



آب شیرین کن های اسمز معکوس

(فرایند، طراحی، بهره برداری و نگهداری)

نویسنده:

دکتر ولی علی پور



انتشارات آوای قلم

سرشناسه	: علی پور، ولی، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: آب شیرین کن های اسمز معکوس (فرایند، طراحی، بهره برداری و نگهداری) / ولی علی پور.
مشخصات نشر	: تهران: آوای قلم، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	: ۴۷۸ص.: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۷۶۵۲-۸۰-۲
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: واژه نامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۴۵۸-۴۵۲.
موضوع	: آب -- تصفیه -- فرایند اسمز معکوس Water -- Purification -- Reverse osmosis process صنعت -- تامین آب Industrial water supply
رده بندی کنگره	: TD۴۳۰
رده بندی دیویی	: ۱۶۲/۶۲۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۱۴۴۲۱۹

نام کتاب:

آب شیرین کن های اسمز معکوس (فرایند، طراحی، بهره برداری و نگهداری)

نویسنده:	دکتر ولی علی پور	تاریخ نشر:	۱۴۰۲
ناشر:	انتشارات آوای قلم	نوبت چاپ:	اول
ناشر همکار:	دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان	شمارگان:	۳۰۰ جلد
صفحه آرایبی:	انتشارات آوای قلم	شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۷۶۵۲-۸۰-۲
طراحی جلد:	انتشارات آوای قلم	قیمت:	۴۵۰۰۰۰ تومان

این کتاب، در جلسه کمیته تالیف و ترجمه دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی هرمزگان مطرح گردید و جهت چاپ مورد تایید قرار گرفت.

شماره تماس انتشارات: ۶۶۵۹۱۵۰۴-۶۶۵۹۱۵۰۵ همراه: ۰۹۲۱۲۰۵۷۷۵۱

فروشگاه کتاب چاپی و الکترونیکی: www.avapublisher.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع و شرعاً حرام است.
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

تقدیم به:

- دستان پینه‌بسته پدرم.
- صلابت و صبوری مادرم.
- همدلی و عشق بی‌پایان همسرم.
- صفا و دل‌پاکی پسر (مهندس جوانم که پا جای پای پدر گذاشته).
- پشتکار و سخت‌کوشی دخترم.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۹	مقدمه ناشر
۲۰	مقدمه مؤلف
۲۱	مقدمه شرکت آب و فاضلاب

فصل اول: نمک زدایی آب

۲۴	مقدمه
۲۵	تاریخچه نمک زدایی
۲۵	جغرافیای آب شیرین کن
۲۶	فناوری های نمک زدایی آب
۲۶	انواع آب شیرین کن
۲۸	فرایندهای نمک زدایی حرارتی آب
۲۹	فرایند تبخیر ناگهانی (MSF)
۳۰	تقطیر چندمرحله ای (MED)
۳۲	تراکم مکانیکی بخار و تراکم بخار مکانیکی (MVC)
۳۳	روش الکتریکی - الکترودیالیز ED
۳۳	فرآیندهایی با نیروی عامل فشار
۳۴	میکروفیلتراسیون
۳۴	اولترافیلتراسیون
۳۵	نانو فیلتراسیون (NF)
۳۶	اسمز رو به جلو
۳۶	اسمز معکوس
۳۸	اساس کار اسمز و اسمز معکوس
۳۸	عوامل مؤثر بر کارکرد سیستم اسمز معکوس
۴۱	آب شیرین کن های ترکیبی
۴۱	آب شیرین کن ترکیبی MSF-RO
۴۱	آب شیرین کن ترکیبی NF-MSF
۴۲	آب شیرین کن ترکیبی NF-RO-MSF
۴۳	جهت گیری نمک زدایی در آینده

