

# مقایسه کارایی منعقد کننده پلی دی آلیل دی متیل آمونیوم کلراید با فریک کلراید در تصفیه آب شرب اهواز

فردوس کریمی<sup>۱</sup>، نغمه عروجی<sup>۲</sup>، افشین تکدستان<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد مهندسی عمران، مدیر عامل و رئیس هیئت مدیره شرکت آب و فاضلاب اهواز، اهواز، ایران  
<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران  
<sup>۳</sup> دانشیار، مرکز تحقیقات فناوری های زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۸

## چکیده

**زمینه و هدف:** PolyDADMAC در تصفیه آب و فاضلاب به عنوان یک ماده منعقد کننده آلی اولیه خنثی کننده مواد کلوئیدی دارای بار الکتریکی منفی استفاده می شود و در مقایسه با منعقد کننده های معدنی حجم لجن را بیشتر کاهش می دهد. مطالعه حاضر با هدف بررسی و مقایسه کارایی منعقد کننده نوین پلی دی آلیل دی متیل آمونیوم کلراید در مقایسه با فریک کلراید در حذف کدورت، کلیفرم و مواد آلی از آب آشامیدنی صورت پذیرفت.

**مواد و روش ها:** این پژوهش در مقیاس آزمایشگاهی و با استفاده از دستگاه جارتست در تصفیه خانه آب اهواز انجام شد. در این پژوهش انعقاد آب خام با استفاده از PolyDADMAC به تنهایی، اختلاط همزمان فریک کلراید و PolyDADMAC و فریک کلراید به تنهایی مورد مطالعه قرار گرفت. محدوده مورد مطالعه برای کدورت های (۳۸۵۰، ۸۰۰ NTU)، pH (۵-۹) و غلظت های مختلف ماده منعقد کننده انتخاب شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار Excel, SPSS و آزمون آنالیز واریانس یکطرفه ( $p < 0.05$ ) صورت گرفت.

**یافته ها:** بهینه ترین شرایط کارایی PolyDADMAC در کدورت ۳۸۵۰ NTU، در pH=۸، سرعت اختلاط سریع معادل ۱۲۰ rpm و دوز بهینه ۰/۵ میلی گرم در لیتر مشاهده گردید که در دوز بهینه ۰/۵ میلی گرم در لیتر راندمان حذف کدورت برابر با ۹۹/۸۴ درصد بدست آمد. دوز بهینه فریک کلراید به همراه PolyDADMAC، به ترتیب ۱۵ و ۰/۴ میلی گرم در لیتر به دست آمد. در غلظت های بالاتر PolyDADMAC پایداری ذرات معلق دیده شد. به علاوه فلوکهای تشکیل شده توسط PolyDADMAC درشت تر و برای ته نشینی به زمان کمتری احتیاج داشتند.

**نتیجه گیری:** نتایج حاصله از مقایسه اثر منعقد کننده های ذکر شده در حذف کدورت های بالا (۳۸۵۰ NTU)، بیانگر کارایی خوب PolyDADMAC به عنوان منعقد کننده نسبت به فریک کلراید می باشد. همچنین نتایج حاصله نشان داد که راندمان حذف متاثر از کدورت اولیه بوده به طوری که هر چه کدورت اولیه بیشتر باشد راندمان حذف نیز بیشتر خواهد بود.

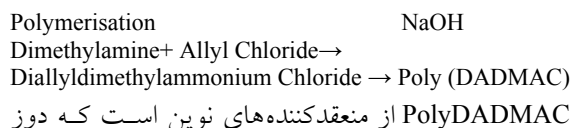
**کلمات کلیدی:** Poly dadmac، کدورت، فریک کلراید، انعقاد

## مقدمه

یکی از آلوده‌کننده‌های طبیعی در آبهای سطحی به ویژه رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، ناخالصی‌های کلوئیدی است. حضور این مواد باعث کدورت و تا حدودی رنگ می‌شوند. برای حذف کلوئیدها باید ذرات کلوئید با هم مجتمع و از نظر اندازه بزرگ شوند. برای این کار می‌توان از مواد شیمیایی استفاده کرد. این مواد نیروهای را که موجب پایداری ذرات کلوئیدی می‌شوند خنثی می‌کنند، سپس در حالی که به آرامی به هم زده می‌شوند به ذرات ناپایدار شده زمان می‌دهند تا لخته‌ها ایجاد شوند که به این عمل فلوکولاسیون گویند. سرانجام آب از حوضچه ته نشینی رد شده و در آنجا مواد جامد لخته شده به وسیله عمل ته‌نشینی حذف می‌شوند.<sup>۱</sup> در بیشتر تصفیه خانه‌های آب ایران از آلوم و فریک کلراید استفاده می‌گردد. هم‌اکنون در تصفیه خانه آب اهواز از پلی‌آلومینیم کلراید و فریک کلراید استفاده می‌گردد.<sup>۲</sup> زیان‌های جدی در اثر کاربرد نمک‌های آلومینیم به دلیل باقیماندن در آب، تولید حجم زیاد لجن و نحوه دفع در محیط زیست به وجود آمده است. رهنمود سازمان بهداشت جهانی برای آلومینیم و حداکثر مقدار مجاز آن ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر است.<sup>۳</sup> در زمینه فرایند انعقاد-لخته‌سازی می‌توان به کاربرد منعقدکننده‌های مناسب جهت افزایش راندمان حذف کدورت و آلودگی‌های مختلف در طی این فرآیند اشاره نمود. مواد منعقدکننده متعارف اغلب در مواقع بروز کدورت‌های بالا و پایین عملکرد مناسبی نداشته و در این موارد مسئولین بهره‌برداری مجبور به استفاده از کمک منعقدکننده‌ها می‌شوند که هر کدام دارای اثرات جانبی ویژه‌ای می‌باشند. از این رو به منظور استفاده از منابع و امکانات موجود و کاهش هزینه‌ها، بکارگیری ماده منعقدکننده جدید و توسعه یافته برای افزایش راندمان توان تصفیه خانه‌های متعارف در شرایط بحرانی و بروز آلودگی، کاهش و یا حذف بالایی از میزان کدورت، کاهش حجم لجن تولیدی و کاهش و یا حذف

ریز آلاینده‌ها و کاهش مصرف مواد شیمیایی، پلی‌دی‌آلیل دی‌متیل آمونیوم کلراید (Poly DADMAC)<sup>۴</sup> با ماده منعقدکننده فریک کلراید مقایسه شده است. PolyDADMAC با فرمول شیمیایی  $(C_8H_{16}NCl)_n$  یک ترکیب شیمیایی است که جرم مولی آن متغیر می‌باشد<sup>۵</sup> و در تصفیه آب و فاضلاب به عنوان یک ماده منعقدکننده آلی اولیه خنثی کننده مواد کلوئیدی دارای بار الکتریکی منفی و انعقاد و لخته‌سازی ذرات آلی و غیر آلی مانند گل و لای، خاک رس، جلبک‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها موثر و استفاده می‌شود<sup>۶</sup> و در مقایسه با منعقدکننده‌های معدنی حجم لجن را بیشتر کاهش می‌دهد.<sup>۷</sup> در غلظت‌های بالا پلیمر آلی می‌تواند مواد آلی طبیعی مانند اسیدهای هیومیک و فولویک را حذف و در نتیجه پیش‌سازهای محصول جانبی گندزدایی کاهش و رنگ کمتری برجای می‌گذارد. تولید PolyDADMAC شامل دو مرحله متوالی: تشکیل مونومر توسط یک واکنش از یک مخلوط استوکیومتری آلایل کلراید با دی‌متیل آمین و پس از آن پلیمریزاسیون مطابق رابطه زیر است (رابطه ۱)<sup>۸-۱۰</sup>.

