



عایات تقطیر و مهندسی شیمی

بخش تقطیر دروس عملیات واحد ۱

(مقطع کارشناسی)

جدا از سید جزئی

(کارشناسی ارشد)

تالیف:

دکتر محمدعلی آرون

(عضو هیئت علمی پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران)

دکتر سیدجلال‌الدین هاشمی آغچه‌بیدی

(عضو هیئت علمی پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران)

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران

پاییز ۱۳۹۲

سرشناسه	آرون، محمدعلی، ۱۳۵۶-
عنوان و نام پدیدآور	عملیات تقطیر در مهندسی شیمی: بر اساس سرفصل بخش تقطیر دروس عملیات واحد ۱ (مقطع کارشناسی) جداسازی چندجزئی (مقطع کارشناسی ارشد) / محمدعلی آرون، سیدجلال‌الدین هاشمی آغجمیدی.
مشخصات نشر	تهران: جهاد دانشگاهی، واحد تهران، انتشارات، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۷۴۲ ص: جدول، نمودار.
شابک	978-600-133-093-3
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	تقطیر
موضوع	شیمی -- فرایندها
زبان	هاشمی، جلال‌الدین، ۱۳۳۶ -
زبان	جهاد دانشگاهی، واحد تهران، انتشارات
زبان	۱۳۹۲ ۷۴۲/ت ۱۵۶/TP
زبان	۶۶۰/۲۸۴۲۵
شماره ثبت کتاب	۳۲۸۳۶۵۹



عملیات تقطیر در مهندسی شیمی

تألیف: دکتر محمدعلی آرون، دکتر سیدجلال‌الدین هاشمی آغجه بدی

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران

طراح جلد: سعید صخابی

صفحه‌آرایی: قاسمی (رها)

ناظر چاپ: احمد آرش

لیتوگرافی: زاویه نور

چاپ و صحافی: جهاد دانشگاهی واحد تهران

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۰۰/۰۰۰ ریال

نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۳۹۲

ISBN: 978-600-133-093-3

شابک: ۹۷۸ - ۶۰۰ - ۱۳۳ - ۰۹۳ - ۳

<http://nashr.jahad.ac.ir>

نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۸۶ - ۱۳۱۴۵

en.jahad.ac.ir

تلفن: ۶۶۴۱۸۴۹۹ - تلفکس: ۶۶۹۵۴۳۶۸

تلفن مراکز بخش: ۶۶۴۹۰۷۴۰ - ۶۶۴۹۰۷۴۲ - ۶۱۱۱۲۸۶۲

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مولف یا ناشر تکثیر و کپی برداری نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

«ويزكيهم و يعلمهم الكتاب و الحكمة»

مقدمه ناشر

ایران امروز در اشتیاق توسعه و استقلال گام‌های محکم و استواری برمی‌دارد. همه روزه در گوشه و کنار ما جوانه‌های خودکفایی علمی و فنی رخ نموده و با عنایت و یاری خداوند متعال و در سایه تلاش کوشش جامعه علمی و دانشگاهی حرکت به سوی مرزهای دانش شتاب بیشتری به خود می‌گیرد. خدای را شکر می‌گوییم که این فرصت را ارزانی ما داشته است تا گام‌هایی هر چند کوچک در راه رشد و نشر دستاوردهای علمی و فرهنگی کشور برداریم، باشد تا با یاری خداوند متعال و در پرتو همت اندیشمندان، نویسندگان، مترجمان و متخصصان مؤمن و متعهد بتوانیم نظام جمهوری اسلامی را در تحقق اهداف خدا یاری رسانده و دین خود را به انقلاب اسلامی و خون شهدای عزیز ادا کنیم.

انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران در راستای وظایف خویش و به منظور نیل به اهداف علمی- فرهنگی نظام جمهوری اسلامی مبادرت به انتشار آثار ارزشمند و مورد نیاز علمی و دانشگاهی می‌نماید. در این راه از کلیه اساتید، پژوهشگران و صاحبان قلم و اندیشه دعوت به مشارکت و همکاری می‌گردد.

