برنامه درسی

رشته: مهندسی شیمی

گرایش: بیوتکنولوژی

دوره: کارشناسی ارشد

دانشکده: مهندسی

مصوب جلسه مورخ ۹۸/۱۰/۳۰ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه

این برنامه براساس آیین‌نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات و فناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی تدوین‌شده و در جلسه مورخ ۹۸/۱۰/۳۰ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته: مهندسی شیمی

گرایش: بیوتکنولوژی

دوره: کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی مهندسی شیمی تدوین‌شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه درسی مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه برسد.

مرتضی کرمی
رئیس گروه برنامه‌ریزی آموزشی و درسی دانشگاه

ایمان الله بیگدلی
مدیر برنامه‌ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

رضا پیش‌قدم
معاون آموزشی دانشگاه

رأی صادره جلسه مورخ ۹۸/۱۰/۳۰ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه در موردبازنگری برنامه درسی مهندسی شیمی گرایش بیوتکنولوژی در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است. به واحد ذی‌ربط ابلاغ شود.

محمد کافی
رئیس دانشگاه

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

معاونت آموزشی

شورای برنامه‌ریزی درسی

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی شیمی

گرایش: بیوتکنولوژی

فصل اول

مشخصات کلی

تعریف رشته:

مهندسی شیمی-بیوتکنولوژی یک رشته تحصیلی بین‌رشته‌ای است که از مهندسی شیمی و مهندسی بیولوژی سرچشمه می‌گیرد و عمدتاً در رابطه با طراحی، ساخت و توسعه واحدهای عملیاتی است که از میکروارگانیسم‌ها و ارگانیسم‌های بیولوژیکی یا مولکول‌های آلی در جهت تولید محصول بهره می‌برند.

هدف رشته:

استفاده از یافته‌های زیست‌شناسان و شیمی‌دانان در آزمایشگاه و تبدیل آن به یک فرآیند تولیدی در مقیاس بزرگ. مهندسین شیمی-بیوتکنولوژی اصول زیست‌شناسی، شیمی و مهندسی را برای توسعه، طراحی، بهینه‌سازی و راه‌اندازی فرآیندهایی به کار می‌برند که از سلول‌های زنده، ارگانیسم‌ها یا مولکول‌های بیولوژیکی هم برای تولید و خالص‌سازی محصولات موردنیاز بشر و هم در جهت بهبود محیط‌زیست بشر استفاده می‌کنند.

ضرورت و اهمیت رشته:

بیوتکنولوژی، به‌عنوان فناوری کلیدی و محور توسعه پایدار، سودآور، اشتغال‌زا و سازگار با محیط‌زیست است. به همین دلیل قرن بیست و یکم قرن بیوتکنولوژی نامیده شده است. بیوتکنولوژی با سابقه هزاران ساله راهگشای مشکلات بشریت در هزاره سوم شناخته شده است زیرا امنیت غذایی، زیست‌محیطی، بهداشتی، دفاعی و قضایی را برای بشر به ارمغان می‌آورد. بر این اساس در آینده رتبه‌بندی کشورها براساس میزان پیشرفت آن‌ها در فناوری‌های نوین نظیر بیوتکنولوژی، نانوتکنولوژی و فناوری اطلاعات سنجیده می‌شود.

نقش، توانایی و شایستگی دانش‌آموختگان:

امروزه مهندسین شیمی –بیوتکنولوژی در انواع زمینه‌های مختلف مانند انرژی (سوخت‌های زیستی)، غذا، دارو، محصولات صنعتی و فرآیندهای تصفیه آب در حال کار هستند.

طول دوره و شکل نظام:

مدت مجاز تحصیل در این دوره ۴ نیمسال تحصیلی (۲ سال) و به شیوه آموزشی- پژوهشی می‌باشد.

تعداد و نوع واحدهای درسی:

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این دوره ۳۲ واحد آموزشی-پژوهشی است. واحدهای آموزشی و پژوهشی شامل ۶ واحد پایان‌نامه، ۱۴ واحد تخصصی و ۱۲ واحد اختیاری که با توجه به سوابق آموزشی دانشجو و پایان‌نامه تعریف‌شده، به‌وسیله اساتید راهنما تعیین می‌شود.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

شرایط و ضوابط ورود به دوره:

الف- شرایط عمومی و مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی

ب -جنسیت: زن و مرد

ج -رشته‌ها و دوره‌های کارشناسی موردقبول :داوطلبان با مدرک کارشناسی در رشته‌های مختلف مهندسی شیمی و سایر رشته‌هایی که مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مجاز می‌داند، می‌توانند از طریق آزمون ورودی پذیرفته شوند.

تبصره ۱: گروه مهندسی شیمی می‌تواند برای پذیرفته‌شدگان مهندسی شیمی که در دوره کارشناسی دروس مرتبط با گرایش بیوتکنولوژی را نگذرانده‌اند، دروس جبرانی را پیش‌بینی نماید.

تبصره ۲: گروه مهندسی شیمی می‌تواند برای پذیرفته‌شدگان غیر مهندسی شیمی، با توجه به نیاز آن‌ها دروس جبرانی از دروس دوره کارشناسی مهندسی شیمی را پیش‌بینی نماید.

