بسمه تعالی

عنوان پروژه:

گروه علوم پایه:

استاد راهنما: **تعداد واحد:**

استاد مشاور: **نام دانشجو:**

وضعیت تحصیلی دانشجو:

تعداد ترمهای گذرانده: **ترمهای مشروطی:** **تعداد واحدهای گذرانده:**

مسئول آموزش گروه:

خلاصه طرح: (مسئله، هدف از اجراء ضرورت انجام طرح)

مراحل اجرای طرح و جدول زمانی:

تاریخ تصویب	از تاریخ	تا تاریخ
مطالعات کتابخانه ای		
جمع آوری اطلاعات		
تجزیه و تحلیل داده ها		
نتیجه گیری و نگارش پایان نامه		
تاریخ دفاع نهایی:		
طول مدت اجرای تحقیق:		

سابقه علمی و فهرست منابع

فرم شماره ۱

درخواست تصویب موضوع پایان نامه

کارشناسی ارشد و دکترای حرفه ای

عنوان تحقیق: حذف آلودگی‌های فنلی از آب با استفاده از نانوفیبرهای سلولزی اصلاح شده

رشته: شیمی تجزیه

مقطع:کارشناسی ارشد

بسمه تعالی

شماره:

تاریخ:

پیوست:

فرم طرح تحقیق:

کارشناسی ارشد ■ دکترای حرفه ای □

درخواست تصویب موضوع پایان نامه کارشناسی ارشد و دکترای حرفه ای

توجه: این فرم با مساعدت و هدایت استاد راهنما تکمیل شود.

عنوان تحقیق به فارسی: حذف آلودگی‌های فنلی از آب با استفاده از نانوفیبرهای سلولزی اصلاح شده

عنوان تحقیق به انگلیسی:

Removal of phenolic pollutants from water by modified cellulose nano fiber

۱ـ اطلاعات مربوط به دانشجو:

۲ـ اطلاعات مربوط به استاد راهنما

۴ـ اطلاعات مربوط به پایان نامه

۱ـ الف: عنوان پایان نامه:

فارسی:

حذف آلودگی‌های فنلی از آب با استفاده از نانوفیبرهای سلولزی اصلاح شده

انگلیسی

Removal of phenolic pollutants from water by modified cellulose nano fiber

ب: نوع کار تحقیقاتی: بنیادی □ نظری□ کاربردی■ عملی □

پ: تعداد واحد پایان نامه:۸ واحد

ت: پرسش اصلی تحقیق (مساله تحقیق):

چگونه می‌توان با استفاده از نانوفیبرهای سلولزی اصلاح شده ظرفیت جذب آلاینده‌های فنلی را از آب افزایش داد؟

۵ـ بیان مساله

آب سالم (آبی که عاری از مواد شیمیایی سمی و عوامل بیماری زا است) برای سلامتی انسان ضروری است. همچنین آب سالم یک ماده خام حیاتی در بسیاری از صنایع کلیدی از جمله الکترونیک، دارو و مواد غذایی محسوب می شود. جهان با چالش‌های زیادی در افزایش تقاضا برای آب سالم به عنوان منابع موجود آب شیرین روبرو است که با توجه به گسترش وقوع خشکسالی، افزایش رشد جمعیت، تشدید و بهبود مقررات بهداشتی و افزایش رشد مصرف آب در حال کاهش است [۱].

حذف آلودگی های آلی نامطلوب از آب در چندین سال اخیر جزء نگرانی های مهمّ بشری بوده است. این آلودگی های آلی ممکن است از منابع مختلفی وارد آب شوندکه عبارتند از:

۱- تخلیه نادرست پساب خروجی صنایع شیمیایی مانند صنعت پتروشیمی و پالایشگاه های نفت خام، صنعت نساجی، صنعت کاغذ سازی، صنعت رنگ سازی، و غیره

۲- ضد عفونی کردن آب و فاضلاب با کلر

۳- روان آبهای زمینهای کشاورزی که با علف هرزکش‌ها، حشره کش‌ها و کودهای شیمیائی آلوده شده‌اند

۴- تراوش از مخازن و تانکهای زیرزمینی حاوی مواد شیمیائی و همچنین تراوش از محل دفن زباله‌ها.

