مجله شیمی کوانتومی و اسپکتروسکوپی
۱۳:٤۳ (۱٤۰۲) ۱۷-۲۹
Journal of Quantum Chemistry and Spectroscopy (JQCS)

مقایسه عملکرد منعقدکننده‌های پلی‌آلومینیوم‌کلراید و فریک‌کلراید در حذف عوامل بیولوژیکی وتعیین کدورت آب خام به روش اسپکتروفتومتری

نوشین اصول‌دینی [۱*]، سعید صادقیان [۲]، محمد عبداله‌زاده [۳]

[۱] گروه شیمی دارویی، دانشکده شیمی دارویی، دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

[۲] گروه شیمی کاربردی، دانشکده شیمی دارویی، دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

[۳] کارشناس حوزه بهره برداری شرکت آب و فاضلاب کشور، تهران، ایران

تاریخ ثبت اولیه:۱۴۰۲/۰۷/۰۲، تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده:۱۴۰۲/۰۹/۲۳ ، تاریخ پذیرش قطعی:۱۴۰۲/۱۰/۱۳

چکیده

کدورت آب تصفیه شده به‌عنوان یک پارامتر مهم در تعیین کیفیت آب در کلیه تصفیه خانه‌ها اندازه‌گیری می‌شود، اما با توجه به اهمیت موضوع در استفاده از منعقدکننده‌ها و بدلیل رابطه آن با میزان عوامل بیولوژیکی مثل دیاتومه‌ها، کلروفیسه‌ها و... شمارش و کنترل این عوامل به عنوان یک پارامتر کیفی آب در کنار کدورت مطرح می‌باشد. هدف از این پژوهش، بررسی و مقایسه اثر منعقدکننده‌های پلی‌آلومینیوم‌کلراید مایع و فریک‌کلراید در حذف عوامل بیولوژیکی موجود در آب خام ورودی به تصفیه‌خانه آب با استفاده از آزمایش جار و انجام تست‌های بیولوژیکی می‌باشد. در این پژوهش میزان افزایش کدورت‌های اولیه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در محدوده NTU (Nephelometric Turbidity Unit) ۱۰۰، ۵۰، ۲۰، ۱۰، ۶ و ۲ اندازه‌گیری شد و راندمان حذف عوامل بیولوژیکی در pH=۷/۸ و تزریق بهینه هر کدام از منعقدکننده‌ها، میزان ۱۵-۱۰ درصد افزایش راندمان حذف در منعقدکننده پلی‌آلومینیوم کلراید مایع نسبت به فریک‌کلراید مشاهده شد. نتیجه این بررسی نشان داد که منعقدکننده پلی آلومینیوم کلراید مایع در حذف عوامل بیولوژیکی نسبت به فریک‌کلراید راندمان بالاتری دارد.

واژه‌های کلیدی : عوامل بیولوژیکی، انعقاد و لخته‌سازی، منعقدکننده، فریک‌کلراید، پلی‌آلومینیوم‌کلراید، تصفیه آب

۱. مقدمه

امروزه با افزایش روز افزون جمعیت انسان‌ها و گسترش صنایع، کیفیت آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اگر آب با آلودگی های میکروبی و شیمیایی همراه شود، مخاطرات بسیاری به جامعه انسانی و محیط زیست وارد خواهد کرد که جبران آن شامل هزینه های بسیار بالایی است. در فناوری‌های تازه با بکارگیری روشهای مختلف می‌توان آب را که شامل پسآبهای آلوده است به منظور

***عهده دار مکاتبات:** نوشین اصول دینی

نشانی: گروه شیمی دارویی، دانشکده شیمی دارویی، دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

تلفن: ۵- ۲۲۶۴۰۰۵۲ **پست الکترونیک:**E-mail: osouleddini.n@gmail.com

مصارف صنعتی،کشاورزی و حتی خانگی بازیافت نمود. همچنین استفاده از فناوری‌های جدید در راستای کم نمودن اثرات زیست محیطی به عنوان یکی از فاکتورهای مدیریتی بیان شده است. در سال‌های اخیر محققان روش‌های جدیدی برای حذف آلاینده‌های شیمیایی از پساب‌های صنعتی ارائه داده‌اند. ازجمله آلاینده‌های آب می‌توان به ترکیبات آلی [۱]، رنگزاها [۲]، فلزات سنگین[۳]، داروها [۴و ۵] و صنایع پلیمری [۶] و غیره.. اشاره کرد. یکی از مهم‌ترین فرآیندهای تصفیه آب عمل انعقاد[۱]، لخته‌سازی[۲] و ته‌نشینی[۳] ذرات معلق کلوئیدی موجود در آب به‌وسیله انواع منعقدکننده‌ها می‌باشد. باکتری‌ها، ویروس‌ها، تخم انگل‌ها و عوامل بیولوژیکی موجود در آب به همراه ذرات کلوئیدی در فرآیند انعقاد و لخته‌سازی و ته‌نشینی از آب جدا می‌گردند. از انواع مواد منعقدکننده‌ها و کمک منعقدکننده‌ها[۴] و عوامل جاذب سطحی سنگین‌کننده[۵]، می‌توان برای افزایش راندمان زلال‌سازها و سرعت ته‌نشینی استفاده کرد [۷]. فرآیند انعقاد–لخته سازی یک مرحله ضروری در زنجیره تصفیه آب است. این مرحله شامل از بین بردن مواد معلق و مواد کلوئیدی است که مسئول انتقال آلاینده ها به محیط هستند. کارایی فرآیند به عوامل مختلفی بستگی دارد، به طور عمده pH فاضلاب، دوز منعقدکننده مورد استفاده، سرعت و زمان هم‌زدن در حین انعقاد بیشتر تحت بررسی می‌باشد.