فصل دوم

واحدهای درسی و جداول دروس

جدول ۱- دروس جبرانی برای دانشجویان ورودی از رشته مهندسی شیمی (براساس دروس ۳ واحدی)

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش‌نیاز/ هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	میکروبیولوژی عمومی	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	
۲	بیوشیمی عمومی	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	
۳	آزمایشگاه میکروبیولوژی	–	۱	۱	–	۳۲	۳۲	
جمع کل		**۶**	**۱**	**۷**	**۹۶**	**–**	**۱۲۸**	**–**

جدول ۲- دروس جبرانی برای دانشجویان ورودی از رشته مهندسی شیمی (براساس دروس ۲ واحدی)

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش‌نیاز/ هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	میکروبیولوژی عمومی	۲	–	۲	۳۲	–	۳۲	-
۲	بیوشیمی عمومی	۲	–	۲	۳۲	–	۳۲	-
۳	مبانی ژنتیک	۲	–	۲	۳۲	–	۳۲	-
۴	آزمایشگاه میکروبیولوژی	–	۱	۱	–	۳۲	۳۲	-
جمع کل		**۶**	**۱**	**۷**	**۹۶**	**–**	**۱۲۸**	**–**

جدول ۳- دروس جبرانی برای دانشجویان ورودی از رشته‌های غیر از مهندسی شیمی[1]

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش‌نیاز/ هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۵	سینتیک و طراحی راکتور	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۶	انتقال جرم	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۷	انتقال حرارت	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۸	مکانیک سیالات	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۹	کاربرد ریاضیات	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
	جمع کل	**۱۵**	**–**	**۱۵**	**۲۴۰**	**–**	**۲۴۰**	**–**

جدول ۴- دروس تخصصی

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش‌نیاز/ هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	طراحی راکتورهای بیوشیمیایی	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	–
۲	میکروبیولوژی صنعتی	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	–
۳	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	–
۴	بازیافت و جداسازی مواد زیستی	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	–
۵	سمینار	۲	–	۲	۳۲	–	۳۲	–
	جمع کل	**۱۴**	**–**	**۱۴**	**۲۲۴**	**–**	**۲۲۴**	**–**

[1]. دانشجویان غیر مهندسی شیمی درصورتی‌که دروس جدول ۱ (یا ۲) را نگذرانده باشند لازم است از بین دروس جداول ۱ و ۳ (یا ۲ و ۳) حداکثر تا سقف ۱۲ واحد (از برنامه درسی مقطع کارشناسی مهندسی شیمی) اخذ نمایند.

جدول ۵- دروس اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیش‌نیاز / هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	محاسبات عددی پیشرفته	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۲	تکنولوژی آنزیم	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۳	سوخت‌های زیستی	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۴	آمار در فرآیندهای مهندسی	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۵	مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرآیندهای زیستی	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۶	مهندسی متابولیک	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۷	بیولوژی سیستم‌ها	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۸	بیوتکنولوژی محیط‌زیست	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
۹	مباحث ویژه	۳	–	۳	۴۸	–	۴۸	-
	جمع کل	**۲۴**	**–**	**۲۴**	**۳۸۴**	**–**	**۳۸۴**	**–**

فصل سوم

سرفصل دروس

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **طراحی راکتورهای بیوشیمیایی**			
عنوان درس (انگلیسی):**Bioreactor Design**			
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی با اصول مقدماتی و پیشرفته طراحی بیوراکتورهای آزمایشگاهی و صنعتی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- آشنایی با انواع معادلات سینتیک رشد، طراحی بیوراکتورهای متفاوت شامل همزده، پلاگ، هواراند و حبابی
- شناخت سیستم‌های ناپیوسته، نیمه‌پیوسته و پیوسته.

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر رشد سلولی، انواع معادلات سینتیک رشد، عناصر اصلی رشد، عناصر جزئی، کشت‌های گیاهی، کشت-های حیوانی و اصول طراحی بیوراکتور به همراه مثال‌های مرتبط، سینتیک آنزیم‌ها، معادله‌ی مکائیلیس- منتن، برجیس-هالدن و...، استخراج پارامترهای مختلف معادلات سینتیک آنزیم‌ها، آنزیم‌های رقابتی و غیررقابتی.
- طراحی راکتورهای مبتنی بر آنزیم (ناپیوسته، پلاگ و پیوسته)، آنزیم‌های تثبیت‌شده و بیوراکتورهای مخصوص کار با آنزیم تثبیت‌شده، آنزیم‌های صنعتی و بیوراکتورهای مخصوص به آن‌ها.
- تثبیت سلول و بیوراکتور مخصوص کشت‌های تثبیت‌شده، طراحی عمومی بیوراکتورهای متفاوت شامل ناپیوسته، همزده و پلاگ، طرح عمومی بیوراکتورهای نیمه‌پیوسته و اصول و تئوری‌های خوراک‌دهی ناپیوسته.
- روابط و طرح عمومی بیوراکتورهای خاص شامل: هوابر، گردشی، گاز گرد، شیمی، میکروبیولوژی و بیوراکتور بی‌هوازی، بیوراکتور رایج در تصفیه آب و فاضلاب، بیوراکتور مینیاتوری.
- بیوراکتورهای هیبریدی، کنترل و اصول اندازه‌گیری در بیوراکتورها (دما، اسیدیته، اکسیژن محلول، کدورت و پتانسیل اکسیداسیون احیا)، طراحی بیوراکتور چند فازی، فتوبیوراکتور، بیوراکتور با جریان غیر ایدئال، مباحث خاص و راکتورهای ویژه، بیوراکتورهای دینامیک.

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش یاددهی- یادگیری:

ارائه و توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، همچنین انجام تکالیف و پروژه‌های مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۲۰	نوشتاری: ٪۴۰	٪۳۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Bailey, J. E., & Ollis, D. F. (1986). *Biochemical Engineering Fundamentals*: (Subsequent Edition) McGraw Hill.

Lee, J. M. (1992). *Biochemical Engineering*: (1st Edition) Prentice Hall.

منابع فرعی:

Riet, K. V., & Tramper, J. (1991). *Basic Bioreactor Design*: CRC Press.

McDuffie, N. G. (1991). *Bioreactor Design Fundamentals*: (1st Edition) Butterworth-Heinemann.

