

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

شیمی نیروگاه

شیمی نیروگاه

رسوب‌گذاری، خوردگی و میکروارگانیزم‌ها
در سیستم‌های آب خنک‌کننده

علی زارعی تل‌آبادی

۱۳۹۴

به روان پاک پدر و مادر عزیزم
به سفرهٔ بی‌ریایشان،
و به دل باصفایشان،
که جز محبت در آن نبود،
و همهٔ عمر دستشان به یاری هم‌نوع بلند
و آغوش محبتشان به روی همه باز بود.

فهرست

پیشگفتار	سی و یک
بخش اول: شیمی نیروگاه و موضوع‌های مرتبط با آن	۱
فصل ۱: مقدمه‌ای بر شیمی نیروگاه	۳
۱. ۱. تاریخچه شیمی نیروگاه	۳
۱. ۲. شرح وظایف شیمیست یک نیروگاه	۵
۱. ۳. مراکز خدمت‌رسانی علمی مرکزی	۸
۱. ۴. مشکلات ناشی از آب و بخار در مبدل‌های حرارتی و نحوه رفع آنها	۱۰
منابع	۱۳
فصل ۲: سیر تکاملی درمان آب‌های صنعتی	۱۵
۱. ۲. مقدمه	۱۵
۲. ۲. دهه ۱۹۱۰	۱۹
۲. ۳. دهه ۱۹۲۰	۲۰
۲. ۴. دهه ۱۹۳۰	۲۲
۲. ۵. دهه ۱۹۴۰	۲۵
۲. ۶. دهه ۱۹۵۰	۲۹
۲. ۷. دهه ۱۹۶۰	۳۲
۲. ۸. دهه ۱۹۷۰	۳۷
منابع	۴۲
بخش دوم: انواع سیستم‌های آب خنک‌کننده	۴۳
فصل ۳: سیستم‌های آب خنک‌کننده: انتقال حرارت	۴۵
۱. ۳. مقدمه	۴۵
۲. ۳. انواع سیستم‌های خنک‌کننده	۴۵

۴۶	.....	۳.۳ انتقال حرارت
۴۸	.....	۳.۴ پایش
۵۰	.....	منابع
۵۱	.....	فصل ۴: سیستم‌های خنک‌کننده یکبارگذر
۵۱	.....	۱.۴ مقدمه
۵۱	.....	۲.۴ تشکیل رسوب کریستالی
۵۴	.....	۳.۴ پیشگیری از تشکیل رسوب کریستالی کلسیم کرینات
۵۷	.....	۴.۴ رسوبات آهنی
۶۱	.....	۵.۴ پیشگیری از خوردگی
۶۲	.....	۴.۵.۱ بازدارنده‌های خوردگی
۶۲	.....	۴.۵.۱.۱ پلی فسفات‌ها
۶۵	.....	۴.۵.۱.۲ سیلیکات‌ها
۶۶	.....	۴.۵.۱.۳ روی
۶۷	.....	منابع
۶۹	.....	فصل ۵: سیستم‌های آب خنک‌کننده یکبارگذر
۶۹	.....	۱.۵ مقدمه
۷۱	.....	۲.۵ کنترل خوردگی در سیستم‌های خنک‌کننده یکبارگذر
۷۴	.....	۳.۵ کنترل رسوب‌نشینی کریستالی
۷۶	.....	۴.۵ رسوب‌نشینی غیر کریستالی
۷۹	.....	۵.۵ کنترل میکروبیولوژیکی
۸۰	.....	۶.۵ تزریق مواد شیمیایی
۸۱	.....	۷.۵ درمان آب قابل آشامیدن
۸۲	.....	۸.۵ ملاحظات زیست‌محیطی
۸۳	.....	منابع
۸۷	.....	فصل ۶: سیستم‌های خنک‌کننده گردش باز
۸۷	.....	۱.۶ مقدمه
۸۷	.....	۲.۶ انواع برج‌های خنک‌کننده
۹۱	.....	۳.۶ چرخه‌های تغلیظ
۹۴	.....	۴.۶ کنترل چرخه‌های تغلیظ
۹۹	.....	۵.۶ درمان با اسید

۱۰۰	۶.۶ عوامل کنترل‌کننده رسوب‌نشینی
۱۰۰	۶.۶.۱ فسفونات‌ها
۱۰۱	۶.۶.۲ پلیمرها
۱۰۱	۶.۶.۷ خوردگی
۱۰۱	۶.۷.۱ علل خوردگی
۱۰۲	۶.۷.۲ پیشگیری از خوردگی
۱۰۲	۶.۷.۲.۱ بازدارنده‌های خوردگی
۱۰۳	۶.۷.۲.۱.۲ بازدارنده‌های کروماتی
۱۰۴	۶.۷.۲.۱.۳ بازدارنده‌های کرومات-فسفات
۱۰۴	۶.۷.۲.۱.۴ کرومات-فسفات-روی
۱۰۴	۶.۷.۲.۱.۵ مقادیر بسیار کم کرومات
۱۰۵	۶.۷.۲.۱.۶ درمان با فسفات-فسفونات
۱۰۶	۶.۷.۲.۱.۷ روی-فسفات-فسفونات
۱۰۷	۶.۷.۲.۱.۸ بازدارنده مسی
۱۰۷	۶.۷.۲.۱.۹ درمان با مقادیر مینی کروم
۱۰۷	۶.۷.۲.۱.۱۰ دی‌آندی II
۱۰۸	۶.۷.۲.۱.۱۱ نیتريت
۱۰۹	۶.۷.۲.۱.۱۲ سیلیکات‌ها
۱۱۰	۶.۷.۳ پایش و کنترل
۱۱۱	منابع
۱۱۳	فصل ۷. سیستم‌های خنک‌کننده تبخیری باز
۱۱۳	۷.۱ مقدمه
۱۱۴	۷.۲ خنک‌کننده‌های تبخیری
۱۱۴	۷.۳ استخرهای خنک‌کننده
۱۱۵	۷.۴ استخرهای خنک‌کننده پاششی
۱۱۵	۷.۵ سیستم‌های برج خنک‌کننده صنعتی
۱۱۸	۷.۵.۱ برج‌های خنک‌کننده رانش مکانیکی
۱۳۱	۷.۵.۲ برج‌های خنک‌کننده هذلولی شکل
۱۳۴	۷.۶ نحوه عملکرد برج خنک‌کننده
۱۳۹	۷.۶.۱ نحوه تعیین تعداد چرخه‌های تغلیظ
۱۴۳	۷.۶.۲ درمان‌های شیمیایی

۱۵۱	۷.۷ سیستم‌های برج خنک‌کننده تجاری
۱۵۲	۷.۷.۱ سیستم تهویه مطبوع از نوع چرخه تراکمی
۱۵۴	۷.۷.۲ سیستم تهویه و تبرید از نوع چرخه جذبی
۱۵۷	۷.۷.۳ مبدل‌های حرارتی تبخیری
۱۵۸	۷.۷.۴ انواع روش‌های درمانی سیستم برج خنک‌کننده تجاری
۱۶۱	۷.۸ هواشوی‌ها
۱۶۱	۷.۸.۱ پاک‌سازی هوای ورودی به هواشوی‌های صنعتی
۱۶۳	۷.۸.۲ ساختمان هواشوی
۱۶۷	۷.۸.۳ کنترل رطوبت توسط دستگاه‌های هواشوی
۱۶۹	۷.۸.۴ آلوده شدن دستگاه‌های هواشوی بر اثر ذرات ریز معلق موجود در هوای تمیزشونده
۱۷۰	۷.۸.۴.۱ نخ و کتان
۱۷۱	۷.۸.۴.۲ مواد چرب و روغنی
۱۷۲	۷.۸.۴.۳ پشم
۱۷۳	۷.۸.۴.۴ مواد دُخانی و تنباکو
۱۷۴	۷.۸.۴.۵ سایر مواد معلق ذره‌ای ریز
۱۷۵	۷.۸.۵ تغییرات نحوه بهره‌برداری از دستگاه‌های هواشوی با تغییرات فصلی هوا
۱۷۶	۷.۸.۶ مشکلات خاص در دستگاه‌های هواشوی
۱۷۶	۷.۸.۶.۱ سطوح رسوب گرفته ویژه
۱۷۶	۷.۸.۶.۲ تمیزسازی مناسب
۱۷۷	۷.۸.۶.۳ رسوب‌نشینی غیر کریستالی آهنی
۱۷۸	۷.۸.۶.۴ خوردگی
۱۷۸	منابع
۱۸۱	فصل ۸. سیستم‌های خنک‌کننده گردشی بسته
۱۸۱	۸.۱ مقدمه
۱۸۳	۸.۲ مزایای سیستم‌های بسته
۱۸۳	۸.۳ کنترل رسوب‌نشینی کریستالی
۱۸۴	۸.۴ کنترل خوردگی
۱۸۸	منابع
۱۸۹	فصل ۹. سیستم‌های آب خنک‌کننده بسته
۱۸۹	۹.۱ مقدمه
۱۹۲	۹.۲ خوردگی

۱۹۶	۳.۹. رسوب‌نشینی
۱۹۷	۴.۹. میکروارگانسیم‌ها
۱۹۸	۵.۹. تزریق مواد شیمیایی
۱۹۹	منابع
۲۰۱	فصل ۱۰. تهویه مطبوع و سیستم‌های تبریدی
۲۰۱	۱.۱۰. مقدمه
۲۰۹	۲.۱۰. سیستم‌های آب خنک‌کننده گردشی باز
۲۱۵	۳.۱۰. هواشوی‌ها
۲۱۸	۴.۱۰. سیستم‌های بسته آب خنک‌کننده
۲۲۰	۵.۱۰. کنترل توازن‌های آبی
۲۲۱	۶.۱۰. بررسی ملاحظات کلی
۲۲۲	منابع
۲۲۳	فصل ۱۱. سیستم‌های چند منظوره و کامل انرژی
۲۲۳	۱.۱۱. مقدمه
۲۲۷	۲.۱۱. الزامات درمان آب مورد نیاز
۲۲۹	منابع
۲۳۱	فصل ۱۲. درمان شیمیایی آب در سیستم‌های آب خنک‌کننده
۲۳۱	۱.۱۲. مقدمه
۲۳۴	۱.۱.۱۲. رسوب‌نشینی کریستالی
۲۳۵	۱.۱.۱.۱۲. رسوبات کلسیم کربنات
۲۳۸	۲.۱.۱.۱۲. رسوب‌نشینی کلسیم فسفات
۲۴۳	۲.۱.۱۲. پیشگیری از رسوب‌نشینی کریستالی در لوله‌های دستگاه‌های چگالنده بخارات
۲۴۳	۱.۲.۱.۱۲. استفاده از روش تاپ‌روژ
۲۴۴	۱.۱.۲.۱.۱۲. نحوه بهره‌برداری و نگهداری سیستم تاپ‌روژ
۲۴۷	۲.۲.۱.۱۲. تزریق اسید
۲۴۸	۳.۲.۱.۱۲. افزودنی‌های شیمیایی
۲۴۹	۳.۱.۱۲. خارج نمودن رسوب کریستالی
۲۴۹	۱.۳.۱.۱۲. تمیزسازی اسیدی
۲۵۰	۱.۱.۳.۱.۱۲. واحد بدون بار شده
۲۵۰	۲.۱.۳.۱.۱۲. واحد با بار کاهش یافته

۲۵۰	.....	۱.۲.۳. تمیزسازی فیزیکی
۲۵۰	.....	۱.۲.۳.۱. روش‌های مکانیکی
۲۵۱	.....	۱.۲.۳.۲. آب پرفشار
۲۵۱	.....	۱.۲.۴. کنترل رسوب‌نشینی غیر کریستالی آلی بیولوژیکی
۲۵۲	.....	۱.۲.۴.۱. کلرزی
۲۵۵	.....	۱.۲.۴.۲. واحد کلرزی
۲۵۵	.....	۱.۲.۴.۱. حمل محلول سدیم هیپوکلریت با تانکر
۲۵۷	.....	۱.۲.۴.۲. الکترولیز محلول نمک طعام
۲۶۵	.....	۱.۲.۵. ورود مواد معلق ریز و مواد ذره‌ای
۲۶۶	.....	۱.۲.۶. مواد پُرکننده در برج‌های خنک‌کننده
۲۷۲	.....	۱.۲.۷. ملاحظات و موارد احتیاطی بهداشتی
۲۷۶	.....	منابع
۲۷۷	.....	بخش سوم: رسوب، خوردگی و میکروارگانیزم‌ها
۲۷۹	.....	فصل ۱۳. تعمیر و نگهداری چوب برج‌های خنک‌کننده
۲۷۹	.....	۱.۱۳. مقدمه
۲۸۰	.....	۱.۲.۱۳. انواع شکل‌های پوسیدگی چوب
۲۸۰	.....	۱.۲.۱۳.۱. حمله شیمیایی به چوب
۲۸۱	.....	۱.۲.۲.۱۳. حمله بیولوژیکی به چوب
۲۸۵	.....	۱.۲.۳.۱۳. عوامل فیزیکی و سایر عوامل مؤثر در انهدام چوب
۲۸۶	.....	۱.۳.۱۳. پیشگیری و کنترل تخریب چوب
۲۸۷	.....	۱.۳.۱۳.۱. مناطق با ریزش سیلابی
۲۸۸	.....	۱.۳.۲.۱۳. مناطق بدون ریزش سیلابی
۲۹۰	.....	۱.۳.۴.۱۳. انجام آزمایش روی چوب
۲۹۱	.....	۱.۳.۵. ارزیابی نتایج حاصل از آزمایشات روی چوب به‌کارگرفته شده در برج‌های خنک‌کننده
۲۹۳	.....	۱.۳.۶. انواع روش‌های پاشش مواد میکروب‌کش و قارچ‌کش
۲۹۵	.....	منابع
۲۹۷	.....	فصل ۱۴. کنترل خوردگی در سیستم‌های خنک‌کننده
۲۹۷	.....	۱.۱۴. مقدمه
۲۹۹	.....	۱.۲.۱۴. انواع خوردگی

۲۹۹	۱.۲.۱۴	خوردگی حفره‌ای
۳۰۰	۲.۲.۱۴	خوردگی "جدایش انتخابی"
۳۰۲	۳.۲.۱۴	خوردگی دو فلزی
۳۰۲	۴.۲.۱۴	خوردگی گوشه‌ای یا شیار
۳۰۳	۵.۲.۱۴	خوردگی بین دانه‌ای
۳۰۳	۶.۲.۱۴	ترک خوردن ناشی از خوردگی تنش
۳۰۴	۷.۲.۱۴	خوردگی سایشی
۳۰۵	۳.۱۴	کنترل خوردگی
۳۰۵	۱.۳.۱۴	لایه محافظ رسوب کریستالی کلسیم کربنات
۳۰۷	۲.۳.۱۴	هوازدایی مکانیکی و شیمیایی
۳۰۸	۳.۳.۱۴	بازدارنده‌های خوردگی
۳۰۸	۱.۳.۳.۱۴	پلاریزه شدن
۳۱۰	۲.۳.۳.۱۴	بازدارنده غیرفعال ساز
۳۱۱	۳.۳.۳.۱۴	بازدارنده راسب شونده
۳۱۱	۴.۳.۳.۱۴	بازدارنده‌های جذب سطحی شونده
۳۱۲	۵.۳.۳.۱۴	سیلیکات‌ها
۳۱۳	۶.۳.۳.۱۴	تأثیر هدایت الکتریکی، pH و اکسیژن محلول
۳۱۵	۷.۳.۳.۱۴	ملاحظات عملی
۳۱۶	۴.۳.۱۴	پایش
۳۱۶	۱.۴.۳.۱۴	مبدل‌های حرارتی آزمایشگر
۳۱۷	۲.۴.۳.۱۴	کوپن‌های فلزی
۳۱۷	۳.۴.۳.۱۴	خوردگی سنج‌ها
۳۱۹		منابع
۳۲۱		فصل ۱۵. کنترل خوردگی آب خنک‌کننده
۳۲۱	۱.۱۵	مقدمه
۳۲۲	۲.۱۵	تئوری خوردگی
۳۲۵	۳.۱۵	واکنش‌های خوردگی
۳۲۸	۴.۱۵	پلاریزه شدن کاتدی
۳۳۱	۵.۱۵	پلاریزه شدن آندی
۳۳۱	۶.۱۵	روئین و غیرفعال شدن
۳۳۱	۷.۱۵	عوامل شیمیایی

