www.a-pdf.com ©®

۲۹۵ ۷۶۳۶

زیست شناسی برای مهندسین

www.ketab.ir

مؤلفین:

شهره مشایخان

هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف

حسن پزشکی مدرس

امیر طیرانیان مرویان

www.a-pdf.com ©®

سرشناسه	:	مشایخان، شهره، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدیدآور	:	زیست‌شناسی برای مهندسین / مولفین شهره مشایخان، حسن پزشکی‌مدرس، امیر طیرانیان‌مرویان.
مشخصات نشر	:	تهران: علم استادان، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	۳۸۸ ص.
شابک	:	978-622-99473-8-8
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
موضوع	:	زیست‌شناسی -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	:	Biology -- Study and teaching (Higher)
موضوع	:	زیست‌شناسی -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	:	Biology -- Examinations, questions, etc. (Higher)
شناسه افزوده	:	پزشکی مدرس، حسن، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده	:	طیرانیان مرویان، امیر، ۱۳۶۷ -
رده بندی کنگره	:	QH۳۱۵/۹ز۵م ۱۳۹۷
رده بندی دیویی	:	۵۷۰/۷۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۳۶۰۴۲

زیست شناسی برای مهندسین

تألیف: شهره مشایخان - حسن پزشکی مدرس - امیر طیرانیان مرویان
صفحه آرایی: موسسه مهراد ۶۶۱۱۷۲۰
طراح جلد: فاطمه شائمی برزکی
ناشر: انتشارات علم استادان
نوبت چاپ: اول/۱۳۹۷
تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه
لیتوگرافی: باختر
چاپخانه: مهر
صحافی: مهر
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۹۴۷۳-۸-۸
قیمت: ۳۲۰۰۰ تومان

کلیه حقوق این اثر برای انجمن صنفی کارفرمایی مهندسین پلیمر و شیمی محفوظ است.

انتشارات علم استادان: خیابان انقلاب- نبش خیابان ۱۲ فروردین
پلاک ۱۳۱۴- طبقه اول- واحد ۲- تلفن: ۶۶۴۱۸۴۹۳

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

گفتار مؤلف

ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظَامًا فَكَسَوْنَا الْعِظَامَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ:

آن‌گاه نطفه را علقه و علقه را گوشت پاره و باز آن گوشت را استخوان ساختیم و سپس بر استخوانها گوشت پوشانیدیم (و پیکری کامل کردیم) پس از آن (به دمیدن روح پاک مجرد) خلقتی دیگر انشا نمودیم؛ آفرین برخدای (قدرت کامل) که بهترین آفرینندگار است.

به راستی آن‌چه از علم کشف شد و آن‌چه که هنوز در حال کشف است، تنها گام‌های کوچکی است که انسان را به سمت ناشناخته‌های طبیعت هدایت می‌کند. پس از به اوج رسیدن علوم شیمی و فیزیک در قرن‌های نوزدهم و بیستم، بسیاری از سؤالات بشر جواب داده شد و بسیاری از مشکلاتی که تا آن زمان لاینحل به نظر می‌رسید حل گردید. اما امروزه در قرن ۲۱ ام پیچیدگی و تازگی مشکلات بشر، علم کلاسیک را علمی به عنوان مرجع می‌کند چراکه در خیلی از مواقع قادر به پاسخگویی نیازهای بشر نیست. به عنوان مثال علم کلاسیک نمی‌تواند آمار روزافزون مرگ و میر در اثر بیماری‌های کشنده‌ای نظیر سرطان و ایدز را کنترل کند. اما انسان نیز از ابتدای وجود تاکنون هیچگاه خود را مغلوب شرایط پیرامون ندیده و همواره موفق به غلبه بر مشکلاتش بوده است و این بار هم با دستیابی به علوم نوین میان رشته‌ای مهندسی زیستی توانسته تا حد خوبی بر این مشکلات غلبه کند.

امروزه علوم میان رشته‌ای مورد توجه زیادی قرار گرفته و مراکز تحقیقاتی زیادی در پی پاسخگویی به انواع نیازهایی هستند که علوم میان رشته‌ای سعی دارند رفع آنها می‌باشند و بخش زیادی از بودجه کشورهای پیشرفته به توسعه و پیشرفت این علوم نوین اختصاص می‌یابد. پیشرفت در علوم نوین بین رشته‌ای نیازمند تشکیل تیم‌هایی متشکل از متخصصین علوم مختلف و مرتبط با موضوع مد نظر و همکاری نزدیک گروهی بین متخصصین می‌باشد. برای این منظور میبایست ابتدا زبان مشترک مابین اعضای گروه ایجاد شود تا اعضای آن تیم بتوانند به خوبی با هم ارتباط برقرار کنند و اطلاعات خود را به اشتراک بگذارند.

شاید از خود بپرسید که لزوم فراگیری علوم زیستی برای مهندسان چیست؟ و یا این سوال برای شما مطرح شود که با وجود قطعیت نسبی در علوم مهندسی و در مقابل آن عدم وجود این قطعیت نسبی در علوم تجربی، عملکرد این دو با یکدیگر در تضاد می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه علوم مهندسی و زیستی از جمله علوم روز دنیا می‌باشند که به سرعت در حال پیشرفت هستند، لذا این که اساسا لزوم آشنایی مهندسان با علوم زیستی چیست ممکن است برای بسیاری سؤال برانگیز باشد.