منابع مطالعاتی:

- Bioresource Technology
- Biotechnology Advances
- Journal of Biotechnology
- Biochemical Engineering Journal

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **میکروبیولوژی صنعتی**			
عنوان درس (انگلیسی): **Industrial Microbiology**			
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

روش‌ها و مراحل افزایش مقیاس فرآیند تخمیر در مقیاس آزمایشگاهی به مقیاس صنعتی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- آشنایی با انواع فرمانتورها، میکروارگانیسم‌های صنعتی، محیط‌های کشت صنعتی و روش‌های اماده‌سازی فرآیند و
- آشنایی با فرآیند تولید تعدادی محصولات میکربی

سرفصل درس:

- مقدمه و سیر تاریخی توسعه بیوتکنولوژی از ۸۰۰ سال قبل از میلاد مسیح تاکنون
- روند توسعه‌ی بیوتکنولوژی صنعتی در چند دهه‌ی گذشته و مهم‌ترین فرآورده‌های زیستی تجاری
- مهندسی متابولیک و زیست‌شناسی سامانه‌ها و کاربرد آن‌ها در بیوتکنولوژی صنعتی
- زمینه‌های کاربرد بیوتکنولوژی صنعتی
- تجهیزات تخمیر صنعتی
- میکروارگانیسم‌های صنعتی، نحوه‌ی تهیه و نگهداری آن‌ها
- محیط‌های کشت صنعتی، منابع، فرمول‌بندی و روش تهیه آن‌ها
- توسعه‌ی مایه تلقیح برای کشت انبوه میکروارگانیسم‌ها و فراورده‌های زیستی و انواع مایه تلقیح
- سترون‌سازی شامل: مقدمه، تئوری، روابط و معادلات حاکم بر فرایند سترون‌سازی محیط‌های کشت صنعتی میکروبی و روش‌های مناسب برای سترون‌سازی محیط‌های کشت صنعتی سلولی
- انواع روش‌های سترون‌سازی شامل غیر پیوسته و ناپیوسته
- سترون‌سازی هوا، روابط و معادلات حاکم

- تولید پنی‌سیلین و آنتی‌بیوتیک‌ها
- تولید محصولات تخمیر بی‌هوازی (استن-بوتانل، اتانل، اسیدلاکتیک، سرکه)
- آخرین پیشرفت‌های مربوط به توسعه پایش و کنترل فرایندهای زیستی

روش یاددهی- یادگیری:

ارائه درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، همچنین انجام تکالیف و پروژه‌های مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	-	نوشتاری: ٪۶۰	٪۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Casida, L.E. (2003). *Industrial Microbiology*: New Age International Publishers.

Waites, M. J., Morgan, N. L., Rockey, J. S., & Higton, G. (2001). *Industrial Microbiology: An Introduction*: (1st Edition) Blackwell Scientific Publication.

Stanbury, P. F., Whitaker, A., Hall, S. J. (2016). *Principles of Fermentation Technology*: (3rd Edition) Butterworth-Heinemann.

منابع فرعی:

Okafur, N., & Okeke, B. C. (2017). Modern Industrial Microbiology and Biotechnology: (2nd Edition) CRS Press.

Moulton, G. G. (2014). *Fed-Batch Fermentation*: (1st Edition) Woodhead Publishing.

منابع مطالعاتی:

- Bioresource Technology
- Biotechnology Advances
- Journal of Biotechnology
- Biochemical Engineering Journal
- Applied Microbiology and Biotechnology

دانشگاه شهرکرد
شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی**			
عنوان درس (انگلیسی):**Transport Phenomena in Biological Systems**			
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم و اصول فرآیندهای انتقال و کاربرد آن‌ها در سامانه‌های زیستی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- توانایی فرمولاسیون مسائل انتقال جرم، انرژی و اندازه حرکت
- تسلط بر مفاهیم پدیده‌های انتقال در بیوراکتورها

سرفصل درس:

- مقدمه (مقیاس‌های گوناگون بررسی پدیده‌های انتقال، معرفی مختصات اولری و لاگرانژی در به دست آوردن معادلات تغییر، قضیه انتقال رینولدز)
- به دست آوردن معادلات تغییر در سامانه‌های تک جزئی (معادله پیوستگی، مومنتوم و انرژی)
- به دست آوردن معادلات تغییر در سامانه‌های چندجزیی (معادله پیوستگی، معادله مومنتوم و معادله انرژی، تعریف فلاکس نفوذی جرم در سامانه‌های چندجزیی)
- نفوذ در محلول‌های الکترولیت
- اختلاط و هوادهی
- انتقال اکسیژن در بیوراکتورها (تشکیل و توزیع حباب‌ها، رژیم‌های جریان)
- ضریب انتقال جرم در بیوراکتورها (عوامل مؤثر، روابط همبستگی)
- روش‌های اندازه‌گیری شدت جذب اکسیژن
- انتقال گرما در بیوراکتورها

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش یاددهی- یادگیری:

ارائه و توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، همچنین انجام تکالیف و پروژه‌های مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Truskey, G. A., Yuan, F., &Katz, D. F. (2009). *Transport Phenomena in Biological Systems*: (2nd Edition) Pearson Education.

منابع فرعی:

Lih, M. M. (1975). *Transport Phenomena in Medicine and Biology*: Wiley.

Roselli, R. J., & Diller, K. R. (2011). *Biotransport: Principles and Applications*: Springer.

منابع مطالعاتی:

- Bioresource Technology
- Chemical Engineering Journal
- Bioprocess and Biosystem Engineering
- Journal of Chemical Technology and Biotechnology
- Biotechnology and Bioengineering

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **بازیافت و جداسازی مواد زیستی**			
عنوان درس (انگلیسی):**Bioseparation and Recovery**			
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی با اصول تئوری و عملی روش‌های مختلف جداسازی و بازیافت مواد زیستی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

تسلط بر روش‌های مختلف جداسازی محصولات حاصل از فرآیندهای زیستی

سرفصل درس:

- فیلتراسیون
- سانتریفوژ کردن
- گسستن دیواره سلولی
- روش‌های نوین استخراج شامل استخراج ژل، میسالار، تفکیک دوفازی آبی و استخراج با مایع فوق بحرانی
- جذب سطحی
- کروماتوگرافی (با تأکید بر کروماتوگرافی مایع)
- رسوب‌دهی
- اولترافیلتراسیون، الکترودیالیز، الکتروفورزیس، تمرکز ایزو الکتریکی
- کریستالیزاسیون
- خشک‌کردن
- طراحی زیست فرآیندها (سنتز فرآیندهای جداسازی)

روش یاددهی- یادگیری:

ارائه و توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، همچنین انجام تکالیف و پروژه‌های مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۲۰	نوشتاری: ٪۵۰ عملکردی: -	٪۱۰

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Ladisch, M. R. (2001). *Bioseparations Engineering: Principles, Practice, and Engineering*: (1st Edition) Wiley Interscience.

