



انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد، شماره ۳۹۰

فرآیندهای پیشرفته تصفیه آب

تألیف:

دکتر حسین علیدادی

عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

مرکز تحقیقات مدیریت و عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشیار گروه مهندسی

بهداشت محیط، دانشکده بهداشت

مهندس رویا پیروی

عضو هیات علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی گناباد

فریده جمالی - سلمان جعفرپور

کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط

عنوان و نام پدیدآور:	فرآیندهای پیشرفته تصفیه آب/تألیف حسین علیدادی ... [و دیگران].
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی مشهد، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری:	۲۵۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست:	(انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد؛ شماره ۳۹۰)
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۳۶۹-۰۴۶-۲
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا.
یادداشت:	تألیف حسین علیدادی، رویا پیروی، فریده جمالی، سلمان جعفرپور.
یادداشت:	ص.ع. به انگلیسی: H. Alidadi ... [et al]. Advanced Water Treatment Processes
موضوع:	آب -- تصفیه
موضوع:	Water -- Purification
موضوع:	آب -- مهندسی
موضوع:	Hydraulic engineering
شناسه افزوده:	علیدادی، حسین، ۱۳۵۳-
شناسه افزوده:	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی مشهد
شناسه افزوده:	Mashhad University of Medical sciences & Health Services
رده‌بندی کنگره:	TD۳۰/۴۰۳۹۵
رده‌بندی دیویی:	۶۱۸/۱۶۳
شماره کتابشناسی ملی:	۴۳۷۵۷۴۵



دانشگاه علوم پزشکی مشهد

انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد، شماره ۳۹۰

فرآیندهای پیشرفته تصفیه آب

تألیف:

دکتر حسین علیدادی - مهندس رویا پیروی - فریده جمالی - سلمان جعفرپور

وزیری، ۲۵۰ صفحه، ۳۲۰ نسخه، چاپ اول، پاییز ۱۳۹۵

امور فنی و چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

بها: ۲۰۰۰۰۰ ریال

بسمه تعالی

انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد - به عنوان یک نهاد علمی - فرهنگی، چاپ و نشر، کتابهای مورد استفاده استادان و دانشجویان رشته‌های علوم پزشکی را از وظایف اساسی خود می‌داند. بر آن است تا با انتشار متون مربوط به علوم پزشکی، هم بر اعتبار و اعتلای آنها بیفزاید و هم به جبهات جل گرمی و شوق و نشاط امر تحقیق را در پی جویهای علمی فراهم آورد. به این چاپ و نشر آثار معتبر علمی، امکان دستیابی اهل تحقیق را به منابع مختلف و گوناگون علمی مورد نیاز به بهترین صورتی میسر و ممکن خواهد ساخت و راه را برای تحقیقات بعدی هموار خواهد کرد.

باید گفته شود که دسترسی به آثاری که در زمینه‌های مربوط به نشر، در قلمرو ناشران خصوصی، نه تنها از مسئولیت مراکز معتبر دانشگاهی، بلکه در این زمینه‌ها با تکیه بر جنبه‌های علمی و فرهنگی موضوع نمی‌گاهد، بلکه در این گوناگون، از جمله لزوم بررسیهای دقیق کارشناسی، ویرایشهای علمی و فنی، و نیز توجه حداکث به توان مالی مخاطبان آثار، به‌ویژه دانشجویان، ایجاب می‌کند که دانشگاههای دولتی دامن خدمات خود را با تکیه بر جنبه‌های کیفی، و گاه صرف‌نظر از بازده اقتصادی گسترش دهند.

مسئولان انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد، با اخلاص و امانت تمام می‌خواهند تا جدیدترین آثار مربوط به دانشهای پزشکی را به بهترین شیوه فانت آورند و بکوشند تا آثار منتشر شده با کیفیت مطلوب عرضه گردد. در عین حال انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مترصد دریافت نظرها و انتقادهای بهجا و سازنده اهل نظر می‌باشد تا از این عاریت بهر کمال آثار منتشره خویش بیفزاید.

معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد با استعانت از الطاف خداوندی امیدوار است که نشر این اثر همانند دیگر آثار انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد با نظارت همه‌جانبه این معاونت، و با تکیه بر ابتکار و کوشش اعضا و کارشناسان دانش‌آموخته خویش و نیز ایجاد ارتباط محکم و پایدار با جامعه پزشکی و دانشجویان پژوهشگر، در جهت ارتقای کیفی و تنوع موضوعات مورد نیاز دانش‌پژوهان رشته‌های علوم پزشکی گامهای مؤثر بردارد تا مورد استفاده دانشجویان و مقبول طبع صاحب‌نظران و دانشگاهیان نکته‌بین قرار بگیرد.

انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد

فهرست مطالب

۱۹	 پیشگفتار
۲۱	 بخش اول: فرآیندهای تصفیه آب
۲۳	 فصل ۱ - مروری بر فرآیندهای تصفیه
۲۳	 ۱-۱ مقدمه
۲۳	 ۲-۱ شرایط کیفی منابع آبی
۲۴	 ۳-۱ دسته‌بندی منابع آبی
۲۴	 ۱-۳-۱ آب‌های سطحی
۲۵	 ۲-۳-۱ آب‌های زیر زمینی
۲۶	 ۴-۱ مروری بر فرآیندهای تصفیه آب
۲۶	 ۱-۴-۱ هوادهی و زدایش با کمک هوا
۲۷	 ۲-۴-۱ اکسیداسیون شیمیایی
۲۷	 ۱-۲-۴-۱ اکسیدان‌های شیمیایی رایج در تصفیه آب
۲۹	 ۳-۴-۱ انعقاد و لخته‌سازی
۲۹	 ۴-۴-۱ ته‌نشینی و شناورسازی
۳۰	 ۱-۴-۴-۱ انواع فرآیندهای ته‌نشینی
۳۱	 ۵-۱ فیلتر بستر دانهای
۳۳	 ۶-۱ غشاها
۳۴	 ۷-۱ تعویض یون و جذب سطحی آلاینده‌های معدنی
۳۴	 ۸-۱ ترسیب یا رسوب دهی شیمیایی
۳۵	 ۹-۱ جذب ترکیبات آلی
۳۷	 ۱۰-۱ گندزدایی شیمیایی
۳۷	 ۱-۱۰-۱ ملاحظات شبکه توزیع
۳۷	 ۱۱-۱ مدیریت لجن
۳۹	 ۱۲-۱ آزمایشات پایلوت
۳۹	 ۱۳-۱ منابع تامین آب
۳۹	 ۱-۱۳-۱ دریاچه‌های پشت سد با کیفیت بالا
۴۰	 ۲-۱۳-۱ منابع آب پشت سد دارای جلبک و رنگ و TOC

۴۱	۴-۱۳-۱ منابع آب رودخانه‌های دارای سختی
۴۲	۵-۱۳-۱ آب زیرزمینی با آهن و منگنز
۴۳	۶-۱۳-۱ آب‌های زیرزمینی حاوی سختی
۴۵	فصل ۲ - فرایندهای جداسازی گاز- مایع
۴۵	۱-۲ مقدمه
۴۵	۲-۲ انواع فرایندهای جداسازی گاز - مایع
۴۶	۱-۲-۲ برج‌های آکنده
۴۸	۲-۲-۲ زدایش با هوا
۴۹	۳-۲-۲ هوادهی بخشی یا حبابی
۵۰	۴-۲-۲ هوادهی سطحی
۵۱	۵-۲ مراددهای اسپری
۵۳	فصل ۳ - اکسیداسیون شیمیایی
۵۳	۱-۳ مقدمه
۵۳	۲-۳ اصول فرمودینامیکی
۵۴	۳-۳ پتانسیل آتروشیما
۵۶	۴-۳ واکنش‌های اکسیداسیون - شیمیایی
۵۶	۱-۴-۳ موازنه معادلات
۵۹	۲-۴-۳ ملاحظات ترمودینامیکی
۶۰	۳-۴-۳ تأثیر pH
۶۰	۵-۳ اکسیدان‌های مورد استفاده در تصفیه آب
۶۲	۱-۵-۳ انواع واکنش‌های کلر با ترکیبات مختلف
۶۳	۱-۱-۵-۳ واکنش کلر با ترکیبات آلی
۶۳	۲-۱-۵-۳ واکنش‌های کلر با آمونیاک
۶۴	۳-۱-۵-۳ واکنش‌های کلر با برم
۶۵	۴-۱-۵-۳ واکنش کلر با ید
۶۵	۲-۵-۳ دی اکسید کلر
۶۷	۳-۵-۳ ازن و فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته
۷۰	۱-۳-۵-۳ تشکیل مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی
۷۲	۴-۵-۳ پرمنگنات پتاسیم
۷۳	۵-۵-۳ پتاسیم فرات
۷۳	۶-۵-۳ اکسیدان‌های مخلوط
۷۴	۶-۳ کاربرد فرایندهای اکسیداسیون در تصفیه آب
۷۴	۱-۶-۳ کنترل آهن و منگنز
۷۹	۷-۳ حذف طعم و بو
۸۲	۸-۳ حذف سولفید
۸۳	۹-۳ حذف رنگ
۸۴	۱۰-۳ اکسیداسیون میکروآلاینده‌های آلی
۸۴	۱۱-۳ کنترل رشد بیولوژیکی در تصفیه خانه‌ها
۸۵	۱۲-۳ خلاصه‌ای از مزیت‌های اکسیدان‌ها در فرایندهای تصفیه آب