اگر فضیلت دانشمندان کشف و تدوین قانونمندی‌های جهانِ محیط بر انسان و جوامع انسانی است، منزلت و وظیفه مهندسان به کار گرفتن این قانونمندی‌ها برای تغییر و بهبود شرایط زیست و کار انسان‌ها و تلاش مستمر برای حل مشکلات جوامع انسانی می‌باشد و این تلاشی است که حرکت جوامع انسانی را بسوی تعالی میسر می‌سازد.

مهندسان برای شبیه سازی یک فرایند باید با اصول واکنش‌های انجام شده در آن فرایند آشنا باشند تا بتوانند دست به نوآوری تازه‌ای بزنند. در واقع کلید مدلسازی و انجام محاسبات همگی در گرو دانستن

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

مکانیزم یا سازوکار سیستم مورد نظر است. به طور مثال در علم ژنتیک، یک مهندس برای طراحی دستگاهی که بتواند کار تکثیر ژن را انجام دهد باید ابتدا ساز و کار و مراحل تکثیر ماده ژنتیک را بداند تا فرآیند آن را شبیه سازی نماید و دستگاهی برای این امر طراحی و تولید کند. در علوم میان رشته‌ای مهندسی زیستی، مرز میان این دو رشته کم رنگ تر شده است. به طوریکه امروزه یک بیولوژیست در انجام بسیاری از پژوهش‌های خود نیازمند ابزاری برای اندازه‌گیری و مدل‌سازی است که در علم زیست شناسی امکان تولید آن وجود نخواهد داشت. همچنین بالعکس، یک مهندس بدون دانستن اصول و ساز وکارهای زیستی قادر به مدلسازی و نوآوری در این زمینه و کمک به توسعه آن علم نخواهد بود. این همکاری دو جانبه در نهایت به خدمتی نوین در جامعه بشری منجر می‌شود. گرچه دیدگاه مهندسان با زیست‌شناسان متفاوت است اما همین دید متفاوت آنها می‌تواند در راستای پیشرفت علم سازنده و مفید باشد.

لذا برای بسیاری از دانشجویان رشته‌های فنی مهندسی شاید گذراندن واحدهایی که آنها را با کلیات علوم زیستی آشنا کند جالب و کاربردی باشد. بنده در طول دوران تدریسم در دانشکده مهندسی شیمی و نفت دانشگاه صنعتی شریف تا به امروز تلاش نمودم تا برای دانشجویان رشته‌های مهندسی که علاقه‌مند به علوم زیستی بودند، بستری برای آشنایی با این علوم و جهت‌دهی به علاقه آنها برای انجام مطالعات میان رشته‌ای ایجاد نمایم. با توجه به علاقه دانشجویان فنی مهندسی به این مباحث، تصمیم به گردآوری کتابی نمودم که مورد استفاده تمامی مهندسان کنجکاو و مشتاق نسبت به علوم بین رشته‌ای مهندسی زیستی گردد.

در نگارش این کتاب هدف ابتدا آشنایی مخاطبین از رشته‌های مختلف مهندسی با مبانی علوم بیولوژی سلولی و مولکولی و در ادامه معرفی برخی زمینه‌های مختلف علوم بین رشته‌ای در رابطه با مهندسی زیستی از قبیل مهندسی ژنتیک، مهندسی پزشکی و... می‌باشد. با توجه به جمعیت هدف این کتاب که عمدتاً دانشجویان رشته‌های مهندسی (بخصوص مهندسی شیمی، مکانیک، مواد، کامپیوتر و...) و علوم پایه می‌باشند، تلاش شد تا از حضور دانشجویان در تالیف اثر بهره گرفته شود و نگارش آن از زاویه دید این عزیزان صورت پذیرد تا هرچه بیشتر به فهم مطالب کمک نماید. از اینرو لازم می‌دانم تا از زحمات و همکاری دانشجویان گرامی نیلوفر صالحی، پریسا نیک‌پی، علیرضا ذهبی مفرد، مجتبی خزایی راوری، پیمان ملک محمدی نوری، آرزو مومنی، فرناز مینویی، گلناز عابزاده، مریم جهانشاهی، سیاوش پناهی، مریم حاجی عباس، کیانا امینی، نسترن شجاع رضوی و امیررضا احمدی اصل که در تدوین و نگارش مطالب کتاب همکاری داشته اند و همچنین آقای وحید بیدقی به زحمت ترجمه و ویرایش شکل‌های کتاب را کشیده اند کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

به همراه این کتاب دیسک فشرده حاوی اطلاعات تکمیلی، کتاب‌های الکترونیکی و فیلم‌های آموزشی مربوط به مباحث مطرح شده در کتاب قرار داده شده تا در صورت علاقه‌مندی خوانندگان و یا در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر به آن مراجعه شود. امیدواریم این کتاب در کنار کتابهایی که برای تشریح علم مهندسی برای بیولوژیست‌ها به چاپ رسیده است، بتواند پل ارتباطی خوبی میان این دو علم برقرار نماید. البته به دلیل گستردگی موضوعات مطرح شده اذعان داریم که علارغم تلاش نویسندگان، همچنان کاستی‌هایی در کتاب وجود دارد که امیدواریم همکاران ارجمند و صاحب نظران گرامی با ارائه پیشنهادات ارزشمند در بهبود و ارتقا ویرایش‌های بعدی کتاب ما را یاری کنند.

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

مقدمه

دنیای امروز سرشار از علوم و فنون پیچیده و متفاوت است و انسان امروزی باید بتواند از این انبوه فرصت‌ها برای بهبود شرایط زندگی خود بر این کره‌ی خاکی بهره بَرَد. اما آیا تک بعدی نگری و بسط و گسترش هر حیطه از علم به تنهایی می‌تواند انسان‌ها را به این اهداف غایی خود برساند؟!

در جوانیِ علم، زمانی که ارسطو و افلاطون بنیان بسیاری از علوم را گذاردند، پهنه‌ی هر یک از این علوم به حدی بود که دانشمندانِ آن عصر می‌توانستند با یادگیریشان به ارتقاء آنها کمک کنند و همچنین با تبدیل این علوم به اصولی کاربردی در شیوه‌ی زندگی مردمان زمان خود تغییرات چشمگیری ایجاد نمایند. اما اکنون، پس از گذشت قریب به دو هزار سال از آن زمان،بشر امروز با گستردگی علوم به حدی روبروست که دیگر حتی برترین دانشمندان این عصر نیز از درک کامل حتی یکی از علوم اساسی نیز قاصر است. دانشمندان امروز دریافته‌اند که شناخت علوم مسیری بی‌انتهاست و برای طی این مسیر نمی‌توان به پتانسیل‌های موجود در همان شاخه‌ی علمی به تنهایی تکیه نمود. بهترین مثال در این زمینه شاید داستان کشف ماده ژنتیک یا DNA در اواسط قرن بیستم باشد، زمانی که رزالین فرانکلین و موریس ویلکینز با تحصیلاتی که در زمینه‌های شیمی‌فیزیک و فیزیک داشتند، توانستند با تحقیقات خود پایه‌های کشف مولکولی را بنا نهند که اساس علم زیست‌شناسیِ مولکولی و ژنتیک را تشکیل می‌داد. هرچند فرانسیس کریک که تحصیلات خود را در رشته‌ی فیزیک در لندن به اتمام رسانده بود شاید هرگز تصور نمی‌کرد که روزی با کشف این مولکول حیاتی بتواند جایزه‌ی نوبل فیزیولوژی در پزشکی را بدست آورد در واقع در این گروهِ تحقیقاتی تنها جیمز واتسون یک جانورشناس و از اهالی علم زیست‌شناسی بود. ولی آیا در صورت نبود این تلفیقِ کارامد بین رشته‌های مختلف علمی و استفاده از تجهیزات و ابزارآلات تحقیقاتی این علوم، امکان کشف این مولکول اساسی فراهم می‌گردید؟!

در واقع کشف DNA یکی از مثال‌هایی است که نشان می‌دهد تلفیق رشته‌های مختلف علمی می‌تواند منجر به پیشرفت‌های بزرگی گردد که ممکن نیست یک حوزه‌ی دانش به تنهایی قادر به آن شود. اما اگر به تاریخ علم نگاهی دقیق‌تر بیاندازیم شاهد پیشرفت‌های شگرفی خواهیم بود که از تلفیق رشته‌های مختلف با یکدیگر بدست آمده‌اند. در این میان علم مهندسی نیز جایگاه ویژه‌ای دارد. دانشمندان این شاخه‌ی علمی با تسلط بر ابزار و جانمایه کار و تولید فناوری می‌توانند به دانشمندان دیگر علوم به ویژه علم زیست‌شناسی در تولید سامانه‌ها و ابزارهای بررسی و حتی دستکاریِ دنیای زنده‌ی اطراف خود کمک شایانی نمایند. در حقیقت زیست‌شناسان هرچه بیشتر به عمق دنیای زنده پیش می‌روند، دست خود را خالی‌تر از پیش در شناخت سازوکارهای پیچیده‌ی آن می‌بینند و از این رو نیازمند کمک دیگر علوم بویژه مهندسی در تأمین نیاز آنها به منظور بررسی‌های موشکافانه و دقیق خود هستند. به بیانی دیگر مهندسان با تکیه بر دانش خود در ساخت ابزارهای دقیق و کارامد این امکان را به زیست‌شناسان می‌دهند تا بتوانند به کشف سامانه‌های پیچیده‌ی حیاتی بپردازند. از جمله

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

این ابزارها می‌توان به دستگاه‌های طیف‌سنجی درشت‌مولکول‌های زیستی، میکروسکوپ نوری و الکترونی و حتی دستگاه‌های پیچیده‌ی دنیای زیست‌شناسی مولکولی همچون دستگاه‌های ترموسایکلر[1] و توالی‌یاب[2] اشاره کرد که برخی دانشمندان تنها به واسطه‌ی کشف سازوکار و ایجاد این سامانه‌های پیشرفته توانسته‌اند تحولی در عرصه‌های علمی ایجاد نموده و همچنین موفق به دریافت جوایز بزرگی همچون نوبل گردند. امروزه همکاری‌ها بین این دو رشته بیش از پیش گسترده گردیده و همچنین در بسیاری عرصه‌های مختلف کاربردی همچون طب مولکولی، نانوداروها، نانوبیومواد، بیوپروتزها، داربست‌ها و بسیاری زمینه‌های از این دست ادامه دارد.

اما این کمک به زیست‌شناسان در نیل به اهدافشان تنها عرصه‌ی مشارکتِ مهندسان و زیست‌شناسان نیست. علم زیست‌شناسی دنیایی متنوع و پیچیده دارد که محلی بکر برای گرفتن ایده‌های ناب و تبدیل آنها به فناوری در جهت بهبود سطح زندگی بشر امروز است. مهندسان امروزه با کمک زیست‌شناسان عالی را نهاده‌اند که آن را بیومیمتیک (Biomimmetic) یا تقلید از دنیای زنده می‌نامیم که هدفِ آن استفاده از آموخته‌های زیست‌شناسان از طبیعت در ایجاد سامانه‌های نوین و ساخت و پرورش ایده‌های نو در جهت کاربردی کردن این دانش و استفاده از آن در زندگی روزمره مردم است. شاید یکی از ساده‌ترین مثال‌های این حیطه اختراع هواپیما باشد!