۳۳۲	۱.۷.۱۵ ترکیب شیمیایی آب
۳۳۲	۲.۷.۱۵ مقدار pH آب
۳۳۴	۳.۷.۱۵ نمک‌های محلول در آب
۳۳۵	۴.۷.۱۵ گازهای محلول در آب
۳۳۵	۱.۴.۷.۱۵ گاز دی‌اکسیدکربن
۳۳۵	۲.۴.۷.۱۵ گاز اکسیژن
۳۳۶	۳.۴.۷.۱۵ گاز آمونیاک
۳۳۶	۴.۴.۷.۱۵ گاز هیدروژن سولفید
۳۳۶	۵.۴.۷.۱۵ گاز کلر
۳۳۷	۵.۷.۱۵ مواد معلق یا نامحلول در آب
۳۳۷	۶.۷.۱۵ میکروارگانیسم‌ها
۳۳۷	۸.۱۵ عوامل فیزیکی مؤثر بر خوردگی در محیط‌های آبی
۳۳۸	۱.۸.۱۵ نسبت مساحت سطوح کاتدی به آندی
۳۳۹	۲.۸.۱۵ اثر درجه حرارت
۳۴۱	۳.۸.۱۵ اثر انتقال حرارت
۳۴۲	۴.۸.۱۵ اثر سرعت سیال
۳۴۴	۵.۸.۱۵ اثر مجاورت فلزات غیرهمجنس
۳۴۵	۹.۱۵ عوامل فلزشناسی مؤثر بر خوردگی در محیط‌های آبی
۳۴۷	۱۰.۱۵ انواع شکل‌های خوردگی
۳۴۷	۱.۱۰.۱۵ خوردگی یکنواخت
۳۴۷	۲.۱۰.۱۵ خوردگی حفره‌ای
۳۴۹	۳.۱۰.۱۵ خوردگی سایشی
۳۵۰	۱.۳.۱۰.۱۵ خوردگی ناشی از ضربه
۳۵۱	۲.۳.۱۰.۱۵ خوردگی ناشی از ترکیدن حباب
۳۵۲	۴.۱۰.۱۵ خوردگی جدایش انتخابی
۳۵۳	۱.۴.۱۰.۱۵ زدایش روی
۳۵۵	۲.۴.۱۰.۱۵ گرافیت شدن
۳۵۵	۳.۴.۱۰.۱۵ زدایش آلومینیوم
۳۵۵	۵.۱۰.۱۵ خوردگی زیرسویی
۳۵۷	۶.۱۰.۱۵ خوردگی گوشه‌ای یا شیار
۳۵۸	۷.۱۰.۱۵ حمله خوردگی خط آب
۳۵۹	۸.۱۰.۱۵ ترک خوردن ناشی از خوردگی تنش

۳۶۱	.....	۱۱. ۱۵	مواد به کار رفته در ساخت تجهیزات
۳۶۱	.....	۱. ۱۱. ۱۵	مواد آهنی
۳۶۲	.....	۱. ۱. ۱۱. ۱۵	چدن
۳۶۲	.....	۲. ۱. ۱۱. ۱۵	فولاد آستینیتی نیکلی
۳۶۲	.....	۳. ۱. ۱۱. ۱۵	آلیاژهای نیکل-آهن
۳۶۳	.....	۴. ۱. ۱۱. ۱۵	فولاد سیلیسیمی
۳۶۳	.....	۵. ۱. ۱۱. ۱۵	فولادهای کم آلیاژی
۳۶۳	.....	۶. ۱. ۱۱. ۱۵	فولاد گالوانیزه
۳۶۴	.....	۷. ۱. ۱۱. ۱۵	فولادهای ضد زنگ استینلس
۳۶۵	.....	۲. ۱۱. ۱۵	مواد غیر آهنی
۳۶۵	.....	۱. ۲. ۱۱. ۱۵	فلزات نجیب یابی اثر
۳۶۵	.....	۲. ۲. ۱۱. ۱۵	مس
۳۶۶	.....	۳. ۲. ۱۱. ۱۵	آلیاژهای برنج
۳۶۷	.....	۴. ۲. ۱۱. ۱۵	آلومینیوم
۳۶۷	.....	۵. ۲. ۱۱. ۱۵	روی
۳۶۸	.....	۶. ۲. ۱۱. ۱۵	نیکل
۳۶۸	.....	۷. ۲. ۱۱. ۱۵	آلیاژهای کوپرو-نیکل
۳۶۸	.....	۸. ۲. ۱۱. ۱۵	تیتانیوم
۳۶۹	.....	۱۲. ۱۵	مواد بازدارنده خوردگی
۳۷۱	.....	۱. ۱۲. ۱۵	پلی فسفات‌ها
۳۷۴	.....	۲. ۱۲. ۱۵	کرومات‌ها
۳۷۵	.....	۳. ۱۲. ۱۵	روی
۳۷۵	.....	۴. ۱۲. ۱۵	نیتريت‌ها
۳۷۶	.....	۵. ۱۲. ۱۵	سیلیکات‌ها
۳۷۷	.....	۶. ۱۲. ۱۵	پنزوات‌ها
۳۷۸	.....	۷. ۱۲. ۱۵	آهک
۳۷۸	.....	۸. ۱۲. ۱۵	تانین‌ها و لیگنین‌ها
۳۷۸	.....	۹. ۱۲. ۱۵	نیترات‌ها
۳۷۹	.....	۱۰. ۱۲. ۱۵	کلانت‌های سطحی
۳۸۰	.....	۱۱. ۱۲. ۱۵	فسفونات‌ها
۳۸۲	.....	۱۲. ۱۲. ۱۵	مولیبدات‌ها

۳۸۲	..... اورتوفسفات‌ها..... ۱۳. ۱۲. ۱۵
۳۸۳	..... آزول‌های آروماتیک..... ۱۴. ۱۲. ۱۵
۳۸۴	..... روغن‌های محلول در آب..... ۱۵. ۱۲. ۱۵
۳۸۴	..... تری اتانول آمین فسفات..... ۱۶. ۱۲. ۱۵
۳۸۴	..... کروم گلوکوسات‌ها..... ۱۷. ۱۲. ۱۵
۳۸۵	..... اثر بر هم افزایی در ترکیب نمودن بازدارنده‌ها..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۶	..... ۱. روی-کرومات..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۶	..... ۲. کرومات- پلی فسفات..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۷	..... ۳. کرومات- اورتوفسفات..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۷	..... ۴. روی- پلی فسفات..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۸	..... ۵. پلی فسفات- سیلیکات‌ها..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۸	..... ۶. پلی فسفات- فرّوسیانید..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۸	..... ۷. روی- تاین‌ها یا روی- لیگنین‌ها..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۹	..... ۸. روی- فسفونات..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۹	..... ۹. روی- پلی فسفات- کرومات..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۸۹	..... ۱۰. ترکیب فرمولی با کرومات کم..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۹۰	..... ۱۱. پلی فسفات- مواد کنترل کننده رسوب..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۹۰	..... ۱۹. مقدمات تزریق بازدارنده‌های خوردگی..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۹۱	..... ۲۰. کارایی مواد بازدارنده خوردگی..... ۱۸. ۱۲. ۱۵
۳۹۴	..... منابع.....
۳۹۷	..... فصل ۱۶. کنترل رسوب‌نشینی کریستالی در سیستم‌های خنک‌کننده.....
۳۹۷	..... ۱. مقدمه..... ۱۶. ۱۶
۳۹۷	..... ۲. تشکیل رسوب‌نشینی کریستالی..... ۱۶. ۱۶
۳۹۸	..... ۳. کنترل رسوب‌نشینی با اندیس لانژه لیه..... ۱۶. ۱۶
۴۰۰	..... ۴. رسوب‌نشینی غیر کریستالی..... ۱۶. ۱۶
۴۰۲	..... ۱. پخش‌کننده‌ها..... ۱۶. ۴. ۱۶
۴۰۳	..... ۲. منعقدکننده‌ها..... ۱۶. ۴. ۱۶
۴۰۳	..... ۳. مواد مرطوب‌کننده فعال سطحی..... ۱۶. ۴. ۱۶
۴۰۴	..... ۵. لجن‌زداهای عمل‌کننده در حین کار واحد..... ۱۶. ۴. ۱۶
۴۰۵	..... ۶. روش‌های پایش..... ۱۶. ۴. ۱۶
۴۰۵	..... ۱. دستگاه‌های اندازه‌گیری کننده رسوب..... ۱۶. ۴. ۱۶