(۱)



مصرفی آن جهت انعقاد به منظور حذف کدورت کم است و قابلیت آب را کاهش نمی‌دهد و لجن زیادی همانند سایر منعقدکننده‌ها نظیر سولفات فریک، فریک کلراید و آلوم تولید نمی‌کند و تا کنون هم جهت ارزیابی حذف کدورت از آب رودخانه کارون در تصفیه خانه آب اهواز استفاده نگردیده در صورتی که از سایر منعقدکننده‌ها نظیر پلی‌آلومینیم کلراید، فریک کلراید، آلوم و... در مطالعات قبلی استفاده شده است. مطالعات متعددی نیز در زمینه استفاده از مواد منعقدکننده انجام شده است ولی تا کنون مطالعه‌ای در داخل کشور توسط PolyDADMAC به صورت عملی به عنوان منعقدکننده در

بهینه آلوم برای کدورت های کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۴۰، ۲۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر و pH بهینه ۷-۷/۵ به دست آمد.<sup>۱۴</sup> بر اساس تحقیقات املیا و همکاران (Omelia et al) در سال ۱۹۸۵، اریک (Eric) در سال ۲۰۰۲، مالهورا (Malhuttra) در سال ۱۹۹۴، تانگ و همکاران (Tang et al) در سال ۱۹۹۶، لوان (Luan) در سال ۱۹۹۸ و لیو و همکاران (Liu et al) در سال ۱۹۹۹، پلی آلومینیم کلراید در مقایسه با سایر مواد منعقد کننده نظیر سولفات آلومینیم، فریک کلراید و غیره در شرایط کدورت متوسط و بالا از عملکرد بهتری برخوردار است.<sup>۱۵-۲۰</sup> نظر به اینکه آب رودخانه کارون دارای آلاینده های مختلفی<sup>۲۱</sup> از قبیل کدورت، کلیفرم می باشد و میزان این آلاینده ها در فصول مختلف تغییرات قابل ملاحظه ای داشته، لذا فرایند انعقاد با انتخاب یک ماده منعقد کننده مناسب با غلظت تزریقی مناسب به آب در pH و قلیابیت مناسب قادر خواهد بود مقادیر قابل ملاحظه ای از این آلاینده ها را در آب که یک خطر جدی برای سلامت مصرف کنندگان محسوب می شود حذف نماید. مطالعه حاضر با هدف بررسی و کارایی استفاده از PolyDADMAC به عنوان منعقد کننده نوین در مقایسه با منعقد کننده فریک کلراید در آب تصفیه خانه اهواز در غلظت های مختلف و pH مختلف جهت بهبود عمل انعقاد در حذف کدورت، مواد آلی، کلیفرم و کاهش دوز منعقد کننده اصلی در نتیجه کاهش هزینه های اقتصادی از آب آشامیدنی صورت پذیرفت. در حال حاضر در تصفیه خانه های آب اهواز این عمل توسط ماده شیمیایی پلی آلومینیوم کلراید و فریک کلراید به عنوان منعقد کننده اصلی و پرستول به عنوان کمک منعقد کننده استفاده می گردد که با توجه به مشکلات موجود در رابطه با استفاده از منعقد کننده ها، بالا بردن راندمان حذف کدورت و کاهش هزینه های مصرفی منعقد کننده لازم می نماید.

کشور انجام نشده است. مطالعه ای توسط آریفن و همکاران با عنوان بررسی سیستم لخته سازی هیبریدی PolyDADMAC کوپل شده با پلی آکریل آمید در تصفیه آب و فاضلاب انجام گرفت. نتایج نشان داد که بهترین دوز این کمک منعقد کننده ۰/۲-۰/۴ میلی گرم در لیتر است. در این مطالعه کاهش TSS و کدورت، حذف COD و پتانسیل زتا با دوزهای مختلف این کمک منعقد کننده فعال سازی شده مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که PolyDADMAC نقش تثبیت کننده و پلی آکریل آمید نقش ایجاد پل را دارد. طبق نتایج حاصل از این پژوهش، افزایش دوز PolyDADMAC باعث ایجاد لخته های بهتری می شود که در نتیجه خنثی سازی بار الکتریکی در کلوئیدها رخ می دهد و مکانیسم پل زدن بین ذرات که توسط پلی آکریل آمید ایجاد می شود، فرایند لخته سازی و میزان لخته های ایجاد شده را افزایش می دهد و زنجیرهای طولانی با وزن مولکولی بالا ایجاد می شود که زنجیره ای و دنباله دار می باشند.<sup>۱۱</sup> شاه منصوری و نشاط در سال ۱۳۸۲ به بررسی مقایسه ماده منعقد کننده پلی آلومینیم کلراید با آلوم و فریک کلراید در حذف TOC و کلیفرم کل در غلظت بهینه برای حذف کدورت از آب خام تصفیه خانه شهر اصفهان پرداختند. نتایج بدست آمده نشان داد که فریک کلراید و پلی آلومینیم کلراید در حذف کدورت، کلیفرم کل، TOC کارایی بهتری نسبت به آلوم دارند و کلرید فریک در حذف TOC بهتر از PAC عمل می نماید.<sup>۱۲</sup> وانگ و همکارانش (Wang et al) در سال ۲۰۰۹، به بررسی اثر کیتوزان به عنوان کمک منعقد کننده بر روی شکل و استحکام فلوکها پرداختند. تحت شرایط بهینه جهت حذف کدورت، دوزاژ بهینه کلرید فریک ۲۹ و کیتوزان ۰/۱ میلی گرم بر لیتر بدست آمد.<sup>۱۳</sup> مهدی نژاد و همکارانش در سال ۱۳۸۸ به بررسی کارایی کیتوزان و پروتئین انعقادی مورینگا اولیفر (Moringa Oleifera) به عنوان کمک منعقد کننده به همراه آلوم، برای حذف ذرات کلوئیدی، باکتری های اشرشیاکلی و استرپتوکوکوس فیکالیس پرداختند. غلظت

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در مقیاس آزمایشگاهی و با استفاده از دستگاه جارتست در تصفیه خانه آب اهواز انجام شد. منبع آب این تصفیه خانه، رودخانه کارون و کرخه می‌باشد و این تصفیه خانه آب شرق و غرب اهواز را تأمین می‌کند. تصفیه خانه کیان آباد ظرفیت تولید ۳۹۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰ مترمکعب در روز آب شرب را دارد.

## مواد و تجهیزات

در این تحقیق، فریک کلراید (شرکت نیرو کلر) با درجه خلوص ۴۰٪، پودر PolyDADMAC (شرکت شیمیایی EWB اکراین، LOT: ۱۱۱۲۳۴، FERRA FLOC W5544)، سود ۰/۰۲ نرمال، اسید سولفوریک ۰/۰۲ نرمال، محیط کشت لاکتوز براث، برلیان گرین، EC براث و دستگاه‌های جارتست (JLT6)، pH متر مدل ۳۴۰i (WTW)، دستگاه کدورت سنچ مدل 2100N (HACH)، اتوکلاو مدل ۲۵MELA و آون مدل O-53 استفاده شد.

