



# فرآیندهای فاضلابرو

(مهندسی فرآیندهای میکروبی و شیمیایی در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب)

نویسندگان:

هویتود ژاکوپسن

ژس والر تسن

هانینگ نیلسن

مترجم:

مهندس مهدی اسدی



انتشارات آوای قلم

سرشناسه	: ویتود-یاکوبسن، تورکیل، Hvitved-Jacobsen, Thorkild
عنوان و نام پدیدآور	: فرآیندهای فاضلابرو: (مهندسی فرایندهای میکروبی و شیمیایی در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب)/ نویسندگان هویتود ژاکوبسن، ژس والرتسن، هانینگ نیلسن؛ مترجم مهدی اسدی.
مشخصات نشر	: تهران: آوای قلم، ۱۴۰۱. مشخصات ظاهری: ۴۵۲ ص: جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۷۶۵۲-۶۱-۱ وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: ( Sewer Processes (microbial and chemical Process engineering of sewer networks
یادداشت	: کتابنامه.
عنوان دیگر	: مهندسی فرایندهای میکروبی و شیمیایی در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب.
موضوع	: فاضلاب -- میکروب‌شناسی Sewage -- Microbiology فاضلاب -- تجزیه و آزمایش Sewage -- Analysis فاضلاب‌روها -- طراحی و ساخت Sewerage -- Design and construction
شناسه افزوده	: والرتسن، ژس، ۱۹۶۱- م.
شناسه افزوده	: Vollertsen, Jes, 1961- شناسه افزوده: نیلسن، آسبیورن هانینگ
شناسه افزوده	: Nielsen, Asbjørn Haaning شناسه افزوده: اسدی، مهدی، ۱۳۶۰- [مهندس]
رده بندی کنگره	: TD ۷۳۶
رده بندی دیویی	: ۳/۶۲۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۰۰۵۰۱۷

#### نام کتاب اصلی:

**Sewer Processes (Microbial and Chemical Process Engineering of Sewer Networks)**

#### نام کتاب:

#### فرآیندهای فاضلابرو (مهندسی فرایندهای میکروبی و شیمیایی در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب)

مترجم:	مهندس مهدی اسدی	نوبت چاپ:	اول
نویسندگان:	هویتود ژاکوبسن، ژس والرتسن، هانینگ نیلسن	تاریخ نشر:	۱۴۰۱
ناشر:	انتشارات آوای قلم	شمارگان:	۴۰۰ جلد
صفحه‌آرایی:	انتشارات خانیران	شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۷۶۵۲-۶۱-۱
طراحی روی جلد:	انتشارات آوای قلم	قیمت:	۲۹۰۰۰۰ تومان

تلفن: ۵-۶۶۵۹۱۵۰۴ همراه: ۰۹۲۱۲۰۵۷۷۵۱

فروشگاه اینترنتی کتاب چاپی و الکترونیکی: [www.avapublisher.com](http://www.avapublisher.com)

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است.  
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه شرکت آب و فاضلاب .....	۱۰
مقدمه ناشر .....	۱۱
مقدمه مترجم .....	۱۲

### فصل اول: سیستم‌ها و فرآیندهای فاضلابرو

۱-۱ مقدمه و اهداف .....	۱۶
۲-۱ توسعه فاضلابروها از منظر تاریخی .....	۲۰
۱-۲-۱ فاضلابروهای اولیه .....	۲۰
۲-۲-۱ فاضلابروها در رم باستان .....	۲۰
۳-۲-۱ فاضلابروها در قرون وسطی .....	۲۱
۴-۲-۱ شبکه فاضلابرو مناطق تحت توسعه امروزی .....	۲۲
۵-۲-۱ بهسازی: جنبه‌های بهداشتی فاضلابروها .....	۲۲
۶-۲-۱ فاضلابروها و محیط اطراف آنها .....	۲۴
۷-۲-۱ سولفید هیدروژن در فاضلابروها .....	۲۵
۸-۲-۱ توضیحات نهایی .....	۲۶
۳-۱ انواع شبکه‌های فاضلابرو و اجرای آنها .....	۲۷
۱-۳-۱ نوع فاضلاب جمع‌آوری شده .....	۲۷
۲-۳-۱ انواع روش‌های انتقال فاضلاب جمع‌آوری شده .....	۲۷
۳-۳-۱ اندازه و عملکرد فاضلابرو .....	۲۸
۴-۱ فاضلابرو به عنوان رآکتور فرآیندهای شیمیایی و میکروبی .....	۳۱
۵-۱ انتقال آب و توده زیستی در فاضلابرو .....	۳۴
۱-۵-۱ جابجایی، انتشار و پراکندگی .....	۳۵
۲-۵-۱ هیدرولیک فاضلابروها .....	۳۸
۳-۵-۱ انتقال جرم در فاضلابروها .....	۴۲
۶-۱ رویکرد فرآیندهای فاضلابرو .....	۴۳

