

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فاضلاب شهری
تصفیه‌ی فاضلاب
(پالایش فاضلاب)

جلد دوم

نگارش
دکتر محمدتقی منزوی
دانشیار دانشکده‌ی فنی
دانشگاه تهران



انتشارات دانشگاه تهران

شماره 1867

شماره مسلسل 6698

منزوی، محمد تقی، 1315-		
فاضلاب شهری / محمد تقی منزوی. ویراست 3. تهران: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات، 1389.		
ج 2: (انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره 1801، 1867).		
ISBN 978-964-03-9276-8	دوره	
ISBN 978-964-03-6118-4	ج 2	
فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیبا.		
ج 1: چاپ چهاردهم (فیبا؛ 1389). ج 2: چاپ سیزدهم (فیبا؛ 1389).		
چاپ قبلی: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات. ج 1. جمع‌آوری فاضلاب - ج 2. تصفیه فاضلاب. فاضلاب‌پروها - فاضلاب - - تصفیه. فاضلاب - - انتقال و مصرف. دانشگاه تهران.		
1390	628/3	TD 645 / م 8 ف 2
2165796		شماره کتابشناسی ملی

عنوان: فاضلاب شهری، تصفیه فاضلاب (پالایش فاضلاب) جلد دوم

تألیف: دکتر محمد تقی منزوی

نوبت چاپ: سیزدهم با تجدیدنظر و اضافات

تاریخ انتشار: 1390

شمارگان: 2000 نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

شابک: 978-964-03-9276-8 (دوره دو جلدی) (2VOL.SET) ISBN 978-964-03-9276-8

شابک: 978-964-03-6118-4 (جلد دوم) (vol2) ISBN 978-964-03-6118-4

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: 65000 ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - سایت: www.press.ut.ac.ir

بخش و فروش: تلفکس 88012078

یادداشت چاپ اول

پیش از شروع به نگارش این کتاب، لازم به نظر رسید که مشکلات موجود در ایران و وضعیت تصفیه‌خانه‌های فاضلاب ساخته شده در نقاط مختلف کشور با دقت بررسی شود. بازدیدها و بررسی‌های انجام گرفته نشان دادند که متأسفانه بیشتر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب ساخته شده در ایران یا پس از مدت کوتاهی بکلی از کار افتاده‌اند و یا با بازدهی بسیار ناچیزی بکار مشغولند. عواملی که موجب این نارسایی‌ها شده‌اند به ترتیب عبارتند از:

نخست - راهبری نادرست تصفیه‌خانه‌ها به علت عدم آشنایی اداره‌کنندگان آنها به اصول و مبانی تصفیه‌ی فاضلاب.

دوم - اهمیت ندادن و کوچک شمردن اداره‌ی تصفیه‌خانه از سوی مسئولان شهرها.

سوم - عدم توجه مهندسان طراح به تنگناهای احتمالی هنگام بهره‌برداری از تصفیه‌خانه و در نتیجه عدم انتخاب روش مناسب جهت تصفیه‌ی فاضلاب.

چهارم - عدم آگاهی برخی از مهندسان طراح تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به ویژگی فاضلاب‌های شهری در ایران و استفاده‌ی نادرست از داده‌های کتاب‌های خارجی.

استفاده از مطالب درج شده در کتاب‌های آمریکائی و اروپایی و مقایسه‌ی آنها با کتاب‌های هندی و کشورهای دیگر دنیای سوم، توجه به ویژگی‌های فاضلاب شهری در آمریکا و کشورهای مختلف اروپایی و آسیایی از جمله مسائلی بوده‌اند که در نوشتن این کتاب مدنظر قرار گرفته است.

با توجه به اینکه فن پالایش فاضلاب در کشور ما به مراتب جوان‌تر و پیچیده‌تر از پالایش آب است، آشنایی با کتاب‌های منتشر شده در این زمینه در کشورهای پیشرفته‌ی صنعتی برای یک مهندس طراح تصفیه‌خانه بسیار لازم و ضروری است. ولی تنها استفاده از کتاب‌های خارجی و عدم توجه به تطابق آنها با شرایط میهن ما ممکن است نتیجه‌ای نادرست به همراه داشته باشد.

بدین جهت نویسنده کوشیده است که روش‌های پیشنهادی برای تصفیه‌ی فاضلاب را در کتاب‌های گوناگون با یکدیگر مقایسه، تفاوت در عددهای مبنا را با ذکر مأخذ نشان داده و روش‌های مناسب را برای نواحی مختلف ایران با توجه به خصوصیات اقلیمی آنها و تنگناهای موجود به ویژه از نظر نیروی انسانی ماهر لازم برای راهبری تأسیسات و تکیه به تجربیات شخصی پیشنهاد نماید.