نتایج به‌دست‌آمده ازتحقیقات در خصوص تصفیه فاضلاب صنعتی تولید فولاد مراکش که غنی از $FeCl_3$ ۳۰ % (بعنوان یک منعقد کننده مفید و بعنوان زباله مایع برای بازیافت) بود نشان داد که pH تأثیر بسیار مهمی در کاهش کدورت برای سه نوع بار آلاینده دارد: بار زیاد، بار متوسط. کاهش کدورت و تولید لجن توسط ($FeCl_3$ ۳۰%) تابعی از بار آلاینده فاضلاب تصفیه‌شده و pH است. هر چه بار آلودگی بیشتر باشد، غلظت بهینه $FeCl_3$ ۳۰ % بیشتر می‌شود. ۳۰ درصد $FeCl_3$ ،حذف بیش از ۹۵ درصد کدورت را در بار زیاد ممکن می‌سازد. در نتیجه، دفع صنعتی غنی از $FeCl_3$ می‌تواند برای کاهش کدورت پساب پالایشگاه صنعتی بطور قابل ملاحظه‌ای مورد استفاده قرار گیرد [۸]. در یک کار تحقیقاتی دیگر برای دستیابی به راندمان بالا در حذف فسفر کل (TP)، عوامل کلیدی موثر بر راندمان حذف TP از چهار نمک فلزی ($FeCl_3$، $AlCl_3$، $MgCl_2$ و $CaCl_2$)، مانند نسبت مولی، pH اولیه فاضلاب و زمان واکنش بررسی شدند. راندمان حذف TP به دست آمده توسط $FeCl_3$، $AlCl_3$، $MgCl_2$ و $CaCl_2$ به ترتیب ۹۹/۸٪، ۹۸/۳٪، ۹۶/۹٪ و ۹۹/۲٪ در نسبت مول بهینه و شرایط pH با زمان واکنش ۳۰ دقیقه بود. $FeCl_3$ و $AlCl_3$ عملکرد حذف بهتری در COD داشتند که در آن میزان حذف COD توسط $FeCl_3$ و $AlCl_3$ به ترتیب ۳۸/۶ و ۲۷/۶ درصد بود. کیفیت پساب نهایی بهتر از نمونه ای بود که فقط روی یکی از چهار نمک فلزی استفاده شد که در آن میزان حذف TP و COD به ترتیب ۹۹/۸ و ۴۶/۹ درصد بود. فرآیند ترکیبی با $FeCl_3$ و $CaCl_2$ یک روش موثر برای پیش تصفیه فاضلاب دارویی با فسفر بالا برای کاهش هزینه پردازش و کاهش تقاضای شیمیایی اکسیژن COD و TP بود. تصفیه فاضلاب پنیرسازی با استفاده از چهار فرآیند ($CaCO_3$، $Mg(OH)_2$،

[1] Coagulation
[2] Fulocolation
[3] Sedimentation
[4] Aid Coagulants
[5] Adsorbents-Weighting Agents

$FeSO_4$ و $FeCl_3$) به منظور کاهش کل فسفر، کدورت، فنل کل، نیاز شیمیایی به اکسیژن، مورد بررسی قرار گرفت. (COD) و میزان جذب نشان می‌دهد که $CaCO_3$ کارآمدترین فرآیند مطالعه شده برای حذف فسفر کل است [۹]. همچنین تصفیه فاضلاب پنیرسازی با استفاده از چهار فرآیند $CaCO_3$، $Mg(OH)_2$، $FeSO_4$ و$FeCl_3$ به منظور کاهش کل فسفر، کدورت، فنل کل، نیاز شیمیایی به اکسیژن مورد بررسی قرار گرفته است [۱۰].

در مقاله ای دیگر اثربخشی روش‌های انعقاد شیمیایی و بیولوژیکی برای تصفیه پساب حاصل از عملیات صنعتی و کشاورزی گزارش شده است. پساب دامداری و کشاورزی حاوی مقدار زیادی اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD)، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی(BOD)، کدورت و همچنین آلاینده‌های آلی و معدنی است. در شرایط آزمایشی بهینه، منعقدکننده‌های فریک کلراید به میزان ۹۸، ۹۵، ۹۳ و ۵۰ درصد حذف رنگ، کدورت، آهن و منگنز گزارش شده است. علاوه بر این، روش‌های انعقاد شیمیایی، انعقاد الکتریکی و بیولوژیکی گزارش می‌دهد که روش بیولوژیکی در حذف آلاینده‌ها از پساب بسیار موثر است، اما در مقایسه با روش شیمیایی در تصفیه فاضلاب به زمان بیشتری نیاز دارد و حجم کمتری از لجن تولید می‌کند. روش‌های انعقاد شیمیایی و الکتروکواگولاسیون توسط مواد پلی‌آلومینیوم‌کلراید و فریک‌کلراید به طور گسترده در تصفیه آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر دو فرآیند انعقاد در حذف طیف وسیعی از ناخالصی‌ها موثر هستند که شامل مواد آلی محلول در قالب نیاز شیمیایی و بیولوژیکی اکسیژن، پاتوژن‌ها، فلزات سنگین می‌باشد [۱۱-۲۱].

در یکی از تحقیقات، فرآیندی برای بهبود پساب تصفیه‌خانه و روش افزایش کیفیت آب با استفاده از آلومینیوم‌کلراید در مقایسه با سایر منعقدکننده‌های رایج مورد استفاده در تصفیه فاضلاب که شامل آهن سولفات و آهن کلراید می‌باشد. نتایج دوزهای بهینه نشان داد که آلومینیوم‌کلراید در تصفیه فاضلاب مقرون به صرفه‌تر و کارآمدتر از سایر منعقدکننده‌های مذکور می‌باشد [۲۲].

هدف از این پژوهش، بررسی و مقایسه اثر منعقدکننده‌های پلی‌آلومینیوم‌کلراید مایع [PACl(Falopac6303)] و فریک کلراید [$FeCl_3+18H_2O$] در حذف عوامل بیولوژیکی موجود در آب خام ورودی به تصفیه‌خانه آب با استفاده از روش جارتست می‌باشد، که برای بررسی کدورت و شمارش عوامل بیولوژیکی از دستگاه‌های اسپکتروفتومتر، میکروسکوپ نوری و روش بیولوژیکی استفاده شد.

۲. مواد و روش‌ها

لوازم و دستگاه‌های مورد استفاده شامل دستگاه اسپکتروفتومتر، دستگاه کدورت‌سنج مدل ۲۱۰۰/N محصول کمپانی HACH، pH متر مدل ۷۸۰ محصول کمپانی Metrohm، همزن مغناطیسی ۵ خانه‌ای مارک IKA، جارتست تحقیقاتی شش تیغه‌ای محصول کمپانی Lovibond، ترازوی آنالیتیک با دقت ۰/۰۰۰ ۱ گرم محصول کمپانی سارتوریوس، پیپت تزریق دیجیتال مارک BRAND، دستگاه پمپ خلأ وکیوم فیلتر هولدر، دماسنج جیوه‌ای و دیجیتالی، دستگاه آب مقطر گیر دیونایز Compure filter، کاغذ صافی نوع شیشه‌ای مارک MN آلمانی بامش ۰/۴ و کاغذ صافی با مش ۰/۳، ظرف نمونه‌برداری ۲۰ لیتری پلاستیکی آلمانی، سل کوارتز

پنج سانتی‌متری، میکروسکوپ نوری مدل BA 300 محصول کمپانی Motic، لام میکروسکوپی سدویک رافتر Sedgewick Rafter می‌باشد.