فهرست جامع مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
پیشگفتار	۱۵
فهرست علائم	۱۹
فصل اول : مقدمه‌ای بر فرآیندهای جداسازی	۵۷
۱-۱) فرآیندهای شیمیایی صنعتی	۵۷
۱-۱) مکانیسم‌های جداسازی	۵۹
۲-۱) مقدمه	۵۹
۲-۲) جداسازی با جاذب مایع	۶۰
۱-۲-۳) جداسازی با ایتچام با اضافه کردن فاز	۶۲
۱-۲-۴) جداسازی جامد	۷۱
۱-۲-۵) جداسازی با میدان‌های مغناطیسی	۷۳
۱-۲-۶) جداسازی غشائی	۷۵
۱-۳) سوال‌ها	۸۶
مراجع	۸۷
فصل دوم : ترمودینامیک تعادل بخار مایع	۹۱
۲-۱) مقدمه	۹۱
۲-۲) تعادل بخار-مایع و کاربرد آن در تقطیر	۹۱
۲-۳) ترمودینامیک تعادل بخار-مایع	۹۴
۲-۳-۱) دیدگاه فی - گاما و ترمودینامیک تعادل بخار - مایع	۹۵
۲-۳-۲) دیدگاه فی - فی و ترمودینامیک تعادل بخار - مایع	۹۵
۲-۴) ترمودینامیک تعادل بخار - مایع در سیستم‌های ایده‌آل	۹۶
۲-۵) ضریب توزیع تعادلی	۹۸
۲-۵-۱) تعریف	۹۸
۲-۵-۲) ترمودینامیک ضریب توزیع تعادلی در شرایط مختلف	۹۸
۲-۵-۳) استفاده از روابط تجربی برای محاسبه ضرایب توزیع تعادلی اجزاء یک سیستم غیر ایده‌آل	۱۰۰

۱۰۵	۲-۵-۴) نمودارهای تجربی و محاسبه ضرائب توزیع تعادلی اجزاء یک سیستم تعادلی غیر ایده‌آل
۱۰۹	۲-۵-۵) محاسبه ضرائب توزیع تعادلی اجزاء یک سیستم غیر ایده‌آل با استفاده از معادلات حالت
۱۵۳	۲-۶) ضریب فراریت
۱۵۳	۲-۶-۱) ضریب فراریت اجزاء در سیستم‌های دو جزئی
۱۵۸	۲-۶-۲) ضریب فراریت اجزاء یک سیستم تعادلی چند جزئی نسبت به یک جزء مینا
۱۵۹	۲-۷) مائل
۱۶۳	مراجع
۱۶۵	فصل سوم رفتار تعادلی سیستم‌های دو جزئی
۱۶۵	۳-۱) رفتار تعادلی سیستم‌های دو جزئی ایده‌آل
۱۶۵	۳-۱-۱) روابط تجربی جهت دستیابی به فشار بخار مواد خالص
۱۷۴	۳-۱-۲) منحنی فشار-کسر موی یک سیستم دو جزئی ایده‌آل در دمای ثابت
۱۸۲	۳-۱-۳) منحنی دما-کسر موی یک سیستم دو جزئی ایده‌آل در فشار ثابت
۱۹۰	۳-۲) رفتار تعادلی سیستم‌های دو جزئی غیر ایده‌آل
۱۹۰	۳-۲-۱) ترمودینامیک سیستم‌های تعادلی دو جزئی غیر ایده‌آل فشار پائین
۱۹۱	۳-۲-۲) معادلات ضرائب اکتیویته یک محلول در فاز مایع
۱۹۸	۳-۲-۳) انحراف (مثبت و منفی) از قانون راول
۱۹۹	۳-۲-۴) منحنی تعادلی دما ثابت یک سیستم غیر ایده‌آل دو جزئی در فشار پائین
۲۰۴	۳-۲-۵) منحنی تعادلی فشار ثابت یک سیستم غیر ایده‌آل دو جزئی در فشار پائین
۲۱۱	۳-۲-۶) منحنی تعادلی سیستم‌های غیر ایده‌آل دو جزئی آزنوتروپیک
۲۳۰	۳-۲-۷) تاثیر پارامترهای عملیاتی بر جابجانی مختصات نقطه آزنوتروپیک
۲۳۵	۳-۲-۸) تقطیر و سیستم‌های آزنوتروپیک دو جزئی
۲۴۱	۳-۳) رفتار تعادلی سیستم‌های دو جزئی غیر ایده‌آل در نواحی بحرانی
۲۴۱	۳-۳-۱) مقدمه
۲۴۲	۳-۳-۲) محاسبات مربوط به سیستم‌های تعادلی غیر ایده‌آل در نواحی بحرانی
۲۵۸	۳-۴) رفتار تعادلی محلول‌های امتزاج ناپذیر (تقطیر با بخار آب)
۲۶۲	۳-۵) منحنی تعادلی انتالپی - غلظت سیستم‌های دو جزئی در فشار ثابت
۲۶۲	۳-۵-۱) نمودار انتالپی فاز مایع بر حسب کسر موی تعادلی جزء فرار در فاز مایع در فشار ثابت

