

آشنایی با مهندسی شیمی

پروفسور حسین پور
مدرس دانشکده مهندسی شیمی
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

Introduction to Chemical Engineering

پروفسور حسین پور

خانم مهندس پروش حسین پور در دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را در دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) در رشته مهندسی شیمی با گرایش پتروشیمی به پایان رساندند. ایشان جهت ادامه مطالعات آکادمیک در مرکز تحقیقات نانو تکنولوژی دانشگاه ایالتی تگزاس UTD-NanoTech Institute در زمینه نانو تکنولوژی مطالعه و پژوهش نموده اند که حاصل آنها در کنفرانس های متعدد داخلی و خارجی ارائه شده است. در همین راستا ایده ایشان تحت عنوان کامپوزیت های سیمان-نانو لوله های کربنی به ثبت رسیده است. با توجه به فعالیت های آموزشی و پژوهشی، ایشان موفق به دریافت تقدیرنامه های متعدد شده اند.

خانم مهندس پروش حسین پور در دوران خدمت خود در دانشگاه صنعتی امیرکبیر درس های "آشنایی با مهندسی شیمی" و "نانو تکنولوژی و کاربردهای آن" را تدریس نمودند. درس نانو تکنولوژی و کاربردهای آن با فعالیت های ایشان به تصویب رسید و سیلابس درس نیز توسط خودشان تعریف شد. ارائه این درس با استقبال دانشجویان رشته های مختلف مهندسی دانشگاه صنعتی امیرکبیر روبرو شد. در بهمن ماه سال ۱۳۸۱ وزارت علوم درس "آشنایی با مهندسی شیمی" را برای دانشجویان این رشته تعریف نمودند، مهندس حسین پور از آغاز مشغول به تدریس و تکلیف کتاب این درس مطابق با سیلابس وزارت علوم شدند. لازم به ذکر است که کتاب حاضر علاوه بر این که سیلابس مورد نظر را پوشش می دهد، برای سال های آتی دانشجویان نیز مرجع مناسبی خواهد بود.

خانم مهندس پروش حسین پور طی دوران خدمت خود علاوه بر تدریس دروس فوق در آزمایشگاه های عملیات واحدهای صنعتی، انتقال حرارت، شیمی فیزیک و شیمی آلی تدریس داشتند. ایشان مسئولیت های متعددی ضمن خدمت به عهده داشته اند. از جمله رئیس هسته تحقیقاتی نانو تکنولوژی، سرپرستی و طراحی سایت دانشکده، و دیگر فعالیت های آموزشی و پژوهشی.

Parivash Hosseinpour
Instructor of Chemical Engineering Faculty
Amirkabir University of Technology-AUT
(Tehran Polytechnic)

بیوگرافی

خانم مهندس پریوش حسین‌پور دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را در دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) در رشته مهندسی شیمی با گرایش پتروشیمی به پایان رسانده‌اند. ایشان جهت ادامه مطالعات آکادمیک در مرکز تحقیقات نانوتکنولوژی دانشگاه ایالتی تگزاس UTD – NanoTech Institute در زمینه نانوتکنولوژی مطالعه و پژوهش نموده‌اند که حاصل آن‌ها در کنفرانس‌های متعدد داخلی و خارجی ارائه شده است. در همین راستا ایده ایشان تحت عنوان کامپوزیت‌های سیمان – نانولوله‌های کربنی به ثبت رسیده است. با توجه به فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی، ایشان موفق به دریافت تقدیرنامه‌های متعدد شده‌اند.

خانم مهندس پریوش حسین‌پور در دوران خدمت خود در دانشگاه صنعتی امیرکبیر درس‌های "آشنایی با مهندسی شیمی" و "نانوتکنولوژی و کاربردهای آن" را تدریس نموده‌اند. درس نانوتکنولوژی و کاربردهای آن با فعالیت‌های ایشان به تصویب رسید و سیلابس درس نیز توسط خودشان تعریف شد، و شروع به تالیف کتاب درسی این درس نمودند. ارائه این درس با استقبال دانشجویان کلیه رشته‌های دانشگاه امیرکبیر روبرو شد. در بهمن ماه سال ۱۳۸۱ وزارت علوم درس "آشنایی با مهندسی شیمی" را برای دانشجویان این رشته تعریف نمودند. مهندس حسین‌پور از آغاز مشغول به تدریس و تالیف کتاب این درس مطابق سیلابس وزارت علوم شدند، لازم به ذکر است که این کتاب علاوه بر این که سیلابس مورد نظر را پوشش می‌دهد، برای سال‌های آتی دانشجویان نیز مرجع مناسبی خواهد بود.

خانم مهندس پریوش حسین‌پور طی دوران خدمت خود علاوه بر تدریس دروس فوق در آزمایشگاه‌های عملیات واحدهای صنعتی، انتقال حرارت، شیمی فیزیک، و شیمی آلی تدریس داشته‌اند. ایشان مسئولیت‌های متعددی ضمن خدمت به عهده داشته‌اند، از جمله رییس هسته تحقیقاتی نانوتکنولوژی، سرپرستی و طراحی سایت دانشکده، و دیگر فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی. www.Parivash-Hosseinpour.com

بسم الله الرحمن الرحيم

آشنایی با مهندسی شیمی

پریوش حسین پور
مدرس دانشکده مهندسی شیمی
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

سرشناسه: حسین پور دیزجی، پریش
 عنوان و نام پدیدآور: آشنایی با مهندسی شیمی / تالیف پریش حسین پور دیزجی.
 مشخصات نشر: تهران: علوم کاربردی، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری: ۲۰۹ ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۲۶۹۱-۰۰-۵ قیمت: ۱۱۰۰۰۰ ریال
 وضعیت فهرست نویسی: فیپا
 یادداشت: کتابنامه: ص. ۲۰۲-۲۰۹.
 موضوع: مهندسی شیمی
 رده بندی کنگره: ۱۳۹۰ ۵۱۵ ح / TP۱۵۵
 رده بندی دیویی: ۶۶۰
 شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۷۴۶۰۳



انتشارات علوم کاربردی
 نام: ۹۹۶۹۱۰۰۰۵ وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

آشنایی با مهندسی شیمی
 چاپ دوم: پاییز ۱۳۹۰، تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه، قیمت: ۱۱۰۰۰۰ ریال
 لیتوگرافی: آبرنگ، چاپ و صحافی: نقش الوان
 طرح روی جلد: پریش حسین پور دیزجی
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۲۶۹۱-۰۰-۵
 آدرس: تهران- میدان انقلاب- جمالزاده جنوبی- خیابان دیلمان- پلاک ۱۴- واحد ۸
 تلفن انتشارات و مرکز پخش: ۶۴۵۴۲۵۸۵-۶۴۵۴۷۶۹۲
 حق چاپ و ترجمه برای مولف محفوظ است.

"ح...

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که عشق و راستی را از ایشان آموختم...

... و پسر سهراب

که سهراب‌وار

لحظه به لحظه

در انجام این امر حامی‌ام بود،

... و استواری سهند گونه‌ی پسر سهند.

"ق..."

پیشگفتار سرکار خانم دکتر طاهره کاغذچی

کتاب "آشنایی با مهندسی شیمی" تالیف خانم مهندس پروش حسین‌پور، حاصل سال‌ها تجربه، آموزش و پژوهش ایشان در زمینه گرایش‌های مختلف مهندسی شیمی بوده، که به صورت مجموعه‌ای حاضر در اختیار علاقمندان قرار می‌گیرد. مولف با صبر و حوصله و علاقه بسیار، آنچه را که مورد نیاز یک دانشجوی رشته مهندسی شیمی اعم از مبتدی و یا پیشرفته بوده است، جمع‌آوری کرده‌اند. نویسنده در فصول مختلف این کتاب علاوه بر مطالب اصلی که شامل، فرآیندهای جداسازی، طراحی راکتورهای شیمیایی، تجهیزات و دستگاه‌های مربوطه می‌باشد، به بررسی نمادهای گرافیکی، کاربرد کامپیوتر در مهندسی شیمی و معرفی نرم‌افزارها، به صورت بسیار دقیق پرداخته‌اند.

همچنین مولف علاوه بر معرفی کتاب‌های اصلی، مرجع و هندبوک‌ها، دانشجویان این رشته را با روش گزارش نویسی علمی آشنا نموده‌اند.

این مجموعه بدون شک در نوع خود کم‌نظیر و بسیار سودمند است. امید است دانشجویان این رشته با مطالعه این کتاب به اهمیت رشته مهندسی شیمی بیشتر پی برده و در چرخه آتی خود موفق‌تر باشند.