۲-۱. روش آزمایش

در این تحقیق فریک‌کلراید ۳۷ درصد و پلی‌آلومینیوم‌کلراید مایع با غلظت ۱۳ درصد یون فعال Al_2O_3 به‌عنوان منعقدکننده و تمام آزمایش‌های جار در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مورد آزمایش قرار گرفت. در جدول ۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی و فلزات سنگین موجود در ماده منعقدکننده‌های مورد بررسی، ارائه گردیده است.

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی منعقدکننده‌ها

مشخصات	(PACl)Falopac ۶۳۰۳	$FeCl_3+18H_2O$
وضعیت ظاهری	مایع زرد مایل به قهوه ای	مایع قرمز
درصد $FeCl_3/Al_2O_3$	۱۴-۱۶	۳۵ -۴۷
دانسیته نسبی	۱۳-۱۳/۵	۱/۳ -۱/۵
pH محلول	۳/۵-۵	۱/۵-۲
قلیائیت	۷۰ -۹۰	-
< ٪ منگنز	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۵
< ٪ سرب	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸
< آمونیاکی٪ نیتروژن	۰/۰۱	۰/۰۵
< ٪کادمیوم	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
< ٪کروم	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۸
< ٪ آرسنیک	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۸
< ٪ جیوه	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳
< ٪ سولفات	< 1	۰/۳
محل تامین	شرکت شیمیایی تصفیه	کارخانه شیمیایی کلر پارس

ابتدا دمای آب خام ورودی اندازه‌گیری شده است. سپس اقدام به نمونه‌برداری از آب خام ورودی به تصفیه‌خانه آب شماره ۲ تهران انجام و بلافاصله، نسبت به انجام آزمایش‌های کدورت و pH و جارتست اقدام گردید. با توجه به میزان کدورت نمونه برداشته شده، دوز بهینه منعقدکننده‌ها که شامل پلی‌آلومینیوم‌کلراید مایع و فریک‌کلراید و کمک‌منعقدکننده آهک برای کدورتهای مختلف که از قبل تعیین شده بود، تزریق گردید.

به‌طور کلی با توجه به کدورت و pH اولیه آب خام مقدار دُز بهینه منعقدکننده و کمک‌منعقدکننده مطابق جدول (۲) تعیین و تزریق شد. سرعت‌های اعمال شده برای جارتست، دور تند (۱۴۰ دور در دقیقه) به مدت ۱ دقیقه، دورکند (۴۰ دور در دقیقه) به مدت ۲۰ دقیقه و زمان ته‌نشینی به مدت ۳۰ دقیقه می‌باشد. سپس بعد از اندازه‌گیری کدورت و pH، نسبت به نمونه برداری از مایع شفاف رویی ظروف جار اقدام و پس از فیلترنمودن و تغلیظ نمونه در خصوص بررسی حذف عوامل بیولوژیکی با استفاده از میکروسکوپ و متد بیولوژیکی اقدام شد.

۳. نتایج و بحث

در این آزمایش با وجود شناسایی انواع مختلف موجودات ریز بیولوژیکی، شامل دیاتومه‌ها[1]، کلروفیسه‌ها[2]، کرستاسه‌ها[3]، پروتوزوا[4]، روتیفرها[5]، نماتدها[6] و سایر موجودات آزادزی، به علت حضور تعداد کم موجودات کرستاسه‌ها، پروتوزواها، روتیفرها و نماتدها در آب خام ورودی به تصفیه خانه صرفنظر شد و دو گونه (دیاتومه‌ها و کلروفیسه‌ها) که بیشترین تراکم را از نظر تعداد موجودات داشتند اندازه‌گیری، شمارش و مقایسه شد.

تعداد پلانکتون ها در هر میلی‌لیتر با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$\text{No/ml} = \frac{C \times 1000mm3}{A \times D \times F} \qquad (۱)$$

C: تعداد ارگانیسم های شمرده شده، A : سطح یک فیلد بر حسب میلی متر مربع، D: عمق هر فیلد (عمق لام S-R) برحسب میلی متر، F: تعداد فیلدهای شمارش شده است.

تعداد سلول‌ها در هر میلی‌لیتر در فاکتور تصحیح، تقسیم یا ضرب شده و نتیجه، برای نمونه‌های رقیق یا غلیظ شده به دست می‌آید.

مقایسه راندمان حذف عوامل بیولوژیکی بین دو ماده منعقدکننده فریک کلراید و پلی‌آلومینیوم‌کلراید در کدورت‌های مختلف NTU ۱۰۰- ۵۰ – ۲۰ –۱۰– ۶ – ۲ بعمل آمد.

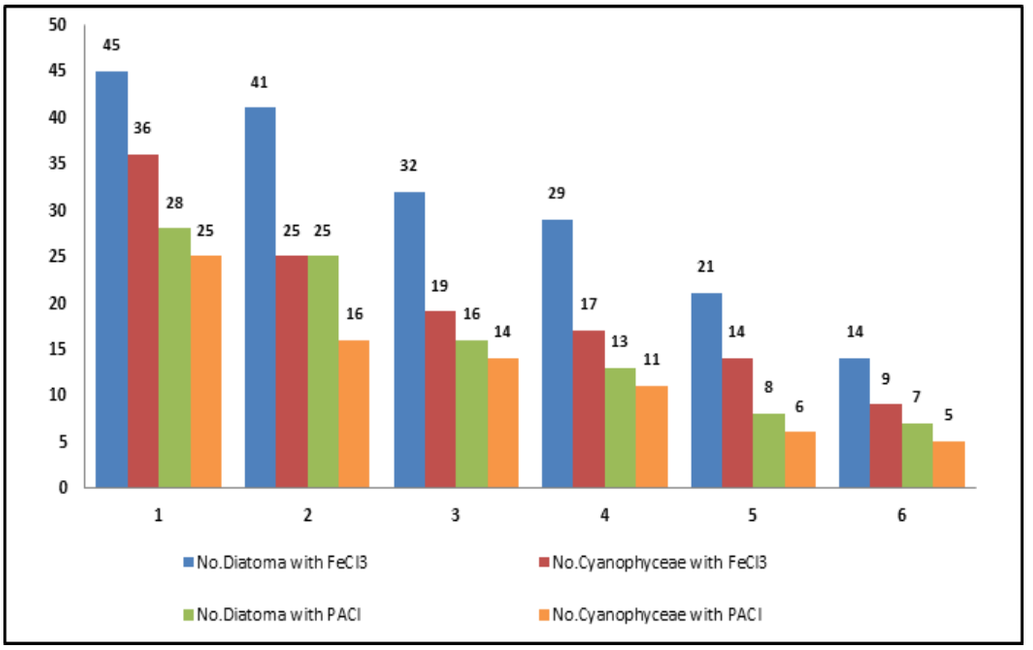
هدف تعیین درصد حذف و بالاترین راندمان حذف عوامل بیولوژیکی از بین دو ماده منعقدکننده فریک‌کلراید و پلی‌آلومینیوم کلراید در کدورت های NTU ۱۰۰–۵۰ – ۲۰ – ۱۰ – ۶ – ۲ در جارتست می‌باشد که مورد ارزیابی قرار گرفت، که نتایج در جدول شماره (۲) و نمودارهای شماره ۱ تا ۱۲ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود نتایج حاصل نشان می‌دهد که در هر دو ماده منعقدکننده فریک‌کلراید و پلی‌آلومینیوم‌کلراید مایع با افزایش مقدار کدورت آب خام، درصد حذف عوامل بیولوژیکی(دیاتومه و کلروفیسه) افزایش می‌یابد بطوریکه در کمترین کدورت آب خام (NTU ۲) به ترتیب ۹۱/۶ و ۷۴/۶ برای PACl و

[1] Diatoms
[2] Chlorophyceae
[3] Crustaceans
[4] Protozoa
[5] Rotifers
[6] Nematodes

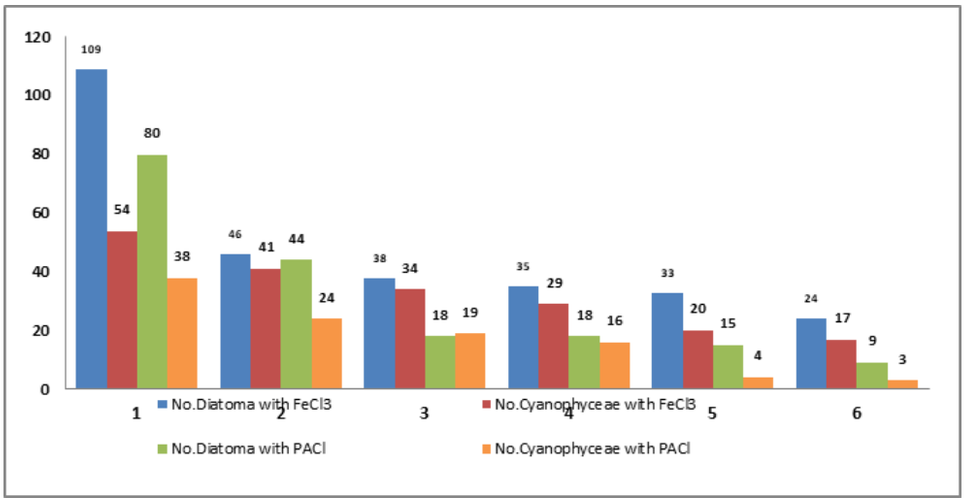
۹۰/۳ و ۷۳ برای $FeCl_3$ و در بیشترین کدورت (۱۰۰ NTU) به ترتیب ۹۹ و ۹۸/۵ درصد برای پلی‌آلومینیوم کلراید مایع و ۹۸/۲ و ۹۵/۹۴ درصد برای $FeCl_3$ است.

جدول۲. جمع کل نتایج تحقیق و تعیین دُز بهینه منعقدکننده‌ها

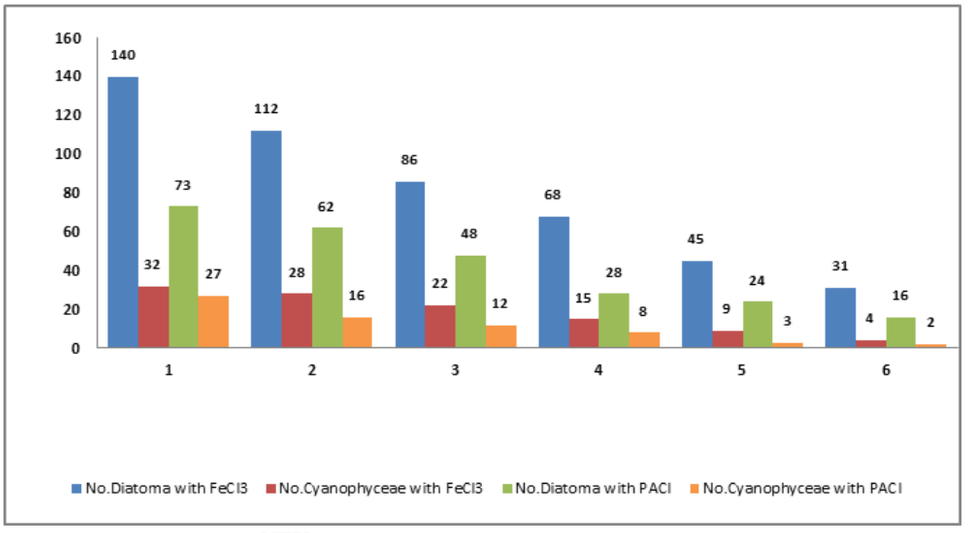
کدورت آب خام NTU	PACl						$FeCl_3$					
	میزان تزریق mg/l PACl	میزان تزریق آهک mg/l	کدورت باقی مانده پس از ته نشینی(NTU)	درصد حذف کدورت باقیمانده(٪)	درصد حذف دیاتومه ها(٪)	درصد حذف کلروفیسه(٪)	میزان تزریق mg/l $FeCl_3$	میزان تزریق آهک mg/l	کدورت باقی مانده پس از ته نشینی(NTU)	درصد حذف کدورت باقیمانده(٪)	درصد حذف دیاتومه ها(٪)	درصد حذف کلروفیسه(٪)
۲	۲	-	۰/۳۲	۸۴	۹۱/۶	۷۴/۶	۴	۱/۲	۰/۶	۷۰	۹۰/۳	۷۳
۶	۲/۵	-	۰/۵۷	۹۰/۵	۹۵/۴	۷۵	۵	۱/۸	۰/۸۵	۸۵/۸	۹۱/۷۷	۷۴/۳
۱۰	۳	-	۰/۷	۹۳	۹۵/۵	۸۸/۲	۵/۵	۲/۲	۰/۹	۹۱	۹۳/۶۳	۸۳/۲۳
۲۰	۳/۵	۱	۰/۹	۹۵/۵	۹۷/۵	۹۰/۳۸	۶	۲/۴	۱	۹۵	۹۴/۴۴	۸۸/۴۶
۵۰	۵	۱/۲	۱/۱	۹۷/۸	۹۷/۷	۹۷/۴۱	۹	۴	۱/۴	۹۷/۲	۹۶/۵	۹۴/۱۹
۱۰۰	۶	۱/۵	۱/۲	۹۸/۸	۹۹	۹۸/۵	۱۰	۴	۲/۵	۹۷/۵	۹۸/۲	۹۵/۹۴



