ارزیابی کارایی منعقدکننده کیتوزان و نانوذره اکسید منیزیم در حذف توام رنگزای Direct blue 71 و کدورت

محمود سعیدی[۲،۱]، مرتضی کرمی[۲،۱]، رضا نعمتی[۳،۱]، زهرا سلیمانی[۴،۱]، محمد مهرعلیان[۵]، مهسا مرادی[۶،۱*]

۱) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده پیراپزشکی و بهداشت آرادان، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران
۲) کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران
۳) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی ساوه، ساوه، ایران
۴) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۵) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۶) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱**

چکیده

مقدمه: حجم زیادی از فاضلاب به همراه ناخالصی هایی چون مواد کلوییدی و رنگ از صنایع مختلف به محیط زیست تخلیه می گردد. این فاضلاب ها موجب مشکلات عمده شده و تهدیدی جدی برای منابع آب می باشند. بنا بر این تصفیه فاضلاب و رسیدن به استانداردهای تخلیه پساب امری ضروری است. در این راستا، کیتوزان به عنوان یک منعقدکننده دارای عملکرد قابل مقایسه ای با سایر منعقدکننده های رایج است. هم چنین با افزودن کیتوزان و حذف کدورت، احتمالاً کابرد نانوذرات با دوز پایین، کارآمدتر خواهد شد که بررسی آن، از اهداف مطالعه حاضر است. در این مطالعه، به بررسی کارایی کیتوزان و نانو اکسید منیزیم جهت حذف توام رنگ و کدورت پرداخته شده است.

مواد و روش ها: فاضلاب سنتتیک با مخلوط کردن بنتونیت و رنگ Direct Blue71 با آب مقطر آماده گردید. پس از آماده سازی مقادیر مشخص از رنگ و کدورت، دوزهای مختلف از کیتوزان و نانو اکسید منیزیم به صورت مجزا و ترکیبی مورد بررسی قرار گرفت. تاثیر متغیرهایی چون pH، غلظت اولیه رنگ و مقدار اولیه کدورت، دوز کیتوزان و MgO بر کارایی حذف بررسی گردید.

یافته های پژوهش: نتایج نشان داد که بالاترین حذف رنگ و کدورت در دوز ترکیبی ۱/۵ mg/L کیتوزان و ۱/۵ g/L از MgO با راندمان ۹۷/۵ درصد بود. هم چنین، بالاترین راندمان حذف در pH برابر با ۷ به دست آمد.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به نیاز به دوز بالای MgO در کدورت های بالا، استفاده از کیتوزان به عنوان یک منعقدکننده می تواند در کاهش استفاده از MgO موثر باشد.

واژه های کلیدی: نانو اکسید منیزیم، کیتوزان، کدورت، رنگ، فاضلاب نساجی

* نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده پیراپزشکی و بهداشت آرادان، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران-گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

Email: Moradi.env@gmail.com

Copyright © 2019 Journal of Ilam University of Medical Science. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution international 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material, in any medium or format, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]

