جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

مهندسی شیمی

Chemical Engineering

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

گرایش

بیوتکنولوژی | Biotechnology

گروه فنی و مهندسی

پیشنهادی دانشگاه صنعتی اصفهان

باسمه تعالی

نام رشته: مهندسی شیمی | **عنوان گرایش: بیوتکنولوژی**

گروه: فنی و مهندسی | **دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته**

کارگروه تخصصی: مهندسی شیمی | **نوع مصوبه: بازنگری**

پیشنهادی: دانشگاه صنعتی اصفهان | **تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۳/۰۹**

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی شیمی گرایش بیوتکنولوژی، در جلسه شماره ۱۵۷ تاریخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۹ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

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

ماده دو – این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته مهندسی شیمی گرایش بیوتکنولوژی مصوب جلسه ۴۲ تاریخ ۱۳۹۴/۰۵/۱۱ کمیسیون برنامه‌ریزی 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 ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنچیان
دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	درس مقدمه ای بر بیوتکنولوژی	از دروس جبرانی حذف شده، به دلیل همپوشانی زیاد
۲.	درس میکروبیولوژی عمومی ۱ واحد	۲ واحد ، با توجه به حجم مطالب و حالتی که عموما استفاده می‌شود.
۳.	پدیده‌های انتقال ۲ واحد	پدیده های انتقال ۳ واحد
	درس ۲ واحدی غیرممکن هست با توجه به حجم مطالب که باید در این درس پوشش داده شود. تلفیقی از ۳ درس می باشد. در ضمن درس پدیده های انتقال ۲ واحدی وجود ندارد و با توجه به تعداد بسیار محدود نیاز به این درس، عملا تشکیل آن غیرممکن و وجود آن در برنامه غیرواقعی می باشد.	
۴.	موازنه انرژی و مواد ۲ واحد	موازنه انرژی و مواد ۴ واحد
	درس ۲ واحدی موازنه وجود ندارد. درس ۴ واحدی هست و باید اخذ شود. مگر این که ۲ واحدی یا ۳ واحدی این درس ایجاد شود که برای چند نفر در سال امکانپذیر نیست با توجه به تعداد بسیار محدود نیاز به این درس، عملا تشکیل آن غیرممکن و وجود آن در برنامه غیرواقعی می باشد.	
۵.	سینتیک و طراحی راکتور ۲ واحد	سینتیک و طراحی راکتور ۴ واحد
	درس ۲ واحدی راکتور وجود ندارد. درس ۴ واحدی هست و معمولا اخذ می شود. مگر این که۲ واحدی یا ۳ واحدی این درس ایجاد شود که برای چند نفر در سال امکانپذیر نیست. با توجه به تعداد بسیار محدود نیاز به این درس، عملا تشکیل آن غیرممکن و وجود آن در برنامه غیرواقعی می باشد.	
۶.	ریاضیات مهندسی پیشرفته در جدول دروس الزامی	ریاضیات مهندسی پیشرفته در جدول دروس اختیاری
	با توجه به محدودیت تعداد واحدهای دروس الزامی و تفاوت این درس در دانشکده های مختلف، این جابجایی انجام شد.	
۷.	یک درس اختیاری اضافه شد.	تولید پروتئین‌های نوترکیب (فرایند و فناوری)
۸.	قسمت ویژگی دروس، برای همه دروس اصلاحاتی انجام شد بصورت افزودن موضوعات جدید، اصلاح ترتیب موضوعات، اصلاح مراجع	

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه

مهندسی شیمی با گرایش بیوتکنولوژی از جمله زمینه‌های مهم بیوتکنولوژی است که به کاربرد صنعتی میکروارگانیسم‌ها، آنزیم‌ها یا سایر اجزاء سلولی و فرایندهای زیستی برای ارائه خدمات به صنایع تولیدی مربوط است. گرایش بیوتکنولوژی از مهندسی شیمی در واقع مهندسی فرایندهای زیستی می‌باشد که در مقطع کارشناسی مهارت بالای مهندسی فرایند را دانشجویان کسب کرده‌اند. اصول این رشته دربرگیرنده فناوری‌های میکربی و آنزیمی، واکنش‌های زیستی و مهندسی سوخت و ساز، جداسازی و خالص‌سازی فراورده‌های ارزشمند میکربی و سلول‌های حیوانی، پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی، رفع آلودگی‌های زیست محیطی، مهندسی بافت و انتقال ژن در تولید محصولات نوترکیب و نقش برجسته در فناوری‌های پاک و سبز است.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

بیوتکنولوژی علم و هنر استفاده از میکروارگانیسم‌ها در تولید صنعتی محصولات ارزشمند و مفید است. بیوتکنولوژی یک موضوع بین ـ رشته ای و چند ـ رشته ای می‌باشد که بر مبنای علوم پایه شیمی ـ مهندسی ـ بیولوژی قرار گرفته است. امروزه بیوتکنولوژی مورد توجه اکثر محققان و پژوهشگران رشته‌های گوناگون کاربردی و صنعتی بوده که ارزش افزوده اقتصادی بالایی نیز به همراه دارد. این فرایندها به دلیل استفاده از کاتالیست‌های طبیعی و زیستی، محصولات بسیار انتخابی، ویژه، و سازگار با محیط‌زیست تولید می‌کنند. کاربرد بیوتکنولوژی در صنعت منجر به تولید محصولات گوناگون با صرف هزینه و انرژی کمتر، ضایعات کمتر و کمترین اثر مخرب بر محیط زیست می‌شود. به کمک دانش بیوتکنولوژی امروزه سوخت‌های تجدیدپذیر و مواد صنعتی و خوراکی فراوانی تولید می‌گردد. این رشته می‌تواند نقش برجسته و کلیدی در تولید بسیاری از محصولات تجاری با ارزش افزوده بالا ایفا کند. تحولات در زمینه زیست‌شناسی مولکولی فرصت‌های زیادی را برای بشر بوجود آورده است. بهره‌برداری از این فرصت‌ها به منظور تولید انبوه و اقتصادی، نیازمند آموزش‌های لازم و موردنظر در کسب مهارت‌های مرتبط با زمینه‌های متنوع بیوتکنولوژی به دانشجویان است.

هدف از این دوره تربیت مهندسینی است که علاوه بر توانایی‌های یک مهندس فرایند، توانایی و مهارت‌های لازم برای طراحی، توسعه و مدیریت فرایندهای زیستی را داشته باشند. فارغ التحصیلان این رشته می‌توانند در مراکز تحقیقاتی و صنایع مرتبط با زمینه‌های سنتی یا پیشرفته بیوتکنولوژی شامل صنایع تخمیری، داروئی، غذائی، محیط زیست و .. مشغول به کار شوند. هم اکنون در کشور صنایع مختلف غذایی، انرژی، استخراج معادن، محیط زیست، کشاورزی و غیره به وجود متخصیصن این رشته شدیدا نیازمند هستند.

پ) ضرورت و اهمیت

امروزه توسعه پایدار، انرژی‌های پاک و فرایندهای سبز از موضوعات مهم و تاثیرگزار مورد توجه دانشمندان و سیاستگزاران جهانی می‌باشد. بیوتکنولوژی بواسطه استفاده از پتانسیل‌های میکرورگانیسم‌ها، در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، سوخت‌های پاک و ویژگی‌های موردنظر در توسعه فرایندهای سبز از طریق کاهش مصرف انرژی و منابع و کاهش نشر آلاینده‌های زیست‌محیطی بسیار مورد توجه می‌باشد و در تمام کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه چه از لحاظ تخصیص بودجه‌های حمایتی و چه از لحاظ تمایل و توجه پژوهشگران، توجه به این توانایی‌های میکربی با روندی نمایی رو به افزایش بوده و هست. لذا با توجه به تمایل پژوهش‌های در حال انجام و موردنظر در مراکز دانشگاهی ضرورت بازنگری برنامه درسی احساس می‌شود.

