

بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب

(جلد دوم–ویرایش اول)

ویژه فاضلاب شهری

مترجمان:
دکتر حسن ایزانلو - دکتر حمیدرضا تشیعی
دکتر مهدی اسدی‌قالهری - مهندس بهنام وکیلی



انتشارات آوای قلم

مقدمه شرکت آب و فاضلاب

افزایش مصرف آب و تولید انواع فاضلاب‌های شهری و صنعتی یکی از پیامدهای گسترش روزافزون مناطق شهری و شهرنشینی است. اگر این فاضلاب‌ها بی تصفیه وارد محیط‌زیست شوند، آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی را درپی خواهند داشت و به دلیل تخریب محیط‌زیست و شیوع بیماری‌های گوناگون، آسیب‌های جبران‌ناپذیری بر پیکره‌ی توسعه‌ی اقتصادی و اجتماعی جوامع وارد می‌سازد. محدودیت منابع آب از یک سو و تنوع آلودگی‌های درون فاضلاب از سوی دیگر این منابع را در برابر آلودگی‌های جدی گذاشته است. از این رو، در دهه‌های گذشته قوانین سختگیرانه‌ای درباره تصفیه‌ی فاضلاب و گسترش اهداف تصفیه‌ی فاضلاب وضع شده است. بنابراین، انسان تصفیه فاضلاب پیش از دفع مطابق با معیارها و استانداردهای تدوین شده را الزامی نموده است تا جلو پیامدهای ورود آلاینده‌های گوناگون به محیط‌زیست گرفته شود. همچنین، کمبود منابع آبی باعث شده است تا نظام مدیریت منابع آب به فاضلاب به چشم یک منبع آبی قابل استفاده بنگرد. در نتیجه، تصفیه‌ی فاضلاب از آنجا ضروری به نظر می‌رسد که بخشی از آب باید دوباره در چرخه‌ی مصرف قرار داده شود تا کمبود تولید جبران شود.

تقریباً همه‌ی کشورها در چندین کنفرانس بین‌المللی از جمله کنفرانس زمین متعهد شدند تا برای حفظ محیط‌زیست تلاش‌های جدی و گسترده‌ای به عمل آورند تا بتوانند کره‌ی زمین، که در خطر است، را برای نسل‌های آینده حفظ نمایند. حفظ منابع آبی از طریق طراحی، ساخت و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از مهمترین این تعهدها است. در این راستا، فن‌آوری نیز به یاری انسان آمده است تا تأسیسات پالایش و تصفیه را گسترش دهد. در چند دهه‌ی گذشته گام‌های بزرگی در زمینه‌ی شناخت، آنالیز و پالایش آلاینده‌ها برداشته شده است. توسعه‌ی دانش و رشد فن‌آوری لزوم توسعه‌ی پایدار و حفظ محیط‌زیست را امکان‌پذیر ساخته است و باعث شده است که دانش اساسی پالایش آلاینده‌ها پی‌ریزی شود. از این رو، آشنایی کامل دست‌اندرکاران تصفیه‌ی فاضلاب با مبانی علمی و مهندسی اصول فرایندها و بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب می‌تواند چنین تعهدهایی را به آسان برآورده نماید.

در کشور ما همگام با توسعه‌ی دانش جهانی، تصفیه‌ی فاضلاب‌های شهری به خاطر کمبود منابع آبی، حفظ محیط‌زیست و سلامت جوامع انسانی به عنوان یک اولویت مطرح است. مأموریت و فلسفه وجودی شرکت‌های آب و فاضلاب تأمین و توزیع آب آشامیدنی بهداشتی و جمع‌آوری و تصفیه‌ی فاضلاب است. در تحقق این هدف تربیت نیروی انسانی کارآمد و توانمند نقش بسیار مهمی در به‌سامان رساندن این اهداف دارد. روشن است که افزایش دانش کارکنان دست‌اندرکار در زمینه‌ی طراحی، اجرا، نگهداری، و بهره‌برداری از تأسیسات تصفیه‌ی فاضلاب نیازمند دست‌یابی به دانش روز و استفاده از روش‌های کارآمد

است. در این راستا، شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان گامی هر چند کوچک در راه افزایش آگاهی کارکنان و راهبران تصفیه‌خانه‌ها و بالا بردن سطح علمی صنعت آب و فاضلاب کشور برداشته و اقدام به همکاری در چاپ کتاب پیش‌رو نموده است که امید است با اقبال خوانندگان گرامی روبه‌رو گردد.

کتاب پیش‌رو، که توسط نیروی کار بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری فدراسیون محیط‌زیست آب (WEF) آماده شده است و توسط همکاران گرامی آقایان **دکتر حسن ایزانلو**، **دکتر حمیدرضا تشیعی**، **دکتر مهدی اسدی‌قالهری** و **مهندس بهنام وکیلی** به‌خوبی و گویا به زبان فارسی برگردانده شده است، دربردارنده‌ی اصول بهره‌برداری و نگهداری و مثال‌های کاربردی فراوان است که می‌تواند برای دانشجویان و مهندسان رشته‌های آب و فاضلاب، بهداشت محیط، محیط‌زیست و مکانیک مفید باشد که در کادر بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری هستند و یا می‌خواهند در آینده در این کادر باشند. لذا ترجمه‌ی این کتاب را کاری بسیار ارزشمند می‌دانیم و توفیق روزافزون این مترجمان و همه‌ی علاقه‌مندان خدمت به میهن عزیزمان ایران را برای رسیدن به فردایی بهتر از خداوند منان خواستاریم.

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

امین قصمی
رئیس هیات مدیره و مدیرعامل
شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان

فهرست

فصل ۵ ۱

صافی‌های چکنده، تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان و فرآیندهای مرکب ۱

پیشگفتار ۱

مفاهیم ۳

نوسان‌های بار ٤

pH و قلیائیت ۵

سمیت ۵

مواد مغذی ۵

دما ٦

اکسیژن محلول ۷

میکروارگانیسم‌ها ۸

صافی‌های چکنده و برج‌های بیولوژیکی ۹

گزینه‌ها ۹

برج‌های بیولوژیکی/ صافی‌های کم‌بار ۱۲

صافی‌های بار متوسط ۱۳

صافی‌های پربار ۱٤

صافی‌های بسیار پربار ۱٤

توصیف فرآیند ۱۵

معرفی تجهیزات ۱٦

سامانه‌های توزیع ۱۷

بستر صافی ۲۰

سامانه زهکشی کف ۲۲

سازه مهارکننده ۲۳
ایستگاه پمپاژ صافی ۲۳
زلال‌ساز ثانویه ۲٤
کنترل فرآیند ۲٤
الگوهای جریان ۲۵
میزان توزیع ۲۵
عملکرد زلال‌ساز ۲۸
عیب‌یابی ۲۸
نگهداری برنامه‌ریزی‌شده ۳۵
یاتاقان توزیع‌کننده ۳۸
ایمنی ۳۹
تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان ٤۰
۵ متغیرها ٤۱
۵ توصیف فرآیند ٤۵
معرفی تجهیزات ٤۸
محفظه ذخیره ٤۹
تیغه‌ها ۵۰
بستر صافی ۵۱
پوشش‌ها ۵۲
موتور تماس‌دهنده بیولوژیکی چرخان ۵۳
خطوط جریان ورودی فاضلاب و پساب و شیرها ۵٤
ابزار دقیق ۵۵