مقدمه

رنگزاها و ترکیبات کلوییدی از جمله آلاینده های رایج هستند که به طرق مختلف وارد محیط شده و ممکن است دارای ویژگی هایی از جمله پایداری نسبی و مقاومت در برابر تجزیه بیولوژیکی، قابلیت انحلال در آب و مشکلات بهداشتی باشند؛ لذا تصفیه موثر آن ها به ویژه به منظور حفظ بهداشت و محیط زیست از اهمیت زیادی برخوردار است(۱). با توجه به این که صنعت رنگرزی و نساجی یکی از صنایع تولید کننده فاضلاب با حجم زیاد و غلظت بالای رنگ و کدورت است، استفاده از روش هایی که حداقل هزینه را در عملیات تصفیه، انعقاد و لخته سازی در برداشته باشند از اهمیت به سزایی برخوردار است(۲). حذف ناخالصی های کلوییدی با توجه به بار الکتریکی منفی، با عمل خنثی سازی بار و ناپایداری انجام شده و از طرفی حذف رنگ معمولاً با تکنولوژی جذب از روش های نوین است(۳،۴). با توجه به تدوین قوانین سختگیرانه در خصوص تخلیه پساب واحدهای نساجی، لزوم رسیدن به استاندارد تخلیه با به کارگیری روش های مقرون به صرفه و کارا حائز اهمیت بوده(۵) و در این راستا روش های مختلفی چون جذب، اکسیداسیون و فتواکسیداسیون، تخریب شیمیایی، انعقاد و لخته سازی برای حذف رنگ و کدورت در آب و فاضلاب به کار رفته اند که استفاده از ساختارهای نانویی یکی از این روش ها است(۵،۶). در واقع خواص بی نظیر نانو، محققان را بر آن داشته که امروزه این تکنیک را به صورت فنی توسعه دهند(۷). نانوذرات به دلیل داشتن سطح ویژه و واکنش پذیری سطحی بالا، محل های جذب بیشتری را در اختیار آلاینده قرار می دهند(۸،۹). یکی از این ساختارها، نانو اکسید فلزات قلیایی خاکی مانند نانو اکسید منیزیم است که به دلیل جذب تخریبی بالا از جمله جاذب های کارآمد است(۷). با وجود کارایی MgO در جذب آلاینده، دوز بالای مورد نیاز و عدم کارایی آن در حذف کدورت از محدودیت های آن به شمار می رود(۱۰) لذا برطرف نمودن این نقیصه با روش های تلفیقی می تواند بهبود بخش فرآیند باشد. در بین روش های موجود، انعقاد و لخته سازی می تواند به عنوان یک پیش تصفیه مناسب و کارآمد مطرح باشد(۱۱). این فرآیند به دلیل مقرون به صرفه بودن، بهره برداری ساده و هم چنین مصرف انرژی کمتر نسبت به سایر روش های تصفیه مورد توجه است(۱۲،۱۳). منعقدکننده های رایجی به منظور انجام عمل انعقاد در دسترس هستند اما برخی از آن ها پتانسیل آسیب به سلامت را دارند(۱۴). برای مثال استفاده از نمک های معدنی مانند آلومینیم کلراید یا آلومینیم سولفات، هم اکنون به دلیل ارتباط آن ها با بیماری آلزایمر از موضوعات بحث برانگیز است. از سوی دیگر جذب مقادیر بالای آلومینیم منجر به آنمی میکروسیتیک، پوکی استخوان و نارسایی کلیه در افراد دیالیزی می گردد(۱۵). مواد پلی آکریل آمیدی نیز به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته اند، اما آزادسازی مونومرها در این حالت بسیار مضر بوده و با ورود به چرخه غذایی و تجمع پذیری، تشدید سرطانزایی را سبب خواهد شد(۱۶). با توجه به افزایش تقاضا در به کارگیری تکنولوژی های دوستدار محیط زیست، پلی الکترولیت های طبیعی می توانند جایگزینی مناسب برای منعقدکننده های مصنوعی باشند و این سبب شده است که محققین در سال های اخیر به استفاده از آن ها در رفع آلودگی آب و فاضلاب روی آورند(۱۷). یکی از پلی الکترولیت های طبیعی، آمینو پلی ساکارید گرفته شده از کیتین به نام کیتوزان است که از حذف گروه استیل(ترکیبی با ۵۰ درصد حذف در گروه استیل) به دست می آید. از این ماده به عنوان فراوان ترین پلیمر زیستی در طبیعت بعد از سلولز نام برده شده(۱۸،۱۹) که بر اساس مطالعات مختلف، غیرسمی بودن، تجزیه پذیری، خواص ضد میکروبی و سازگاری آن با محیط اثبات شده است(۲۰-۱۷). با توجه به بار منفی کلوییدها، استفاده از کیتوزان به دلیل دارا بودن گروه NH_2 می تواند نتایج رضایت بخشی را در لخته سازی از طریق خنثی سازی بار الکتریکی، پل زنی و پیوند الکتروستاتیکی بین ذرات به همراه داشته باشد(۲۱). ضمن این که کیتوزان برای کاربردهای مختلف چون کنسروسازی، صنایع غذایی، انعقاد مواد رسی و سیلت ها در آب، ذرات لاتکس، میکروارگانیسم ها و سوسپانسیون های کلوییدی مورد مطالعه قرارگرفته است. در مطالعه ای، Abdul Khalil

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

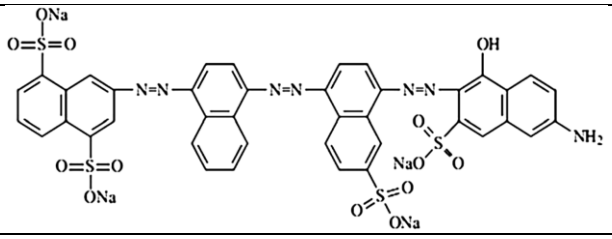
[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]

و همکاران در سال۲۰۱۶، کیتوزان را به عنوان یک نانوبیوکامپوزیت در تصفیه آب استفاده نمودند که نتایج آن قابل قیاس با سایر منعقدکننده های رایج است(۲۲). در مطالعه دیگری Shen و همکاران در سال ۲۰۱۶ بر روی جذب کروم از فاضلاب با استفاده کیتوزان اقدام نمودند که پایداری بالای این ماده منجر به راندمان بالای ۹۲ درصد این آلاینده شده است(۲۳). لذا با توجه به نیاز به دوز بالای MgO در کدورت های بالا و عدم کارایی آن در حذف کدورت، هدف از این مطالعه استفاده از کیتوزان در کاهش مقدار مصرف نانو ذره MgO و استفاده از آن در حذف رنگ و کدورت از فاضلاب و بررسی متغیرهای تاثیرگذار از قبیل: pH، غلظت اولیه آلاینده و مقدار جاذب به روش تغییر یک عامل در زمان می باشد.

مواد و روش ها

مواد شیمیایی: بنتونیت(CAS number: 1302-78-9)، نانو اکسید منیزیم(CAS 1309-48-4 number:) و کیتوزان(CAS number: 9012-76-4) از Sigma Aldrich، آمریکا تهیه شدند. اندازه ذرات نانو اکسید منیزیم کمتر از ۵۰ نانومتر(BET) بوده است. رنگزای Direct blue 71 از شرکت الوان ثابت، ایران خریداری گردید. در جدول شماره ۱، به خصوصیات رنگزای Direct blue 71 اشاره شده است.

جدول شماره ۱. خصوصیات رنگزای Direct blue 71

ساختار ملکولی	
طول موج حداکثر جذب نور(λ_{max})	۵۸۷ نانومتر

روش آزمایش: مطالعه حاضر یک مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی است که به منظور بررسی کارایی منعقدکننده کیتوزان توام با نانو ذره اکسید منیزیم در حذف کدورت و رنگ از فاضلاب انجام شد. در این تحقیق تاثیر متغیرهایی از قبیل pH، غلظت اولیه رنگ، کدورت اولیه، دوز کیتوزان و MgO بر کارایی حذف کدورت و رنگ بررسی گردید. به منظور انجام آزمایش ها ابتدا نمونه های سنتتیک رنگ و کدورت با غلظت های مشخص تهیه گردید که بدین منظور ۱۰ گرم بنتونیت(Sigma Aldrich، آمریکا) با آب مقطر به حجم یک لیتر رسانده شد و برای همگن شدن به مدت ۱۲ ساعت با دور آرام بر روی همزن قرار گرفت. پس از زمان ته نشینی ۳۰ دقیقه ای، از پساب روی این محلول به عنوان محلول استوک برای تامین کدورت نمونه ها استفاده شد(۳). محدوده کدورت اولیه نمونه ها قبل از انجام فرآیند، در سه محدوده بالا(NTU ۲۰۰)، متوسط(NTU۱۰۰) و پایین(NTU۱۰) تنظیم شد. برای تهیه محلول استوک رنگ Direct blue 71 (الوان ثابت، ایران)، مقدار ۱ گرم ماده رنگزا در یک لیتر آب مقطر حل گردید و جهت تهیه غلظت های مختلف (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی گرم بر لیتر) مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تهیه محلول استوک کیتوزان(Sigma Aldrich، آمریکا) با غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر، ۱۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریدریک ۰/۱ نرمال به ۱۰۰ میلی گرم کیتوزان اضافه شد. محلول تهیه شده به منظور انحلال کامل به مدت ۲۴ ساعت روی همزن مغناطیسی قرار داده شد و سپس با آب مقطر به حجم ۲۰۰ میلی لیتر رسید. از این محلول برای تهیه دوزهای مختلف کیتوزان در طی حداکثر ۵ ساعت پس از زمان به حجم رساندن استفاده شد. روش آزمایش بدین صورت بود که ابتدا کدورت و رنگ نمونه ها با افزودن مقادیر مشخصی از استوک های

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

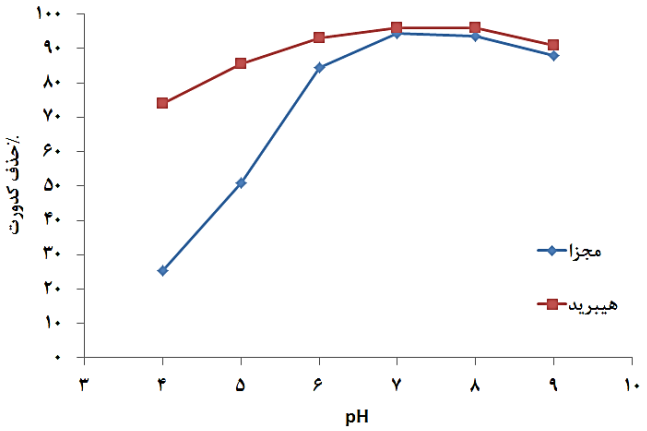
[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]

بنتونیت و رنگ DB71، تنظیم شد. کلیه آزمایشات در دستگاه جار ۶ ظرفی با نام تجاری Zagchimie با حجم ۲ لیتر انجام پذیرفت. آزمایشات در دو مرحله تزریق غلظت های مختلف کیتوزان و تزریق غلظت های مختلف تلفیقی کیتوزان و نانو اکسید منیزیم(Sigma Aldrich، آمریکا) انجام گردید. به منظور بررسی تاثیر pH با گستره عملیاتی ۴ تا ۹ در کارایی فرآیند حذف، از NaOH و H_2SO_4 ۰/۱ نرمال استفاده شد. سپس کیتوزان به صورت محلول و MgO به صورت پودر به هر یک از ظرف های نمونه فاضلاب اضافه شد. پس از ریختن دوزهای معین کیتوزان یا کیتوزان توام با MgO، آزمایش شروع شده که شامل ۱ دقیقه اختلاط تند(۱۲۰ rpm)، سپس ۳۰ دقیقه اختلاط کند(۲۵ rpm) و به دنبال آن، ۳۰ دقیقه ته نشینی انجام شد(۱۵). پس از سپری شدن این مراحل، از قسمت بالایی همه ظروف(عمق ۵ سانتی متری از سطح مایع)، نمونه برداری برای تعیین کدورت و تعیین میزان رنگ صورت پذیرفت.