فصل ۴ - انعقاد و لخته سازی..... ۸۷

۸۷	۱-۴ مقدمه.....
۸۷	۲-۴ انعقاد (کوآگولاسیون).....
۸۸	۳-۴ ذرات.....
۸۸	۱-۳-۴ اندازه گیری غلظت ذرات.....
۸۸	۲-۳-۴ مکانیسم های ناپایدار سازی.....
۸۹	۱-۲-۳-۴ متراکم سازی لایه دوبل.....
۸۹	۲-۲-۳-۴ خنثی سازی بار سطحی.....
۹۰	۳-۲-۳-۴ جذب و پل زنی بین ذره ای.....
۹۰	۴ کارد میدان های خارجی.....
۹۱	۱-۴ بواغ منعقد کننده.....
۹۲	۶-۴ انواع منعقد کننده های فلزی هیدرولیز کننده مورد استفاده در تصفیه آب.....
۹۲	۱-۶-۴ مک های فلزی، ساده.....
۹۳	۲-۶-۴ نمک های فلزی پیچیده هیدرولیز شده.....
۹۴	۳-۶-۴ نمک های فلزی به اضافه اسید قوی.....
۹۴	۴-۶-۴ نمک های فلزی، حالت افزودنی ها.....
۹۴	۷-۴ حذف ترکیبات آلی طبیعی با استفاده از منعقد کننده های HMS.....
۹۵	۸-۴ آلودگی های موجود در مواد منعقد کننده.....
۹۷	۹-۴ جذب ماوراء بنفش ویژه.....
۹۷	۱۰-۴ تخمین حذف TOC و UV ₂₅₄ با استفاده از SUVA.....
۹۷	۱۱-۴ مدل های جذب NOM توسط رسوب هیدروکسید آلومینیومی.....
۹۸	۱۲-۴ واکنش های شیمیایی قلیانیت-اسیدیته منعقد کننده های HMS.....
۱۰۰	۱۳-۴ آهن و آلومینیوم باقیمانده در تصفیه آب با مواد منعقد کننده.....
۱۰۱	۱-۱۳-۴ حلالیت رسوب هیدروکسید آلومینیوم.....
۱۰۴	۲-۱۳-۴ قابلیت حل رسوب هیدروکسید فربک.....
۱۰۵	۱۴-۴ منعقد کننده های پلی الکترولیت آلی.....
۱۰۵	۱-۱۴-۴ انواع پلی الکترولیت.....
۱۰۵	۲-۱۴-۴ انواع پلی الکترولیت مورد استفاده در تصفیه آب.....
۱۰۶	۱-۲-۱۴-۴ پلی الکترولیت های کاتیونی.....
۱۰۶	۲-۲-۱۴-۴ پلی الکترولیت های آنیونی.....
۱۰۷	۳-۲-۱۴-۴ پلی الکترولیت های غیر یونی.....
۱۰۷	۴-۲-۱۴-۴ منعقد کننده پلیمری تهیه شده از NOM.....
۱۰۷	۱۵-۴ مواد مکمل (کمک منعقد کننده ها).....
۱۰۸	۱۶-۴ اختلاط سریع و فرآیند لخته سازی.....
۱۰۸	۱-۱۶-۴ دلایل استفاده از اختلاط سریع.....
۱۰۸	۲-۱۶-۴ اختلاط کامل.....
۱۰۹	۳-۱۶-۴ برای جریان پیستونی.....
۱۰۹	۴-۱۶-۴ توان مورد نیاز.....
۱۱۰	۱۷-۴ دلایل استفاده از لخته سازی.....
۱۱۱	۱۸-۴ عوامل مؤثر در انتخاب ماده منعقد کننده.....

۱۳۹	۴-۶ مواد مورد استفاده در مدیای فیلتر
۱۳۹	۵-۶ خصوصیات مهم مدیای گرانوله
۱۳۹	۱-۵-۶ اندازه ذرات و توزیع اندازه ذرات
۱۳۹	۳-۵-۶ تراکم ذرات با وزن مخصوص
۱۴۰	۴-۵-۶ استحکام ذرات
۱۴۰	۵-۵-۶ خلل و فرج بستر ثابت
۱۴۰	۶-۶ پیکربندی مدیا فیلتر
۱۴۰	۷-۶ طول مدت قابل قبول اجرا فیلتر و میزان تولید به ازای هر اجرا
۱۴۱	۸-۶ زهکشی و محافظت از گراول
۱۴۲	۹-۶ اهمیت کواگولاسیون پیش از فیلتراسیون
۱۴۲	۱۰-۶ اثرات مخرب افزایش سرعت و شروع دوباره کار فیلترهای کثیف
۱۴۳	۱۱-۶ اثرات مخرب فشار منفی
۱۴۳	۱۲-۶ کنترل جریان در فیلتراسیون
۱۴۳	۱۳-۶ شستشوی معکوس و نگهداری از مدیا فیلتر
۱۴۴	۱۴-۶ روش‌های شستشوی معکوس
۱۴۴	۱۵-۶ فیلتراسیون منفی
۱۴۵	۱۶-۶ فیلترهای بستر ۱۰۰ میکرون
۱۴۵	۱۷-۶ توصیف فیلترهای فشاری
۱۴۵	۱۸-۶ مقایسه فیلترهای فشاری، ثقلی
۱۴۶	۱۹-۶ کاربرد فیلترهای فشاری
۱۴۶	۲۰-۶ فیلترهای شنی کند
۱۴۶	۲۰-۲۰-۶ تعریف و تاریخچه
۱۴۶	۲۰-۲۰-۶ مکانیسم‌های فیلتراسیون و عملکرد فیلتر
۱۴۷	۲۱-۶ کنترل نرخ فیلتراسیون
۱۴۷	۲۲-۶ فیلتراسیون precoat

فصل ۷ - گندزدایی

۱۵۱	۱-۷ گندزدایی
۱۵۱	۲-۷ گندزدایی شیمیایی
۱۵۲	۱-۲-۷ کلرزنی
۱۵۲	۱-۱-۲-۷ انواع کلرزنی بر اساس محل تزریق کلر به آب تصفیه شده
۱۵۳	۲-۱-۲-۷ فرآورده‌های جانبی ناشی از کلرزنی
۱۵۵	۲-۲-۷ ازن
۱۵۵	۱-۲-۲-۷ محصولات جانبی ناشی از ازن زنی
۱۵۵	۳-۷ گندزدای فیزیکی
۱۵۵	۱-۳-۷ اشعه ماوراءبنفش
۱۵۶	۱-۱-۳-۷ مزایای گندزدایی با اشعه UV
۱۵۶	۲-۱-۳-۷ معایب گندزدایی با اشعه UV
۱۵۷	۲-۳-۷ لامپ‌های مورد استفاده در گندزدایی با اشعه UV
۱۵۷	۳-۳-۷ روش‌های اندازه‌گیری اشعه UV
۱۵۸	۴-۳-۷ جذب کننده‌های UV و ذرات

- ۵-۳-۷ فرآورده‌های جانبی حاصل از گندزدایی با UV..... ۱۵۸
- ۶-۳-۷ محل قرارگیری فرآیند گندزدایی با UV در تصفیه خانه آب..... ۱۵۸
- ۷-۳-۷ سیستم‌های کوچک و مصارف آب زیر زمینی..... ۱۵۹
- ۸-۳-۷ فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته UV (AOPs)..... ۱۵۹
- ۴-۷ فاکتورهای مؤثر در تشکیل محصولات جانبی..... ۱۶۰
- ۵-۷ روش‌های کنترل محصولات جانبی اکسیداسیون و گندزدایی..... ۱۶۱
- ۶-۷ روش‌های حذف پیش سازهای آلی..... ۱۶۱
- ۷-۷ انواع کنترل پیش سازها..... ۱۶۱
- ۱-۷-۷ کنترل پیش سازهای آلی از منبع..... ۱۶۱
- ۲-۷-۷ کنترل پیش سازها به وسیله اکسیداسیون..... ۱۶۱
- ۳-۷-۱ اصلاح فرآیند گندزدایی جهت کاهش محصولات جانبی گندزدایی..... ۱۶۲
- ۱-۳-۷-۷ گندزداهای اولیه جایگزین..... ۱۶۲
- ۲-۳-۷-۷ گندزداهای ثانویه جایگزین..... ۱۶۲
- ۸-۷ استراتژی‌های رد استفاده جهت جلوگیری از تولید برمات‌ها..... ۱۶۲
- ۱-۸-۷ پیش‌پردازش در..... ۱۶۲
- ۲-۸-۷ اسیدی - دن..... ۱۶۲
- ۳-۸-۷ پیش‌آمونیاک رنی..... ۱۶۲
- ۹-۷ روش‌های حذف محصولات جانبی گندزدایی بعد از تولید..... ۱۶۳
- ۱-۹-۷ جذب..... ۱۶۳
- ۲-۹-۷ فیلتراسیون بیولوژیکی..... ۱۶۳
- ۳-۹-۷ هوادهی..... ۱۶۳
- ۴-۹-۷ جداسازی غشایی..... ۱۶۳
- ۱۰-۷ فاکتورهای بهبود دهنده تخریب بیولوژیکی محصولات جانبی ناشی از اکسیداسیون در فیلترها..... ۱۶۴
- ۱۱-۷ پایداری محصولات جانبی گندزدایی در سیستم تصفیه..... ۱۶۴
- ۱۲-۷ ارزیابی کیفیت میکروبی..... ۱۶۴
- ۱-۱۲-۷ مشخصات اندیکاتور..... ۱۶۴
- ۲-۱۲-۷ کلیفرم..... ۱۶۵
- ۱۳-۷ تأثیر فاکتورهای فیزیکی در کارایی گندزدایی..... ۱۶۵
- ۱۴-۷ طراحی و استفاده از تکنولوژی..... ۱۶۵

بخش دوم: فرآیندهای پیشرفته در تصفیه آب..... ۱۶۷

فصل ۸ - جذب سطحی آلاینده‌های آلی با کربن فعال..... ۱۶۹

- ۱-۸ مروری بر فرآیند جذب..... ۱۶۹
- ۲-۸ چگونگی تولید جاذب..... ۱۷۰
- ۳-۸ سایر جاذب‌ها..... ۱۷۱
- ۴-۸ جذب NOM..... ۱۷۲
- ۵-۸ سینتیک‌های جذب..... ۱۷۲
- ۶-۸ فاکتورهای تأثیرگذار در راندمان حذف توسط GAC..... ۱۷۳
- ۱-۶-۸ اندازه ذرات GAC..... ۱۷۳
- ۲-۶-۸ زمان تماس، عمق بستر، بار آلی هیدرولیکی..... ۱۷۳
- ۳-۶-۸ فعالیت بیولوژیکی..... ۱۷۴

۱۷۴	۷-۸ پیش تصفیه مورد نیاز سیستم‌های GAC
۱۷۵	۱-۷-۸ واکنش ازن با NOM
۱۷۶	۸-۸ خصوصیات فیلترهای همراه با بستر جاذب
۱۷۶	۹-۸ واکنش ترکیبات معدنی با کربن فعال
۱۷۷	۱۰-۸ واکنش برمات، دی اکسید کلر، کلریت، کلرات، پرکلرات با کربن فعال
۱۷۷	۱۱-۸ حذف سایر یون‌های معدنی با کربن فعال
۱۷۷	۱۲-۸ برآورد عملکرد GAC
۱۷۷	۱-۱۲-۸ تعیین ایزوترم و کاربرد آن
۱۷۷	۲-۱۲-۸ انواع جاذب ها
۱۷۸	۳-۱۲-۸ کربن فعال
۱۷۹	۱۳-۸ جذب توسط کربن فعال پودری
۱۷۹	۴-۸ کاربند PAC

فصل ۹ - فرآیندهای غشایی

۱۸۱	۱-۹ غشاها
۱۸۱	۲-۹ لغت شناسی
۱۸۲	۳-۹ سایز غشاها
۱۸۳	۴-۹ دسته‌بندی و شکل دهی غشاها
۱۸۶	۵-۹ خصوصیات غشا و پس زنی
۱۸۶	۶-۹ اثرات متقابل اجزاء محلول و غشا
۱۸۶	۷-۹ حذف آلاینده‌های آلی
۱۸۷	۸-۹ حذف پاتوژن
۱۸۸	۹-۹ انواع تست ها
۱۸۸	۱۰-۹ غلظت قطبی
۱۸۸	۱۱-۹ مکانیسم جداسازی
۱۸۹	۱۲-۹ اصول مربوط به اسمز معکوس
۱۹۰	۱۳-۹ الکترو دیالیز
۱۹۰	۱-۱۳-۹ اساس فرایند
۱۹۲	۲-۱۳-۹ غشاها
۱۹۲	۱-۲-۱۳-۹ غشاهای کاتیونی
۱۹۲	۲-۲-۱۳-۹ غشاهای آنیونی
۱۹۲	۳-۲-۱۳-۹ غشاهای الکترو دیالیز آنیونی سنگین
۱۹۲	۱۴-۹ ویژگی‌های مشخص غشاهای سیستم الکترو دیالیز
۱۹۳	۱۵-۹ نکات مهم در طراحی و بهره برداری از سیستم‌های الکترو دیالیز
۱۹۵	۱۶-۹ الکترو دیالیز معکوس
۱۹۵	۱۷-۹ مزایای EDR در مقایسه با ED
۱۹۶	۱۸-۹ کاربردهای جامع MF و UF
۱۹۶	۲۰-۹ کاربردهای PAC
۱۹۷	۲۱-۹ انواع تصفیه با MF و UF
۱۹۷	۱-۲۱-۹ MF و UF در ادغام با اکسیداسیون برای حذف Mn و Fe
۱۹۷	۲-۲۱-۹ MF و UF در ادغام با منعقدکننده برای حذف آرسنیک از آب زیرزمینی

- ۱۹۸-۹-۲۱-۳ MF و UF در ادغام با اکسیداسیون به عنوان پیش تصفیه RO جهت آب دریا.....
 ۱۹۹-۹-۲۲ مدیریت زائدات باقیمانده.....

فصل ۱۰ - تعویض یونی و جذب سطحی آلاینده‌های معدنی.....

- ۱-۱۰-۱ مقدمه.....
 ۲-۱۰-۱ واکنش‌ها و مواد IX.....
 ۳-۱۰-۱ انواع رزین‌های تبادل یونی.....
 ۱-۳-۱۰ کاتیونی اسید قوی یا SAC و کاتیونی اسید ضعیف یا WAC.....
 ۲-۳-۱۰ رزین آنیونی بازی قوی SBA و رزین آنیونی بازی ضعیف یا WBA.....
 ۳-۳-۱۰ رزین‌ها با هدف ویژه.....
 ۴-۱۰-۱ تفاوت‌های رزین‌ها و جاذب‌های اکسید فلزی.....
 ۵-۱۰-۱ لحاظات طراحی.....
 ۶-۱۰-۱ احیا جریان‌های موافق و جریان‌های مخالف.....
 ۷-۱۰-۱ کاربردهای جذب سطحی.....
 ۷-۱۰-۱-۱ ساختار تبادل یون سدیمی.....
 ۷-۱۰-۲-۱ مزیت‌ها و معایب.....
 ۸-۱۰-۱ مزایای رزین‌ها.....
 ۹-۱۰-۱ سیکل‌سازی تبادل یون.....
 ۱۰-۱۰-۱ حذف باریوم توسط K.....
 ۱۱-۱۰-۱ حذف رادیوم با IX.....
 ۱۲-۱۰-۱ حذف نیترات با IX: (IX OF Chloride for NO₃).....
 ۱۳-۱۰-۱ رزین SBA کلرایدی.....
 ۱۴-۱۰-۱ انتخاب رزین برای حذف نیترات.....
 ۱-۱۴-۱۰ رزین‌های NSS.....
 ۲-۱۴-۱۰ حذف فلوراید با آلومینای فعال.....
 ۱۵-۱۰-۱ فاکتورهای اثرگذار بر ظرفیت جذب فلوراید (F) توسط آلومینای فعال.....
 ۱۶-۱۰-۱ احیای آلومینای فعال.....
 ۱۷-۱۰-۱ حذف آرسنیک با بستر جذب و IX.....
 ۱۸-۱۰-۱ بسترهای جذب سطحی برای حذف آرسنیک.....
 ۱۹-۱۰-۱ فاکتورهای مؤثر بر ظرفیت جذب As.....
 ۲۰-۱۰-۱ حذف آرسنیک با IX.....
 ۱-۲۰-۱۰ احیا جریان موافق و مخالف.....
 ۲۱-۱۰-۱ حذف مواد آلی و رنگ طبیعی با رزین.....
 ۲۲-۱۰-۱ استفاده از تبادل یون مغناطیسی برای حذف DOC.....
 ۲۳-۱۰-۱ حذف اورانیوم با تبادل آنیونی.....
 ۲۴-۱۰-۱ قابلیت احیا رزین‌های SBA حذف کننده اورانیوم.....
 ۲۵-۱۰-۱ حذف ترکیب اورانیوم و رادیوم.....
 ۲۶-۱۰-۱ حذف پرکلرات با تبادل آنیونی.....
 ۲۷-۱۰-۱ فاکتورهای مؤثر بر انتخاب رزین پرکلرات.....

فصل ۱۱ - ترسیب، ترسیب اشتراکی و سبک‌سازی رسوبی.....	۲۱۵
۱-۱۱ مقدمه.....	۲۱۵
۲-۱۱ اصول.....	۲۱۵
۱-۲-۱۱ رسوب دهی.....	۲۱۵
۲-۲-۱۱ رسوب دهی اشتراکی.....	۲۱۶
۳-۱۱ سختی آب.....	۲۱۶
۴-۱۱ سبک‌سازی رسوبی.....	۲۱۷
۵-۱۱ گزینه‌های کنترل رسوبات منیزیم.....	۲۱۸
۶-۱۱ شیمی فرآیند سبک‌سازی رسوبی.....	۲۱۸
۷-۱۱ ذف NCH.....	۲۱۹
۸-۱۱ نشت‌های کلی برای حذف MNH و CNH.....	۲۱۹
۹-۱۱ سبک‌سازی با سدیم هیدروکسید.....	۲۲۰
۱۰-۱۱ حذف CO ₂ (سبک‌سازی کربنیک).....	۲۲۰
۱۱-۱۱ فرآیند کربناسیون مجدد.....	۲۲۰
۱۲-۱۱ کربناسیون مجدد و نسبت نهایی آب نرم شده با آهک.....	۲۲۱
۱۳-۱۱ سیستم‌های سبک‌سازی کربناسیون مجدد تک مرحله‌ای.....	۲۲۱
۱۴-۱۱ کربناسیون مجدد ۱ مرحله‌ای.....	۲۲۱
۱۵-۱۱ اصلاحات مختلف فرایند نرم‌سازی.....	۲۲۲
۱۶-۱۱ سختی‌گیری مستقیم آهک.....	۲۲۳
۱۷-۱۱ سختی‌گیری آهک / سودا یا آهک / سولفات.....	۲۲۳
۱۸-۱۱ سبک‌سازی دو مرحله‌ای.....	۲۲۴
۱۹-۱۱ تصفیه انشعابی.....	۲۲۵
۲۰-۱۱ فرایندهای تسهیل بازیابی آهک با حذف منیزیم از جامدات.....	۲۲۵
۲۱-۱۱ سبک‌سازی با هوا.....	۲۲۶
۲۲-۱۱ سبک‌سازی با گرما.....	۲۲۶
۲۳-۱۱ تفاوت انعقاد با سبک‌سازی رسوبی.....	۲۲۸
۲۴-۱۱ پایش و کنترل.....	۲۲۸
۲۵-۱۱ فیلتراسیون آب نرم شده با آهک.....	۲۲۸
۲۶-۱۱ سبک‌سازی رسوبی در مقابل IX و سبک‌سازی غشایی.....	۲۲۸
۱-۲۶-۱۱ فاکتورهای دخیل در انتخاب فرآیند.....	۲۲۹
۲۷-۱۱ مکانیسم حذف ترکیبات آلی فرار.....	۲۳۰
۲۸-۱۱ فاکتورهای مؤثر بر حذف DOC (یا کل کربن آلی) توسط سبک‌سازی رسوبی.....	۲۳۱
۲۹-۱۱ سبک‌سازی ارتقا یافته.....	۲۳۲
۳۰-۱۱ حذف آلاینده‌های شیمیایی آلی.....	۲۳۳
۳۱-۱۱ زائادات.....	۲۳۳
۳۲-۱۱ کاربردهای دیگر.....	۲۳۳
۳۳-۱۱ یون‌های فلزی.....	۲۳۴
۳۴-۱۱ رادیو نوکلئیدها.....	۲۳۴
۳۵-۱۱ سیلیکا.....	۲۳۴

۲۳۵.....	۳۶-۱۱ فلوراید.....
۲۳۵.....	۳۷-۱۱ فسفات.....
۲۳۵.....	۳۸-۱۱ هالوژن‌ها.....
۲۳۷.....	بخش سوم: مدیریت زائدات تصفیه.....
۲۳۹.....	فصل ۱۲ - تصفیه لجن.....
۲۳۹.....	۱-۱۲ مقدمه.....
۲۴۰.....	۲-۱۲ اثرات لجن به محیط.....
۲۴۱.....	۳-۱۲ روش‌های تصفیه لجن.....
۲۴۵.....	منابع.....
۲۴۷.....	واژه نامه و ایندکس.....

پیشگفتار

امروزه حفظ آب، حیاتی‌ترین ماده مورد نیاز بشر، بیش از پیش مورد توجه مجامع ملی و بین‌المللی قرار گرفته است. شد روزافزون جمعیت و بهره‌برداری بیش از حد از منابع محدود آب از یک طرف و آلوده شدن آب به سبب فعالیت‌های گوناگون کشاورزی و صنعتی، همگی دست به‌دست هم داده و زنگ خطر برای آن آب را در سال‌های اخیر به صدا در آورده است. بنابراین حفظ کیفیت فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی منبع آب سرلوحه اصلی فعالیت شرکت‌های آب و فاضلاب می‌باشد. بی‌شک حضور آلاینده‌های مخزن در منابع آب، نیاز به تصفیه اصولی آب شرب را ضروری داشته به‌طوری‌که به‌توان استاندارد‌های آب شرب را تامین کرد تا از بروز بیماری‌ها جلوگیری نمود. در گذشته با توجه به عدم ورود آلاینده‌های کم‌خطرتر به آب، تصفیه متداول آب (آشغالگیری، انعقاد و لخته‌سازی، ته‌نشینی و گندزدایی) کیفیت مورد نیاز جهت شرب آشامیدن را تامین می‌نمود، اما امروزه به‌دلیل تنوع و گستردگی آلاینده‌ها کمتر شناخته شدن آلاینده‌ها لزوم ایجاد و به‌کارگیری واحدهای دیگری (جذب سطحی، فرآیندهای غشایی و تعویض یونی) در فرآیند تصفیه احساس می‌شود.

این کتاب مشتمل بر سه بخش بوده که در بخش اول فرآیندهای متداول تصفیه آب (از آشغال‌گیری تا گندزدایی) و در بخش دوم فرآیندهای پیشرفته تصفیه آب (جذب سطحی، فرآیندهای غشایی و تعویض یونی و...) و در بخش سوم به مدیریت لجن حاصل از تصفیه آب پرداخته می‌شود. امید است که با حفظ و صیانت از منابع آبی از یک سو و تصفیه صحیح و ذخیره مناسب آب، شاهد گسترش سلامتی در جامعه و حیات رو به رشد نسل کنونی و آتی باشیم.