و فاضلاب شهری

البته رسیدن کامل به هدف نامبرده مستلزم کار و تحقیق بیشتر بوده و آنچه در این کتاب گردآوری شده است تنها گوشه‌ای از آنچه باید انجام گیرد می‌باشد.

مطالب این کتاب در سال 1362 آماده و به مؤسسه‌ی انتشارات دانشگاه تهران داده شد، ولی به علت مشکلات فراوانی که در زمینه‌ی چاپ کتاب‌های فنی وجود دارد، چاپ این کتاب نیز نزدیک به دو سال به درازا کشید. برای به هنگام نگه‌داشتن مطالب کتاب کوشش شد که پیش از ماشین‌نویسی نهایی با تجدیدنظر در برخی از قسمت‌های کتاب، حتی‌الامکان از کهنه شدن مطالب آن در دو سال گذشته جلوگیری شود.

در پایان لازم می‌دانم پیشاپیش از هرگونه راهنمایی و انتقادی که برای بهبود چاپ‌های بعدی این کتاب به عمل آید صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

محمدتقی منزوی

گروه راه و ساختمان دانشکده‌ی فنی

دانشگاه تهران

شهریورماه 1364

یادداشت چاپ سیزدهم

کتاب فاضلاب شهری - جلد دوم تصفیه‌ی فاضلاب پس از نخستین چاپ در سال 1364 تاکنون دوبار تجدیدنظر و در یازده چاپ تقدیم خوانندگان شده است. در سال‌های اخیر و فزونی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در کشور دوباره‌نگری در متن کتاب لازم به نظر می‌رسید.

در تجدیدنظر سوم که اینک تقدیم خوانندگان گرامی می‌شود، نویسنده مطالب بخش‌های مربوط به آمار داده شده در پیشگفتار و بخش اول در مورد تصفیه‌خانه‌ها و آلودگی‌های فاضلاب ایران و نیز بازیابی از فاضلاب تبدیل به روز گردیده و قسمت‌هایی به بخش چهارم در مورد نمودار هیدرولیکی یکان‌های تصفیه‌خانه‌ها افزوده شده است.

با توجه به افزایش تعداد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در کشور و کاربرد فاضلاب تصفیه شده در درون شهرها و آگاهی از ضوابط که استفاده از آن اهمیت زیادی یافته است، بخش ششمی در این مورد به کتاب افزوده شده است. همچنین برخی از نادرستی‌های نوشتاری موجود در تجدیدنظر دوم مورد ویرایش قرار گرفته و در کتاب‌نامه مأخذهای تازه و به ویژه آدرس تارنماهای رسمی مورد استفاده معرفی شده‌اند.

با توجه به دوری از ایران این تجدیدنظر نمی‌توانست به آسانی و کاملاً برابر میل نویسنده انجام گیرد. علاقمندی و همکاری مسئولین موسسه‌ی انتشارات و چاپ دانشگاه تهران و به‌ویژه آقای کریمیان مسئول قسمت حروف‌نگاری آن مؤسسه، که تایپ دوباره‌ی کتاب را امکان‌پذیر کردند، موجب شد که نویسنده در سن هفتاد و چهارسالگی دوباره این افتخار را بیابم که تجدیدنظر سوم را تقدیم خوانندگان گرامی بنمایم.

در اینجا لازم می‌دانم که علاوه بر مسئولین مؤسسه‌ی انتشارات و چاپ دانشگاه تهران از مسئولین سازمان‌های وابسته به وزارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور و گروه عمران دانشکده‌ی فنی دانشگاه تهران و نیز از دوستان دیگری که با فرستادن آمار و نظرهای خود موجب شدند که مطالب کتاب با شرایط روز متناسب شود، صمیمانه تشکر نمایم.

محمد تقی منزوی

مهرماه 1389

E-mail=tmonzavi@gmail.com

فهرست مطالب

پیشگفتار

- 1-0- تاریخچه‌ی تصفیه‌ی فاضلاب س
- 2-0- تصفیه‌ی فاضلاب در ایران ع
- 3-0- هدف از تصفیه‌ی فاضلاب ف
- 4-0- مراحل تصفیه‌ی فاضلاب ص
- 5-0- کیفیت فاضلاب در طرح تصفیه‌خانه د

بخش اول

- 1..... انواع و ویژگی‌های فاضلاب‌ها
- 1-1- فاضلاب‌های خانگی 1
- 2-1- فاضلاب‌های صنعتی 4
- 3-1- فاضلاب‌های سطحی (آب‌های سطحی) 5
- 4-1- آزمایش فاضلاب 6
- 5-1- آلودگی فاضلاب‌های شهری در ایران 14

