

دیوید ال. نلسون استاد بیوشیمی دانشگاه ویسکانسن - مادیسون

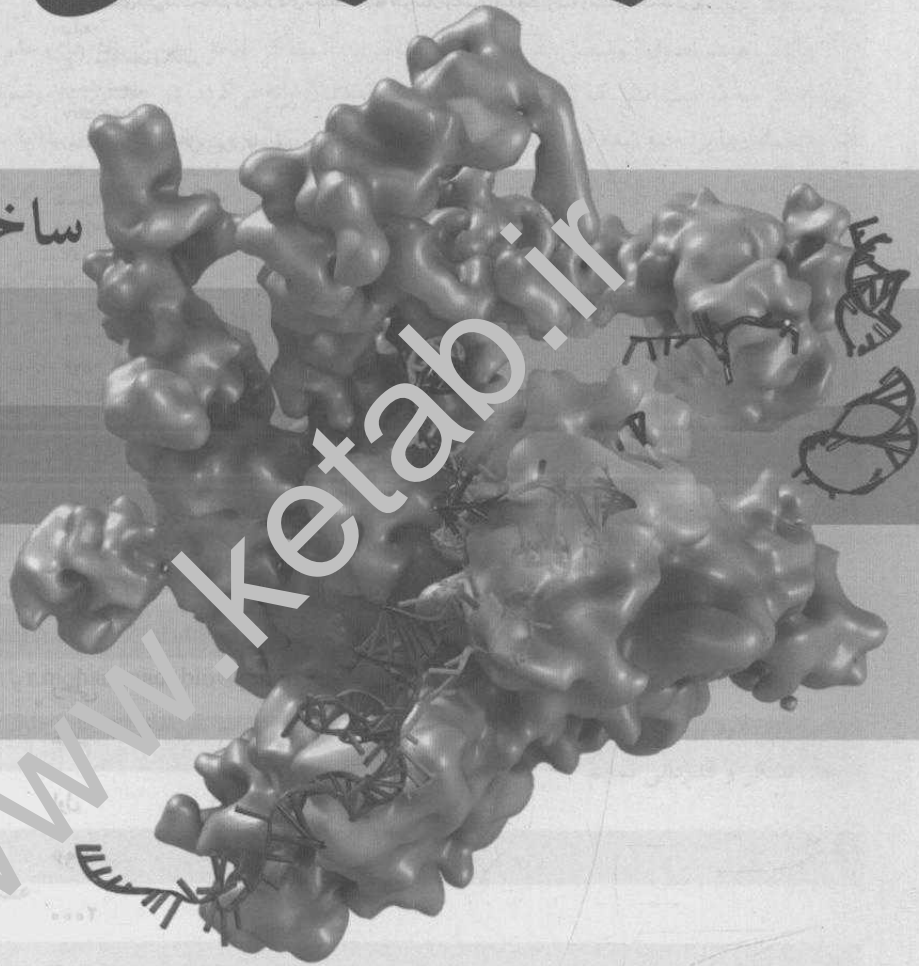
مایکل ام. کاکس استاد بیوشیمی دانشگاه ویسکانسن - مادیسون

# اصول بیوشیمی لنینجر

ساختمان و کاتالیز

جلد اول

ویرایش هفتم



دکتر رضا محمدی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی

واحد علوم پزشکی تهران



آییز

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

سرشناسه	: لنینگر، آلبرت ال. Lehninger, Albert L
عنوان و نام پدیدآور	: اصول بیوشیمی لنینجر / آلبرت ال لنینجر، دیویدل. نلسون، مایکل م. کاکس ترجمه رضا محمدی.
مشخصات نشر	: تهران: آبیژ، ۱۳۹۶ -
مشخصات ظاهری	: ج: مصور، جدول، نمودار: ۲۲×۲۹ س.م.
شابک	: 978-964-970-609-2 : دوره 1: 978-964-970-606-1 : ج. ۱
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Lehninger principles of biochemistry, 7th ed, c2016.
یادداشت	: ویراست‌های قبلی کتاب حاضر در سال‌های مختلف توسط مترجمان و ناشران متفاوت ترجمه و منتشر شده است.
یادداشت	: نمایه.
متدرجات	: ج. ۱. ساختمان و کاتالیز
موضوع	: زیست شیمی
موضوع	: Biochemistry
موضوع	: زیست‌شیمی -- مسائل، تمرین‌ها و غیره
موضوع	: Biochemistry-- Problems, exercises, etc
شناسه افزوده	: نلسون، دیوید لی، ۱۹۴۲ - م.
شناسه افزوده	: Nelson, David lee
شناسه افزوده	: کاکس، مایکل ام.
شناسه افزوده	: Cox, Michael M
شناسه افزوده	: مترجم: رضا، ۱۳۴۲ -
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۶ کالف ۹/۱۵ QD۴۱۵
رده‌بندی دیویی	: ۵۷۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۴ ۸۵۳۲



### اصول بیوشیمی لنینجر جلد اول: ساختمان و کاتالیز

تالیف	دیوید ال. نلسون، مایکل ام. کاکس
ترجمه	دکتر رضا محمدی
ناشر	آبیژ
قطع	رحلی
ویرایش	هفتم
نوبت چاپ	اول
تاریخ چاپ	۱۳۹۶
تیراژ	۲۰۰۰
صفحات	۵۵۶
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۰-۶۰۶-۱
شابک دوره	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۰-۶۰۹-۲
دفتر انتشارات	تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی نژاد غربی، پلاک ۲۱۵
تلفن	۶۶۵۶۸۰۹۶ - ۸

۴۲۰۰۰ تومان

مرکز پخش کتابیران: تهران، خیابان لبافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸

تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۲ - ۶۶۴۱۴۵۱۵ - ۶۶۴۱۱۱۷۳ - ۶۶۴۹۴۴۰۹

