

# تصفیه فاضلابهای صنعتی

(جلد دوم)

تألیف:

دکتر حمزه علی حسینی

دکتر کاووس دیندارلو



انتشارات

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

سرشناسه: علی جمالی؛ حمزه  
عنوان و نام پدیدآور: تصفیه فاضلابهای صنعتی / تألیف حمزه علی جمالی، کاووس دیندارلو.  
مشخصات نشر: بندرعباس: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی هرمزگان، ۱۳۹۳.  
مشخصات ظاهری: ج: ۲۱۲ ص. مصور، جدول، نمودار.  
شابک: شابک دوره: 978-600-94606-2-5 ج ۲: 978-600-94606-3-2  
وضعیت فهرست نویسی: فیها  
یادداشت: ج. ۲ (چاپ اول: ۱۳۹۳) (فیها)  
موضوع: زباله صنعتی -- تصفیه  
موضوع: فاضلاب -- تصفیه  
شماره افزوده: دیندارلو، کاووس، ۱۳۴۷-  
ردیف کتابخانه: ۱۳۹۳ ۶/۵/۸۹۷ TDA  
۵. بنام دیویی: ۶۳۸/۴  
شماره کتابشناسی ملی: ۳۱۱۲۹۲۸

## "تصفیه فاضلابهای صنعتی"

(جلد دوم)



انشارات  
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی

- ✎ تألیف: دکتر حمزه علی جمالی - دکتر کاووس دیندارلو
- ✎ با همکاری: مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط - طرفه‌ای
- ✎ ناشر: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی هرمزگان
- ✎ مدیر تولید: دکتر محمود خیاطیان
- ✎ امور اداری: فاطمه قاسمی
- ✎ نسخه پرداز: گیلدانا مؤیدی
- ✎ صفحه آرایی و طراحی جلد: محمداقبر بهرامشاهی
- ✎ نظارت بر چاپ: نشر رسول - بندرعباس
- ✎ چاپ و صحافی: سلمان فارسی - قم
- ✎ چاپ اول: زمستان ۱۳۹۳
- ✎ شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
- ✎ قیمت: ۱۶۰۰۰۰ ریال

شابک دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۰۶-۲-۵ ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۰۶-۳-۲  
ISBN: 978-600-94606-2-5

شابک جلد دوم: ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۰۶-۳-۲ ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۶۰۶-۲-۵  
ISBN: 978-600-94606-3-2

آدرس: بندرعباس / بلوار جمهوری اسلامی / ضلع شرقی بیمارستان شهید محمدی / معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه / اداره انتشارات

Printed in I.R. of Iran

حق نشر © کلیه حقوق برای دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان محفوظ است.

www.hums.ac.ir

## فهرست مطالب

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| ۷-۴-۳- جداسازی چربی، روغن و گریس (FOG).....              | ۹۹  |
| ۷-۴-۴- اسیدی کردن.....                                   | ۹۹  |
| ۷-۴-۵- انعقاد - لخته سازی.....                           | ۱۰۰ |
| ۷-۴-۶- ته نشینی.....                                     | ۱۰۱ |
| ۷-۴-۷- شناورسازی به کمک هوای محلول (DAF).....            | ۱۰۱ |
| ۷-۵- تصفیه بیولوژیکی.....                                | ۱۰۲ |
| ۷-۶- تصفیه هواری.....                                    | ۱۰۳ |
| ۷-۶-۱- فرایند لجن فعال.....                              | ۱۰۳ |
| ۷-۶-۲- صافی چکنده.....                                   | ۱۰۶ |
| ۷-۷- تصفیه بیولوژیکی بی هواری.....                       | ۱۰۸ |
| ۷-۸- کنترل آلودگی هوا.....                               | ۱۰۹ |
| ۷-۸-۱- ذرات و گرد و غبار.....                            | ۱۰۹ |
| ۷-۸-۲- خاک کتندها.....                                   | ۱۰۹ |
| ۷-۸-۳- ترکیبات کربنی آلی فرار (VOC).....                 | ۱۱۰ |
| ۷-۹- مطالعه موردی.....                                   | ۱۱۱ |
| منابع فصل هفتم.....                                      | ۱۱۳ |
| فصل هشتم- تصفیه فاضلاب نوشیدنیهای غیر الکلی.....         |     |
| ۸-۱- مقدمه.....                                          | ۱۱۵ |
| ۸-۲- روشهای جداسازی و تصفیه غیر الکلی.....               | ۱۱۶ |
| ۸-۳- فرایند تولید و پخش نوشابه.....                      | ۱۱۸ |
| ۸-۴- خصوصیات فاضلاب نوشابه.....                          | ۱۲۰ |
| ۸-۵- تصفیه بیولوژیکی صنایع نوشا سازی.....                | ۱۲۱ |
| ۸-۶- تصفیه هواری فاضلاب.....                             | ۱۲۲ |
| ۸-۶-۱- فرایندهای تصفیه هواری رشد معلق.....               | ۱۲۲ |
| ۸-۶-۲- فرایندهای رشد چسبیده.....                         | ۱۲۳ |
| ۸-۷- تصفیه بی هواری فاضلاب.....                          | ۱۲۴ |
| ۸-۷-۱- راکتور بستر لجن بی هواری با جریان رو به بالا..... | ۱۲۶ |
| ۸-۷-۲- فیلترهای بی هواری.....                            | ۱۲۸ |
| ۸-۷-۳- راکتورهای بستر سیال بی هواری.....                 | ۱۳۰ |
| ۸-۷-۴- فرایند تصفیه بی هواری ترکیبی.....                 | ۱۳۱ |
| منابع فصل هشتم.....                                      | ۱۳۳ |

## فصل ششم- تصفیه فاضلاب صنایع دارویی

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| ۶-۱- مقدمه.....                                                                | ۱۳ |
| ۶-۲- خصوصیات صنعت داروسازی.....                                                | ۱۳ |
| ۶-۳- توصیف فرایند و خصوصیات پسماند.....                                        | ۱۴ |
| ۶-۳-۱- کارخانجات تخمیر.....                                                    | ۱۴ |
| ۶-۳-۲- کارخانجات سنتز مواد شیمیایی آلی.....                                    | ۱۴ |
| ۶-۳-۳- کارخانجات تخمیر / سنتز مواد شیمیایی.....                                | ۱۵ |
| ۶-۳-۴- کارخانجات تولید محصولات بیولوژیک.....                                   | ۱۵ |
| ۶-۳-۵- کارخانجات ترکیب فرمولاسیون.....                                         | ۱۶ |
| ۶-۴- پارامترهای مهم در تصفیه فاضلاب صنعت داروسازی.....                         | ۱۷ |
| ۶-۵- بازیافت و کنترل فاضلاب.....                                               | ۱۷ |
| ۶-۶- تصفیه فاضلاب صنایع داروسازی.....                                          | ۱۷ |
| ۶-۶-۱- تصفیههای فیزیکی و شیمیایی.....                                          | ۱۹ |
| ۶-۶-۲- تصفیه بیولوژیکی.....                                                    | ۲۱ |
| ۶-۶-۳- تصفیه جمع و تفکیک دفع فاضلهای صنایع داروسازی.....                       | ۲۲ |
| ۶-۷- مشکلات بهره برداری و روشهای حل آنها.....                                  | ۲۷ |
| ۶-۸- محدودیتهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا در مورد فاضلاب صنایع دارویی..... | ۲۷ |
| ۶-۹- مثالهایی از طراحی تصفیه خانه فاضلاب برای فاضلاب صنایع دارویی.....         | ۲۷ |
| منابع فصل ششم.....                                                             | ۲۹ |
| فصل هفتم- تصفیه صنایع تولید نان.....                                           |    |
| ۷-۱- مقدمه.....                                                                | ۹۳ |
| ۷-۲- منابع تولید پسماند در صنعت نانوائی.....                                   | ۹۴ |
| ۷-۲-۱- سر و صدا.....                                                           | ۹۵ |
| ۷-۲-۲- آلودگی هوا.....                                                         | ۹۵ |
| ۷-۲-۳- فاضلاب.....                                                             | ۹۵ |
| ۷-۲-۴- پسماندهای جامد.....                                                     | ۹۷ |
| ۷-۳- تصفیه فاضلاب نانوائی.....                                                 | ۹۷ |
| ۷-۴- سیستمهای پیش تصفیه.....                                                   | ۹۸ |
| ۷-۴-۱- متعادل سازی و خنثی سازی.....                                            | ۹۹ |
| ۷-۴-۲- آشفالگیری.....                                                          | ۹۹ |

۴-۱۰- مایعات دفعی ناشی از کارخانجات کفزد و چوب مصرف

کننده زائدات کشاورزی ..... ۱۷۸

۵-۱- سمیت مایعات تولید خمیر کاغذ ..... ۱۷۹

۶-۱۰- فرایندهای رنگبری خمیر ..... ۱۸۰

۶-۱- ترکیبات به وجود آمده در طی فرایند رنگبری با کالر ..... ۱۸۱

۷-۱۰- سمیت محلولهای رنگبری مصرفی ..... ۱۸۲

۸-۱- راهکارهای کنترل آلودگی در صنایع کفزد و چوب ..... ۱۸۳

۹-۱۰- کاهش آلودگی از طریق اصلاح فرایند کارخانه ..... ۱۸۳

۱-۹-۱۰- تکنولوژیهای تولید خمیر غیر متعارف ..... ۱۸۳

۲-۹-۱۰- تکنولوژیهای جدید رنگبری خمیر ..... ۱۸۴

۱۰-۱-۱۰- تصفیه فاضلاب صنایع چوب و کاغذ ..... ۱۸۷

۱-۱۰-۱- فرایندهای فیزیکوشیمیایی ..... ۱۸۷

۲-۱۰-۱- فرایندهای بیولوژیکی ..... ۱۹۳

منابع فصل دهم ..... ۲۱۱

۴- فصل یازدهم - تصفیه فاضلاب صنایع پرداخت فلزات

۱-۱۱- مقدمه ..... ۲۱۵

۲-۱۱- فرایندها و عملیات این صنعت ..... ۲۱۷

۱-۱۱-۲- کلیات فرایندها ..... ۲۱۷

۲-۱۱-۲- توصیف فرایندها و عملیاتها ..... ۲۱۷

۳-۱۱- مع فاضلهای صنایع پرداخت فلزات ..... ۲۲۸

۴-۱۱- چگونگی فاضلهای تکمیل فلزات ..... ۲۲۹

۵-۱۱- تصفیه فاضلهای صنایع پرداخت فلزات ..... ۲۳۴

۱-۱۱-۵-۱- کلیاتی در روشهای تصفیه ..... ۲۳۴

۲-۱۱-۵-۲- روشهای معمول تصفیه ..... ۲۳۶

۳-۱۱-۵-۳- تصفیه فاضلاب حاوی یان ..... ۲۵۹

۴-۱۱-۵-۴- تصفیه فاضلاب کروم (VI) ..... ۲۶۵

۵-۱۱-۵-۵- تصفیه فاضلاب حاوی روغن ..... ۲۶۷

۶-۱۱-۵-۶- تصفیه و بازیافت مایع روان ساز و خشک کنندههای

صنعتی (آب سلون) ..... ۲۷۰

۶-۱۱-۶- پسمندهای خطرناکه مدیریت تصفیه لجن و کمینه سازی ..... ۲۷۱

۱-۱۱-۶-۱- پسمندهای خطرناک ..... ۲۷۱

۲-۱۱-۶-۲- تصفیه لجن ..... ۲۷۴

۷-۱۱- جلوگیری از آلودگی ..... ۲۷۷

۴- فصل نهم - تصفیه پسماندهای ناشی از پرورش دام و طیور

۱-۹- مقدمه ..... ۱۳۵

۲-۹- خصوصیات و اثرات پسماندها ..... ۱۳۶

۱-۹-۲-۱- پسماندهای مرغداری و دامپروری ..... ۱۳۶

۲-۹-۲-۲- مکانیسمهای انتقال آلودگی در آنها ..... ۱۴۲

۳-۹- تکنولوژیهای ذخیره و مدیریت پسماند دامپرورها و

مرغدارها ..... ۱۴۳

۴-۹- مقدمهای تصفیه پسماند دامپرورها ..... ۱۴۶

۵-۹- جداسازی پسماند از مایعات ..... ۱۴۶

۶-۹- تصفیه بیولوژیکی ..... ۱۴۸

۱-۹-۶-۱- تصفیه بیولوژیکی ..... ۱۴۸

۲-۹-۶-۲- تصفیه هوازی ..... ۱۵۵

۷-۹- تصفیه فیزیکوشیمیایی ..... ۱۵۸

۸-۹- نیزارهای مصنوعی ..... ۱۵۹

۹-۹- تولید کود آلی ..... ۱۶۰

۱۰-۹- آبگیری کود ..... ۱۶۳

منابع فصل نهم ..... ۱۶۳

۴- فصل دهم - تصفیه فاضلاب صنایع کاغذ و چوب

۱-۱۰- مقدمه ..... ۱۶۷

۲-۱۰- ماهیت و ترکیب مواد خام بکار رفته در کارخانجات کاغذ و

چوب ..... ۱۶۹

۱-۱۰-۲-۱- ترکیب الیاف چوبی و غیر چوبی ..... ۱۶۹

۳-۱۰-۲- فرایندهای تولید خمیر ..... ۱۷۱

۱-۱۰-۳-۱- تولید خمیر به روش مکانیکی ..... ۱۷۲

۲-۱۰-۳-۲- تولید خمیر توسط فرایندهای نیمه شیمیایی ..... ۱۷۳

۳-۱۰-۳-۳- تولید خمیر به روش شیمیایی - حرارتی - مکانیکی ..... ۱۷۳

۴-۱۰-۳-۴- تولید خمیر به روشهای شیمیایی ..... ۱۷۳

۴-۱- ترکیبات موجود در مایعات حاصل از تولید خمیر کاغذ ..... ۱۷۴

۲-۱۰-۴-۱- مایعات حاصل از تولید خمیر به روش کرافت ..... ۱۷۵

۲-۱۰-۴-۲- محلولهای حاصل از تولید خمیر با استفاده از سولفیت ..... ۱۷۶

۳-۱۰-۴-۳- محلولهای ناشی از خمیر به روشهای نیمه شیمیایی

CTMP و حرارتی - مکانیکی ..... ۱۷۷

|     |                                              |
|-----|----------------------------------------------|
| ۲۷۷ | ۱۱-۷-۱- رویکرد پیشگیری از آلودگی             |
| ۲۷۸ | ۱۱-۷-۲- پیشگیری از آلودگی تمیز کننده‌های آبی |
| ۲۷۹ | ۱۱-۷-۳- پیشگیری از آلودگی در مخازن آبکاری    |
| ۲۸۵ | ۱۱-۷-۴- پیشگیری از آلودگی در مرحله آبکشی     |
| ۲۸۷ | منابع فصل یازدهم                             |

#### فصل دوازدهم - تصفیه فاضلاب صنایع انفجاری

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| ۲۹۱ | ۱۲-۱- مقدمه                                      |
| ۲۹۲ | ۱۲-۲- خصوصیات فاضلاب صنایع تولید محصولات انفجاری |
| ۲۹۲ | ۱۲-۲-۱- خصوصیات عمده                             |
| ۲۹۳ | ۱۲-۲-۲- انفجارها                                 |
| ۲۹۶ | ۱۲-۲-۳- چاشنیها                                  |
| ۲۹۶ | ۱۲-۲-۴- مواد آتش‌بازی (پرو-تیکها)                |
| ۲۹۶ | ۱۲-۲-۵- جنبه‌های ایمنی                           |
| ۲۹۷ | ۱۲-۳- مروری بر تکنولوژی‌های تصفیه                |
| ۲۹۷ | ۱۲-۳-۱- مکتب‌سب‌های احیائی                       |
| ۲۹۷ | ۱۲-۳-۲- تصفیه در محل                             |
| ۳۰۰ | ۱۲-۳-۳- تصفیه در خارج از محل                     |
| ۳۰۱ | ۱۲-۴- تصفیه فیزیکی و فیزیکوشیمیایی               |
| ۳۰۱ | ۱۲-۴-۱- تصفیه به روش اکسیداسیون پیشرفته          |
| ۳۰۱ | ۱۲-۴-۲- جذب سطحی به کمک کربن فعال                |
| ۳۰۳ | ۱۲-۵- تصفیه بیولوژیکی                            |
| ۳۰۳ | ۱۲-۵-۱- مکتب‌سب‌ها                               |
| ۳۰۵ | ۱۲-۵-۲- شرایط بهره‌برداری                        |
| ۳۰۷ | ۱۲-۵-۳- راکتورهای بیولوژیکی                      |
| ۳۰۹ | منابع فصل دوازدهم                                |

## پیشگفتار

تولید فاضلابهای صنعتی با ترکیبات متنوع شناخته و ناشناخته یکی از چالشهای بزرگ زیست محیطی جوامع بشری است که سلامت جامعه را تهدید می کند؛ لذا شناخت دقیق آلاینده های صنایع مختلف و فرآیندهای تصفیه و اصول بهره برداری از آنها امری مهم و شایان توجه است. از طرفی روند روبه افزایش مصرف آب در جوامع بشری و کم آبی پهنه ی وسیعی از خشکیهای کره زمین سبب شده است تا موضوع حفاظت از آن در یک دانش تخصصی محض فراتر رفته و گستره مرزهای حقوقی، سیاسی، اجتماعی و اقتصادی را دربرگیرد. به یک چالشهای مهم فرا روی بشر در قرن بیست و یکم تبدیل شود.

کشور ما جزء مناطق کم آب دراست و میزان بارندگی سالانه حدود یک چهارم معیار جهانی (۹۷۰ میلی متر در سال) است. از این رو بروز کم آبی و خشکسالی شدیداً مشهود است. بنابراین اگر دفع پساب حاصل از تصفیه فاضلابهای صنعتی به روش صحیح و اصولی انجام گیرد، علاوه بر پیشگیری از آلودگیهای زیست محیطی و کاهش بیماریها، یک منبع ارزشمند آب و مسوب می شود که می توان آن را جهت مصارف مختلف استفاده نمود. در این راستا کتاب تصفیه فاضلابهای صنعتی که در دو جلد تألیف شده است، تصفیه ی مهمترین صنایع موجود در کشور از جمله صنایع لبنی، نساجی، سیب زمینی، کنسرو، قند و شکر، گوشت، صنعت غذاهای دریایی، کاغذ و چوب، فلزات و صنایع انفجاری را مورد بررسی قرار داده است. این مجموعه هر چند خالی از اشکال نیست، اما امیدواریم مورد توجه دانشجویان و پژوهشگران علاقمندان به این مباحث باشد.

مؤلفین

پاییز ۱۳۹۳ - بندرعباس