بخش دوم

- 19..... اصول کلی تصفیه‌ی فاضلاب (پالایش فاضلاب)
- 20..... 1-2- تصفیه‌ی مکانیکی یا تصفیه‌ی فیزیکی
- 20..... 1-1-2- صاف کردن فاضلاب
- 21..... 2-1-2- ته‌نشین کردن مواد معلق
- 28..... 3-1-2- شناورسازی مواد معلق
- 29..... 2-2- تصفیه‌ی زیستی یا تصفیه‌ی بیولوژیکی
- 32..... 1-2-2- تصفیه‌ی زیستی با کمک باکتری‌های هوازی
- 37..... 2-2-2- تصفیه‌ی زیستی با کمک باکتری‌های بی‌هوازی

فهرست ط

- 40..... 3-2-2- نیترات سازی و نیترات زدایی
- 43..... 3-2- تصفیه‌ی شیمیایی
- 44..... 1-3-2- استفاده از مواد شیمیایی برای تأثیر روی مواد خارجی محلول در فاضلاب
- 44..... 2-3-2- استفاده از مواد شیمیایی برای تأثیر روی مواد خارجی نامحلول در فاضلاب
- 46..... 3-3-2- گندزدایی

بخش سوم

- 51..... تصفیه‌ی طبیعی فاضلاب
- 51..... 1-3- کلیات
- 60..... 2-3- وارد کردن فاضلاب به رودخانه
- 64..... 3-3- وارد کردن فاضلاب به دریا
- 66..... 4-3- وارد کردن فاضلاب به مرداب‌های طبیعی
- 67..... 5-3- پخش فاضلاب در زمین
- 68..... 1-5-3- پخش فاضلاب در سطح زمین
- 69..... 2-5-3- پخش فاضلاب در شیارها
- 70..... 3-5-3- پخش فاضلاب توسط شبکه‌ی زیرزمینی
- 71..... 6-3- وارد کردن فاضلاب در چاه
- 74..... 7-3- دریاچه‌های تصفیه‌ی فاضلاب
- 74..... 1-7-3- شناسایی
- 75..... 2-7-3- محاسن و معایب استفاده از دریاچه‌ی تصفیه‌ی فاضلاب
- 76..... 43-7-3- انواع دریاچه‌ها تصفیه‌ی فاضلاب و محاسبه‌ی آنها
- 83..... 4-7-3- جزئیات ساختمانی دریاچه‌های تصفیه‌ی فاضلاب
- 86..... 5-7-3- نگهداری دریاچه‌های تصفیه‌ی فاضلاب
- 86..... 6-7-3- طرح دریاچه‌های تصفیه‌ی فاضلاب با توجه به شرایط اقلیمی گوناگون در کشور
- 92..... ایران
- 94..... 7-7-3- مرداب‌های مصنوعی - استفاده از مرداب‌های مصنوعی برای تصفیه‌ی طبیعی

بخش چهارم

- 97..... تصفیه‌ی مصنوعی فاضلاب
- 98..... 1-4- ایستگاه پمپاژ ورودی فاضلاب
- 99..... 2-4- آشغال‌گیر
- 106..... 3-4- حوض دانه‌گیر (ماسه‌گیر)
- 107..... 1-3-4- حوض‌های دانه‌گیر کم عمق
- 114..... 2-3-4- حوض‌های دانه‌گیر گود
- 116..... 3-3-4- حوض‌های دانه‌گیر با کمک دمیدن هوا
- 121..... 4-4- مجرای تنگ‌گذر
- 121..... 1-4-4- شناسایی
- 122..... 2-4-4- کانال و انتوری
- 123..... 3-4-4- پارشال فلوم
- 126..... 4-4-4- استاندینگ - وایو - فلوم
- 130..... 5-4- استخرهای ته‌نشینی نخستین
- 130..... 1-5-4- کلیات
- 134..... 2-5-4- استخرهای ته‌نشینی مستطیل
- 141..... 3-5-4- استخرهای دایره‌ای شکل
- 143..... 4-5-4- استخرهای ته‌نشینی بدون لجن‌روب مکانیکی
- 145..... 5-5-4- استخرهای ته‌نشینی با کمک مواد منعقدکننده
- 146..... 6-4- یکان‌های تصفیه‌ی زیستی با روش هوادهی
- 146..... 1-6-4- صافی‌های چکنده
- 155..... 2-6-4- استخرهای هوادهی یا روش استفاده از لجن فعال
- 155..... 1-2-6-4- شناسایی
- 157..... 2-2-6-4- محاسبه‌ی استخرهای هوادهی
- 162..... 3-2-6-4- انواع بارگذاری بر استخرهای هوادهی
- 166..... 4-2-6-4- انواع روش‌های هوادهی

فهرست ک

- 177.....3-6-4- کاربرد اکسیژن خالص
- 184.....7-4- استخرهای ته‌نشینی نهایی
- 186.....8-4- حوض کلرزنی
- 188.....9-4- استخر غلیظ‌کننده‌ی لجن
- 192.....10-4- یکان‌های هضم لجن
- 192.....1-10-4- هضم هوازی لجن
- 194.....2-10-4- هضم بی‌هوازی لجن (تصفیه‌ی زیستی با روش بی‌هوازی)
- 204.....11-4- سامانه‌های خشک کردن لجن
- 205.....1-11-4- بسترهای لجن خشک کن
- 207.....2-11-4- دریاچه‌ها یا گودال‌های خشک‌کننده‌ی لجن
- 208.....3-11-4- روش‌های مکانیکی خشک کردن لجن
- 211.....4-11-4- روش‌های خشک کردن لجن با کمک گرما
- 212.....12-4- انواع لجن، ویژگی و کمیت آن در تصفیه‌خانه
- 226.....13-4- سامانه‌های جنبی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب
- 226.....1-13-4- ساختمان‌های اداری
- 227.....2-13-4- ساختمان‌های مسکونی
- 227.....3-13-4- گرمایش مرکزی
- 227.....4-13-4- نیروگاه برق
- 228.....5-13-4- انبارها، کارگاه و آزمایشگاه فاضلاب
- 229.....6-13-4- محوطه‌ی تصفیه‌خانه
- 232.....7-13-4- سامانه‌های تولید کود طبیعی (کمپوست)
- 234.....14-4- اطلاعات لازم برای طرح تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب
- 236.....15-4- نمودار هیدرولیکی تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب

ل فاضلاب شهری

بخش پنجم

- 241..... تصفیه‌خانه‌های کوچک
- 241..... 1-5- شناسایی
- 242..... 2-5- انباره‌های تعفن
- 242..... 1-2-5- انباره‌ی تعفن یک طبقه (سپتیک تانک)
- 248..... 2-2-5- انباره‌های تعفن دو طبقه (ایمهف تانک)
- 252..... 3-5- تصفیه‌خانه‌های فشرده با هوادهی
- 253..... 4-5- کانال‌های اکسیداسیون

بخش ششم

- 259..... کاربرد دوباره‌ی فاضلاب تصفیه شده برای نیازهای غیرخانگی
- 260..... 1-6- درجه‌ی تصفیه‌ی فاضلاب و ضوابط بهداشتی آن
- 260..... 1-1-6- درجه‌ی تصفیه‌ی لازم برای کاربرد فاضلاب تصفیه شده در آبیاری کشاورزی
- 261..... 2-1-6- درجه‌ی تصفیه‌ی لازم برای کاربرد فاضلاب تصفیه شده در تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی
- 262..... 3-1-6- درجه‌ی تصفیه‌ی لازم برای کاربرد فاضلاب تصفیه شده در مصرف‌های صنعتی
- 263..... 4-1-6- درجه‌ی تصفیه‌ی لازم برای کاربرد فاضلاب تصفیه شده در آبیاری فضاها
- 263..... درون شهرها
- 264..... 2-6- کیفیت فاضلاب تصفیه شده برای کاربرد غیر آشامیدنی در شهرها - تصفیه‌ی پیشرفته یا
- 264..... مرحله‌ی سوم تصفیه‌ی فاضلاب
- 264..... 1-2-6- یکان‌های منعقدکننده
- 265..... 2-2-6- صافی‌ها
- 267..... 3-2-6- گندزدایی فاضلاب تصفیه شده (کلرزنی و کلرزدایی)
- 268..... 3-6- ضوابط لوله‌کشی برای جابجایی فاضلاب تصفیه شده
- 268..... 1-3-6- جای لوله‌های فاضلاب تصفیه شده در گذرگاه‌ها
- 268..... 2-3-6- فشار در لوله‌های فاضلاب تصفیه شده
- 269..... 3-3-6- افشاننده‌ها یا آب‌پاش‌ها خودکار