۳-۵-۲) نمودار انتالپی فاز بخار بر حسب کسر مولی تعادلی جزء فرار در فاز بخار در فشار ثابت	۱۶۳
۳-۶) مسائل	۲۶۹
مراجع	۲۷۴
فصل چهارم : محاسبات حباب و شبنم	۲۷۷
۴-۱) تعادل و قانون گشتاور	۲۷۷
۴-۲) محاسبات حباب و شبنم	۲۸۴
۴-۱-۱) مقدمه	۲۸۲
۴-۲-۱) دستیابی به معادله نقطه شبنم	۲۸۵
۴-۱-۳) تعیین فشار نقطه شبنم با استفاده از روابط تجربی	۲۸۷
۴-۲-۴) تعیین دمای نقطه شبنم با استفاده از روابط تجربی	۲۹۰
۴-۲-۵) تعیین درجه خشک نقطه شبنم با استفاده از ضرائب فراریت	۲۹۴
۴-۲-۶) تعیین دمای بخار نقطه شبنم با استفاده از معادلات حالت	۲۹۸
۴-۲-۷) دستیابی به معادله نقطه حباب	۳۰۹
۴-۲-۸) تعیین دما و فشار نقطه حباب با استفاده از روابط تجربی یا ضرائب فراریت	۳۱۰
۴-۲-۹) تعیین دمای نقطه حباب با استفاده از معادلات حالت	۳۱۰
۴-۲-۱۰) کاربرد محاسبات حباب و شبنم	۳۱۸
۴-۳) مسائل	۳۲۱
مراجع	۳۲۸
فصل پنجم : تقطیر دو جزئی تک مرحله‌ای	۳۲۹
۵-۱) تقطیر آبی (تبخیر جزئی) تعادلی	۳۲۹
۵-۱-۱) مقدمه	۳۲۹
۵-۱-۲) انواع تبخیر آبی (تعاریف)	۳۳۰
۵-۱-۳) محاسبات تبخیر آبی تعادلی دو جزئی به روش ترمیمی	۳۳۱
۵-۱-۴) محاسبات تبخیر آبی هم دمای دو جزئی به روش رجفورد-رایس	۳۳۷
۵-۲) تقطیر ساده تعادلی دو جزئی (تقطیر جزئی، تقطیر دیفرانسیلی)	۳۳۹
۵-۲-۱) مقدمه	۳۳۹
۵-۲-۲) محاسبات تقطیر ساده (معادله رایلی)	۳۴۱

