

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم بہ پیشگاہ مولای متقیان حضرت علی (ع)

فلزات سنگین، بر آبا

ترجمہ

مهندس رضا شریفیان عطار، دکتر سعید سعادت، دکتر سیدعلی مظہری

عنوان و نام پدیدآور : فلزات سنگین در آبها / [ویراستار سانجای کی شارما]؛ ترجمه رضا شریفیان عطار، سعید سعادت، سیدعلی مظهری.

مشخصات نشر : مشهد : مهر جالینوس، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری : ۱۶ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک : 978-600-8144-27-4

وضعیت فهرست نویسی : فیپا

یادداشت : عنوان اصلی: Heavy metals in water : presence, removal and safety.

موضوع : آب -- فلزهای سنگین

موضوع : Water -- Heavy metal content

شناسه افزوده : شارما، سانجای کی، ویراستار

شناسه افزوده : Sharma, Sanjay K

شناسه افزوده : شریفیان عطار، رضا، ۱۳۴۸ -

شناسه افزوده : سعادت، سعید، ۱۳۳۸ -

شناسه افزوده : مظهری، علی، ۱۳۵۷ -

رده بندی کنگره : GB۶۶۵ / ف۸ ۱۳۹۵

رده بندی دیویی : ۴ / ۵۵۰

شماره کتابشناسی ملی : ۵۲۹۰۲۶

تلفن: ۰۵۱۳۸۴۳۰۸۷۷
فکس: ۰۹۱۵۵۰۶۰۷۴۳
Web: mjbook.ir
Email: me@jalinos@gmail.com



انتشارات

مهر جالینوس

نام کتاب: فلزات سنگین در آبها

ترجمه: رضا شریفیان عطار، سعید سعادت، سید علی مظهری

طرح جلد: رضا شریفیان عطار

ناشر: مهر جالینوس

چاپ اول: ۱۳۹۵

چاپخانه: دقت

شمارگان: ۵۰۰

بها: ۲۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۱۴۴-۲۷-۴

کلیه حقوق این اثر برای مترجمین محفوظ است.

مقدمه:

از دیرباز تغییراتی که به مرور در سطح زمین و یا به نوعی طبیعت پاک و سالم زمین توسط انسان از طریق فعالیت‌های مختلف صنعتی و کشاورزی و غیره ایجاد گشته، جوامع مختلف را با مشکلات عمده‌ای در ارتباط با محیط زیست و آلودگی‌های آن مواجه ساخته است. از یک طرف استفاده بیش از حد از منابع طبیعی و از طرف دیگر مصرف گرایشی انسان‌ها و به دنبال آن تولید زباله‌های بسیار خانگی و شهری و غیره، محیط زیست را با مشکلات رو به رشدی مواجه ساخته که پیامد استفاده ناصحیح از منابع زمین و ایجاد تغییرات بی‌رویه و غیر اصولی در محیط‌های مختلف آب، خاک و هوا می‌باشد. همگام با بروز مشکلات زیست محیطی ایجاد تغییرات نامطلوب اکولوژیکی و بیولوژیکی در محیط‌ها و اکوسیستم‌های طبیعی، مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای نیز جهت رفع این پیامدهای زیان‌بار در کشورهای مختلف صورت گرفته است. این مطالعات به نوبه خود، رشته‌ها و گرایش‌های جدیدی را در علوم مختلف بازتاب داده است. به بررسی دقیق‌تر و تخصصی‌تر موضوع می‌پردازند. به موازات رشد کمی و کیفی دانشگاه‌ها، رشته‌های جدید، نیاز به منابع درسی و همچنین منابع کمکی بیشتر از پیش احساس می‌گردد. از طرفی محققان و بسیاری از موضوعات تخصصی، نیازمند برخورداری از منابع جدید و به روز دنیا است که ممکن است در اختیار همگان قرار نداشته باشد. کتاب حاضر که به بررسی فلزات سنگین در آب‌ها می‌پردازد در راستای تأمین همین هدف به رشته تحریر درآمده است. با توجه به اینکه عمده مشکلات زیست محیطی به بحث فلزات سنگین در محیط آب و خاک برمی‌گردد به همین خاطر در این کتاب به موضوع آب‌ها و در جای دیگر به موضوع فلزات سنگین در خاکها پرداخته خواهد شد. اگر چه تحقیقات در خصوص فلزات سنگین چه در مقالات پژوهشی و چه در کتابهای مختلف تخصصی به شکل‌های مختلف مطرح گردیده ولی این کتاب که از جدیدترین منابع علمی ترجمه شده است، به طور کلی موضوع فلزات سنگین در آب‌ها را مورد بحث قرار می‌دهد بطوری که می‌تواند به عنوان یک مرجع کامل و مفید برای کلیه دانشجویان، اساتید و محققین گرامی جامعه علمی کشور مورد استفاده قرار بگیرد.