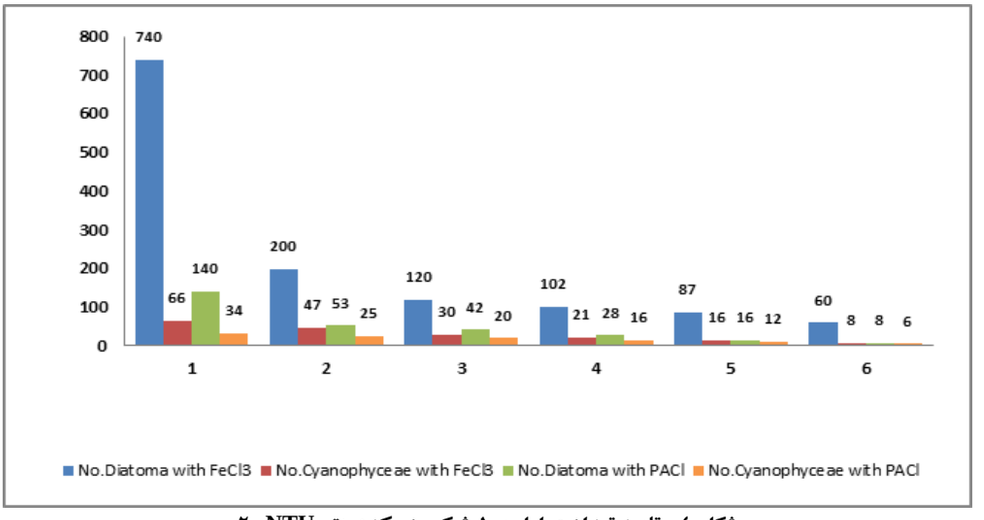
شکل۱. مقایسه تعداد عوامل بیولوژیکی در کدورت ۲ NTU



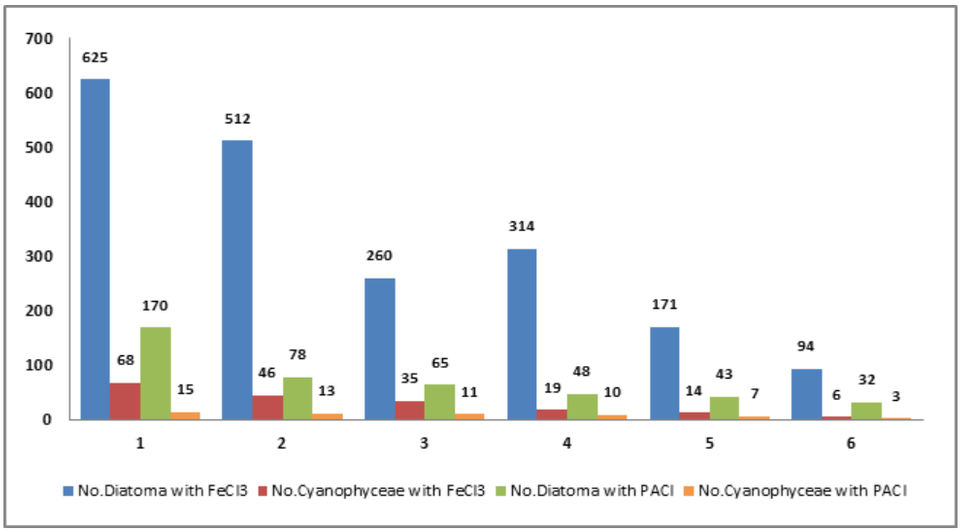
شکل ۲. مقایسه تعداد عوامل بیولوژیکی در کدورت ٦ NTU



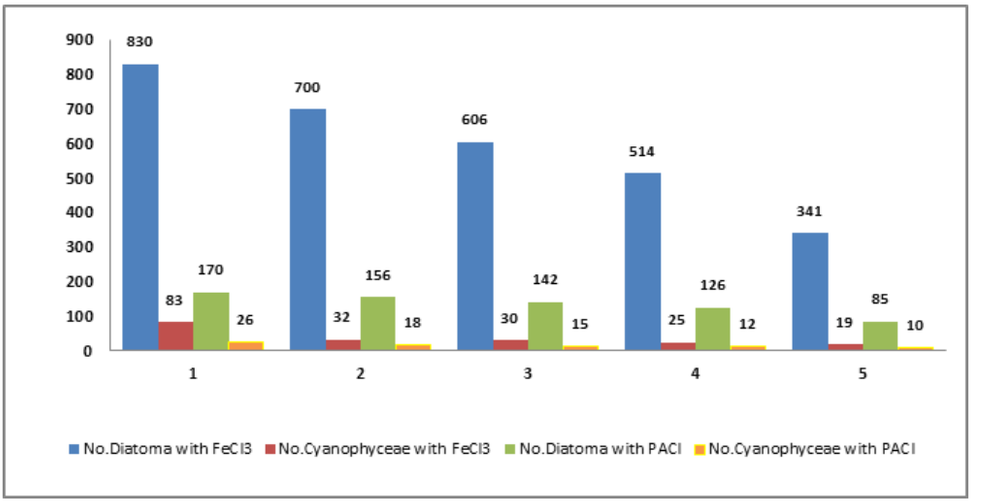
شکل ۳. مقایسه تعداد عوامل بیولوژیکی در کدورت ۱۰ NTU



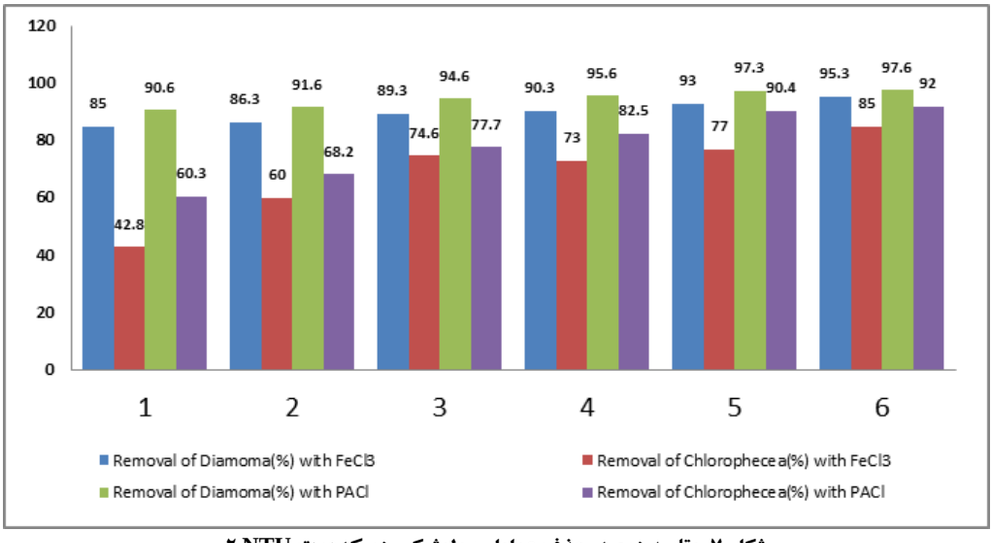
شکل ٤. مقایسه تعداد عوامل بیولوژیکی در کدورت ۲۰ NTU