فصل دوم: پیش تصفیه

۴۶	مقدمه
۴۷	آبگیر و سیستم برداشت و انتقال آب دریا
۴۸	گنجایش و تعداد آبگیر
۴۸	تقسیم‌بندی آبگیرها بر اساس چگونگی ساخت
۴۸	- آبگیر شناور
۴۹	- آبگیر مستغرق
۵۰	- آبگیرهای برجی
۵۲	- آبگیرهای ساحلی
۵۲	- آبگیر اسکله‌ای
۵۳	- چاه سیفونی
۵۴	- چاه آبگیر
۵۶	انتخاب محل آبگیر
۵۶	واحدهای عملیاتی و فرایندی پیش تصفیه
۶۰	انواع مختلف منابع آب خوراک
۶۱	آب دریا
۶۲	آب‌های لب‌شور
۶۳	پیش تصفیه آب‌های مخازن با کیفیت بالا
۶۴	پیش تصفیه آب‌های با نرخ جلبک، رنگ و TOC بالا
۶۵	پیش تصفیه آب‌های سخت
۶۶	پیش تصفیه آب زیرزمینی
۶۷	پیش تصفیه زدایش آهن یا منگنز
۶۸	پیش تصفیه متداول
۶۸	آشغال‌گیرها
۶۸	زالال‌سازی
۶۹	انعقاد و لخته‌سازی
۷۰	لخته‌سازی
۷۰	ته‌نشینی
۷۱	پالایش (صاف‌سازی)

۷۲	.....	فیلترهای کربنی
۷۳	.....	فیلتر کارتریج
۷۴	.....	فیلتر کارتریج چین دار
۷۴	.....	فیلتر کارتریج نمدی
۷۵	.....	فیلتر نخ تاب
۷۶	.....	محفظه فیلتر کارتریج
۷۶	.....	انواع فیلترهای کارتریج موجود در صنعت
۷۷	.....	مقایسه پیش تصفیه غشایی و متداول
۷۹	.....	پیش تصفیه آب دریا پیش از فیلتراسیون غشایی
۸۰	.....	ملاحظات در انتخاب بین فرآیند میکروفیلتراسیون و اولترافیلتراسیون

فصل سوم: المان های نمک زدایی

۸۴	.....	مقدمه
۸۴	.....	پیوستگی فرآیند
۸۸	.....	آرایش سامانه های نمک زدایی
۸۸	.....	سیستم تک ماژولی
۹۰	.....	سیستم تک مرحله ای
۹۱	.....	سامانه چند مرحله ای
۹۱	.....	برگشت جریان یک سوپه بر حسب جریان شورآبه
۹۴	.....	سیستم نفوذ مرحله ای
۹۶	.....	طراحی های خاص
۹۶	.....	طراحی سیستم غشا
۹۷	.....	راهنمای طراحی برای المان های با اندازه متوسط
۹۹	.....	گام های طراحی سیستم غشا
۱۰۵	.....	طرح کارکرد سیستم
۱۰۸	.....	پارامترها و معادلات طراحی
۱۰۹	.....	روش محاسبه المان به المان
۱۰۹	.....	روش محاسبه کل سیستم
۱۰۹	.....	تعیین فشار عملیاتی
۱۱۰	.....	تعیین بازده سیستم

۱۱۰	آزمایش‌های پایلوت
۱۱۰	اجزای سیستم
۱۱۰	پمپ فشارقوی
۱۱۱	وسل‌های تحت فشار
۱۱۲	سامانه‌های بازیابی انرژی
۱۱۳	کلیدهای خاموش کردن
۱۱۴	شیرآلات
۱۱۵	ابزار کنترلی
۱۱۶	مخازن
۱۱۷	ملاحظات طراحی سیستم برای کنترل کارکرد میکروبی
۱۱۸	نظریات طراح سامانه برای عیب‌یابی بهتر
۱۱۹	فضای مناسب و قابل دسترس برای جایگذاری و عیب‌یابی سیستم
۱۱۹	اتصالات نمونه‌برداری و پایش
۱۲۰	ملزومات شستشوی هر مرحله به‌طور جداگانه
۱۲۰	توانایی فلاش کردن آب شیرین
۱۲۱	تجهیزات اندازه‌گیری SDI و نقاط اتصال در سیستم
۱۲۱	آزمایشگاه آب در محل تأسیسات

فصل چهارم: غشا و ساختار آن

۱۲۴	مقدمه
۱۲۴	طبقه‌بندی غشا
۱۲۵	غشاهای همسان
۱۲۶	غشاهای ناهمسان
۱۲۷	طبقه‌بندی بر اساس شکل
۱۲۸	طبقه‌بندی غشاهای نامتقارن بر اساس شکل هندسی
۱۲۸	طبقه‌بندی بر اساس ساختار شیمیایی
۱۲۹	سلولز و استات سلولز
۱۳۰	پلی‌سولفون
۱۳۱	پلی‌اتر سولفون
۱۳۱	پلی‌اکریلونیتریل

