



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

برنامه درسی

(بازنگری شده)

دوره: دکتری

رشته: بیوشیمی



گروه: علوم پایه

مصوبه جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱

کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان برنامه: بیوشیمی

- ۱- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته بیوشیمی در جلسه شماره ۹۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی تصویب شد.
- ۲- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته بیوشیمی از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ جایگزین برنامه درسی دوره دکتری رشته بیوشیمی مصوب جلسه شماره ۲۸۹ مورخ ۱۳۷۸/۱۲/۰۱ شورای عالی برنامه ریزی می شود.
- ۳- برنامه درسی مذکور از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند برای اجرا ابلاغ می شود.
- ۴- این برنامه درسی از تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن قابل بازنگری است.

عبدالرحیم نوه ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

(Handwritten signature)



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



فصل اول: مشخصات کلی برنامه درسی رشته بیوشیمی در مقطع دکتری

تعریف رشته

دوره دکتری بیوشیمی (Ph.D) بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این رشته است که به اعطای مدرک تحصیلی دکتری بیوشیمی می‌انجامد و شامل مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیتهای آموزشی و پژوهشی در زمینه‌های بیوشیمی سلولی و ملکولی در حوزه‌های میکروبی، جانوری و گیاهی است.

هدف رشته

از اهداف مهم این دوره تأمین هیأت علمی برای مراکز آموزشی و پژوهشی و تربیت افرادی است که دارای تفکری خلاق بوده و بتوانند با درک مشکلات علمی جامعه به حل آن بپردازند.

ضرورت و اهمیت رشته

نوآوری، ایجاد زیرساخت‌های علمی تولید دانش فنی و گسترش مرزهای دانش در رشته بیوشیمی با انطباق بر اهداف نظام مقدس جمهوری اسلامی در برنامه ریزی ۲۰ ساله؛ مرسوم به ایران ۱۴۰۰ و تربیت نیروی انسانی جهت عهده دار شدن وظایف محوله در آینده. از آنجاییکه علوم همچون بیولوژی و تکنولوژیهای نظیر هوشمند سازی با بیوتکنولوژی و نانو تکنولوژی نیاز به پایه علمی در دانش بیوشیمی دارند؛ لذا جهت رسیدن به اهداف فوق رشته بیوشیمی از اهمیت خاص برخوردار بوده و رسالت ویژه فارغ‌التحصیلان را تشکیل می‌دهد.

نقش و توانایی فاغ التحصیلان

دانش آموختگان رشته بیوشیمی با طی یک دوره نظری (کلاس درسی) و یک دوره عملی (رساله) به مجموعه‌ای از شناخت و توانایی‌ها دست پیدا می‌کنند. انتظار می‌رود این دوره‌ها منجر به شناخت و توانایی‌های ذیل شود:

- آشنایی با فنون مورد نیاز و چگونگی مطالعه مکانیسم عمل آنزیم‌ها و تفسیر نتایج حاصل از مطالعات با ذکر مثالهای متعدد
- آشنایی به ساختار و اهمیت نقش گلیکوپروتئین‌ها و پروتئولیبیدها در حیات روزانه سلول‌ها در خوشی و ناخوشی و اشاره به کاربردهای عمده این آگاهی‌ها در علوم پزشکی
- آشنایی با تغییرات شیمیایی پروتئین‌ها خصوصاً اتصال ماکرومولکولها به یکدیگر و بررسی موتیف‌های اتصال. میانکنش پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک با تأکید بر موتیف‌های اتصال هریک از آنها
- آشنایی با آخرین مسائل مربوط به پدیده‌های همانندسازی DNA، الگوبرداری و تنظیم آن و نیز پروتئین سازی
- ارتقاء دانش و فهم دانشجویان در زمینه سلولهای نورون و گلیا، ساختار سلولی و ملکولی آن و همچنین تأثیر مکانیسمهای سیستم عصبی در رفتار موجودات



- آشنایی با تنوع استراتژی‌های طبیعی در مقابله با آنزیم‌ها در سیستم‌های بیولوژیکی جهت دستیابی به روش‌های مؤثر و کم هزینه تولید داروهای مدرن با کمترین اثرات جانبی
- بیان روند تکاملی استراتژی‌های بکار رفته در طراحی داروهای مدرن علیه نوکلئیک اسیدها
- آشنایی بهتر دانشجویان با ساختمان و اعمال مختلف غشاء‌ها که اساسی‌ترین سازمان بیولوژیکی را تشکیل می‌دهند
- بررسی نقش هورمون‌ها در پروسه‌های متابولیکی و نیز هدایت مسیرهای سیگنالینگ
- بررسی ساختار و عملکرد کروماتین و ترکیبات آن؛ هیستونها و نقشی که در ساختار نوکلئوزوم دارند؛ پروتئین‌های غیرهیستونی و نقش آنها در ساختار و عمل کروماتین و نقش کروماتین در همانند سازی و نسخه برداری و تعمیر
- چگونگی دخالت عوامل سرطان زا در ایجاد سرطان و اینکه سرطان چگونه صورت می‌گیرد. همچنین درمان‌های اینگونه بیماری و مؤثرترین آنها و همچنین روش‌های درمانی جدید، تئوریهای مختلف در مورد چگونگی رخ دادن سرطان و اینکه سرطان تحت چه مکانیسم‌های مختلف ممکن است رخ دهد.
- تهیه آنتی ژن و آنتی بادی، تعیین خصوصیات آنتی بادی و واکنش آنتی ژن و آنتی بادی
- آشنایی با اصول بنیادین اجزا و مکانیسم های کار کرد سیستم ایمنی با تاکید بر پاسخ های ایمنی انسان بر علیه عوامل عفونی
- آشنایی با روش‌های مهندسی ژنتیک و استفاده‌های بعمل آمده از این نوع علوم زیستی و آینده نگری و کاربرد این تکنولوژی در فراهم کردن شرایط حفظ محیط زیست و حل کردن مشکلات غذایی و زیستی نسل‌های آینده
- ارتقاء دانش دانشجویان دکتری در ارتباط با روش‌های نوین شناسایی و جداسازی پروتئین‌های سلولی
- آشنایی با اصول، مفاهیم و کاربرد تکنیک‌های مختلف میکروسکوپ الکترونی در تحقیقات خصوصاً در زمینه‌های بیولوژیکی
- آشنایی با خصوصیات ساختمانی و بیوشیمیایی علائم سلولی و تنظیمشان، همچنین ابزاری که در انتقال پیام استفاده می‌شود و به اساس تشکیلات پیام رسانی و اثر متقابل مسیرهای پیام رسانی می‌پردازد
- ارتقاء سطح شناخت دانشجویان از ساختار، عملکرد و همچنین سینتیک آنزیمی به عنوان کانالیزور و واکنش‌های درون سلولی و صنعتی
- بررسی چگونگی تنظیم فعالیت آنزیم‌ها در کنترل هدفمند و اقتصادی مراحل مختلف سوخت مواد غذایی بالاخص کربوهیدراتها و لیپیدها در حالات خوشی و ناخوشی بدن
- آشنایی با بحث‌های پیشرفته بیولوژی ملکولی
- آشنایی با نقش اصلی چاپرون‌ها از نظر دخالت در folding، انتقال، تجمع پروتئین و غیره و بررسی انواع چاپرون‌ها از نظر ساختار و عملکرد

طول دوره و شکل نظام

طول دوره دکتری بیوشیمی طبق آئین نامه آموزشی و پژوهشی دوره دکتری مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی حداکثر ۴ سال است و دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی است. لازم به ذکر است که بر حسب طولانی بودن امور پژوهشی رساله دانشجوی و بنا به تقاضای استاد راهنما ۳ نیمسال می‌تواند به حداکثر دوره تحصیل دانشجو افزوده گردد. در مرحله آموزشی، ۱۲ واحد درسی در شش درس دو واحدی ارائه می‌شود. این مجموعه ۱۲ واحدی بعلاوه ۲ واحد سمینار مجموعه دروس لازم مرحله آموزشی را تشکیل می‌دهد. این مرحله از تحصیل با گذراندن امتحان جامع که طبق آئین‌نامه انجام می‌گیرد به پایان می‌رسد. در مرحله پژوهشی، دانشجویانی که مرحله آموزشی را به اتمام رسانیده‌اند، بطور رسمی کار پژوهشی خود را آغاز می‌کنند. مرحله پژوهشی حداقل با



ارائه پذیرش یک مقاله کامل در یک مجله پژوهشی معتبر که دارای نمایه بین‌المللی باشد و تدوین رساله و دفاع از آن پایان می‌پذیرد. ارزش رساله ۲۲ واحد درسی است.

تبصره: دروس کمبود بر حسب سابقه شخص پذیرفته شده در رشته تحصیلی توسط کمیته تعیین پیش نیاز دانشکده مشخص می‌گردد.

تعداد و نوع واحدهای درسی

برای تکمیل دوره دکتری بیوشیمی، دانشجو میبایست حداقل ۳۶ واحد درسی و تحقیقاتی را به شرح ذیل با موفقیت بگذراند.

دروس اختیاری	۱۲ واحد
سمینار ۱ و ۲	۱+۱ واحد
رساله	۲۲ واحد

طبق مصوبات شورای گروه بیوشیمی و تحصیلات تکمیلی مرکز به علت گستردگی تحقیقات در آزمایشگاه‌های مختلف مرکز، دروس دوره دکترا با توجه به نوع تحقیقات استاد راهنما و علاقه دانشجو (مرتبط با تحقیقات آزمایشگاه) به دانشجویان ارائه می‌گردد. در نتیجه کلیه دروسی که بصورت اختیاری ارائه شده، اصلی تلقی می‌شوند و در اختیار و صلاحدید استاد راهنما می‌باشند.

شرایط پذیرش دانشجو

داوطلب ابتدا در آزمون وزارت علوم شرکت مینماید و در صورت احراز نمره قبولی جهت انجام مصاحبه تخصصی به دانشگاه معرفی می‌شود و پس از انجام مصاحبه تخصصی توسط کمیته داوران و اعلام نمره داوطلب به سازمان سنجش؛ مجموع نمرات مصاحبه و آزمون کتبی؛ نمره نهایی داوطلب می‌باشد. چنانچه داوطلب امتیاز لازم را کسب نموده باشد؛ از طرف سازمان سنجش به عنوان دانشجو به دانشگاه معرفی می‌گردد.



