

اصول کلونینگ و مهندسی ژنتیک

(ویرایش دوم)

ترجمنده:

Christopher Howe

مترجمین

دکتر ملیحه محمدی

(عضو هیات علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان، گروه زیست‌شناسی)

دکتر فرنگیس عطایی

(عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس، گروه بیوشیمی)

ویراستار:

دکتر مهرداد بهمنش

(عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس، گروه ژنتیک)

سرشناسه	هاو، سی.ج.، ۱۹۵۹ - م. Howe, C. J
عنوان و نام پدیدآور	اصول کلونینگ و مهندسی ژنتیک/ نویسنده (سی.ج. هاو)؛ مترجمین ملیحه محمدی، فرنگیس عطایی؛ ویراستار مهرداد بهمنش.
مشخصات نشر	تهران: یاررس، انتشارات آئارسبحان ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۲۸۰ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	978-600-8501-16-9
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	عنوان اصلی: Gene cloning and manipulation, 2nd ed., 2007.
موضوع	همتاسازی مولکولی Molecular cloning
شناسه افزوده	محمدی، ملیحه، ۱۳۶۱ - مترجم
شناسه افزوده	عطایی، فرنگیس، ۱۳۵۶ - مترجم
شناسه افزوده	بهمنش، مهرداد، ۱۳۴۵ - ویراستار
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۶ ۶ الف ۲/۲ QH ۴۴۲
رده‌بندی دیوپی	۵۷۲/۸۶
شماره کتابشناسی	۴۸۹۳۸۷۷

اصول کلونینگ و مهندسی ژنتیک

دکتر ملیحه محمدی - دکتر فرنگیس عطایی

انتشارات یاررس (با همکاری انتشارات آئارسبحان)

محمد ایمانی (@imanibook)

اول / پائیز ۱۳۹۶

۳۰۰ نسخه

سبحان

۲۴۸۰۰ تومان

۹۷۸-۶۰۰-۸۵۰۱-۱۶-۹

نام کتاب

مترجمین

نشر:

صفحه‌آرایی و طرح جلد:

نوبت و سال چاپ:

تیراژ:

چاپ:

قیمت:

شابک:

www.asaresobhan.com

mail: Info@asaresobhan.com

asaresobhan2015@gmail.com

@asaresobhan

asaresobhan

مرکز پخش: انتشارات آئارسبحان و یاررس

تهران: میدان انقلاب، خیابان انقلاب، نرسیده به خیابان ۱۲ فروردین، ساختمان ولی عصر (عج) پلاک ۱۳۱۴، طبقه دوم

تلفن: ۶۶۹۷۱۱۱۲ - ۶۶۹۷۱۰۴۰

بایبید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دسترنج چندین ساله مؤلف، مترجم و ناشر آن است. تکثیر و فروش آن به هر شکلی بدون اجازه از پدیدآورنده کاری غیراخلاقی، غیرقانونی و غیرشرعی و کسب درآمد از دسترنج دیگران است، نتیجه این عمل نادرست، موجب رواج بی‌اعتمادی در جامعه و بروز بی‌آمدهای ناگوار در زندگی و محیطی ناسالم برای خود و فرزندانمان می‌گردد.

انجمن فرهنگی ناشران کتاب دانشگاهی

فروشگاه

تمامی حقوق مادی و معنوی این اثر برای ناشر محفوظ می‌باشد.

تهران: میدان انقلاب، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، پاساژ کتابسرای اندیشه، کتابفروشی آئارسبحان
تلفن: ۶۶۴۱۸۱۹۲

