



سازمان اسناد و کتابخانه ملی
جمهوری اسلامی ایران

کتابخانه تخصصی

۸۹۷۱ - شهر تهران - خیابان...

پشت بام، پلاک ۱۰، طبقه دوم، تهران - خیابان...

۷۷۷۱ - تهران - خیابان...

۵۷۷۱ - تهران - خیابان...

۵۷۷۱ - تهران - خیابان...

۵۷۷۱ - تهران - خیابان...

۵۷۷۱ - تهران - خیابان...

تصفیه آب و پساب‌های صنعتی

(گزیده‌ای بر اصول و مبانی)



نویسنده: هما کاش

نویسندگان:

هما کاش - مرده زعفرونی

www.ketab.ir



سرشناسه: کاه کش، هما، ۱۳۶۸ -

عنوان و نام پدیدآور: تصفیه آب و پساب‌های صنعتی (گزیده‌ای بر اصول و مبانی) / نویسندگان هما کاه کش، مژده زعفرونی.

مشخصات نشر: اهواز: پژوهندگان راه دانش، ۱۳۹۷.

فروست: پژوهندگان راه دانش: ۱۳۵۰.

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

موضوع: آب - تصفیه

موضوع: آب - تجزیه و آزمایش

موضوع: فاضلاب - تصفیه

موضوع: آب - مهندسی

موضوع: زباله صنعتی - تصفیه

شناسه افزوده: زعفرونی، مژده، ۱۳۶۴ -

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۷ ۶۲۰/۷۲۴۳۰ TD

شماره کتابشناسی ملی: ۴۷۴۴۴۹۱

رده‌بندی دیویی: ۶۲۸/۱۶۲

اشارات پژوهندگان راه دانش



ناشر: پژوهندگان راه دانش

شماره نشر: ۱۳۵۰

نام کتاب: تصفیه آب و پساب‌های صنعتی (گزیده‌ای بر اصول و مبانی)

نویسندگان: هما کاه کش - مژده زعفرونی

تیراژ: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۷

چاپ: ترنگ

صفحه آرایشی: پژوهندگان

سایز: رحلی

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۴۵-۱۷۴-۲

قیمت: ۱۵۰۰۰ تومان

www.ketab.org.ir

حق چاپ و نشر محفوظ است.

طبق قانون حقوق نویسندگان و مصنفان هرگونه کپی‌برداری به هر روش پیگرد قانونی دارد.

دفتر اهواز: ۰۹۱۶۱۱۸۵۱۱۸ - ۳۲۲۰۲۸۰۲

دفتر تهران: ۰۹۱۲۸۸۸۴۹۶۹ - ۶۶۱۲۰۵۵۴

فهرست

۱۱	مقدمه
۱۳	فصل اول: آب در طبیعت
۱۵	۱-۱- شیمی آب
۱۵	۲-۱- مصارف عمده آب
۱۶	۳-۱- مشکلات ناشی از ناخالصی‌های آب
۱۶	۴-۱- علت تصفیه‌ی آب
۱۶	۵-۱- منابع آب
۱۷	۶-۱- ناخالصی‌های آب
۱۷	۱-۶-۱- انواع ناخالصی‌های آب و ویژگی آن‌ها
۲۱	فصل دوم: تعاریف و اصول کلی
۲۳	۱-۲- محاسبه‌ی غلظت ناخالصی‌ها در آب
۲۳	۱-۱-۲- محاسبه با روش ضریب تبدیل
۲۴	۲-۱-۲- محاسبه بدون ضریب تبدیل
۲۵	۲-۲- شاخص‌های مهم آب
۲۵	۱-۲-۲- شاخص املاح محلول آب
۲۵	۱-۱-۲-۲- هدایت الکتریکی (EC)
۲۶	۲-۱-۲-۲- غلظت یون هیدروژن
۲۶	۳-۱-۲-۲- کل مواد جامد محلول (TDS)
۲۶	۴-۱-۲-۲- سختی آب (H)
۲۷	۵-۱-۲-۲- شاخص قلیانیت آب
۲۸	۲-۲-۲- شاخص‌های ذرات معلق در آب
۲۹	۱-۲-۲-۲- تعیین TSS
۲۹	۲-۲-۲-۲- تعیین NTU
۲۹	۳-۲-۲-۲- تعیین CU
۳۰	۳-۲-۲- شاخص‌های آلاینده‌های آلی آب
۳۰	۱-۳-۲-۲- اکسیرژن‌خواهی بیولوژیکی (BOD)
۳۱	۲-۳-۲-۲- اکسیرژن‌خواهی شیمیایی (COD)
۳۱	۳-۳-۲-۲- کل کربن آلی (TOC)
۳۱	۴-۳-۲-۲- نیتروژن آمونیاکی
۳۱	۵-۳-۲-۲- Th.O.D یا TOD

۴-۲-۲- شاخص بهداشتی بودن آب (E.Coli form)..... ۳۲

فصل سوم: کاهش املاح آب به روش ته نشینی..... ۳۳

۱-۳- کاهش سختی آب..... ۳۵

۲-۳- محاسبه سختی دائم و موقت بر اساس سختی کل و قلیائیت کل..... ۳۵

۳-۳- کاهش سختی موقت..... ۳۵

۴-۳- کاهش سختی دائم..... ۳۶

۵-۳- ارزیابی فرآیند آهک/سودا زنی..... ۳۶

۶-۳- کاربرد مواد منعقدکننده در حوضچه‌ی آهک زنی..... ۳۷

۷-۳- تثبیت آب نرم شده..... ۳۷

۱-۷-۳- روش‌های تثبیت آب نرم شده..... ۳۷

۸-۳- محاسبه مقدار آهک لازم..... ۳۸

۹-۳- سودا، مو، نیاز..... ۳۸

۱۰-۳- بهبود راندمان آهک زنی..... ۳۸

۱۱-۳- کلاریفایر..... ۳۹

۱۲-۳- استفاده از سود و زآه در کاهش سختی آب..... ۳۹

۱۳-۳- فواید جانبی آهک زنی..... ۳۹

۱۴-۳- حذف آهن و منگنز..... ۳۹

۱-۱۴-۳- حذف آهن و منگنز به روش کربن دی‌اکسید..... ۴۰

۲-۱۴-۳- حل مشکل آهن و منگنز به صورت تصفیه داخلی..... ۴۱

۱۵-۳- کاهش سیلیکا..... ۴۱

۱-۱۵-۳- ویژگی‌های سیلیکا..... ۴۱

۲-۱۵-۳- انواع شکل‌های سیلیکا در آب..... ۴۲

۳-۱۵-۳- مشکلات سیلیکا..... ۴۲

۴-۱۵-۳- بلودان..... ۴۳

۵-۱۵-۳- روش‌های حذف سیلیکا..... ۴۳

۶-۱۵-۳- نکاتی مرتبط با روش‌های حذف سیلیکا..... ۴۴

۷-۱۵-۳- عوامل مؤثر در حذف سیلیکا در حوضچه‌ی آهک زنی..... ۴۴

۸-۱۵-۳- مقایسه‌ی حذف سیلیکا با اسمز معکوس و رزین‌های آنیونی..... ۴۴

فصل چهارم: روش‌های حذف ذرات معلق از آب..... ۴۵

۱-۴- دستگاه‌های جداسازی ذرات معلق..... ۴۷

۲-۴- انواع مکانیزم‌های رایج حذف ذرات معلق..... ۴۷

۱-۲-۴- مکانیزم ته نشینی..... ۴۷

۱-۱-۲-۴- فلوئتاسیون با هوا..... ۴۸

- ۴۸-۲-۲-۴- فیلتراسیون
- ۴۹-۳-۴- تعیین دبی آب (Q)
- ۴۹-۴-۴- ارتباط بین مقاومت بستر با عمق بستر و تخلخل بستر
- ۵۰-۵-۴- انواع فیلترها و عوامل مؤثر در حذف مواد معلق با فیلتراسیون
- ۵۰-۱-۵-۴- فیلترهای فشاری
- ۵۱-۲-۵-۴- فیلترهای ثقلی
- ۵۱-۳-۵-۴- مقایسه‌ی فیلترهای فشاری و ثقلی
- ۵۱-۶-۴- اندازه‌ی مؤثر و ضریب یکنواختی ذرات بستر فیلتر
- ۵۲-۷-۴- عمق بستر فیلتر و تأثیر اندازه و نوع ذرات آن
- ۵۳-۸-۴- کاتریج فیلتر
- ۵۳-۱-۸-۴- کاربرد کاتریج فیلترها
- ۵۳-۹-۴- شاخص‌های مری عملکرد فیلترها
- ۵۴-۱۰-۴- دستگاه‌های کنترل عملکرد فیلتر
- ۵۴-۱۱-۴- انعقادسازی و لخته‌گذاری
- ۵۵-۱-۱۱-۴- چگونه می‌توان ذرات را به هم نزدیک کرد؟
- ۵۵-۲-۱۱-۴- چگونه می‌توان دافعه را کمتر و جاذبه را بیشتر کرد؟
- ۵۶-۳-۱۱-۴- عملکرد و مکانیسم منعقدکننده‌ها
- ۵۶-۴-۱۱-۴- عوامل مؤثر در انعقادسازی
- ۵۷-۵-۱۱-۴- کمک منعقدکننده‌ها
- ۵۷-۶-۱۱-۴- مکانیسم کار منعقدکننده‌ها
- ۵۷-۷-۱۱-۴- روش جارست

۵۹- فصل پنجم: روش‌های حذف گازها از آب و فاضلاب

- ۶۱-۱-۵- ناخالصی‌های گازی در آب و فاضلاب
- ۶۱-۲-۵- منشأ ناخالصی‌های گازی
- ۶۱-۳-۵- قوانین حاکم بر ناخالصی‌های گازی
- ۶۲-۴-۵- روش حذف گازها
- ۶۲-۱-۴-۵- روش‌های فیزیکی
- ۶۲-۱-۱-۴-۵- هوادهی
- ۶۳-۲-۱-۴-۵- هوازادی سرد
- ۶۳-۳-۱-۴-۵- هوازادی گرم
- ۶۴-۲-۴-۵- روش‌های شیمیایی
- ۶۴-۱-۲-۴-۵- حذف H_2S
- ۶۴-۲-۲-۴-۵- حذف کلر (Cl_2)
- ۶۵-۳-۲-۴-۵- حذف آمونیاک (NH_3)

۶۵.....۵-۴-۲-۴- حذف اکسیژن

۶۷..... فصل ششم: تصفیه‌ی فاضلاب و پساب

۶۹..... ۱-۶- تعریف فاضلاب شهری

۶۹..... ۲-۶- اهداف تصفیه‌ی فاضلاب

۶۹..... ۳-۶- تفاوت فاضلاب‌های شهری و پساب‌های صنعتی

۷۰..... ۴-۶- تصفیه‌ی فاضلاب شهری

۷۰..... ۱-۴-۶- تصفیه‌ی اولیه

۷۰..... ۲-۴-۶- تصفیه‌ی ثانویه

۷۰..... ۳-۴-۶- تصفیه‌ی پیشرفته

۷۱..... ۵-۶- انواع میکروارگانیسم‌ها بر اساس اکسیژن موردنیاز

۷۱..... ۶-۶- انواع میکروارگانیسم‌ها بر اساس کربن موردنیاز

۷۱..... ۷-۶- علت مسمومیت باکتری‌ها

۷۱..... ۸-۶- انواع روش‌های تصفیه‌ی بیولوژیکی

۷۱..... ۱-۸-۶- سیستم لاگ بی

۷۲..... ۲-۸-۶- سیستم فیلتر شند

۷۲..... ۳-۸-۶- سیستم لجن فعال

۷۳..... ۹-۶- کلرزنی

۷۳..... ۱-۹-۶- نکات مهم کلرزنی

۷۳..... ۱۰-۶- سیستم جمع‌آوری و تصفیه‌ی لجن

۷۳..... ۱۱-۶- دفع فاضلاب به دریا و رودخانه‌ها

۷۴..... ۱۲-۶- یکنواخت‌سازی فاضلاب

۷۴..... ۱۳-۶- خنثی‌سازی

۷۵..... فصل هفتم: رسوب‌گذاری و خوردگی آب

۷۷..... ۱-۷- علت تشکیل رسوب

۷۸..... ۲-۷- عوامل مؤثر بر کیفیت و کمیت رسوب

۷۸..... ۱-۲-۷- جنس سطح

۷۸..... ۲-۲-۷- pH و قلیانیت آب

۷۸..... ۳-۲-۷- آنالیز آب

۷۸..... ۴-۲-۷- زمان و سرعت رسوب‌گذاری

۷۸..... ۵-۲-۷- تأثیر عوامل هیدرودینامیکی

۷۹..... ۶-۲-۷- سرعت سیال

۷۹..... ۳-۷- پیش‌بینی تشکیل رسوب

۷۹..... ۱-۳-۷- انواع روش‌های پیش‌بینی تشکیل رسوب کربنات کلسیم

۷۹	۷-۳-۱-۱ - اندیس اشباع لانجلیر (LSI)
۸۰	۷-۳-۱-۲ - اندیس رایزنار (SI)
۸۱	۷-۴ - pH بحرانی (pH _c)
۸۱	۷-۵ - جلوگیری از تشکیل رسوب
۸۱	۷-۶ - خوردگی آب و عوامل مؤثر بر آن
۸۲	۷-۶-۱ - خوردگی الکتروشیمیایی
۸۲	۷-۶-۲ - خوردگی بیولوژیکی
۸۳	فصل هشتم: اسمز معکوس
۸۵	۸-۱ - پدیده‌ی اسمز
۸۵	۸-۲ - فشار اسمزی
۸۶	۸-۳ - اساس کار اسمز معکوس
۸۶	۸-۴ - کاربرد اسمز معکوس
۸۷	۸-۵ - اجزاء تشکیل‌دهنده‌ی اسمز معکوس
۸۷	۸-۶ - مقایسه‌ی اسمز معکوس و فیلتراسیون معمولی
۸۸	۸-۷ - تعاریف مهم در اسمز معکوس
۸۸	۸-۸ - علت کاهش دبی آب شیرین در اسمز معکوس
۸۹	۸-۹ - pH آب شور
۸۹	۸-۱۰ - دبی جریان‌های عبوری از غشاء
۸۹	۸-۱۱ - غشاء مناسب در اسمز معکوس
۹۰	۸-۱۱-۱ - مزیت غشاء استات سلولز
۹۰	۸-۱۱-۲ - مزیت غشاء پلی آمیدی
۹۱	۸-۱۱-۳ - غشاء پلی سولفان باردار
۹۱	۸-۱۲ - هدف از تصفیه‌ی مقدماتی در اسمز معکوس
۹۱	۸-۱۳ - عوامل آلودگی غشاء در اسمز معکوس
۹۲	۸-۱۳-۱ - راه‌های جلوگیری از ایجاد رسوب روی غشاء
۹۲	۸-۱۳-۲ - روش‌های جلوگیری از تشکیل رسوب کربنات کلسیم
۹۲	۸-۱۳-۳ - آلودگی غشاء ناشی از اکسیداسیون
۹۳	۸-۱۳-۴ - انواع روش‌های حذف آلودگی غشاء ناشی از مواد کلونیدی
۹۳	۸-۱۳-۵ - روش‌های حذف آلودگی بیولوژیکی
۹۳	۸-۱۳-۶ - هزینه‌ی تصفیه‌ی آب با اسمز معکوس
۹۳	۸-۱۴ - نکات مربوط به تهیه آب صنعتی از آب شیرین
۹۵	فصل نهم: رزین‌های تعویض یونی
۹۷	۹-۱ - ویژگی‌های یک رزین تعویض یونی

۹۷	۲-۹- انواع رزین‌ها
۹۸	۱-۲-۹- رزین‌های کاتیونی
۹۸	۱-۱-۲-۹- رزین کاتیون قوی
۹۸	۲-۱-۲-۹- رزین کاتیون ضعیف
۹۸	۲-۲-۹- رزین‌های آنیونی
۹۹	۱-۲-۲-۹- رزین آنیونی قوی
۹۹	۲-۲-۲-۹- رزین‌های آنیونی ضعیف
۹۹	۳-۲-۹- مقایسه‌ی رزین‌های ضعیف و قوی
۱۰۰	۳-۹- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رزین‌ها
۱۰۱	۴-۹- خواص رزین‌های مبادله‌کننده‌ی یونی
۱۰۱	۵-۹- مفهوم برگشت‌پذیری در رزین‌های تعویض یونی
۱۰۲	۶-۹- ژله یا جاد بودن رزین
۱۰۲	۷-۹- یون و حرکت و ضریب گزینش‌پذیری رزین
۱۰۳	۸-۹- ظرفیت رزین
۱۰۳	۱-۸-۹- ظرفیت ج می
۱۰۳	۲-۸-۹- ظرفیت حجمی
۱۰۳	۹-۹- محدوده‌ی pH عملکرد رزین‌ها
۱۰۴	۱۰-۹- پایداری شیمیایی رزین
۱۰۴	۱۱-۹- پایداری گرمایی رزین
۱۰۴	۱۲-۹- دانسیته‌ی ذرات رزین
۱۰۵	۱۳-۹- دستگاه‌های تعویض یونی
۱۰۵	۱۴-۹- بستر رزین
۱۰۵	۱۵-۹- احیای رزین
۱۰۵	۱-۱۵-۹- جریان هم‌جهت و مختلف‌الجهت
۱۰۶	۲-۱۵-۹- مزایای جریان مختلف‌الجهت
۱۰۶	۳-۱۵-۹- احیای رزین کاتیونی اسیدی
۱۰۶	۴-۱۵-۹- مشکل احیای رزین با سولفوریک‌اسید
۱۰۶	۵-۱۵-۹- احیای رزین‌های آنیونی
۱۰۷	۱۶-۹- حجم رزین
۱۰۷	۱۷-۹- مزیت روش تبادل یونی
۱۰۷	۱۸-۹- محدودیت‌های روش تبادل یونی
۱۰۸	۱۹-۹- معرفی رزین‌های تعویض یونی خاص
۱۰۸	۱-۱۹-۹- سیلیس‌زدا
۱۰۸	۲-۱۹-۹- حذف آهن و منگنز
۱۰۸	۳-۱۹-۹- سختی‌گیر تعویض یونی

- ۱۰۹-۲۰- مقایسه‌ی حذف سختی آب با آهک و سودا زنی و تعویض یونی..... ۱۰۹
- ۱۰۹-۲۱- تصفیه‌ی مقدماتی آب قبل از ورود به واحد تعویض یونی..... ۱۰۹
- ۱۰۹-۲۱-۱- شرایطی که استفاده از رزین‌ها را برای تصفیه‌ی آب مطلوب‌تر می‌کند..... ۱۰۹
- ۱۰۹-۲۱-۲- شرایطی که روش آهک و سودا زنی را برای تصفیه‌ی آب مطلوب‌تر می‌کند..... ۱۰۹

فصل دهم: الکترودیالیز و تقطیر..... ۱۱۱

- ۱۱۳-۱-۱۰- الکترودیالیز..... ۱۱۳
- ۱۱۳-۲-۱۰- اجزای تشکیل‌دهنده‌ی یک سیستم الکترودیالیز..... ۱۱۳
- ۱۱۳-۱-۲-۱۰- غشاء..... ۱۱۳
- ۱۱۳-۲-۲-۱۰- ویژگی‌های غشاهای الکترودیالیز..... ۱۱۳
- ۱۱۴-۳-۲-۱۰- الکترودها..... ۱۱۴
- ۱۱۴-۴-۲-۱۰- سل..... ۱۱۴
- ۱۱۴-۵-۲-۱۰- پمپ..... ۱۱۴
- ۱۱۴-۶-۲-۱۰- تورهای پلیمری..... ۱۱۴
- ۱۱۴-۷-۲-۱۰- انرژی موردنیاز در سیستم الکترودیالیز..... ۱۱۴
- ۱۱۴-۸-۲-۱۰- دانسیته‌ی جریان و توان مصرفی در دستگاه الکترودیالیز..... ۱۱۴
- ۱۱۵-۹-۲-۱۰- نکات مهم در الکترودیالیز..... ۱۱۵
- ۱۱۵-۱۰-۲-۱۰- عوامل مؤثر بر الکترودیالیز..... ۱۱۵
- ۱۱۶-۳-۱۰- تقطیر..... ۱۱۶
- ۱۱۶-۱-۳-۱۰- ویژگی‌های تقطیر..... ۱۱۶
- ۱۱۶-۲-۳-۱۰- مصرف انرژی..... ۱۱۶

فصل یازدهم: کنترل کیفیت آب بویلر..... ۱۱۷

- ۱۱۹-۱-۱۱- فاکتورهای اصلی در تصفیه‌ی داخلی..... ۱۱۹
- ۱۲۰-۱-۱-۱۱- کنترل pH..... ۱۲۰
- ۱۲۰-۲-۱-۱۱- کنترل اکسیژن محلول..... ۱۲۰
- ۱۲۰-۱-۲-۱-۱۱- انواع روش‌های کنترل غلظت اکسیژن در بویلرها..... ۱۲۰
- ۱۲۱-۲-۲-۱-۱۱- مزایای روش اکسیژن‌درمانی..... ۱۲۱
- ۱۲۱-۳-۱-۱۱- کنترل قلیانیت..... ۱۲۱
- ۱۲۱-۴-۱-۱۱- کنترل سختی آب..... ۱۲۱
- ۱۲۲-۵-۱-۱۱- کنترل املاح در بخار..... ۱۲۲
- ۱۲۲-۶-۱-۱۱- کنترل یون کلراید..... ۱۲۲
- ۱۲۲-۷-۱-۱۱- کنترل سیلیکا..... ۱۲۲
- ۱۲۲-۱-۷-۱-۱۱- بلودان چیست؟..... ۱۲۲
- ۱۲۳-۲-۱۱- نگهداری بویلرهای خارج از سرویس..... ۱۲۳

۱۲۵	منابع
۱۲۷	منابع فارسی
۱۲۷	منابع انگلیسی

www.ketab.ir

بنام خدا

مقدمه

«و خداوند از آسمان‌ها باران را فرستاد تا زمینی را پس از مرگ زنده گرداند و البته در این کار آیاتی است برای آنان که سخن حق را می‌شنوند.»

سوره مبارکه نحل-آیه ۶۵

این کتاب با عنوان تصفیه آب در برابر آلودگی‌های صنعتی (گزیده‌ای بر اصول و مبانی) برای علاقه‌مندان در این زمینه تألیف شده است.

هدف از نگارش این مجموعه آب شدن به مبانی و اصول تصفیه آب و پساب‌های صنعتی و روش‌های مختلف انجام آن است. این کتاب شامل یازده فصل است که در هر فصل به‌طور مجزا و خلاصه به انواع روش‌های حذف آلودگی‌های متفاوت از آب می‌پردازیم. امیدواریم که نگارش این کتاب برای علاقه‌مندان مفید و مؤثر واقع گردد.

از همه کسانی که در تهیه این کتاب با ما همکاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنیم.

خدایا چنان کن سرانجام کار تو خشنود باشی و ما رستگار