## خلاصه فهرست مطالب

مقدمه	سه
پایه‌های بیوشیمی	۱
<b>بخش ۱ ساختمان و کاتالیز</b>	
آب	۴۹
اسیدهای آمینه، پپتیدها و پروتئین‌ها	۵۱
ساختمان سه-بعدی پروتئین‌ها	۷۹
عملکرد پروتئین‌ها	۱۲۱
آنزیم‌ها	۱۶۷
کربوهیدرات‌ها و گلیکوبیولوژی	۲۰۱
نوکلئوتیدها و اسیدهای نوکلئیک	۲۶۱
فناوری‌های اطلاعاتی ۷A-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100	۳۰۳
لیپیدها	۳۴۵
غشاهای بیولوژیک و انتقال مواد	۳۹۱
پیام‌رسان زستی	۴۲۱
فهرست نمایه	۴۷۵
فهرست نمایه	یک
<b>بخش ۲ بیوانرژی و متابولیسم</b>	
بیوانرژتیک و انواع واکنش‌های بیوشیمیایی	۱۳
گلیکولیز، گلوکوئوتوز و مسیر پنتوز فسفات	۱۴
اصول تنظیم متابولیک	۱۵
چرخه اسید سیتریک	۱۶
کاتابولیسم اسیدهای چرب	۱۷
اکسیداسیون اسیدهای آمینه و تولید اوره	۱۸
فسفریلاسیون اکسیداتیو و فتوفسفریلاسیون	۱۹
بیوسنتز کربوهیدرات‌ها در گیاهان و باکتری‌ها	۲۰
بیوسنتز لیپیدها	۲۱
بیوسنتز اسیدهای آمینه، نوکلئوتیدها و مولکول‌های وابسته	۲۲
بکپارچگی و تنظیم هورمونی متابولیسم در پستانداران	۲۳
فهرست نمایه	فهرست نمایه
<b>بخش ۳ مسیرهای اطلاعاتی</b>	
ژن‌ها و کروموزم‌ها	۲۴
متابولیسم‌ها DNA	۲۵
متابولیسم‌ها RNA	۲۶
متابولیسم پروتئین	۲۷
تنظیم بیان ژن	۲۸
مخفف‌های متداول در کتاب‌های بیوشیمی	۲۹
واژه‌نامه توصیفی	۳۰
فهرست نمایه	فهرست نمایه

۱	پایه‌های بیوشیمی
۳	۱-۱ پایه‌های سلولی
۳	سلول‌ها واحدهای ساختمانی و عملکردی
۴	تمامی موجودات زنده هستند
۴	ابعاد سلولی توسط انتشار اکسیژن محدود می‌گردد
۴	سه قلمروی مجزای حیات وجود دارد
۶	موجودات مختلف از نظر منبع انرژی و پیش‌سازهای بیوسنتتیک تنوع زیادی دارند
۶	سلول‌های باکتریایی و آرکیایی دارای خصوصیات مشترکی هستند، ولی تفاوت‌های مهمی با یکدیگر دارند
۶	سلول‌های اوکاریوتی اندامک‌های غشایی متنوعی دارند که می‌توان آنها را برای مطالعه جداسازی نمود
۸	سیتوپلاسم توسط اسکلت سلولی سازماندهی شده و شدیداً پویا می‌باشد
۸	سلول‌ها ساختمان‌های سویرامولکولی را می‌سازند در مطالعات خارج سلول، بسیاری از تعامل‌های مولکولی مهم به چشم نمی‌آیند
۱۱	۱-۲ پایه‌های شیمیایی
۱۴	بیومولکول‌ها ترکیبات کربن همراه با گروه‌های عامل مختلف هستند
۱۴	سلول‌ها حاوی یک مجموعه همگانی از مولکول‌ها هستند
۱۶	وزن مولکولی، جرم مولکولی و واحد صحیح آنها
۱۸	ماکرومoleکول‌ها اجزاء اصلی سلول‌ها هستند
۱۸	ساختمان، عملکرد، یا کونفیکوراسیون و کونفورماسیون شرح داده می‌شود
۲۲	کادر ۱-۲-۳-۴-۵-۶-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱۴-۱۵-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۰-۲۱-۲۲-۲۳-۲۴-۲۵-۲۶-۲۷-۲۸-۲۹-۳۰-۳۱-۳۲-۳۳-۳۴-۳۵-۳۶-۳۷-۳۸-۳۹-۴۰-۴۱-۴۲-۴۳-۴۴-۴۵-۴۶-۴۷-۴۸-۴۹-۵۰-۵۱-۵۲-۵۳-۵۴-۵۵-۵۶-۵۷-۵۸-۵۹-۶۰-۶۱-۶۲-۶۳-۶۴-۶۵-۶۶-۶۷-۶۸-۶۹-۷۰-۷۱-۷۲-۷۳-۷۴-۷۵-۷۶-۷۷-۷۸-۷۹-۸۰-۸۱-۸۲-۸۳-۸۴-۸۵-۸۶-۸۷-۸۸-۸۹-۹۰-۹۱-۹۲-۹۳-۹۴-۹۵-۹۶-۹۷-۹۸-۹۹-۱۰۰
۲۲	تعامل مولکول‌ها ویربی فضایی دارد
۲۴	۱-۳ پایه‌های فیزیکی
۲۵	موجودات زنده در یک حالت پایدار پویا قرار دارند و هرگز با محیط اطراف خود به تعادل نمی‌رسند
۲۵	موجودات انرژی و ماده را از محیط اطراف خود می‌گیرند
۲۵	انرژی مورد نیاز موجودات از جریان الکترون‌ها حاصل می‌گردد
۲۶	کادر ۱-۳-۴-۵-۶-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱۴-۱۵-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۰-۲۱-۲۲-۲۳-۲۴-۲۵-۲۶-۲۷-۲۸-۲۹-۳۰-۳۱-۳۲-۳۳-۳۴-۳۵-۳۶-۳۷-۳۸-۳۹-۴۰-۴۱-۴۲-۴۳-۴۴-۴۵-۴۶-۴۷-۴۸-۴۹-۵۰-۵۱-۵۲-۵۳-۵۴-۵۵-۵۶-۵۷-۵۸-۵۹-۶۰-۶۱-۶۲-۶۳-۶۴-۶۵-۶۶-۶۷-۶۸-۶۹-۷۰-۷۱-۷۲-۷۳-۷۴-۷۵-۷۶-۷۷-۷۸-۷۹-۸۰-۸۱-۸۲-۸۳-۸۴-۸۵-۸۶-۸۷-۸۸-۸۹-۹۰-۹۱-۹۲-۹۳-۹۴-۹۵-۹۶-۹۷-۹۸-۹۹-۱۰۰
۲۶	ایجاد و حفظ نظم نیاز به کار و صرف انرژی دارد
۲۶	جفت شدن انرژی، واکنش‌ها را در بیولوژی به یکدیگر متصل می‌کند
۲۹	$\Delta G^\circ$ و $K_{eq}$ معیارهایی از تمایل یک واکنش

- ۶۴ ۲-۲ یونیزاسیون آب، اسیدهای ضعیف و بازهای ضعیف
- ۶۴ آب خالص قدری یونیزه می‌گردد
- ۶۵ یونیزاسیون آب توسط یک ثابت تعادل بیان می‌گردد
- ۶۶ مقیاس pH غلظت‌های مربوط به  $H^+$  و  $OH^-$  را نشان می‌دهد
- ۶۷ اسیدها و بازهای ضعیف ثابت‌های تفکیک مشخصی دارند
- ۶۷  $pK_a$  اسیدهای ضعیف توسط منحنی‌های
- ۶۸ تیتراسیون مشخص می‌گردد
- ۷۰ ۲-۳ بافری نمودن تغییرات pH در سیستم‌های بیولوژیک
- ۷۱ بافرها مخلوطی از اسیدهای ضعیف و
- ۷۱ بازهای کونژوگه مربوطه می‌باشند
- ۷۱ معادله هندرسن-هاسلباخ pH،  $pK_a$  و
- ۷۱ غلظت بافر را با یکدیگر مرتبط می‌کند
- ۷۲ اسیدها و بازهای ضعیف، تغییرات pH
- ۷۲ سلول‌ها و بافت‌ها را بافری می‌کنند
- ۷۵ دیابت درمان‌نشده سبب اسیدوز خطرناک می‌شود
- ۷۶ **کادر ۱-۲** وقتی کسی خرگوش خودش می‌شه
- (در خونه این کار را انجام نده!)
- ۷۷ ۲-۴ آب به‌عنوان یک واکنشگر
- ۷۷ ۲-۵ مناسب بودن محیط آبی برای موجودات زنده
- ۷۹ ۳ اسیدهای آمینه، پپتیدها و پروتئین‌ها
- ۷۹ ۲-۱ اسیدهای آمینه
- ۸۰ اسیدهای آمینه دارای خصوصیات ساختمانی مشترکی هستند
- ۸۳ ریشه‌ها: اسیدهای آمینه موجود در پروتئین‌ها
- ۸۳ از برج این مهمان فضایی L هستند
- ۸۳ اسیدهای آمینه را می‌توان براساس گروه R طبقه‌بندی نمود
- ۸۵ **کادر ۱-۳** جذب نور توسط مولکول‌ها: قانون لامبرت-بیر
- ۸۶ اسیدهای آمینه غیرمعمول نیز اعمال مهمی را انجام می‌دهند
- ۸۸ اسیدهای آمینه می‌توانند به‌عنوان اسید یا باز عمل کنند
- ۸۸ اسیدهای آمینه منحنی‌های تیتراسیون مشخصی دارند
- منحنی‌های تیتراسیون بار الکتریکی اسیدهای آمینه
- ۹۰ را نشان می‌دهند
- اسیدهای آمینه از نظر ویژگی‌های اسید-باز
- ۹۰ با یکدیگر متفاوت هستند
- ۹۱ ۳-۲ پپتیدها و پروتئین‌ها
- ۹۱ پپتیدها زنجیرهای اسید آمینه‌ای هستند
- ۹۲ پپتیدها را می‌توان براساس خاصیت یونیزاسیون آنها تشخیص داد
- پپتیدها و پلی‌پپتیدهای دارای فعالیت بیولوژیک،
- ۳۰ برای پیشرفت خودبه‌خودی هستند
- ۳۲ آنزیم‌ها توالی واکنش‌های شیمیایی را تسریع می‌کنند
- ۳۳ متابولیسم تنظیم می‌گردد تا به تعادل و صرفه‌جویی برسد
- ۳۵ ۱-۴ پایه‌های ژنتیکی
- ۳۶ تداوم ژنتیکی در مولکول‌های DNA واحد قرار دارد
- ساختمان DNA امکان ترمیم و همانندسازی آن
- ۳۶ را با صحت تقریباً کامل ممکن می‌سازد
- توالی خطی DNA پروتئین‌هایی را با ساختمان
- سه-بعدی کد می‌کند
- ۳۸ ۱-۵ پایه‌های تکاملی
- تغییر در دستورات ارثی امکان تکامل را فراهم می‌سازد
- ۳۸ بیومولکول‌ها ابتدا در طی تکامل شیمیایی به‌وجود آمدند
- ۳۹ احتمالاً RNA یا پیش‌سازها را مربوطه، اولین
- ژن‌ها و کاتالیست‌ها بودند
- ۴۰ تکامل بیولوژیک بیش از سه و نیم میلیارد سال، آغاز گردید
- ۴۱ اولین سلول احتمالاً شیمیوهمترتروف بوده است
- ۴۲ پیدایش سلول‌های اوکاریوتی طی چند مرحله از
- پیش‌سازهای ساده‌تر صورت گرفته است
- ۴۳ آناتومی مولکولی ارتباطات تکاملی را آشکار می‌سازد
- ۴۱ ژنومیک عملکردی تخصصی ژن‌ها به فرایندهای
- اختصاصی سلولی را نشان می‌دهند
- ۴۶ مقایسه‌های ژنومی اهمیت رو به افزایشی در
- بیولوژی انسانی و پزشکی دارد
- ۴۹ بخش ۱ ساختمان و کاتالیز
- ۲ آب
- ۲-۱ تعامل‌های ضعیف در سیستم‌های آبی
- پیوندهای هیدروژنی به آب خصوصیات غیرمعمول می‌دهند
- آب با مواد حل‌شده قطبی ایجاد پیوندهای هیدروژنی می‌کند
- آب با مواد باردار به‌طریق الکترواستاتیک تعامل می‌کند
- با حل‌شدن مواد کریستالی آنتروپی افزایش می‌یابد
- گازهای غیرقطبی در آب حلالیت ضعیفی دارند
- ترکیبات غیرقطبی تغییراتی در ساختمان آب ایجاد می‌کنند
- که از نظر انرژی کمک مساعد نیستند
- تعامل‌های واندروالس، جاذبه‌های ضعیف بین اتمی هستند
- تعامل‌های ضعیف نقش مهمی در ساختمان
- و عملکرد ماکرومولکول‌ها دارند
- مواد حل‌شده بر روی ویژگی‌های کولیگاتیو
- محلول‌های آبی اثر دارند

