



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی



برنامه درسی رشته

ژنتیک

Genetics

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته



گروه علوم پایه

پیشنهادهای دانشگاه کیلان



پایه

نام رشته: ژنتیک

عنوان گرایش: -

گروه: علوم پایه

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

کارگروه تخصصی: علوم زیستی

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: دانشگاه گیلان

تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته ژنتیک، در جلسه شماره ۱۵۹ تاریخ ۱۴۰۰/۰۵/۱۷ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته ژنتیک نسخه بازنگری شده تاریخ ۱۳۹۴/۰۷/۱۹ مصوب جلسه شماره ۳۳۳ تاریخ ۱۳۷۵/۱۰/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی می‌شود.

ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.



دکتر محمدرضا آهنگیان

دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای کسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

دانشگاه‌ها / موسسه‌های همکار

دانشگاه تربیت مدرس



برنامه درسی رشته

ژنتیک

GENETICS

کارشناسی ارشد



طرح بازنگری ۱۰۰۰ برنامه درسی *

تهیه کنندگان:

عضو هیات علمی دانشگاه گیلان	دکتر زیور صالحی (مجری)
عضو هیات علمی دانشگاه تهران	دکتر کلثوم اینانلو
عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس	دکتر صادق باباشاه
عضو هیات علمی دانشگاه تبریز	دکتر اسماعیل بابایی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز	دکتر محمدرضا حجاری
عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان	دکتر زهره حجتی
عضو هیات علمی دانشگاه گیلان	دکتر سهیلا طالش ساسانی
عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی	دکتر زینب شیروانی فارستانی
عضو هیات علمی دانشگاه گیلان	دکتر سیده شیرین شاهنگیان
عضو هیات علمی دانشگاه گیلان	دکتر مصطفی شوریان
عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان	دکتر مجید متولی باشی
عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان	دکتر صادق ولیان بروجنی



جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	ژنتیک مولکولی	ژنتیک مولکولی تکمیلی (با توجه به ارائه این واحد در مقطع کارشناسی، نام این درس به ژنتیک مولکولی تکمیلی تغییر یافت)
۲.	ژنتیک سرطان (در مجموعه دروس اختیاری)	ژنتیک سرطان (با توجه به اهمیت این درس، در مجموعه دروس تخصصی وارد شد)
۳.	کشت سلول و بافت (در مجموعه دروس اختیاری)	کشت سلول و بافت جانوری (حذف بخش عملی بعلت هزینه بالا و محدودیت های کار در اتاق کشت و ارائه آن بصورت دو واحد نظری، همراه با تغییر جزئی در عنوان)
۴.	ژنتیک جمعیت تکمیلی (مجموعه دروس اختیاری)	ژنتیک جمعیت تکمیلی (با توجه به آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه ای این درس در مقطع کارشناسی از مجموعه دروس تخصصی خارج و وارد مجموعه دروس اختیاری شد)
۵.	-	ژنتیک گیاهی (بعلت اهمیت این درس و عدم حضور آن در برنامه قبلی در مجموعه دروس اختیاری وارد شد.)
۶.	زیست فناوری دارویی، زیست فناوری میکروارگانیسم ها و زیست فناوری گیاهی	زیست فناوری تکمیلی (بعلت ارائه درس زیست فناوری در مقطع کارشناسی، زیست فناوری دارویی، زیست فناوری میکروارگانیسم ها و زیست فناوری گیاهی در مجموعه دروس اختیاری در قالب یک درس تعریف شد)
۷.	میکروسکپ ها و کاربردها آنها (در مجموعه دروس اختیاری)	حذف (بعلت آشنایی دانشجویان با این درس در دوره کارشناسی)
۸.	-	سازماندهی ژنوم (با توجه به اهمیت مطالعات ژنومیک در سال های اخیر، این درس در مجموعه اختیاری اضافه شد)
۹.	آنزیم شناسی، بیوشیمی سلول، بیوشیمی پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک و روش های بیوشیمی فیزیک	بیوشیمی نوین (ادغام چهار درس مذکور در قالب درس بیوشیمی نوین با رویکرد ارتباط بیوشیمی و ژنتیک و استفاده از روش های جدید بیوشیمی در پژوهش های ژنتیکی) در مجموعه دروس اختیاری وارد شد.
۱۰.	ایمنی زیستی	حذف (بعلت ارائه درس در مقطع کارشناسی)



کارشناسی ارشد ژنتیک / ۴

۱۱.	روش پژوهش و طراحی آزمایش (در مجموعه اختیاری)	روش پژوهش و تحلیل داده های زیستی (با توجه به اهمیت تحلیل داده ها در پژوهش، تغییر جزئی در عنوان انجام شد)
۱۲.	-	اپی ژنتیک (با توجه به اهمیت مقوله اپی ژنتیک در سال های اخیر، این درس در مجموعه دروس اختیاری وارد شد)
۱۳.	-	مبانی پزشکی مولکولی (بعنوان درس جدید در مجموعه دروس اختیاری)
۱۴.	ژنتیک رفتاری (در مجموعه اختیاری)	نوروژنتیک با توجه به اهمیت برخی از بیماری های عصبی-روانی در تغییرات رفتاری، و ورود نوروژنتیک در سال های اخیر بعنوان یکی از گرایش های ژنتیک، تغییر عنوان درس انجام شد.
۱۵.	زیست شناسی سامانه ها (در مجموعه اختیاری)	زیست شناسی سامانه ها (ژنتیک مولکولی تکمیلی و بیوانفورماتیک بعنوان پیش نیاز در جدول دروس اختیاری تعریف شد)
۱۶.	-	سلول های بنیادی و بازسازی بافت (بعنوان درس جدید در مجموعه دروس اختیاری)
۱۷.	-	امیکس مقدماتی (بعنوان درس جدید در مجموعه دروس اختیاری)
۱۸.	-	ژنتیک تکوینی (بعنوان درس جدید در مجموعه دروس اختیاری)
۱۹.	بیوانفورماتیک (در مجموعه تخصصی)	بیوانفورماتیک (بر اساس ابلاغیه وزارت عتف در خصوص تغییر واحدهای دوره کارشناسی ارشد، در مجموعه دروس اختیاری وارد شد)
۲۰.	سرفصل تمامی (۱۰۰٪) دروس تخصصی و اختیاری (از برنامه قبلی) با توجه به منابع جدید (به میزان ۱۰ تا ۴۰ درصد) بروزرسانی شد و مباحث کاربردی وارد سرفصل ها شد.	



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



دوره کارشناسی ارشد ژنتیک (M.Sc. in Genetics)، به منظور تربیت افراد متخصص و پژوهشگر مورد نیاز مراکز تحقیقاتی مختلف و نیز آماده کردن افراد شایسته برای ادامه تحصیل در مقطع دکترا به منظور تامین هیأت علمی مورد نیاز دانشگاهها و پژوهشگاهها از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به گسترش، پویایی و کاربردهای مختلف دانش ژنتیک و همچنین نیاز کشور به دانش آموختگان این رشته به منظور حل مشکلات و نوآوری در بخش های مختلف از جمله علوم پایه، زیست فناوری، کشاورزی، محیط زیست و پزشکی، توجه به این رشته و بازنگری دروس و سرفصل های مقطع کارشناسی ارشد ژنتیک را ایجاب نموده است.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

دانش ژنتیک در دنیای امروز با توجه به توانایی ها و کاربردهای آن از جمله علوم پیشرفته و استراتژیک محسوب می شود. این علم به مطالعه اصول حاکم بر چگونگی به ارث رسیدن و انتقال صفات از بعد ظاهری و عملکردی از نسلی به نسل بعد می پردازد. در سال های اخیر با توجه به کاربردهای متنوع این علم در زمینه های مختلف همچون پزشکی، زیست فناوری، کشاورزی، محیط زیست و با عنایت به نیازمندی های فعلی و آتی بشر در جهان کنونی، سرمایه گذاری های زیادی در بعد انسانی و مالی در اکثر کشورهای دنیا بویژه کشورهای پیشرفته برای آموزش و توسعه آن صورت پذیرفته است. امروزه آگاهی داشتن از دانش ژنتیک به قدری اهمیت یافته که تقریباً در تمامی دانشگاه های کشورهای پیشرفته گروه آموزشی این علم و یا گروه مرتبط با آن را در برنامه آموزشی خود و در مقاطع مختلف دارند. از این رو آموزش این رشته در سطح آموزش نوین و جهانی مقاطع مختلف در کشور ضرورت دارد.

هدف دوره کارشناسی ارشد ژنتیک، تربیت متخصصین کارآمد و آشنا به دانش و زمینه های نظری و کاربردی علم ژنتیک و توانمند برای برطرف کردن نیاز کشور در زمینه آموزش و تحقیق در علوم ژنتیک، زیست فناوری و سایر علوم وابسته می باشد. در درس های این دوره، ارائه نمایی کلی از بسیاری از جنبه های نظری علم ژنتیک و کاربرد آنها در سایر علوم و رشته های مرتبط و متناسب با پیشرفتهای روز جامعه، مد نظر می باشد. کمیته تخصصی ژنتیک گروه علوم پایه شورای برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری با هدف به روز رسانی، بومی سازی و کاربردی نمودن درس های دوره کارشناسی ارشد ژنتیک در سال ۱۴۰۰، اقدام به تجدید نظر در برنامه فعلی این رشته نمود. این برنامه پس از نظرخواهی از دانشگاه های مجری این رشته در سراسر کشور تهیه و در گروه تخصصی علوم پایه مورد تصویب قرار گرفت.



پ) ضرورت و اهمیت

در سال های اخیر کاربرهای متنوع علم ژنتیک در زمینه های مختلف مانند علوم زیستی، زیست فناوری، کشاورزی، پزشکی، دامپروری و محیط زیست مورد توجه جوامع مختلف جهانی قرار گرفته است. به تحقیق می توان گفت در بین تمام علوم تجربی، امروزه پژوهش های پایه ای، کاربردی و توسعه ای روی مولکول DNA از عمق و وسعتی بی مانند برخوردار است. کشفیات علمی در این میدان به طور بی سابقه ای در جریان است و فهم انسان را از مکانیسم های پدیده توارث بسیار قوت بخشیده است. از جمله ضروریات این رشته برای حل مشکلات جامعه انسانی می توان به کاربردهای متعدد آن در حیطه علوم زیستی (شناخت جمعیت های مختلف ژنتیکی، مطالعات ژنومی)، صنایع دارویی تولید پروتئینهای نو ترکیب (تولید واکسن ها، هورمون ها و آنزیم ها) پزشکی (درمان بیماریها از طریق ژن درمانی، پزشکی شخصی)، کشاورزی (تولید گیاهان پرمحصول و نیز گیاهان مقاوم به آفات و بیماریها و تنشهای محیطی)، توسعه جنگلها و منابع طبیعی و بهنژادی دامها اشاره نمود.

دوره کارشناسی ارشد به منظور گسترش دانش و فراگیری روش های انجام پژوهش و آماده نمودن دانشجویان برای ورود به دوره دکتری و تربیت کارشناسان ارشدی است که با فراگیری آموزش های تخصصی، مهارت لازم برای آموزش، پژوهش و اطلاعات مرتبط با رشته مربوط به خود را کسب می کنند.

