



شیرین‌سازی آب

مبانی و روش‌ها

مؤلف: اکبر ادیب فر

ویراستار: دکتر الهام شیر خدایی

شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران (مپنا)

انتشارات پندار پارس

سرشناسه	: ادیب‌فر، اکبر، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: شیرین‌سازی آب میانی و روش‌ها/مولف اکبر ادیب‌فر ؛ ویراستار الهام شیرخدايي.
مشخصات نشر	: تهران: پندار پارس: شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران(مپنا)، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	: XXXI، ۴۲۴ص:جدول.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۸۹-۵۶-۰ ریال: ۱۰۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: آب -- تصفیه
شناسه افزوده	: شیرخدايي، الهام، ۱۳۵۵ - ، ویراستار
رده بندی کنگره	: TD ۴۳۰/الف ۴ش ۹ ۱۳۸۹
رده بندی دیویی	: ۶۲۸/۱۶۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۷۱۳۸۱۲

انتشارات پندار پارس



دفتر فروش: انقلاب، ابتدای کارگر جنوبی، کوی رشتچی، شماره ۱۴، واحد ۱۶ www.pendarepars.com
 تلفن: ۶۶۵۷۲۳۳۵ - تلفکس: ۶۶۹۲۶۵۷۸ همراه: ۰۹۱۲۲۴۵۲۳۴۸
info@pendarepars.com



نام کتاب	: شیرین سازی آب، میانی و روش‌ها
ناشر	: انتشارات پندار پارس، با همکاری شرکت مپنا
تالیف	: اکبر ادیب‌فر
ویراستار	: دکتر الهام شیرخدايي
چاپ اول	: آذر ۸۹
شمارگان	: ۱۵۰۰ نسخه
طرح جلد	: محمد اسماعیلی هدی
لیتوگرافی، چاپ، صحافی	: ترام‌سنج، صالحان، نوین برتر
قیمت	: ۱۰۰۰۰ تومان
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۸۹-۵۶-۰

* هرگونه کپی برداری، تکثیر و چاپ کاغذی یا الکترونیکی از این کتاب بدون اجازه ناشر تخلف بوده و پیگرد قانونی دارد *

***** تمامی حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به شرکت مپنا می‌باشد *****

فهرست

پیشگفتار	۱
فصل اول کیفیت فیزیکی آب	۹
۱-۱- خواص آب	۹
۱-۱-۱- جرم مخصوص یا دانسیته آب	۱۰
۲-۱-۱- وزن مخصوص	۱۰
۳-۱-۱- چگالی آب	۱۰
۴-۱-۱- لزجت یا ویسکوزیته	۱۰
۵-۱-۱- فشار بخار	۱۱
۶-۱-۱- گرمای نهان	۱۱
۷-۱-۱- رطوبت مطلق	۱۱
۲-۱- کیفیت فیزیکی آب	۱۲
۱-۲-۱- کدورت (TURBIDITY)	۱۳
۲-۲-۱- رنگ	۱۳
۳-۲-۱- طعم و بو	۱۴
۴-۲-۱- هدایت الکتریکی	۱۴
۳-۱- مواد آلی طبیعی و مصنوعی در آب	۱۴
۱-۳-۱- نیترات	۱۴
۲-۳-۱- سولفور	۱۵
۳-۳-۱- کلرید	۱۵
۴-۳-۱- آهن	۱۵
۵-۳-۱- منگنز	۱۵
۶-۳-۱- اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD)	۱۵

۱۶	۷-۳-۱- اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)
۱۶	۸-۳-۱- کل کربن آلی (TOC)
۱۶	۹-۳-۱- اشرفیاشیا کلیفرم (کلیفرم روده ای) E.CDI
۱۷	۴-۱- روش استاندارد معمول برای آزمون باکتریولوژیکی آب
۱۷	۱-۴-۱- مرحله اول
۱۸	۳-۴-۱- مرحله دوم
۱۸	۳-۴-۱- مرحله سوم
۱۸	۴-۴-۱- مرحله چهارم
۱۹	۵-۱- تقسیم بندی مصرف آب
۱۹	۱-۵-۱- آب آشامیدنی
۲۰	۲-۵-۱- آب کشاورزی
۲۰	۱-۲-۵-۱- میزان نمک آب
۲۰	۲-۲-۵-۱- خواص مرتبط سدیم با دیگر کاتیون ها
۲۱	۳-۲-۵-۱- غلظت بی کربنات مرتبط با غلظت کلسیم و منیزیم
۲۱	۴-۲-۵-۱- غلظت عناصر ویژه هم چون کلرید، سولفات، پتاسیم، بورن و فلزات سنگین
۲۲	۵-۲-۵-۱- تقسیم بندی آب کشاورزی
۲۲	۱-۵-۲-۵-۱- خطر شوری آب (جدول ۴)
۲۲	۲-۵-۲-۵-۱- میزان شوری آب برای محصولات کشاورزی
۲۳	۳-۵-۲-۵-۱- خطر سدیم
۲۳	۶-۲-۵-۱- فرضیات کیفیت آب تولیدی
۲۴	۳-۵-۱- کیفیت آب خلیج فارس
۲۴	۱-۳-۵-۱- دما
۲۵	۲-۳-۵-۱- TDS

۲۷	فصل دوم تامین آب و ضرورت شیرین سازی
۲۷	۱-۲- منابع آب شیرین
۲۸	۲-۲- کمبود آب شیرین
۳۰	۳-۲- مشخصه اصلی کمبود آب شرب
۳۲	۴-۲- عوامل کمبود آب شیرین
۳۳	۱-۴-۲- آلودگی آبها
۳۳	۲-۴-۲- آلوده کننده‌های شیمیایی
۳۴	۳-۴-۲- رشد مصرف آب
۳۵	۵-۲- مسایل تاثیر گذار
۳۵	۱-۵-۲- مسایل جغرافیایی و اقلیمی
۳۶	۲-۵-۲- مسایل سیاسی
۳۶	۶-۲- کمبود آب و راههای مقابله با آن
۳۸	۱-۶-۲- راهکارهای کنترل کمبود آب شیرین
۳۹	۲-۶-۲- راهکارهای افزایش کارایی مصرف آب
۴۰	۷-۲- کمبود آب در جهان
۴۱	۱-۷-۲- چرخه آب
۴۲	۲-۷-۲- آب در طبیعت
۴۴	۳-۷-۲- میزان آب و توزیع آن
۴۵	۴-۷-۲- مصرف جهانی آب
۴۵	۱-۴-۷-۲- تعاریف در مورد تقاضای آب
۴۵	۱-۱-۴-۷-۲- برداشت آب
۴۶	۲-۱-۴-۷-۲- مصرف آب
۴۶	۳-۱-۴-۷-۲- مصرف مفید آب

- ۴۶ ۲-۷-۴-۱-۴- مصرف غیر مفید آب
- ۴۶ ۲-۷-۴-۱-۵- بازده حوضه آبخیز
- ۴۶ ۲-۷-۴-۱-۶- ضریب مصرف
- ۴۶ ۲-۷-۴-۲- تعاریف در مورد تامین آب
- ۴۶ ۲-۷-۴-۱-۱- آب تجدید شونده
- ۴۷ میزان کل آب در دسترس
- ۴۷ ۲-۷-۴-۲- حداکثر میزان مجاز آب برداشتی
- ۴۷ ۲-۷-۴-۳- بارش باران مؤثر
- ۴۸ ۲-۷-۵- بهداشت و وضعیت آب سالم در جهان
- ۴۹ ۲-۸-۸- میزان نیاز به شیرین سازی آب
- ۵۱ ۲-۸-۱- آفریقا
- ۵۲ ۲-۸-۲- آسیا و اقیانوسیه
- ۵۳ ۲-۸-۳- اروپا
- ۵۴ ۲-۸-۴- آمریکای شمالی و آمریکای لاتین
- ۵۵ ۲-۸-۵- آسیای غربی
- ۵۶ ۲-۹-۹- سازمانهای فعال در زمینه منابع آب جهان
- ۵۶ ۲-۹-۱- سازمان محیط زیست ملل متحد
- ۵۶ ۲-۹-۲- سازمان خواربار و کشاورزی
- ۵۶ ۲-۹-۳- آژانس بین المللی انرژی اتمی
- ۵۷ ۲-۹-۴- صندوق کودکان ملل متحد
- ۵۷ ۲-۹-۵- برنامه سازمان ملل متحد
- ۵۷ ۲-۹-۶- برنامه اسکان بشر ملل متحد
- ۵۷ ۲-۹-۷- سازمان توسعه صنعتی ملل متحد