کنترل فرآیند ۵۵
دیگر فرآیندها ۵۷
مراحل و زنجیره‌ها ۵۸
هوادهی تکمیلی ۵۹
تغذیه مرحله‌ای یا گسترش مرحله اول ۵۹
بازچرخش ٦۰
سرعت چرخش ٦۰
زلال‌ساز ثانویه ٦۱
نیتریفیکاسیون ٦۱
عیب‌یابی ٦۲
نگهداری برنامه‌ریزی‌شده ٦۵
موتورهای مکانیکی ٦۷
سامانه‌های متحرک به‌وسیله هوا ٦۷
فرآیندهای مرکب ٦۸
متغیرها ۷۰
صافی بیولوژیکی فعال ۷۲
صافی چکنده–تماس جامدات ۷۲
صافی بسیار پربار - لجن فعال ۷۳
صافی بیولوژیکی – لجن فعال ۷۳
صافی چکنده – لجن فعال ۷٤
توصیف فرآیند ۷٤
معرفی تجهیزات ۷۷

صافی چکنده یا برج بیولوژیکی ۷۸
ایستگاه پمپاژ صافی ۷۸
کانال تماس یا حوضچه هوادهی ۷۸
تجهیزات هوادهی ۷۸
زلال‌ساز ۷۹
کنترل فرآیند ۷۹
تغییرات فرآیند ۷۹
برج بیولوژیکی ۸۰
کانال تماس یا حوضچه‌ی هوادهی ۸۰
زلال‌سازی ۸۱
عیب‌یابی ۸۲
نگهداری برنامه‌ریزی‌شده ۸۳
فصل ٦ **۸٤**
فرآیندهای بیولوژیکی حذف مواد مغذی **۸٤**
مروری بر حذف بیولوژیکی مواد مغذی ۸٤
سلکتورهای بیولوژیکی ۹۰
مناطق رشد ۹۳
اندازه و تجهیزات سلکتور ۹۵
مقیاس‌های اندازه‌گیری حذف بیولوژیکی مواد مغذی ۱۰۰
متوسط زمان‌ماند سلولی ۱۰۰
نسبت غذا به میکروارگانیسم ۱۰۱
خصوصیات فاضلاب ۱۰۳

تجهیزات هوادهی ۱۰۵
قابلیت ته‌نشینی لجن و کف ۱۰۶
جریان‌های بازگشتی ۱۰۶
قلیائیت و pH ۱۰۷
زمان‌ماند هیدرولیکی ۱۰۷
فرآیندهای حذف بیولوژیکی نیتروژن ۱۰۸
نیتریفیکاسیون ۱۱۰
زیست‌شیمی ۱۱۰
تأثیرات ۱۱۱
دنیتریفیکاسیون ۱۱۴
زیست‌شیمی ۱۱۴
تأثیرات ۱۱۵
فرآیندهای متداول حذف نیتروژن ۱۱۹
فرآیند لودزاک–اتینگر ۱۲۲
فرآیند لودزاک–اتینگر اصلاح‌شده ۱۲۳
فرآیند چهار مرحله‌ای باردنفو ۱۲۳
فرآیند تغذیه‌ی مرحله‌ای آنوکسیک ۱۲۴
راکتورهای ناپیوسته متوالی ۱۲۵
نهرهای اکسیداسیون ۱۲۶
دیگر فرآیندهای حذف نیتروژن ۱۲۸
راکتورهای بیولوژیکی غشایی ۱۲۸
لاگون‌ها ۱۲۹

فرآیندهای بستر ثابت ۱۳۰
فرآیندهای مرکب بستر ثابت و رشد معلق ۱۳۰
صافی‌های بستر عمیق پساب ۱۳۱
بسترهای شناور ۱۳۱
فرآیندهای لجن فعال با بستر ثابت یکپارچه ۱۳۲
حذف بیولوژیکی بهبودیافته فسفر ۱۳۲
زیست‌شیمی ۱۳۳
تأثیرات ۱۳۵
فرآیندهای مرکب متداول حذف فسفر و نیتروژن ۱۳٦
فرآیند بی‌هوازی/اوکسیک ۱۳۸
فرآیند بی‌هوازی/آنوکسیک/اوکسیک ۱۳۹
فرآیند اصلاح‌شده‌ی UCT ۱۳۹
فرآیند پنج مرحله‌ای باردنفو ۱٤۰
فرآیند ژوهانسبورگ ۱٤۱
دیگر فرآیندهای حذف فسفر ۱٤۲
راکتورهای ناپیوسته متوالی ۱٤۲
نهرهای اکسیداسیون ۱٤۲
فرآیند فوستریپ ۱٤۳
فرآیندهای ترکیبی بستر ثابت و رشد معلق ۱٤۳
کنترل فرآیند ۱٤٤
متوسط زمان‌ماند سلولی ۱٤٤
نسبت غذا به میکروارگانیسم ۱٤۸

زمان‌ماند هیدرولیکی ۱۵۰
اکسیژن موردنیاز و تجهیزات هوادهی ۱۵۱
کنترل pH و قلیائیت ۱۵۵
موارد موردنیاز دنیتریفیکاسیون ۱۵۶
پتانسیل اکسیداسیون و احیا ۱۵۸
جریان‌های بازگشتی ۱۵۸
زلال‌سازی ثانویه ۱۶۰
عیب‌یابی ۱۶۲
کنترل کف ۱۶۳
کف خشک و سفید ۱۶۴
کف قهوه‌ای‌رنگ بسیار زیاد ۱۶۵
کف بسیار تیره یا سیاه ۱۶۶
بالکینگ لجن ۱۶۶
فصل ۷ **۱۶۷**
فرآیندهای بیولوژیکی طبیعی **۱۶۷**
پیشگفتار ۱۶۷
لاگون‌ها ۱۶۷
توصیف فرآیندها ۱۶۷
لاگون‌های تثبیت هوادهی نشده ۱۶۹
لاگون‌های هوازی ۱۷۰
لاگون‌های بی‌هوازی ۱۷۰
لاگون‌های اختیاری ۱۷۱

لاگون‌های هوادهی شده ۱۷۱
ساختار فیزیکی لاگون‌ها ۱۷۲
پارامترهای طراحی ۱۷۳
راه‌اندازی سامانه ۱۷۵
کنترل فرآیند ۱۷۶
اختلاط ۱۷۸
انباشت جامدات ۱۷۹
لاگون‌های هوازی و اختیاری ۱۷۹
لاگون‌های بی‌هوازی ۱۸۱
لاگون‌های هوادهی شده ۱۸۲
جمع‌آوری داده‌ها ۱۸۲
عیب‌یابی ۱۸۶
نگهداری ۱۹۶
سامانه‌های تصفیه زمینی ۱۹۷
توصیف فرآیندها ۱۹۷
فرآیند کم‌سرعت ۲۰۱
فرآیند نفوذ سریع ۲۰۳
فرآیند جریان روزمینی ۲۰۴
کنترل فرآیند ۲۰۵
محصولات کشاورزی ۲۰۶
فاضلاب ۲۱۰
جمع‌آوری داده‌ها ۲۱۳

فاضلاب ۲۱۳
آب‌های زیرزمینی ۲۱۳
خاک و پوشش گیاهی ۲۱۵
عیب‌یابی ۲۱۸
نگهداری ۲۲۲
فرآیند کم‌سرعت ۲۲۳
فرآیند نفوذ–سریع ۲۲۳
فرآیند جریان روزمینی ۲۲٤
فصل ۸ ۲۲۵
تصفیه فیزیکی – شیمیایی ۲۲۵
پیش گفتار ۲۲۵
اصول فرآیندهای انعقاد و لخته‌سازی ۲۲٦
ته‌نشینی ۲۲۸
صاف‌سازی ۲۲۹
کربناسیون مجدد – تنظیم pH ۲۳۲
توصیف فرآیند و تجهیزات فرآیند ۲۳۲
منعقد کننده‌ها ۲۳۲
اختلاط منعقد کننده ۲۳۵
تجهیزات آنالیزی جهت تعیین بازده اختلاط ۲۳۹
اختلاط محاسباتی سیالات ۲٤۰
لخته‌سازی ۲٤۰
ته‌نشینی ۲٤۳

کربن‌زنی مجدد – تنظیم pH ۲٤٦
صاف‌سازی ۲٤۷
سامانه‌های کنترل فرآیند ۲۵۱
تعیین مقدار ماده شیمیایی ۲۵۱
کاهش فسفر ۲۵٤
حذف فلزات سنگین ۲۵٦
حذف ویروس‌ها و باکتری‌ها ۲۵۷
کاهش جامدات معلق ۲۵۷
کنترل مقدار مواد شیمیایی ۲۵۸
بازیابی/دفع لجن شیمیایی ۲٦۱
بهینه‌سازی زمان فعالیت صافی ۲٦۲
کیفیت پساب و افت فشار ۲٦۲
کمک‌صافی‌ها ۲٦۲
تأثیرات پلیمرها ۲٦۳
جابه‌جایی پلیمر ۲٦٤
شستشوی معکوس صافی‌ها ۲٦۵
انبساط و تعلیق بستر ۲٦۵
مدت شستشوی معکوس ۲٦٦
شستشوی سطحی ۲٦٦
جمع‌آوری داده‌ها ۲٦۷
انواع نمونه‌ها و تحلیل آن ۲٦۷
نمونه‌های تصادفی ۲٦۸

نمونه مرکب ۲٦۸
برنامه تضمین کیفیت ۲٦۹
گزارش‌دهی بر اساس استاندارد ۲٦۹
گزارش کنترل فرآیند ۲۷۰
برنامه نگهداری از پیش تعیین‌شده ۲۷۰
لزوم استفاده از برنامه نگهداری ۲۷۰
تهیه فهرست تجهیزات ۲۷۱
تناوب بررسی‌ها ۲۷۲
فرآیندهای متداول ۲۷۲
ته‌نشینی ۲۷۲
اصول فرآیند ۲۷۲
توصیف فرآیند و تجهیزات فرآیند ۲۷۲
سامانه‌های کنترل فرآیند ۲۷۳
کنترل فرآیند نرمال ۲۷٤
جمع‌آوری داده‌ها ۲۷۵
برنامه‌ی نگهداری برنامه‌ریزی‌شده ۲۷۵
عیب‌یابی ۲۷٦
صاف‌سازی ۲۷۷
اصول فرآیند ۲۷۷
توصیف فرآیند و تجهیزات آن ۲۷۷
سامانه‌های کنترل فرآیند ۲۷۷
کنترل سرعت جریان ۲۷۸

کمک‌صافی‌ها ۲۷۸
شستشوی معکوس صافی ۲۷۸
متعلقات صافی ۲۷۹
کنترل و نظارت بر فرآیند ۲۸۰
کنترل فرآیند نرمال ۲۸۰
پر کردن صافی ۲۸۰
کمک‌صافی‌ها ۲۸۱
کنترل کدورت ۲۸۲
شستشوی معکوس صافی ۲۸۲
بازچرخش جریان‌های شستشوی معکوس ۲۸۳
جمع‌آوری داده‌ها ۲۸٤
برنامه نگهداری از پیش تعیین‌شده ۲۸۵
عیب‌یابی ۲۸۵
کربن‌زنی مجدد ۲۸۷
اصول فرایند ۲۸۷
توصیف فرآیند و تجهیزات فرآیند ۲۸۸
سامانه‌های کنترل فرآیند ۲۸۹
کنترل فرآیند نرمال ۲۸۹
جمع‌آوری داده‌ها ۲۹۰
برنامه نگهداری برنامه‌ریزی‌شده ۲۹۱
عیب‌یابی ۲۹۱
فرآیندهای پیشرفته ۲۹۲

حذف اکسیژن موردنیاز شیمیایی محلول ۲۹۲
اصول فرآیند ۲۹۲
توصیف فرآیند و تجهیزات فرآیند ۲۹۳
سامانه‌های کنترل فرآیند ۲۹۵
کنترل فرآیند نرمال ۲۹۷
جمع‌آوری داده‌ها ۲۹۸
برنامه نگهداری از پیش تعیین‌شده ۳۰۰
عیب‌یابی ۳۰۰
حذف نیتروژن (شامل حذف آمونیاک است) ۳۰۱
اصول فرآیند ۳۰۲
کلرزنی تا نقطه شکست ۳۰۲
تبادل یونی ۳۰۲
حذف آمونیاک ۳۰۳
توصیف فرآیند و تجهیزات فرآیند ۳۰۳
کلرزنی تا نقطه شکست ۳۰۳
تبادل یونی ۳۰٤
حذف آمونیاک ۳۰۵
سامانه‌های کنترل فرآیند ۳۰٦
کلرزنی تا نقطه‌ی شکست ۳۰٦
تبادل یونی ۳۰۷
حذف آمونیاک ۳۰۷
کنترل فرآیند نرمال ۳۰۷

کلرزنی تا نقطه شکست ۳۰۷
تبادل یونی ۳۰۸
حذف آمونیاک ۳۰۸
جمع‌آوری داده‌ها ۳۰۸
کلرزنی تا نقطه شکست ۳۰۸
تبادل یونی ۳۰۸
حذف آمونیاک ۳۰۹
برنامه نگهداری برنامه‌ریزی‌شده ۳۰۹
کلرزنی تا نقطه شکست ۳۰۹
تبادل یونی ۳۰۹
حذف آمونیاک ۳۰۹
عیب‌یابی ۳۱۰
کلرزنی تا نقطه شکست ۳۱۰
تبادل یونی ۳۱۰
حذف آمونیاک ۳۱۰
حذف فسفر و حذف اصلاح‌شده‌ی جامدات معلق ۳۱۱
اصول فرآیند ۳۱۱
منعقد کننده‌های شیمیایی حذف اصلاح‌شده‌ی جامدات ۳۱۱
انعقاد شیمیایی برای حذف فسفر ۳۱۲
توصیف فرآیند و تجهیزات فرآیند ۳۱۳
سامانه‌های کنترل فرآیند ۳۱۳
کنترل فرآیند نرمال ۳۱۵

جمع‌آوری داده‌ها ۳۱۵
برنامه‌ی نگهداری برنامه‌ریزی‌شده ۳۱۵
عیب‌یابی ۳۱۶
فصل ۹ **۳۱۷**
بهبود عملکرد فرآیند **۳۱۷**
پیشگفتار، هدف، پیش‌زمینه، ساختار فصل ۳۱۷
پیشگفتار ۳۱۷
هدف ۳۱۸
پیش‌زمینه ۳۱۹
ساختار فصل ۳۲۰
مراحل بهبود عملکرد فرآیند ۳۲۰
اهداف ۳۲۱
منابع – نیروی کار و تجهیزات ۳۲۱
برنامه زمان‌بندی ۳۲۳
توانمندی‌های تجهیزات فعلی ۳۲۳
طرح اولیه فرآیند ۳۲۴
جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات ۳۲۴
روش جمع‌آوری اطلاعات ۳۲۴
تحلیل اطلاعات و بارگذاری‌های فرآیند ۳۲۵
نمودار ظرفیت فرآیند ۳۲۹
بازنگری ۳۳۰
دقت جریان‌سنج ۳۳۰

کالیبراسیون میدانی ۳۳۲
روش‌های آزمون رنگ ۳۳۲
آزمون پر و خالی کردن ۳۳۲
تجهیزات مازاد ۳۳۳
مدل‌سازی هیدرولیکی ۳۳٤
ابزارهای آزمون و تحلیل ۳۳٤
تحلیل ظرفیت هیدرولیکی ۳۳٤
ظرفیت هیدرولیکی (کلی) ۳۳٥
علائم خروج از ظرفیت ۳۳٥
تنگناهای هیدرولیکی ۳۳٦
عدم تعادل در تقسیم جریان ۳۳۷
استفاده از روش‌های مدل‌سازی هیدرولیکی ۳۳۷
آزمون ماده ردیاب ۳۳۹
تحلیل سامانه هوادهی ۳٤۰
آزمون‌های انتقال اکسیژن ۳٤۱
تکنیک‌های مورداستفاده برای تعیین انتقال اکسیژن ۳٤٤
آنالیز گازهای منتشرشده ۳٤٤
آزمون پروکسیدهیدروژن ۳٤٤
آزمون آب پاک انجمن مهندسین عمران آمریکا ۳٤٥
بازدهی الکتریکی هواده ۳٤٥
مدل‌سازی یا معادلات تجربی ۳٤۷
معادلات تجربی ۳٤۸

الگوسازی (مدل‌سازی) ۳۵۰
تأمین اکسیژن موردنیاز ۳۵۰
کاهش انرژی مصرفی هوادهی ۳۵۲
افزودنی‌های شیمیایی ۳۵۳
مقدمه ۳۵۳
ظرفیت محدود تصفیه‌خانه ۳۵٤
مصرف انرژی ۳۵۵
تأثیرات کاربری مواد شیمیایی در سراسر تصفیه‌خانه ۳۵۵
انتخاب مواد شیمیایی ۳۵٦
کسب تجربیات صنعتی ۳۵٦
آزمایش تصفیه‌خانه ۳۵٦
کسب اطمینان از سازگاری فرآیند ۳۵۸
تعریف محصولات جانبی و تمهیدات مدیریتی دیگر ۳۵۸
انتخاب نقاط تزریق مواد شیمیایی ۳٦۱
انتخاب روش‌های کنترل مقدار ۳٦۳
تأیید دسترسی ۳٦۳
ذخیره‌سازی و تجهیزات کنترل ۳٦٤
تشخیص تأثیرات محیطی ۳٦۵
تعیین هزینه‌ها ۳٦٦
عملکرد در حال جریان ۳٦۷
مثال‌ها ۳٦۸
تصفیه اولیه ۳٦۸

تصفیه ثانویه ۳۷۰
پلیمرها ۳۷۱
کلر ۳۷۱
کربنات سدیم و هیدروکسید سدیم ۳۷۱
گندزدایی ۳۷۲
لاگون‌ها ۳۷۳
تغلیظ ۳۷۳
هضم بی‌هوازی ۳۷۳
هضم هوازی ۳۷٤
تلقیح میکروبی ۳۷۵
پیوست الف: جریان‌سنج ۳۷۷
اطلاعات زمینه‌ای ۳۷۷
انواع جریان‌سنج ۳۷۷
جریان‌سنج‌های کانال باز ۳۷۸
جریان‌سنج‌های لوله‌ی پر ۳۷۹
عیب‌یابی ۳۸۰
جریان‌سنج‌های کانال باز ۳۸۱
دقت جریان‌سنج لوله‌ی پر ۳۸۲
پیوست ب: جزئیات آزمایش آنالیز گازهای منتشرشده ۳۸۳
تحلیل داده‌ها و محاسبات آزمون گاز انتشاریافته ۳۸۷
پیوست پ: جزئیات آزمایش پروکسید هیدروژن ۳۸۸
تحلیل داده‌ها و محاسبات روش پروکسید هیدروژن ۳۹۱

پیوست ت: آزمون انتقال اکسیژن آب پاک ۳۹۵
پیوست ث: آزمایش موردی ماده ردیاب هاضم بی‌هوازی ۳۹۸
مثال: مطالعات ماده ردیاب هاضم در تصفیه‌خانه‌ی کنترل آلودگی آب اسکای وی. ۳۹۸
پیشینه و اهداف طرح ۳۹۸
روش آزمایش ۳۹۹
نتایج و تحلیل داده‌ها ۴۰۰
نتایج و توصیه‌های حاصل از مطالعه ماده ردیاب هاضم ٤٠٤
فصل ۱۰ **٤٠٦**
گندزدایی پساب **٤٠٦**
پیشگفتار ٤٠٦
گندزدایی با پرتو فرابنفش ٤٠٩
مکانیسم گندزدایی ٤١٣
توصیف تجهیزات ٤١٣
راه‌اندازی و خاموش کردن مبنا ٤١٤
متغیرهای کنترل فرآیند ٤١٧
انتقال و جذب UV ٤١٧
طراحی تجهیزات ٤١٨
ویژگی‌های هیدرولیکی راکتور ٤١٨
غلظت آهن ٤١٩
کیفیت آب ٤٢٠
عمر لامپ‌های فرابنفش ٤٢٠

کنترل فرآیند ٤٢٠
راهبری‌های روزانه و عیب‌یابی ٤٢٣
ایمنی ٤٢٤
نگهداری پیشگیرانه ٤٢٥
کلرزنی ٤٢٧
مکانیسم گندزدایی ٤٢٨
تأثیرات محیطی ٤٣٠
توصیف تجهیزات ٤٣١
ایمنی ٤٣٧
اصول راه‌اندازی و خاموش کردن سامانه ٤٣٨
راه‌اندازی ٤٣٨
خاموش کردن سامانه ٤٣٩
کنترل فرآیند ٤٤٠
زمان‌ماند (تماس) ٤٤٠
کلر باقی‌مانده ٤٤٢
پتانسیل اکسیداسیون و احیا ٤٤٣
نتایج باکتری‌های شاخص ٤٤٥
جابه‌جایی مخزن و سیلندر کلر ٤٤٦
جمع‌آوری اطلاعات، نمونه‌گیری و آنالیز ٤٤٧
راهبری‌های روزمره و عیب‌یابی ٤٤٧
نگهداری پیشگیرانه ٤٤٩
هیپوکلرزنی مایع ٤٥٠

توصیف فرآیند ٤٥١
کنترل فرآیند ٤٥٢
ایمنی ٤٥٢
نگهداری پیشگیرانه ٤٥٣
ذخیره‌سازی و تجزیه ٤٥٣
کلرزدایی ٤٥٤
مکانیسم کلرزدایی ٤٥٥
توصیف تجهیزات ٤٥٧
ایمنی ٤٥٨
اصول راه‌اندازی و خاموش کردن ٤٥٩
راه‌اندازی ٤٥٩
خاموش کردن ٤٥٩
کنترل فرآیند ٤٦٠
بازده اختلاط ٤٦٠
کلر باقی‌مانده ٤٦٠
راهبری‌های روزمره و عیب‌یابی ٤٦١
نگهداری پیشگیرانه ٤٦١
ازن‌زنی ٤٦١
توصیف تجهیزات ٤٦٣
اصول راه‌اندازی و خاموش کردن ٤٦٥
راه‌اندازی ٤٦٥
خاموش کردن ٤٦٦

کنترل فرآیند ٤٦٦
جمع‌آوری داده‌ها، نمونه‌گیری، تحلیل داده‌ها ٤٦٦
راهبری‌های روزمره و عیب‌یابی ٤٦٧
ایمنی ٤٦٩
نگهداری پیشگیرانه ٤٧٢
دیگر روش‌های گندزدایی ٤٧٣
کلرید برم ٤٧٣
توصیف فرآیند ٤٧٣
ایمنی ٤٧٣
دی‌اکسید کلر ٤٧٤
پراستیک‌اسید ٤٧٤
کاربردهای تصفیه‌ی آب‌وهوای مرطوب ٤٧٤