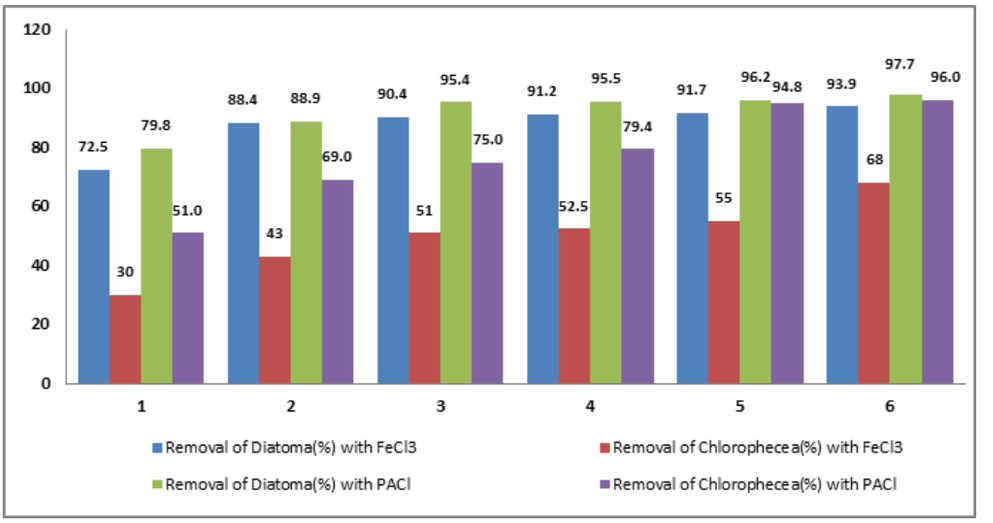
شکل ۵. مقایسه تعداد عوامل بیولوژیکی در کدورت ۵۰NTU



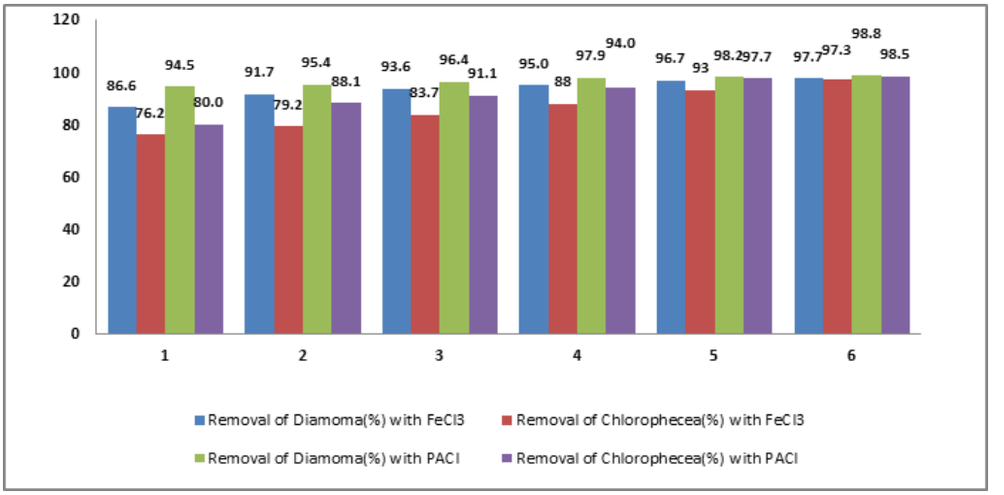
شکل ٦. مقایسه تعداد عوامل بیولوژیکی در کدورت ۱۰۰ NTU



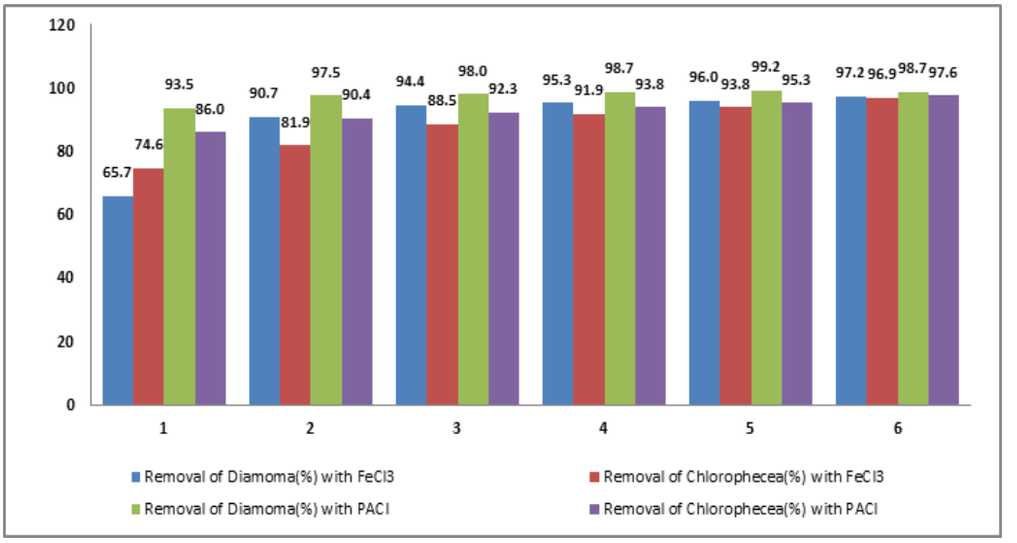
شکل ۷. مقایسه درصد حذف عوامل بیولوژیکی در کدورت ۲ NTU



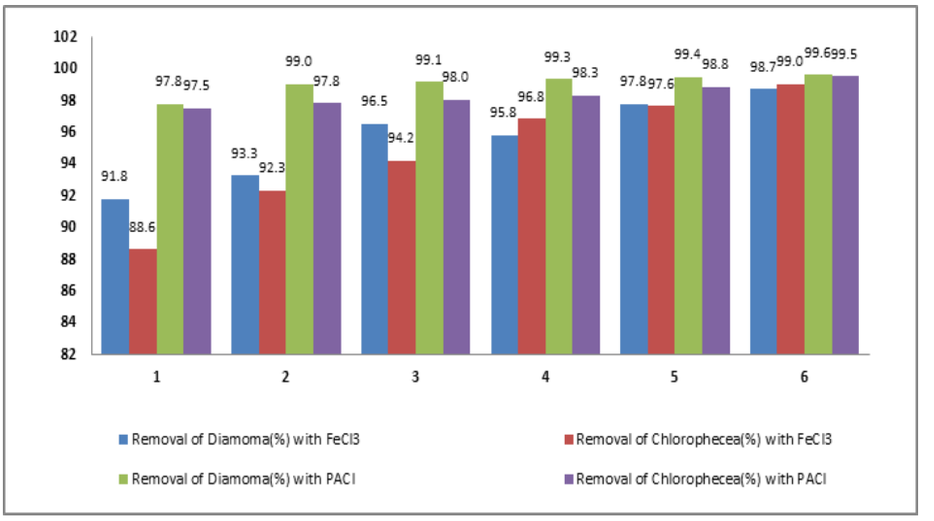
شکل ۸. مقایسه‌ی درصد حذف عوامل بیولوژیکی در کدورت ٦ NTU



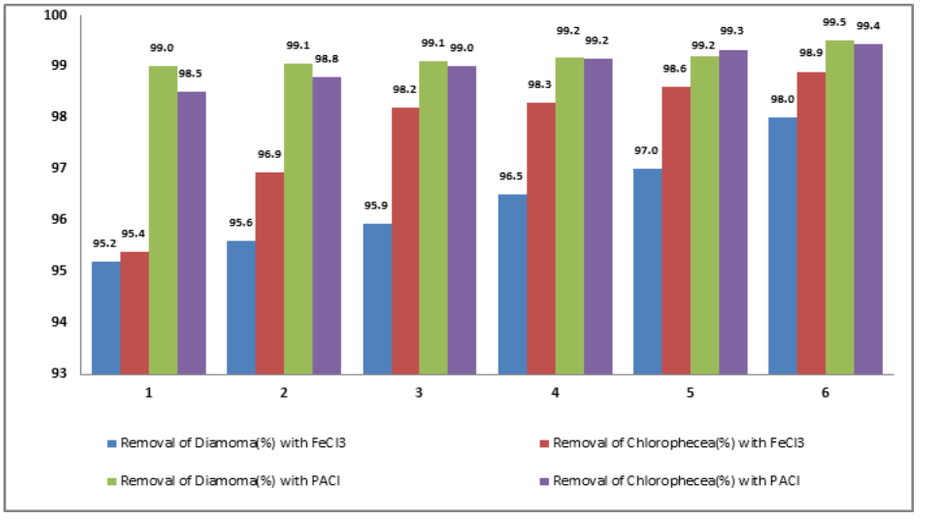
شکل ۹. مقایسه‌ی درصد حذف عوامل بیولوژیکی در کدورت ۱۰ NTU



شکل ۱۰. مقایسه‌ی درصد حذف عوامل بیولوژیکی در کدورت ۲۰ NTU



شکل ۱۱. مقایسه‌ی درصد حذف عوامل بیولوژیکی در کدورت ۵۰ NTU



شکل ۱۲. مقایسه‌ی درصد حذف عوامل بیولوژیکی در کدورت ۱۰۰ NTU

٤. نتیجه گیری

در تحقیق حاضر علاوه بر تعیین دُز بهینه منعقدکننده‌های فریک‌کلراید و پلی‌آلومینیوم‌کلراید مایع در اندازه‌گیری و حذف کدورت توسط اسپکتروفتومتری و بررسی حذف عوامل بیولوژیکی از جمله (دیاتومه، کلروفیسه) پرداخته شده است. بررسی و مقایسه حذف عوامل بیولوژیکی دو ماده منعقدکننده در محدوده کدورت ۲-۱۰۰NTU نشان می‌دهد که با منعقدکننده PACl ، افزایش کدورت آب خام در محدوده ۲-۱۰۰NTU درصد حذف کدورت باقیمانده پس از جارتست ۹۸- ۸۴ ٪ است که کمترین درصد حذف کدورت(۸۴٪) برای کدورت ۲NTU و بیشترین درصد حذف(۹۸٪) در کدورت ۱۰۰NTU می‌باشد. درصد حذف دیاتومه از ۹۹-۹۵٪ ، درصد حذف کلروفیسه ۹۸-۷۴ ٪ و کدورت باقیمانده پس از ته‌نشینی در محدوده ۱/۲-۰/۳ NTU می‌باشد. با افزایش کدورت آب خام از محدوده ۲-۱۰۰NTU با منعقدکننده $FeCl_3$ درصد حذف کدورت باقیمانده پس از جارتست ۹۷- ۷۰

% است که کمترین درصد حذف کدورت (۷۰٪) در کدورت ۲NTU و بیشترین درصد حذف(۹۷٪) در کدورت ۱۰۰NTU می-باشد. درصد حذف دیاتومه ۹۸-۹۰٪ ، درصد حذف کلروفیسه با ۹۶-۷۲ ٪ و کدورت باقیمانده پس از ته‌نشینی در محدوده NTU ۲/۵-۰/۶ می‌باشد. همانطور که نتایج نشان می‌دهد منعقدکننده پلی‌آلومینیوم‌کلراید مایع در حذف عوامل بیولوژیکی نسبت به فریک‌کلراید راندمان بالاتری دارد.

۵. مراجع

[1] Abniki, M., Azizi, Z., Poorebrahim, S., & Moniri, E. (2023). Development of p-amino acetanilide functionalized multi-walled carbon nanotubes as an effective carrier for lansoprazole release. *Biomedical Physics & Engineering Express, 9*(4), 045021.

[2] Abniki, M., & Moghimi, A. (2022). Removal of cd (ii) ions from water solutions using dispersive solid-phase extraction method with 2-aminopyridine/graphene oxide nano-plates. *Current Analytical Chemistry, 18*(10), 1070-1085.

[3] Abniki, M., Shirkavand Hadavand, B., Najafi, F., & Ghasedi, I. (2022). Synthesis of the effective flame retardant via modification of epoxy resin with phenylboronic acid. *Journal of Macromolecular Science, Part A, 59*(6), 411-420. doi: 10.1080/10601325.2022.2054349

[4] Akinnawo, S.O., Ayadi, P.O., & Oluwalope, M.T. (2023). Chemical coagulation and biological techniques for wastewater treatment. *Ovidius University Annals of Chemistry, 34*(1), 14-21.

[5] Bhasme, R., & Waikar, M. Regionalization of precipitation using clustering technique− a case study of nanded district. *ISSN 0970-275X July-September 2019 Vol. LI No. 3.*

[6] karimnezhad, K., Moghimi, A., Adnan, R., & Abniki, M. (2023). An alternative method of dispersive solid-phase extracting hg (ii) from environmental aqueous solutions using carboxylic functionalized carbon nanotubes. *Micro & Nano Letters, 18*(1), e12150. doi: https://doi.org/10.1049/mna2.12150

[7] Kastali, M., Mouhir, L., Chatoui, M., Souabi, S., & Anouzla, A. (2021). Removal of turbidity and sludge production from industrial process wastewater treatment by a rejection of steel rich in fecl3 (siww). *Biointerface Research in Applied Chemistry, 11*(5), 13359-13376.

[8] Khane, Y., Benouis, K., Albukhaty, S., Sulaiman, G.M., Abomughaid, M.M., Al Ali, A., . . . Chaibi, W. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous citrus limon zest extract: Characterization and evaluation of their antioxidant and antimicrobial properties. *Nanomaterials, 12*(12), 2013.

[9] Li, S., Liu, M., Meng, F., Hu, X., & Yu, W. (2021). Removal of f− and organic matter from coking wastewater by coupling dosing fecl3 and alcl3. *Journal of Environmental Sciences, 110*, 2-11.

[10] moghimi, a., & Abniki, M. (2020). Dispersive solid-phase extraction for preconcentration of colored effluent in aqueous samples using magnetic carbon nanotubes modified with chitosan. *QCS, 9*(32), 68-60.

[11] moghimi, a., & Abniki, M. (2022). Removal and measurement of bromocresol purple dye in aqueous samples by β-cyclodextrin-modified magnetic carbon nanotube with dispersive solid-phase extraction technique. *Journal of Color Science and Technology, 15*(4), 301-315.

[12] moghimi, a., & Abniki, M. (2023). Preconcentration of trace amounts of lorazepam in aqueous samples by functionalizing graphene oxide with 2-aminopyridine. *QCS, 13*(42), 27-14.

[13] Moghimi, A., Qomi, M., Yari, M., & Abniki, M. (2019). Solid phase extraction of hg (π) in water samples by nano-fe. *Int. J. Bio-Inorg. Hybr. Nanomater, 8*(4), 163-172.

[14] Mostafa, M.K., & Peters, R.W. (2016). Improve effluent water quality at abu- rawash wastewater treatment plant with the application of coagulants. *Water and Environment Journal, 30*(1-2), 88-95.

[15] Osouleddini, N., Heydari, M., Motevalli, M.D., & Khosravi, T. (2020). Application of artificial neural networks and response surface methodology for analysis of malachite green removal from aqueous solution using phosphoric acid-modified pumice powder: Kinetic and isotherm studies. *Desalin Water Treat, 178*, 296-311.
[16] Osouleddini, N., Moradi, M., Khosravi, T., Khamotian, R., & Sharafi, H. (2018). The iron modification effect on performance of natural adsorbent scoria for malachite green dye removal from aquatic environments: Modeling, optimization, isotherms, and kinetic evaluation. *Desalin Water Treat, 123*, 348-357.
[17] Osouleddini, N., Noei, M., & Rahimianshahreza, N. (2023). Employing metal-doped carbon nanocones for the drug delivery of purinethol anticancer: Insights from dft calculations. *Diamond and Related Materials, 132*, 109641.
[18] Osouleddini, N., Tajik, L., & Moradi, M. (2019). Degradation of amoxicillin by persulfate activated with fe3o4/go nanocomposite in aqueous solution. *Desalination and Water Treatment, 153*, 392-401.
[19] Prazeres, A.R., Fernandes, F., Luz, S., & Jerónimo, E. (2020). Simple processes for contamination removal in cheesemaking wastewater: Caco3, mg (oh) 2, feso4 and fecl3. *Journal of Environmental Chemical Engineering, 8*(4), 104034.
[20] Sardari, R., & Osouleddini, N. (2018). The data on the removal of turbidity and biological agents in spent filter backwash by bed ceramic in water treatment process. *Data in brief, 19*, 1794-1798.
[21] Shirkavand, B., Abniki, M., Rahmani, Z., Esmaili Salmi, R., & Rezaei Behbahani, P. (2023). The process of removing paratoleic acid by advanced oxidation process from the effluent of terephthalic acid production in textile fiber production industries. *Journal of Textile Science and Technology, 12*(1), 17-26.
[22] Sun, W., Ma, G., Sun, Y., Liu, Y., Song, N., Xu, Y., & Zheng, H. (2017). Effective treatment of high phosphorus pharmaceutical wastewater by chemical precipitation. *The Canadian Journal of Chemical Engineering, 95*(8), 1585-1593.

Comparing the performance of polyaluminum chloride and ferric chloride coagulants in removing biological agents and determining raw water turbidity by spectrophotometric method

Noushin Osouleddini [1]*, Saeed Sadeghian[2], Mohammad Abdollahzadeh[3]

[1]*Department of Pharmaceutical Chemistry, Faculty of Pharmaceutical Chemistry, Islamic Azad University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

[2]*Department of Applied Chemistry, Faculty of Pharmaceutical Chemistry, Islamic Azad University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

[3]*East Tehran Management, Tehran Water and Wastewater Company, Tehran, Iran*

Submited: 24 September 2023, Revised: 14 December 2023, Accepted: 03 January 2024

Abstract

The turbidity of treated water is measured as an important parameter in determining the quality of water in all treatment plants, but due to the importance of the issue in the use of coagulants and due to its relationship with the amount of biological factors such as diatoms, chlorophytes and Counting and controlling these factors is considered as a water quality parameter next to turbidity. The goal in this research is to investigate and compare the effect of liquid polyaluminum chloride [(Falopac6303)PACl] and chlorferric [$FeCl_3$+$18H_2O$] coagulants in removing biological factors in the raw water entering the water treatment plant by using the jar test and performing the test It is biological. In this research, the increase of primary turbidity was measured by spectrophotometer in the range of 100, 50, 20, 10, 6 and 2 NTU, and the efficiency of removing biological factors at pH=7.87 and the optimal injection of each of the coagulants was 15 A 10% increase in removal efficiency was observed in liquid polyaluminum chloride coagulant compared to chlorofric. The result of this investigation showed that the liquid polyaluminum chloride coagulant has a higher efficiency in removing biological agents than ferric chloride.

Keywords: *biological agents, coagulation and flocculation, coagulant, chlorophric, polyaluminum chloride, water treatment.*

* **Corresponding author :** Noushin Osouleddini

Address: Department of Pharmaceutical Chemistry, Faculty of Pharmaceutical Chemistry, Islamic Azad University of Medical Sciences, Tehran, Iran

E-mail: osouleddini.n@gmail.com