تقریباً تمامی دانشگاههای کشورهای پیشرفته در جهان، در مقاطع مختلف، در حال تربیت افراد متخصص رشته ژنتیک و گرایش های مختلف آن می باشند. بر اساس اطلاعات مندرج در سامانه وزارت علوم، قدیمی ترین نسخه دروس و سرفصل های کارشناسی ارشد ژنتیک مربوط به سال ۱۳۷۵ می باشد که طی سال های مختلف مورد بازبینی های مختلف قرار گرفته است. با توجه به پیشرفت های شگرف علم ژنتیک در سال های اخیر و پویایی این رشته و همچنین اهمیت مطالعات و تحقیقات ژنتیک در زمینه های مختلف علوم زیستی، زیست فناوری، صنایع غذایی و دارویی، پزشکی، کشاورزی و دامپروری، با هدف کاربردی نمودن دروس، به روز رسانی و بومی سازی، نیاز به تجدید نظر در دروس مقطع کارشناسی ارشد ژنتیک می باشد. در این برنامه سعی بر آن شده تا دانش آموختگان مقطع کارشناسی ارشد، علاوه بر فراگیری دروس تخصصی و پایه ژنتیک، در مجموعه دروس اختیاری از دروس بروز دنیا نیز بهره مند شوند.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

طول دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته ژنتیک ۴ نیمسال است که از دو بخش آموزشی و پژوهشی تشکیل شده است که بر حسب طولانی بودن مدت بخش پژوهشی و بنا بر تقاضای استاد راهنما و تایید شورای گروه آموزشی مربوطه، یک نیمسال می تواند به طول دوره افزوده شود. برای هر واحد درس نظری در هر نیمسال ۱۶ ساعت و

برای هر واحد عملی ۳۲ ساعت منظور شده است. بخش آموزشی شامل ۲۴ واحد درس های تخصصی و اختیاری می باشد. دانشجو پس از اتمام نیمسال اول، مراحل اولیه پژوهش را با راهنمایی استاد راهنما آغاز می کند و پس از اتمام نیمسال دوم، بخش پژوهشی را با راهنمایی استاد راهنما ادامه می دهد.



از گذراندن واحدهای درسی تخصصی و اختیاری، به طور تمام وقت به کار پژوهشی می پردازد، به نحوی که بتواند در قالب برنامه زمانبندی شده با دفاع به موقع از پایان نامه ۶ واحدی خود، دانش آموخته محسوب شود.

درس های تخصصی:

این درس ها شامل ۱۰ واحد است و تکمیل کننده واحدهای ژنتیک در دوره کارشناسی بوده و با هدف تضمین جامعیت علمی و ارائه حداقل های متون تخصصی و توانایی های لازم برای دانشجویان این دوره ارائه می شود.

درس های اختیاری:

این بخش شامل ۱۴ واحد درسی است که به صورت همزمان و یا بعد از درس های تخصصی و متناسب با علاقه دانشجویان، صلاحدید استاد راهنما و امکانات دانشگاه محل تحصیل، ارائه خواهد شد. هدف از این درس ها ضمن افزایش توانایی تخصصی و علمی دانشجویان، آشنا نمودن آنها با زمینه های متنوع کاربردی رشته و میزان ارتباط آن با سایر رشته های تخصصی می باشد. پیشنهاد می شود که واحد درسی سمینار با توجه به کاربردی بودن آن و با محوریت بررسی مشکلات مطرح منطقه ای، بومی و ملی و ارائه راه حل های مختلف، اخذ شود*.

پایان نامه:

پایان نامه معادل ۶ واحد می باشد. در بخش پایان نامه، دانشجویان به بررسی یک موضوع در علم ژنتیک برای کسب مهارت لازم درس های تئوری و آشنایی با کاربرد علم ژنتیک خواهند پرداخت. لازم است تا موضوع پایان نامه تا حد امکان در راستای رفع نیاز کشور و با اولویت مسائل موجود در سطح کلان ملی، منطقه ای، بومی و تا حد امکان کاربردی تعریف شود.

درس های پیش نیاز:

افرادی که در مقطع قبلی درس آمار زیستی را طی نکرده باشند، ملزم به گذراندن ۲ واحد درس کاربرد آمار در زیست شناسی به عنوان درس پیش نیاز می باشند.

جدول (۱) - تعداد و نوع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی	۱۰
دروس اختیاری	۱۴
رساله / پایان نامه	۶
جمع	۳۰



*پیشنهاد می شود موضوع سمینار جنبه کاربردی داشته باشد و در ارتباط با مشکلات مطرح منطقه ای، بومی و ملی بوده و نیز شامل ارزیابی راه حل مناسب باشد.

درس های جبرانی:

با توجه به مصوبه شورای گسترش آموزش عالی مبنی بر موافقت با شرکت دانش آموختگان در آزمون ورودی دوره های کارشناسی ناپیوسته و کارشناسی ارشد در رشته های مختلف، درس های کمبود (از درس های تعریف شده در مقطع کارشناسی رشته مربوطه) به تعداد حداکثر ۶ واحد، در چارچوب مقررات و با تصویب کمیته تحصیلات تکمیلی گروه در صورت لزوم و با توجه به وضعیت تحصیلی و رشته قبلی دانشجو تعیین می شود. دانشجو موظف است در طی یک نیمسال، درس های کمبود را اخذ و در آنها نمره قبولی را کسب نماید.

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش آموختگان

مهارت ها، شایستگی ها و توانمندی های ویژه	دروس مرتبط
مشارکت در راه اندازی و هدایت شرکت های دانش بنیان	مهندسی ژنتیک، ژنتیک مولکولی تکمیلی، ژنتیک سرطان، ژنتیک انسانی تکمیلی، ایمنوژنتیک، بیوانفورماتیک، زیست شناسی سامانه ها، زیست فناوری، روش پژوهش و تحلیل داده های زیستی، بیوشیمی نوین، سلول های بنیادی و بازسازی بافت، کشت سلول های جانوری
اشتغال در آزمایشگاه های وابسته به پزشکی قانونی	ژنتیک مولکولی، ژنتیک انسانی تکمیلی، سازماندهی ژنوم، بیوانفورماتیک، مهندسی ژنتیک، امیکس مقدماتی، بیوشیمی نوین
همکار یا مجری طرح های پژوهشی در پژوهشگاه های وابسته به وزارت بهداشت، درمان، آموزش پزشکی	ژنتیک انسانی تکمیلی، ژنتیک سرطان، ایمنوژنتیک، مهندسی ژنتیک، بیوانفورماتیک، امیکس مقدماتی، مبانی پزشکی مولکولی، سلول های بنیادی و بازسازی بافت، کشت سلول جانوری
همکار یا مجری طرح های پژوهشی در پژوهشگاه های وابسته به وزارت علوم	مهندسی ژنتیک، ژنتیک مولکولی تکمیلی، زیست فناوری، بیوانفورماتیک، کشت سلول جانوری، سلول های بنیادی و بازسازی بافت، سیتوژنتیک تکمیلی
تکنولوژی تولیدات کشاورزی (زراعی و گلخانه ای)	مهندسی ژنتیک، ژنتیک گیاهی، زیست فناوری تکمیلی



ژنتیک سرطان، ژنتیک انسانی تکمیلی، ایمنوژنتیک، کشت سلول و بافت جانوری، سلول های بنیادی و بازسازی بافت، اپی ژنتیک، سازماندهی ژنوم، ژنتیک تکوینی	اشتغال در صنایع مختلف از جمله داروسازی
دروس مرتبط	مهارت ها، شایستگی ها و توانمندی های عمومی
کلیه دروس	آمادگی برای شرکت در آزمون دکترای ژنتیک
کلیه دروس	عهده دار شدن مسئولیت و هدایت آزمایشگاهها و کمک به امر آموزش ژنتیک در کشور

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

دانش آموختگان دوره کارشناسی در گرایش های مختلف علوم زیستی از دانشگاه های معتبر داخل و یا خارج کشور که دانشنامه کارشناسی آنان مورد تایید وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و یا وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی باشد، می توانند در آزمون ورودی این دوره شرکت نمایند و پس از پذیرفته شدن، به عنوان دانشجوی کارشناسی ارشد ژنتیک به تحصیل ادامه دهند.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۲) - عنوان و مشخصات دروس تخصصی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد جلسات (۱۶ تا ۳۲)	نوع واحد			تعداد ساعات	پیش نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی		
۱.	ژنتیک انسانی تکمیلی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۲.	ژنتیک سرطان	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۳.	ایمنوژنتیک	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۴.	ژنتیک مولکولی تکمیلی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۵.	مهندسی ژنتیک	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-

تبصره: ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، کارگاهی ۴۸ ساعت و کارآموزی ۶۴ ساعت است.



جدول (۳) - عنوان و مشخصات دروس اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد جلسات (۱۶ تا ۳۲)	نوع واحد			تعداد ساعات	پیش نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی		
۱.	بیوانفورماتیک	۲	۱۶	-	-	*	۴۸	-
۲.	کشت سلول و بافت جانوری	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۳.	سیتوژنتیک تکمیلی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۴.	زیست شناسی سامانه ها	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	ژنتیک مولکولی تکمیلی و بیوانفورماتیک
۵.	نوروژنتیک	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۶.	ژنتیک جمعیت تکمیلی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۷.	ژنتیک تکوینی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-



ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد جلسات (۱۶ تا ۳۲)	نوع واحد			تعداد ساعات	پیش نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی		
۸.	اپی ژنتیک	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۹.	ژنتیک گیاهی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۱۰.	سازماندهی ژنوم	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۱۱.	زیست فناوری تکمیلی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۱۲.	بیوشیمی نوین	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	--
۱۳.	امیکس مقدماتی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۱۴.	سلول های بنیادی و بازسازی بافت	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۱۵.	مبانی پزشکی مولکولی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۱۶.	روش پژوهش و تحلیل داده های زیستی	۲	۱۶	*	-	-	۳۲	-
۱۷.	سمینار	۲	-	*	-	-	-	-



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



عنوان درس به فارسی: ژنتیک انسانی تکمیلی		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Human Genetics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☒	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☐	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

الف) اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با ساختار ژنوم انسان، انواع توارث و اصول حاکم بر آن ها.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس، درک درستی از جزئیات ساختار ژنوم انسان و لزوم انجام پروژه ژنوم انسان را به دست خواهند آورد. علاوه بر این می توانند به سوالاتی در زمینه اساس ژنتیکی بیماری های انسانی، بررسی های ژنتیکی پیش از تولد و کاربرد پزشکی شخص محور، پاسخ دهند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مقدمه ای بر ژنتیک انسانی: انواع الگوهای توارثی، تحلیل شجره نامه، نفوذ، بیان متغیر، پلوتروپی، انواع هتروژنی
- ۲- ژنوم انسان: روند انجام پروژه ژنوم، دستاوردهای پروژه ژنوم و معرفی پروژه های مکمل نظیر ENCODE, HAPMAP
- ۳- ساختار و سازماندهی ژنوم انسان: جزئیات ساختار کروموزوم ها، طبقه بندی توالی های موجود در ژنوم و ژنوم میتوکندری
- ۴- شناسایی جهش ها: استفاده از روش های آنالیز پیوستگی بر پایه شجره نامه، توالی یابی اگزوم و کل ژنوم
- ۵- توارث پیچیده: صفات چند ژنی، صفات کمی، تاثیر محیط و برآورد وراثت پذیری بر پایه مطالعات دوقلوها
- ۶- اساس ژنتیکی بیماری ها: بیماری های تک ژنی (مانند تالاسمی، هموفیلی، دیستروفی عضلانی دوشن)، نقائص مادرزادی متابولیکی (فیل کتونوری)، بیماری های نوروزنتیک (مانند آلزایمر، پارکینسون، مالتیپل اسکلروزیس)، بیماری های چند ژنی پیچیده (آترواسکلروزیس و دیابت)، بیماری های ناشی از تکرارهای سه تایی (مانند هانتینگتون، سندرم ایکس شکننده، دیستروفی عضلانی)
- ۷- تغییرات شایع در ژنوم: پلی مورفیسم های شایع (SNP، حذف/اضافه، تغییر در تعداد تکرار، وارونگی ها)، بررسی فراوانی آن ها در جمعیت های انسانی و الگوهای هاپلوتاپی
- ۸- اپی ژنتیک و حک گذاری ژنومی در ژنوم انسان: مکانیسم حک گذاری، ژن های حک گذاری شده در ژنوم انسان و بیماری های مرتبط با حک گذاری ژنومی مانند سندرم انجلمن و سندرم پرادر ویلی
- ۹- تشخیص و غربالگری پیش از تولد: اهمیت استفاده از روش های تشخیصی و غربالگری قبل از تولد، روش های تهاجمی (مانند آمیونسنتر، CVS و تشخیص ژنتیکی قبل از لانه گزینی یا PGD)، روش های غیر تهاجمی (مانند سونوگرافی)، مشاوره ژنتیک
- ۱۰- پزشکی شخص محور و فارموکوژنومیکس

۱۱- درمان بیماری های ژنتیکی: ژن درمانی و راه کارهای درمانی بیماری های ژنتیک

۱۲- آشنایی و بررسی پایگاههای اطلاعاتی مرتبط با مباحث ژنتیک انسانی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۴۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۶۰ درصد

آزمون پایان نیم سال



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- Strachan, T., and Read, A. (۲۰۱۸) *Human Molecular Genetics*. Garland Science.
- ۲- Lewis, R. (۲۰۱۷) *Human Genetics*. McGraw Hill.
- ۳- Nussbaum, R.L., McInnes, R.R., Willard, H.F. (۲۰۱۵) *Thompson & Thompson Genetics in Medicine*. ۸th Edition. Saunders.
- ۴- Turnpenny, P., Ellard, S. (۲۰۲۱) *Emery's Elements of Medical Genetics*. Elsevier.



