

مهندسی تصفیه‌ی

آب و فاضلاب

(به همراه مثال‌های چهار گزینه‌ای و جواب‌های تشریحی)
ویژه‌ی دانش‌جویان مهندسی عمران، شیمی، میکروبیولوژی،

و

آزمون‌های تکنسین آزمایشگاه‌های آب و فاضلاب

مولفان

سمیرا طاهرخانی (کارشناس ارشد شیمی کاربردی دانشگاه زنجان)

دکتر علی خانی (عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه)



انتشارات فروزش

۱۳۹۵



انتشارات فروزش

کد ۱۲۵۷

- سرشناسه : طاهرخانی، سمیرا، ۱۳۶۹ -
- عنوان و نام پدیدآور : مهندسی تصفیه‌ی آب و فاضلاب (به همراه سوال‌های چهارگزینه‌ای و جواب‌های تشریحی) ... / مولفان سمیرا طاهرخانی، علی خانی.
- مشخصات نشر : تبریز : فروزش، ۱۳۹۴.
- مشخصات ظاهری : ۱۳۰ ص: مصور، جدول.
- شابک : 978-964-547-619-7
- وضعیت فهرس نویسی : فیبا
- یادداشت : تاریخ تولد کامل علی خانی لازم است ۵۹
- یادداشت : کتابنامه: ص: ۱۲۹.
- موضوع : آب - تصفیه
- موضوع : فاضلاب - تصفیه
- موضوع : فاضلاب - تصفیه - آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
- موضوع : آب - تصفیه - آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
- شناسه افزوده : خانی، علی، ۱۳۵۰ -
- رده بندی کنگره : ۳۷۴.۳۰۹۲۹ : ط ۳۷۴.۳۰۹۲۹
- رده بندی دیویی : ۶۲۸/۱۶۲
- شماره کتابشناسی ملی : ۴۱۸۱۲۰۳

- نام کتاب : مهندسی تصفیه‌ی آب و فاضلاب
- تألیف : سمیرا طاهرخانی و دکتر علی خانی
- ناشر : انتشارات فروزش
- حروفچینی : واحد کامپیوتر انتشارات فروزش
- تیراژ : ۱۰۰۰ نوبت چاپ: اول ۱۳۹۵
- صحافی : فروزش قیمت : ۱۰۰۰۰۰ ریال
- شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۵۴۷-۶۱۹-۷ ISBN: 978-964-547-619-7

مراکز پخش و فروش

- دفتر و فروشگاه مرکزی: تبریز - خیابان امام خمینی، نرسیده به چهارراه آبرسان، نبش کوی بزرگمهر
- تلفن: ۳۳۳۶۹۵۲۵ (۰۴۱) فاکس: ۳۳۳۵۷۰۶۱ (۰۴۱)
- دفتر پخش تهران: ۶۶۴۶۱۴۶۰ (۰۲۱) فروشگاه اینترنتی: www.forouzesheh.com

ای هستی بخش، وجود مرا بر نعمات بی کرانت توان شکر نیست، ذره ذره وجود من را به تو نزدیک شدن به تو می‌تپد. الهی، مرا مدد کن تا دانش اندکم نه نردبانی باشد، تکبر و غرور، نه حلقه‌ای برای اسارت و نه دست مایه‌ای برای تجارت، بلکه گامی باشد، تجلیل از تو و متعالی ساختن زندگی خود و دیگران.

خداوند را شاکریم که توفیق تالیف کتاب حاضر را عطا فرمود. کتابی که هم‌اکنون در دست دارید به منظور کمک به دانشجویان رشته مهندسی عمران، شیمی، میکروبیولوژی و همچنین تمامی افرادی که قصد دارند به دانشی در زمینه آب دسترسی پیدا کنند گردآوری شده است.

کتاب حاضر مشتمل بر سه فصل " اصول تصفیه آب و فاضلاب"، "آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب" و "میکروبیولوژی آب و فاضلاب" می‌باشد.

سعی بر آن شده کتاب حاضر دارای کمترین اشتباه و نقص باشد اما هیچ کتابی عاری از اشکال نیست لذا از خوانندگان گرامی تقاضای شناسایی اشکالات، نواقص احتمالی و همچنین نظرات و پیشنهادات خود را به پست الکترونیکی taherkhani_s@yahoo.com ارسال فرمایید. چاپ بعدی کتاب منظور گردد.

