

روش‌های تجزیه شیمیایی مواد زاید و آلاینده‌ها

نویسنده: Matthew A. Tarr

مترجم: کیوان پورصفا - فروغ منجزی

ویراستار علمی: دکتر ناصر جمشیدی

ویراستار ادبی: فرحنا بیگدینی



سال ۱۳۹۲

عنوان و نام پدیدآور	روشهای تجزیه شیمیایی مواد زائد و آلاینده / [هراستار متیو اکی تار] : مترجمین کیوان پوررضا، فروغ منجزی.
مشخصات نشر	تهران: شرکت ملی صنایع پتروشیمی، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۵۹۸ص:، نمودار.
شابک	978-964-8437-50-8 : ۹۵۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	فیب
یادداشت	عنوان اصلی: Chemical degradation methods for wastes and pollutants : environmental and industrial applications .
یادداشت	واژه نامه.
موضوع	زباله صنعتی -- تصفیه
موضوع	آلاینده ها
موضوع	شیمی محیط زیست
شناسه افزوده	تار، متیو ا.، هراستار
شناسه افزوده	Tarr, Matthew A.
شناسه افزوده	پوررضا، کیوان، ۱۳۶۲ - مترجم
شناسه افزوده	منجزی، فروغ، ۱۳۶۲ - مترجم
شناسه افزوده	شرکت ملی صنایع پتروشیمی
رده بندی کنگره	TDA9V / ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	
شماره کتابشناسی ملی	



روشهای تجزیه شیمیایی مواد زائد و آلاینده ها

مترجمان

مهندس کیوان پور رضا

مهندس فروغ منجزی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپ آرتا تلفن: ۸۸۹۰۴۱۵۷

نوبت چاپ: اول، اسفند ماه ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بهاء: ۹۵ / ۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۴۳۷-۵۰-۸ ISBN : 978-964-8437-50-8

انتشارات شرکت ملی صنایع پتروشیمی - شماره ۵۸

تهران - خیابان شیخ بهایی شمالی - شماره: ۱۰۴ صندوق پستی: ۶۸۹۶-۱۹۳۹۵ تلفن و دورنگار: ۸۸۰۵۹۸۰۹

Printed in Iran

«یادداشت ناشر»

صنعت پتروشیمی یکی از صنایع پیچیده جهان امروز است که با تبدیل مواد هیدروکربنی، محصولات مهم و پایه‌ای مورد نیاز بسیاری از صنایع را تولید می‌کند.

نقش کلیدی این صنعت در توسعه اقتصادی کشورهای مختلف، بر کسی پوشیده نیست و نیاز روز افزون جوامع بشری به فراورده‌های آن، توجه مسئولان امر را به ایجاد کارخانه‌های تولیدی و جلب سرمایه در صنایع پتروشیمی معطوف داشته است.

ایران، این صنعت در سال ۱۳۴۲ با بهره‌برداری از کارخانه کود شیمیایی پارس آغاز شد و ایجاد و گسترش مجتمع‌های تولیدی در چند دهه گذشته در انتقال فناوری و اعتلای اقتصاد ملی، نقش بسزایی داشته است.

پدیده‌ی است اداری این صنعت عظیمی، به نیروی انسانی قابل توجهی که در سطوح مختلف تحصیلی، از تخصص و تجربه لازم برخوردار باشند، نیازمند است تا بتوانند با «تفکر»، «توکل»، «تجربا»؛ به «آفرینش» در جهت «بالندگی» این صنعت؛ گام‌های مؤثری بردارند.

لازم آنجا که استفاده از کتاب‌های علمی-کارشناسی پشت گرفته از تخصص و تجربه‌های علمی و عملی، در آموزش نیروی انسانی اهمیت خاصی دارد؛ شرکت ملی صنایع پتروشیمی از کارکنان و افراد خارج از این صنعت، دعوت می‌کند تا با استفاده از امکانات و تسهیلاتی که در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد؛ به تألیف و ترجمه کتابهای مفید و مورد نیاز کارکنان این صنعت، بپردازند.

