



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت فرهنگ و آموزش عالی  
شورای عالی برنامه ریزی

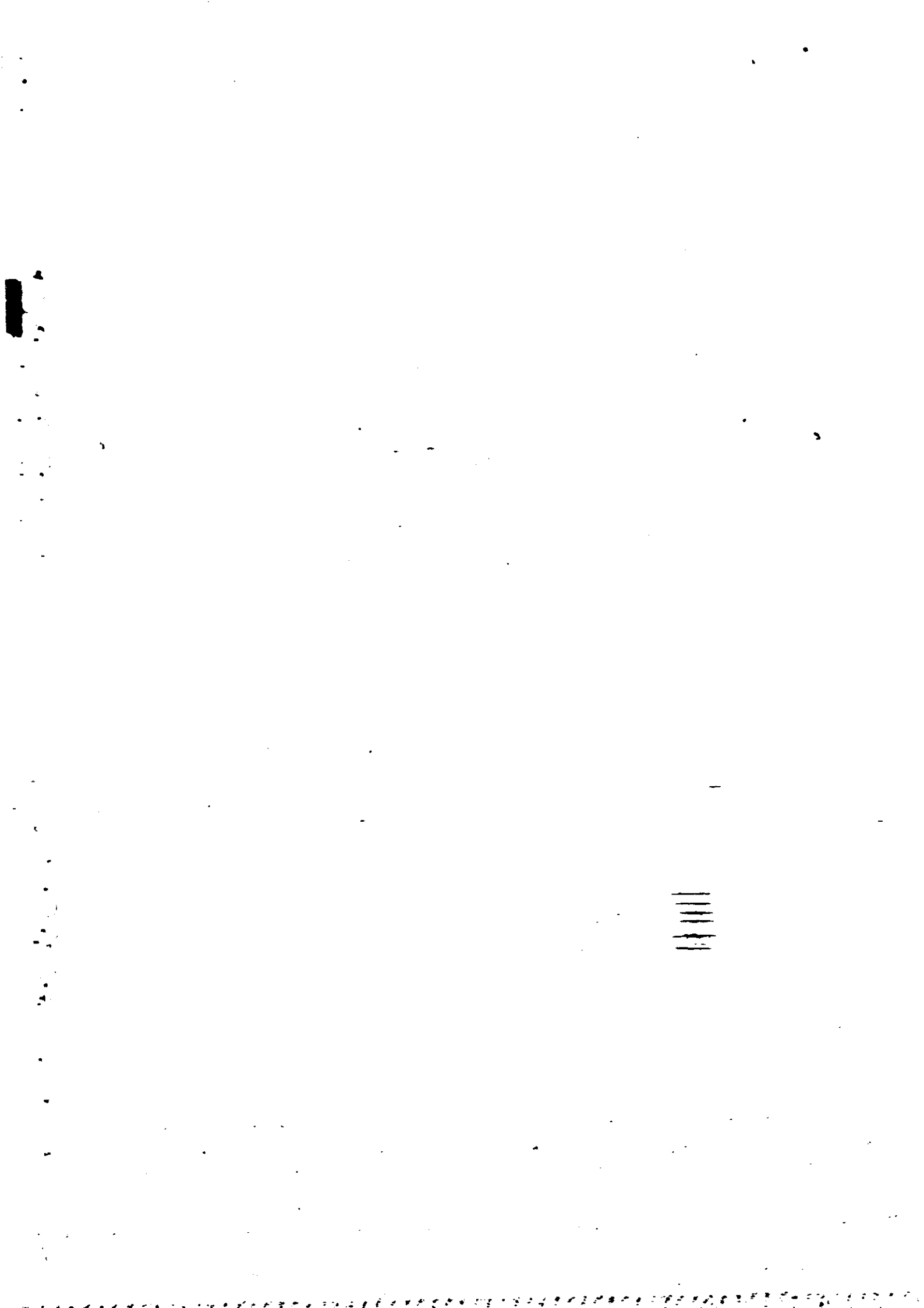
مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس  
دوره کارشناسی ارشد "مهندسی شیمی"

کمیته مهندسی شیمی  
گروه فن و مهندسی



مجموع دورست و پنجاه و هفتمین جلد شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۷۲/۲/۱۹



بسم الله الرحمن الرحيم



برنامه آموزشی  
دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

گروه: فنی و مهندسی  
رشته: مهندسی شیمی  
کمیته تخصصی: مهندسی شیمی  
شاخه:  
گرایش: کارشناسی ارشد

شورای عالی برنامه ریزی در دوست و پنجاه و هفتمین جلسه مورخ

بر اساس طرح دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی تهیه شده و به تأیید این گروه رسیده است، برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخمت کلی، برنامه و سرفصل دروس) بشرح پیوست تصویب کرد و مقرر می‌دارد:

ماده ۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی کشور که مشخمت زیر را دارند لازم الاجرا است.

الف: دانشگاهها و موسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره میشوند.

ب: موسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و بر اساس قوانین تاسیس میشوند و بنا بر این تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی میباشند.

ج: موسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل میشوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲) از تاریخ ۱۳۷۲/۲/۱۹ کلیه دوره‌های آموزشی و برنامه‌های مشابه موسسات خارج زمینه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی در همه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی منکر در ماده ۱ منسوخ میشوند و دانشگاهها و موسسات آموزش عالی یاد شده مطابق مقررات میتوانند این دوره را دایره و برنامه را اجرا نمایند.