با آرزوی توفیق برای مولف کتاب و تمام مهندسان شیمی ایران.

دکتر طاهره کاغذچی

استاد دانشکده مهندسی شیمی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

پیشگفتار جناب آقای پرفسور غلامعلی منصوری

کتاب حاضر که با دقت نظر خاصی تالیف شده، حاوی مطالب بسیار مفیدی در زمینه آشناسازی دانشجویان با جنبه‌های کلی مهندسی شیمی می‌باشد. مفاهیم اولیه، تجهیزات فرآیندی و کلیات مربوط به عملیات واحدهای صنعتی به خوبی تشریح شده‌اند.

از این‌رو ضمن ارج نهادن به زحمات سرکار خانم مهندس پریش حسین‌پور توفیقات ایشان را در این تالیف و تالیفات بعدی آرزومندم.

پرفسور غلامعلی منصوری

استاد دانشکده های

مهندسی شیمی، مهندسی پزشکی و فیزیک

دانشگاه ایلینویز در شیکاگو

پیشگفتار جناب آقای دکتر منوچهر نیک‌آذر

با شناخت چندین ساله‌ای که از مولف این کتاب در دوران دانشجویی و فعالیت‌های صنعتی، پژوهشی و آموزشی ایشان دارم، تالیف چنین کتاب جامعی در زمینه آشنایی اولیه با بحث‌های مختلف مهندسی شیمی دور از انتظار نیست. این کتاب حاوی اطلاعات مفیدی در مفاهیم اولیه مهندسی شیمی، وظایف مهندسان شیمی در صنعت، تجهیزات عملیاتی و معرفی نرم‌افزارهای خاص، با شیوه نگارش بسیار مطلوب می‌باشد. لذا مطالعه آن را برای دانشجویان سال‌های اول مهندسی شیمی ضروری می‌سازد.

اینجانب ضمن تشکر از زحمات ایشان در تالیف این اثر، امید آن دارم که با استقبال مناسب از این اثر، انگیزه‌های ایشان جهت تالیفات آتی دو چندان گردد.

دکتر منوچهر نیک‌آذر

استاد دانشکده مهندسی شیمی

دانشگاه صنعتی امیر کبیر

(پلی تکنیک تهران)

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانم از سرکار خانم دکتر طاهره کاغذچی، استاد دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، چهره ماندگار و استاد نمونه؛ جناب آقای پروفسور غلامعلی منصوری، استاد دانشکده‌های مهندسی شیمی، مهندسی پزشکی و فیزیک دانشگاه ایلینویز در شیکاگو و جناب آقای دکتر منوچهر نیک آذر، استاد دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) سپاسگزاری نمایم. ایشان قبول زحمت فرموده برای این مجموعه پیشگفتار نوشتند. امیدوارم حقی که ایشان به‌عنوان استاد بر من دارند، با این مجموعه ادا کرده باشم.

همچنین از همکاری، هم‌فکری، راهنمایی و زحمات بی‌شائبه سرکار خانم دکتر منصوره سلیمانی، از اساتید دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر تشکر و قدردانی می‌نمایم. از آقای مهندس محمدحسین نمازی از اساتید دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر جهت پیشنهاد ارائه این درس سپاسگزارم.

در پایان از کمک‌های آقای مهندس کامران کی‌نژاد و آقای فاضل شکوهی جهت اصلاح صفحه‌بندی نهایی سپاسگزاری می‌نمایم. نهایت سپاسگزاری تقدیم فرزندانم سهند و سهراب، انسان‌هایی بزرگ و با نشاط، برای تمام فداکاری و ایثارهایشان.

پریوش حسین‌پور

مجموعه حاضر جهت آشنایی دانشجویان پذیرفته شده در رشته مهندسی شیمی، با محتوای این رشته و طیف وسیع کاربردهای آن تهیه شده است. همچنین برای علاقمندان و داوطلبان مهندسی شیمی نیز بسیار راهگشا خواهد بود. این کتاب شامل نه فصل در دو جلد می‌باشد. شش فصل اول - جلد اول - مختص دانشجویان دوره کارشناسی مهندسی شیمی به‌طور عام می‌باشد. جلد دوم شامل پنج فصل بوده و کلیه زیر مجموعه ها و گرایش‌های مهندسی شیمی را در بر می‌گیرد. لازم به یادآوریست که در جلد دوم "ادبیات علمی و مهارت‌های ارتباطات کتبی و شفاهی" "Scientific Literature & Communications Skills"، بطور کامل شرح داده شده است.

در **فصل اول**، کلیات مبحث با عنوان "مقدمه ای بر مهندسی شیمی" مورد مطالعه قرار می‌گیرد. پس از تعریف کلیات مهندسی شیمی، در **فصل دوم**، فرآیندهای اصلی، تجهیزات و ماشین آلات مربوطه در مهندسی شیمی مطالعه و بررسی می‌شوند. **فصل سوم** طراحی راکتورهای شیمیایی که شاخص رشته مهندسی شیمی می‌باشد باختصار مطالعه شده، سپس تجهیزات و ماشین آلات سرویس دهنده در **فصل چهارم** شرح داده می‌شوند. مباحث **فصل پنجم** شامل مطالعه و بررسی نمادهای گرافیکی در صنایع وابسته به مهندسی شیمی، برنامه‌ریزی فرآیند، زمان‌بندی و طراحی نمودارهای جریان می‌باشد. در **فصل ششم** کاربرد کامپیوتر در مهندسی شیمی، معرفی نرم افزارهای مربوطه، معرفی دروس، کتب و دیگر منابع علمی مهندسی شیمی، مانند هندبوکها، کتاب‌های مرجع، مجلات و طرز استفاده از آنها معرفی می‌شوند. در نهایت روش گزارش‌نویسی (ادبیات علمی و مهارت‌های ارتباطات کتبی و شفاهی)، به دانشجویان آموزش داده می‌شود.

نظر به اینکه مجموعه حاضر کتاب درسی می‌باشد ذکر چند نکته ضروری می‌نماید:

✓ همانطور که قبلاً ذکر شد هدف آشنا نمودن دانشجویان با رشته تحصیلی خود می‌باشد. از طرف دیگر دانشجویان هنگام گذراندن دروس تخصصی معمولاً باید از مراجع و هندبوک‌ها که اکثراً به زبان انگلیسی می‌باشند، استفاده کنند. لذا در این کتاب سعی بر این بوده تا کلیه اسامی و اصطلاحات به هر دو زبان فارسی و انگلیسی آورده شوند تا دانشجویان هم از مراجع راحت‌تر استفاده کنند و هم هنگام گذراندن دروس مربوطه، آشنایی ابتدایی با موضوع داشته باشند.

✓ جهت آشنایی دانشجویان با کارخانجات صنایع شیمیایی بازدیدهایی در نظر گرفته می‌شود تا علاوه بر آشنایی با صنایع شیمیایی از نزدیک، گزارشی از بازدیدهای انجام یافته نیز تهیه نمایند تا تمرینی برای روش گزارش نویسی باشد. همچنین برای هر دانشجو یک ارائه شفاهی گزارش Presentation به‌عنوان پروژه نهایی در نظر گرفته شده تا از ابتدا جهت ارائه سمینارهای آینده آمادگی اولیه را پیدا کنند.

✓ آینده‌نگری و جهت‌گیری‌های لازم جهت پیشبرد مهندسی صنایع شیمیایی از جمله مواردی خواهد بود که با دانشجویان در میان گذاشته خواهد شد. برنامه آموزشی طول ترم تحت عنوان برگه و برنامه کلاسی Work sheet اول هر ترم به دانشجویان داده می‌شود، در این برگه کلیه عناوین مورد بحث با ذکر تاریخ جلسات هفتگی، تاریخ کوئیزها، بازدیدها، تحویل گزارش بازدیدها، گزارش شفاهی، تاریخ امتحان نهایی و نحوه کسب نمره نهایی با جزئیات مشخص شده است.

✓ از آنجایی که رشته مهندسی شیمی مانند مهندسی مکانیک، عمران و برق، یک رشته مادر است (بدلیل اینکه در مهندسی شیمی، جداسازی و مهندسی واکنش‌های شیمیایی با دیگر شاخه‌ها همپوشانی Over lab) نمی‌کند، این کتاب برای کلیه گرایش‌های مهندسی شیمی مفید می‌باشد.

این کتاب بر اساس سیلابس درسی وزارت علوم تهیه شده است. برای آگاهی بیشتر دانشجویان و علاقمندان این رشته در بعضی موارد مطالب گسترده‌تر شرح داده شده‌اند.