م فهرست

269..... 6-3-4- علامت مشخص‌کننده‌ی لوله‌های فاضلاب تصفیه شده

270..... 6-4- ضوابط پخش فاضلاب در فضاهای سبز درون شهرها

270..... 6-4-1- آبیاری فضاهای سبز

270..... 6-4-2- آبیاری کناره‌های بزرگراه‌ها

270..... 6-4-3- فرستادن فاضلاب تصفیه شده به دریاچه‌ها

271 **Bibliography** کتابنامه

279 پیوست‌ها

279 1- واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی

289 2- فهرست الفبایی مطالب

295 3- یادداشتی درباره‌ی کتاب به زبان انگلیسی

فهرست کلمه‌های مختصر شده‌ای که در کتاب بکار گرفته شده‌اند

علامت‌های اختصاری	معنی
AT	Aeration Tank
BOD	Biochemical Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
D	Oxygen Deficit
DAF	Dissolved Air Flotation
DO	Dissolved Oxygen
DS	Dissolved Solids
DV	Dichromat Value
EP	Equivalent Population
F/M	Food to Micro-organism Ratio
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solids
LVSS,	Mixed Liquor Volatile Suspended Solids
NRC	National Research Council
NTU	Nephelometric Turbidity Units
RS	Return Sludge
PV	Permanganate Value
SDI	Sludge Density Index
SMLSS	Sludge Mixed Liquor Volatile Suspended Solids
SS	Suspended Solids
SRT	Solids Retention Time
SVI	Sludge Volume Index
TDS	Total Dissolved Solids
ThOD	Theoretical Oxygen Demand
TOC	Total Organic Carbon
TOD	Total Oxygen Demand
TS	Total Solids
TSS	Total Suspended Solids
ST	Settling Tank
TU	Turbidity Units
UV	Ultraviolet
VOC	Volatile Organic Carbon
VS	Volatile Solids

پیشگفتار

1-0- تاریخچه‌ی تصفیه‌ی فاضلاب

برخلاف فن‌های آب‌رسانی شهری و جمع‌آوری فاضلاب که تاریخچه‌ای نسبتاً طولانی و چند هزارساله دارند [49، 50]، پالایش و تصفیه‌ی فاضلاب بصورت امروزی خود، پیشینه‌ی تاریخی کوتاهی دارد. تنها در نوشته‌های تاریخی از گفته‌ها و فرمان‌هایی که در پرهیز از آلوده‌سازی منابع‌های طبیعی آب و به‌ویژه رودخانه‌ها یاد شده است یا نتیجه‌گیری می‌شود که نیاکان ما بجز آگاهی از بدی‌های آلوده کردن منابع‌های طبیعی آب، از برخی روش‌های تصفیه‌ی طبیعی نیز به طور تجربی و محدود آگاهی داشته‌اند.

نخست از حدود یکصد سال پیش که رابطه‌ی میان اثر باکتری‌ها و میکروب‌های بیماری‌زا در واگیری و شیوع بیماری‌ها آشکار گشت، انسان بفرکر پاکسازی آب‌های آلوده افتاد. به عبارت دیگر فن تصفیه‌ی آب و فاضلاب در روند امروزی خود بیشتر بر اثر پیشرفت علم زیست‌شناسی و پزشکی بوجود آمده است. پرداختن و توجه به این فن از آنجا آغاز شد که به تدریج برای جلوگیری از آلوده شدن منابع‌های طبیعی آب و به‌ویژه رودخانه‌ها، ورود فاضلاب به این منابع ممنوع شد. این جلوگیری‌ها نیاز به تصفیه‌ی فاضلاب و تکامل روش‌های آنرا ایجاب نمود. با گذشت زمان و به‌ویژه پس از جنگ جهانی دوم، در نتیجه‌ی توسعه‌ی شهرها و صنایع، خطر آلودگی محیط زیست و در نتیجه نیاز به تصفیه‌ی فاضلاب با شدت بی‌سابقه‌ای افزایش یافت و همزمان به آن روش‌های بسیاری برای تصفیه‌ی فاضلاب بررسی، پیشنهاد و بکار گرفته شد.

در تکامل فن تصفیه‌ی فاضلاب از نظر زمانی، روش‌های طبیعی تصفیه جزء قدیمی‌ترین روش‌هایی هستند که برای تصفیه بکار گرفته شده‌اند. به‌ویژه استفاده از فاضلاب برای آبیاری در کشاورزی به علت خاصیت کودی آن از یکصد سال پیش تاکنون در کشورهای اروپایی متداول بوده است، [1].

از دهها سال پیش تاکنون دریاچه‌های تثبیت و تصفیه‌ی فاضلاب در کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

2-0- تصفیه فاضلاب در ایران

در ایران از زمانهای بسیار دوری لجن بدست آمده از چاههای جذبکننده فاضلاب به عنوان کود کشاورزی بکار گرفته می شده است. ولی در تمام این روشها بیشتر تکیه بر بازیابی از مواد کودی فاضلاب بوده است و نه تصفیه آن.

در ایران وجود تصفیهخانههای فاضلاب پیشرفته سابقه تاریخی طولانی ندارند و تا چندی پیش محدود بوده اند به چند تصفیهخانهی محلی در نواحی شمال تهران که قدیمیترین آنها تصفیهخانهی صاحبقرانیه می باشد که در سال 1340 آغاز به کار کرده است. طبق آمار رسیده از شرکت مهندس آب و فاضلاب کشور، در چند دهه اخیر دهها تصفیهخانه فاضلاب در کشور ساخته شده اند که بیش از یکصد عدد آنها مشغول به کار هستند. صرفنظر از بازده آنها در کاهش آلودگی فاضلاب و تنها از نظر جمعیت زیر پوشش، بزرگترین آنها تصفیهخانههای اصفهان هستند که قدیمیترین آنها در سال 1354 آغاز به کار کرده است. جدول شماره (1-0) نام یازده شهر ایران را که ظرفیت تصفیهخانههای آنها در سال 1388 بیش از 30000 متر مکعب در شبانه روز بوده است را نشان می دهد.

جدول شماره (1-0) نام برخی از شهرهای ایران که دارای تصفیهخانهی مشغول به کار، با حداقل ظرفیتی برابر 30/000 متر مکعب در شبانه روز هستند.¹

نام شهر	تعداد تصفیهخانه	نوع فرایند تصفیه	دبی بهره برداری m ³ /d	جمعیت زیر پوشش [نفر]
اصفهان	4	لاگون/لجن فعال	314,000	1,710,000
تهران	9	لجن فعال	309,728	1,647,000
تبریز	1	لجن فعال	102,968	716,906
مشهد	3	لاگون/برکه	88,500	525,000
کرمانشاه	1	لجن فعال	60,000	400,000
خرم آباد	1	لاگون هوادهی	60,000	325,000

1. آمار سال 1388 در این جدول توسط آقای مهندس پیمان اربابها در شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور برای نویسنده فرستاده شده است. (تارنمای شرکت www.nww.co.ir)

ادامه‌ی جدول شماره‌ی (0-1)

280,000	50,000	لجن فعال	1	شیراز
210,000	47,175	لجن فعال	1	شاهین شهر
234,715	42,249	برکه‌ی تثبیت	2	اراک
128,119	40,000	لاگون هواده‌ی	1	بوکان
100,000	30,000	لجن فعال	1	بندرعباس
6,276,740	1,144,620	جمع یازده شهر نامبرده در این جدول		

0-3- هدف از تصفیه‌ی فاضلاب

در تصفیه‌ی فاضلاب هدف‌های زیر مد نظر هستند:

الف - تأمین شرایط بهداشتی برای زندگی مردم - فاضلاب‌های شهری همیشه دارای میکروبی‌های گوناگونی هستند که قسمتی از آنها را میکروبی‌های بیماری‌زا¹ تشکیل می‌دهند. ورود فاضلاب تصفیه نشده به محیط زیست و منابع‌های طبیعی آب، چه آنهایی که روی زمین و چه آنهایی که در زیرزمین قرار دارند، موجب آلوده شدن این منابع‌ها به میکروبی‌های بیماری‌زا می‌شود و بر اثر تماس انسان با این منابع‌ها خطر گسترش بیماری‌ها میان مردم به وجود می‌آید.

ب- پاک نگهداری محیط زیست - وارد کردن فاضلاب‌های تصفیه نشده به محیط زیست موجب آلودگی این محیط شده که بجز خطرهای مستقیمی که برای بهداشت مردم دارد، نتایجی دیگر از قبیل ایجاد مناظر زشت، بوهای ناخوشایند و سرانجام تولید حشرات بخصوص مگس و پشه را به همراه دارد. این حشرات خود وسیله‌ای برای جابجا شدن میکروبی‌های بیماری‌زا و آلوده‌سازی محیط زیست با این میکروبی‌ها هستند.

ج- بازیابی فاضلاب - امروزه در تصفیه خانه‌های فاضلاب بازیابی‌های گوناگونی از فاضلاب انجام می‌گیرد که مهمترین‌ها به قرار زیر هستند:

1- کاربرد دوباره‌ی فاضلاب - با توجه به اینکه مقدار نمک‌های معدنی محلول در فاضلاب به مراتب کمتر از آب دریا‌های آزاد است و فاضلاب جزو آب‌های شیرین ولی آلوده به حساب می‌آید، کاربرد دوباره‌ی فاضلاب تصفیه شده به جای آب شیرین برای آبیاری کشاورزی و فضاهای سبز دور

1 . Pathogenic bacteria

ص فاضلاب شهری

شهرها به مراتب ارزانتتر از شیرین‌سازی آب دریا‌های شور است. به دلیل اهمیت کاربرد دوباره‌ی فاضلاب، نویسنده این موضوع را به صورت جداگانه در بخش ششم این کتاب مورد بررسی قرار داده است.