ماه ۲) مشخصات کلی و برنامه و سرلامل دروس دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی  
در سه نعل جهت اجرا به وزارت فرهنگ و آموزش عالی  
اهلاغ میشود.

رای صادره در دوست وینجاه و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۲۲/۲/۱۹

در مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد  
مهندسی شیمی که از طرف  
گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود  
اکثریت آراء بتمویب رسید.  
۲) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد  
مهندسی شیمی از تاریخ  
تمویب قابل اجرا است.

رای صادره در دوست وینجاه و هفتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ

۱۳۷۲/۲/۱۹ در مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

صحیح است بموردا اجرا گذاشته شود.

دکتر مطفی معین  
وزیر فرهنگ و آموزش عالی

مورناتید است

رونوشت : به معاونت آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی جهت اجرا اهلاغ

میشود.

سید محمد کاظم نائینی

دبیر شورای عالی برنامه ریزی





کمیته مهندسی شیمی شورای عالی برنامه‌ریزی  
برنامه‌دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

کمیته برنامه‌ریزی مهندسی شیمی با توجه به رسالت آن در تعیین و تدوین برنامه‌دوره‌های آموزشی و تحقیقاتی رشته مهندسی شیمی، برنامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی را با در نظر گرفتن معیارهای زیر تدوین نموده است.

- ۱- نیاز صنایع شیمیایی، پتروشیمیایی، پالایشگاهها و مهندسیین مشاور
- ۲- نیاز مراکز آموزشی در ارتباط با رشته مهندسی شیمی
- ۳- وضعیت فعلی و آینده کادریات علمی مهندسی شیمی در دانشگاهها و موسسات آموزش عالی
- ۴- نیاز مراکز تحقیقاتی و پژوهشگاهها در ارتباط با موضوعات و گرایشهای

مهندسی شیمی

۵- رشد و توسعه رشته مهندسی شیمی در ایران و سایر کشورهای صنعتی پیشرفته

با توجه به تنوع صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی و گستردگی رشته مهندسی شیمی، دوتنوع برنامه آموزشی بصورت زیر تدوین گردیده است.

- ۱- یک برنامه واحد دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی با گرایشهای

تخصصی

- ۲- چند برنامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی مجزا از یکدیگر بطریقی که حداقل ۲ تا ۳ درس از دروس اصلی پیشرفته مهندسی شیمی در کلیه برنامهها بایکدیگر اشتراک داشته باشند.

این برنامه از نوع اول می باشد که مشخصات دوره و دروس آن همراه با سرفصل دروس در قسمت های بعد آورده شده است . در آینده نیز ممکن است برنامه های جدیدی از نوع دوم ارائه گردد.

مشخصات برنامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی بر طبق فهرست زیر ارائه می گردد. لازم بذکر است که سرفصل بعضی از دروس اختیاری بانظر دانشگاه های مجبری بعداً " بعنوان ضمیمه برنامه ارائه خواهد شد.



مفحه

فهرست

۱	تعریف و هدف - اهمیت و اولویت تاسیس دوره
۲	ارتباط با سایر دوره ها - شرایط پذیرش دانشجو
۳	مواد امتحانی آزمون - طول دوره و برنامه آموزشی پژوهشی
۵	گرایش های تخصصی
۶	جدول دروس اصلی
۷	جدول دروس اختیاری گرایشهای مهندسی شیمی
۱۱	سمینار - پایان نامه
۱۲	ترمودینامیک پیشرفته
۱۵	سینتیک و طرح راکتور پیشرفته
۱۷	ریاضیات پیشرفته
۱۹	محاسبات عددی پیشرفته -
۲۱	مکانیک سیالات پیشرفته
۲۴	انتقال حرارت پیشرفته
۲۶	انتقال جرم پیشرفته





بسمه تعالی

## دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

### ۱- تعریف و هدف :

الف - تعریف : دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی مشتمل بر دروس نظری پیشرفته مهندسی شیمی و پایاننامه پژوهشی در یکی از گرایش ها و یا موضوعات مربوط به مهندسی شیمی می باشد.

ب - هدف : هدف از ارائه این دوره تربیت طراحان و پژوهشگران صنایع شیمیایی ، پتروشیمیایی و پالایشگاهی می باشد. در امتداد اهداف آموزشی تربیت مربیان آموزشی و پژوهشی مراکز آموزشی و تحقیقاتی رانیز در برمی گیرد. فراگیران در ضمن آشنایی با اصول مهندسی شیمی در سطح پیشرفته و با تحقیق در یکی از موضوعات مهندسی شیمی قادر خواهند بود پاسخگوی نیازهای صنایع و مراکز صنعتی و تحقیقاتی کشور در زمینه های متنوع و مختلف تحقیقاتی در رابطه با مهندسی شیمی باشند. از جمله گرایشهای مهندسی شیمی می توان از فرآیندهای جداسازی ترمودینامیک و سینتیک ، طراحی و شبیه سازی صنایع شیمیایی ، فرآیندهای مهندسی بیوتکنولوژی ، سنتیک و مهندسی پلیمر ، کنترل فرآیندهای شیمیایی ، محیط زیست و غیره نام برده شود.