سخن آخر اینکه کتاب درسی حاضر برای اولین بار است که به چاپ می رسد و مسلماً خالی از اشکال نخواهد بود. راهنمائی‌های اساتید محترم، دانشجویان گرامی، عزیزان فعال در صنایع شیمیایی و دیگر صاحب‌نظران و علاقمندان این رشته، پر بار شدن این مجموعه را موجب گشته، سپاس مؤلف را تقدیم عزیزانی می‌کند که زحمت رفع نقایص را عهده دار می‌شوند.

پریوش حسین‌پور

تابستان ۹۰

طرح درس

نام درس: آشنایی با مهندسی شیمی

هدف

هدف از ارائه این دوره علاوه بر آشنایی با مهندسی شیمی نشان دادن راهی اصولی، ساده و شاد به دانشجویان، جهت یادگیری دروس شان طی دوره تحصیل می‌باشد؛ و اینکه چگونه آموخته هایشان را جهت کشف راه حل‌ها برای مشکلات صنایع بکار ببرند.

از آنجایی که دانشجویان باید با ادبیات علمی آشنا شده و قادر باشند یافته‌ها و تحقیقات خود را به صورت کتبی و شفاهی ارائه دهند، لذا افزودن مبحث "ادبیات علمی و مهارت‌های ارتباطات کتبی و شفاهی"، "Scientific Literature & Communication Skills" در این درس ضروری می‌نماید. در این مبحث روش‌های تحقیق، روش‌های نگارش گزارش، مقاله و چگونگی تهیه و ارائه شفاهی Presentation به دانشجویان تدریس می‌شود.

دانشجویان پروژه خود را با رعایت اصول گزارش نویسی تهیه کرده و همان تحقیق را به‌طور شفاهی با Power point نیز ارائه خواهند نمود (Presentation). داشتن مهارت‌های ارتباطی و دانستن روش‌های تحقیق دانشجویان را در یادگیری سایر دروس کمک شایانی خواهد نمود.

همچنین مسئله مالکیت معنوی و لزوم احترام و رعایت حقوق معنوی اندیشمندان از مواردی است که دانشجویان باید با آن آشنا شوند. سر فصل مباحث مورد بحث، مطابق سیلابس درسی وزارت علوم در ادامه آمده است.

سیلابس درسی مصوب وزارت علوم

مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر مورخ: ۱۳۸۱/۱۰/۲۱

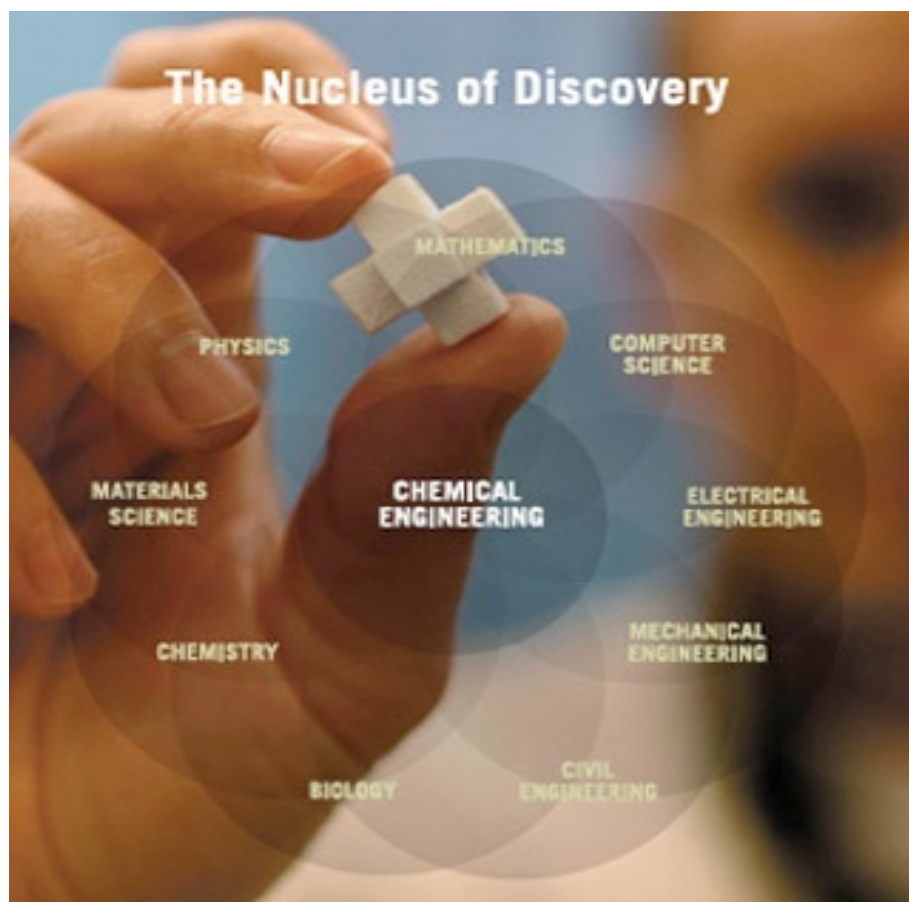
عنوان درس: ۳۱ - آشنایی با مهندسی شیمی تعداد واحد: ۲

نوع درس: نظری پیشنهاد: -

سرفصل دروس

در این درس تجهیزات فرآیندهای صنایع شیمیایی به دانشجویان معرفی می‌شود:

- تعریف مهندسی شیمی
- تجهیزات فرآیندهای جداسازی: استخراج، تقطیر، جذب، خشک‌کن، تبخیر، فیلتراسیون و تبلور.
- تجهیزات فرآیندهای تبادل: مبدل‌های حرارتی، کوره، جوش‌آور
- دستگاه‌های انتقال و نگهداری مواد شیمیایی: پمپ‌ها، مخازن
- راکتورهای شیمیایی
- کاربرد کامپیوتر در مهندسی شیمی
- نمادهای گرافیکی در صنایع وابسته به مهندسی شیمی
- روش گزارش نویسی



مهندسی شیمی هسته اکتشاف [۷].

صفحه	عنوان
	تقدیم
	پیشگفتار سرکار خانم دکتر طاهره کاغذچی
	پیشگفتار جناب آقای پرفسور غلامعلی منصوری
	پیشگفتار جناب آقای دکتر منوچهر نیک‌آذر
	تشکر قدردانی
	مقدمه
	طرح درس
	سیلابس درسی وزارت علوم
۱	فصل اول: مقدمه‌ای بر مهندسی شیمی
	“Introduction to Chemical Engineering”
۳	مقدمه
۴	۱-۱. تاریخچه
۵	۱-۲. تعریف مهندسی شیمی
۷	۱-۳. حرفه مهندسی شیمی
۹	۱-۴. وظایف مهندس شیمی
۱۲	مراجع فصل اول
۱۳	فصل دوم: فرآیندهای اصلی، تجهیزات و ماشین‌آلات
	“Main processes and equipments”
۱۵	مقدمه
۱۶	۲-۱. طبقه‌بندی عملیات انتقال جرم
	۲-۲. تماس مستقیم دو فاز مخلوط نشدنی
۱۷	(Direct Contact of Two Immiscible Phases)
۱۷	۲-۳. فرآیندهای اصلی جداسازی

۱۸	-----	۱-۳-۲. تقطیر (Distillation)
۲۵	-----	۲-۳-۲. تبخیر (Evaporation)
۲۹	-----	۳-۳-۲. تبلور (Crystallization)
۳۱	-----	۴-۳-۲. مگما (خمیر مواد معدنی یا آلی) (Magma)
۳۲	-----	۵-۳-۲. خشک کردن (Drying)
۳۴	-----	۶-۳-۲. صاف کردن (Filtration)
۴۰	-----	۷-۳-۲. لیچینگ و استخراج (Leaching and Extraction)
۴۱	-----	۱-۷-۳-۲. لیچینگ (Leaching)
۴۲	-----	۲-۷-۳-۲. استخراج مایع (Extraction)
۴۶	-----	۸-۳-۲. جذب گازی (Absorption)
۵۱	-----	۹-۳-۲. جذب سطحی (Adsorption)
۵۳	-----	مراجع فصل دوم

۵۵ فصل سوم: طراحی راکتورهای شیمیایی

“Chemical Reactors Design”

۵۷	-----	مقدمه
۵۷	-----	۱-۳. راکتورهای شیمیایی
۶۰	-----	۲-۳. ترمودینامیک
۶۱	-----	۳-۳. سینتیک شیمیایی
۶۳	-----	۴-۳. تقسیم‌بندی واکنش‌ها
۶۵	-----	۵-۳. متغیرهای موثر بر سرعت واکنش
۶۶	-----	۶-۳. انواع راکتورها
۷۰	-----	۷-۳. طراحی راکتورهای شیمیایی
۷۴	-----	مراجع فصل سوم

