* دارد که او را در این اکوسیسـتم متراکـم و متنوع از کتب درسـی، منابع آنلایـن و مقـالات علمـی بی‌شـمار هدایـت کند. ایـن کتـاب راهنمـا، در واقع همین نسـخه‌ی جدید از *زیست‌شناسـی تکوینی* است.

- *پوشـش متمرکـز و سـاده:* در طول سـال‌ها، با رشـد دانسـته‌ها، انـدازه‌ی این کتاب نیز رشـد کـرده و بنابراین به انـدازه‌ای رسـیده کـه ممکـن بود خـود، موجب تحمیل بار اضافی به دانشـجویان و شکسـت در اهداف تشـویقی و آمـوزش عمقـی گـردد. بمباران اطلاعاتی دانشـجویان از بیـن نخواهد رفـت و بنابراین، آن‌ها نه تنها به دسترسـی بـه اطلاعـات، بلکـه بـه یک راهنمـای واضح نیـاز دارند تا حرکـت از ایده‌های پایه به سـمت سـازوکارهای پیچیده را سـرعت بخشـد و سـرانجام بـه دعوتـی منحصر بـه فرد نیاز دارنـد که از تحقیقـات آن‌ها در این زمینه اسـتقبال کنـد. ما به منظور دسـتیابی به شـبکه‌ای شـفاف و حمایتـی، مطالب موجود در هـر فصل را کاهـش داده و مجدداً سـازماندهی کرده‌ایـم تـا هـم اسـتاد و هـم دانشـجو بتواند بـه راحتی مسـیر خـود را در حجم و پیچیدگـی رو به افزایـش زیست‌شناسـی تکوینی بیابد.
- *آمـوزش نوآورانـه: توانمندسـازی دانشـجویان به منظـور افزایش یادگیـری.* اولین مطالبی که دانشـجویان در هر بخـش از یـک فصل با آن روبرو می‌شـوند، بااهمیت‌ترین محتوا اسـت. قسـمتی جدید به نـام "توضیحات تکوینی بیشـتر" نیـز در فصـول گنجانـده شـده کـه محتوایـی را کـه به نظـر می‌رسـد نشـان‌دهنده‌ی برخـی از ایده‌های پیچیده‌تـر در ایـن زمینـه باشـد، مشـخص می‌کند. بـه علاوه، از دانشـجویان دعوت می‌شـود که برخـی از مطالب "توضیحـات تکوینـی بیشـتر" را بـه صـورت آنلایـن مشـاهده کننـد. این مباحـث آنلاین فرصتـی خارق‌العـاده را بـرای دانشـجویان فراهـم می‌کنـد تـا درکی بهتر از زیست‌شناسـی تکوینـی را در مسـیرهای مورد علاقـه خود به دسـت آورنـد - مسـیرهای تحقیقاتـی که اسـتادان می‌توانند اطمینان داشـته باشـند کـه با اسـتانداردهای کیفی مشـاهده شـده در سراسـر ایـن کتـاب منطبق اسـت (برخلاف برخـی دیگـر از منابع آنلایـن). ویژگی‌هـای درون متنـی ویرایش‌هـای قبلـی- ایجاد سـوال، تحقیقات مرحلـه بعد و نقل قول‌هـا در کل - همچنـان نقش مهمی در توانمندسـازی دانشـجویان به منظور برداشـتن قدم نهایی در انجام مطالعات *زیست‌شناسـی تکوینی* ایفا می‌کنند. بـه منظـور حمایت بهتـر از اسـتفاده‌ی دانشـجویان از مطالعات تحقیقاتی، پیوسـت جدیدی بـا موضوع چگونگی یافتـن و تجزیـه و تحلیل مقالات پژوهشـی در زیست‌شناسـی تکوینی اضافه شـده اسـت.

اکنـون بـه لطـف ایـن سـازمان‌دهی جدید در محتوا، اسـاتید و دانشـجویان قادر خواهند بود مناسـب‌ترین سـطح از مطالـب را بـرای خـود انتخـاب کنند. در نهایـت، مفتخریم که نسـخه دوازدهم کتاب زیست‌شناسـی تکوینی را بـه شـما معرفی کنیم، که دسترسـی مسـتقیم به تمامی سـطوح محتوا را بـدون کاهش در کیفیـت و در تجربه‌ی کلـی یادگیری فراهـم می‌کند.

