

کاربرد ریاضیات متریک در تصفیه خانه های آب و فاضلاب



مؤلفان

استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
دانشجوی دکتری آب و فاضلاب دانشگاه تهران

دکتر ناصر مهردادی
دکتر غلامرضا نبی بیدهندی
داود کاهه

بهربرداری موفق از تصفیه خانه های آب و فاضلاب تنها به تجهیزات پیشرفته وابسته نیست؛ بلکه به درک دقیق محاسبات، تحلیل فرایند و تصمیم گیری مهندسی وابسته است. این کتاب با رویکردی کاملاً کاربردی، مفاهیم ریاضیات متریک و محاسبات عملیاتی را به زبانی ساده و قابل فهم ارائه می کند و پلی میان دانش دانشگاهی و واقعیت های عملیاتی تصفیه خانه ها ایجاد می سازد. مطالب آن بر پایه تجربه های میدانی، مثال های واقعی و منابع و استانداردهای معتبر بین المللی تدوین شده است تا خواننده بتواند آموخته ها را مستقیماً در محیط کار به کار گیرد.

این اثر منبعی ارزشمند برای بهره برداران، تکنسین ها و دانشجویان مهندسی آب و فاضلاب، عمران و بهداشت محیط، و همچنین راهنمایی مناسب برای آمادگی آزمون های اپراتوری و ورود به بازار کار داخلی و بین المللی است. مثال های طرح شده در هر مبحث که به صورت گام به گام و ساده، پاسخ آنها نیز ارائه شده، همراه با تست های چهارگزینه ای کاربردی نیز به تثبیت یادگیری و آمادگی حرفه ای کمک می کند.

اگر می خواهید درک فنی از طراحی و بهره برداری از تصفیه خانه های آب و فاضلاب داشته باشید این کتاب راهنمای بسیار ارزشمندی برای شماست. به منظور دسترسی به فایل صوتی معرفی مؤلفین، شرحی کوتاه درمورد فهرست مطالب کتاب، ارتباط با نویسندگان و هماهنگی درخصوص برگزاری کلاس های آموزشی و مشاوره، لطفاً QR Code زیر را اسکن بفرمائید.



انتشارات رشد فرهنگ

به نام خداوند جان و خرد

فهرست نویسی

سرشناسه	مهردادی، ناصر، ۱۳۳۸
عنوان و نام پدیدآوران	کاربرد ریاضیات متریک در تصفیه خانه های آب و فاضلاب / مولفان ناصر مهردادی، غلامرضا نبی بیدهندی، داود کاهه
مشخصات نشر	تهران، رشد فرهنگ، ۱۴۰۴
مشخصات ظاهری	۱۵۸ ص.: مصور، جدول
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۴۵۳-۱۹۶-۴
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
موضوع	آب- تصفیه- ریاضیات Water- Purification- Mathematics
موضوع	فاضلاب -- تصفیه -- ریاضیات Sewage- Purification- Mathematics
موضوع	آب- تصفیه- ریاضیات- مسائل، تمرین ها و غیره Water- Purification- Mathematics- Problems, exercices, etc
موضوع	فاضلاب- تصفیه- ریاضیات- مسائل، تمرین ها و غیره Sewage- Purification- Mathematics- Problems, exercices, etc
شناسه افزوده	نبی بیدهندی، غلامرضا، ۱۳۳۷
شناسه افزوده	کاهه، داود، ۱۳۵۳
رده بندی کنگره	TD۴۳۰
رده بندی دیویی	۶۲۸/۱۶۲
شماره کتابشناسی ملی	۱۰۴۳۷۸۰۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیبا

این اثر مشمول قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ است.

فردی که تمام یا بخشی از این اثر را بدون اجازه ناشر، حروف چینی، چاپ، فتوکپی و انواع دیگر چاپ، عکس برداری، تبدیل به pdf و به هر شکلی تکثیر، نشر، پخش و یا عرضه کند، در صورت آگاهی پدیدآورنده، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت و در هر صورت از نظر اخلاقی، شرعی و قانونی غیرمجاز است.

استفاده علمی به شکل متعارف و با ذکر منبع مجاز است

کاربرد ریاضیات متریک در تصفیه خانه های آب و فاضلاب

مؤلفان

دکتر ناصر مهردادادی

استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

دکتر غلامرضا نبی بیدهندی

استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

داود کاهه

دانشجوی دکتری مهندسی آب و فاضلاب دانشگاه تهران

نام کتاب	:	کاربرد ریاضیات متریک در تصفیه خانه های آب و فاضلاب
مؤلفان	:	دکتر ناصر مهردادى، دکتر غلامرضا نبى بیدهندى، داود کاهه
صفحه آرایى	:	انتشارات رشد فرهنگ
طراح جلد	:	تینا کاهه
لیتوگرافى، چاپ و صحافى	:	واصف
نوبت چاپ	:	اول - بهار ۱۴۰۵
شمارگان	:	۳۰۰ نسخه
بها	:	۶۰۰۰۰ تومان
قطع و رنگ	:	وزیرى سیاه و سفید



انتشارات رشد فرهنگ

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۵۳-۱۹۶-۴

ISBN: 978-622-453-196-4

کلیه حقوق این اثر برای ناشر و مؤلف محفوظ است

آدرس: تهران، خیابان مرتضوى، بعد از تقاطع جیحون، پلاک ۷۰۶

Email: roshdefarhang@yahoo.com

فهرست مطالب

پیشگفتار	۹
مقدمه	۱۱
سیستم متریک	۱۵
واحدها و معادل‌ها در سیستم متریک	۱۷
mg/L و ppm	۱۷
ارقام معنی‌دار (significant figures) و گرد کردن (Rounding)	۱۹
مهارت‌های اولیه ریاضی	۲۰
ترتیب عملیات – BEDMAS	۲۰
جمع و تفریق	۲۱
ضرب و تقسیم	۲۲
تعیین مد BOD_5 برحسب میلی‌گرم در لیتر	۲۵
محاسبات درصد	۲۵
نماها و توان‌های ۱۰	۲۸
توان‌های ۱۰	۲۸
ضرب و تقسیم بر توان‌های ده	۳۱
هندسه – محیط شکل چندضلعی و محیط دایره، مساحت و حجم	۳۱
عدد پی (π)	۳۲
ثابت ۰/۷۸۵	۳۳
محیط چندضلعی (Perimeter) و محیط دایره (Circumference)	۳۴
مساحت	۳۶
مساحت مربع یا مستطیل	۳۶
مساحت مثلث	۳۷
مساحت ذوزنقه	۳۷
مساحت دایره	۳۸
مساحت سیلندر / استوانه	۳۹
مساحت کره	۴۰
مساحت مخروط	۴۰
مساحت شکل نامنظم	۴۱

۴۲	 حجم یک مخزن مستطیلی
۴۲	 حجم منشور
۴۳	 حجم استوانه / سیلندر
۴۴	 حجم مخروط
۴۵	 حجم یک لاگون (lagoon/frustrum)
۴۶	 میانبر مگا لیتر
۴۸	 چیزهایی که برابر با یک هستند
۴۸	 تنظیم محاسبات در این دستورالعمل
۵۰	 قسمت ۱ - فرمول‌ها و سوالات تمرینی - جزوه EOCp
۵۱	 محاسبه مواد جامد (جرم)
۵۲	 محاسبه درصد (%) حذف
۵۳	 % حذف - تجزیه / تخریب مواد جامد فرار / کاهش رطوبت
۵۵	 محاسبات مقدار جریان و سرعت
۵۷	 محاسبات زمان ماند (یا زمان ماند هیدرولیکی)
۶۰	 محاسبات نرخ بارگذاری هیدرولیکی
۶۳	 نرخ جریان هیدرولیکی سطحی
۶۳	 محاسبات میزان بارسطحی (Surface Overflow Rate- SOR)
۶۶	 دوز مصرف کلر
۶۹	 محاسبات مقدار تزریق مواد شیمیایی
۷۲	 محاسبات نسبت
۷۳	 نرخ بارگذاری آلی
۷۵	 محاسبات لجن فاضلاب (لجن فعال)
۷۵	 شاخص حجمی لجن و شاخص چگالی لجن
۷۶	 شاخص حجمی لجن (SVI)
۷۸	 محاسبات نسبت غذا به میکروارگانیسم (F:M)
۸۰	 نرخ برگشت لجن
۸۳	 نرخ برگشت لجن، %
۸۴	 مقدار دفع لجن
۸۶	 میانگین زمان ماند سلولی / سن لجن / زمان ماند مواد جامد
۸۶	 میانگین زمان ماند سلولی (MCRT)
۸۷	 زمان ماند مواد جامد (SRT)
۸۸	 سن لجن

مواد جامد تحت هوادهی	۸۹
نرخ پمپاژ لجن فعال مازاد (WAS)	۹۱
شیب و درجه (Grade)	۹۱
محاسبات پمپاژ	۹۲
برق پایه	۹۷
نمونه مرکب (Composite Sample)	۱۰۱
محاسبات نرخ فیلتراسیون	۱۰۳
جریان فیلتر و نرخ شستشوی معکوس فیلتر	۱۰۳
سرعت بالا روی شستشوی معکوس فیلتر (Filter Backwash Rise Rate)	۱۰۴
نیرو و فشار	۱۰۶
شیمی پایه	۱۰۷
تعداد مول	۱۰۷
مولاریته	۱۰۹
نرمالیت	۱۱۰
قلیائیت	۱۱۱
سختی	۱۱۲
میزان جذب اکسیژن (OUR)	۱۱۲
نرخ جذب اکسیژن ویژه Specific Oxygen Uptake Rate (SOUR)	۱۱۳
غلظت مواد جامد	۱۱۴
محاسبات جمعیت معادل	۱۱۵
نسبت بازچرخش جریان - صافی چکنده	۱۱۷
چگالی و وزن مخصوص	۱۱۸
چگالی	۱۱۹
سوالات گواهینامه برای سطح ۱	۱۲۱
سوالات گواهینامه معمولی برای سطح ۲	۱۲۳
سوالات ریاضی - همراه با پاسخ تشریحی	۱۲۶
پیوست ۱- برگه‌های فرمول EOCB	۱۴۵
پیوست ۲- برگه‌های فرمول ABC	۱۴۹
منابع	۱۵۵

پیشگفتار

این اثر حاصل سال‌ها تجربه عملی، پژوهش در منابع معتبر جهانی و تلاش برای قابل‌فهم‌سازی مفاهیم مهندسی است. امید است بتواند به‌عنوان مرجعی کاربردی برای دانشجویان، اپراتورها، تکنسین‌ها و متخصصان حوزه آب و فاضلاب مورد استفاده قرار گیرد و گامی در جهت ارتقای بهره‌برداری اصولی و توسعه فرصت‌های حرفه‌ای در این صنعت باشد.

در پایان، بر خود لازم می‌دانیم از تمامی اساتید، همکاران صنعت آب و فاضلاب و دوستانی که با ارائه بازخوردهای علمی و تجربیات ارزشمند، در شکل‌گیری و بهبود محتوای این کتاب نقش مؤثر داشته‌اند، صمیمانه قدردانی کنیم. همچنین از همراهی و حمایت مسئولین انتشارات که زمینه انتشار این اثر را فراهم ساخت، سپاسگزاریم. بی‌گمان بدون همکاری و دلگرمی این عزیزان، تدوین این مجموعه به شکل کنونی ممکن نبود.

گروه مولفین

مقدمه

این کتاب با هدف تبیین ساده و کاربردی مفاهیم ریاضیات متریک در حوزه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب تدوین شده است. محتوا به گونه‌ای تنظیم شده که بهره‌برداران و اپراتورهای فعال در صنعت آب و فاضلاب بتوانند به سادگی از آن استفاده کنند و در عین حال، برای دانشجویان رشته‌های مهندسی بهداشت محیط، مهندسی عمران و مهندسی محیط زیست - به ویژه گرایش‌های مرتبط با آب و فاضلاب - منبعی قابل فهم و قابل اتکا باشد. همچنین، این کتاب می‌تواند برای افرادی که قصد مهاجرت و اشتغال به عنوان بهره‌بردار تأسیسات آب و فاضلاب دارند، یک راهنمای مطمئن و کاربردی فراهم سازد.