۱۳۳	۴-۳ ساختمان‌های سوم و چهارم پروتئین	۹۳	از نظر اندازه بسیار متفاوت هستند
۱۳۴	پروتئین‌های فیبری برای فعالیت ساختمانی تطابق یافته‌اند		برخی پروتئین‌ها دارای گروه‌های شیمیایی
۱۳۶	<b>کادر ۲-۴</b> فر دائمی مهندسی بیوشیمیایی است	۹۴	غیر از اسیدهای آمینه هستند
	<b>کادر ۳-۴</b> چرا ملوانان، کاشفین و دانشجویان		
۱۳۸	باید میوجات و سبزیجات تازه بخورند	۹۵	<b>۳-۳ کار با پروتئین‌ها</b>
	تنوع ساختمانی، تنوع فعالیت را در	۹۶	پروتئین‌ها را می‌توان جدا و تخلیص نمود
۱۴۰	پروتئین‌های کروی نشان می‌دهد	۹۹	پروتئین‌ها را می‌توان با روش الکتروفورز جدا و شناسایی نمود
۱۴۱	<b>کادر ۴-۴</b> بانک اطلاعات پروتئین	۱۰۱	پروتئین‌های جدا نشده را می‌توان تعیین مقدار نمود
	میوگلوبین اولین سر نخ را در مورد پیچیدگی ساختمان		
۱۴۲	پروتئین‌های کروی فراهم نمود	۱۰۴	<b>۳-۴ ساختمان پروتئین‌ها: ساختمان اول</b>
۱۴۳	پروتئین‌های کروی ساختمان‌های سوم متنوعی دارند	۱۰۴	عملکرد یک پروتئین بستگی به توالی اسید آمینه‌های آن دارد
	<b>کادر ۵-۴</b> روش‌های تعیین ساختمان	۱۰۵	توالی‌های اسید آمینه‌ای مابون‌ها پروتئین تعیین شده است
۱۴۴	<b>سه-بُعدی یک پروتئین</b>		شیمی پروتئین توسط روش‌های مستقیم از تعیین توالی
۱۵۰	برخی پروتئین‌ها یا قطعات پروتئینی ذاتاً نامنظم هستند	۱۰۵	پلی‌پپتیدی کلاسیک تقویت می‌شود
۱۵۰	موتیف‌های پروتئینی اساس طبقه‌بندی ساختمانی پروتئین هستند		اسیکترومتری جرمی یک روش دیگر برای تعیین
	ساختمان‌های چهارم پروتئینی از دیم‌های ساده	۱۰۸	توالی‌های اسید آمینه‌ها پیشنهاد می‌کنند
۱۵۳	تا کمپلکس‌های بزرگ متفاوت هستند		پپتیدها و پروتئین‌های کوچک را می‌توان
		۱۱۱	به‌طریق شیمیایی سنتز نمود
۱۵۴	<b>۴-۴ دناتوراسیون و تاشدن پروتئین</b>		اطلاعات مهم بیوشیمیایی را می‌توان از
	از بین رفتن ساختمان پروتئین سبب از	۱۱۱	توالی‌های اسید آمینه به‌دست آورد
۱۵۵	بین رفتن عملکرد آن می‌گردد		توالی‌های پروتئینی می‌توانند تاریخچه حیات
۱۵۶	توالی اسید آمینه‌های ساختمان سوم را تعیین می‌کند	۱۱۲	بر روی زمین را روشن کنند
۱۵۷	پلی‌پپتیدها سریعاً طی یک فرایند مرحله به مرحله تا می‌گردند	۱۱۵	<b>کادر ۳-۲</b> توالی‌های مشترک و لوگوهای توالی
	تولید شدن بعضی از پروتئین‌ها به کمک سایر		
۱۵۸	پروتئین‌ها صورت می‌پذیرد	۱۱۹	<b>۴</b> ساختمان سه-بُعدی پروتئین‌ها
	نقص‌های تاشدن ممکن است اساس مولکولی دامنه	۱۲۱	<b>۴-۱</b> مروری بر ساختمان پروتئین
۱۶۰	وسیع‌تری در روی‌های ژنتیکی انسان باشند		کونفورماسیون پروتئینی بیشتر توسط تعامل‌های
۱۶۴	<b>کادر ۶-۴</b> مرگ ناشی از بدناشدگی؛ بیماری‌های پرابونی	۱۲۲	ضعیف تثبیت می‌گردد
		۱۲۴	پیوند پپتیدی سخت بوده و در یک صفحه قرار دارد
۱۶۷	<b>۵</b> عملکرد پروتئین‌ها		
	<b>۵-۱</b> اتصال قابل‌برگشت یک پروتئین به یک لیگاند:	۱۲۷	<b>۴-۲</b> ساختمان دوم پروتئین
۱۶۸	پروتئین‌های اتصالی-اکسیژن	۱۲۷	مارپیچ $\alpha$ یکی از ساختمان‌های دوم معمول پروتئینی است
۱۶۸	اکسیژن می‌تواند به یک گروه پروستتیک هم اتصال یابد	۱۲۸	توالی اسیدهای آمینه بر روی پایداری مارپیچ $\alpha$ تأثیر دارد
۱۶۹	گلوبین‌ها خانواده‌ای از پروتئین‌های اتصالی اکسیژن هستند	۱۲۹	<b>کادر ۱-۴</b> تشخیص راست‌گردان و چپ‌گردان
۱۷۰	میوگلوبین دارای یک جایگاه واحد اتصال به اکسیژن است		کونفورماسیون $\beta$ زنجیرهای پپتیدی را
۱۷۰	تعامل‌های پروتئین-لیگاند را می‌توان به‌طور گسسته بیان نمود	۱۳۰	به‌صورت صفحه سازماندهی می‌کند
۱۷۳	ساختمان پروتئین بر نحوه اتصال لیگاند تأثیر می‌گذارد	۱۳۱	پیچ‌های $\beta$ در پروتئین‌ها معمول هستند
۱۷۴	اکسیژن در خون توسط هموگلوبین انتقال داده می‌شود		ساختمان‌های دوم معمول دارای زوایای
۱۷۵	زیرواحدهای هموگلوبین از نظر ساختمانی مشابه میوگلوبین هستند	۱۳۲	دووجهی مشخصی هستند
۱۷۵	با اتصال اکسیژن، هموگلوبین دچار یک تغییر ساختمانی می‌شود		ساختمان‌های دوم معمول را می‌توان با
۱۷۶	هموگلوبین به‌طور تعاونی به اکسیژن اتصال می‌یابد	۱۳۳	دی‌کروسیسم حلقوی ارزیابی نمود

- ارتباط بین غلظت سوبسترا و سرعت واکنش  
۲۱۶ را می‌توان به‌طورکمی بیان نمود  
از پارامترهای کینتیک برای مقایسه فعالیت‌های  
۲۱۸ آنزیمی استفاده می‌شود  
**کادر ۱-۶ تغییر معادله میکائلیس-منتن:**  
۲۱۹ **نمودار معکوس دوطرفه**  
بسیاری از آنزیم‌ها واکنش‌هایی را با  
۲۲۲ دو یا چند سوبسترا کاتالیز می‌کنند  
۲۲۳ فعالیت آنزیمی تحت تأثیر pH قرار می‌گیرد  
کینتیک حالت قبل-پایداری می‌تواند مدرکی برای  
۲۲۴ مراحل اختصاصی واکنش فراهم نماید  
۲۲۵ آنزیم‌ها در معرض مهار قابل برگشت و غیرقابل برگشت قرار دارند  
**کادر ۲-۶ آزمون‌های کینتیک برای تعیین**  
۲۲۷ **مکانیسم‌های مهار**  
**کادر ۳-۶ درمان بیماری خواب آفریقای**  
۲۳۰ **به‌طریق بیوشیمیایی**
- ۲۳۲ **۴-۶ مثال‌هایی از واکنش‌های آنزیمی**  
مکانیسم کیموتریپسین مستلزم آسیلاسیون و  
۲۳۳ دآسیلاسیون یک ریشه سرین می‌باشد  
شناخت مکانیسم‌های پروتئاز منجر به درمان‌های  
۲۳۵ جدید برای عفونت‌های HIV شده است  
هگزاکیناز با اتصال به سوبسترا متحمل قالب القاء شده می‌گردد  
۲۳۹ مکانیسم واکنش انولاز نیاز به یون‌های فلزی دارد  
۲۴۰ روزبه‌روز واکنش جایگزینی نوکلئوفیلی متوالی استفاده می‌کند  
۲۴۰ با شحنت مکانیسم آنزیمی می‌توان  
آنتی‌بیوتیک‌های مفید تولید کرد  
۲۴۴
- ۵-۶ آنزیم‌های تنظیمی**  
آنزیم‌های آلواستریک در پاسخ به اتصال یک تعدیل‌کننده،  
۲۴۷ دچار تغییرات کونفورماسیونی می‌شوند  
ویژگی‌های کینتیک آنزیم‌های آلواستریک از رفتار  
۲۴۹ میکائلیس-منتن پیروی نمی‌کنند  
۲۵۰ برخی آنزیم‌های تنظیمی دچار تغییر کووالان قابل برگشت می‌شوند  
گروه‌های فسفریل بر روی ساختمان و فعالیت  
۲۵۱ کاتالیتیک پروتئین‌ها اثر دارند  
۲۵۲ فسفریلاسیون‌های متعدد امکان تنظیم دقیق را فراهم می‌سازند  
برخی از آنزیم‌ها و پروتئین‌های دیگر با تجزیه پروتئولیتیک  
۲۵۴ یک پیش‌ساز آنزیمی تنظیم می‌شوند  
انعقاد خون حاصل آبشاری از زیروزن‌هایی است  
۲۵۴ که به طریق پروتئولیتیک فعال می‌شوند
- ۱۷۹ اتصال تعاونی لیگاند را می‌توان به‌طورکمی شرح داد  
**کادر ۱-۵ منواکسید کربن: یک قاتل پنهان**  
۱۸۰ دو مدل برای بیان مکانیسم‌های اتصال تعاونی وجود دارد  
۱۸۲ هموگلوبین حامل  $H^+$  و  $CO_2$  نیز می‌باشد  
۱۸۳ اتصال اکسیژن به هموگلوبین توسط  
۱۸۴ ۳،۲-بیس فسفوگلیسرات تنظیم می‌گردد  
۱۸۵ سلول داسی یک بیماری مولکولی هموگلوبین می‌باشد
- ۲-۵ تعامل‌های مکمل بین پروتئین‌ها و لیگاندها:**  
**سیستم ایمنی و ایمونوگلوبولین‌ها**  
۱۸۸ پاسخ ایمنی شامل سلول‌ها و پروتئین‌های اختصاصی است  
۱۸۸ آنتی‌بادی‌ها دو جایگاه اتصال به آنتی‌بادی یکسان دارند  
۱۸۹ آنتی‌بادی‌ها به‌طور محکم و اخن، اصبی به  
آنتی‌ژن‌ها اتصال می‌یابند  
۱۹۱ تعامل‌های آنتی‌بادی-آنتی‌ژن اس انواع مختلفی  
از روش‌های مهم آنالیتیکال هستند  
۱۹۲
- ۳-۵ تعامل‌های پروتئینی توسط انرژی شیمیایی تعیین**  
می‌شوند: اکتین، میوزین و موتورهای مولکولی  
۱۹۱ اکتین و میوزین پروتئین‌های اصلی عضله هستند  
۱۹۴ به کمک پروتئین‌های دیگر، فیلمان‌های نازک و ضخیم  
به شکل ساختمان‌های منظم سازماندهی می‌شوند  
۱۹۵ فیلمان‌های ضخیم میوزین در طول  
فیلمان‌های نازک اکتین می‌لغزند  
۱۹۶
- 
- ۶ آنزیم‌ها**  
۲۰۱ **۱-۶ مقدمه‌ای بر آنزیم‌ها**  
۲۰۲ اکثر آنزیم‌ها ساختمان پروتئینی دارند  
۲۰۲ آنزیم‌ها براساس واکنش‌هایی که کاتالیز می‌کنند،  
طبقه‌بندی می‌گردند  
۲۰۳
- ۲-۶ نحوه عمل آنزیم‌ها**  
آنزیم‌ها بر روی سرعت واکنش اثر دارند و نه تعادل آن  
۲۰۴ سرعت و تعادل واکنش تعاریف ترمودینامیکی دقیقی دارند  
۲۰۷ قدرت کاتالیتیکی و ویژگی آنزیم‌ها توسط چند اصل بیان می‌گردند  
۲۰۸ تعامل‌های ضعیف آنزیم و سوبسترا در حالت  
انتقالی به حالت مطلوب می‌رسند  
۲۰۸ انرژی اتصالی در ویژگی واکنش و کاتالیز نقش دارد  
۲۱۱ گروه‌های کاتالیتیک اختصاصی در کاتالیز نقش دارند  
۲۱۲
- ۳-۶ کینتیک آنزیمی به‌عنوان راهی برای شناخت مکانیسم آنزیمی**  
۲۱۵ غلظت سوبسترا بر روی سرعت واکنش‌های آنزیمی اثر دارد  
۲۱۵

۳۰۳	۸ نوکلئوتیدها و اسیدهای نوکلئیک	۲۵۷	برخی آزریم‌های تنظیمی از مکانیسم‌های تنظیمی* متعددی استفاده می‌کنند
۳۰۳	۸-۱ چند اصل	۲۶۱	۷ کربوهیدرات‌ها و گلیکوبیولوژی
۳۰۳	در ساختمان نوکلئوتیدها و اسیدهای نوکلئیک، بازها و پنتوزهای مشخصی وجود دارند	۲۶۲	۷-۱ منوساکاریدها و دی‌ساکاریدها
۳۰۷	پیوندهای فسفودی‌استری نوکلئوتیدهای متوالی موجود در اسیدهای نوکلئیک را به یکدیگر متصل می‌کنند	۲۶۲	دو خانواده منوساکاریدها شامل آلدوزها و کتوزها می‌باشند
۳۰۹	خصوصیات بازهای نوکلئوتیدی بر روی ساختمان سه-بعدی اسیدهای نوکلئیک تأثیر دارند	۲۶۳	منوساکاریدها دارای مراکز نامتقارن هستند
۳۱۰	۸-۲ ساختمان اسید نوکلئیک	۲۶۵	منوساکاریدهای معمول ساختمان‌های حلقوی دارند
۳۱۱	DNA اطلاعات ژنتیکی را ذخیره می‌کند	۲۶۸	موجودات مشتقات مختلف هگروزها را دارند
۳۱۳	DNA می‌تواند اشکال سه-بعدی مختلفی را داشته باشد	۲۶۹	منوساکاریدها عوامل احیاءکننده هستند
۳۱۵	برخی توالی‌های DNA ساختمان‌های غیرمعمول اتخاذ می‌کنند	۲۶۹	دی‌ساکاریدها یک پیوند گلیکوزیدی دارند
۳۱۷	مولکول‌های RNA پیک زنجیرهای پلی‌پپتیدی را کد می‌کنند بسیاری از مولکول‌های RNA ساختمان‌های سه-بعدی پیچیده‌تری دارند	۲۷۰	<b>کادر ۱-۷</b> اندازه‌گیری و وزن خون در تشخیص و درمان دیابت
۳۱۸	سه-بعدی پیچیده‌تری دارند	۲۷۴	<b>کادر ۲-۷</b> قند و تعداد ر ترکیبات دیگر شیرین هستند
۳۲۰	۸-۳ شیمی اسید نوکلئیک	۲۷۴	۷-۲ پلی‌ساکاریدها
۳۲۲	مولکول‌های DNA و RNA دورشته‌ای می‌توانند دنانوره شوند نوکلئوتیدها و اسیدهای نوکلئیک دچار تغییرات غیرآزیمی می‌شوند	۲۷۵	برخی هموبلی‌ساکاریدها، اشکال ذخیره‌ای سخت هستند
۳۲۴	برخی بازهای DNA متبله می‌باشند	۲۷۷	برخی هموبلی‌ساکاریدها نقش ساختمانی دارند عوامل فضایی و ایجاد پیوندهای هیدروژنی بر ناشدن هموبلی‌ساکاریدها اثر می‌گذارند
۳۲۷	سنتز شیمیایی DNA خودکار شده است	۲۷۸	دیواره سلولی باکتری‌ها و جلبک‌ها حاوی هتروبولی‌ساکاریدهای ساختمانی هستند
۳۲۷	تولید ژنی را می‌توان با واکنش زنجیری پلیمرز تکثیر داد	۲۸۱	گلیکوزآمینوگلیکان‌ها هتروبولی‌ساکاریدهای ماتریکس خارج سلولی هستند
۳۳۰	رالی‌ها به‌های بلند DNA را می‌توان تعیین نمود	۲۸۲	۷-۳ گلیکوکونژوگ‌ها؛ پروتئوگلیکان‌ها، گلیکوپروتئین‌ها و گلیکواسفنگولیپیدها
۳۳۰	<b>کادر ۱</b> یک ابزار قوی در پزشکی قانونی فناوری‌های تعیین‌رالی سریعاً در حال پیشرفت هستند	۲۸۴	پروتئوگلیکان‌ها، ماکرومولکول‌های حاوی گلیکوزآمینوگلیکان‌ها در سطح سلول و ماتریکس خارج سلولی هستند
۳۳۳	۸-۴ سایر فعالیت‌های نوکلئوتیدها	۲۸۵	<b>کادر ۲-۷</b> نقص در سنتز یا تخریب گلیکوزآمینوگلیکان‌های سولفات‌ها می‌تواند منجر به بیماری انسانی جدی شود
۳۴۰	نوکلئوتیدها ناقل انرژی شیمیایی در داخل سلول‌ها هستند	۲۸۹	گلیکوپروتئین‌ها دارای اولیگوساکاریدهایی با اتصال کووالان هستند
۳۴۱	نوکلئوتیدهای آدینی در ساختمان بسیاری از کوفاکتورهای آزریمی وجود دارند	۲۹۲	گلیکولیپیدها و لیپوبلی‌ساکاریدها اجزاء غشایی هستند
۳۴۲	برخی نوکلئوتیدها مولکول‌های تنظیمی هستند	۲۹۳	۷-۴ کربوهیدرات‌ها به‌عنوان مولکول‌های اطلاعاتی؛ کد قندی لکترین‌ها پروتئین‌هایی هستند که با خواندن کد قندی، فرایندهای بیولوژیکی متعددی را به انجام می‌رسانند
۳۴۲	نوکلئوتیدهای آدینی به‌عنوان پیام هم عمل می‌کنند	۲۹۶	تامل‌های لکترین-کربوهیدرات شدیداً اختصاصی و اغلب چندظرفیتی هستند
۳۴۵	۹ فناوری‌های اطلاعاتی DNA-محور	۲۹۸	۷-۵ کار با کربوهیدرات‌ها
۳۴۶	۹-۱ مطالعه زن‌ها و محصولات آنها		
۳۴۶	زن‌ها را می‌توان با کلون‌سازی DNA جدا کرد آندونوکلئازهای محدودکننده و DNA لیگاز تولید		
۳۴۷	DNA نو ترکیب می‌کنند ناقلمین کلون‌سازی امکان تکثیر قطعات		

- ۳۹۵ و عایق عمل می‌کنند  
هیدروژناسیون نسبی روغن‌های آشپزی تولید اسیدهای چرب
- ۳۹۶ ترانس دارای عوارض مضر برای سلامتی انسان می‌کنند
- ۳۹۶ موم‌ها به‌عنوان ذخیره انرژی و دفع‌کننده آب عمل می‌کنند
- ۲-۱۰ لیپیدهای ساختمانی غشاءها**
- ۳۹۷ گلیسروفسفولیپیدها مشتقات اسید فسفاتیدیک هستند
- ۳۹۸ برخی گلیسروفسفولیپیدها دارای اسیدهای چرب با اتصالات اتری هستند
- ۳۹۹ کلروپلاست‌ها حاوی گالاکتولیپیدها و سولفولیپیدها هستند
- ۳۹۹ آرکی‌ها حاوی لیپیدهای غشایی بی‌همتابی هستند
- ۴۰۱ اسفنگولیپیدها مشتقاتی از اسفنگوزین می‌باشند
- ۴۰۱ اسفنگولیپیدهای موجود در سطوح سلولی، جایگاه‌هایی برای شناسایی بیولوژیک هستند
- ۴۰۴ فسفولیپیدها و اسفنگولیپیدها توسط لیپوزوم‌ها تخریب می‌گردند
- ۴۰۴ استرول‌ها چهار حلقه کربنی اتصال یافته به یکدیگر دارند
- کادر ۱-۱۰ تجمع غیرطبیعی لیپیدهای غشایی؛ برخی بیماری‌های ارثی انسان**
- ۴۰۶
- ۳-۱۰ لیپیدها به‌عنوان پیام، کوفاکتور و رنگدانه**
- ۴۰۷ فسفاتیدیل اینوزیتول‌ها و مشتقات اسفنگوزین به‌عنوان پیام داخل سلولی عمل می‌کنند
- ۴۰۸ ایکوانوئیدها حامل پیام‌هایی برای سلول‌های مجاور هستند
- ۴۰۹ هورمون‌های استروئیدی حامل پیام بین بافت‌ها می‌باشند
- ۴۰۹ گیاهان عمدتاً هزاران پیام فرار را تولید می‌کنند
- ۴۱۰ ویتامین‌های A و D، پیش‌سازهای هورمونی هستند
- ۴۱۰ ویتامین‌های E و K و کوکونون‌های لیپیدی به‌عنوان کوفاکتورهای انسیداسیون-احیاء عمل می‌کنند
- ۴۱۲ دولیکول‌ها پیش‌سازهای اصلی بیوسنتز فعال می‌کنند
- ۴۱۴ بسیاری از رنگدانه‌های طبیعی از انواع دی‌ان‌های کوئروگه لیپیدی هستند
- ۴۱۴ پلی‌کتیدها محصولات طبیعی با فعالیت‌های بیولوژیکی قوی هستند
- ۴-۱۰ کار با لیپیدها**
- ۴۱۶ استخراج لیپیدها نیاز به حلال‌های آلی دارد
- ۴۱۶ کروماتوگرافی جذبی سبب جداسازی لیپیدهای دارای قطبیت متفاوت می‌گردد
- ۴۱۷ کروماتوگرافی گاز-مایع سبب تفکیک مخلوط‌های حاوی مشتقات لیپیدی فرار می‌گردد
- ۴۱۷ هیدرولیز اختصاصی به تعیین ساختمان لیپیدی کمک می‌کند
- ۴۱۸
- ۳۵۱ DNA الحاقی را فراهم می‌سازند
- ۳۵۵ با بیان ژن‌های کلون‌شده، مقادیر زیادی پروتئین تولید می‌شود
- ۳۵۶ از سیستم‌های مختلف متعددی برای بیان پروتئین‌های نوترکیب استفاده می‌شود
- ۳۵۶ با انجام تغییراتی در ژن‌های کلون‌شده، پروتئین‌های تغییر یافته تولید می‌شوند
- ۳۵۹ دم‌های انتهایی جایگاه‌هایی را برای تخلیص تمایلی به‌وجود می‌آورند
- ۳۶۰ واکنش زنجیری پلیمرز را می‌توان برای کلون‌سازی مناسب تطبیق داد
- ۳۶۱
- ۲-۹ استفاده از روش‌های DNA-محور برای شناخت عملکرد پروتئین**
- ۳۶۴ کتابخانه‌های DNA فهرست اختصاصی از اطلاعات ژنتیک هستند
- ۳۶۴ ارتباطات توالی یا ساختمانی، اطلاعاتی در مورد فعالیت پروتئین فراهم می‌سازند
- ۳۶۵ پروتئین‌های ادگامی و ایمونوفلورسانس پروتئین‌های تعیین موقعیت پروتئین‌ها در داخل سلول‌ها هستند
- ۳۶۶ تعامل‌های پروتئین-پروتئین می‌توانند به تعیین عملکرد پروتئین کمک کنند
- ۳۶۸ ریزآرایه‌های DNA الگوهای بیان RNA و سایر اطلاعات را نمایان می‌کنند
- ۳۷۰ غیرفعال‌سازی یا تغییر یک ژن با CRIPR می‌تواند فعالیت ژن را آشکار کند
- ۳۷۲
- ۳-۹ ژنومیک و قصه انسان**
- ۳۷۵ تفسیر توصیفی برای ژنوم است
- ۳۷۷ **کادر ۱-۹ پزشکی ژنومی شخصی‌شده**
- ۳۷۸ ژنوم انسانی حاوی ژن‌ها و انواع متعدد دیگر توالی‌ها است
- ۳۸۱ تعیین توالی ژنومی اطلاعاتی را در خصوص انسان به ما می‌دهد
- ۳۸۱ مقایسه ژنومی به تعیین موقعیت ژن‌های مرتبط با بیماری‌ها کمک می‌کند
- ۳۸۴ توالی‌های ژنومی اطلاعاتی را در خصوص گذشته ما در اختیار قرار می‌دهند و همچنین فرصت‌هایی را برای آینده فراهم می‌کنند
- ۳۸۶ **کادر ۲-۹ شناخت Humanity's Next of Kin**
- ۳۸۸
- 
- ۱۰ لیپیدها
- ۱۰-۱ لیپیدهای ذخیره‌ای
- ۳۹۱ اسیدهای چرب مشتقات هیدروکربنی هستند
- ۳۹۱ تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها، استرهای اسید چرب گلیسرول هستند
- ۳۹۴ تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها به‌عنوان انرژی ذخیره‌شده