۵۸	..... ۲-۹-۸- دانشگاه ملل متحد
۵۸	..... ۲-۹-۹- بانک جهانی
۵۸	..... ۲-۹-۱۰- سازمان جهانی بهداشت
۵۸	..... ۲-۹-۱۱- سازمان جهانی هواشناسی
۵۹	..... ۲-۱۰-۱- آب در خاور میانه
۵۹	..... ۲-۱۰-۱- کمبود آب در خاور میانه
۶۰	..... ۲-۱۰-۲- حوزه خلیج فارس
۶۰	..... ۲-۱۰-۳- منابع آب خاور میانه
۶۰	..... ۲-۱۰-۳-۱- بارش
۶۱	..... ۲-۱۰-۳-۲- رودخانه‌ها
۶۱	..... ۲-۱۰-۳-۳- چشمه‌های آب شیرین زیر دریایی
۶۱	..... ۲-۱۰-۳-۴- چشمه‌ها، چاه‌ها و قنات
۶۲	..... ۲-۱۰-۴- کمبود آب در حوزه خلیج فارس
۶۶	..... ایران
۶۶	..... ۲-۱۱-۱- مناطق ایران
۶۶	..... ۲-۱۱-۱-۱- نواحی ساحلی خزر
۶۶	..... ۲-۱۱-۲- نواحی کوهستانی
۶۶	..... ۲-۱۱-۳- ناحیه فلات مرکزی
۶۷	..... ۲-۱۱-۴- ناحیه جگه‌ای خوزستان
۶۷	..... ۲-۱۲-۱- اقلیم ایران
۶۸	..... جمع بندی وضعیت اقلیمی ایران
۷۰	..... ۲-۱۲-۱- خاک ایران
۷۰	..... ۲-۱۳-۱- منابع آبی ایران

- ۷۲ ۱-۱۳-۲ هیدرولوژی ایران
- ۷۳ ۲-۱۳-۲ حوضه‌های آبریز ایران
- ۷۳ وضعیت منابع آب زیرزمینی براساس حوضه‌های آبریز کشور
- ۷۴ ۱-۲-۱۳-۲ حوضه آبخیز دریای خزر
- ۷۴ ۲-۲-۱۳-۲ حوضه خلیج فارس و دریای عمان
- ۷۵ ۳-۲-۱۳-۲ حوضه آبخیز دریاچه ارومیه
- ۷۵ ۴-۲-۱۳-۲ حوضه آبخیز دریاچه نمک قم
- ۷۵ ۵-۲-۱۳-۲ حوضه آبخیز اصفهان و سیرجان
- ۷۵ ۶-۲-۱۳-۲ حوضه نیریز یا بختگان
- ۷۶ ۷-۲-۱۳-۲ حوضه آبخیز جازموریان
- ۷۶ ۸-۲-۱۳-۲ حوضه دشت کویر
- ۷۶ ۹-۲-۱۳-۲ حوضه آبخیز کویر لوت
- ۷۶ ۱۰-۲-۱۳-۲ حوضه اردستان و یزد و کرمان
- ۷۶ ۱۱-۲-۱۳-۲ حوضه صحرای قره‌قوم
- ۷۷ ۱۲-۲-۱۳-۲ حوضه‌هامون
- ۷۷ ۳-۱۳-۲ بارندگی در ایران
- ۷۸ ۴-۱۳-۲ منابع آب تجدید شونده
- ۸۰ ۵-۱۳-۲ توزیع جغرافیایی منابع آب
- ۸۱ ۶-۱۳-۲ وضعیت منابع زیر زمینی کشور
- ۸۱ ۱-۶-۱۳-۲ تعداد چشمه‌های کشور
- ۸۱ ۲-۶-۱۳-۲ تعداد قنات کشور
- ۸۱ ۷-۱۳-۲ رودخانه‌ها در ایران
- ۸۶ ۱-۷-۱۳-۲ وضعیت مهمترین رودخانه‌های خروجی از کشور

۸۶	..... شمال استان خراسان
۸۷	..... رودخانه اترک
۸۷	..... رودخانه غرب کشور
۸۷	..... رودخانه آستارا چای
۸۸	..... ۱۴-۲- میزان مصرف آب
۹۰	..... ۱۵-۲- دلایل کمبود آب
۹۰	..... مقایسه بیلان آب ایران با قاره‌های جهان
۹۱	..... مصارف آب
۹۳	..... ۱۶-۲- منابع آب در طبیعت
۹۴	..... ۱۷-۲- روشهای تامین آب در طبیعت
۹۴	..... ۱-۱۷-۲- آب موجود در جو
۹۴	..... ۱-۱-۱۷-۲- جمع‌آوری آب باران
۹۴	..... ۲-۱-۱۷-۲- تولید آب مورد نیاز از رطوبت هوا
۹۵	..... ۳-۱-۱۷-۲- باروری ابرها
۹۵	..... ۴-۱-۱۷-۲- توسعه زراعت دیم
۹۶	..... ۵-۱-۱۷-۲- توسعه مراتع طبیعی
۹۶	..... ۲-۱۷-۲- آب‌های سطحی
۹۶	..... ۱-۲-۱۷-۲- آب‌های سطحی جاری
۹۷	..... روشهای جمع‌آوری آب‌های جاری
۹۷	..... ۱-۱-۲-۱۷-۲- آبخیز داری
۹۸	..... ۲-۱-۲-۱۷-۲- احداث سد
۹۹	..... ۳-۱-۲-۱۷-۲- جلوگیری از پیوستن آب‌های شیرین به آب‌های شور
۹۹	..... ۴-۱-۲-۱۷-۲- گرفتن آب رودخانه بوسیله موتور پمپ

- ۹۹ استفاده مستقیم از سیلاب ۵-۱-۲-۱۷-۲
- ۱۰۱ انتقال آب ۶-۱-۲-۱۷-۲
- ۱۰۲ آب‌های سطحی ساکن ۲-۲-۱۷-۲
- ۱۰۲ دریاچه‌ها ۱-۲-۲-۱۷-۲
- ۱۰۲ دریاچه‌های شور ۲-۲-۲-۱۷-۲
- ۱۰۲ دریاچه‌های شیرین ۳-۲-۲-۱۷-۲
- ۱۰۳ دریاها ۳-۲-۲-۱۷-۲
- ۱۰۴ آب‌های زیر زمینی ۳-۱۷-۲
- ۱۰۶ انواع لایه‌های آبدار ۱-۳-۱۷-۲
- ۱۰۶ آبخوان ۲-۳-۱۷-۲
- ۱۰۶ انواع سفره‌های آب زمینی ۳-۳-۱۷-۲
- ۱۰۶ سفره‌های آزاد ۱-۳-۳-۱۷-۲
- ۱۰۷ سفره‌های محصور (تحت فشار) ۲-۳-۳-۱۷-۲
- ۱۰۷ سفره‌های معلق (موضعی) ۳-۳-۳-۱۷-۲
- ۱۰۷ سفره‌های آب ساحلی ۴-۳-۳-۱۷-۲
- ۱۰۸ سفره‌های آبدار تشکیلات آهکی و گچی ۵-۳-۳-۱۷-۲
- ۱۰۸ سفره‌های نشئی ۶-۳-۳-۱۷-۲
- ۱۰۸ روش‌های بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی ۴-۳-۱۷-۲
- ۱۰۸ چشمه ۱-۴-۳-۱۷-۲
- ۱۱۰ قنات ۲-۴-۳-۱۷-۲
- ۱۱۱ ساختمان قنات ۱-۲-۴-۳-۱۷-۲
- ۱۱۱ چاه ۳-۴-۳-۱۷-۲
- ۱۱۲ انواع چاه ها ۱-۳-۴-۳-۱۷-۲