Belter, P. A., Cussler, E. L., & Hu, W.-S. (1988). *Bioseparations: Downstream Processing for Biotechnology*: (1st Edition) Wiley.

Harrison, R. (2011). *Bioseparations Science and Engineering*: (1st Edition) Oxford University Press.

منابع فرعی:

Subramanian, G. (2007). *Bioseparation and Bioprocessing: A Handbook*: Wiley-VCH.

Endo, I., Nagamune, T., Katoh, S., & Yonemoto, T. (2000). *Bioseparation Engineering*: Elsevier.

منابع مطالعاتی:

- Energy and Environmental Science
- Journal of Chemical Technology and Biotechnology
- Journal of Cleaner Production
- Chemical Engineering Journal
- Biotechnology and Bioengineering
- Bioresource Technology
- Environmental Science and Technology

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **سمینار**			
عنوان درس (انگلیسی):**Seminar**			
نوع درس: تخصصی	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۳۲

اهداف درس:

آشنایی با اصول سخنرانی‌های علمی و ارائه گزارشات علمی در یک جمع تخصصی یا نیمه تخصصی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- غلبه بر استرس ناشی از سخنرانی در یک جمع
- توانایی ارائه مطالب علمی در یک سخنرانی در وقت مقرر

سرفصل درس:

- موضوع سمینار بر اساس زمینه‌های علمی و مهارت‌های لازم برای دانشجو توسط استاد راهنما تعیین می‌شود و به تائید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی می‌رسد.
- سمینار باید شامل موارد زیر باشد:
- عنوان و معرفی
- مقدمه مختصر و مفید متناسب با موضوع موردبحث
- مواد و روش‌ها
- نتایج و یافته‌های موضوع موردبررسی
- بحث روی نتایج و نتیجه‌گیری مناسب از موضوع موردبحث
- جمع‌بندی مطالب با تأکید بر نکات کلیدی

روش یاددهی- یادگیری:

خطوط اصلی سمینار توسط استاد راهنما مشخص می‌گردد و دانشجو در طی یک فرآیند بررسی منابع و جمع‌بندی کارهای انجام‌شده توسط خودش و دیگران گزارش سمینار را آماده می‌کند و به تائید استاد راهنما می‌رساند. سپس متن فایل ارائه را آماده نموده و در یک جلسه ارائه می‌دهد. مدت‌زمان ارائه معمولاً ۲۰ دقیقه است.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	نوشتاری: ٪۵۰	-
		عملکردی: ٪۵۰	

فهرست منابع:

منابع برحسب موضوع تعیین‌شده ارائه می‌شود.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **محاسبات عددی پیشرفته**			
عنوان درس (انگلیسی):**Advanced Numerical Analysis**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

معرفی روش‌های حل عددی معادلات دیفرانسیل

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

آشنایی با انواع روش‌های حل عددی شامل تفاضل محدود، المان‌های محدود، روش‌های جدیدتر حل عددی معادلات خطی و غیرخطی به‌صورت صریح و ضمنی

سرفصل درس:

- معادلات دیفرانسیل در مهندسی شیمی، تقسیم‌بندی معادلات، کمبود روش‌های تحلیلی حل معادلات دیفرانسیل پاره‌ای غیرخطی
- حل معادلات دیفرانسیل خطی: روش گوس، گوس جردن، سامانه‌های سه قطری، روش معکوس ماتریس‌ها و غیره
- روش‌های درون‌یابی و انتگرال: روش‌های درون‌یابی چندجمله‌ای، روش مکعب، روش درون‌یابی دوبعدی و سه‌بعدی، روش‌های انتگرال، نیوتون رافسون
- روش تفاضل محدود: معادلات معمولی مقدار مرزی، معادلات دیفرانسیلی حاکم بر پدیده‌های انتقال، روش‌های بسط معادلات، روش‌های شوتینگ، حل معادلات هدایت گرمایی، مش بندی، شرایط فلوی مرزی مشترک، روش‌های صریح و ضمنی، جریان‌های دوبعدی و سه‌بعدی در انتقال حرارت، حل معادلات دیفرانسیل با عبارت‌های جابجایی، حل معادلات مکانیک سیالات با روش تفاضل محدود
- روش المان‌های محدود، روش گالرکین، روش باقیمانده‌های وزنی، روش کولوکیشن، روش مومنت، روش‌های بسط معادلات، روش صریح و ضمنی، روش‌های انتگرال زمانی، روش حل معادلات ناویر استوکس

روش یاددهی- یادگیری:

ارائه و توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، همچنین انجام تکالیف و پروژه‌های مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۲۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Lapidus, L., & Pinder, F. (1982). *Numerical Solutions of Partial Differential Equations in Science and Engineering*, Wiley.

Constantinides, A., & Mostoufi, N. (1999). *Numerical Methods for Chemical Engineers with MATLAB applications*, Prentice Hall

Pradeep, A. (2019). *Introduction to Numerical Methods in Chemical Engineering*, PHI Learning.

منابع فرعی:

Wesseling, P. (2009). *Principles of Computational Fluid Dynamics*: Springer series in computational mathematics.

منابع مطالعاتی:

- Journal of numerical mathematics
- International journal for numerical methods in engineering
- International journal of numerical methods for heat and fluid flow

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **تکنولوژی آنزیم**			
عنوان درس (انگلیسی):**Enzyme Technology**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی با آنزیم‌ها و کاربرد آنزیم‌های صنعتی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

شناخت سینتیک واکنش‌های آنزیمی (واکنش‌های تک سوبسترایی و دو سوبسترایی، برگشت‌پذیر)، مهارکننده‌های آنزیم، تثبیت آنزیم‌ها، شناخت آنزیم‌های صنعتی و منابع تولید آنزیم‌ها

سرفصل درس:

- مقدمه و تاریخچه
- مروری بر خصوصیات و طبقه‌بندی آنزیم‌ها
- مروری بر کوفاکتورها، خصوصیات، مکانیزم عمل و نام‌گذاری آنزیم‌ها
- سینتیک واکنش‌های آنزیمی (واکنش‌های تک سوبسترایی و دو سوبسترایی، برگشت‌پذیر)
- عوامل مؤثر بر فعالیت کاتالیستی آنزیم‌ها
- غیرفعال شدن و پایدارسازی آنزیم‌ها
- مهار آنزیمی
- تنظیم واکنش‌های آنزیمی
- واکنش‌های آنزیمی در سامانه‌های ناهمگن
- تثبیت آنزیم‌ها
- سینتیک واکنش آنزیم‌های تثبیت‌شده
- منابع تولید آنزیم‌ها
- اصلاح آنزیم‌ها، مهندسی پروتئین و تولید آنزیم‌های نوترکیب

دبیرخانه برنامه ریزی درسی دانشگاه

- آزمایش‌های سنجش کمیت و کیفیت نمونه‌های آنزیمی
- کاربرد آنزیم‌ها در صنایع مختلف (چرم، خوراک دام، دترجنت‌ها، نساجی، کاغذسازی، صنایع شیمیایی، علوم پزشکی، نان و شیرینی، صنایع لبنی، آب‌میوه، روغن، نشاسته و...)
- زیست حسگرها
- مروری بر جنبه‌های قانونی، ایمنی، سمیت و محیط‌زیست کار با آنزیم‌ها
- چالش‌ها و فرصت‌های موجود در تولید و به‌کارگیری آنزیم‌ها

روش یاددهی- یادگیری:

ارائه و توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، همچنین انجام تکالیف و پروژه‌های مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	٪۲۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۲۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Buchholz, K., Kasche, V., &Bornscheuer, U. T. (2012). *Biocatalysts and Enzyme Technology*: (2nd Edition) WILEY-VCH.

Tripathi, R. C. (2007). *Biotechnological Processing Steps for Enzyme Manufacturing*: Gene-Tech Books.

Bisswanger, H. (2008). *Enzyme Kinetics: Principles and Methods*: (2nd Edition) Wiley-VCH.

Kenneth, B. (2002). *Enzyme Kinetics and Mechanisms*: (1st Edition) Springer.

Cook, P. F., & Cleland, W. W. (2007). *Enzyme Kinetics and Mechanism*: (1st Edition) Garland Science.

منابع فرعی:

Pandey, A., Webb, C., Fernandes, M.,& Larroche, C. (2006). *Enzyme Technology*: Springer.

Shanmugam, S. (2009). *Enzyme Technology*: I. K. International Pvt Ltd.

منابع مطالعاتی:

- Bioresource Technology

- Biotechnology Advances
- Journal of Biotechnology
- Biochemical Engineering Journal
- Enzyme and Microbial Technology

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **سوخت‌های زیستی**			
عنوان درس (انگلیسی):**Biofuels**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

بررسی مبانی فیزیکی، شیمیایی و زیستی فرایندهای تبدیل و تجهیزات به‌کاربرده شده برای تولید سوخت‌های زیستی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- آشنایی با انواع روش‌های تولید سوخت زیستی مانند بیوگاز و بیودیزل
- شناخت انواع منابع توده‌ی زیستی برای تولید سوخت زیستی

سرفصل درس:

- مصرف انرژی و منابع آن در حال حاضر
- زمینه‌های شیمی و مهندسی سوخت‌های زیستی
- بازار انرژی حاصل از توده زیستی
- منابع توده‌ی زیستی، توده‌ی زیستی غیر پسماند، توده‌ی زیستی به‌صورت پسماند، برداشت و نگه‌داری توده‌ی زیستی، حمل‌ونقل توده‌ی زیستی، قابلیت به‌کارگیری توده‌ی زیستی، به‌کارگیری توده‌ی زیستی برای تولید سوخت و مشکلات ناشی از آن در کشاورزی
- عمل‌آوری توده‌ی زیستی با روش‌های فیزیکی: خشک‌سازی، خرد کردن، متراکم سازی، جداسازی
- عمل‌آوری توده‌ی زیستی با روش‌های حرارتی چون: احتراق، پیرولیز، تبدیل به گاز
- اتانول حاصل از ذرت
  - پودر کردن خشک
  - آسیاب کردن مرطوب
  - تخمیر محصولات همراه
  - موازنه انرژی

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

- اتانول حاصل از مواد سلولزی
  - مرور کلی فرایند
  - فناوری‌های آماده‌سازی اولیه
  - آبکافت
  - تخمیر
  - محصولات همراه
  - موازنه‌ی انرژی
  - تبدیل به گاز/ تخمیر
- دیزل زیستی
  - استفاده از روغن‌های گیاهی – کیفیت/ کمیت
  - فناوری‌های تبدیل روغن‌های گیاهی
  - محصولات همراه
  - خواص و کاربردها
- گاز زیستی
  - بازیافت گاز از محل دفن زباله‌ها
  - هضم بی‌هوازی کود و ضایعات حیوانی

روش یاددهی- یادگیری:

ارائه و توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، همچنین انجام تکالیف و پروژه‌های مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۴۰	نوشتاری: ٪۵۰	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Dahiya, A. (2014). *Bioenergy: Biomass to Biofuel*: (1st Edition) Academic Press.

Brown, R. C., & Brown, T. R. (2014). *Biorenewable Resources: Engineering New Products from Agriculture*: (2nd Edition) Wiley Blackwell Publishing.

منابع فرعی:

Love, J., & Bryant, J. A. (2017). *Biofuels and Bioenergy*: John Wiley & Sons Ltd.

Pandey, A. (2011). *Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes*: (1st Edition) Academic Press.

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **آمار در فرآیندهای مهندسی**			
عنوان درس (انگلیسی):**Statistics in Engineering Processes**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی با روش‌های مختلف آماری در فرآیندهای مهندسی و نرم‌افزارهای طراحی آزمایش برای بهینه‌سازی فرآیندهای زیستی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

تسلط بر مفاهیم آماری، روش‌های طراحی آزمایش و بهینه‌سازی آماری

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر ضرورت طراحی آزمایش‌ها
- مفاهیم آماری: جمعیت آماری، انحراف معیار و واریانس، توزیع نرمال، توزیع t، آزمایش F
- طراحی فاکتوریل کامل: طراحی 2^k، Blocking در طراحی فاکتوریل کامل
- طراحی فاکتوریل جزئی
- معرفی نرم‌افزارهای قابل‌استفاده در طراحی آزمایش‌ها
- آموزش عملی استفاده از نرم‌افزار Design Expert برای روش پلاکت برمن و فاکتوریل کامل
- روش بهینه‌سازی تاگوچی: تئوری و عملی استفاده از نرم‌افزار Qualtek ۴ و Design Expert
- طرح مرکب مرکزی (CCD) در روش RSM: تئوری و عملی
- روش باکس-بهنکن: تئوری و عملی

روش یاددهی- یادگیری:

ارائه و توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، تکنیک تدریس مبتنی بر مسئله و پروژه، همچنین انجام تکالیف و پروژه‌های مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Montgomery, D. C. (2019). *Design and Analysis of Experiments*: (10h Edition) Wiley.

Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2018). *Applied Statistics and Probability for Engineers*: (7th Edition) Wiley.

منابع فرعی:

Holicky, M. (2013). *Introduction to Probability and Statistics for Engineers*: Springer.

Morrison, J. (2009). *Statistics for Engineers: An Introduction*: Wiley.

منابع مطالعاتی:

- Statistical Analysis and Data Mining
- Journal of Statistical Software
- Annals of Statistics
- Statistical Science

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرآیندهای زیستی**			
عنوان درس (انگلیسی):**Bioprocess Modeling and Simulation**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

به‌کارگیری مدل‌سازی، شبیه‌سازی و نرم‌افزارهای موجود برای طراحی و اجرای فرآیندهای زیستی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- تسلط بر مدل‌های مختلف جریان‌های چند فازی، شرایط مرزی و سینتیک واکنش‌های بیوشیمیایی
- توانایی مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرآیندهای زیستی

سرفصل درس:

- جریان‌های تک فازی در سامانه‌های زیستی
- جریان‌های دوفازی در سامانه‌های زیستی شامل جریان‌های گاز-مایع، گاز-جامد، جامد-مایع
- جریان‌های سه فازی شامل جریان در فرمانتورها و حباب‌ها در جریان‌های دوغابی
- مدل‌های چند فازی در سامانه‌های زیستی شامل مدل اولرین، مدل حجمی سیال و مدل مخلوط
- مدل‌های جریان متلاطم در سامانه‌های زیستی
- شرایط مرزی مختلف در سامانه‌های شیمیایی و بیوشیمیایی
- تولید هندسه مسئله با استفاده از نرم‌افزارهای مناسب
- 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 در محیط نرم‌افزارهای مناسب

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

روش یاددهی- یادگیری:

توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، روش تدریس مبتنی بر مسئله و پروژه، همچنین انجام تکالیف و پروژه‌های مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۲۵	نوشتاری: ٪۲۵	٪۴۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Heinzle, E., Biwer, A. P., & Cooney, C. L. (2007). *Development of Sustainable Bioprocesses: Modeling and Assessment*: (1st Edition) Wiley.

منابع فرعی:

Mandenius, C., & Titchener-Hooker, N. J. (2013). *Measurement, Monitoring, Modelling and Control of Bioprocesses*: Springer.

Heinzle, E., Cooney, C., & Biwer, A. (2007). *Development of Sustainable Bioprocesses*: *Modeling and Assessment*: Wiley.

منابع مطالعاتی:

- Biomechanics and Modeling in Mechanobiology
- Journal of Molecular Modeling
- Environmental Modeling and Assessment

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **مهندسی متابولیک**			
عنوان درس (انگلیسی):**Metabolic Engineering**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی با متابولیسم سلولی و روش‌های مهندسی متابولیک برای تولید محصولات

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- شناخت مسیرهای متابولیکی و متابولیسم سلولی
- آشنایی با مفاهیم تنظیم و کنترل متابولیسم، آنالیز شبکه‌های متابولیکی

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر مهندسی متابولیک
- مسیرهای متابولیکی و متابولیسم سلولی
- کاتابولیسم
- مدل‌های جامع واکنش‌های سلولی (استوکیومتری در مقیاس ژنوم)
- موازنه جرم در مسیرهای متابولیکی (مفهوم موازنه عنصری، اکسید و احیاء و انرژی)
- تنظیم مسیرهای متابولیکی
- آنالیز کنترل متابولیسم
- آنالیز فلاکس متابولیکی
- روش‌های تجربی تعیین فلاکس متابولیکی
- کاربرد آنالیز فلاکس متابولیکی (نمونه‌هایی از دست‌کاری مسیرها برای تولید اسیدهای آلی، آمینواسیدها، الکل‌ها، منومرها و پلیمرها، سنتز مسیرها، استراتژی‌های مهندسی متابولیک، ابزارهای ژنتیکی)
- ساختار شبکه‌های متابولیکی

- ترمودینامیک فرآیندهای سلولی (محدودیت‌های ترمودینامیکی در مدل‌های استوکیومتری در مقیاس ژنوم)

روش یاددهی- یادگیری:

ارائه و توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، همچنین انجام تکالیف مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Villadsen, J., Nielsen, J., & Liden, G. (2011). *Bioreaction Engineering Principles*: Springer.

Stephanopoulos, G. N., Aristidou, A. A., & Nielsen, J. (1998). *Metabolic Engineering: Principles and Methodologies*: (1St Edition) Academic Press.

منابع فرعی:

Wittmann, C., & Lee, S. Y. (2012). *Systems Metabolic Engineering*: Springer Science & Business Media.

Nielsen, J. (2001). *Metabolic Engineering*: Springer.

منابع مطالعاتی:

- Metabolic Engineering

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **بیولوژی سیستم‌ها**			
عنوان درس (انگلیسی):**Systems Biology**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

آشنایی با فرآیندهای سلولی به‌عنوان یک سیستم با وظایف مشخص

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

کسب مفاهیم اولیه شبکه‌های بیولوژیک و اصول کار با این شبکه و استخراج اطلاعات از شبکه‌ها در ارتباط با عملکرد سلول‌ها و ارتباط اجزای سلولی با یکدیگر

سرفصل درس:

- مقدمه‌ای بر بیولوژی سیستم‌ها
- مفاهیم اساسی شبکه‌های بیولوژیکی
- آنالیز شبکه‌ها از توپولوژی تا فانکشن
- شبکه‌های متابولیکی
- شبکه‌های تنظیمی رونویسی
- شبکه‌های سیگنالی
- تنظیم اتوماتیک: یک موتیف شبکه
- حلقه‌های پیش‌خور و پس‌خور موتیف شبکه
- نمایش ریاضی و مدل‌سازی سیستم‌های بیولوژیکی سلولی
- استحکام و حساسیت شبکه‌ها
- برهم‌کنش‌های پروتئین-پروتئین
- امیکس

دانشگاه شیراز برنامه ریزی درسی دانشگاه

- کاربردهای بیولوژی سیستم‌ها در علوم مختلف

روش یاددهی- یادگیری:

توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، همچنین انجام تکالیف مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۴۰	نوشتاری: ٪۵۰	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Alon, U. (2006). **A***n Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological circuits*: (1st Edition) Chapman & Hall/ CRC.

Palsson, B. O. (2006). *Systems Biology: Properties of reconstructed Networks*: (1st Edition) Cambridge University Press.

Voit, E. (2012). *A First Course in Systems Biology*: (1st Edition) Garland Science.

منابع فرعی:

Walhout, M., Vidal, M., & Dekker, J. (2012). *Handbook of Systems Biology*: (1st Edition) Academic Press.

Kriete, A., Eils, R. (2013). *Computational Systems Biology*: (2nd Edition) Academic Press.

منابع مطالعاتی:

- BMC Systems Biology
- Molecular Systems Biology

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **بیوتکنولوژی محیط‌زیست**			
عنوان درس (انگلیسی):**Environmental Biotechnology**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

به‌کارگیری فنون بیوتکنولوژی برای جلوگیری از آلودگی و رفع آلودگی‌های گسترده‌ی زیست‌محیطی

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

- آشنایی با روش‌های حذف آلودگی و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست
- شناخت روش‌های تصفیه‌ی بیولوژیک و احیای خاک و آب‌های آلوده

سرفصل درس:

- اکوسامانه‌های بزرگ و مشکل آلودگی در جهان
- بیوتکنولوژی در حذف و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی
- آنالیز ضایعات و اثرپذیری محیط‌زیست از آن‌ها (تعریف ضایعات، خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها، فلزات سنگین، مواد سمی، مواد مغذی (N و P)، گازهای خروجی (کربن مونوکسید، هیدروژن سولفید و...) و آلودگی خاک و دریا)
- روش‌های تصفیه‌ی بیولوژیک (تجزیه‌پذیری ضایعات، سینتیک تصفیه به روش‌های بیولوژیک، روش‌های آماده‌سازی ضایعات، بیوراکتورهای هوازی و بی‌هوازی تصفیه فاضلات و لجن، برکه‌های تثبیت، آبدهی و دفع لجن، حذف فسفر، حذف مواد مغذی، حذف فلزات سنگین، حذف مواد سمی)
- تثبیت و اندازه‌گیری آلودگی‌ها (آلودگی‌های میکروبی ناشی از حیوان و انسان، آلودگی‌های میکروبی و شیمیایی خاک)
- میکروبیولوژی توصیفی فرایندهای تصفیه (هوازی و بی‌هوازی)
- روش‌های بیولوژیک تثبیت در هضم ضایعات جامد
- اصلاح و احیای خاک‌ها و آب‌های آلوده با به‌کارگیری ریزاندامگان‌ها و گیاهان
- (Phytoremediation, Bioremediation)

- حذف بو و گازهای سمی از مواد آلوده با روش‌های زیست صافی، مدیریت دفع ضایعات شهری و صنعتی

روش یاددهی- یادگیری:

توضیح درس توسط استاد به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ، انجام بحث‌های گروهی جهت یادگیری مشارکتی دانشجویان، همچنین انجام تکالیف مرتبط با محتوای درس توسط دانشجویان

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۴۰	نوشتاری: ٪۵۰	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع اصلی:

Metcalf & Eddy (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*: McGraw-Hill.

Eckenfelder, J. (1986). *Industrial Pollution Control*, Prentice Hall.

منابع فرعی:

Ivanov, V. (2015). *Environmental Microbiology for Engineers*: (2nd Edition) CRC Press.

Vallero, D. (2015). *Environmental Biotechnology*: (2nd Edition) Academic Press.

منابع مطالعاتی:

- Bioresource Technology
- Biotechnology Advances
- Journal of Biotechnology
- Biochemical Engineering Journal
- Journal of Cleaner Production
- Water Research

مشخصات درس:

عنوان درس (فارسی): **مباحث ویژه**			
عنوان درس (انگلیسی):**Special Topics**			
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز/ هم نیاز: دارد ☐	ندارد ■	پیش‌نیاز: -
تعداد واحد: ۳	نوع واحد: نظری		تعداد ساعت: ۴۸

اهداف درس:

ارائه مباحث جدید و نوآوری‌های رشته/ گرایش

توانایی و شایستگی‌هایی که درس پرورش می‌دهد:

توانایی به کار بردن روش‌ها و تکنیک‌های جدید

سرفصل درس:

در این درس در هر ترم بر اساس پیشنهاد اعضای گروه یک یا دو مبحث جدید و پیشرفته به‌صورت ویژه به دانشجویان آموزش داده می‌شود. سرفصل درس از سوی پیشنهاددهنده در ابتدای هر ترم بعد از تائید شورای آموزشی گروه به دانشجویان ارائه می‌شود. استاد مربوطه موظف است دو ماه قبل از شروع نیمسال، طرح درس را در جلسه شورای تحصیلات تکمیلی ارائه و به تصویب رساند.