برخی از این آلودگی‌های آلی ممکن است به صورت بیولوژیکی در محیط طبیعی آب تصفیه شوند؛ امّا بسیاری از آنها سمّی بوده و به صورت بیولوژیکی قابل تصفیه نیستند. بنابراین این مواد می توانند برای مدت طولانی در محیط باقی بمانند و اثرات زیانباری بر روی انسان و اکوسیستم ببار آورند؛ لذا لازم است که روش های مؤثر، مطمئن و قابل قبولی برای تصفیه این آلودگی‌های آلی ابداع شود. در سال های اخیر تکنیک‌های زیادی برای حذف این آلودگی‌های آلی از آب آشامیدنی و فاضلاب مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته‌اند.

فنل یکی از ترکیبات سمی آلی می‌باشد که به روش‌های مختلفی وارد آبها شده و می‌تواند در اثر ترکیب شدن با سایر اتم‌ها، ترکیبات سمی دیگری را بوجود آورد. ضدعفونی کردن آب های طبیعی با کلر تولید ترکیبات کلروفنل در اثر اکسیداسیون مواد آلی طبیعی که در آبها وجود دارد می نماید.

آلوده شدن منابع آب به فنل و ترکیبات فنلی یک مشکل جدی و تهدیدی برای سلامتی انسان، به دلیل سمیت بالای آنها محسوب می شود[۲] .فنل ترکیبی آروماتیک و از مشتقات بنزن می‌باشد. این ماده با وزن مولکولی ۹۴ گرم بر مول (در حالت خالص با وزن مولکولی ۱۱) جامد سفیدی بی‌رنگ است[۳]. این ماده و مشتقات آن در صنایع متعددی از جمله تولید رزین، رنگ، سموم دفع آفات، داروسازی، پالایشگاه نفت، صنایع پتروشیمی، معادن زغال سنگ، صنایع فولاد و آلومینیم و تعدادی صنایع دیگر کاربرد دارند [۴]. فنل حلالیت بسیار بالایی در آب دارد و در طبیعت بسیار سمی می‌باشد. این ماده بی‌رنگ، رطوبت پذیر و کریستالی است که در اثر اکسیداسیون در هوا به رنگ صورتی در می آید. پس از حل شدن در آب خاصیت بسیار کم اسیدی به آب می‌دهد. ترکیبات فنلی در حضور کلر در آب تشکیل کمپلکسهایی با طعم و بوی قابل اعتراض می‌دهد. این عمل جانشینی با کلر نه تنها باعث افزایش طعم و بو می‌گردد بلکه اثرات سمی نیز دارد [۵]. کلرو فنل یکی ازمهمترین ترکیبات فنل می‌باشد، بطور گسترده‌ای درتولید حشره کشها، قارچ کشها، علف کشها، مواد دارویی وهمچنین به عنوان ماده نگهدارنده در چوب، رنگ‌های نقاشی، چرم و غیره بکار می‌رود [۶, ۷]. کلرو فنل‌ها ترکیبات بسیار پایداری هستند که به مقدار فراوان در پساب صنایع وجود دارند. ترکیبات فنل بطور گسترده ای درانواع محصولات تجاری، در انواع گوناگونی از رزینها، چسبها و پلی آمیدها برای کاربردهای گوناگون بکار می روند. کلروفنل‌ها از دسته ترکیبات آلی هستند که با استخلاف یک یا چند اتم کلر به روی یک حلقه فنلی تشکیل می‌شوند. بنابراین نوزده نوع مختلف از کلروفنل ها وجود دارد [۸]. حلالیت کلروفنل‌ها در آب کم می‌باشد، در عین حال این حلالیت با افزایش تعداد کلردر ساختمان

مولکولی آنهـا کـاهش می یـابـد. علاوه بر این اتم‌های کلر قابلیت تجزیه‌پذیری بیولوژیکی ترکیبات کلروفنل را نیز کاهش می‌دهند[۹]. بیشـترکلروفنل ها سـمی و سرطانزا بوده وتجزیه آنها دشوار است و دارای پایداری بالا در آب می باشند.