شیوه آنالیز: تعیین کدورت با استفاده از دستگاه کدورت سنج(MI415Martini، ایتالیا) و تعیین رنگ با استفاده از اسپکتروفتومتر(Spectrophotometer DR5000,HACH) انجام شد. کلیه آزمایشات با ۳ بار تکرار و اندازه گیری انجام و در نهایت میانگین نتایج گزارش شده است.

یافته های پژوهش

نتایج حاصل از تاثیر pH بر کارایی حذف رنگ و کدورت برای کیتوزان و کیتوزان و نانو اکسید منیزیم به صورت توام در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از این بررسی مشخص می نماید که pH بهینه در هر دو حالت برابر با ۷ می باشد به طوری که درصد حذف کدورت در حالت مجزا(کیتوزان) و هیبرید (کیتوزان و MgO) به ترتیب برابر با ۹۴ درصد و ۹۶ درصد بوده است.

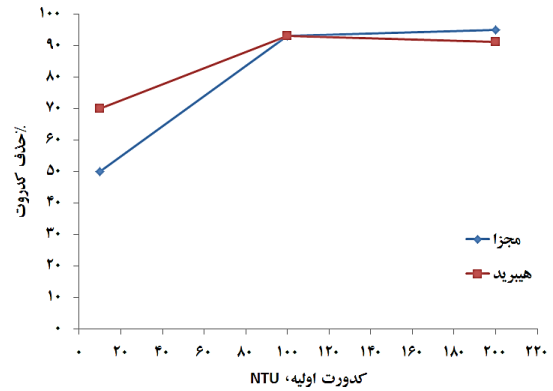


شکل شماره ۱. اثر pH اولیه بر حذف کدورت در شرایط استفاده از کیتوزان(مجزا) و کیتوزان به همراه MgO (هیبرید)؛ (کدورت اولیه ۲۰۰ NTU، غلظت اولیه رنگ ۶۰ mg/L، دوز کیتوزان=۲ mg/L، دوز MgO = ۱/۵ g/L)

نتایج حذف کدورت با تغییرات مقدار کدورت اولیه به صورت استفاده مجزا و هیبرید در شکل شماره ۲ آورده شده است و نشان دهنده این است که در هر دو حالت مجزا و هیبرید، درصد کاهش کدورت به بالاتر از ۹۰ درصد، در کدورت ۲۰۰ و غلظت رنگ ۶۰ میلی گرم بر لیتر با pH برابر ۷، می رسد.

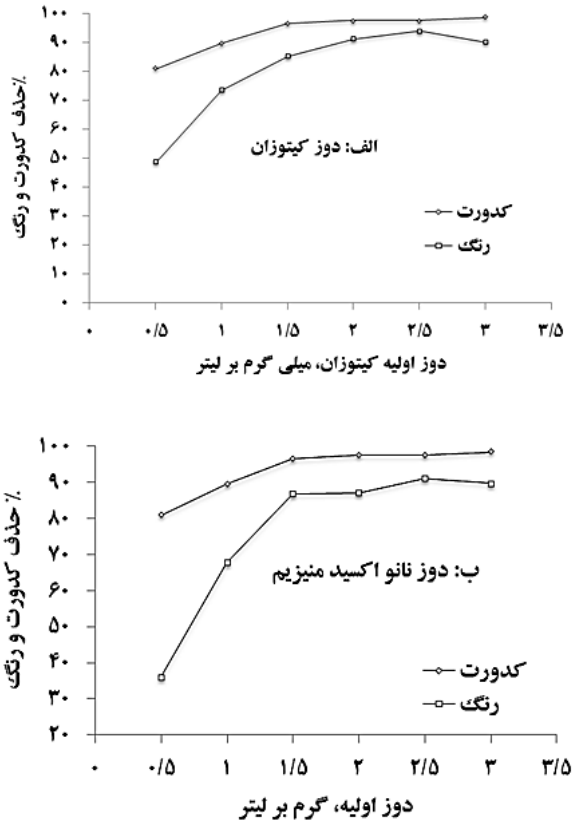
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]



شکل شماره ۲. اثر مقدار کدورت اولیه بر درصد حذف کدورت در شرایط استفاده از کیتوزان(مجزا) و کیتوزان به همراه MgO (هیبرید)؛ (غلظت اولیه رنگزا ۶۰ mg/L، دوز کیتوزان=۲ mg/L و دوز MgO=۱/۵ g/L)

نتایج تاثیر دوزهای مختلف کیتوزان و MgO بر کارایی حذف رنگ و کدورت در شکل شماره ۳ نشان داده شده است. بر اساس شکل شماره ۳ ماکزیمم حذف رنگ و کدورت در دوز ۲/۵ و ۳ گرم در لیتر با MgO و کیتوزان بود.