این کتاب در طی ۱۶ فصل به بررسی جامع و تفصیلی موضوع می‌پردازد که به منظور درک بهتر خوانندگان محترم سعی شده از نگارش ساده و روان برخوردار باشد هرچند که متون تخصصی به نوبه خود قدری با سهولت و راحتی نگارش در تضاد هستند ولی به منظور استفاده راحت‌تر از کتاب، سعی شده که کلیه واژه‌های تخصصی که گاهی در معادل‌یابی مناسب برای آنها در زبان فارسی با مشکلاتی

مواجه می‌شویم، با معادل‌های صحیح و مورد تأیید جایگزین گردد و معادل انگلیسی آنها نیز به صورت پاورقی آورده شود تا خوانندگانی که تمایل به تحقیق و مطالعه بیشتر در همان موضوع را دارند، بتوانند در جستجوی خود از آنها استفاده کنند. کتاب حاضر می‌تواند به عنوان یک منبع مناسب و کامل مورد استفاده دانشجویان رشته‌های کارشناسی ارشد و دکتری در گرایش‌های مختلف محیط زیست و زمین‌شناسی زیست محیطی قرار بگیرد. همچنین می‌تواند برای محققین و پژوهشگران محترم در علوم مرتبط با آلودگی آب، هیدروژئوشیمی و غیره مفید واقع شود.

بدیهی است که در نگارش کتاب همواره مشکلاتی ناخودآگاه به وجود می‌آید که کتاب حاضر از این قضیه، مبرا نیست. با این وجود تلاش بر این بوده که تا حد امکان اشتباهات نگارشی یا تایپی وجود نداشته باشد. محور اصلی محتوای این کتاب برگرفته از کتاب فلزات سنگین در آبها

[Sharma, S. K. (2014). *Heavy Metals in Water: Presence, Removal and Safety*. Royal Society of Chemistry.]

می‌باشد که از جدیدترین منابع نوشته شده در این زمینه است. در این کتاب نیز همچون سایر پژوهش‌های علمی، از زمان و مکان و کجای بی‌دریغ افرادی بهره‌مند بوده‌ایم که ضروری است که قدردانی و سپاسگزاری صمیمانه از آنها داشته باشیم. در این بین تشکر ویژه‌ای باید داشته باشیم از جناب آقایان مهندس محمد رضا اردکانی فرد و آسان اردکانی فرد، که در همه مراحل همراه و کمک‌کار ما بوده‌اند. برای این عزیزان آرزوی توفیق روزافزون در مسیر رشد و پیشرفت حقیقی در علم و دانش را داریم و امیدواریم که خداوند مهربان آنان را به اهداف عالی زندگی رهنمون گردد.

