

به نام خدا

ایزوتروپهای جذب سطحی در تصفیه پساب توسط نانوذرات

مؤلف:

احمد رستم پور

انتشارات بین المللی گیوا

سرشناسه	: رستم‌پور، احمد، ۱۳۵۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: ایزوترم‌های جذب سطحی در تصفیه پساب توسط نانو ذرات / مولف احمد رستم‌پور.
مشخصات نشر	: تهران: گیوا: موسسه پارسا مبتکر گام اول، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۲۵ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۸۰۹۵-۹۷-۲ ریال ۱۰۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۱۵-۱۲۵.
موضوع	: فاضلاب -- تصفیه -- جذب سطحی
موضوع	: آلاینده‌ها -- جذب و جذب سطحی
شماره افزوده	: موسسه پارسا مبتکر گام اول
رده بندی کنگ	: الف ۵۳/۵ TD۵۳۵ ۹۷۸ ۱۳۹۵
رده بندی یوبی	: ۶۲۸/۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۲۱۷۹۹۱

عنوان کتاب : ایزوترم‌های جذب سطحی در تصفیه پساب توسط نانو ذرات

تألیف	: احمد رستم‌پور
ناشر	: انتشارات بن المالی گیوا
همکار ناشر	: موسسه پارسا مبتکر گام اول
مدیر اجرایی	: محمد صدیق سپهری نیا
صفحه آرا و طراح جلد	: فاطمه ماهر
سال و نوبت چاپ	: ۱۳۹۵ / اول
شمارگان	: ۱۰۰۰
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۸۰۹۵-۹۷-۲
قیمت	: ۱۰۰۰۰۰ ریال
آدرس	: میدان انقلاب، ضلع شمال غرب میدان، جنب بانک رفاه، پلاک ۵۹، طبقه ۲، واحد شرقی
-	: ۰۹۱۲۷۹۸۱۶۵۴ ۰۲۱-۶۶۵۶۲۰۴۴-۶۶۵۶۲۶۳۹

حق چاپ برای مولف محفوظ است.

فهرست مطالب

۹	مقدمه
---	-------

فصل اول: روشهای تصفیه پسابهای رنگی

۱۰	فرآیندهای فیزیکی
۲۰	تصفیه شیمیایی
۲۶	تصفیه صوتی و تشعشعی
۳۱	تصفیه بیولوژیکی

فصل دوم: جذب سطحی

۳۹	جذب سطحی و مبادله یون
۴۱	عوامل موثر بر جذب سطحی
۴۴	مکانیسم جذب
۴۵	تعادل های جذب
۴۶	تئوری های جذب تعادلی
۴۸	انواع جاذب های مورد استفاده در جذب سطحی
۵۴	جاذب های کم هزینه
۶۳	جاذب های اکسیدی

فصل سوم: متدولوژی

۶۹	نرم افزارها، وسایل و دستگاه های مورد استفاده
----	--

مواد شیمیایی مورد استفاده	۶۹
روش تهیه محلول‌های مورد استفاده	۷۱
تهیه محلول مادر متیلن بلو	۷۱
تعیین طول موج جذب ماکزیمم و روش اندازه‌گیری غلظت MB	۷۱
تهیه محلول‌های مختلف از MB جهت رسم منحنی کالیبراسیون	۷۲
روش تعیین pH بهینه در حذف MB به روش جذب سطحی	۷۴
روش کار مربوط به تأثیر غلظت اولیه MB	۷۴
بررسی غلظت کاتالیزر تیتانیم دی اکسید	۷۴
تعیین مشخصات ذرات نانوذرات TiO_2 (P25)	۷۵
بررسی اندازه ذرات توسط تصفیه و رسد فازها	۷۵
بررسی مساحت سطح و پهنای پیک ذرات TiO_2 (P25)	۷۶
نمودار جذب و واجذب همدم	۷۷
نمودار BJH	۷۸

فصل چهارم: بررسی عملی نانو ذرات و ایزوترم‌های جذب سطحی

مشخصات نانو ذرات TiO_2	۸۱
بررسی طیف‌های XRD نانو ذرات TiO_2 (P25)	۸۱
بررسی اندازه سطح ویژه و درجه تخلخل نانو ذرات TiO_2 (P25)	۸۱
بررسی میزان جذب سطحی MB در غلظت‌های اولیه مختلف توسط سادیر مختلف از نانوذرات TiO_2 -P25	۸۸
بررسی تأثیر pH در میزان جذب سطحی MB بر روی نانوذرات TiO_2 -P25	۹۲
بررسی ایزوترم‌های جذب سطحی	۹۷
بررسی ایزوترم لانگمویر	۹۷
بررسی فرم خطی ایزوترم لانگمویر نوع اول برای جذب سطحی MB بر روی نانوذرات TiO_2 -P25	۹۷

۹۹	بررسی فرم خطی ایزوترم لانگمویر نوع دوم برای جذب سطحی MB برروی نانوذرات TiO2-P25
۱۰۰	بررسی فرم خطی ایزوترم لانگمویر نوع سوم برای جذب سطحی MB برروی نانوذرات TiO2-P25
۱۰۱	بررسی فرم خطی ایزوترم لانگمویر نوع چهارم برای جذب سطحی MB برروی نانوذرات TiO2-P25
۱۰۴	بررسی فرم غیر خطی ایزوترم لانگمویر برای جذب سطحی MB بر روی نانوذرات TiO2-P25
۱۰۶	بررسی ایزوترم فروندلیچ
۱۰۶	بررسی فرم خطی ایزوترم فروندلیچ برای جذب سطحی MB برروی نانوذرات TiO2-P25
۱۰۸	بررسی فرم غیر خطی ایزوترم فروندلیچ برای جذب سطحی MB برروی نانوذرات TiO2-P25
۱۱۱	بحث و تفسیر
۱۱۱	نتایج ساختاری
۱۱۲	نتایج جذب سطحی
۱۱۳	نتیجه گیری
۱۱۵	منابع و مآخذ

مقدمه

با رشد جمعیت انسانی، جوامع، علم و تکنولوژی، جهان ما در حال رسیدن به افقهای جدید است، اما هزینه‌ای که ما در قبال این رشد پرداخت می‌کنیم یا در آینده نزدیک پرداخت خواهیم کرد بدون تردید بسیار زیاد خواهد بود. از جمله پیامدهای این رشد سریع، اختلال و بی‌نظمی محیط همراه با مسئله آلودگی شدید می‌باشد. آلودگی شیمیایی هوا، آب، رسوبات و خاک با گستره وسیعی از آلاینده‌ها یک مشکل جدی محیط زیستی است که بر اساس پتانسیل یا قابلیت‌های رکن‌بومی و سموم انسانی طبقه بندی شده اند. در این بین حفظ آب برای حفظ محیط زیست برای تأمین امنیت آینده انسان موضوعی است که بایستی به آن توجه شود. بسیاری از صنایع، فاضلابهای حاوی انواع مختلف آلاینده‌های آلی و معدنی را تولید می‌کند. برای مثال، صنعت نساجی حجم بزرگی از آب را در عملیات مرطوب سازی مصرف می‌نماید و بنابراین مواد کمی قابل توجهی از فاضلابهای حاوی مقادیر زیادی از مواد رنگرزی حل شده و دیگر محصولات از جمله عوامل پخش کننده، حاملهای رنگ وجود در سیستم بسته، نمکها، امولسیفایرها، عوامل تعیین کننده سطوح و فلزات سنگین را تولید می‌کنند (Figueiredo et al., 2005, Sourja et al., 2005, Noroozi et al., 2007 Namasivayam et al., 2005, Abdelwahab et al., 2006, El-Sikaily et al., 2006).

بشر به مدت هزاران سال از رنگها استفاده کرده است و اولین استفاده از عامل رنگی توسط انسان غارنشین در حدود ۱۸۰۰۰۰ سال قبل بوده است.

اولین آگاهی استفاده از رنگ آلی نزدیک ۴۰۰۰ سال پیش بوجود آمد. زمانی که رنگ آبی نیلی در لفاف قبرهای مومیایی در مصر پیدا شد تا اواخر قرن نوزدهم، همه رنگها/ شبه‌رنگها کم و بیش طبیعی بوده و منشاء اصلی آنها گیاهان، حشرات و نرم‌تنان بودند و اساساً در مقیاس کم تهیه می‌شدند، اما بعد از سال ۱۸۵۶ با کشف تاریخی پرکین اولین رنگ سنتزی بنفش، رنگها به طریق سنتزی و در مقیاس بزرگ تولید شدند (Hunger, 2003).

رنگها تنوع ساختاری قابل ملاحظه‌ای را ارائه می‌دهند و در گروههای مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند. رنگها می‌توانند هم از نظر ساختار شیمیایی، هم از نظر کاربرد و بر اساس قابلیت انحلالشان تقسیم‌بندی شوند (2003 Hunger,). رنگهای محلول که شامل رنگهای: اسیدی، دندان‌ای، کمپلکس فلز، مستقیم، بازی و واکنش‌پذیر بوده و رنگهای نامحلول، که شامل رنگهای: آزوئیک، سولفور، خمره‌ای و پاشیده می‌باشند. در کنار این دسته‌بندی، همچنین یک اتصال آزو و یا یک واحد آتراکینون، رنگها را به لحاظ شیمیایی توصیف می‌کند. توجه به این نکته که رنگهای آزو یکی از عمومی‌ترین گسترده‌ترین رنگهای مورد استفاده بوده، قابل توجه است و محاسبه شده است که تولید آنها در حدود ۶۵-۷۰٪ کل رنگها می‌باشد. رنگها بطور وسیع برای رنگرزی، چاپ و برای اهداف متعدد دیگر بکار گرفته می‌شوند. در صنایع رنگ آمیزی تقریباً ۵۰ درصد از رنگ‌های آزو مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bauer et al., 2001, Gong et al., 2005). تخمین زده می‌شود که بطور تقریبی ۱۵٪ از مواد رنگی در فاضلاب‌های صنعتی در طی تولید و مراحل اجرایی مفقود می‌شود

(Reife et al., 1996, Sudipta et al., 2005). فاضلاب‌های رنگی به اکوسیستم تخلیه شده و بر روی گیاهان و جانداران آبرزی تأثیر منفی می‌گذارد و باعث بسیاری از بیماری‌های محیط زیستی می‌شود.

برخی از رنگ‌ها سمی و یا سرطانزا هستند و تخریب زیستی بسیاری از رنگ‌ها باعث تولید آمین‌های آروماتیکی می‌شود که ممکن است سرطانزا و یا به هر دلیلی سمی باشد (Boeniger, 1980, Maguire 1995, Yu et al., 2002, Cheong et al., 2002). علاوه بر این رنگ‌ها می‌توانند در رسوبات و خاک انباشته گشته، به‌خصوصاً در مناطقی که فاضلاب تخلیه می‌شود و باعث مشکلات مختلف در تعداد اکروژیک در محیط زیست شوند. رنگ‌ها به عنوان یکی از آلاینده‌های اعتراض برآورد برسی شده‌اند به این دلیل که عموماً سمی بوده (Chris e, 2007) و از طریق بلعیدن با دهان و تنفس، خراش پوستی و از طریق چشم و پوست، منجر به مشکلاتی نظیر خارش، حساسیت پوستی و چشمی شده و همچنین به دلیل سرطان‌زا بودن مورد توجه قرار گرفته‌اند (Hunger, 2003, Chris e, 2007). علاوه بر این، رنگ‌ها همچنین با انتقال از طریق نور می‌توانند پروسه‌های متابولیسم زیستی را مختل نماید که این امر باعث تخریب و نابودی آبرزیان در اکوسیستم می‌گردد.

در هر صورت طبقه‌بندی رنگ‌ها بر اساس ساختار یک روش مناسب است و مزایای بسیاری دارد، همچنانکه رنگ‌های با ساختار مشابه و دارای خصوصیات ویژه، متعلق به یک گروه می‌باشند. همچنین، تقسیم‌بندی بر اساس کاربرد، یک روش اصلی برگرفته از (C.I.) Colour Index می‌باشد. C.I. یک شماره پنج

رقمی است که به یک رنگ، زمانی که ساختار شیمیایی آن توسط تولیدکننده تعیین شد، تعلق می‌گیرد. رنگهایی که بر اساس کاربردشان دسته بندی شده اند (Hunger, 2003, Chris e, 2007) بطور خلاصه عبارتند از:

الف- رنگهای اسیدی

این رنگ‌ها در نایلون، پشم، ابریشم، اکریلیک‌های اصلاح شده و نیز تا حدودی در صنایع کاغذ، چرم، چاپ، مواد غذایی و مواد آرایشی — بهداشتی استفاده می‌شده‌اند. این رنگها عموماً محلول در آب هستند. گروههای شیمیایی اصلی این رنگها عبارتند از: آزو (شامل Premetallized)، آنتراکینون، تری فنیل متان، آزین، زانئین، بی، و نیتروزو.

ب- رنگهای کاتیونی (بازی)

این رنگها در کاغذ، پلی اکریل نیتریل، نایلون‌های اصلاح شده، پلی استرهای اصلاح شده، پلی اتیلن ترفتالات کاتیونی با قابلیت رنگ پذیری و تا حدودی در داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. عموماً این رنگها در تولید ابریشم، پشم و کتان کاربرد دارند. این رنگها در محلول کاترین‌های رنگی را ایجاد می‌کنند و به همین دلیل است که به نام رنگهای کاتیونی خوانده می‌شوند.

گروههای شیمیایی اصلی این رنگها عبارتند از: دی آزاهمی سیانین، تری آریل متان، سیانین، همی سیانین، تیا زین، اکسازین و اکریدین.

پ - رنگهای پاشیده

این رنگ‌ها عمدتاً در پلی‌استرها و تا اندازه‌ای در نایلون، سلولز، استات‌سلولز و فیبرهای اکریلیک استفاده می‌شوند. این رنگها ذاتاً رنگهای غیریونی نامحلول در آب هستند که برای فیبرهای آب‌گریز بکار می‌روند. عمدتاً شامل گروههای آزو، آنتراکینون، استایریل، نیترو و بنزودی‌فورانون می‌باشند.

ت - رنگهای مستقیم

این رنگ‌ها در رنگرزی کتان و ریون، کاغذ، چرم و تا حدودی در نایلون مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رنگها، رنگهای آنیونی محلول در آب هستند و زمانی که از محلول آبی آنها در حضور الکترولیت‌ها، در عملیات رنگرزی استفاده می‌شود، آفینیتیه بالایی برای فیبرهای سلولزی دارند. عموماً رنگهای این گروه ترکیبات پلی‌آزو همراه با تعدادی از استیلبن‌ها، فتالوسیانین‌ها و اکسازین‌ها هستند.

ث - رنگهای واکنش‌پذیر

عمدتاً مورد استفاده در کتان و سایر سلولزیها بوده، همچنین به مقدار کم در پشم و نایلون استفاده می‌شوند. این رنگها یک یون کووالانس با فیبر تشکیل می‌دهند و شامل گروههای کروموفوری نظیر آزو، آنتراکینون، تری‌آریل‌متان، فتالوسیانین، فرمازان، اکسازین و غیره می‌باشند. ساختار شیمیایی آنها مشابه بوده و در طیف جذبی آنها نوارهای جذب باریکی نمایان می‌شود.

ج - رنگهای حلال

این رنگ‌ها در پلاستیک‌ها، بنزین، گریس‌ها، روغن‌ها و واکس استفاده می‌شوند. این رنگ‌ها محلول در حلال بوده (نامحلول در آب) و عمدتاً غیرقطبی یا کم‌قطبی‌اند، به عنوان مثال گروه‌های غیرقطبی اسید سولفونیک، کربوکسیلیک اسید و یا مونوم کواترنر می‌باشند. گروه‌های شیمیایی اصلی این رنگ‌ها عمدتاً شامل گروه‌های آزو و آنتراکینون و همچنین گروه‌های فتالوسیانین و تری‌آریل‌متان هستند.

ج - رنگهای سولفو

این رنگ‌ها در کتان و ربور و به طور محدود در فیبرهای پلی‌آمید، ابریشم، چرم، کاغذ و پشم مورد استفاده قرار می‌گیرند. این رنگ‌ها ساختار حد واسط داشته، با این وجود یک گروه نسبتاً کرجکی از رنگ‌های ارزان‌قیمت و با ویژگی پاک‌شوندگی (شسته شدن) سریع و خوب، تشکیل می‌دهند که بدین سبب این گروه را از نقطه نظر اقتصادی پراهمیت می‌دانند.

خ - رنگهای خمره‌ای

در کتان بخصوص فیبرهای سلولزی و همچنین در ربور و پشم مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رنگ‌های نامحلول در آب گروه شیمیایی اصلی شامل آنتراکینون (کینون‌های چندحلقه‌ای) و ایندیگوئیدها می‌باشند. در کنار این گروه‌های رنگزا، تعدادی گروه‌های دیگر بسیار مشابه با آزوئیک، شامل گروه‌های آزو وجود دارند که مورد استفاده در کتان و دیگر مواد سلولزی می‌باشند. براق‌کننده‌های فلورسانت شامل گروه‌های استیلین، پیرازول، کومارین و

نفثالایمیدهای مورد استفاده در صابون‌ها و شوینده‌ها، فیبرها، روغن‌ها، رنگها و پلاستیکها و رنگهای دندانهای، دارای گروههای آزو و آنتراکینون مورد استفاده در پشم، چرم و فیبرهای طبیعی هستند. در حال حاضر بیش از ۱۰۰۰۰۰۰ تن رنگ تجاری با یک برآورد تقریبی به مقدار $1 \times 10^6 - 7 \times 10^5$ تن در سال تولید می‌شود (Hunger, 2003, Chris e, 2007).

سیستم‌های آب‌های زیر زمینی نیز توسط آلاینده‌هایی که با عبور از خاک بوجود می‌آیند، متأثر می‌گردند (Namasivayam et al., 2005). حذف رنگ‌ها از فاضلاب‌ها با روش‌های اقتصادی یک مشکل اساسی برای صنایع نساجی است، مراحل فزاینده شیمیایی تصفیه این رنگ‌ها عمدتاً در تصفیه فاضلاب‌های غنی از آلاینده مورد استفاده قرار می‌گیرد این مراحل شامل شناور سازی الکتریکی، لخته سازی، انعقاد، الکتریکی، تعویض یونی، فیلتراسیون غشایی، ترسیب شیمیایی، پرتو افکنی تخریب الکتروشیمیایی و ازوناسیون می‌باشد (Bozdogan et al., 1987, Ding et al., 1987, Majewska, Nowak, 1989, Shendrik, 1989). به هر حال همه این مراحل هزینه بر هستند و نمی‌توانند بوسیله بسیاری از صنایع در تصفیه وسیعی از فاضلاب‌های رنگی مورد استفاده قرار گیرند (D.M. Indira et al., 2005). بدین لحاظ انجام عملیات تصفیه بر روی جریان‌ات رنگی جهت حذف رنگ‌ها حائز اهمیت است. بدین منظور روش‌های مختلفی بیان شده و مورد بررسی قرار گرفته است (Hai et al., 2007, Rai et al., 2005, Crini et al., 2008, Ozyurt et al., 2003, Wojnarovits et al., 2008, Crini, 2006).