۳۵۲	 (۵-۲-۳) چگالش جزئی تعادلی دوجزنی (چگالش ساده یا چگالش ناپیوسته)
۳۵۴	 (۵-۳) مسائل
۳۵۸	 مراجع
۳۵۹	 فصل ششم : مفاهیم تقطیر دو جزئی پیوسته
۳۵۹	 (۶-۱) مقدمه
۳۶۰	 (۶-۲) تقطیر پیوسته جزء به جزء و دیدگاه جذب و دفع
۳۶۸	 (۶-۳) تقطیر پیوسته جزء به جزء و دیدگاه تقطیر آبی پشت سرهم
۳۷۴	 (۶-۴) دسته آزادی یک برج تقطیر چند مرحله‌ای پیوسته
۳۷۵	 (۶-۴-۱) روش راک
۳۷۹	 (۶-۴-۲) روش اکسپانده
۳۸۴	 (۶-۴-۳) روش هانسور
۳۸۶	 (۶-۵) طراحی یک ستون تقطیر چند مرحله‌ای پیوسته
۳۸۶	 (۶-۵-۱) فشار عملیاتی ستون
۳۸۶	 (۶-۵-۲) نوع کندانسور و افت فشار ستون
۳۹۲	 (۶-۵-۳) تعداد مراحل ایده‌آل، رفلکس حداقلا و ورود خوراک
۴۱۰	 (۶-۵-۴) تعداد مراحل واقعی
۴۱۲	 (۶-۵-۵) تخمین بازده مراحل
۴۱۷	 (۶-۵-۶) تعیین قطر ستون‌های تقطیر سینی دار و قطر ظرف‌های خلاص
۴۲۹	 (۶-۶) مسائل
۴۳۵	 مراجع
۴۳۷	 فصل هفتم : روش‌های گرافیکی تقطیر پیوسته دوجزنی
۴۳۷	 (۷-۱) مقدمه
۴۳۷	 (۷-۲) روش مک‌کیب-تیلی
۴۳۹	 (۷-۲-۱) موازنه کلی برای تعیین دبی محصولات
۴۴۰	 (۷-۲-۲) معادله خط عملیاتی بخش جذب
۴۴۴	 (۷-۲-۳) معادله خط عملیاتی بخش دفع
۴۵۰	 (۷-۲-۴) معادله خط خوراک

خلاصه فهرست

فصل اول	ایستای جداسازی	صفحه ۵۷
فصل دوم	تعداد بخار-مایع	صفحه ۹۱
فصل سوم	رفتار مادلر سیستم‌های دوجزنی	صفحه ۱۶۵
فصل چهارم	محاسبات مادلر و ششم	صفحه ۲۷۷
فصل پنجم	تقطیر دوجزنی مادلر	صفحه ۳۲۹
فصل ششم	مفاهیم تقطیر پیوسته دوجزنی	صفحه ۳۵۹
فصل هفتم	روش‌های گرافیکی تقطیر پیوسته دوجزنی	صفحه ۴۳۷
فصل هشتم	مقدمه‌ای بر تقطیر چند جزنی	صفحه ۵۷۵
ضمیمه‌ها		صفحه ۶۹۹