مترجمان

فهرست مطالب

۱	فصل ۱: آلودگی فلزات سنگین در محیط‌های آبی (انتقال، سمیت و تکنولوژی‌های پاکسازی)
۱	۱-۱. مقدمه
۱	۲-۱. منابع فلزات سنگین
۴	۳-۱. خطرات برای محیط‌زیست و سلامت
۸	۴-۱. فناوری‌های پاکسازی
۹	۱-۴-۱. فیلتراسیون غشایی
۱۰	۲-۴-۱. گیاه‌پالایی
۱۳	۳-۴-۱. کاتالیز C و کاتالیز ناهمگن
۱۳	۴-۴-۱. فتوکاتالیست‌ها
۱۴	۵-۴-۱. انعقاد الکتریکی
۱۵	۶-۴-۱. هیدروکسیدهای لایه‌ای دوتایی رس
۱۷	۷-۴-۱. زیست‌توده و جذب زیستی فلزات سنگین
۲۰	۸-۴-۱. نانوذرات مغناطیسی به عنوان نانوحاذب
۲۱	۹-۴-۱. حذف آهن و منگنز از آب
۲۱	۱-۹-۴-۱. تبادل یون
۲۲	۲-۹-۴-۱. کربن‌های فعال‌شده
۲۳	۳-۹-۴-۱. سایر روش‌های پاکسازی
۲۳	۵-۱. نتیجه‌گیری
۲۴	منابع
۲۹	فصل ۲: فرایندهای فتوکاتالیتی برای حذف یون‌های فلزی سمی
۲۹	۱-۲. مقدمه
۳۱	۲-۲. فرایندهای پیشرفته اکسایش برای حذف فلز سنگین
۳۴	۳-۲. اصول پایه فتوکاتالیز ناهمگن
۳۴	۴-۲. مکانیسم واکنش‌های فتوکاتالیتی
۳۶	۵-۲. ترمودینامیک‌های فتوحایای یون‌های فلزی مختلف
۳۷	۶-۲. وابستگی کینتیک‌های فتوحایاء در پارامترهای مختلف

۳۸	۲-۶-۱. اثر غلظت یون فلزی اولیه
۳۸	۲-۶-۲. اثر جرم فتوکاتالیست
۳۹	۲-۶-۳. اثر حذف کننده حفره الکترونی
۳۹	۲-۶-۴. اثر شدت نور
۳۹	۲-۷. چالش‌های اخیر در فرایند فتوکاتالیتی
۳۹	۲-۷-۱. پیشرفت رآکتور نوری
۴۱	۲-۷-۲. توسعه فتوکاتالیست
۴۲	۲-۸. استفاده از فتوکاتالیز برای حذف فلزات سنگین
۴۲	۲-۸-۱. فلز گر ۶۰ (کروم)
۴۳	۲-۸-۲. فلزهای گروه ۱۰ (نیکل و پلاتین)
۴۴	۲-۸-۳. فلزات گر ۱۲ (ر، کادمیم و جیوه)
۴۶	۲-۸-۴. شبه فلز گروه ۱۰ (آسیک)
۴۸	۲-۹. نتیجه‌گیری
۴۸	منابع

۵۱	فصل ۳: حذف فلزات حل شده به وسیله پدسازی زیستی
۵۱	۳-۱. فلزات سنگین در فاضلاب‌ها
۵۲	۳-۲. محدوده‌های تنظیمی فلزات سنگین
۵۲	۳-۳. تیمارهای فیزیکوشیمیایی فلزات سنگین
۵۳	۳-۳-۱. تبادل یون
۵۴	۳-۳-۲. رسوب گذاری شیمیایی
۵۴	۳-۳-۳. رسوب گذاری الکتروشیمیایی
۵۵	۳-۳-۴. انعقاد - لخته سازی
۵۵	۳-۳-۵. فیلتراسیون غشایی
۵۶	۳-۳-۶. جذب سطحی
۵۷	۳-۴. جدایش زیست‌مبنا برای حذف فلزات سنگین
۶۰	۳-۵. استفاده از انواع ایزوله شده و راندمان آنها
۶۱	۳-۶. استفاده از میکروارگانیزم‌هایی که به طور ژنتیکی اصلاح شده‌اند
۶۲	۳-۷. نتیجه‌گیری
۶۳	منابع