۷۵ فصل چهارم: ماشین آلات، تجهیزات و سرویس‌های همگانی و اختصاصی

“Machines, Equipments, Utilities and other services”

۷۷	-----	مقدمه
----	-------	-------

۷۸	-----	۱-۴. تجهیزات تبادل حرارتی
۷۸	-----	۱-۱-۴. مبدل‌های حرارتی
۸۱	-----	۲-۱-۴. کوره‌ها
۸۳	-----	۳-۱-۴. جوش‌آورها
۸۵	-----	۲-۴. دستگاه‌های انتقال و نگهداری مواد شیمیایی
۸۵	-----	۱-۲-۴. پمپ‌ها
۹۶	-----	۱-۱-۲-۴. انتخاب پمپ
۹۶	-----	۲-۲-۴. فن، دمنده و کمپرسورها
۹۷	-----	۱-۲-۲-۴. فن یا پنکه
۹۸	-----	۲-۲-۲-۴. دمنده
۱۰۰	-----	۳-۲-۲-۴. کمپرسور
۱۰۲	-----	۳-۲-۴. مخازن
۱۰۳	-----	۱-۳-۲-۴. ذخیره‌سازی مایعات
۱۰۶	-----	۲-۳-۲-۴. انواع تانک‌های ذخیره‌سازی مایعات
۱۱۱	-----	مراجع فصل چهارم

فصل پنجم: نمادها، برنامه‌ریزی فرآیند، زمان‌بندی و طراحی نمودار جریان “Symboles, Process Planning, Scheduling and Flowsheet Design”

۱۱۷	-----	مقدمه
۱۱۸	-----	۱-۵. برنامه‌ریزی فرآیند، زمان‌بندی و طراحی نمودار جریان
۱۲۰	-----	۲-۵. ساختار سازمانی
۱۲۲	-----	۳-۵. حیطه عمل طراح فرآیند (Process Design Scope)
۱۲۳	-----	۴-۵. انواع نمودارهای جریان (Flowsheets-Types)
۱۲۵	-----	۱-۴-۵. نمودار جعبه‌ای جریان (Block Diagram)
		۲-۴-۵. نمودار جریان یا نمودار گردش فرآیند
۱۲۸	-----	(Process Flowsheet or Flow Diagram-PFD)
		۳-۴-۵. نمودار جریان لوله‌گذاری یا نمودار گردش مکانیکی

۱۲۹	-----	(Piping flowsheet or mechanical flow diagram)
		۴-۴-۵. دیاگرام یا نمودار جریان ترکیبی لوله‌گذاری و فرآیند
۱۳۱	-----	(Combined process and piping flowsheet or diagram)
۱۳۳	--	۵-۴-۵. دیاگرام یا نمودار جریان سرویس همگانی (Utility flowsheet or diagram)
۱۳۵	----	۶-۴-۵. دیاگرام‌ها و یا نمودارهای جریان ویژه (Special flowsheet or diagram)
۱۳۵	----	۷-۴-۵. پشتیبانی و کمک‌های ویژه یا تکمیلی (Special or supplemental aids)
۱۴۰	-----	۵-۵. معرفی و ارائه نمودارهای جریان (Flowsheet Presentaion)
۱۴۱	-----	۶-۵. راهنمای کلی و عمومی ترتیب و چیدمان (General Arengment Guide)
۱۴۴	-----	۷-۵. نمادهای نمودار جریان (Flowsheet Symbols)
۱۵۷	-	۸-۵. نمادهای خطوط عملیاتی و معرفی علائم آنها (Line Symbols and Designations)
۱۶۱	-----	۹-۵. برگه‌های کاری (Work sheets)
۱۶۳	-----	۱۰-۵. حروف اختصاری تجهیزات (A System of Equipment Designations)
۱۶۸	-----	۱۱-۵. اجزای لوله کشی روی نمودار (Piping Components on the Flowsheets)
۱۷۲	-----	۱۲-۵. نمادهای ابزار دقیق (Instrument Symbols)
۱۷۵	-----	۱۳-۵. زمان‌بندی برنامه کاری (Working Schedules)
۱۸۰	-----	مراجع فصل پنجم
۱۸۱		فصل ششم: نرم افزارها و منابع علمی در مهندسی شیمی
		“Soft wares and References in Chemical Engineering”
۱۸۳	-----	مقدمه

۱۸۴	-----	۱-۶. نرم افزار های مورد استفاده در مهندسی شیمی
۱۸۵	-----	۲-۶. تقسیم بندی نرم افزارها
۱۹۰	-----	۳-۶. کتاب های درسی و مراجع اصلی مورد استفاده در مهندسی شیمی
۱۹۲	-----	۴-۶. فهرست کتاب های اصلی رشته مهندسی شیمی
۱۹۵	-----	۵-۶. فهرست دروس عمومی، پایه و اصلی در مهندسی شیمی
۲۰۱	-----	مراجع فصل ششم
۲۰۲	-----	مراجع کلی



"مقدمه‌ای بر مهندسی شیمی"

"Introduction to Chemical Engineering"



نمایی از یک واحد صنعتی شیمیایی [۶].

مراجع فصل اول

کتاب آشنایی با مهندسی شیمی (Introduction to Chemical Engineering) به عنوان کتاب درسی جهت دانشجویان این رشته مورد استفاده قرار خواهد گرفت. بنابراین سعی بر این است که دانشجویانی که برای اولین بار با این شاخه از مهندسی آشنا می شوند، به طور ساده و اجمالی دیدی کلی از حرفه آینده خود (Chemical Engineering Profession) و طیف وسیع کاربردهای این رشته پیدا کنند. علاوه بر آن با صنایع شیمیایی و تجهیزات فرآیندی آن نیز آشنا شوند.

دانشجویانی که این دوره را می گذرانند، ابتدا با معنی و مفهوم دانش مهندسی شیمی، حرفه مهندسی شیمی، دروسی که باید بگذرانند، کتب درسی، مراجع و هندبوکها آشنا می شوند. تجهیزات و ماشین آلات، فرآیندهای اصلی - شامل فرآیندهای جداسازی (Separation Processes)، فرآیندهای سرویس دهنده و صنایع همگانی (Utilities) - در مهندسی شیمی از موارد اصلی مورد بحث این کتاب می باشد. طراحی راکتورهای شیمیایی تنها مبحثی است که مختص مهندسی شیمی بوده و این رشته را به عنوان تخصصی جداگانه از دیگر رشته های مهندسی مطرح می نماید؛ لذا پرداختن به این بخش از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

۱-۱. تاریخچه

معنی کیمیا و کیمیاگری بر همگان روشن است. فعالیت های کیمیاگران، تبدیل فلزات به طلا، از جمله مهمترین آنها تبدیل مس به طلا - که ضرب المثل قدیمی "از طلا بودن پشیمان گشته ایم، مرحمت فرموده ما را مس کنید" را تداعی می کند - را می توان مراحل اولیه علم شیمی دانست. اکثر اصطلاحات علمی که امروزه بکار می بریم و مربوط به علوم و فنون (Science & Technology) مدرن است، علم و تکنولوژی آن از غرب به شرق آمده است، بنابراین ریشه کلمات و اصطلاحات نیز غربی است. قبل از اینکه شرق به خواب رود، انتقال علم و فن از شرق به غرب صورت می گرفت. برای مثال علم شیمی که نام آن به زمان کیمیاگری برمی گردد.

کیمیا، کمی، شیمی، کمیستری. کلمات طی گذر از اقلیم‌های مختلف لهجه آن منطقه را کسب کرده و غلط مصطلح می‌شوند؛ از آن جمله است کلمه شیمی که بعد از گذرهای متوالی به زادگاهش با شکلی دیگر باز گذشته؛ و ما آن را شیمی می‌خوانیم. همانطور که عزیزان آگاهند Ch و یا هر حرف دیگری در مناطق مختلف با صداهای متفاوتی تلفظ و خوانده می‌شوند.

Chemical	شیمیایی، کیمیایی
Chemistry	علم شیمی
Chemist	کیمیاگر، شیمی‌دان، شیمیست، کمیست
Chemical Engineer	مهندس شیمی

به هر صورت منظور از مطرح کردن این موضوع ریشه‌یابی کلمات و اصطلاحات علمی است. چرا که کمک بسیار خوبی است برای دانشجویان عزیزی که در آغاز راهند. درک و فهم ریشه‌ای و درست کلمات، اصطلاحات و عناوین مطالب، راهنمای خوبی است برای فهم درست عناوین پروژه‌ها و ادامه راه، کتاب “Chambers” [۱] و “Dictionary of Scientific and Technical Terms” [8] که در بخش استفاده از منابع علمی معرفی می‌شود، برای این مقصود کتابی است بسیار راهگشا.

۱-۲. تعریف مهندسی شیمی

از آنجایی که هر کلمه در مقطع خاصی از زمان و مکان، - بسته به میزان رشد کیفی آن جامعه و زیر مجموعه های خاص آن جامعه- معانی بخصوص و بعضاً متفاوت دارد؛ ریشه کلمات مهندس و شیمی از مراجع متفاوتی در این بخش آورده شده است.

Ingenuity: قوه ابتکار، نبوغ، هوش (اختراعی)، آمادگی برای اختراع، مهارت، استعداد، صفا [۲].

Engine: نقشه کشیدن، تدبیر کردن، ذکاوت، آلت و اسباب، موتور، ماشین، ماشین بخار [۲].

Engineer: مهندسی کردن، اداره کردن، طرح کردن و ساختن، مهندس [۲].

مهندس: mohandes [ع.] (ص.) ۱ - اندازه گیرنده. ۲ - عالم هندسه. ۳ - متخصص ایجاد طرح‌های کارهای ساختمانی و معماری، یا راه‌سازی یا کشاورزی، یا ساختن انواع ماشین [۳].

هندسه: (تد. hendese) [handasa = هندسه، معر. په. Handacak = اندازه]. ۱ - اندازه، مقدار. ۲ - (مص) اندازه گرفتن، تقدیر. ۳ - (امص.) اندازه گیری. ۴ - کارشناسی مجاری قنوات [۴].

مهندسی شیمی که ترجمه کامل اسم آن از زبان انگلیسی "مهندسی شیمیایی" یا به طور مفهوم‌تر "مهندسی صنایع شیمیایی" است، در واقع یکی از رشته‌های جدا شده از مهندسی مکانیک است. وظایف انحصاری که امروزه در دنیا بر عهده مهندسان شیمی گذاشته شده است، در ابتدا بر عهده مهندسان مکانیک بوده است. ولی با پیشرفت و گسترش علم و فناوری به تدریج مشخص شد که در طراحی بعضی از دستگاه‌ها، به خصوص راکتورها، که در آنها عملیات جداسازی مخلوط‌ها یا ترکیب شیمیایی مواد صورت می‌گیرد، طراحی از عهده مهندسين مکانیک خارج بوده و جای خالی مهندسين شیمی قویاً احساس می‌شده است.

مهندسان شیمی علاوه بر اشراف به دروس پایه و اصلی مرتبط با رشته مهندسی مکانیک از جمله ریاضیات، فیزیک، استاتیک و مقاومت مصالح، ترمودینامیک، مکانیک سیالات، انتقال حرارت و دینامیک لازم است و باید با دانش شیمی، شیمی فیزیک، مهندسی واکنش‌ها، ترمودینامیک مخلوط‌ها، انتقال جرم و آنچه امروزه به نام عملیات واحد و طراحی راکتورها نامیده می‌شود نیز آشنایی کامل داشته باشند تا بتوانند با تسلط کامل بر فرآیند اتفاق افتاده در داخل راکتور، به طراحی بهینه دستگاه مناسب بپردازند. با توجه به مسائل و مشکلات فوق لزوم تولد رشته جدیدی به نام مهندسی شیمی احساس شد.

برای اولین بار در سال ۱۸۹۱ میلادی در انستیتو تکنولوژی ماساچوست (Massachusetts Institute of Technology (MIT) رشته مهندسی شیمی پایه‌گذاری شد و در سال‌های اول قرن بیستم، مهندسی شیمی

به صورت یک حرفه مشخص درآمد. در ایران نیز اولین بخش مهندسی شیمی در دانشکده فنی دانشگاه تهران در سال ۱۳۱۳ (ه. ش.) و پس از آن در دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) در سال ۱۳۳۷ (ه. ش.) شکل گرفت. دانشگاه‌های شیراز و صنعتی شریف به طور همزمان بخش مهندسی شیمی خود را در سال ۱۳۴۵ (ه. ش.) شروع کردند [۵].

مردم مهندسان عمران را با پل‌ها و ساختمان‌های عظیم، مهندسان برق و الکترونیک را با نیروگاه‌ها و سیستم‌های مخابراتی و مهندسان مکانیک را با انواع خودرو و ماشین‌های پیشرفته مرتبط می‌دانند. اما مهندسان شیمی هیچ نشانه برجسته‌ای که بلافاصله این رشته را در اذهان عمومی مجسم سازد، ندارند. در حالی که محصولاتی که در نتیجه کاربرد تخصص مهندسی شیمی در زندگی روزمره مردم کاربرد دارند، بسیار زیاد است. از جمله این محصولات می‌توان به انواع شوینده‌ها، نفت، بنزین، سایر سوخت‌ها و فرآورده‌های نفتی، انواع کودها و آفت‌کش‌ها، محصولات پلیمری و همچنین انواع فرآورده‌های غذایی و دارویی اشاره کرد. اگر چه این محصولات به ابهت و شکوه نشانه‌های سایر رشته‌های مهندسی نیست، اما هنر تولید - هر نوع محصول - با کیفیت و قیمت مناسب همواره می‌تواند چالشی شوق برانگیز برای مهندسان شیمی باشد.

۱-۳. حرفه مهندسی شیمی

مهندسی شیمی یک حرفه جهانی است. هدف اصلی در مهندسی شیمی، تبدیل مواد اولیه خام به محصولات مورد نیاز و مفید با بهترین کیفیت و قیمت مناسب می‌باشد. این تبدیل مواد هم در مقیاس بزرگ و هم در مقیاس کوچک انجام می‌گیرد. مهندسان شیمی در طراحی کارخانه جهت تغییر و تبدیل مواد، بایستی عوامل عمده و مهم ذیل را رعایت کنند:

۱- کمترین زمان

۲- کمترین هزینه

۳- کمترین محصولات جانبی ناخواسته

۴- کمترین آلودگی محیط زیست

۵- تولید محصول بهینه

۶- بیشترین سود

اگر ۶ پارامتر فوق رعایت گردد، محصول بهینه (Optimum) با حداکثر سود حاصل خواهد شد. لازم به ذکر است که چنانچه هرگونه مؤسسه تولیدی سود و ارزش افزوده نداشته باشد، دایر بودن کارخانه موجب ضرر اقتصادی آن کشور خواهد بود؛ مگر در موارد خاص (مانند پروژه های پزشکی، نظامی، فضایی و محیط زیست)، که البته در این موارد نیز سود دهی بلند مدت مورد نظر است.

مهندسی شیمی حرفه و شغلی فوق العاده و برجسته است. مهندسان شیمی با کسب مهارت های لازم قادر به تجزیه، تحلیل و حل مشکلات صنایع مختلف می باشند، ارائه راهکارهای میانبر و اقتصادی از ویژگی های این حرفه می باشد. به عبارت دیگر نوک پیکان صنایع و حرفه ها می باشد و از معدود رشته هایی است که علاوه بر آشنا بودن با دیگر رشته های مهندسی نیاز به آشنایی با علوم محض نیز دارد. به همین جهت مهندسی شیمی را رشته ای کامل، جامع و عام دانسته اند؛ در قسمت معرفی دروس مهندسی شیمی به این قسمت بیشتر پرداخته خواهد شد و طیف وسیع آگاهی های مورد نیاز دانشجویان این رشته شرح داده خواهد شد.

صنایع به شدت نیازمند مهندسان شیمی می باشند، چه صنایع سنتی و صنعتی مرسوم، و چه صنایعی که در مرزهای دانش (Cutting edge) فعالیت می کنند، مانند نانوتکنولوژی (Nano technology) و مهندسی زیستی (Bio-Engineering)؛ که این نیاز صنایع بسته به نوع محصول (Product)، فرآیند (Process) و تجهیزات و ماشین آلات کاربردی و مصرفی متفاوت خواهد بود. تأثیرگذار بودن مهندسی شیمی بر اکثر صنایع به علت بنیاد، پایه و اساس آن می باشد. یعنی شیمی، فیزیک و ریاضیات. با توجه به این منابع، دانشجویان ترکیبی بسیار قوی از دانش ملکولی و تکنیک های مهندسی را کسب خواهند کرد. همچنین در رابطه با مسائل پیچیده

(Complex) و غیرخطی (Nonlinear)، مهارت‌های فوق العاده تجزیه و تحلیل را به‌دست خواهند آورد. حصول این مهارت‌های کیفی و کمی برای مهندسان شیمی دستاوردهای زیر را، برای مشاغل آتی این عزیزان به ارمغان خواهد آورد:

✓ ادامه تحصیل در رشته‌های فنی و علوم محض و طی مدارج بالاتر. از آنجایی که این رشته، رشته ای جامع می‌باشد هم می‌توان رشته قبلی را ادامه داد و هم اینکه وارد زمینه دیگری شد؛ مانند بیولوژی، مهندسی زیستی، تکنولوژی زیستی (Biotechnology)، داروسازی، پلیمر، انرژی، محیط زیست، حمل و نقل، ساخت و ساز، علوم و مهندسی مواد و سایر موارد. لازم به یاد آوری است که گرایش‌های مهندسی شیمی بسیار متنوع بوده و امکان انتخاب برای بعد از دوره کارشناسی گسترده است از جمله پتروشیمی، صنایع غذایی، پالایش، گاز، محیط زیست، شیمیایی معدنی، نفت و مخازن زیرزمینی،...؛ و حتی حقوق (Law) و مدیریت صنایع و بازرگانی (Management Business Administration “MBA”). در قسمت معرفی دروس به این قسمت بیشتر پرداخته خواهد شد.

✓ اشتغال به‌کار در اکثر صنایع و کارخانجات

✓ همکاری و اشتغال در پژوهشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، علاوه بر زمینه فعالیت‌های یاد شده در بالا، در زمینه‌هایی ذیل نیز می‌توان فعالیت داشت: کنترل سیستم‌ها و فرآیند، کاتالیست و مهندسی واکنش، انرژی و محیط زیست، ترمودینامیک، فرآیندهای انتقال، پلیمرها، علوم مواد، علوم سطح، میکرو الکترونیک‌ها و

✓ مهندسان شیمی به‌دلیل توانایی و محیط بودن به کل طراحی فرآیند (Process design) معمولاً علاوه بر شغل اصلی خود به‌عنوان مشاور نیز در صنایع فعالیت می‌کنند.

۱-۴. وظایف مهندس شیمی

برای بیشتر روشن شدن مبحث مهندسی شیمی و وظایف مهندس شیمی مثالی آورده می‌شود. فرض یک محقق شیمیست (شیمی‌دان، شخصی که علم شیمی محض (Pure Chemistry) را می‌داند)، در مدت زمان معینی با صرف هزینه مشخصی موفق به کشف یا ساخت مقدار بسیار کمی از ماده‌ای می‌شود؛ که این خود بسیار مهم و ارزشمند است. تا این مرحله، - حصول ماده مورد نظر - وظیفه شیمیست می‌باشد. در صورت نیاز به تولید انبوه (Mass Production)، دستاورد شیمی‌دان، وظیفه مهندس شیمی شروع می‌شود، بدین معنی که چندی و چونی (Quantity and Quality) عرضه محصول به بازار وظیفه مهندس شیمی است.

در تحقیق، تفحص و پژوهش، زمان، هزینه و میزان ماده تولید شده خیلی مهم نیست، مهم نتیجه است (در برخی مواقع نتیجه منفی است که این خود نیز یک نتیجه است، زیرا پژوهشگر بعدی مسیر پیموده شده را تکرار نخواهد کرد). محقق سال‌ها وقت صرف کرده، مبالغی گزاف هزینه شده تا محصولی اندک به‌دست آید. مرحله دوم کار وظیفه مهندس شیمی است، تولید و عرضه محصول در مقیاس (Scale) بزرگ، با توجه به ظرفیت مورد نیاز بازار مصرف، به عبارت دیگر تولید انبوه محصول.

مهندسان شیمی علاوه بر محیط بودن بر اصول طراحی (Design) که بعداً به تفصیل مورد بحث قرار خواهد گرفت، باید از علم شیمی نیز آگاهی داشته باشند. برای مثال در طراحی پالایشگاه‌های نفت، نقش اول را مهندسان شیمی ایفا می‌کنند، یعنی همانطور که باید اصول طراحی را بدانند لازم است از فعل و انفعالات درون راکتور نیز مطلع باشند. راکتور ممکن است برج تقطیر نفت خام، راکتور تولید مواد غذایی، دارویی، پلیمری و دیگر محصولات باشد. بنابراین لازم است مهندسان شیمی با شیمی محض نیز آشنایی داشته باشند تا بر کل مجموعه فرآیند محیط باشند.

در طراحی یک فرآیند شیمیایی وظیفه اصلی طراحی بر عهده مهندسان شیمی است. در عین حال انجام پروژه یک فعالیت گروهی (Team work) بوده و نیاز به بهره‌مندی از دیگر تخصص‌ها دارد تا پروژه در نهایت به انجام برسد. در طراحی هر فرآیند شیمیایی قلب کارخانه (Center of point) راکتور تولید محصول می

باشد. همانطور که ذکر شد این راکتور ممکن است برج تقطیر یا راکتور تولید هر فرآورده‌ای باشد. طراحی کارخانه بر اساس نوع طراحی راکتور و محصول تولیدی آن راکتور انجام می‌گیرد. باقی تجهیزات و ماشین آلات در خدمت و سرویس مرکز اصلی یعنی راکتور می‌باشند.

بیش از ۸۰٪ فرآیندهای صنایع شیمیایی، فرآیندهای جداسازی (Separation Processes) می‌باشند. بطور عام برای انجام یافتن یک فرآیند جداسازی و دستیابی به محصول، دستگاه‌ها، ماشین‌آلات، تجهیزات و سرویس‌ها را به سه دسته عمده می‌توان تقسیم‌بندی کرد.

۱- واحدهای انجام فرآیند اصلی (دستگاه‌های اصلی) - فصل دوم و سوم.

۲- واحدهای سرویس دهنده به واحدهای جداسازی (دستگاه‌های سرویس دهنده) - فصل چهارم.

۳- واحدهای سرویس دهنده به کل کارخانه (سرویس‌های همگانی (Utilities)).

همچنین مراحل کلی زیر از بدو ورود مواد خام اولیه به کارخانه تا خروج محصول از کارخانه باید رعایت شود:

✓ آماده‌سازی مواد اولیه و خام هنگام ورود به کارخانه

✓ آماده‌سازی مواد جهت ورود به راکتور

✓ خالص‌سازی محصول تولیدی (خروجی از راکتور)

✓ آماده‌سازی جهت نگهداری و بسته‌بندی

✓ حمل از کارخانه و عرضه به بازار.

طراحی، برنامه‌ریزی، سازماندهی و سرپرستی گروه طراح و سازنده کارخانه در کلیه امور وظیفه مهندسان شیمی می‌باشد. از آنجاییکه کار بسیار وسیع و گسترده می‌باشد، در اکثر مواقع، بخصوص در طراحی و ساخت کارخانجات صنعتی بزرگ، سازمان دهی جامع پروژه توسط تیم پروژه، مرکب از متخصصان مورد نیاز طرح، انجام گرفته و اداره می‌شود.

مراجع فصل اول

1. Chambers, Dictionary of science and technology, W&R Chambers Ltd, Edinburgh, 1982.
۲. آریانپورکاشانی، عباس و منوچهر، فرهنگ جیبی انگلیسی به فارسی، انتشارات امیرکبیر، چاپ پنجم، تهران، ۱۳۶۳.
۳. دهخدا، علی اکبر، "لغت نامه"، موسسه لغت نامه دهخدا، ویرایش دوم، ۱۳۷۲.
۴. عمید، حسن، "فرهنگ عمید"، انتشارات جاویدان، ۱۳۵۳.
۵. رشتچیان، داود، شایگان، جلال الدین، "نگرشی بر آموزش کارشناس مهندسی شیمی و اشتغال"، مجله آموزش مهندسی ایران، شماره ۴، سال دوم، ص ۸۵-۱۰۶، زمستان ۱۳۷۹.
6. <http://www.enco.ch/home.htm>
7. <http://ocw.mit.edu/courses/chemical-engineering/>
8. Dictionary of Scientific and Technical Terms, McGraw-Hill, Sixth Edition, 2003.