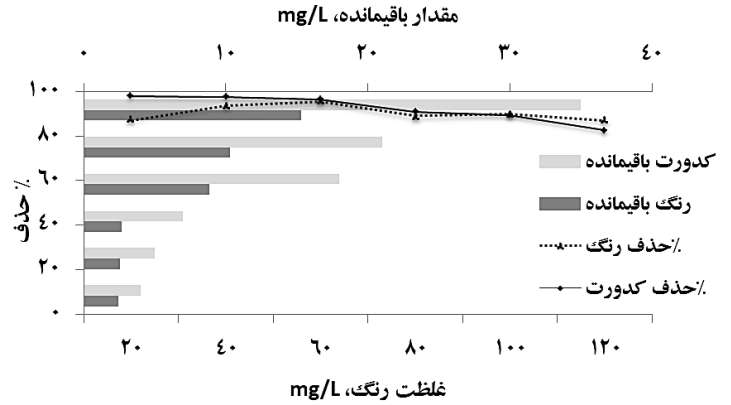


شکل شماره ۳. اثر مقادیر مختلف کیتوزان(الف: MgO=۲/۵ g/L) و MgO (ب: ۲ mg/L کیتوزان) بر کارایی حذف؛ (کدورت اولیه=۱۰۰NTU، غلظت رنگزا= ۶۰ mg/L، pH=۷)

تاثیر غلظت های مختلف رنگزا با کیتوزان و MgO بررسی و نتایج آن در شکل شماره ۴ نشان داده شده است.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]



شکل شماره ٤. تاثیر غلظت های مختلف رنگزا بر کارایی حذف(کدورت اولیه=۱۰۰NTU، pH=۷، کیتوزان=۲ mg/L و MgO=۲/۵ g/L)

بحث و نتیجه گیری

از آن جایی که بار سطحی آلاینده و رفتار بیوپلیمرها در محلول و تغییر بار الکتریکی گروه های آمینی با تغییر pH محلول تغییر می کند، لذا pH به عنوان یکی از پارامترهای تاثیرگذار بر فرآیند حذف رنگ و کدورت محسوب می گردد. به همین منظور تاثیر این پارامتر بر میزان حذف کدورت با کیتوزان در pH بین ۴ تا ۹ در غلظت رنگ ۶۰ mg/L مورد بررسی قرار گرفت. همان طور که از شکل شماره ۱ مشخص می گردد، میزان حذف کدورت با افزایش pH تا محدوده خنثی(۷) افزایش می یابد که دلالت بر ویژگی اسید دوستی کیتوزان و درجه انحلال پذیری پلی الکترولیت دارد(۱۵). ضمن این که ثابت تعادل (pK_a) گروه های آمینی در محدوده ۶/۴-۶/۳ در انحلال پذیری کامل کیتوزان با درجه استیل زدایی نزدیک به ۹۰ درصد است. در این حالت چون pH بهینه حذف نزدیک به محدوده(pK_a=۶/۴-۶/۳) است، لذا بیش از ۹۰ درصد از گروه های آمینی دارای خاصیت پروتون زدایی می باشند. لذا انتظار می رود در pH های پایین، کاهش بار سطحی رنگ DB 71 منجر به تجمع پذیری مولکول های رنگ شده باشد. هم چنین، عوامل کلوییدی نیز عموماً دارای بار منفی بوده که وجود با مثبت، نقش به سزایی در ناپایداری سیستم کلوییدی می تواند داشته باشد. در نهایت، خاصیت تجمع پذیری منجر به مصرف کمتر منعقدکننده مورد نیاز برای ناپایدارسازی کدورت شده که با نتایج مطالعه Szyguła مطابقت دارد(۱۶). از سوی دیگر مکانیسم غالب حذف کدورت و رنگ با استفاده از کیتوزان به دلیل بالا بودن تعداد گروه های آمینی و تولید بار مثبت زیاد در شرایط pH خنثی و متمایل به اسیدی با خنثی سازی بار اتفاق می افتد که منجر به کارایی بالاتر این فرآیند در pH خنثی شده است و در تطابق با نتایج مطالعه Zeng و همکاران است(۲۴). علت کاهش راندمان با افزایش pH را نیز می توان مرتبط با نقش کیتوزان به عنوان یک لخته ساز از طریق مکانیسم پل زنی بین ذرات با توجه به تغییر ماهیت این ماده با تغییر شرایط آزمایش دانست(۲۵). شکل شماره ۲ اثر کدورت اولیه را بر راندمان حذف کدورت نشان می دهد. به طور کلی، با افزایش کدورت، راندمان حذف آن افزایش یافته است. در بسیاری موارد، بسته به خاصیت عامل منعقدکننده و برهم کنش آن با عوامل کدورت زا، عمل انعقاد در کدورت های بالاتر کارآمدتر است. در یک دوز ثابت از منعقدکننده، در کدورت های بالا احتمال برخورد کلوییدها و منعقدکننده بیشتر بوده و در نتیجه خنثی سازی بیشتر ممکن است اتفاق بیفتد. هم چنین، در کدورت های بالاتر، امکان تشکیل لخته های درشت تر و با قابلیت ته نشینی بیشتر، افزایش می‌یابد(۳). در شکل شماره ۳، نتایج مربوط به حذف کدورت و رنگ با دوزهای مختلف کیتوزان(الف) و MgO (ب) نشان داده شده است. همان طور که در شکل شماره ۳ مشخص است در دوزهای کمتر از ۱/۵ mg/L، حذف کدورت و رنگ با شیب بسیار تندی رخ می دهد و با نزدیک شدن به مقدار ۱/۵ mg/L،

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]

این شیب کاهش می یابد. علت این امر را می توان به پایدارسازی مجدد مواد کلوییدی در اثر افزایش بیش از حد کیتوزان نسبت داد(۱۵). کدورت اولیه نمونه ها در این حالت NTU ۱۰۰ بود که پس از فرآیند به NTU ۳ کاهش یافت و ۹۷ درصد کارایی به دست آمد. در خصوص میزان حذف رنگ نیز با تزریق غلظت mg/L ۳ از کیتوزان و MgO ۲/۵ g/L، مقدار باقیمانده به کمتر از mg/L ۲ معادل با ۹۶ درصد حذف رسیده است. روند حذف آلاینده ها در غلظت های بالاتر از mg/L ۱/۵ تغییر چشمگیری نداشت و بر این اساس دوز بهینه mg/L ۱/۵ به دست آمد. مطالعه Szyguła نیز از چنین روندی تبعیت کرده و با افزایش دوز کیتوزان و MgO، افزایش حذف با مکانیسم خنثی سازی بار اتفاق افتاده است. در واقع از خاصیت رنگ های آنیونیک، جذب توسط پروتون های آزاد شده گروه های آمینی(NH_2) کیتوزان است که افزایش آن می تواند مقدار مصرف نانوذره MgO را کاهش دهد. واکنش انجام شده در این حالت، رنگ آنیونیک را خنثی نموده و منجر به ته نشینی موثر آن می گردد که با خنثی سازی کامل بار آنیونی رنگ و کدورت، درصد حذف به بالاترین مقدار خود خواهد رسید(۱۶). اما مطالعه حاضر با نتایج مطالعه Roussy و همکاران مطابقت نداشته، به گونه ای که راندمان حذف ۹۵ درصد کدورت در دوز mg/L ۰/۱ از کیتوزان حاصل شده است. انجام آزمایشات با نمونه واقعی و به دلیل حضور آنیوهایی چون سولفات در نمونه که دال بر خاصیت سینرژیستی در حذف می باشد را می توان دلیل اصلی تفاوت این دو مطالعه دانست(۲۶). هم چنین این نکته حائز اهمیت است که جذب وابسته به غلظت اولیه آلاینده و سایت های تبادلی است، لذا افزایش مقدار جاذب و کیتوزان به همراه کاهش غلظت رنگ منجر به افزایش میزان حذف رنگ می گردد. در واقع وجود سایت های جذب قابل تبادل و در دسترس به اندازه کافی در غلظت های کم آلاینده دلیل اصلی بالا بودن راندمان حذف(بالاتر از ۹۵ درصد) در این شرایط شده است و در این حالت قابلیت دسترسی سایت های جذب بر غلظت مولکول های رنگ غلبه می نماید. در حالت دیگر، کیتوزان به عنوان یک کمک منعقدکننده می تواند ذرات کلوییدی را در محلول هایی با غلظت بالا که دارای سرعت ته نشینی بیشتری بوده و بر نیروی مقاومت انتقال جرم بین فاز جامد و محلول غلبه می نماید، عمل کرده و بنا بر این راندمان حذف رنگ و کدورت را با افزایش دوز اولیه جاذب و منعقدکننده افزایش دهد(شکل شماره ۳). چنین پدیده ای در یک راکتور ناپیوسته با هر کدام از دوز ثابت یا غلظت متغیر اولیه آلاینده یا بالعکس معمول است و در مطالعات مختلف به آن اشاره شده است(۷).