## تهیه ماده منعقدکننده

محلول ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید به وسیله حل کردن یک گرم پودر فریک کلراید در یک لیتر آب مقطر تهیه شد. برای تهیه محلول PolyDADMAC، ۱۰۰ میلی گرم از پودر PolyDADMAC را به دقت وزن کرده، سپس در مقداری آب مقطر حل کرده و حجم را به ۱۰۰ میلی لیتر رساندیم. سپس محلول بدست آمده را ۱۵ دقیقه روی همزن گذاشته تا کاملاً حل شود. هر ۱ میلی لیتر از این محلول حاوی ۱ میلی گرم PolyDADMAC بود.<sup>۴</sup>

## مواد و روش‌ها

نمونه‌های آب خام تهیه شده از آبگیر تصفیه خانه کیان آباد پس از انتقال به آزمایشگاه از نظر میزان کدورت، pH، دما،

قلیائیت، مواد آلی، کلیفرم کل، کلیفرم گرما پای و HPC مورد آزمایش قرار گرفتند. به منظور تعیین pH بهینه ماده منعقدکننده، غلظت ثابتی از هر کدام به همه نمونه‌ها اضافه شد. سپس آزمایش جار بر روی نمونه‌ها با pHهای مختلف ۵، ۵، ۵، ۶، ۶، ۵، ۷، ۷، ۸ و ۸، صورت پذیرفت. جهت بررسی تعیین غلظت ماده منعقدکننده، آزمایش جار بر روی نمونه‌های آب تحت شرایط pH بهینه تعیین شده در مرحله قبل (pH=۸) و با غلظتهای مختلفی از ماده منعقدکننده انجام گرفت و غلظت بهینه به دست آمد. فرایند اختلاط سریع با سرعت اختلاط ۱۲۰ دور در دقیقه، طی زمان یک دقیقه انجام گردید. سپس طی مرحله اختلاط کند، سرعت اختلاط به ۴۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه کاهش یافت. مدت زمان ته نشینی طبق توصیه مراجع معتبر<sup>۲۲</sup>، ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. پس از پایان یافتن آزمایش‌ها نمونه برداری برای تعیین کدورت، قلیائیت، pH، مواد آلی، کلیفرم کل، کلیفرم گرما پای، HPC از ۵ سانتی متری زیر سطح آب توسط پی پت انجام گرفت.

## روش انجام آزمایشات

کلیه آزمایشات بر اساس روشهای استاندارد متد برای آزمایشات آب و فاضلاب انجام گرفته است. سنجش کدورت از طریق دستگاه کدورت سنچ HACH مدل ۲۱۰۰N و بر اساس روش نفلومتری، pH توسط pH متر دیجیتالی مدل ۳۴۰i (WTW)، مواد آلی به روش تیتراسیون از طریق ارزش پرمنگناتی، EC توسط EC متر دیجیتالی (WTW)، قلیائیت بر اساس روش تیتراسیون با اسیدسولفوریک ۰/۰۲ نرمال (2320 B. Titration Method) انجام شدند. سنجش باکتری‌های کلیفرم کل و مدفوعی طبق روش تخمیر چند لوله ای بر اساس استاندارد شماره ۳۷۵۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شد و نتایج به صورت MPN/100mL گزارش شدند<sup>۲۲-۲۳</sup>.

## آنالیز آماری

۲۷۸۹ CFU/ml به عنوان شرایط پایه و آزاد، در محل رودخانه اندازه‌گیری شده است.

به منظور اثبات تکرارپذیری روش آنالیز، تعدادی از نمونه‌ها به صورت دوتایی و یا سه تایی تهیه شده و مورد آنالیز قرار گرفته‌اند. تعداد کل نمونه‌ها در طول نمونه برداری ۲۳۰ عدد بود. تهیه نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel و آنالیز داده‌ها با نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ (آنالیز کوواریانس ودانکن) انجام گرفته است.

### تعیین pH بهینه ماده منعقدکننده

محدوده مورد مطالعه کدورت‌های (۳۸۵۰ NTU و ۸۰) جهت منعقد کننده PolyDADMAC و فریک کلراید تعیین گردید. نمودار (۱) روند تغییرات درصد حذف کدورت نسبت به تغییرات pH منعقدکننده های PolyDADMAC و فریک کلراید بر روی نمونه آب را نشان می دهد. با توجه به آزمون ANOVA ( $P < 0.05$ ) تفاوت معناداری بین pH و درصد حذف کدورت وجود دارد.

### یافته‌ها

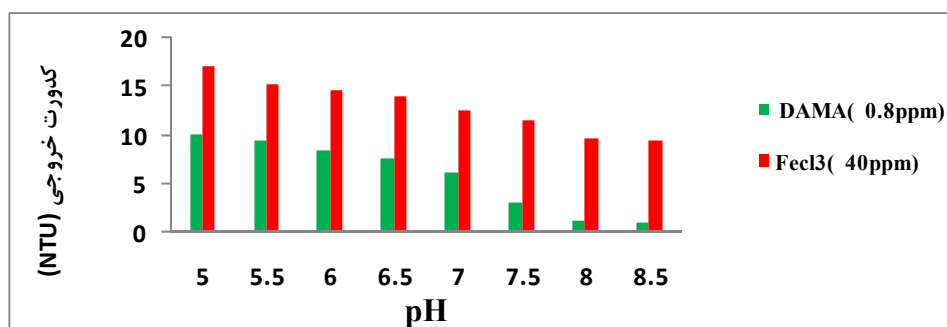
در این بخش، نتایج به دست آمده در رابطه با تعیین pH بهینه، تعیین غلظت بهینه ماده منعقدکننده و نیز تعیین و مقایسه راندمان حذف مواد آلی، کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و باکتریهای هتروتروفیک در شرایط عملکرد بهینه ارائه شده است.

### تعیین دوز بهینه ماده منعقدکننده

نمودار (۲) روند تغییرات کدورت خروجی نسبت به تغییرات دوز منعقد کننده PolyDADMAC و فریک کلراید در حذف کدورت ۳۸۵۰ NTU بر روی نمونه آب با pH اولیه برابر با ۸ را نشان می دهد. با توجه به آزمون ANOVA ( $P < 0.05$ ) تفاوت معناداری بین دوز منعقدکننده و درصد حذف کدورت وجود دارد.

### کیفیت آب خام تصفیه خانه شماره ۲ اهواز

غلظت مواد آلی در آب رودخانه برابر با ۶/۳۵ میلی گرم بر لیتر، کدورت برابر با ۸۵ NTU، pH برابر با ۸/۰۲، کلیفرم کل برابر ۱۳۵۸ MPN/100cc، کلیفرم مدفوعی برابر ۲۹۵ MPN/100cc و مقدار باکتری‌های هتروتروفیک برابر

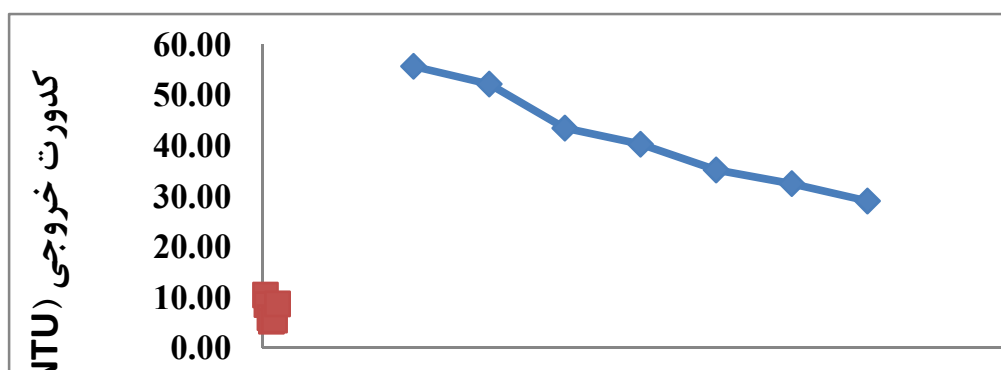


### نمودار ۱: روند تغییرات کدورت خروجی نسبت به تغییرات pH منعقدکننده PolyDADMAC و فریک کلراید

شرایط محیطی: (غلظت اولیه PolyDADMAC: ۰/۸ ppm، غلظت اولیه فریک کلراید: ۴۰ ppm، کدورت اولیه: ۳۸۵۰ NTU، دما=۲۴/۳ و سرعت اختلاط سریع: ۱۲۰ rpm)