عنوان درس به فارسی: ژنتیک سرطان		عنوان درس به انگلیسی: Cancer Genetics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☒	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☐	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با فرآیند شکل گیری سرطان و نقش ژن های موثر در آن.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس، می توانند دانش لازم در رابطه با مکانیسم های مختلف ژنتیکی و مولکولی درگیر در ایجاد سرطان را کسب کنند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱- مبانی سرطان: مروری بر تنظیمات چرخه سلولی، تفاوت سلول های سرطانی با سول های طبیعی، طبقه بندی تومورها (خوش خیم، بدخیم، کارسینوم، سارکوم)، درجه بندی تومور (Grading و Staging)

۲- کارسینوژن ها: کارسینوژن های شیمیایی (EMS, DMS و بنزوآلفاپیرن) و فیزیکی و مکانیسم های عمل

۳- ایجاد سرطان و متاستاز: سلول های بنیادی سرطان، ریز محیط تومور، تعامل سلول های سیستم ایمنی با تومور، تشکیل عروقی خونی جدید، فاکتورهای محرک رگ زایی، EMT (Epithelial mesenchymal transition)، Mesenchymal epithelial transition (MET)، نقش مسیرهای پیام دهی WNT, SHH, Notch در پیشبر تومور

۴- انکوژن ها: انواع انکوژن ها، مکانیسم های موثر در فعال شدن پروتوانکوژن ها (جهش نقطه ای، تکثیر، insertional mutagenesis و ترانسلوکاسیون)

۵- ژن های سرکوبگر تومور: فرضیه دوضربه ای Knudson، loss of heterozygosity (LOH)، TP53، RB1 و APC

۶- ویروس های سرطانی: مکانیسم عمل، انکوژن های ویروسی، ویروس پاپیلوما ی انسانی (HPV) و سرطان دهانه رحم

۷- تلومراز: ساختار DNA تلومری، ساختار و عملکرد تلومراز، اهمیت تلومراز در سرطان، مکانیسم copy choice

۸- ناپایداری ژنوم: ناپایداری کروموزوم، عملکرد ATM، nibrin، BRCA1 و BRCA2، ناپایداری میکروساتلایت، سرطان ارثی غیرپولیپی کولون

۹- معرفی سرطان های ارثی: سندرم Li-Fraumeni، رتینوبلاستوم، تومور ویلمز، سرطان خانوادگی پستان

۱۰- اپی ژنتیک و سرطان: تغییرالگوی متیلاسیون DNA در سرطان، نقش miRNA در تحریک و مهار تومور

۱۱- مارکرهای توموری: اهمیت مارکرهای تومور در پیش بینی، تشخیص و طبقه بندی سرطان، معرفی cell free circulating (ctDNA) tumor DNA

۱۲- درمان های هدفمند سرطان

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۴۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱-Turnpenny, P., Ellard, S., Cleaver, R. (۲۰۲۱) *Emery's Elements of Medical Genetics and Genomics*. Elsevier.
- ۲- Weinberg, R.A. (۲۰۱۴) *The Biology of Cancer*. Garland Science.
- ۳- Fior, R., Zilhão, R. (۲۰۱۹) *Molecular and Cell Biology of Cancer*. Springer.
- ۴- Bunz, F. (۲۰۱۶) *Principles of Cancer Genetics*. Springer.



عنوان درس به فارسی:		ایمنوژنتیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Immunogenetics	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:		۲	
تعداد ساعت:		۳۲	
		اختیاری ☐ رساله / پایان نامه ☐	
		نظری-عملی ☐	

الف) هدف کلی: اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

درک مولکولی پاسخ ایمنی و تبیین ارتباط سیستم ایمنی و ژنتیک.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس، می توانند چگونگی روند مولکولی ایجاد ایمنوگلوبولین ها و عملکرد سیستم ایمنی در مواجهه با پاتوژن ها را تبیین نمایند. همچنین در زمینه ارتباط بین سیستم ایمنی و ژنتیک در پاتوژن بیماری ها و راهکار های درمانی نوین در درمان بیماری های خودایمنی و سرطان آشنا خواهند شد.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مقدمه ای بر ایمنوبیولوژی: مبانی مولکولی و ژنتیکی سیستم ایمنی، مکانیسم های افکتور در ایمنی اکتسابی
- ۲- سیستم ایمنی ذاتی و اکتسابی: سلول های بنیادی خونساز، دودمان های میلوئیدی و لنفوییدی، انتخاب کلونال لنفوسیت ها، حافظه ایمنولوژیک، سایتوکاین ها و التهاب، مسیر پیام رسانی NF- κ B و نقش آن ها در التهاب
- ۳- تکوین لنفوسیت ها: تکوین لنفوسیت های B، تکوین لنفوسیت های T، انتخاب مثبت و منفی سلول های T، بقا و بلوغ لنفوسیت ها در بافت های لنفوییدی فرعی
- ۴- شناسایی آنتی ژن: شناسایی آنتی ژن توسط گیرنده های سلول T و سلول B، ساختار و عملکرد این گیرنده ها، برهم کنش آنتی بادی- آنتی ژن، فعال سازی سلول های T توسط آنتی ژن ها، پردازش و ارائه آنتی ژن، تولید لیگاند های گیرنده سلول T، ساختمان و عملکرد کمپلکس های سازگاری نسجی (MHC)
- ۵- بازآرایی ژن ها: مکانیسم های بازآرایی ژن گیرنده سلول T، ساختمان و عملکرد ایمنوگلوبولین ها، بازآرایی ژن ها و مکانیسم های مولکولی ایجاد ایمنوگلوبولین ها، انواع ایمنوگلوبولین ها، عملکرد کلاس های ایمنوگلوبولین، تنوع ساختاری و ژنتیکی در خزانه آنتی بادی ها
- ۶- تنظیم پس از رونویسی در تولید ایمنوگلوبولین: مکانیسم های کنترل تولید ایمنوگلوبولین های غشایی و ترشحی، تنظیم بیان IgM و IgD در سلول های B لنفوسیت
- ۷- تنوع زایی عملکردی در لنفوسیت های B: class switching و تولید رده های مختلف آنتی بادی
- ۸- ایمنی بواسطه سلول های T: انواع سلول های T شامل سلول های T کمکی، سلول های T سایتوتوکسیک و سلول های T تنظیمی، فعال شدن ماکروفاژ ها توسط سلول های T TH1، پاسخ های وابسته به سلول T توسط سلول های B
- ۹- آنتی ژن های لکوسیت انسانی (HLA): انواع، نقش در پیوند، ارتباط آن ها با بیماری ها
- ۱۰- بیماری های مرتبط با سیستم ایمنی: اساس ژنتیکی بیماری های نقص ایمنی اولیه و ثانویه، بیماری های خودایمنی، اساس ژنتیکی و محیطی خودایمنی، پاسخ های ضد آلوا آنتی ژن ها، التهاب و سرطان، نقش سلول های التهابی در پیشرفت سرطان، ماکروفاژ های مرتبط با تومور، مکانیسم های فرار سلول های توموری از پاسخ ایمنی

۱۱- درمان بیماری ها مبتنی بر سیستم ایمنی: درمان های نوین مبتنی بر سلول های T کایمربک، آشنایی با تکنیک های مرتبط با ایمنوبیولوژی



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Abbas, A.K. (۲۰۱۷) *Cellular and Molecular Immunology*. Elsevier.
۲. Frank, T.C. (۲۰۱۲) *Immunogenetics, Method and applications in clinical Practice*, Humana Press.
۳. Murphy, K. (۲۰۱۴) *Janeway's Immunobiology*. Taylor & Francis.
۴. Albert, B., et. al., (۲۰۱۴) *Molecular Biology of the Cell*. Taylor & Francis.



عنوان درس به فارسی: ژنتیک مولکولی تکمیلی		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Molecular Genetics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☒	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☐	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با ساختار و عملکرد ژنها در سطح مولکولی و مقایسه بین عملکرد و تنظیم ماده ژنتیکی در سلولهای یوکاریوتی و پروکاریوتی.

ب) اهداف ویژه:

در پایان درس انتظار می رود دانشجویان بتوانند ساختمان و عملکرد ماده ژنتیکی در سلولهای مختلف و سازوکارها و عوامل تنظیم کننده آن در سطوح همانند سازی DNA، رونویسی و ترجمه به پروتئین را توضیح دهند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱- مقدمه: معرفی چند موجود زنده به عنوان مدل ژنتیکی (*E. coli*)، ساکارومیسس سرویزیه، آراییدوپسیس تالیانا، موش خانگی، مگس سرکه و *C. elegance*، مروری بر ساختار ژن و سازماندهی ژنوم در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها (مقایسه ژنوم ها، تراکم ژنی، خانواده های ژنی)
۲- DNA های تکراری و عملکرد آنها: تکرارهای پراکنده و خوشه ای، DNA های رمز کننده RNA های ریبوزمی، مینی ساتلایت ها و میکروساتلایت ها، DNA های تکراری سانترومری و تکرارهای تلومری

۳- ساختار و عوامل تنظیم کننده کروماتین: انواع پروتئین های هستونی و غیر هستونی، تغییرات موثر بر ساختار کروماتین، عملکرد کمپلکس های بازآرایی کروماتین

۴- مکانیسم های تنظیمی حاکم بر همانند سازی: توالی های ویژه مبداء همانند سازی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها، پروتئین های متصل شونده به مبداء همانند سازی، تنظیم مراحل مختلف همانند سازی (آغاز، طولی شدن، خاتمه)

۵- رونویسی: ساختار راه اندازها در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها، ساختار و عملکرد آنزیم های RNA پلی مراز، ساخت و پردازش rRNA ها و tRNA ها و mRNA ها، ساختار و عملکرد فاکتورهای رونویسی، تنظیم رونویسی در پروکاریوت ها و یوکاریوتها، مکانیسم و تنظیم پردازش RNA، مکانیسم های حاکم بر کنترل پایداری mRNA، nonsense-mediated decay (NMD)، مکان یابی mRNA در سیتوپلاسم (mRNA localization)

۶- عناصر تنظیمی cis: ساختار و عملکرد (LCR) Locus Control Region، enhancer، silencer و insulator نقش این عناصر در تنظیم بیان ژن

۷- فرآیند ترجمه: مروری بر مراحل مختلف ترجمه شامل شروع، طولی شدن، خاتمه و فاکتورهای موثر، ساختار و عملکرد ریبوزوم، مکانیسم های کنترل بیان ژن در سطح ترجمه

۸- ترانسپوزون ها: ساختار و انواع مختلف ترانسپوزون ها (IS، ترانسپوزون های مرکب، ترانسپوزون های replicative، LTR retrotransposon، non-LTR retrotransposon)، انواع مکانیسم های transposition، پیامدهای حاصل از transposition

۹- RNA غیر رمز گذار: ساختار و عملکرد circRNA، miRNA، lncRNA، snRNA، snoRNA، siRNA

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و آراکله سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):



۴۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال

۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Krebs, J.E., Goldstein, E. S., Kilpatrick, S. T. (۲۰۱۷) *Lewin's Genes XII*. Jones & Bartlett Learning.