- ۱ - چاه‌های دستی ۱۱۲
- ۲ - چاه‌های نیمه عمیق ۱۱۲
- ۳- چاه‌های عمیق ۱۱۳
- مقایسه قنات با چاه ۱۱۳
- مزایای قنات ۱۱۳
- معایب قنات ۱۱۴
- مزایای چاه ۱۱۵
- معایب چاه ۱۱۶
- ۱۷-۲-۳-۵- روش‌های تقویت آب‌های زیرزمینی ۱۱۷
- ۱۷-۲-۳-۵-۱- نفوذ دادن و تزریق کردن آب‌های سطحی به زمین ۱۱۷
- ۱۷-۲-۴- بهره‌برداری از پساب ۱۱۸
- ۱۷-۲-۴-۱- کاربرد پساب ۱۱۹
۱. کار برد پساب در آبیاری ۱۱۹
۲. کاربرد پساب در پرورش آبزیان ۱۲۰
۳. کاربرد پساب در تغذیه مصنوعی ۱۲۰
۴. کاربرد پساب در صنایع ۱۲۰
۵. کاربرد پساب در پروژه های تفریحی ۱۲۰
۶. کاربرد پساب در تامین آب آشامیدنی ۱۲۱
- ۱۷-۲-۵- منابع داده‌ای موجود در مطالعات و تحقیقات هیدرولوژی ۱۲۱
- ۱۷-۲-۵-۱- نقشه تقسیمات حوضه‌های آبخیز کشور ۱۲۱
- ۱۷-۲-۵-۲- نقشه پراکنش و داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری ۱۲۱
- ۱۷-۲-۵-۳- نقشه طبقه‌بندی اقلیمی کشور بر اساس روش دومارتن ۱۲۱
- ۱۷-۲-۵-۴- نقشه خاکشناسی کشور ۱۲۲

- ۱۲۲..... نقشه پوشش گیاهی ۵-۵-۱۷-۲
- ۱۲۲..... داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی کشور ۶-۵-۱۷-۲
- ۱۲۳..... نقشه زمین شناسی ۷-۵-۱۷-۲
- ۱۲۳..... نقشه توپوگرافی ۸-۵-۱۷-۲
- ۱۲۳..... عکسهای هوایی ۹-۵-۱۷-۲
- فصل سوم تصفیه آب ۱۲۵.....**
- ۱۲۵..... ۱-۳- تصفیه آب
- ۱۲۶..... ۲-۲- ناخالصی‌های موجود در آب
- ۱۲۷..... ۱-۲-۳- انواع ناخالصی آب
- ۱۲۷..... ۱-۱-۲-۳- مواد معلق
- ۱۲۷..... ۲-۱-۲-۳- گازها
- ۱۲۷..... ۳-۱-۲-۳- نمک‌های محلول در آب
- ۱۲۸..... ۳-۲- لزوم تصفیه آب
- ۱۲۹..... ۴-۲- روش‌های تصفیه آب
- ۱۲۹..... ۱-۴-۳- ته‌نشینی
- ۱۳۰..... ۱-۱-۴-۳- عوامل موثر بر ته‌نشینی
- ۱۳۱..... ۲-۴-۳- زلال سازی
- ۱۳۲..... ۳-۴-۳- صاف کردن
- ۱۳۲..... ۱-۳-۴-۳- انواع صافی
- ۱۳۲..... ۱-۱-۳-۴-۳- صافی‌های سطحی
- ۱۳۲..... ۲-۱-۳-۴-۳- صافی‌های عمقی
- ۱۳۳..... ۴-۴-۳- فرآیند نرم سازی
- ۱۳۳..... ۱-۴-۴-۳- حذف سختی موقت

- ۱۳۳..... حذف سختی دائم ۲-۴-۴-۳
- ۱۳۳..... گندزدایی ۵-۴-۳
- ۱۳۵..... گاز کلر ۱-۵-۴-۳
- ۱۳۵..... هیپوکلریت سدیم ۲-۵-۴-۳
- ۱۳۶..... هیپوکلریت کلسیم ۳-۵-۴-۳
- ۱۳۶..... کلر آزاد ۴-۵-۴-۳
- ۱۳۶..... کلر ترکیبی ۵-۵-۴-۳
- ۱۳۶..... کلر باقیمانده ۶-۵-۴-۳
- ۱۳۷..... مکانیسم کشته شدن میکروب‌ها به وسیله کلر ۷-۵-۴-۳
- ۱۳۷..... عوامل موثر در کلریناسیون ۸-۵-۴-۳
- ۱۳۷..... زمان مجاورت ۱-۸-۵-۴-۳
- ۱۳۷..... درجه حرارت ۲-۸-۵-۴-۳
- ۱۳۸..... PH آب ۳-۸-۵-۴-۳
- ۱۳۸..... جنس و شرایط آب ۴-۸-۵-۴-۳
- ۱۳۸..... تعداد میکروبها ۵-۸-۵-۴-۳
- ۱۳۸..... غلظت ماده گندزدایی کننده ۶-۸-۵-۴-۳
- ۱۳۸..... زدودن مواد آلی محلول ۵-۳
- ۱۳۸..... تصفیه بیولوژیکی مواد ۱-۵-۳
- ۱۳۹..... هوادهی و تولید لجن فعال ۱-۱-۵-۳
- ۱۳۹..... سیستم‌های هوادهی و هوادم ۲-۱-۵-۳
- ۱۳۹..... تصفیه بیولوژیکی غیر هوازی ۲-۵-۳
- ۱۴۰..... زدودن مواد و یون‌های ویژه ۶-۳
- ۱۴۰..... آهن ۱-۶-۳

- ۱۴۱.....۱-۱-۶-۳- روشهای جداسازی آهن از آب
- ۱۴۱.....۱-۱-۶-۳- اکسیداسیون، ته نشینی و صاف کردن
- ۱۴۱.....۱-۱-۶-۳-۲- منعقد سازی ته نشینی و صاف کردن
- ۱۴۱.....۱-۱-۶-۳-۳- انجام فرایند نرم سازی (آب آهک / سدیم کربنات)
- ۱۴۲.....۱-۱-۶-۳-۴- کاربرد رزین‌های تعویض یونی
- ۱۴۲.....۲-۶-۳- حذف منگنز
- ۱۴۲.....۳-۶-۳- حذف سیلیس
- ۱۴۳.....۱-۳-۶-۳- استفاده از فرآیند آهک سودا
- ۱۴۳.....۲-۳-۶-۳- استفاده از ترکیبات منیزیم
- ۱۴۳.....۳-۳-۶-۳- استفاده از رزین‌های تبادل یونی
- ۱۴۳.....۴-۶-۳- حذف کلر
- ۱۴۳.....۱-۴-۶-۳- استفاده از مواد شیمیایی
- ۱۴۳.....۲-۴-۶-۳- استفاده از کربن فعال
- ۱۴۴.....۳-۴-۶-۳- استفاده از صافی‌های فشاری
- ۱۴۴.....۵-۶-۳- نمک زدایی
- ۱۴۵..... فصل چهارم روش‌های شیرین سازی آب**
- ۱۴۵.....۱-۴- معرفی کارخانه آب شیرین کن
- ۱۴۶..... ساختار و امکانات کارخانه آب شیرین کن
- ۱۴۶.....۱- ایستگاه پمپاژ ورودی آب دریا
- ۱۴۷.....۲- واحد کلر زنی
- ۱۴۷.....۳- واحد آب شیرین‌کن (MSF)
- ۱۴۷.....۴- سیستم مواد شیمیایی
- ۱۴۷.....۵- بویلرهای کمکی

- ۱۴۷..... ۶- ایستگاه پمپاژ آب شهری
- ۱۴۸..... ۷- واحد مواد معدنی
- ۱۴۸..... ۸- مخازن مواد شیمیایی
- ۱۴۸..... ۹- هوازدا
- ۱۴۸..... ۱۰- مخازن موجدار
- ۱۴۸..... ۱۱- مخازن آب آشامیدنی
- ۱۴۹..... ۲-۴- فرایندهای نمک زدایی
- ۱۵۰..... ۴-۲-۱- فرآیندهایی که بر اساس پیوندهای شیمیایی عمل می‌کنند
- ۱۵۱..... ۴-۲-۲- هزینه فرآیندهای نمک زدایی
- ۱۵۳..... ۴-۳- تاریخچه شیرین سازی آب
- ۱۵۴..... ۴-۳-۱- تاریخچه شیرین سازی آب بروش حرارتی
- ۱۵۵..... ۴-۳-۲- تاریخچه شیرین سازی آب به روش غشایی
- ۱۵۸..... ۴-۴- تشریح روش‌های شیرین سازی آب
- ۱۵۸..... ۴-۴-۱- روش‌های حرارتی (تقطیر)
- ۱۵۹..... ۴-۴-۱-۱- تقطیر ساده
- ۱۵۹..... ۴-۴-۲- تقطیر ناگهانی (MSF) Multi Stage Flush
- ۱۶۰..... ۴-۴-۱-۲- نحوه عملکرد فرآیند چندمرحله‌ای تبخیر ناگهانی
- ۱۶۲..... ۴-۴-۱-۲- جریان آب شور (Brine/ Circulating Water Flow)
- ۱۶۲..... ۴-۴-۱-۳- جریان بخارکننداس
- ۱۶۳..... ۴-۴-۱-۴- جریان آب تقطیر شده
- ۱۶۳..... ۴-۴-۱-۵- سیستم خلاء
- ۱۶۳..... ۴-۴-۱-۶- سیستم تزریق اسید و ضدکف
- ۱۶۵..... ۴-۴-۱-۷- پارامترهای طراحی تبخیر ناگهانی

- ۱۶۵..... حد اکثر درجه حرارت پساب ۱-۷-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۶..... نرخ جریان پساب بازیافتی ۲-۷-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۶..... نرخ جریان آب دریا ۳-۷-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۶..... نرخ جریان آب جبرانی ۴-۷-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۷..... دبی و حرارت بخار ۵-۷-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۷..... نحوه انتقال پساب در بین مراحل ۶-۷-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۷..... سطح پساب آخرین مرحله ۷-۷-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۷..... دستگاهها و تجهیزات مکانیکی آب شیرین کن MSF ۸-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۸..... مراحل آب شیرین کن MSF ۱-۸-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۸..... مبدل حرارتی ۲-۸-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۸..... الکتروپمپ ۳-۸-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۸..... اژکتور و راه انداز ۴-۸-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۸..... سیستم لوله کشی ۵-۸-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۸..... سیستم تزریق مواد شیمیایی ۶-۸-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۹..... مزایا و معایب روش MSF ۹-۲-۱-۴-۴
- ۱۶۹..... سیستم تقطیر چندمرحله ای (MED) Multi Effect Distillation ۳-۱-۴-۴
- ۱۷۲..... فرایند تقطیر چند مرحله ای ۱-۳-۱-۴-۴
- ۱۷۳..... پارامترهای طراحی فرآیند تقطیر چندمرحله ای ۲-۳-۱-۴-۴
- ۱۷۴..... جریان بخار ۱-۲-۳-۱-۴-۴
- ۱۷۴..... بخار اصلی ۲-۲-۳-۱-۴-۴
- ۱۷۴..... بخار اژکتور ۳-۲-۳-۱-۴-۴
- ۱۷۴..... جریان آب دریا ۴-۲-۳-۱-۴-۴
- ۱۷۵..... جریان پساب ۵-۲-۳-۱-۴-۴

- ۱۷۵..... ۴-۴-۱-۳-۲-۶- جریان گازهای غیرقابل چگالش
- ۱۷۵..... ۴-۴-۱-۳-۲-۷- دمای آب تغذیه ورودی به افکت اول
- ۱۷۵..... ۴-۴-۱-۳-۲-۸- حداکثر دمای پساب
- ۱۷۶..... ۴-۴-۱-۳-۳- مزایا و معایب روش MED:
- ۱۷۷..... ۴-۴-۱-۳-۴- مقایسه روشهای تصفیه آب
- ۱۷۷..... اختلاف موجود بین سیستم MSF و MED
- ۱۷۷..... الف) آب گردش در دستگاههای MSF و MED
- ۱۷۷..... ب) راندمان حرارتی
- ۱۷۷..... ۴-۴-۱-۴- سیستم بخار متراکم VC (Vapor Compression Distillator)
- ۱۷۸..... ۴-۴-۱-۱-۱- فرایند تراکم بخار
- ۱۷۸..... ۴-۴-۱-۲- سیستم تراکم بخار حرارتی
- ۱۷۹..... ۴-۴-۱-۳- سیستم تراکم بخار مکانیکی
- ۱۷۹..... ۴-۴-۱-۴- مزایا و معایب روش VC
- ۱۸۰..... ۴-۴-۱-۵- آب شیرین کنهای خورشیدی
- ۱۸۲..... ۴-۴-۱-۵-۱- تولید آب در دل کویر
- ۱۸۳..... ۴-۴-۱-۵-۲- سیستم آب شیرین کن خورشیدی راندمان بالا همراه با بازیافت حرارتی
- ۱۸۵..... ۴-۴-۲- روش تبادل یونی
- ۱۸۶..... ۴-۴-۳- روشهای غشایی
- ۱۸۶..... ۴-۴-۱-۳- اسمز معکوس
- ۱۸۹..... ۴-۴-۱-۱-۱- غشاء نیمه تراوا
- ۱۹۰..... ۴-۴-۱-۲- مبانی فرآیند اسمز معکوس
- ۱۹۲..... ۴-۴-۱-۳- پارامترهای طراحی فرآیند اسمز معکوس
- ۱۹۳..... ۴-۴-۱-۳-۴- تغذیه فرآیند اسمز معکوس

- ۱۹۳.....متغیرهای فرایند اسمز معکوس.....۵-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۴.....شدت جریانها.....۱-۵-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۴.....شدت جریان آب تغذیه.....۲-۵-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۴.....کیفیت آب تولیدی.....۳-۵-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۴.....میزان جداسازی نمک.....۴-۵-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۴.....مواد محلول آلی و غیر آلی.....۵-۵-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۵.....نوع غشاء.....۶-۵-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۵.....PH.....۷-۵-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۵.....شدت جریان.....۸-۵-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۶.....پیش تصفیه فرایندهای اسمز معکوس.....۶-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۷.....کنترل جامدات معلق.....۱-۶-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۸.....کنترل رسوب گذاری.....۲-۶-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۸.....کنترل کربنات کلسیم.....۳-۶-۱-۳-۴-۴
- ۱۹۹.....کنترل سولفاتها.....۴-۶-۱-۳-۴-۴
- ۲۰۰.....کنترل سیلیکات.....۵-۶-۱-۳-۴-۴
- ۲۰۱.....کنترل سولفید هیدروژن.....۶-۶-۱-۳-۴-۴
- ۲۰۱.....کنترل آهن و منگنز.....۷-۶-۱-۳-۴-۴
- ۲۰۲.....کنترل مواد آلی.....۸-۶-۱-۳-۴-۴
- ۲۰۳.....کنترل گرفتگی بیولوژیکی.....۹-۶-۱-۳-۴-۴
- ۲۰۴.....پس تصفیه.....۷-۱-۳-۴-۴
- ۲۰۴.....ضد عفونی.....۱-۷-۱-۳-۴-۴
- ۲۰۴.....کنترل خوردگی.....۲-۷-۱-۳-۴-۴
- ۲۰۵.....جداسازی گازها.....۳-۷-۱-۳-۴-۴

