

مقدمه‌ای بر پروتئومیک

اصول و کاربردها

ناوین میثرا

تألیف و ترجمه:

دکتر مریم اسلامی، نجمه غلام پور موگهی

پروفسور مسلم بهادری، دکتر سید حسن مقدم نیا

با مقدمه

استاد پروفسور مسلم بهادری - استاد پروفسور دارین خرمه‌د

تهران - ۱۳۹۷

Mishra, Nawin C. (Nawin Chandra)

سرشناسه: میشر، ناوین چاندرا، ۱۹۳۵-م.

عنوان و نام پدیدآور: مقدمه‌ای بر پروتئومیک اصول و کاربردها/ ناوین میشر؛ تألیف و ترجمه مریم اسلامی...[و دیگران]؛ با مقدمه مسلم بهادری، داریوش فرهود.

مشخصات نشر: تهران: مریم اسلامی، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری: ۲۹۸ ص: مصور

شابک: 978-622-00-0193-5

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

یادداشت: مترجمان مریم اسلامی، نجمه غلام‌پور موگهی، مسلم بهادری، سید حسن مقدم نیا

یادداشت: عنوان اصلی: Introduction to proteomics: principles and applications, c2010.

یادداشت: کتاب حاضر نخستین بار تحت عنوان "آشنایی با پروتئومیکس اصول و کاربردها" با ترجمه سید حسن حسینی کومله توسط انتشارات دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۱ منتشر شده است.

عنوان دیگر: آشنایی با پروتئومیکس اصول و کاربردها.

موضوع: پروتئومیک - کتاب عام درسی

Proteomics - Textbooks: موضوع

موضوع: پروتئومیک

Proteomics: موضوع

شناسه افزوده: اسلامی، مریم، ۱۳۵۸، مترجم

شناسه افزوده: بهادری، مسلم، ۱۳۰۵-

شناسه افزوده: دانشور فرهود، داریوش، ۱۳۱۷

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۷ ۹۱۵/م QP۵۵۱

رده‌بندی دیویی: ۵۷۲/۶

شماره کتابشناسی ملی: ۵۱۹۴۹۸۳

نام کتاب: "مقدمه‌ای بر پروتئومیک، اصول و کاربردها"

موضوع: تجزیه تحلیل پروتئین‌های سلولی

تألیف: ناوین میشر، پروفسور مسلم بهادری

ترجمه: دکتر مریم اسلامی، نجمه غلام‌پور موگهی، پروفسور مسلم بهادری و دکتر سید حسن مقدم نیا

ناشر مؤلف: دکتر مریم اسلامی، ۱۳۵۸

طراح جلد: چاپخانه نگارین

چاپ نخست: ۱۳۹۷

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۰۰۰-۱۹۳-۵

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۲۵۰۰۰ تومان

مراکز فروش: کتاب‌فروشی دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران، کتاب‌فروشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

این کتاب با سرمایه نویسنده به چاپ رسیده

و حقوق مادی و معنوی آن به وی تعلق دارد.

بنام خداوند جان و خرد

کزین برتر اندیشه بر نگذرد

ترجمه و تدوین کتاب "مقدمه ای بر پروتئومیک، اصول و کاربردها" برگرفته و ترجمه ای از کتاب با ارزش "مقدمه ای بر پروتئومیک" که توسط Nawin Mishra نگاشته شده است می باشد و مباحث زیادی توسط گروه مولفین بر آن افزوده شده است.

مولفین تجزیه و تحلیل کلی و یکپارچه پروتئین های سلولی را پروتئومیک (Proteomics) نام گزاریده اند. آنالیز پروتئین ها از اقدامات بسیار مهم و کلیدی پژوهش های سلولی است که در مراحل بعد از ژنومیک (Genomics) کاربرد دارد.

اومیک (Omics) روندی است که در فناوری های نوین بکار گرفته می شود. در فناوری های نوین هر یک از مولکول های مورد بررسی، مثل ژن ها (genome)، پروتئین ها (proteome)، متابولیت ها (metabolome) قندها، چربی ها و غیره، به صورت یکپارچه و گلوبال مولکول مربوطه بررسی می شود. پسوند اومیک به دنبال نام مولکول می آید و مفهوم آن شناسایی و آنالیز تمامی مولکول ها، مورد نظر و محصولات موجود در یک نمونه بیولوژیک است.

کلمه OME به معنای تمامی (as a whole; Global) است. بر این اساس نامگذاری ژنومیک (شناسایی گلوبال ژنوم)، پروتئومیک (شناسایی گلوبال پروتئین های یک ارگانیسم مثل سلول) و متابولومیک (شناسایی تمامی متابولیت ها در یک ارگانیسم) و غیره به کار می رود.

علاقه فعلی در علوم زیستی و به ویژه پاتولوژی در کاربرد پروتئومیک علاوه بر شناسایی کل پروتئین های موجود در ارگانیسم، یافتن مارکرهای اختصاصی در کلیه بیماری ها از جمله در سرطان ها، بیماری های قلبی-عروقی، بیماری های دستگاه های تنفسی، عصبی، عضلانی، خطاهای متابولیکی و انواع بیماری ها می باشد. از آن جا که پروتئین ها نقش اساسی و کلیدی در ایجاد، پیشرفت و سرنوشت تقریباً تمامی بیماری ها دارند. در این فناوری می توان مارکرهای شروع، پیشرفت و حتی تاثیر داروها، درمان و در نهایت عوامل پیشگیری کننده را تشخیص و تمیز داد. در این فناوری از تکنیک ها و ابزارهای بسیار دقیق از جمله الکتروفورز آکریل آمید دویعدی، اسپکترومتر جرمی (Mass

(Spectrometry) و بانک‌های انفورماتیک (Bio-informatics data base) استفاده می‌کنند.

پروتئومیک، بر روی عوامل ساختمان شیمیائی، فیزیکی، عملکردی و سایر ویژگی‌های بیولوژیک پروتئین‌ها تکیه دارد و کاربرد آن نقش عظیمی در روشن کردن پاتوژنی بسیاری از بیماری‌ها و تعیین روش‌های تشخیص مبتنی بر شواهد، در بیماری‌های مزمن و نئوپلاسم‌ها شناسائی شاخص‌های تازه تشخیصی، عوامل درمانی جدید و هم‌چنین تعیین نامزدهای تازه برای واکسن می‌باشد.

کاربرد این فناوری، پژوهش را از علوم پایه به بالینی نظیر تولید و فورمولاسیون داروها، توکسیسیته رزبایی‌های بیولوژیک، کنترل بیماری‌های عفونی، تشخیص، طبقه بندی و تعیین پیش‌آهنگی و پاسخ به درمان سرطان‌ها و غیره انتقال داده است.

من در سال ۱۳۸۰ خ. میدی قبل از آن که این تکنولوژی به ایران بیاید، مقاله‌ای را در آرشیو پزشکی منتشر کردم. رجوع کنید به:

Bahadori M. Proteomics in human disease; a review of new biomedical opportunity. Arch Ir Med vol 4 pp144 2001

از آن سال به بعد رفته رفته این رشته در ایران شناخته شد و بعضی از دانشگاه‌های علوم پزشکی این رشته را تاسیس کردند. از جمله آقای دکتر مقدم نیا که در ایجاد این رشته در دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، بسگام شدند. کتاب حاضر نتیجه این مساعی مشارالیه می‌باشد که اکنون تقدیم خوانندگان می‌گردد.

در این کتاب کلیه جنبه‌های تئوری، عملی و کاربردی فناوری پروتئومیک در معرض عموم قرار گرفته است. همان طوری که از نام کتاب بر می‌آید این کتاب فقط مقدمه‌ای بر ساز و کار روش‌ها و شناخت این فناوری است که از ترجمه کتاب دکتر میشر (Mishra) استفاده و تنظیم شده است.

کتاب شامل هفت بخش است: بخش نخست آن مروری بر تاریخچه و تعاریف لازم معطوف است. چون این یک کار کلیدی است سعی وافر شده که این موضوع با زبانی هر چه ساده‌تر تبیین گردد.

بخش دوم که در حقیقت دنباله بخش اول است درباره دو تکنولوژی دیگر در ارتباط با پروتئومیک بحث می‌گردد این دو تکنولوژی یکی ژنومیک است که در حقیقت در تمام

تکنیک‌ها در ارتباط با (omics) می‌باشد. در این نوشتار سعی شده که اطلاعات بسیاری درباره ژن‌ها به خصوص با توجه به نقشه ژنوم انسانی بدست دهد.

از آن مهم‌تر مسئله بیوانفورماتیک است که بدون شک نقش عظیمی در (emerging technologies) بازی می‌کند و از اساسی‌ترین ارکان (converging technologies) است که از شاخه‌های مهم آن (NBIC) است که فعلاً خارج از بحث ما می‌باشد.

در بخش سوم وارد اصل مسئله تکنیک‌ها در فناوری پروتئومیک می‌شود. اقدام مهم روش‌شناسی جهت جداسازی و شناسایی پروتئین‌ها و میان‌کنش بین آن‌ها است. در این بخش از تکنیک‌های متفاوت از جمله انواع الکتروفورز، کروماتوگرافی، اسپکترومتری و انواع آن، کریستالوگرافی و بسیاری از فناوری‌های دیگر بحث می‌شود و به صورت عملی کاربرد آن‌ها را به خواننده می‌آموزد.

در بخش چهارم نقش پروتئومیک در تغییرات پروتئین اختصاص یافته است. مولف محترم درباره هر یک از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل پروتئین‌ها ارتباط آن‌ها را با پروتئومیک نشان می‌دهد. ساختار فوسفو پروتئومیک، گلیکو پروتئومیک، یوبی کوئیتینومیک و غیره در این بخش جای داده شده و فسفوریلاسیون، گلیکوزیلاسیون و یوبی کوئیتیناسیون مسائل مهم این بخش است.

در مقابل حدود بیست هزار ژن انسانی بیش از هجاه میلیون پروتئین تولید می‌شود که حاصل نسخه برداری‌ها و اعمال گوناگونی است که بر روی RNA انجام می‌گیرد. در این بخش به چگونگی این تحول پرداخته می‌شود. اگرچه بخش ملک‌دی گروه کثیری از این پروتئین‌ها تاکنون شاخته شده نیست ولی این تکنیک‌های پروتئومیک است که یکی یکی این گره‌ها را می‌گشاید. اگرچه مسائل این بخش به شیمی محض بر می‌گردد ولی خواننده برای درک مطلب با دنبال کردن موضوع به راحتی به نتیجه می‌رسد. فسفوریلاسیون، گلیکوزیلاسیون، لیپیداسیون، یوبی کوئیتیناسیون و پروتئولیزاسیون پروتئین‌ها از موارد مهم این بخش است.

بخش پنجم در حقیقت مکمل بخش چهارم است که در آن راجع به کنش و واکنش پروتئین‌ها و میان‌کنش آن‌ها با سایر مولکول‌های درون سلولی ضبط گردیده است.

شاید از مهم‌ترین قسمت این کتاب درباره پروتئومیک نقش آن در بیماری‌های انسانی می‌باشد. در این بخش روش‌های پروتئومیک در شناخت بیماری‌ها، حالات سلامت از دیدگاه‌های مختلف، نقش پروتئین در سلامت و بیماری انسان بحث شده است و در هر

کدام پروتئومیک می‌تواند راهنمای تشخیصی باشد. از بزرگ‌ترین یافته‌های مهم تعیین بیومارکرها در انواع بیماری‌ها بخصوص در سرطان‌ها می‌باشد که نه تنها در تشخیص دخالت دارد بلکه در پیش‌آگهی و بکارگیری درمان نقش حیاتی دارد. یکی از مهم‌ترین روش‌ها، پزشکی هدف‌دار (targeted medicine) یا پزشکی فرد محور (personalized medicine) که با پزشکی متداول که بیماری محور (disease related medicine) است متفاوت می‌باشد. یکی از یافته‌های مهم این فناوری تعیین دقیق پروتئین یا پروتئین‌های درگیر و ساختمان آن‌ها در ایجاد و یا پیشرفت بیماری‌ها است. مثلاً نقش این فناوری در بیماری‌های ریوی مثل بیماری آمفیزم بیماری آسم و سرطان ریه آن قدر بارز شده است که اخیراً اساس فناوری پولمونومیک (pulmonomics) که اختلاطی از پروتئومیک، ژنومیک و بیوانفورماتیک است، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در این روس دریافتند که چرا سیگار در بعضی افراد موجب Lung Cancer، آمفیزم و غیره می‌شود. جالب آن است که اطلاعات بدست آمده حاکی از آن است که نوع پروتئین دخیل در سرطان با آمفیزم و بیماری ریوی دیگر متفاوت است و لذا مدیریت مخصوص به خودش را دارا است (پزشکی فرد محور). در این بخش نه تنها به بیماری‌ها توجه شده بلکه در سایر موارد مرتبط با سلامت انسانی از جمله داروسازی یا تهیه واکسن و حتی چاقی بحث گردیده و در بخش‌هایی به چشم اندازه‌های توسعه فناوری و آینده این فناوری پرداخته است.

