

۱۳۹۸/۱۰/۲۹

نانوفناوری پروتئین دستورالعمل‌ها، ابزارها و کاربردها

مؤلف (ویراستار):

زولیت جرارد

سرجان:

دکتر دینا مرشدی

هیأت علمی پژوهشگاه ملی مهندسی رنگ و زیست فناوری

فاطمه رحیمی

حسین محمدبیگی

فرهنگ علی اکبری

سیده فاطمه میرزاده

۱۳۹۸

عنوان و نام پدید آور
نانوفناوری پروتئین دستورالعمل‌ها، ابزارها و کاربردها/ مؤلف اصحیح: ویراستار ژولیت جرارد؛ مترجمان دینا مرشدی... (و دیگران).

مشخصات نشر	تهران: پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۴۷۲ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
فروست	پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری: ۳۹.
شابک	978-964-8516-06-7
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	مترجمان دینا مرشدی، فاطمه رحیمی، حسین محمدبیگی، فرهنگ علی اکبری، سیده فاطمه میرزاده.
یادداشت	عنوان اصلی: C2013. Protein nanotechnology: protocols, instrumentation, and applications, 2nd edition.
یادداشت	واژه‌نامه.
یادداشت	کتاب‌نامه.
موضوع	پروتئومیکس
موضوع	Proteomics
موضوع	پروتئین‌ها
موضوع	Proteins
موضوع	ژنگان‌شناسی
موضوع	Genomics
موضوع	نانوتکنولوژی
موضوع	Nanotechnology
موضوع	ماشین‌های مولکولی
موضوع	Molecular machinery
شناسه افزودن	جرارد، ژولیت ا.، ویراستار
شناسه افزوده	Gerrard, Juliet A
شناسه افزوده	مرشدی، دینا، ۱۳۴۵ - مترجم
شناسه افزوده	Morshedi, Dina
رده بندی کنگره	۱۳۹۸ن۲/۵۵۵۷-QP
رده بندی دیویی	۵۷۲/۶
شماره کتابشناسی ملی	۵۶۳۰۷۵۴

نانوفناوری پروتئین دستورالعمل‌ها، ابزارها و کاربردها

Protein nanotechnology: protocols, instrumentation, and applications

مترجمان: دکتر دینا مرشدی، فاطمه رحیمی، حسین محمد بیگی، فرهنگ علی اکبری، سیده فاطمه میرزاده
مدیریت امور اجرایی: دلبر طایفه باقر صفحه آرایی: محمد ایمانی طراحی جلد: نیستا برنا (نشر نهر)
چاپ اول: ۱۳۹۸ شمارگان: ۵۰۰ قیمت: ۸۷/۰۰۰ تومان چاپ و صحافی: میعاد
کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است

انتشارات پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری

آدرس ناشر: تهران، کیلومتر ۱۷ اتوبان تهران - کرج، شهرک پژوهش، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری
کدپستی: ۱۴۹۷۷۱۶۳۱۶، صندوق پستی: ۱۴۹۶۵/۱۶۱، تلفن: ۰۲۱ ۴۴۷۸۷۳۰-۱۰
پست الکترونیکی: nashr_elmi@nigeb.ac.ir

این اثر مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش و یا عرضه کند تحت پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مقدمه مترجمان

در زمان شکوفایی علمی دنیای اسلام در قرن ۸ هجری دانشگاه‌های بغداد آغازگر دوره‌ای طلایی شدند. در این دوره، علوم و فنون مختلف به اوج پیشرفت و شکوفایی خود رسیدند و جهان اسلام تبدیل به قطب دانش، پژوهش و روشنفکری گردید. یکی از ارزشمندترین کارهای این دوره گردآوری و برگرداندن کتاب‌های خطی از زبان‌های سریانی، یونانی و پهلوی و آثار عهد عتیق به عربی بود که این اقدام به جنبش و نهضت ترجمه مشهور است. در قرن‌های ۱۲ و ۱۳ میلادی نیز نهضت ترجمه آثار علمی مسلمانان به طور گسترده در اروپا پدید آمد. این نهضت از پایه‌های اصلی، ناسنس علمی و فکری اروپا محسوب می‌شود.

در سال‌های اخیر در کشورمان در حوزه نانو فناوری گام‌های بلندی برداشته شده است. در این شرایط لزوم ایجاد یک انقلاب علمی برای رشد و پیشرفت و خودکفایی کشور عزیزمان ایران احساس می‌شود. از این رو ترجمه وسیع کتاب‌های مختلف علمی در زمینه علوم و فناوری‌های جدید بسیار حائز اهمیت است. با وجود کتاب‌ها و منابع متنوع در پایگاه‌های علمی، ضروری است که مترجمان با توجه به نیازهای علمی و فناوری کشور کتاب‌های کاربردی را انتخاب کنند و به زبان فارسی برگردانند. اعمال این رویکرد می‌تواند سرعت رشد و پیشرفت علمی کشور را به خصوص در حوزه‌های ظهور آرایش داده و دانشجویان را به علوم و فناوری‌های نوین علاقه مند سازد.

نانوفناوری حوزه‌ای نوظهور است که از همگرایی شاخه‌های مختلفی از علم همانند؛ علم مواد، فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، ریاضیات و مهندسی ایجاد شده است. نانوزیست‌شناسی زمینه‌ای بین رشته‌ای است که با همگرایی مهندسی و زیست‌شناسی می‌تواند ابزارهای چندکاربردی قدرتمندی را اختیار ما قرار دهد. انتخاب این کتاب از سوی مترجمان به دلیل احساس وجود خلأ در این زمینه و به جهت بهره‌ای علمی که در این حوزه داشته‌اند و همچنین سودمند بودن و عملی بودن آن در داخل کشور بوده است. کتاب حاضر دربرگیرنده دانش نوین نانوفناوری پروتئین است که دانشی در حال شکوفایی می‌باشد.

در این کتاب به صورت دقیق و کاربردی روش‌های تهیه نانوساختارهای پروتئینی شرح داده شده است. امتزاج این روش‌ها با مهندسی ژنتیک و روش‌های نوین سنجش و آنالیز نانوساختارها می‌تواند برای پژوهشگران حوزه‌های مختلف فناوری مفید باشد. با توجه به پیشرفت سریع علم نانو و حضور جوانان فعال و علاقه‌مند امید است که این تلاش موجب آغاز مطالعات بیشتر و دستیابی به دستاوردهای علمی سودمندی در حوزه نانوفناوری پروتئین باشد.

فهرست مطالب

فصل ۱: نانوفناوری پروتئین.....	۱
چکیده	۱
۱- مقدمه	۱
۲- الهام از طبیعت	۳
۳- آن سوی گنجینه طبیعت: پروتئین‌های طراح	۸
۴- به سوی کاربردها	۱۵
۵- نتیجه‌گیری	۱۸
منابع	۱۹
فصل ۲: پروتئین‌های زیست‌مهندسی شده	۲۱
چکیده	۲۱
۱- مقدمه	۲۲
۲- روش‌ها	۲۳
۱-۲- خالص‌سازی ابریشم	۲۳
۲-۲- ورقه‌های ابریشمی	۲۶
۳- خالص‌سازی ابریشم	۲۷
۱-۳- تهیه محلول آبی ابریشم از پيله کرم ابریشم	۲۷
۱-۱-۳- استخراج	۲۷
۲-۱-۳- محلول‌سازی در لیتیم برمید	۲۸
۳-۱-۳- دیالیز	۲۸
۴-۱-۳- سانتریفیوژ	۲۸
۵-۱-۳- محاسبه غلظت	۲۹
۶-۱-۳- خشک‌سازی انجمادی	۲۹
۲-۲- هیدروژل‌های ابریشمی	۳۰
۳-۳- اسفنج‌های ابریشمی: داربست‌های بر پایه محلول آبی	۳۱
۴-۳- اسفنج‌های ابریشمی: داربست‌های بر پایه حلال	۳۲
۵-۳- صفحات مشبک الکترورسیده شده	۳۳
۶-۳- نانو و میکروکره‌های ابریشمی (حاصل از ورقه‌های ترکیبی ابریشم/PVA)	۳۵