با توجه به تصویب سند ملی بیوتکنولوژی کشور و توجه ویژه مسئولین، و با توجه به وجود تحریم‌های ظالمانه، توسعه امکانات آموزشی، آزمایشگاهی و پژوهشی این رشته بمنظور تربیت فارغ التحصیلان و متخصصین باکیفیت این رشته می‌تواند سهم قابل توجه و زیادی در توسعه اقتصاد بدون نفت و افزایش کارآفرینی در زمینه بهینه سازی فرایندهای موجود، ایجاد صنایع تولید محصولات سنتی و گسترش کاربردهای صنعتی بیوتکنولوژی ایفا کند. از جمله صنایع بیوتکنولوژی در ایران تعدادی واحد تولید اتانول از ملاس، کارخانه‌های تولید خمیر مایه، شربت گلوکز، اسید سیتریک و انواع آنتی بیوتیک را می‌توان نام برد در حالی که پتانسیل بسیار بالایی در زمینه‌های مختلف تولید محصولات متنوع زیستی، داروهای زیستی، مکمل‌های غذایی، پروتئین‌های نوترکیب، محیط زیست، تصفیه پساب‌ها و پسماندها، پاکسازی آلودگی‌های زیست محیطی، شیمی سبز و انرژی‌های پاک دارد.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی الزامی	۱۳
دروس تخصصی اختیاری	۱۱
رساله / پایان‌نامه	۶
جمع	۳۰

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
طراحی و توسعه واحد تخمیر	
توسعه و انجام فرایند آنزیمی	
طراحی فرایند جداسازی و خالص‌سازی محصولات زیستی	
فرایندهای زیست محیطی شامل تصفیه فاضلاب، پاکسازی خاک، پاکسازی هوا	
توانایی در تولید و مدیریت انرژی‌های پاک	

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

داوطلبان با مدرک کارشناسی مهندسی شیمی و سایر رشته هایی که مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مجاز می داند، می توانند در آزمون ورودی شرکت کنند.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱.	میکروبیولوژی عمومی	۲						
۲.	بیوشیمی عمومی	۲						
۳.	آزمایشگاه میکروبیولوژی و بیوشیمی	۱						
۴.	مبانی ژنتیک مولکولی	۲						

طرح بازنگری ۱۰۰۰ برنامه درسی

جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی (الزامی)

نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
بیوتکنولوژی	۱.	میکروبیولوژی صنعتی	۳	✓			۴۸		میکروبیولوژی عمومی
	۲.	سینتیک و طراحی بیوراکتور	۳	✓			۴۸		میکروبیولوژی صنعتی
	۳.	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی	۳	✓			۴۸		
	۴.	بازیافت و جداسازی مواد زیستی	۳	✓			۴۸		
	۵.	آزمایشگاه بیوتکنولوژی	۱		✓			۳۲	

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی
طرح بازنگری ۱۰۰۰ برنامه درسی

جدول (۴)- عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری

نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
بیوتکنولوژی	۱.	سمینار	۲	✓					
	۲.	بیوتکنولوژی غذایی	۳	✓			۴۸		
	۳.	بیوتکنولوژی محیط زیست	۳	✓			۴۸		
	۴.	بیوتکنولوژی تجاری	۳	✓			۴۸		
	۵.	تولید پروتئین‌های نوترکیب (فرایند و فناوری)	۳	✓			۴۸		
	۶.	مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای زیستی	۳	✓			۴۸		
	۷.	آنزیم شناسی صنعتی	۳	✓			۴۸		
	۸.	سوخت‌های زیستی	۳	✓			۴۸		
	۹.	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	✓			۴۸		
	۱۰.	ترمودینامیک محلول‌های غیرایده آل	۳	✓			۴۸		
	۱۱.	طراحی آماری آزمایش‌ها	۳	✓			۴۸		

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی
طرح بازنگری ۱۰۰۰ برنامه درسی

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
طرح بازنگری ۱۰۰۰ برنامه درسی

عنوان درس به فارسی:	میکروبیولوژی عمومی		
عنوان درس به انگلیسی:	General Microbiology	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		جبرانی ■	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری □	عملی □
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری □	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه □	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی اولیه با میکروبیولوژی

اهداف ویژه:

آشنایی با انواع میکروارگانیسم‌ها، طبقه‌بندی، مورفولوژی، فیزیولوژی، ساختار و عملکرد آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه و تاریخچه
- طبقه‌بندی میکروارگانیسم‌ها، معرفی و مقایسه ویژگی پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها، باکتری‌ها؛ جلبک‌ها، مخمرها، کپک‌ها،
- مورفولوژی و ساختار سلولی میکروارگانیسم‌ها
- فیزیولوژی باکتری‌ها، نیازهای تغذیه‌ای، گروه‌های تغذیه‌ای باکتری‌ها، محیط کشت، عوامل محیطی موثر بر رشد میکروارگانیسم‌ها،
- رشد و تکثیر باکتری‌ها، سینتیک رشد باکتری‌ها، رشد متعادل و همزمان، زمان تقسیم سلولی، تمایز در باکتری‌ها،
- متابولیسم باکتری‌ها، واکنش‌های تولید انرژی، واکنش‌های بیوسنتزی
- کنترل میکربی، تعاریف و اصطلاحات موجود، ساز و کار اثر عوامل ضدمیکربی، معرفی و بررسی عوامل ضدمیکربی فیزیکی و شیمیایی و حرارتی
- مبانی مهندسی ژنتیک
- مبانی ایمنی شناسی
- میکرب‌ها در صنعت، میکروبیولوژی کاربردی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۸۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. ملک زاده فریدون، میکروبیولوژی عمومی، انتشارات شهر آب، ۱۳۷۱.
۲. Black JG, "Microbiology, Principles & Applications" Prentice-Hall, ۱۹۹۶.
۳. Alcamo E, "Fundamentals of Microbiology", Vol. ۱, ۶th Edition, Jones & Bartle Publishers, ۲۰۰۱.
٤. Singleton P, "Bacteria in Biology, Biotechnology & Medicine", Wiley, ۱۹۹۹.
٥. Davies H, "Introductory Immunology", School of Life Science, University of Manchester.
٦. Graham LE, GrahamJM, Wilcox LW, "Algae", ۲nd Edition, Pearson, ۲۰۰۹.

عنوان درس به فارسی:	بیوشیمی عمومی		
عنوان درس به انگلیسی:	General Biochemistry	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		جبرانی ■	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری □	عملی □
تعداد واحد:	۲	تخصصی اختیاری □	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه □	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با شیمی سلول‌های زنده از نظر ماده و انرژی

اهداف ویژه:

آشنایی با انواع زیست مولکول‌ها و ساختار و نقش آنها، سوخت و ساز سلولی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه، حیات و نقش آب در سامانه‌های زیستی
- کربوهیدرات‌ها،
- پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و پپتیدها، تقسیم بندی، توالی، ساختمان‌های چهارگانه پروتئین‌ها
- آنزیم‌ها، کوفاکتورها، ویتامین‌ها،
- لیپیدها و غشاء
- اسیدهای نوکلئیک، نوکلئوتیدها، ساختار DNA و RNA
- سوخت و ساز سلولی، انرژی سلولی، گلایکولیز، چرخه اسیدسیتریک، زنجیره انتقال الکترون
- اکسیداسیون اسیدهای چرب، تجزیه آمینواسیدها، بیوسنتز کربوهیدراتها، لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک (مرور مختصر)
- فتوسنتز

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۸۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Lehninger AL, Freeman WH, "Principles of Biochemistry", ۲۰۰۵.
۲. Voet DJ, Voet JG, Pratt CW, "Principles of Biochemistry", Wiley, ۲۰۰۸.
۳. Mader SS, "Concepts of Biology", McGraw-Hill, ۲۰۰۹.
٤. Brooker RJ, Widmaier EP, Graham LE, Stiling PD, "Biology", McGraw-Hill, ۲۰۰۸.