۶۶	فصل ۴: نانوذرات عامل‌دار شده مغناطیسی برای حذف فلزات سنگین از محلول‌های آبی
۶۶	۴-۱. مقدمه
۶۷	۴-۲. منابع فلزات سنگین در محیط زیست
۷۱	۴-۳. سمیت برای سلامت انسان‌ها و اکوسیستم‌ها
۷۴	۴-۴. نانوذرات مغناطیسی
۷۵	۴-۵. سنتز نانوذرات مغناطیسی
۷۶	۴-۵-۱. هم‌رسوب
۷۹	۴-۵-۲. سنتزها، هیدروترمال
۸۰	۴-۵-۳. میکرواُپلک‌ها
۸۰	۴-۵-۴. تجزیه رادری
۸۰	۴-۶. نانوذرات مغناطیسی در تصفیه فاضلاب
۸۱	۴-۶-۱. نانوذرات مغناطیسی به عنوان نانوجاذب‌هایی برای فلزات سنگین
۸۶	۴-۷. مدل‌سازی جذب سطحی: سینتیک و مدل‌های ایزوترمی
۸۶	۴-۷-۱. مطالعات سینتیکی درباره جذب سطحی فلزات سنگین
۸۶	۴-۷-۱-۱. مدل سینتیکی مرتبه شبه‌اول
۸۷	۴-۷-۱-۲. مدل سینتیکی مرتبه شبه دوم
۸۷	۴-۷-۱-۳. مدل سینتیکی وبر-موریس
۸۸	۴-۷-۲. مدل‌سازی ایزوترم تعادلی
۸۸	۴-۷-۲-۱. ایزوترم فروندلیش
۹۰	۴-۷-۲-۲. ایزوترم لانگمویر
۹۰	۴-۷-۲-۳. ایزوترم‌های دوبارامتری دیگر
۹۱	۴-۸. آنالیز ترمودینامیکی
۹۱	۴-۹. بازیابی فلزها و بازتولید نانوذرات مغناطیسی
۹۱	۴-۱۰. نتیجه‌گیری
۹۳	منابع

۹۷	فصل ۵: آغشتگی به آرسنیک: یک مرور کلی
۹۷	۵-۱. مقدمه
۹۸	۵-۲. ویژگی‌های شیمیایی

- ۱۰۴ ۳-۵. توزیع آرسنیک در محیط زیست
- ۱۰۵ ۱-۳-۵. منابع طبیعی
- ۱۰۶ ۲-۳-۵. منابع آنتروپوژنیک
- ۱۰۸ ۳-۳-۵. آرسنیک در آب، هوا و خاک
- ۱۱۱ ۴-۳-۵. آرسنیک در گیاهان و زیگان
- ۱۱۴ ۵-۳-۵. آرسنیک در غذاها و داروها
- ۱۱۸ ۶-۳-۵. متابولیسم‌ها و سمیت آرسنیک
- ۱۲۰ ۷-۳-۵. آلودگی آبهای زیرزمینی به آرسنیک
- ۱۲۰ ۴-۵. حذف آرسنیک از آب و فاضلاب
- ۱۲۳ ۱-۴-۵. انعقاد و لخته‌سازی
- ۱۲۳ ۱-۱-۴-۵. توصیف فرایند
- ۱۲۳ ۲-۱-۴-۵. مکانیسم‌های حذف
- ۱۲۳ ۳-۱-۴-۵. فاکتورهای مؤثر بر راندمان
- ۱۲۵ ۴-۱-۴-۵. مزایا و معایب
- ۱۲۶ ۲-۴-۵. جذب سطحی
- ۱۲۶ ۱-۲-۴-۵. توصیف فرایند
- ۱۲۷ ۲-۲-۴-۵. مکانیسم‌های حذف
- ۱۲۷ ۳-۲-۴-۵. فاکتورهای مؤثر بر راندمان
- ۱۲۹ ۴-۲-۴-۵. مزایا و معایب
- ۱۳۰ ۳-۴-۵. فیلتراسیون غشایی
- ۱۳۰ ۱-۳-۴-۵. توصیف فرایند
- ۱۳۱ ۲-۳-۴-۵. مکانیسم‌های حذف
- ۱۳۱ ۳-۳-۴-۵. فاکتورهای مؤثر بر راندمان
- ۱۳۲ ۴-۳-۴-۵. مزایا و معایب
- ۱۳۲ ۴-۴-۵. تالاب‌های مصنوعی
- ۱۳۲ ۱-۴-۴-۵. توصیف فرایند
- ۱۳۳ ۲-۴-۴-۵. مکانیسم‌های حذف
- ۱۳۳ ۳-۴-۴-۵. فاکتورهای مؤثر بر راندمان
- ۱۳۴ ۴-۴-۴-۵. مزایا و معایب