فصل دوم: جداول دروس



جدول شماره ۱- جدول دروس جبرانی رشته بیوشیمی در مقطع دکتری.

پیشنیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	آنزیمولوژی	۱
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	زیست شناسی مولکولی پیشرفته	۲
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	کنترل متابولیسم	۳
	۹۶	۰	۹۶	۶	۰	۶	جمع کل	



جدول شماره ۲- جدول دروس الزامی رشته بیوشیمی در مقطع دکتری

پیشنیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
	۱۶	۰	۱۶	۱	۰	۱	سمینار ۱	۱
	۱۶	۰	۱۶	۱	۰	۱	سمینار ۲	۲
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	جمع کل	



جدول شماره ۲ - لیست دروس اختیاری دوره دکتری بیوشیمی

هر دانشجوی دکتری رشته بیوشیمی مجاز به انتخاب حداقل ۱۲ واحد درسی در قالب ۶ درس مجموعاً از دروس مندرج در جدول ذیل و به تأیید استاد راهنمای خود می باشد. قابل ذکر است که حداکثر گرفتن دو درس اختیاری از خارج از گروه بیوشیمی و به تأیید استاد راهنما مجاز می باشد.

پیشنیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	ایمونوبیولوژی	۱
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	ایمونوشیمی	۲
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	بیوانفورماتیک ساختاری	۳
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	بیوشیمی سیستم عصبی	۴
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	بیوشیمی شبکه های شناختی	۵
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	بیوشیمی علائم سلولی	۶
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	بیوشیمی غشاء	۷
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	کروماتین و اپی ژنیک	۸
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	زیست شناسی سلول های بنیادی	۹
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	پروتئومیکس	۱۰
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	پروتئین ها در سلامت و بیماری	۱۱
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	تنظیم علائم سلولی	۱۲
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	چاپرون ها	۱۳
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	روشهای بیوشیمی	۱۴
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	روش های نو ترکیبی DNA	۱۵
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	زیست شناسی گلیکولیپوپروتئین ها	۱۶
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	زیست حسگرها	۱۷
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	زیست شیمی پپتیدها	۱۸
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	زیست شناسی سنتزی شیمیایی	۱۹
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	سینتیک آنزیم ها	۲۰
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	شیمی دارویی: مواد تأثیر گذار بر DNA	۲۱
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	شیمی معدنی زیستی	۲۲
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	طراحی مهارکنندگان آنزیمی	۲۳
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	بیوشیمی پیشرفته پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک	۲۴

ادامه جدول صفحه بعد



پیشنیاز	تعداد ساعات			تعداد واحد			نام درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری	جمع	عملی	نظری		
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	مباحثی در کریستالوگرافی ماکرومولکولی ۱	۲۵
مباحثی در کریستالوگرافی ماکرومولکولی ۱	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	مباحثی در کریستالوگرافی ماکرومولکولی ۲	۲۶
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	مدلسازی مولکولی	۲۷
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	سازوکار سلولی و مولکولی سرطان	۲۸
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	سازوکار عمل آنزیم ها	۲۹
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	مهندسی بافت	۳۰
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	میکروسکوپ الکترونی	۳۱
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	مباحث پیشرفته در بیوشیمی	۳۲
	۳۲	۰	۳۲	۲	۰	۲	روشهای مهندسی ژنتیک	۳۳



فصل سوم: سر فصل دروس



عنوان درس به فارسی: ایمونوبیولوژی

عنوان درس به انگلیسی: Immunobiology

تعداد واحد: ۲ واحد

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد O سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: بیان اصول بنیادین اجزا و مکانیسم های کارکرد سیستم ایمنی پاتاکید بر پاسخ های ایمنی انسان بر علیه عوامل عفونی است.

اهداف رفتاری:-

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر ایمونوبیولوژی
- ایمنی ذاتی
- هماتوبوئیس (خون سازی)
- آنتی ژن
- آنتی بادی و نحوه بلوغ سلول B
- مولکولهای سازگاری نسجی
- گیرنده سلول T و نحوه بلوغ سلول T
- گرفتن و عرضه آنتی ژن توسط سلولهای عرضه کننده آنتی ژن ها
- پاسخهای ایمنی با واسطه سلولی
- پاسخهای ایمنی با واسطه خونی
- تنظیم ایمنی
- بی پاسخی و خود ایمنی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
.	%۵۰	آزمون های نوشتاری %۵۰	.
		عملکردی	

فهرست منابع:

1. Janeway's Immunobiology, Edited by K. Murphy, P. Travers and Walport, 2012.
2. Immunology, Edited by Kuby, 2013

فهرست مطالعات : مقالات



عنوان درس به فارسی: ایمونوشیمی

عنوان درس به انگلیسی: Immunochemistry

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: شرح چگونگی تهیه آنتی ژن و آنتی بادی، تعیین خصوصیات آنتی بادی و کینتیک واکنش آنتی ژن - آنتی بادی و در ادامه اساس روشهای ایمینو اسی صحبت خواهد شد.

اهداف رفتاری: --

سرفصل درس:

- مقدمه در مورد سیستم ایمنی و دسته بندی اندازه گیری های ایمنی
- آنتی ژن و طرز اتصال پروتئین-پروتئین (هاپتن به کریر و یا آنزیم به آنتی بادی، فلوروکروم یا رادیواکتیو به آنتی بادی)
- آنتی بادی، طرز تهیه آنتی بادی پلی کلونال و مونوکلونال، نحوه جداسازی و خالص سازی آنتی بادیها و قطعه کردن آنتی بادی و جداسازی قطعات و روشهای جداسازی کمپلکس آنتی ژن آنتی بادی از آنتی ژن یا آنتی بادی آزاد
- واکنش و کینتیک آنتی ژن - آنتی بادی
- انواع روشهای اندازه گیری ایمنی در محیط مایع، ژل و یا با استفاده از آنتی بادی اتصال یافته
- (آگلوتیناسیون، رسوب، RIA، ELISA، PCR ELISA، ELISpot، Dot ELISA، Western blotting، کمیلولومینسانس)
- ایمنو هیستو کمیستری
- ایمنوسیتو کمیستری

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
۱۰٪	_____	۹۰٪ آزمون نوشتاری	_____
		عملکردی	

فهرست منابع:

1. Principles and practice of immunoassay, Edited by C.P. Price, D.J. Newman, 1997.
2. Immunochemical protocols, Edited by R.Brun, 2005.
3. Immunochemistry, Edited by D. M. Weir, 1986.

فهرست مطالعات: مقالات



نام درس: بیوانفورماتیک ساختاری

عنوان درس به انگلیسی: Structural Bioinformatics

تعداد واحد: ۲ واحد

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: ۲ واحد نظری

نوع درس: اختیاری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف: آشنایی دانشجویان با روش‌های تحلیل و پیشگویی ساختارهای زیست مولکول‌ها و پایگاه داده‌های مهم مرتبط با اطلاعات ساختاری

سرفصل:

- مقدمه تاریخی در مورد سیر تحول روش‌ها و مسائل مطرح در زمینه بیوانفورماتیک ساختاری
- سطح انرژی پتانسیل، روش‌های کمینه سازی انرژی یا بهینه سازی ساختارهای مولکولی
- مبانی ساختار پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک
- آشنایی با روش‌های تجربی تعیین ساختار زیست مولکول‌ها
- مروری بر مساله تاخوردگی پروتئین و مدل‌های مطرح در توصیف و تبیین این پدیده
- فرمت‌های مهم در بیان، ثبت و ذخیره سازی ساختارهای زیست مولکولی از جمله فرمت‌های PDB, mmCIF و XML
- پایگاه داده‌های مهم در ثبت و ذخیره سازی اطلاعات ساختاری پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک
- روش‌ها و الگوریتم‌های تحلیل ساختارهای زیست مولکولی از جمله مقایسه ساختار، سنجش شباهت ساختارها، برهم نهی ساختارها و طبقه بندی ساختارها
- روش‌های نسبت دهی و پیشگویی ساختارهای نوع دوم در پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک
- روش‌های نسبت دهی و پیشگویی دامنه‌های ساختاری پروتئین‌ها
- روش‌های تحلیل و پیشگویی برهمکنش پروتئین-پروتئین و پروتئین-لیگاند و شبکه‌های توصیف کننده آنها
- روش‌های پیشگویی ساختار پروتئین‌ها شامل روش‌های Fold recognition, homology modeling و روش‌های Ab initio
- رویکردهای دانش-بنیان و فیزیک-بنیان در طراحی توابع امتیازدهی و میدان‌های نیرو

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
۴۰	۳۰	آزمون‌های نوشتاری ۳۰	
		عملکردی	

فهرست منابع:

- 1- Structural Bioinformatics, Jenny Gu, Philip E. Bourne, John Wiley & Sons, 2011.
- 2- Computational Methods for Protein Structure Prediction and Modeling, Ying Xu, Dong Xu, Jie Liang, John Wooley, Springer, 2007.
- 3- Protein Structure Prediction, Daisuke Kihara, Springer (Humana Press), 2014.