2- تولید کود طبیعی - لجنی که از تصفیه‌ی زیستی فاضلاب بدست می‌آید، دارای مقداری زیادی از ترکیبات شیمیایی نظیر نیترات‌ها، سولفات‌ها و فسفات‌ها است، که ارزش کودی برای رشد گیاهان دارند. برای افزایش پوک‌ی و قابلیت جذب این لجن آنرا در یک سلسله کارهایی با کودهای گیاهی که از باقی مانده‌ی برگ و ساقه‌ی درختان تشکیل شده‌اند بهم آمیخته و مدتی به حالت خود می‌گذارند و سپس به صورت کود طبیعی بکار می‌برند. در برخی از تصفیه‌خانه‌ها بزرگ لجن را با کودهای حیوانی مانند تاپاله‌ی گاو و گوسفند و یا پس‌مانده‌ی مواد خوراکی بدست آمده از رستوران‌ها بهم می‌آمیزند. چون این آمیخته مقدار زیادی مواد آلی فاسد ش‌دنی در بردارد، آنرا در انباره‌های ویژه‌ی وارد تا مدتی در گرمای انباره و تأثیر باکتری‌های بی‌هوازی هضم شده و سپس برای کاربرد آن به عنوان کود طبیعی به کار می‌رود. در جاهایی که گاوداری‌های فراوانی وجود دارد، برای جلوگیری از آلودگی آبهای زیرزمینی از یک سو و تولید کود طبیعی از سوی دیگر با جمع‌آوری تاپاله‌ی گاوها از این روش استفاده می‌شود.

3- تولید انرژی - همانگونه که پس از این در بخش چهارم این کتاب گفته خواهد شد، نزدیک به 70 درصد گازهای تولید شده در انباره‌های هضم لجن را گاز متان تشکیل می‌دهد که ارزش سوختی آن در حدود ارزش سوختی گاز طبیعی در شبکه‌ی شهری است. در تصفیه‌خانه‌ها می‌توان با سوزاندن آن و گرم کردن دیگ‌های بخار گرمای مورد نیاز یکان‌های تصفیه‌خانه را برآورده کرد. حتی در تصفیه‌خانه‌های بزرگ این گاز را جمع‌آوری کرده و با استفاده از توربین‌های گازی، ژنراتورهای برقی را به حرکت درآورده و تولید برق می‌کنند.

4-0- مراحل تصفیه‌ی فاضلاب

فرایند پالایش یا تصفیه‌ی فاضلاب را معمولاً به سه مرحله تقسیم می‌کنند.

مرحله‌ی یکم - این مرحله بنام تصفیه‌ی مقدماتی نامیده می‌شود و شامل است بر تصفیه‌ی

فیزیکی از قبیل آشغال‌گیری، دانه‌گیری، ته نشینی مواد معلق، و بالاخره خشک کردن و دفع لجن.

پیشگفتار ق

مرحله‌ی دوم – مرحله‌ی دوم تصفیه‌ی فاضلاب یا تصفیه‌ی ثانوی شامل است بر تصفیه‌ی زیستی با استفاده از باکتری‌های گوناگون هوازی موجود در فاضلاب و تصفیه‌ی زیستی با استفاده از باکتری‌های بی‌هوازی برای تصفیه‌ی فاضلاب و لجن. راهبری تأسیسات تصفیه‌ی ثانوی نسبت به مرحله‌ی یکم نیاز به صرف انرژی و هزینه‌ی بیشتری دارد.

مرحله‌ی سوم – این مرحله که تصفیه‌ی پیشرفته و یا تصفیه‌ی نهایی نیز نامیده می‌شود، شامل است بر زلال‌سازی و کاربرد یک یا چند روش از تصفیه‌های تکمیلی زیر:

- ادامه‌ی فرایند نیترات زدایی.

- گذراندن فاضلاب از صافی‌های ماسه‌ای و یا صافی‌های بسیار ریزگذر.¹

- استفاده از کربن فعال.²

- نمک‌زدایی با روش تعویض یون.³

- روش اسموزی وارونه.⁴

- در برخی موارد و بسته به نوع مصرف پساب کلرزدایی و جز آن ...

در اینجا لازم به گفتن است که گندزدایی فاضلاب هنگام بیرون آمدن از تصفیه‌خانه (پساب)،

فرایندی است اجباری و باید در هر حالتی که تصفیه‌خانه طرح شده باشد اجرا شود.