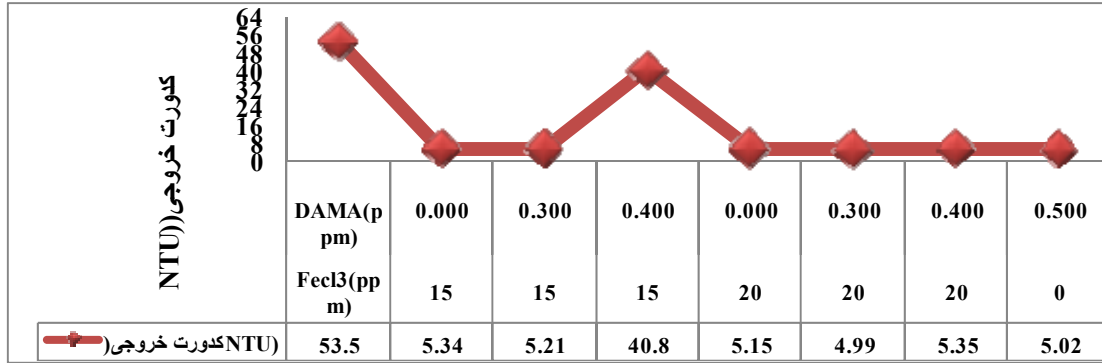
حذف کدورت ۸۰ NTU بر روی نمونه آب با pH اولیه برابر با ۸ را نشان می‌دهد. با توجه به آزمون ANOVA ( $P < 0.05$ ) تفاوت معناداری بین دوز منعقدکننده و درصد حذف کدورت وجود دارد. نمودار (۴) بیانگر این است که با افزایش دوز منعقدکننده PolyDADMAC و فریک کلراید میزان کدورت خروجی کمتر و راندمان حذف کدورت افزایش می‌یابد بطوریکه بیشترین میانگین درصد حذف کدورت با فاصله اطمینان ۹۵٪ برای دوز منعقدکننده ۰/۶ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC معادل ۸۹/۹۵ درصد و برای دوز منعقدکننده ۸ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید ۹۲/۷۶٪ می‌باشد. نمودار (۵) روند تغییرات کدورت خروجی نسبت به تغییرات دوز کمک منعقد کننده PolyDADMAC و منعقد کننده فریک کلراید در حذف کدورت ۸۰ NTU بر روی نمونه آب با pH اولیه برابر با ۸ را نشان می‌دهد. در این مرحله انعقاد آب خام با استفاده از اختلاط همزمان فریک کلراید و PolyDADMAC و مقایسه آن با فریک کلراید به تنهایی مورد مطالعه قرار گرفت. همانطور که در نمودار (۵) مشاهده می‌شود، افزودن PolyDADMAC به عنوان کمک منعقدکننده، بازدهی فرایند را نسبت به ورودی آب خام افزایش داده است. در بهترین حالت، یعنی هنگامی که غلظت فریک کلراید و PolyDADMAC به ترتیب ۳ و ۰/۵ میلی گرم بر لیتر است، درصد حذف کدورت ۹۲/۶۸٪ و میزان کدورت خروجی NTU ۵/۹ به دست آمد.

نمودار (۲) بیانگر این است که با افزایش دوز منعقدکننده PolyDADMAC و فریک کلراید میزان کدورت خروجی کمتر و راندمان حذف کدورت افزایش می‌یابد بطوریکه بیشترین میانگین درصد حذف کدورت با فاصله اطمینان ۹۵٪ برای دوز منعقدکننده ۰/۶ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC معادل ۹۹/۸۶ درصد و برای دوز منعقدکننده ۴۰ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید معادل ۹۹/۲۵ درصد می‌باشد. نمودار ۳ روند تغییرات کدورت خروجی نسبت به تغییرات دوز کمک منعقد کننده PolyDADMAC و منعقد کننده فریک کلراید در حذف کدورت ۳۸۵۰ NTU بر روی نمونه آب با pH اولیه برابر با ۸ را نشان می‌دهد. در این مرحله انعقاد آب خام با استفاده از PolyDADMAC به تنهایی، اختلاط همزمان فریک کلراید و PolyDADMAC و فریک کلراید به تنهایی مورد مطالعه قرار گرفت. همانطور که در نمودار (۳) مشاهده می‌شود، افزودن PolyDADMAC به عنوان کمک منعقدکننده، بازدهی فرایند را افزایش داده است. در بهترین حالت، یعنی هنگامی که غلظت فریک کلراید و PolyDADMAC به ترتیب ۱۵ و ۰/۴ میلی گرم بر لیتر است، درصد حذف کدورت ۹۹/۸۶٪ به دست آمد. با توجه به آزمون ANOVA ( $P < 0.05$ ) تفاوت معناداری بین دوز کمک منعقدکننده PolyDADMAC و درصد حذف کدورت وجود دارد. نمودار (۴) روند تغییرات درصد حذف کدورت نسبت به تغییرات دوز منعقد کننده PolyDADMAC و فریک کلراید در

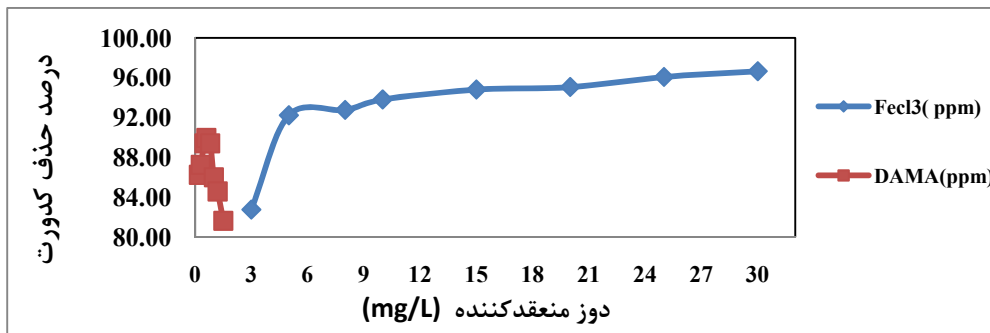


نمودار ۲: روند تغییرات کدورت خروجی نسبت به تغییرات دوز PolyDADMAC و فریک کلراید

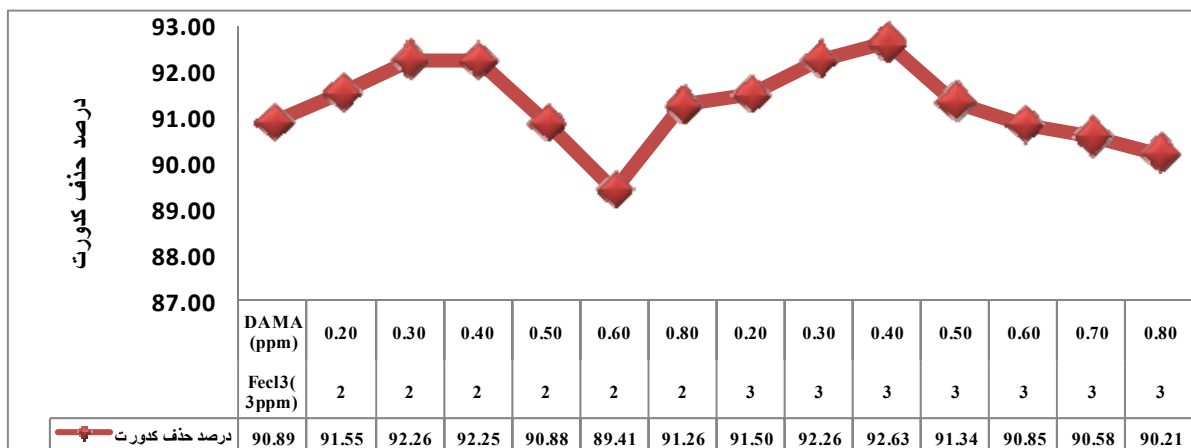
با توجه به آزمون ANOVA با ( $p < 0.05$ ) تفاوت معناداری کدورت وجود دارد. بین دوز کمک منعقدکننده PolyDADMAC و درصد حذف