من چندین روز برای مطالعه این کتاب وقت داشتم و مطالب تازه آموختم. اگر چه خودم مقالات چندی از کاربرد این فناوری در پاتولوژی منتشر کرده‌ام. اما مطمئن هستم خوانندگان نیز به همین نتیجه خواهند رسید. از زحمات و تلاش‌های سرکار خانم دکتر مریم اسلامی (پزشک، متخصص ژنتیک و فلوشیپ مهندسی ژنتیک)، سرکار خانم نجمه غلام پور موگهی و جناب آقای دکتر مقدم نیا، بسیار سپاسگزارم که با زحمت این مجموعه را ترجمه و تکمیل کرده و در اختیار پژوهشگران قرار داده‌اند.

پروفسور مسلم بهادری

استاد ممتاز آسیب شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران

رئیس گروه علوم پایه فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران

فهرست

موضوع	صفحه
فصل اول: مروری بر تاریخچه.....	۲۳
۱ مقدمه‌ای بر پروتئومیک.....	۲۶
۱-۱ پروتئوم و پروتئومیک.....	۳۱
۱-۱-۱ پروتئین‌ها به عنوان مسیر سلولی، عملکردهای خاصی را انجام می‌دهند.....	۳۲
۱-۲ پروتئومیک پیش از ژنومیک.....	۳۴
۱-۳ ژنتیک پروتئین‌ها.....	۳۴
۱-۳-۱ تئوری یک-ژن-یک-پروتئین.....	۳۵
۱-۳-۱-۱ خوانش توالی ژن در پروتئین.....	۴۰
۱-۳-۱-۲ پروتئین به عنوان یک ژن: آئینه‌اسیدها.....	۴۱
۱-۳-۱-۳ یک ژن-چند پروتئین.....	۴۳
۱-۳-۲ فرآیند پیرایش RNA.....	۴۵
۱-۳-۴ خاموشی RNA و پروتئومیک.....	۴۸
۱-۴ زیست‌شناسی مولکولی ژن‌ها و پروتئین‌ها.....	۵۰
۱-۵ شیمی پروتئین قبل از پروتئومیک.....	۵۵
۱-۵-۱ جداسازی و خالص سازی پروتئین‌ها.....	۵۶
۱-۵-۱-۱ فعالیت خاص پروتئین‌ها.....	۵۷
۱-۵-۱-۲ تعیین وزن مولکولی.....	۵۸
۱-۵-۱-۳ ترکیب آمینواسیدی.....	۵۸
۱-۵-۲ توالی آمینواسیدی.....	۵۸

۵۹.....	۱-۵-۳ سنتز شیمیایی پروتئین
۶۱.....	۱-۵-۴ مهندسی پروتئین
۶۲.....	۱-۵-۵ ساختار کریستال
۶۳.....	۱-۵-۶ جایگاه فعال و تنظیم پروتئین‌ها
۶۴.....	۱-۵-۷ توالی سیگنالی و هدف قرار دادن پروتئین‌ها
۶۶.....	۱-۵-۸ اینتین
۶۷.....	۱-۵-۹ روتشن‌های فاقد ساختار
۶۸.....	۱-۵-۱۰ تاخیر در تکامل پروتئین و بیماری‌های انسانی
۶۹.....	REFERENCE
۷۳.....	FURTHER READING
۷۵.....	فصل دوم: پروتئومیک، رابطه ژنومیک و و انفورماتیک
۷۶.....	۲-۱ ژنومیک
۷۹.....	۲-۱-۱ پروژه ژنوم انسان و پروژه‌های ژنومی دیگر
۸۱.....	۲-۱-۲ روش‌های مطالعه پروژه ژنوم
۸۵.....	۲-۱-۳ نتایج مطالعه ژنوم انسانی
۸۵.....	۲-۱-۳-۱ یکی از بزرگترین شگفتی‌های پروژه ژنوم انسانی ایجاد تعداد کمی از پروتئین‌های کد شده توسط ژن‌ها بود
۸۵.....	۲-۱-۳-۲ Junk DNA
۸۷.....	۲-۱-۳-۳ پلی مورفیسم قطعات طولی محدود (RFLP)
۸۷.....	۲-۱-۳-۴ چند شکلی‌های نوکلئوتیدی (SNP)
۸۹.....	۲-۱-۳-۵ تنوع در تعداد کپی (CNV)
۹۰.....	۲-۱-۳-۶ ژن‌های خاص پرماتها

- ۲-۱-۳-۷ خصوصیات منحصر به فرد موجود در انسان ۹۰
- ۲-۱-۳-۸ بازآرایی ژنومیک ۹۳
- ۲-۱-۳-۹ اپی ژنومیک ۹۳
- ۲-۱-۴ ساختار ژنوم، عملکرد ژنوم و مقایسه ژنومها ۹۶
- ۲-۱-۵ مزیت‌های تکنیکی ژنومیک ۹۷
- ۲-۱-۵-۱ روش‌های تولید انبوه ۹۷
- ۲-۲ بیوانفورماتیک و زیست‌شناسی محاسباتی ۱۰۰
- REFERENCE ۱۰۲
- TUTORIAL READING ۱۰۳
- فصل سوم: روش‌شناسی برای جداسازی و تشخیص پروتئین‌ها و برهم‌کنش آنها ۱۰۷
- ۳-۱ جداسازی پروتئین‌ها سمرا ۱۰۷
- ۳-۱-۱ الکتروفورز ۱۰۸
- ۳-۱-۱-۱ ژل الکتروفورز دو بعدی ۱۰۸
- ۳-۱-۱-۱-۱ آماده‌سازی نمونه، کاربرد آن بر روی ژل ۱۱۲
- ۳-۱-۱-۱-۲ جداسازی پروتئین‌ها در بعد اول براساس برابری از طریق IEF ۱۱۴
- ۳-۱-۱-۱-۳ جداسازی پروتئین‌ها در بعد دوم براساس جرم آنها ۱۱۵
- ۳-۱-۱-۱-۴ تفکیک پروتئین‌ها در ژل بعد از انجام الکتروفورز ۱۱۵
- ۳-۱-۱-۱-۵ الکتروفورز دوبعدی دو رنگی (DIGE) ۱۱۶
- ۳-۱-۱-۱-۶ پیشرفت‌های اخیر در زمینه الکتروفورز دو بعدی ۱۱۷
- ۳-۱-۱-۲ الکتروفورز منطقه مویین ۱۱۷
- ۳-۱-۲ کروماتوگرافی مایع ۱۱۷
- ۳-۱-۲-۱ فیلتراسیون ژل ۱۱۸

- ۳-۱-۲-۲ کروماتوگرافی تمایلی ۱۱۸
- ۳-۱-۲-۳ کروماتوگرافی مبدل یونی ۱۱۹
- ۳-۱-۲-۴ فاز معکوس و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا ۱۱۹
- ۳-۱-۲-۵ کروماتوگرافی چند بعدی ۱۲۰
- ۳-۲ بررسی ساختار اولیه پروتئین ها ۱۲۰
- ۳-۲-۱ پروتئومیک بدون استفاده از روش اسپکترومتر جرمی ۱۲۱
- ۳-۱-۱ برسی توالی آمینواسیدی از روی توالی DNA ۱۲۱
- ۳-۲-۱-۲ تجزیه اس آنالیز انتهای توالی آمینواسیدی انتهای N- ۱۲۲
- ۳-۲-۲ پروتئومیک بر اساس اسپکترومتر جرمی و شناسایی پروتئین ها بر اساس توالی آمینواسیدی آنها ۱۲۳
- ۳-۲-۲-۱ اسپکترومتر جرمی ۱۲۳
- ۳-۲-۲-۱-۱ اصول پیشینه تاریخی و تجهیزات ۱۲۳
- ۳-۲-۲-۱-۲ تجهیزات ۱۲۵
- ۳-۲-۲-۱-۳ اجزای دستگاه ۱۲۷
- ۳-۲-۲-۱-۴ یونیزاسیون الکترواسپری ۱۲۸
- ۳-۲-۲-۱-۵ سایر روش های یونیزاسیون ۱۳۰
- ۳-۲-۲-۱-۶ آنالیزگر جرمی چهار قطبی ۱۳۱
- ۳-۲-۲-۱-۷ آنالیزگر جرمی TOF ۱۳۱
- ۳-۲-۲-۱-۸ سایر آنالیزگرهای جرمی ۱۳۲
- ۳-۲-۲-۱-۹ اسپکترومتر جرمی دو قلو (MS/MS) ۱۳۳
- ۳-۲-۲-۱-۱۰ الگوی قطعه قطعه شدن آمینواسیدی در یک پروتئین ۱۳۴
- ۳-۲-۲-۱-۱۱ روش های متعددی برای تعیین ساختار پروتئین ها در کنار اسپکترومتر استفاده می شود. ۱۳۴

- ۳-۲-۳ اسپکترومتر جرمی بالا به پایین و پایین به بالا ۱۳۶
- ۳-۲-۳-۱ بیوانفورماتیک و تعیین توالی آمینواسیدی یک پروتئین ۱۳۷
- ۳-۳ تعیین ساختار سه بعدی یک پروتئین ۱۳۸
- ۳-۳-۱ کریستالوگرافی یا پراش اشعه X ۱۳۸
- ۳-۳-۲ پراکندگی نوترون ۱۴۰
- ۳-۳-۳ طیف سنجی رزونانس مغناطیسی هسته‌ای ۱۴۰
- ۳-۴ تعیین مقدار پروتئین‌ها ۱۴۳
- ۳-۴-۱ اثره گیری پروتئین‌ها پس از جداسازی بر روی ژل دو بعدی ۱۴۴
- ۳-۴-۲ آنالیز اترافی ۱۴۵
- ۳-۴-۳ اسپکترومتری پروتئین‌ها ۱۴۵
- ۳-۴-۴ ریز آرایه پروتئینی ۱۴۶
- ۳-۵ پروتئومیک ساختاری و عم کردی ۱۴۷
- ۳-۵-۱ یک پروتئین با چند عملکرد ۱۴۸
- ۳-۵-۲ تعیین ساختار اولیه پروتئین‌ها با روش‌های ۱۴۹
- ۳-۵-۲-۱ تعیین توالی آمینواسیدی با تجزیه ادمن ۱۵۰
- ۳-۵-۲-۲ تعیین توالی آمینواسیدی توسط اسپکترومتر جرمی ۱۵۲
- ۳-۵-۳ تعیین ساختار دوم پروتئین ۱۵۵
- ۳-۵-۴ تعیین ساختار سوم یک پروتئین ۱۵۶
- ۳-۵-۴-۱ مدل سازی تطبیقی ۱۵۸
- ۳-۵-۴-۲ روش تربیدینگ یا ریسمانی ۱۵۹
- ۳-۵-۴-۳ روش محاسبات آغازی ۱۶۰
- ۳-۵-۴-۴ تصویر سازی تاخوردگی با شبیه ساز کامپیوتری ۱۶۰

۱۶۲REFERENCES

۱۶۴FERTHER READING

۱۶۷فصل چهارم: پروتئومیک در تغییرات پروتئین

۱۶۹۴-۱ فسفریلاسیون و فسفو پروتئومیک

۱۷۰۴-۱-۱ فسفو پروتئومیک

۱۷۲۴-۲ گلیکزیلاسیون و گلیکو پروتئومیک

۱۷۲۴-۲-۱ نیکزیلاسیون

۱۷۵۴-۲-۲ گلیک پروتئومیک

۱۷۶۴-۳ یوبی کوئینومیک و یوبی کوئینومیک

۱۷۶۴-۳-۱ یوبی کوئیناسیون

۱۷۸۴-۳-۲ یوبی کوئینومیک- پروتئومیک، املاحات یوبی کوئین

۱۷۹۴-۴ تغییرات ایجاد شده در دیگر پروتئین ها

۱۷۹۴-۴-۱ پروتئولیز

۱۸۰۴-۴-۲ متیلاسیون

۱۸۰۴-۴-۳ سولفاسیون

۱۸۰۴-۴-۴ پر نیلاسیون

۱۸۰۴-۴-۵ هیدروکسیلاسیون و کربوکیلاسیون

۱۸۱۴-۴-۶ لیپیداسیون

۱۸۱۴-۴-۷ آمیداسیون

۱۸۱۴-۴-۸ سومولاسیون

۱۸۲REFERENCES

۱۸۲FURTHER READING

فصل پنجم: پروتئومیک و فعل و انفعالات پروتئین-پروتئین ۱۸۵

۵-۱ میانکنش پروتئین-پروتئین (PPI) در داخل بدن ۱۸۶

۵-۱-۱ بررسی دی هیدریدی مخمر برای میانکنش پروتئین-پروتئین ۱۸۶

۵-۱-۲ نمایش فاز ۱۸۹

۵-۲ آنالیز واکنش‌های پروتئین‌ها در آزمایشگاه ۱۹۳

۵-۲-۱ TAP و روش اسپکترومتر جرمی ۱۹۴

۵-۲-۱-۱ اسپکترومتر جرمی روشی جهت تشخیص میانکنش‌های انجام شده بین

پروتئین‌ها ۱۹۵

۵-۲-۲ عملکرد پروتئین‌های کوچک ۱۹۶

۵-۳ آنالیز واکنش‌های پروتئین در سلیکو ۱۹۷

۵-۴ روش‌های ژنتیکی مصنوعی جهت بررسی میانکنش‌های پروتئینی ۱۹۹

۵-۵ مجموعه کامل از میانکنش و لکوزیاد سلول ۱۹۹

۵-۵-۱ اینترکتوم پروکاریوتی ۲۰۰

۵-۵-۲ اینترکتوم یوکاریوتی ۲۰۲

۵-۵-۲-۱ اینترکتوم مخمر ۲۰۲

۵-۵-۲-۲ اینترکتوم حشرات ۲۰۴

۵-۵-۲-۳ اینترکتوم کرم‌ها ۲۰۴

۵-۵-۲-۴ انسان ۲۰۵

۵-۵-۲-۵ پلاسمودیوم: اینترکتوم انگل ۲۰۶

۵-۵-۲-۶ گیاهان: آراییدوپسیس تالینا ۲۰۷

۵-۵-۳ اینترکتوم در طول تکامل و بیماری‌های انسانی ۲۰۷

۵-۶ تکامل و حفاظت از اینترکتوم‌ها ۲۰۸

۲۰۹	۵-۶ اینترکتوم و پیچیدگی ارگانیزم‌ها.....
۲۱۰	۵-۷ میانکنش پروتئینی با مولکول‌های کوچک.....
۲۱۱	REFERENCES.....
۲۱۲	FUTURE READING.....
۲۱۳	فصل ششم: کاربردهای پروتئومیک I: پروتئومیک، بیماری انسانی و پزشکی.....
۲۱۳	۶-۱ پروتئومیک، بیماری انسانی و پزشکی.....
۲۱۶	۶-۱-۱ رابطۀ ژنوم، پروتئوم و بیماری.....
۲۱۸	۶-۲ پروتئومیک رست.....
۲۱۹	۶-۲-۱ پروتئوم مایع.....
۲۱۹	۶-۲-۱-۱ پروتئوم خون.....
۲۲۰	۶-۲-۱-۱-۱ پروتئوم پلاسما.....
۲۲۰	۶-۲-۱-۲ پروتئوم ترشحات غدد بزاقی.....
۲۲۱	۶-۲-۱-۳ مطالعات دیگر.....
۲۲۲	۶-۲-۱-۳-۱ پروتئوم مایع مغزی-نخاعی.....
۲۲۲	۶-۲-۱-۳-۲ پروتئوم مایع آمنیوتیک.....
۲۲۳	۶-۲-۱-۳-۳ پروتئوم جفت.....
۲۲۳	۶-۲-۲ پروتئوم کبد.....
۲۲۴	۶-۲-۳ پروتئوم مغزی.....
۲۲۵	۶-۲-۳-۱ پروتئومیک در درمان مغز و اعصاب.....
۲۲۶	۶-۲-۴ پروتئوم قلب/قلبی-عروقی.....
۲۲۷	۶-۲-۵ پروتئومیک در تحقیقات سرطان.....
۲۲۸	۶-۲-۵-۱ پروتئوم سرطان.....