عنوان درس به فارسی: بیوشیمی سیستم عصبی

عنوان درس به انگلیسی: Biochemistry of Neuronal System

تعداد واحد: ۲ واحد

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد ● سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس ارتقاء دانش و فهم دانشجویان در زمینه سلولهای نورون و گلیا، ساختار سلولی و ملکولی آن و همچنین تأثیر مکانیسمهای سیستم عصبی در رفتار موجودات
اهداف رفتاری:-
سرفصل درس:

- آناتومی مغز و اعصاب: سیستم لیمبیک-کورتکس- نخاع- اعصاب محیطی
- ساختار سلولی سیستم عصبی: ساختار سلولهای نرون و عملکرد آن - ساختار سلولهای گلیا و عملکرد آن
- عملکرد غشاءهای نرونی یا عمل action potential: تحریک الکتریکی غشاء Excitation- اتصال یون و عملکرد پمپهای سدیم پتاسیم
- سیناپس و عملکرد آن در نرونهای مختلف: نحوه اتصال مواد شیمیائی - مکانیسم اتصال دهنده استیل کولین و استیل کولین استراز
- مکانیسم اتصال دهنده کامکول آمینها، دوپامین، سراتونین ... - اتصال دهنده های اسید آمینه ای - پروستوگلااندین ها
- متابولیسم سلولهای عصبی: متابولیسم کربوهیدرات، متابولیسم اسیدهای آمینه، متابولیسم لیپیدهای مغز، متابولیسم پروتئین، نقش اتصال دهنده استروئیدها
- سیستم عصبی PNS: تشریح عصب و گیرنده های لامسه- تشریح عصب و گیرنده های بینایی، تشریح عصب و گیرنده های چشایی،
- تشریح عصب و گیرنده های شنوایی، تشریح عصب و گیرنده های بویایی، بیماریها یا معرفی شبکه های عصبی هوشمند Neural Network
- بیماریها: الزایمر- پارکینسون- MS- صرع سموم عصبی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۱۰	آزمون های نوشتاری ٪۸۰	
		عملکردی	

فهرست منابع

1. Dale Purves, George J, Augustine, Neuroscience, Sinauer Associate Inc, 2004.
2. Eric R. Kandel, Principal of Neural Science, 5th ed. Mac Grow Hill, 2013.

فهرست مطالعات: مقالات مروری



عنوان درس به فارسی: بیوشیمی شبکه‌های شناختی

عنوان درس به انگلیسی: Biochemistry of Cognitive Network

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد O سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: ارتقا سطح اطلاعات دانشجویان در برهم کنش معنی دار عوامل بیوشیمیایی مانند پروتئین‌ها، متابولیت‌ها و میدانهای حاصل از فعالیت آنها در ایجاد یک شبکه هوشمند در مغز.

اهداف رفتاری: -

سرفصل درس:

- آناتومی و مختصات اعضا درون مغز CNS: هیپوکمپوس، آمیگدالا، کورتکس و ساقه مغزی
- ارتباطات درون مغزی: سلولهای گلیا، سلولهای نورون - طرق ارتباطی: اکسون، دندریت، غشا
- عوامل ارتباط دهنده بیوشیمیایی: نوروترانسمیترها (استیل کولین، گلوتامات، گلايسين، گابا، دوپامين، سروتونين، ملاتونين و پپتیدها)
- عوامل نوروبروتکتیو: پپتیدهای کوتاه، انسولین - عوامل فیزیکی ارتباط دهنده: میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی
- رفتارهای ناشی از ارتباطات مغزی: رفتارهای عادی با نرمال، رفتارهای بیماری
- عوامل محیطی ارتباطات: بینایی، شنوایی، لامسه، بویایی، چشایی - معرفی شبکه‌های عصبی هوشمند Neural Network در مغز
- بیماریها: آلزایمر، پارکینسون، MS، صرع، سموم عصبی، اختلال در تنظیم متابولیسم: اسیدهای آمینه، لیپیدها، ویتامینها و نقش آنها در سلامت اعصاب

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
% ۵	% ۲۰	آزمون های نوشتاری % ۷۵	-
		عملکردی	

فهرست منابع:

- 1- Edmund T.Rolls and Alexandro Trevis, Neural Network and Brain Function, 4th ed. MTT Press, 2009.
- 2- Sangeetha Menon Brain, Self and Consciousness, Springer, 2014.



فهرست مطالعات: مقالات مروری مرتبط

عنوان درس به فارسی: بیوشیمی علائم سلولی

عنوان درس به انگلیسی: Cell Signaling Biochemistry

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: شرح خصوصیات ساختمانی و بیوشیمیایی علائم سلولی و تنظیمشان است. ابزارهایی که سلول در انتقال پیام استفاده می کند و به اساس تشکیلات پیام رسانی و اثر متقابل مسیرهای پیام رسانی بر هم خواهیم پرداخت.

اهداف رفتاری: -

سرفصل درس:

- مروری بر مکانیسم های علامت دهی سلولی
- پیام رسانی کی و کجا و چگونه انجام می شود
- اجزای مسیرهای پیام رسانی
- خصوصیات پروتئینها و کمپلکسهای پیامرسان
- انواع مدیفیکاسیون های پس از ترجمه ای و مکانیسم های اثر آن در انتقال پیام
- مسیرهای پیام رسانی داخل سلولی و میانکنش بین مسیرهای پیام رسانی
- تنظیم مسیرهای پیام رسانی
- سازماندهی فضایی و زمانی مسیرهای پیام رسانی
- گیرنده های درگیر در علامت دهی سلولی
- گیرنده های داخل سلولی (structure/function)
- گیرنده های سطح سلولی (structure/function)
- G-protein –coupled receptor
- Receptors with Tyrosine- specific protein kinase activity
- Receptor with Ser/Thr-specific protein kinases activity
- protein phosphataes
- Ligand gated ion channel receptor
- پیامبر های ثانویه
- cAMP
- Calcium
- Lipophilic
- Reactive Oxygen Species & Reactive Nitrogen Species
- علامت دهی و تنظیم مسیر مکانیستیک Tor در سنتز و تخریب پروتئین ها
- مروری بر متدهای استفاده شده در مطالعات علامت دهی سلولی



پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)
%۲۰	%۸۰ آزمون نوشتاری	_____	_____
	عملکردی		

1. Cell Signaling Biology, Edited by Michael J. Berridge 2014
2. Biochemistry of Signal Transduction and Regulation 5th Edition, Edited by G. Krauss 2014



عنوان درس : بیوشیمی غشاء

عنوان درس به انگلیسی: Membrane Biochemistry

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد ● سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: هدف از این درس عبارت است از آشنایی و درک بهتر دانشجویان از مهمترین و اساسی ترین سازمان بیولوژیکی یعنی غشاء سلول، ساختمانهای لیپیدی و پروتئینی غشاء، اعمال مختلف و ارتباطات داخلی و خارجی غشاءها. سرفصل درس:

- مقدمه، اعمال غشاء، خصوصیات مشترک غشاءها
- ساختمان لیپیدی غشاء
- رفتار فسفولیپیدها و گلیکولیپیدها در آب، حرکات فسفولیپیدها در غشاء، سیالیت غشاء
- پروتئینهای غشاء و چگونگی قرار گرفتن آنها در غشاء، حرکات پروتئینها در غشاء
- مطالعه پروتئین های غشاء با استفاده از دترژانت ها
- غشاء گلوبول قرمز و اتصال سیتواسکلتون غشاء
- سیتواسکلتون سلول
- بیوسنتز فسفولیپیدها و بیوسنتز پرتئین های غشاء
- انواع اتصالات سلولی و ارتباطات بین آنها
- انواع ترانسپورت در غشاءهای سلولی، کانال ها و پمپ های غشاء
- مکانیزم ملکولی انتقال وزیکولی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون های نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)
۵٪	۱۰٪	آزمون نوشتاری ۶۰٪ عملکردی	۲۵٪

فهرست منابع:

- 1- Harvey Lodish, et al., Molecular Cell Biology, 6th ed. Freeman Company, 2008.
- 2- Stillwell W., An Introduction to Biological membrane: From Bilayers to Rafts, Elsevier, 2013.



عنوان درس به فارسی: کروماتین و اپی ژنتیک
عنوان درس به انگلیسی: Chromatin and epigenetics

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد ● سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: شناخت ترکیبات ماده ژنتیکی اعم از سطوح ساختاری و عملکرد آن در رونویسی و همانندسازی
سرفصل درس:

- اجزاء تشکیل دهنده کروماتین
- ساختار پروتئین های هیستونی ، موتیف های اتصالی، واریان ها، شبه هیستون ها.
- میانکنش هیستون ها با DNA- ساختار کروماتین در سطوح مختلف تا تشکیل کروموزوم ، مدل های پیشنهادی.
- کروماتین فعال و غیر فعال، تفاوت ساختار و عملکرد. SiRNA, Polycombs, Noncoding RNA, HPS
- ساختار کروموزوم، سانترومر ، تلومر و...
- اپی ژنتیک : تعریف ، تغییرات شیمیائی هیستون ها : استیلاسیون، فسفریلاسیون ، متیلاسیون، یوبیکوئیتینیشن ، متیلاسیون DNA , miRNA, و....
- رونویسی و کروماتین -تغییرات اپی ژنتیک، Remodeling factors و سایر عوامل، مدل های پیشنهادی و کنترل آن.
- همانند سازی کروماتین: توزیع نوکلئوزومها ، نحوه عملکرد و عوامل موثر در این فرآیند.
- تجمع هیستون ها (Histone Assembly) هنگام همانند سازی و رونویسی. انتقال هیستون ها به هسته.
- تعمیر DNA و کروماتین.
- کروماتین ، سیگنالینگ و سرطان.
- سمینار و بحث مقالات

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه	ن
۱۰٪	۱۰٪	آزمون های نوشتاری ۷۰٪ عملکردی	۱۰٪	۲

فهرست منابع: اساسا از مقالات استفاده می شود.

1. Workman TL and Abmayr SM, Fundamentals of Chromatin, Springer, 2014.
2. Allis CD et al, Epigenetics , CSHL press Europe , 2015

عنوان درس به فارسی: زیست شناسی سلولهای بنیادی

عنوان درس به انگلیسی: Stem Cell Biology

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با زیست شناسی سلولهای بنیادی و کاربردهای آنها

اهداف رفتاری: -

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر مفاهیم و تعاریف اولیه سلول های بنیادی- تحقیقات مرتبط- تاریخچه
- سلولهای بنیادی جنینی - تکوینی جنینی، تولید و دستکاری سلولهای بنیادی جنینی
- سلول های بنیادی بالغ: ماهیچه اسکلتی- قلبی- کبدی- پانکراس- معده- روده ای- عصبی
- سلول های بنیادی پرده و مایع آمینوتیک- سلول های بنیادی خون بند ناف
- سلول های بنیادی پرتوان القایی- بازبرنامه ریزی سلولی
- مکاتسم های چرخه سلولی - خودنوزایی
- تیج سلول های بنیادی- ماتریکس خارج سلولی
- اپی ژنتیک، تمایز و پلاستیسیته سلولهای بنیادی
- سلولهای بنیادی سرطانی
- ملاحظات اخلاقی در تحقیقات سلول های بنیادی
- درمانهای بر پایه سلولهای بنیادی: پیوند سلولهای بنیادی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
۵٪	_____	۹۵٪ آزمون نوشتاری	_____
		عملکردی	

فهرست منابع:

1. Robert Lanza, et al. Essential of Stem Cell Biology, 2nd ed. James Thomson and Sir, 2009.



عنوان درس به فارسی: پروتئومیکس

عنوان درس به انگلیسی: Proteomics

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان با کاربرد اسپکترومترهای جرمی پیشرفته در تعیین ساختار و عملکرد پروتئین ها

اهداف رفتاری: --

سرفصل درس:

مقدمه: شامل تعاریف، تاریخچه و اهمیت پروتئومیکس و مقایسه آن با ژنومیک و ترنسکریپتومیک و عوامل موثر بر تنوع پروتئوم

بخش اول: پروتئومیکس وابسته به طیف سنج جرمی

- مراحل انجام پروژه های پروتئومیکس
 - الکتروفورز دو بعدی - بعد اول: ایزوالکتریک فوکوسینگ - بعد دوم: SDS-PAGE
 - روشهای رنگ آمیزی پروتئین ها در پروتئومیکس
 - ژل الکتروفورز تفاضلی
 - آنالیز تصاویر زلهای دو بعدی
 - هضم پروتئینهای داخل ژل و جداسازی پپتیدها
 - آشنایی با اسپکترومترهای جرمی مورد استفاده در پروتئومیکس: MALDI-TOF، ESI-MS، ESI-Tandem mass
 - روشهای جداسازی پپتیدها و پروتئین ها با استفاده از HPLC در مطالعات پروتئومیکس
 - کروماتوگرافی چند بعدی MudPIT
 - شناسایی پروتئینها: Peptide Mass Fingerprinting - تعیین سکانس پپتیدها با استفاده از اسپکترومترهای جرمی متوالی (Tandem MS)
 - مطالعه تغییرات فرا ترجمه ای پروتئینها با استفاده از اسپکترومتر جرمی
 - اسپکترومتر جرمی یافتها
 - اسپکترومتر جرمی SELDI
 - روش (ICAT) و کاربرد آن در پروتئومیکس عملکردی و پروتئومیکس آنالیتیک
- بخش دوم: پروتئومیکس مستقل از طیف سنج جرمی
- استفاده از کروماتوگرافی تمایلی (Affinity) در یافتن میانکنشهای جدید پروتئین ها
 - Yeast-Two-Hybrid system
 - Phage Display Technology
 - ریز آرایه های DNA (DNA microarray)
 - ریز آرایه های پروتئینی و پپتیدی
 - Self-Assembling Protein Microarrays



پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)
_____	۷۰٪ آزمون نوشتاری	_____	۳۰٪
	عملکردی		

1. Introduction to proteomics by D. Libler, (2002)
2. Principals of proteomics (R. Twyman), (2013)
3. Methods in protein biochemistry H. Tschesche (2012)
4. Current protocols in protein science G. P. Taylor (2016)
5. Protein-Protein Interactions: A Molecular Cloning Manual, Second Edition by E. Golemis and P. D. Adams (2005)



عنوان درس به فارسی: پروتئین ها در سلامت و بیماری

عنوان درس به انگلیسی: Proteins in Health and Disease

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: ۲ واحد نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنائی با ساختار و عملکرد پروتئین هائی که در سلامت و بیماری نقش دارند. همچنین شناخت و استفاده از سایتها و نرم افزارهای مفیدی که برای بررسی و تحلیل توالی و ساختار و عملکرد پروتئین ها می باشند. اهداف رفتاری: -

سرفصل درس:

- مقدمه ای در مورد آمینو اسیدها و اهمیت اثرات پس از ترجمه بر روی پروتئین ها
- ساختار چهارم تا: از ساختار اولیه ساختار پروتئین ها
- عملکرد پروتئین ها: پروتئینهای مختلف با عملکردهای مختلف
- نگاهی به ساختار و عملکرد پروتئین ها در:
- تغذیه و سلامت
- امراض انسانی از طریق باکتری *Shigella flexneri*
- امراض انسانی از طریق باکتری *Listeria monocytogenes*
- امراض گیاهی از طریق باکتری *Bacillus subtilis*
- بیوسنتز ویتامین B₁₂
- رگسازی و عصب سازی
- مبانی تکنیک کریستالوگرافی ماکرومولکولی برای بدست آوردن ساختار پروتئین ها
- سایتها و نرم افزارهای مورد استفاده برای بررسی و تحلیل توالی و ساختار و عملکرد پروتئین ها
- (
- NCBI, Expsy and EBI
- بانک اطلاعاتی پروتئین و نرم افزارهای تحلیل ساختار (Protein Data Bank and Pymol)
- روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون های نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)
۵٪	-	آزمون های نوشتاری ۸۰٪ عملکردی	۱۵٪

فهرست منابع:

1. Arthur M. Lesk, Introduction to Protein Science, Architecture, Function and Genomics 2nd ed. Oxford University Press, 2010.

فهرست مطالعات: مقالات مروری مرتبط با مطالب بالا (به انتخاب مدرس) از مجلات معتبر

عنوان درس به فارسی: تنظیم علائم سلولی

عنوان درس به انگلیسی: Regulation of signal transduction pathways (in health and diseases)

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: ۲ واحد نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: سرفصل مورد تأکید کلاس، ضمن تأمین بنیه علمی گسترده در زمینه چگونگی مکاتبات سلولی تحت شرایط طبیعی و غیرطبیعی فیزیولوژیکال، راه حل های موثر و مدرن تشخیص و مقابله با بیماریها را به دانش پژوهان بصورت کاربردی می آموزد.

اهداف رفتاری: -

سرفصل درس:

- مقدمه: چگونگی انتقال پیام بین سلولها

- علائم سلولی خوب و بد

- مروری بر تنوع مرگ در سلولها

- عملکرد هدایت گره های علائم سلولی در شرایط فیزیولوژیکی نرمال و غیرنرمال

- حصر مقاومت های دارویی با اتکاء بر مسیرهای سیگنالینگ مطرح در بقاء و مرگ سلولی

- ابداع روش های نوین درمانی موثر علیه سرطان با اتکاء به ساختار و عملکرد آپتوزوم

- تغییر عملکرد لیزوزیم در شرایط غیرفیزیولوژیکی با هدف دستیابی به روش های نوین درمانی ✓



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون های نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)
۵٪	-	آزمون های نوشتاری ۸۰٪ عملکردی	۱۵٪

فهرست منابع:

1. K.M. Debatin, S. Fulda, Apoptosis and cancer therapy, wiley-VCH, vol 1, 2006.
2. Francesco. Ceconi, Marcello D'Amelio, Apoptosome: and up-and-coming therapeutical tool, Springer, 2010.

فهرست مطالعات: مقالات مروری مرتبط با مطالب بالا (به انتخاب مدرس) از مجلات معتبر

عنوان درس به فارسی: چاپرون ها
عنوان درس به انگلیسی: Chaperones

تعداد واحد: ۲ واحد

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد ● سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: آشنایی با نقش اصلی چاپرون‌ها از نظر ساختار، دخالت در folding، انتقال، تجمع (Assembly) پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک.

سرفصل درس:

- تعریف و مقدمه‌ای بر سنتز پروتئین‌ها و Quality control.
- سازوکارهای تاخوردگی پروتئین‌ها.
- انواع (طبقه بندی) و تعریف خصوصیات چاپرون‌ها در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها.
- پروتئین‌های شوک حرارتی- انواع، ساختار، سازوکار عمل در Folding پروتئین‌ها.
- چاپرون‌های کوچک (Co- chaperones) و نقش آنها.
- چاپرون‌های سیتوسولی (غیر از موارد فوق) و خارج سلولی.
- چاپرون‌های ER و تا خوردگی گلیکو پروتئین‌ها Calnexin و....
- نقش چاپرون‌ها در تجمع و انتقال پروتئین‌ها، چاپرون‌های هسته‌ای
- چاپرون‌های اسیدهای نوکلئیک
- نقش چاپرون‌ها در بیماری‌ها، مرگ برنامه ریزی شده سلول، Signal transduction و غیره
- کاتالیزست‌های Folding مانند PDI, PPI
- چاپرون‌های شیمیایی و Pharmacochaperones



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
%۱۰		آزمون‌های نوشتاری %۸۰	%۱۰
		عملکردی	

فهرست منابع: اکثراً از مقالات استفاده می‌شود.

1. Jackson S, Molecular Chaperones, Springer 2013.
2. Macario AJL, et al., The chaperonopathies, Springer, 2013.

عنوان درس به فارسی: روشهای بیوشیمی
 عنوان درس به انگلیسی: Methods in Biochemistry

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اصلی

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ⊗ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان به روشهای رایج و سنتی بیوشیمی جهت تخلیص و بررسی برخی از خواص شیمیایی مواد از منابع بیولوژیکی.

اهداف رفتاری: —

سرفصل درس:

- روشهای مختلف استخراج ماکرومولکولها و متابولیتها از منابع طبیعی (میکروبها، بافتهای گیاهی و جانوری)؛ ساخت محلولها و بافرها؛ استخراج اولیه مواد از عصاره خام توسط توزیع بین فاز آبی/آلی، رسوب دهی نمکی، رسوب دهی توسط حلالهای آلی، تغلیظ، جداسازی توسط فیلتراسیون و سانتریفیوژ
- خالص سازی مواد استخراجی: فنون مختلف کروماتوگرافی (تعویض یونی، ژل فیلتراسیون، کروماتوگرافی جذبی، کروماتوگرافی صفحات نازک، HPLC و GC، الکتروفورز)
- شناسایی مواد خالص شده با کاربرد فنون اسپکتروسکوپی: UV/Vis, IR, CD, فلورسانس, DLS
- PCR, فلوسایتومتری
- رادیو ایزوتوپها و کاربرد آنها در آزمایشهای زیستی
- NMR
- بلورسازی XRay



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
۱۰٪	_____	۹۰٪ آزمون نوشتاری	_____
		عملکردی	

فهرست منابع:

1. R. Katoch, Analytical Techniques in Biochemistry and Molecular Biology, Springer-verlag, 2011.
2. Joseph R. Lakowicz, Principles of Fluorescence Spectrometry, Springer, 2006.

عنوان درس به فارسی: روشهای نو ترکیبی DNA

عنوان درس به انگلیسی: Recombinant DNA methods

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان به روشهای جدید بیولوژی مولکولی در ارتباط با تخلیص، ایجاد تغییرات، و قرار دادن DNA در حاملین مختلف جهت انتقال به یاخته ها و بیان DNA های هدف.
اهداف رفتاری: —

سرفصل درس:

- روشهای مختلف جداسازی DNA حاوی قطعات مورد نظر نو ترکیبی، تکنیک Southern Blot و تکنیک PCR
- حاملین (Vectors) (تعریف، روشهای جداسازی و نگهداری، پلاسمیدها، ویروس لامبدا، Cosmids، فازهای یک رشته ای، ویروسهای جانوری و گیاهی)
- آنزیم های مورد استفاده، آنزیمهای محدود کننده، سایر آنزیم ها
- تهیه دستواره ها (Probes) و کاربرد آنها
- جداسازی mRNA، ساختن cDNA و تکنیک های Northern Blot، Western blot، و Microarray
- اتصال DNA به حامل
- ورود حاملین به یاخته های میزبان
- ورود حاملین به یاخته های میزبان
- روشهای شناسایی یاخته های نو ترکیب (R-Mapping, PCR)
- روشهای بیان ژن های خارجی در میزبانهای مختلف غیر از باکتری E.coli
- ورود و بیان ژنهای خارجی در میزبان یوکاریوتی (مخمر و غیره)
- ورود و بیان ژنهای خارجی در یاخته های گیاهی، چند مثال از استفاده از روشهای فوق، نگاهی به آینده روش ارزیابی:



پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
_____	۹۰٪ آزمون نوشتاری	_____	۱۰٪
	عملکردی		

فهرست منابع:

1. Karl Drlica, Understanding DNA and Gene Cloning: A Guide for the Curious, 4th Ed, Wiley and sons, 2006.
2. Dominic W. S. Wong, the ABCs of Gene Cloning, 2nd ed., Springer, 2006.

عنوان درس به فارسی: زیست شناسی گلیکولیپوپروتئین ها

عنوان درس به انگلیسی: Glycolipobiology

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ⊗ سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی به ساختار و اهمیت گلیکوپروتئین ها و پروتئولیپیدها در زیست شناسی و کاربرد های عمده زیست شناسی گلیکان ها و لیپوپروتئین ها

اهداف رفتاری: -

سرفصل درس:

- مقدمه: نقش زیستی گلیکان

- تنوع و وجه مشترک ساختاری گلیکوپروتئین ها و گلیکولیپیدها

- جایگاه (های) سلولی گلیکوزیلازیسیون پروتئین ها در شرایط مختلف فیزیولوژیکی

- آنزیم های درگیر در گلیکوزیلازیسیون پروتئین ها

- پروتئین های تشخیص دهنده گلیکان ها، دسته بندی و اصول تشخیصی آنها

- مدرن ترین روش های رایج آنالیز ساختاری گلیکوپروتئین ها و گلیکولیپیدها

- درگیری گلیکان ها در بیماریهای عفونی باکتریایی، ویروسی و برخی دیگر از بیماریهای انسانی بویژه سرطان و متاستاز

- جایگاه گلیکان ها در صنایع دارویی

- جایگاه بیوتکنولوژی در تولید گلیکان ها

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)
۲۰٪	_____	آزمون نوشتاری ۸۰٪ عملکردی	_____

فهرست منابع:

1. Susan A. Brooks et al. , Functional and molecular Glycobiology, Bios scientific publishers, 2002.
2. Ajit Varki, et al. , Essential of Glycobiology, 2nd Ed, Cold Spring Harbor, 2009.

فهرست مطالعات: مقالات به روز مرتبط.

عنوان درس به فارسی: زیست حسگرها

عنوان درس به انگلیسی: Biosensores

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: هدف این درس آشنا نمودن دانشجویان با مبانی احساس شیمیایی در موجودات زنده و نحوه مشابه سازی آن است به گونه ایکه منجر به ساخت زیست حسگر شود. آشنایی با انواع مبدل های فیزیکی که بتوانند عملکرد اختصاصی گیرنده های زیستی را به سیگنال الکتریکی قابل اندازه گیری تبدیل کنند و همچنین یادگیری فنون ساخت و کاربرد های زیست حسگرها در زمینه های مختلف از جمله در تشخیص های پزشکی، آنالیز نمونه های صنعتی، اتوماسیون فرآیندها، کنترل های زیست محیطی و کاربردهای نظامی از دیگر اهداف این درس است.

سرفصل درس:

فصل اول: کلیات: ۱ - تعریف، اساس کار و دسته بندی، ۲ - احساس شیمیایی - انتقال پیام شیمیایی در موجودات زنده، ۳ - طراحی زیست حسگرها به تقلید از موجودات زنده

فصل دوم: عناصر بیولوژیکی: ۱ - آنزیم ها، آنتی بادی ها، اسیدهای نوکلئیک و گیرنده ها، ۲ - بافت های گیاهی یا جانوری، ریز اندامگان، اجزاء سلولی (میتوکندری)

فصل سوم: تثبیت اجزاء بیولوژیکی (فنون ساخت زیست حسگرها: ۱ - روش های فیزیکی جذب، سینتیک جذب (ایزوترم لانگمیر)، ریزپوشینه سازی، محبوس سازی، ۲ - روش های شیمیایی - پیوندهای عرضی - پیوندهای کوالانسی - انواع بسترهای مناسب برای تثبیت شیمیایی - گروه های عاملی آزاد آنزیم ها - واکنش های شیمیایی - تثبیت مواد بیولوژیکی، ۳ - روش های اصلاح الکترودها - الکترودهای غیر کربنی - پلیمر الکترودها، الکترودهای یکپار مصرف

فصل چهارم: مبدل های فیزیکی: ۱ - مبدل های الکتروشیمیایی، الف - روش های پتانسیومتری - اساس کار - الکترودهای مرجع - معادله نرنست - الکترودهای یون گزین (غشاء شیشه، غشاء حالت جامد، غشاء حساس به گاز)، ب - روش های ولتامتری - ولتامتری روبش خطی، ولتامتری چرخه ای و آمپرومتری، ج - روش های رسانایی - اساس رسانایی در محلول ها و واکنش های بیولوژیک، د - ترانزیستورهای اثر میدان - ENFET, ISFET, CHEMFET، ۲ - مبدل های نوری: الف - عوامل جذب و نشر در برهم کنش های آنزیمی، ب - روش های اسپکتروسکوپی، جذب ماورای بنفش و مرئی، نشر فلورسانس و بیولومینسانس، ج - تارهای نوری، اصول کار و طرز ساخت Fiber optic biosensors، د - تشدید پلاسمون سطح (SPR)، ۳ - مبدل های پیزوالکتریک - EQCM, QCM، مبدل های SAW, BAW، ۴ - مبدل های حرارتی - ترمیستور و زیست حسگرهای حرارتی

فصل پنجم: عوامل مؤثر بر عملکرد زیست حسگرها: ۱ - گزینش - منشأ گزینش در مولکول های زیستی، ۲ - گستره خطی - حد آشکارسازی، تعیین غلظت نمونه مجهول، ۳ - تکرارپذیری و قابلیت اعتماد، ۴ - زمان پاسخ و عوامل مؤثر بر سرعت عمل زیست حسگر، ۵ - طول عمر - پایداری در طول عملیات، پایداری در زمان نگهداری

فصل ششم - کاربردها: ۱ - کاربرد زیست حسگرها در شرایط In vivo - پانکراس مصنوعی، ۲ - کاربردهای تشخیص پزشکی، ۳ - آنالیزهای صنعتی، اتوماسیون فرآیندها، ۴ - کنترل های زیست محیطی، ۵ - کاربردهای نظامی



روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	آزمون های نوشتاری ٪۶۰	سمینار در کلاس
		عملکردی	

فهرست منابع:

۱. دیباچه‌ای بر زیست‌حسگرها - ترجمه هدایت‌اله قورچیان - انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۸۰
2. J. Cooper, T. Cass, Biosensors, Oxford University Press, 2004.
3. Jeong-Yeol Yoon, Introduction to Biosensors: From Electric Circuits to Immunosensors, Springer, 2016.



عنوان درس به فارسی: زیست شیمی پپتیدها

عنوان درس به انگلیسی: Chemical Biology of Peptides

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: آموزش مباحث بنیادین و کاربردی در علوم پپتید و شبه پپتیدها

اهداف رفتاری: --

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر ساختار و عملکرد پپتیدها
- سنتز ترکیبی پپتیدها
- تعیین توالی پپتیدها با استفاده از طیف سنجی جرمی
- مقدمه ای بر شیمی کلیک و کاربردهای آن در زیست شناسی
- ساختار و عملکرد گلیکوپپتیدها، لیپو پپتیدها و پگلیوپپتیدها
- شبه پپتیدها: مقدمه، ساختار و عملکرد
- تاب پارهای (فولدامرهای) پپتیدی



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
_____	آزمون نوشتاری ۹۰٪	_____	۱۰٪
	عملکردی		

فهرست منابع:

1. Andrew B. Hughes, Amino Acids, Peptides and Proteins in Organic Chemistry, Volume 1-5, Wiley- VCH Press, 2009-2012.

عنوان درس به فارسی: زیست شناسی سنتزی شیمیایی
عنوان درس به انگلیسی: Chemical Synthetic Biology

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با ملزومات زیست شیمیایی اولیه و کلیدی در طراحی و ساخت اجزا و سیستمهای طبیعی و جدید سنتز شده در آزمایشگاه حاوی حداقل شرایط حیات بر پایه مطالعات بیوشیمیایی و بیوفیزیکی
اهداف رفتاری: —

سرفصل درس:

- بررسی شیمی آغازین و علل هموکایرالیتهی در ماکرومولکول های زیستی
- مطالعه خودسامانی (self-assembly) و خود جایگزین گری (self-replication) در سیستم های زیستی
- مدل های زیست بر پایه وزیکول های
- طراحی و ساخت ریبونوکلئیک اسیدها و پروتئین ها با زیر واحدهای غیر طبیعی
- طراحی و مطالعه مسیرهای منتج به سیستم های با حداقل شرایط حیات
- موازین اخلاقی در سنتز زیست شناسی سنتزی شیمیایی



روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)
۱۰%	—	آزمون نوشتاری ۷۰%	۲۰%
		عملکردی	

فهرست منابع:

1. Pier L. Luisi and Cristiano Chiarabelli, Chemical Synthetic Biology, Wiley-VCH Press, 2011.

عنوان درس به فارسی: سینتیک آنزیمها

عنوان درس به انگلیسی: Enzyme Kinetics

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: بیوشیمی فیزیک مقدماتی

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد O سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس:

- آشنا کردن دانشجویان با سینتیک واکنش های آنزیمی ساده و پیچیده
- کاربرد تئوری های سینتیک آنزیمی در مطالعه پیوند یون یا مولکول کوچک به آنزیم و بررسی تأثیر این پیوند در فعالیت کاتالیزور حیاتی آنزیم
- طراحی مهارکننده ها و فعال کننده های آنزیمی

سرفصل درس:

فصل اول: سینتیک ساده واکنشهای آنزیمی

- سینتیک واکنشهای آنزیمی با یک جایگاه فعال

- روش تعادل سریع و حالت یکنواخت

- سرعت اولیه و معادله میکانلیس - منتن

- محدودیتهای معادله میکانلیس - منتن

- سنجشهای آنزیمی

- روشهای نموداری تعیین ثابتهای سینتیک آنزیم

- روش دیکسون در تعیین ثابتهای سینتیک آنزیم

- ثابتهای میکانلیس برای سوبسترا و محصول و سرعت کلی واکنش

- آنزیمهای دو شکلی (فعال و غیرفعال)

فصل دوم: سینتیک واکنشهای آنزیمی با چندین جایگاه فعال

- سینتیک واکنشهای آنزیمی با چندین جایگاه فعال یکسان و غیرمتعاون

- سینتیک واکنشهای آنزیمی با چندین جایگاه فعال یکسان و متعاون: معادله هیل

- سینتیک واکنشهای آنزیمی با دو سوبسترا (مکانیسم تصادفی و مکانیسم ترتیبی)

- سینتیک واکنشهای آنزیمی با دو سوبسترا (مکانیسم پینگ پنگ)

فصل سوم: سینتیک واکنشهای مهار آنزیمی

- مهارکننده های برگشت پذیر و برگشت ناپذیر

- مهارکننده های جزئی و کلی

- مهارکننده های رقابتی، غیررقابتی، ضدرقابتی و مختلط

- تئوری عمومی مهارکنندگی

- درجه مهار و فعالیت آنزیم

- مهار آنزیم با سوبسترا و محصول واکنش آنزیمی



- رقابت دو مهارکننده مختلف با سوستر
- مهار آنزیم از طریق چند جایگاه متفاوت
- کاربرد کالریمتری تیتراسیونی همدم در مطالعات مهار آنزیمی
- فصل چهارم: سینتیک واکنشهای آنزیمی با فعال کننده
- فعال کننده های ضروری و غیرضروری آنزیمی
- فعال کننده های سوستر
- رقابت مهارکننده و فعال کننده با یکدیگر در واکنشهای آنزیمی
- تئوری عمومی مهار کنندگی و فعال کنندگی آنزیم
- فصل پنجم: اثرات دما و میزان اسیدیته بر سینتیک واکنشهای آنزیمی
- نقش دما در فعالیت آنزیم
- اثرزی فعال کنندگی و معادله آرنیوس
- اثر بافر و میزان اسیدیته (pH) محیط بر فعالیت آنزیم
- سینتیک غیرفعال شدن آنزیم تحت تأثیر pH
- نمودارهای لگاریتمی دیکسون - وب
- تأثیر pH بر گروههای اسید و بازی مؤثر در فعالیت آنزیم
- مهار واکنش آنزیمی با تغییر pH

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
_____	✓ آزمون های نوشتاری ٪۹۰	_____	٪۱۰
	عملکردی		

فهرست منابع:

1. Enzyme Kinetics, I. H. Segel, John Wiley & Sons, New York, 1993.
2. Enzyme Kinetics: Principles and Methods, H. Bisswanger (Translated by L. Bubenheim), Wiley, Weinheim: Germany, 2002.
3. Enzyme Kinetics, V. Leskovac, Plenum Pub., New York, 2003.
4. Enzymes & Their Inhibitory: Drug Development, H. J. Smith and C. Simons, CRC Press, Boca Raton, 2005.

۵) سینتیک آنزیمی، علی اکبر صبوری و علی اکبر موسوی موحدی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۵

۶) مقالات بین المللی با موضوع سینتیک و مهار فعالیت آنزیمی منتشر شده در ده سال اخیر



عنوان درس به فارسی: شیمی دارویی: مواد تأثیر گذار بر DNA

عنوان درس به انگلیسی: Medicinal Chemistry: DNA Targeting Drugs

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: بیان روند تکاملی استراتژی های بکاررفته در طراحی داروهای مدرن علیه نوکلئیک اسیدها

اهداف رفتاری: —

سرفصل درس:

مقدمه: بررسی روند تکاملی طراحی و ارزیابی داروهای موثر بر نوکلئیک اسیدها

- بررسی روش های رایج مطالعه مکاتبات دارو با نوکلئیک اسیدها

- بررسی داروهای intercalating و تأثیرات "ضد رشدی" آنها

- بررسی استراتژی های جدید تولید دارو از خانواده mustard ها.

- بررسی و مطالعه دارو از خانواده cross-linker ها به عنوان عوامل ضدسرطان

- بررسی طرز کار آنتی بیوتیک های ضدنوکلئیک اسیدها از خانواده enediyene ها.

- بررسی و مطالعه روند تکاملی داروهای هوشمند ضد نوکلئیک اسیدها با توانایی برش (ها) در DNA

- استراتژیهای مدرن تولید آنزیم های مصنوعی جهت مقابله با تکثیر نوکلئیک اسیدها

- بررسی استراتژی های مدرن تولید فاکتورهای رونویسی مصنوعی جهت مقابله با تکثیر نوکلئیک اسیدها.

- مروری بر روش های مدرن متکی به si RNA و Micro RNA ها (Mirs)

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
٪۱۰	_____	آزمون نوشتاری ٪۹۰	_____
		عملکردی	

فهرست منابع:

1. Robert E. Smith, Medicinal Chemistry-Fusion of Traditional and Western Medicine: pp 452-468, 2nd Ed, Betham Science, 2014.
2. David Klussmann, The aptamer Handbook: Functional Oligonucleotides and their Applications, Wiley-VCH, 2006 .

فهرست مطالعات: مقالات به روز از مجلات J. of Nucleic acids , Medicinal Chemistry Therapeutics و PNAS



عنوان درس به فارسی: شیمی معدنی زیستی
عنوان درس به انگلیسی: Bioinorganic Chemistry

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: ۲ واحد نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آموزش اصول بنیادی در شیمی معدنی زیستی و مطالعه ساختار و عملکرد متالوپروتئین ها، فلزتاب پارها (metallofoldamer) و بررسی نقش فلزات در سلامت و بیماری

اهداف رفتاری: —

سرفصل درس:

- مقدمه ای بر شیمی معدنی
- شیمی متالوپروتئین ها (شیمی پروتئین فلزها)
- فلزتاب پارها
- کوئوردیناسیون یونهای فلزی
- فلزات در سلامت و بیماری

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
_____	آزمون نوشتاری ۹۰٪	_____	۱۰٪
	عملکردی		

فهرست منابع:

1. Gerard Jaouen, Bioorganometallics, John Wiley Press, 2006.
2. Games C. Dabrowiak, Metals in Medicine, John Wiley Press, 2013.



عنوان درس به فارسی: طراحی مهارکنندگان آنزیمی

عنوان درس به انگلیسی: Design of Enzyme Inhibitors

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان به اصول استراتژیهای رایج در طراحی مهارکنندگان آنزیمی بویژه از دیدگاه کاربرد در صنایع

دارویی، پزشکی و کشاورزی

اهداف رفتاری: —

سرفصل درس:

- مقدمه: مروری بر اهمیت طراحی مهارکنندگان آنزیمی در صنایع مختلف
- استراتژیهای موجود طراحی مهارکنندگان آنزیمی و تقسیم بندی آنها
- طراحی شبه سوبستراها (Affinity reagents) بعنوان مهارکنندگان آنزیمی
- طراحی شبه سوبستراهای فعال شیمیایی و حساس به فوتون بعنوان مهارکنندگان برگشت ناپذیر آنزیمها
- طراحی شبه سوبستراهای ترکیبی (Multisubstrate analogus)
- طراحی مهارکنندگان شبه حالت (لات) گذار (Transition state analogue)
- طراحی مهارکنندگان آنزیمی بر مبنای مکاتیسیم عمل آنزیم ها: تنوع و کارائی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
۲۰٪	—	آزمون نوشتاری ۸۰٪	—
		عملکردی	

فهرست منابع:

1. Hsiu-Chung Yang, et al. Enzyme Technologies: Pluripotent Players in Discovering Therapeutic Agents. John Wiley and Sons, 2014.
2. Robert A. Copeland, Evaluation of Enzyme Inhibitors in Drug-Discovery: A guide for Medicinal Chemists and Pharmacologists, 2nd ed. John Wiley and Sons Inc 2013.

فهرست مطالعات: مقالات به روز ترجیحاً از ژورنال Medicinal Chemistry



عنوان درس به فارسی: بیوشیمی پیشرفته پروتئینها و اسیدهای نوکلئیک

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Biochemistry of Proteins and Nucleic acids

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد O سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: مطالعه تغییرات شیمیایی پروتئینها از طریق اتصال ملکولهای کوچک و ماکرومولکولها و میانکنش پروتئینها با اسیدهای نوکلئیک

سرفصل درس

- مقدمه ای بر ساختار پروتئینها و اسیدهای نوکلئیک - موتیف های اتصال.
- تغییر پروتئینها از طریق اتصال ملکولهای کوچک: متیل استیل، متیل فسفات و غیره.
- تغییر پروتئینها: Glycosylation, ADP Ribosylation, Acylation, Ubiquitination, موتیف های اتصال، ساختار و عملکرد.
- میانکنش پروتئینها با DNA.
- موتیف های اتصال پروتئینهای ساختاری به DNA, SPKK, HMG-Box,
- موتیف های اتصال و پروتئین های تنظیمی Helix-Turn-Helix, Leu-zipper, Zinc finger, HLH و سایر موتیف ها.
- میانکنش پروتئینها با RNA - موتیف های اتصال RRM, KH,
- سمینار دانشجویی و بررسی مقالات

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۲۰٪		آزمون های نوشتاری ۸۰٪ عملکردی	-

فهرست منابع:

1. Branden & Tooze (latest edition) Introduction to protein structure, Garland Pub.
2. Walsh CT (2006) Post translation modification of proteins, RC Pub.
3. Rice PA, Correl CC (2008) Protein-Nucleic acid interactions, Structural biology, RSC Pub.



فهرست مطالعات: مقالات

عنوان درس به فارسی: مباحثی در کریستالگرافی ماکرومولکولی ۱

عنوان درس به انگلیسی: Macromolecular X-ray Crystallography 1

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: مقدمه ای برای آشنائی با تکنیک کریستالگرافی ماکرومولکولی و مراحل لازم برای بدست آوردن ساختار سه بعدی پروتئینی از شروع یعنی بیان و خالص سازی پروتئین ها تا پایان یعنی وارد نمودن ساختار پروتئینی در بانک اطلاعاتی پروتئین.

اهداف رفتاری: -

سرفصل درس:

- مقدمه ای در مورد تکنیک کریستالگرافی ماکرومولکولی
- بیان و خالص سازی پروتئین ها برای کریستالگرافی
- روش های مختلف کریستال کردن پروتئین ها
- آماده سازی کریستالهای پروتئینی برای کریستالگرافی
- منابع و اشکار سازها برای جمع آوری اطلاعات
- تفرق و تقارن در کریستالگرافی ماکرومولکولی (diffraction and symmetry)
- جمع آوری و پردازش اطلاعات
- مقدمه ای در مورد phasing and the phase problem
- آشنائی با نرم افزارهای لازم برای جمع آوری و بررسی و پالایش اطلاعات بدست آمده:
- Scala, Phaser, Molrep, Refmac5 and Coot
- تائید و ارائه ساختار پروتئینی در بانک اطلاعاتی پروتئین (Protein Data Bank)

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
-	آزمون های نوشتاری ۹۰٪		۵٪
	عملکردی		

فهرست منابع:

1. David Blow, Outline of Crystallography for Biologists, Oxford University Press, First Published, 2002 reprinted 2010.
2. Gale Rhodes, Crystallography Made Crystal Clear, 3rd ed. Academic Press, 2006.



عنوان درس به فارسی: مباحثی در کریستالگرافی ماکرومولکولی ۲
عنوان درس به انگلیسی: Macromolecular X-ray Crystallography 2

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مباحثی در کریستالگرافی ماکرومولکی ۱

آموزش تکمیلی عملی: دارد ندارد سفر علمی کارگاه آزمایشگاه سمینار

اهداف کلی درس: محتوای این درس، که تکمیل کننده مباحث کریستالگرافی ماکرومولکولی ۱ با جزئیات بیشتر می باشد، زمینه توانمندی دانشجویان برای امور عملی کریستالگرافی را فراهم می نماید.

اهداف رفتاری: -

سرفصل درس:

- مروری از درس "مباحثی در کریستالگرافی ماکرومولکولی ۱"
- پراش اشعه ایکس توسط بلور پروتئینی و آشنایی با برنامه Mosflm
- سپس بررسی اطلاعات از طریق برنامه های Scala, Pointless, Mathews
- روشهای بدست آوردن ساختار پروتئینی MR, IR, MIR
- مثالی از روشهای بدست آوردن ساختار پروتئینی و روش کاربردی آن با استفاده از برنامه های Phaser و Molrep
- نقشه چگالی الکترونی و روشهای بررسی و تائید درست یا غلط بودن آن از طریق برنامه Coot
- پالایش ساختاری با استفاده از برنامه CCP4 Refmac
- دقت مدل نهائی از طریق Ramachandran plot
- ساختار نهائی در بانک اطلاعات پروتئین Deposition
- بررسی ساختار نهائی با استفاده از برنامه Pymol

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون های نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)
۵٪	۵٪	آزمون های نوشتاری ۸۰٪ عملکردی	۱۰٪

فهرست منابع

1. David Blow, Outline of Crystallography for Biologists, Oxford University Press, First Published 2002, reprinted 2010.
2. Gale Rhodes, Crystallography Made Crystal Clear, 3rd ed. Academic Press 2006.



نام درس: مدل سازی مولکولی

عنوان درس به انگلیسی: Molecular Modeling

تعداد واحد: ۲ واحد

تعداد ساعت: ۳۲

نوع واحد: ۲ واحد نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف:

آشنایی دانشجویان با مباحث پایه در زمینه مدل سازی مولکولی با تاکید بر سیستم های زیستی

سرفصل:

- مقدمه تاریخی در مورد سیر تحول روش ها و مسایل مطرح در مدل سازی مولکولی
- بیان ریاضی ساختارهای مولکولی، دستگاه های مختصات برای توصیف حرکات مولکولی، مختصات و متغیرهای درونی
- مقدمه ای بر روش های کوانتومی در مدل سازی مولکولی از جمله روش هارتری- فاک روش های تابعی چگالی و روش های نیمه تجربی
- مفاهیم مرتبط با سطح انرژی پتانسیل مولکول های ساده و پیچیده، نقاط کمینه و زینی، مسیر ذاتی واکنش، بردار گرادیان، ماتریس هسین
- روش ها و الگوریتم های کمینه سازی انرژی و بهینه سازی ساختار از جمله روش های Steepest Descent Conjugate Gradients
- روش های مکانیک مولکولی و میدان های نیرو
- میدان های نیروی تخصصی سیستم های زیستی مانند میدان های نیروی Amber و Charmm
- روش ها و الگوریتم های تحلیل و جستجوی کانفورماسیون از جمله الگوریتم Simulated Annealing و الگوریتم های تکاملی
- میانی شبیه سازی دینامیک مولکولی
- مفاهیم و روش های تحلیل ساختار مولکولی، سنجش شباهت های ساختاری، برهمنهی ساختارها، محاسبه مختصات دسته جمعی از جمله شعاع ژیراسیون، RMSD، تعداد تماس های اتمی، سطح در دسترس و ...
- روش های توصیف حلال و اثر آن در مدل سازی مولکولی شامل مدل های ضمنی و صریح حلال مانند مدل تعمیم یافته ی بورن و مدل های چند مرکزی
- روش های تحلیل و پیشگویی نحوه اتصال پروتئین و لیگاند از جمله روش های داکینگ مولکولی



پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون های نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)
	آزمون های نوشتاری ۳۰	۳۰	۴۰
	عملکردی		

- 1- Molecular Modeling Principles and Applications, Andrew R. Leach, Pearson Education, 2001.
- 2- Molecular Modeling of Proteins, Andreas Kukol, Springer (Humana Press), 2008.
- 3- New Algorithms for Macromolecular Simulation, T. J. Barth, M. Griebel, D. E. Keyes, R. M. Nieminen, D. Roose, T. Schlick, Springer, 2006.



عنوان درس به فارسی: سازوکار سلولی و مولکولی سرطان
 عنوان درس به انگلیسی: Cellular and Molecular Mechanism of Cancer

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنائی دانش آموختگان به مباحث پیشرفته مولکولی و سیگنالینگ سلولی در سلامت و بیماری (سرطان)

اهداف رفتاری: —

سرفصل درس:

- مقدمه و معرفی انواع مختلف سرطان از نظر منشاء بافتی
- مکانیسم مولکولی سرطان بافت کلورکتال (روده بزرگ) به عنوان مدلی در توضیح فرایند سلولی و مولکولی کارسینوژنز
- پیری سلول (senescence) و سرطان همراه با توضیح نقش تلومرها و آنزیم تلومر در پایداری ژنومیکس و روند کارسینوژنز
- سرطان یک بیماری چرخه سلولی است.
- مکانیسم های مقاومت سلولهای سرطانی در برابر مرگ سلولی (apoptosis)
- تهاجم سلول های سرطانی (متاستاز)
- رگزایی در سرطان (angiogenesis)
- سمینارهای دانشجویی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
۷۵٪	—	۹۵٪ آزمون نوشتاری	—
		عملکردی	

فهرست منابع:

- 1- Bert Vogelstein & Kenneth W. Kinzler, The Genetic Basis of Human Cancer, 2nd ed. McGraw-Hill, 2002.
- 2- Lauren Percorino, Molecular Biology of Cancer, 2nd ed. Oxford University Press, 2008.

فهرست مطالعات: مقالات مروری مرتبط با مطالب (به انتخاب مدرس) از مجلات معتبر



عنوان درس به فارسی: سازوکار عمل آنزیم ها

عنوان درس به انگلیسی: Mechanism of enzymes action

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد ⊗ سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: آشنایی با فنون مورد نیاز و چگونگی مطالعه مکانیسم عمل آنزیم ها و تفسیر نتایج حاصل از مطالعات با ذکر مثالهای متعدد با هدف توانمندی در طراحی داروها، حشره کش ها و مواد دیگر با ارزش صنعتی اهداف رفتاری:-

سرفصل درس:

اهمیت مطالعه مکانیسم عمل آنزیم ها.

- روش های مختلف و کلی شیمی آنزیم ها:

الف) Catalysis by approximation ب) Catalysis by covalent modification

ج) Acid/base catalysis د) Strain catalysis

- اهم روش های تعیین مکانیسم عمل آنزیم ها.

الف) ابزارهای کنتیکی ب) استفاده از مواد نشاندار

ج) استفاده از مهار کنندگان د) استفاده از فنون متنوع اسپکتروسکوپی

ه) استفاده از شیمی فضایی

- بررسی جامع مکانیسم عمل آنزیم هایی از گروه های زیر:

الف) واکنش های ایزومرازسیون ب) واکنش جابجایی درون مولکولی

ج) واکنش های استخلافی و حذفی د) واکنش های کربوکسیلاسیون و دی کربوکسیلاسیون و د) واکنش های اکسیداسیون و

احیا.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۳۰٪	—	آزمون های نوشتاری ۷۰٪	—
		عملکردی	

فهرست منابع:

1. Christopher Walsh, Enzymatic reaction mechanisms; Freeman and Co., N. Y., 1979.
2. Perry A. Frey and Adrian D. Hegeman, Enzyme Reaction Mechanism, Oxford university press, 2007.

فهرست مطالعات: مقالات بروز از مجلات معتبر علمی.



عنوان درس به فارسی: مهندسی بافت

عنوان درس به انگلیسی: Tissue Engineering

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی با علم پزشکی باززایی و مهندسی بافت

اهداف رفتاری: —

سرفصل درس:

- تاریخچه مهندسی بافت، وضعیت حال و آینده، صنعت و بازار، مفاهیم و تعاریف اولیه
- زیست مواد و مهندسی بافت - داربست ها و خواص - روشهای مختلف ساخت داربست - داربست های نانوساختار
- زیست مولکولهای مورد استفاده در مهندسی بافت، فاکتورهای رشد و مهندسی بافت - دارورسانی
- بیوراکتورها
- سلولهای بنیادی و سلولهای پرابمیری جداسازی شده از بافت
- ساختار و عمل بافت اپی تلیال، همبند، غضروف، استخوان، سیستم عصبی، مغز استخوان، عروق قلبی ساختار عمل بستر خارج سلولی برهم کنش های سلول - سلول و سلول - بستر
- مهندسی بافت پوست، استخوان، غضروف، عصب، تاندون، کبد، پانکراس، قلب
- ملاحظات اخلاقی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)	(بصورت درصد مشخص گردد)
۵٪	_____	۹۵٪ آزمون نوشتاری	_____
		عملکردی	

فهرست منابع:

1. Robert Lanza, et al. Principles of Tissue Engineering, 3rd ed. Academic Press, 2007.



عنوان درس به فارسی: میکروسکوپ الکترونی
 عنوان درس به انگلیسی: Electron Microscopy

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد O ندارد ● سفر علمی O کارگاه O آزمایشگاه O سمینار O

اهداف کلی درس: با توجه به کاربرد قابل توجه تکنیک‌های مختلف میکروسکوپ‌های الکترونی در اغلب تحقیقات خصوصاً در رشته‌های بیولوژی، بیوشیمی و پزشکی، هدف از این درس آشنایی دانشجویان با اصول، مفاهیم و کاربرد تکنیک‌های مختلف میکروسکوپ الکترونی در تحقیقات خصوصاً در زمینه‌های بیولوژیکی می‌باشد.
 سرفصل درس:

- مقدمه و تاریخچه میکروسکوپ
- امواج الکترومغناطیس و پدیده دیفراکشن و رزولوشن، طرح لنزهای الکترومغناطیسی و انحرافات لنزی
- طرح میکروسکوپ الکترونی ترانزمیشن (TEM) و مقایسه میکروسکوپ‌های الکترونی با میکروسکوپ نوری
- سیستم‌های تشکیل دهنده میکروسکوپ TEM و انواع سیستم‌های تولید خلاء، بالا، الکترون‌ها و اینترکشن با نمونه
- مکانیسم تشکیل کنتراست و تصویر در TEM، حالات مختلف استفاده از TEM، آماده سازی انواع نمونه‌ها برای TEM (مکانیزم تثبیت شیمیایی و فیزیکی)
- اولترا میکروتومی و کرایو اولترامیکروتومی
- مکانیزم و روش‌های رنگامیزی و ایجاد کنتراست در TEM، پیشرفتهای اخیر در کار برد میکروسکوپ‌های الکترونی
- مراحل تولید میکروگراف‌های الکترونی و تفسیر میکروگراف‌های TEM
- اتورادیوگرافی و سیتوشیمی آنزیمی و ایمینوالکترون میکروسکوپی
- میکروسکوپ الکترونی اسکیننگ (SEM) و میکروسکوپ‌های الکترونی HVEM, IVEM و آماده سازی نمونه‌های SEM و تفسیر میکروگراف‌های آن

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون‌های نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)
۱۰٪	-	آزمون نوشتاری ۸۰٪ عملکردی	۱۰٪

فهرست منابع:

1. John J. Bozzola and Lonine D. Russell, Electron Microscopy, Principles and Techniques for Biologist, 2nd ed. Jones and Bartlett Publishers, 1999.
2. MA Hayat, Principles and Techniques of Electron Microscopy, Biological Application, 4th ed. Cambridge University Press, 2006.



عنوان درس به فارسی: مباحث پیشرفته در بیوشیمی

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Topics in Biochemistry

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

اهداف کلی درس: آشنایی دانشجویان با انواع و اساس ملکولی مرگ سلولی

اهداف رفتاری: —

سرفصل درس:

الف- آشنایی دانشجویان با انواع و اساس ملکولی مرگ سلولی

- مقدمه: مرگ سلولی به عنوان اساس حیات مهره داران و نقش آن در دوران جنینی و پس از آن تاریخچه آپتوز و مرگ برنامه ریزی شده سلولی
- مسیر داخلی آپتوز
- مسیر خارجی آپتوز
- کاسپازها
- پروتئینهای IAP و آنتگونیستهای آنها
- سازوکار عمل پروتئینهای خانواده Bcl-2 و روشهای تنظیم فعالیت آنها
- نکروپتوز، مرگ وابسته به لیزوزوم و اتوفازی
- Unfolded protein response و استرس ER
- اساس مولکولی استفاده از آپتوز در درمان سرطانها

ب- تخریب پروتئین ها Proteolysis

- تعریف ، Quality control ، انواع تخریب و آنزیم های در گیر.
- تخریب پروتئازومی: یوبیکوئیتن و ساختار آن. مسیر Ub شدن، آنزیم های E1, E2, E3 ساختار و عملکرد. انواع Ub شدن و نقش هر یک در تخریب. ساختار پروتئازوم و پروتئین های سازنده آن و نقشن هر یک در مکانیسم تخریب. نقش چاپرون ها.
- تخریب لیزوزومی و مکانیسم های آن.
- تخریب پروتئین های غشائی از طریق لیزوزوم و پروتئازوم، از طریق Ub شدن.
- تخریب پروتئین ها و بیماریها.



پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)
_____	۷۰٪ آزمون نوشتاری	_____	۳۰٪
	عملکردی		

فهرست منابع:

به دلیل پیشرفته بودن مباحث بیشتر مطالب ارائه شده بر اساس مقالات بوده و بروز میشوند اما کتاب زیر به عنوان رفرنس کمک آموزشی معرفی می شود.

- 1- Apoptosis Senescence and Cancer by Gewirtz, Holt, and Grant (2007)
- 2- Mayer RJ et al. (2006, latest ed) Protein degradation, Vols 1-3, Wiley



عنوان درس به فارسی: روشهای مهندسی ژنتیک
عنوان درس به انگلیسی: Methods in Genetic Engineering

تعداد واحد: ۲

تعداد ساعت: ۳۲

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: ۲ واحد نظری

پیشنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف: آشنایی دانشجویان کارشناسی ارشد و دکترا با روشهای متعارف و جدید بیولوژی مولکولی و ژنتیک برای ایجاد تغییرات در DNA و ژنوم

سرفصل:

- مقدمه: تعریف مهندسی ژنتیک و بیو تکنولوژی و اهمیت این فن آوری ها
- روشهای مختلف جداسازی اسیدهای نوکلئیک
- وکتورهای ویروسی و غیر ویروسی و پروموتورها
- عملکرد آنزیمهای مورد استفاده در بیولوژی مولکولی: ۱- نوکنازها ۲- لیگازها ۳- پلیمرازها ۴- سایر آنزیمها
- پروبها و کاربردهای آنها
- مراحل تهیه cDNA
- طراحی پرایمر
- روشهای PCR شامل: Hot start, Touch-down PCR, Digital PCR, Real time PCR
- تعیین سکانس DNA شامل روشهای dideoxy و next generation sequencing
- جهش زایی هدفمند Site directed mutagenesis
- انتقال DNA به وکتورهای ویروسی و غیر ویروسی
- وارد کردن وکتورها به سلولها
- انتخاب میزبان
- روشهای شناسایی سلولهای تراریخت: ۱- روشهای بلاتینگ Northern و Western ۲- PCR و Restriction mapping
- روشهای بیان ژنهای خارجی در میزبانهای خارجی یوکاریوتی و پروکاریوتی
- استفاده از روش Cre-Lox در مهندسی ژنتیک
- اصلاحات ژنتیکی با استفاده از Zinc finger nucleases
- تکنولوژی (CRISPR) Clustered regularly interspaced short palindromic repeats و کاربردهای آن
- بیوتکنولوژی و فن آوری ترانس ژنیک
- بخش عملی: کشت باکتری - PCR - جداسازی DNA - برش DNA و الکتروفورز آنها



روش ارزیابی:

پروژه (بصورت درصد مشخص گردد)	آزمون نهایی (بصورت درصد مشخص گردد)	میان ترم (بصورت درصد مشخص گردد)	ارزشیابی مستمر (بصورت درصد مشخص گردد)
_____	۷۰٪ آزمون نوشتاری عملکردی	_____	۳۰٪

فهرست منابع:

1. An Introduction to Genetic Engineering 3rd Edition, by Desmond S. T. Nicholl (2008)
2. Transgenic Mouse Methods and Protocols (Methods in Molecular Biology) 2nd ed. by M. H. Hofker and J. Van Deursen (2011)
3. Current Protocols in Molecular Biology (2016)