۳-۷- میکروکره‌های ابریشمی: روش الگوی لیپیدی	۳۶
۳-۸- ورقه‌های ابریشمی بر پایه آب	۳۷
۳-۹- ورقه‌های ابریشم- طرح دار	۳۸
۴- یادداشت‌ها	۳۹
منابع	۴۴

فصل ۳: رسیدن الیاف از پروتئین‌های ساختاری خودآرا ۴۷

چکیده	۴۷
۱- مقدمه	۴۷
۲- روش‌ها	۵۰
۲-۱- تهیه محلول رسیدن	۵۰
۲-۱-۱- فرآیند رسیدن	۵۰
۲-۲- الکتروفورز ژل پلی آکریل آمید	۵۱
۲-۳- رسیدن تار	۵۲
۲-۴- تعیین خصوصیات تار	۵۴
۲-۴-۱- میکروسکوپی نوری	۵۴
۲-۴-۲- میکروسکوپ الکترونی پوشی	۵۶
۲-۴-۳- آزمایش مکانیکی	۵۷
۲-۵- آنالیز متغیرهای تکراری	۵۹
۳- یادداشت‌ها	۶۰
منابع	۶۷

فصل ۴: نانوالیاف از پروتئین رشته‌ای ۶۸

چکیده	۶۸
۱- مقدمه	۶۸
۲- پروتئین‌های رشته‌ای	۷۰
۲-۱- کلاژن	۷۰
۲-۲- کراتین	۷۲
۲-۳- فیبروئین	۷۳
۳- نانوالیاف کلاژن	۷۳
۴- نانوالیاف کراتین	۷۸

۸۲	۵- نانوالیاف فیبروئین
۸۳	۶- کراتین: نانوالیاف فیبروئین
۸۵	۷- نتیجه گیری
۸۷	منابع

فصل ۵: پایش تشکیل فیبریل با پراش اشعه ایکس

۹۱	چکیده
۹۱	۱- مقدمه
۹۵	۱-۱- سنجش مورسانس تیوفلاوین T
۹۶	۱-۲- کدورت
۹۷	۱-۳- پراش پرتو ایکس با زاویه کوچک (SAXS)
۹۸	۲- مواد
۹۸	۲-۱- سنجش فلورسانس تیوفلاوین T
۹۹	۲-۲- کدورت
۹۹	۲-۳- پراش پرتو ایکس با زاویه کوچک
۱۰۲	۳- روش ها
۱۰۲	۳-۱- سنجش فلورسانس تیوفلاوین T
۱۰۴	۳-۲- تفسیر اطلاعات سنجش ThT
۱۰۴	۳-۳- کدورت
۱۰۶	۳-۴- تفسیر نتایج سنجش کدورت
۱۰۶	۳-۵- پراش پرتو ایکس با زاویه کوچک
۱۱۱	۳-۵-۱- به دست آوردن داده ها
۱۱۲	۳-۵-۲- پردازش داده ها
۱۱۴	۴- یادداشت ها
۱۲۰	منابع

فصل ۶: تهیه فیبریل های آمیلوئیدی از منابع در دسترس

۱۲۳	چکیده
۱۲۳	۱- مقدمه
۱۲۵	۲- مواد
۱۲۵	۲-۱- تهیه فیبریل ها توسط پروتئین های کریستالین

۱۲۵	۲-۱-۱- استخراج پروتئین‌های محلول عدسی
۱۲۵	۲-۱-۲- خالص‌سازی پروتئین‌های محلول عدسی با کروماتوگرافی تفکیک اندازه
۱۲۵	۲-۱-۳- ژل سدیم دو دسیل سولفات پلی آکرل امید
۱۲۶	۲-۱-۴- تشکیل فیبریل‌ها با ریخت شناسی‌های مختلف از پروتئین‌های خالص شده کریستالین
۱۲۶	۲-۲- تهیه فیبریل از پروتئین کازئین شیر
۱۲۶	۲-۲-۱- استخراج پروتئین κ -Casein از شیر
۱۲۷	۲-۲-۲- احیا، کربوکسی متیله کردن κ -Casein
۱۲۷	۲-۲-۳- خالص‌سازی κ -Casein- RCM توسط کروماتوگرافی تعویض یونی (آنیونی)
۱۲۷	۲-۲-۴- تشکیل فیبریل‌ها از κ -Casein- RCM
۱۲۷	۲-۳- تأیید تشکیل فیبریل‌ها از کریستالین و κ -Casein- RCM
۱۲۷	۲-۳-۱- بررسی فیبریل‌ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی گذاره
۱۲۷	۲-۳-۲- بررسی فیبریل‌ها با استفاده از تیوفلاوین تی
۱۲۸	۳- روش‌ها
۱۲۸	۳-۱- تشکیل فیبریل‌ها از پروتئین‌های کریستالین
۱۲۹	۳-۱-۱- استخراج پروتئین‌های محلول عدسی
۱۲۹	۳-۱-۲- خالص‌سازی کریستالین‌ها توسط کروماتوگرافی تفکیک اندازه
۱۳۱	۳-۱-۳- SDS-PAGE نمونه‌های جمع‌آوری شده حاصل از خلیص پروتئین‌های کریستالین
۱۳۲	۳-۱-۴- تشکیل فیبریل‌هایی با شکل‌ها و ویژگی‌های مختلف پروتئین‌های کریستالین
۱۳۳	۳-۲- تشکیل فیبریل با استفاده از پروتئین‌های کازئین
۱۳۴	۳-۲-۱- استخراج کاپا-کازئین از شیر
۱۳۵	۳-۲-۲- احیا و کربوکسی متیله کردن کاپا-کازئین
۱۳۶	۳-۲-۳- تخلیص κ -Casein- RCM کازئین توسط کروماتوگرافی تعویض آنیونی
۱۳۷	۳-۲-۴- ایجاد فیبریل‌ها از κ -Casein- RCM کازئین
۱۳۷	۳-۳- تأیید تشکیل فیبریل‌ها از کریستالین‌ها و κ -Casein- RCM کازئین
۱۳۸	۳-۳-۱- بررسی فیبریل‌ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی گذاره
۱۳۹	۳-۳-۲- بررسی تشکیل فیبریل‌ها با استفاده از تیوفلاوین T
۱۳۹	۴- یادداشت‌ها
۱۴۲	منابع

۱۴۴	۱- مقدمه
۱۴۷	۲- مواد
۱۴۷	۱-۲- استخراج پروتئین
۱۴۸	۲-۲- خالص سازی پروتئین و تاخوردگی مجدد آن
۱۴۹	۳-۲- بررسی SDS- PAGE برای هیدروفوبین ها
۱۵۰	۴-۲- بررسی ساختار مونومری نمونه توسط NMR
۱۵۰	۵-۲- تشکیل و تعیین خصوصیت ریزلوله ها توسط تیوفلاوین تی
۱۵۰	۶-۲- رنگ آمیزی منفی ریز میله ها با TEM
۱۵۰	۷-۲- اندازه گیری زاویه تماس
۱۵۱	۳- روش ها
۱۵۱	۱-۳- بیان پروتئین
۱۵۱	۲-۳- خالص سازی پروتئین و تاخوردگی مجدد آن
۱۵۳	۳-۳- بررسی SDS- PAGE هیدروفوبین ها
۱۵۳	۴-۳- بررسی ساختار مونومری با NMR
۱۵۳	۵-۳- تشکیل ریز میله ها از هیدروفوبین های رده I و تشخیص کردن آن توسط تیوفلاوین تی
۱۵۳	۶-۳- رنگ آمیزی منفی میکروسکوپ الکترونی همراه از ریز میله های تشکیل شده از هیدروفوبین های رده I
۱۵۴	۷-۳- سنجش زاویه تماس با رده I و II هیدروفوبین ها
۱۵۵	۴- یادداشت ها
۱۵۷	منابع

۱۵۹	فصل ۸: پروتئین ها و پپتیدها به عنوان نانوسیم های زیستی
۱۵۹	چکیده
۱۶۰	۱- مقدمه
۱۶۱	۲- نانوسیم ها
۱۶۳	۳- نانوسیم های زیستی
۱۶۳	۱-۳- اسیدهای نوکلئیک
۱۶۴	۲-۳- ویروس ها
۱۶۶	۴- نانوسیم های پروتئینی
۱۶۷	۱-۴- کلاژن
۱۶۸	۲-۴- اکتین

۱۶۹	۳-۴- ریزلوله‌ها
۱۶۹	۴-۴- فیبریل‌های آمیلوئیدی
۱۷۳	۵- نانوسیم‌های پتیدی
۱۷۳	۵-۱- پپتیدهای با ویژگی آمیلوئیدی شدن
۱۷۴	۶- نانوحسگرها
۱۷۴	۷- مطالعه موردی: حسگری گلوکز
۱۷۸	۸- نانوسیم‌های پتیدی/ پروتئینی در زیست حسگری
۱۸۰	۹- نتیجه گیری
۱۸۱	منابع

فصل ۹: نانوفناوری با پروتئین‌های لایه S

۱۸۹	چکیده
۱۹۰	۱- مقدمه
۱۹۳	۲- روش‌ها
۱۹۳	۲-۱- سویه باکتری، رشد در کشت مداوم و جداسازی
۱۹۳	۲-۱-۱- رشد در کشت مداوم و جداسازی
۱۹۴	۲-۱-۲- تهیه قطعات دیواره سلولی
۱۹۴	۲-۱-۳- جداسازی پروتئین‌های لایه S
۱۹۵	۲-۲- پروتئین‌های لایه S بر روی پایه‌های جامد
۱۹۵	۲-۲-۱- تهیه پایه‌های جامد
۱۹۷	۲-۲-۲- تبلور مجدد پروتئین لایه S روی پایه جامد
۱۹۷	۲-۲-۳- میکروسکوپ نیروی اتمی
۱۹۹	۳-۲- الگو برداری از پروتئین‌های لایه S متبلور
۱۹۹	۳-۲-۱- الگو برداری لیزر اکسایمر
۲۰۰	۳-۲-۲- الگو برداری لیتوگرافی نرم
۲۰۲	۴-۲- تشکیل آرایه‌های نانوذرات
۲۰۲	۴-۲-۱- تهیه پایه‌ها
۲۰۲	۴-۲-۲- تبلور مجدد لایه S
۲۰۳	۴-۲-۳- نانوذرات
۲۰۳	۴-۴-۲- میکروسکوپ الکترونی گذاره
۲۰۳	۵-۲- لایه S بر روی پایه غشاهای لیپیدی

۲۰۳	۲-۵-۱- تشکیل غشاهای لیپیدی با روش موسوم به <i>Painted</i>
۲۰۴	۲-۵-۲- تشکیل غشاهای لیپیدی تاخوردۀ.....
۲۰۵	۲-۵-۳- تبلور مجدد پروتئین‌های SbpA و SbsB مربوط به لایه S.....
۲۰۷	۳- یادداشت‌ها.....
۲۰۹	منابع.....

فصل ۱۰: نانوباختارهای پپتیدی پاسخگو به محرک در سطح تماس سیال-سیال..... ۲۱۴

۲۱۴	چکیده.....
۲۱۵	۱- مقدمه.....
۲۱۶	۲- مواد.....
۲۱۶	۲-۱- شست و شو با اسید.....
۲۱۶	۲-۲- پپتیدها و یون‌های فلزی.....
۲۱۷	۲-۳- ساخت و تغییردهی حبابچه.....
۲۱۸	۲-۴- ساخت و تغییردهی امولسیون.....
۲۱۹	۲-۵- ساخت امولسیون ابزارهای ریزسیالی به همراه تغذیه.....
۲۲۰	۲-۶- تشکیل امولسیون‌های دوتایی در دستگاه ریزسیالی.....
۲۲۰	۳- روش‌ها.....
۲۲۰	۳-۱- شست و شو اسیدی ظروف شیشه‌ای.....
۲۲۱	۳-۲- اندازه‌گیری کشش سطحی یا کشش بین سطحی با استفاده از آنالیز شکل طره: با استفاده از دستگاه Krüss.....
۲۲۱	۳-۲-۱- اندازه‌گیری کشش سطحی.....
۲۲۲	۳-۲-۲- اندازه‌گیری کشش بین سطحی.....
۲۲۳	۳-۳- اندازه‌گیری گرانشی بین سطحی انبساطی با استفاده از آنالیز نمایه دستگاه سنجش کشش.....
۲۲۴	۳-۴- اندازه‌گیری خواص مکانیکی با استفاده از دستگاه سنجش کشش بین سطحی کمبریج.....
۲۲۵	۳-۵- تشکیل حبابچه در ستون و تعویض (متوالی محلول).....
۲۲۶	۳-۶- تشکیل امولسیون با استفاده از همگن‌سازی و تعویض محلول.....
۲۲۷	۳-۷- تشکیل امولسیون در ابزار ریزسیالی و تعویض.....
۲۲۹	۳-۸- تشکیل امولسیون دوتایی در ابزار ریزسیالی.....
۲۳۰	۴- یادداشت‌ها.....
۲۳۱	منابع.....

۲۳۳	فصل ۱۱: طراحی پپتیدهای خود آرا
۲۳۳	چکیده
۲۳۳	۱- مقدمه
۲۳۴	۲- مواد
۲۳۴	۲-۱- پپتیدها
۲۳۶	۲-۲- مطالعات میکروسکوپی
۲۳۶	۲-۲-۱- شبکه با پلیمر فرم وار و سپس کربن پوشیده شده است.
۲۳۷	۲-۲-۲- میکروسکوپ الکترونی گذاره
۲۳۷	۲-۳- پوشش ر کردن الیاف با فلزات
۲۳۷	۳- روش ها
۲۳۷	۳-۱- ارزیابی میزان خود آرایی در پپتیدها
۲۳۸	۳-۱-۱- آماده سازی شبکه فرم وار
۲۳۹	۳-۱-۲- آماده سازی نمونه ها برای آنالیز میکروسکوپ الکترونی گذاره
۲۳۹	۳-۲- پوشش دار کردن فیبریل ها با فلزات
۲۳۹	۳-۲-۱- پوشش دار کردن فیبریل ها با فلزات
۲۴۰	۳-۲-۲- پوشش دار کردن فیبریل ها با نانوذرات نقره
۲۴۰	۳-۲-۳- پوشش دار کردن فیبریل ها با نانوذرات پلاتینوم
۲۴۰	۳-۳- بررسی خصوصیات فیبریل های پوشیده شده با فلزات
۲۴۱	۴- یادداشت ها
۲۴۱	منابع

۲۴۳	فصل ۱۲: خالص سازی ماشین های مولکولی
۲۴۳	چکیده
۲۴۴	۱- مقدمه
۲۴۸	۲- مواد و روش ها
۲۴۸	۲-۱- جداسازی و گزینش پروتئین های ارائه شده فازی
۲۴۹	۲-۲- غربالگری همسانه های مونوکلونال ارائه شده در فاز با روش الیزا
۲۵۰	۲-۳- بیان و خالص سازی قطعات آنتی بادی محلول
۲۵۱	۲-۴- خالص سازی تمایلی نانوموتور A-ATPase با استفاده از قطعات آنتی بادی دنباله دار پلی هیستیدینی به همراه رزین های Ni-NTA (شکل ۳)
۲۵۲	۳- روش ها

۲۵۲	۱-۳- آماده‌سازی آنتی‌ژن بیوتینه شده (Biotinylated Antigen)
۲۵۳	۲-۳- مرحله اول از گزینش فاز: استخراج و پیوستن به زیرواحدهای نوترکیب
۲۵۴	۳-۳- آلوده کردن <i>E coli</i> و تولید فاز برای دوره‌های انتخاب بعدی
۲۵۶	۴-۳- دور دوم از گزینش فاز: استخراج و اتصال به نانوموتور خالص شده
۲۵۶	۵-۳- غربالگری الایزا و کلون‌های مونوکلونال فاز
۲۵۷	۶-۳- بیان و خالص‌سازی قطعات محلول آنتی‌بادی
	۷-۳- خالص‌سازی نانوموتور A-ATPase با استفاده از قطعات آنتی‌بادی حاوی دنباله پلی هیستیدین متصل
۲۵۸	شونده به رین Ni-NTA
۲۵۹	۴- یادداشت‌ها
۲۶۱	منابع
۲۶۳	فصل ۱۳: تعیین شاخص‌های آمیزی
۲۶۳	چکیده
۲۶۴	۱- مقدمه
۲۶۴	۲- مدل تعادلی
۲۶۶	۳- مدل تعادلی و مهندسی پروتئین
۲۶۸	۴- اصول ریاضی مدل تعادلی
۲۶۹	۵- سنجش‌های آنزیم و مسائل مرتبط با دما
۲۷۰	۵-۱- کنترل دما
۲۷۱	۵-۲- بافرها
۲۷۱	۵-۳- پایداری اجزای سنجش
۲۷۱	۵-۴- تغییرات K_M با دما
۲۷۲	۶- جمع‌آوری داده‌ها و تعیین شاخص‌ها
۲۷۲	۶-۱- دستگاه‌ها
۲۷۲	۶-۲- جمع‌آوری و پردازش داده‌ها
۲۷۳	۶-۳- میزان صحت ثابت‌های برازش شده
۲۷۴	۶-۴- ملزومات نمونه برداری
۲۷۵	۶-۵- عملیات آنزیمی در شرایط غیر ایده‌آل: استفاده از شدت‌های اولیه
۲۷۶	۶-۶- بررسی اعتبار شاخص‌های محاسبه شده
۲۷۶	منابع

فصل ۱۴: مهندسی منطقی و حساب شده پروتئین: نکات و ابزار	۲۷۸
چکیده	۲۷۸
۱-مقدمه	۲۷۸
۲-روش‌ها	۲۸۰
۱-۲- کدون‌های قابل استفاده	۲۸۰
۲-۲- تولید گونه‌های مختلف ژن	۲۸۱
۱-۲-۲ جهش‌زایی مستقیم بر پایه PCR	۲۸۲
۲-۲-۲ برش‌ها و حذف‌های ژنی	۲۸۴
۳-۲- ساخت پلازمید پروتئین‌ها	۲۸۵
۱-۳-۲ طراحی پپتید برای اتصال دهنده	۲۸۶
۲-۳-۲ روش اتصال ژن‌ها	۲۸۷
۴-۲- تعبیه دنباله‌ها در پروتئین‌های ادغام شده	۲۸۸
۱-۴-۲ قرار دادن دنباله‌ها	۲۹۲
۲-۴-۲ حذف دنباله‌ها	۲۹۴
۵-۲- بیان چندین پروتئین به موازات یکدیگر	۲۹۵
۶-۲- ترکیب محصولات ژنی از طریق بیان همزمان	۲۹۶
۱-۶-۲ ناقل‌های زیاد: ژن‌های زیاد	۲۹۷
۲-۶-۲ یک ناقل: ژن‌های زیاد	۲۹۷
منابع	۲۹۸

فصل ۱۵: ساخت و آنالیز کتابخانه‌های تصادفی کدکننده پروتئین	۳۰۵
چکیده	۳۰۵
۱-مقدمه	۳۰۵
۲-مواد	۳۰۷
۱-۲- PCR خطاپذیر	۳۰۷
۲-۲- حامل ژنی و ورود ژن به آن	۳۰۷
۳-۲- آماده سازی کتابخانه مورد آزمایش	۳۰۸
۴-۲- مطالعه ترکیب کتابخانه	۳۰۸
۵-۲- ساخت و ذخیره سازی کتابخانه با اندازه کامل	۳۰۹
۳-روش‌ها	۳۱۰
۱-۳- PCR خطاپذیر	۳۱۰