روش یاددهی- یادگیری:

روش یادگیری ترکیبی از روش سخنرانی به همراه بحث گروهی و تمرین‌های عملی سر کلاس

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۲۰	-	نوشتاری: ٪۵۰	٪۳۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

منابع هر بحث توسط ارائه‌دهنده در ابتدای هر نیمسال پیشنهاد می‌شود.

فصل چهارم

جدول ترم بندی دروس

ترم بندی دروس برای دانشجویان فاقد درس جبرانی

ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	میکروبیولوژی صنعتی	۳	-	۳
۲	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی	۳	-	۳
۳	بازیافت و جداسازی مواد زیستی	۳	-	۳
۴	درس اختیاری	۳	-	۳
	جمع کل	**۱۲**	**-**	**۱۲**

ترم دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	طراحی راکتورهای بیوشیمیایی	۳	-	۳
۲	درس اختیاری	۳	-	۳
۳	درس اختیاری	۳	-	۳
۴	درس اختیاری	۳	-	۳
	جمع کل	**۱۲**	**-**	**۱۲**

ترم سوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	سمینار	۲	-	۲
۲	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	**۸**	**-**	**۸**

ترم چهارم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	**۶**	**-**	**۶**

ترم بندی دروس برای دانشجویان ورودی از رشته مهندسی شیمی و نیازمند درس جبرانی ۳ واحدی

ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	میکروبیولوژی عمومی	۳	-	۳
۲	آزمایشگاه میکروبیولوژی	-	۱	۱
۳	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی	۳	-	۳
۴	میکروبیولوژی صنعتی	۳	-	۳
۵	درس اختیاری	۳	-	۳
جمع کل		**۱۲**	**۱**	**۱۳**

ترم دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	بیوشیمی عمومی	۳	-	۳
۲	طراحی راکتورهای بیوشیمیایی	۳	-	۳
۳	درس اختیاری	۳	-	۳
۴	درس اختیاری	۳	-	۳
جمع کل		**۱۲**	**-**	**۱۲**

ترم سوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	بازیافت و جداسازی مواد زیستی	۳	-	۳
۲	سمینار	۲	-	۲
۳	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	۱۱	-	۱۱

ترم چهارم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	درس اختیاری	۳	-	۳
۲	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	۹	-	۹

ترم بندی دروس برای دانشجویان ورودی از رشته مهندسی شیمی و نیازمند درس جبرانی ۲ واحدی

ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	میکروبیولوژی عمومی	۲	–	۲
۲	آزمایشگاه میکروبیولوژی	–	۱	۱
۳	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی	۳	–	۳
۴	میکروبیولوژی صنعتی	۳	–	۳
۵	درس اختیاری	۳	–	۳
	جمع کل	**۱۱**	**۱**	**۱۲**

ترم دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	بیوشیمی عمومی	۲	–	۲
۲	مبانی ژنتیک	۲	–	۲
۳	طراحی راکتورهای بیوشیمیایی	۳	–	۳
۴	درس اختیاری	۳	–	۳
۵	درس اختیاری	۳	–	۳
	جمع کل	**۱۳**	**–**	**۱۳**

ترم سوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	بازیافت و جداسازی مواد زیستی	۳	-	۳
۲	سمینار	۲	-	۲
۳	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	۱۱	-	۱۱

ترم چهارم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	درس اختیاری	۳	-	۳
۲	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	۹	-	۹

ترم بندی دروس برای دانشجویان ورودی از رشته‌های غیر از مهندسی شیمی و نیازمند درس جبرانی ۳ واحدی

ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	میکروبیولوژی عمومی	۳	-	۳
۲	درس جبرانی از جدول ۳	۳	-	۳
۳	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی	۳	-	۳
۴	میکروبیولوژی صنعتی	۳	-	۳
۵	درس اختیاری	۳	-	۳
جمع کل		**۱۵**	**-**	**۱۵**

ترم دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	بیوشیمی عمومی	۳	-	۳
۲	درس جبرانی از جدول ۳	۳	-	۳
۳	طراحی راکتورهای بیوشیمیایی	۳	-	۳
۴	درس اختیاری	۳	-	۳
۵	درس اختیاری	۳	-	۳
جمع کل		**۱۵**	**-**	**۱۵**

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

ترم سوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	بازیافت و جداسازی مواد زیستی	۳	-	۳
۲	سمینار	۲	-	۲
۳	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	۱۱	-	۱۱

ترم چهارم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	درس اختیاری	۳	-	۳
۲	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	۹	-	۹

ترم بندی دروس برای دانشجویان ورودی از رشته‌های غیر از مهندسی شیمی و نیازمند درس جبرانی ۲ واحدی

ترم اول

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	میکروبیولوژی عمومی	۲	–	۲
۲	درس جبرانی مهندسی شیمی	۳	–	۳
۳	پدیده‌های انتقال در سامانه‌های زیستی	۳	–	۳
۴	میکروبیولوژی صنعتی	۳	–	۳
۵	درس اختیاری	۳	–	۳
جمع کل		**۱۴**	**–**	**۱۴**

ترم دوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	بیوشیمی عمومی	۲	–	۲
۲	درس جبرانی از جدول ۳	۳	–	۳
۳	طراحی راکتورهای بیوشیمیایی	۳	–	۳
۴	درس اختیاری	۳	–	۳
۵	درس اختیاری	۳	–	۳
جمع کل		**۱۵**	**–**	**۱۵**

شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

ترم سوم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
۱	بازیافت و جداسازی مواد زیستی	۳	-	۳
۲	سمینار	۲	-	۲
۳	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	۱۱	-	۱۱

ترم چهارم

ردیف	نام درس	تعداد واحد		
		نظری	عملی	جمع
	مبانی ژنتیک	۲	-	۲
۱	درس اختیاری	۳	-	۳
۲	پایان‌نامه	۶	-	۶
	جمع کل	۱۱	-	۱۱