عنوان درس به فارسی:	آزمایشگاه میکروبیولوژی و بیوشیمی		
عنوان درس به انگلیسی:	Laboratory of Microbiology & Biochemistry		
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:	۱		
تعداد ساعت:	۳۲		

نوع درس و واحد		
جبرانی ■		نظری □
تخصصی اجباری □		عملی ■
تخصصی اختیاری □		نظری-عملی □
رساله / پایان‌نامه □		

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه ■ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

مهارت کار در آزمایشگاه میکروبیولوژی و مطالعه عملی میکروارگانیسم‌ها

اهداف ویژه:

آشنایی با روش‌های مطالعه میکروارگانیسم‌ها، روش‌های کشت میکربی و جداسازی میکروارگانیسم‌ها از طبیعت

پ) مباحث یا سرفصل‌ها: آشنایی با میکروسکوپ و فنون آن، کار با میکروسکوپ و تنظیمات آن، مشاهده میکرب‌ها ، بررسی میکروسکوپی چند نمونه میکربی -

- مطالعه خصوصیات مورفولوژی باکتری‌ها با میکروسکوپ، آشنایی با روش تهیه فروتی و رنگ آمیزی ساده
- رنگ آمیزی گرم، آشنایی با انواع رنگ‌ها و روشهای رنگ آمیزی باکتری‌ها، آشنایی با رنگ آمیزی گرم و تهیه محلول‌های رنگ آمیزی،
- مطالعه آزمایشگاهی قارچها، آشنایی با خصوصیات ظاهری آنها، بررسی ساختمان میکروسکوپی قارچهای رشته ای و مخمرها
- محیط های کشت میکربی، آشنایی با انواع محیط کشت، تهیه محیط کشت جامد و مایع، سترون کردن مواد و وسایل
- روش‌های کشت میکربی، تهیه کشت میکربی مایع و جامد (پتریدیش و اسلنت)، تهیه کشت خالص و انجام کشت خطی
- جداسازی میکرب‌ها از نمونه طبیعی، آشنایی با اصول نمونه برداری و روش‌های غنی سازی، جداسازی باکتری‌ها و شمارش آنها،
- اندازه گیری رشد میکربی، روش کدورت سنجی و وزن سنجی، شمارش میکربی با میکروسکوپ و کشت جامد،
- منحنی رشد باکتری‌ها، روشهای ارزیابی رشد میکرب‌ها،
- آزمایش‌های بیوشیمیایی، آشنایی با چند آزمایش بیوشیمیایی برای شناسایی باکتری‌ها
- آشنایی با تجهیزات آزمایشگاهی (فرمنتور، فریزدرایر، اولترافیلتراسیون)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۷۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Cappuccino JG, Sherman N, "Microbiology, A Laboratory Manual", ٤th Edition, Longman Inc., ۱۹۹۹.

عنوان درس به فارسی:	مبانی ژنتیک مولکولی		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	The Basis of Molecular Genetics		جبرانی ■	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:			تخصصی اجباری □	عملی □
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اختیاری □	نظری-عملی □
تعداد واحد:	۲		رساله / پایان‌نامه □	
تعداد ساعت:	۳۲			

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه ■ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنائی با موضوع مهم ژنتیک مولکولی به عنوان پایه اصلی بیوتکنولوژی نوین

اهداف ویژه:

آشنایی با ساختارهای ژنتیکی، حامل‌های کلونینگ و سلول‌های میزبان

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- ساختمان مولکولی اسیدهای نوکلئیک و همانندسازی DNA
- ساختارهای ژنتیکی سلول های پروکاریوتی و یوکاریوتی
- معرفی و اهمیت کلون‌سازی ژن و تاریخچه علم ژنتیک
- حامل‌ها: پلاسمیدها و باکتریوفاژها
- روش‌های خالص‌سازی و کار با اسیدهای نوکلئیک DNA و RNA
- معرفی روش واکنش زنجیره ای پلیمراز (PCR) و Real-time PCR
- معرفی روش‌های دستکاری مولکول‌های DNA خالص شده
- وارد کردن DNA به داخل سلول‌های میزبان، روش‌های شناسایی سلول‌های نوترکیب
- حامل‌های کلون‌سازی برای باکتری *E. coli*
- حامل‌های کلون‌سازی برای سایر میکروارگانیسم‌ها و یوکاریوت‌ها
- کاربردهای کلون‌سازی ژن و آنالیز DNA

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Brown TA, "Gene Cloning & DNA Analysis, An Introduction", ۸th Edition, Wiley-Blackwell, ۲۰۲۰.
۲. Paolella P, "Introduction to Molecular Biology", WCB McGraw-Hill, ۱۹۹۸.
۳. Glick BR, Pasternak JJ, Patten CL, "Molecular Biotechnology, Principles and Applications of Recombinant DNA", ٤th Edition, ASM Press, ۲۰۰۹.
٤. Lodish H, "Molecular Cell Biology", ۸th Edition, W. H. Freeman & Company, ۲۰۱٦.

عنوان درس به فارسی:	میکروبیولوژی صنعتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Industrial Microbiology		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	میکروبیولوژی عمومی		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه ☐ سمینار ■ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آموزش جزئیات مراحل بالادستی فرایندهای زیستی بمنظور آماده سازی فرایند تخمیر و تولید محصول

اهداف ویژه:

آشنایی با میکروارگانیسم‌های صنعتی، محیط کشت صنعتی و حفظ شرایط سترون

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه و سیر تاریخی توسعه بیوتکنولوژی شامل تحولات مهم و تاثیرگزار، توسعه بیوتکنولوژی صنعتی در دهه های اخیر با تمرکز بر فراورده‌های مهم زیستی، زمینه‌های کاربرد بیوتکنولوژی صنعتی، بخش‌های اصلی فرایند تخمیر
- میکروارگانیسم‌های صنعتی، جداسازی و نگهداری میکروارگانیسم‌ها، ویژگی‌ها، روشهای اصلاح و توسعه و نگهداری میکروارگانیسم‌های صنعتی
- مهندسی متابولیک و زیست شناسی سامانه‌ها در بیوتکنولوژی صنعتی
- محیط کشت تخمیر صنعتی، انواع منابع تغذیه‌ای، منابع جدید و قابل جایگزین، تنظیم‌کننده‌های متابولیکی و ضدکف، فرمول‌بندی و روش آماده‌سازی محیط کشت
- سترون‌سازی محیط کشت، فرمنتور و هوا، مقدمه، انواع روش‌های سترون سازی فیزیکی و شیمیایی، تئوری و روابط و معادلات حاکم بر فرایند سترون‌سازی محیط کشت، هوا و فرمنتور
- توسعه مایه تلقیح برای تخمیر صنعتی، توسعه انواع مایه تلقیح مخمری، باکتریایی، میسلیومی و اسپوری
- سینتیک رشد میکربی و انواع روش‌های کشت، کشت ناپیوسته، مراحل دوره رشد و مصرف سوبسترا، کشت پیوسته و کموستات، کشت غیرمداوم خوراک‌دهی شده، سینتیک تولید محصولات زیستی و مصرف سوبسترا، رشد میکربی به همراه تولید محصول و مصرف سوبسترا
- تخمیر حالت جامد، مقدمه و تاریخچه، راکتورهای مناسب و روش کار
- آشنایی با جزئیات چند نمونه فرایند صنعتی زیستی پایه و متداول