۱۳۵	۵-۴-۵. تکنولوژی‌های پیشرفته و یکپارچه
۱۳۴	۵-۴-۵. ۱. انعقاد الکتریکی
۱۳۵	۵-۴-۵. ۲. اکسایش فتوشیمیایی و فتوکاتالیتی
۱۳۵	۵-۴-۵. ۳. فرایندهای ترکیبی
۱۳۶	۵-۵. نتیجه‌گیری
۱۳۷	منابع
۱۳۹	فصل ۶: حذف آهن و منگنز از آب، شیمی و ملاحظات مهندسی
۱۳۹	۶-۱. مقدمه
۱۴۲	۶-۲. شیمی اسانس و حذف آهن و منگنز
۱۴۲	۶-۲-۱. تولید و حذف آهن و منگنز در آب‌های طبیعی
۱۴۳	۶-۲-۲. شیمی اکسایش و حذف آهن
۱۴۶	۶-۲-۳. شیمی اکسایش و حذف منگنز
۱۴۹	۶-۳. ملاحظات مهندسی برای اکسایش و حذف آهن و منگنز
۱۵۱	۶-۳-۱. آنالیز کیفیت آب منبع
۱۵۲	۶-۳-۲. ملاحظات فرایند تصفیه
۱۵۲	۶-۳-۱. ۱. تصفیه آب زیرزمینی
۱۵۵	۶-۳-۲. ۲. تصفیه آب سطحی
۱۵۹	۶-۴. نتیجه‌گیری
۱۶۰	منابع
۱۶۲	فصل ۷: آلودگی منابع آب به فلزات سنگین در چین
۱۶۲	۷-۱. مقدمه
۱۶۳	۷-۲. فلزات سنگین در آب: تعریف‌ها و آثار بهداشتی آنها
۱۶۳	۷-۲-۱. بحث مختصر درباره تعاریف فلز سنگین
۱۶۴	۷-۲-۲. سرنوشت فلزات سنگین در آب
۱۶۵	۷-۲-۳. ویژگی‌های سم‌شناختی فلزات سنگینی که ارتباط زیاد با سلامت عمومی دارند
۱۶۶	۷-۲-۳-۱. کروم
۱۶۷	۷-۲-۳-۲. آرسنیک
۱۶۸	۷-۲-۳-۳. کادمیم

۱۶۸	۴-۳-۲-۷. سرب
۱۶۹	۵-۳-۲-۷. جیوه
۱۷۱	۳-۷. فلزات سنگین در منابع آب چین - پشت‌زمینه
۱۷۱	۱-۳-۷. توسعه‌های صنعتی اخیر چین و فلزات سنگین در آب
۱۷۲	۲-۳-۷. استانداردهای فعلی کیفیت آب و روندهای اخیر
۱۷۶	۳-۳-۷. استانداردهای فعلی تخلیه برای فلزات سنگین موجود در فاضلاب
۱۷۷	۴-۳-۷. منابع فلزات سنگین در منابع آب چین
۱۸۰	۴-۷. آلودگی‌های اخیر منابع آب چین به فلزات سنگین
۱۸۰	۱-۴-۷. آلودگی فاضلاب‌های معدنکاری، ذوب و صنایع دیگر
۱۸۴	۲-۴-۷. آلودگی آبیاری فاضلابی بر منابع آب چین
۱۸۴	۳-۴-۷. آلودگی در هوا و منابع آب آشامیدنی یکن به فلزات سنگین
۱۸۵	۴-۴-۷. ارزیابی خطر انسانی از فلزات سنگین موجود در منابع آب آشامیدنی چین
۱۸۷	۵-۴-۷. آغستگی رسوبات رودها و دریاها به فلزات سنگین
۱۸۸	۵-۷. نتیجه‌گیری
۱۹۰	منابع