### فصل دوم: فرآیندهای شیمیایی و فیزیکوشیمیایی در فاضلابرو

۱-۲ واکنش‌های ردوکس .....	۴۹
---------------------------	----

۴۹.....	۱-۲-۱ موازنه شیمیایی و پتانسیل واکنش
۵۳.....	۲-۱-۲ واکنش‌های ردوکس در فاضلاب‌روها
۵۶.....	۳-۱-۲ ماهیت و ترمودینامیک واکنش‌های ردوکس
۶۵.....	۴-۱-۲ استوکیومتری واکنش‌های ردوکس
۷۵.....	۲-۲ سینتیک سیستم‌های میکروبی
۷۶.....	۱-۲-۲ سینتیک واکنش‌های همگن
۸۳.....	۲-۲-۲ سینتیک واکنش‌های ناهمگن
۸۷.....	۳-۲ وابستگی دمایی فرآیندهای میکروبی، شیمیایی و فیزیکوشیمیایی
۸۹.....	۴-۲ شیمی اسید و باز در فاضلاب‌روها
۸۹.....	۱-۴-۲ سیستم کربناته
۹۳.....	۲-۴-۲ قلیابیت و سیستم‌های بافری
۹۷.....	۵-۲ آهن و سایر فلزات سنگین در فاضلاب‌روها
۹۸.....	۱-۵-۲ نکات ویژه آهن و سولفید
۹۹.....	۲-۵-۲ کنترل سولفید به وسیله افزودن نمک‌های آهن
۱۰۱.....	۳-۵-۲ فلزات در لایه‌های زیستی فاضلاب‌رو

### فصل سوم: میکروشناسی شبکه‌های فاضلاب‌رو

۱۰۶.....	۱-۳ منابع، جریان‌ها و اجزاء فاضلاب
۱۰۷.....	۱-۱-۳ منابع و جریان فاضلاب‌ها
۱۰۸.....	۲-۱-۳ کیفیت فاضلاب
۱۱۱.....	۳-۱-۳ مروری بر سیستم میکروبی فاضلاب موجود در فاضلاب‌روها
۱۱۵.....	۲-۳ واکنش‌های میکروبی و کیفیت مواد آلی مغذی
۱۱۵.....	۱-۲-۳ فرآیندهای میکروبی هوازی و بی‌اکسیژن
۱۱۷.....	۲-۲-۳ فرآیندهای میکروبی بی‌هوازی
۱۲۱.....	۳-۲-۳ جذب میکروبی و هیدرولیز مواد آلی
۱۲۳.....	۴-۲-۳ مواد آلی محلول و معلق
۱۲۵.....	۵-۲-۳ اجزاء آلی فاضلاب در شبکه‌های فاضلاب‌رو
۱۳۰.....	۶-۲-۳ ترکیبات فاضلاب به عنوان عوامل شاخص
۱۳۴.....	۷-۲-۳ خصوصیات لایه زیستی و برهمکنش آنها با فاز آبی
۱۳۸.....	۸-۲-۳ خصوصیات و فرآیندهای رسوبات فاضلاب‌رو

## فصل چهارم: اتمسفر فاضلابرو، تعادل و دینامیک آب-هوا و بو

- ۱-۴ تعادل آب - هوا ..... ۱۵۰
- ۱-۴-۱ خصوصیات اصلی تعادل آب - هوا ..... ۱۵۰
- ۱-۴-۲ قانون هنری ..... ۱۵۴
- ۱-۴-۳ تعادل آب - هوا برای مواد تجزیه شده ..... ۱۵۹
- ۲-۴ فرآیندهای انتقال آب - هوا ..... ۱۶۴
- ۱-۲-۴ مروری بر رویکردهای نظری ..... ۱۶۴
- ۲-۲-۴ نظریه دو لایه ..... ۱۶۵
- ۳-۴ اتمسفر فاضلابرو و محیط اطراف آن ..... ۱۷۱
- ۱-۳-۴ ویژگی‌ها و خصوصیات بوها ..... ۱۷۲
- ۲-۳-۴ انتشار مواد فرآر در اتمسفر فاضلابرو ..... ۱۷۶
- ۳-۳-۴ مواد سمی، خورنده و بدبو در فاضلابروها ..... ۱۸۰
- ۴-۳-۴ جابجایی و تهویه هوا در فاضلابروها ..... ۱۸۲
- ۵-۳-۴ مشکلات بهداشتی و تولید بو ناشی از ترکیبات فرآر در فاضلابروها ..... ۱۸۷
- ۶-۳-۴ مواد مولد بو در اتمسفر شهری ..... ۱۸۹
- ۴-۴ هوادهی در شبکه‌های فاضلابرو و نقش آن در پیش‌بینی انتقال جرم هوا - آب ..... ۱۸۹
- ۱-۴-۴ حلالیت اکسیژن ..... ۱۹۰
- ۲-۴-۴ مدل‌های تجربی انتقال اکسیژن هوا - آب در لوله‌های فاضلابرو ..... ۱۹۱
- ۳-۴-۴ نرخ انتقال جرم مواد نیمه فرآر به نرخ هوادهی ..... ۱۹۲
- ۴-۴-۴ انتقال جرم هوا - آب در دریچه‌ها و فاضلابروهای ریزشی ..... ۱۹۳
- ۵-۴ خصوصیات اسید و باز فاضلاب درون فاضلابروها، بافرها و تغییرات فازی ..... ۱۹۶
- ۱-۵-۴ سیستم‌های بافری در فاضلاب موجود در فاضلابروها ..... ۱۹۷
- ۲-۵-۴ تأثیر مواد فرآر بر روی pH فاضلاب ..... ۲۰۱
- ۳-۵-۴ برهمکنش‌های آب و جامدات و اثرات آن بر روی مقدار pH ..... ۲۰۳
- ۴-۵-۴ نتایج ..... ۲۰۳

## فصل پنجم: فرآیندهای هوازی و بی‌اکسیژن فاضلابرو

- ۱-۵ تغییرات میکروبی هتروتروف هوازی در فاضلابرو ..... ۲۱۰
- ۲-۵ تشریح تغییرات هوازی در فاضلابروها ..... ۲۱۲

۳-۵	مفهوم تغییرات هوازی فاضلاب در فاضلابروها	۲۱۷
۱-۳-۵	مفاهیم اساسی فرآیندهای هوازی فاضلابرو	۲۱۷
۲-۳-۵	مفهوم تغییرات میکروبی فاضلابرو	۲۲۰
۴-۵	روابط ریاضی فرآیندهای هتروتروف هوازی در فاضلابروها	۲۲۶
۱-۴-۵	اصطلاحات فرآیندی فاضلابرو: گزینه‌ها و محدودیت‌ها	۲۲۷
۲-۴-۵	اصطلاحات ریاضی برای فرآیندهای هتروتروف هوازی در فاضلابروها	۲۲۸
۵-۵	موازنه جرمی اکسیژن محلول و تغییرات آن در فاضلابروهای ثقلی	۲۳۴
۶-۵	اکسیداسیون هوازی سولفید	۲۴۰
۱-۶-۵	اکسیداسیون سولفید در فاضلابروها	۲۴۱
۲-۶-۵	اکسیداسیون سولفید در لایه‌های زیستی فاضلابرو	۲۴۶
۷-۵	تغییرات فرآیندهای بدون اکسیژن در فاضلابروها	۲۴۸
۱-۷-۵	روابط بین فرآیندهای هوازی و بدون اکسیژن فاضلابرو	۲۴۸
۲-۷-۵	تغییرات فرآیندهای بدون اکسیژن در فاز آبی	۲۴۹
۳-۷-۵	تغییرات بدون اکسیژن هتروتروف درون لایه‌های زیستی	۲۵۳
۴-۷-۵	پیش‌بینی حذف نیترات تحت شرایط بدون اکسیژن	۲۵۴
۵-۷-۵	مفهوم تغییرات بدون اکسیژن هتروتروف	۲۵۵