مقدمه

کتاب حاضر برای منعکس کردن پیشرفت‌های اخیر کاملاً به روز شده است، مطالب این کتاب تکنیک‌های DNA نو ترکیب را بطور وسیع، ولی بصورت خلاصه پوشش می‌دهد و برای دانشجویان کارشناسی ارشد، کارشناسی و محققانی که می‌خواهند از این تکنیک‌ها استفاده کنند، نوشته شده است. در این کتاب روی مفاهیم اساسی ساختار انواع ویژه وکتورهای کلونینگ، تاک شده تا درک آن برای خوانندگان بهتر و آنان را قادر به طراحی استراتژی‌های مناسب برای انجام کارهای عملی جدید بکند. ابتدا مقدمه‌ای بر اصول پایه‌ای بیوشیمیایی ذکر شده است، سپس PCR و کلونینگ با استفاده از میزبان‌های *E. coli* و وکترهای پلاسمیدی، فاژی و هیبرید و پس از آن، ساختن و غربال کردن کتابخانه‌ها، و چگونگی تغییر دادن، غیرفعال کردن بیان کردن ترادف‌های کلون شده مطرح شده است. در نهایت، روش‌های دستورزی ژنتیکی در ارگانیسم‌های دیگر، شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و گیاهان، حشرات و پستانداران بحث شده است. همچنین مجموعه‌ای از مسائل بیولوژیکی در "زندگی واقعی" به منظور قادر ساختن خوانندگان برای ارزیابی دانسته هایشان در مورد ترکیبات و آماده ساختن آنها برای سخن، ارائه شده است.

کریستوفر هاو، پروفیسور در زمینه بیوشیمی گیاهی و هاروپی در دانشگاه کمبریج است. زمینه تحقیقاتی مورد علاقه او بیوشیمی و بیولوژی مولکولی ارگانیسم‌های فوتوسنتتیک، و پروسه ای، تکاملی مربوط به آنها است. او بیولوژی مولکولی را به مدت ۲۰ سال تدریس کرده است.

پیشگفتار ویرایش اول

کتاب حاضر دربردارنده‌ی مجموعه‌ای از سخنرانی‌های علمی است که برای دانشجویان کارشناسی در زمینه بیوشیمی، بیولوژی مولکولی و علوم پزشکی ارائه شده است. من امیدوار هستم که کتاب حاضر برای افرادی که در زمینه‌های مختلف و وسیع بیولوژی پژوهش می‌کنند، مفید واقع شود. در سرتاسر کتاب تلاش کرده‌ام تا بجای اینکه قاطعانه روی توضیح جزئیات سیستم‌های وکتوری و آموزش عملی تأکید داشته باشم، تمرکز اصلی روی اصول اساسی کلی موضوعات باشد. برای این موارد، تعداد زیادی کتاب، مقاله‌های مروری، کاتالوگ و جزوات راهنمای آزمایشگاهی که به ذکر جزئیات پرداخته‌اند، موجود هستند. من از دوستان و همکاران دانشگاهی بابت کمک‌های آنها در تهیه این کتاب، که یا از طریق خواندن بخش‌های کتاب (و در بعضی موارد کل کتاب!) و یا به طرق دیگر بوده، سپاسگزار هستم. بطور ویژه، من باید از Saul Purton و Tony Larkum و Hilary, Alison Franklin, Adrian Barbrook, Alison Baker Janet Allen تشکر بکنم. همچنین باید از Robert Sinden از انتشارات دانشگاه کمبریج برای توصیه و تشویق ایشان در کلیه مراحل اجرا، و از Robert Sugar و Doron F Duncan برای کمک‌هایشان در تولید این کتاب سپاسگزاری بکنم.