۱۹۴	فصل ۸: توزیع فلزات سنگین در نمونه‌های آب سطحی دریاچه تایهو در چین
۱۹۴	۱-۸. مقدمه
۱۹۵	۲-۸. روش‌ها
۱۹۵	۱-۲-۸. جمع‌آوری نمونه‌ها
۱۹۷	۲-۲-۸. فراوری نمونه‌ها و فرایند آنالیز
۱۹۷	۳-۸. نتایج
۱۹۷	۱-۳-۸. کروم (Cr)
۱۹۷	۲-۳-۸. سرب (Pb)
۱۹۷	۳-۳-۸. کادمیم (Cd)
۱۹۸	۴-۳-۸. روی (Zn)
۲۰۰	۵-۳-۸. مس (Cu)
۲۰۱	۶-۳-۸. آرسنیک (As)
۲۰۲	۷-۳-۸. کبالت (Co)

۲۰۲	۸-۳-۸. نیکل (Ni)
۲۰۲	۸-۳-۹. قلع (Sn)
۲۰۲	۸-۳-۱۰. منگنز (Mn)
۲۰۲	۸-۴. نتیجه گیری
۲۰۴	منابع

۲۰۵	فصل ۹: استفاده از نانوتکنولوژی در مورد فلزات سنگین موجود در آب
۲۰۵	۹-۱. مقدمه
۲۰۶	۹-۲. نانورس ها
۲۰۷	۹-۲-۱. نانوکا: سینت
۲۰۸	۹-۲-۲. نانومونت موریات
۲۰۸	۹-۲-۳. هیدروکسیدهای فلزات سنگین
۲۰۹	۹-۳. اکسیدهای فلزی نانو
۲۱۰	۹-۳-۱. اکسیدهای نانوی تیتانیوم
۲۱۲	۹-۳-۲. اکسیدهای فریک نانو
۲۱۳	۹-۳-۳. اکسیدهای نانوی آلومینیوم
۲۱۳	۹-۳-۴. اکسیدهای فلزی نانوی دیگر
۲۱۳	۹-۴. مواد کربنی نانوساختار
۲۱۴	۹-۴-۱. نانولوله های کربنی
۲۱۶	۹-۴-۲. گرافن
۲۱۷	۹-۴-۳. مواد کربنی نانوساختار دیگر
۲۱۸	۹-۵. تأثیرات بالقوه زیست محیطی منفی نانوتکنولوژی
۲۱۹	۹-۶. نتیجه گیری
۲۱۹	منابع

۲۲۳	فصل ۱۰: جاذب های سطحی اصلاح شده و جدید برای حذف فلزات سنگین از فاضلاب
۲۲۳	۱۰-۱. مقدمه
۲۲۴	۱۰-۲. فلزات سنگین در فاضلاب های صنعتی و بحث سمیت
۲۲۶	۱۰-۳. فرایندهای تصفیه ای برای حذف فلزات سنگین
۲۲۹	۱۰-۴. حذف فلزات سنگین با جذب سطحی

- ۲۳۲ ۱۰-۴-۱. جذب سطحی فلزات سنگین بر روی مواد طبیعی اصلاح شده
- ۲۳۲ ۱۰-۴-۲. جذب سطحی فلزات سنگین بر روی فراورده‌های جانبی صنعتی
- ۲۳۵ ۱۰-۴-۳. جذب سطحی فلزات سنگین بر روی پسماندهای کشاورزی و بیولوژیکی اصلاح شده
- ۲۳۹ ۱۰-۴-۴. جذب سطحی فلزات سنگین بر روی بیوپلیمرها و هیدروزل‌های اصلاح شده
- ۲۴۲ ۱۰-۵. مطالعات تعادل گروه
- ۲۴۳ ۱۰-۶. نتیجه‌گیری
- ۲۴۴ منابع

- ۲۴۷ فصل ۱۱: ریس‌های طبیعی / کانی‌های رسی و فرم‌های اصلاح شده آنها برای حذف فلزات سنگین
- ۲۴۷ ۱۱-۱. مقدمه
- ۲۵۲ ۱۱-۲. خواص سازنداری رسی و کانی‌های رسی به عنوان جاذب فلزات سنگین
- ۲۶۰ ۱۱-۳. تکنیک‌های اصلاح سطح رسی‌ها و کانی‌های رسی برای بهبود جذب فلزات سنگین
- ۲۶۲ ۱۱-۳-۱. فعال‌سازی حرارتی
- ۲۶۵ ۱۱-۳-۲. فعال‌سازی / سازمان‌دهی شیمیایی
- ۲۷۰ ۱۱-۳-۳. تکنیک‌های ستون‌سازی، پیرزدنی، میان‌گذاری
- ۲۷۹ ۱۱-۴. ارزیابی ایزوترم‌ها، سینتیک و ترمودینامیک جذب فلزات سنگین
- ۲۸۵ ۱۱-۵. نتیجه‌گیری
- ۲۸۶ منابع

- ۲۹۱ فصل ۱۲: فلزات سنگین در فاضلاب و لجن دباغ‌خانه‌ها
- ۲۹۱ ۱۲-۱. مقدمه
- ۲۹۳ ۱۲-۲. فلزات سنگین در پسماند و لجن دباغ‌خانه‌ها: گزینه‌ها برای تیمار
- ۲۹۳ ۱۲-۲-۱. مشخصات
- ۲۹۴ ۱۲-۲-۲. گزینه‌ها برای تیمار، حذف و بازیابی
- ۲۹۵ ۱۲-۲-۲-۱. فاضلاب
- ۲۹۵ ۱۲-۲-۲-۲. گزینه‌ها برای تیمار: حذف و بازیابی
- ۲۹۷ ۱۲-۲-۲-۲. لجن
- ۲۹۹ ۱۲-۳. نگرانی‌های زیست محیطی
- ۲۹۹ ۱۲-۳-۱. راه‌های در معرض قرارگیری و آثار بهداشتی
- ۳۰۰ ۱۲-۳-۲. سمیت گیاهی

۳۰۲	۴-۱۲. چالش‌های آینده
۳۰۲	منابع
۳۰۴	فصل ۱۳: فلوتورید در انواع مختلف سیستم‌های آبی و همبستگی آنها با فلزها و شبه‌فلزها
۳۰۴	۱-۱۳. فلزات سنگین و شبه‌فلزها در محیط زیست
۳۰۴	۱-۱-۱۳. منابع طبیعی
۳۰۶	۲-۱-۱۳. منابع آنتروپوژنیک فلوتوریدها
۳۰۸	۳-۱-۱۳. محتوا، فلوتورید در نمونه‌های زیست‌محیطی
۳۰۹	۴-۱-۱۳. آثار بهداشت فلوتوریدها
۳۰۹	۱-۴-۱-۱۳. آثار بهداشتی بر انسان‌ها
۳۱۱	۲-۴-۱-۱۳. آثار بهداشتی بر جانوران و گیاهان
۳۱۳	۲-۱۳. ارتباط بین فلوتورید و فلزات شبه‌فلزها
۳۱۳	۱-۲-۱۳. نقش پارامترهای فیزیوشیمیایی در فلزها
۳۱۷	۲-۲-۱۳. همبستگی فلوتورید و آرسنیک
۳۲۰	۳-۱۳. تکنیک‌های حذف فلوتورید
۳۲۰	۱-۳-۱۳. روش‌های غشایی
۳۲۰	۲-۳-۱۳. روش‌های جذب سطحی
۳۲۱	۴-۱۳. نتیجه‌گیری
۳۲۴	منابع
۳۲۷	فصل ۱۴: استفاده از پسماندهای صنعتی و کشاورزی در حذف فلزات سنگین
۳۲۷	۱-۱۴. مقدمه
۳۲۹	۲-۱۴. مکانیسم‌های جذب
۳۲۹	۱-۲-۱۴. جاذب‌های زیست‌توده‌ای
۳۲۹	۲-۲-۱۴. جاذب‌های غیرآلی
۳۳۰	۳-۱۴. مدل‌های جذب سطحی
۳۳۱	۴-۱۴. روش‌های اصلاح
۳۳۱	۱-۴-۱۴. فیزیکی
۳۳۳	۲-۴-۱۴. شیمیایی
۳۳۵	۵-۱۴. مطالعات مربوط به جذب