**نمودار ۳:** روند تغییرات کدورت خروجی نسبت به دوز کمک منعقدکننده PolyDADMAC و منعقدکننده فریک کلراید شرایط محیطی: (pH=۸، دما=۲۴/۹، کدورت اولیه: ۳۸۵۰ NTU و سرعت اختلاط سریع: ۱۲۰ rpm)



**نمودار ۴:** روند تغییرات درصد حذف کدورت نسبت به تغییرات دوز PolyDADMAC و فریک کلراید

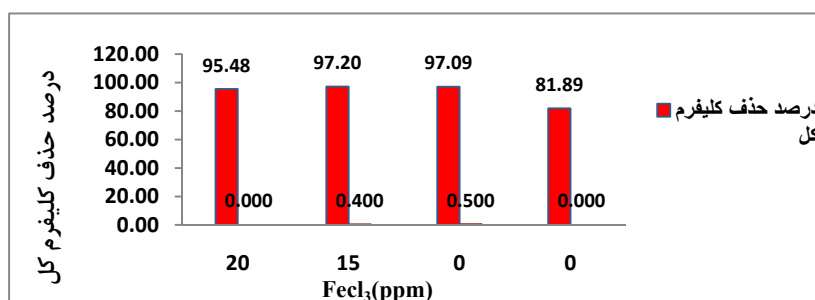


**نمودار ۵:** روند تغییرات درصد حذف کدورت نسبت به دوز کمک منعقدکننده PolyDADMAC و منعقدکننده فریک کلراید شرایط محیطی: (pH=۸، دما=۲۴/۵، کدورت اولیه: ۸۰ NTU و سرعت اختلاط سریع: ۱۲۰ rpm)

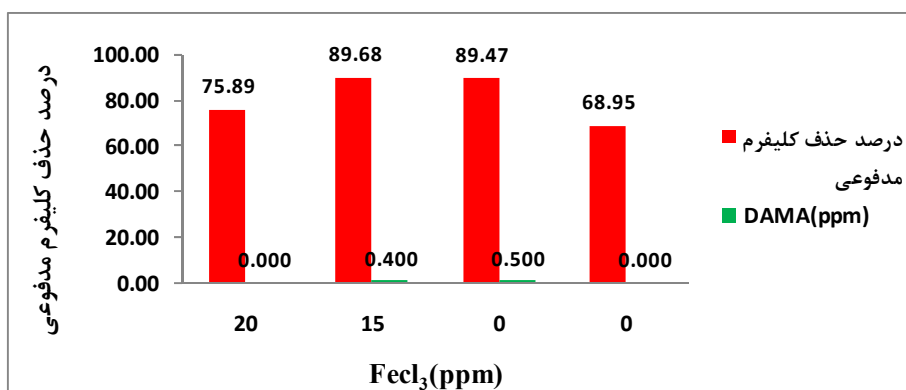
## تأثیر ماده منعقدکننده بر راندمان حذف باکتری‌ها

نمودار (۶) تا (۸) به ترتیب اثر دوز منعقدکننده نمودار (۶) تا (۸) به ترتیب اثر دوز منعقدکننده PolyDADMAC به تنهایی، اختلاط همزمان فریک کلراید و PolyDADMAC و فریک کلراید به تنهایی در شرایط بهینه بر روی راندمان حذف کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و باکتری‌های هتروتروفیک را نشان می‌دهد. میزان راندمان حذف کلیفرم کل در این دوره برای دوز ۰/۵ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC به تنهایی برابر ۹۷/۰۹٪، اختلاط همزمان دوز ۱۵ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید و دوز ۰/۴ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC برابر ۹۷/۲٪، برای دوز ۲۰ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید به تنهایی برابر ۹۵/۴۸٪ و برای نمونه شاهد (ورودی آب خام به تنهایی) برابر ۸۱/۸۹٪ بوده است. میزان

راندمان حذف کلیفرم مدفوعی در این دوره برای دوز ۰/۵ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC به تنهایی برابر ۸۹/۴۷٪، اختلاط همزمان دوز ۱۵ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید و دوز ۰/۴ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC برابر ۸۹/۶۸٪، برای دوز ۲۰ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید به تنهایی برابر ۷۵/۸۹٪ و برای نمونه شاهد (ورودی آب خام به تنهایی) برابر ۶۸/۹۵٪ بوده است. میزان راندمان حذف کلیفرم کل در این دوره برای دوز ۰/۵ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC به تنهایی برابر ۹۷/۴۸٪، اختلاط همزمان دوز ۱۵ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید و دوز ۰/۴ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC برابر ۹۷/۵۵٪، برای دوز ۲۰ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید به تنهایی برابر ۹۵/۷۷٪ و برای نمونه شاهد (ورودی آب خام به تنهایی) برابر ۷۶/۳۶٪ بوده است.

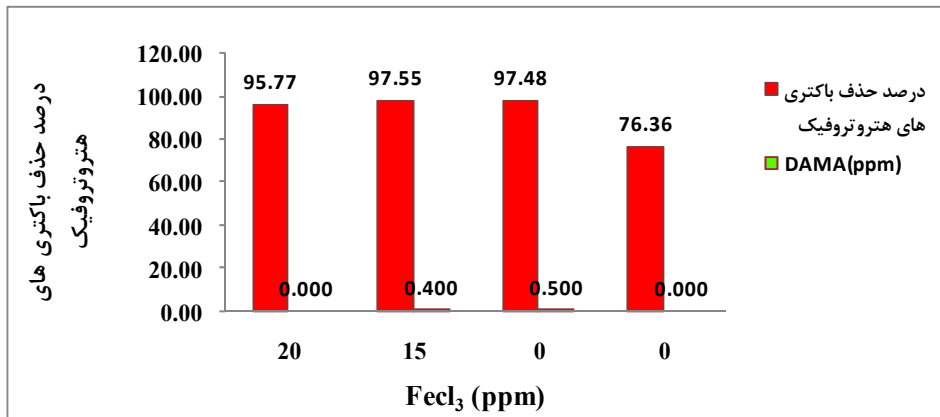


نمودار ۶: مقایسه راندمان حذف کلیفرم کل در شرایط عملکرد بهینه بین دو منعقدکننده PolyDADMAC و فریک کلراید



نمودار ۷: مقایسه راندمان حذف کلیفرم مدفوعی در شرایط عملکرد بهینه بین دو منعقدکننده PolyDADMAC و فریک کلراید