۲- Brown, T.A. (۲۰۱۸) *Genomes* ۴. Taylor & Francis.

۳- Brooker, R.J. (۲۰۱۸) *Genetics: Analysis and Principles*. Mc Graw Hill.

۴- Watson, J.D., Baker, T.A., Bell, S.P., Alexander, G., Levine, M., Richard, L. (۲۰۱۷) *Molecular Biology of the Gene*. Pearson.



عنوان درس به فارسی:		مهندسی ژنتیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Genetics Engineering	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	۲	تخصصی ☒ عملی ☐	
تعداد ساعت:	۳۲	اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با ابزارهای مولکولی و روشهای مختلف در دست ورزی ماده ژنتیکی.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس، می توانند با روش های عمومی مهندسی ژنتیک آشنا شوند. علاوه بر این می توانند با نحوه بکاری گیری این روش ها در کارهای تحقیقاتی خود آشنا گردند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱- مقدمه ای بر علم مهندسی ژنتیک: تاریخچه، کشف آنزیم های برش دهنده DNA، استخراج DNA از باکتری، سلول های یوکاریوتی، ویروس ها، استخراج RNA از نمونه های زیستی

۲- ارزیابی کمی و کیفی DNA و RNA استخراج شده: اسپکتروفتومتری UV، ژل آگارز، تعیین غلظت ماده ژنتیکی

۳- ملزومات دستکاری ژنتیکی: آنزیم های برش دهنده، انواع پر کاربرد و کتور های کلونینگ و بیانی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها

۴- انتقال ماده ژنتیکی: ترانسفورماسیون، کانجوگاسیون و ترانسداکشن، روش های مبتنی بر وکتورهای فاژی و پلازمیدی، باکتری های competent، روش های شیمیایی و فیزیکی انتقال ماده ژنتیکی در یوکاریوت ها

۵- روش های انتخاب سلول ترانسفکت شده: مارکرهای انتخابی در پروکاریوت ها و یوکاریوت ها، انتخاب بر پایه مارکر، انتخاب بر اساس پروب ها، انتخاب بر اساس محصول پروتئینی

۶- PCR: اصول، انواع PCR، انتخاب پرایمر اختصاصی، ایجاد جهش در DNA با استفاده از PCR، اصول و کاربردهای Real-time PCR

۷- Isothermal Amplification: اصول پایه تکثیر DNA و RNA بدون استفاده از PCR و کاربردها

۸- کتابخانه های ژنی: اصول ایجاد کتابخانه ژنی و انواع آن، کاربرد کتابخانه ژنی و غربالگری در آن

۹- آنالیز توالی ژنتیکی: تعیین توالی DNA و RNA، روش های نوین تعیین توالی، تعیین ماهیت ژنی یک توالی (ORF) به صورت *In silico* و *In vitro*

۱۰- کاربرد مهندسی ژنتیک: تولید پروتئین های نو ترکیب در بسترهای گیاهی و جانوری، مزایا و معایب آنها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۴۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۶۰ درصد

آزمون پایان نیم سال

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱-Brown, T.A. (۲۰۲۱) *Gene cloning and DNA analysis: An Introduction*. Wiley-Blackwell.
- ۲-Bernad, R.G., Patten, C.L. (۲۰۱۷) *Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA*. ASM Press.
- ۳-Primrose, S.B., Twyman, R. (۲۰۱۶) *Principles of gene manipulation and genomics*. Wiley-Blackwell.
- ۴-Jermy, W.D., Malcom, V.S., Plant, N. (۲۰۱۲) *From genes to genomes*. John Wiley and Sons.



عنوان درس به فارسی:		بیوانفورماتیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Bioinformatics	
دروس پیش نیاز:		پایه	نظری
دروس هم نیاز:		تخصصی	عملی
تعداد واحد:	۲	اختیاری	نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با منابع اطلاعاتی ژنتیک به ویژه اطلاعات مربوط به ژنومیکس و پروتئومیکس، روشهای تحلیل و استنباط از اطلاعات و مدیریت آنها، ردیف سازی توالی ها، پیشگویی ساختار ماکرومولکول ها و تصویرسازی ساختاری آنها.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس به ذخیره، تجزیه و تحلیل و تفسیر اطلاعات آزمایشگاهی بهتر می پردازند و سه حوزه تجزیه و تحلیل توالی های مولکولی، ساختارهای مولکولی و تجزیه و تحلیل عملکردهای مولکولی را آموزش می بینند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مقدمه ای بر بیوانفورماتیک: اهداف و حوزه های بیوانفورماتیک
- ۲- پایگاه داده های اطلاعاتی اولیه: آشنایی با پایگاههای اطلاعاتی مانند RNA, miRbase, UCSC, NCBI.Blast, DDBJ, EMBL, PicTar, Hybrid و TargetScan
- ۳- استخراج اطلاعات مربوط به ژنوم و تحلیل آن: تعیین توالی DNA، پروژه ژنوم انسانی، بانکهای اطلاعاتی SNP، GOG، STS، و ESTها
- ۴- پایگاه داده های مشتق شده: آشنایی با پایگاههای Blocks, Prosite, PRINTS, Pfam, ProDom
- ۵- استخراج اطلاعات پروتئینی: تحلیل توالی پارامتریک، آشنایی با ابزارهای PSI-Blast, EBI/SignalP و ExPASy/ProtScale
- ۶- آنالیز ژنوم: شامل پیشگویی ژنی در پروکاریوتها و یوکاریوتها
- ۷- پیشگویی ساختار و عملکرد پروتئین: بیوانفورماتیک ساختاری، فرضیه ترمودینامیکی آنفینسن، ارزیابی CASP و EVA، مدل سازی همساخت (homology modeling)
- ۸- تحلیل توالی: ردیف خوانی دوتایی، کاوش در بانکهای اطلاعاتی، ردیف خوانی کلی (global alignment)، پارامترهای ردیف خوانی توالیها (Gap penalty، ماتریسهای ارزش گذاری پروتئین)
- ۹- مروری بر تحلیل های تبارزایی (Phylogenetic analysis)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس براساس محتوا کتاب های مرجع و مقالات مروری توسط پاورپوینت و استفاده از اینترنت جهت اتصال به پایگاه داده ها و برگزاری کلاس های عملی در سایت کامپیوتر

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۴۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۶۰ درصد

آزمون پایان نیم سال



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب و مقالات تخصصی، اینترنت، ویدئو پروژکتور، سایت کامپیوتر

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- Campbell, A.M. Heyer, L.J. (۲۰۰۷) *Discovering genomics, proteomics, & bioinformatics*. Pearson Higher Ed.
- ۲- Ahmad Shaik, N., Rehman Hakeem, K., Banaganapalli, B., Elango, R. (۲۰۱۹) *Essentials of Bioinformatics*. Springer.
- ۳- Claverie, J.M and Notredame, C. (۲۰۰۷) *Bioinformatics for Dummies®*. Wiley.
- ۴- Baxevanis, A.D., Bader, G.D., Wishart, D.S. (۲۰۲۰) *Bioinformatics: a practical guide to the analysis of genes and proteins*. Wiley.



عنوان درس به فارسی: کشت سلول و بافت جانوری		عنوان درس به انگلیسی: Animal cell and tissue culture	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی و توانمند سازی دانشجویان با مبانی و اصول کشت سلول و بافت جانوری.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس، می توانند مهارت های نظری لازم برای کشت سلول و بافت، مهندسی بافت و تیمار یا ترانشفکشن و روش های مورد نظر برای ارزیابی ویژگی های مرتبط با سلول و بافت را کسب کنند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱-مقدمه: تاریخچه، اهمیت کشت سلول و بافت
- ۲- مبانی کشت سلول و بافت: (ایمنی، محیط های کشت، روش های استریل کردن، نگهداری رده های سلولی و تجهیزات)، نگهداری و پاساژ، آنالیز و منحنی رشد سلول، انجماد و انجمادزایی، شمارش سلولی
- ۳-طراحی آزمایشگاه کشت سلول و بافت، معرفی اطاق کشت
- ۴- روشهای مختلف جداسازی سلول ها از بافت ها، اندام ها و جنین های جانوری جهت کشت اولیه
- ۵- روش های کاربردی در مطالعات کشت سلول و بافت: جداسازی سلولی (Cell sorting) بر مبنای فلوسایتومتری، روش های ارزیابی رشد و آپوپتوز، ایمنوسیتوشیمی و ایمنوهیستوشیمی
- ۶- انواع کشت: شامل: کشت بافت، کشت جنین، کشت اندام (Organ culture)، کشت توام (Co-culture)، کشت قطعات بافتی (Explant culture)، کشت سلول های جدا شده (Dissociated cell culture)، کشت اولیه و ثانویه
- ۷- انواع سلول های بنیادی: سلول های بنیادی جنینی، سلول های بنیادی بالغین، سلولهای بنیادی پرتوان القا شده، تمایز سلول های بنیادی
- ۸- مهندسی بافت: نقش ماتریکس خارج سلولی در تمایز، انواع داربستها و نقش آنها در کشت سه بعدی
- ۹- کشت انبوه و سیستم های scale-up کشت
- ۱۰- کاربرد تکنولوژی کشت در پزشکی ترمیمی، لقاح مصنوعی، تشخیص ژنتیکی قبل از لانه گزینی (pre-implantation genetic diagnosis=PGD، آمنیوسنتر

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی



- ۱- Capes-Davis, A., Freshney, R.I. (۲۰۲۱) *Freshney's Culture of Animal Cells: A Manual of Basic Technique and Specialized Applications*. Wiley-Blackwell.
- ۲- Aschner, M., Sunol, C., Bal-Príem, A. (۲۰۰۹) *Cell Culture Techniques*. Springer.
- ۳- Harrison, M.A., Rae, I.F. (۲۰۱۰) *General Technique of Cell Culture*. Cambridge University Press.
- ۴- Davis, J.M. (۲۰۱۱). *Animal cell culture, Essential methods*. Wiley-Blackwell.



عنوان درس به فارسی:		سیتوژنتیک تکمیلی	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Cytogenetics	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	نظری ☒ پایه ☐
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۲	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

مطالعه ساختار، سازماندهی، عملکرد ماده ژنتیکی و بویژه کروموزومها در انسان و سایر موجودات زنده و آشنایی با روش های مورد استفاده در مطالعات کروموزومی.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان در این درس با ساختار و رفتار کروموزومها آشنا می شوند. همچنین شناسایی روشهای مطالعه کروموزومها و تهیه کاریوتایپ از دیگر نتایج این درس می باشد. با مطالعه اختلالات کروموزومی، دانشجویان می توانند به سوالات مربوط به تغییرات در ژنوم انسان و سایر موجودات و گامتوزن و چگونگی انتقال صفات پاسخ دهند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مقدمه ای بر سیتوژنتیک: مروری بر ساختار سلول و اجزای آن با تاکید بر هسته، ساختار کروماتین و چرخه سلولی
- ۲- تقسیم سلولی: ساختار دوک، نقش کوهسین ها، condensin ها و سپاراز، مراحل مختلف میتوز، میوز و گامتوزن
- ۳- ساختار مولکولی کروموزوم: نوکلئوزوم، رشته های ۱۰، ۳۰ نانومتری و ساختار کروموزوم متافازی
- ۴- تهیه گستره کروموزومی: تهیه نمونه (لمفوسیت ها، فیبروبلاست ها، آمیوسیت ها، نمونه های پرزهای جفتی، سلول های توموری)، کشت نمونه ها (انواع محیط کشت، میتوزن ها، اهمیت pH، دما و رطوبت مناسب)، نحوه برداشت (Harvesting) (توقف تقسیم، تخریب سلول، تثبیت و رنگ آمیزی)
- ۵- تکنیک های نواربندی و رنگ آمیزی کروموزوم: اهمیت نواربندی، انواع نواربندی (نواربندی G، نواربندی Q، نواربندی R، نواربندی C، و نواربندی T)، رنگ آمیزی NOR، و BrdU
- ۶- کاریوتایپ: تعریف کاریوتایپ، کاریوگرام، ایدیوگرام، تمایز کروموزم ها بر اساس الگوهای نواربندی، معرفی گروههای کروموزومی انسان، هتروپلی مورفیسم کروموزومی (اندازه هتروکروماتین سانترومر، پلی مورفیسم ماهواره ای، جایگاههای شکننده، تنوع در تعداد کپی، اندازه)، ویژگی های کروموزوم های جنسی X و Y، گزارش نتیجه کاریوتایپ، مکانیسم های موثر در غیر فعال شدن X پستانداران، اصول کلی کاریوتایپ در گیاهان، سلول های مورد استفاده و مراحل آن
- ۷- سیتوژنتیک مولکولی: روش FISH، انواع پروب (Whole chromosome، Unique sequence)، انواع FISH، Reverse FISH، (M-FISH، Fiber FISH)، CGH، array-CGH، MLPA، توالی یابی های نسل جدید و کاربردهای آن ها
- ۸- تنوعات عددی و ساختاری کروموزوم: آنیوپلوئیدی ها (شامل تریزومی های ۱۳، ۱۸ و ۲۱، سندرم ترنر، کلاین فelter)، پلی پلوئیدی در گیاهان و انسان، ترانسلوکاسیون، وارونگی، حذف، مضاعف شدگی، کروموزوم حلقوی و ایزوکروموزوم
- ۹- سندرم های ناپایداری های کروموزومی: سندرم های بلوم، آنمی فانکونی، آتاکسی تلاتزکتازی، Nijmegen breakage
- ۱۱- سیتوژنتیک و سرطان: بررسی تغییرات کروموزومی در لوسمی ها و لنفوم ها
- ۱۲- تکنیک های مطالعات کروموزومی در تشخیص پیش از تولد: اصول، انواع و کاربردها