درواقع بشر از اولین روزی که پرندگان را در کنار خود درک کرد شوق پرواز را در خود یافت و این شوق تنها یک احساس نبود بلکه انسان با استفاده از منطق و هوش خود با شناخت دقیق سازوکار پرواز پرندگان توانست علم خود را به حدی برساند که بتوانی بردارانِ رایت با استفاده از آن بتوانند به این رؤیای دیرینه جامه‌ی عمل بپوشانند. اما امروز مهندسان به فناوری‌هایی می‌اندیشند که حتی تخیلش تا یک دهه پیش به ذهن هیچ زیست‌شناسی خطور نمی‌کرد. اکنون مهندسان حیطه‌ی نانو به دنبال کشف ساختارهای حیاتی درون سلولِ پیچیده که در ابعاد بسیار کوچک هستند، می‌باشند تا بتوانند کارخانه‌هایی در ابعاد نانو ایجاد نمایند. به عنوان مثال استفاده از موتور پروتئین‌های درون سلول به منظور ساخت نانوتوربین‌ها یا نانوموتورها. این کارخانه‌های کوچک اما پیچیده شاید در آینده بتوانند درمان بسیاری بیماری‌ها همچون سرطان را تسهیل نماید یا حتی زندگی انسان‌ها بر روی کره‌ی ماه یا مریخ را ممکن سازند. اکنون در قرن بیست و یکم، بیومیمتیک شکل پیچیده‌تری به خود گرفته است و پس از الگوگیری از بدن موجودات و ساخت ربات‌های انسان‌نما و غیره به مرحله تجزیه و تحلیل الگوریتم‌های ژنتیکی، شبکه عصبی و مدل‌سازی‌های مولکولی رسیده است تا شاید در آینده‌ای نه چندان دور قدرت خلق موجودات مصنوعی را به شکل گسترده‌ای بدست آورد. کمااینکه اخیراً شاهد ساخت اولین موجود تک‌سلولی ابداعی در آزمایشگاه بودیم که حاصل مطالعات گسترده در این حوزه می‌باشد.

---

[1] Thermal Cycler
[2] Sequencer

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

بسیاری دیگر از گرایش‌های علمی نیز مشابه بیومیمتیک از ادغام زمینه‌های مهندسی و زیستی ناشی می‌شوند همچون رشته‌ی مهندسی پزشکی که با استفاده از اصول مهندسی و داده‌های زیستی دست به طراحی روش‌های درمانی نوین می‌زند که از آن قبیل می‌توان به مهندسی بافت، سیستم‌های کنترل رهایش دارو و ساخت ارگان‌های مصنوعی اشاره نمود. رشته‌ی مهندسی ژنتیک نیز از دیگر شاخه‌های این علوم بین رشته‌ای می‌باشد. در این رشته انواع پروتئین‌ها از طریق دستکاری‌های ژنتیکی و با بکارگیری اصول فیزیکی بهینه‌سازی می‌شوند تا به پروتئین‌های نوترکیب، همچون داروها و آنزیم‌های مفیدی تبدیل شوند و از این طریق به بهترین نحو در زمینه‌های صنعتی و یا پزشکی به شکلی کاربردی مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر این موارد رشته‌ی مهندسی زیست فرایند نیز با توجه به اهمیت تولید محصولات بیولوژیک در ابعادی وسیع‌تر از محدوده‌های آزمایشگاهی و با استفاده از ابزارهایی همچون بیوراکتورها و بیودیزل‌ها اقدام به تولید صنعتی محصولاتی همچون داروها و آنزیم‌ها نموده است که به شکل فزاینده‌ای اقتصاد جوامع را تحت تأثیر خود قرار داده است و به عنوان یک رشته‌ی پر سود توجه بسیاری از سرمایه‌گذاران را به خود جلب نموده است.

با توجه به این مطالب همکاری مهندسان با زیست‌شناسان از این دو منظر یعنی کمک به زیست‌شناسان در دستیابی به ابزارها، تحقیق و بررسی بر روی دنیای حیاتی و همچنین استفاده از دانش زیست‌شناسان در ابداع فناوری‌های جدید، می‌تواند زمینه پیشرفت‌های وسیعی را در هر دوی این علوم فراهم آورد و علاوه بر این تأثیرات مثبت عمیقی برای جوامع انسانی از جنبه‌های مختلف همچون جنبه‌های رفاهی، اقتصادی و حتی اجتماعی داشته باشد. از همین رو است که هر روزه با رشته‌های تلفیقی بیشتری همچون مهندسی ژنتیک، بیوانفورماتیک، بیومکانیک و یا مهندسی پزشکی روبه رو می‌شویم که مسلماً این زمینه‌های بین رشته‌ای در آینده هم به بیشتر گسترده خواهد شد.