در شکل شماره ۴ نتایج حاصل از تاثیر غلظت های مختلف رنگ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، با افزایش غلظت رنگ از ۲۰ به ۱۲۰ میلی گرم بر لیتر، میزان حذف کدورت و رنگ کاهش می یابد. در این حالت بالاترین مقدار حذف در غلظت رنگ mg/L ۶۰ به دست آمده و در غلظت های بالا مقدار آلاینده ها بالاتر است. در بالاترین غلظت یعنی mg/L ۱۲۰ از رنگ DB 71 کمترین میزان حذف معادل با ۸۷/۲ درصد به دست آمد. کاهش در مقدار حذف رنگ با افزایش غلظت آن، ناشی از کاهش سطح موثر واکنش بین فاز جامد و محلول می باشد که از انتقال مولکول های رنگ به سطح MgO ممانعت به عمل آورده و کاهش راندمان حذف را به دنبال دارد. علاوه بر این، جذب الکتروستاتیک در غلظت های پایین تر از رنگ قوی تر عمل نموده و منجر به حذف بالاتر گردیده است(۲۷).

در این تحقیق، کاربرد هم زمان کیتوزان و نانواکسید منیزیم در حذف کدورت و رنگ مورد بررسی قرار گرفت که نشان دهنده عملکرد مناسب و قابل قیاس با منعقدکننده های دیگر چون آلوم است چرا که به طور کلی، به منظور کاهش کدورت به زیر NTU ۱، دوز کمتری(حدودا mg/L ۵) نسبت به آلوم(mg/L ۳۰) مورد نیاز است(۲۸). با توجه به نتایج به دست آمده می توان انتظار داشت که از نظر اقتصادی صرفه جویی مناسبی در هزینه های مربوط به انعقاد و لخته سازی کدورت و حذف رنگ صورت گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل از نتایج طرح تحقیقاتی کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده پیراپزشکی و بهداشت

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]

آرادان، دانشگاه علوم پزشکی سمنان با شماره A-10-327-1 می باشد.

References

1. Soltani RDC, Safari M, Mashayekhi M. Sonocatalyzed decolorization of synthetic textile wastewater using sonochemically synthesized MgO nanostructures. Ult Sonochem 2016;30:123-31. doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.11.018

2. Tomei MC, Pascual JS, Angelucci DM. Analysing performance of real textile wastewater bio-decolourization under different reaction environments. J Clean Prod 2016;129:468-77. doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.028

3.Huang M, Wang Y, Cai J, Bai J, Yang H, Li A. Preparation of dual function starch-based flocculants for the simultaneous removal of turbidity and inhibition of Escherichia coli in water. Water Res 2016;98:128-37. doi.org/10.1016/j.watres.2016.04.009

4.Seow TW, Lim CK. Removal of dye by adsorption. Int J Appl Eng Res 2016;11:2675-79.

5.Cardoso JC, Bessegato GG, Zanoni MVB. Efficiency comparison of ozonation, photolysis, photocatalysis and photoelectrocatalysis methods in real textile wastewater decolorization. Water Res 2016;98:39-46. doi.org/10.1016/j.watres.2016.04.004

6.Yang DM, Yuan JM. COD and color removal from real dyeing wastewater by ozonation. Water Environ Res 2016;88:403-7. doi.org/10.1002/j.1554-7531.2016.tb00145.x

7.Jorfi S, Barzegar G, Ahmadi M, Soltani RDC, Takdastan A, Saeedi R, Abtahi M. Enhanced coagulation photocatalytic treatment of Acid red 73 dye and real textile wastewater using UVA/synthesized MgO nanoparticles. J Environ Manage 2016;177: 111-8. doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.04.005

8.Salem ANM, Ahmed MA, Elshahat MF. Selective adsorption of amaranth dye on Fe3O4/MgO nanoparticles. J Mol Liq 2016;219:780-8. doi.org/10.1016/j.molliq.2016.03.084

9.Vu AT, Ho K, Jin S, Lee CH. Double sodium salt promoted mesoporous MgO sorbent with high CO2 sorption capacity at intermediate temperatures under dry and wet conditions. Chem Eng J 2016;291:161-73. doi.org/10.1016/j.cej.2016.01.080

10.Mantilaka M, Pitawala H, Karunaratne D, Rajapakse R. Nanocrystalline magnesium oxide from dolomite via polyacrylate stabilized magnesium hydroxide colloids. Coll Surf 2014;443:201-8. doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.11.020

11. Dossantos AB, Cervantes FJ , Vanlier JB. Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters perspectives for anaerobic biotechnology. Bioresour Technol 2007;98:2369-85. doi.org/10.1016/j.biortech.2006.11.013

12. Choi JH, Shin WS, Lee SH, Joo DJ, Lee JD, Choi SJ. Application of synthetic polyamine flocculants for dye wastewater treatment. Sep Sci Technol 2001;36:2945-58. doi.org/10.1081/SS-100107638

13.Chu W. Dye removal from textile dye wastewater using recycled alum sludge. Water Res 2001;35:3147-52. doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00015-X

14.Divakaran R, Pillai VNS. Flocculation of kaolinite suspensions in water by chitosan. Water Res 2001;35:3904–8. doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00131-2

15.Guibal E, Roussy J. Coagulation and flocculation of dye containing solutions using a biopolymer chitosan. React Funct Pol 2007;67:33-42. doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2006.08.008

16.Szygula A, Guibal E, Palacin MA, Ruiz M, Sastre AM. Removal of an anionic dye acid blue 92 by coagulation flocculation using chitosan. J Environ Manage 2009;90:2979-86. doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.04.002

17.Sanghi R, Bhattacharya B, Dixit A, Singh V. Ipomoea dasysperma seed gum an effective natural coagulant for the decolorization of textile dye solutions. J environ manage 2006;81:36-41. doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.09.015

18.No HK, Park NY, Lee SH, Meyers SP. Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]

weights. Int J Food Microbiol 2002;74:65-72. doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00717-6
19.Escobedo AY, Domard A, Velazquez CA, Goycoolea FM, Arguelles WM. Physical properties and antibacterial activity of chitosan/acemannan mixed systems. Carb Pol 2015;115:707-14. doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.07.064
20.Coma V, Martial A, Garreau S, Copinet A, Salin F, Deschamps A. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. J Food Sci 2002;67:1162-9. doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb09470.x
21.Bolto B, Gregory J. Organic polyelectrolytes in water treatment. Water Res 2007;41:2301-24. doi.org/10.1016/j.watres.2007.03.012
22.HPS AK, Saurabh CK, Adnan AS, Fazita MN, Syakir MI, Davoudpour Y, et al. A review on chitosan-cellulose blends and nanocellulose reinforced chitosan biocomposites: Properties and their applications. Carb Pol 2016;150:216-26. doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.05.028
23.Shen F, Su J, Zhang X, Zhang K, Qi X. Chitosan derived carbonaceous material for highly efficient adsorption of chromium from aqueous solution. Int J Biol Macromol 2016;91:443-9. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2016.05.103
24.Zeng D, Wu J, Kennedy JF. Application of a chitosan flocculant to water treatment. Carb pol 2008;71:135-9. doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.07.039
25.Shukla SK, Mishra AK, Arotiba OA, Mamba BB. Chitosan based nanomaterials a state of the art review. Int J Biol Macromol 2013;59:46-58. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.04.043
26.Roussy J, Vanvooren M, Dempsey BA, Guibal E. Influence of chitosan characteristics on the coagulation and the flocculation of bentonite suspensions. Water Res 2005;39:3247-58. doi.org/10.1016/j.watres.2005.05.039
27.Sadeghikiakhani M, Arami M, Gharanjig K. Dye removal from colored textile wastewater using chitosan PPI dendrimer hybrid as a biopolymer Optimization kinetic and isotherm studies. J Appl Pol Sci 2013;127:2607-19. doi.org/10.1002/app.37615
28.Brown TJ, Emelko MB. Chitosan and metal salt coagulant impacts on Cryptosporidium and microsphere removal by filtration. Water Res 2009;43:331-8. doi.org/10.1016/j.watres.2008.10.035

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]

Evaluation of Chitosan and Magnesium Oxide Nanoparticles Efficiencies in Removal of Direct Blue 71 and Turbidity

Saeedi M[1,2], Karami M[1,2], Nemati R[1,3], Soleimani Z[1,4], Mehraliyan M[5], Moradi M[1,6]*

(Received: Wednesday, June 14, 2017 Accepted: Sunday, January 21, 2018)

Abstract

Introduction: High volumes of wastewater along with contaminants, such as colloids and dyes are discharged from different industries into the environment. These wastewaters create major problems and serious threats for water resources. Therefore, it is essential to treat such wastewaters and reach the effluent discharge standards. In this regard, chitosan as a coagulant has a comparable performance with other coagulants. Moreover, the addition of chitosan and removal of turbidity probably lead to higher efficiency of nanoparticles in lower dosages which is investigated in the current study. Therefore, the purpose of this study was to investigate the efficiency of chitosan and magnesium oxide (MgO) nanoparticles for the removal of color and turbidity.

Materials & Methods: Synthetic wastewater was prepared by mixing specific amounts of bentonite and direct blue 71 dye in distilled water. After the preparation of different concentrations of color and turbidity, the experiments were conducted with different dosages of chitosan and MgO separately and in combination. The influence of variables such as pH, initial concentration of dye and turbidity, MgO and chitosan dosages on removal efficiency was investigated in this study.

Fidings: According to the results, the highest rate of color and turbidity removal was obtained at 1.5 mg/L chitosan in combination with 1.5 g/L MgO with the efficiency of 97.5%. In addition, the highest removal efficiency was obtained at pH of 7.

Discussion & Conclusions: Due to the need for high doses of MgO in high turbidities, the use of chitosan as a coagulant can be effective in reducing the use of MgO.

Keywords: Nano Magnesium Oxide, Chitosan, Turbidity, Color, Textile wastewater

1. Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health and Paramedicine, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran
2. Student Research Committee, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran
3. Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of Nursing and Midwifery, Saveh University of Medical Sciences, Saveh, Iran
4. Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5. Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences and Health Services, Yazd, Iran
6. Dept of Environmental Health Engineering, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
**Corresponding author Email: Moradi.env@gmail.com*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.1.75]