### ۲- اهمیت و اولویت تاسیس دوره :

کشور جمهوری اسلامی ایران دارای منابع سرشار نفت ، گاز و مواد



معدنی بوده و تبدیل این منابع به مواد مصرفی مستلزم تنوع فوق العاده و وسعت صنایع شیمیایی می باشد. صنایع شیمیایی شامل پالایشگاههای نفت و گاز، پتروشیمی، صنایع معدنی، صنایع پلاستیک سازی، صنایع غذایی و داروسازی صنایع خمیر و کاغذسازی، صنایع نظامی، محیط زیست و غیره از گستردگی زیادی برخوردار و نقش اساسی در اقتصاد شورایی می نمایند. تربیت متخصصین کارشناسی ارشد مهندسی شیمی با عنایت به اینکه غالب این صنایع مبرمی به تحقیق و توسعه در جهت اخذ دانش فنی در زمینه های مربوط دارند از اولویت خاصی برخوردار می گردند.

۳- ارتباط دوره با سایر دوره ها:

این دوره با طیف گسترده آموزشی و موضوعات تحقیقاتی مهندسی شیمی می تواند بانیگر دوره های کارشناسی ارشد فنی و مهندسی مرتبط باشد. بعنوان مثال میتوان از رشته های مکانیک حرارت و سیالات و تبدیل انرژی و رشته مواد نام برد.

۴- شرایط پذیرش دانشجو:

الف: شرایط عمومی و مصوب شورایی عالی برنامه ریزی و تربیت مدرسین  
حضوری

ب: جنسیت: زن و مرد

ج: رشته ها و دوره های کارشناسی مورد قبول: رشته های مختلف کارشناسی مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک، مهندسی پلی مر، مهندسی نفت و مهندسی مواد می توانند از طریق آزمون ورودی



پذیرفته شوند.

تیمبره : گروه مهندسی شیمی هردانشگاه می‌تواند برای پذیرفته شدگان غیر از مهندسی شیمی با توجه به نیاز آنها دروس پیشنهادی و جبرانی از دروس دوره کارشناسی مهندسی شیمی را پیش بینی نماید ولی تعداد کل آنها نباید از ۱۸ واحد افزایش یابد.

د- آزمون اختصاصی : آزمون طبق آیین نامه‌های مصوب وزارت فرهنگ و آموزش عالی انجام می‌گردد.

ضرایب	مواد امتحانی آزمون
۳	۱- ترمودینامیک مهندسی شیمی
۲	۲- طرح راکتور
۲	۳- کنترل فرآیندها
۴	۴- انتقال جرم و عملیات واحد
۳	۵- انتقال حرارت
۲	۶- مکانیک سیالات
۱	۷- زبان تخصصی



ه- طول دوره و برنامه آموزشی و پژوهشی :

الف - طول دوره : مدت اسمی این دوره ۲ سال می باشد. پذیرفته شدگان دارای درجه کارشناسی مهندسی شیمی می توانند در صورت دارا بودن فعالیت‌های مطلوب آموزشی در ۲ سال تحصیلی این دوره را به پایان برسانند. حداکثر زمانی این دوره ۳ سال می باشد.

ب - برنامه آموزشی و پژوهشی :

باتوجه به ویژگیها و تنوع موضوعات در رشته مهندسی شیمی  
برنامه آموزشی و پژوهشی این دوره شامل موارد زیر می باشد.

۱- دروس اصلی ( اجباری ) : ۱۵ واحد از آن واحد دروس پیشرفته مهندسی

شیمی

۲- دروس اختیاری (انتخابی) ۱۲-۹ واحد از دروس مربوط به یکی از گرایشها

مهندسی شیمی

۳- سمینار : ۲ واحد فعالیت تحقیقاتی مرتبط با یکی از موضوعات رشته

مهندسی شیمی

۴- پایان نامه : ۷ یا ۱۲ واحد پروژه پژوهشی در یکی از گرایشها یا موضوعا

مربوط به مهندسی شیمی

دانشجو بانظر استاد راهنما می تواند یکی از دو برنامه زیر را انتخاب نماید.

انتخاب الف :

دروس اصلی : ۱۵ واحد

دروس اختیاری : ۹ واحد

سمینار و پایان نامه : ۱۲ واحد

جمع ۳۶ واحد



انتخاب ب :



۱۵ واحد	دروس اصلی :
۱۲ واحد	دروس اختیاری :
۲ واحد	سمینار:
۷ واحد	پایان نامه:

---

جمع ۳۶ واحد

گرایشهای تخصصی :

باتوجه به تنوع موضوعات در رشته مهندسی شیمی گرایشهای زیر تعیین شده اند ولیکن باتوجه به قرابت و گستردگی موضوعات میتوان گرایش جدیدی را غیر از عناوین زیر عنوان و برنامه ریزی نمود. به هر صورت دروس یک گرایش بایستی برای افزایش کارایی و قابلیت بایکدیگر مرتبط باشند.

- ۱- فرآیندهای جداسازی (Separation Processes)
- ۲- ترمودینامیک و سینتیک (Thermodynamics & Kinetics)
- ۳- مهندسی فرآیند (Process Engineering)
- ۴- مهندسی بیوشیمیایی (Biochemical Engineering)
- ۵- کنترل فرآیندهای شیمیایی (Process Control)
- ۶- مهندسی محیط زیست (Environmental Engineering)
- ۷- مهندسی پلیمر (Polymer Engineering)
- ۸- پدیده های انتقال (Transport Phenomena)

الف : دروس اصلی

۷. عناوین دروس

پیشنازها/بازمان	ساعت		تعداد واحد	نام درس	کد درس
	جمع	نظری/عملی			
	۵۱	۵۱ -	۳	ترمودینامیک مهندسی شیمی پیشرفته	۰۱
	۵۱	۵۱ -	۳	سینتیک و طرح راکتور پیشرفته یک درس از دروس زیر:	۰۲
	۵۱	۵۱ -	۳	ریاضیات پیشرفته	۰۳
	۵۱	۵۱ -	۳	محاسبات عددی پیشرفته	۰۴
	۵۱	۵۱ -	۳	مکانیک سیالات پیشرفته	۰۵
	۵۱	۵۱ -	۳	انتقال حرارت پیشرفته	۰۶
	۵۱	۵۱ -	۳	انتقال جرم پیشرفته	۰۷
			۱۵	جمع	
					جمع



ب- دروس اختیاری گرایشهای مهندسی شیمی ■

کد درس	نام درس	شماره امتحان		شماره درس
		تعداد واحد	تعداد ساعت	
	۱- فرآیندهای جداسازی :			
۱	روشهای خاص جداسازی	۲	۵۱	-
۲	جداسازی چند جزئی	۲	۵۱	-
۳	پدیده های سطحی	۲	۵۱	-
۴	تبلور صنعتی	۲	۵۱	-
۵	فرآیندهای جداسازی غشایی	۲	۵۱	-
۶	پدیده های خشک نمودن	۲	۵۱	-
۷	کنترل فرآیند پیشرفته	۲	۵۱	-
	۲- ترمودینامیک و سینتیک :			
۸	ترمودینامیک سیستم های غیرایده آل (مخلوطها)	۲	۵۱	-
۹	پیش بینی خواص ترمودینامیکی سیالات	۲	۵۱	-
۱۰	ترمودینامیک آماری	۲	۵۱	-
۱۱	بهینه سازی	۲	۵۱	-
۱۲	کاتالیزورهای هتروژنی	۲	۵۱	-
۱۳	مهندسی احتراق پیشرفته	۲	۵۱	-
جمع				



■ سرفصل دروس اختیاری توسط دانشگاههای تیربیط اعلام خواهد شد . دانشگاهها موظفند یک نسخه از سرفصل دروس های اختیاری را مطابق فرم دبیرخانه شورای عالی برنامه ریزی ارائه نمایند.

شناسه دروس	ساعت		تعداد واحد	نام درس	کد درس
	نظری	عملی			
				۲- مهندسی فرآیند :	
	۵۱	۲	۲	اصول مهندسی فرآیند	۱۴
	۵۱	۲	۲	بهینه سازی	۱۵
	۵۱	۲	۲	مدل سازی و مشابه سازی	۱۶
	۵۱	۲	۲	طراحی کمک کامپیوتر	۱۷
	۵۱	۲	۲	انتگراسیون فرآیندها	۱۸
	۵۱	۲	۲	بازیافت انرژی در صنعت	۱۹
	۵۱	۲	۲	طراحی تجهیزات فرآیندی	۲۰
				۴- مهندسی محیط زیست :	
	۵۱	۲	۲	کنترل آلودگی هوا	۲۱
	۵۱	۲	۲	تمفیه آب و فاضلاب	۲۲
	۵۱	۲	۲	آلودگی و خالص سازی سیالات	۲۳
	۵۱	۲	۲	مدیریت پسمانده های جامد	۲۴
	۵۱	۲	۲	آکولوژی ( محیط شناسی )	۲۵
				جمع	



شناسنامه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	نظری	عملی	جمع			
					۵- مهندسی بیوشیمیایی :	
	۵۱ -		۳	۳	طراحی راکتورهای بیوشیمیایی	۲۶
	۵۱ -		۳	۳	میکروبیولوژی صنعتی و فرآیندهای تخمیری	۲۷
	۵۱ -		۳	۳	تکنولوژی آنزیمها	۲۸
	۵۱ -		۳	۳	بازیافت و جداسازی بیولوژیکی	۲۹
	۵۱ -		۳	۳	پدیده های انتقال در سیستم های بیولوژیکی	۳۰
					۶- مهندسی پلیمر :	
	۵۱ -		۳	۳	رئولوژی پیشرفته سیالات پلیمر	۳۱
	۵۱ -		۳	۳	سینتیک و طرح راکتور پلیمرها	۳۲
	۵۱ -		۳	۳	خواص فیزیکی و مکانیکی پلاستیک ها	۳۳
	۵۱ -		۳	۳	پدیده های انتقال سیالات پلیمری	۳۴
	۵۱ -		۳	۳	طراحی فرآیندهای پلیمری به کمک کامپیوتر	۳۵
						جمع





بیشمار و با شمار	ساعت		تعداد واحد	نام درس	کد درس
	نظری	عملی			
				۷- پدیده های انتقال :	
	۵۱	۵۱	۳	پدیده های انتقال پیشرفته ۱	۳۶
	۵۱	۵۱	۳	پدیده های انتقال پیشرفته ۲	۳۷
	۵۱	۵۱	۳	جریانهای متلاطم ولایه های مرزی	۳۸
	۵۱	۵۱	۲	پدیده های انتقال سیالات غیرنیوتونی	۳۹
				از هرگرایش دانشجو می تواند ۱۲-۹ واحد انتخاب نماید	
					جمع



## ۸- سمینار:

ارائه سمینار برای دانشجویان دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی ضروری می باشد. سمینار بر اساس پیشنهاد استاد راهنما می تواند بطور مجزای در یکی از موضوعات زیر ارائه گردد و یادداشتها در امتداد پرونده کارشناسی ارشد بعنوان یک مقاله و یا گزارش تحقیقاتی در یکی از گرایشهای مهندسی شیمی انجام گردد.

### موضوعات سمینار:

- بررسی و معرفی رشته های مختلف صنایع شیمیایی و نقد و تحلیل مشکلات و تنگناهای علمی و فنی این صنایع و یا یک صنعت خاص
- بررسی و معرفی زمینه های اساسی تحقیقاتی مهندسی شیمی و صنایع شیمیایی در ایران و سایر کشورهای جهان
- مرور و تحلیل در یکی از موضوعات مهندسی شیمی و ارائه گزارش تحقیقاتی و یا یک مقاله عملی

### ۹- پایان نامه :

نگارش یک رساله تحقیقاتی در یکی از موضوعات مهندسی شیمی به پایان نامه اطلاق می گردد. پایان نامه حتی المقدور بایستی یکی از موضوعات مربوط به گرایش تخصصی انتخابی دانشجوی باشد. پیروژه پژوهشی موضوع رساله حتی الامکان جهت رفع مشکلات مبتلا به صنایع مختلف شیمیایی کشور و یا نوآوری در یکی از موضوعات در زمینه های نظری، عملی و یا عملی مربوط به مهندسی شیمی باشد.





## ترمودینامیک پیشرفته

کد: ۰۱

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ترمودینامیک کارشناسی مهندسی شیمی

هدف: هدف از درس آموزش مبانی نظری و ترمودینامیک مولکولی و

کاربرد ترمودینامیک کلاسیک و مولکولی در پیش بینی تعادلات فازی

سیالات می باشد.

سرفصل دروس:

۱- مروری بر قوانین و فرضیه های ترمودینامیک کلاسیک: قوانین اول،

دوم و سوم ترمودینامیک، فرضیه های ترمودینامیک از دید کالین

( Callen )

۲- ترمودینامیک کلاسیک تعادلات فازی: کاربرد ترمودینامیک در

تعادلات فازی، سیستم های هموزنه بسته، سیستم های هموزنه باز،

تعادل در سیستم های بسته ناهمگن، معادله گیبز-دوهم، قانون فاز،

پتانسیل شیمیایی ( Chemical Potential )، تعاریف

فیوگاسیته و اکتیویته.

۳- خواص ترمودینامیکی از داده های حجمی: خواص ترمودینامیکی با

متغیرهای مستقل  $P$  و  $T$ ، فیوگاسیته یک جزء، دریک مخلوط با

فشارهای معمولی، فیوگاسیته یک مایع و یک جامدخالص، خواص

ترمودینامیکی با متغیرهای مستقل  $T$  و  $V$ ، فیوگاسیته یک جزء، دریک

مخلوط با استفاده از معادلات حالت حجمی، تعادلات فازی با استفاده



از خواص حجمی سیالات .

۴- مقدمه ای بر نیروهای اندرکنشی مولکولی و تئوری حالت‌های متناظر  
نیروهای اندرکنشی ، توابع انرژی پتانسیل مولکولی ، تابع لنارد-جونز  
برای مولکولهای غیرقطبی ، نیروهای اندرکنشی شیمیایی ، تئوری  
مولکولی حالت‌های متناظر.

۵- فیوگاسیته مخلوطهای گازی : قانون لوییس - فیوگاسیته - معادله  
حالت ویریا ، محاسبه ضرایب ویریا از توابع انرژی پتانسیل مولکولی  
ضرایب ویریا از روابط تجربی حالت‌های متناظر ، فیوگاسیته با استفاده  
از معادلات حالت ، حلالیت جامدات و مایعات در گازهای متراکم .  
۶- فیوگاسیته در مخلوطهای مایعات ( توابع مازاد ) : محلول ایده ال ،  
روابط اساسی توابع مازاد ، اکتیویته ، ضرایب اکتیویته ، نرمالیزه  
نمودن ضرایب اکتیویته ، ضرایب اکتیویته محلولهای دوجزئی با  
استفاده از توابع مازاد گیبز ، کاربرد معادله گیبز-دوهم برای بدست  
آوردن ضرایب اکتیویته ، سازگاری داده‌های آزمایشگاهی معرفی  
معادلات ویلسون ، NRTL و UNIQUAC ، توابع مازاد و  
امتزاج جزئی.

۷- تئوریهای محلولها : تئوری وان لار ، تئوری - Scatchard  
Hildebrand ، محاسبه انرژی از خواص مولکولی ، تئوری فلوری-  
هاگینز ، ضرایب اکتیویته محلولهای مجتمع ( Associated )  
۸- حلالیت : حلالیت ایده ال گازها در مایعات ، قانون هنری و اهمیت  
ترمودینامیکی آن ، اثرات فشار بر حلالیت گازها ، تخمین حلالیت گازها ،  
حلالیت گازها در مخلوط حلال ها ، حلالیت جامدات در مایعات .

۹- تعادلات فازی در فشارهای بالا: رفتار فازی در فشارهای بالا، آنالیز  
ترمودینامیکی، محاسبه تعادلات بخار و مایع در فشارهای بالا، تعادلات  
مایع، مایع و گاز-گاز

منابع:

- 1- Thermodynamics, H.B. Callen, John Wiley & Sons,
- 2- Molecular Thermodynamics Of Fluid-Phase Equilibria, Second Edition, J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E. Gomes De Azevedo, Prentice-Hall.
- 3- Thermodynamics, 2nd Ed., Revised by K.S. Pitzer and L. Brewer, McGraw-Hill, New York.
- 4- The Principles Of Chemical Equilibrium, K. Denbigh, Cambridge Univ. Press (3rd Ed.)
- 5- Classical Thermodynamics Of Non-Electrolyte Solutions, H.C. Van Ness, Pergamon Press.
- 6- Thermodynamics And Its Applications, M. Modell and R.C. Reid, Prentice Hall Inc.





## سینتیک و طرح راکتور پیشرفته

کد: ۰۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: سینتیک و طرح راکتور کارشناسی مهندسی شیمی

هدف: آموزش مبانی نظری سینتیک شیمیایی و طرح راکتور و توسعه

معادلات و حل آنها برای راکتورهای دارای شرایط متفاوت

سرفصل دروس:

- ۱- مروری بر سینتیک واکنشها و طراحی راکتورهای تک فاز
- ۲- اثرات دما و فشار در راکتورها: وابستگی سرعت واکنش به دما، درجه حرارت بهینه برای راکتورهای هم دما، اثرات فشار
- ۳- مدل‌های توزیع زمان اقامت در راکتورها، راکتورهای ناکامل
- ۴- راکتورهای ناپایدار: حالت گذر در راکتورهای مخلوط، راکتورهای لوله‌ای و غیره
- ۵- تئوریهای انتقال جرم در سیستم های چند فازی
- ۶- سینتیک واکنش های چند فازی
- ۷- بررسی واکنش های چند فازی در راکتورهای ایده آل و ناکامل
- ۸- طرح راکتورهای ناهمگن: کاتالیزورهای ناهمگون
- ۹- ضرایب تیل (Thiele) و تاثیر عامل موثر
- ( Effectiveness Factor ) در کاتالیزورهای جامد با اشکال هندسی مختلف
- ۱۰- انتقال حرارت و جرم در کاتالیزورهای جامد متخلخل، طراحی

راکتورهای کاتالیزوری

مراجع:

- 1- Chemical Reaction Engineering O. Levenspiel(8/11/14 Chapters)
- 2- Chemical Engineering Kinetics.G.M. Smith(10/13)Chapters
- 3- Fundamentals of Chemical Reaction Engineering C.D.Holland,R.G.Anthony (11Chapter)
- 4- Chemical Reactor Design, E.B. Nauman (4/11 Chapters)
- 5- Chemical Reactor With Chemical Reaction G.Astarita (2/6 Chapters).





## ریاضیات پیشرفته

کد: ۰۲

تعداد واحد: ۳  
نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضی مهندسی و ریاضیات دیفرانسیل کارشناسی

هدف: هدف از این درس آموزش مباحث پیشرفته ریاضیات بخصوص حل معادلات دیفرانسیل غیرخطی بروش تحلیلی می باشد.

سرفصل دروس:

- ۱- مقدمه: مروری بر تبدیل اپراتورها در سیستم های مختصات مختلف، انواع شرایط مرزی و انواع معادلات دیفرانسیل در مهندسی شیمی
- ۲- مروری بر ماتریسها و خواص آنها، تئوری اپراتور جهت حل دستگاههای معادلات دیفرانسیل
- ۳- مروری بر خواص حل معادلات خاص با ضرایب متغیر (معادلات بسل، لژاندر، لاگرانژ، هرمیت و جیبی شر) و بسط به سریهای متعامد.
- ۴- حل معادلات دیفرانسیل پاره ای:  
جداسازی متغیرها، تبدیل معادلات غیر همگن، تبدیل شرایط مرزی همگن، نحوه حذف ترمهای جابجائی و منبع در معادلات دیفرانسیل پاره ای، روشهای تبدیل انتگرالی (تبدیل سنوسی فوری و تبدیل کسینوسی فوری، تبدیل محدود سینوسی و محدود کسینوسی، تبدیل لاپلاس، تبدیل هنگل)، استفاده از اصل Duhamel، مسائل بدون بعد، اصل برهنش (Superposition) و حل مسائل پیچیده خطی،



معادلات لاپلاس درمختمات کارتزین (دوبعدی و سه بعدی) ، حل معادلات  
لاپلاس درمختمات استوانه‌ای (دوبعدی و سه بعدی) ، حل معادله لاپلاس  
درمختمات کروی ( ۲ بعدی ) ، معادله پواسون .  
استفاده از روشهای تابع گرین ( Green ) جهت حل معادلات  
دیفرانسیل معمولی و پاره‌ای در مهندسی شیمی .

مراجع :

- 1- Partial Differential Equations for  
Scientists And Engineers, S.J. Farlow,  
John- Wiley & Sons, Inc./N.Y., 1982.
- 2- Mathematical Methods In Chemical  
Engineering/V.G. Jenson & G.V. Jeffreys,  
Academic Press, N.Y., 1972.
- 3- Mathematical Methods In Chemical  
Engineering/Vd. /& 2, R. Aris And N.R.  
Amundson, Prentic-Hall, Inc./N.J./1973
- 4- Partial Differential Equations, P.  
Duchateau. And D.W. Zachmann, McGraw-  
Hill, Inc/N.Y./1986.