www.ketab.ir

۴۵۶	 مراحل قدم به قدم برای دستیابی به تعداد مراحل تعادلی
۴۵۹	 اثر تغییر نسبت رفلاکس، رفلاکس حداقل و رفلاکس کلی
۴۶۳	 معادله آندروود برای تعیین رفلاکس حداقل
۴۷۰	 معادله فنسک برای تعیین تعداد مراحل حداقل
۴۷۸	 رفلاکس سرد
۴۷۹	 کندانسور جزئی
۴۸۱	 برج های تقطیر چند خوراکه
۴۸۵	 برج های تقطیر دارای جریان جانبی
۴۸۹	 استفاده مستقیم از بخار آب به جای ریویلر
۴۹۵	 معادله بازده مورفری
۴۹۷	 نقطه ناپیسته دارای بخش جذب
۵۱۲	 محاسبات خالص
۵۱۳	 روش پانچون-سایت
۵۱۳	 معادلات بخش جذب
۵۱۵	 معادلات بخش دفع
۵۱۶	 ارتباط نقاط تفاضل بخش جذب و دفع ستون با نقطه خوراک
۵۱۷	 داده های مورد نیاز
۵۱۷	 مراحل قدم به قدم برای دستیابی به تعداد مراحل تعادلی
۵۲۹	 رفلاکس کلی
۵۳۱	 کندانسور جزئی
۵۳۳	 برج های تقطیر چند خوراکه و برج های تقطیر دارای جریان جانبی
۵۵۳	 استفاده مستقیم از بخار آب به جای ریویلر
۵۶۱	 سایر روش های گرافیکی
۵۶۲	 مسائل
۵۷۲	 مراجع
۵۷۵	 فصل هشتم: مقدمه ای بر تقطیر چند جزئی
۵۷۵	 (۸-۱) تخییر آبی تعادلی چند جزئی (روش رچفورد-رایس)

۵۷۵.....	۸-۱-۱) تبخیر آبی تعادلی چند جزئی همدم.....
۵۸۰.....	۸-۱-۲) تبخیر آبی تعادلی چند جزئی آدیاباتیک.....
۵۸۳.....	۸-۱-۳) محاسبات حباب و شبنم از نقطه نظر تبخیر آبی (یادآوری).....
۵۸۲.....	۸-۲) تقطیر ساده تعادلی سیستم‌های چندجزئی ایده‌آل.....
۵۹۰.....	۸-۳) تقطیر پیوسته چندجزئی (روش تقریبی).....
۵۹۰.....	۸-۲-۱) مقدمه.....
۵۹۳.....	۸-۲-۲) مراحل طراحی برج تقطیر چند جزئی به روش تقریبی.....
۵۹۸.....	۸-۲-۳) بدست آوردن معادله فنسک برای تعیین حداقل مراحل.....
۶۰۴.....	۸-۲-۴) محاسبه توزیع اجزای غیر کلیدی در شرایط رفلکس کلی.....
۶۰۸.....	۸-۲-۵) بدست آوردن معادله آندروود برای تعیین رفلکس حداقل.....
۶۴۲.....	۸-۲-۶) بدست آوردن عدد گیلیند برای دستیابی به تعداد مراحل تئوری.....
۶۴۹.....	۸-۲-۷) تعیین موقعیت سینی خوراک.....
۶۵۲.....	۸-۲-۸) محاسبه توزیع اجزاء غلیظ در شرایط رفلکس واقعی.....
۶۷۰.....	۸-۴) تقطیر پیوسته چندجزئی (روش دقیق).....
۶۷۰.....	۸-۴-۱) مقدمه.....
۶۷۶.....	۸-۴-۲) روش نقطه حباب برای طراحی سینی برج تقطیر پیوسته.....
۶۹۷.....	۸-۵) مسائل.....
۶۹۷.....	مراجع.....
۶۹۹.....	ضمیمه‌ها.....