۳۳۷	۱-۵-۱۴. تفاوت‌های بین مواد در نرخ جذب سطحی یک فلز
۳۳۸	۲-۵-۱۴. تأثیر pH بر جذب سطحی
۳۳۹	۳-۵-۱۴. مواد خام و اصلاح شده
۳۴۰	۴-۵-۱۴. تأثیر دما بر جذب سطحی
۳۴۰	۶-۱۴. نتیجه‌گیری
۳۴۱	منابع
۳۴۳	فصل ۱۵: جذب زیستی فلزها- از مبانی تا تولید کاتالیست‌های ارزشمند
۳۴۳	۱-۱۵. مقدمه
۳۴۳	۲-۱۵. فلزاتی که مایه نگرانی زیست محیطی‌اند
۳۴۵	۱-۲-۱۵. آستنیک
۳۴۵	۲-۲-۱۵. کادمیوم
۳۴۶	۳-۲-۱۵. کروم
۳۴۷	۴-۲-۱۵. مس
۳۴۸	۵-۲-۱۵. جیوه
۳۴۹	۶-۲-۱۵. سرب
۳۵۰	۷-۲-۱۵. نیکل
۳۵۱	۸-۲-۱۵. روی
۳۵۲	۳-۱۵. مکانیسم‌های جذب زیستی: جنبه‌های فیزیکی و بیوشیمیایی
۳۵۲	۱-۳-۱۵. هضم
۳۵۳	۲-۳-۱۵. جذب سطحی
۳۵۳	۱-۲-۳-۱۵. جذب سطحی فیزیکی
۳۵۴	۲-۲-۳-۱۵. کمپلکس‌سازی
۳۵۴	۳-۲-۳-۱۵. رسوب
۳۵۵	۴-۲-۳-۱۵. کوردیناسیون
۳۵۵	۵-۲-۳-۱۵. احیا
۳۵۷	۶-۲-۳-۱۵. تبادل یون
۳۵۷	۳-۳-۱۵. تجزیه زیستی
۳۵۸	۴-۱۵. فاکتورهای مؤثر بر جذب زیستی
۳۵۸	۱-۴-۱۵. pH محلول

۳۵۹	۱۵-۴-۲. دمای کلی
۳۵۹	۱۵-۴-۳. مدت تماس
۳۵۹	۱۵-۴-۴. یون‌های رقیب در محلول
۳۶۰	۱۵-۴-۵. غلظت اولیه یون‌های فلزی و زیست‌توده
۳۶۰	۱۵-۴-۶. سن سلول
۳۶۱	۱۵-۵. چشم‌اندازهای جدید
۳۶۱	۱۵-۶. نتیجه‌گیری
۳۶۲	منابع
۳۶۵	فصل ۱۶: کروم در صلاب دباغ‌خانه‌ها
۳۶۵	۱۶-۱. مقدمه
۳۶۶	۱۶-۲. فرم‌های کروم در طبیعت
۳۶۸	۱۶-۲-۱. کروم در محیط زیست
۳۷۰	۱۶-۲-۲. کروم در آب
۳۷۲	۱۶-۳. فراوری چرم
۳۷۶	۱۶-۳-۱. دباغی با نمک‌های کروم
۳۸۰	۱۶-۴. عملیات یکپارچه در تیمار پساب دباغ‌خانه‌ها
۳۸۱	۱۶-۴-۱. تیمار مقدماتی
۳۸۳	۱۶-۴-۲. تیمار اول
۳۸۳	۱۶-۴-۳. تیمار دوم
۳۸۴	۱۶-۴-۴. تیمار سوم یا پیشرفته
۳۸۴	۱۶-۴-۵. تیمار لجن
۳۸۵	۱۶-۴-۶. استفاده مجدد از فاضلاب
۳۸۷	۱۶-۴-۷. بازیابی کروم به وسیله رسوب‌گذاری شیمیایی برای دباغی
۳۹۱	۱۶-۴-۸. انعقاد الکتریکی کروم
۳۹۴	۱۶-۴-۹. تکنیک‌های تیماری دیگر برای بازیابی کروم
۳۹۶	۱۶-۵. نتیجه‌گیری
۳۹۷	منابع