پیوست‌ها

زیست‌شناسی تکوینی، چاپ دوازدهم

برای دانشجویان

وب سایت همیار[1]

devbio.com

وب‌سایت همیارِ *زیست‌شناسی تکوینی*، به میزان چشمگیری در چاپ دوازدهم کتاب بهبود یافته است و در سرتاسر کتاب به آن ارجاع داده می‌شود. این وب‌سایت، به منظور کمک در یادگیری مطالب ارائه‌شده در کتاب، طیف وسیعی از منابع جذاب را در اختیار دانشجویان قرار می‌دهد. سایت همیار به‌صورت رایگان در دسترس بوده و شامل منابع موجود در دسته‌بندی‌های ذیل است:

- **آموزش‌های تکوینی**: فیلم‌های حرفه‌ای که توسط نویسندگان کتاب ارائه شده است و انتقال مفاهیم کلیدی را تقویت می‌کند.
- **مشاهده‌ی تکوین**: این فیلم‌های آموزنده با نشان دادن عملیِ مفاهیم، روند واقعی زیست‌شناسی تکوینی را به تصویر می‌کشند.
- **توضیحات تکوینی بیشتر**: این طیف گسترده از عناوین، از منظر تاریخی، فلسفی و اخلاقی در مورد مسائل زیست‌شناسی تکوینی، اطلاعات بیشتری را در اختیار دانشجویان قرار می‌دهد و لینک‌هایی را به سایر منابع آنلاین فراهم می‌کنند.
- **سخن دانشمندان**: در این سخنرانی‌ها و جلسات پرسش و پاسخ، مباحث زیست‌شناسی تکوینی توسط متخصصان برجسته‌ی این حوزه مورد بررسی قرار می‌گیرند.
- **فلش‌کارت**: مجموعه‌ای از فش‌کارت‌های موجود برای هر فصل در یادگیری و مرور بسیاری از اصطلاحات و تعاریف جدید وارد شده در کتاب به دانشجویان کمک می‌کند.
- **ارجاع به مقالات**: ارجاعات کاملی از تمام مقالات ذکر شده در کتاب ارائه شده است (که اکثرا به استنادات PubMed ارجاع داده شده‌اند).
- **راهنمای تحقیق**: این راهنمای مصور و حاشیه‌نویسی‌شده، به دانشجویان در یافتن مقالات پژوهشی در زمینه زیست‌شناسی تکوینی کمک می‌کند.

برای استادان

کتابخانه منابع آموزشی

در دسترس کاربرهای واجد شرایط

کتابخانه منابع آموزشی در چاپ دوازدهم *زیست‌شناسی تکوینی* شامل منابع زیر است:

- **مطالعات موردی در زیست‌شناسی تکوینی**: این مجموعه از مسائل مربوط به مطالعات موردی، تمرینات آموزشی مفیدی را برای استفاده‌ی اساتید فراهم آورده است. مطالعات موردی با فراهم‌آوردن فرصتی برای دانشجویان به منظور استفاده از محتوای دوره برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، تولید فرضیه‌ها و حل مشکلات جدید در این حوزه، یادگیری عمقیِ زیست‌شناسی تکوینی را تقویت می‌نمایند. هر مطالعه موردی شامل یک ارائه پاورپوینت و یک جزوه دانشجویی به همراه سوالات همراه آن است.
- **پرسش‌های تکوینی**: سوالات تفکربرانگیز، که بسیاری از آن‌ها همراه با پاسخ، مرجع و توصیه‌هایی برای مطالعه بیشتر هستند، در اختیار شما قرار گرفته است تا شما و دانشجویانتان بتوانید سوالاتی را که در هر فصل مطرح شده است، جستجو کنید
- **شکل‌ها و جداول کتاب**: تمامی شکل‌ها، عکس‌ها و جداول کتاب در قالب فرمت‌های JPEG و PowerPoint ارائه شده‌اند. تمامی تصاویر به نحوی آماده شده‌اند که هنگام نمایش در کلاس بالاترین کیفیت را داشته باشند.