در سال‌های اخیر، گسترش شهرنشینی، افزایش مصرف آب و پیچیده‌تر شدن شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب، ضرورت ارتقای دانش بهره‌برداران را بیش از هر زمان دیگری نمایان کرده است. تجربه نشان داده است که بخش قابل توجهی از مشکلات تصفیه‌خانه‌ها ناشی از ضعف طراحی نیست، بلکه به دلیل برداشت نادرست از داده‌ها و محاسبات اشتباه فرایندی رخ می‌دهد. محاسباتی مانند زمان ماند، نرخ بارگذاری، دوز مواد شیمیایی، دبی و سرعت ته‌نشینی، اگر به درستی انجام نشوند، می‌توانند کل سیستم را با افت عملکرد مواجه کنند. بر همین اساس، اپراتورها تنها کاربران تجهیزات نیستند، بلکه قلب تپنده بهره‌برداری صحیح محسوب می‌شوند.

در بسیاری از کشورهای پیشرفته از جمله کانادا، ایالات متحده، استرالیا و نیوزلند، فعالیت در تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب منوط به دریافت گواهینامه رسمی اپراتوری است که از طریق آزمون‌های استاندارد بین‌المللی مانند ABC و EOCP

برگزار می‌شود. تسلط بر محاسبات فرایندی و ریاضیات متریک یکی از مهم‌ترین ارکان این آزمون‌هاست. به همین دلیل، در تدوین این کتاب تلاش شده است **نمونه‌سؤالات، روش‌های محاسباتی و الزامات مورد نیاز این آزمون‌ها** استانداردسازی، گردآوری و با بیانی قابل فهم ارائه شود تا برای علاقه‌مندان به **مهاجرت و ورود به بازار کار بین‌المللی**، مسیر یادگیری و آمادگی هموارتر گردد. محتوای کتاب بر پایه معتبرترین منابع آموزشی و حرفه‌ای دنیا شامل موارد زیر تدوین شده است:

- Association of Boards of Certification (ABC)
- Environmental Operators Certification Program (EOCP)
- USEPA
- American Water Works Association (AWWA)
- Water Environment Federation (WEF)
- California State University, Sacramento (CSUS)
- Metcalf & Eddy / AECOM
- Walter S. Kana – Advanced Wastewater Calculations, ۲۰۲۵ Edition

این منابع سال‌هاست در دوره‌های آموزشی، آزمون‌های گواهینامه اپراتوری و برنامه‌های توسعه حرفه‌ای در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند و تکیه بر آن‌ها، **روزآمد بودن و استاندارد بودن** محتوای این کتاب را تضمین می‌کند. رویکرد اصلی در ارائه مطالب، تمرکز بر فهم مفاهیم و کاربرد واقعی آن‌ها در بهره‌برداری است. به همین منظور، هر فرمول همراه با توضیح مفهوم، تحلیل ابعادی (Dimensional Analysis)، نمونه‌سؤالات حل‌شده و مثال‌های عملی از واحدهای مختلف تصفیه آب و فاضلاب ارائه شده است تا خواننده تنها حفظ‌کننده فرمول‌ها نباشد، بلکه **منطق و فلسفه محاسبات** را نیز درک کند. برای نمونه، مفهوم زمان ماند هیدرولیکی در واحدهایی با نام‌های متفاوت – از چاه مرطوب در شبکه جمع‌آوری

تا زلال‌ساز در تصفیه‌خانه - معنایی مشترک دارد و هدف این کتاب روشن‌سازی همین مفاهیم بنیادین است.

اهمیت این کتاب در یک نگاه:

۱. کاهش خطاهای بهره‌برداری و افزایش پایداری فرایند
۲. بهبود راندمان و مدیریت هزینه‌ها از طریق تنظیم صحیح پارامترها
۳. افزایش عمر تجهیزات و جلوگیری از تنش‌های غیراصولی
۴. ایجاد زبان مشترک میان طراحان و بهره‌برداران
۵. حمایت از مسیر ارتقای شغلی داخل کشور و اشتغال بین‌المللی

