نحوه استناد به این مقاله: غلامی، امیر (۱۳۹۰). مطالعه مروری روش‌های حذف مواد آلاینده از آب به‌وسیله فناوری نانو. تبدیل انرژی، ۲ (۱و۲)، ۴۵-۵۰.

مطالعه مروری روش های حذف مواد آلاینده از آب به‌وسیله فناوری نانو

امیر غلامی [۱و*]

[۱] گروه مهندسی مکانیک، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران.

دریافت: اسفند ۹۴، بازنگری: فروردین ۹۵، پذیرش: اردیبهشت ۹۵

چکیده

آب سالم آبی است که عاری از مواد شیمیایی سمی و عوامل بیماری زا باشد. آب سالم 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 می‌شود. هم اکنون جهان به دلیل کمبود منابع آب شیرین با چالش های زیادی برای به تامین آب سالم روبرو است . امروزه گذر علم و فناوری و پیشرفت سریع تکنولوژی توانسته است، راهکارها و دستاوردهای جدیدی را در زمینه‌ی علوم مختلف از جمله تصفیه‌ی انواع پساب‌ها و فاضلاب‌های صنعتی ارائه کند. در زمینه‌ی شناخت و ازبین بردن انواع آلاینده‌های آلی، علم نانو دارای جایگاه ویژه‌ای است. اخیرا با ورود فناوری‌های نوین در تصفیه‌ی آب و پساب‌های صنعتی، راهکارهای جدیدی با استفاده از فناوری نانو و محیط‌های متخلخل معرفی شده است. توانایی بالای فناوری نانو در حذف مواد آلی از آب و پساب‌ها موجب توجه ویژه‌ای به این موضوع گردیده است. در این مطالعه مروری پژوهش‌هایی در زمینه نانو مواد از جمله: ۱- حذف مواد آلی توسط نانوذرات و زغال سنگ فعال از آب، ۲- انتقال نانوذرات اکسید فلزی در ماده متخلخل اشباع، ۳- استفاده نانوذرات آهن صفر ظرفیتی جهت حذف کروم از آب، ۴- حذف آرسنیک از آب به کمک عنصر صفر ظرفیتی آهن بر روی کربن فعال، ۵- کاهش موثر برومات در آب توسط کربن فعال گرانول آغشته به نانو هیدروکسید آهن، ۶- کاهش نیترات با استفاده از ذرات نانو آهن- مس، ۷- سنتز نانوکمپوزیت متخلخل از زغال چوب طبیعی- منیزیم اکسید جهت پاکسازی فسفات و نیترات از محلول آبی، ۸-توسعه و تعیین ویژگی‌های غشای سرامیکی میکرومتخلخل تیتانیوم سیلیکون کاربید جهت فیلتراسیون میکروارگانیسم‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این مطالعه، مروری بر روش‌ها و ترکیباتی جهت از بین بردن مواد آلی از مایعاتی مانند اسیدهای آبی و ذرات مشابه دیگر، و همچنین معرفی برخی کاربردهای نانو مواد در حذف آلاینده‌ها از آب است.

* **عهده‌دار مکاتبات:** amirgholami4511@gmail.com

کلمات کلیدی: نانوذرات، مواد آلی، محیط متخلخل، آلاینده‌ها.

۱- مقدمه

آلودگی محیط زیست، تهدیدی جدی برای سلامتی انسان محسوب می‌گردد. باکتری‌ها و ویروس‌های منتشر شده در هوا و آب عامل بسیاری از بیماری‌های کشنده می‌باشند[۱]. پیشرفت فیلتراسیون آب با استفاده از مواد غیر سمی جهت پاکسازی میکروارگانیسم‌ها و جلوگیری از انتشار آنها دارای اهمیت چشمگیری است [۲].

راه‌ها و فرایندهای شناخته شده‌ی زیادی جهت پاکسازی، خالص سازی و سایر سالم سازی‌های مایعات، در مصرف روزانه و رفع سایر نیازها وجود دارد. روش‌های تصفیه آب شامل: سانتریفیوژ، فیلتراسیون جهت حذف مواد شیمیایی، استریل کردن آب، تقطیر، افزایش خلوص مایعات، سرازیر کردن، اسمز معکوس و الکترودیالیز، پاستوریزاسیون و فرایندهای کاتالیستی جهت پوشاندن می‌باشند. هر کدام از این روش‌ها جهت برنامه‌های کاربردی خاصی مناسب هستند و به طور معمول ترکیبی از این روش‌ها به منظور دستیابی به محصول نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۳].