- ۲۰۶.....۴-۳-۱-۸- دفع پسماندها
- ۲۰۶.....۴-۳-۱-۹- کنترل و ابزار دقیق
- ۲۰۷.....۴-۳-۱-۱۰- تجهیزات آب شیرین کن اسمز معکوس
- ۲۰۷.....۴-۳-۱-۱۰-۱- غشاهها
- ۲۰۹.....۴-۳-۱-۱۰-۲- مخازن تحت فشار
- ۲۰۹.....۴-۳-۱-۱۰-۳- پمپ فشار قوی
- ۲۱۰.....۴-۳-۱-۱۰-۴- واحد بازیافت انرژی
- ۲۱۱.....۴-۳-۱-۱۰-۵- مخازن تهیه محلولها و تزریق کنندههای مواد شیمیایی
- ۲۱۱.....۴-۳-۱-۱۰-۶- فیلتر
- ۲۱۱.....۴-۳-۱-۱۰-۷- سیستم شستشوی شیمیایی
- ۲۱۲.....۴-۳-۱-۱۱- مزایا و معایب روش RO
- ۲۱۳.....۴-۳-۲- الکترودیالیز
- ۲۱۴.....۴-۳-۲-۱- فرآیند الکترودیالیز
- ۲۱۵.....۴-۳-۲-۲- مبانی فرآیند الکترودیالیز
- ۲۱۶.....۴-۳-۲-۳- پیش تصفیه
- ۲۱۷.....۴-۳-۲-۴- متغیرهای الکتریکی
- ۲۱۷.....۴-۳-۲-۵- جریان الکتریکی
- ۲۱۸.....۴-۳-۲-۶- چگالی جریان الکتریکی
- ۲۱۸.....۴-۳-۲-۷- مقاومت‌های مدول الکترودیالیز
- ۲۱۸.....۴-۳-۲-۸- ولتاژ مدول
- ۲۱۸.....۴-۳-۲-۹- بازده جریان الکتریکی
- ۲۱۹.....۴-۳-۲-۱۰- حداکثر جریان مجاز
- ۲۱۹.....۴-۳-۲-۱۱- توان لازم

- ۲۲۰..... حد اقل سطح غشاء. ۱۲-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۰..... پلاریزاسیون. ۱۳-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۱..... زمان اقامت آب درون مدول. ۱۴-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۱..... عوامل موثر بر فرآیند الکترودیالیز. ۱۵-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۱..... PH و $دما$. ۱-۱۵-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۲..... اختلاف فشار. ۲-۱۵-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۲..... حالت‌های عملیاتی. ۳-۱۵-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۲..... نسبت نمک زدایی. ۴-۱۵-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۲..... محدوده چگالی جریان الکتریکی. ۵-۱۵-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۲..... نفوذ معکوس. ۶-۱۵-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۳..... نوع غشاء. ۷-۱۵-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۳..... کیفیت آب تولیدی. ۸-۱۵-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۳..... تجهیزات مورد استفاده در فرآیند الکترودیالیز. ۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۳..... غشاء. ۱-۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۴..... الکترودها. ۲-۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۴..... جداکننده‌ها. ۳-۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۴..... پمپ‌ها. ۴-۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۴..... سل. ۵-۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۵..... فیلترهای کارتریج. ۶-۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۵..... سیستم شستشوی شیمیایی. ۷-۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۵..... سیستم کنترل. ۸-۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۵..... انرژی مصرفی. ۹-۱۶-۲-۳-۴-۴
- ۲۲۶..... طراحی مدول الکترودیالیز. ۱۷-۲-۳-۴-۴

- ۲۲۷..... ۴-۴-۳-۲-۱۷-۱- چیش مراحل واحد الکترودیالیز
- ۲۳۳..... ۴-۴-۴- روش‌های ترکیبی
- ۲۳۶..... ۴-۵-۵- روش‌های فنی دریافت آب دریا (Water Intake)
- ۲۳۶..... ۴-۵-۱- کانال رو باز
- ۲۳۶..... ۴-۵-۲- چاه‌های ساحلی
- ۲۳۸..... ۴-۶-۶- کیفیت آب تصفیه شده
- ۲۳۸..... ۴-۶-۱- تقطیر
- ۲۳۸..... ۴-۶-۲- تبادل یونی
- ۲۳۸..... ۴-۶-۳- اسمز معکوس
- ۲۳۸..... ۴-۶-۴- الکترودیالیز
- ۲۳۹..... ۴-۷-۷- کیفیت آب ورودی
- ۲۳۹..... ۴-۷-۱- تقطیر
- ۲۳۹..... ۴-۷-۲- تبادل یونی
- ۲۳۹..... ۴-۷-۳- اسمز معکوس
- ۲۳۹..... ۴-۷-۴- الکترو دیالیز
- ۲۴۰..... ۴-۸-۸- موارد کاربرد روش‌های شیرین سازی آب
- ۲۴۰..... ۴-۸-۱- تقطیر
- ۲۴۰..... ۴-۸-۲- تبادل یونی
- ۲۴۰..... ۴-۸-۳- اسمز معکوس
- ۲۴۰..... ۴-۸-۴- الکترودیالیز
- ۲۴۰..... ۴-۹-۹- مقایسه نهایی
- ۲۴۲..... ۴-۱۰-۱۰- ظرفیت نصب روش‌های مختلف آب شیرین کن در خلیج فارس (جدول ۱-۱۶)
- ۲۴۷..... فصل پنجم بهره‌برداری از روش تقطیر چند مرحله‌ای

- ۲۴۷.....(Multi Effect Distillation) سیستم تبخیر چند مرحله‌ای ۱-۵-۵
- ۲۴۷..... مشخصات فرآیند و اجزاء سیستم تقطیر چند مرحله‌ای ۲-۵-۵
- ۲۴۸..... مشخصات کلی سیستم آب شیرین‌کن برای یک کارخانه MED دو واحدی ۳-۵-۵
- ۲۴۹..... شرح فرآیند ۴-۵-۵
- ۲۴۹..... فرآیند گردش بخار در دستگاه MED ۱-۴-۵-۵
- ۲۵۰..... فرآیند گردش آب دریا در دستگاه MED ۲-۴-۵-۵
- ۲۵۱..... فرآیند گردش بخار ۳-۴-۵-۵
- ۲۵۲..... فرآیند گردش آب محصول ۴-۴-۵-۵
- ۲۵۳..... فرآیند گردش گازهای غیر قابل میعان ۵-۴-۵-۵
- ۲۵۳..... شرح سیستم‌ها و تجهیزات کارخانه آب شیرین‌کن ۵-۵-۵
- ۲۵۳..... شرح کلی تاسیسات کارخانه ۱-۵-۵-۵
- ۲۵۳..... سیستم‌های جانبی و مشترک برای دو واحد ۲-۵-۵-۵
- ۲۵۳..... لیست سیستم‌های جانبی و مشترک ۱-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۴..... سیستم تامین بخار (Steam Supply System) ۲-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۵..... آب محصول (Product Water System) ۳-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۵..... پمپ آب سرویس‌های جانبی (Auxiliary Services Pump) ۴-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۵..... آب تغذیه (Sea Water Supply System) ۵-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۶..... تزریق مواد شیمیایی به آب تغذیه ۶-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۶..... تزریق مواد شیمیایی به آب محصول (Product Treatment System) ۷-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۷..... سیستم ایجاد خلاء اولیه (Start-up Evacuation System) ۸-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۸..... سیستم هوای فشرده (Compressed Air System) ۹-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۸..... سیستم اسید شوئی (Acid Cleaning System) ۱۰-۲-۵-۵-۵
- ۲۵۸..... تجهیزات سیستم آب شیرین‌کن ۳-۵-۵-۵

- ۲۵۸..... فهرست تجهیزات سیستم آب شیرین کن ۱-۳-۵-۵
- ۲۶۰..... تبخیر کننده‌ها و ملحقات ۲-۳-۵-۵
- ۲۶۱..... (Heat Rejection Condenser) کندانسور و ملحقات ۳-۳-۵-۵
- ۲۶۱..... (Process Pumps) پمپها ۴-۳-۵-۵
- ۲۶۳..... مخازن (Process Tanks) ۵-۳-۵-۵
- ۲۶۴..... اژکتور گردش بخار (ترموکمپرسور) ۶-۳-۵-۵
- ۲۶۴..... اژکتورهای تخلیه گازهای غیر قابل میعان ۷-۳-۵-۵
- ۲۶۵..... فیلترهای آب تغذیه و تغذیه ۸-۳-۵-۵
- ۲۶۵..... ۴-۵-۵-۵ تشریح سیستم کنترل و ابزار دقیق
- ۲۶۵..... ۱-۴-۵-۵ کنترل فرآیند
- ۲۶۶..... ۲-۴-۵-۵ حلقه‌های کنترل
- ۲۶۶..... ۳-۴-۵-۵ سیستم اندازه‌گیری و نمایش
- ۲۶۶..... ۱-۳-۴-۵-۵ اندازه‌گیری جریان
- ۲۶۷..... ۲-۳-۴-۵-۵ اندازه‌گیری دما
- ۲۶۷..... ۳-۳-۴-۵-۵ اندازه‌گیری فشار
- ۲۶۸..... ۴-۳-۴-۵-۵ میزان شوری آب (Salinity)
- ۲۶۸..... ۵-۳-۴-۵-۵ سایر موارد
- ۲۶۸..... ۴-۴-۵-۵ سیستم هشدار دهنده
- ۲۶۹..... ۵-۴-۵-۵ اینترلاکها
- ۲۶۹..... ۱-۵-۴-۵-۵ اینترلاک شیر بخار ورودی
- ۲۶۹..... ۲-۵-۴-۵-۵ اینترلاک شیر آب دریا
- ۲۶۹..... ۳-۵-۴-۵-۵ اینترلاک کنترل کیفیت آب تولیدی
- ۲۷۰..... ۴-۵-۴-۵-۵ اینترلاک استارت پمپهای فرآیند

- ۲۷۰-۵-۵-۵-۵ تشریح سیستم برق ۲۷۰
- ۲۷۰-۵-۵-۵-۱ مشخصات تابلو توزیع اصلی ۲۷۰
- ۲۷۱-۵-۵-۲-۲ تابلو MCC تجهیزات واحد شماره ۱ ۲۷۱
- ۲۷۱-۵-۵-۳-۲ تابلو MCC تجهیزات واحد شماره ۲ ۲۷۱
- ۲۷۱-۵-۵-۴-۲ تابلو MCC سرویس مشترک ۲۷۱
- ۲۷۲-۵-۵-۵-۵ تابلو MCC تزریقات شیمیایی محصول ۲۷۲
- ۲۷۲-۵-۶-۱ راهبری ۲۷۲
- ۲۷۲-۵-۶-۱-۱ توضیحات عمومی ۲۷۲
- ۲۷۴-۵-۶-۲ راهاندازی سیستم‌های مشترک و جانبی ۲۷۴
- ۲۷۴-۵-۶-۲-۱ راهاندازی سیستم برقی ۲۷۴
- ۲۷۵-۵-۶-۲-۲ راهاندازی سیستم هوای فشرده ۲۷۵
- ۲۷۵-۵-۶-۲-۳ راهاندازی سیستم تأمین آب دریا ۲۷۵
- ۲۷۶-۵-۶-۲-۴ راهاندازی سیستم تأمین آب محصول ۲۷۶
- ۲۷۶-۵-۶-۲-۱-۱ سرویس‌های جانبی و خنک کن آب بندهای مکانیکی ۲۷۶
- ۲۷۷-۵-۶-۲-۲-۲ سیستم تزریق مواد شیمیایی به آب آشامیدنی ۲۷۷
- ۲۷۸-۵-۶-۲-۳-۲ سیستم تأمین خلاء راهاندازی ۲۷۸
- ۲۷۸-۵-۶-۳-۲ راهاندازی واحدهای فرآیند ۲۷۸
- ۲۷۸-۵-۶-۳-۱-۱ راهاندازی سرد ۲۷۸
- ۲۷۹-۵-۶-۳-۱-۱ سیستم‌های مشترک و جانبی فرآیند ۲۷۹
- ۲۷۹-۵-۶-۳-۱-۲ آماده سازی واحد فرآیند ۲۷۹
- ۲۸۰-۵-۶-۳-۱-۳ گردش یا سیر کولاسیون آب دریا ۲۸۰
- ۲۸۱-۵-۶-۳-۱-۴ ایجاد خلاء در واحد فرآیند ۲۸۱
- ۲۸۲-۵-۶-۳-۱-۵ راهاندازی فرآیند ۲۸۲

۲۸۳.....	۲-۳-۶-۵- راه‌اندازی گرم
۲۸۳.....	۱-۲-۳-۶-۵- قطع موقت آب دریا یا بخار
۲۸۴.....	۲-۲-۳-۶-۵- وقفه به علت برق
۲۸۴.....	۳-۳-۶-۵- تزریق مواد شیمیایی به آب تغذیه
۲۸۵.....	۱-۳-۳-۶-۵- آماده سازی محلول
۲۸۵.....	۲-۳-۳-۶-۵- تزریق محلول
۲۸۵.....	۴-۳-۶-۵- از کار انداختن دستگاه
۲۸۵.....	۱-۴-۳-۶-۵- از کار انداختن عادی
۲۸۷.....	۲-۴-۳-۶-۵- از کار انداختن اضطراری
۲۸۷.....	۵-۳-۶-۵- موارد راهبری
۲۸۷.....	۱-۵-۳-۶-۵- شرایط راهبری عادی
۲۸۷.....	۲-۵-۳-۶-۵- ثابت نگهداشتن محصول خروجی
۲۸۸.....	۳-۵-۳-۶-۵- آرایش کنار گذر محصول کندانسور
۲۸۸.....	۷-۵- نگهداری و تعمیر
۲۸۸.....	۱-۷-۵- نگهداری فیلترهای آب دریا
۲۸۸.....	۱-۱-۷-۵- فیلترهای دوگانه آب دریا
۲۸۹.....	۲-۱-۷-۵- فیلترهای تغذیه و تغذیه میانی
۲۸۹.....	۲-۷-۵- سرویس نازل‌های آب پاش
۲۹۰.....	۳-۷-۵- اسید شویی
۲۹۰.....	۱-۳-۷-۵- آماده سازی محلول اسید
۲۹۱.....	۴-۷-۵- نشست یابی
۲۹۱.....	۵-۷-۵- دمونتاز اجزاء
۲۹۱.....	۶-۷-۵- تعمیرات و سرویس‌های دوره‌ای

- ۲۹۲.....۷-۷-۵- عیب یابی و رفع اشکال
- ۲۹۲.....۸-۵- توضیح فرآیند
- ۲۹۲.....۱-۸-۵- فرآیند آب شیرین‌کن
- ۲۹۲.....۱-۱-۸-۵- فرآیند گردش بخار در دستگاه MED
- ۲۹۳.....۲-۱-۸-۵- جریان آب دریا
- ۲۹۴.....۳-۱-۸-۵- جریان بخار
- ۲۹۴.....۴-۱-۸-۵- جریان تقطیر و محصول
- ۲۹۵.....۵-۱-۸-۵- رفع گازهای غیر قابل تقطیر (NCG)
- ۲۹۵.....۹-۵- سیستم‌های جانبی
- ۲۹۵.....۱-۹-۵- تامین آب دریا
- ۲۹۵.....۲-۹-۵- آب محصول
- ۲۹۵.....۳-۹-۵- تزریق مواد شیمیایی به محصول
- ۲۹۶.....۴-۹-۵- بخار
- ۲۹۶.....۵-۹-۵- سیستم ایجاد خلاء اولیه
- ۲۹۷.....۶-۹-۵- سیستم هوای فشرده
- ۲۹۷.....۷-۹-۵- سیستم تزریق مواد شیمیایی به تبخیر کننده‌ها
- ۲۹۷.....۸-۹-۵- سیستم اسید شویی
- ۲۹۷.....۱۰-۵- سیستم کنترل، ابزار دقیق
- ۲۹۸.....۱۱-۵- تاسیسات الکتریکی
- ۲۹۸.....۱۲-۵- مشخصات تجهیزات
- ۲۹۸.....۱-۱۲-۵- مشخصات دستگاه تولید آب شیرین
- ۲۹۹.....۱-۱-۱۲-۵- ملزومات تانک تبخیر کننده
- ۳۰۰.....۲-۱-۱۲-۵- کندانسور پسماند حرارتی