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

انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان، بازدید علمی، معرفی و بررسی منابع علمی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۴۰ درصد (تکلیف، تحقیق درسی،)
آزمون پایان نیم‌سال	۶۰ درصد

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

سیستم ارائه بصورت پاورپوینت و فیلم آموزشی،

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Waites MJ, "Industrial microbiology, an introduction" Blackwell Science, ۲۰۰۱.
۲. Baily JE, "Biochemical Engineering Fundamentals" ۲nd edition, McGraw-Hill, ۱۹۸٦.
۳. Schuler ML, "Bioprocess Engineering: Basic Concepts" ۲nd edition, Prentice Hall, ۲۰۰۲.
٤. Stanbury PF, Whitaker A, "Principles of Fermentation Technology" ۲nd edition, Chapman & Hall, ۱۹۹٦.
٥. Stephanopoulos GN, Aristides AA, Nielsen J, "Metabolic Engineering: Principles & Methodologies" Academic Press, ۲۰۰٦.
۶. شجاع الساداتی سیدعباس، اسدالهی محمدعلی، "بیوتکنولوژی صنعتی"،انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، چاپ نهم، ۱۳۹۸

عنوان درس به فارسی:	سینتیک و طراحی بیوراکتور		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	Kinetics & Bioreactor Design		پایه ☐	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:	میکروبیولوژی صنعتی پیشرفته		تخصصی اجباری ■	عملی ☐
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۳		رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸			

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

تربیت مهندس فرایند تخمیر

اهداف ویژه:

آشنایی دانشجویان با اصول مقدماتی و پیشرفته طراحی، افزایش مقیاس و بهره‌برداری از انواع بیوراکتورها برای تولید انواع محصولات زیستی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه، انواع محصولات صنایع تخمیری، تاریخچه صنایع تخمیری، وضعیت صنایع تخمیری در ایران
- مقدمه‌ای بر رشد سلولی، سرعت واکنش زیستی، انواع معادلات سینتیک رشد، سینتیک رشد سلول و تولید محصول،
- استوکیومتری واکنش‌های زیستی، محاسبه ضرائب استوکیومتری، موازنه انرژی و گرمای واکنش‌های زیستی،
- بیوراکتورها و معادلات حاکم بر آنها، انواع بیوراکتورها از نظر ساختار، طراحی عمومی بیوراکتورهای متعارف شامل ناپیوسته، بیوراکتورهای نیمه‌پیوسته، خوراک‌دهی ناپیوسته، بیوراکتورهای پیوسته، بیوراکتورهای همزده و لوله‌ای، بیوراکتورهای با جریان برگشتی، بیوراکتورهای پشت سر هم
- طراحی عمومی بیوراکتورهای هوابر، ستون حبابی، گردشی و گازگرد، بیوراکتورهای بیهوازی، بیوراکتورهای مینیاتوری، بیوراکتورهای هیبریدی، بیوراکتورهای چندفازی، فتوبیوراکتورها، بیوراکتورها با جریان‌های غیرایده‌آل،
- تثبیت سلول و بیوراکتورهای مخصوص کشت های تثبیت شده
- مشخصه سازی اختلاط غیرکامل در بیوراکتورهای همزن‌دار و لوله‌ای، توزیع زمان اقامت،
- افزایش مقیاس بیوراکتورها، روش های افزایش مقیاس بر اساس توان مصرفی، ضریب انتقال جرم، اعداد بدون بعد و شکل هندسی
- ابزار دقیق در بیوراکتورها
- معرفی فرایندهای تخمیری منتخب، ملاحظات طراحی، ساخت، سترون سازی و کنترل فرایند

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

استفاده از منابع علمی معتبر، فیلم و تصاویر مربوطه مناسب و در صورت امکان بازدید از صنایع مرتبط، تکلیف و تحقیق درسی

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:

ارایه به صورت پاور پوینت یا تخته سیاه

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Doran P, Bioprocess Engineering Principles, ۲nd Edition, Elsevier Ltd, ۲۰۱۳
۲. Villadsen, J, Nielsen J, Liden G, Bioreaction Engineering principles, ۲nd Edition, Plenum Press, ۲۰۰۳.
۳. Baily JE, Ollis DF, "Biochemical Engineering Fundamentals" ۲nd edition, McGraw-Hill, ۱۹۸٦.
٤. Najafpour G, "Biochemical Engineering and Biotechnology", Elsevier, ۲۰۱٥.
٥. Shuler, Kargi, Bioprocess Engineering, Basic concepts", ۲۰۰۲
۶. شجاع الساداتی سیدعباس، اسدالهی محمدعلی، "بیوتکنولوژی صنعتی"،انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، چاپ نهم، ۱۳۹۸

عنوان درس به فارسی:	پدیده‌های انتقال در فرایندهای زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	Transport Phenomena in biological Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم اولیه پدیده‌های انتقال و کاربرد آنها در سامانه‌های زیستی

اهداف ویژه:

ایجاد مهارت سامانه‌های انتقال حرارت، جرم و مومنتوم در بیوراکتورها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه (مقیاس‌های گوناگون بررسی پدیده های انتقال، معرفی مختصات اولری و لاگرانژی در بدست آوردن معادلات تغییر، قضیه انتقال رینولدز)
- بدست آوردن معادلات تغییر در سامانه‌های تک‌جزئی و چندجزئی (معادله پیوستگی، معادله مومنتوم، معادله انرژی، فلاسک نفوذ)، حل مسائل انتقال مومنتوم در سامانه‌های کارتزین و در حالت دینامیکی،
- اهمیت بررسی پدیده‌های انتقال به طور همزمان، اهمیت پدیده‌های انتقال در بهره‌برداری از کشت در بیوراکتور
- مکانیک سیالات در سامانه‌های زیستی، رئولوژی محیط کشت‌های تخمیری، انواع ویسکومترها و معادلات حاکم بر آنها برای اندازه گیری سیالات زیستی، انواع روش‌های ایجاد اختلاط در بیوراکتورها، محاسبه توان مورد نیاز برای اختلاط در بیوراکتورها، تنش مکانیکی وارد بر سلول در بیوراکتورها، تنش مکانیکی وارد بر سلول در انتقال سیال در لوله ها
- انتقال حرارت در سامانه های زیستی، انواع سامانه‌های انتقال حرارت در بیوراکتورها، محاسبه نرخ انتقال حرارت در بیوراکتورها، محاسبه بیشینه غلظت زیست توده بر اساس محدودیت انتقال حرارت در بیوراکتورها
- انتقال جرم در سامانه‌های زیستی، اهمیت اکسیژن‌رسانی در کشت‌های هوازی در بیوراکتورها، ضریب حجمی انتقال اکسیژن، تشکیل و توزیع حباب، رژیم های جریان، روشهای اندازه گیری شدت جذب اکسیژن، محاسبه بیشینه غلظت بیومس بر اساس محدودیت انتقال جرم در بیوراکتورها

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

استفاده از منابع علمی معتبر انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰درصد

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

ارایه به صورت پاورپوینت و یا استفاده از تخته سیاه

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Doran P, Bioprocess Engineering Principles, ۲nd Edition, Elsevier Ltd, ۲۰۱۳.
۲- Truskey GA, Yuan F, Katz DF, "Transport Phenomena in Biological Systems" ۲nd Edition, Pearson education Inc., ۲۰۰٤.
۳- Baily JE, Ollis DF, "Biochemical Engineering Fundamentals" ۲nd Edition, McGraw-Hill, ۱۹۸٦.
٤- Blanch HW, Clark SD, "Biochemical Engineering", Marcel Dekker Inc, ۱۹۹٦.
٥- Bird RB, "Transport Phenomena", ۲nd Edition, ۲۰۰۲.

عنوان درس به فارسی:	بازیافت و جداسازی مواد زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	Recovery and Separation of bioproducts		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با اصول تئوری و عملی روش های مختلف جداسازی و بازیافت مواد زیستی

اهداف ویژه:

آشنایی کامل با فرایند پایین دستی، تبیین دقیق روش های مرسوم در جداسازی و خالص سازی مواد زیستی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه، دسته‌بندی محصولات و طبیعت مواد زیستی
- تخریب دیواره سلولی و روش‌های موجود، روش‌های مکانیکی، روش‌های غیرمکانیکی
- جداسازی فاز جامد- مایع، فیلتراسیون، مشکلات و پارامترهای مهم در فیلتراسیون، روش‌های فیلتراسیون در صنعت، سانتریفیوژ و معایب و مزایای آن نسبت به روش فیلتراسیون، سانتریفیوژهای صنعتی
- تصفیه و خالص‌سازی، جذب سطحی، کروماتوگرافی و مراحل آن، انواع کروماتوگرافی بر حسب اصول جداسازی، بستر سیال و بستر ثابت، اجزای بستر سیال، مواد جاذب و پارامترهای موثّر بر میزان جذب، مشخصّه‌یابی هیدرودینامیکی و بیوشیمیایی، بررّسی پارامترهای عملیاتی
- استخراج مایع- مایع، سیستم‌های رایج در استخراج مایع- مایع و تفاوت‌های موجود در آن‌ها
- رسوب‌دهی، روش‌های موجود و پارامترهای مهم در آن
- غشا، انواع غشا بر اساس ساختار و غشاهای موجود در صنعت
- مرحله نهایی در خالص‌سازی محصولات زیستی، خشکرکردن، کریستالیزاسیون

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

انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان، بازدید علمی، معرفی و بررسی منابع علمی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

ارایه به صورت پاورپوینت و یا استفاده از تخته سیاه

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Belter PA, Custer EL, Hu WS, "Bioseparation: Downstream Processing for Biotechnology", ۲nd Edition, Wiley, ۱۹۸۸.
۲- Harrison RG, "Bioseparations Science & Engineering", ۲nd Edition, Oxford University Press, ۲۰۱۵.
۳- Ladisch MR, "Bioseparations Engineering", Wiley, ۲۰۰۱.
٤- Jahanshahi PM, "Molecular Nanotechnology and Nanobiotechnology", ۲nd Edition, ۲۰۱۲.
٥- Najafpour G, "Biochemical Engineering and Biotechnology", Elsevier, ۲۰۱٥.

عنوان درس به فارسی:	**آزمایشگاه بیوتکنولوژی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Laboratory of Biotechnology**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** ☐ **نظری** ☐
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی اجباری** ■ **عملی** ■
تعداد واحد:	**۱**		**تخصصی اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۳۲**		**رساله / پایان‌نامه** ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ■ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنائی با انجام کشت میکربی و تعیین ضرایب سینتیکی حالت‌های مختلف کشت

اهداف ویژه:

تقویت مهارت‌های عملی دانشجویان بمنظور کشت میکروارگانیسم‌ها در سیستم‌های مختلف، پایش فرایند و اندازه‌گیری رشد با تجهیزات مربوطه و بدست آودن ضرایب سینتیکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- انجام آزمایش‌های کشت میکربی در فرمنتور
- رسم منحنی رشد و تعیین ثابت‌های سینتیکی رشد مانند μ_{max} و K_s و نیز محاسبه ضریب بازدهی و محصول‌دهی
- انجام آزمایش‌های کشت مداوم و تعیین D بهینه
- انجام آزمایش‌های کشت غیرمداوم توام با خوراکردهی
- تعیین ثابت K_La
- اندازه‌گیری استاندارد فعالیت یک آنزیم (بر اساس آنزیم های موجود آزمایشگاه) مانند سلولاز، پکتیناز و ...
- آزمایش هیدرولیز آنزیمی نشاسته و اندازه گیری فعالیت آنزیم‌های مربوطه و غلظت قندهای حاصل با روش‌های مختلف
- انجام فرایند هضم بیهوازی و اندازه‌گیری بیوگاز تولیدی با دستگاه GC
- آشنایی با دستگاه های مربوط به آزمایش‌های مهندسی ژنتیک، شامل PCR ، الکتروفورز، پروتئین و DNA ...

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

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

آزمایشگاه، تجهیزات مربوطه، مواد لازم برای کشت میکربی و فرایند آنزیمی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Cappuccino JC, Sherman N, "Microbiology, A laboratory manual", ٤th Edition, Longman, ۱۹۹۹.

عنوان درس به فارسی:	بیوتکنولوژی غذایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Food Biotechnology		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

به‌کارگیری علم بیوتکنولوژی در تولید، فرآوری و نگهداری مواد غذایی

اهداف ویژه:

تولید موادغذایی با کمک میکروارگانیسم‌ها و یا استفاده مستقیم از آنها به عنوان غذای انسان و دام، استفاده از میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌ها در پیش‌فرآوری و فرآوری مواد غذایی، استفاده از میکروارگانیسم‌ها برای تبدیل ضایعات و پسماندهای موادغذایی به محصولات با ارزش افزوده

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها در صنایع غذایی
- کاربرد فرایندهای تخمیر حالت جامد در صنایع غذایی
- قارچهای رشته‌ای برای تولید افزودنیهای غذایی و کمک فرایندها
- بیوتکنولوژی تولید طعم دهنده‌های غذایی
- تولید بیولوژیکی روغنها و چربیها
- کاربرد جلبکها در صنایع غذایی
- تکنولوژی آنزیمها در صنایع لبنی و نشاسته
- فرایندهای بی‌هوازی برای تصفیه پسماندهای صنایع غذایی
- استفاده از بیوسنسورها برای تعیین کیفیت مواد غذایی
- نقش امولسونها در صنایع غذایی
- اموسیفایرهای مورد مصرف در مواد غذایی و کاربرد آنها
- انواع امولسونهای غذایی و کاربرد امولسیفایرها در آنها
- تجهیزات و ماشین آلات مربوط به تولید امولسیونها

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

انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان، بازدید علمی، معرفی و بررسی منابع علمی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Pometto A, Shetty K, Paliyath G, Levin RE, "Food Biotechnology", CRC Press, ۲۰۰۵.

۲- Stahl U, Donalies UBE, Nevoigt E, (eds.) "Food Biotechnology (Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology)", Vol. ۱۱۱, Springer, ۲۰۰۸.

۳- Scheper T, Faurie R, Thommel J, (eds) "Application of Biotechnology for Functional Foods", Pew Initiative on Food and Biotechnology, Washington DC, ۲۰۰۷.

٤- Gutiérrez-López GF, Barbosa-Cánovas GV, "Food Science and Food Biotechnology", CRC Press, ۲۰۰۳.

۵- Hue YH, et al., "Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology", Marcel Dekker Inc., ۲۰۰٤.