با احترام

نویسنده، تاحری



فهرست مطالب

عنوان

۹	اندازه‌گیری کیفیت آب
۸۰	کنترل مواد آلی موجود در آب
۱۰۲	مراحل تصفیه فاضلاب
	تصفیه آب جهت تامین آب آشامیدنی
	میکروبیولوژی آب
۱۱۰	دستگاه‌های مورد استفاده در آنالیز آب و پساب
۱۲۰	فصل ۱. اصول تصفیه آب و فاضلاب
۱۳۰	پاسخ‌های اصول تصفیه آب و فاضلاب

فصل ۲. آزمایشگاه شیمی و میکروبیولوژی فاضلاب ۷۵

پاسخ‌های آزمایشگاه آب و فاضلاب ۱۷

فصل ۳. میکروبیولوژی آب و فاضلاب ۶۸

پاسخ‌های میکروبیولوژی آب و فاضلاب ۹۹

ضمائم ۱۱۱

منابع و مآخذ ۲۹

www.ketab.ir



"و جعلنا من الماء كل شيء حي و از آب هر چیزی را زنده گردانیدیم"

سوره مبارکه انشعاب آیه ۳۰

آب

حدود ۱/۴ کیلومتر مکعب آب در سطح زمین به صورت گوناگون وجود دارد که بیشتر آن به صورت دریاها، اقیانوس‌ها و کوه‌های یخی است. بشر تقریباً یک درصد کل آب روی زمین را مورد بهره‌برداری قرار می‌دهد که به صورت آب‌های سطحی (جویبارها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) و با آب‌های زیرزمینی (چشمه و چاه) است.

با توجه به اینکه آب با صفت یک موهبت الهی تقریباً بطور رایگان در اختیار جوامع بشری قرار گرفته است، لذا عباد در نگهداری و آلوده نکردن آن سعی و توجه کافی مبذول نمی‌شود و تنها وقتی که برای تهیه آن روشنی‌های معین، با مشکلاتی مواجه می‌شویم به اهمیت و ارزش وجودی آن پی می‌بریم.

اندازه‌گیری کیفیت آب

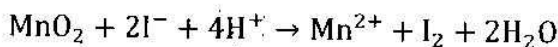
اندازه‌گیری کمی کیفیت آب قبل از اینکه بتوان آلودگی آن را کنترل نمود امری ضروری می‌باشد. آلودگی موجود در آب دارای غلظت کمی بوده و بنابراین اندازه‌گیری دقیق آن کاری دشوار می‌باشد.

مواد موجود در آب

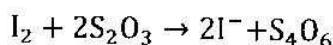
اندازه‌گیری کل ذرات (TS) در آب

کل ذرات عبارت از اندازه‌گیری کل انواع ذرات (ذرات معلق، محلول، فرار و غیر فرار) در آب می‌باشد کل ذرات را می‌توان از باقیمانده یک نمونه آبی صاف شده بعد از تبخیر بدست آورد.

یون‌های ید اضافه شده فعل و انفعالاتی به صورت زیر دارند



میزان I_2 تولیدی با تیوسولفید ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) ترکیب شده و اندازه‌گیری می‌گردد.



با توجه به آنکه میزان O_2 مستقیماً با MnO_2 و I_2 با 2I^- بستگی دارد. با اندازه‌گیری یون‌های ید می‌توان به میزان اکسیژن حل شده پی برد.

کنترل مواد آلی موجود در آب

BOD: تعیین‌کننده نوع مصرف اکسیژن توسط میکروارگانیسم‌های داخل آب بوده و اندازه‌گیری آن می‌تواند سببیت آن را مشخص نماید.

BOD کم نشان‌دهنده آب پاک بوده و فاقد میکروارگانیسم است. یا اینکه میکروارگانیسم‌های موجود در آب بی‌بی مصرف اکسیژن موجود در آب ندارند.

برای تعیین **BOD** ابتدا در سری نمونه آب گرفته می‌شود میزان اکسیژن محلول **DO** در یکی از آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود سپس **DO** بطری دیگر پس از پنج روز اندازه‌گیری می‌شود. اختلاف **DO** این دو مشخص کننده **BOD** می‌باشد. درجه حرارت آب، نور، فاکتورهای مهمی هستند که در میزان **BOD** مؤثرند، زیرا مقدار اکسیژن مصرفی با افزایش زمان و درجه حرارت زیاد می‌شود.