### فصل ششم: فرآیندهای بی‌هوازی فاضلابرو، تغییرات سولفید هیدروژن و مواد آلی

۱-۶	سولفید هیدروژن در فاضلابروها: یک مشکل جهانی	۲۶۵
۲-۶	مروری بر مبانی علمی فرآیندهای مرتبط با گوگرد	۲۶۶
۳-۶	معرفی سولفید هیدروژن در شبکه‌های فاضلابرو	۲۶۶
۱-۳-۶	مبانی کلی چرخه گوگرد در فاضلابروها	۲۶۷
۲-۳-۶	جنبه‌های اساسی و استوکیومتری تشکیل سولفید هیدروژن	۲۶۹
۳-۳-۶	شرایط مؤثر بر تشکیل و ساخت سولفید	۲۷۱
۴-۶	مدل‌های پیش‌بینی تشکیل سولفید	۲۷۴
۱-۴-۶	سولفید به عنوان یک پدیده فاضلابرو	۲۷۵
۲-۴-۶	مسیر درک جدید سولفید در فاضلابروها	۲۷۶
۳-۴-۶	پیش‌بینی تجربی سولفید و تأثیر آن	۲۷۸
۵-۶	خوردگی ناشی از سولفید در فاضلابروهای بتنی	۲۹۰
۱-۵-۶	خوردگی بتن به عنوان یک پدیده فرآیند فاضلابرو	۲۹۱
۲-۵-۶	پیش‌بینی خوردگی ناشی از سولفید هیدروژن	۲۹۳

- ۶-۶ خوردگی فلزات و اثرات آن بر روی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب ..... ۲۹۷
- ۶-۷ تحولات میکروبی بی‌هوازی در فاضلاب‌روها ..... ۲۹۸
- ۶-۷-۱ تحولات بی‌هوازی مواد آلی در فاضلاب‌روها ..... ۲۹۸
- ۶-۷-۲ روابط مفهومی از فرآیندهای بی‌هوازی در فاضلاب‌روها ..... ۳۰۳
- ۶-۸ مفهوم هوازی-بی‌هوازی تکامل یافته برای تحولات میکروبی ..... ۳۰۶

### **فصل هفتم: کاهش فرآیندهای فاضلاب‌رو: روش‌های کنترل فاز آبی و فاز گازی**

- ۷-۱-۱ مروری بر روش‌های کاهش فرآیندهای فاضلاب‌رو ..... ۳۱۵
- ۷-۱-۱-۱ کاهش یا ممانعت از تشکیل سولفید ..... ۳۱۵
- ۷-۱-۱-۲ کاهش سولفید تشکیل شده ..... ۳۱۶
- ۷-۱-۱-۳ کاهش و رقیق‌سازی گاز فاضلاب‌رو ..... ۳۱۸
- ۷-۲-۱ رویکردهای کنترل فرآیندهای فاضلاب‌رو ..... ۳۱۸
- ۷-۲-۱-۱ جنبه‌های عمومی کنترل فرآیندهای فاضلاب‌رو ..... ۳۱۹
- ۷-۳-۱ معیارهای منتخب برای کنترل گازهای فاضلاب‌رو ..... ۳۲۴
- ۷-۳-۱-۱ معیارهای هدف در پیشگیری از شرایط بی‌هوازی ..... ۳۲۵
- ۷-۳-۲ ترسیب شیمیایی سولفید ..... ۳۲۸
- ۷-۳-۳ اکسیداسیون شیمیایی سولفید ..... ۳۳۲
- ۷-۳-۴ مواد قلیایی افزایش دهنده pH ..... ۳۳۴
- ۷-۳-۵ اضافه کردن عوامل میکروب‌کش (بیوسایدها) ..... ۳۳۵
- ۷-۳-۶ روش‌های مکانیکی ..... ۳۳۵
- ۷-۳-۷ تصفیه و مدیریت گازهای فاضلاب‌رو تهویه شده ..... ۳۳۵
- ۷-۴ نتایج ..... ۳۴۱

### **فصل هشتم: مدل‌سازی فرآیندهای فاضلاب‌رو: مفاهیم و ارزیابی کیفیت**

- ۸-۱-۱ انواع مدل‌های فرآیند ..... ۳۴۷
- ۸-۱-۱-۱ اعتباردهی، کالیبراسیون و تصدیق مدل ..... ۳۴۹
- ۸-۱-۱-۲ مدل‌های تجربی ..... ۳۵۰
- ۸-۱-۱-۳ مدل‌های قطعی ..... ۳۵۱
- ۸-۱-۱-۴ مدل‌های تصادفی ..... ۳۵۲
- ۸-۲-۱ رویکرد مدل‌های قطعی فرآیند فاضلاب‌رو ..... ۳۵۳
- ۸-۲-۱-۱ اصول مدل فرآیند فاضلاب‌رو ..... ۳۵۳

- ۲-۲-۸ اصول حل مدل فرآیند فاضلابرو ..... ۳۵۷
- ۳-۸ رویکردهای مدل‌سازی اضافی ..... ۳۶۰
- ۱-۳-۸ مدل‌سازی در مقیاس حوضه تحت پوشش شبکه فاضلابرو ..... ۳۶۱

### **فصل نهم: WATS یک مدل فرآیند فاضلابرو برای تغییرات فاز آبی، گازی و لایه زیستی**

- ۱-۹ مروری بر مدل WATS ..... ۳۶۴
- ۲-۹ عناصر فرآیندی در مدل WATS ..... ۳۶۶
- ۱-۲-۹ تغییرات ماتریس فرآیند هوازی هتروتروف مواد آلی ..... ۳۶۶
- ۲-۲-۹ ماتریس فرآیند برای تغییرات بی‌اکسیژن هتروتروف ..... ۳۶۷
- ۳-۲-۹ ماتریس فرآیند برای تغییرات هتروتروف بی‌هوازی ..... ۳۶۸
- ۴-۲-۹ ماتریس فرآیند برای چرخه گوگرد ..... ۳۷۰
- ۵-۲-۹ خصوصیات اسید و باز و مدل‌سازی WATS ..... ۳۷۲
- ۳-۹ انتقال فاز آبی و گازی در فاضلابروها ..... ۳۷۳
- ۴-۹ اطلاعات شبکه فاضلابرو و عوامل مدل ..... ۳۷۴
- ۱-۴-۹ داده‌های شبکه فاضلابرو و جریان‌ها ..... ۳۷۴
- ۲-۴-۹ ترکیب و اجزاء فاضلاب ..... ۳۷۵
- ۳-۴-۹ عوامل مدل فرآیند WATS ..... ۳۷۵
- ۵-۹ خصوصیات مدل‌سازی ویژه ..... ۳۷۶
- ۱-۵-۹ محتوای فرآیند در مدل WATS ..... ۳۷۶
- ۲-۵-۹ روش‌ها و دستور کار مدل‌سازی WATS ..... ۳۷۸
- ۶-۹ مثال‌هایی از نتایج مدل‌سازی WATS ..... ۳۷۹

### **فصل دهم: روش‌های مطالعه فرآیند فاضلابرو و کالیبراسیون مدل**

- ۱-۱۰ روش‌های مطالعات مقیاس آزمایشگاهی، مقیاس آزمایشی و مقیاس کامل ..... ۳۸۵
- ۱-۱-۱۰ شناخت روش کلی مطالعات فرآیند فاضلابرو ..... ۳۸۵
- ۲-۱-۱۰ روش‌های نمونه‌برداری، پایش و مدیریت ..... ۳۸۹
- ۳-۱-۱۰ اندازه‌گیری نرخ جذب اکسیژن در کل حجم فاز آبی ..... ۳۹۰
- ۴-۱-۱۰ محاسبات در شبکه‌های فاضلابرو مربوط به بو ..... ۳۹۴
- ۵-۱-۱۰ اندازه‌گیری بو ..... ۳۹۸
- ۲-۱۰ روش‌های تعیین مواد و عوامل برای مدل‌سازی فرآیند فاضلابرو ..... ۳۹۹
- ۱-۲-۱۰ تعیین عوامل مدل مرکزی ..... ۴۰۱



- ۴۰۷ ..... ۲-۲-۱۰ تعیین قابلیت تجزیه زیستی مواد آلی فاضلاب
- ۴۱۰ ..... ۳-۲-۱۰ تعیین عوامل مدل به وسیله شبیه‌سازی تکرارشونده
- ۴۱۰ ..... ۴-۲-۱۰ کالیبراسیون و تصدیق مدل فرآیند فاضلابرو WATS
- ۴۱۶ ..... ۵-۲-۱۰ تخمین عوامل مدل برای تغییرات بی‌هوازی در فاضلابروها
- ۴۲۳ ..... ۳-۱۰ نظرات نهایی

### **فصل یازدهم: کاربردها و چشم‌اندازهای طراحی فرآیند فاضلابرو**

- ۴۲۹ ..... ۱-۱۱ طراحی فاضلابرو: یک روش یکپارچه برای تصفیه فاضلاب
- ۴۲۹ ..... ۲-۱۱ اثرات ساختاری و عملیاتی فاضلابرو بر روی کیفیت فاضلاب
- ۴۳۴ ..... ۳-۱۱ فرآیندهای فاضلابرو: نظرات و چشم‌اندازهای نهایی
- ۴۳۵ ..... ۱-۳-۱۱ کلیات فرآیندهای فاضلاب
- ۴۳۵ ..... ۲-۳-۱۱ فرآیندهای درون فاضلابرو و تخلیه فاضلاب در شرایط آب و هوای مرطوب
- ۴۳۰ ..... ۳-۳-۱۱ فرآیندهای درون فاضلابرو و مدیریت پایدار فاضلاب شهری

### **پیوست‌ها**

- ۴۴۴ ..... پیوست ۱: واحدها و فهرست علائم و نشانه‌های شیمیایی
- ۴۵۰ ..... پیوست ۲: اختصارات
- ۴۵۱ ..... پیوست ۳: تعاریف و واژه‌گان

## مقدمه شرکت آب و فاضلاب شیراز

شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب یکی از زیر ساخت‌های مهم جوامع بشری محسوب می‌شوند و در توسعه شهرها نقش مهمی دارند که عمده‌ترین نقش این سازه‌ها را می‌توان جمع‌آوری فاضلاب از سطح شهرها، جلوگیری از انتشار بیماری‌های اپیدمی و تأمین شرایط بهداشت عمومی برشمرد. از این رو، طراحی بهینه و کارآمد آنها نقش مهمی در طرح‌های توسعه پایدار دارد.

امروزه مهندسين تأثیر ظرفیت خودپالایی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب را بر روی تأسیسات تصفیه‌خانه در نظر نمی‌گیرند که احتمالاً به دلیل پیچیده بودن نحوه انجام این فرآیندها می‌باشد. شبکه‌های فاضلاب و مدیریت پایدار فاضلاب شهری تأسیساتی هستند که علاوه بر سیستم‌های انتقال‌دهنده فاضلاب، به منظور انجام واکنش‌های تصفیه نیز طراحی می‌شوند. با در نظر گرفتن این موضوع که فرآیندهای تصفیه از همان ابتدای ورود فاضلاب به شبکه جمع‌آوری شروع می‌شوند، طراحی این سازه‌ها بسیار کارآمدتر خواهد بود. علاوه بر این باید رویکردهای جامع‌تری تحت عنوان توسعه پایدار، بهداشت عمومی، حفاظت از محیط زیست و بالا بردن استاندارد زندگی برای مجامع عمومی در نظر گرفته شود.

با توجه به نبود منابع آموزشی مفید و کاربردی درباره اهمیت طراحی فاضلاب و فرآیندهای مرتبط با آن، کتاب حاضر به سفارش شرکت آب و فاضلاب شیراز و شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور به همت کارشناس شرکت آب و فاضلاب شیراز تهیه شده است.

مطالب کتاب فرآیندهای فاضلاب و میکروبی (مهندسی فرآیندهای میکروبی و شیمیایی در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب) درک اساسی از فرآیندهای شیمیایی و میکروبی که در فاضلاب‌ها اتفاق می‌افتد را ارائه می‌دهد و این فرآیندها را کمی‌سازی کرده و توضیحات یکپارچه‌ای از فرآیندهای انجام شده در فاضلاب‌ها که بسیار وسیع و گسترده‌اند را برای خواننده فراهم می‌نماید. علاوه بر این، مطالب کتاب به عنوان یک راهنمای مهندسی برای عیب‌یابی مشکلات فاضلاب بسیار مفید است. تدوین کتاب از دو منظر که شامل یک دیدگاه کلی با تمرکز بر اصول اساسی تغییرات شیمیایی و میکروبی فاضلاب در فاضلاب‌ها و یک دیدگاه خاص در مورد روابط و معادلات کمی فرآیندهای فاضلاب که مستقیماً برای مهندسان قابل استفاده است، انجام شده است.

در پایان ضمن تشکر از زحمات آقای دکتر مجید کلانتری دبیر محترم کمیته ارتباطات علمی مرکز تحقیقات و ارتباط با صنعت شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور به دلیل راهنمایی‌های ارزشمند، آقای دکتر سید محراب امیری عضو هیأت علمی بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست دانشگاه شیراز به دلیل داوری، آقای مهندس علی تقی‌زاده معاون محترم منابع انسانی و تحقیقات و خانم مهندس لیلا پیروی مدیر دفتر توسعه و تحقیقات شرکت آب و فاضلاب شیراز به دلیل همکاری و پیگیری، آقای مهندس مهدی اسدی مترجم کتاب و آقای مهدی خانی مدیر مسئول انتشارات آوای قلم به دلیل چاپ کتاب، امیدواریم زحمات و تلاش‌های تمامی دست‌اندرکاران در خلق این اثر، قدمی ارزشمند در جهت ارتقاء پیشرفت و تعالی صنعت آب و فاضلاب کشور باشد.

احمد سیاحی

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

بهمن بهروزی

رئیس هیئت مدیره و مدیر عامل  
شرکت آب و فاضلاب شیراز

## تقدیم به

### انسانهایی که

#### به فردایی بهتر

می‌اندیشند.

### مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال طلب و پویا می‌دانند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راه‌های تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که دریای بیکران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است. اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهمترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان، پاسخگوی این نیاز خواهد بود. جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقاء پایه های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها، انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گام‌های مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد ولی اذعان داریم که راهنمایی‌های شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقاء کیفی کتاب راهگشا باشد. لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنمایی‌های شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آنها برخوردار بوده‌ام به خصوص همکاران محترم شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور آقایان دکتر سیاحی و کلانتری، شرکت آب و فاضلاب شیراز آقایان مهندس بهروزی و مهندس تقی‌زاده، خانم مهندس پیروی و همچنین آقای مهندس مهدی اسدی (مترجم) و مهندس علی محمد خانی (مدیر فروش انتشارات) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

دکتر مهدی خانی

مدیر مسئول انتشارات آوای قلم

## مقدمه مترجم

با بزرگ شدن شهرها و افزایش جمعیت آنها از یک سو و گسترش صنایع و کارخانه‌ها از سوی دیگر، مسئله آلودگی محیط زیست روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. استفاده از فرآیند تصفیه فاضلاب در شبکه‌های جمع‌آوری به عنوان پیش‌تصفیه که بار آلی فاضلاب را کاهش می‌دهد باعث می‌گردد که نیاز به تجهیزات تصفیه‌خانه کاهش یابد. همچنین در مناطقی که امکان احداث تصفیه‌خانه فاضلاب وجود ندارد و فاضلاب بدون هیچ تصفیه‌ای وارد محیط پذیرنده می‌شود می‌توان ضمن کاهش بار آلی، از ورود آلودگی بیشتر به محیط زیست جلوگیری و از آن به عنوان راه حلی موقتی برای تصفیه استفاده نمود. نتایج حاکی از آن است که با بهبود شرایط حاکم بر شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در زمان طراحی و بهره‌برداری از آنها، پتانسیل قابل توجهی در حذف مواد آلی خواهند داشت و تأثیر مثبت و چشمگیری بر فرآیندهای تصفیه پس از آن در تصفیه‌خانه فاضلاب دارند.

به منظور حرکت به سمت مدیریت پایدار در برنامه‌ریزی شهری، نیاز است طراحی و بهره‌برداری شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه‌خانه‌ها به صورت یکپارچه انجام شود. درک و شناسایی واکنش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی شبکه‌ها، امکان ترکیب جنبه‌های کیفی فاضلاب را با طراحی و بهره‌برداری از این تأسیسات فراهم می‌سازد. در این صورت، شبکه‌های جمع‌آوری در مدیریت فاضلاب شهری پایدار علاوه بر سیستم‌های انتقال‌دهنده فاضلاب، به منظور انجام واکنش‌های تصفیه نیز طراحی می‌شوند. نکته مهم کلی این است که فاضلابو تنها یک جمع‌کننده و سیستم انتقال برای فاضلاب نیست بلکه یک رآکتور شیمیایی و زیستی با اثرات آن بر روی خود سیستم، تصفیه‌خانه فاضلاب و محیط پیرامون آن است.

موارد فوق موید آن است که فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی که در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب رخ می‌دهند، اهمیت زیادی داشته و بایستی توجه بیشتری به این بخش از عملکرد شبکه‌های جمع‌آوری اعمال شود. با افزایش قابلیت شبکه‌ها در حذف مواد آلی، ممکن است بتوان از شبکه‌ها به عنوان تأسیسات پیش‌تصفیه در مناطق محروم و روستایی استفاده نمود. در مناطق سردسیر و کوهستانی که امکان تصفیه فاضلاب در فصل‌های سرد سال عملاً در تصفیه‌خانه‌ها امکان‌پذیر نیست می‌توان از شبکه‌های جمع‌آوری به دلیل پایین بودن دمای فاضلاب در زیر زمین جهت تصفیه‌ای فاضلاب استفاده نمود.

فرآیندهایی که در شبکه جمع‌آوری رخ می‌دهند دارای مراحل مختلفی بوده که عموماً سیستم پیچیده‌ای دارند. این فرآیندها ممکن است در فازهای مختلف شامل فاز سیال، فاز بیوفیلم تشکیل شده، فاز رسوبات فاضلاب، هوای موجود در شبکه و در نهایت در دیواره فاضلاب‌روها رخ دهند و بر فضای شهری نیز تأثیر بسزایی دارند و همچنین ممکن است ترکیبات بودار درون جو شهری پراکنده شوند. همچنین تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و سیستم‌های محلی دریافت‌کننده فاضلاب، متأثر از واکنش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی واقع در شبکه‌ها هستند و علاوه بر دریافت مواد تخلیه شده به شبکه، محصولات ناشی از فرآیندهای شبکه مانند لجن و آب تصفیه شده را نیز دریافت می‌کنند. با درک بهتر واکنش‌هایی که در شبکه جمع‌آوری فاضلاب رخ می‌دهند می‌توان شبکه‌ها را به نحوی طراحی کرد که هنگام انتقال فاضلاب، میزان حذف مواد آلی افزایش یابد و مهندسین قادر خواهند بود که ابعاد تأسیسات تصفیه‌خانه را کاهش

دهند. کاهش ابعاد تصفیه‌خانه به خصوص در شهرهای بزرگ که زمین در دسترس جهت ساخت تصفیه‌خانه محدود است بسیار کارآمد خواهد بود و همچنین نیاز به سرمایه اولیه و هزینه‌های بهره‌برداری تصفیه‌خانه به مراتب کاهش می‌یابد که علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه‌های تصفیه‌خانه، امکان کاهش هزینه‌های اجرایی و نگهداری (هزینه‌هایی مانند مبارزه با خوردگی) شبکه‌های جمع‌آوری نیز وجود دارد.

با توجه به موارد ذکر شده و همچنین با توجه به اینکه کشور ما در منطقه آب و هوایی گرم و خشک قرار گرفته است و در چند سال گذشته کشور دچار خشکسالی گردیده و با توجه به کمبود آب در اکثر نقاط کشور، مدیریت فاضلاب و تصفیه و استفاده مجدد از آن در کشور امری لازم و ضروری است. بنابراین تصمیم به ترجمه کتاب فرآیندهای فاضلابرو (مهندسی فرآیندهای میکروبی و شیمیایی در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب) گرفته شد که از انتشارات CRC Press می‌باشد.

این کتاب دو هدف اصلی را دنبال می‌نماید. اول، کمک به دانش‌آموزان مهندسی محیط زیست از طریق توانا ساختن آنها در فهم و درک شبکه‌های فاضلابرو از منظر مهندسی فرآیند و به کار بردن این دانش از نظر کمی است. دوم، این کتاب یک مرجع عملی است که به برنامه‌ریزان، طراحان، بهره‌برداران، سازندگان و مشاوران کار با سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب در درک و کنترل اثرات سوء و زیان‌آور فرآیندهای فاضلابرو کمک می‌نماید. مهندسیین از محتویات این کتاب برای حل مشکلات مختلف با اضافه کردن ابعاد فرآیند در طراحی و بهره‌برداری از شبکه‌های فاضلابرو بهره می‌برند. به طور معمول، کتاب‌هایی که تاکنون با موضوع سیستم‌های فاضلابرو منتشر شده‌اند، به هیدرولیک و پدیده‌های انتقال آلاینده‌ها اختصاص یافته‌اند و در اکثر آنها، بر روی اثرات زهکش‌های شهری و هوای مرطوب بر روی محیط مجاور متمرکز شده است. در این کتاب، از منظر فرآیندهای مرتبط با مدیریت و مهندسی فاضلابروها به موضوعات مختلف پرداخته شده است و اطلاعات دانش‌بنیان در مورد شکل‌گیری و سرنوشت ترکیبات مختلف موجود در فاضلاب را در اختیار خواننده قرار می‌دهد و بر اساس این پیش‌زمینه، مدل‌هایی را برای پیش‌بینی و ارزیابی شکل‌گیری و اثرات آنها ارائه می‌نماید.

با این حال، بدیهی است که این اثر بی‌عیب و بدون اشکال نیست. لذا از کلیه اساتید، متخصصان و کارشناسان محترم تقاضا می‌کنیم با ارائه نظرات و پیشنهادات مفید و ارزنده خود ما را یاری نموده تا در بازنگری و اصلاح کتاب در چاپ بعدی، معایب و نقایص موجود برطرف گردد. با امید به اینکه چاپ این کتاب بتواند گام موثری در بهبود روند تصفیه و مدیریت فاضلاب با رویکرد حفظ محیط زیست و رفع معضلات زیست‌محیطی ناشی از دفع فاضلاب ایجاد نماید و همچنین بتواند بخشی از خلأ موجود در این زمینه را بر طرف نماید.