پیشگفتار

جداسازی اجزای یک محلول همگن با استفاده از عملیات انتقال جرم، همواره مورد توجه مهندسين شیمی و محققين عرصه جداسازی بوده و هست. اگرچه تا کنون روش‌ها و دستگاه‌های زیادی در این راستا طراحی و ساخته شده است ولی طراحی و استفاده از ایندهای جداسازی روز به روز در حال توسعه و گسترش است و بکارگیری و انتخاب ترکیب از این روش‌ها به هويت و خواص اجزای سازنده محلول بستگی دارد. از میان روش‌های مختلف جداسازی، جداسازی با عملیات تقطیر، استخراج از جامدات و مایعات، تبخیر، تبلور، جذب با مایعات و دفع از مایعات، جذب روی سطح جامدات، تبادل یونی، خشک کردن، سرد کردن، محصولات جامد، جداسازی‌های میدانی و جداسازی غشائی از سایرین رایج‌ترند. تشویق کارشناسی مهندسی شیمی، علاوه بر مفاهیم پایه‌ای فرایندهای جداسازی و عملیات واحد، فواید جذب با حلال مایع و دفع از مایعات و برخی از دستگاه‌های عملیاتی گاز مایع را در درس انتقال جرم می‌آموزند. سپس در درس عملیات واحد ۱، با فرایندهای تقطیر، استخراج از مایعات و استخراج از جامدات آشنا می‌شوند. فراگیری این دو درس راه را برای مطالعه فرایندهای جذب سطحی، رطوبت زنی، تبخیر، تبلور، فیلتراسیون و آشنائی با دستگاه‌های خشک کن در درس عملیات واحد ۲ فراهم می‌کند. دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی شیمی نیز در درس جداسازی با عملیات واحد ۱ به شکل مقدماتی با فرایندهای غشائی، فرایندهای جداسازی میدانی، تقطیر استخراج از جامدات جزئی، استخراج فوق بحرانی و تقطیر استخراجی و آزنوتروپیک آشنا می‌شوند. امروزه آموزش دروس مصوب زمینه جداسازی در مهندسی شیمی در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری، خیلی از دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی شیمی پروژه‌های خود را در زمینه‌های نوین جداسازی (مثل فرایندهای غشائی، استخراج فوق بحرانی، طراحی دستگاه‌های عملیات جداسازی و توسعه روش‌های رایج جداسازی) انتخاب می‌کنند. از این رو با توجه به اهمیت آشنائی با فرایندهای مختلف جداسازی در ابتدا برآن شدیم که با استفاده از تجربه چند ساله‌ی خود در زمینه تدریس دروس انتقال جرم، عملیات واحد ۱ و ۲ و جداسازی چند جزئی در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، کتابی تحت عنوان عملیات واحد ۱ تألیف کرده و در آن

مباحث تقطیر، استخراج و لیچینگ را بر اساس سرفصل مصوب شورای گسترش آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری پوشش دهیم که پس از نگارش بخش‌های مقدمه‌ای بر جداسازی، تعادل و تقطیر دو و چند جزئی به دلیل اهمیت بالای موضوع تقطیر و حجم بالای مطالب مورد بحث، تصمیم گرفتیم که تالیف بخش استخراج از مایعات و جامدات را به آینده واگذار کرده و در این کتاب بیشتر بر مطالب تعادل بخار مایع و تقطیر تمرکز کنیم.

در ادامه این مجموعه یک کتاب درسی و آموزشی است، در هر فصل علاوه بر ارائه دقیق و کامل مطالب، سعی شده است از مثال‌های متعدد نیز جهت تکمیل بحث استفاده شود. همچنین به دلیل رایج شدن استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی در مدل کردن عملیات جداسازی، در این کتاب خوانندگان محترم با پس‌زمینه‌ی این نرم افزارها در بخش عملیات تقطیر آشنا می‌شوند.