۴۰۶	.....	۱۶. ۲. ۶. مبدل‌های حرارتی آزمایشگر
۴۰۷	.....	منابع
۴۰۹	.....	فصل ۱۷. کنترل رسوب‌نشینی در آب‌های خنک‌کننده
۴۰۹	.....	۱. ۱۷. مقدمه و کلیات
۴۱۱	.....	۲. ۱۷. رسوبات تشکیل شده ناشی از آب
۴۱۲	.....	۱. ۲. ۱۷. نمک‌های ناشی از آب
۴۱۳	.....	۱. ۱. ۲. ۱۷. کلسیم کرینات
۴۱۳	.....	۲. ۱. ۲. ۱۷. کلسیم سولفات‌ها
۴۱۵	.....	۳. ۱. ۲. ۱۷. رسوبات سیلیکاتی
۴۱۵	.....	۴. ۱. ۲. ۱۷. سیلیس
۴۱۵	.....	۵. ۱. ۲. ۱۷. کلسیم اورتوفسفات
۴۱۶	.....	۶. ۱. ۲. ۱۷. نمک‌های منیزیم
۴۱۶	.....	۷. ۱. ۲. ۱۷. نمک‌های آهن
۴۱۶	.....	۲. ۲. ۱۷. رسوبات غیر کریستالی ناشی از آب
۴۱۸	.....	۳. ۱۷. رسوبات غیر کریستالی ناشی از هوا
۴۱۹	.....	۴. ۱۷. رسوبات مرتبط با سیستم
۴۲۰	.....	۵. ۱۷. روش‌های کنترل رسوب‌نشینی در سیستم‌های آب خنک‌کننده
۴۲۰	.....	۱. ۵. ۱۷. درمان‌های معمول
۴۲۰	.....	۱. ۱. ۵. ۱۷. نرم‌سازی
۴۲۰	.....	۲. ۱. ۵. ۱۷. تزریق اسید
۴۲۲	.....	۳. ۱. ۵. ۱۷. درمان آب با صافی جریان جانبی
۴۲۳	.....	۲. ۵. ۱۷. مواد آلی پلیمری کنترل‌کننده رسوب‌نشینی
۴۲۷	.....	۱. ۲. ۵. ۱۷. مواد لخته‌ساز
۴۳۰	.....	۲. ۲. ۵. ۱۷. مواد پخش‌کننده رسوبات
۴۳۱	.....	۳. ۲. ۵. ۱۷. کنترل رسوب کریستالی
۴۳۱	.....	۴. ۲. ۵. ۱۷. مواد جذب سطح شونده
۴۳۴	.....	۳. ۵. ۱۷. کمپلکس‌های چنددندانه‌ای، کمپلکس‌های چنگکی، و بازدارنده‌های آستانه‌ای
۴۳۵	.....	۴. ۵. ۱۷. مواد کنترل رسوب
۴۳۷	.....	۱. ۴. ۵. ۱۷. مواد کمپلکس چنگکی‌ساز
۴۳۸	.....	۲. ۴. ۵. ۱۷. لیگنو سولفونات‌ها
۴۳۸	.....	۳. ۴. ۵. ۱۷. پلی فسفات‌ها

۴۳۹	..... پلی آکریلات‌ها	۴.۴.۵.۱۷
۴۴۰	..... پلی متاکریلات‌ها	۵.۴.۵.۱۷
۴۴۰	..... کوپلیمرهای انیدرید مالئیک	۶.۴.۵.۱۷
۴۴۱	..... پلی مالئیک انیدرید	۷.۴.۵.۱۷
۴۴۲	..... فسفات استرها	۸.۴.۵.۱۷
۴۴۳	..... فسفونات‌ها	۹.۴.۵.۱۷
۴۴۴	..... پیوست- به کارگیری اندیس‌های لائزله‌لیه و رایزیر در کنترل خوردگی و رسوب‌نشینی	.....
۴۴۷	..... منابع	.....

فصل ۱۸. کنترل میکروبیولوژیکی در سیستم‌های خنک‌کننده

۴۵۱	..... ۱. مقدمه	۱.۱.۱۸
۴۵۱	..... ۲. مشکلات ناشی از رسوب‌نشینی غیر کریستالی میکروبی	۲.۱.۱۸
۴۵۳	..... ۳. میکروبیولوژی رسوبات آلی میکروبی	۳.۱.۱۸
۴۶۰	..... ۴. انتخاب برنامه کنترل رسوب آلی میکروبی	۴.۱.۱۸
۴۶۵	..... ۵. مشخصه‌های مواد میکروب‌کش به کاررفته در سیستم‌های خنک‌کننده	۵.۱.۱۸
۴۶۵	..... ۱. مواد میکروب‌کش اکسیدکننده	۱.۵.۱.۱۸
۴۶۶	..... ۱. دی‌اکسید کلر	۱.۱.۵.۱.۱۸
۴۶۸	..... ۲. مواد تولیدکننده کلر	۲.۱.۵.۱.۱۸
۴۶۹	..... ۲. مواد میکروب‌کش غیر اکسیدکننده	۲.۵.۱.۱۸
۴۷۱	..... ۱. میکروب‌کش‌های ویژه	۱.۲.۵.۱.۱۸
۴۷۴	..... منابع	.....

فصل ۱۹. کنترل میکروبیولوژیکی

۴۷۵	..... ۱. مقدمه	۱.۱.۱۹
۴۷۷	..... ۲. میکروارگانیزم‌های آب خنک‌کننده	۲.۱.۱۹
۴۸۰	..... ۱. خزها و جلبک‌ها	۱.۲.۱.۱۹
۴۸۴	..... ۲. قارچ‌ها	۲.۲.۱.۱۹
۴۸۶	..... ۳. باکتری‌ها	۳.۲.۱.۱۹
۴۹۳	..... ۳. مشکلات ناشی از فعالیت‌های میکروبی	۳.۱.۱۹
۴۹۴	..... ۱. مشکلات خوردگی	۱.۳.۱.۱۹
۴۹۵	..... ۲. مشکلات رسوب‌نشینی	۲.۳.۱.۱۹
۴۹۷	..... ۳. تخریب چوب	۳.۳.۱.۱۹
۴۹۸	..... ۱. حمله بیولوژیکی	۱.۳.۳.۱.۱۹

۵۰۱	.....	۱۹	۳	۳	۲	.....	حمله شیمیایی
۵۰۲	.....	۱۹	۳	۳	۳	.....	حمله فیزیکی
۵۰۳	.....	۱۹	۴	۳	.....	سایر مشکلات	
۵۰۴	.....	۱۹	۴	.....	.....	فنون اندازه‌گیری	
۵۰۹	.....	۱۹	۵	.....	.....	میکروب‌کش‌ها	
۵۱۱	.....	۱۹	۵	۱	.....	سازوکار عمل میکروب‌کشی	
۵۱۲	.....	۱۹	۵	۲	.....	میکروب‌کش‌های سمی اکسیدکننده	
۵۱۳	.....	۱۹	۵	۲	۱	.....	کلر
۵۲۰	.....	۱۹	۵	۲	۲	.....	هیپوکلریت‌ها
۵۲۰	.....	۱۹	۵	۲	۳	.....	کلروایزوسیانورات‌ها
۵۲۱	.....	۱۹	۵	۲	۴	.....	دی‌اکسید کلر
۵۲۲	.....	۱۹	۵	۲	۵	.....	اُزن
۵۲۳	.....	۱۹	۵	۳	.....	مواد سمی غیراکسیدکننده	
۵۲۳	.....	۱۹	۵	۳	۱	.....	فنلیک‌های کلردار شده
۵۲۴	.....	۱۹	۵	۳	۲	.....	ترکیبات آلی دارای قلع
۵۲۵	.....	۱۹	۵	۳	۳	.....	نمک‌های آمونیوم چهارتایی
۵۲۶	.....	۱۹	۵	۳	۴	.....	ترکیبات آلی گوگرد دار
۵۲۷	.....	۱۹	۵	۳	۱	.....	متیلن بیس تیوسیانات
۵۲۸	.....	۱۹	۵	۳	۲	.....	سولفون‌ها و تیون‌ها
۵۲۹	.....	۱۹	۵	۳	۳	.....	سدیم دی‌متیل‌دی‌تیوکربامات و دی‌سدیم‌اتیلن‌بیس‌دی‌تیوکربامات
۵۲۹	.....	۱۹	۵	۳	۵	.....	آکرولئین
۵۳۰	.....	۱۹	۵	۳	۶	.....	نمک‌های مس
۵۳۱	.....	۱۹	۵	۳	۷	.....	نمک‌های روزین آمین
۵۳۱	.....	۱۹	۵	۳	۸	.....	آمین‌ها
۵۳۱	.....	۱۹	۵	۴	.....	نحوه تزریق مواد میکروب‌کش	
۵۳۳	.....	۱۹	۵	۵	.....	عوامل مؤثر بر فعالیت میکروب‌کشی	
۵۳۴	.....	۱۹	۵	۶	.....	کنترل قارچ‌ها در محفظه خروج هوا و بخارات	
۵۳۵	.....	۱۹	۵	۷	.....	ملاحظات زیست‌محیطی	
۵۳۶	.....	.....	.....	.....	.....	منابع	
۵۳۹	.....	.....	.....	.....	.....	فصل ۲۰. پیش‌درمان سیستم‌های آب خنک‌کننده	
۵۳۹	.....	.....	.....	.....	.....	۲۰. ۱. مقدمه	

۵۴۰	.....	پیش‌تمیزسازی	۲.۲۰
۵۴۲	.....	پیش‌لایه‌سازی	۳.۲۰
۵۴۶	.....	منابع	
۵۴۷	.....	فصل ۲۱. درمان آب تغلیظ‌شده تخلیه‌شونده برج	
۵۴۷	.....	۱. مقدمه	۱.۲۱
۵۴۸	.....	۲. خارج کردن کرومات	۲.۲۱
۵۴۹	.....	۱.۲. احیای شیمیایی	۱.۲.۱۲
۵۵۲	.....	۲.۲. احیای الکتروشیمیایی	۲.۲.۲۱
۵۵۴	.....	۳.۲. فرایندهای معاوضه یون	۳.۲.۲۱
۵۵۵	.....	۱.۳. فرایند رزین‌بازی ضعیف	۱.۳.۲.۲۱
۵۵۸	.....	۳.۲. نرم و سبک‌سازی آب تغلیظ‌شده تخلیه‌شونده	۳.۲.۲۱
۵۶۰	.....	منابع	
۵۶۱	.....	فصل ۲۲. فرهنگ اصطلاحات شیمی نیروگاه	
۵۸۳	.....	منابع	
۵۸۵	.....	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی	
۵۹۷	.....	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی	
۶۱۱	.....	نمایه	

فهرست تصاویر

- تصویر ۱.۲. مصریان آب یا شراب زلال شده را با روش ته‌نشین‌سازی سیفونی تهیه می‌کردند. ۱۶
- تصویر ۲.۲. خطاب موسی به قوم بنی اسرائیل در مهاجرت آنها از مصر به کنعان ۱۷
- تصویر ۳.۲. انهدام یک واحد مولد برق بر اثر انفجار بویلر در آن ۱۹
- تصویر ۴.۲. خوردگی حفره‌ای اکسیژنی یک لوله بویلر ۲۴
- تصویر ۵.۲. شیار شیار شدن خط بخار چگالیده شده در اثر دی‌اکسید کربن ۲۸
- تصویر ۶.۲. لیگنین‌زدایی از چوب برج خنک‌کننده ۳۳
- تصویر ۷.۲. قطعه تست‌کننده در تماس با آب خنک‌کننده گردشی ۴۱
- تصویر ۱.۳. مقاومت کلی در برابر جریان گرمایی عبارت است از مجموع چندین مقاومت سیال ۵۰
- تصویر ۲.۳. اثر سرعت جریان آب بر ضریب انتقال حرارت یک لوله ۵۱
- تصویر ۱.۴. آنالیزهای رسوب‌های نمونه سیستم‌های خنک‌کننده یکبارگذر ۵۵
- تصویر ۲.۴. حلالیت کلسیم کربنات بر حسب تغییرات دما ۵۵
- تصویر ۳.۴. بلور کلسیم کربنات خالص چهارصدوپنجاه برابر بزرگنمایی شده ۵۶
- تصویر ۴.۴. بلورهای کلسیم کربنات تغییر شکل داده شده بر اثر تصفیه با فسفونات ۵۷
- تصویر ۵.۴. بلورهای کلسیم کربنات تغییر شکل داده شده ۵۸
- تصویر ۶.۴. بلورهای کلسیم کربنات تغییر شکل داده شده ۵۸
- تصویر ۷.۴. پیشگیری از راسب شدن کلسیم کربنات با استفاده از ۵۹
- تصویر ۸.۴. آنالیزهای نمونه رسوبات در سیستم‌های خنک‌کننده یکبارگذر کوره‌های ۶۰
- تصویر ۹.۴. کاهش کارایی سوخت بر اثر رسوبات چگالنده ۶۲
- تصویر ۱۰.۴. (سمت چپ) دو نمونه مدار آب خنک‌کننده یک کوره ذوب آهن ۶۳
- تصویر ۱۱.۴. بازدارندگی از خوردگی با به‌کارگیری ۲ppm پلی‌فسفات ۶۶
- تصویر ۱۲.۴. کاهش در تاول‌های خوردگی شبه سلی با به‌کارگیری پلی‌فسفات ۶۷
- تصویر ۱۳.۴. بازدارندگی از خوردگی با به‌کارگیری ۱۰۰ppm سدیم سیلیکات ۶۸
- تصویر ۱.۵. سیستم آب خنک‌کننده یکبارگذر ۷۱

- تصویر ۶. ۱. اجزای تشکیل دهنده یک نمونه برج خنک کننده ۹۰
- تصویر ۶. ۲. برج خنک کننده رانش اجباری هوای ورودی ۹۱
- تصویر ۶. ۳. برج خنک کننده رانش اجباری مکندۀ هوای خروجی (از نوع جریان متخالف) ۹۲
- تصویر ۶. ۴. برج خنک کننده رانش اجباری مکندۀ هوای خروجی (از نوع جریان متعامد) ۹۳
- تصویر ۶. ۵. حلالیت کلسیم کربنات در مقایسه با کلسیم سولفات ۹۵
- تصویر ۶. ۶. آنالیز آب خنک کننده گردشی ۹۶
- تصویر ۶. ۷. نحوه تعیین فرمول محاسبۀ تعداد سیکل‌های تغلیظ آب خنک کننده گردشی ۹۸
- تصویر ۶. ۸. الزامات آب جبرانی بر حسب تعداد چرخه‌های تغلیظ آب خنک کننده گردشی ۱۰۰
- تصویر ۶. ۹. کوپن‌های تست کننده مقایسه قابل توجهی از نتایج را در اختیار قرار می‌دهند ۱۰۵
- تصویر ۶. ۱۰. اثر سختی آب بر سرعت خوردگی در روش‌های درمانی فسفات/ فسفونات ۱۰۸
- تصویر ۶. ۱۱. دستگاه اندازه‌گیری کننده سرعت خوردگی میزان مفید بودن ۱۱۱
- تصویر ۶. ۱۲. یک نمونه واحد اتوماتیک شده که کنترل خودکار خوردگی ۱۱۲
- تصویر ۷. ۱. برج رانش اجباری مکندۀ هوای خروجی جریان متعامد ۱۱۸
- تصویر ۷. ۲. برج اتمسفری پاششی پکینگ دار شده دارای افشانک‌هایی است که ۱۱۸
- تصویر ۷. ۳. برج اتمسفری دارای مواد پرکننده ۱۱۸
- تصویر ۷. ۴. برج‌های رانش مکانیکی از یک یا چند دمنده برای ۱۲۱
- تصویر ۷. ۵. برج رانش مکشی جریان متخالف ۱۲۲
- تصویر ۷. ۶. برج رانش مکشی جریان متعامد ۱۲۳
- تصویر ۷. ۷. برج خنک کننده جریان متعامد با یک مدخل ورودی هوا ۱۲۵
- تصویر ۷. ۸. برج خنک کننده جریان متعامد با دو مدخل ورودی هوا ۱۲۶
- تصویر ۷. ۹. دمنده‌های تعبیه شده بر بالای برج‌های رانش مکشی ۱۲۷
- تصویر ۷. ۱۰. بهره‌برداری به روش جریان متعامد ۱۲۸
- تصویر ۷. ۱۱. مخزن توزیع کننده آب بر اساس جاذبه ثقلی عمل می‌کند ۱۲۹
- تصویر ۷. ۱۲. در سیستم فشار ضعیف با جریان پاششی رو به پایین از ۱۳۰
- تصویر ۷. ۱۳. تخته‌های لبه نازک در برج‌های خنک کننده جریان ۱۳۱
- تصویر ۷. ۱۴. ورقه‌های سلولزی که توسط پوشش پلاستیکی محکم شده‌اند ۱۳۱
- تصویر ۷. ۱۵. تجهیزات خارج کننده قطرات آب از درون هوای خروجی از ۱۳۲
- تصویر ۷. ۱۶. برج خنک کننده هذلولی جریان متخالف ۱۳۵
- تصویر ۷. ۱۷. برج خنک کننده هذلولی جریان متعامد ۱۳۶
- تصویر ۷. ۱۸. اثر چرخه‌های تغلیظ بر الزامات آب جبرانی ۱۴۰
- تصویر ۷. ۱۹. اثر قلیائیت بی‌کربنات و CO₂ بر pH ۱۴۴

- تصویر ۲۰.۷. روش درمان روی - کرومات - مواد آلی ۱۴۷
- تصویر ۲۱.۷. سیستم‌های تراکمی گریز از مرکزی به دو نوع اساسی تقسیم می‌شوند ۱۵۶
- تصویر ۲۲.۷. سیستم‌های تبرید جذبی با استفاده از تبخیر آب ۱۵۸
- تصویر ۲۳.۷. در خنک‌کننده تبخیری هیچ‌گونه محفظه افزایشدهنده سطح تماس وجود ۱۶۰
- تصویر ۲۴.۷. هواشوی ۱۶۶
- تصویر ۲۵.۷. هواشوی تک محفظه ۱۶۷
- تصویر ۲۶.۷. هواشوی دو مرحله‌ای ۱۶۸
- تصویر ۲۷.۷. هواشوی پر سرعت از نوع پاششی ۱۷۰
- تصویر ۸.۱. نمونه‌ای از یک سیستم خنک‌کننده بسته ۱۸۶
- تصویر ۸.۲. اثر درجه حرارت بر سرعت خوردگی در مقایسه سیستم‌های باز و بسته ۱۸۹
- تصویر ۱۰.۱. برنامه درمان آب عملی و تعمیرات برنامه‌ریزی شده مناسب ۲۱۱
- تصویر ۱۰.۲. یک سیستم تبرید سانتریفیوژی ۲۱۲
- تصویر ۱۰.۳. به حداکثر رساندن تعداد چرخه‌های تغلیظ باعث صرفه‌جویی در ۲۱۲
- تصویر ۱۰.۴. اساس عملکرد یک سیستم تبرید جذبی ۲۱۵
- تصویر ۱۰.۵. چگالنده رسوب گرفته می‌تواند به افزایش فشار هد و اتلاف انرژی منجر شود ۲۱۵
- تصویر ۱۰.۶. عدم موفقیت در کنترل رسوب آلی بیولوژیکی باعث کاهش ظرفیت ۲۱۹
- تصویر ۱۰.۷. دستگاه هواشوی با سیستم باز آب چیلری ۲۲۲
- تصویر ۱۰.۸. دستگاه هواشوی با سیستم بسته آب چیلری ۲۲۳
- تصویر ۱۱.۱. یک نمودار ساده شده از یک سیستم جامع و چند منظوره انرژی ۲۳۰
- تصویر ۱۱.۲. باز یافت گرما از گاز خروجی از یک موتور دیزلی و گازی ۲۳۱
- تصویر ۱۲.۱. سیستم آب خنک‌کننده مستقیم / یکبار گذر ۲۳۸
- تصویر ۱۲.۲. سیستم آب برج خنک‌کننده ۲۳۹
- تصویر ۱۲.۳. یک سیستم تمیز کننده لوله دستگاه چگالنده بخارات از نوع تاپ روژ ۲۵۰
- تصویر ۱۲.۴. یک سیستم نمونه تزریق سدیم هیپوکلریت ۲۶۲
- تصویر ۱۲.۵. پیل‌های الکترولیز از نوع لوله هم محوری برای تولید سدیم هیپوکلریت ۲۶۴
- تصویر ۱۲.۶. پیل‌های الکترولیز از نوع صفحه موازی برای تولید سدیم هیپوکلریت ۲۶۵
- تصویر ۱۲.۷. واحد الکترولیز آب دریا برای تولید سدیم هیپوکلریت در نیروگاه بلایت ۲۶۸
- تصویر ۱۲.۸. مواد مورد استفاده در ساخت پرکننده‌های برج خنک‌کننده ۲۷۳

- تصویر ۱۲. ۹. یک نمونه برج خنک کننده ۲۷۴
- تصویر ۱۲. ۱۰. انباشتگی رسوبات غیر کریستالی ناشی از مواد زنده روی پرکننده‌های پلاستیکی ۲۷۷
- تصویر ۱۳. ۱. تخریب داخلی چوب بر اثر عملکرد قارچ‌های سفید باسیدیومایست‌ها ۲۸۸
- تصویر ۱۳. ۲. مقطع برش خورده یک نمونه چوب که نشان دهنده ایجاد رگه‌های ۲۸۹
- تصویر ۱۳. ۳. مقطع برش خورده یک نمونه چوب که حمله قارچی در آن آغاز شده ۲۹۰
- تصویر ۱۳. ۴. در این مقطع هیچ‌گونه مدرکی دال بر حمله قارچی وجود ندارد ۲۹۱
- تصویر ۱۳. ۵. سایش بر اثر شسته شدن و / یا فرسایش دیواره‌های نازک سلولی ۲۹۳
- تصویر ۱۳. ۶. هنگامی که چوب خشک است ترک‌های سطحی روی آن ۲۹۶
- تصویر ۱۳. ۷. تخریب درونی بسته ای توسط ارگانوسم‌هایی ایجاد می‌شوند ۲۹۷
- تصویر ۱۳. ۸. لیگنین‌زدایی که خارج شدن بعضی یا اکثر لیگنین تشکیل دهنده چوب از ۳۰۱
- تصویر ۱۴. ۱. پیل خوردگی کلاسیک ۳۰۴
- تصویر ۱۴. ۲. خوردگی حفره‌ای ۳۰۶
- تصویر ۱۴. ۳. سری گالوانیکی فلزات و آلیاژها ۳۰۷
- تصویر ۱۴. ۴. رسوب کلسیم کربنات می‌تواند از جنبه نظری یک لایه محافظ تأمین نماید ۳۱۲
- تصویر ۱۴. ۵. شکل نموداری تغییرات پتانسیل معمولی بر حسب تغییرات لگاریتم شدت جریان ۳۱۵
- تصویر ۱۴. ۶. درصد کاهش در خوردگی حفره‌ای با به‌کارگیری ۶۰ppm ترکیب ۳۱۶
- تصویر ۱۴. ۷. با افزایش هدایت الکتریکی، سرعت خوردگی نیز افزایش می‌یابد ۳۱۹
- تصویر ۱۴. ۸. اثر pH بر سرعت خوردگی ۳۲۰
- تصویر ۱۴. ۹. اثر غلظت اکسیژن بر خوردگی در دماهای مختلف ۳۲۰
- تصویر ۱۴. ۱۰. کوپن‌های فلزی قبلاً وزن شده، که در مسیر کنار گذر یک سیستم ۳۲۴
- تصویر ۱۵. ۱. یک پیل ساده خوردگی ۳۲۹
- تصویر ۱۵. ۲. سری گالوانیکی عملی فلزات و آلیاژها ۳۳۰
- تصویر ۱۵. ۳. تغییرات سرعت خوردگی با تغییرات دما ۳۳۹
- تصویر ۱۵. ۴. اثر دما بر خوردگی در آب ۳۴۶
- تصویر ۱۵. ۵. پیل گالوانیک حاصل از اختلاف دما ۳۴۷
- تصویر ۱۵. ۶. اثر دیواره داغ در مقیاس هشت برابر ۳۴۸
- تصویر ۱۵. ۷. توزیع سرعت در جریان آرام و مغشوش ۳۴۹
- تصویر ۱۵. ۸. اثر جریان مغشوش و هوای به تله افتاده بر خوردگی لوله چگالنده ۳۵۰
- تصویر ۱۵. ۹. حفره‌های کوچک خوردگی که به‌طور غیر منظم تصادفی توزیع شده‌اند ۳۵۴

- تصویر ۱۵. ۱۰. مقطع عرضی از یک حفره حاصل از اثر ضربه ۳۵۶
- تصویر ۱۵. ۱۱. اثر حمله ضربه‌ای در نزدیکی انتهای ورودی یک لوله چگالنده ۳۵۶
- تصویر ۱۵. ۱۲. حمله خوردگی ناشی از ترکیدن حباب ۳۵۸
- تصویر ۱۵. ۱۳. قطعه پهن و مسطح شده‌ای از یک لوله برنجی ۳۶۰
- تصویر ۱۵. ۱۴. قطعه پهن و مسطح شده‌ای از یک لوله برنجی ۳۶۰
- تصویر ۱۵. ۱۵. خوردگی حفره‌ای به‌وجود آمده در زیر یک رسوب متخلخل ۳۶۲
- تصویر ۱۵. ۱۶. خوردگی در شکاف حاصل بین لوله و صفحه نگهدارنده لوله ۳۶۴
- تصویر ۱۵. ۱۷. ترک‌های حاصل از خوردگی تنشی میان‌دانه‌ای ۳۶۵
- تصویر ۱۵. ۱۸. ترک‌های حاصل از خوردگی تنشی کنار دانه‌ای ۳۶۶
- تصویر ۱۵. ۱۹. ترک‌های حاصل از خوردگی تنشی ۳۶۶
- تصویر ۱۵. ۲۰. شیاردار شدن لوله‌های مسی توسط بخارات چگالیده شده اسیدی ۳۷۲
- تصویر ۱۵. ۲۱. کمپلکس سارکوزینات- فلز ۳۸۵
- تصویر ۱۵. ۲۲. آمینومتیلن فسفونیک اسید ۳۸۷
- تصویر ۱۵. ۲۳. یک- هیدروکسی اتیلیدن-۱،۱- دی فسفونیک اسید (HEDP) ۳۸۷
- تصویر ۱۵. ۲۴. بازدارنده‌های خوردگی مس تریازول آروماتیکی ۳۸۹
- تصویر ۱۵. ۲۵. ارزیابی آزمایشگاهی عملکرد یک بازدارنده ۳۹۸
- تصویر ۱۶. ۱. نمودار اندیس اشباع لانه‌لیه ۴۰۵
- تصویر ۱۶. ۲. رسوب‌نشینی غیر کریستالی می‌تواند به‌طور چشمگیری کارایی ۴۰۷
- تصویر ۱۶. ۳. مبدل حرارتی آزمایشگر وسیله‌ای بسیار مفید جهت پایش خوردگی ۴۱۲
- تصویر ۱۷. ۱. بازدارنده‌های رسوب‌نشینی از جنس مواد آلی طبیعی و مواد آلی ۴۱۶
- تصویر ۱۷. ۲. مقایسه حلالیت‌های کلسیم سولفات و کلسیم کربنات ۴۲۰
- تصویر ۱۷. ۳. پلیمری شدن وینیل ۴۳۰
- تصویر ۱۷. ۴. پلیمری شدن تراکمی ۴۳۰
- تصویر ۱۷. ۵. گروه‌های عاملی ۴۳۲
- تصویر ۱۷. ۶. اثر وزن ملکولی بر جذب سطحی ۴۳۳
- تصویر ۱۷. ۷. پل‌سازی ۴۳۴
- تصویر ۱۷. ۸. خنثی‌سازی بار الکتریکی ۴۳۵
- تصویر ۱۷. ۹. خاصیت پخش‌کنندگی ۴۳۶
- تصویر ۱۷. ۱۰. عکس‌های میکروسکوپ الکترونی نشان دهنده رسوب بلورین گچ ۴۳۹

- تصویر ۱۷. ۱۱. عکس‌های میکروسکوپ الکترونی نشان دهنده بلور کلسیم کرینات... ۴۴۰
- تصویر ۱۷. ۱۲. تست شیشه‌ی مبدل حرارتی... ۴۴۳
- تصویر ۱۷. ۱۳. واکنش EDTA با کلسیم... ۴۴۴
- تصویر ۱۷. ۱۴. واکنش NTA با کلسیم... ۴۴۴
- تصویر ۱۷. ۱۵. پلی‌اکریلات... ۴۴۶
- تصویر ۱۷. ۱۶. پلی‌متاکریلات... ۴۴۷
- تصویر ۱۷. ۱۷. مالئیک / متیل وینیل اتر... ۴۴۸
- تصویر ۱۷. ۱۸. استایرین / مالئیک... ۴۴۸
- تصویر ۱۷. ۱۹. پلی‌مالئیک انیدرید... ۴۴۹
- تصویر ۱۷. ۲۰. پلی‌مالئیک اسید... ۴۴۹
- تصویر ۱۷. ۲۱. آمین فسفات (AP)... ۴۵۰
- تصویر ۱۷. ۲۲. آمینومتیلن فسفونیک اسید... ۴۵۱
- تصویر ۱۷. ۲۳. یک-هیدروکسی اتیلیدن-۱،۱-دی فسفونیک اسید (HEDP)... ۴۵۱
- تصویر ۱۷. ۲۴. نمودار اندیس اشباع لانژه لیه... ۴۵۳
- تصویر ۱۸. ۱. رسوب آلی میکروبی می‌تواند باعث تخریب گسترده در یک... ۴۵۹
- تصویر ۱۸. ۲. خزها و جلبک‌های تک‌سلولی گلئوکاپسا می‌توانند توده‌های... ۴۶۱
- تصویر ۱۸. ۳. خزها و جلبک‌های رشته‌ای فیلامنتی، نظیر استیجئوکلونیوم... ۴۶۴
- تصویر ۱۸. ۴. عکس میکروسکوپ الکترونی اسکن شده یک رسوب آلی میکروبی... ۴۶۶
- تصویر ۱۸. ۵. میزان مفید بودن ماده میکروب‌کش در آزمایشگاه ارزیابی... ۴۷۱
- تصویر ۱۸. ۶. مقایسه کلی برنامه‌های کلر زنی... ۴۷۴
- تصویر ۱۸. ۷. کارایی عملکرد ضد میکروبی مواد میکروب‌کش فعال در سیستم خنک‌کننده... ۴۷۶
- تصویر ۱۸. ۸. دستگاه خودکار شمارشگر تجمع میکروبی می‌تواند به تعیین میزان... ۴۷۸
- تصویر ۱۸. ۹. فرمول تعیین میزان غلظت و تعداد دفعات تزریق ماده... ۴۸۰
- تصویر ۱۹. ۱. چهار طبقه‌بندی اصلی ارگانسیم‌ها و رابطه احتمالی تکاملی آنها... ۴۸۳
- تصویر ۱۹. ۲. سازمان سلولی در یک باکتری به صورت نمودار... ۴۸۵
- تصویر ۱۹. ۳. اساس ساختمان سلولی یک خز و جلبک... ۴۸۵
- تصویر ۱۹. ۴. اسیلاتوریا لیموزا... ۴۸۷
- تصویر ۱۹. ۵. دیاتومه بال دار پینولاریا... ۴۸۸

- تصویر ۱۹. ۶. دیاتومه بال دار ۴۸۹
- تصویر ۱۹. ۷. نوستوک میکروسکوپیک ۴۹۰
- تصویر ۱۹. ۸. نمونه‌ای از سلول‌های کوکسی ۴۹۳
- تصویر ۱۹. ۹. سلول‌های استوانه‌ای باسیلیوس ۴۹۴
- تصویر ۱۹. ۱۰. نمونه‌ای از سلول‌های اسپیریلیوم ۴۹۴
- تصویر ۱۹. ۱۱. حمله موضعی متمرکز بر لوله از جنس فولاد نرم معمولی ۴۹۷
- تصویر ۱۹. ۱۲. مثالی از رشد بیولوژیکی در یک مبدل حرارتی ۵۰۳
- تصویر ۱۹. ۱۳. رگه رگه شدن کامل در چوب برج خنک‌کننده بر اثر ۵۰۵
- تصویر ۱۹. ۱۴. سطح مقطع یک نمونه چوب نشان‌دهنده حمله درونی به آن ۵۰۶
- تصویر ۱۹. ۱۵. حمله سطحی بیولوژیکی پیشرفته روی چوب ۵۰۷
- تصویر ۱۹. ۱۶. نمونه‌ای از یک حمله سطحی شیمیایی روی چوب ۵۰۸
- تصویر ۱۹. ۱۷. آزمایش تعیین چگالی تجمع نسبی میکروبی ۵۱۳
- تصویر ۱۹. ۱۸. مراحل اجرایی انجام آزمایشگری تعیین ناحیه بازندگی ۵۱۴
- تصویر ۱۹. ۱۹. یک برنامه کنترل رشد میکروبیولوژیکی ۵۱۷
- تصویر ۱۹. ۲۰. اثر مقدار پی‌اچ بر شکل کلر آزاد در دسترس در آب ۵۲۲
- تصویر ۱۹. ۲۱. منحنی کلر تزریقی باقیمانده در پی‌اچ برابر ۷/۳ تا ۸/۵ بعد از ۵۲۳
- تصویر ۱۹. ۲۲. تغییرات حاصل در انرژی پتانسیل شیمیایی مربوط به انتقال ۵۳۴
- تصویر ۱۹. ۲۳. ترکیبات کربامات ۵۳۶
- تصویر ۱۹. ۲۴. کنترل باکتریایی با استفاده از یک ماده تولیدکننده ۵۳۳
- تصویر ۲۰. ۱. وضعیت داخل سطوح لوله‌های سه چهارم اینچی فولادی ۵۵۴
- تصویر ۲۱. ۱. سیستم خارج کننده کرومات با استفاده از دی‌اکسید گوگرد ۵۵۸
- تصویر ۲۱. ۲. مقدار مواد شیمیایی لازم برای کاهش کرومات توسط دی‌اکسید گوگرد ۵۵۹
- تصویر ۲۱. ۳. سیستم خارج کردن کرومات به روش الکتروشیمیایی ۵۶۲
- تصویر ۲۱. ۴. نمونه فرایند معاوضه یون ۵۶۵
- تصویر ۲۱. ۵. نتایج حاصل از آزمایش نرم‌سازی آب تغلیظ شده تخلیه شونده برج خنک‌کننده ۵۶۷
- تصویر ۲۲. ۱. نمودار اندیس اشباع لانه‌لیه ۵۸۳