در صورتی که تمام تأسیسات یک تصفیه‌خانه به درستی کار کنند، می‌توان در مرحله‌ی دوم

تصفیه آلودگی فاضلاب را 90 تا 96 درصد کاهش داد و این کاهش آلودگی برای برقراری ضوابط لازم

جهت دفع فاضلاب به منبع‌های طبیعی آب، حفظ بهداشت و پاک نگه داشتن محیط زیست کافی

است. ولی در صورتی که بخواهیم از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری فضا‌های سبز درون شهرها

استفاده کنیم، یک تصفیه‌ی پیشرفته که مرحله‌ی سوم را تشکیل دهد، لازم است. برای آگاهی بیشتر در

مورد تصفیه‌ی پیشرفته به بخش ششم این کتاب مراجعه شود.

در موارد استثنایی که منبع‌های طبیعی آب قدرت تصفیه‌ی خودبخودی فاضلاب را داشته

باشند، پس از مطالعات کامل حتی ممکن است تنها به تصفیه‌ی مقدماتی نیز اکتفا کرده و بقیه‌ی فرایند

تصفیه را به عهده‌ی طبیعت واگذار کرد.

1 . Micro filtration

2 . Activated carbon

3 . Ion exchange

4 . Reverse osmosis

0-5- کیفیت فاضلاب در طرح تصفیه‌خانه

برای طراحی یک تصفیه‌خانه، فاضلاب را باید از دو دید کمی و کیفی بررسی کرد. همانطور که در جلد اول این کتاب ملاحظه شد [49]، مقدار فاضلاب بسته به شرایط اقلیمی و مساحت فضای سبز موجود در شهر تنها بخشی از آب مصرف شده یک شهر را در برمی‌گیرد. ضریب تبدیل آب مصرفی به فاضلاب در شهرهای ایران را می‌توان 50 تا 80 درصد انتخاب کرد. در مقابل ممکن است حدود 10 تا 30 درصد دبی فاضلاب خانگی را به صورت فاضلاب‌های غیرمجازی مانند آب‌های سطحی ناشی از بارندگی به فاضلاب خانگی افزود. همچنین باید مقدار نشت آب‌های زیرزمینی را به شبکه‌ی گردآوری فاضلاب مورد توجه قرار داد. مقدار نشت آب زیرزمینی و آمیخته شدن با فاضلاب خانگی بسته به عمق سطح آب زیرزمینی، نوع زمین و نوع لوله‌های گردآوری فاضلاب، می‌تواند بین 10 تا 100 درصد ماکزیمم دبی فاضلاب خانگی تغییر کند. سپس مجموع این دبی‌ها را مبنای محاسبه‌ی قطر لوله‌های جمع‌آوری فاضلاب قرار داد.

در طراحی یکان‌های گوناگون تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب و محاسبه‌ی مدت زمان توقف فاضلاب در آنها، باید نوسان‌های تولید فاضلاب در شهر نیز مورد توجه قرار گیرند. ضریب ماکزیمم و مینیمم جریان فاضلاب بسته به بزرگی و کوچکی شهر، یعنی به شمار جمعیت از یک سو و ظرفیت کانال‌های گردآوری و طول آنها از سوی دیگر متفاوت است. چون در جلد اول این کتاب در مورد تعیین مقدار فاضلاب توضیحات مفصلی داده شده است، در این جلد از کتاب از گفتگوی دوباره در این مورد خودداری می‌شود و تنها گفته می‌شود که به علت دوری تصفیه‌خانه از شهر و ظرفیت کانال‌های انتقال فاضلاب، تا حدودی از نوسان‌های فاضلاب وارد شونده به تصفیه‌خانه کاسته می‌شود، بنابراین حتی الامکان باید عددهای کوچکتری برای ضریب ماکزیمم و عددهای بزرگتری برای ضریب مینیمم انتخاب کرد. این موضوع به ویژه برای یکان‌هایی که در انتهای تصفیه‌خانه جای دارند، به علت حجم و خاصیت ذخیره‌ای که یکان‌های پیش از آنها دارند، بیشتر اهمیت می‌یابد.

بجز کمیت فاضلاب، کیفیت آن نیز در طراحی یک تصفیه‌خانه اهمیت به سزایی دارد. چنانکه بعداً در این کتاب به تفصیل ملاحظه خواهد شد، ابعاد برخی از یکان‌های تصفیه‌خانه مانند یکان‌های تصفیه‌ی زیستی با توجه به میزان آلودگی فاضلاب طراحی می‌شوند. گفتگو در مورد انواع و میزان آلودگی فاضلاب‌ها در بخش اول این کتاب انجام می‌شود.