کتاب پیش روی شما را استادان عزیز که ماحصل تقریباً سه سال کار مداوم است مشتمل بر ۸ فصل می‌باشد که در فصل اول ابتدا فرایندهای مختلف جداسازی مورد بحث قرار گرفته و هر یک به طور مختصر تشریح شده است. در فصل دوم ترمودینامیک تعادل بخار مایع بحث شده و علاوه بر بحث پیرامون مفهوم تعادل بخار مایع در تقطیر، روابط حاکم بر تعادل ترمودینامیکی بخار-مایع در سیستم‌های ایده‌آل و حقیقی ارائه شده است. در این فصل خوانندگان با روش‌های دستیابی به ثوابت تعادل و نسبت فراریت با استفاده از روابط ترمودینامیکی آشنا می‌شوند. در فصل سوم رفتار و دلایل سیستم‌های دوجزئی ایده‌آل و غیرایده‌آل مورد بررسی قرار می‌گیرد و خوانندگان روش تنظیم نمودارهای تعادلی در فشار ثابت و دمای ثابت را در سیستم‌های ایده‌آل، سیستم‌های حقیقی در فشار یکم، سیستم‌های حقیقی آزنوتروپیک و سیستم‌های حقیقی فشار بالا فرا می‌گیرند. در این فصل روش دستیابی به داده‌های نمودار انتالپی-غلظت در فشار ثابت نیز بحث شده است. مشخص است فراگیری مطالب فصل دوم و سوم به ویژه نمودارهای تعادلی، نمودار انتالپی-غلظت و ثوابت تعادل ضروریست و خوانندگان نمی‌توانند بدون آموختن این مطالب فرایند تقطیر را که در فصول بعد ارائه می‌شوند به طور کامل و مفهومی فراگیرند. در فصل چهارم محاسبات حباب و شبنم ارائه شده است و دیدگاه‌های مختلفی که جهت محاسبه دما و فشار حباب و شبنم یک مخلوط دویا چند جزئی وجود دارد به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. در این فصل دانشجویان

و خوانندگان محترم علاوه بر آشنائی با روش استفاده از معادلات حالت در محاسبات حباب و شبنم، با برخی از نرم افزارهای برنامه نویسی و شبیه سازی آشنا می‌شوند. در فصل پنجم تقطیر دوجزئی تک مرحله‌ای؛ شامل واحدهای تبخیر تعادلی آنی و تقطیر ساده مورد بحث قرار می‌گیرد. در فصل ششم نیز مفاهیم و روش‌های طراحی تقطیر پیوسته دوجزئی ارائه شده است. در این فصل تلاش شده است علاوه بر ارائه مفاهیم تقطیر پیوسته دوجزئی، مباحث درجه پایداری تعیین فشار ستون تقطیر، انتخاب نوع کندانسور، روش‌های تحلیلی تعیین تعداد مراحل تثلیثی و روش محاسبه قطر برج و روش محاسبه بازده برج نیز پوشش داده شود. فصل هفتم کتاب که در واقع ادامه فصل ششم است، روش‌های گرافیکی تعیین تعداد مراحل ایده‌آل یک برج تقطیر دوجزئی به طور مفصل و با مثال‌های مختلف بحث شده است. در فصل هشتم کتاب؛ که فصل پایانی این کتاب محسوب می‌شود؛ تقطیر چند جزئی مورد مطالعه قرار گرفته است. در این فصل علاوه بر ارائه مباحث مربوط به واحدهای تبخیر تعادلی آنی چند جزئی و تقطیر ساده چند جزئی، مسائل تقریبی و دقیق طراحی برج‌های تقطیر پیوسته تقطیر چند جزئی نیز به طور مختصر ارائه شده است.

اگرچه تلاش شده است این کتاب بر پایه تجربه نویسندگان و استفاده از کتب، مقالات و منابع علمی مطرح و به‌روز برای دانش‌جویان، مهندسان و تکنسین‌های صنایع طراحی شده است، کم عیب باشد ولی به طور حتم بدون عیب نیست. نظرات اساتید، محققین، مهندسان و دانشجویان محترم می‌تواند ما را در راستای ارائه اثر خود و درخور در آینده یاری کند. از این رو از کلیه خوانندگان محترم تقاضا می‌شود کلیه نظرات، پیشنهادات و پرسش‌های خود را در خصوص این کتاب به آدرس اینترنتی maaroon@ut.ac.ir یا m_a_aroon@yahoo.com ارسال نمایند.

در پایان جا دارد از کلیه همکاران، دانشجویان و اساتیدی که با نظرات و راهنمایی خود ما را در راستای هرچه بهتر شدن این کتاب یاری نمودند صمیمانه تشکر کنیم.

محمدعلی آرون-سیدجلال‌الدین هاشمی آغچه‌بدی

پائیز ۱۳۹۲