فهرست جداول

- جدول ۱.۷. مشخصه‌های آب به‌عنوان تابعی از تعداد چرخهٔ تغلیظ آن ۱۴۳
- جدول ۲.۷. تعداد حداکثر چرخهٔ تغلیظ بر اساس گچ ۱۴۵
- جدول ۱.۱۲. مقادیر [pK₂-pK_s] ۲۴۲
- جدول ۲.۱۲. فاکتور رسوب‌نشینی کریستالی F₁ (دما) ۲۴۶
- جدول ۳.۱۲. فاکتور رسوب‌نشینی کریستالی F₂ (فسفات) ۲۴۷
- جدول ۴.۱۲. فاکتور رسوب‌نشینی کریستالی F₃ (کلسیم) ۲۴۷
- جدول ۵.۱۲. فاکتورهای رسوب‌نشینی کریستالی F₄ (pH) ۲۴۸
- جدول ۶.۱۲. داده‌های لازم برای به‌کارگیری گلوله‌های اسفنجی تاپ روژ ۲۵۱
- جدول ۷.۱۲. شرایط حفاظت از سیستم تنفسی و چشم‌ها در اثنای ۲۸۰
- جدول ۱.۱۵. ولتاژ اضافی کاتدی هیدروژن روی فلزات معمولی ۳۳۵
- جدول ۲.۱۵. عوامل مؤثر بر خوردگی ۳۵۲
- جدول ۳.۱۵. شرایط سیستم خنک‌کنندهٔ گردش ۳۹۸
- جدول ۴.۱۵. سرعت‌های معمول خوردگی تحت شرایط سیستم خنک‌کنندهٔ گردش ۳۹۹
- جدول ۵.۱۵. سرعت‌های خوردگی یک نمونه سیستم خنک‌کنندهٔ گردش ۳۹۹
- جدول ۱.۱۷. ۴۵۲
- جدول ۲.۱۷. ۴۵۴
- جدول ۱.۱۹. شرایط رشد خزها و جلبک‌ها ۴۸۶
- جدول ۲.۱۹. شرایط رشد قارچ‌ها ۴۹۲
- جدول ۳.۱۹. شرایط رشد باکتری‌ها ۴۹۶
- جدول ۱.۲۲. ۵۸۳
- جدول ۲.۲۲. ۵۸۸

پیشگفتار

شیمی نیروگاه عنوانی مهم و گسترده است که از اجزای متنوع و متعددی تشکیل می‌شود. در واقع آنچه امروز تحت عنوان "علم شیمی نیروگاه" با آن سروکار داریم، دستاورد ده‌ها سال تحقیق و پژوهش و آزمون و خطای گروه کثیری از دانشمندان جهان است که هر یک به نوبه خود در تکمیل و رشد این شاخه از علم کوشیده‌اند.

با احداث اولین نیروگاه حرارتی در سال ۱۲۸۴ شمسی، ایران نیز به زمره کشورهای مصرف‌کننده صنعت نیروگاهی پیوست و به فاصله کوتاهی نیروگاه‌های تولید برق یک به یک وارد مدار شدند. فناوری‌های نوین، فضاهای جدید می‌طلبیدند و از این رو بود که علوم نیروگاهی رونق گرفتند، دانشگاه‌ها به پرورش دانشجویان مستعد همت گماشتند و محافل پژوهشی داخل کشور به تحقیق در زمینه‌های تخصصی پرداختند. در میان رشته‌های مختلف مورد توجه، علم شیمی نیروگاه به دلیل نقش حیاتی‌اش در مباحث کاربردی، اهمیتی دوچندان یافت و به سرعت جای خود را در میان علوم جدید گشود.

در این قریب به سی سالی که در دانشگاه‌های ایران عزیزمان مشغول تدریس و فعالیت در زمینه مسائل مرتبط با شیمی نیروگاه بودم همواره دانشجویان و کارآموزانی را می‌دیدم که به‌رغم انگیزه و پشتکار فراوان از کمبود منابع دست اول نیروگاهی دچار مشکل بودند. از سویی به دلیل تکنولوژی گران و منحصربه‌فرد هر نیروگاه، منابع مرجع به طبع در اختیار همگان قرار نداشت و نیز متون موجود غالباً به زبان انگلیسی و با اصطلاحات تخصصی فراوان چاپ شده بود که این مهم کار را بر خوانندگان فارسی‌زبان دشوارتر می‌کرد. حاصل دغدغه‌هایم در این سال‌ها پیرامون پاسخ به این نیاز اساسی دانشجویان و کارآموزان، تدوین کتاب‌هایی در حیطه شیمی نیروگاه است که انشالله از این پس به تدریج چاپ می‌شود و در دسترس علاقه‌مندان قرار می‌گیرد.

هرچه از دیدگاه‌های متنوع‌تری به مسئله نگریسته شود، شناخت نسبتاً جامع‌تری از آن به‌دست می‌آید، به همین دلیل، در هر یک از کتاب‌های این مجموعه، موضوعی خاص بررسی می‌شود. اساس بر این است که نظرات مراجع معتبر علمی جهان در هر زمینه بیان شوند تا خواننده شناختی نسبتاً جامع از موضوع مورد بررسی به‌دست آورد.

اولین کتاب این مجموعه، که با عنوان "رسوب‌گذاری، خوردگی و میکروارگانیسم‌ها در انواع

سیستم‌های آب خنک‌کننده و روش‌های پیشگیری و کنترل آنها" تقدیم حضورتان می‌گردد، از سه بخش اصلی تشکیل شده است:

در بخش اول تاریخچه و مفهوم شیمی نیروگاه، اجزای تشکیل دهنده آن و اهمیت هر یک و شرح وظایف افراد مرتبط با آن و عملکرد صحیح‌شان در ارتباط با بهره‌برداری بهینه از سیستم‌های صنعتی و نیروگاهی بررسی می‌شوند.

در بخش دوم انواع سیستم‌های آب خنک‌کننده با توجه به کاربردهای تجاری، صنعتی و نیروگاهی آنها معرفی شده و اجزای تشکیل دهنده آنها از زوایای مختلف بحث می‌شوند.

در بخش سوم پس از مطالعه انواع مسائل و مشکلات سیستم‌های آب خنک‌کننده، روش‌های مختلف پیشگیری و کنترل آنها پیشنهاد می‌شوند.

در فصل آخر کتاب نیز مفاهیم و اصطلاحات مرتبط با سیستم‌های آب خنک‌کننده تحت عنوان "فرهنگ اصطلاحات شیمی نیروگاه" آورده شده است.

امیدوارم این مجموعه کتاب‌ها با کتابی مستقل و مجزا با عنوان "مفاهیم شیمی نیروگاه" شامل اکثریت اصطلاحات و مفاهیم مرتبط با شیمی نیروگاه پایان پذیرد.

در این مجموعه سعی شده است مفاهیم و معادل‌های فارسی انتخابی برای اصطلاحات تخصصی، به‌رغم اینکه به رشته‌های علوم و مهندسی متنوعی مربوط می‌شوند، با دقت و رعایت ظرافت فنی انتخاب شوند؛ با این حال ممکن است صاحب‌نظران و کارشناسان رشته‌ها و گرایش‌های مختلف، معادل‌های صحیح‌تر و مطلوب‌تر در نظر داشته باشند. پیشاپیش از تذکرات و پیشنهاد‌های استادان، صاحب‌نظران و کارشناسان دلسوز و علاقه‌مند استقبال می‌کنم و نظرات اصلاحی و انتقادات سازنده‌شان را به دیده منت خواهم گزارد. (Ali.Zarei.T@gmail.com)

در پایان از یکایک عزیزانی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در تهیه این اثر نقش داشته و مساعدت نموده‌اند تشکر می‌کنم. از افراد خانواده‌ام، که همواره مشوق بنده بوده‌اند و اوقاتی که می‌بایست به آنها اختصاص می‌یافته صرف این کتاب شده است، تا تک تک افرادی که در سال‌های متمادی در کلاس‌ها و مناسبت‌های مختلف، در مورد مطالب و موضوع‌های مطرح شده در کتاب اظهار نظر نموده‌اند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم و قدرشناسی خالصانه خود را به آنها تقدیم می‌دارم.

امیدوارم مطالب عرضه شده در این مجموعه بتواند گامی هر چند کوچک در جهت روشن‌تر شدن اهمیت شیمی نیروگاه و شناخت مشکلات مرتبط با آن بردارد و به بهره‌برداری، نگهداری و کنترل مناسب‌تر و آگاهانه‌تر از سیستم‌های تحت مسئولیت‌مان منجر شود.

علی زارعی

۱۳۹۴