

۱۳۷۴۹۸۰

بسم الله الرحمن الرحيم

طراحی سیستم تصفیه

# آلاینده های فلزی

با ثانویه مواد

نویسندگان:

مهندس امان اله تک زاده

مهندس مجتبی مجرد

مهندس محمد عبدالله پور

پاییز ۱۳۹۴

|                     |   |                                                                                                             |
|---------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : | تک‌زاده، امان‌اله، ۱۳۶۷ -                                                                                   |
| عنوان و نام پدیدآور | : | طراحی سیستم تصفیه آلاینده‌های فلزی با نانو مواد / نویسندگان امان‌اله تک‌زاده، مجتبی مجرد، محمد عبدالله‌پور. |
| مشخصات نشر          | : | تهران: امان‌اله تک‌زاده، ۱۳۹۴.                                                                              |
| مشخصات ظاهری        | : | ۱۳۲ ص.: مصور، جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی).                                                         |
| شابک                | : | ۱۲۰۰۰ ریال: ۳-۳۶۶۴-۰۴-۶۰۰-۹۷۸                                                                               |
| وضعیت فهرست نویسی   | : | فیبا                                                                                                        |
| یادداشت             | : | کتابنامه: ص. ۱۱۹ - ۱۳۲.                                                                                     |
| موضوع               | : | آلاینده‌ها                                                                                                  |
| موضوع               | : | آب -- تصفیه                                                                                                 |
| موضوع               | : | یون‌های برومید                                                                                              |
| شناسه افزوده        | : | مجرد، مجتبی، ۱۳۶۵ -                                                                                         |
| شناسه افزوده        | : | عبدالله‌پور، محمد، ۱۳۶۷ -                                                                                   |
| رده بندی کنگره      | : | ۱۳۹۴ ۸ت ۱T / ۵۴۵QH                                                                                          |
| رده بندی دیویی      | : | ۵۲۲۲/۵۷۴                                                                                                    |
| شماره کتابشناسی ملی | : | ۴-۱۳۲۸۶                                                                                                     |

عنوان کتاب : طراحی سیستم تصفیه آلاینده های فلزی با نانو مواد

نویسندگان : امان اله تک‌زاده مجتبی مجرد ، محمد عبدالله پور

حروفچینی ، لیتوگرافی و صفحه‌آرایی : پردیس نبشته پارس

ناظر فنی، چاپ و طراحی جلد : پردیس نبشته پارس

ناشر : مولف

قطع : وزیری

تیراژ : ۱۰۰۰ نسخه

قیمت : ۱۲۰۰۰۰ ریال

نوبت چاپ اول : پاییز ۱۳۹۴

شابک : ۳-۳۶۶۴-۰۴-۶۰۰-۹۷۸

## پیشگفتار

آب به عنوان یک مولفه مهم محیط زیست و رکن توسعه پایدار، سلامت، رفاه، صلح و امنیت در جهان محبوب می گردد. کشور ایران در منطقه ای از دنیا قرار دارد که تحت تأثیر شرایط اقلیمی و زیست حیطی، منابع آبی آن روز به روز کاهش یافته و تأمین آب مورد نیاز صنعت، کشاورزی و حتی شهر مردم با مشکلات عدیده ای روبرو شده است. معادله بیلان آبی کشور حاکی از آن است که کشور در سال ۱۴۰۰ با توجه به افزایش جمعیت و میزان برداشت ها وارد تنش آبی خواهد شد. این در حالی است که با معضل جدی آلودگی منابع آب موجود، ناشی از فاضلاب های صنعتی، کشاورزی و بهداشتی روبرو هستیم.

به طوری که بررسی های صورت گرفته توسط کارشناسان وزارت نیرو نشان می دهد کمتر از ۲ میلیارد مترمکعب (حدود ۵ درصد) از فاضلاب های کشاورزی، صنعتی و بهداشتی کشور از مجموع حدود ۳۰-۴۰ میلیارد مترمکعب فاضلاب تهائی، در کشور جمع آوری و تصفیه می گردند. حال با توجه به بحران آب در کشور و به منظور حفاظت از محیط زیست و استفاده مجدد از فاضلاب در مصارف کشاورزی و صنعتی، ضرورت توجه به تصفیه خانه های فاضلاب انکارناپذیر است. این کتاب به دلیل نبود منابع فارسی در این زمینه با استفاده از جدیدترین منابع داخلی و خارجی نوشته شده است و حاصل یک کار پژوهشی است که بصورت کتاب منتشر شده است.

جمعی از مهندسین فاز ۱۵ و ۱۶ پالایشگاه گازی و پتروشیمی عسلویه

## مقدمه

امروزه آب نقش حیاتی را در زندگی انسانها، محیط زیست و پیشرفت جوامع بازی میکند و یکی از مشکلات اصلی، تضاد آب های شهری و پسابهای صنعتی است. فلزات سنگین از طریق نفوذ پساب صنعتی در آب آشامیدنی به انسان منتقل میشود. وجود فلزات سنگین در غلظت بیش از حد استاندارد در آب آشامیدنی باعث آلودگی ارض مختلف نظیر مسمومیت، عقب افتادگی ذهنی، نرمی استخوان، سنگ کلیه و انواع سرطانها میشود.

تاکنون روش های مختلف فیزیکی، شیمیایی و زیستی برای حذف فلزات سنگین مطرح شده و مورد استفاده قرار گرفته اند. جذب سطحی یکی از روش های کارآمد در جهت حذف فلزات سنگین از پساب می باشد که به دلیل راندمان بالای آن، شرایط عملیاتی آسان در سال های اخیر مورد توجه جدی قرار گرفته است. استفاده از نانو جاذب ها برای حذف فلزات سنگین یک روش مناسب و مقرون به صرفه می باشد. نانو جاذب ها دارای سطح ویژه بسیار بالا برای جذب انواع فلزات می باشند، همچنین ظرفیت جذب آنها نیز در مقایسه با جاذب های غیر نانو بیشتر می باشد، غیر سمی بودن و سازگاری با محیط زیست نیز از دیگر ویژگیهای این جاذب ها می باشد. این ویژگی ها نانو جاذب ها را از دیگر جاذب های عادی متمایز کرده و امکان استفاده از آنها را در صنعت هموارتر میکند. برای استفاده از نانو جاذبها در مقیاس صنعتی باید این جاذب ها را به صورت بسترهای ثابت و تثبیت شده مورد استفاده قرار داد.

در این پژوهش به طراحی یک سیستم فرآیند جذب سطحی با استفاده از نانو مواد در سامانه های پیوسته و ناپیوسته پرداخته شد. بدین منظور پس از مطالعه مقالات و سایر منابع در زمینه جذب سطحی، پارامترهای تاثیرگذار تعیین و با استفاده از روابط موجود سیستم مورد نظر طراحی شد و اثر پارامترهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل اول این پژوهش جهت آشنایی با فلزات سنگین، جاذب ها و روش های حذف فلزات سنگین و فرآیندهای

جذب سطحی توضیحاتی ارائه شده است. در فصل دوم به مرور مطالعات صورت گرفته قبلی و نانو ذرات پرداخته شده است. در فصل سوم روند طراحی سیستم با استفاده از نانو ذرات ارائه شده است.

# فهرست مطالب

## فصل اول : روش های حذف فلزات سنگین

|       |                                          |    |
|-------|------------------------------------------|----|
| ۱-۱   | مقدمه                                    | ۱  |
| ۲-۱   | قوانین و مقررات به منظور حفاظت محیط زیست | ۵  |
| ۱-۲-۱ | آب نامه جلوگیری از آلودگی آب             | ۵  |
| ۳-۱   | آلاینده های محیط                         | ۱۱ |
| ۱-۳-۱ | آلودگی ناشی از منابع طبیعی               | ۱۱ |
| ۲-۳-۱ | منابع انسانی و آلاینده ها                | ۱۲ |
| ۳-۳-۱ | آلاینده های آب                           | ۱۴ |
| ۴-۱   | روش های حذف فلزات سنگین                  | ۱۷ |
| ۱-۴-۱ | ترسیب                                    | ۲۱ |
| ۲-۴-۱ | سل های الکتروشیمیایی                     | ۲۲ |
| ۳-۴-۱ | تبادل یونی                               | ۲۳ |
| ۴-۴-۱ | استخراج با حلال                          | ۲۵ |
| ۵-۴-۱ | اسمز معکوس                               | ۲۶ |
| ۶-۴-۱ | جذب سطحی                                 | ۲۶ |
| ۵-۱   | تجهیزات جذب سطحی                         | ۳۳ |
| ۱-۵-۱ | بسترهای ثابت                             | ۳۳ |
| ۲-۵-۱ | دستگاه های تماس همزن دار                 | ۳۴ |
| ۶-۱   | روش های بیولوژیکی                        | ۳۵ |

- ۷-۱ فرآیندهای متداول تصفیه فاضلاب در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب ..... ۳۸
- ۷-۱-۱ فرآیند ترکیبی فیلتر بی‌هوازی بالارو و لجن فعال با بستر ثابت ..... ۳۸
- ۷-۱-۲ لاگون هوادهی ..... ۴۰
- ۷-۱-۳ فرآیند ترکیبی UASB و لجن فعال ..... ۴۱
- ۸-۱ معیارهای انتخاب فرآیند تصفیه فاضلاب ..... ۴۳

## فصل دوم: نانو ذرات

- ۱-۲ مقدمه ..... ۵۱
- ۲-۲ نانو ذرات ..... ۵۴
- ۳-۲ نانو ذرات اکسید آهن ..... ۵۵
- ۱-۳-۲ Goethite ( $\alpha - FeOOH$ ) ..... ۵۸
- ۲-۳-۲ اکسید آهن آبدار (HFO) Amorphous Hydrous Ferric Oxides ..... ۵۸
- ۳-۳-۲ maghemite ( $\gamma - Fe_2O_3$ ) ..... ۵۹
- ۴-۲ جذب فلزات سنگین ..... ۶۰
- ۱-۴-۲ نانو ذره آهن ظرفیت صفر به عنوان جاذب فلزات سنگین ..... ۶۴
- ۵-۲ روش‌های تولید نانو ذرات ..... ۶۶
- ۶-۲ کاربرد نانو ذرات در تصفیه خانه پساب ..... ۶۷
- ۷-۲ مطالعات صورت گرفته در زمینه حذف فلزات سنگین با استفاده از نانو مواد ..... ۶۹
- ۱-۷-۲ کاربرد نانو جاذب ها برای حذف آلاینده های فلزی مختلف ..... ۷۵
- ۸-۲ جذب فلز سنگین روی و کروم (VI) توسط نانو ذره گاما آلومینا در سامانه ناپیوسته ..... ۸۵

- ۸۶ ..... ۱-۸-۲ تاثیر مقدار جاذب
- ۸۸ ..... ۲-۸-۲ تاثیر مدت زمان
- ۸۹ ..... ۳-۸-۲ تاثیر دما و غلظت اولیه فلز سنگین
- ۹۰ ..... ۹-۲ جذب فلز سنگین سرب توسط نانو ذره اکسید آهن
- ۹۰ ..... ۱-۹-۲ اثر pH
- ۹۰ ..... ۲-۹-۲ اثر زمان تماس و مطالعه سینتیک جذب
- ۹۲ ..... ۳-۹-۲ اثر مقادیر مختلف جاذب و جذب شونده
- ۹۴ ..... ۴-۹-۲ اثر دمای محلول

### فصل سوم : روند طراحی سیستم

- ۹۵ ..... ۱-۳ مقدمه
- ۹۵ ..... ۲-۳ مکانیسم عملکرد
- ۹۷ ..... ۳-۳ همدمای جذب
- ۹۹ ..... ۴-۳ نمودار رخنه
- ۱۰۱ ..... ۵-۳ طول بستر مصرف نشده
- ۱۰۲ ..... ۶-۳ روند طراحی با استفاده از نمودار رخنه
- ۱۰۵ ..... ۷-۳ روند طراحی با استفاده از داده های ایزوترم
- ۱۰۶ ..... ۸-۳ دو مثال طراحی به کمک داده های ایزوترم

## پیوست : روش کار با نرم افزار

۱- توضیح بخش های مختلف نرم افزار ..... ۱۱۴

۱-۱ بخش استفاده از داده های منحنی رخنه ..... ۱۱۴

۱-۲ بخش استفاده از داده های ایزوترم ..... ۱۱۶

فهرست مراجع ..... ۱۱۹

www.ketab.ir