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- Arsham, M.S., Margaret J. Barch, M.J., Lawce, H.J. (۲۰۱۷) *The AGT cytogenetics laboratory manual*, John Wiley & Sons Inc.
- ۲- Klug, W.S, Cummings, M.R. Spencer, C.A. and Palladino, M.A. (۲۰۱۹). *Concepts of Genetics*. Pearson education.
- ۳- Gersen, S.L., Keagle, M.B. (۲۰۱۳) *The principles of Clinical Cytogenetics*. Springer.
- ۴- Nussbaum, R.L., McInnes, R.R., Willared, H.F. (۲۰۱۶) *Thompson & Thompson Genetics in Medicine*. Elsevier.



عنوان درس به فارسی:		زیست شناسی سامانه ها	
عنوان درس به انگلیسی:		System Biology	
دروس پیش نیاز:		ژنتیک مولکولی تکمیلی و بیوانفورماتیک	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۲	نوع درس و واحد	پایه ☐ نظری ☒
تعداد ساعت:	۳۲	اختیاری ☒ عملی ☐ تخصصی ☐ رساله / پایان نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با چگونگی بکارگیری توانایی های سایر علوم به منظور درک اصول حاکم بر عملکرد و تنظیم فعالیتهای سلولی، پاسخ به سلولهای مجاور و محیط پیرامون آنها

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان با فراگیری این درس، می توانند با شبیه سازی و مدل سازی وقایع درون و بین سلولی با استفاده از داده های ژنومیکس، پروتئومیکس و متابولومیکس آشنا شوند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱- ژنومیکس و اپی ژنومیکس: تعاریف، کاربردها، بررسی پایگاههای اطلاعاتی (EMBL، SNP Search، STRUCTURE، TASSEL) و پروژه ژنوم (روش انجام، آنالیز و موارد استفاده با تاکید بر ژنوم انسان)

۲- ترانسکریپتومیکس، اینتر فرومیکس، پروتئومیکس، متابولومیکس، اینتراکتومیکس: روش انجام، آنالیز، کاربردها و آشنایی با برخی پایگاههای اطلاعاتی ها مثل ProteomicsDB و inBio Discover™

۳- سیستم های جمع آوری و آنالیز اطلاعات بیولوژیکی با کارایی بالا (High throughput Arrays): آشنایی با microarray، NGS و RNA seq

۴- شبکه های ژنی و پروتئینی: تعریف، ساختار و عملکرد شبکه ها

۵- شبکه های متابولسمی و پیام رسانی (Signaling Pathway and Metabolic System): ساختار، عملکرد و کاربرد این شبکه ها

۶- جمع آوری و تلفیق داده های ژنوم، پروتئوم و متابولوم

۷- پردازش داده های حاصل از مطالعه بر هم کنش های مولکولهای زیستی: آشنایی با پایگاههای اطلاعاتی پردازش داده ها مانند Reactome

۸- مدل سازی سیستم های زیستی: آشنایی با پایگاههای اطلاعاتی BioModels، BioNumbers، PathGuide

۹- کاربردهای متنوع سیستم های زیستی: تولید فراورده های بیولوژیک، پزشکی و طراحی داروهای هدفمند

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار و انجام پروژه های کوچک بصورت فردی و یا گروهی.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات پژوهشی، مقالات مروری و نرم افزارهای کمک آموزشی.



- ۱-Voit, E.O. (۲۰۱۷) *A First Course in Systems Biology*. Taylor and Francis Group.
- ۲-Klipp, E., Liebermeister, W., Wierling, C., Kowald, A. (۲۰۱۶) *Systems Biology*. Wiley.
- ۳-Voit, A.E. (۲۰۱۷) *First Course in System Biology*. Garland Science.
- ۴-Thiagalingam, S. (۲۰۱۵) *Systems Biology of Cancer*. Cambridge University Press.



عنوان درس به فارسی:		نوروزنتیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Neurogenetics	
دروس پیش نیاز:		نظری ☒ پایه ☐	
دروس هم نیاز:		عملی ☐ تخصصی ☐	
تعداد واحد:		۲	
تعداد ساعت:		۳۲	
		اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با اهمیت ژنتیک در عملکرد سیستم عصبی، رفتار و بیماری های عصبی.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس، می توانند دانش لازم در رابطه با نقش ژن ها و مسیرهای مولکولی در تکوین و عملکرد سیستم عصبی انسان و همچنین رفتار و برخی بیماری های عصبی را کسب کنند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱- مقدمه: مروری بر ساختار و عملکرد سیستم عصبی در پستانداران

۲- مسیرهای مولکولی: تکوین سیستم عصبی و نقش مسیرهای مولکولی از جمله SHH، WNT و NOTCH در این فرآیند

۳- فاکتورهای رونویسی: بررسی نقش و تنظیم فاکتورهای رونویسی از جمله HOX و PAX در تکوین دستگاه عصبی

۴- ژنتیک رفتاری: نقش ژن ها و تنوعات ژنتیکی در بروز رفتار، هوش، شخصیت و توارث پذیری

۵- روش های مختلف مطالعاتی: شامل مطالعات جانوران مدل، مطالعات خانوادگی و دوقلوها، مطالعات پروژه ژنوم، GWAS و بررسی ژن های کاندیدا و واریانت ها بر تنوع بروز رفتار و بیماری های روان شناختی از قبیل اسکیزوفرنی، افسردگی

۶- بررسی ژنتیکی بیماری های نورولوژیکی: شامل نقائص لوله عصبی (NTDs)، اختلالات میتوکندریایی، بیماری های نوروماسکولار، صرع، نوروپاتی ها، آلزایمر، بیماری های تکرارهای سه تایی (سندرم X شکننده و بیماری هانتینگتون)، بیماری های تحلیل برنده عصبی و روش های تشخیص ژنتیکی آنها

۷- اپی ژنتیک بیماری عصبی: نقش مکانیسم های اپی ژنتیکی از جمله متیلاسیون DNA، فاکتورهای رونویسی، chromatin remodeling، RNA های تنظیمی در بیماری های سیستم عصبی

۸- پیشگیری و درمان: مشاوره ژنتیک، پزشکی شخصی و فارماکوژنتیک در بیماری های عصبی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- Sanes, D.H., Reh.T.A., Harris, W.A., Landgraf, M. (۲۰۱۹) *Development of the Nervous System*. Academic Press.
- ۲- Wood, N. (۲۰۱۲) *Neurogenetics: A guide for clinicians*. Cambridge University Press.
- ۳- Knopik, V.S., Neiderhiser, J.M., DeFries, J.C., Plomin, R. (۲۰۱۶). *Behavioral Genetics*. Worth Publishers.
- ۴- Turnpenny, P., Ellard, S. (۲۰۲۱) *Emery's Elements of Medical Genetics*. Elsevier.



عنوان درس به فارسی: ژنتیک جمعیت تکمیلی		عنوان درس به انگلیسی: Advanced population genetics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با ساختار ژنتیکی جمعیت ها از لحاظ توزیع فراوانی اللی و ژنوتیپی و عوامل موثر بر آن.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس با روشهای مطالعه ساختار ژنتیکی جمعیت و نقش عوامل موثر بر آن آشنا می شوند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مطالعه ساختار ژنتیک: جمعیت های انسانی، جانوری، گیاهی و میکروارگانیسم ها
- ۲- تئوری کولسنس (Coalescence Theory): معرفی تئوری و اهمیت آن در شناسایی منشاء ژن ها
- ۳- فاصله ژنتیکی: (Genetic distance) تعریف، اهمیت کاربرد آن در همگرایی و واگرایی ژنتیکی
- ۴- عوامل تاثیر گذار بر فراوانی ژنی و ژنوتیپی در جمعیت انسانی
- ۵- تعادل هاردی واینبرگ: تعریف و اهمیت آن در مطالعه ژنتیک جمعیت ها
- ۶- اهمیت ضرایب هم خونی و خویشاوندی در جمعیت
- ۷- معیار تثبیت آلی (Fixation index): تعریف و کاربرد آن در خالص سازی نژادی در جمعیت
- ۸- انتخاب: انواع انتخاب و تاثیر آن بر فراوانی اللی در جمعیت
- ۹- پلی مورفیسم ژنومی: انواع تنوعات ژنتیکی، اهمیت آن ها در مطالعه جمعیت ها، نقشه پلی مورفیسم های تک نوکلئوتیدی (SNP Map)
- ۱۰- بررسی صفات کمی در جمعیت: توارث صفات، واریانس ژنتیکی، آنالیز همبستگی، نقشه برداری کمی QTL mapping
- ۱۱- روشهای نوین در ژنتیک جمعیت: فیلوژنتیک مولکولی، آشنایی با HapMap، NJ، UPGMA

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:



۱- Hartl, D.L. (۲۰۲۰) *Primer of population Genetics and Genomics*. Oxford.

۲- Halm, M.W. (۲۰۱۸) *Molecular Population Genetics*. University press.



۳- Hamilton, M. (۲۰۲۱) *Population Genetics*. Wiley-Blackwell.

۴- Nielsen, E., Slatkin, M. (۲۰۱۳) *An introduction to population Genetics: Theory and Application*. Palgrave Macmillan.



عنوان درس به فارسی: ژنتیک تکوینی		عنوان درس به انگلیسی: Developmental Genetics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

الف) هدف کلی: اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

آشنایی با مباحث نقش ژن ها در کنترل مراحل مختلف تکوین از زمان تشکیل گامت ها تا اندام زایی و کاربرد تکنیک های ژنتیکی در مطالعات تکوینی.

ب) اهداف ویژه: دانشجویان با گذراندن این درس، درک روشنی از ارتباط و نقش ژن ها در تکوین جنین و مکانیسم های کنترل تکوین بدست خواهند آورد.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مقدمه: مروری بر گامتوژن و لقاح، اهمیت تقسیم سلولی، مهاجرت، تمایز و مرگ برنامه ریزی سلولی در تکوین
- ۲- جانوران ترانسژنیک: روش ها و اهداف جانوران ترانسژنیک، Knock in و Knock out
- ۳- آناتومی ژن: مروری بر ساختار ژن، عناصر تنظیمی cis مانند راه انداز، enhancer، silencer، locus control region (LCR)، insulator (boundary element)
- ۴- عوامل رونویسی: انواع فاکتورهای رونویسی، mediators (میانجی گر ها)، نقش cohesin در تشکیل کمپلکس پیش آغازین، دومین های ساختاری فاکتورهای رونویسی، مثالی از فاکتورهای رونویسی موثر در تکوین مانند Pax6، MITF، نقش فاکتورهای رونویسی در تمایز سلولی
- ۵- متیلاسیون DNA: جزائر CpG، انواع راه انداز بر اساس میزان CpG، متیلاسیون، مهار رونویسی و مکانیسم های موثر، غیرفعال سازی کروموزم X در پستانداران، حکم گذاری ژنومی، Reprogramming اپی ژنوم
- ۶- پردازش افتراقی RNA: alternative splicing، تقویت کننده و خاموش کننده های پیرایش، اهمیت پیرایش در تکوین اندام ها، کلاهک گذاری و تشکیل دنباله پلی A
- ۷- ترجمه انتخابی mRNA: mRNA های ذخیره شده در اووسیت، مکانیسم های مهار ترجمه، نقش miRNA ها در تکوین
- ۸- تعیین جنسیت: نقش ژن های WNT4، Sry و Sox9 در تعیین جنسیت در پستانداران، اهمیت ژن های Sex-lethal، Doublesex در تمایز جنسی دروزوفیلا
- ۹- روش های ژنتیک مولکولی: دورگ گیری در جا، RNA-SEQ، chromatin immunoprecipitation-sequencing، ویرایش ژنوم توسط CRISPR/Cas9، سیستم های GAL4-UAS و CRE-LOX
- ۱۰- مکانیسم های کنترل ژنتیکی تکوین: تعیین قطبیت جنین در دروزوفیلا (مورفوژن ها، نقش مورفوژن های bicoid، nanos و caudal در ایجاد قطبیت و جهش یافته های آن ها)، کنترل ژنتیکی تکوین در *C.elegans*، تمایز سلول های عضلانی، نقش ژن های HOX در الگوسازی جنین

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشهادی):

۴۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۶۰ درصد

آزمون پایان نیم سال



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری و پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱-Gilbert, S.F and Barresi, M. JF. (۲۰۱۹) *Developmental Biology*. Sinauer Associates, Inc.
- ۲-Wolpert, L., Tickle, C., et al. (۲۰۱۹) *Principles of Development*. OXFORD University Press.
- ۳- Krebs, J.E., Goldstein, E. S., Kilpatrick, S. T. (۲۰۱۷) *Lewin's Genes XII*. Jones & Bartlett Learning.
- ۴-Watson, J.D., Baker, T.A., Bell, S.P., Alexander, G., Levine, M., Richard, L. (۲۰۱۷) *Molecular Biology of the Gene*. Pearson.



عنوان درس به فارسی:		اپی ژنتیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Epigenetics	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐	نظری ☒
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با مباحث اپی ژنتیک از قبیل تغییرات ساختاری کروماتین، الگوی متیلاسیون، نقش RNA های غیر رمز گذار در تنظیم بیان ژن.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس، می توانند با ساختار کروماتین، انواع تغییرات اپی ژنتیک، متیلاسیون DNA آشنا شوند. علاوه بر این می توانند به سؤالاتی در خصوص نقش تغییرات اپی ژنتیکی در تنظیم بیان ژن و اهمیت آن ها در برخی از بیماری های انسانی از جمله سرطان، پاسخ دهند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مقدمه: تعریف اپی ژنتیک، ماهیت نشانه های اپی ژنتیکی، اپی ژنوم، اهمیت اپی ژنتیک
- ۲- ساختار کروماتین: نوکلئوزم، ساختار پروتئین های هستونی، فیبرهای ۱۰ و ۳۰ نانومتری، حفظ شدگی ساختار کروماتین، مشارکت واریانت های هستونی در نوکلئوزوم ها، ساختار لوپ، نقش پروتئین های غیرهستونی مانند کمپلکس SMC، ساختار کروموزوم های متافازی، قلمرو کروموزومی
- ۳- کروماتین و تنظیم بیان ژن: تغییرات پس از ترجمه در هستون ها (استیلاسیون، متیلاسیون، فسفوریلاسیون) و اهمیت آنزیم های موثر در این تغییرات، Chromodomain، Chromoshadow domain، اهمیت تغییرات شیمیایی هستون ها در تراکم و عملکرد کروماتین
- ۴- تغییرات ساختاری کروماتین: remodeling کروماتین، کمپلکس های chromatin remodeling، نقش و عملکرد خانواده پروتئینی SWI/SNF، حافظه اپی ژنتیکی
- ۵- متیلاسیون DNA: الگوی متیلاسیون DNA، توارث الگوی متیلاسیون، جزائر CpG، انواع متیلاسیون DNA شامل متیلاسیون از نو و پایدار، انواع DNA متیل ترانسفرازها، اهمیت متیلاسیون DNA در رونویسی، پروتئین های واکنش دهنده با DNA متیله
- ۶- متیلاسیون و تکوین: Reprogramming اپی ژنوم، متیلاسیون DNA در گامت ها، زیگوت و رویان
- ۷- اساس اپی ژنتیکی حکم گذاری ژنومی: ژن های حکم گذاری شده، ICR، حکم گذاری IGF۲/H۱۹
- ۸- اختلال در تنظیمات اپی ژنتیکی و بیماری ها: سندرم های پرادرولی، انجلمن، Beckwith-Wiedemann و Russell-Silver
- ۹- RNA های غیر رمز گذار: نحوه تشکیل و ساختار siRNA، miRNA و lncRNA، مکانیسم عملکرد آن ها
- ۱۰- فاکتورهای رونویسی: انواع فاکتورهای رونویسی، موتیف های ساختاری حفاظت شده در فاکتورهای رونویسی (زیپ لوسینی، HLH، HTH، انگشت روی)، عملکرد فاکتورهای رونویسی، فعال شدن فاکتورهای رونویسی توسط signal transduction، تعامل فاکتورهای رونویسی با عناصر تنظیمی ژن

۱۱- اپی ژنتیک و سرطان: الگوهای متیلاسیون غیرطبیعی در سرطان، الگوهای تغییرات هستونی در سرطان، نقش RNA های تنظیمی در سرطان

مثال هایی از اختلال در تنظیمات اپی ژنتیک DNA و سرطان



ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Krebs, J.E., Goldstein, E. S., Kilpatrick, S. T. (۲۰۱۷) *Lewin's Genes XII*. Jones & Bartlett Learning.

۲- Armstrong, L. (۲۰۱۴) *Epigenetics*. Garland Science, Taylor & Francis Group.

۳- Strachan, T. and Read, A.P. (۲۰۱۸) *Human Molecular Genetics*. Garland Science, Taylor & Francis Group.

۴- Brooker, R.J. (۲۰۱۸) *Genetics: Analysis and Principles*. Mc Graw Hill.



عنوان درس به فارسی: ژنتیک گیاهی		عنوان درس به انگلیسی: Plant Genetics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با مباحث ژنتیک گیاهی از جمله ساختار ژنوم گیاهان، وراثت سیتوپلاسمی، استفاده از مارکرهای مولکولی در مطالعات ژنتیکی گیاهان و مهندسی ژنتیک در گیاهان.

ب) اهداف ویژه:

پس از گذراندن این درس، دانشجویان علاوه بر ساختار ژنوم و چگونگی بیان ژن در گیاهان، با کاربردهای مهندسی ژنتیک به منظور ایجاد گیاهان دارای صفات مطلوب آشنا می شوند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مقدمه: مروری بر ساختار ژن، فرآیند رونویسی، ترجمه، همانندسازی، عوامل تنظیمی شامل راه انداز، enhancer و silencers
- ۳- کاریوتایپ: اصول کلی کاریوتایپ در گیاهان و مراحل آن
- ۴- ژنوم گیاهان: هاپلوئیدی، پلی پلوئیدی و مکانیسم های ایجاد آن ها، کاربردها
- ۵- وراثت سیتوپلاسمی: ساختار ژنوم کلروپلاستی و ویژگی های آن، استفاده از DNA کلروپلاست به عنوان وکتور
- ۶- نرعمیمی (Male – sterility): آشنایی با انواع ژنتیکی و سیتوپلاسمی نرعمیمی و کاربرد گیاهان نرعمیم در انتقال ژن
- ۷- جهش: عوامل جهش زا (عوامل شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیک)، استفاده از عوامل جهش زا و القای جهش در ژنوم گیاهان به منظور تولید گیاهان دارای خصوصیات مطلوب
- ۸- مارکرهای مولکولی: آشنایی با مارکرهای مولکولی در گیاهان (VNTR, RFLP, AFLP, ISSR, RAPD) و کاربرد آنها در مطالعات فیلوژنتیک گیاهان
- ۹- مهندسی ژنتیک در گیاهان: اصول پایه، روشهای انتقال ژن با استفاده از آگروباکتریوم، لیپوترانسفکشن، ترانسفورماسیون شیمیایی، الکتروپوریشن، آشنایی باره اندازهای قوی مثل پروموتور ویروس TMV، استفاده از روش RNA-silencing در مهندسی ژنتیک گیاهی
- ۱۰- کاربردهای مهندسی ژنتیک در گیاهان: ایجاد گیاهان مقاوم به تنشهای زیستی (از جمله ایجاد مقاومت به ویروسها، قارچها، باکتریها و آفات)، ایجاد گیاهان مقاوم به تنشهای غیرزیستی (شوری و خشکی) و ایجاد گیاهان پرمحصول
- ۱۱- تولید پروتئین های نو ترکیب در گیاهان (آنتی بادی ها، واکسن های خوراکی، پروتئین های انسانی مثل فاکتورهای انعقادی خون و فاکتور رشد)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۴۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۶۰ درصد

آزمون پایان نیم سال



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Acquaah, G. (۲۰۲۰) *Principles of Plant Genetics and Breeding*. Wiley-Blackwell.

۲- Krebs, J.E., Goldstein, E. S., Kilpatrick, S. T. (۲۰۱۷) *Lewin's Genes XII*. Jones & Bartlett Learning.

۳- Chakraborty, S. (۲۰۱۳) *Plant Molecular Genetics*. Assam University.

۴- Mathur, K.N. (۲۰۲۰) *Plant Genetic Engineering: Agriculture research associates Kindle Edition*. Kalyani.



عنوان درس به فارسی:		سازماندهی ژنوم	
عنوان درس به انگلیسی:		Genome Organization	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		☐ پایه ☐ نظری	
تعداد واحد:		☐ تخصصی ☐ عملی	
تعداد ساعت:		☐ اختیاری ☐ نظری-عملی	
		☐ رساله / پایان نامه	

الف) هدف کلی: اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

بررسی سازمان دهی ژنوم، ساختار کروماتین و نقش آنها در مکانیسم های مولکولی از جمله همانند سازی و بیان ژن ها.

ب) اهداف ویژه:

در پایان درس انتظار می رود دانشجویان بتوانند ساختار، عملکرد ماده ژنتیکی و نقش آنها را در سلولهای مختلف توضیح دهند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- ژنوم پروکاریوت: ساختار ژنوم پروکاریوتی و ویروس ها، نحوه میانکنش ژنوم با پروتئین ها و بسته بندی در فضای مزوزوم، نحوه میانکنش ماده وراثتی ویروس ها با دیواره کپسید و تراکم پذیری
- ۲- ماتریکس هسته ای (nucleoskeleton): ساختار ماتریکس هسته ای، پروتئین های لایمن، کمپلکس هسته ای لایمنا و پروتئین های مرکزی (Core Filaments)
- ۳- هستک: ساختار ژنهای rDNA، آرایش ژن های rDNA در هستک، ارتباط هستک و سیتوپلاسم
- ۴- سازماندهی ژنوم یوکاریوت ها: ساختار نوکلئوزوم، میانکنش پروتئین های هیستونی با ژنوم، انواع فیبرهای کروماتین، نقش پروتئین های غیرهیستونی، نقش کمپلکس SMC، یوکروماتین و هترو کروماتین، قلمروی کروموزومی، ساختار کروموزم متافازی، ساختار مولکولی سانترومر در یوکاریوت ها (مخمر، دروزوفیلا، انسان، گیاهان)، کینه توکور، برهمکنش کینه توکور با سانترومر و رشته های دوک، ساختار تلومر و پروتئین های متصل شونده
- ۵- تنظیم ساختار کروماتین: مکان یابی نوکلئوزوم، کمپلکس بازآرایی نوکلئوزوم، پروتئین های خاموش کننده کروماتین، پروتئین خاموش کننده HP1، خاموش سازی نواحی HML و HMR در مخمر، خاموش سازی ژن های rDNA در مخمر و پیری، متراکم سازی سانترومر و تلومر
- ۶- هیستون ها و فرآیند رونویسی: موقعیت نوکلئوزوم ها در زمان رونویسی، تغییرات پس از ترجمه در هیستون ها از جمله متیلاسیون، فسفریلاسیون، استیلاسیون و تعامل آن ها با متیلاسیون DNA
- ۷- تجمع هیستون ها پس از همانندسازی: مدل های پیشنهادی، بازسازی نوکلئوزوم ها و چپرون های هیستونی، سنتز هیستون های جدید و نحوه کد گذاری آنها، نحوه نگهداری و بکار گیری هیستون های والدی
- ۸- کروماتین و تنظیم بیان ژن: کرومودمین، پرومودمین، chromoshadow domain، نقش HP1 در القای هتروکرماتین
- ۹- تنوعات هیستونی: انواع تنوعات هیستونی و اهمیت آن ها در تنظیمات مولکولی کروماتین

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۴۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۶۰ درصد

آزمون پایان نیم سال



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Krebs, J.E., Goldstein, E. S., Kilpatrick, S. T. (۲۰۱۷) *Lewin's Genes XII*. Jones & Bartlett Learning.

۲- Watson, J.D., Baker, T.A., Bell, S.P., Alexander, G., Levine, M., Richard, L. (۲۰۱۷) *Molecular Biology of the Gene*. Pearson.

۳- Workman, J.L., Abmayr, S.M. (۲۰۱۶) *Fundamentals of Chromatin*. Springer.

۴- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. (۲۰۱۷) *Molecular Biology of the Cell*. Garland Science.



عنوان درس به فارسی: زیست فناوری تکمیلی	
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Biotechnology	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد: ۲	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: ☐ سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با فناوری DNA نو ترکیب و دست ورزی ژنتیکی میکروارگانیسم ها، گیاهان و جانوران، تولید محصولات گیاهی و کشاورزی مقاوم و با کفیت با استفاده از روشهای زیست فناوری.

(ب) اہداف ویتھ:

دانشجویان پس از گذراندن این درس اطلاعات لازم در خصوص فناوری DNA نو ترکیب، دست ورزیهای ژنتیکی و کاربرد آنها در تولید محصولات گیاهی، با کیفیت، کاربرد زیست فناوری در تولید و ساخت یک ترکیب دارویی را کسب خواهند نمود.

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- مقدمه ای بر زیست فناوری: فناوری DNA نو ترکیب، ترانسفورماسیون ژنتیکی پروکاریوت ها
- ۲- پروتئین های نو ترکیب: تاریخچه، اهمیت اقتصادی، پروتئین های نو ترکیب تجاری، معیارهای انتخاب سیستمهای بیانی برای تولید پروتئین های نو ترکیب، تولید پروتئین های نو ترکیب در موجودات تراریخت
- ۳- روش های استخراج و خالص سازی پروتئین ها: خالص سازی پروتئین ها در مقیاس بزرگ، تاخوردگی مجدد پروتئین (refolding Protein) و اهمیت آن در تولید پروتئین های نو ترکیب، نحوه تولید اجسام درون سیتوپلاسمی (inclusion bodies) مزایا و معایب آنها و روشهای حذف این اجسام
- ۴- مهندسی پپتیدها و نانوفناوری: مهندسی متابولیک، فرایندهای پس از تولید بر روی پروتئین های خالص شده، افزایش ثبات پروتئین ها، افزایش ترشح پروتئین ها
- ۵- زیست فناوری و ساخت واکسن: انواع واکسن های نو ترکیب و ساختگی، مشکلات واکسن های سنتی
- ۶- زیست فناوری و ساخت داروهای جدید: فاکتورهای رشد و فاکتورهای انعقادی، اینترفرون ها و سیتو کین ها، ضد ویروسها، هورمونها، آنزیمها، داروهای مورد استفاده در بیماری Multiple Sclerosis، تجاری سازی داروهای زیستی، مولکولهای هدف برای تولید دارو
- ۷- به نژادی: به نژادی در گیاهان به منظور ارتقای کیفیت مواد غذایی گیاه مانند روغن پروتئین، مقاومت به امراض و آفات، به نژادی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه، به نژادی به منظور مقاومت به تنش های محیطی مانند خشکی، شوری، سرما
- ۸- تراریخت ها: کاربردها، معایب و مزایا
- ۹- زیست فناوری و تولید اجزای مواد غذائی

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱-Glick, B.R., Pasternak, J.J., Patten, C.L. (۲۰۱۷) *Molecular Biotechnology, Principles and Applications of Recombinant DNA*. Washington DC.
- ۲-Kumar Dubey, S., Pandey, A., Sangwan, R.S. (۲۰۱۶) *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Crop Modification, Nutrition, and Food Production*. Elsevier.
- ۳- Thieman, W.J., Palladino, M.A. (۲۰۱۲) *Introduction to Biotechnology*. Pearson.
- ۴- Kreuzer, H., Massey, A. (۲۰۰۷) *Molecular Biology and Biotechnology: A Guide for Students*. ASM Press.



عنوان درس به فارسی:		بیوشیمی نوین	
عنوان درس به انگلیسی:		Modern Biochemistry	
دروس پیش نیاز:		نظری ☒ پایه ☐	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۲	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با نقش و اهمیت بیوماکرومولکول ها و فرایندهای بیوشیمیایی در مسیرهای پیام رسانی سلولی و طراحی راهکارهایی در خصوص کنترل این مسیرها بعنوان روش های درمانی.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس، ضمن فراگیری بیوشیمی، درکی عمیق از نقش بیوماکرومولکول ها، برهمکنش بیوماکرومولکول ها و فرایندهای بیوشیمیایی در بروز و پیشبرد مسیرهای پیام رسانی سلول و بیماری ها (با تاکید بر سرطان) خواهند داشت. همچنین با استراتژی های مهندسی پروتئین و طراحی دارو نیز در ابعاد مختلف آشنا خواهند شد.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱- بیوشیمی سلولی: نقش عوامل بیوشیمیایی بیرون سلولی (فاکتورهای بقا، فاکتورهای رشد، هورمون ها، کموکاین ها و ناقلین) در القاء و مهار پیام رسانی درون سلولی، در القاء و مهار آپوپتوز، نقش تغییرات پروتئینی در پیام رسانی و تنظیم فعالیت میانجی های داخل سلولی، تغییرات اکسیداتیو پروتئین ها (پیام رسانی ردوکس) و تاثیر آن بر فرایندهای فیزیولوژیک و پاتولوژیک.

۲- مهندسی پروتئین: آشنایی با مبانی ساختار و عملکرد پروتئینها، آشنایی با انواع روش های مهندسی پروتئین (بر زدن DNA، تبادل دُمین، پیرایش پروتئین، تغییر پروتئین، موتاژن آمینواسیدهای غیرطبیعی)، سیستم های نمایش فاژی، نمایش سطحی سلول و نمایش فاقد سلول برای مهندسی پروتئین، کاربرد مهندسی پروتئین در زیست فناوری.

۳- برهمکنش های ملکولی: برهمکنش های پروتئین-نوکلئیک اسید، برهمکنش های پروتئین-پروتئین، اهمیت این برهمکنش ها در تنظیم بیان ژن و ترمیم، بیماری های ناشی از برهمکنش های غیرطبیعی.

۴- بیوشیمی سرطان: متابولیسم سلول های سرطانی در مقایسه با سلول های طبیعی، نقش فرایندهای بیوشیمیایی و پروتئین ها در القاء سرطان و متاستاز، بیومارکرهای پروتئینی و آنزیمی سرطان.

۵- مبانی طراحی دارو: آشنایی با داروهای بیولوژیک (آنتی بادی های مونوکلونال، واکسن ها، پروتئین های خونی، فاکتورهای رشد، هورمون ها، آنزیم های درمانی، داروهای مبتنی بر سلول (پلتفرم های انتقال داروی مبتنی بر سلول، سلول های بنیادی مزانشیمی، سلول های بنیادی هماتوپوئیتیک و سلول های ایمنی تنظیمی)، داروهای مبتنی بر ژن (فارماکوژنومیک و پزشکی شخصی، ژن درمانی سلول های سوماتیک و ژرم لاین)، مقایسه داروهای بیولوژیک و شیمیایی، آشنایی با نرم افزارها و جستجوگرهای طراحی دارو، طراحی و توسعه دارو با رویکرد ویژه بیماری، طراحی مهارکننده های آنزیمی.

۶- اصول کاربردی آنزیم ها: آشنایی با مبانی آنزیمولوژی، اصول کار با آنزیم ها با تاکید بر آنزیم های مولکولی، نقش آنزیم ها در بروز بیماری ها (از جمله سرطان) و هدف قراردادن آنها برای درمان و پیشگیری بیماری ها.



۷- متابولیسم در سلامت و بیماری: آشنایی با اختلالات متابولیکی مادرزادی (IEM) از جمله ناهنجاری های ژنتیکی مرتبط با متابولیسم بیوماکرومولکول ها و نقایص آنزیمی (ناهنجاری های اکسیداسیون اسیدچرب (VLCAD, MCAD)، ناهنجاری های چرخه اوره (OTC)، ناهنجاری های ذخیره لیوزومی (Pompe disease, MPS II, LSDs)، ناهنجاری های میتوکندریایی (MELAS).

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Stromgaard, K., Krosgaard-Larsen, P., Madsen, U. (۲۰۱۷) Textbook of Drug Design and Discovery. CRC Press.

۲-Garrett, R. H., Grisham, C. M. (۲۰۱۶) Biochemistry. Cengage Learning.

۳- Park, S. J., Cochran J. R. (۲۰۱۰) Protein Engineering and Design. CRC Press.

۴- Krauss, G., (۲۰۱۴) Biochemistry of Signal Transduction and Regulation. Wiley-VCH.



عنوان درس به فارسی:		امیکس مقدماتی	
عنوان درس به انگلیسی:		Preliminary Omics	
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:	۲		
تعداد ساعت:	۳۲		
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒		
تخصصی ☐	عملی ☐		
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐		
رساله / پایان‌نامه ☐			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: ☐ سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با زمینه های مختلف مطالعات ژنومیک، ترانسکریپتومیک، پروتومیک و متابولومیک و همچنین ابزارهای اومیک ازجمله توالی یابی ژنوم، توالی یابی RNA، ریزآرایه، روش های اسیکتروفوتومتتری جرمی.

(ب) اہداف ویژہ:

در پایان درس انتظار می رود دانشجویان با تکنیک های مختلف امیکس و کاربردهای آن ها آشنا شده و بتوانند شناخت لازم را برای بکار گرفتن روش های موردنیاز در کارهای تحقیقاتی خود را بدست آورند.

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ۱- مقدمه ای بر امیکس: ژنومیکس (ساختاری و عملکردی)، ترانسکریپتومیکس، پروتئومیکس و متابولومیکس
- ۲- روش های مختلف توالی یابی: توالی یابی سنگر، توالی یابی نسل جدید و توالی یابی نسل سوم
- ۳- معرفی پلتفرم های مختلف توالی یابی: اجزا، مزایا و معایب هر یک از پلتفرم ها
- ۴- توالی یابی اگزوم: کاربرد آن در یافتن جهش های عامل بیماری ها و نحوه آنالیز بیوانفورماتیکی داده ها
- ۵- توالی یابی ترانسکریپتوم: کاربرد آن در یافتن ژن های با بیان متفاوت، مسیرهای ملکولی و نحوه آنالیز بیوانفورماتیکی داده ها
- ۶- توالی یابی Chip: کاربرد آن در یافتن محل اتصال فاکتورهای رونویسی و تغییرات هیستونی و آنالیز بیوانفورماتیکی داده ها
- ۷- توالی یابی متیلوم: کاربرد ها و نحوه آنالیز بیوانفورماتیکی داده ها
- ۸- توالی یابی پروتئوم: پروتئومیکس ساختاری، کاربردها و نحوه آنالیز بیوانفورماتیکی داده ها
- ۹- ترکیب داده های ژنوم، ترانسکریپتوم و Chip-Seq و تفسیر نتایج حاصل از آن
- ۱۰- روش های مورد استفاده در بررسی متابولومیک: کروماتوگرافی، اسپکتروفتومتری جرمی، رزونانس مغناطیسی هسته ای)، کاربردها و نحوه آنالیز داده ها

- ۱۱- لیبیدومیک: تعریف، کاربردها، ابزارهای مورد استفاده مانند DESI-MS و MALDI MS و تفسیر داده ها
- ۱۲- آشنایی با مرورگرهای مورد استفاده در مطالعات امیکس (مانند Oncomine, Geneinvestigator, KEGG, Biocarta)

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

(ث) راهبردهای ارزشیابی، (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی



- ۱- Barh, D., Azevedo, V. (۲۰۱۸) *Omics Technologies and Bio-engineering: Towards Improving Quality of Life*. Academic Press.
- ۲- Wittmann, C., Lee, S.Y. (۲۰۱۲) *Systems metabolic engineering*. Springer Science & Business Media.
- ۳- Low, L., Tammi, M. (۲۰۱۷) *Bioinformatics: A Practical Handbook of Next Generation Sequencing and Its Applications*. World Scientific.
- ۴- Korpelainen, E., et al. (۲۰۱۴) *RNA-seq Data Analysis: A Practical Approach*. Chapman and Hall.



عنوان درس به فارسی:		سلول های بنیادی و بازسازی بافت	
عنوان درس به انگلیسی:		Stem cells and tissue regeneration	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۲	
تعداد ساعت:		۳۲	
		اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با انواع سلول های بنیادی و مبانی بازسازی بافت جهت ترمیم و بازسازی بافت های مختلف.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس قادر به ارائه تعریف روشنی از مبانی فناوری بازسازی بافت و روش های مختلف آن می باشند. همچنین با نحوه استفاده از سلول های بنیادی در ترمیم و باز ساخت بافت و اندام آشنا می شوند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱-مقدمه: تعاریف، اساس ترمیم و بازسازی در جانوران، اصول بازسازی بافت

۲-سلول های بنیادی: انواع سلول های بنیادی همه توان، پرتوان، چندتوان، دوتوان، یک توان و پتانسیل های کاربردی آن ها

۳-منشا تکوینی سلول های بنیادی: سلول های بنیادی جنینی، بندناف، جنینی خونساز، مزانشیمی، بالغین و پتانسیل های کاربردی آن ها

۴-اپی ژنتیک سلول های بنیادی: حافظه اپی ژنتیکی، تنظیم اپی ژنتیک پرتوانی و تمایز

۵-ماتریکس خارج سلولی و تمایز: انواع، ساختار، اجزای تشکیل دهنده، برهم کنش سلول ها با ماتریکس خارج سلولی، و اهمیت آن در تمایز

۶-تمایز سلول های بنیادی: کنام سلول های بنیادی، سیتو کین ها، فاکتورهای رشد، هورمون ها، لیگاند های هورمونی، اهمیت محیط های کشت در القای تمایز

۷-بررسی روند تمایز: مسیر های سیگنالی تمایز، ژن های مارکر، بررسی تغییرات بیان ژن های مارکر

۸-زیست مواد و مهندسی بافت: داربست و ویژگی های آن، پلیمرهای طبیعی و مصنوعی، زیست تخریب پذیری مواد، روش های ساخت داربست، استفاده از زیست مواد جهت رهایش سیتو کین ها و فاکتورهای رشد، انکپسوله کردن، تولید نانوذرات، پرینت زیستی سه بعدی بافت و اندام

۹-ترمیم بر پایه سلول: اصول، مراحل مختلف، بازسازی سیستم قلبی-عروقی و ایجاد عروق

۱۰-درمان بر پایه شخص در پزشکی بازساختی

۱۱-جدیدترین یافته ها در بازسازی بافت

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی



۱. Slack, J.M.W. (۲۰۱۷) *The science of stem cells*. Wiley.
۲. El-Badri, V. (۲۰۱۶) *Advances in Stem Cell Therapy: Bench to Bedside*. Humana Press.
۳. Atala, A., Lanza, R., Mikos, T., Nerem, R. (۲۰۱۸) *Principles of Regenerative Medicine*. Academic Press.
۴. Lanza, R., Langer, R., Vacanti, J. (۲۰۱۳) *Principles of tissue engineering*. Academic Press.



عنوان درس به فارسی:		مبانی پزشکی مولکولی	
عنوان درس به انگلیسی:		Basic Molecular Medicine	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	نوع درس و واحد
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۲	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان نامه ☐	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنائی دانشجویان با مکانیسم های ژنتیکی و ملکولی بیماری های شایع.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان با گذراندن این درس، با اساس مکانیسم های ژنتیکی و ملکولی بیماری های شایع از جمله، دیابت، آترواسکلروزیس، و آلزایمر آشنا خواهند شد. در ضمن دانشجویان اطلاعات لازم در خصوص نحوه طراحی تحقیقات در راستای بررسی بیماری ها و عوامل ایجاد کننده در سطوح ژنتیکی و مولکولی را کسب می نمایند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- مقدمه: اهمیت، جایگاه و کاربردهای پزشکی ملکولی
- ۲- جهش ها: اساس مولکولی، نامگذاری جهش ها، مکانیسم های موثر در جهش های کسب عملکرد و از دست دادن عملکرد، haploinsufficiency، غالب منفی
- ۳- سیستم های تعمیر DNA: BER، NER، نو ترکیبی همولوگی و ترمیم، ترمیم بازناجور، ترمیم همراه با رونویس (TCR) و ترمیم عمومی ژنوم (GGR)، بیماری گزردرماپیگمنتوزا، سندرم کوکائین و تریکوتیودیستروفی
- ۴- مکانیسم های ملکولی پیری: آسیب DNA، استرس اکسیداتیو، تخریب پیام رسانی سلولی، اختلال عملکرد میتوکندری، آسیب پروتئین ها
- ۵- پیام رسانهای داخل سلولی: پیام رسان های G پروتئین، سرین تریونین کینازها، هورمون های استروئیدی
- ۶- اساس ملکولی بیماری ها: دیابت، آترواسکلروزیس، آلزایمر، پارکینسون، هموفیلی A، تالاسمی ها، دیستروفی عضلانی دوشن، آسم
- ۷- روش های ملکولی تشخیص بیماری ها: انواع PCR، Real time PCR، oligonucleotide ligation assay (OLA)، روش های توالی یابی، FISH، ELISA، ریزآرایه
- ۸- کاربرد روش های ملکولی در پزشکی قانونی: PCR، روش های شناسایی SNP ها و پروفایل DNA
- ۹- مبانی مولکولی شیمی درمانی سرطان ها: اصول پایه، مسیرهای پیام رسانی، آنتی متابولیت ها، اثرات جانبی
- ۱۰- اصول و مبانی داروشناسی: دسته بندی های دارویی، موارد کاربرد، عوارض جانبی و مسمومیت

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۴۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی



- ۱- Ross, D.W. (۲۰۱۲) *Introduction to Molecular Medicine*. Springer.
- ۲- Epstein, R.J. (۲۰۱۱) *Human Molecular Biology: An Introduction to the Molecular Basis of Health and Disease*. Cambridge University Press.
- ۳- Proven, D., Gribben, J. (۲۰۱۹) *Molecular Hematology*. Wiley-Blackwell.
- ۴- Turnpenny, P., Ellard, S. (۲۰۱۷) *Emery's Elements of Medical Genetics*. Elsevier.



عنوان درس به فارسی: روش پژوهش و تحلیل داده های زیستی		عنوان درس به انگلیسی: Research methodology and Analysis of Biological data	
نوع درس و واحد			
نظری ■	پایه □	دروس پیش نیاز:	
عملی □	تخصصی □	دروس هم نیاز:	
نظری-عملی □	اختیاری ■	۲	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۳۲	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار ■ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

هدف این درس، آشنایی مباحث پایه ای لازم برای انجام پژوهش استاندارد، طراحی آزمایش، تجزیه و تحلیل داده های زیستی در حوزه ژنتیک می باشد.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویان پس از گذراندن این درس، می توانند با مباحث ایده پردازی در رشته ژنتیک، نگارش پروپوزال و همچنین نحوه آنالیز داده های زیستی آشنا شوند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- ۱- روانشناسی فردی: شناخت ویژگی های فرد پژوهشگر، اهمیت و تقویت روحیه کار تیمی، اهمیت ارتباطات علمی در کارهای تحقیقاتی
- ۲- روش پژوهش علمی: تعریف پژوهش آزمایشگاهی و تفاوت آن با سایر تحقیق ها، آشنایی با پایگاه های اطلاعاتی مثل pubmed، آشنایی با مباحث روز، نحوه شناسایی مباحث مورد نیاز جامعه و اولویت های پژوهش
- ۳- طراحی آزمایش: اصول پروپوزال نویسی، طرح مسئله، خلق ایده، تعریف اهداف کلی و جزئی، فرضیه و سوالات تحقیق، طراحی آزمایش
- ۴- ملزومات پژوهش استاندارد: مفهوم متغیرها، انواع فرضیه ها، بیان مسئله و مرور سوابق تحقیق، انواع مطالعات (مانند مورد-شاهدی، کوهورت، case report)، انواع نمونه گیری، آشنایی با انواع خطاها در آزمایش های مولکولی، ترسیم مرحله ای تحقیق
- ۵- مرور یک پروپوزال مصوب: نقد تخصصی یک پروپوزال مصوب، نگارش یک پروپوزال گروهی
- ۵- آنالیز یافته ها: مفهوم داده کیفی و کمی و ارزش P-value، کمی سازی های دو به دو و چند گروهی، آشنایی با Graph PAD, REST, T-TEST، روش های آنالیز و برنامه های کامپیوتری داده های مبتنی بر تصویر (مانند گراف ژل آگارز، وسترن)، آشنایی با Image J، آنالیز داده های بیان ژنی و آنالیز پلی مورفیسم

۶- انتشار نتایج: انواع روش های ارائه نتایج (کنفرانس، ثبت اختراع، ثبت زن، مقاله، گزارش طرح، پایان نامه)

۷- نحوه پایان نامه نویسی و مقاله نویسی: قالب نوشتاری پایان نامه، نویسندگان مقاله، قالب مقالات زیستی، برنامه های آماده سازی مقالات مثل mendely, endnote، انتخاب مجله مناسب، فایل های مورد نیاز در ارسال مقاله (مانند نامه به سردبیر، تضارب آراء، و مشارکت نویسندگان)، نحوه ارسال مقاله

۸- اخلاق در پژوهش: اخلاق زیستی در کار با نمونه های انسانی و حیوانی، اخلاق در پژوهش، مفهوم مالکیت معنوی و مسئولیت نویسندگان، حق اختراع و دانش فنی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت سخنرانی همراه با نمایش اسلاید، ارزیابی دانشجویان بصورت پرسش و پاسخ و برگزاری آزمون های منظم و ارائه سمینار



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کتاب تخصصی، مقالات مروری، پژوهشی و نرم افزارهای کمک آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Kumar, R. (۲۰۱۱) *Research methodology: A step-by-step guide for beginners*. Sage Publications Ltd.

۲- Munsky, B., Hlavacek, W.S., Lev S. Tsimring, L.S. (۲۰۱۸) *Quantitative Biology Theory, Computational Methods, and Models*. MIT press.

۳-Kothari, C.R., Garg, G. (۲۰۱۹) *Research methodology, methods and techniques*. New age international publishers.

۴- Folger, H.S., LeBlanc, S., Rizzo B. (۲۰۱۴) *Strategies for creative problem solving*. Prentice Hall.