در مواردی نیاز است غلظت هیدروکربن‌ها و مواد آلی تا سطح بسیار پایینی کاهش یابند. پاک‌سازی هیدروکربن‌ها شامل: نشست تانک، جداسازهای الکترواستاتیک و جداسازهای سیلیکونی می‌باشد. انجام این جداسازی ها بسیار سخت و پرهزینه است و نیاز به تجهیزات و ماشین آلات پیشرفته‌ای دارد تا بتوانند تا حد ممکن هیدروکربن‌ها و مواد ارگانیک را از مایعات با پایه‌ی آب جدا کنند [۴].

در گذشته‌ی نه چندان دور، تصفیه آب آشامیدنی با روش‌های متداول فیلتراسیون و گندزدایی انجام می شد. هدف از آن کاهش مواد معلق و زدودن عوامل زنده‌ی بیماری‌زا در آب

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1390.2.1.1.7]

آشامیدنی بود. این روش‌ها جواب گوی نیاز تصفیه خانه‌ها نبوده و لازم است از فرآیندهای جدید، برای تصفیه‌ی آب آشامیدنی، فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی استفاده گردد [۵].
یکی از مشکلات کنونی تصفیه‌ی آب، عدم توانایی جذب مواد آلی ازجمله: کربن آلی موجود در خاک سنگ، مواد هیومیک، کربن سیاه از جمله دوده، زغال سنگ، کربن‌های آلی حل شدنی و دیگر مواد آلی طبیعی از آب می‌باشد [۶].

۲- نانو مواد

نانومواد در مقایسه با مواد در ابعاد بزرگ، دارای سطوح بسیار وسیع تری هستند. آنها همچنین به دلیل داشتن میل ترکیبی زیاد، قادر به بر هم کنش با گروه‌های شیمیایی مختلف می‌باشند. همچنین نانو مواد می‌توانند به عنوان لیگاندهای[1] قابل بازیافت با ظرفیت و عملکرد انتخابی بسیار بالا برای جذب یون‌های فلزی سمی از هسته‌های رادیواکتیو، حلال‌های آلی و معدنی به شمار آیند. جاذب‌ها می‌توانند به عنوان جداساز محیطی در خالص سازی آب و برای حذف آلاینده‌های آلی از آب آلوده استفاده می‌شوند [۸].

۳- محیط‌های نانو متخلخل

هنگامی که آلاینده‌های آلی آب گریز از طریق آب وارد خاک می‌شوند، به راحتی توسط ذرات جامد غیر محلول در آب جذب و از آب جدا می‌شوند. پدیده جذب و دفع اینگونه آلاینده‌ها از آب به خاک و از خاک به هوا بسیار پیچیده است. این پدیده به عوامل متعددی از قبیل حلالیت در آب، آب موجود در شبکه، خاک و قابلیت اجزای گوناگون خاک برای جذب این ذرات بستگی دارد. هنگامی که بیش از یک مولکول آب گریز در محیط وجود داشته باشد، مولکول‌های آلاینده به جسمی متصل می‌شوند که از لحاظ شیمیایی بیشترین شباهت را به آنها داشته باشد. به همین دلیل محیط نانو متخلخل که شباهت زیادی به مولکول‌های مواد آلاینده دارد، مناسب ترین وسیله برای جداسازی این نوع آلاینده‌های آلی از آب و خاک به شمار می‌رود. به طور کلی محیط‌های نانو متخلخل به دلیل قابلیت استفاده مکرر آنها در کاربردهای زیست محیطی بسیار مقرون به صرفه هستند. کاربردهای زیست محیطی آن ها شامل: جداسازی آلاینده‌های آلی از آب آشامیدنی، تصفیه پساب‌های واحدهای صنعتی مانند نیروگاه‌های هسته‌ای برای استفاده مجدد از آنها، پاکسازی منابع آبی آلوده شده به مواد نفتی، پاکسازی منابع آب زیرزمینی از آلاینده‌های آلی می باشد [۹].

۴- روش های مختلف پاک سازی آلاینده ها از آب

۴-۱: حذف مواد آلی از آب توسط نانوذرات و زغال سنگ فعال:

زغال سنگ آلودگی‌های سمی متعددی را به هوا، آب و خاک منتقل می‌کند. عناصر سمی موجود در زغال‌سنگ همچون کادمیوم، جیوه، سلنیوم و دیگر آلاینده‌ها از طریق آب‌های زیرزمینی و سطحی وارد آب می‌شوند. استفاده از ترکیب نانوذرات- شن می‌تواند منجر به جذب خاک زغال سنگ از مایعات آبی آلوده می‌گردد. یک بسته متخلخل پوشیده با نانوذرات از جمله اکسیدهای فلزات قلیایی خاکی، هیدروکسیدها، کریستال‌های پیزوالکتریک[2] و یا پیروالکتریک[3] می‌توانند بخش قابل توجهی از زغال سنگ را حذف کنند. نگه داشتن نانوذرات روی بستر شن و ماسه از طریق نیروهای واندروالسی و یا نیروهای الکترواستاتیک امکان‌پذیر است. نانوذرات می‌توانند از طریق پوششی از الکل، گلیکول و روغن‌های معدنی به بستر اضافه شوند.
جیمز و کریوز [۱۰] با اختراع ترکیب جدید دریافتند: به منظور حذف زغال سنگ از مایعات می‌توان از نانوذرات کمک گرفت. بستر مورد بررسی می‌تواند حاوی شن و ماسه، مهره‌های سرامیکی و یا دانه‌های شیشه‌ای باشد. بستر شامل یک ماده متخلخل فعال که دارای پوشش نسبی از نانوذرات و ذرات جاذب ثابت شده است، می باشد. جذب مواد آلی از طریق مواد جاذب روی سطح ماده متخلخل فعال صورت می‌گیرد، اما به دلیل شسته شدن آنها به وسیله‌ی آب از روی سطح ماده متخلخل نیاز است که مواد جاذب به سطح فعال ماده متخلخل ثابت شوند. نمونه ها شامل دو بطری از پساب حاوی لیمونن هستند که تست فیلتراسیون روی آنها صورت گرفته است. نمونه اول شامل ۰،۲ درصد وزنی زغال آنتراسیت است و نانوذرات روی آن تثبیت شده است. پس از عبور ۵۰۰ میلی لیتر پساب، آب فیلتر شده همچنان پاک بود. نمونه دوم حاوی ذرات آنتراسیت و فاقد نانوذرات است. فیلتر بدون نانوذرات قادر به پاکسازی پساب نبود. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که وجود نانو ذرات جذب شده به زغال سنگ فعال، شیوه خوبی برای جذب مواد آلی از ترکیبات آبی می‌باشد [۱۰].

۴-۲: انتقال نانوذرات اکسید فلزی در ماده متخلخل اشباع:

فتوکاتالیست‌ها موادی هستند که باعث نابودی آلاینده‌ها در فاضلاب و تبدیل آنها به مواد بی خطر نظیر آب و دی اکسید کربن می‌شوند. تعدادی از مواد فتوکاتالیست عبارتند از دی-اکسید تیتانیوم(TiO_2)، اکسید روی(ZnO)، اکسید

1. Ligand

2 - piezoelectric

3 - pyroelectric

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1390.2.1.1.7]

آهن(Fe_3O_4) و اکسید مس(CuO) که به علت قیمت کم، عدم نیاز به انرژی بالا و عدم ایجاد آلودگی از بقیه مشهورتر هستند. تال و همکاران [۱۱] رفتار چهار نوع از نانوذرات اکسید فلزی در محیط متخلخل اشباع را مورد بررسی قرار دادند. انتقال این نانو مواد در یک سری از آزمایشات اندازه گیری شد. ستون‌های عمودی با ذرات کروی شیشه‌ای یک شکل پر شد. ذره‌ها به صورت یک پالس معلق در محلول آبی در نظر گرفته شدند.

جدول(۱): ویژگی های نانو ذرات استفاده شده جهت انتقال با ۱/۰ مول نمک با اقتباس از مرجع [۱۱].

نانو ذرات	اندازه تولید (نانومتر)	اندازه DLS (نانومتر)	پتانسیل زتا mV	η_0
اکسید آهن (Fe_3O_4)	‹۵۰	۱۲۸۱	-۸,۵۱	$۳,۸۷\times۱۰^{-۲}$
دی اکسید تیتانیوم (TiO_2)	‹۱۰۰	۱۹۰	-۳۳,۵۳	$۱,۰۳\times۱۰^{-۲}$
اکسید روی (ZnO)	‹۱۰۰	۱۱۰۶	۸,۱۹	$۳,۴۶\times۱۰^{-۲}$
اکسید مس (CuO)	‹۵۰	۳۴۲	۱۷,۱۳	$۹,۶۶\times۱۰^{-۳}$

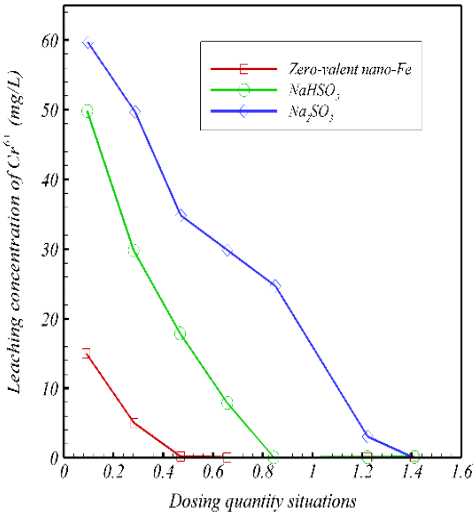
این پژوهش نشان داد که حرکت در میان نانوذرات به شدت با یکدیگر متفاوت است. همچنین اکسید تیتانیوم دارای بالاترین تحرک است. افزایش قدرت یونی سبب افزایش رسوب نانوذرات می‌گردد. به عبارت دیگر افزودن هیومیک اسید سبب افزایش قابل توجه حرکت نانوذرات می‌گردد. به طور کلی در سیستم‌های طبیعی انتظار می‌رود که وجود هیومیک اسید(در خاک و مواد آلی) بر تعیین سرعت حرکت نانوذرات تاثیر کلیدی داشته باشد. اثر قدرت یونی در حمل و نقل نانوذرات با تکرار این آزمایش (پودر و محلول در آب) با غلظت‌های مختلف نمک طعام بررسی شد. نمودار بدست آمده برای اکسید آهن صفر ظرفیتی دارای ماکزیمم در یک مقدار مشخصی از منافذ بود. به طور قابل توجهی سرعت حرکت نانوذرات آهن مغناطیسی در محیط متخلخل بسیار کم است که ممکن است به ثبات کم در سوسپانسیون نسبت داده شود. برای غلظت‌های پایین تر نمک، با افزایش غلظت هیومیک اسید سرعت حرکت نانوذرات به شدت افزایش می‌یابد. برای محلول شامل ۰، ۱۰، ۳۰، ۶۰ گرم بر لیتر هیومیک اسید بیشتر از ۱,۵ درصد، ۲۹ درصد، ۷۱,۵ درصد و ۷۵ درصد نانوذرات از شن کوارتز شسته شدند. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که نانوذرات دی اکسید تیتانیوم(TiO_2) دارای بیشترین تحرک، اکسید مس(CuO) دارای تحرک کمتر و اکسید آهن(Fe_3O_4) و اکسید روی(ZnO) دارای حداقل تحرک در محلول بودند. ذرات دارای تحرک کمتر برای جذب شدن به ذرات شن کوارتز مناسب تر هستند [۱۱].

۴-۳: استفاده نانوذرات آهن صفر ظرفیتی جهت حذف کروم از آب:

کروم یکی از فلزات صنعتی مهم است که در فرآیندها و تولیدات صنعتی بسیاری از آن استفاده می‌شود. این ماده از طریق فاضلاب‌های تولیدی صنایع آبکاری، نساجی، چرم سازی و کودسازی به محیط زیست و آب‌های سطحی و زیر زمینی وارد می‌شود. کروم از طریق نشت یا روش‌های دفع نادرست در محیط رها می‌شود که در دو حالت کروم سه ظرفیتی و شش ظرفیتی یافت می‌شود. کروم شش ظرفیتی در محیط حرکت می‌کند و بسیار سمی و سرطان زا است در حالی که کروم سه ظرفیتی سمیت کمتری دارد. کروم همچنین باعث ایجاد اختلال در کار کبد، کلیه و ریه می‌شود. طبق اعلام سازمان بهداشت جهانی میزان مجاز کروم در آب ۰,۰۱ میلی گرم در لیتر می‌باشد. امروزه برای حذف کروم از روش‌های فیزیکی و شیمیایی متعددی شامل: اسمز معکوس و الکترو دیالیز استفاده می شود. روش‌های مذکور علاوه بر محدودیت در استفاده دارای هزینه بالایی می باشند. یک روش سریع و موثر که امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته روش احیای شیمیایی است. سان و همکاران [۱۳] با بررسی روی عنصر صفر ظرفیتی آهن دریافتند که می‌توان از عوامل کاهنده مانند Na_2So_3، Fe_0، $NaHso_3$ بجای روش‌های سنتی استفاده کرد. در این بین، آهن صفر ظرفیتی به دلیل فراوانی، ارزانی، غیرسمی بودن، واکنش سریع و بازده بالا در تجزیه آلاینده‌ها در اولویت قرار دارد. حذف کروم به وسیله‌ی آهن صفر ظرفیتی تکنولوژی بسیار موفقی می‌باشد و از چندین واکنش به صورت چرخه خورندگی الکتروشیمیایی تشکیل شده است. اندازه ذرات یک ویژگی نسبتا مهم، در جذب و واکنش با آلاینده‌هاست. نانوذرات آهن به دلیل سطح موثر بالا، میزان کروم را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهند. شکل اولیه نانوذرات باعث واکنش سریع با ماده‌ی اطراف خودش می‌شود. احیاء کروم شش ظرفیتی با آهن صفر ظرفیتی باعث تولید آهن فریک و یون کروم سه ظرفیتی می‌شود. کروم سه ظرفیتی می‌تواند از طریق ته نشینی ترکیب هیدوکسید کروم سه ظرفیتی و آهن سه ظرفیتی حذف گردد [۱۲]. در شکل ۱ تاثیر آهن صفر ظرفیتی بر کاهش کروم نشان داده شده است. این پژوهش نشان می‌دهد که آهن صفر ظرفیتی کارایی و صرفه اقتصادی بیشتری نسبت به دیگر مواد سنتی، در جذب مواد آلاینده دارد [۱۳].

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1390.2.1.1.7]



شکل۱: تاثیر کاهش کروم شش ظرفیتی با دوزهای مختلف آهن صفر ظرفیتی و مواد دیگر با اقتباس از مرجع[۱۳].

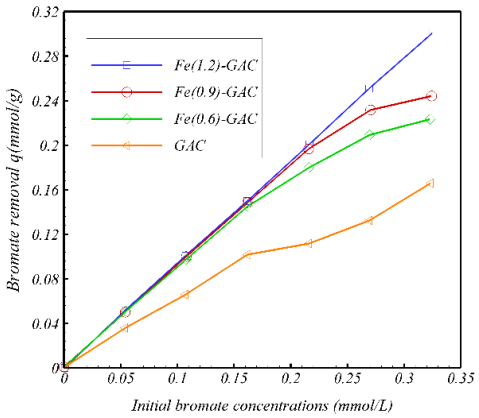
۴-۴: حذف آرسنیک از آب به وسیله عنصر صفر ظرفیتی آهن-روی-کربن فعال:

آرسنیک اسید یا همان مرگ موش، یکی از عوامل سرطان زا شناخته شده است که از طریق فرآیندهای طبیعی مانند واکنش‌های هوازدگی، فعالیت‌های بیولوژیکی، آتشفشان، متالوژی، ساخت شیشه و سرامیک، تولید ابر رساناها و نیمه‌هادی‌ها وارد محیط زیست می‌شود. استفاده طولانی مدت از آب آشامیدنی حاوی آرسنیک می‌تواند باعث افزایش ویتیلیگو[۴]، سرطان پوست، بیماری‌های قلبی و عصبی شود. غلظت بالای آرسنیک در آب علاوه بر سوء تغذیه و هپاتیت باعث تشدید اثرات سمی آن می‌شود [۱۴].

ژو و همکاران [۱۵] با مطالعه روی کربن فعال آغشته به عنصر صفرظرفیتی آهن، توسط ترکیب کربن فعال با سولفات آهن توانستند غلظت آرسنیک را در آب کاهش دهند. ذرات آهن در منافذ کربن نفوذ کرده و باعث جذب کاتیون‌های فلزی، فسفات، سیلیکات ، Ca^{2+} , Mg^{2+} شد. همچنین آهن فروس(Fe^{2+}) مانع جذب آرسنیک توسط عنصر صفر ظرفیتی شد. آرسنیک می‌تواند بوسیله محلول سدیم هیدروکسید احیا شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که نانوذرات آهن صفر ظرفیتی می‌تواند، به جای سطح خارجی درون منافذ کربن فعال نفوذ کنند. ماندگاری ذرات آهن صفر ظرفیتی درون کربن فعال باعث کاهش موثر غلظت آرسنیک از محلول آبی می شود [۱۵].

۴-۵: کاهش موثر برومات در آب توسط کربن فعال گرانول آغشته به نانو هیدروکسید آهن:

در سالهای اخیر اندازه‌گیری برومات در آب نوشیدنی به دلیل خاصیت سرطان‌زایی این یون اهمیت ویژه‌ای یافته است. از کربن فعال گرانول آغشته به نانو هیدروکسید آهن جهت کاهش برومات در آب استفاده می‌شود. نانو هیدروکسید آهن به ذرات SO_4 متصل شده و به طور مساوی روی سطح کربن فعال گرانول توزیع می‌شود. آهن متصل شده به کربن فعال گرانول، به طور موثری برومات را از آب جذب می‌کند. در طول کاهش برومات به برومیت، آهن سه ظرفیتی پس از اتصال به ترکیب آهن و کربن فعال گرانول، به آهن دو ظرفیتی کاهش پیدا می‌کند. کاتالیزورهای آهن سه ظرفیتی و آهن دو ظرفیتی، به کاهش میزان برومات از طریق کربن فعال گرانول سرعت می‌بخشد. چهار آنیون غیر طبیعی به ترتیب شامل So_4^{2-} و CO_3^{3-} و Cl^- و Po_4^{2-} ترکیب شده با آهن و کربن فعال گرانول سبب کاهش کارآمد برومات در آب می‌گردد. در شکل ۲ ظرفیت جذب کربن فعال گرانول و ترکیب آهن‌های با درصدهای وزنی ۰/۶، ۰/۹ و ۱/۲ و کربن فعال گرانول صورت گرفته است. افزایش درصد وزنی آهن در کربن فعال گرانول باعث جذب بیشتر برومات در آب می‌گردد.



شکل۲: ظرفیت جذب کربن فعال گرانول و آهن با اقتباس از مرجع [۱۵].

نتایج نشان می‌دهند که ترکیب آهن-کربن فعال گرانول، قدرت بالایی در کاهش برومات از محلول‌های آبی دارد [۱۶].

۴-۶: کاهش نیترات با استفاده از نانوذرات Fe/Cu:

عدم رعایت حد ماکزیمم غلظت نیترات در آب آشامیدنی، منجر به خطراتی برای سلامتی از جمله سرطان و سندرم کودکان آبی می‌گردد. روش‌های حذف نیترات از آب مشتمل بر فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد. تبادل یونی، اسمز معکوس و احیای شیمیایی روش‌هایی هستند که تا کنون برای حذف نیترات از آب مورد استفاده قرار گرفته‌اند. روش‌های فوق

4 . vitiligo

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1390.2.1.1.7]

ضمن اثرات جانبی احتمالی بر روی آب، از نظر اقتصادی مقرون صرفه نیستند [۱۷]. حسینی و همکارانش[5] دریافتند، قرارگرفتن یک نانواکسید فلزی صفرظرفیتی روی نانوذره‌ی آهن، می‌تواند باعث کاهش نیترات از آب شود. پوشش فلزی می‌تواند به انتقال الکترون از هسته‌ی آهن صفرظرفیتی، برای کاهش نیترات کمک کند. نیترات محلول درآب، در سطح مشترک مس و آب حرکت می‌کند. نیترات در سطح مشترک پخش شده و با دادن الکترون از هسته و H^+ از آب سبب تولید NH^3 و NO_2^- و NH^+ می‌گردد. سطح نانوذرات اکسید فلزی روی عنصرصفر ظرفیتی آهن می‌تواند از اکسیداسیون سریع آن جلوگیری کند. این فرآیند در آب زیرزمینی حل نمی‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد که ترکیب عنصر آهن صفر ظرفیتی با مس می‌تواند جاذب خوبی برای نیترات از محلول آبی باشد [۱۸].

۴-۷: سنتز نانوکمپوزیت متخلخل از زغال چوب طبیعی- منیزیم اکسید جهت پاکسازی فسفات و نیترات از محلول آبی:
تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی به نیترات، در بسیاری از مناطق دنیا به صورت یکی از شایع‌ترین آلایندگی‌های شیمیایی جهان مطرح است. استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی، یکی از منابع مهم ورود نیترات به آب‌های زیرزمینی می‌باشد. فسفات به عنوان دیگر منبع بزرگ آلاینده، از طریق شوینده ها و کودهای شیمیایی وارد آب های زیرزمینی و سطحی می‌شود. در کشتزارهایی که کود شیمیایی فسفات در آنها استفاده می‌شوند، مقادیر زیادی فسفات وارد آبهای طبیعی می‌شود [۱۹]. یون‌های نیترات نسبتا غیر سمی هستند، اما احیای آنها با میکروارگانیسم‌ها به نیتریت می‌تواند خطرات بهداشتی جدی به دنبال داشته باشد. از جمله می‌توان ابتلا به سرطان در اثر تشکیل نیتروآمین‌ها اشاره کرد [۲۰]. زنگ و همکارانش[6] توانستند یک سنتز جدید از مواد نانوکمپوزیت طبیعی با منیزیوم اکسید بسازند. این ماده دارای قابلیت جذب بالایی برای آلاینده‌های یونی است. نانوکمپوزیت از منیزیوم هیدروکسید به عنوان پوشش دهنده‌ی سطح زغال چوب طبیعی با سایز متوسط ۲ تا ۴ نانومتر، که درون شبکه‌های زغال چوب با اندازه‌ی منافذ ۳۰ نانومتر قرار دارد، ساخته شده است. نانوکمپوزیت تشکیل شده از تفاله‌ی چغندر قند و پوسته‌ی بادام زمینی با ظرفیت‌های لانگمویر[7] بالا، دارای توانایی جذب بیشتر از ۸۳۵ میلی‌گرم تا ۱ گرم فسفات و ۹۵ میلی‌گرم تا ۱ گرم نیترات از مواد جاذب را دارا است. این امر نشان دهنده برتری مواد در ساخت نانوکمپوزیت است. نتایج نشان می‌دهد نانوکمپوزیت تولید شده از لحاظ توانایی جذب بالا و صرفه اقتصادی بسیار مناسب است [۲۱].

۴-۸: تعیین ویژگی‌های غشای سرامیکی میکرومتخلخل تیتانیوم سیلیکون کاربید[8] جهت فیلتراسیون میکروارگانیسم‌ها:
اشریشیا کُلی[9] نوعی باسیل گرم منفی از خانواده آنتروباکتریال است. این باکتری شایع ترین عامل عفونت دستگاه ادراری است که حدود ۹۰ درصد عفونت‌های ادراری در زنان جوان را به خود اختصاص می دهد [۲۲]. زینلی و همکاران [۲۳] موفق به ساخت یک فیلتر متخلخل نوظهور، با استفاده از روش سنتز عناصر واکنشی شدند. غشای متخلخل متشکل از تیتانیوم سیلیکون کاربید سنتز شده، دارای منافذ زیرلایه بزرگ و منافذ غشاء کوچک است. از این ماده می‌تواند به طور همزمان برای دبی فیلتراسیون و دقت تصفیه‌ی بالا استفاده کرد. در پژوهش حاضر از طریق فیلتر کردن سوسپانسیون اشرشیاکولی[10] از طریق غشاء ماده متخلخل تیتانیوم سیلیکون کاربید، ویژگی‌های فیلتراسیون میکروارگانیسم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد ماده متخلخل در تصفیه‌ی آب بسیار عالی بوده است. در این مطالعه یک فیلتر متخلخل نو ظهور به نام تیتانیوم سیلیکون کاربید به طور موفقیت آمیزی با استفاده از سنتز واکنشی از ترکیب پودرهای خالص بدست آمد. ضخامت و قطر منافذ از طریق روش سنتز قابل تنظیم بود. فیلتر میکرومتخلخل می‌تواند بیشتر از ۹۹,۹۹ درصد از باکتری اشرشیاکولی را از محلول آبی پاک کند. نتایج نشان داد که این غشای نامتقارن می‌تواند یک عامل بسیار خوب جهت پاک سازی میکروارگانیسم‌های موجود در آب و یا گاز باشد [۲۳].

۵- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که: نانوذرات می‌توانند نقش بسیار مهمی در تصفیه و پاک سازی آب‌های آلوده ایفا کنند. نانوذرات با توجه به قیمت مناسب و سازگاری بالایشان با محیط زیست، قابلیت بسیار زیادی در رفع آلودگی‌های آب و تصفیه‌ی پساب دارند. پیشرفت‌های اخیر در صنعت و علوم مهندسی فرصت‌های بی نظیری در توسعه فرآیندهای تصفیه آب سازگار با محیط زیست، فراهم می‌آورد. نانومواد دارای چندین ویژگی فیزیکوشیمیایی کلیدی هستند. بررسی آنها همچنین به عنوان فیلتر، به منظور تصفیه آب حائز اهمیت می باشد. نانومواد می‌توانند با گروه‌های شیمیایی مختلف برای افزایش میل به یک ترکیب مشخص مورد استفاده قرار گیرند. همچنین آنها می‌توانند به عنوان مواد جاذب با قابلیت انتخاب بالا، ظرفیت بالا

5 - S. Mossa Hosseini et al.
6 Ming Zhang et al.
7- Langmuir adsorption

8 - Ti3SiC2
9 - Escherichia coli
10 - E.coli

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1390.2.1.1.7]

و قابل بازیافت برای یونهای فلزی سمی، رادیونوکلوئیدها ، املاح، آنیونهای آلی و معدنی در محلول‌های آبی، مورد استفاده قرارگیرند.

مراجع

[1] T. Driscoll, K. Steenland, D. I. Nelson, J. Leigh, Environmental burden of disease, series no. 7: occupational airborne particulates: assessing the environmental burden of disease at national and local levels, World Health Organization, (2004).

[2] E. C. Hammel, O. Ighodaro, O. Okoli, Processing and properties of advanced porous ceramics: an application based review, Ceram Int, 40 (2014) 15351–15370.

[3] K. Nagaveni, M. S. Sivalingam, G. Hegde, Photocatalytic Degradation of Organic Compunds over Combustion-Synthesized Nano-TiO2. Environmental Science and Technology, 38 (2004) 1600-1604.

[4] Rechargable surface active porous media for removal of organic materials from aqueues fluids.

[5] M. C. Roco,net al,. (eds.), Visions for Nanotechnology Research and Development in the Next Decade, InteragencynWorking Group on Nanoscience, Engineering, and Technology, Loyola College, Maryland, (2009).

[6] A. B. Boxall, Q. Chaudhry, C. Sinclair, A. Jones, R. Aitken, B. Jefferson, C. Watts, Current and Future Predicted Environmental Exposure to Engineered Nanoparticles Report by the Central Science Laboratory (CSL) York for the Department of the Environment and Rural Affairs (DEFRA), (2007).

[7] M. Mehrab, M. Mirshoja, Water treatment with nano technology, (2009).

[8] M. Hillie, M. Munasinghe, Y. Hlope, nanotechnology, water, & development, Commissioned as Part of the Global Dialogue on Nanotechnology and the Poor: Opportunities and Risks.

[9] Z. Wei-xian, Nanoscale iron particles for environmental remediation: An overview, Journal of Nanoparticle Research, 5 (2003), 323–332.

[10] B. James, H. Crews Tianping, methods and compositions to remove coal fines from aqueous fluids, Patent Application Publication, United States, (2010).

[11] B. Tal, D. Ishai, B. Brian, Transport of metal oxide nanoparticles in saturated porous media, Chemosphere, 81 (2010) 387-393.

[12] J. Suwannee, S. weerapong, removal of Hexavalent chromium Aqueous Solutions by Scarp Iron Fillings Kmitl, 6 (2006) 1-12.

[13] X. N. Sun, A. P. Liu, Q. F. Chen, X. Wang, The experimental study of Cr6+ contaminated water remediation by zero-valent nano-Fe, International Journal of Modern Physics B, 29 (2015) 1542044.

[14] S. R. Kanel, J. M. Greneche, removal from groundwater using nano scale zerovalent iron as colloidal reactive barrier material, Environ.Sci, 40 (2006) 2045-2050.

[15] Z. Huijie, J. Yongfeng, W. Xing, W. He, Removal of arsenic from water by supported nano zero-valent iron on activated carbon, Journal of Hazardous Materials, 172 (2009) 1591–1596.

[16] X. Jian-hong, G. Nai-yun, Z. Dong-ye, Z. Wei-xian, X. Qin-kun, X. Ai-hong, Efficient reduction of bromate in water by nano-iron hydroxide impregnated granular activated carbon (Fe-GAC), Chemical Engineering Journal, 275 (2015) 189–197.

[17] S. H. Lin, C. U. Wu, Removal of nitrogenous compound from aqueous solution by ozonation and ion exchange, Water Research, 30 (2001) 2257-2264.

[18] S. Mossa Hosseini, B. Ataie-Ashtiani, M. Kholghi, Nitrate reduction by nano-Fe/Cu particles in packed column, Desalination, 276 (2011) 214-221.

[19] C. H. Liao, S. f. Kang, Y. W. Hsu, Zero-valent iron reducing of nitrate in the presence of ultraviolet light. Organic matter and hydrogen peroxide, Water research, 37 (2003) 4109-4118.

[20] Z. Ming, G. Bin, Y. Ying, X. Yingwen, , I. Mandu, Synthesis of porous MgO-biochar nanocomposites for removal of phosphate and nitrate from aqueous solutions, Chemical Engineering Journal, 210 (2012) 26-32.

[21] Z. Ming, G. Bin, Y. Ying, X. Yingwen, I. Mandu, Synthesis of porous MgO-biochar nanocomposites for removal of phosphate and nitrate from aqueous solutions, Chemical Engineering Journal, 210 (2012) 26-32.

[22] Scherichia Coli, CDC National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, Retrieved, (2012).

[23] L. Xinli, Z. Qiankun, Z. Huibin, J. Yao, H. Yuehui, Development and characterization of microporous Ti3SiC2 ceramic membranes for filtration of microorganisms, J Mater Sci, 51 (2016) 2594–2597.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-06-25]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1390.2.1.1.7]