عنوان درس به فارسی:	بیوتکنولوژی محیط زیست		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	Environmental Biotechnology		پایه ☐	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۳		رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸			

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

به کار گیری فرایندهای زیستی در تصفیه و پاکسازی آلاینده‌های زیست‌محیطی

اهداف ویژه:

آشنایی با مفاهیم زیست‌محیطی، انواع فرایندهای زیستی موثر در پاکسازی محیط زیست و جلوگیری از تولید آلودگی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مشکلات آلودگی در جهان، جابجایی و سرنوشت آلاینده‌های رهاشده در محیط زیست
- ویژگی‌ها و پارامترهای آلودگی محیط زیست (انواع آلاینده‌های آلی و غیرآلی، ذرات معلق، BOD، COD، مواد مغذی، فلزات، گازها، مواد سمی ...)
- انواع روش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی تصفیه آلاینده‌ها، تخریب زیستی (Biodegradation)
- استوکیومتری واکنش‌های میکربی در محیط زیست
- سینتیک رشد میکربی در فرایندهای زیست محیطی
- انواع بیوراکتورها در فرایندهای زیست محیطی
- فرایند لجن فعال، ویژگی‌ها، پارامترهای موثر و مشکلات، برکه‌های تثبیت و اکسیداسیون، لاگون، تالاب
- فرایندهای حذف نیتروژن و فسفر، سنتی و مدرن، نیترات‌زائی و نیترات‌زدائی،
- فرایندهای بی‌هوازی تصفیه فاضلاب، هضم بیهوازی و تولید گاز زیستی،
- فرایندهای بیوفیلمی در محیط زیست، تثبیت میکربی، بستر ثابت و سیالی، انواع پایه ها
- فرایندهای زیستی پاکسازی هوای آلوده صنعتی، حذف بو و آلاینده‌ها با روش زیست صافی (بیوفیلتر)، طراحی، ساز و کار و عوامل موثر بر عملکرد
- فرایندهای زیستی پاکسازی خاک های آلوده و آبهای زیرزمینی
- فروشوئی زیستی فلزات سنگین و ارزشمند از ضایعات جامد
- مروری بر انرژی‌های زیستی پاک و تجدیدپذیر

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

انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان، بازدید علمی، معرفی و بررسی منابع علمی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد (تکلیف، تحقیق درسی،)
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

ارایه به صورت پاورپوینت، استفاده از تخته سیاه،

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Metcalf and Eddy “Wastewater Engineering” 3rd Edition, Mc Graw Hill, 1991
۲- BE Rittmann "Environmental Biotechnology: principles and applications" McGrow-Hill, 2001
۳- GM Evans, J Furlong " Environmental Biotechnology: theory and applications" John Wiley, 2003
٤- R Mitchell " Environmental Microbiology" John Wiley, 1992
٥- GM. Masters “Introduction to environmental Engineering and Science” Prentice-Hall, 1991
٦- Kennes C, Veiga MC, "Air pollution prevention and control: bioreactors and bioenergy", Wiley, 2013
۷- Bitton G, "Wastewater Microbiology" 3rd Edition, Wiley, 2005

عنوان درس به فارسی:	بیوتکنولوژی تجاری		
عنوان درس به انگلیسی:	Commercial Biotechnology		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

تولید، توسعه و تجزیه و تحلیل محصولات میکروبی (مواد زیست فعال) با استفاده از میکروارگانیسم‌ها به منظور تولید تجاری.

اهداف ویژه:

آشنایی با فرآیند بزرگ‌سازی دستگاه‌های تولید محصولات میکروبی، آشنایی با تهیه و توسعه تلقیح میکروارگانیسم‌ها برای تخمیرهای صنعتی. آشنایی با کشت باکتری‌ها شامل بهینه‌سازی فرآیند تخمیر (pH ، دما و اکسیژن مورد نیاز). آشنایی با بهینه‌سازی مواد غذایی برای کشت باکتری‌ها، بهبود انتخاب میکروارگانیسم جهت افزایش بهره‌وری از محصولات تخمیر شده.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- کلیات و مقدمه‌ای بر بیوتکنولوژی تجاری،
- جدا سازی باکتری‌ها و آماده‌سازی محیط کشت،
- تولید در مقاس آزمایشگاهی، بهینه سازی شرایط کشت باکتریها،
- آشنایی با فرایند بزرگ‌سازی،
- فرایند بزرگ‌سازی از مقیاس ارلن به بیوراکتورها،
- فرایند بزرگ‌سازی از مقیاس بیوراکتورهای کوچک به بیوراکتورهای بزرگتر در شرایط هندسی مشابه،
- چند مثال در مورد بزرگ‌سازی، تولید نیمه صنعتی مواد تخمیری، تولید صنعتی مواد تخمیری،
- تولید صنعتی بیوسورفکتانت‌ها، تولید صنعتی آنتی بوتیک‌ها، تولید صنعتی آنزیم‌ها،
- مراحل و شرایط اداری تولید صنعتی مواد تخمیری،

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

انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان، بازدید علمی، معرفی و بررسی منابع علمی

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:

پیشنهاد میگردد از صنایع تولید محصولات میکروبی مانند آنتی بیوتیک سازی ها بازدید شود

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Baily JE, & Ollis DF, "Biochemical Engineering Fundamentals" ۲nd edition, McGraw-Hill, ۱۹۸٦.
۲- Syed Tanveer Ahmed, "Biochemical Engineering: Principal and Concepts", Phi Learning, ۲۰۱۲
۳- Commercial Biotechnology: An International Analysis, ۱۹۸٤
٤- Friedman Y, "Building Biotechnology", ۳rd edition, Logos Press, Washington, ۲۰۰۸.

عنوان درس به فارسی:	تولید پروتئین‌های نوترکیب (فرایند و فناوری)		نوع درس و واحد	
عنوان درس به انگلیسی:	Recombinant protein production (Process and Technology)		پایه ☐	نظری ■
دروس پیش‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد واحد:	۳		رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸			

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با فناوری تولید پروتئین‌های نوترکیب.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر تولید داروهای زیستی، بازار و اقتصاد محصولات زیستی، ارزش افزوده پروتئین‌های نوترکیب و بررسی انواع محصولات، معرفی گروه‌های محصول زیستی
- مفاهیم پایه ساختار پروتئین و پادتن‌ها، دسته بندی و کاربرد انواع پروتئین‌های نوترکیب (پادتن‌های تک دودمانی، آنزیم، فاکتورهای هورمون رشد و سایر پروتئین‌های نوترکیب)
- فرایند تولید پروتئین‌های نوترکیب، پارامترهای اساسی در فرایند تولید، سیستم‌های بیانی (سیستم‌های میکربی، سلولی و تراریخته)، بانک سلولی (تولید و نگهداری)
- کشت و تخمیر، مقایسه کشت در سیستم‌های سلولی و میکربی، تجهیزات کشت شناور و چسبنده، انواع بیوراکتورها و تجهیزات بالادستی،
- جداسازی سلول، شکست سلول، خالص‌سازی و انواع فناوری‌های خالص‌سازی نهایی، فرموله کردن،
- فناوری و خط تولید پروتئین‌های نوترکیب، طراحی خط تولید API پروتئین نوترکیب (پادتن تک دودمانی) (اینترفرون بتا و MAB)، کنترل کیفیت، تضمین کیفیت، تجهیزات فرایندی و مواد مصرفی، ملاحظات و نرم افزارهای طراحی واحد تولید پروتئین نوترکیب

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

انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان، بازدید علمی، معرفی و بررسی منابع علمی

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:

بازدید از دو واحد تولید پروتئین نوترکیب

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- Behme S, "Manufacturing of pharmaceutical proteins", Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; ۲۰۰۹.

۲- Sadettin s.Ozturk, " Cell Culture technology for pharmaceutical and cell-based therapy", Taylor and Francis, ۲۰۰۵.

۳- Subramanian G, "Biopharmaceutical production technology", ۲ volume set. John Wiley & Sons; ۲۰۱۲.

٤- Gellissen G, "Production of recombinant proteins: Novel microbial and eukaryotic expression systems", John Wiley & Sons; ۲۰۰٦.

عنوان درس به فارسی:	مدل‌سازی و شبیه سازی فرایندهای زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	Modeling & Simulation of Bioprocesses		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

مدل‌سازی، شبیه‌سازی و بکارگیری نرم‌افزارهای موجود برای طراحی و اجرای فرایندهای زیستی

اهداف ویژه:

آشنایی با فرآیندهای زیستی و کاربردهای گسترده آنها - مدل‌سازی رفتار دینامیک و سینتیک رشد میکروارگانیسم‌ها – مدلهای ساختارنیافته و ساختاریافته - مدل‌سازی فرآیندها و واحدهای کلیدی در سیستم‌های زیستی - شبیه‌سازی و بهینه‌سازی فرآیندهای زیستی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- آشنایی با تعاریف، اهمیت و فواید مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرآیندهای زیستی، آشنایی با تفاوت‌ها و همپوشانی‌های موضوعات طراحی، شبیه‌سازی، برآورد پارامترها و بهینه‌سازی سامانه‌های زیستی
- مروری بر معادلات کلی تبادل (جرم، حرارت و مومنتم) با تاکید بر کاربرد و ساده‌سازی اصولی و صحیح آنها در سامانه‌های زیستی
- ساختار یک مدل ریاضی
- مدل‌سازی رفتار دینامیک و سینتیک رشد میکروارگانیسم‌ها و عوامل موثر بر آن
- مدل‌سازی، شبیه‌سازی و بررسی انتقال جرم بین فازی در سامانه‌های زیستی
- مدل‌سازی، شبیه‌سازی و بررسی انتقال حرارت در سامانه‌های زیستی
- بررسی سینتیک واکنش‌های بیوشیمیایی و اجرای آن با نرم افزارهای مناسب
- روش‌های ارزیابی و آنالیز عملکرد مدل‌ها: آشنایی با مدل‌های ورودی-خروجی، آنالیز تاثیر ورودی‌های فرآیند بر خروجی‌ها، آنالیز حساسیت مدل به متغیرهای فرآیندی
- مدل‌سازی فرآیندها و واحدهای کلیدی در سامانه‌های زیستی (تبیین و استخراج معادلات حاکم و بیان روش حل آنها) بصورت مطالعات موضوعی شامل: انواع راکتورهای زیستی تک‌فاز و چندفاز همدما و غیر همدما، سامانه‌های جداسازی زیستی

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

انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد (تکلیف، تحقیق درسی،)
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

ارایه به صورت پاورپوینت، استفاده از تخته سیاه

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Liu SH, "Bioprocess Engineering Kinetics, Sustainability, and Reactor Design", ۳rd Edition, Elsevier, ۲۰۲۰.
۲. Shuler ML, Kargi F, Delisa M, "Bioprocess Engineering: Basic Concepts", ۳rd Edition, Prentice Hall, ۲۰۱۷.
۳. Boudreau MA, McMillan GK, "New Directions in Bioprocess Modeling and Control: Maximizing Process Analytical Technology Benefits", Springer, ۲۰۰۶.
٤. Hilton AM, "Bioprocess Design", CRC Press, ۲۰۰۵.
۵. Heinzle E, Biwer AP, "Development of Sustainable Bioprocess Modeling and Assessment", John Wiley & Sons, ۲۰۰۷.

عنوان درس به فارسی:	آنزیم شناسی صنعتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Industrial Enzymology		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با آنزیم شناسی پایه و کاربرد آنزیم‌های صنعتی

اهداف ویژه:

آشنایی با مفاهیم و سینتیک آنزیم‌ها، انواع آنزیم‌ها، و روش‌های سنجش آنزیمی، و کاربرد آنزیم‌ها،

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه و تاریخچه
- مروری بر ساختار پروتئین‌ها، تقسیم‌بندی، و ویژگی‌های سطحی و ساختاری آنها
- طبقه‌بندی و نامگذاری آنزیم‌ها، مکانیسم عملکرد، مروری بر کوفاکتورها
- سینتیک واکنش‌های آنزیمی (واکنش‌های تک سوبسترا و دوسوبسترا، واکنش‌های شرایط خاص)، مهار آنزیمی
- فعالیت کاتالیستی آنزیم‌ها، مفاهیم، عوامل موثر، غیرفعال شدن و پایدارسازی آنزیم‌ها
- سنجش آنزیمی و روشهای موجود، آزمون های سنجش کمیت و کیفیت نمونه های آنزیمی
- تثبیت آنزیم‌ها، روشهای تثبیت، سینتیک واکنش آنزیم‌های تثبیت شده
- منابع تولید آنزیم‌ها
- اصلاح آنزیم ها، مهندسی پروتئین و تولید آنزیم های نوترکیب
- روشهای تخمیری تولید آنزیم‌ها
- فرایندهای آنزیمی، راکتورهای آنزیمی
- کاربرد صنعتی آنزیم‌ها (چرم، خوراک دام، شوینده ها، نساجی، کاغذسازی، صنایع شیمیایی، علوم پزشکی، تشخیصی، نشاسته، زیست‌حسگرها)
- چالش‌ها و فرصت‌های موجود در تولید و بکارگیری آنزیم‌ها

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

انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان، بازدید علمی، معرفی و بررسی منابع علمی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد (تکلیف، تحقیق درسی،)
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

ارایه به صورت پاورپوینت، استفاده از تخته سیاه،

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Kennedy JF "Biotechnology", vol ۷a, A Comprehensive Treatise in ۸ vol. VCH Verlag GmbH & Co, ۱۹۸۷.
۲. Buchholz K. "Biocatalysis and Enzyme Technology" Wiley-Blackwell, ۲۰۰۵.
۳. Aehel W, "Enzymes in Industry, Production and Applications" Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, ۲۰۰۷.
٤. Bommarius AS, "Biocatalysis, Fundamentals and Applications" Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, ۲۰۰٤.
٥. Baily JE, "Biochemical Engineering Fundamentals" ۲nd edition, McGraw-Hill,۱۹۸٦.
٦. Moo young M, "Comprehensive Biotechnology" vol ۱, Pergamon Press Ltd ۱۹۸٥.
۷. Tripathi RC, "Biotechnological processing steps for enzyme manufacturing", Gene-Tech Books, ۲۰۰٦.
۸. Godfrey T, West S, "Industrial Enzymology", The Macmillan Press Ltd., ۱۹۹٦.

عنوان درس به فارسی:	سوخت‌های زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	**Biofuels**		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

ارزیابی و پیش‌بینی انواع منابع انرژی بخصوص منابع انرژی تجدیدپذیر و آشنایی دانشجویان با تولید سوختهای زیستی.

اهداف ویژه:

آشنایی با سیستم‌های انرژی بر پایه سوخت‌های زیستی، آشنایی با مبانی سوخت‌های زیستی، نقش سوخت‌های زیستی در کاهش آلودگی محیط زیست، مزایا و محدودیت‌های استفاده از سوخت‌های زیستی، بررسی و شناخت فناوری‌های مختلف جهت تولید سوخت پاک، آشنایی با نسل‌های مختلف سوخت‌های زیستی و فرآیندهای تولید آنها، شناسایی منابع جدید سوخت های پاک و مزایا و معایب هر کدام.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه و کلیاتی در زمینه انرژی و انواع آن،
- معرفی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و اهمیت آنها و معرفی سوخت‌های زیستی
- انرژی حاصل از زیست‌توده ، احتراق، پیرولیز، گازی‌سازی
- اتانول زیستی، بازار، نسل‌ها، انواع خوراک و روشهای پیشفراوری، فرایندهای تولید، تخمیر صنعتی، خالص‌سازی اتانول
- بوتانول زیستی، ویژگی‌ها، انواع خوراک برای تولید، میکربها و فرایند تخمیر بوتانل
- هیدروژن زیستی (شیمی و میکروبیولوژی)، بررسی سیستم‌های مختلف تولید زیستی هیدروژن،
- گاز زیستی(شیمی و میکروبیولوژی)، هاضم‌های بیهوازی، ارتقای گاز زیستی، کاربرد و توسعه صنایع تولیدکننده بیوگاز
- دیزل زیستی، اهمیت، ویژگی‌ها، کاتالیست‌ها، فرایند تولید، بررسی منابع مختلف تولید لیپید بعنوان خوراک اولیه
- معرفی معادلات، عملکرد، سیستم های بیوراکتور و افزایش مقیاس
- کاربردهای سوخت‌های زیستی، مزایا و معایب استفاده از سوخت‌های زیستی
- معرفی سایر منابع جدید سوخت های زیستی نظیر پیل‌های سوختی بیولوژیکی
- پالایشگاه زیستی (Biorefinery)، نگرش یکپارچه (integrated approach) برای تولید سوخت های زیستی
- چشم‌انداز آینده سوخت‌های زیستی

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

انجام تکالیف، انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان، بازدید علمی، معرفی و بررسی منابع علمی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ارایه به صورت پاورپوینت، استفاده از تخته سیاه

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Demirbas A, "Biorefineries for Biomass Upgrading Facilities", Springer, ۲۰۱۰.
۲. Gupta VK, Tuohy MG, "Biofuel Technologies, Recent Developments", Springer, ۲۰۱۳.
۳. Cheng J, "Biomass to Renewable Energy Processes", Taylor and Francis, ۲۰۱۰.
٤. Pandey A, et al., "Biofuels, alternative feedstocks and conversion processes for the production of liquid and gaseous biofuels", Elsevier, ۲۰۱۹.
٥. Drapcho CM, Nhuan NP, Walker TH, "Biofuels Engineering Process Technology", Mac Grow Hill, New York Chicago San Francisco, ۲۰۰۸.
٦. Karimi K, Lignocellulose-based Bioproducts, Springer, ۲۰۱٥.
۷. Blaschek HP, Ezeji TC, Scheffran J, "Biofuels from Agricultural Wastes and Byproducts", Wiley, ۲۰۱۰.
۸. Gerardi, B., "The microbiology of anaerobic digesters" Wiley, ۲۰۰۳

عنوان درس به فارسی:	ریاضیات مهندسی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Engineering Mathematics		
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:	۳		
تعداد ساعت:	۴۸		

نوع درس و واحد		
نظری ■	پایه □	
عملی □	تخصصی اجباری □	
نظری-عملی □	تخصصی اختیاری ■	
	رساله / پایان‌نامه □	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با کاربرد ریاضیات در فرایند های زیستی

اهداف ویژه:

آشنایی با معادلات دیفرانسیل معمولی، معادلات دیفرانسیل پاره‌ای، سری‌های فوریه، تبدلات لاپلاس، توابع مختلط شامل مشتق و انتگراکیری آنها، و کاربرد آنها در فرایندهای زیستی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- حل معادلات دیفرانسیل معمولی، سری‌های فوریه،
- حل معادلات دیفرانسیل پاره ای با روش جداسازی متغیر ها،
- حل معادلات دیفرانسیل پاره ای در دستگاه کارتزین، استوانه و کروی،
- حل معادلات دیفرانسیل پاره ای با روش تبدیل لاپلاس،
- مدل سازی ریاضیاتی فرایند های زیستی و حل آن،
- مدل سازی ریاضیاتی رشد باکتری و حل آن،
- آشنایی با اعداد مختلط و نگاشت ها،
- توابع مختلط و مشتق گیری، انتگرال گیری توابع مختلط،
- کاربرد توابع مختلط در فرایندهای زیستی ، چند مثال تکمیلی

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

انجام تکالیف،

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Kreyszig E, NormintonEJ, "Advanced Engineering Mathematics" ۱۰th Edition, Maple Computer Guide
۲. Syed Tanveer Ahmed, "Biochemical Engineering: Principal and Concepts", Phi Learning, ۲۰۱۲.

عنوان درس به فارسی:	ترمودینامیک محلول‌های غیرایده‌آل		
عنوان درس به انگلیسی:	Thermodynamic of Non-ideal Solutions	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با رفتارهای فازی محلول‌های غیرایده آل

اهداف ویژه:

آشنایی با پارامترهای ترمودینامیکی و محاسبات انرژی برای سیستم های زنده

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- معادلات حالت و کاربرد آنها در بررسی مخلوطها
- اصول ترمودینامیک محلول‌ها، تعادلات فازی و پایداری فازی،
- ضریب اکتیویته و مدل‌های ضریب اکتیویته بر اساس برهم کنش‌های مولکولی و سایر عوامل در رفتار غیرایده آل محلول‌ها
- محلول‌های تجمعی و الکترولیت‌ها
- ترمودینامیک رشد سلولی و جذب سوبسترا
- ترمودینامیک حاکم بر واکنش‌های آنزیمی، پروتئینی، خون، دارو، غذا و فتوسنتز،
- انرژی رشد و مرگ و میر سلولی، ترمودینامیک مولکول‌های زیستی پرانرژی مانند ATP و NADH
- ترمودینامیک متابولیسم واکنش‌های زیستی

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

انجام تکالیف، معرفی و بررسی منابع علمی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Prausnitz JM, Lichtenthaler RN, Azevedo EG, "Molecular thermodynamics of fluid phase equilibrium" ۳rd Edition, Prentice Hall, ۱۹۹۹.
۲. Model M, Reid RC, "Thermodynamics and its applications", Prentice Hall, ۱۹۷٤.
۳. Cullen HB, " Thermodynamics", John Wiley & Sons, ۱۹٦۰

عنوان درس به فارسی:	طراحی آماری آزمایش ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Statistical Design of Experiments		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با روشهای مختلف آماری در فرایندهای مهندسی و نرم افزارهای طراحی آزمایش برای بهینه سازی فرایندهای زیستی

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر ضرورت طراحی آزمایش‌ها
- مفاهیم آماری: جمعیت آماری، انحراف معیار و واریانس، توزیع نرمال، توزیع t، آزمایش F
- آنالیزهای one-way و two-way ، طراحی‌های لاتین و گریکولاتین
- روش‌های غربال‌گری فاکتورها: Yates table ، پلاکت – برمن
- طراحی فاکتوریل کامل: طراحی ۲^k ، Blocking در طراحی فاکتوریل کامل، Confounding در طراحی ۲^k
- طراحی فاکتوریل جزئی
- معرفی نرم افزارهای قابل استفاده در طراحی آزمایش‌ها
- آموزش عملی استفاده از نرم افزار Design Expert برای روش پلاکت – برمن و فاکتوریل کامل
- روش بهینه سازی تاگوچی: تئوری و عملی استفاده از نرم افزار Qualtek ۴ و Design Expert
- تئوری و عملی طرح مرکب مرکزی (CCD) در روش RSM و روش باکس – بهنکن
-

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

انجام تکالیف، انجام پروژه درسی توسط دانشجویان،

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Montgomery DC, "Design and Analysis of Experiments", John Wiley, ۲۰۰۵.
۲. Roy Rk, "A primer on the Taguchi method" Van Nostrand Reinhold, ۱۹۹۰
۳. Davies L, "Efficiency in research, development and production", Royal Society of Chemistry, ۱۹۹۳.
٤. Ryan TP, "Modern Engineering Statistics" Wiley, ۲۰۰۷.
٥. Lazic ZR, "Design of Experiments in Chemical Engineering", Wiley, ۲۰۰٤.