اما آیا مهندسان بدون شناخت دنیای زنده می‌توانند با زیست‌شناسان به همکاری بپردازند؟ جواب این سؤال بسیار واضح است! در واقع پیشرفت علمی را می‌توان به یافتن و بدست آوردن طلا از محلی درون یک غار تشبیه کرد. در این مسیر زیست‌شناسی چراغ و نقشه راه است و مهندسی ابزار و فناوری استحصال طلا که هر یک بدون دیگری ناقص است وحتی اگر دو فرد که هر یک تنها یکی از این دو دانش را فرا گرفته باشد نیز قدم در این غار بگذارند درنهایت به نتیجه نخواهند رسید، همانگونه که یک فرد نابینا و یک فرد ناشنوا نمی‌توانند به درستی راهنمای هم باشند. پس بهتر آن است تا مهندسان و همین‌طور زیست‌شناسان تا حدودی به کار یکدیگر واقف باشند تا بتوانند با تعاملی سازنده در نیل به هدف خود موفق گردند.

کتاب پیش رو تلاشی است در جهت فراهم آوردن زمینه‌ای برای مهندسان به منظور آشنایی هرچه بیشتر با دنیای زنده و جنبه‌های کاربردی مطالعه‌ی آن. قدم اول در درک حیات، آشنایی با مولکول‌های حیاتی است. در واقع موجودات زنده دارای ساختارهای مولکولی منحصر به فردی هستند که بسیاری از آنها در دنیای غیر زنده یافت نمی‌گردد و یکی از دلایل پیچیدگی حیات نیز همین مولکول‌ها هستند و

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

در حقیقت همین مولکول‌ها هستند که سنگ بنای تشکیل سلول‌ها یعنی کوچکترین اجزاء سازنده موجودات زنده را تشکیل می‌دهند. شناخت دنیای درون سلول، قدم بعدی در شناخت پایه‌های حیاتی موجودات است چراکه همین سلول‌ها با تنوع بی‌نظیر خود و با فعالیت گسترده‌ی خود امکان بقاء جانداران را از تک سلولی‌ها گرفته تا موجودات پرسلولیِ هوشمندِ امروزی فراهم نموده است.

مهندسان پس از شناخت اصول اولیه حیات بهتر است تا با ابزارهای در دسترس زیست‌شناسان در شناخت و بررسی دنیای زنده نیز آشنا شوند. بسیاری از این ابزارها خود حاصل همکاری مهندسان با علم زیست‌شناسی بوده است و یادگیری این فناوری‌ها مشابه یادگیری کار با اجزاء الکتریکی همچون خازن و مقاومت با منظور ساخت و یا تعمیر یک سامانه الکتریکی یا الکترونیکی برای مهندسین برق یا سخت‌افزار می‌باشد. از این رو شناخت این ابزارها به ما کمک می‌کند تا بتوانیم آنچه در نظر داریم را به شکل صحیح و با روش مناسب به عمل تبدیل نماییم. در نهایت این کتاب به بررسی برخی زمینه‌های تلفیقی علم مهندسی و زیست‌شناسی می‌پردازد و با معرفی آنها در نظر دارد تا شما را با جنبه‌های کاربردی آنها آشنا نماید. امیدوار که تلاش‌ها در تهیه و تدوین این اثر در علاقه‌مندکردن مهندسان جوان به این زمینه‌ی بین رشته‌ای و برداشت نهال خلاقیت در ذهن آنها مفید و مؤثر واقع گردد.

در فصول نخستین کتاب پیش رو، مباحث بنیادین زیست شناسی با معرفی بیومولکول‌ها آغاز شده و سپس با معرفی سلول‌ها و ویژگی‌های ساختاری، متابولیکی و ژنتیکی، دید نظری کلی برای دانش‌پژوهان گرامی فراهم آورده می‌شود. سپس با شرح اصول آزمایشگاهی و روش‌های پژوهشی، نحوه مطالعه دنیای سلول‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از تکمیل مباحث نظری و عملی حیطه‌ی علوم زیستی، در فصل پایانی هدف معرفی برخی زمینه‌های بین رشته‌ای علوم‌زیستی و علوم مهندسی به منظور ارائه‌ی پیش‌زمینه و همچنین آماده‌سازی ذهن خوانندگان علاقه‌مند در جهت گسترش ایده‌های کاربردی و بنیادین در حیطه علوم بین رشته‌ای می‌باشد. به این امید که مباحث این کتاب دریچه‌ای نوین، پر رمز و راز و بی‌نهایت گسترده برای پردازش ایده‌های نو در ذهن خلاق مهندسین جوان بگشاید.

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

فهرست

بخش اول- مبانی ۱۷

فصل اول- شیمی حیات ۱۹

۱-۱ مقدمه ۲۱

۱-۲ آب، محیط حیات ۲۱

۱-۳ چهار گروه اصلی مولکول‌های زیستی ۲۲

۱-۳-۱ کربوهیدرات‌ها ۲۵

۱-۳-۱-۱ منوساکاریدها ۲۶

۱-۳-۱-۲ دی‌ساکاریدها ۲۸

۱-۳-۱-۳ الیگوساکاریدها ۲۹

۱-۳-۱-۴ پلی‌ساکاریدها ۳۰

۱-۳-۲ لیپیدها ۳۱

۱-۳-۲-۱ لیپیدهای ذخیره‌ای ۳۲

۱-۳-۲-۲ لیپیدهای غشائی ۳۳

۱-۳-۲-۳ لیپیدها به عنوان پیامبر، کوفاکتور و رنگدانه ۳۵

۱-۳-۳ اسیدهای نوکلئیک ۳۵

۱-۳-۳-۱ ساختار بازهای آلی دارای پایه نیتروژن ۳۶

۱-۳-۳-۲ نوکلئوتیدها از پیوند بخش نوکلئوزیدی با گروه فسفات تشکیل می‌شوند ۳۷

۱-۳-۳-۳ ساختار پلیمرهای نوکلئیک اسیدی ۴۰

۱-۳-۳-۴ انواع نوکلئیک اسیدها ۴۳

۱-۳-۴ پروتئین‌ها ۴۴

۱-۳-۴-۱ ساختار و خواص اسیدآمینه‌ها ۴۵

۱-۳-۴-۲ ساختار و نحوهی شکل‌گیری پروتئین‌ها ۴۸

۱-۳-۴-۳ فعالیت‌های زیستی پروتئین‌ها ۵۶

۱-۳-۴-۴ آنزیم‌ها به عنوان کاتالیزورهای قوی و اختصاصی ۵۸

۱-۳-۴-۵ گلیکوپروتئین‌ها ۵۹

فصل دوم- انرژی سلول ۶۵

۲-۱ مقدمه ۶۷

۲-۲ ترمودینامیک شیمیایی ۶۷

۲-۲-۱ تبدیلات انرژی از نظر قوانین ترمودینامیک در فعالیت‌های سلول ۶۸

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۲-۲-۱-۱ قانون اول ترمودینامیک ۶۸
۲-۲-۱-۲ متابولیسم ۶۹
۲-۲-۱-۳ قانون دوم ترمودینامیک ۷۰
۲-۳ متابولیسم سلولی ۷۴
۲-۳-۱ کاتابولیسم و آنابولیسم ۷۷
۲-۳-۲ تنفس سلولی ۷۸
۲-۳-۲-۱ زنجیره انتقال الکترون ۸۰
۲-۳-۳ مقایسه تخمیر و تنفس هوازی ۸۱
۲-۳-۴ ATP صرف چه فعالیت‌هایی در سلول می‌شود؟ ۸۲
۲-۳-۵ تنظیم مسیرهای متابولیکی ۸۳
فصل سوم- ساختمان سلول ۸۹
۳-۱ مقدمه ۹۱
۳-۲ انواع سلول، منشأ پیدایش و روند تکامل آنها ۹۲
۳-۲-۲ منشأ پیدایش سلول‌ها و روند تکامل آنها ۹۳
۳-۳ پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها ۹۷
۳-۳-۱ پروکاریوت‌ها ۹۸
۳-۳-۱-۱ باکتری‌ها ۱۰۰
۳-۳-۱-۲ آرکی‌ها ۱۰۳
۳-۳-۲ یوکاریوت‌ها ۱۰۵
۳-۳-۳ مقایسه پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها ۱۰۵
۳-۳-۴ مقایسه‌ی یوکاریوت‌های گیاهی و جانوری ۱۰۶
۳-۴ اجزای سلول ۱۰۷
۳-۴-۱ غشاء پلاسمایی ۱۱۰
۳-۴-۱-۱ ساختار دو لایه‌ی لیپیدی ۱۱۱
۳-۴-۱-۲ پروتئین‌های روی سطح غشاء ۱۱۲
۳-۴-۲ سیتوپلاسم ۱۱۴
۳-۴-۲-۱ ریبوزوم ۱۱۴
۳-۴-۲-۲ شبکه آندوپلاسمی ۱۱۵
۳-۴-۲-۳ دستگاه گلژی ۱۱۷
۳-۴-۲-۴ میتوکندری ۱۱۸
۳-۴-۲-۵ لیزوزوم ۱۲۰
۳-۴-۲-۶ کلروپلاست ۱۲۱

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۳-۴-۲-۷ واکوئل ۱۲۲
۳-۴-۲-۸ سانتروزوم ۱۲۴
۳-۴-۲-۹ سیلیا ۱۲۵
۳-۴-۲-۱۰ پروتئوزوم ۱۲۵
۳-۴-۲-۱۱ اسکلت سلولی ۱۲۵
۳-۴-۳ هسته سلول ۱۲۷
۳-۵ جمع بندی فصل ۱۲۸

فصل چهارم- ژنتیک سلول ۱۳۱
۴-۱ مقدمه ۱۳۳
۴-۲ ساختار ژنوم درون سلول ۱۳۵
۴-۳ همانندسازی DNA ۱۳۶
۴-۴ از ژن تا پروتئین ۱۳۸
۴-۴-۱ ساختار ژن ۱۳۸
۴-۴-۲ بیان ژن ۱۴۰
۴-۴-۲-۱ فرایند رونویسی ۱۴۲
۴-۴-۲-۲ فرایند اسپلایسینگ (پیرایش) ۱۴۲
۴-۴-۲-۳ فرایند ترجمه ۱۴۳
۴-۴-۳ تنظیم بیان ژن ۱۴۴
۴-۴-۳-۱ تنظیم بیان ژن در سلول‌های باکتریایی ۱۴۵
۴-۴-۳-۲ تفاوت‌ها و تشابهات تنظیم بیان ژن در سلول‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی ۱۴۷
۴-۴-۳-۳ سطوح تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها ۱۴۸
۴-۴-۳-۳-۱ ساختار کروماتین و تنظیم بیان ژن ۱۵۰
۴-۴-۳-۳-۲ تنظیم فرایند رونویسی در سلول‌های یوکاریوت ۱۵۲
۴-۴-۳-۳-۳ کنترل بیان ژن از طریق پیرایش‌های متفاوت RNA پیام ۱۵۲
۴-۴-۳-۳-۴ کنترل بیان ژن از طریق پایداری RNA ۱۵۴
۴-۴-۳-۳-۵ خاموشی RNA ۱۵۴
۴-۴-۳-۳-۶ کنترل بیان در مرحله ترجمه و پس از ترجمه ۱۵۵
۴-۵ جهش، تنوع و اختلال ۱۵۵
۴-۶ ژنوتیپ و فنوتیپ ۱۶۰
۴-۷ تقسیم و رشد سلول ۱۶۱
۴-۷-۱ تقسیم سلول‌های پروکاریوت (تقسیم دوتایی) ۱۶۲
۴-۷-۲ تقسیم سلول‌های یوکاریوت (میتوز و میوز) ۱۶۲

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۴-۷-۲-۱ تقسیم میتوز ۱۶۳
۴-۷-۲-۲ تقسیم میوز ۱۶۵

فصل پنجم- حیات سلول ۱۶۹
۵-۱ مقدمه ۱۷۱
۵-۲ از تک سلول تا موجود چند سلولی ۱۷۲
۵-۳ تمایز سلولی ۱۷۴
۵-۴ بافت‌ها، مجموعه‌ای از سلول‌های متمایز و مرتبط ۱۷۹
۵-۴-۱ انواع بافت‌ها ۱۷۹
۵-۴-۱-۱ بافت پوششی ۱۷۹
۵-۴-۱-۲ بافت پیوندی ۱۸۰
۵-۴-۱-۳ بافت ماهیچه‌ای ۱۸۰
۵-۴-۱-۴ بافت عصبی ۱۸۱
۵-۴-۲ سلول‌های بنیادی: تمایز و ترمیم بافت‌ها ۱۸۱
۵-۴-۳ اتصالات سلولی ۱۸۴
۵-۴-۳-۱ اتصالات محکم یا نفوذ ناپذیر ۱۸۶
۵-۴-۳-۲ اتصالات چسبنده ۱۸۶
۵-۴-۳-۳ اتصالات ارتباطی ۱۸۶
۵-۴-۴ ماتریکس برون سلولی ۱۸۷
۵-۵ حرکت سلولی (مهاجرت) ۱۸۸
۵-۶ تبادلات سلولی در عرض غشاء ۱۹۰
۵-۶-۱ انتقال غیرفعال ۱۹۱
۵-۶-۲ انتقال فعال ۱۹۵
۵-۷ ارتباطات میان سلولی ۱۹۸
۵-۷-۱ روش‌های بنیادین ارتباطات سلولی ۱۹۹
۵-۷-۲ پاسخ سلول‌ها به پیام‌های دریافتی ۲۰۰
۵-۷-۳ پاسخگویی هر سلول به مجموعه محدودی از پیام ها ۲۰۱
۵-۷-۴ مراحل پیام رسانی سلولی ۲۰۲
۵-۸ مرگ سلولی ۲۰۲

بخش دوم- روش‌ها و کاربردها ۲۰۹

فصل ششم- مطالعه حیات ۲۱۱
۶-۱ مقدمه ۲۱۳

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۶-۲ مطالعه میکروارگانیسم‌ها ۲۱۳
۶-۲-۱ مطالعه باکتری‌ها ۲۱۳
۶-۲-۲ مطالعه قارچ‌ها ۲۱۵
۶-۳ روشهای کشت سلولی ۲۱۷
۶-۳-۱ کشت میکروارگانیسم‌ها ۲۱۷
۶-۳-۱-۱ محیط های کشت ۲۱۸
۶-۳-۱-۲ تلقیح ۲۱۹
۶-۳-۱-۳ شمارش میکروارگانیسم‌ها ۲۲۰
۶-۳-۲ کشت سلول‌های جانوری ۲۲۱
۶-۳-۲-۱ مورفولوژی سلول‌ها در کشت ۲۲۲
۶-۳-۲-۲ محیط کشت سلولی ۲۲۳
۶-۳-۲-۲-۱ محلول پایه ۲۲۴
۶-۳-۲-۲-۲ سیستم بافری ۲۲۴
۶-۳-۲-۲-۳ سرم ۲۲۴
۶-۳-۲-۲-۴ آنتی بیوتیک ها ۲۲۵
۶-۳-۲-۳ آلودگی‌های میکروبی و قارچی ۲۲۵
۶-۳-۲-۴ روش‌های نگهداری سلول‌ها ۲۲۶
۶-۴ روشهای مشاهده سلول‌ها ۲۲۶
۶-۴-۱ میکروسکوپی با استفاده از پرتو تابی فوتونی ۲۲۷
۶-۴-۱-۱ میکروسکوپ نوری معمولی ۲۲۷
۶-۴-۱-۲ میکروسکوپ فاز متضاد ۲۲۸
۶-۴-۱-۳ میکروسکوپ معکوس ۲۲۹
۶-۴-۱-۴ میکروسکوپ فلورسنت ۲۳۱
۶-۴-۲ میکروسکوپی با استفاده از پرتو تابی الکترونی ۲۳۳
۶-۴-۲-۱ میکروسکوپ الکترونی گذاره (TEM) ۲۳۳
۶-۴-۲-۲ میکروسکوپ الکترونی نگاره ۲۳۵
۶-۵ روشهای جداسازی، شمارش و تشخیص سلول‌ها ۲۳۷
۶-۵-۱ شمارش سلولهای باکتریایی و جانوری ۲۳۷
۶-۵-۱-۱ شمارش با استفاده از کدورت سنجی ۲۳۸
۶-۵-۱-۲ شمارش با استفاده از روش شمارش کلنی ۲۳۸
۶-۵-۱-۳ شمارش سلولها با استفاده از لام نئوبار ۲۴۰
۶-۵-۲ سنجش زیستایی و تشخیص انواع سلول‌ها ۲۴۲

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۶-۵-۲-۱ رنگ آمیزی سلولهای باکتریایی با روش گِرَم ۲۴۳
۶-۵-۲-۲رنگ آمیزی سلولهای جانوری با رنگهای حیاتی ۲۴۳
۶-۵-۲-۳ رنگ آمیزیهای اختصاصی ۲۴۴
۶-۵-۲-۴ روشهای بیوشیمیایی ۲۴۵
۶-۵-۳ تفکیک با استفاده از نیروی گریز از مرکز ۲۴۷
۶-۶ روشهای مطالعه‌ی سطوح مولکولی حیات ۲۴۹
۶-۶-۱ طیف سنجی و فلوریمتری ۲۴۹
۶-۶-۲ روشهای رنگ آمیزی اختصاصی با استفاده از آنتی بادی ۲۵۲
۶-۶-۳ واکنش زنجیره‌ای پلیمراز ۲۵۶
۶-۶-۴ الکتروفورز و روشهای بلاتینگ ۲۵۹
۶-۶-۵ کروماتوگرافی ۲۶۳

فصل هفتم- مهندسی حیات ۲۷۱
۷-۱ مقدمه ۲۷۳
۷-۲ سیستم بیولوژی ۲۷۴
۷-۲-۱ مقدمه ۲۷۴
۷-۲-۲ تاریخچه سیستم بیولوژی ۲۷۵
۷-۲-۳ تعریف سیستم بیولوژی ۲۷۷
۷-۲-۴ اومیکس لایه‌های سیستم بیولوژی ۲۷۹
۷-۲-۴-۱ ژنومیکس ۲۷۹
۷-۲-۴-۲ پروتئومیکس ۲۸۰
۷-۲-۴-۳ ترانسکریپتومیکس ۲۸۰
۷-۲-۴-۴ اپی ژنومیکس ۲۸۱
۷-۲-۴-۵ گلیکومیکس ۲۸۱
۷-۲-۴-۶ لیپیدومیکس ۲۸۱
۷-۲-۴-۷ متابولومیکس ۲۸۱
۷-۲-۵ مدلینگ سیستمهای زیستی ۲۸۳
۷-۲-۵-۱ مدلینگ مولکولهای زیستی ۲۸۴
۷-۲-۵-۲ مدلینگ متابولیک سلولی ۲۸۴
۷-۲-۵-۳ مدلینگ بیورکتورها و فرمانتورهای زیستی ۲۸۴
۷-۲-۵-۴ مدلینگ اندامها و بدن مجازی ۲۸۴
۷-۲-۶ سیستم بیولوژی و سنتتیک بیولوژی ۲۸۵

www.ketab.ir

www.a-pdf.com ©®

۷-۳ مهندسی ژنتیک و سنتتیک بیولوژی ۲۸۸
۷-۳-۱ مقدمه ۲۸۸
۷-۳-۲ تاریخچه ۲۸۹
۷-۳-۳ آشنایی با مهندسی ژنتیک و سنتتیک بیولوژی ۲۹۰
۷-۳-۳-۱- آموزش تئوری مهندسی ژنتیک: تولید هورمون رشد انسانی نوترکیب در مخمر ۲۹۳
۷-۳-۳-۲ سنتتیک بیولوژی ۲۹۸
۷-۳-۴ کاربردهای مهندسی ژنتیک و سنتتیک بیولوژی ۳۰۲
۷-۳-۴-۱ تولید داروهای نوترکیب و واکسن ۳۰۲
۷-۳-۴-۲ تولید پلیمرهای زیستی ۳۰۲
۷-۳-۴-۳ تولید سوخت زیستی و هیدروژن زیستی ۳۰۲
۷-۳-۴-۴ تولید محصولات کشاورزی و دامی با کیفیت بهتر ۳۰۳
۷-۳-۴-۵ کمک به رفع آلودگی‌های صنعتی محیط زیست و منبع آب سالم‌تر ۳۰۳
۷-۴ مهندسی پزشکی ۳۰۶
۷-۴-۱ مقدمه ۳۰۶
۷-۴-۲ سیستمهای کنترل اتوماتیک برون ۳۰۹
۷-۴-۲-۱ انواع سیستم‌های کنترل انتقال دارو ۳۱۰
۷-۴-۲-۲ موارد کاربرد سیستم‌های کنترل انتقال دارو ۳۱۵
۷-۴-۳ ارگان‌های مصنوعی بدن ۳۱۶
۷-۴-۳-۱ کلیه مصنوعی ۳۱۷
۷-۴-۳-۲ کبد مصنوعی ۳۱۹
۷-۴-۴ مهندسی بافت ۳۲۱
۷-۴-۴-۱ مقدمه ۳۲۱
۷-۴-۴-۲ نقش زیست‌مواد در مهندسی بافت با استفاده از سلول‌های بنیادی ۳۲۷
۷-۴-۴-۳ طراحی زیست‌مواد برای کنترل رفتار و فنوتیپ سلول‌های بنیادی ۳۲۸
۷-۴-۴-۴ برخی از گرایشات نوین پدید آمده در راستای تحقیقات در زمینه مهندسی بافت ۳۳۶
۷-۴-۴-۵ نتیجه‌گیری و چشم انداز آینده ۳۴۰

www.ketab.ir