کریستوفر هاو

پیشگفتار ویرایش دوم

مبحث کلونینگ ژن و مهندسی ژنتیک از زمانی که اولین ویرایش این کتاب تهیه شده است، بطور وسیعی تغییر یافته، و این پیشرفت، در تغییراتی که در دومین ویرایش این کتاب اعمال شده است، منعکس شده است. کاربردهای روش‌های PCR بطور گسترده بسط داده شده‌اند، و تکنولوژی‌های مرتبط با ژنتیک معکوس برای طیف وسیعی از ارگانیسم‌ها ارائه شده‌اند. همچنین پیشرفت‌های مهمی در این زمینه‌ها، مثل میزبان‌ها و وکتورها برای بیان پروتئین، و در زمینه استفاده از پروتئین‌های فلورسانت به عنوان ژن‌های گزارشگر، پایه‌گذاری شده است. مشابه اولین ویرایش، تلاش کرده‌ام که تأکید اصلی بر اصول پایه‌ای وکتورهایی باشد که مورد استفاده قرار می‌دهیم، و از ذکر لیست‌های طولانی و با جزئیات زیاد (که بزودی قدیم می‌شوند) دوری شده است. با درک این ضرورت که لازم است تا در مواردی قادر به طراحی استراتژی‌های مناسبی را برای شرایط عملی ویژه باشیم، فصل آخر را اضافه کردم که در بردارنده مثال‌ها و پیشنهاداتی مناسب است.

من از اعضای آزمایشگاهم که به ارائه فشار برای به اتمام رساندن این ویرایش را، که کارهای دیگر را به تعویق انداخته بود، تحمل کردند، تشکر می‌کنم. بطور ویژه از افرادی که مستقیماً و به طرق مختلف کمک رساندند، بخصوص Petrus de Vries، Beatrix Schlarb-Ridley، Saul Burton، Ellen Nisbet، Jon Burton، Mim Bower و Katrina Halliday و Clare Georgy از اساتید دانشگاه کمبریج، به همراه Peter Lewis و Rasika Mathur از گروه ویراستاری، بخاطر مهارت تکنیکی، شکیبایی و تشویق‌شان سپاسگزار هستم.

کریستوفر هاو

فصلت مکاتیب

۱-۲-۵ کاربردها	۹ فصل اول: ابزارهای مورد نیاز برای شروع کار
۱-۲-۲ موانع و موارد احتیاط	۹ ۱-۱ مقدمه
۱-۲-۲ اندازه	۹ ۲-۱ برش دادن
۲-۲-۲ تکثیر ترادف نادرست	۱۰ ۱-۲-۱ اندونوکلئازهای محدود کننده
۲-۲-۳ آلودگی	۱۷ ۲-۲-۱ DNase
۴-۲-۲ ناهمگونی ترادف	۱۸ ۲-۲-۱ شوک فیزیکی
۵-۲-۲ Jumping PCR	۱۸ ۳-۱ ایجاد تغییرات
۶-۲-۲ تفسیر نتایج	۱۸ ۱-۳-۱ فسفاتازها
۳-۲-۲ ایجاد تغییرات	۱۸ ۲-۳-۱ پلیمرازها
۱-۳-۲ بهبود بخشیدن درجه اختصاصی بودن	۲۲ ۳-۳-۱ اگزونوکلئازها
۲-۳-۲ کپی‌های با دوام	۲۴ ۴-۳-۱ متیلازها
۳-۳-۲ PCR معکوس	۲۴ ۴-۱ واکنش الحاق
۴-۳-۲ PCR نسخه‌بردار معکوس	۲۴ ۱-۴-۱ دسته‌بندی واکنش‌ها
۵-۳-۲ PCR در جا	۲۵ ۲-۴-۱ آنزیم‌های مورد نیاز برای واکنش الحاق
۶-۳-۲ PCR کمی	۲۷ ۵-۱ ترانسفورماسیون
۷-۳-۲ جهش‌زایی	۲۸ ۱-۵-۱ روش‌های "طبیعی"
۸-۳-۲ PCR نامتقارن	۲۹ ۲-۵-۱ ترانسفورماسیون به روش شیمیایی
۹-۳-۲ Anchored PCR	۲۹ ۳-۵-۱ الکتروپوراسیون
۱۰-۳-۲ PCR امولسیون	۳۰ ۴-۵-۱ روش‌های فیزیکی
۱۱-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۳۰ ۶-۱ استخراج پلاسمید از باکتری اشرشیاکلی
۱۲-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۳۲ ۷-۱ ژل الکتروفورز اسیدهای نوکلئیک
۱۳-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۳۲ ۱-۷-۱ اصول کلی
۱۴-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۳۳ ۲-۷-۱ ماتریکس (زمینه) ژل
۱۵-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۳۴ ۳-۷-۱ جداکردن DNA از روی ژل
۱۶-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۳۵ ۴-۷-۱ آشکار کردن مولکول‌های DNA
۱۷-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۳۶ ۵-۷-۱ ژلهای با توان الکتریکی متغیر
۱۸-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۳۶ ۶-۷-۱ میدان‌های الکتریکی پالسی
۱۹-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۳۷ ۷-۷-۱ لکه گذاری
۲۰-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۴۱ فصل دوم: واکنش زنجیره‌ای پلیمرز
۲۱-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۴۱ ۱-۲ اصول کلی
۲۲-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۴۱ ۱-۱-۲ روش
۲۳-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۴۳ ۲-۱-۲ انواع پلیمرازها
۲۴-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۴۵ ۳-۱-۲ طراحی آغازگر
۲۵-۳-۲ تکثیر هم‌دما	۴۶ ۴-۱-۲ عدم قطعیت در طراحی آغازگر
۲۶-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۲۷-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۲۸-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۲۹-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۰-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۱-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۲-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۳-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۴-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۵-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۶-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۷-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۸-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۳۹-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۰-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۱-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۲-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۳-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۴-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۵-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۶-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۷-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۸-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۴۹-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۰-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۱-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۲-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۳-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۴-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۵-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۶-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۷-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۸-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۵۹-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۰-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۱-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۲-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۳-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۴-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۵-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۶-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۷-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۸-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۶۹-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۰-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۱-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۲-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۳-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۴-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۵-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۶-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۷-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۸-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۷۹-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۰-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۱-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۲-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۳-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۴-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۵-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۶-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۷-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۸-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۸۹-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۰-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۱-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۲-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۳-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۴-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۵-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۶-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۷-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۸-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۹۹-۳-۲ تکثیر هم‌دما	
۱۰۰-۳-۲ تکثیر هم‌دما	