۱۳۲	پلی اتر امید
۱۳۳	پلی کربنات (PC)
۱۳۳	پلی آمید
۱۳۴	پلیمید
۱۳۴	پلی اتر- اتر کتون ها
۱۳۴	پلی فتالازین اتر سولفون کتون
۱۳۵	پلی اتر بلاک آمید
۱۳۵	پیکربندی غشا
۱۳۵	ماژول صفحه‌ای
۱۳۷	ماژول‌های صفحه‌ای ماریچی
۱۳۸	ماژول‌های لوله‌ای
۱۳۹	ماژول‌های الیافی
۱۴۲	پیشرفت‌های جدید در پیکربندی‌های ماژول

فصل پنجم: طراحی واحدهای پیش تصفیه و نمک زدایی

۱۴۴	مقدمه
۱۴۴	دوره طرح
۱۴۵	مرحله‌بندی عملیات اجرایی (ماژولاسیون)
۱۴۶	مبانی کمی آب شیرین کن نمونه‌وار
۱۴۷	مبانی کیفی آب شیرین کن نمونه‌وار
۱۴۹	انتخاب فرایند پیش تصفیه
۱۵۱	لوله و لوله‌کشی در آب شیرین کن
۱۵۲	فرآیند نمک‌زدایی اسمز معکوس
۱۵۳	فرآوری آب محصول و تولید آب آشامیدنی
۱۵۴	طراحی المان‌های اسمز معکوس
۱۵۴	انتخاب طول محفظه المان غشا
۱۵۵	اسکلت ساختمانی RO
۱۵۷	طراحی و جنس لوله‌ها
۱۵۹	اندازه لوله
۱۶۰	وسل‌هایی که به‌طور کامل از غشا پر نشده‌اند

۱۶۱	طراحی شاه‌لوله آب تولیدی
۱۶۱	تقلیل فشار زیاد
۱۶۱	طراحی المان‌های هر ردیف
۱۶۲	نرخ جریان محصول مطلوب
۱۶۳	فشار رانش مطلوب غشا

فصل ششم: راه‌بری و بهره‌برداری

۱۶۶	مقدمه
۱۶۷	جایگذاری المان‌های غشایی
۱۶۸	چفت کردن وسل تحت فشار
۱۷۰	راه‌اندازی اولیه
۱۷۰	کارکردهای پیش از راه‌اندازی و انجام بازمینی
۱۷۱	موارد قابل بررسی پیش از راه‌اندازی
۱۷۳	مراحل راه‌اندازی سیستم اسمز معکوس
۱۷۳	نمونه‌ای از مراحل راه‌اندازی
۱۷۵	راه‌اندازی و تثبیت کارکرد سیستم
۱۷۵	راه‌اندازی
۱۷۵	بهره‌برداری و مشکلات پیش رو
۱۷۷	گرفتگی غشا و انواع آن
۱۸۰	انواع گرفتگی‌های غشا
۱۸۳	روش‌های زدایش سیلیکا
۱۸۴	جلوگیری از تشکیل رسوب
۱۸۴	محاسبه پتانسیل تشکیل رسوب
۱۸۵	محاسبه غلظت نمک در آب تغلیظ شده RO
۱۸۵	محیط نگهداری از ضد رسوب
۱۸۶	واحد تزریق ضد رسوب
۱۸۶	دوزینگ پمپ تزریق ضد رسوب
۱۸۷	نصب دوزینگ پمپ
۱۸۸	دوز تزریق ضد رسوب
۱۸۹	حل مشکلات عملیاتی سامانه‌های اسمز معکوس

۱۸۹	کاهش حذف نمک
۱۹۱	نصب حسگر در وسل المان (در آرایش مارپیچی)
۱۹۳	آزمایش یک المان به‌طور جداگانه
۱۹۳	علل و چگونگی جلوگیری از کاهش دفع نمک در المان‌های ابتدایی هر ماژول
۱۹۴	تزریق بیش از حد اسید
۱۹۷	حمله مواد اکسید کننده در غشا پلی آمید
۱۹۷	نبود موازنه هیدرولیکی
۱۹۸	مبدل حرارتی نامناسب
۱۹۹	پدیده کمپلکس X
۲۰۰	بازدهی بیش از حد سیستم RO
۲۰۴	pH زیاد آب خوراک
۲۰۵	وجود بیش از حد باکتری
۲۰۷	شستشوی غشا در محل (CIP)
۲۱۴	برگشت شورآبه از طریق مسیر دور ریز به داخل سیستم
۲۱۴	کاهش دفع نمک در المان‌های پایانی
۲۱۵	دلایل کاهش یکنواخت دفع نمک و راه‌های جلوگیری از آن
۲۱۷	فشار زیاد آب تولیدی
۲۱۸	حمله باکتری‌ها
۲۱۸	مسدود شدن شاهراه
۲۱۸	تخلیه آب سیستم در زمان از سرویس خارج بودن
۲۱۹	مشکلات ساخت المان RO
۲۲۰	جابجایی المان‌های غشا
۲۲۲	عوامل محیطی
۲۲۲	قرار گرفتن در معرض تابش مستقیم نور خورشید
۲۲۲	نشستی در مبدل‌های حرارتی
۲۲۲	شستشوی شیمیایی نادرست
۲۲۳	دلایل افزایش اختلاف فشار و راه‌های جلوگیری از آن
۲۲۵	اصلاح بستر فیلتر
۲۲۶	خرابی پره‌های پمپ
۲۲۷	پدیده تلسکوپی شدن

۲۲۷	افزایش اختلاف فشار در المان‌های پایانی سیستم
۲۲۸	بازدهی بیش از حد سیستم
۲۲۹	افزایش ناگهانی اختلاف فشار: خرابی آب‌بندی آب دورریز
۲۲۹	آلودگی تجهیزات شستشوی شیمیایی
۲۲۹	افزایش یکنواخت اختلاف فشار دو سر سیستم (نشستی شیرها)
۲۲۹	مشکلات غیرقابل حل
۲۳۰	دستگاه آزمایش تک المان
۲۳۱	خلاصه مراحل رفع اشکال در زمان کاهش دفع املاح
۲۳۱	کاربرد روش‌های آزمایشگاهی در رفع مشکلات RO
۲۳۱	آزمایش و بازرسی
۲۳۲	بازرسی چشمی
۲۳۲	عدم حلالیت در اسید
۲۳۳	آزمایش معرف رنگ
۲۳۴	بازرسی میکروسکوپی
۲۳۵	اسپکتروسکوپی اشعه مادون قرمز (FTIR)
۲۳۸	مشکلات بهره‌برداری ناشی از گرفتگی غشا
۲۳۸	نشانه‌ها و دلایل بروز مشکل در بهره‌برداری سیستم RO و روش‌های اصلاحی
۲۳۸	کاهش میزان تولید آب شیرین
۲۳۸	کاهش میزان آب تولیدی در صورت عدم تغییر در شاخص میزان گذر نمک
۲۴۱	کاهش دبی آب تولیدی و افزایش میزان شاخص گذر نمک
۲۴۲	روش‌های مقابله با کاهش دبی آب تولیدی و افزایش گذر نمک
۲۴۴	افزایش شاخص گذر نمک
۲۴۵	افزایش شاخص گذر نمک و افزایش دبی تولیدی
۲۴۵	افزایش اختلاف فشار
۲۴۷	شستشوی شیمیایی غشا
۲۴۸	الزامات شستشوی شیمیایی
۲۴۹	تجهیزات شستشوی شیمیایی
۲۵۰	دستور کار شستشوی شیمیایی غشا
۲۵۱	تأثیر pH بر زدایش گرفتگی غشا
۲۵۲	مواد شیمیایی مورد نیاز در فرایند شستشوی غشا

۲۵۳	.....	دستور کار شستشو و مواد شیمیایی مورد نیاز به تفکیک نوع گرفتگی
۲۵۳	.....	رسوب سولفات
۲۵۴	.....	رسوبات کربنات
۲۵۵	.....	گرفتگی آهن
۲۵۶	.....	گرفتگی ناشی از مواد آلی
۲۵۷	.....	گرفتگی بیولوژیکی
۲۵۷	.....	رفع عیب مشکلات بهره‌برداری سیستم RO
۲۶۱	.....	روش‌های ارزیابی کارکرد غشا اسمز معکوس
۲۶۱	.....	ارزیابی کارکرد غشا اسمز معکوس
۲۶۷	.....	افزودن مواد معدنی
۲۶۹	.....	مواد شیمیایی مورد استفاده در تصفیه آب
۲۶۹	.....	مواد شیمیایی کلرزا
۲۶۹	.....	مواد ضد رسوب و پخش‌کننده
۲۷۰	.....	متابیتی سولفیت سدیم
۲۷۰	.....	سولفیت سدیم
۲۷۱	.....	سدیم سیلیکات
۲۷۲	.....	کلر و ترکیبات آن
۲۷۲	.....	کلر مایع (Cl ₂)
۲۷۲	.....	هیپوکلریت کلسیم (پرکلرین)
۲۷۲	.....	هیپوکلریت سدیم (NaOCl)
۲۷۳	.....	سود سوزآور یا هیدروکسید سدیم (NaOH)
۲۷۳	.....	کلر مایع
۲۷۳	.....	کلرید فریک
۲۷۳	.....	کلرید آهن مایع
۲۷۳	.....	کلسیم کلراید خوراکی
۲۷۴	.....	کلرید کلسیم
۲۷۴	.....	کلراید منیزیم خوراکی
۲۷۴	.....	سولفات آهن خشک
۲۷۵	.....	بی‌کربنات‌ها
۲۷۵	.....	مواد ضد رسوب

۲۷۶	ضد رسوب پایه فسفات (فسفونات)
۲۷۶	ضد رسوب‌های نوع ترکیبی
۲۷۷	ضد رسوب پایه پلیمری
۲۷۸	کوپلیمرهای اسید اکریلیک و ۲-اکریلامیدو-۲-متیل پروپان سولفونات PAA/AMPS
۲۷۸	کوپلیمر اکریلیک آکریلات سولفونات (۲-اکریلامیدو-۲-متیل پروپان سولفونیک اسید) AMPS
۲۷۹	اسید اتیدرونیک یا ۱-هیدروکسی اتیلیدن-۱،۱-دی فسفونیک اسید (HEDP)
۲۷۹	دی اتیلن تری امین متیلن فسفونیک اسید DTPMP
۲۸۰	۲-فسفونو بوتان-۱،۲،۴ تری کربوکسیلیک اسید (PBTC)
۲۸۰	اسید کربوکسیلیک فسفینو (PCA)
۲۸۱	پلیول فسفات استرها
۲۸۱	اسیدهای آلی
۲۸۲	اسیدهای معدنی
۲۸۲	مکانیسم عملکرد ضد رسوبها
۲۸۴	عوامل مؤثر بر عملکرد ضد رسوبها
۲۸۵	شاخص‌های سنجش عملکرد ضد رسوب
۲۸۵	شاخص ترسیب ضد رسوب (API)
۲۸۶	مواد شستشودهنده
۲۸۶	خاموش کردن سامانه‌های اسمز معکوس

فصل هفتم: کنترل خوردگی

۲۹۰	مقدمه
۲۹۰	روش‌های تشخیص و پیش‌بینی خوردگی
۲۹۱	شاخص‌های خوردگی
۲۹۲	شاخص لانژلیه (LI) یا شاخص اشباعیت لانژلیه (SI)
۳۰۰	شاخص رایزنر ^۲ (RI) یا شاخص پایداری رایزنر ^۳ (SI)
۳۰۲	شاخص پوکوریوس
۳۰۲	سایر شاخص‌های خوردگی
۳۰۲	روش کاهش وزن
۳۰۴	کنترل خوردگی
۳۰۴	استفاده از رنگ مناسب

۳۰۵	تعیین رنگ تجهیزات مستغرق
۳۰۶	پوشش پیشنهادی برای تجهیزاتی که در معرض نور خورشید و هوای آزاد قرار دارند
۳۰۶	آماده‌سازی سطح برای پوشش
۳۰۷	سیستم پوشش‌دهی قطعات مستغرق
۳۰۸	تعیین میزان خوردگی در لوله‌ها و مخازن فلزی با استفاده از ضخامت‌سنج فلزی
۳۰۹	تجهیزات مدفون در زیرزمین
۳۰۹	انجام آزمایش بر روی خاک
۳۱۰	تجهیزات در معرض هوا در آب‌شیرین‌کن
۳۱۰	سازه‌های بتنی و فلزی
۳۱۱	سازه‌های بتنی
۳۱۱	سازه‌های فولادی
۳۱۲	قید و بست‌ها شامل انواع پیچ و مهره و ...
۳۱۳	سازه‌های ساخته‌شده با فلز
۳۱۳	هندریل‌ها و گری‌تینگ
۳۱۴	تجهیزات مکانیکی
۳۱۴	لوله‌ها
۳۱۴	لوله‌کشی‌ها در ایستگاه‌های پمپاژ
۳۱۷	دریچه‌ها و سرریزها
۳۱۷	تجهیزات الکتریکی
۳۱۷	محل‌های گذر سیم
۳۱۸	کلیدهای کنترلی و مراکز کنترل موتور (MCCs)
۳۱۸	ابزارهای دقیق و سامانه‌های کنترلی
۳۱۹	سامانه‌های انتقال مواد شیمیایی
۳۱۹	گاز کلر
۳۱۹	کلرید آهن ($FeCl_3$)
۳۱۹	پر اکسید هیدروژن (H_2O_2)
۳۱۹	هیدروکسید سدیم و هیپوکلریت سدیم
۳۲۱	اسید سولفوریک غلیظ
۳۲۱	حفاظت کاتدی
۳۲۱	تأسیسات RO با TDS شورآبه کمتر از ۷۰۰۰ میلی گرم در لیتر

۳۲۲	تأسیسات با RO با TDS شورآبه بیش از ۷۰۰۰ میلیگرم در لیتر
۳۲۳	کنترل رسوب گذاری
۳۲۳	روش های جلوگیری از تشکیل رسوب

فصل هشتم: حفاظت از محیط زیست

۳۲۸	مقدمه
۳۲۹	تخلیه شورآبه
۳۳۳	افزایش شوری آب دریا
۳۳۳	کلر در شورآبه
۳۳۴	فلزات سنگین در شورآبه
۳۳۴	آمونیاک غیر یونیزه شده
۳۳۵	مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای
۳۳۶	اثر زیست محیطی آب شیرین کن ها بر منطقه
۳۳۶	اکوسیستم خلیج فارس
۳۳۶	جنگل های حرا
۳۳۷	مرغزارهای علف دریایی
۳۳۷	مرجان ها
۳۳۷	مدیریت زیست محیطی آلاینده های منتشره از آب شیرین کن ها
۳۳۸	محل و چگونگی ساختار خروجی و دفع پساب
۳۴۰	روش های مدیریت شورآبه
۳۴۱	تبخیر کننده مه توربو و استخر تبخیر
۳۴۲	استفاده از برکه های تبخیر
۳۴۳	تخلیه به سیستم فاضلاب روهای موجود
۳۴۳	تزریق در چاه های عمیق
۳۴۳	پاشش بر روی زمین های شور
۳۴۳	تخلیه پس از آب گیری کامل (تخلیه مایع به نرخ صفر)
۳۴۶	مدیریت کاهش اثرات بد آب شیرین کن ها بر محیط زیست خلیج فارس
۳۴۷	استفاده دوباره از شورآبه

فصل نهم: بهداشت کار و ایمنی

۳۵۰	.....	مقدمه
۳۵۰	.....	بهداشت کار در محیط آب شیرین کن
۳۵۱	.....	روشنایی
۳۵۲	.....	سر و صدا
۳۵۳	.....	سرما
۳۵۴	.....	گرما
۳۵۴	.....	تشعشع (تابش اشعه ماوراء بنفش)
۳۵۴	.....	مخاطرات محتمل در آب شیرین کن های اسمز معکوس
۳۵۵	.....	مخاطرات برقی
۳۵۶	.....	راه های کاهش خطرات
۳۵۸	.....	مخاطرات مکانیکی
۳۵۹	.....	سامانه های حرارتی
۳۵۹	.....	سامانه های تحت فشار
۳۶۰	.....	سامانه های جابجایی و انتقال
۳۶۱	.....	سایر مخاطرات فیزیکی
۳۶۲	.....	آتش سوزی
۳۶۳	.....	گردوغبار و دود و مه
۳۶۳	.....	مخاطرات شیمیایی
۳۶۴	.....	آهک
۳۶۵	.....	اقدامات پیشگیرانه
۳۶۶	.....	مخاطرات ارگونومیک در آب شیرین کن ها
۳۶۷	.....	مقررات عمومی ایمنی ضروری در سایت آب شیرین کن
۳۷۰	.....	مخاطرات و اقدامات پیشگیرانه اختصاصی در هر واحد آب شیرین کن
۳۷۰	.....	ایمنی در آبگیر و تلمبه خانه
۳۷۱	.....	واحد آشغال گیری
۳۷۱	.....	واحد ته نشینی پیش تصفیه
۳۷۳	.....	ایمنی در واحد گندزدایی
۳۷۶	.....	دستور کار جایگزینی سیلندرها

۳۷۷	.....	مخاطرات سیستم گندزدایی با اشعه فرابنفش
۳۷۷	.....	مخاطرات سیستم تزریق گاز ازن
۳۷۸	.....	ایمنی در المان‌های نمک‌زدایی
۳۸۰	.....	ایمنی برای استفاده از ضد رسوب
۳۸۱	.....	ایمنی در آزمایشگاه
۳۸۵	.....	تعمیرگاه
۳۸۶	.....	واحدها و تأسیسات برقی
۳۸۶	.....	اتاق ژنراتور
۳۸۶	.....	اتاق تابلوهای برق

فصل دهم: نیروی انسانی

۳۸۸	.....	نیروی انسانی
۳۹۳	.....	مسئولیت‌های اپراتور آب‌شیرین‌کن
۳۹۵	.....	دوره‌های آموزشی

فصل یازدهم: اقتصاد آب شیرین‌کن

۴۱۰	.....	هزینه‌های آب‌شیرین‌کن
۴۱۲	.....	سایر هزینه‌های سرمایه
۴۱۲	.....	مهندسی، ساخت‌وساز و مدیریت پروژه
۴۱۲	.....	مجوز
۴۱۲	.....	هزینه زمین
۴۱۳	.....	زمین مورد نیاز
۴۱۷	.....	برآورد هزینه سرمایه‌گذاری غیرمستقیم
۴۱۷	.....	هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری
۴۱۸	.....	انرژی
۴۱۹	.....	هزینه جایگزینی غشا
۴۲۰	.....	هزینه انتشار
۴۲۱	.....	اصول ریاضی بحث‌های اقتصادی
۴۲۴	.....	روش‌های ارزیابی مالی
۴۲۴	.....	الف- روش نرخ بازده ساده سرمایه‌گذاری

۴۲۵	ب- روش دوره برگشت سرمایه
۴۲۶	ج- روش ارزش خالص کنونی
۴۲۷	د- روش نرخ بازده داخلی
۴۲۸	مدل هزینه- تولید
۴۲۸	هزینه سرمایه سالانه
۴۳۳	پیوست‌ها
۴۳۴	پیوست ۱- لاگ شیت‌های بهره‌برداری آب‌شیرین‌کن اسمز معکوس
۴۴۱	پیوست ۲- قطعات یدکی مورد نیاز آب‌شیرین‌کن اسمز معکوس
۴۵۲	منابع
۴۵۹	اختصارات و اصطلاحات تخصصی
۴۵۹	الف- اختصارات تخصصی
۴۶۳	اصطلاحات تخصصی

تقدیم به

انسانهایی که

به فردایی بهتر

می اندیشند.

مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال طلب و پویا می دانند که جهت گیری او به سوی خالقش می باشد. از جمله راه های تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریا بی کران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می شود. از این روست که به علم اندوزی و دانش آموزی توجهی بی نظیر مبذول گردیده است. اما علم آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهم ترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود. جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گامهای مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنمایی های شما عزیزان می تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنمایی های شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از هم فکری و همکاری آنها برخوردار بوده ام به خصوص همکاران محترم شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان آقای مهندس حمزه پور (مدیر عامل) و خانمها مهندس زارع و عسکری (دفتر تحقیقات) و همچنین آقای دکتر ولی علی پور (نویسنده) و مهندس علی محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزارانم و مودود و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

دکتر مهدی خانی

مدیر مسئول انتشارات آوای قلم

مقدمه مؤلف

خداوند بزرگ را سپاس که توفیق عطا فرمودند این کتاب را تهیه کنم، با ذکر یاد خداوند متعال چندخطی به رسم ادب در معرفی این اثر ارائه می‌دارم. علیرغم گسترش بسیار سریع آب‌شیرین‌کن‌های اسمز معکوس، کمبود یک مرجع مکتوب علمی و تجربی متمرکز و جامع در این زمینه همواره احساس می‌شد، این امر موجب گردید تا برای پر کردن این خلأ، مرجعی در این راستا به رشته تألیف درآورم. از این رو برای تهیه این مجموعه، مطالعات متعددی در قالب پروژه‌های اجرایی و نیز پایان‌نامه‌های دانشجویی در مقاطع دکتری و کارشناسی ارشد طی ۷ سال به اجرا درآمد.

در این کتاب، مطالبی در زمینه اصول و مبانی نمک‌زدایی آب و همچنین پیش‌تصفیه‌های مورد نیاز برای آب خوراک سامانه‌های نمک‌زدایی، مباحث تکمیل‌کننده دیگری برای خوانندگان عزیز از هر طیف (مهندسين مشاور، بهره‌برداران آب‌شیرین‌کن‌ها، محققین و دانشجویان) گنجانده شده است.

بر اساس تجربیات مؤلف، مشاهده گردید در برخی از آب‌شیرین‌کن‌هایی که نیاز به تغییر یا اصلاح تعدادی از واحدهای عملیاتی و فرایندی وجود داشت، به سبب نبود یک وحدت رویه و همگرایی فکری در بهره‌برداران و طراحان سیستم، طرح اجرا شده، طرحی بهینه نبود. از این رو در این اثر تلاش شده تا اصول طراحی واحدهای بالادستی و پیش‌تصفیه آب خوراک و نیز الیمان‌های اسمز معکوس به خوانندگان عرضه گردد. علاوه بر این در بخش‌های بعدی، ضمن تشریح ساختار غشاهای نمک‌زدایی، اصول بهره‌برداری و نگهداری درست آب‌شیرین‌کن‌های اسمز معکوس با جزئیات دقیق ارائه گردیده است. سرانجام با توجه به گستردگی موضوعات وابسته به نمک‌زدایی آب، جوانب ایمنی و بهداشت کارکنان، حفاظت از محیط‌زیست و نیز کنترل خوردگی در تأسیسات نمک‌زدایی، نیروی انسانی متخصص مورد نیاز و همچنین آموزش‌های لازم برای آنان و اقتصاد آب‌شیرین‌کن ارائه شده است.

در پایان لازم می‌دانم که از همکاری صمیمانه شرکت نوین آب برنا به خاطر حمایت‌های بی‌حد فنی و مشاوره‌های تخصصی آب‌شیرین‌کن‌ها سپاسگزاری نمایم.

آنچه مسلم است این مجموعه بی‌نقص نبوده و به دلیل گستردگی و وفور فرمول‌ها و... ممکن است اشکالاتی در آن مشاهده گردد. از این رو پیشاپیش از خوانندگان محترم طلب پوزش دارم و امیدوارم ما را از مساعدت در راستای ارتقای این اثر محروم ننمایند.

آرزومند توفیق همه ره‌پویان علم در سرتاسر گیتی به‌خصوص خطه زرخیز ایران‌زمین

دکتر ولی علی پور

مقدمه شرکت آب و فاضلاب

امروزه مشکل تامین آب برای مصارف مختلف صنعتی، شهری و کشاورزی گریبان‌گیر جوامع زیادی شده است. متأسفانه این پدیده در خاورمیانه و کشور ما و به‌ویژه در استان‌های مرکزی و جنوبی کشور به یک چالش جدی برای متولیان تامین آب بدل گردیده است. یکی از راهکارهای پایدار تامین آب به‌خصوص در مناطق ساحلی استفاده از سامانه‌های نمک‌زدایی آب است که امروزه به روش‌های مختلفی از جمله پدیده‌های حرارتی، غشایی و الکترودیالیز قابل انجام است. از این میان روش اسمز معکوس به‌عنوان یک فناوری مؤثر و کارا برای نمک‌زدایی آب توسعه‌یافته است و روز به‌روز به کاربرد آن نیز افزوده شده است.

آنچه در خصوص کاربرد این فناوری اهمیت زیادی دارد، انتخاب زنجیره مناسب طراحی، استقرار و بهره‌برداری سامانه‌های پیش‌تصفیه، نمک‌زدایی و فراورش نهایی آب است. حصول این امر مستلزم وجود دانش پایه و مبتنی بر تجربه کاربردی در همه موارد پیش‌گفته است. از این‌رو تلاش گردید تا این اثر در راستای اعتلای دانش پایه و انتقال تجربیات کاربردی و عملی در زمینه طراحی، بهره‌برداری و نگهداری آب شیرین‌کن‌های اسمز معکوس به رشته تحریر درآید. در این راستا شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان برای حمایت از تحقیقات، فعالیت‌های علمی، پژوهشی و برای ارتقاء دانش متخصصان، همکاران و راهبران فعال در صنعت آب و فاضلاب کشور به حمایت از چاپ این کتاب اقدام نموده است تا هرچند گامی کوچک در این راستا برداشته باشد.

در پایان لازم است از زحمات کمیته تحقیقات شرکت آب و فاضلاب هرمزگان و نویسندگان این کار ماندگار جناب آقای دکتر ولی علیپور و همچنین از رییس گروه توسعه فناوری و دبیر کمیته ارزیابی کتب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، جناب آقای دکتر کلانتری تشکر و قدردانی گردد. امیدواریم نگارش این کتاب گامی در راستای پیشرفت و تعالی صنعت آب و فاضلاب کشور باشد.

احمد سیاحی

مدیر کل دفتر تحقیقات، توسعه فناوری و ارتباط با صنعت
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

عبدالحمید حمزه پور

رئیس هیات مدیره و مدیر عامل
شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان