

فرآیند و عملیات در تصفیه آب

تألیف:

مهندس حمیدرضا غفاری

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان و دانشجوی دکترای بهداشت محیط

دکتر کاووس دادا، لو

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان



انتشارات

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی هرمزگان

سرشناسه:

حمیدرضا غفاری، ۱۳۵۹-

عنوان و نام پدید آور:

فرآیند و عملیات در تصفیه آب / مهندس حمیدرضا غفاری؛ دکتر کاووس دیندارلو

مشخصات نشر:

بندرعباس: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی هرمزگان،
انتشارات، ۱۳۹۲.

مشخصات ظاهری:

۲۸۲: مصون، جدول، نمودار.

شابک:

۹۷۸-۶۰۰-۷۷۱۰۰۰۱-۲

وضعیت فهرست نویسی:

فیبای مختصر

یادداشت:

این مدرک در <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.

شناسه افزوده:

دیندارلو، کاووس، ۱۳۲۷-

شماره کتاب شناسی ملی:

۲۷۶۶۵۵۶

فرآیند و عملیات در تصفیه آب



سازمان اسناد و کتابخانه ملی
جمهوری اسلامی ایران

♦ تألیف: مهندس حمیدرضا غفاری و دکتر کاووس دیندارلو

♦ ناشر: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی هرمزگان

♦ با همکاری: مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط و حفاظت از آب و فاضلاب هرمزگان

♦ مدیر تولید: دکتر محمود خیاطیان

♦ نسخه پرداز: گیلدانا مؤیدی

♦ امور اداری: فاطمه قاسمی

♦ صفحه آرایی و طراحی جلد: محمدباقر بهرامشاهی

♦ نظارت بر چاپ: نشر رسول - بندرعباس

♦ چاپ و صحافی: سلمان فارسی - قم

♦ چاپ اول: پاییز ۱۳۹۴

♦ شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

♦ قیمت: ۱۸۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-7710-01-2

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۷۱۰۰۰۱-۲

آدرس: بندرعباس / بلوار جمهوری اسلامی / ضلع شرقی بیمارستان شهید محمدی / معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه / اداره انتشارات

Printed in I.R. of Iran

حق نشر © کلیه حقوق برای دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان محفوظ است.

www.hums.ac.ir

دیباچه ناشر

افزایش جمعیت، افزایش فعالیتهای صنعتی و کشاورزی، تغییرات آب و هوایی، خشکسالی و در نتیجه کمبود منابع آب در دسترس برای افراد جامعه سبب شده است تا تأمین آب کافی و سالم یکی از نگرانیهای اصلی کشورهای جهان باشد. وجود آب کافی و سالم ارتباط مستقیمی با سلامتی، رفاه و آسایش افراد جامعه و میزان بروز بیماریهای واگیر دار در جاد دارد. یکی از دلایل اصلی بروز بیماریهای عفونی و واگیر در کشورهای در حال توسعه کمبود منابع آب مناسب می باشد. آمارهای سازمان بهداشت جهانی نشان می دهد که به وسیله تأمین آب آشامیدنی سالم و کافی، مدیریت مناسب منابع آب و در نتیجه بهبود سطح بهداشت می توان از یک دهم بیماریهای جهان جلوگیری نمود. یکی از رسالتهای اصلی وزارت بهداشت و دانشگاههای علوم پزشکی پیشگیری از بیماریها می باشد تا تعداد افراد بیمار نیازمند به خدمات درمانی کاهش و بارین صورت در هزینه های ملی صرفه جویی شود. در همین راستا دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان بر آن شد تا با انتشار کتاب "مرآند و عملیات در تصفیه آب" گامی کوچک در راستای کمک به تأمین آب آشامیدنی سالم و ارتقای سطح بهداشت جامعه بردارد. از تلاشهای مؤلفان کتاب صمیمانه قدردانی به عمل می آید. امید است کتاب حاضر تأمین کننده نیاز علمی استادیان، دانشجویان و متخصصین بهداشت و صنعت آب کشور باشد. در پایان بر خود لازم می دانیم از شورای انتشارات دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان به خاطر تلاش در نشر کتب علوم بهداشتی و پزشکی صمیمانه سپاسگزاری نماییم.

دکتر علیرضا مؤیدی

دکتر عبدالعظیم نجاتی زاده

مدیر مسئول انتشارات دانشگاه

معاون تحقیقات و فناوری دانشگاه

فهرست مطالب

فصل دوم: تصفیه مقدماتی

فصل اول: انتخاب فرآیند

۱-۱- مقدمه.....	۱۹	۱-۲- مقدمه.....	۲۷
۲-۱- ملاحظات انتخاب واحدهای تصفیه آب.....	۲۰	۲-۲- ذخیره سازی آب.....	۴۸
۲-۱-۱- توانایی حذف آلاینده.....	۲۱	۳-۲- آبگیر.....	۴۸
۲-۲-۱- کیفیت آب خام.....	۲۸	۱-۳-۲- انواع سازه های آبگیر.....	۴۹
۲-۲-۱-۱- قابلیت اعتماد فرآیند.....	۲۸	۲-۳-۲- ظرفیت و تعداد آبگیر.....	۵۰
۴-۲-۱- شرایط موجود.....	۲۹	۳-۳-۲- تقسیم بندی آبگیر ها بر اساس نحوه ساخت.....	۵۰
۵-۲-۱- انعطاف پذیری فرآیند.....	۲۹	۱-۳-۳-۲- آبگیر شناور.....	۵۰
۶-۲-۱- بهره برداری و نگهداری.....	۳۰	۲-۳-۳-۲- آبگیر مستغرق.....	۵۰
۷-۲-۱- سازگاری با محیط زیست.....	۳۰	۳-۳-۳-۲- آبگیر برجی.....	۵۱
۸-۲-۱- کیفیت آب در سیستم توزیع.....	۳۰	۴-۳-۳-۲- آبگیر ساحلی.....	۵۴
۹-۲-۱- هزینه ها.....	۳۰	۵-۳-۳-۲- آبگیر اسکله ای.....	۵۴
۳-۱- تصفیه آب سطحی.....	۳۱	۳-۲-۲- سیفونی.....	۵۴
۱-۳-۱- گندزدایی بدون فیلتراسیون.....	۳۱	۳-۳-۲- آبگیر.....	۵۶
۲-۳-۱- تصفیه متناوب.....	۳۲	۴-۳-۲- انتخاب محل آبگیر.....	۵۷
۳-۳-۱- تصفیه متناوب همراه با پیش تصفیه.....	۳۳	۵-۳-۲- ملاحظات طراحی آبگیر.....	۵۸
۴-۳-۱- تصفیه آب مخازن با کیفیت بالا.....	۳۴	۶-۳-۲- افت فشار در آبگیر.....	۵۸
۵-۳-۱- تصفیه آب مخازن با کیفیت پایین.....	۳۶	۴-۲- آشغالگیر.....	۵۹
۶-۳-۱- تصفیه آب رودخانه های دارای سختی.....	۳۷	۱-۴-۲- آشغالگیر درشت.....	۵۹
۴-۱- تصفیه آب زیر زمینی.....	۳۷	۲-۴-۲- آشغالگیر های نرم (رزی).....	۶۲
۱-۴-۱- گندزدایی به تنهایی.....	۳۸	۳-۴-۲- ریز بالابندها.....	۶۳
۲-۴-۱- حذف آهن و منگنز همراه با گندزدایی.....	۳۸	۴-۴-۲- افت فشار در آشغالگیرها.....	۶۴
۳-۴-۱- سختی گیری با استفاده از ترسیب شیمیایی.....	۳۹	۵-۲- اختلاط سریع مقدماتی.....	۶۷

۶-۲- پیش نه‌نشینی (نه‌نشینی مقدماتی)..... ۶۷

۷-۲- گندزدایی مقدماتی..... ۶۸

فصل سوم: انعقاد و لخته سازی

۱-۳- مقدمه..... ۷۱

۲-۳- سیستم کلوئیدی..... ۷۲

۱-۲-۳- بار کلوئید..... ۷۵

۲-۲-۳- لایه دو گانه الکتریکی..... ۷۷

۳-۲-۳- بتالسل ز..... ۷۸

۴-۲-۳- ستوری DLV..... ۸۱

۳-۳- مکانیسم انعقاد..... ۸۲

۱-۳-۳- فشرده کردن لایه دو گانه الکتریکی..... ۸۲

۲-۳-۳- جذب و خشی سازی بار..... ۸۶

۳-۳-۳- به دام افتادن ذرات در رسوبات..... ۸۶

۴-۳-۳- جذب و پل زنی بین ذره ای..... ۸۶

۴-۳- مواد منعقد کننده..... ۸۷

۱-۴-۳- آلوم (سولفات آلومینوم)..... ۸۸

۲-۴-۳- نمک های آهن..... ۹۳

۱-۲-۴-۳- سولفات فروس..... ۹۴

۲-۲-۴-۳- سولفات فریک و کلرید فریک..... ۹۸

۵-۳- مواد کمک منعقد کننده..... ۹۹

۱-۵-۳- پیش لزن زنی..... ۹۹

۲-۵-۳- اکسیداسیون..... ۱۰۰

۳-۵-۳- کرین فعال..... ۱۰۰

۴-۵-۳- پلی الکترولیت ها..... ۱۰۱

۱-۴-۵-۳- پلی الکترولیت کاتیونی..... ۱۰۱

۲-۴-۵-۳- پلی الکترولیت آنیونی و غیر یونی..... ۱۰۲

۳-۴-۵-۳- پلی الکترولیت های ضمیمی..... ۱۰۲

۶-۳- تنظیم pH در فرآیند انعقاد..... ۱۰۳

۷-۳- تولید لجن در فرآیند انعقاد..... ۱۰۵

۸-۳- تئوری اختلاط..... ۱۰۷

۱-۸-۳- گرادیان سرعت..... ۱۰۷

۲-۸-۳- زمان اختلاط..... ۱۰۸

۹-۳- عملیات اختلاط سریع..... ۱۰۹

۱-۹-۳- اختلاط دهنده های مکانیکی..... ۱۱۱

۱-۱-۹-۳- تانک ها با اختلاط دهنده های مکانیکی..... ۱۱۱

۲-۱-۹-۳- اختلاط دهنده های در خط..... ۱۱۹

۱-۲-۱-۹-۳- اختلاط در خط با جت..... ۱۱۹

۲-۲-۱-۹-۳- اختلاط در خط مکانیکی..... ۱۲۰

۳-۲-۱-۹-۳- اختلاط در خط استاتیکی..... ۱۲۲

۲-۹-۳- اختلاط دهنده های هیدرولیکی..... ۱۲۳

۱-۲-۹-۳- اختلاط هیدرولیکی با استفاده از تانک های باغل دار..... ۱۲۳

۱-۱-۲-۹-۳- تانک با باغل افقی یا حرکت چرخشی تا آنها..... ۱۲۴

۱-۲-۹-۳- تانک با باغل عمودی با نوع بالا و پایین..... ۱۲۴

۳-۹-۳- تانک با باغل فشرده..... ۱۲۵

۴-۹-۳- اختلاط با استفاده از پمپ ها و سانتریفیوژ..... ۱۲۵

۵-۹-۳- اختلاط دهنده القایی..... ۱۲۵

۱-۱۰-۳- شکل هندسی حوضچه های اختلاط سریع..... ۱۲۶

۱-۱۱-۳- تجهیزات تزریق مواد شیمیایی..... ۱۲۶

۱-۱۱-۳- تزریق کننده خشک..... ۱۲۶

۲-۱۱-۳- تزریق کننده محلول..... ۱۲۷

۱۲-۳- لخته سازی..... ۱۲۸

۱-۱۲-۳- لخته سازی پری کینتیک..... ۱۲۹

۱-۲-۵- فیلتراسیون متناوب ۲۱۶

۲-۲-۵- فیلتراسیون مستقیم ۲۱۶

۳-۲-۵- فیلتراسیون در خط ۲۱۷

۳-۵- مکانیسم فیلتراسیون ۲۱۷

۱-۳-۵- بالودن، غرایل شدن ۲۱۸

۲-۳-۵- تمشینی ۲۱۸

۳-۳-۵- برخورد ۲۱۹

۴-۳-۵- بهم فشردگی ۲۲۰

۵-۳-۵- لخته ریزی ۲۲۰

۴-۵- خصوصیات مدیا فیلتر ۲۲۲

۱-۴-۵- اندازه و توزیع اندازه ذرات ۲۲۲

۱-۱-۴-۵- اندازه مؤثر ۲۲۲

۲-۱-۴-۵- خرب بیکواختی ۲۲۲

۲-۴-۵- خصوصیات فیزیکی ۲۲۲

۱-۲-۴-۵- سختی ذرات بستر ۲۲۷

۲-۲-۴-۵- مقاومت در برابر اسید ۲۲۸

۳-۲-۴-۵- مقاومت در برابر حرارت ۲۲۸

۴-۲-۴-۵- تخلخل ۲۲۸

۲-۴-۵- وزن مخصوص ۲۲۸

۲-۴-۵- کرومیت ۲۲۸

۵-۵- مشخصات طراحی فیلتر ۲۲۹

۱-۵-۵- انواع فیلتر ۲۲۹

۲-۵-۵- تعداد فیلتر ۲۳۰

۳-۵-۵- میزان فیلتراسیون ۲۳۱

۴-۵-۵- ابعاد فیلتر ۲۳۱

۶-۵- روش های کنترل و بهرم برداری از صافی ۲۳۲

۱-۶-۵- فیلتر با میزان فیلتراسیون ثابت و سطح آب ثابت ۲۳۳

۲-۶-۵- فیلتر با میزان فیلتراسیون ثابت و سطح آب متغیر ۲۳۵

۳-۶-۵- فیلتر با میزان فیلتراسیون کاهش یافته و سطح آب متغیر ۲۳۶

۴-۶-۵- صافی با میزان فیلتراسیون کاهش یافته و سطح آب ثابت ۲۳۷

۷-۵- هیدرولیک صافی ها ۲۳۸

۱-۷-۵- افت فشار در فیلتر تمیز ۲۳۸

۱-۱-۷-۵- معادله کارمن - کوژنی ۲۴۱

۱-۱-۷-۵- بستر مخلوط بیکواخت (بستر طبقه بندی نشده) ۲۴۴

۲-۱-۷-۵- معادله رز ۲۴۶

۱-۲-۷-۵- بستر مستطیل طبقه بندی نشده ۲۴۶

۲-۲-۷-۵- بستر طبقه بندی شده با تخلخل بیکواخت ۲۴۷

۲-۷-۵- افت فشار در فیلتر گرفته (افت فشار نهایی) ۲۵۱

۸-۵- فیلتر شنی کد ۲۵۱

۱-۸-۵- قیمت های تشکیل دهنده فیلتر شنی کد ۲۵۲

۱-۱-۸-۵- تانک محصور ۲۵۲

۲-۸-۵- حدبای فیلتر ۲۵۲

۳-۸-۵- رنگه نازده ۲۵۳

۱-۸-۵- سیستم رگه نازده ۲۵۴

۱-۸-۵- سایر متعلقات ۲۵۴

۲-۸-۵- عملیات فیلتر شنی کد ۲۵۵

۳-۸-۵- تمیز سازی فیلتر ۲۵۶

۴-۸-۵- کارایی فیلتر شنی کد ۲۵۶

۹-۵- فیلتر شنی تند ۲۵۷

۱-۱-۹-۵- تانک محصور ۲۵۸

۲-۱-۹-۵- حدبای فیلتر ۲۵۸

۳-۱-۹-۵- بستر رنگه نازده ۲۵۹

[illegible]

شکل ۱-۶- زنجیره فرآیند سخی گیری برای آب رودخانه	۳۷
شکل ۱-۷- زنجیره فرآیند حذف آهن و منگنز از آب زیر زمینی ...	۳۹
شکل ۱-۸- زنجیره فرآیند سخی گیری یک مرحله ای با آهک یا	
کربنات سدیم	۴۱
شکل ۱-۹- زنجیره فرآیند سخی گیری دو مرحله ای با آهک یا آهک	
کربنات سدیم	۴۱
شکل ۱-۱۰- زنجیره فرآیند تبادل یون برای سخی گیری	۴۳
شکل ۱-۱۱- زنجیره تصفیه متداول آبهای سطحی	۴۳
شکل ۲-۱- آبگیر مستغرق	۵۱
شکل ۲-۲- آبگیر برجی تر رودخانه	۵۲
شکل ۲-۳- آبگیر برجی خشک در سدهای قلی، الف، سد بتی و ب:	
سد خاکی	۵۳
شکل ۲-۴- آبگیر برجی تر کانال	۵۳
شکل ۲-۵- آبگیر برجی تر رودخانه	۵۳
شکل ۲-۶- آبگیر چاه سیفونی	۵۵
شکل ۲-۷- آبگیر چاه سیفونی	۵۵
شکل ۲-۸- چاه جمع کننده مجهز به آشغالگیرهای افقی	۵۶
شکل ۲-۹- آشغالگیر درشت میله ای عمودی	۶۰
شکل ۲-۱۰- آشغالگیر درشت با جریان رو به بالا و مکانیزم خود	
سست ریزی	۶۱
شکل ۲-۱۱- آشغالگیر درشت با مکانیزم خود شستشویی	۶۱
شکل ۲-۱۲- آشغالگیر درشت متحرک و ب: نرم استوانه ای ..	۶۲
شکل ۲-۱۳- چگونگی ایندافت بار در آشغالگیر	۶۴
شکل ۳-۱- کلونید آب دوست	۷۴
شکل ۳-۲- جایگزینی همریخی در ساختار سیلیس	۷۶
شکل ۳-۳- باردار شدن کلونید ناشی از یونیزاسیون گروه های سطحی ..	۷۷
شکل ۳-۴- حرکت الکتروفروریز یک ذره با بار منفی	۷۹
شکل ۳-۵- ساختار یک ذره کلونیدی دارای بار منفی	۸۰
شکل ۳-۶- نیروهای دافعه و جاذبه و برآیند آنها بین دو ذره باردار با	
بار مشابه	۸۷
شکل ۳-۷- نیروی جاذبه و دافعه در زمان حرکت دو ذره باردار به سمت	
یکدیگر،	۸۳

۱-۶-۶- کلرزنی ساده	۳۲۱
۲-۶-۶- پیش کلرزنی	۳۲۱
۳-۶-۶- کلرزنی نهایی	۳۲۲
۴-۶-۶- کلرزنی دو گانه یا چند گانه	۳۲۲
۵-۶-۶- فوق کلرزنی	۳۲۲
۶-۶-۶- کلرزدایی	۳۲۲
۷-۶- عملیات واحد در فرآیند کلرزنی	۳۲۴
۱-۷-۶- تغذیه کننده، کلر	۳۲۴
۸-۶- گلزدای بازون	۳۳۴
۱۰-۸-۶- تولید ازن	۳۳۶
۲۰-۸-۶- واحد تماس دهنده ازن	۳۳۸
۳-۸-۶- سیستم تخریب ازن	۳۳۹
۹-۶- گلزدایی با اشعه فرابنفش (UV)	۳۴۰
۱۰-۶- ترکیبات جانبی گلزدایی	۳۴۰
۱۱-۶- تولید تری هالومتان	۳۴۵
۳-۱۱-۶- کنترل تری هالومتان ها	۳۴۸
۴-۱۱-۶- نمونه گیری برای تعیین تری هالومتان ها	۳۴۹
۱۲-۶- گلزدها و قانون فرآورده های جانبی گلزدایی	۳۵۰
۱۳-۶- انتخاب ماده گلزدای	۳۵۲
ضمائم	۳۴۷

فهرست شکلهای

شکل ۱-۱- انتخاب فرآیند تصفیه بر اساس اندازه آلاینده	۲۸
شکل ۱-۲- زنجیره فرآیند تصفیه متداول آب سطحی	۳۳
شکل ۱-۳- فیلتراسیون متغیم در آبهای سطحی با کیفیت بالا	۳۵
شکل ۱-۴- زنجیره فرآیند میکرو فیلتراسیون در آبهای سطحی با کیفیت بالا ..	۳۶
شکل ۱-۵- زنجیره فرآیند شناور سازی با هوای محلول برای آبهای سطحی	
دارای مقادیر زیاد جلبک	۳۷

شکل ۳-۸ تأثیر فشرده شدن لایه دو گانه الکتریکی بر پتانسیل زنا الف: قبل از افزودن ماده متعقد کننده ب: بعد از افزودن ماده متعقد کننده ۸۴

شکل ۳-۹ تأثیر قدرت یونی محلول بر میزان فشرده شدن لایه دو گانه الکتریکی ۸۵

شکل ۳-۱۰ تأثیر میزان بار بر لایه دو گانه الکتریکی ۸۵

شکل ۳-۱۱ رابطه بین میزان بار و میزان ماده متعقد کننده مورد نیاز برای رسیدن به کلووت مورد نظر ۸۵

شکل ۳-۱۲ pH و دوز یون ترکیبات آلومینوم سه ظرفیتی ۹۴

شکل ۳-۱۳ pH و دوز یون ترکیبات آهن سه ظرفیتی ۹۵

شکل ۳-۱۴ ساختار شیدال پلی لاکرولیت های کاتیونی پلی دی آلیل دی متیل آمونیوم و امی کلریدین ۱۰۲

شکل ۳-۱۵ گرادیان سرعت ۱۰۷

شکل ۳-۱۶ راکتور با جریان اختلاط کامل ۱۱۳

شکل ۳-۱۷ انواع پره الف: پره با جریان محوری ب: پره توپی با جریان شعاعی ۱۱۱

شکل ۳-۱۸ حوضچه اختلاط سریع مکانیکی با پره های اختلاط دهته ۱۱۴

شکل ۳-۱۹ حوضچه اختلاط سریع مکانیکی با همزن نوع توربینی ۱۱۵

شکل ۳-۲۰ اختلاط در خط با جت ۱۱۹

شکل ۳-۲۱ اختلاط دهته در خط با جت های متعدد عمود بر جهت جریان ۱۲۱

شکل ۳-۲۲ اختلاط دهته در خط مکانیکی ۱۲۱

شکل ۳-۲۳ همزن در خط استاتیکی ۱۲۲

شکل ۳-۲۴ تانک با بافل های افقی ۱۲۴

شکل ۳-۲۵ تانک با بافل عمودی ۱۲۴

شکل ۴-۱ الف: ستون ته نشینی ایده آل نوع ۳ و ۴ و تغییرات آن با گذشت زمان ب: منحنی ته نشینی نوع ۳ و ۴ با گذشت زمان ۱۴۴

شکل ۴-۲ نیروهای وارد بر ذره معجزا در سوسپانسیون با فرض حرکت رو باین ذره ۱۴۵

شکل ۴-۳ نمودار ضریب دراگ بر اساس عدد رینولدز ۱۴۸

شکل ۴-۴ نمودار محاسبه سرعت ته نشینی ذرات کروی با قطر و چگالی مشخص در شرایط متفاوت جریان ۱۵۷

شکل ۴-۵ حوضچه ته نشینی ایده آل مستطیلی شکل ۱۶۰

شکل ۴-۶ حوضچه ته نشینی ایده آل دایره ای شکل ۱۶۲

شکل ۴-۷ تأثیر عمق ورود ذرات بر سرعت و زمان ته نشینی در حوضچه ته نشینی ایده آل مستطیلی شکل ۱۶۴

شکل ۴-۸ تأثیر عمق ورود ذرات بر میزان ته نشینی در حوضچه ته نشینی ایده آل مستطیلی شکل ۱۶۶

شکل ۴-۹ منحنی کارایی حوضچه ته نشینی معجزا ۱۶۷

شکل ۴-۱۰ حوضچه ته نشینی ایده آل با جریان رو بالا ۱۷۱

شکل ۴-۱۱ ستون ته نشینی ذرات لخته شونده با نقاط مختلف نمونه برداری ۱۷۲

شکل ۴-۱۲ منحنی هم رانگمان حاصل از آنالیز ستون ته نشینی ذرات لخته شونده ۱۷۳

شکل ۴-۱۳ نواحی مختلف حوضچه ته نشینی مستطیل شکل ۱۷۹

شکل ۴-۱۴ شکل های مختلف ورودی حوضچه ته نشینی ۱۸۰

شکل ۴-۱۵ سرریز خروجی سراسری ۱۸۱

شکل ۴-۱۶ حوضچه ته نشینی مستطیلی شکل با سیستم زمینجری و تیغه ۱۸۵

شکل ۴-۱۷ نواحی مختلف حوضچه ته نشینی دایره ای ۱۸۵

شکل ۴-۱۸ حوضچه ته نشینی دایره ای شکل با تغذیه مرکزی ۱۸۶

شکل ۴-۱۹ خروجی در حوضچه های با تغذیه محیطی ۱۸۷

شکل ۴-۲۰ حوضچه ته نشینی دایره ای شکل با تغذیه محیطی، الف: با جریان شعاعی، ب: با رانندگی ۱۸۷

شکل ۴-۲۱ جریان هم جهت در حوضچه ته نشینی های صفحه ای و لوله ای ۱۹۶

شکل ۴-۲۲ جریان غیر هم جهت در حوضچه ته نشینی های صفحه ای و لوله ای ۱۹۶

شکل ۴-۲۳ جریان عمود بر هم در ته نشین کننده های صفحه ای و لوله ای ۱۹۷

شکل ۴-۲۴ شکلهای مختلف لوله های مورد استفاده در ته نشین سازهای لوله ای ۲۰۰

شکل ۴-۲۵ زلال ساز اکثفلو ۲۰۲

شکل ۴-۲۶ حوضچه ته نشینی اکیلاتور ۲۰۴

شکل ۴-۲۷ سیکل اول در حوضچه ته نشینی پولساتور ۲۰۵

شکل ۴-۲۸ سیکل دوم در حوضچه ته نشینی پولساتور ۲۰۶

شکل ۴-۲۹ زلال ساز سوپر پولساتور ۲۰۹

شکل ۳۰-۴ زلال ساز با صفحات لاملا ۲۰۹

شکل ۳۱-۴ حوضچه نم‌نشینی دو طبقه ۲۱۰

شکل ۵-۱ مکانیسم غزال شدن در فیلتراسیون ۲۱۸

شکل ۵-۲ مکانیسم نم‌نشینی در فیلتراسیون ۲۱۹

شکل ۵-۳ مکانیسم برخورد در فیلتراسیون ۲۱۹

شکل ۵-۴ مکانیسم به هم فشردگی در فیلتراسیون ۲۲۰

شکل ۵-۵ مکانیسم لخته سازی در فیلتراسیون ۲۲۱

شکل ۵-۶ شش‌شو دهنده شن ۲۲۴

شکل ۵-۷ بهره‌برداری فیلتر با میزان فیلتراسیون و سطح آب ثابت با استفاده از شیر شاور ۲۳۴

شکل ۵-۸ بهره‌برداری فیلتر با میزان فیلتراسیون و سطح آب ثابت با استفاده از کنترل کننده خروجی ۲۳۵

شکل ۵-۹ صافی با میزان فیلتراسیون ثابت و سطح آب متغیر ۲۳۶

شکل ۵-۱۰ فیلتر با میزان فیلتراسیون متغیر و سطح آب ثابت ۲۳۷

شکل ۵-۱۱ صافی با میزان فیلتراسیون کاهش یافته و سطح آب ثابت ۲۳۸

شکل ۵-۱۲ عناصر تشکیل دهنده فیلتر ۴۴۲

شکل ۵-۱۳ قسمتهای مختلف تشکیل دهنده فیلتر شنی کند ۲۵۰

شکل ۵-۱۴ فیلتر شنی تدفقی متداول ۲۵۸

شکل ۵-۱۵ سیستم زمکنش زیرین فیلتر شنی از نوع لوله‌های سوراخدار ۲۶۱

شکل ۵-۱۶ فیلتر شنی تدفقی و شیرهای کنترل کننده عملکرد آن ۲۷۰

شکل ۵-۱۷ نمودار پایان سیکل فیلتراسیون با رسیدن به افت فشار نهایی یا رسیدن به نقطه شکست کدورت ۲۷۲

شکل ۵-۱۸ فیلتر فشاری افقی ۲۹۰

شکل ۵-۱۹ ترتیب قرارگیری ذرات مدیا بر اساس اندازه دو فیلترهای تک بستر، دو بستر و ایده آل ۲۹۴

شکل ۵-۲۰ فیلترهای با جریان رو به بالا ۲۹۸

شکل ۶-۱ نمودار توزیع $HOCl$ و OCl^- بر اساس pH ۳۱۴

شکل ۶-۲ منحنی کلرزنی برای آبهای بدون مواد آلی، معدنی و میکروارگانیزم ۳۱۵

شکل ۶-۳ منحنی کلرزنی تا نقطه شکست ۳۱۵

شکل ۶-۴ سیستم تغذیه کلر با استفاده از تبخیر کننده ۳۲۴

شکل ۶-۵ سیستم تغذیه کلر بدون تبخیر کننده ۳۲۵

شکل ۶-۶ هیو کلریناتور با وسیله اندازه‌گیری در خط اصلی ۳۲۶

شکل ۶-۷ روش اختلاط کلر در لوله‌های کوچک، الف: تزریق دو نقطه‌ای، ب: تزریق یک نقطه‌ای ۳۲۷

شکل ۶-۸ روش اختلاط کلر در لوله‌های کوچک، الف: تزریق با لوله از جنس PVC با منافذ طولی، ب: تزریق از طریق نقاط چنگانه ۳۲۷

شکل ۶-۹ سیستم اختلاط و تزریق کلر، الف: بافل مستغرق، ب: بافل‌های عمودی ج: روش دیفیوژری د: دیفیوژر با نازل‌های آویزان ۳۲۸

شکل ۶-۱۰ استخرهای مارپیچی دارای جریان ایده آل دارای و تجهیزات متفاوت کنترل جریان ۳۳۰

شکل ۶-۱۱ استخرهای کلرزنی دایره‌ای و مستطیلی دارای بافل گذاری ضعیف ۳۳۱

شکل ۶-۱۲ استخرهای کلرزنی دایره‌ای و مستطیلی دارای بافل گذاری متوسط ۳۳۱

شکل ۶-۱۳ استخرهای کلرزنی دایره‌ای و مستطیلی دارای بافل گذاری خوب ۳۳۲

شکل ۶-۱۴ تاثیر نسبت طول به عرض بر نسبت $\frac{t_{10}}{t_0}$ ۳۳۲

شکل ۶-۱۵ واحد تماس از الف: با هواکش، ب: بدون هواکش و ج: تعادل ۳۴۰

شکل ۶-۱۶ راکتور بسته گندزدایی با شعله UV ۳۴۳

شکل ۶-۱۷ طرح پمپ هادی تشکیل ترکیبات تری هالوئید ۳۴۶

شکل ۶-۱۸ راکتور با مخاب ماده گندزدای اولیه جدید برای تصفیه خانه دارای فیلتراسیون ۳۵۵

شکل ۶-۱۹ نمودار جریان اتعادل گندزدای ثانویه جدید ۳۵۶

دسترسی به آب آشامیدنی سالم و کافی یکی از شاخصهای اصلی توسعه پایدار در هر جامعه‌ای محسوب می‌شود. امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و افزایش فعالیتهای صنعتی و کشاورزی و ورود انواع آلودگیهای شیمیایی و میکروبی به منابع آب، دسترسی به آب سالم و کافی برای استفاده در جوامع انسانی محدود شده است. طبق آمارهای سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۲ بیش از یک میلیارد نفر در سطح جهان به آب آشامیدنی کافی و سالم دسترسی نداشته‌اند و پیش بینی می‌شود این جمعیت در سال ۲۰۲۵ به بیش از سه میلیارد نفر برسد. کشور ایران به دلیل قرار گرفتن در ناحیه گرم و خشک دارای میزان بارندگی به اندازه یک دهم میانگین بارش جهانی و یک دوم میانگین قاره آسیا می‌باشد. طبق پیش بینی‌های صورت گرفته ایران یکی از کشورهایی است که در سدهای آبی از نظر منابع آبی به شدت تحت فشار خواهد بود. مدیریت صحیح منابع آبی باید به عنوان یکی از برنامه‌های اصلی کارر مدنیت قرار گیرد. یکی از گزینه‌های مدیریتی منابع آب جمع آوری آبهای سطحی و سپس تصفیه آن برای استفاده در شهرها و روستاها می‌باشد. در گذشته به دلیل جمعیت محدود، نیاز آبی کم و منابع آلودگی اندک آبهای زیر زمینی برای تأمین نیازهای جوامع شهری بود. اما امروزه با توجه به استفاده بی‌رویه از منابع زیرزمینی و کاهش ذخایر آب زیرزمینی، جمع آوری آبهای سطحی و تصفیه آن با یک راه اصلی‌ترین راههای تأمین آب آشامیدنی جوامع تبدیل شده است. لازمه استفاده از آبهای سطحی، تصفیه و سالم سازی مناسب این آبها قبل از استفاده می‌باشد. تصفیه و سالم سازی آب در تصفیه خانه‌های آب و توسط زنجیره‌ای از واحدهای متعدد فرایندی را تشکیل می‌گیرد. در یک تصفیه خانه با توجه به خصوصیات آب خام و کیفیت مورد نیاز آب تصفیه شده از واحدهای تصفیه مقدماتی، تصفیه متداول، تصفیه خاص و تصفیه پیشرفته استفاده می‌شود. یکی از الزامات اساسی در تصفیه آب شناخت واحدهای تصفیه آب و چگونگی طراحی، به کارگیری، بهره‌برداری و نگهداری این واحدها می‌باشد. در این کتاب سعی بر آنست تا واحدهای متداول مورد استفاده در تصفیه آبهای سطحی معرفی و چگونگی طراحی، ساخت و به کارگیری آنها به صورت کامل مورد بررسی قرار گیرد. این کتاب در شش فصل تحت عنوان انتخاب فرآیند، تصفیه مقدماتی، انعقاد و لخته سازی، ته‌نشینی، فیلتراسیون و گندزدایی تنظیم شده است. مطالب هر فصل شامل اصول فرآیندی و مبانی و معیارهای طراحی می‌باشد. مطالعه مطالب این کتاب برای دانشجویان، اساتید و متخصصین رشته‌های بهداشت محیط، مهندسی محیط زیست، مهندسی آب و فاضلاب، مهندسی عمران و بهره‌برداران تصفیه خانه‌های آب مفید می‌باشد. این کتاب خالی از اشکال نبوده و نظرات و پیشنهادات خوانندگان عزیز باعث ارتقاء علمی و کیفی کتاب در چاپهای بعدی خواهد شد.