محاسبات عددی پیشرفته

کد: ۰۴

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات مهندسی کارشناسی

هدف: آموزش روشهای محاسباتی پیشرفته برای حل مسائل مهندسی

شیمی و تحقیق

رفصل دروس:

مقدمه: معادلات دیفرانسیل در مهندسی شیمی، تقسیم بندی

معادلات، کمبود روشهای تحلیلی حل معادلات دیفرانسیل پاره ای غیرخطی.

۱- حل معادلات دیفرانسیل خطی: روش گوس ( Gauss )، گوس جردن

( Gauss-Jordan )، سیستم های سه قطری

( Tridiagonal )، روش معکوس ماتریس هاو غیره .

۲- روشهای درون یابی و انتگرال: روشهای درون یابی چند جمله ای

( Polynomial )، روش معکب Spline روش درون یابی

دو بعدی و سه بعدی، روشهای انتگرال ( Bracketing & Bisection )

نیوتون رفسان ( Newton - Raphson ) و غیره .

۳- روش تفاوت محدود ( Finite Difference ): معادلات

معمولی ارزش مرزی، معادلات دیفرانسیلی حاکم بر پدیده های انتقال،

روشهای بسط معادلات ( Discretization )، روشهای

Shooting، روشهای Relaxation، حل معادلات

هدایت گرمایی، مش بندی ( Grid Spacing )، شرایط فلوئوی  
 مرزی و مشترک، روشهای صریح و ضمنی، جریانهای دوبعدی و سه بعدی در  
 انتقال حرارت، حل معادلات دیفرانسیل با عبارتهای جابجایی، روشهای  
 ، Exponential ، Power ، Hybrid ، Upwind  
 حل معادلات مکانیک سیالات بروش تفاوت محدود، عبارت افت فشار در  
 معادله حرکت و غیره ،

روش المان های محدود ( Finite Element ) : متد گالریکین  
 ( Galerkin ) ، متد باقیمانده های وزن \_\_\_\_\_  
 ، Collocation ( Weighted residuals ) ، متد  
 متد Moment روشهای بسط معادلات ( Discretization )  
 متدهای صریح و ضمنی، روشهای انتگرال زمانی، روش حل معادلات ناوره  
 استوکس و غیره .

مراجع :

- 1- Numerical Solutions of Partial  
 Differential Equations In Science And  
 Engineering, L. Lapidus And C.F.  
 Pinder/wiley And Sons, New York, 1982.
- 2- Numerical Heat transfer And fluid Flow,  
 S.V. Patankar, Hemisphere. Publishing  
 Corporation, 1980
- 3- Computational Galerkin Methods, Springer  
 Series In Computational Physics, C.A.J.  
 Fletcher, New York, 1984.
- 4- Applied Numerical Methods With Software/S.  
 Nakamura/Prentice-Hall, Inc, N.J./1991.
- 5- Carnahan, et. al./Applied Numerical  
 Methods/wiley, 1969.





## مکانیک سیالات پیشرفته

کد :

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: مکانیک سیالات کارشناسی، ریاضیات پیشرفته

هدف: آموزش مبانی نظری مکانیک سیالات، انشقاق معادلات و روشهای

حل آنها برای مسائل کاربردی سیالات در مهندسی شیمی

سرفصل دروس :

- ۱- مقدمه : سینماتیک ( خطوط جریان ، خطوط مسیر ) (Streaklines)،  
مختصات اولری ( Eulerian ) و لاگرانژی ( Lagrangian )،  
مشتق ماده ( Material Derivative )، تئوری انتقالی  
رنولدز ( Reynolds Transport Theory ) .
- ۲- معادلات اساسی مکانیک سیالات : معادل پیوستگی ، توابع جریان در  
مختصات کارتزین ، استوانه ای و کروی ، معادله حرکت ، سیالات کاملاً  
چسبنده ، معادله انرژی ، معادله برنولی .
- ۳- معادله ناویه استوکس ( Navier- Stokes ) :  
انشقاق معادله ، فرم بدون بعد معادله ، آنالیز بعدی و مشابه سازی .
- ۴- سیالات غیرنیوتونی : نقش ویسکوزیته در مکانیک سیالات پیوسته ،  
تقسیم بندی رفتار سیالات ، ویژگی سیالات غیرنیوتونی به زمان ،  
معادلات قانونمند سیالات ( Constitutive Equation )
- ۵- جریان سیالات با عدد پاینفیلد کم : معادله استوکس ( Stokes )،  
تقریب جریان خزنده ( Creeping )

تئوری لوبریکاسیون (Lubrication Theory).

۶- جریانهای غیرچسبنده (Inviscid) : معادله اولر، تابع جریان وگرداب (Vorticity) و جریان پتانسیل دوبعدی، تابع پتانسیل، انطباق جریان پتانسیل، جریان یکنواخت، منبع، سینک، گرداب (Vortex)، جریان اطراف استوانه، جریان اطراف کره و غیره.

۷- تئوری لایه مرزی: تعاریف ضخامت‌های لایه مرزی، معادلات لایه مرزی، تقریب انگرال مومنتوم (آنالیزوان کارمن)، جریان در یک صفحه مسطح (آرام و متلاطم)، جدایی لایه مرزی و غیره.

۸- جریان متلاطم: معادله متوسط زمانی پیوستگی، تنش‌های رنولدز، ویسکازینه Eddy، جریان متلاطم در لوله، تئوری K-E جریان متلاطم، جریان متلاطم لایه مرزی.

۹- جریان اجسام غوطه‌ور: نیروهای دراک (Drag) و بالابر (Lift)، دراک اجسام متقارن دوبعدی و سه بعدی، دراک جریان آرام و متلاطم.

۱۰- جریان دوفازی: الگوهای مختلف جریان دوفازی، جریان صفحات موازی، جریان در لوله، روش Lockhart-Martinelli



مراجع :

- 1- Transport Phenomena, Bird, Stewart, Lightfoot, Wiley (2, 3, 4 Chapters)
- 2- Fluid Mechanics, F.M. White, Second Edition, McGraw-Hill (3, 4, 5, 6, 7, 8 Chapters)
- 3- Process Fluid Mechanics, M.M. Denn, Prentice-Hall (11, 12, 13, 16, 18 Chapters)
- 4- Vectors, Tensors, and The Basic Equations of Fluid Mechanics, R. Aris (1, 2, 3, 4 Chapters)
- 5- Fundamental Mechanics of Fluids, I.G. Curric, McGraw-Hill (1, 2, 3 Chapters)
- 6- Boundary Layer Theory, Schlichting, 7th Edition.



## انتقال حرارت پیشرفته

تعداد واحد : ۳

کد : ۰۶

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: انتقال حرارت و آزمایشگاه ( دوره کارشناسی )  
سرفصل دروس :

- ۱- فرمولاسیون کلی ، انتگرال و دیفرانسیل : مروری بر تعاریف قوانین عمومی ، فرمولاسیون انگرال و دیفرانسیل معادله هدایت ، شرایط اولیه و شرایط مرزی ، روش فرمولاسیون ، معادله انرژی ( معادله تغییرات ) .
- ۲- روشهای حل ( استفاده از معادله انرژی ) : مسائل در حالت پایدار یک بعدی هدایت ، پره ، ترموکوپل اصل انطباق ، سری های توانی، تابع بسل و خواص آن ، سطوح توسعه یافته ( پره ها ، پره های میخی و مارپیچ ) .
- ۳- مسائل دوبعدی و سه بعدی در حالت پایدار : جداسازی متغیرها ، تابع اورتوگونال ، مسائل ارزش مرزی ، مسائل ارزش مشخصه اورتوگونالیته ، تابع مشخصه ، بسط یک تابع در یک سری تابع اورتوگونال ، سری فوریه ، حالت دوبعدی سیلندری پایدار ، حل به روش سری فوریه ، حالت سه بعدی پایدار .
- ۴- مسائل در حالت ناپایدار - لاپلاس .
- ۵- جابجائی : بدست آوردن معادلات انرژی ، مومنتم و پیوستگی ، معادلات انرژی ، مومنتم پیوستگی در مورد لایه مرزی ، کتوکسیون اجباری در جریان آرام ، حل مسائل از طریق مشابهت ، کتوکسیون اجباری در جریان درهم .



درتابشی : مفاهیم فیزیک تابشی، ضریب شکل هندسی، صفحات حقیقی،  
تابشی گازها.

مراجع :

- 1- Transport Phenomena ,R.B. Bird,W.E. Stewart, E.N.Lightfoot.
- 2- Conduction Heat Transfer ,V.S.Arpachi
- 3- Conduction Heat Transfer, M.N.Ozisik
- 4- Convective Heat Transfer,L.C.Bumeister
- 5- Convective Heat Transfer, A.Bejan
- 6- Conduction Heat Transfer, Kakac and Yener







## انتقال جرم بیشرفته

کد : ۰۷

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

هدف : آشنایی با مبانی تئوری انتقال جرم و تعیین شرایط مرزی جهت حل مسایل انتقال جرم با استفاده از مبانی تئوری به منظور طراحی واحدهای عملیاتی .

سرفصل دروس :

- ۱- مروری بر نفوذ مولکولی ، نفوذ مولکولی در حالت ناپایدار ( در کره و در سطح ) مکانیزم انتقال جرم ( مروری بر نظریه دو فیلمی )
- ۲- نظریه نفوذ عمقی ، نظریه نفوذ عمقی با تجدید سطوح اتفاقی ، نظریه فیلم ، نفوذ عمقی .
- ۳- انتقال جرم در جریان آرام : لایه مرزی روی صفحه سطح . جابجایی آرام در صفحه عمودی ، انتقال جرم بین دو جریان همسوی غیر قابل انحلال ، انتقال جرم در فیلم سقوط آزاد مایعات ، انتقال جرم بین فازگازی و فیلم سقوط آزاد مایعات در لوله‌ها ، انتقال جرم بین دو صفحه سطح مسوازی انتقال جرم بین دو استوانه هم محور .
- ۴- انتقال جرم در جریان درهم : لایه مرزی در صفحه وسط ، جابجایی طبیعی روی صفحه عمودی ، انتقال جرم در سقوط آزاد فیلم ، مشابهت بین انتقال جرم و انتقال مومنتم .
- ۵- انتقال همزمان جرم و حرارت

انتقال همزمان جرم و واکنش شیمیایی  
۷. عملکرد رافرمانی دستگاههای انتقال جرم: طراحی ستونهای آکنده،  
سینی دار، مخازن مجهز به همزن، برجهای خنک کننده.

مراجع:

- 1- Transport Phenomena, Bird, Stewart And Lightfoot, John Wiley
- 2- Diffusion: Mass Transfer In Fluid Systems, E.L.Cussler, Cambridge University Press.
- 3- Diffusional Mass Transfer, by A.H.P. Skelland
- 4- Mass Transfer, by T.K. Sherwood & R.L. Piford MC grow Hill 1975.