**نمودار ۸:** مقایسه راندمان حذف باکتریهای هتروتروفیک در شرایط عملکرد بهینه بین دو منعقدکننده PolyDADMAC و فریک کلراید

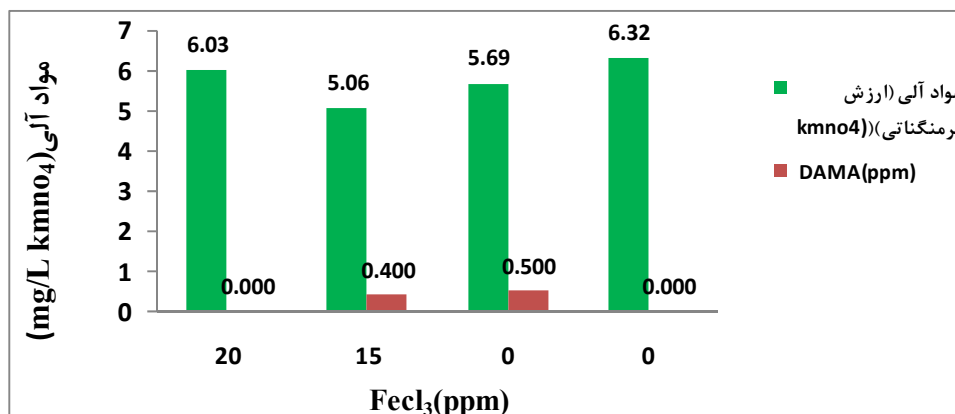
تأثیر ماده منعقدکننده بر راندمان حذف مواد آلی

نمودار (۹) اثر دوز منعقدکننده PolyDADMAC به تنهایی، اختلاط همزمان فریک کلراید و PolyDADMAC و فریک کلراید به تنهایی در شرایط بهینه بر روی میزان مواد آلی از طریق ارزش پرمنگناتی را نشان می‌دهد. میانگین مواد آلی ورودی در طول این مرحله از نمونه برداری

۶/۳۲ (mg/L kmno<sub>4</sub>) بوده است. در این مدت میانگین مواد آلی خروجی برای دوز ۰/۵ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC به تنهایی برابر (۵/۶۹ mg/L kmno<sub>4</sub>)، اختلاط همزمان دوز ۱۵ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید و دوز ۰/۴ میلی گرم بر لیتر PolyDADMAC برابر (۵/۰۶ mg/L kmno<sub>4</sub>) و برای دوز ۲۰ میلی گرم بر لیتر فریک کلراید به تنهایی برابر (۶/۰۳ mg/L kmno<sub>4</sub>) قرار داشته است.

### تأثیر ماده منعقدکننده بر راندمان حذف مواد آلی

نمودار (۹) اثر دوز منعقدکننده PolyDADMAC به تنهایی، اختلاط همزمان فریک کلراید و PolyDADMAC و فریک کلراید به تنهایی در شرایط بهینه بر روی میزان مواد آلی از طریق ارزش پرمنگناتی را نشان می‌دهد. میانگین مواد آلی ورودی در طول این مرحله از نمونه برداری



**نمودار ۹:** مقایسه میزان مواد آلی در شرایط عملکرد بهینه بین دو منعقدکننده PolyDADMAC و فریک کلراید

## بحث

ارزیابی عوامل موثر بر میزان حذف کدورت شامل نوع منعقدکننده، غلظت، pH و کدورت اولیه با استفاده از آنالیز کوواریانس و رگرسیون برای هر یک از منعقدکننده‌ها نشان‌دهنده آن است که کلیه عوامل ذکر شده تاثیر معنی داری در حذف کدورت دارند. هر ماده منعقدکننده دارای یک pH بهینه است که در آن، فرایند انعقاد و لخته سازی برای غلظت مشخصی از ماده منعقدکننده، در کوتاهترین زمان ممکن و با بالاترین بازدهی صورت می‌گیرد. از این رو، تعیین این عامل برای کسب اطمینان از عملکرد مناسب فرایند انعقاد و لخته‌سازی ضروری است. pH بهینه برای حذف کدورت توسط PolyDADMAC و فریک کلراید برابر با ۸ بود. عدم معناداری نشان می‌دهد که بین دو گروه از نظر راندمان حذف کدورت در PH تفاوت جزئی وجود دارد. اما این تفاوت جزئی از نظر آماری معنادار نیست. کارایی منعقدکننده PolyDADMAC بر خلاف فریک کلراید و دیگر منعقدکننده‌های معدنی تحت تاثیر pH نمی‌باشد و pH به میزان اندکی باعث افزایش کارایی آن می‌گردد که از مزایای منعقدکننده‌های پلیمری می‌باشد. لذا در مقایسه با فریک کلراید که یک محلول شدیداً اسیدی است، PolyDADMAC یک ماده کمکی مناسب جهت عمل فلوکولاسیون در فرآیند تصفیه آب اهواز می‌باشد. با افزایش pH، میزان کدورت خروجی کاهش و راندمان حذف کدورت افزایش می‌یابد به‌طوری‌که بیشترین میانگین درصد حذف کدورت با فاصله اطمینان ۹۵٪ برای منعقدکننده PolyDADMAC و فریک کلراید به ترتیب در pH=۸ معادل ۹۹/۷۵ و ۹۹/۹۷ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر در این محدوده از pH، رسوب تشکیل شده در طی فرایند و یا همان محصولات هیدرولیز، دارای کمترین حلالیت هستند. نکته قابل توجه دیگر آن است که اندازه لخته‌های تشکیل شده، در pH بهینه در مقایسه با

pHهای دیگر، به طور مشخصی بزرگتر بودند. با توجه به نمودار، مشاهده می‌شود که در pHهای اسیدی، از میزان حذف کدورت کاسته شده است. به همین دلیل نمی‌توان خنثی سازی بار را تنها عامل تشکیل لخته‌ها دانست. به نظر می‌رسد که در این مورد، تشکیل لخته‌ها در محدوده pH بهینه، بیشتر از طریق به دام افتادن ذرات معلق در زنجیره‌های پلیمری ماده منعقدکننده انجام شده است که مکانیسم انعقاد جاروبی و به دام افتادن ذرات در رسوب نام دارد.<sup>۲۴</sup> با افزایش غلظت منعقدکننده‌ها میزان حذف کدورت نیز افزایش یافت. دوزهای ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر PolyDADMAC و ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر فریک کلراید به عنوان دوز بهینه انتخاب شدند. هنگامی که غلظت فریک کلراید، ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر بود با افزودن ۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر PolyDADMAC به فرایند، حداکثر میزان حذف کدورت ۹۹/۸۶٪ به دست آمد. در غلظت‌های بالاتر PolyDADMAC پایداری مجدد ذرات مشاهده گردید. غلظت بهینه فریک کلراید به همراه PolyDADMAC در کدورت ۸۰ NTU به ترتیب ۳ و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. کاربرد کمک منعقدکننده PolyDADMAC سبب گردید که علاوه بر کاهش مصرف فریک کلراید به عنوان منعقدکننده، میزان آهن باقیمانده در آب تصفیه شده نیز تا زیر حد استاندارد کاهش یابد. همچنین کاربرد PolyDADMAC برخلاف منعقدکننده‌های معدنی تاثیری بر pH، قلیابیت و EC آب نداشت. مقدار EC آب قبل و بعد از آزمایش جار ۲۱۴۰ میکروزیمنس بر سانتی متر بود. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در کدورت‌های بالا (۳۸۵۰ NTU)، استفاده از PolyDADMAC به عنوان منعقدکننده به تنهایی، با توجه راندمان بالای حذف کدورت در غلظت‌های بسیار پایین (۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر) و حفظ سلامت مصرف کننده و عدم استفاده از منعقدکننده‌های معدنی در غلظت‌های بالا (۴۰ میلی‌گرم بر لیتر)، در تصفیه آب اهواز