"فرآیندهای اصلی، تجهیزات و ماشین آلات"

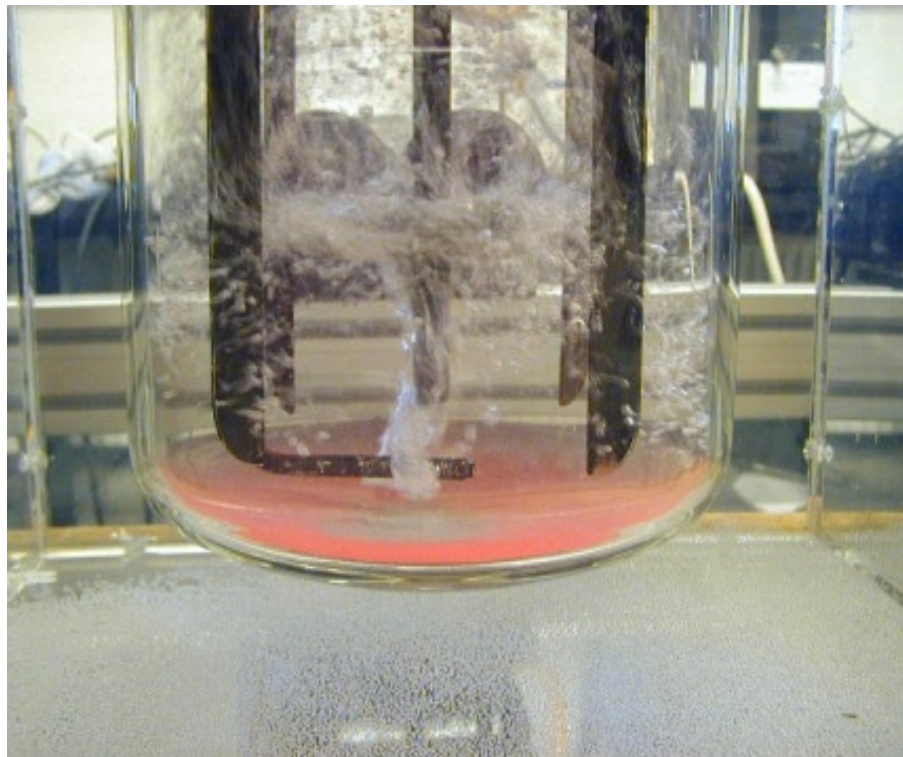
"Main Processes and Equipments"



نمایی از یک واحد عملیاتی [۹].

مراجع فصل دوم

"طراحی راکتورهای شیمیایی"
"Chemical Reactors Design"

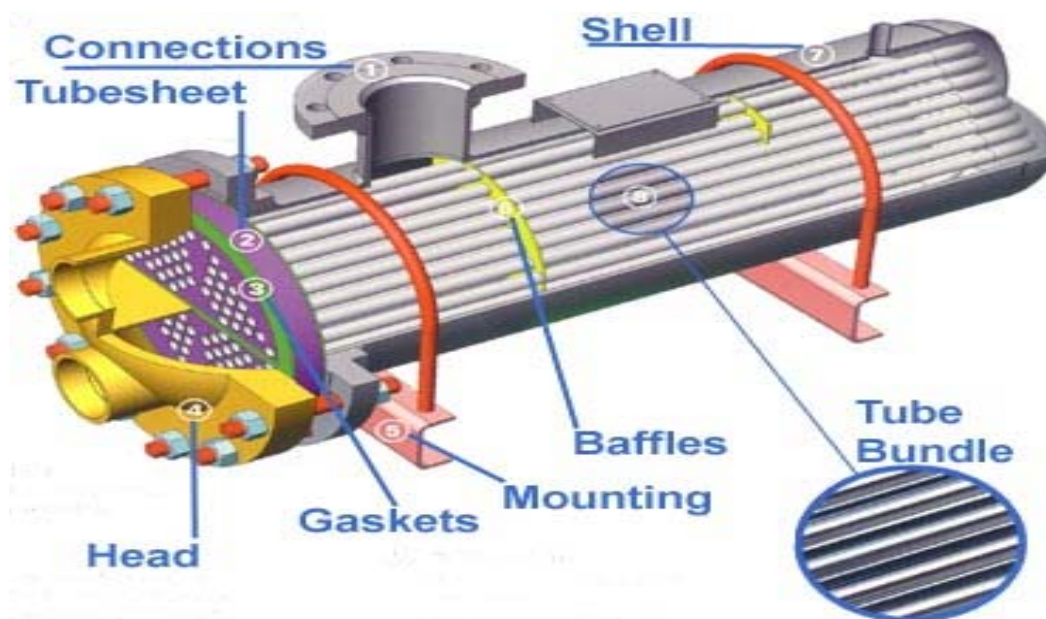


تصویر یک راکتور شیمیایی [۲].

مراجع فصل سوم

" ماشین آلات، تجهیزات، سرویس‌های همگانی و اختصاصی "

"Machines, Equipments, Utilities and Other Services"



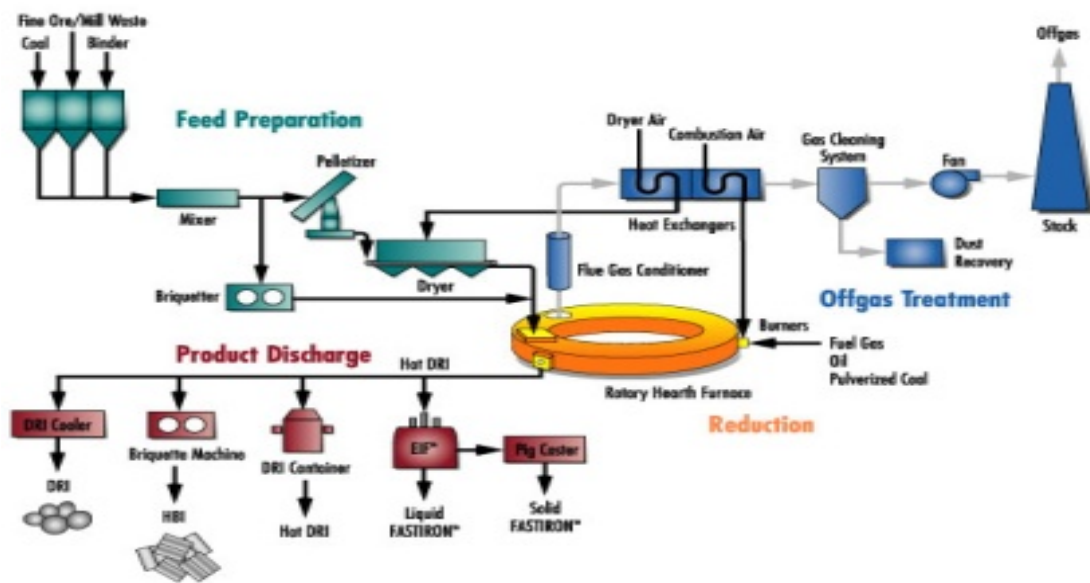
نمایی از یک مبدل حرارتی [۱۴].

مراجع فصل چهارم



"نمادها، برنامه‌ریزی فرآیند، زمان‌بندی و طراحی نمودار جریان"

"Symbols, Process Planning, Scheduling and Flowsheet Design"



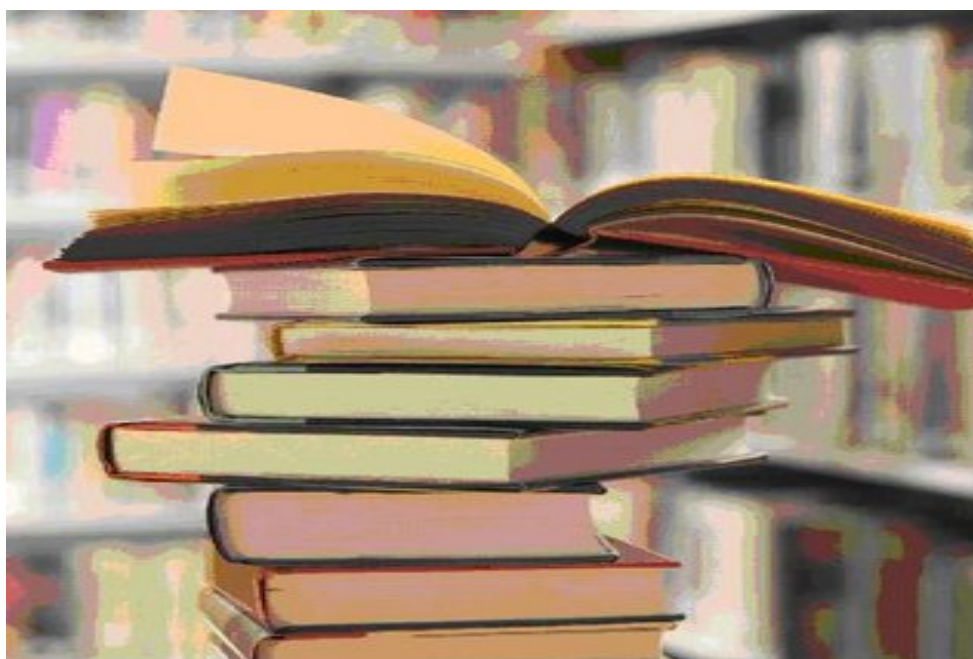
Flowsheet [2, 3].

مراجع فصل پنجم



"نرم افزارها و منابع علمی در مهندسی شیمی"

"Software and References in Chemical Engineering"



[۲]

مراجع فصل ششم

1. Chambers, Dictionary of science and technology, W&R Chambers Ltd, Edinburgh, 1982.
2. Aryanpur (kashani), Abbas & Manoochehr, "English Persian Dictionary", Amirkabir publications organization, 5th. Edition, Tehran, 1984.
3. Dehkhoda, Ali Akbar, "Dictionary", Dehkhoda's Dictionarys' Organization", 2nd. Edition, 1993.
4. Amid, Hasan, "Amid Dictionary", Javidan publications, 1974.
5. Rashtchian, Davood; Shayeghan, Jalaludin, "Conception of Chemical Engineering Education and Employment", Iranian Journal of Engineering Education, Academy of Sciences I.R. Iran, Engineering Division, No. 4, Volume 2, 2000.
6. <http://www.enco.ch/home.htm>
7. <http://ocw.mit.edu/courses/chemical-engineering/>
8. Treybal. R.E.. "Mass transfer operations". Third Edition. McGraw-Hill. 1981.
9. Kaghazchi, Tahereh, "Mass Transfer", 1990.
10. "McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms". Sixth Edition. 2003.
11. <http://www.energyinst.org.uk/education/coryton/page7.htm>
12. McCabe. W.L.. Smith. J.C.. "Unit operations of chemical_engineering". Third Edition. McGraw-Hill. 1976.
13. Sykes. J.B.. "The concise Oxford dictionary". seven Edition. Clarendon Press. 1982.
14. www.doye.ch.cam.ac.uk/research/pxtal.html
15. http://english.sxicc.cas.cn/st/ss/200906/t20090604_19694.html
16. http://www.pafko.com/history/h_distill.html
17. <http://www.triplemfiberglass.com/enviro1.htm>
18. www.websters-online-dictionary.org/images/wik
19. <http://www.srh.noaa.gov/crp/?n=education-watercycle>
20. <http://www.eunde-verfahrenstechnik.de/evaporation.html>
21. http://www.pbs.org/wgbh/nova/volcano/anat_11.html
22. hengchengfirst.en.made-in-china.com
23. http://www.saskschools.ca/curr_content/science10/unita/redon17.html
24. http://www.healthgoods.com/Amaircare_Model_2500_HEPA_Room_Air_Cleaner_p/am-series2500.htm
25. <http://solidliquid-separation.com/VacuumFilters/Drum/drum.htm>
26. http://www.wecleanwater.com/html/equipment/dewatering/plate_and_frame_filter_presses.htm
27. <http://www.parksanfilters.com/sepraPP.htm>, Torbjörn Kjellsson
28. http://wiki.biomine.skelleftea.se/wiki/index.php/Chalcopyrite_leaching_followed_by_precipitation_of_other_minerals
Torbjörn Kjellsson
29. <http://edisk.fandm.edu/chm/VanArmanLab/Extraction/Extraction.html>
30. <http://www.che.boun.edu.tr/courses/che302/Chapter%208.pdf>
31. <http://www.itqb.unl.pt/labs/nutraceuticals-and-delivery/facilities-and-services-1>
32. <http://www.activated-carbon.com/solrec3.html>

33. Sohrabi, Morteza, Translation of "Chemical, reaction engineering", Amirkabir University of Technology – AUT publisher, summer 1992.
34. Levenspiel, O., "Chemical, reaction engineering", 2nd edition, 1972.
35. <http://hugin.aue.auc.dk/reactors.php>
36. [http://www.engineerlive.com/ChemicalEngineer/ChemicalEquipment/Nanostructures improve the next generation of chemical reactors/21208/](http://www.engineerlive.com/ChemicalEngineer/ChemicalEquipment/Nanostructures_improve_the_next_generation_of_chemical_reactors/21208/)
37. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010466321999000400005&script=sci_arttext
38. www.linde.com
39. Kern, D.Q., "Process Heat Transfer", McGraw-Hill, 1984.
40. Holman, J.P., "Heat Transfer", Fifth Edition, McGraw-Hill, 1983.
41. W.L.McCabe, et al., Unit Operations of Chemical Engineering, 4th Edition, 1985.
42. J.M.Coulson and J.F.Richardson, Chemical engineering, vol.1-6, 1970.
43. C.R. Branan, Rules of Thumb for Chemical Engineers, 3th Edition, 1994.
44. S.M. Walas, Chemical Process Equipmen:Selection and Design, 1990.
45. E.E. Ludwig, Applied Process Design, Vol.1, 3th Edition,1999.
46. Tooba, Hasan, "Principles of industrial furnaces design", Isfahan University of Tecnology publisher, 1st edition, 1993.
47. Perry, R.H. and Green, D., "Perry's Chemical Engineering Handbook", Sixth Edition, McGraw-Hill, 1984.
48. National Iranian Petrochemical Co., Office of Education, Equipment Training Software.
49. Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., "Plant Design and Economics for Chemical Engineer", Fourth Edition, McGraw-Hill, 1991.
50. http://www.rgmk.rs/rgmk/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=162
51. http://www.machineryandequipment.com/featured/heat_exchangers.html
52. <http://www.souheat.com>
53. <http://wcrbenelux.nl/site/content/view/12/13/lang.en>
54. <http://www.livingwithmyhome.com/201-home-tips/pillar-to-post-oil-furnace.aspx>
55. www.textf.org/archives/802, www.textf.org
56. <http://www.energyefficiencyasia.org/energyequipment/typesofboiler.html>
57. www.bathtram.org
58. <http://reference.findtarget.com/search/Boiler%20%28steam%20generator%29>
59. www.monachbearing.com
60. www.qwickstep.com
61. www.elchem.kaist.kr
62. <http://www.meleconengineer.net/fan-impellers.html>
63. http://www.pumpfundamentals.com/pump_db.htm
64. http://www.lawrencepumps.com/newsletter/news_v02_i2_Feb05.html

65. <http://www.gd-thomas.com/article.aspx?id=20460>
66. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roots_blower_-_2_lobes.svg
67. http://www.soler-palauinc.com/inlet_blowers.htm
68. <http://info.cooling4industry.co.uk/blog/archives/2008/3/27/3605953.html>
69. <http://en.wiki2buy.com/wiki/Compressor>
70. http://www.fsc-online.com/%22Passing%20Gas%22-article/passing_gas.html
71. <http://ekhartnocker.ifunnyblog.com/apitanks/>
72. <http://www.weldedtank.com/>
73. <http://www.durastortank.com/tabid/1583/Default.aspx>
74. <http://www.dutchlandinc.com/>
75. <http://www.plasticsamerica.ca/tanks/plastictanks.html>
76. <http://www.avon-rubber.com/AEF/domestic.htm>
77. <http://www.hmttank.com/Products.htm>
78. <http://asmepressurevessels.com/>
79. http://singapore.corrom.com/Tank_Fitting.htm
80. http://chemresponsetool.noaa.gov/Containers_guide/Storage_tank.htm#cone
81. Trambouze, Pierre. "Petroleum Refining, vol.4: Materials and Equipment". Institut Francais Du Petrole Publications, Editions TECHNIP, 1999.
82. <http://www.ireference.ca/search/Centrifugal%20pump/>
83. www.raspumps.tradeindia.com
84. www.shoponline2011.com
85. http://www.pharmacology2000.com/physics/Chemistry_Physics/physics1.htm
86. www.ipspump.com
87. <http://www.maritime.org/fleetsub/hydr/chap1.htm>
88. <https://rdl.train.army.mil/soldierPortal/atia/adlsc/view/public/9590-1/fm/5-499/loft.htm>
89. Ludwig, E. Ernest, "Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants", Vol.1, Gulf publishing company, Houston, TX, 1984.
90. <http://sonaalloys.com/images/FASTMET%20flow%20sheet.jpg>
91. <http://sonaalloys.com/images/>
92. <http://shareme.com/screenshot/flowbreeze-standard-flowchart software.html>
93. O'Donnel, J. P., How Flowsheets Communicate Engineering Information, Chem. Eng., Sept. 1957.
94. www.cepmagezine.org/features/software
95. www.christinefonseca.files.wordpress.com
96. <http://www.aiche.org/cep/> Chemical Engineering Progress – CEP.
97. The 1997 CEP Software dictionary. CEP Magazine .
98. <http://www.aiche.org/about/>
99. The American Institute of Chemical Engineering – AIChE.