با توجه به کاربرد گسترده فنل درفرایندهای صنعتی این آلاینده به طرق مختلف به محیط زیست وارد می-شود[۱۰]. با توجه به ویژگی فنل نظیر حلالیت در آب و پایداری در محیط زیست، برای مدت زمان طولانی در محیط باقیمانده و از طریق منابع آب قادر به انتقال تا مسافت های طولانی می‌باشد. ترکیبات فنلی در صنعت پالایش نفت از تجزیه نفت خام و کراکینگ حرارتی یا کاتالیستی به دست می آیند [۱۱]. این ترکیبات آلاینده‌های دارای تقدم، ترکیبات آلی یا معدنی با اثرات شناخته شده یا مشکوک سرطانزایی، جهش‌زایی، آسیب‌رسانی به جنین یا سم‌زایی بسیار شدید هستند [۱۱]. براساس طبقه‌بندی آژانس حفاظت محیط زیست امریکا (.A.P.E) ترکیبات فنلی به دلیل ویژگی‌های خاص نظیر سمیت، اثر بر طعم و بوی آب و اثر زیانبار بر سلامت انسان و موجودات زنده، جزو آلاینده‌های اولویت‌دار می‌باشند[۱۲, ۱۳] . بنابراین اساس، شناسایی و تعیین میزان ترکیبات فنلی در محیط زیست و به ویژه منابع آب و پایش زیست محیطی متعاقب آن اهمیت زیادی در کنترل و انتشار این مواد و کاهش اثرات این آلاینده‌ها بر محیط زیست دارد. سوزاندن، رهاسازی در هوا، جذب سطحی، اکسیداسیون تر، اکسیداسیون الکتروشیمیایی، اکسیداسیون بیولوژیکی و اکسیداسیون شیمیایی پیشرفته از مهمترین روشهای تصفیه ترکیبات فنلی می باشد[۱۲].

استفاده از مواد زیستی گیاهی به عنوان فیلتری برای آبهایی شامل ذرات و فلزات به طور گسترده در منابع علمی گزارش شده است [۱۴, ۱۵]. اگرچه ظرفیت جذب و تمایل این مواد زیستی وابسته به منشأ آنها متفاوت می‌باشد. اما منابع وسیع در دسترس این مواد در مقایسه با سایر موا آلی آنها را بسیار مورد توجه قرار داده است.

استفاده از سلولز به عنوان تکیه‌گاهی برای جذب مواد بسیار در منابع علمی گزارش شده است. استفاده از این ماده به منظور جاذب حشره‌کش‌ها [۱۶]، رنگ‌های آلی [۱۷, ۱۸] و یونهای فلزی [۱۹] اخیراً گزارش شده است. سلولز و لیگنوسلولز از مهمترین پلیمرهای آلی می‌باشند که از مواد زیستی بدست می‌آیند. سطح تولیدی این مواد سالانه در حد 10^{11} تن می‌باشد. [۲۰]. ملیون‌ها سال است که سلولز به عنوان یک ماده خام پایان ناپذیر، در شکل چوب و الیاف گیاهی به عنوام منبع انرژی، مواد ساختمانی و لباس استفاده می‌شود. سلولز به طور گسترده در گیاهان آلی و در برخی جانوران دریایی و به میزان کمتر در قارچ‌ها، جلبک‌ها و باکتری‌ها، بی‌مهرگان و حتی آمیب‌ها (تک یاخته‌ها) یافت می‌شود. به طور کلی سلولز یکی ماده لیفی سفت غیر محلول در آب است که نقش اساسی در حفظ

ساختار دیواره سلولی گیاهان بازی می‌کند[۲۱]. سلولز یک زنجیره خطی از مولکولهای حلقه‌ای گلوکز و دارای ساختاری مسطح نواری شکل می‌باشد. واحد تکرار شونده آن شامل دو حلقه انیدروگلوکز می‌باشدکه از طریق پیوند C_1 حلقه گلوکز با C_4 حلقه مجاور (پیوند ۱ به ۴) به هم متصل شده‌اند. این پیوند، پیوند ۱-۴ دی‌گلوکزیدی نامیده می‌شود. پیوند هیدروژنی درون زنجیر سلولز بین گروه‌های هیدروکسیل و اکسیژن حلقه مجاور است که پیکربندی خطی زنجیر سلولز و سفتی آن را حفظ می‌کند. در طول بیوسنتز، پیوندهای واندروالسی و پیوندهای هیدروژنی بین مولکولی بین هیدروکسیل و اکسیژن مولکولهای زنجیر مجاور فیبریل‌های ابتدایی را تشکیل می‌دهند، این فیبریل‌ها مجدداً متراکم شده و فیبریل‌های بزرگتر (با قطر ۵-۵۰ نانومتر و طول چندین میکرون) را تشکیل می‌دهند. پیوندهای هیدروژنی درون و بین زنجیر سلولز باعث تشکیل سلولز نسبتاً پایدار و فیبرهایی با استحکام زیاد می‌شود. درون این فیبریل‌ها مناطقی وجود دارد که با نظم بسیار زیادی سازماندهی شده‌اند (کریستالی) و مناطقی نیز موجود است که بی‌نظم (آمورف) هستند [۲۲].

اخیراً محققان به جداسازی و بررسی ویژگی‌ها و کاربردهای شکل جدیدی از سلولز پرداخته‌اندکه به اسامی متفاوتی، کریستال‌ها، نانوکریستال‌ها، ویسکرها، نانوفیبرسل‌ها و نانوالیاف نامیده می‌شوند و واکنش‌پذیری زیادی ایجاد می‌کنند. روش‌های متنوعی از جمله روش‌های بالا به پایین که شامل روش‌های آنزیمی و شیمیایی و فیزیکی جداسازی سلولز از الیاف گیاهی و روش‌های پایین به بالا که نانوفیبریل‌های سلولز از گلوکز و توسط باکتری‌ها تولید می شوند، برای تولید این مواد معرفی شده است [۲۰].

سلولز علاوه بر استفاده اصلی به عنوان ماده برای تولید پنبه در شکل خالص خود، به منظور یک ماده شیمیایی برای اصلاح انواعی از پلیمرهای صنعتی به منظور استفاده به عنوان پوشش، فرمول مواد آرایشی و صنعتی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۳].

نانوالیاف سلولزی براساس منبع سلولز و روش‌های جداسازی از یکدیگر متفاوتند. منظور از نانوالیاف سلولزی انواع ذرات سلولزی است که حداقل یکی از بعدهای آن زیر ۱۰۰ نانومتر باشد و شامل سلولز میکروفیبره شده، سلولز نانوفیبریله شده، نانوکریستال سلولز، نانوکریستال سلولز نیام‌داران، نانوسلولز جلبک و نانوسلولز باکتری می‌باشد.

سلولز میکروفیبریله شده و نانوفیبریله شده توسط لایه لایه شدگی خمیر چوب بر اثر فشار مکانیکی قبل و یا بعد از تیمار شیمیایی و یا آنزیمی بدست می‌آید [۲۴]. تفاوت میکرو فیبر و نانو فیبر به روش فیبریله کردن آنها مربوط می‌شود. ذرات در نانو فیبر قطر کوچکتری دارند [۲۲]. میکروکریستال سلولز شکل غیر فیبری دپلیمریزه

شده و تا حدی خالص شده سلولز است که سفید، بی‌مزه و بی‌بو بوده و به صورت پودر کریستالی و متشکل از ذرات خالص می‌باشد. [۲۵]. این ذرات حاوی مقدار زیادی سلولز بوده و درجه کریستالی زیادی دارند. نانوکریستال‌های سلولز به شکل ذرات میله مانند یا کریستال‌های منفردی هستند که پس از هیدرولیز اسیدی از الیاف چوب بدست می‌آید. این ذرات نانوکریستال سلولز، ویسکر سلولز، نانو ویسکر سلولز نامیده می‌شوند. این نانو کریستال‌ها در انتهای خود باریک می‌شوند که به دلیل فرآیند هیدرولیز اسیدی می‌باشد و شبیه به ویسکر می‌شوند. [۲۲]. نیام‌داران تنها موجودات شناخته شده برای تولید میکروفیبرهای سلولز هستند. نیام‌داران از خانواده موجودات دریایی هستند که دارای یک پوشش تشکیل شده از سلولز قرار گرفته در ماتریس پروتئین هستند. این پوشش نازک در مرحله بلوغ آنها به عنوان منبع میکروفیبرهای سلولز مورد استفاده قرار می‌گیرند. ذرات تولید شده از هیدرولیز اسیدی نیام‌داران، نانوکریستال سلولز نیام‌داران نامیده می‌شود. همچنین چندین نوع جلبک شناخته شده‌اند که درون دیواره سلولی خود میکروفیبر سلولز تولید می‌کنند. ذرات سلولز جلبک‌ها، میکروفیبرهای استخراج شده از دیواره سلولی انواع مختلفی از جلبک‌ها با استفاده از هیدرولیز اسیدی و پالایش مکانیکی هستند. نانوسلولز باکتری یک بیوپلیمر تولید شده توسط گونه‌های مختلف باکتری‌ها می‌باشد که شامل یک شبکه به هم پیچیده و متصل از فیبرهای سلولزی مشابه به اندازه الیاف کلاژن (قطر حدود ۳۰ نانومتر) که یک سطح وسیع نگهدارنده مقدار زیادی آب را ایجاد می‌کند و تمام ساختار آن توسط پیوندهای هیدروژنی درون بین مولکولی به هم پیوسته و تثبیت شده است [۲۶]. میکروفیبرهای سلولز باکتری طول در حد میکرون و نسبت طول به قطر زیادی دارند و مورفولوژی آنها وابسته به نوع باکتری و شرایط کشت است.

اهمیت این دسته از مواد از دیدگاه علمی به دلیل کاربرد مواد خام تجدید پذیر و دوستدار محیط زیست است که باعث حرکت حیاتی توسعه نانوسلولزها در صنایع غذایی، نانوکامپوزیت‌ها و تجهیزات پزشکی شده است.

با اصلاح شیمیایی سطح نانوفیبرهای سلولزی می‌توان ظرفیت جذب این مواد برای برخی آلودگی‌های محیطی را به طور ویژه افزایش داد. این استراتژی به منظور افزایش جذب یونهای فلزی توسط زنگ آزمایش شده و نتایج مطلوبی را نشان داده است [۲۷] بنابراین هدف از این مطالعه بررسی حذف فنل و کلروفنل از محیط های آبی با استفاده از نانوفیبرهای سلولزی اصلاح شده و بررسی پارامترهای موثر بر آن می باشد.

۱ــ تحقیق بنیادی پژوهشی است که به کشف ماهیت اشیاء، پدیده ها و روابط بین متغیرها، اصول، قوانین و ساخت یا آزمایش تئوریها و نظریه ها می پردازد و به توسعه مرزهای دانش رشته علمی کمک می نماید.

۲ــ تحقیق نظری: نوعی پژوهش بنیادی است و از روشهای استدلال و تحلیل عقلانی استفاده می کند و بر پایه مطالعات کتابخانه ای انجام می شود.

۳ــ تحقیق کاربردی: پژوهشی است که با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی بهئ منظور بهبود و به کمال رساندن رفتارها، روشها، ابزارها، وسایل، تولیدات، ساختارها و الگوهای مورد استفاده جوامع انسانی انجام می شود.

۴ــ تحقیق عملی: پژوهشی است که با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی و با هدف رفع مسائل و مشکلات جوامع انسانی انجام می شود.

۶ــــ سوابق مربوط (بیان مختصر سابقه تحقیقات انجام شده درباره موضوع و نتایج به دست آمده در داخل و خارج از کشور و نظرات علمی موجود درباره موضوع تحقیق)

با توجه به جستجوهایی که در مراکز استنادی و بانک‌های اطلاعاتی انجام گرفته است، تاکنون تحقیقات مشابهی در ایران به منظور بررسی حذف آلاینده‌های فنلی در آب توسط نانوفیبرهای سلولزی صورت نگرفته است. البته تلاش‌های بسیاری به منظور حذف آلاینده‌های فنلی توسط سایر موارد صورت گرفته است. برای مثال دارائی و همکاران نانوذرات آهن تک ظرفیتی را به منظور حذف فنل و دو کلرو فنل از محلول‌های آبی مورد بررسی قرار دادند[۲۸].

مقالاتی توسط محققین سایر کشورها در مورد استفاده از سلولز به عنوان تکیه‌گاهی برای جذب مواد بسیار در منابع علمی گزارش شده است. استفاده از این ماده به منظور جاذب حشره‌کش‌ها[۱۶]، رنگ‌های آلی[۱۸] و یونهای فلزی[۱۹] در منابع علمی گزارش شده است. در سال ۲۰۰۹، آلیلا و همکارانش از سلولز اصلاح شده به منظور حذف آلاینده‌های آلی از آب استفاده نمودند[۲۹]. همچنین هوکانن و همکاران در سال ۲۰۱۴ از نانوسلولز اصلاح شده به منظور حذف فلزات سنگین نیکل، مس و کادمیم از آب استفاده نموده است [۳۰]. در سال ۲۰۱۳، نیز هوکانو و همکارانش از نانوسلولز برای حذف فلزات سنگین از آب استفاده نمود [۳۱]. ولی در هیچ یک از مقالات مورد نظر، حذف فنل و مشتقات فنلی با استفاده از نانوسلولز اصلاح شده بررسی نشده است.

۷ـ اهداف تحقیق (شامل اهداف علمی، کاربردی و ضرورتهای خاص انجام تحقیق)

حذف آلودگی های آلی نامطلوب از آب در چندین سال اخیر جزء نگرانی های مهمّ بشری بوده است. فنل یکی از ترکیبات سمی آلی می‌باشد که به روش‌های مختلفی وارد آبها شده و می‌تواند در اثر ترکیب شدن با سایر اتم‌ها، ترکیبات سمی دیگری را بوجود آورد. از آنجا که آلوده شدن منابع آب به فنل و ترکیبات فنلی یک مشکل جدی و

تهدیدی برای سلامتی انسان، به دلیل سمیت بالای آنها محسوب می شود، در این پروژه سعی بر این است تا با استفاده از نانو فیبرهای سلولزی و اصلاح شیمیایی آنها، در جهت حذف این آلودگی‌ها تلاش نمود.

استفاده از روش‌های جذبی به عنوان یکی از ساده‌ترین و کاراترین روش‌ها به منظور حذف آلاینده‌های آبی معرفی شده است. کربن فعال یکی از موادی است که به وسعت برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر چه معایبی از جمله حساسیت پایین، قیمت بالا، نیاز به بازارایی حرارتی استفاده از این ماده را محدود نموده است. از این رو امروزه استفاده از سایر جاذب‌ها با خصوصیات بهتر مورد توجه قرار گرفته است.

استفاده از سلولز به عنوان تکیه‌گاهی برای جذب مواد بسیار در منابع علمی گزارش شده است. از آنجا که ویژگی جذب سلولز خالص به منظور جذب آلودگی‌های آلی و فلزی در مقایسه با کربن فعال و زئولیت بسیار پایین می‌باشد، که این ویژگی به دلیل غلظت پایین سایت‌های فعال برای جذب آلودگی‌های آلی می‌باشد. از این رو در این پروژه تلاش بر این است تا با استفاده از نانوسلولز این سایت‌های فعال را افزایش داده و توانایی جذب آلودگی‌های فنلی با سلولز خالص مقایسه شود.

۸ـ روش کار

الف ـ نوع روش تحقیق:

مراحل انجام رساله به طور کلی شامل موارد زیر میگردد:

۱- مطالعات جامع کتابخانه‌ای و گردآوری اطلاعات لازم در خصوص کار

۲- تهیه نانوفیبرهای سلولزی و اطلاح شیمیایی آنها به منظور افزایش ظرفیت جذب آنها

۳- تهیه تصویرهای الکترونی به منظور اطمینان از ابعاد نانوفیبرها

۴- انجام تست‌های FTIR و آنالیزهای سطحی به منظور اطمینان از اصلاح شدن این ساختارها

۵- بررسی ظرفیت جذب این ساختارهای اصلاح شده برای آلودگی‌های فنلی

ب ـ روش گردآوری اطلاعات (میدانی، کتابخانه ای و غیره) :

- مطالعه جامع کتابخانه‌ای در زمینه‌های مختلف پروژه با استفاده از منابع موجود کتابخانه‌ای داخل کشور

- استفاده از شبکه جهانی اینترنت به ویژه سایت‌های:

... Science direct, Wiley interscience, Scirus, ACS, RSC

پ ـ ابزار گردآوری اطلاعات (پرسشنامه، کارت مصاحبه، کارت مشاهده، کارت آزمون، فیش، جدول و غیره):

مشاهده، رسم ایزوترم های جذبی و ارائه جدول‌های مقایسه

ت ـ روش تجزیه و تحلیل اطلاعات:

مراحل انجام رساله به طور کلی شامل موارد زیر میگردد:

در مرحله اول نانوفیبرهای سلولزی تهیه شده و اصلاح شیمیایی می‌گردد. بدین ترتیب که این فرآیند تحت شرایط هتروژن انجام می‌گیرد. بدین ترتیب که پس از تیمار نانوفیبرهای سلولزی در محلول ۱۰٪ NaOH، در مرحله اول نانوفیبرها در محلول آبی قرار گرفته و در مرحله بعد حلال آبی با DMF جایگزین می‌شود. در مرحله بعد فیبرها به بالن سه دهانه شامل حلال‌هال تولوئن و DMF با نسبت حجمی ۶۰ به ۴۰ منتقل شده و تحت رفلاکس قرار می‌گیرد تا تمامی آب جذب شده توسط فیبرها از طریق فرآیند تبخیر آزتروپی از بین برود. سوسپانسیون مورد نظر سپس تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد سرد شده و N و N کرونیل دی ایمیدازول (CDI) تحت اتمسفر نیتروژن اضافه می‌گردد و به مدت سه ساعت تحت شرایط هم زدن قرار می‌گیرد. در مرحله بعد مخلوط به سرعت فیلتر شده و به منظور کاهش CDI باقیمانده ۲ بار با تولوئن خشک شسته می‌شود. در مرحله بعد فیبرهای فعال شده به یک بالن ۳ دهانه شامل محلولی از آمین‌های آلیفاتیک، ملامین یا دی‌آمین وارد شده و به مدت ۳ ساعت تحت شرایط اتمسفر نیتروژن همزده می‌شود. در مرحله آخر محصول بدست آمده به مدت ۲۴ ساعت تحت شرایط سوکسله قرار می‌گیرد. سپس به منظور اطمینان از اصلاح شدن سطح، FTIR و سایر روش‌های آنالیز سطحی از نانوفیبرهای سلولزی گرفته می‌شود.

در مرحله بعدی کار، ظرفیت جذب این ساختارهای اصلاح شده برای آلودگی‌های فنلی بررسی می‌شود و مورد آزمایش قرار می‌گیرد و ایزوترم‌های جذب رسم می‌شود. همچنین می‌توان عوامل محیطی موثر از جمله pH آب، دما و سایر عوامل را بررسی نمود.

مراجع:

[1] C.R.D.W.P.T. Roadmap, W.S.T. Board, D.E.L. Studies, N.R. Council, Review of the Desalination and Water Purification Technology Roadmap, National Academies Press2004.
[2] H. Daraei, A. Mittal, M. Noorisepehr, F. Daraei, Kinetic and equilibrium studies of adsorptive removal of phenol onto eggshell waste, Environ Sci Pollut Res, 20 (2013) 4603-4611.
[3] J.B. Sullivan, G.R. Krieger, Clinical Environmental Health and Toxic Exposures, Lippincott Williams & Wilkins2001.
[4] M. Koutny, J. Ruzicka, J. Chlachula, Screening for phenol-degrading bacteria in the pristine soils of south Siberia, Applied Soil Ecology, 23 (2003) 79-83.
[5] T.G. Danis, T.A. Albanis, D.E. Petrakis, P.J. Pomonis, Removal of chlorinated phenols from aqueous solutions by adsorption on alumina pillared clays and mesoporous alumina aluminum phosphates, Water Research, 32 (1998) 295-302.
[6] L.J. Matheson, P.G. Tratnyek, Reductive Dehalogenation of Chlorinated Methanes by Iron Metal, Environmental Science & Technology, 28 (1994) 2045-2053.
[7] C.-P. Huang, H.-W. Wang, P.-C. Chiu, Nitrate reduction by metallic iron, Water Research, 32 (1998) 2257-2264.
[8] J.-L. Chen, S.R. Al-Abed, J.A. Ryan, Z. Li, Effects of pH on dechlorination of trichloroethylene by zero-valent iron, Journal of Hazardous Materials, 83 (2001) 243-254.
[9] A.I. Mustafa, M.N. Amin, Phenol removal from aqueous system by jute stick, Pakistan Journal of Analytical and Environmental Chemistry, (2008) 92-95.
[10] N. Singh, J. Singh, AN ENZYMATIC METHOD FOR REMOVAL OF PHENOL FROM INDUSTRIAL EFFLUENT, Preparative Biochemistry and Biotechnology, 32 (2002) 127-133.
[11] Metcalf, Eddy, G. Tchobanoglous, Wastewater engineering: treatment disposal reuse, McGraw-Hill1979.
[12] H. Freeman, Standard handbook of hazardous waste treatment and disposal, McGraw-Hill1989.
[13] A. Dąbrowski, P. Podkościelny, Z. Hubicki, M. Barczak, Adsorption of phenolic compounds by activated carbon—a critical review, Chemosphere, 58 (2005) 1049-1070.
[14] M.A. Schneegurt, J.C. Jain, J.A. Menicucci, S.A. Brown ,K.M. Kemner, D.F. Garofalo, M.R. Quallick, C.R. Neal, C.F. Kulpa, Biomass Byproducts for the Remediation of Wastewaters Contaminated with Toxic Metals, Environmental Science & Technology, 35 (2001) 3786-3791.
[15] M. Akhtar, S. Moosa Hasany, M.I. Bhanger, S. Iqbal, Sorption potential of Moringa oleifera pods for the removal of organic pollutants from aqueous solutions, Journal of Hazardous Materials, 141 (2007) 546-556.
[16] X. Wang, B. Xing, Sorption of Organic Contaminants by Biopolymer-Derived Chars , Environmental Science & Technology, 41 (2007) 8342-8348.
[17] G. Crini, Kinetic and equilibrium studies on the removal of cationic dyes from aqueous solution by adsorption onto a cyclodextrin polymer, Dyes and Pigments, 77 (2008) 415-426.
[18] V.K. Gupta ,A. Mittal, V. Gajbe, J. Mittal, Adsorption of basic fuchsin using waste materials—bottom ash and deoiled soya—as adsorbents, Journal of Colloid and Interface Science, 319 (2008) 30-39.
[19] Z. Reddad, C. Gérente, Y. Andrès, J.-F. Thibault, P. Le Cloirec ,Cadmium and lead adsorption by a natural polysaccharide in MF membrane reactor: experimental analysis and modelling, Water Research, 37 (2003) 3983-3991.
[20] D. Klemm, F. Kramer, S. Moritz, T. Lindström, M. Ankerfors, D. Gray, A. Dorris, Nanocelluloses :A New Family of Nature-Based Materials, Angewandte Chemie International Edition, 50 (2011) 5438-5466.

[21] Y. Habibi, L.A. Lucia, O.J. Rojas, Cellulose Nanocrystals: Chemistry, Self-Assembly, and Applications, Chemical Reviews, 110 (2010) 3479-3500.
[22] R.J. Moon, A. Martini, J. Nairn, J. Simonsen, J. Youngblood, Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites, Chemical Society Reviews, 40 (2011) 3941-3994.
[23] T. Heinze, T. Liebert, Unconventional methods in cellulose functionalization, Progress in Polymer Science, 26 (2001) 1689-1762.
[24] L. Brinchi, F. Cotana, E. Fortunati, J.M. Kenny, Production of nanocrystalline cellulose from lignocellulosic biomass: Technology and applications, Carbohydrate Polymers, 94 (2013) 154-169.
[25] A.M. Adel, Z.H. Abd El-Wahab, A.A. Ibrahim, M.T. Al-Shemy, Characterization of microcrystalline cellulose prepared from lignocellulosic materials. Part II: Physicochemical properties, Carbohydrate Polymers, 83 (2011) 676-687.
[26] L. Nimeskern, H .Martínez Ávila, J. Sundberg, P. Gatenholm, R. Müller, K.S. Stok, Mechanical evaluation of bacterial nanocellulose as an implant material for ear cartilage replacement, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 22 (2013) 12-21.
[27] A. Zhang, T. Asakura, G. Uchiyama, The adsorption mechanism of uranium(VI) from seawater on a macroporous fibrous polymeric adsorbent containing amidoxime chelating functional group, Reactive and Functional Polymers, 57 (2003) 67-76.
[28] H. Daraei;, H. Kamali ,Response surface modelling for optimization of 2-chlorophenol removal from water by nanoscale iron and iron powder, American Journal of Environmental Protection, 3 (2014) 144-151.
[29] S. Alila, S. Boufi, Removal of organic pollutants from water by modified cellulose fibres, Industrial Crops and Products, 30 (2009) 93-104.
[30] S. Hokkanen, E. Repo, T. Suopajärvi, H. Liimatainen, J. Niinimaa, M. Sillanpää, Adsorption of Ni(II), Cu(II) and Cd(II) from aqueous solutions by amino modified nanostructured microfibrillated cellulose, Cellulose, 21 (2014) 1471-1487.
[31] S. Hokkanen, E. Repo, M. Sillanpää, Removal of heavy metals from aqueous solutions by succinic anhydride modified mercerized nanocellulose, Chemical Engineering Journal, 223 (2013) 40-47.

۹ـ زمان انجام تحقیق:

الف ـ طول مدت اجرای تحقیق: ۱۲ ماه

ب ـ تاریخ شروع: