

مبادله کن‌های گرما

(مبدل‌های حرارتی)

(جلد ۱)

انتخاب، تعیین شرایط عملکرد
و طراحی گرمایی



ترجمه و گردآوری: دکتر سپهر صنایع



مبادله کن‌های گرما
(مبدل‌های حرارتی)

(جلد ۱)

ترجمه و گردآوری:
دکتر سپهر صنایع

محتوی جلد اول کتاب:

- ترجمه کتاب مبادله کن‌های گرما تألیف Sadik Kakac-Hongtan Liu (ویرایش دوم) با انجام اصلاحات سراسری در متون و مسائل کتاب
- تهیه پیوست در توضیح و تکمیل مطالب فصل‌های کتاب Kakac-Liu از سایر مراجع شامل خلاصه فصول، ارائه و توضیح مفاهیم پایه، روش‌ها و روابط نوین و یا تکمیلی شکل‌ها، جداول و حل مثال‌های متعدد اضافه شده
- افزودن فصول جدید هشتم و نازدهم به کتاب Kakac-Liu
- ارائه زیرنویس در کل کتاب برای توضیحات علمی، ارائه لغات فنی به زبان اصلی
- گردآوری مطالب برای ارائه مرجعی جایگزین به جای پنج مرجع زیر در موضوعات مورد بحث کتاب
- Kakac S., Liu H., (2002), Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design, CRC Press, FL. -[1]
- Hewitt G. E., Shires, G. L., and Bott, T. R. (1994), Process Heat Transfer, CRC Press, FL. -[2]
- Saunders E. A. D. (1988), Heat Exchangers: Selection Design and Construction, John Wiley, New York. -[3]
- Shah K. R., Sekulic P. D. (2003), Fundamentals of Heat Exchanger Design, John Wiley & Sons, INC. -[4]
- Kays W. M. and London, A. L. (1998), Compact Heat Exchangers, 3rd ed., McGraw Hill, New York. -[5]



مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران شماره: ۵۱۱
<http://www.iust.ac.ir> publication.iust.ac.ir



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مبادله‌کن‌های گرما (مبدل‌های حرارتی)

(جلد اول)

انتخاب، تعیین شرایط عملکرد، و طراحی گرمایی

محتوی جلد اول کتاب :

- ترجمه کتاب مبادله‌کن‌های گرما تألیف Sadik Kakac- Hongtan Liu (ویرایش دوم) با انجام اصلاحات سراسری در متون و مسائل کتاب
- تهیه پیوست در توضیح و تکمیل مطالب فصل‌های کتاب Kakac- Liu از سایر مراجع شامل خلاصه فصول، ارائه و توضیح مفاهیم پایه، روش‌ها و روابط نوین و یا تکمیلی، شکل‌ها، جداول و حل مثال‌های متعدد اضافه شده
- افزودن فصول جدید هشتم و یازدهم به کتاب Kakac- Liu
- ارائه زیرنویس در کل کتاب برای توضیحات علمی، و ارائه لغات فنی به زبان اصلی
- گردآوری مطالب برای ارائه مرجعی جایگزین به جای پنج مرجع زیر در موضوعات مورد بحث کتاب

[1]- Kakac S., Liu H. (2002), *Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design*, CRC Press, FL.

[2]- Hewitt G. E., Shires, G. L., and Bott, T. R. (1994), *Process Heat Transfer*, CRC Press, FL.

[3]- Saunders E. A. D. (1988), *Heat Exchangers: Selection Design and Construction*, John Wiley, New York.

[4]- Shah K. R., Sekulic P. D. (2003), *Fundamentals of Heat Exchanger Design*, John Wiley & Sons, INC.

[5]- Kays W. M. and London, A. L. (1998), *Compact Heat Exchangers*, 3rd ed., McGraw-Hill, New York.

ترجمه و گردآوری: دکتر سپهر صنایع

تغییر دیگر، تبدیل قطع رقیعی کتاب به قطع رحلی، برای کاهش تعداد صفحات آن بود. به علاوه از آنجا که فصول و مطالب متعدد دیگری برای ارائه آماده می‌شدند که جلد اول را بسیار قطور می‌کرد، جلد دوم کتاب پیش‌بینی شد. مطالب جلد اول کتاب عموماً به سیال و مبادله‌کن‌های یک فاز مربوط است. جلد دوم کتاب که فهرست مطالب آن نیز ضمیمه فهرست این جلد (جلد اول) می‌باشد، جریان‌های دوفاز، جوشش، تبخیر، تبخیرکننده‌ها از یک سو، و چگالش و چگالنده‌ها را از سوی دیگر پوشش می‌دهد. هر چند جلد دوم شامل فصولی نظیر انتقال گرما و مبادله‌کن‌های گرما در تماس مستقیم سیال سرد و گرم، کوره‌ها، انتگرال‌های حرارتی فرایند در شبکه مبادله‌کن‌های گرما، روش‌های افزایش انتقال گرما در مبادله‌کن‌های گرما، گرمایش الکتریکی، انتقال گرما در مخازن با وجود هم‌زن، و طراحی مکانیکی مبادله‌کن پوسته‌ای و لوله‌ای نیز می‌باشد. در انتها باید خاطر نشان نمود که هر چند منصفانه تلاش بسیاری صورت گرفته است تا متن عاری از اشتباهات تایپی باشد، و حتی متن کتاب Kakac-Liu و مسائل حل شده آن، دارای بسیاری اغلاط محاسباتی بوده است که تصحیح شده‌اند، ولی این مترجم و گردآورنده، از هر نوع اشتباه موجود در کتاب، از خوانندگان پوزش می‌خواهد و سعی خواهد کرد در صورت اطلاع، آنرا در چاپ‌های بعدی اصلاح نماید. امید است این کتاب مفید واقع شود و اگر عمری باقی بود شاید در مراحل بعدی، تکامل بیشتری یابد.

تو خشنود باشی و ما رستگار

خدایا چنان کن سرانجام کار

مترجم و گردآورنده

سپهر صنایع

صفحه	عنوان
سه	پیش گفتار
۱	فصل اول: دسته‌بندی مبادله‌کن‌های گرما
۱	۱-۱- مقدمه
۱	۲-۱- مبادله‌کن‌های گرما از نقطه نظر انتقال گرما و یا بازیابی گرما
۶	۳-۱- مبادله‌کن‌های گرما از نقطه نظر فرآیند انتقال
۶	۴-۱- مبادله‌کن‌های گرما از نقطه نظر شکل و ساختمان
۷	۱-۴-۱- مبادله‌کن‌های لوله‌ای
۷	۱-۴-۱-۱- مبادله‌کن‌های گرمای دولوله‌ای
۷	۱-۴-۱-۲- مبادله‌کن‌های گرمای پوسته‌ای و لوله‌ای
۱۰	۱-۴-۱-۳- مبادله‌کن‌های گرمای لوله‌ای حلزونی
۱۰	۱-۴-۲- مبادله‌کن‌های گرمای صفحه‌ای
۱۰	۱-۴-۲-۱- مبادله‌کن‌های گرمای صفحه‌ای واشردار
۱۲	۱-۴-۲-۲- مبادله‌کن‌های گرمای صفحه‌ای حلزونی
۱۵	۱-۴-۲-۳- مبادله‌کن‌های گرمای لاملا
۱۶	۱-۴-۳- مبادله‌کن‌های گرما با سطوح پره‌دار توسعه یافته
۱۷	۱-۴-۳-۱- مبادله‌کن‌های گرمای صفحه‌ای پره‌دار
۱۸	۱-۴-۳-۳- مبادله‌کن‌های گرمای لوله‌ای پره‌دار
۲۲	۵-۱- مبادله‌کن‌های گرما از نقطه نظر مکانیزم‌های انتقال گرما
۲۳	۶-۱- مبادله‌کن‌های گرما از نقطه نظر آرایش جریانهای گرم و سرد
۲۵	۷-۱- مبادله‌کن‌های گرما از نقطه نظر کاربرد آنها
۲۹	۸-۱- انتخاب مبادله‌کن‌های گرما
۳۰	مراجع
۳۱	مسائل
۳۳	پیوست فصل اول
۳۵	۱-۱- پیوست- مبادله‌کن‌های لوله گرمایی
۳۶	۲-۱- پیوست- مبادله‌کن‌های گرما با بستر سیال
۴۶	مراجع
۴۷	فصل دوم: روشهای پایه در طراحی مبادله‌کن‌های گرما
۴۷	۱-۲- مقدمه
۴۷	۲-۲- آرایش مسیر جریان در مبادله‌کن‌های گرما
۴۸	۳-۲- معادلات پایه در طراحی

صفحه	عنوان
۵۱	۴-۲- ضریب کلی انتقال گرما
۵۵	۵-۲- روش اختلاف دمای متوسط لگاریتمی برای تحلیل مبادله‌کن گرما
۵۵	۲-۵-۱- مبادله‌کن‌های گرما با جریان‌های هم‌جهت و مخالف‌جهت
۵۹	۲-۵-۲- مبادله‌کن‌های گرما با جریان‌های چندگذر و متقاطع
۶۹	۲-۶- روش ϵ -NTU برای تحلیل مبادله‌کن گرما
۶۹	۲-۶-۱- نسبت نرخ ظرفیت گرمایی
۶۹	۲-۶-۲- بازده انتقال گرما در مبادله‌کن
۷۰	۲-۶-۳- تعداد واحدهای انتقال
۷۹	۲-۷- محاسبات طراحی مبادله‌کن گرما
۸۰	۲-۸- ضریب کلی متغیر انتقال گرما
۸۲	۲-۹- روشهای طراحی مبادله‌کن‌های گرما
۸۵	فهرست علائم و اختصارات
۸۶	مراجع
۸۷	مسائل
۹۱	پیوست فصل دوم
۹۳	۲-۱- پیوست- انتقال گرما از سطوح گسترش یافته
۹۳	۲-۱-۱- پیوست- تحلیل کلی انتقال گرمای هدایت
۹۴	۲-۱-۲- پیوست- پره با سطح مقطع عرضی یکنواخت
۹۷	۲-۱-۳- پیوست- بازده پره
۱۰۱	۲-۲- پیوست- استفاده از مقادیر جایگزین R و P برای بدست آوردن دقیق‌تر F، در نواحی با شیب زیاد R
۱۰۲	۲-۳- پیوست- رابطه جبری برای محاسبه F در مبادله‌کن‌های پوسته‌ای و لوله‌ای ($1/2^+$) به کمک P و R
۱۰۳	۲-۴- پیوست- محاسبه F برای مبادله‌کن‌های گرمای پوسته‌ای و لوله‌ای ($1/2^+$) به صورت سری
۱۰۷	۲-۵- پیوست- روش $F - \theta - NTU - P$
۱۲۰	۲-۶- پیوست- مثال‌هایی از کاربرد روش ϵ -NTU
۱۲۸	۲-۷- پیوست- تعاریف دما و شکل‌های توزیع دما در مبادله‌کن‌های گرما
۱۲۸	۲-۷-۱- پیوست- تعاریف دما
۱۳۷	۲-۷-۲- پیوست- نواحی هم‌دمایی و تقاطع دمایی در منحنی تعیین $F(P,R)$ ، ضریب تصحیح ΔT_{lm}
۱۳۸	۲-۷-۳- پیوست- شکل‌های توزیع دما در مبادله‌کن‌های گرما
۱۴۲	۲-۸- پیوست- سطح مؤثر انتقال گرما و بازده مؤثر سطح برای سطوح پره‌دار
۱۴۳	مراجع
۱۴۵	فصل سوم: روابط انتقال گرمای جابجایی اجباری برای سمت جریان یک فاز در مبادله‌کن‌های گرما
۱۴۵	۳-۱- مقدمه

صفحه	عنوان
۱۴۷	۲-۳- جابجایی اجباری در جریان آرام
	۳-۲-۱- جریان آرام توسعه یافته هیدرو دینامیکی و در حال توسعه گرمایی در مجراهای دایره‌ای با
۱۴۸	سطوح صاف
۱۴۹	۳-۲-۲- جریان آرام با توسعه همزمان هیدرو دینامیکی و گرمایی در مجراهای با سطوح صاف
۱۴۹	۳-۲-۳- جریان آرام در مجراهای حلقوی هم مرکز با سطوح صاف
۱۵۱	۳-۳- اثر خواص فیزیکی متغیر سیال در جابجایی اجباری آرام
۱۵۲	۳-۳-۱- جریان آرام مایعات در مجراها
۱۵۵	۳-۳-۲- جریان آرام گازها در مجراها
۱۵۵	۳-۴- جابه‌جایی اجباری در جریان آشفته
۱۶۳	۳-۵- جریان آشفته در مجراهای غیر دایره‌ای مستقیم با سطوح صاف
۱۶۶	۳-۶- اثر خواص فیزیکی متغیر سیال در جابجایی اجباری آشفته
۱۶۶	۳-۶-۱- جریان آشفته مایعات در مجراها
۱۶۷	۳-۶-۲- جریان آشفته گازها در مجراها
۱۷۷	۳-۷- خلاصه جابجایی اجباری در مجراهای مستقیم
۱۷۸	۳-۸- انتقال گرما از دسته لوله‌ها با سطوح صاف
۱۸۲	۳-۹- انتقال گرما در کویل‌های مارپیچ و حلزونی‌ها
۱۸۳	۳-۹-۱- اعداد نوسلت در کویل‌های مارپیچی: جریان آرام
۱۸۳	۳-۹-۲- اعداد نوسلت در کویل‌های حلزونی: جریان آرام
۱۸۴	۳-۹-۳- اعداد نوسلت در کویل‌های مار پیچی: جریان آشفته
۱۸۵	۳-۱۰- انتقال گرما در خم‌ها
۱۸۶	۳-۱۰-۱- انتقال گرما در خم‌های ۹۰°
۱۸۶	۳-۱۰-۲- انتقال گرما در خم‌های ۱۸۰°
۱۸۸	فهرست علائم و اختصارات
۱۹۰	مراجع
۱۹۴	مسائل
۱۹۷	پیوست فصل سوم
۱۹۹	۳-۱- پیوست- گروه‌های اعداد بدون بعد در طراحی مبادله‌کن‌های گرما
۲۰۷	۳-۲- پیوست- تأثیر وابستگی خصوصیات سیال به دما
۲۰۹	۳-۳- پیوست- جریان در خم‌ها
۲۱۰	۳-۴- پیوست- شکل‌های جریان آرام و آشفته در حال توسعه و توسعه یافته هیدرو دینامیکی و گرمایی
۲۱۳	۳-۵- پیوست- محل حداقل مساحت سطح مقطع جریان از روی دسته لوله‌ها

صفحه	عنوان
۲۱۵	فصل چهارم: افت فشار و توان پمپ کردن در مبادله‌کن‌های گرما
۲۱۵	۴-۱- مقدمه
۲۱۵	۴-۲- افت فشار در جریان سمت لوله
۲۱۵	۴-۲-۱- لوله‌های با مقاطع دایره‌ای
۲۱۷	۴-۲-۲- مجراهای با مقاطع غیر دایره‌ای
۲۲۰	۴-۳- افت فشار در دسته لوله‌ها در جریان متقاطع
۲۲۲	۴-۴- افت فشار در کویل‌های حلزونی و مارپیچ
۲۲۲	۴-۴-۱- کویل‌های مارپیچ: جریان آرام
۲۲۳	۴-۴-۲- کویل‌های حلزونی: جریان آرام
۲۲۳	۴-۴-۳- کویل‌های مارپیچ: جریان آشفته
۲۲۴	۴-۴-۴- کویل‌های حلزونی: جریان آشفته
۲۲۴	۴-۵- افت فشار در خم‌ها و اتصالات و تبدیل‌ها
۲۲۴	۴-۵-۱- افت فشار در خم‌ها
۲۲۶	۴-۵-۲- افت فشار در اتصالات و تبدیل‌ها
۲۳۰	۴-۶- افت فشار برای کاهش و افزایش ناگهانی سطح مقطع و تغییر اندازه حرکت (ممنتوم)
۲۳۱	۴-۷- رابطه انتقال گرما و توان پمپ کردن
۲۳۴	فهرست علائم و اختصارات
۲۳۵	مراجع
۲۳۴	مسائل
۲۴۱	فصل پنجم: تشکیل رسوب در مبادله‌کن‌های گرما
۲۴۱	۵-۱- مقدمه
۲۴۲	۵-۲- ملاحظات اساسی
۲۴۳	۵-۳- اثرات تشکیل رسوب
۲۴۳	۵-۳-۱- اثر تشکیل رسوب بر انتقال گرما
۲۴۵	۵-۳-۲- اثر تشکیل رسوب بر افت فشار
۲۴۷	۵-۳-۳- هزینه ناشی از تشکیل رسوب
۲۴۷	۵-۴- شکل‌های مختلف تشکیل رسوب
۲۴۷	۵-۴-۱- گروه‌های تشکیل رسوب
۲۴۸	۵-۴-۱-۱- تشکیل رسوب ذره‌ای
۲۴۸	۵-۴-۱-۲- تشکیل رسوب با کریستالیزاسیون
۲۴۸	۵-۴-۱-۳- تشکیل رسوب با خوردگی

۲۴۸	۴-۱-۴-۵- تشکیل رسوب زنده
۲۴۹	۵-۱-۴-۵- تشکیل رسوب با واکنش شیمیایی
۲۴۹	۲-۴-۵- فرآیندهای پایه در تشکیل رسوب
۲۴۹	۱-۲-۴-۵- شروع
۲۵۰	۲-۲-۴-۵- انتقال
۲۵۰	۳-۲-۴-۵- اتصال
۲۵۰	۴-۲-۴-۵- جدا شدن
۲۵۱	۵-۲-۴-۵- پیر شدن رسوب
۲۵۱	۳-۴-۵- پیش‌بینی تشکیل رسوب
۲۵۳	۵-۵- طراحی مبادله‌کن‌های گرما در معرض تشکیل رسوب
۲۵۳	۱-۵-۵- مقاومت رسوب
۲۵۴	۲-۵-۵- ضریب تمیزی
۲۶۰	۳-۵-۵- درصد اضافه سطح
۲۶۵	۶-۵- کارکرد مبادله‌کن‌های گرما در معرض تشکیل رسوب
۲۶۶	۷-۵- روشهای کنترل تشکیل رسوب
۲۶۶	۱-۷-۵- روشهای تمیز کردن سطح
۲۶۷	۱-۱-۷-۵- تمیز کردن پیوسته
۲۶۷	۲-۱-۷-۵- تمیز کردن دوره‌ای
۲۶۸	۲-۷-۵- افزودنیهای شیمیایی
۲۶۸	۱-۲-۷-۵- تشکیل رسوب با کریستالیزاسیون
۲۶۸	۲-۲-۷-۵- تشکیل رسوب ذره‌ای
۲۶۸	۳-۲-۷-۵- تشکیل رسوب زنده
۲۶۸	۴-۲-۷-۵- تشکیل رسوب با خوردگی
۲۶۹	فهرست علائم و اختصارات
۲۷۰	مراجع
۲۷۲	مسائل
۲۷۵	پیوست فصل پنجم
۲۷۷	۱-۵- پیوست- اثر رسوب بر انتقال گرما
۲۷۸	۲-۵- پیوست- مقاومت رسوب
۲۷۹	۳-۵- پیوست- تغییر مقاومت رسوب با زمان
۲۸۲	۴-۵- پیوست- اثر رسوب بر افت فشار
۲۸۴	۵-۵- پیوست- پارامترهای مهم در فرایند تشکیل رسوب

صفحه	عنوان
۲۸۴	۵-۵-۱- پیوست- دما
۲۸۵	۵-۵-۲- پیوست- توزیع دما
۲۸۵	۵-۵-۳- پیوست- تأثیر نیروی برشی سیال
۲۸۵	۵-۵-۴- پیوست- تأثیر انتقال گرما
۲۸۶	۵-۵-۵- پیوست- غلظت رسوب یا پیش‌بینی آن قبل از تشکیل رسوب
۲۸۶	۵-۶- پیوست- تغییر در شرایط عملکرد مبادله‌کن‌های گرما به واسطه تشکیل رسوب
۲۹۱	مراجع
۲۹۳	فصل ششم: مبادله‌کن‌های گرمای دو و چند لوله‌ای
۲۹۳	۶-۱- مقدمه
۲۹۶	۶-۲- طراحی گرمایی و هیدرولیکی لوله داخلی
۲۹۶	۶-۳- تحلیل گرمایی و هیدرولیکی فضای حلقوی
۲۹۷	۶-۳-۱- مبادله‌کن گرمای دو شاخه‌ای با لوله داخلی بدون پره
۳۰۱	۶-۳-۲- مبادله‌کن گرمای دو شاخه‌ای با لوله‌های داخلی (چند لوله‌ای) پره‌دار
۳۰۹	۶-۴- آرایش‌های موازی- سری مبادله‌کن‌های دو شاخه‌ای
۳۱۲	۶-۵- افت فشار کل
۳۱۴	۶-۶- مواردی در طراحی و کارکرد
۳۱۷	فهرست علائم و اختصارات
۳۱۹	مراجع
۳۲۰	مسائل
۳۲۲	پروژه طراحی ۶-۱
۳۲۳	پروژه طراحی ۶-۲
۳۲۵	پیوست فصل ششم
۳۲۷	۶-۱- پیوست- سطوح گسترش یافته
۳۲۹	۶-۲- پیوست- محاسبات انتقال گرما و افت فشار برای لوله‌های با پره‌های طولی
۳۲۹	۶-۲-۱- پیوست- محاسبات انتقال گرما و افت فشار در جریان داخل لوله
۳۳۲	۶-۲-۲- پیوست- محاسبات انتقال گرما و افت فشار در جریان داخل فضای حلقوی
۳۵۵	۶-۳- پیوست- روابط محاسبه دماهای خروجی سیال‌های سرد و گرم
۳۵۸	۶-۴- پیوست- آرایش‌های موازی- سری مبادله‌کن‌های دو لوله‌ای
۳۶۳	۶-۵- پیوست- نسبت اختلاف دمای مؤثر (ΔT_m)، به اختلاف دمای متوسط لگاریتمی (ΔT_{lm})
۳۶۷	مراجع

صفحه	عنوان
۳۶۹	فصل هفتم: مبادله‌کن‌های گرمای پوسته‌ای و لوله‌ای
۳۶۹	۱-۷- مقدمه
۳۶۹	۲-۷- اجزاء اصلی
۳۶۹	۱-۲-۷- انواع پوسته
۳۷۲	۲-۲-۷- انواع دسته لوله‌ها
۳۷۴	۳-۲-۷- لوله‌ها و گذرهای لوله
۳۷۹	۴-۲-۷- جانمایی لوله
۳۸۶	۵-۲-۷- هندسه و نوع دیوارک‌ها
۳۸۸	۶-۲-۷- تعیین سمت پوسته و یا لوله برای جریانها
۳۸۹	۳-۷- روش مقدماتی طراحی مبادله‌کن گرما
۳۹۰	۱-۳-۷- تخمین مقدماتی اندازه مبادله‌کن
۳۹۶	۲-۳-۷- تعیین شرایط عملکرد در طراحی مقدماتی
۳۹۷	۴-۷- انتقال گرما و افت فشار سمت پوسته
۳۹۷	۱-۴-۷- ضریب انتقال گرمای سمت پوسته
۳۹۹	۲-۴-۷- افت فشار سمت پوسته
۴۰۰	۳-۴-۷- افت فشار سمت لوله
۴۰۹	۴-۴-۷- روش بل-دلور (Bell-Delaware)
۴۱۰	۱-۴-۴-۷- ضریب انتقال گرمای سمت پوسته
۴۲۰	۲-۴-۴-۷- افت فشار سمت پوسته
۴۲۹	فهرست علائم و اختصارات
۴۳۱	مراجع
۴۳۲	مسائل
۴۳۴	۱-۷- پروژه طراحی
۴۳۵	۲-۷- پروژه طراحی
۴۳۵	۳-۷- پروژه طراحی
۴۳۵	۴-۷- پروژه طراحی
۴۳۷	پیوست فصل هفتم
۴۳۹	۱-۷- پیوست- تخمین پارامترهای هندسی و فاکتورهای تصحیح ضریب انتقال گرما و افت فشار جریان در پوسته
۴۶۰	۲-۷- پیوست- انواع کلاهدک با سرهای شناور
۴۶۳	۳-۷- پیوست- روش ساندرز (Saunders) در تعیین شرایط عملکرد و طراحی گرمایی مبادله‌کن‌های پوسته‌ای و لوله‌ای با استفاده از جداول محاسباتی
۴۶۳	۱-۳-۷- پیوست- نیاز به روش‌های دستی طراحی
۴۶۴	۲-۳-۷- پیوست- جریان سمت پوسته

صفحه	عنوان
۴۶۴	۷-۳-۲-۱- پیوست- مدل ایده آل جریان سمت پوسته
۴۶۵	۷-۳-۲-۲- پیوست- مدل Tinker برای جریان سمت پوسته
۴۶۶	۷-۳-۲-۳- پیوست- برخی روش‌های طراحی دستی
۴۶۷	۷-۳-۳- پیوست- روش طراحی گرمایی
۴۶۸	۷-۳-۴- پیوست- محاسبات سمت لوله
۴۶۸	۷-۳-۵- پیوست- محاسبات سمت پوسته
۴۷۱	۷-۳-۵-۱- پیوست- روش محاسبه دستی پیشنهادی
۴۷۱	۷-۳-۵-۲- پیوست- روابط و فاکتورهای طراحی
۴۷۷	۷-۳-۵-۳- پیوست- افت فشار در جریان‌های متقاطع با دسته لوله در ورود و خروج از مبادله‌کن
۴۷۸	۷-۳-۵-۴- پیوست- افت فشار کل
۴۷۸	۷-۳-۵-۵- پیوست- انتقال گرما و افت فشار جریان متقاطع با دسته لوله در یک مبادله‌کن ایده آل
	۷-۳-۵-۶- پیوست- کاربردها در طراحی گرمایی (تعیین هندسه و اندازه‌های مبادله‌کن) و تعیین شرایط
۴۸۱	عملکرد
۴۸۹	۷-۳-۵-۷- پیوست- استفاده از روش ارائه شده برای انواع پوسته‌ها و دیوارک‌ها
۵۳۷	۷-۴- پیوست- محاسبات افت فشار هدرها و نازل‌های مبادله‌کن‌های گرمای پوسته‌ای و لوله‌ای
۵۳۹	مراجع
۵۴۱	فصل هشتم: ارتعاش لوله‌ها به سبب جریان در پوسته
۵۴۱	۸-۱- مقدمه
۵۴۲	۸-۲- خرابی‌های لوله
۵۴۳	۸-۳- دلایل افزایش خرابی‌ها
۵۴۴	۸-۴- مکانیزم‌های تحریک
۵۴۴	۸-۴-۱- رها شدن گردابه‌ها
۵۴۶	۸-۴-۲- نوسانات نیروی وارد بر لوله‌ها در اثر آشفتگی جریان
۵۴۶	۸-۴-۳- ارتعاش ناشی از اثرات متقابل لوله و سیال
۵۴۶	۸-۴-۴- ارتعاش صوتی (آکوستیک)
۵۴۷	۸-۵- روشهای پیش‌بینی ارتعاش لوله‌ها
۵۴۸	۸-۵-۱- فرکانس طبیعی لوله
۵۵۰	۸-۵-۲- سطوح و سرعت‌های جریان متقاطع
۵۵۱	۸-۵-۳- تطابق فرکانس- رها شدن گردابه‌ها
۵۵۱	۸-۵-۴- تطابق فرکانس- نوسانات نیروی وارد بر لوله‌ها در اثر آشفتگی جریان
۵۵۲	۸-۵-۵- ارتعاش ناشی از اثرات متقابل لوله و سیال
۵۵۳	۸-۵-۶- اعداد آسیب تورن‌گرن (Thorngren)