بررسی نتایج حاصله بیانگر آن است که مکانیسم‌هایی که سبب کدورت‌های باقیمانده کمتر در آب می‌شوند به غلظت منعقدکننده مصرفی و pH آب بستگی دارند. در این شرایط مکانیسم‌های غالب از نوع جذبی یا جارویی و یا ترکیبی از دو مکانیسم ذکر شده است. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج حاصل از مطالعه ای که توسط عروجی و همکاران در سال ۱۳۹۱ بدست آوردند شباهت زیادی داشت<sup>۲۵</sup>. فاضلی و همکارانش در سال ۱۳۹۳ طی مطالعه ای با هدف بررسی کارایی پنج منعقدکننده شامل پلی فریک سولفات، فریک کلراید، آلوم، پلی آلومینیوم کلراید و پلی آلومینیوم فرس کلراید در حذف کدورت و مواد آلی با استفاده از روش AHP به این نتیجه رسیدند که در کدورت‌های بالا تا ۳۰۰ NTU عملکرد منعقد کننده‌های مورد آزمایش نسبتاً مشابه می‌باشد، اما در کدورت‌های پایین ۱۰ NTU منعقدکننده‌های پلیمری دارای عملکرد بهتری نسبت به منعقدکننده‌های معدنی می‌باشند. از بین کلیه مواد منعقدکننده مورد آزمایش در مجموع پلی فریک سولفات عملکرد بهتری در حذف کدورت و مواد آلی را نشان داد.<sup>۲۶</sup> PolyDADMAC در کدورت‌های بالا به تنهایی عملکرد بهتری نسبت به دیگر مواد منعقدکننده و بیشترین کارایی را در حذف کدورت، مواد آلی و بار آلودگی میکروبی از خود نشان داد و در کدورت‌های پایین به عنوان کمک منعقدکننده اختلاف معنی داری با فریک کلراید نداشت. عروجی و همکارانش طی مطالعه ایی به این نتیجه رسیدند که ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر پلی آلومینیم کلراید به همراه ۰/۰۸ ppm پرستول قادر به حذف ۹۴/۵۵٪ از کدورت NTU ۲۱۰۰ می‌باشد.<sup>۲۱</sup> بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در کدورت‌های پایین (۸۰ NTU) و با استفاده از آزمون T-test استفاده از فریک کلراید در مقایسه با PolyDADMAC با توجه راندمان بالای حذف کدورت و عملکرد بالا در تصفیه آب اهواز توصیه می‌شود. منعقدکننده‌های نوینی همچون PolyDADMAC جهت کاهش کلیفرم‌ها با استفاده از

توصیه می‌شود. در حالی که در کدورت‌های پایین اختلاف معنی داری با فریک کلراید نداشت و استفاده از بنتونیت، کائولینیت و یا خاک رس به عنوان کمک منعقدکننده به همراه آن پیشنهاد می‌گردد. همچنین نتایج این بررسی‌ها عملکرد خوب پلی‌الکترولیت PolyDADMAC را در کدورت‌های بالا (NTU ۳۸۵۰) نشان می‌دهد که باعث کاهش مصرف ماده منعقدکننده، تشکیل لخته‌های درشتتر، کاهش مدت زمان ته نشینی فلوک، کاهش کمتر pH به دلیل مصرف کمتر کلروفریک می‌شود. بنابراین راندمان حذف کدورت در زلال سازها افزایش یافته و بار بیولوژیکی ورودی به فیلترها کاهش یافته و باعث افزایش ساعت کارکرد فیلترها می‌شود و تعداد دفعات شستشوی صافیها را کم می‌کند. از آنجائی که محلول فریک کلراید حاوی فلزات سنگین نظیر سرب، جیوه، کادمیوم، آرسنیک و غیره می‌باشد، مصرف کمتر این ماده باعث کاهش اثرات مخرب آن نیز می‌شود. نتایج آزمون آماری ANOVA نشان داد که بین کارایی فریک کلراید و PolyDADMAC در حذف کدورت ۳۸۵۰ NTU اختلاف معنی داری وجود دارد. با افزایش غلظت فریک کلراید میزان حذف کدورت نیز افزایش یافت در حالیکه در غلظتهای بالاتر PolyDADMAC، پایداری مجدد ذرات مشاهده گردید. دلیل این رفتار را میتوان استدلال کرد تا غلظت ۰/۶ میلی گرم بر لیتر، PolyDADMAC که دارای بار مثبت بوده، بارهای منفی ذرات کلئیدی موجود را خنثی کرده است و در این غلظت در حقیقت بار الکتریکی محلول به صفر رسیده است. PolyDADMAC اضافی تزریق شده خود باعث ایجاد بار مثبت اضافی یا به عبارت دیگر پتانسیل معکوس شده و منجر به افزایش کدورت ثانویه می‌شود. همچنین فریک کلراید در کدورت‌های بالا به تنهایی قادر به حذف کدورت نیست و استفاده از کمک منعقدکننده به همراه آن توصیه می‌شود درحالی که PolyDADMAC به تنهایی در غلظت‌های بسیار پایین قادر به حذف بالایی از کدورت می‌باشد. از طرفی

## نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از مقایسه اثر منعقدکننده‌های ذکر شده در حذف کدورت‌های بالا (3850 NTU)، بیانگر کارایی خوب PolyDADMAC به عنوان منعقدکننده نسبت به فریک کلراید می‌باشد. همچنین نتایج حاصله نشان داد که راندمان حذف متاثر از کدورت اولیه بوده به طوری که هر چه کدورت اولیه بیشتر باشد راندمان حذف نیز بیشتر خواهد بود. با توجه به دستاوردهای این مطالعه، استفاده از پلیمرها به ویژه PolyDADMAC را می‌توان برای تصفیه آب توصیه نمود. این تحقیق و موارد مشابه آن می‌تواند تا حد بسیار زیادی در جهت بهبود و بهینه‌سازی سیستم تصفیه مناسب آب‌های آشامیدنی آلوده با توجه به محدودیت منابع آبی در جهان و ایران مورد استفاده قرار گیرد.

## قدردانی

بدینوسیله از همکاری صمیمانه مسئولین و کارکنان آزمایشگاه تصفیه خانه شماره ۲ شرکت آب و فاضلاب اهواز، سپاسگزاری می‌شود.

مکانیسم انعقاد جارویی و محبوس کردن ذرات کلوئیدی و معلق بسیار ریز عمل کرده و با پل زنی بین ذرات و تماس بین ذره‌ای و مکانیسم جذب سطحی و خنثی‌سازی بار ذرات از جمله بار منفی سطح میکرو باکتریها باعث کاهش قابل ملاحظه تعداد باکتریها از جمله کلیفرم‌ها و باکتری‌های هتروتروف در آب با راندمان حذف بالای ۸۳٪ می‌گردند.<sup>۲۷</sup> تا کنون مطالعه‌ای در داخل کشور توسط PolyDADMAC به صورت عملی به عنوان منعقدکننده انجام نشده است و PolyDADMAC مورد استفاده در تحقیق حاضر ارسالی از شرکت EWB اکراین بوده که جهت ارزیابی عملکرد این ماده منعقد کننده در تصفیه آب اهواز مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت با توجه به اینکه غلظت‌های کمتری از PolyDADMAC نسبت به سایر مواد منعقدکننده استفاده می‌شود، به نظر می‌رسد که هزینه مواد منعقدکننده مصرفی به ازای هر متر مکعب آب تصفیه شده کاهش یابد.