- ۳۰۰..... ۳-۱-۱۲-۵- مخازن و پمپهای دستگاه.....
- ۳۰۲..... ۴-۱-۱۲-۵- اژکتور بخار گردشی (ترموکمپرسور).....
- ۳۰۲..... ۵-۱-۱۲-۵- اژکتورهای تخلیه گازهای نامحلول.....
- ۳۰۳..... ۲-۱۲-۵- سیستم کنترل و ابزار دقیق.....
- ۳۰۳..... ۱-۲-۱۲-۵- کلیات.....
- ۳۰۳..... ۳-۱۲-۵- تجهیزات جانبی.....
- ۳۰۴..... ۴-۱۲-۵- تجهیزات کنترل مرکزی.....
- ۳۰۴..... ۱-۴-۱۲-۵- حلقه‌های کنترل.....
- ۳۰۴..... ۲-۴-۱۲-۵- نشان دهنده‌های روی پانل.....
- ۳۰۴..... ۳-۴-۱۲-۵- اینترلاکها.....
- ۳۰۴..... ۴-۴-۱۲-۵- سیستم اخطار (آلارم).....
- ۳۰۵..... ۵-۱۲-۵- ابزار دقیق محلی.....
- ۳۰۵..... ۱-۵-۱۲-۵- ترانس‌میتورها.....
- ۳۰۵..... ۲-۵-۱۲-۵- سوئیچ‌ها.....
- ۳۰۵..... ۳-۵-۱۲-۵- شیرهای کنترل.....
- ۳۰۵..... ۴-۵-۱۲-۵- اوریفیس‌ها.....
- ۳۰۵..... ۵-۵-۱۲-۵- آنالیزورها.....
- ۳۰۶..... ۶-۱۲-۵- منبع تغذیه.....
- ۳۰۶..... ۷-۱۲-۵- هوای فشرده ابزار دقیق مورد نیاز.....
- ۳۰۶..... ۸-۱۲-۵- فضای مورد نیاز در اتاق کنترل مرکزی.....
- ۳۰۷..... ۱۳-۵- تاسیسات الکتریکی.....
- ۳۰۷..... ۱-۱۳-۵- سیستم کنترل تجهیزات الکتریکی.....
- ۳۰۷..... ۲-۱۳-۵- سیستم روشنایی.....

۳۰۸.....	سیستم زمین ۳-۱۳-۵
۳۰۸.....	سیستم حفاظت در مقابل رعد و برق ۴-۱۳-۵
۳۰۸.....	تجهیزات الکتریکی ۵-۱۳-۵
۳۰۸.....	موتورها ۱-۵-۱۳-۵
۳۰۸.....	کابل‌های قدرت ۲-۵-۱۳-۵
۳۰۹.....	کابل‌های کنترل ۳-۵-۱۳-۵
۳۰۹.....	سینی و نردبان کابل ۴-۵-۱۳-۵
۳۰۹.....	عملیات ساختمانی فضای مورد نیاز ۱۴-۵
۳۱۱.....	فصل ششم بهره‌برداری و نصب آب شیرین کن MSF
۳۱۲.....	۱-۶ بخش‌های اصلی
۳۱۲.....	۱-۱-۶ آبگیر
۳۱۲.....	۱-۱-۱-۶ حوضچه آبگیر
۳۱۲.....	۲-۱-۱-۶ تاسیسات مکانیکی آبگیر و تصفیه مقدماتی
۳۱۴.....	۲-۱-۶ واحد تولید هیپوکلریت سدیم (کلریناسیون)
۳۱۵.....	۳-۱-۶ واحد تولید آب شیرین
۳۱۵.....	۱-۳-۱-۶ تصفیه شیمیایی
۳۱۶.....	۲-۳-۱-۶ تبخیر کننده‌ها
۳۱۷.....	۳-۳-۱-۶ واحد تولید بخار
۳۱۷.....	۲-۶ واحدهای کمکی
۳۱۷.....	۱-۲-۶ واحد ذخیره و آماده سازی مواد شیمیایی
۳۱۷.....	۲-۲-۶ واحد ذخیره و انتقال اسید سولفوریک
۳۱۸.....	۳-۲-۶ برق اصلی کارخانه
۳۱۸.....	۴-۲-۶ برق اضطراری کارخانه

۳۱۸.....	۵-۲-۶- ساختمان کنترل
۳۱۸.....	۶-۲-۶- سیستم بسته خنک کاری
۳۱۸.....	۷-۲-۶- واحد تولید هوای فشرده
۳۱۹.....	۳-۶- واحدهای تولید و انتقال آب آشامیدنی
۳۱۹.....	۱-۳-۶- واحد تولید آب آشامیدنی
۳۱۹.....	۲-۳-۶- ایستگاه پمپاژ و انتقال آب آشامیدنی
۳۱۹.....	۳-۳-۶- آزمایشگاه
۳۲۰.....	۴-۶- مراحل ساخت و نصب
۳۲۵.....	فصل هفتم روش‌های تلفیقی
۳۲۵.....	مطالعه موردی آب شیرین‌کن کیش
۳۲۵.....	۷- روش‌های تلفیقی
۳۲۷.....	۱-۷- بخش نیروگاه
۳۲۷.....	۲-۷- تولید همزمان برق و حرارت (cogeneration)
۳۲۷.....	۳-۷- بخش آب شیرین‌کن
۳۲۷.....	۱-۳-۷- واحدهای MED
۳۲۹.....	۲-۳-۷- واحد RO قدیم
۳۲۹.....	۳-۳-۷- RO جدید
۳۳۰.....	۴-۷- میزان برق مصرفی و سوخت برای واحدهای RO و MED
۳۳۱.....	۵-۷- زمان انجام پروژه برای بخش‌های MED و RO (طراحی، نصب و راه‌اندازی)
۳۳۱.....	۶-۷- بخش هزینه
۳۳۱.....	۷-۷- فرآیند گردش آب دریا در دستگاه MED
۳۳۳.....	۱-۷-۷- فرآیند گردش بخار
۳۳۴.....	۲-۷-۷- فرآیند گردش آب محصول

۳۳۴.....	۸-۷- مشخصات فرآیند و اجزاء سیستم تقطیر چند مرحله‌ای (MED) کیش
۳۳۵.....	۷-۸-۱- فرآیند گردش بخار در دستگاه MED
۳۳۶.....	۷-۸-۲- فرآیند گردش گازهای غیر قابل میعان
۳۳۷.....	فصل هشتم معرفی آب شیرین کن‌های جهان و ایران
۳۳۷.....	۸- معرفی کارخانجات شیرین سازی آب
۳۳۹.....	۸-۱- آب شیرین کن‌های ایران
۳۴۰.....	۸-۲- آب شیرین کن در خاور میانه
۳۴۸.....	۸-۳- کارخانجات آب شیرین کن کشور
۳۴۹.....	۱- بندر عباس
۳۴۹.....	۲- آبادان
۳۵۰.....	۳- جزیره کیش
۳۵۰.....	۴- جزیره قشم
۳۵۱.....	۵- بندر لنگه
۳۵۲.....	۶- منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس
۳۵۳.....	۷- منطقه ویژه خلیج فارس
۳۵۳.....	۸- بندر چابهار
۳۵۴.....	۹- پالایشگاه ستاره خلیج فارس
۳۵۵.....	۱۰- شهرستان جاسک
۳۵۵.....	(۱) شرکت نور ویژه
۳۵۸.....	(۲) شرکت سازه سازان
۳۶۰.....	(۳) شرکت آذرخش صنعت سپهر کیش
۳۶۱.....	(۴) شرکت عمران سازان مهاب
۳۶۲.....	(۵) شرکت مهندسی آبسان خاورمیانه

۳۶۳.....	شرکت مهندسی آردا زیست (۶)
۳۶۴.....	مراحل تصفیه
۳۶۴.....	شرکت مهندسی گرگان تابلو (۷)
۳۶۴.....	شرکت فراشمس (۸)
۳۶۷.....	شرکت فر آذرآب (۹)
۳۷۵.....	پیوست
۳۷۵.....	منابع و ماخذ
۳۷۷.....	لیست اشکال
۳۸۰.....	لیست جداول
۳۸۲.....	Abbreviations

دیباچه

دسترسی به آب شیرین از ضرورت‌های استمرار حیات در کره زمین و توسعه تمدن‌هاست. از ۱۶۵۰ میلیون کیلومتر مکعب آب موجود در سطح کره زمین ۹۷٪ آب شور و فقط ۳٪ آب شیرین است که بیش از سه چهارم این آب‌های شیرین نیز یا در دسترس نیستند و یا به دلیل آلودگی شدید نمی‌توانند استفاده شوند. محدود ساختن مصرف به منابع آب شیرین در دسترس، به معنای وابسته ساختن حیات و تمدن به کمتر از ۱٪ آب‌های موجود در کره زمین است. تکنولوژی شیرین‌سازی آب‌های شور که وابستگی به منابع بسیار محدود آب شیرین را کاهش می‌دهد بدون تردید نقش اساسی در افزایش کیفیت زندگی در مناطق خشک و کم‌آب و پیشگیری از تشدید بحران‌های منطقه‌ای و حتی جهانی آب را خواهد داشت.