صفحه	عنوان
۵۵۴	۸-۵-۷- روش آسیب ارسکاین - وادینگتون (Erskine- Waddington)
۵۵۴	۸-۵-۸- سر و صدا (نویز)
۵۵۵	۸-۵-۹- مقایسه روشهای پیش‌بینی ارتعاش لوله‌ها
۵۵۶	۸-۵-۱۰- روشهای پیش‌بینی ارتعاش لوله - مثال‌ها
۵۶۹	۸-۶-۶- کاربرد برای طراحی
۵۶۹	۸-۶-۱- نواحی بررسی ارتعاش
۵۶۹	۸-۶-۲- توصیه‌های طراحی
۵۷۳	فهرست علائم و اختصارات
۵۷۴	مراجع
۵۷۵	فصل نهم: مبادله‌کن‌های فشرده گرما
۵۷۵	۹-۱- مقدمه
۵۷۵	۹-۱-۱- افزایش انتقال گرما
۵۸۰	۹-۱-۲- مبادله‌کن‌های گرمای لوله‌ای پرده‌دار
۵۸۱	۹-۱-۳- مبادله‌کن‌های گرمای صفحه‌ای پرده‌دار
۵۸۲	۹-۲- انتقال گرما و افت فشار
۵۸۲	۹-۲-۱- انتقال گرما برای مبادله‌کن‌های لوله‌ای پرده‌دار
۵۸۸	۹-۲-۲- انتقال گرما برای مبادله‌کن‌های صفحه‌ای پرده‌دار
۵۸۹	۹-۲-۳- افت فشار برای مبادله‌کن‌های لوله‌ای پرده‌دار
۵۹۰	۹-۲-۴- افت فشار برای مبادله‌کن‌های صفحه‌ای پرده‌دار
۵۹۵	فهرست علائم و اختصارات
۵۹۶	مراجع
۵۹۷	مسائل
۵۹۹	پروژه طراحی ۹-۱
۵۹۹	پروژه طراحی ۹-۲
۶۰۱	پیوست فصل نهم
۶۰۳	۹-۱- پیوست- مبادله‌کن‌های صفحه‌ای و لوله‌ای پرده‌دار
۶۰۴	۹-۱-۱- پیوست- روابط انتقال گرما و افت فشار برای سطوح صفحه‌ای پرده‌دار پیوسته
۶۱۱	۹-۱-۲- پیوست- روابط انتقال گرما و افت فشار برای سطوح صفحه‌ای پرده‌دار منقطع
۶۱۵	۹-۱-۳- پیوست- مقایسه عملکرد گرمایی و هیدرولیکی سطوح صفحه‌ای پرده‌دار ، با هندسه‌های مختلف
۶۱۶	۹-۱-۴- پیوست- بازده پره سطوح صفحه‌ای پرده‌دار
۶۱۷	۹-۱-۵- پیوست- روابط هندسی برای سطوح صفحه‌ای پرده‌دار
۶۲۰	۹-۱-۶- پیوست- افت فشار در مبادله‌کن‌های گرمای فشرده صفحه‌ای و لوله‌ای پرده‌دار

صفحه	عنوان
۶۴۲	۹-۱-۷- پیوست- روش محاسبات تعیین شرایط عملکرد مبادله‌کن‌های صفحه‌ای پره‌دار
۷۰۰	۹-۲- پیوست- بازیاب دوار
۷۱۳	مراجع
۷۱۵	فصل دهم: مبادله‌کن‌های گرمای صفحه‌ای واشردار
۷۱۵	۱۰-۱- مقدمه
۷۱۵	۱۰-۲- خصوصیات مکانیکی
۷۱۵	۱۰-۲-۱- مجموعه صفحات و چهارچوب
۷۱۸	۱۰-۲-۲- انواع صفحه
۷۲۱	۱۰-۳- مشخصات کارکرد
۷۲۲	۱۰-۳-۱- مزایای اصلی
۷۲۳	۱۰-۳-۲- محدودیت‌های عملکرد
۷۲۳	۱۰-۴- گذرها و آرایش‌های جریان
۷۲۵	۱۰-۵- کاربردها
۷۲۷	۱۰-۵-۱- خوردگی
۷۲۹	۱۰-۵-۲- تعمیر و نگهداری
۷۲۹	۱۰-۶- محاسبات انتقال گرما و افت فشار
۷۳۰	۱۰-۶-۱- مساحت سطح انتقال گرما
۷۳۱	۱۰-۶-۲- متوسط فاصله کانال جریان
۷۳۱	۱۰-۶-۳- قطر هیدرولیکی کانال
۷۳۱	۱۰-۶-۴- ضریب انتقال گرما
۷۳۶	۱۰-۶-۵- افت فشار کانال
۷۳۶	۱۰-۶-۶- افت فشار دهانه‌های ورودی و خروجی
۷۳۷	۱۰-۶-۷- ضریب کلی انتقال گرما
۷۳۷	۱۰-۶-۸- مساحت سطح انتقال گرما
۷۳۸	۱۰-۶-۹- تحلیل عملکرد
۷۴۳	۱۰-۷- عملکرد گرمایی
۷۴۶	فهرست علائم و اختصارات
۷۴۷	مراجع
۷۴۹	مسائل
۷۵۰	پروژه طراحی ۱-۱۰
۷۵۰	پروژه طراحی ۲-۱۰
۷۵۱	پروژه طراحی ۳-۱۰

صفحه	عنوان
۷۵۳	پیوست فصل دهم
۷۵۵	۱-۱۰- پیوست- انواع صفحات موجدار
۷۵۸	۲-۱۰- پیوست- عملکرد گرمایی
۷۵۸	۱-۲-۱۰- پیوست- روش های محاسبه
۷۵۸	۱-۱-۲-۱۰- پیوست- اختلاف دمای متوسط مؤثر ، ΔT_m
۷۵۸	۲-۱-۲-۱۰- پیوست- بازده ، ϵ ، و تعداد واحدهای انتقال ، NTU
۷۵۹	۳-۱-۲-۱۰- پیوست- فرضیات در نظر گرفته شده در مدل های نظری
۷۵۹	۲-۲-۱۰- پیوست- مبادله کن گرمای صفحه ای یک گذر- یک گذر با جریان مخالف جهت
۷۵۹	۱-۲-۲-۱۰- پیوست- حالت اول- تعداد صفحات زیاد است ($N > 50$)
۷۶۷	۲-۲-۲-۱۰- پیوست- حالت دوم- تعداد صفحات زیاد نیست ($N < 50$)
۷۷۳	۳-۲-۱۰- پیوست- مبادله کن گرمای صفحه ای دو گذر- دو گذر با جریان مخالف جهت
۷۷۴	۴-۲-۱۰- پیوست- مبادله کن گرمای صفحه ای با جریان دو گذر- یک گذر
۷۷۶	۱-۴-۲-۱۰- پیوست- مبادله کن گرمای دو گذر- یک گذر (حالت اول- تعداد صفحات زیاد است، $N > 50$)
۷۸۰	۲-۴-۲-۱۰- پیوست- مبادله کن گرمای دو گذر- یک گذر (حالت دوم- تعداد صفحات زیاد نیست، $N < 50$)
۷۸۰	۵-۲-۱۰- پیوست- طراحی مبادله کن گرمای صفحه ای برای نرخ انتقال گرمای مشخص
۷۸۷	۳-۱۰- پیوست- صفحات با مقادیر θ بزرگ و کوچک
۷۸۹	۴-۱۰- پیوست- افت فشار در مبادله کن های صفحه ای
۷۹۱	۵-۱۰- پیوست- اختلاف دمای مؤثر
۷۹۲	مراجع
۷۹۳	فصل یازدهم: مبادله کن های گرمای خنک شونده با هوا
۷۹۳	۱-۱۱- مقدمه
۷۹۳	۲-۱۱- مزایا و معایب خنک کردن با هوا
۷۹۳	۱-۲-۱۱- مزایا
۷۹۴	۲-۲-۱۱- معایب
۷۹۴	۳-۱۱- ساختار مبادله کن های گرمای خنک شونده با هوا
۷۹۴	۱-۳-۱۱- آرایش دسته لوله ها و ایجاد جریان هوا
۷۹۴	۱-۱-۳-۱۱- عبور هوا بصورت جریان دمشی (اجباری) و مکشی (القایی)
۷۹۶	۲-۱-۳-۱۱- عبور هوا بصورت جریان طبیعی
۷۹۷	۲-۳-۱۱- ساختار دسته لوله و شکل بندی های جریان
۷۹۷	۱-۲-۳-۱۱- ساختار دسته لوله
۷۹۸	۲-۲-۳-۱۱- شکل بندی جریان
۷۹۹	۳-۳-۱۱- ساختار لوله پره دار

صفحه	عنوان
۸۰۲	۴-۱۱- عملکرد گرمایی مبادله‌کن‌های گرمای خنک شونده با هوا
۸۰۲	۱۱-۴-۱- ضریب کلی مؤثر انتقال گرما برای لوله‌های پره‌دار
۸۰۴	۱۱-۴-۲- هندسه لوله‌های پره‌دار
۸۰۸	۱۱-۴-۳- بازده کلی سطح و ضریب مؤثر انتقال گرما برای لوله‌های پره‌دار
۸۱۰	۱۱-۴-۴- انتقال گرما در دسته لوله با پره کوتاه
۸۱۲	۱۱-۴-۵- انتقال گرما در دسته لوله با پره بلند و آرایه‌های تناوبی
۸۱۳	۱۱-۴-۶- انتقال گرما در دسته لوله با پره بلند و آرایه‌های ردیفی
۸۱۳	۱۱-۴-۷- تخمین بازده پره در شرایط پره بلند و پره با ضخامت متغیر
۸۱۵	۱۱-۴-۸- افت فشار در آرایه‌های لوله پره‌دار
۸۲۱	۱۱-۴-۹- محاسبه اختلاف دمای مؤثر
۸۳۶	۱۱-۴-۱۰- اثرات شکل‌بندی لوله بر عملکرد مبادله‌کن گرما
۸۳۸	فهرست علائم و اختصارات
۸۳۹	مراجع
۸۴۰	مسائل
۸۴۱	پیوست فصل یازدهم
۸۴۳	۱۱-۱- پیوست- اختلاف دمای متوسط
۸۴۷	۱۱-۲- پیوست- افت فشار سمت هوا و میزان سر و صدا و مصرف انرژی پروانه
۸۴۹	۱۱-۳- پیوست- روابط و قوانین پروانه
۸۵۳	۱۱-۴- پیوست- نمودار طراحی برای ضرایب انتقال گرمای سمت هوا
۸۶۴	فهرست علائم و اختصارات
۸۶۵	مراجع
۸۶۷	پیوست الف کتاب: خصوصیت فیزیکی فلزات و غیرفلزات
۸۷۱	پیوست ب کتاب: خصوصیت فیزیکی هوا، آب، فلزات مایع و مبردها
۸۹۱	واژه‌نامه
۹۰۵	فهرست راهنما

فصل دوازدهم: جریان دو فاز

- ۱-۱۲- مقدمه
- ۲-۱۲- الگوهای جریان دو فاز
- ۱-۲-۱۲- در لوله‌های عمودی
- ۲-۲-۱۲- در لوله‌های افقی
- ۳-۲-۱۲- در لوله‌های مایل
- ۴-۲-۱۲- در جریان متقاطع و در مبادله‌کن‌های پوسته‌ای و لوله‌ای
- ۳-۱۲- معادلات بقاء
- ۱-۳-۱۲- تعاریف
- ۲-۳-۱۲- معادلات بقاء برای مدل جریان دو فاز همگن
- ۳-۳-۱۲- معادلات بقاء برای مدل جریان دو فاز مجزا
- ۴-۱۲- محاسبات افت فشار برای مدل جریان دو فاز همگن
- ۱-۴-۱۲- محاسبه افت فشار اصطکاکی جریان در لوله
- ۲-۴-۱۲- اختلاف فشار در تغییر سطح مقطع و خم
- ۵-۱۲- محاسبات افت فشار برای مدل جریان دو فاز با فازهای جدا شده
- ۱-۵-۱۲- تعاریف
- ۲-۵-۱۲- افت فشار اصطکاکی جریان در لوله
- ۳-۵-۱۲- اختلاف فشار در تغییر سطح مقطع و خم
- ۴-۵-۱۲- افت فشار در مبادله‌کن‌های پوسته‌ای و لوله‌ای
- ۶-۱۲- کسر حجمی بخار
- ۷-۱۲- محاسبه نرخ جرمی بحرانی
- ۸-۱۲- سیلان

فصل سیزدهم: انتقال گرما در جوشش و تبخیر

- ۱-۱۳- مقدمه
- ۲-۱۳- تعادل بخار- مایع و تشکیل بخار
- ۳-۱۳- جوشش استخری
- ۴-۱۳- جوشش جابجایی اجباری
- ۵-۱۳- جوشش در جریان متقاطع از روی لوله (ها)
- ۶-۱۳- جوشش در سیستم‌های چند جزئی
- ۷-۱۳- ضرایب انتقال گرما در جوشش
- ۱-۷-۱۳- ضرایب انتقال گرما در جوشش هسته‌ای
- ۲-۷-۱۳- ضرایب انتقال گرما در جوشش جابجایی اجباری

- ۱۳-۷-۳- ضرایب انتقال گرما در ترکیب جوشش هسته‌ای و جابجایی اجباری
۱۳-۷-۴- ضرایب انتقال گرما پس از تبخیر کامل مایع و خشک شدن سطح
۱۳-۸-۸- شار گرمایی بحرانی
۱۳-۸-۱- مقدمه
۱۳-۸-۲- شار گرمایی بحرانی در جوشش استخری
۱۳-۸-۳- شار گرمایی بحرانی در جوشش جابجایی اجباری
۱۳-۸-۴- روابط شار گرمایی بحرانی در جوشش استخری
۱۳-۸-۵- روابط شار گرمایی بحرانی در جوشش جابجایی اجباری در کانال‌های عمودی
۱۳-۸-۶- روابط شار گرمایی بحرانی در جوشش جابجایی اجباری در کانال‌های افقی
پیوست فصل سیزدهم
۱۳-۱- پیوست- جوشش
۱۳-۱-۱- پیوست- جوشش مادون سرد
۱۳-۱-۲- پیوست- الگوی جریان
۱۳-۱-۳- پیوست- روابط جوشش جریان

فصل چهاردهم: مبادله‌کن‌های گرما برای تولید بخار

- ۱۴-۱- تولیدکننده‌های بخار
۱۴-۱-۱- مقدمه
۱۴-۱-۲- دسته‌بندی مبادله‌کن‌های گرما برای تولید بخار
۱۴-۱-۳- توزیع دما در مبادله‌کن‌های گرما برای تولید بخار
۱۴-۱-۴- روش‌های پایه طراحی
۱۴-۱-۵- فاکتورهای محدود کننده طراحی
۱۴-۲- تولیدکننده‌های بخار آب
۱۴-۲-۱- مقدمه
۱۴-۲-۲- دیگ‌های بخار (بویلر) مشعل‌دار
۱۴-۲-۳- دیگ‌های بخار (بویلر) با استفاده از گازهای داغ خروجی
۱۴-۳- ریبویلرها
۱۴-۳-۱- مقدمه
۱۴-۳-۲- انواع ریبویلرها
۱۴-۳-۳- مطالعات تجربی
۱۴-۳-۴- مشکلات طراحی
۱۴-۳-۵- مسیر کلی طراحی
۱۴-۳-۶- روش‌های طراحی

- ۴-۱۴- تبخیرکننده‌ها
۱-۴-۱۴- مقدمه
۲-۴-۱۴- دسته‌بندی تبخیرکننده‌ها
۳-۴-۱۴- تبخیر فیلم مایع
۱-۳-۴-۱۴- تبخیرکننده‌های فیلمی
۲-۳-۴-۱۴- تبخیرکننده‌های با فیلم سقوط کننده
۳-۳-۴-۱۴- معادلات انتقال گرما برای تبخیرکننده‌های با فیلم سقوط کننده
۴-۳-۴-۱۴- تبخیرکننده‌های با فیلم صعود کننده
۴-۴-۱۴- تبخیر مایع با جوشش هسته‌ای روی سطوح گرم شده
۱-۴-۴-۱۴- تبخیرکننده‌ها با جوشش در داخل لوله‌ها و گذرگاه‌ها
۲-۴-۴-۱۴- تبخیرکننده‌ها با جوشش در بیرون لوله‌ها و گذرگاه‌ها
۵-۴-۱۴- تبخیر آبی
۶-۴-۱۴- تبخیر در تماس مستقیم سیال سرد و گرم
۷-۴-۱۴- انتخاب نوع تبخیر کننده
۸-۴-۱۴- تبخیر چند اثره
۱-۸-۴-۱۴- تبخیر چند اثره: تغذیه به پیش
۲-۸-۴-۱۴- تبخیر چند اثره: تغذیه به پس
۳-۸-۴-۱۴- تبخیر چند اثره: تغذیه موازی
- پیوست فصل چهاردهم
۱-۱۴- پیوست- تبخیرکننده‌های تبرید و تهویه مطبوع
۲-۱۴- پیوست- تبخیرکننده‌های خنک کننده آب (چیلرها)
۳-۱۴- پیوست- تبخیرکننده‌های خنک کننده هوا (خنک‌کن‌های هوایی یا ایرکولرها)
۴-۱۴- پیوست- تحلیل گرمایی
۱-۴-۱۴- پیوست- رابطه شاه (Shah)
۲-۴-۱۴- پیوست- رابطه کندلیکار (Kandlikar)
۳-۴-۱۴- پیوست- رابطه گان‌گور- وینترتون (Gungor - Winterton)
۵-۱۴- استانداردهای تبخیرکننده‌ها و چگالنده‌ها

فصل پانزدهم: انتقال گرما در چگالش

- ۱-۱۵- مقدمه
۲-۱۵- انواع چگالش
۳-۱۵- چگالش فیلمی بر روی سطوح عمودی
۱-۳-۱۵- چگالش فیلمی با اثر نیروی ثقل

- ۱۵-۳-۲- چگالش فیلمی با اثر نیروی برشی بخار
- ۱۵-۳-۳- چگالش فیلمی با اثر ترکیبی نیروی ثقل و نیروی برشی بخار
- ۱۵-۴-۴- چگالش در خارج و داخل لوله‌های افقی
- ۱۵-۴-۱- چگالش در خارج از لوله‌ها و دسته لوله‌ها
- ۱۵-۴-۲- چگالش در داخل لوله‌های افقی
- ۱۵-۵-۵- چگالش در سیستم‌های چند جزیی
- مراجع
- پیوست فصل پانزدهم
- ۱۵-۱-۱- پیوست- مقدمه
- ۱۵-۲-۲- پیوست- چگالش
- ۱۵-۳-۳- پیوست- چگالش فیلمی بر روی یک لوله افقی
- ۱۵-۳-۱- پیوست- چگالش فیلمی آرام بخار ساکن
- ۱۵-۳-۲- پیوست- چگالش فیلمی بخار با جابجایی اجباری
- ۱۵-۴-۴- پیوست- چگالش فیلمی روی دسته لوله‌ها
- ۱۵-۴-۱- پیوست- اثر سیلان چگالیده
- ۱۵-۴-۲- پیوست- اثر نیروی برشی بخار
- ۱۵-۴-۳- پیوست- اثرات ترکیبی سیلان چگالیده و نیروی برشی بخار
- ۱۵-۵-۵- پیوست- چگالش در داخل لوله‌ها
- ۱۵-۵-۱- پیوست- چگالش در لوله‌های افقی
- ۱۵-۵-۲- پیوست- چگالش در لوله‌های قائم

فصل شانزدهم: مبادله‌کن‌های گرما برای چگالش

- ۱۶-۱-۱- چگالنده‌های بخار
- ۱۶-۱-۱-۱- مقدمه
- ۱۶-۱-۲- انتخاب چگالنده‌های فرایندی
- ۱۶-۱-۳- انواع چگالنده‌ها
- ۱۶-۱-۳-۱- چگالنده‌های پوسته‌ای و لوله‌ای
- ۱۶-۱-۳-۲- چگالنده‌های هوا خنک
- ۱۶-۱-۳-۳- چگالنده‌های صفحه‌ای و اشردار (صفحه و چهارچوب)
- ۱۶-۱-۳-۴- چگالنده‌های صفحه‌ای پرده‌دار
- ۱۶-۲-۲- چگالنده‌های پوسته‌ای و لوله‌ای
- ۱۶-۲-۱- مقدمه
- ۱۶-۲-۲- ضرایب انتقال گرما

- ۱۶-۲-۳- اختلاف دمای متوسط و مساحت سطح انتقال گرما
۱۶-۲-۴- محاسبه افت فشار
۱۶-۲-۵- سیلان در چگالنده‌های با جریان برگشتی (Reflux)
۱۶-۳- چگالنده‌های خنک شونده با هوا
۱۶-۳-۱- مقدمه
۱۶-۳-۲- وضعیت قرارگیری چگالنده‌های خنک شونده با هوا
۱۶-۳-۳- آرایش جریان در چگالنده‌های خنک شونده با هوا
۱۶-۳-۴- طراحی چگالنده‌های خنک شونده با هوا
۱۶-۳-۵- تأثیر غیر یکنواختی عبور هوا از روی دسته لوله‌ها
۱۶-۳-۶- تولید سر و صدا
۱۶-۴- چگالنده‌های صفحه‌ای واشردار (صفحه و چهارچوب) و صفحه‌ای پرده‌دار
۱۶-۴-۱- مقدمه
۱۶-۴-۲- مبادله‌کن‌های صفحه‌ای واشردار (صفحه و چهارچوب) برای چگالش بخار
۱۶-۴-۳- مبادله‌کن‌های صفحه‌ای پرده‌دار برای چگالش بخار
پیوست فصل شانزدهم
۱۶-۱- پیوست- مقدمه
۱۶-۲- پیوست- چگالنده‌های پوسته‌ای و لوله‌ای
۱۶-۲-۱- پیوست- چگالنده‌های درون پوسته‌ای افقی
۱۶-۲-۲- پیوست- چگالنده‌های درون پوسته‌ای عمودی
۱۶-۲-۳- پیوست- چگالنده‌های درون لوله‌ای افقی
۱۶-۲-۴- پیوست- چگالنده‌های درون لوله‌ای عمودی
۱۶-۳- پیوست- چگالنده‌های خروجی توربین بخار
۱۶-۴- پیوست- چگالنده‌های صفحه‌ای
۱۶-۵- پیوست- چگالنده‌های خنک شونده با هوا
۱۶-۶- پیوست- چگالنده‌های با تماس مستقیم
۱۶-۷- پیوست- طراحی گرمایی چگالنده‌های پوسته‌ای و لوله‌ای
۱۶-۸- پیوست- ملاحظات طراحی و کارکرد
۱۶-۹- پیوست- چگالنده‌های تبرید و تهویه مطبوع
۱۶-۹-۱- پیوست- چگالنده‌های خنک شونده با آب
۱۶-۹-۲- پیوست- چگالنده‌های خنک شونده با هوا
۱۶-۹-۳- پیوست- چگالنده‌های تبخیری

فصل هفدهم: انتقال گرما در تماس مستقیم سیال سرد و گرم

۱۶-۱- مقدمه

۲-۱۷- دسته‌بندی انتقال گرما در تماس مستقیم سیال سرد و گرم

۳-۱۷- مبادله‌کن‌های گرما با تماس مستقیم سیال سرد و گرم

۴-۱۷- مدل‌های انتقال گرما در تماس مستقیم سیال سرد و گرم

۵-۱۷- مدل‌های دینامیک سیالات در تماس مستقیم سیال سرد و گرم

فصل هجدهم: مبادله‌کن‌های گرما با تماس مستقیم سیال سرد و گرم

۱-۱۸- چگالنده‌های با تماس مستقیم سیال سرد و گرم (بخار)

۱-۱-۱۸- مقدمه

۲-۱-۱۸- کاربردهای چگالنده‌های با تماس مستقیم

۳-۱-۱۸- دسته‌بندی چگالنده‌های با تماس مستقیم

۴-۱-۱۸- بررسی گرمایی و هیدرولیکی چگالنده‌های با تماس مستقیم

۲-۱۸- برج‌های خنک کننده از نوع تر

۱-۲-۱۸- مقدمه

۲-۲-۱۸- شکل‌های برج‌های خنک کننده

۳-۲-۱۸- سیستم‌های هوا و آب

۴-۲-۱۸- تعیین نسبت نرخ جرمی آب به هوا (روش مرکب)

۵-۲-۱۸- افت فشار و ارتفاع برج

فصل نوزدهم: کوره‌ها

۱-۱۹- مقدمه

۲-۱۹- انواع کوره‌های مورد استفاده در صنایع فرآیندی

۳-۱۹- دیگ‌های تولید آب گرم و یا بخار (بویلرها)

۴-۱۹- انتقال گرما در کوره

۱-۴-۱۹- توازن گرمایی کوره

۲-۴-۱۹- گازهای داغ به عنوان منبع گرما

۳-۴-۱۹- چاه حرارتی

۴-۴-۱۹- تأثیر هندسه لوله‌ها بر مشخصه‌های چاه حرارتی

۵-۱۹- مدل‌سازی گرمایی کوره

۱-۵-۱۹- مدل‌سازی گرمایی کوره با فرض مخلوط‌گازی همگن

۲-۵-۱۹- معادله عمومی عملکرد گرمایی کوره

۳-۵-۱۹- معادله عمومی عملکرد گرمایی کوره با در نظر گرفتن اختلاط ناقص و افت‌های گرمایی دیواره‌ها

۴-۵-۱۹- مدل‌سازی گرمایی کوره با تغییرات محوری در انتقال گرما

مراجع

فصل بیستم: انتگراسیون حرارتی فرایند در شبکه مبادله‌کن‌های گرما

۱-۲۰- مقدمه

۲-۲۰- منحنی‌های ترکیبی در یک فرایند

۳-۲۰- حداقل انرژی مورد نیاز شبکه مبادله‌کن‌های گرما

۴-۲۰- پارامترهای طراحی شبکه مبادله‌کن‌های گرما

فصل بیست و یکم: روش‌های افزایش انتقال گرما در مبادله‌کن‌های گرما

۱-۲۱- مقدمه

۲-۲۱- روش‌های غیر فعال

۳-۲۱- روش‌های فعال

۴-۲۱- روش‌های ترکیبی

۵-۲۱- روش افزایش انتقال گرما در چگالش

۶-۲۱- روش افزایش انتقال گرما در جوشش و تبخیر

۷-۲۱- معیارهای قابل قبول

فصل بیست و دوم: گرمایش الکتریکی

۱-۲۲- مقدمه

۲-۲۲- روش‌های مشترک در گرمایش الکتریکی

۴-۲۲- گرمایش مقاومتی

۵-۲۲- گرمایش القایی

۶-۲۲- گرمایش دی‌الکتریک

۷-۲۲- گرمایش مادون قرمز

۸-۲۲- نتیجه‌گیری

فصل بیست و سوم: انتقال گرما در مخازن مایع با وجود هم‌زن

۱-۲۳- مقدمه

۲-۲۳- هم‌زدن سیال در مخزن

۳-۲۳- انتقال گرما در جریان پوسته دور مخزن

۴-۲۳- انتقال گرما و افت فشار در کویل مارپیچ دور مخزن

۵-۲۳- انتقال گرما از دیواره داخلی مخزن و سطح کویل مارپیچ غوطه‌ور در سیال

فصل بیست و چهارم: طراحی مکانیکی مبادله‌کن‌های پوسته‌ای و لوله‌ای

۱-۲۴- مقدمه

۲-۲۴- مثال طراحی: مبادله‌کن گرمای پوسته‌ای و لوله‌ای با سرشاور، نوع JS TEMA

۱-۲-۲۴	مقدمه
۱-۱-۲-۲۴	مشخصات مبادله‌کن گرما
۲-۱-۲-۲۴	مشخصات مواد
۳-۱-۲-۲۴	ترتیب محاسبات
۲-۲-۲۴	درپوش سر شناور
۱-۲-۲-۲۴	فلنج و صفحه مقعر
۲-۲-۲-۲۴	طراحی فلنج
۳-۲-۲-۲۴	وسیله پشت بند سر شناور
۳-۲-۲۴	پوسته‌های استوانه‌ای
۴-۲-۲۴	لوله‌ها
۵-۲-۲۴	فلنج‌ها
۶-۲-۲۴	درپوش پوسته: سر مقعر
۷-۲-۲۴	درپوش کانال
۸-۲-۲۴	صفحه لوله‌ها
۱-۸-۲-۲۴	صفحه لوله ساکن
۲-۸-۲-۲۴	صفحه لوله شناور
۹-۲-۲۴	نازل‌ها و تقویت‌های آن
۱-۹-۲-۲۴	نازل‌ها
۲-۹-۲-۲۴	تقویت‌های نازل
۱۰-۲-۲۴	اجزایی که تحت فشار نیستند
۱-۱۰-۲-۲۴	دیوارک‌های عرضی
۲-۱۰-۲-۲۴	دیوارک‌های طولی
۳-۱۰-۲-۲۴	صفحات نگه‌دارنده
۴-۱۰-۲-۲۴	میله‌های نگه‌دارنده و فاصله‌اندازها
۵-۱۰-۲-۲۴	نوارهای درزبندی
۶-۱۰-۲-۲۴	دیوارک‌های برخورد و محافظت در برابر سایش
۷-۱۰-۲-۲۴	تکیه‌گاه‌های زین مانند
۱۱-۲-۲۴	نقشه‌های مهندسی
	فهرست علائم و اختصارات
	پیوست فصل بیست و چهارم
	پیوست الف کتاب: خصوصیت فیزیکی فلزات و غیرفلزات
	پیوست ب کتاب: خصوصیت فیزیکی هوا، آب، فلزات مایع و مبردها
	واژه‌نامه
	فهرست راهنما