COD: یکی از مشکلات تعیین **BOD** زمان پنج روزه است که باید صبر کرد تا

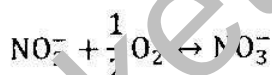
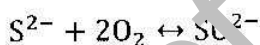
اندازه‌گیری شود چنانچه ارگانیزم‌ها بجای پروسه بیولوژیکی، فرآیند شیمیایی اکسیداسیون کاهش این زمان تغییر محسوسی حاصل خواهد گردید. از آنجا که تست **BOD** و

کلیه میکروارگانیسم‌ها اکسید می‌شوند لذا میزان **COD** معمولاً بیشتر از **BOD** می‌باشد. در بسیاری از موارد از دی کرومات پتاسیم بعنوان اکسیدکننده استفاده می‌شود.

این ترکیب به میزان معین و اندازه‌گیری شده‌ای به نمونه جوشانیده شده اضافه می‌شود. پس از جوشاندن توسط یک اسید دی کرومات اضافی با افزودن یک ماده کم‌کننده

فروسولفات آمونیوم اندازه‌گیری می‌گردد. اندازه‌گیری دی‌کرومات اولیه و آنچه باقی‌مانده متناسب با COD می‌باشد.

TOC: از آنجائیکه اکسیداسیون نهایی کربن، تولید CO_2 می‌نماید لذا احتراق کامل کربن در نمونه مشخص کننده ارگانیزم‌های کربن موجود در فاضلاب می‌باشد این روش بصورت سوراخیدن نمونه در یک لوله سوخت صورت گرفته که با اندازه‌گیری CO_2 پی به میزان TOC می‌برد. (IOD یا IDOD): یا اکسیژن مورد نیاز آبی که این مقدار نشان‌دهنده حضور مقدار مواد احیاءکننده قوی در پساب‌هاست. که با تاثیر سریع، مقدار اکسیژن را در جریان‌های دریافتی ضمن اختلاط ملیل می‌دهد. به منظور فوق مقدار اکسیژن باقی‌مانده در جریان رقیق‌کننده پس از ۱۵ دقیقه اندازه‌گیری می‌شود و احیاءکننده‌های محتمل موجود در آب که ممکن است در این اندازه‌گیری موثر واقع شوند از سولفیدها و نیتريت‌ها می‌توان نام برد.

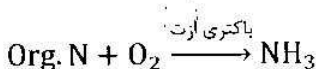


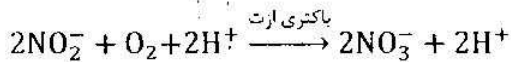
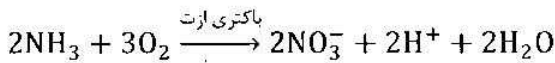
(PV) یا ارزش پرمنگناتی: این مقدار مشابه COD است با این تفاوت که در این روش بجای استفاده از یک اکسیدکننده قوی نظیر پتاسیم دی‌کرومات از پتاسیم پرمنگنات جهت اکسیداسیون استفاده می‌شود.

ازت موجود در آب

مواد ازت‌دار به طرق مختلف نظیر تماس آب با فاضلاب یا تخلیه آب زمینی‌های کشاورزی و از همه مهمتر تجزیه بیوشیمیایی مواد آلی ازت‌دار نظیر پروتئین‌ها، آمینواسیدها و اوره بوجود می‌آیند. مواد آلی ازت‌دار در حضور مقدار کمی مواد آلی و اکسیژن در دمای معمولی تبدیل به آمونیاک می‌شوند. همین آمونیاک ضمن ادامه عمل اکسایش بیوشیمیایی به نیتريت و نیتريت تبدیل می‌شود.

واکنش‌های مربوط را به ترتیب زیر می‌توان نوشت:





اگر در بررسی نمونه آب مقدار ازت عمدتاً بصورت نیترات باشد به معنی آلودگی

لذا از نظر بهداشتی خطر کم است ولی اگر مقدار ازت آمونیاکی قابل توجه باشد ...
جدید وجود دارد وجود بیش از حد نیترات‌ها در آب‌های آشامیدنی باعث ایجاد ...
کوچک (Blue babies) می‌شود.

برای اندازه‌گیری ازت موجود در آب‌ها که بصورت نیترات، نیتريت‌ها و ازت آلی و آمونیاکی است
از روش نسل استفاده می‌شود که این روش برای آب‌های شهری و نسبتاً تمیز مناسب است اگر
نمونه مورد نظر حاوی مقادیر زیادی ازت یا عوامل مزاحم و کدورت باشد از دستگاه ...
استفاده می‌شود.

مراحل تصفیه فاضلاب

۱. تصفیه فیزیکی

۱-۱. آشغالگیری: فاضلاب همواره شش ناخالص مایعی بصورت مواد معلق و محلول ...
وجود مواد معلق نظیر: چوب، پوست میوه، کاغذ، قطعات شیشه و ... در فاضلاب ...
امکان گرفتگی لوله‌ها موجب فرسوده شدن پمپ‌ها، شیرآلات و سایر وسایل تصفیه ...
خواهد گردید. جداسازی این مواد از طریق آشغالگیره (سافرها) صورت می‌گیرد.
مواد جمع‌آوری شده را معمولاً به طریق دفن کردن، سوزاندن، خرد کردن و یا برآوردن ...
مجدد آنها به فاضلاب دفع می‌نمایند.

۲-۱. دانه‌گیری: دومین مرحله جداسازی ذرات ماسه، خاک، ذرات فلز و ... می‌باشد که در ...
نزول آب باران و شستشوی خیابان‌ها یا به هنگام تخلیه پساب‌های صنعتی به داخل ...
می‌یابند. به منظور جلوگیری از ته‌نشین شدن این مواد در حوض آشغالگیری، سرعت ...
فاضلاب از آشغالگیر، می‌بایستی از میزان معینی کمتر نباشد. چنانچه این ذرات از فاضلاب ...
نشود، ممکن است به پمپ‌ها، شیرآلات و واحدهای تصفیه بیولوژیکی لطمه وارد سازد.

۳-۱. شناورسازی-چربی‌گیری: به منظور حذف چربی و روغن از فاضلاب باید به روشی مناسب این مواد را که سبک‌تر از آب هستند، در سطح آن جمع و سپس از آن جدا کرد. هرچند این عمل در کارهای تصفیه کوچک ضرورتی ندارد اما در تاسیسات بزرگ و در صورت ورود فاضلاب به واحدهای تصفیه بیولوژیکی، باید از آن جدا گردند.

این عمل ممکن است با ایجاد مانع در حوض چربی‌گیری یا با هوادهی فاضلاب در شناورسازی که بیشتر برای جدا کردن مواد معلق سبک و روغن بکار می‌رود، معمولاً انجام دادن آن در حوض‌های تحت فشار بصورت حباب هوا بداخل فاضلاب انجام می‌شود. این حباب‌ها به شناور چسبیده و حین صعود به سطح فاضلاب آن‌ها را به سطح حوض‌ها انتقال خواهند داد. عمل شناورسازی افزایش بعضی مواد شیمیایی نظیر نمک‌های فریک و آلومینیوم که به سهولت قادر به جذب حباب‌های هوا می‌باشند، تسریع می‌یابد.

۴-۱. حوض‌های ته‌نشینی: علاوه بر مواد معلق درشت و مواد دانه‌ای در فاضلاب، مواد معلق کلوئیدی نیز وجود دارند که لازم است با استفاده از روش‌های کواگولاسیون (لخته‌سازی) و فلوکولاسیون (لخته‌گیری) ته‌نشین شوند. عمل ته‌نشینی باید قادر به کاهش حداقل ۵۰٪ بار آلودگی فاضلاب و ۲۵ تا ۴۰ درصد BOD باشد. در این حوض‌ها سرعت جریان فاضلاب کاهش یافته و مواد معلق ته‌نشین می‌شوند.

۲. تصفیه بیولوژیکی: هدف از تصفیه بیولوژیکی فاضلاب، از بین بردن کلیه مواد معلق غیر قابل رسوب فاضلاب و تثبیت مواد آلی است. فاضلاب ته‌نشین شده و همچنین مواد غذایی می‌باشد، می‌تواند تعداد زیادی باکتری و میکروارگانیسم را در خود پرورش دهد و همچنین به امر تصفیه خودبخودی و رفع آلودگی آب‌های آلوده کمک خواهد نمود.

باکتری‌های موجود در فاضلاب قادر خواهند بود مواد لازم برای حیات خود را از فاضلاب تامین نمایند و یک لایه ژلاتینی بوجود آورند، که توأم با خود باکتری‌ها بعنوان اساسی‌ترین عامل در تصفیه بیولوژیکی بشمار می‌آیند. بطور کلی روش‌های تصفیه بیولوژیکی فاضلاب در دو گروه هوازی و غیرهوازی طبقه‌بندی می‌شود. در روش هوازی که شامل روش استخر صافی‌های چکنده، بستر باکتری و لجن فعال می‌باشد، تصفیه براساس مصرف اکسیژن به‌طور مصنوعی به داخل فاضلاب تزریق شده، انجام می‌گیرد.