امید است این اقدام فرهنگی؛ در نشر دانش، مؤثر باشد.

شرکت ملی صنایع پتروشیمی

فهرست

۱	فصل اول: فناوری‌های اکسایش ازون - اشعه فرابنفش - پراکسید هیدروژن
۱	۱-۱- پیشگفتار
۳	۱-۲- تاریخچه و اصول فرایندهای ازون - اشعه فرابنفش - پراکسید هیدروژن
۳	۱-۲-۱- توصیف کلی
۷	۱-۲-۲- ازون‌دهی
۸	۱-۲-۲-۱- مقدمه و اصول
۱۳	۱-۲-۲-۲- سینتیک ازون‌دهی
۱۶	۱-۲-۳- محلال‌پذیری ازون، ثابت‌های سرعت و ضریب انتقال جرم
۱۹	۱-۲-۳-۱- سینتیک
۱۹	۱-۲-۳-۲- اکسایش پراکسید هیدروژن
۲۱	۱-۲-۴- تابش‌دهی فرابنفش
۲۱	۱-۲-۴-۱- مقدمه و اصول
۲۶	۱-۲-۴-۲- سینتیک‌های نورافشایی
۳۱	۱-۲-۵- اکسایش‌های تلفیقی ازون - پراکسید هیدروژن، فرابنفش - پراکسید هیدروژن، ازون - فرابنفش
۳۱	۱-۲-۵-۱- مقدمه و اصول
۳۶	۱-۲-۵-۲- سینتیک‌های شیمیایی
۴۰	۱-۲-۵-۳- مدل‌های سینتیک
۴۱	۱-۳-۱- جزئیات فرایندهای تصفیه‌ای ازون - فرابنفش - پراکسید هیدروژن
۴۱	۱-۳-۱-۱- فرایندهای بر پایه ازون
۴۳	۱-۳-۱-۲- فرایندهای بر اساس تابش‌دهی فرابنفش
۴۴	۱-۳-۱-۳- تجزیه آلاینده‌ها
۴۴	۱-۴-۱- طراحی آزمایش‌ها در مقیاس آزمایشگاهی
۴۵	۱-۴-۲- مثال‌هایی از مطالعات آزمایشگاهی
۴۵	۱-۴-۲-۱- فنل‌ها
۵۲	۱-۴-۲-۲- آترازین
۵۴	۱-۴-۲-۳- ترکیبات آلی فرار کلردار
۵۷	۱-۴-۲-۴- دی‌اکسان
۵۸	۱-۴-۲-۵- عمل برمات و مواد آلی طبیعی
۶۳	۱-۴-۲-۶- تصفیه پساب

۶۴	۵-۱- مطالعات ارتقای مقیاس و کاربردهای زیست محیطی
۶۶	۱-۵-۱- طراحی آزمایش‌ها (مطالعات ارتقای مقیاس)
۶۸	۲-۵-۱- نمونه‌های کاربردی واقعی
۶۸	۱-۲-۵-۱- هیدروکربن‌های آروماتیک
۶۹	۲-۲-۵-۱- ترکیبات آترزین و S-تریازین
۷۰	۳-۲-۵-۱- ترکیبات آلی فرار
۷۲	۴-۲-۵-۱- یون برمات
۷۲	۱-۱-۲-۲-۲-۱- جنبه‌های اقتصادی
۷۳	۷-۱- نتیجه‌گیری
۷۴	۸-۱- فهرست علام و اختصارات
۷۷	مراجع
۹۱	فصل دوم: تجربه و روش‌های الایندی در آب و هوا؛ مفاهیم اساسی و کاربردها
۹۱	۱-۲- پیشگفتار
۹۲	۲-۲- پیش‌زمینه و اصول این روش
۹۲	۱-۲-۲- توصیف کلی
۹۲	۲-۱-۲-۲-۱- نقش تحریک فوتو-الکترون و جذب سطحی
۹۶	۲-۱-۲-۲-۲- خصوصیات فوتوکاتالیسی و اکسیداسیون
۹۸	۳-۱-۲-۲- سینتیک واکنش‌ها و اطلاعات در مورد سازوکار واکنش‌ها
۹۹	۴-۱-۲-۲- مزایا و معایب کلی تصفیه فوتوکاتالیسی با TiO_2
۱۰۰	۲-۲-۲-۲- جزئیات عملیاتی روش
۱۰۰	۱-۲-۲-۲-۲- نقش اکسیژن و اثرات پراکسید هیدروژن
۱۰۲	۲-۲-۲-۲-۲- خواص تأثیر گذار بر فعالیت فوتوکاتالیسی TiO_2
۱۰۶	۳-۲-۲-۲- بهسازی‌های TiO_2
۱۰۸	۴-۲-۲-۲- تثبیت TiO_2 : مواد پایه و روش‌های نشانند
۱۰۹	۳-۲- تجزیه آلاینده‌ها
۱۱۰	۱-۳-۲- طراحی آزمایش‌ها در مقیاس آزمایشگاهی
۱۱۰	۲-۳-۲- مثال‌ها
۱۱۰	۱-۲-۳-۲- سازوکارها
۱۱۶	۲-۲-۳-۲- محصولات
۱۱۹	۳-۲-۳-۲- مزاحمت‌ها
۱۲۱	۴-۲-۳-۲- پس‌تصفیه

۱۲۲	۴-۲- مطالعات در ارتقای مقیاس و کاربردهای صنعتی و زیست محیطی
۱۲۲	۴-۲-۱- پودر TiO_2 در مقابل TiO_2 پایه دار شده
۱۲۳	۴-۲-۲- مثال هایی از واکنشگاه ها و نتایج فوتوکاتالیستی
۱۲۴	۴-۲-۱- تصفیه آب
۱۲۷	۴-۲-۲- تصفیه هوا
۱۳۰	۵-۲- نتیجه گیری
۱۳۲	مراجع
۱۴۳	فصل دوم: فناوری اکسایش آب فوق بحرانی
۱۴۳	۳-۱- پیشگفتار
۱۴۶	۳-۲- تاریخچه و اصول اکسایش آب فوق بحرانی
۱۴۶	۳-۱-۲- کلیات
۱۴۷	۳-۲-۲- جزئیات اکسایش آب فوق بحرانی
۱۴۷	۳-۱-۲-۲-۳- خواص و مزایای اکسایش
۱۵۰	۳-۲-۲-۲-۳- جداسازی گازها
۱۵۵	۳-۳- تجزیه آلاینده ها
۱۵۵	۳-۱-۳- طراحی آزمایش ها در مقیاس آزمایشگاهی
۱۵۹	۳-۲-۳-۲- مثال ها
۱۵۹	۳-۱-۲-۳-۳- سازوکارها
۱۶۳	۳-۲-۳-۳- محصولات اکسایش آب فوق بحرانی
۱۶۸	۳-۲-۳-۳- مزاحمت ها
۱۶۸	۳-۲-۳-۳- پس تصفیه
۱۶۸	۴-۲- مطالعه ارتقای مقیاس و کاربردهای زیست محیطی- صنعتی
۱۶۸	۴-۲-۱- طراحی آزمایش ها
۱۶۹	۴-۲-۱-۳- انتخاب واکنشگاه
۱۷۲	۴-۲-۱-۳- روش عملکرد سامانه
۱۷۴	۴-۲-۲- مثال هایی از ارتقای مقیاس، کاربردهای زیست محیطی و کاربردهای صنعتی
۱۷۶	۴-۲-۱-۲- بازده
۱۷۹	۴-۲-۲-۲- محصولات
۱۸۰	۴-۲-۲-۳- مزاحمت ها
۱۸۳	۴-۲-۲-۳- پس تصفیه
۱۸۳	۴-۲-۲-۳- سایر نکات کاربردی و مزاحمت ها

۵-۳- نتیجه‌گیری

مراجع

فصل چهارم: فنتون و روش‌های فنتون بهسازی شده برای تجزیه آلاینده‌ها

۱-۴- پیشگفتار

۲-۴- سازوکار و سینتیک واکنشگر فنتون

۱-۲-۱ واکنش فنتون

۱-۲-۲ آلاینده‌ها

۳-۱-۴ واکنش هابر- وایس

۲-۴-۲-۱ واکنش‌ها با کوئوردیناسیون آهن

۵-۲-۴ فوتوفنتون

۶-۲-۴ یوربیل و دیگر گونه‌های چندظرفیتی آهن

۷-۲-۴ فلزات سنگین

۳-۴- واکنش‌های رادیکال پدید می‌آید با ترکیبات آلی

۱-۳-۴ سازوکارهای فنتون

۲-۳-۴ مثال‌هایی از سازوکارها

۳-۳-۴ سینتیک

۴-۳-۴ عوامل مهم دیگر

۴-۴- کاربردها

۱-۴-۴ نمونه کاربردهای درمحل

۲-۴-۴ کانی‌های آهن به عنوان کاتالیزور فنتون

۳-۴-۴ کی‌لیت کننده‌های آهن

۴-۴-۴ فوتوفنتون

۵-۴-۴ تجزیه زیستی و فنتون ادغام شده

۶-۴-۴ مثال‌هایی از کاربردهای درمحل

۵-۴- توسعه‌های جدید

۱-۵-۴ عوامل‌های کمپلکس کننده برای بهبود گزینش پذیری و کارایی فنتون

۲-۵-۴ تجزیه احیایی

مراجع

فصل پنجم: تجزیه سونوشیمیایی آلاینده‌ها

۱-۵- پیشگفتار

۲-۵- اصول فیزیکی و شیمیایی

۲۴۳	۵-۲-۱- دینامیک حباب و کاویتاسیون صوتی
۲۴۷	۵-۲-۲- شیمی کاویتاسیون برای مثالی از مجموعه فرایندها
۲۴۹	۵-۲-۳- اثر پارامترهای آزمایشی در مورد کاویتاسیون
۲۴۹	۵-۲-۳-۱- بسامد امواج فراصوت
۲۴۹	۵-۲-۳-۲- شدت موج صوتی
۲۵۰	۵-۲-۳-۳- طبیعت گاز زمینه
۲۵۰	۵-۲-۳-۴- دما
۲۵۰	۵-۳-۵- ماهیت حلال
۲۵۱	۵-۳-۶- شکل واکنشگاه و شرایط عملکردی
۲۵۱	۵-۳-۷- خصوصیات نمونه
۲۵۲	۵-۳-۳- تجویزات امواج فراصوت
۲۵۲	۵-۳-۱- خرابی اصول اولیه امواج فراصوت: سونوشیمی در ناحیه نزدیک به مگاهرتز
۲۵۷	۵-۳-۲- نقش بسندگی زوئتر امواج فراصوت در ارتقای مقیاس فرایندهای سونوشیمیایی
۲۵۸	۵-۳-۳- اثرات مخرب تبعی کاویتاسیون
۲۶۰	۵-۳-۴- جذب امواج فراصوت
۲۶۳	۵-۴- سونولیز آلاینده‌های محیط زیست
۲۶۳	۵-۴-۱- مواد شیمیایی آلی کلردار
۲۶۶	۵-۴-۲- ترکیبات آروماتیک
۲۶۸	۵-۴-۳- آفت‌کش‌ها
۲۶۹	۵-۴-۴- متیل ترشیوبوتیل اتر (MTBE)
۲۷۰	۵-۴-۵- عوامل فعال سطحی (سورفاکتانت‌ها)
۲۷۱	۵-۴-۶- رنگ‌دانه‌ها
۲۷۳	۵-۴-۷- فنون تلفیقی
۲۷۳	۵-۴-۱- سونولیز-ازون‌دهی
۲۷۵	۵-۴-۲- واکنش سونولیز-فنتون
۲۷۵	۵-۵- نتیجه‌گیری
۲۷۷	مراجع
۲۸۱	فصل ششم: روش‌های الکتروشیمیایی برای تخریب آلاینده‌های آلی در محیط آبی
۲۸۱	۶-۱- پیشگفتار

۲۸۴	۲-۶- احیای کاتدی
۲۸۶	۱-۲-۶- ترکیبات آلیفاتیک و آروماتیک
۲۹۱	۲-۲-۶- کلروفلورو کربنها
۲۹۶	۳-۶- اکسایش آندی
۲۹۶	۱-۳-۶- اصول اولیه
۳۰۳	۲-۳-۶- آروماتیکها
۳۰۹	۳-۳-۶- پارا بنزو کینون
۳۱۱	۴-۳-۶- ضایعات انسانی
۳۱۲	۵-۶- سایر آلاینده‌های آلی
۳۱۳	۴-۶- واسطه‌های دوکس
۳۱۴	۱-۶- واسطه‌های کاهشی
۳۱۶	۲-۴-۶- واسطه‌های اکسایش
۳۲۳	۵-۶- تولید آندی کسب کننده‌های قوی
۳۲۳	۱-۵-۶- واکنش‌های تولید الکتریکی برای کاربردهای خارج از محل
۳۲۵	۲-۵-۶- تخریب در محل با هیپوکلریت تولید شده به صورت الکتریکی
۳۲۶	۶-۶- تولید کاتدی پراکسید هیدروژن
۳۲۸	۱-۶-۶- اکسایش مواد آلی توسط تولید الکتریکی در محل پراکسید هیدروژن
۳۳۰	۲-۶-۶- تولید الکتریکی واکنشگر فنیل (EP)
۳۳۵	۳-۶-۶- کربن شیشه‌ای مشبک (RVC)
۳۳۷	۴-۶-۶- کاتد انتشاری اکسیژن (ODC)
۳۴۳	۵-۶-۶- فرایندهای مرتبط
۳۴۴	۷-۶- روش‌های جداسازی فاز
۳۴۷	۱-۷-۶- مواد نفتی
۳۴۸	۲-۷-۶- رنگ‌دانه‌ها
۳۴۹	۳-۷-۶- سایر آلاینده‌ها
۳۵۰	۸-۶- نتیجه‌گیری
۳۵۲	مراجع

۳۶۵	فصل هفتم: فرایند پرتو الکترونی برای تخریب رادیولیتیکی آلاینده‌ها
۳۶۵	۱-۷- پیشگفتار
۳۶۶	۲-۷- پیش زمینه‌ای از فناوری
۳۶۶	۱-۲-۷- تولید پرتو الکترونی
۳۶۷	۲-۲-۷- بازده فرایند

۳۶۸	۳-۲-۷- تشکیل گونه‌های واکنش‌پذیر
۳۷۱	۴-۲-۷- الکترون آبی (e^-_{aq})
۳۷۱	۵-۲-۷- اتم هیدروژن ($H^{\cdot}$)
۳۷۲	۶-۲-۷- رادیکال هیدروکسیل ($OH^{\cdot}$)
۳۷۳	۷-۲-۷- پراکسید هیدروژن (H_2O_2)
۳۷۴	۸-۲-۷- تعیین نرخ حذف جسم حل شده
۳۷۴	۹-۲-۷- تعیین غلظت اولیه گونه‌های واکنش‌پذیر
۳۷۴	۱۰-۲-۷- ثابت‌های سرعت برای واکنش با مواد حل شده
۳۷۷	۱۱-۲-۷- مقادیر G برای حذف مواد حل شده
۳۷۸	۳-۷- غریب آلاینده‌ها
۳۷۸	۳-۷- کروماتوگرافی ترکیبات مربوط
۳۸۱	۲-۳-۷- کروماتوگرافی (C_2HCl_3) و پرکلرو اتیلن (C_2Cl_4)
۳۸۵	۳-۳-۷- بنزن و بنزن‌های استخلاف‌دار
۳۸۷	۴-۳-۷- عامل‌های کم‌تسای
۳۸۸	۴-۷- رقابت ناشی از زداینده‌ها
۳۸۸	۱-۴-۷- pH
۳۸۸	۲-۴-۷- قلیائیت کربنات ابی کربن
۳۸۹	۳-۴-۷- اکسیژن
۳۹۰	۴-۴-۷- یون نیتрат
۳۹۰	۵-۴-۷- کربن آلی محلول
۳۹۱	۵-۷- مدل‌سازی سینتیکی
۳۹۲	۶-۷- آزمایش عملیاتی
۳۹۴	۱-۶-۷- مرکز تحقیقات پرتو الکترونی میامی
۳۹۹	۲-۶-۷- مرکز تحقیقات اتریش، تأسیسات سیپرس‌درف
۴۰۲	۷-۷- نتیجه‌گیری
۴۰۴	مرجع

فصل هشتم: احیای الکترون حلال پوشیده: جایگزین چند منظوره برای تصفیه مواد زاید

۴۰۹	۶-۸- پیشگفتار
۴۱۱	۲-۸- شیمی الکترون حلال پوشیده برای تصفیه زیست محیطی: پس‌زمینه و اصول
۴۱۱	۱-۲-۸- توصیف کلی
۴۱۳	۲-۲-۸- شرح مفصل روش

۴۱۷	۳-۸- تصفیه نمونه‌های زیست محیطی
۴۱۷	۳-۸-۱- آزمایش‌های Set TM در مقیاس آزمایشگاهی و در مقیاس تجاری
۴۲۱	۳-۸-۲- ارتقای مقیاس تصفیه مواد مغذی آلوده
۴۲۱	۳-۸-۱-۲- خاک‌ها و لجن‌های آلوده شده
۴۲۴	۳-۸-۲-۲- سطوح آلوده
۴۲۶	۳-۸-۳-۲- روغن‌ها
۴۲۶	۳-۸-۴-۲- PCBs/هگزاکلرو بنزن‌ها
۴۲۷	۳-۸-۵-۲- آفت‌کش‌ها
۴۲۸	۳-۸-۶-۲- کلرو فلورو کربن‌ها و هالون‌ها
۴۳۰	۳-۸-۷-۲- هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای
۴۳۰	۳-۸-۸-۲- مواد منفجره،
۴۳۲	۳-۸-۹-۲- جامدات جامد های جنگی شیمیایی
۴۳۳	۳-۸-۱۰-۲- ایدید صخلوط
۴۳۴	۳-۸-۱۱-۲- فلزات
۴۳۵	۳-۸-۱۲-۲- ترکیبات آلی
۴۳۶	۳-۸-۴- فناوری‌های رقیب
۴۳۸	۳-۸-۵- مزایای کاربردی احیای آلودگی حل شده
۴۴۰	مراجع
۴۴۳	فصل نهم: موانع نفوذپذیر واکنشگر ایجاد شده از آهن و دیگر فلزات صفر ظرفیتی
۴۴۳	۹-۱- پیشگفتار
۴۴۳	۹-۱-۱- تاریخچه
۴۴۴	۹-۱-۲- هدف
۴۴۵	۹-۱-۲-۱- موانع نفوذپذیر واکنشگر
۴۴۶	۹-۱-۲-۲- لایه فعال
۴۴۷	۹-۱-۳- منابع دیگری از اطلاعات کلی در مورد آهن فلزی و موانع پذیر واکنشگر
۴۴۸	۹-۲- فرایندهای حذف آلاینده
۴۴۸	۹-۱-۲- حذف از طریق "جداسازی"
۴۵۱	۹-۲-۲- حذف توسط "تبدیل"
۴۵۱	۹-۱-۲-۲- تبدیل‌های ترکیبات معدنی
۴۵۲	۹-۲-۲-۲- کلرزهایی

۴۵۵	۳-۲-۲-۹- احیای نیترو و آزو
۴۵۷	۴-۲-۲-۹- سایر تبدیلات
۴۵۸	۳-۹- لایه‌های فعال و خواص آن‌ها
۴۵۸	۱-۳-۹- آهن و فلزات تحلیل‌پذیر دیگر
۴۵۸	۱-۱-۳-۹- شیمی خوردگی
۴۶۰	۲-۱-۳-۹- انواع متعارف گرانول‌های آهن
۴۶۰	۲-۳-۲- ترکیبات دو فلزی
۴۶۱	۴-۹- فرایندهای ریزمقیاس
۴۶۳	۴-۹- واکنش در سطح
۴۶۳	۱-۱-۴-۹- مدل سینتیکی اصلی
۴۶۶	۲-۱-۴-۹- مدل‌های سینتیکی چند فرایندی
۴۶۹	۲-۴-۹- انتقال گرم به سطح
۴۷۱	۵-۹- فرایندهای بزرگ‌مقیاس
۴۷۲	۱-۵-۹- مناطق و شرایط شیمیایی
۴۷۴	۲-۵-۹- طراحی و تغییر متغیرهای نفوذپذیر واکنشگر متعارف
۴۷۴	۱-۲-۵-۹- محاسبات طراحی حالت پایا
۴۷۵	۲-۲-۵-۹- مدل‌سازی انتقال
۴۷۸	۳-۵-۹- فناوری‌های مختلف و تلفیق
۴۷۸	۱-۳-۵-۹- تلفیق با اثر طبیعی (اثر میکروبیولوژیکی)
۴۸۰	۲-۳-۵-۹- تغییرات و بهسازی‌های دیگر
۴۸۱	۶-۹- فهرست علائم
۴۸۳	مراجع

۵۰۳	فصل دهم: تصفیه آنزیمی آب‌ها و پساب‌ها
۵۰۳	۱-۱۰- پیشگفتار
۵۰۵	۲-۱۰- پیشینه و اصول فرایندهای آنزیمی
۵۰۵	۱-۲-۱۰- معرفی آنزیم‌ها
۵۰۹	۲-۲-۱۰- مزایا و محدودیت‌های کاربردهای آنزیمی برای تبدیل آلاینده‌ها
۵۱۱	۳-۱۰- کاربردهای بالقوه آنزیم‌ها
۵۱۲	۱-۳-۱۰- تصفیه آنزیمی برای بهبود کیفیت پساب
۵۱۴	۱-۱-۳-۱۰- آلاینده‌های آروماتیک
۵۲۲	۲-۱-۳-۱۰- آفت‌کش‌ها
۵۲۴	۳-۱-۳-۱۰- ضایعات سیانیدی

۵۲۵	۱۰-۳-۴- ضایعات جامد
۵۲۷	۱۰-۳-۲- تصفیه آنزیمی برای تولید مواد با ارزش
۵۲۹	۱۰-۳-۱- ضایعات فراوری مواد غذایی
۵۳۱	۱۰-۳-۲- ضایعات جامد
۵۳۳	۱۰-۴- موانع کاربرد در مقیاس صنعتی
۵۳۴	۱۰-۴-۱- هزینه و دسترس پذیری آنزیم
۵۳۵	۱۰-۴-۲- کارایی آنزیم تحت شرایط تصفیه ضایعات
۵۳۶	۱۰-۴-۲- سرانجام و نحوه دفع محصولات واکنش
۵۳۸	۵- مطالعه موردی: تصفیه آلاینده‌های آروماتیک با استفاده از آنزیم‌های پراکسیداز
۵۳۸	۱۰-۵-۱- پساب و آنزیم‌های قابل انتخاب
۵۴۲	۱۰-۵-۱- فعالیت و بایرداری آنزیم
۵۴۳	۱۰-۵-۳- بازوهای غیرفعال شدن
۵۴۷	۱۰-۵-۴- سینتیک طرائق واکنشگاه
۵۵۰	۱۰-۵-۵- ارزیابی محصولات واکنش
۵۵۳	۱۰-۵-۶- تصفیه پساب
۵۵۵	۱۰-۵-۷- دسترسی تجاری آنزیم
۵۵۸	۱۰-۶- نتیجه‌گیری
۵۵۹	مراجع
۵۶۷	واژه‌نامه

به نام خدا

پیشگفتار

در حال حاضر اهمیت تصفیه فاضلاب‌ها، تجزیه آلاینده‌ها و مواد زاید و در صورت امکان، بازیافت مواد با ارزش؛ بر کسی، پوشیده نیست. کتابی که پیش رو به دست شما می‌رسد، شامل بر ده روش نوین و برجسته تصفیه شیمیایی، اطلاعات بنیادی و اساسی از این روش‌ها، به شما با استناد به مراجع معتبر علمی و نمونه‌هایی از کارهای انجام شده این روش‌ها در مقیاس‌های مختلف است. با توجه به اهمیت و رشد روزافزون فرایند تصفیه در کشور عزیزمان ایران؛ وجود روش‌های نوین در زمینه تصفیه، در این کتاب؛ و نبود منابع ترجمه شده‌ای از این روش‌های نوین؛ ما را بر آن داشتیم تا اقدام به ترجمه این کتاب بی‌نظیر نموده تا هم گامی کوچک در زمینه تصفیه آلاینده‌ها و بازیافت مواد با ارزش، برداشته شود و هم یک منبع معتبر علمی، به صورت ترجمه شده، در اختیار قشر دانشجویان، اساتید و مهندسان قرار گیرد.

بهار ۱۳۹۲

با تشکر و دعای خیر

کیوان پوررضا

روغ منجری

تقدیر و تشکر

بر خود وظیفه می‌دانیم از پدران و مادران عزیزمان... این دو معلم بزرگوار که همواره بر کوتاهی و درستی ما، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت‌هایمان گذشته‌اند و در تمامی عرصه‌های زندگی، برای ما یار و یاور و یاور بدون چشمداشت بوده و هستند؛ از جناب آقای دکتر ناصر جمشیدی که زبانت را استاری ارزنده علمی را با سعه صدر تقبل فرموده‌اند؛ از جناب آقای فرج الله بیدختی که با حسن خلق، فروتنی و تلاش بسیار ارزنده؛ زحمت ویراستاری نگارشی و مفهومی علمی این کتاب و برابری با سرتیوتک تک‌واژه‌ها را با آخرین "دستور خط و شیوه نگارش مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی" بر عهده گرفته و آن را به صورت یک مجموعه آموزشی نگارشی فنی-مهندسی "رؤیای مهندسی" به نمایش گذاشتند؛ حقیقتاً، واقعاً، صمیمانه؛ تقدیر و سپاسگزاری می‌نماییم. هرچنان؛ خداوند مراتب سپاس و قدردانی خود را از سرکار خانم دکتر سیمین عیدی وندی، جناب آقای مهندس امین معاوی، جناب آقای مهندس اکبر تنگ‌تکابی که همکاری‌های لازم را در راستای فراهم آوردن کتاب می‌ذول داشته‌اند؛ به ویژه جناب آقای مهندس پیمان مهرمنجری که پیشنهاد ترجمه این کتاب را جانب ایشان بوده و رهنمودها و مشاوره‌های مثبت‌نگر خود را از ما دریغ ننمودند؛ اعلام نماییم.

باشد که این خردترین، بخشی از زحمات گران‌قدرشان را به پاس گوید ...