گزینه‌های دیگر کتاب

کتاب الکترونیک

(شابک ۹-۸۲۳-۶۰۵۳۵-۱-۹۷۸)

زیست‌شناسی تکوینی، نسخه دوازدهم از طریق چندین تأمین‌کننده‌ی کتاب الکترونیکی از جمله RedShelf و VitalSource به‌صورت کتاب الکترونیکی در دسترس است. برای اطلاعات بیشتر لطفاً به وب‌سایت مطبوعات دانشگاه آکسفورد به آدرس oup.com/ushe مراجعه کنید.

کتاب Looseleaf

(شابک ۶-۸۲۴-۶۰۵۳۵-۱-۹۷۸)

زیست‌شناسی تکوینی، نسخه دوازدهم نیز در قالب پانچ سه سوراخ و ورقه‌ای موجود است. دانشجویان می‌توانند فقط بخش‌های مورد نیاز خود را برای کلاس انتخاب کنند و به راحتی جزوه‌ی استاد خود را با متن کتاب ادغام نمایند.

مقدمه

و مـا انسـان را از عصـاره‌ای از گِل آفریدیـم؛ سـپس او را نطفـه‌ای در قـرارگاه مطمئـن (رحـم) قـرار دادیـم؛ سـپس نطفـه را به‌صـورت علقـه و علقـه را بصـورت مضغـه و مضغـه را بصـورت اسـتخوان‌هایی درآوردیـم؛ و بـر اسـتخوان‌ها گوشـت پوشـاندیم؛ سـپس آن را آفرینـش تـازه‌ای دادیـم؛ پـس بـزرگ اسـت خدایـی کـه بهتریـن آفرینـنـدگان اسـت. (سـوره مومنـون/ آیـات ۱۴-۱۲)

بـه یـاد دارم در دوران دبیرسـتان روزی کـه در تابسـتان ۱۳۶۸ بـا خوانـدن آزمایش‌هـای جنین‌شـناس معـروف آلمانـی، اسـپمان بسـیار مجـذوب آن‌هـا شـدم و نـزد دبیـر زیست‌شناسـی جنـاب آقـای سـلطانی رفتـم، از ایشـان خواسـتم کـه برایـم بیشـتر توضیـح دهنـد و اینکـه چگونـه مـی توانـم در ایـن زمینـه ادامـه تحصیـل دهـم، ایشـان نیـز ادامـه تحصیـل در رشـته زیست‌شناسـی و پزشـکی را توصیـه نمودنـد. در پاییـز ۱۳۶۹ بـا قبولـی در رشـته زیست‌شناسـی بـه دانشـگاه شـیراز رفتـم و سـپس در دانشـگاه شـهید بهشـتی و خوارزمـی (دانشـگاه تربیـت معلـم سـابق) بـه ترتیـب در کارشناسـی ارشـد و دکتـرا در رشـته زیست‌شناسـی تکوینـی ادامـه تحصیـل دادم. در ایـن مسـیر افتخـار شـاگردی در محضـر اسـتادان بزرگـی نظیـر خانـم دکتـر شـیدخت حسـینی در درس جنین‌شناسـی جانـوری، مرحـوم آقـای دکتـر مـارک گتنـر در درس زیست‌شناسـی سـلولی و مولکولی (اسـتادان دانشـگاه شـیراز)، خانـم دکتـر شـمس لاهیجانـی (اسـتاد دانشـگاه شـهید بهشـتی)، خانـم دکتـر مهنـاز آذرنیـا و آقـای دکتـر کاظـم پریـور (اسـتادان دانشـگاه تربیـت معلـم) در درس جنین‌شناسـی جانـوری، آقـای دکتـر مجتبـی رضـازاده (اسـتاد دانشـگاه تربیـت مـدرس و پژوهشـگاه رویـان) و جنـاب آقـای دکتـر نصـر اصفهانـی (اسـتاد پژوهشـگاه رویـان) در درس جنین‌شناسـی انسـانی را داشـتم و از ایـن بـزرگان نحـوه اندیشـیدن در علـم زیست‌شناسـی تکوینـی را فرا گرفتم.

اکنـون معتقـدم کـه تقسـیم‌بندی علـوم بـه علـوم پایـه و کاربـردی یـک غلـط مصطلـح اسـت و تنهـا چیـزی کـه وجـود دارد "علـم" اسـت. اگـر علـم داشـته باشـیم کاربـرد آن را هـم خواهیـم داشـت. منشـی کـه بـه یـاری خداونـد متعـال طـی سـال‌ها تـلاش در پژوهشـگاه رویـان همـواره مـد نظـر اینجانـب و همـکاران بـوده، حرکـت از تولیـد "علـم" بـه سـوی "ترجمـان علـم" و در نهایـت "کاربـرد علـم" اسـت. امـا بـرای طـی نمـودن ایـن مسـیر می‌بایسـتی "زیـر سـاخت‌های" مـورد نیـاز آن را نیـز ایجـاد نمـود. ترجمـه ایـن کتـاب در واقـع تلاشـی بـه منظـور فراهـم نمـودن منابـع فارسـی مـورد نیـاز آمـوزش زیست‌شناسـی و پزشـکی کشـور اسـت.

زیست‌شناسـی تکوینـی یکـی از زمینـه هـای مطالعاتـی رو بـه رشـد و مهیـج در علـم زیست‌شناسـی بـه حسـاب می‌آیـد. تکویـن مسـیری اسـت کـه طـی آن موجـود زنـده از ژنوتیـپ بـه فنوتیـپ می‌رسـد. ایـن علـم بین‌رشـته‌ای در مـورد چگونگـی خلقـت موجـودات زنـده اسـت و چارچوبـی را بـه وجـود آورده کـه در آن علـوم مختلفـی اعـم از زیست‌شناسـی سـلولی مولکولـی، سـلول‌های بنیـادی، زیست‌شناسـی تکاملـی، فیزیولـوژی، علـوم اعصـاب، پزشـکی ژنتیـک، کالبدشناسـی، سرطان‌شناسـی، ایمنی‌شناسـی و بوم‌شناسـی بـا یکدیگـر تلفیـق مـی شـود؛ تـا بتـوان فراینـد تکمیـل موجـودات زنـده را از زمـان لقـاح تـا تولـد، بلـوغ و سـرانجام تـا بـه هنـگام مـرگ مطالعـه نمـود. از طرفـی مطالعـه تکویـن نیـز بـرای درک سـایر زمینه‌هـای زیست‌شناسـی بسـیار کارگشـا خواهـد بـود. زیسـت شناسـی تکوینـی بیـش از هـر علـم زیست‌شـناختی دیگـری، اهمیـت حیاتـی فراینده‌ـا را در برابـر موجـودات نشـان می‌دهـد. زیست‌شناسـی تکوینـی علـم "چگونگی‌هـا" سـت و اغلـب پرسـش‌هایی در مـورد "چگونـه ایجـاد شـدن" دارد تـا "چگونـه بـودن" و "چراهـا".

کتـاب حاضـر ترجمـه ویرایـش دوازدهـم (۲۰۲۰) کتـاب "زیست‌شناسـی تکوینـی" نوشـته دکتـر مایکل بارسـی و دکتـر اسـکات گیلبـرت اسـت. در واقـع از یـک سـو اقبـال ویراسـت‌های پیشـین کتـاب و اسـتقبال خوبـی کـه از آن در جوامـع علمـی و دانشـگاهی شـد و از سـوی دیگـر تغییراتـی کـه در ویراسـت جدیـد کتـاب اصلـی اعمـال شـده بـود؛ مترجمـان را بـر آن داشـت کـه بـه ترجمـه ایـن ویراسـت نیـز همـت گمارنـد؛ چـرا کـه همانگونـه کـه نویسـنده کتـاب در پیشـگفتار ایـن ویراسـت مرتبـاً بـرآن تاکیـد دارد، بـه دلیـل ماهیـت پویـای علم زیست‌شناسـی تکوینـی، نیـاز بـه افـزودن یافته‌هـای نویـن و یـا تکمیـل مطالـب پیشـین همـواره وجـود دارد. در ایـن چـاپ، تمـام فصـول به‌روزرسـانی شـده‌اند و بازسـازی (ترمیـم)، سـلول‌های بنیـادی، تجزیـه و تحلیـل ژنـوم و رونویسـی، مکانیـک ریخت‌زایـی و تکویـن گیاهـان بـه کتـاب اضافـه و یـا مفصل‌تـر بیـان شـده‌اند. به‌عـلاوه، سـعی شـده تـا بـا افزایـش مهـارت یادگیـری دانشـجویان باعـث توانمندسـازی ایشـان در ایـن حـوزه شـود. لـذا، در زیسـت‌بوم متنـوع کتاب‌هـای درسـی، منابـع برخـط و مقـالات علمـی بی‌شـمار ایـن علـم، کتـاب حاضـر منبعـی جامـع دربـارۀ مفاهیـم اساسـی و بـه‌روز زیست‌شناسـی تکوینـی اسـت و زمینـۀ تفکـر و تأمـل بیشـتر در ایـن حـوزه را فراهـم می‌کنـد.

ترجمـه حاضـر حاصـل بیـش از یـک سـال تـلاش بی‌وقفـه مترجمان‌سـت کـه بـا توجـه بـه تجربـه پیشـین و ارتبـاط مسـتمر بـا دانشـجویان سعی‌شـان بـر ایـن بـوده تـا متنـی گویـا و روان و در عیـن حـال بـا رعایـت امانـت

را ارائـه دهنـد. همچنیـن ویرایـش علمـی و ادبـی ایـن کتـاب بـا دقـت و حساسـیت زیـاد انجـام شـده اسـت تـا در حـد امـکان عـاری از هرگونـه اشـکال باشـد. بـا این وجـود نظـرات و پیشـنهادات اسـتادان و دانشـجویان محتـرم در بهبـود کیفیـت کار بسـیار ارزشـمند خواهـد بود.

در نهایـت بـر خـود لازم می‌دانـم از مترجمیـن گرانقـدر؛ سـرکار خانم‌هـا مهنـاز حـدادی، نیوشـا حق‌پرسـت، نیلوفـر خوشـدل راد، آیسـان فرهـادی، زهـرا قـزل ایـاغ، زینـب قـزل ایـاغ و شـراره مسـتانی‌نژاد سپاسـگزاری نمایم. از سـرکار خانـم مهنـاز حـدادی کـه نظـارت کیفـی کتـاب را برعهـده داشـتند، سـرکار خانـم مهسـا بیدمشـکی در همـکاری صمیمانـه صفحه‌آرایـی، سـرکار خانم‌هـا مهدیـه جعفـری، اسـماء قدسـی، نرگـس واصفـی و آقـای نیمـا مکونـدی قلی‌پـور کـه پیگیـری ویـژه‌ای در به سـرانجام رسـیدن ایـن‌کار داشـتند و از جنـاب آقای دکتر یاسـر تهمتنـی و سـرکار خانـم دکتـر سـیده نفیسـه حسـنی کـه در حسـن اجـرای ترجمـه همـکاری داشـتند، قدردانـی کنـم. به‌عـلاوه، از دانشـجویان و همـه همـکاران و اسـتادان در جـای جـای مختلـف کشـور تشـکر ویـژه می‌کنـم. از آن‌هـا بسـیار آموختـم، نـه تنهـا دربـاره تدریـس و آمـوزش، بلکـه دربـاره چگونـه نوشـتن و چگونـه محقق شـدن. همچنیـن بـر خـود فـرض می‌دانـم از همـکاری صمیمانـه جنـاب آقـای مصطفـی پویـان، مدیـر محتـرم انتشـارات خانـه زیست‌شناسـی کـه بـه راسـتی بـا چـاپ کتاب‌هـای بسـیار ارزشـمند در زمینـه زیست‌شناسـی حـق بزرگـی در گسـترش ایـن دانـش در کشـور دارنـد، قدردانـی نمایـم. بـدون شـک شـهامت و انگیـزه بـالای ایشـان در چـاپ تألیـف و ترجمه‌هـای کتاب‌هـای مشـهور درسـی زیست‌شناسـی مثال‌زدنـی و فراموش‌نشـدنی اسـت. از خداونـد متعـال پیشـرفت و موفقیـت روزافـزون همگـی را خواهانم.

دکتر حسین بهاروند
استاد زیست‌شناسی تکوینی و سلول‌های بنیادی
پژوهشکده زیست‌شناسی و فناوری سلول‌های بنیادی، پژوهشگاه رویان، جهاد دانشگاهی
گروه زیست‌شناسی تکوینی، دانشگاه علم و فرهنگ
تابستان ۱۴۰۰