- ۶-۲-۶ پروتئوم اندامک‌ها ۲۳۰
- ۶-۲-۷ پروتئوم انگل‌های انسانی ۲۳۱
- ۶-۳ پروتئومیک بالینی ۲۳۲
- ۶-۳-۱ ژنومیک و پروتئومیک بیماری‌های انسانی ۲۳۲
- ۶-۳-۲ پروتئومیک، تشخیص مارکرها و بهبود دارویی ۲۳۳
- ۶-۳-۳ پروتئومیک و پزشکی فرد محور ۲۳۸
- ۶-۳-۴ پروتئومیک چاقی ۲۳۹
- ۶-۳-۵ بولومیک ۲۴۰
- ۶-۴ متابروئومیک و سلامت انسان ۲۴۱
- ۶-۵ پروتئومیک در بیوتکنولوژی و صنعت داروسازی ۲۴۳
- ۶-۵-۱ بیوتکنولوژی داروسازی ۲۴۳
- ۶-۵-۲ پروتئومیک در صنعت داروسازی و بیوتکنولوژی دارویی نقش بسیار مهمی را ایفا میکند ۲۴۴
- ۶-۵-۳ پروتئومیک در بیماری‌های ریوی ۲۴۵
- ۶-۶ متابروئومیک قطعات میکروبی ۲۴۵
- ۶-۶-۱ فرآورده‌های متابولیک ۲۴۶
- ۶-۶-۲ اصلاح زیستی ۲۴۷
- ۶-۶-۳ توده زیستی و تولید انرژی ۲۴۸
- ۶-۷ صنعت فرآورده‌های گوشتی ۲۴۹
- ۶-۸ بیوترورسیم و دفاع زیستی ۲۵۰
- ۶-۹ پولمونومیک ۲۵۱
- REFERENCES: ۲۵۲

فصل هفتم: متابولومیک ۲۵۵

۷-۱ متابولومیک ۲۵۵

۷-۲ کاربرد تکنولوژی اومیک ۲۵۹

۷-۳ سیستم‌های بیولوژی چند رشته‌ای و چند ابزاری هستند ۲۵۹

۷-۴ پایگاه اطلاعات و بیوانفورماتیک ۲۶۲

۷-۵ متابولومیک، آزمایشگاه بر روی یک تراشه ۲۶۲

۷-۶ تکنولوژی ۲۶۳

۷-۶-۱ کاربرد متابولومیک در پزشکی ۲۶۵

۷-۶-۲ کاربرد متابولومیک در سرطان ۲۶۹

۷-۷ محدودیت‌های تکنولوژی متابولومیک ۲۶۹

REFERENCES ۲۷۰

فصل هشتم: چشم‌اندازهای توسعه آینده ۲۷۱

۸-۱ محدوده فنی پروتئومیک براساس شناسایی پروتئین‌ها ۲۷۱

۸-۲ زمینه‌های علمی پروتئومیک و کنترل اپیزن‌ها ۲۷۴

۸-۳ زمینه‌های بالینی پروتئومیک ۲۷۵

۸-۳-۱ بیماری‌های انسانی ۲۷۵

۸-۳-۲ توسعه در زمینه داروسازی ۲۷۶

۸-۳-۳ پزشکی فرد محور ۲۷۷

۸-۳-۴ پروتئومیک و متابولومیک ۲۷۹

۸-۴ پروتئومیک، تولید انرژی و پالایش زیستی ۲۸۰

۸-۵ پروتئومیک و دفاع زیستی ۲۸۱

۸-۶ پروتئومیک بیماری‌های انسانی و آگاهی از دستاوردهای جدید پزشکی ۲۸۱

۲۸۲ ۸-۷ اصول مورد نیاز برای اصول پروتئومیک در مطالعات پزشکی و زیست شناسی

۲۸۳ ۸-۸ تکنیک‌های پروتئومیک

۲۸۴ ۸-۹ کاربرد پزشکی زیستی در پروتئومیک

۲۸۴ ۸-۱۰ کاربرد پروتئومیک در بیماری‌های عفونی و میکروب شناسی

۲۸۶ REFERENCES

۲۸۶ FURTHER READING

۲۸۷ واژه نامه

۲۹۵ اختصار