۳۳	فصل ششم: غربال کردن کتابخانه‌ها	۸۶	۳-۴-۲ آداپتورها
۳۳	۱-۶ مقدمه	۸۷	۳-۴-۳ نوارها (فشنگ‌های کلونینگ)
۳۳	۲-۶ غربال کردن بانک‌های اطلاعاتی		فصل چهارم: انواع سیستم‌های وکتوری موجود برای
۳۴	۳-۶ غربال تجربی برای فعالیت کد کننده		باکتری E.coli
۳۴	۱-۳-۶ اصول	۸۸	۱-۴ مقدمه
	۲-۳-۶ غربال با استفاده از دورگه شدن اسیدهای	۸۸	۲-۴ وکتورهای BAC
۱۳۴	نوکلئیک	۸۹	۳-۴ وکتورهای باکتریوفازی M13
۱۴۳	۳-۳-۶ غربال توسط بیان در زیوه	۸۹	۱-۳-۴ زیست‌شناسی عمومی
۱۵۰	۴-۳-۶ بیان ترادف‌های کد کننده در لوله	۹۱	۲-۳-۴ طراحی وکتورهای M13
۵-۳-۶ چگونه می‌توان تأیید کرد که کلون صحیح را در دست داریم؟		۹۴	۳-۳-۴ کاربردهای (موارد استفاده از) باکتریوفاز M13
۱۵۱	۶-۳-۶ انتخاب استراتژی	۹۵	۴-۳-۴ مشتقات M13
۱۵۲	۴-۶ جستجو برای فعالیت‌های دیگر: ژن‌های گزارشگر	۹۶	۴-۴ باکتریوفاز لامبدا
۱۵۴	۱-۴-۶ پروموتورها	۹۶	۱-۴-۴ زیست‌شناسی عمومی
۱۵۶	۲-۴-۶ محدودیت‌ها	۹۹	۲-۴-۴ کلونینگ در باکتری در لامبدا
۱۵۶	۳-۴-۶ خاتمه دهنده‌های نسخه‌برداری	۱۰۵	۳-۴-۴ کلونینگ در باکتریوفاز لامبدا دی‌ان‌ای
	۴-۴-۶ مبداهای همانندسازی (ترادف‌های همانندسازی	۱۰۶	۴-۴-۴ لامبدا ZAP
۱۵۷	کننده‌ی خود مختار)	۱۰۷	۵-۴ کاسمیدها
۱۵۸	۵-۴-۶ پروتئین‌های میانکش دهنده	۱۰۹	۶-۴ باکتریوفاز Mu
		۱۱۱	۷-۴ باکتریوفاز P1
۱۶۲	فصل هفتم: جهش‌زایی و ایجاد تغییرات		فصل پنجم: ایجاد کتابخانه‌ها
۱۶۲	۱-۷ مقدمه	۱۱۱	۱-۵ مقدمه
۱۶۳	۲-۷ روش‌های مبتنی بر استفاده از آنزیم‌های محدودکننده	۱۱۴	۲-۵ کتابخانه‌های ژنومی
۱۶۳	۱-۷ حذف جایگاه‌های برش	۱۱۴	۱-۲-۵ اصول
۱۶۴	۳-۷ دخیل جایگاه‌های برش در ترادف	۱۱۵	۲-۲-۵ مراحل عمل
۱۶۴	۳-۲-۷ حذف کردن نوکلئوتید(ها) در ترادف	۱۱۶	۳-۲-۵ کتابخانه‌های cDNA ای
۱۶۵	۴-۲-۷ حذف کردن نوکلئوتید(ها) از ترادف	۱۱۶	۱-۳-۵ اصول
۱۶۵	۳-۷ جهش‌زایی هدایت شده با یگنونوکلئوتید	۱۱۷	۲-۳-۵ RNA پلی‌آدینیل شده
۱۶۵	۱-۳-۷ جهش‌زایی بدون استفاده از PCR	۱۱۷	۳-۳-۵ سنتز cDNA
۱۶۸	۲-۳-۷ جهش‌زایی با استفاده از PCR	۱۲۳	۴-۳-۵ کلونینگ cDNA
۱۶۹	۳-۳-۷ افزایش نرخ بازیافت ترادف‌های جهش یافته	۱۲۴	۵-۳-۵ RNA فاقد دنباله‌ی پلی‌آدین
۱۷۳	۴-۷ انتخاب جهش‌های صحیح	۱۲۵	۴-۵ کتابخانه‌های تخصصی شده
۱۷۴	۵-۷ غیر فعال کردن ژن‌ها	۱۲۵	۱-۴-۵ قفسه‌ها
۱۷۴	۱-۵-۷ بانک‌های اطلاعاتی از گونه‌های جهش یافته	۱۲۵	۲-۴-۵ انتخاب RNA
۱۷۴	۲-۵-۷ گسیختگی ژنی	۱۲۸	۳-۴-۵ کتابخانه‌های کاهنده (کاهش)
۱۷۷	۳-۵-۷ خاموش شدن ژن‌ها پس از نسخه‌برداری	۱۳۱	۴-۴-۵ جدا کردن کروموزوم‌ها
۱۷۸	۴-۵-۷ برش Cre-lox	۱۳۲	۵-۴-۵ جداسازی با استفاده از میکروسکوپ