کشور ما در منطقه خشک و کم‌آب جهان قرار گرفته است. علیرغم دسترسی کشور به منابع آب شور و سوخت‌های فسیلی برای شیرین‌سازی و بهره‌برداری از این منابع آبی، هنوز شیرین‌سازی آب در فهرست اقدامات توسعه‌ای کلان کشور قرار نگرفته است و فقط به تازگی به دلیل خشک‌سالی‌های پی‌درپی نگاهی به این منبع حیاتی و راهبردی انداخته شده است. شاید به همین دلیل است که در این زمینه کمتر منبع علمی به زبان فارسی منتشر شده است و کتابی که بتواند مورد استفاده مهندسين و محققين باشد وجود ندارد.

گروه مپنا از آغاز تأسیس در سال ۱۳۷۱، با مهندسی، ساخت تجهیزات و احداث نزدیک به ۵۰،۰۰۰ مگاوات پروژه‌های نیروگاهی در قالب پروژه‌های خاتمه یافته، در دست احداث و آتی خود که نزدیک به ۸۶ درصد از ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های کشور را تشکیل می‌دهند مشارکت داشته است. این گروه بیشترین نقش را در توسعه ظرفیت نیروگاهی به عهده گرفته و از این طریق امکان رشد و توسعه صنعتی را فراهم ساخته است. همچنین گروه مپنا تنها سازنده کلیه تجهیزات اصلی نیروگاه‌های حرارتی، از جمله توربین‌های گاز و بخار، تجهیزات جانبی توربین، پره توربین، ژنراتور، بویلرهای بازیاب حرارتی (HRSG)، بویلرهای معمولی و تجهیزات جانبی آنها تحت لیسانس شرکت‌های معتبر جهانی در ایران می‌باشد. در حوزه‌های فوق‌الذکر، گروه مپنا اولین و بزرگترین پیمانکار عمومی نیروگاهی در خاورمیانه و غرب آسیا، اولین و بزرگترین سازنده کلیه تجهیزات اصلی نیروگاهی در مناطق فوق و اولین و بزرگترین سرمایه‌گذار طرح‌های نیروگاهی خصوصی در کشور محسوب می‌شود. جذب پیشرفته‌ترین فناوری و دانش فنی در کلیه حوزه‌های فعالیت صنعتی را می‌توان از دستاوردهای گروه مپنا برشمرد.

گروه مپنا با برخورداری از توانمندی‌ها و فناوری‌های ذکر شده و برای ایفای رسالت‌های اجتماعی خویش از یکسو و توسعه کسب و کار در حوزه‌هایی که مزیت‌های رقابتی دارد از

سوی دیگر، موضوع دستیابی به فناوری طراحی و ساخت آب شیرین‌کن‌ها را در دستور کار خود قرار داده است. کتاب "شیرین سازی آب، میانی و روش‌ها" که حاصل تحقیقات و مطالعات متخصصین گروه مپنا است به منظور نشر دانش، در دسترس جامعه علمی و تخصصی کشور قرار می‌گیرد. انتظار می‌رود که این کتاب مورد استقبال محققین و طراحان علاقمند واقع شده و ضمن آنکه زمینه‌ای برای تحقیق و انتشار بیشتر متون علمی در این زمینه را فراهم می‌کند به توسعه این فناوری حیاتی در داخل کشور کمک کند.

هجده سال تلاش در زمینه‌ی جذب و تولید تکنولوژی‌های پیشرفته و به کارگیری آن برای توسعه‌ی ملی، گروه مپنا را به یک بنگاه اقتصادی دانش بنیان تبدیل کرده است. انتشار کتاب در زمینه فناوری‌هایی که گروه مپنا در آن سرآمدی ملی و منطقه‌ای دارد ایفای بخشی از رسالت‌های اجتماعی سازمان از طریق نشر دانش است. معاونت تحقیق و توسعه گروه مپنا امیدوار است در انجام این وظیفه از حمایت جامعه علمی-تخصصی کشور با دریافت نظرها و پیشنهادهای بهره‌مند شود.

آذر ماه ۱۳۸۹

معاونت تحقیق و توسعه گروه مپنا

پیشگفتار

بنام آفریدگار آب

آب ماده‌ای است که حیات بدون آن میسر نیست. بشر در دوره نو سنگی سعی در مهار آب داشته است و بر روی الواحی که از ۴ هزار سال قبل از میلاد از سومری‌ها باقی مانده است سنگ نوشته‌هایی با این مضمون موجود است. در دین یهود اشاره شده است که حضرت موسی در ۱۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح با عصای سحرآمیز خود چشمه‌ای در دل کویر پدید آورد. این موضوع بر اهمیت آب در زمانهای گذشته صحه می‌گذارد، به نحوی که تمدن‌های بزرگ در کنار رودهای بزرگ ظاهر شده‌اند.

استخراج آب‌های زیرزمینی سابقه‌ای طولانی در کشورهای مختلف چون چین (حفر چاهی تا عمق ۱۵۰۰ متر به‌وسیله دسته‌های نی)، مصر (چاه یوسف با عمق تقریبی ۱۰۰ متر ۳۰۰۰ سال قدمت دارد) و ایران باستان دارد. منوچهر پادشاه ایرانی حدود ۲۴۰۰ سال پیش دستور داد تا حفر کاریز (قنات) را به بزرگان بیاموزند. پیوند دادن لوله‌های چاه و انتقال ثقلی آب زیرزمینی کاری طاقت فرسا بوده که ایرانیان سرآمد آن بوده‌اند. کهن‌ترین قناتی که آثاری از آن باقی مانده است در شمال ایران پیدا شده است. این قنات همزمان با ورود آریائی‌ها حفر گردیده است. عمر قنات گناباد که مادرچاه آن ۳۰۰ متر عمق دارد را ۲۵۰۰ سال برآورد کرده‌اند.

امپراطوری ایران تا دوره طولانی از لحاظ قدرت در دنیا بی‌مانند بود و این نه فقط به لحاظ نظامی بلکه فنآوری سرآمد سپاه ایران بود. در تاریخ آمده است که کورش بزرگ پس از گرفتن سرزمین سوریه در آسیای صغیر به بابل که همچون دژی مستحکم بود حمله کرد. دیده‌بانان بابلی وقتی ایرانیان را در حال حفر کانال دیدند به آنان ریشخند زدند تا اینکه سپاه ایران با انحراف آب رودخانه و پائین افتادن سطح آب فرات از رود گذشتند و وارد بابل شدند. پس از کورش پسرش کمبوجیه به فکر حفر کانال سوئز افتاد ولی به دلیل اوضاع نابسامان سیاسی در نقاط دیگر کشور مجبور به ترک مصر شد تا اینکه پادشاه دیگر ایران داریوش، کانالی حفر کرد و رود نیل را به دریای سرخ پیوند داد تا کشتی‌های جنگی ایران از دریای مدیترانه وارد رود نیل شوند. خشایار شاه پسر داریوش در ۴۸۰ سال قبل از میلاد با سپاه بزرگی از کشتی‌های جنگی به یونان حمله کرد و با حفر کانال بزرگ خشایار شاه که عرضی نزدیک به ۴۵ متر داشت لشکریان خود را به جای عبور از دریای اژه از آن عبور داد.