انتقال فعال منجر به حرکت یک ماده در برابر یک شیب غلظتی یا الکتروشیمیایی می‌گردد	۴۵۱	اسپکترومتری جرمی ساختمان لیپیدی کامل را آشکار می‌سازد	۴۱۸
ATPase های نوع P در طی چرخه‌های کانالیتیکی خود متحمل فسفریلاسیون می‌شوند	۴۵۳	لیپیدومیک فهرست تمامی لیپیدها و فعالیت‌های مربوطه را مورد جستجو قرار می‌دهد	۴۱۹
ATPase های نوع V و نوع F از انواع پمپ‌های پروتونی وابسته به ATP قابل برگشت هستند	۴۵۵	<b>۱۱ غشاء‌های بیولوژیک و انتقال مواد</b>	۴۲۱
انتقال دهنده‌های ABC از ATP برای انتقال انواع وسیعی از سوبستراها استفاده می‌کنند	۴۵۷	<b>۱۱-۱ ترکیب و معماری غشاءها</b>	۴۲۱
شیب‌های یونی انرژی مورد نیاز برای انتقال فعال ثانویه را فراهم می‌آورند	۴۵۹	هر کدام از غشاءها دارای لیپیدها و پروتئین‌های مشخصی هستند	۴۲۲
<b>کادر ۱۱-۲</b> نقص یک کانال یونی در فیبروز کیستیک	۴۶۰	تمامی غشاء‌های بیولوژیک خصوصیات پایه مشترکی دارند	۴۲۳
اکوابورین‌ها برای عبور آب، در عرض غشاء ایجاد کانال‌های آبدوست می‌کنند	۴۶۴	عنصر ساختمانی پایه غشاءها را دولابه لیپیدی تشکیل می‌دهد	۴۲۴
کانال‌های یونی انتخابی شرایط عبور سریع یون‌ها در عرض غشاء را فراهم می‌کنند	۴۶۷	سه نوع پروتئین غشایی از نظر ارتباط خود با غشاء متفاوت هستند	۴۲۶
عملکرد کانال یونی به طریق الکتریکی اندازه‌گیری می‌شود	۴۶۷	بسیاری از پروتئین‌های غشایی بر روی دولابه لیپیدی پل می‌زنند	۴۲۷
ساختمان کانال K <sup>+</sup> اساس ویژگی آن را آشکار می‌سازد	۴۶۸	پروتئین‌های داخلی به واسطه تداخل با لیپیدها، در داخل غشاء ننگ داشته می‌شوند	۴۲۸
کانال‌های درجه‌دار نقش مرکزی در فعالیت عصبی دارند	۴۷۱	توبولوژی یک پروتئین داخلی غشاء، آگاهی می‌توان از توالی آن پیش‌بین نمود	۴۲۹
کانال‌های یونی ناقص می‌توانند عوارض فیزیولوژیک مهمی را به همراه داشته باشند	۴۷۲	برخی پروتئین‌های غشایی با اتصال پروتئین‌ها، لنگر می‌اندازند	۴۳۲
<b>۱۲ پیام‌رسان زیستی</b>	۴۷۵	پروتئین‌های آمفی‌تروپیک اتصال قابل برگشت با غشاء دارند	۴۳۳
<b>۱۲-۱ خصوصیات عمومی تبدیل پیام</b>	۴۷۵	<b>۱۱-۲ پویایی غشاء</b>	۴۳۳
<b>۱۲-۲ گیرنده‌های جفت‌شده با پروتئین G و پیامبرهای دوم</b>	۴۷۹	تمامی گروه‌های آسپیل موجود در داخل دولابه درجات متفاوتی از نظم را نشان می‌دهند	۴۳۴
سیستم گیرنده $\beta$ -آدرنرژیک از طریق پیامبر دوم cAMP عمل می‌کند	۴۷۹	حرکت در عرض دولابه لیپیدها نیاز به کانالیز دارد	۴۳۶
مکانیسم‌های متعددی سبب خاتمه پاسخ $\beta$ -آدرنرژیک می‌شوند	۴۸۲	لیپیدها و پروتئین‌های غشایی انتشار جانبی در دولابه دارند	۴۳۶
<b>کادر ۱۱-۱</b> پروتئین‌های G، سویچ‌های جفتی در سلامت و بیماری	۴۸۴	اسفنگولیپیدها و کلسترول در کلک‌های غشایی با یکدیگر دسته می‌شوند	۴۳۷
گیرنده $\beta$ -آدرنرژیک با فسفریلاسیون و اتصال به ارسین غیرحساس می‌شود	۴۸۶	انحناء و ادغام غشایی برای بسیاری از فرایندهای بیولوژیک مهم می‌باشند	۴۴۰
AMP حلقوی به‌عنوان یک پیامبر دوم برای مولکول‌های تنظیمی متعدد عمل می‌کند	۴۸۸	پروتئین‌های داخلی غشاء پلاسمایی در چسبندگی سطحی، پیام‌رسانی و فرایندهای سلولی دیگر نقش دارند	۴۴۲
<b>کادر ۱۲-۲</b> FRET: مشاهده بیوشیمی در یک سلول زنده	۴۹۲	<b>۱۱-۳ انتقال مواد از عرض غشاءها</b>	۴۴۳
دو پیامبر دوم از فسفاتیدیل اینوزیتول‌ها تولید می‌گردد	۴۹۴	انتقال ممکن است فعال یا غیرفعال باشد	۴۴۴
کلسیم پیامبر دومی است که ممکن است از نظر مکانی و زمانی متمرکز گردد	۴۹۵	انتقال دهنده‌ها و کانال‌های یونی دارای برخی خصوصیات ساختمانی مشترک هستند، ولی مکانیسم‌های متفاوتی دارند	۴۴۵
<b>۱۲-۳ GPCRs در بینایی، پویایی و چشایی</b>	۴۹۸	انتقال دهنده گلوکز موجود در گلبول‌های قرمز سبب انتقال غیرفعال می‌شود	۴۴۶
سیستم بینایی از مکانیسم‌های کلاسیک GPCR استفاده می‌کنند	۴۹۸	تعویض‌کننده کلراید-بیکربنات هم‌انتقالی آنیون‌ها را در عرض غشاء پلاسمایی کانالیز می‌کند که از نظر الکتریکی خنثی می‌باشد	۴۴۹
پویایی و چشایی مهره‌داران از مکانیسم‌های مشابه سیستم بینایی استفاده می‌کنند	۵۰۰	<b>کادر ۱۱-۱</b> نقص در انتقال گلوکز و آب در دو شکل دیابت	۴۵۰

- ۵۱۹ ۸-۱۲ تنظیم رونویسی توسط گیرنده‌های هورمونی هسته‌ای
- ۵۲۰ ۹-۱۲ پیام‌رسانی در میکروارگانسیم‌ها و گیاهان  
پیام‌رسانی باکتریایی مستلزم فسفریلاسیون در یک سیستم دو-جزئی است
- ۵۲۰ سیستم‌های پیام‌رسانی گیاهان حاوی برخی اجزایی هستند که توسط میکروب‌ها و پستانداران مورد استفاده قرار می‌گیرند
- ۵۲۲ ۱۰-۱۲ تنظیم چرخه سلولی توسط پروتئین کینازها  
چرخه سلولی چهار مرحله دارد
- ۵۲۲ مقادیر پروتئین کینازهای وابسته به سیکلین در نوسان است
- ۵۲۳ مولکول‌های CDK تقسیم سلولی را با فسفریلاسیون پروتئین‌های مهم تنظیم می‌کنند
- ۵۲۶ ۱۱-۱۲ اونکوژن‌ها، ژن‌های فرونشاننده تومور و مرگ سلولی برنامه‌ریزی‌شده  
اونکوژن‌ها اشکال جهش‌یافته ژن‌های مربوط به پروتئین‌هایی هستند که چرخه سلولی را تنظیم می‌کنند
- ۵۲۸ نقص ژن‌های فرونشاننده تومور سبب برداشت موانع طبیعی تقسیم سلولی می‌گردد
- ۵۲۹ ۴-۱۲ تکوین مهارکننده‌های پروتئین کیناز برای درمان سرطان  
پوبتوز مرگ سلولی برنامه‌ریزی‌شده است
- یک ۴-۱۲ کور رنگی: آزمایش جان دالتون از زمان فوت تمامی GPCR خصوصیات مشترکی دارند
- ۵۰۳ ۴-۱۲ تیروزین کینازهای گیرنده‌ای  
تحریک گیرنده انسولین یک آبشار واکنش‌های فسفریلاسیون پروتئین را آغاز می‌کند
- ۵۰۳ فسفولیپید غشایی PIP<sub>3</sub> در نقطه شاخه پیام‌رسانی انسولین فعالیت می‌کند
- ۵۰۶ تبادل اطلاعات بین سیستم‌های پیام‌رسانی، معمول و پیچیده می‌باشد
- ۵۰۸ ۵-۱۲ گوانیل سیکلازهای گیرنده‌ای، cGMP و پروتئین کیناز G  
۶-۱۲ پروتئین‌های داربستی چندظرفیتی و کلک‌های غشایی  
قطعات پروتئینی به ریشه‌های فیلپه Tyr, Ser و Thr در پروتئین‌های پارتنر اتصال می‌یابند
- ۵۱۱ کلک‌های غشایی و غارهای کوچک ممکن است پروتئین‌های پیام‌رسانی را جدا کنند
- ۵۱۳ ۷-۱۲ کانال‌های یونی دریچه‌دار  
کانال‌های یونی زمینه‌ساز پیام‌رسانی الکتریکی در سلول‌های قابل تحریک هستند
- ۵۱۵ کانال‌های یونی دریچه‌دار ولتاژی سبب تولید پتانسیل عمل عصبی می‌گردند
- ۵۱۶ نورون‌ها کانال‌های گیرنده‌ای دارند که به نوروترانسمیترهای مختلفی پاسخ می‌دهند
- ۵۱۸ کانال‌های یونی هدف سموم هستند