فصل هشتم: کاربرد DNA کلون شده

۱-۸ استفاده به عنوان DNA

۲-۸ سنتز RNA

۱-۲-۸ چرا RNA سنتز می‌شود؟

۲-۲-۸ سیستم‌های وکتوری

۳-۸ سنتز پروتئین

۱-۳-۸ چرا پروتئین سنتز می‌شود؟

۲-۳-۸ مشکلات پیش رو

۴-۸ ترجمه در لوله

۵-۸ بیان در زیوه

۱-۵-۸ نیاز به آغاز، سخته‌برداری و رونویسی

۲-۵-۸ پروموتورها

۳-۵-۸ فیلون پروتئین‌ها

۴-۵-۸ تخلیص فیلون پروتئین‌ها

۵-۵-۸ بیان همزمان پروتئین‌ها

۶-۵-۸ بهینه‌سازی

۶-۸ مطالعه فعالیت ژن: ژن‌های گزارشگر و برچسب‌ها

۱-۶-۸ تعیین اختصاصی بودن یک پروموتور نسبت به یک

بافت خاص

۲-۶-۸ تعیین فعالیت اشکال تغییر یافته‌ی یک پروموتور

۳-۶-۸ تعیین محل قرار گرفتن یک پروتئین در سلول

۴-۶-۸ به دام انداختن ژن

فصل نهم: استفاده از موجودات زنده دیگر

۱-۹ مقدمه

۲-۹ باکتری‌ها

۱-۲-۹ وکتورها

۲-۲-۹ انتقال DNA

۳-۲-۹ میزبان‌ها

۳-۳-۹ ساکارومایسس سرویزیه

۱-۳-۹ شاخص‌ها

۲-۳-۹ وکتورهای پلاسمیدی

۳-۳-۹ YACs

۴-۳-۹ سیستم‌های بیانی

۳-۳-۹ سیستم‌های ترشحی

۶-۳-۹ سیستم‌های انتقال

۴-۴-۹ سایر قارچ‌ها

۱-۴-۹ شیزوساکارومایسس پومبه

۲-۴-۹ سایر مخمرها

۳-۴-۹ قارچ‌های رشته‌ای

۵-۴-۹ جلبک‌ها

۱-۵-۹ کلأمیدوموناس رینهاردتی

۲-۵-۹ سایر جلبک‌ها

۶-۵-۹ گیاهان آوندی

۱-۶-۹ انتقال به واسطه آگروباکتریوم

۲-۶-۹ روش‌های دیگر انتقال DNA

۳-۶-۹ بیان موقت

۵-۶-۹ ژن‌های گزارشگر

۶-۶-۹ کاربردها

۷-۶-۹ انتقال اندامک‌ها

۱-۷-۹ کلروپلاست جلبک‌ها

۲-۷-۹ کلروپلاست گیاهان عالی

۳-۷-۹ میتوکندری مخمر

۴-۷-۹ میتوکندری کلأمیدوموناس

۸-۷-۹ ینورا بدتیس الکانس

۹-۷-۹ خشک‌ها

۱۰-۷-۹ سال‌های کشت شده و باکولوویروس‌ها

۱۱-۷-۹ درو رفیلا

۱۲-۷-۹ غریبال، زنی، در دروزوفیلا

۱۳-۷-۹ سایر حشرات

۱۴-۷-۹ پستانداران

۱۵-۷-۹ کشت سلول‌ها

۱۶-۷-۹ میزبان‌ها و روش‌های انتقال

۱۷-۷-۹ نواحی محدود از موجودات سالم

۱۸-۷-۹ موجودات کامل

فصل دهم: چند مثال

۱-۱۰ مقدمه

منابع و مآخذ

۱۸۲

۱۸۲

۱۸۲

۱۸۲

۱۸۲

۱۸۴

۱۸۴

۱۸۴

۱۸۴

۱۸۵

۱۸۵

۱۸۷

۱۸۹

۱۹۲

۱۹۴

۱۹۴

۱۹۹

۱۹۹

۲۰۰

۲۰۰

۲۰۲

۲۰۲

۲۰۲

۲۰۲

۲۰۷

۲۱۰

۲۱۰

۲۱۰

۲۱۲

۲۱۳

۲۱۶

۱۷
۱۷
۱۸
۱۸
۱۹
۲۰
۲۲
۲۲
۲۳
۲۴
۲۴
۲۸
۲۹
۳۰
۳۱
۳۳
۳۴
۳۵
۳۷
۳۸
۳۹
۳۹
۴۳
۴۶
۴۷
۴۷
۴۵
۴۶
۴۶
۴۶
۴۶
۴۷