## References

1. Neisi A, Esteresh A, Takdastan A, Orooji N. Removal of Turbidity and Coliform Bacteria from Karoon River Water by Natural Coagulants aid (Bread Yeast) with PAC. International Conference on Chemical, Environmental and Biological Sciences 2015: March 18-19, Dubai (UAE) [In Persian].
2. Orooji N, Takdastan A, kargari A, Raeesi GH. Efficiency of using chitosan as a coagulant aid in removal of turbidity and E. coli bacteri in Ahwaz Water Treatment Plant . International Conference on Water and Wastewater. Tehran. May.2011 [In Persian].
3. Mirzaiy A, Takdastan A, Alavi N, Mohamadian H. Removal of Turbidity, Organic Matter, Coliform and Heterotrophic Bacteria by Coagulants Poly Aluminium Chloride from Karoon River Water in Iran. Asian J Chem 2012; 24(6): 2389-93[In Persian].
4. John W, Buckley C, Jacobs E, Sanderson R, editors. Synthesis and use of PolyDADMAC for water purification. Biennial Conference of the Water Institute of Southern Africa, Durban, South Africa; 2002.
5. Jump up Edzwald, James K., ed. Water Quality and Treatment. 6th Edition. New York:McGraw-Hill. 2011. p. 8.64. ISBN 978-0-07-163011-5
6. Yan, M. et al. Natural organic matter removal by coagulation: effects of kinetics and hydraulic power. Water Sci Technol Water Supply 2009; 9(1): 21-30.
7. Yu, J. Wang, D. Yan, M. Ye, C. Yang, M. Ge, X. Optimized coagulation of high alkalinity, low temperature and particle water: pH adjustment and polyelectrolytes as coagulant aids. EnvironMonit Assess 2007; 131: 377-386.
8. Merzouk, B., Gourich, B., Madani, K. and Vial Ch. Removal of a disperse dye from synthetic wastewater by chemical coagulation and continuous electrocoagulation. A comparative study. Desalination 2011; 272: 246-253.
9. YazdiM. optimization of coagulation and flocculation by using alternative coagulant material. M.A Thesis of environment engineering (water and wastewater). Shahid Beheshti University. Technical and engineering Sahid Abaspour . 2008: 23-26[In Persian].

10. Hey LF, Jiang GW. Preparation and application of polyferric sulfat in drinking water treatment. 12th conference on environmental science and technology Rhodes, Greece. 2011. 8-10 September.
11. Ariffin A, Razali MA, Ahmad Z. PolyDADMAC and polyacrylamide as a hybrid flocculation system in the treatment of pulp and paper mills waste water. *Chem Eng J* 2012; 179:107-111.
12. Shahmansouri M, Neshat AA. Comparison of Poly Aluminum Chloride, Aluminum Sulfate and Ferric Chloride in Removal of TOC and Total Coliform. *J of Water Wastewater*, 2004;(39):44-48.
13. Wang LK, Wang QS, Sun XM, Yang JK, Liu YF. Influence of chitosan coagulation aids on floc form and strength. *China Environ Sci* 2009;29(7), 718-721.
14. Mahdi Nejad M, Bina B, Nik Aein M, Movahedian Attar H. Effectiveness of alum in injection chitosan and moringa oleifera in removal of turbidity and bacteria from turbid water. *J Gorgan U Med Sci* 2009;11(3):60-9 (In Persian).
15. Omelia CR, Shin JY. Removal of particle using dual media filtration modeling and experimental studies. *J Water Supply, IWA* 2001: 1(4): 73-79.
16. Eric H, Kara H. Optimizing coagulant conditions for the worcester water filtration plants, A Major Qualifying Project Report Submitted to the Faculty of Worcester Polytechnic Institute. USA. 2002.
17. Malhotra S. Polyaluminum chloride as an alternative coagulant. *Proc. 20th WEDC Conference Colombo, Sri Lanka*. 1994 : 289-91.
18. Tang HX, Luan ZK. Features and mechanism for coagulation flocculation process of polyaluminum chloride. *J Environ Sci* 1995;7(2): 204-11.
19. Luan Z.K. Theory and application of inorganic polymer flocculant- polyaluminium chloride. Doctorial Dissertation, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing. 1997.
20. Liu W, Huang H, Peng J. Application of polyaluminium chloride in Shenzhen water supply, Qingyouan Water Purification Water Supply Group Ltd., Shenzhen, China. 2001.
21. Orooji N, Takdastan, Eslami A, Kargari A and Raeesie Gh. Study of the chitosan performance in conjunction with polyaluminum chloride in removing turbidity from Ahvaz water treatment plant. *Desalination Water Treat* 2016;57(43): 20307-17.
22. ASTM. Standard Practice for Coagulation – Flocculation Jar Test of Water. E1-1994 R, D 2035-80, Annual Book of ASTM Standards. 1995; Vol 11.02.
23. Standard Method for the Examination of water and wastewater. 21st ed, American Public Association, Washington, D.C. 2005.
24. Bina B, Shahsavani A, Asghari Gh, Hasanzadeh A. Effectiveness of two coagulants of moringa oleifera and polyaluminum chloride in turbidity removal from drinking water. *J Water Wastewater* 2006: 61: 24-33 (In Persian).
25. Orooji N, Takdastan A, Kargari A, Raeesie GH. Efficiency of Chitosan with Poly aluminum Chloride in Turbidity Removal from Ahvaz Water Treatment Plant Influent. *J Water Wastewater* 2012;84: 70-77 (In Persian).
26. Fazeli M, Safari M. Performance Comparison of Polymeric and inorganic Coagulants in Coagulation and Flocculation. *Biosci Biotechnol Res Asia* 2014;11(3), 1707-11 (In Persian).
27. Fazeli M, Safari M, Ghobae T. Selecting the optimal coagulant in turbidity removal and organic carbon of surface water Using AHP. *Bull Env Pharmacol Life Sci* 2014;3(6): 78-88 (In Persian).

# Efficiency Comparison of PolyDADMAC Coagulant with Ferric Chloride in the Treatment of Ahvaz Drinking Water

Ferdos Karimi<sup>1</sup>, Naghme Orooji<sup>2</sup>, Afshin Takdastan<sup>3\*</sup>

1. Master of Science in civil Engineering, Managing Director of Ahvaz Water and Wastewater company, Ahvaz, Iran

2. Department of Environmental Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

3. Associate Professor Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

\* E-mail: afshin\_ir@yahoo.com

Received: 10 Apr. 2017 ; Accepted: 19 Sep. 2017

## ABSTRACT

**Background& Objective:** PolyDADMAC is used in water and waste water treatment as a primary organic coagulant which can neutralize colloidal material with negative charge and reduces sludge volume compared with Mineral coagulants. The aim of this study was to evaluate and compare of PolyDADMAC with ferric chloride as a coagulant on the removal of turbidity, Coliform and Organic matter from Ahvaz drinking water.

**Materials and Methods:** This study was carried out in a lab scale and using a jarrest device in Ahvaz water treatment. In this research, the coagulation of raw water was studied using PolyDADMAC alone, and mixed coagulant of PolyDADMAC and ferric chloride at various dose and ferric chloride alone were compared. The study range was selected for turbidity (NTU3850, 80), pH (9-5) and different concentrations of coagulant material. Data analysis was performed using Excel, SPSS software and one way ANOVA ( $p < 0.05$ ).

**Results:** The optimal efficiency conditions of PolyDADMAC in turbidity 3850 NTU, pH=8, Flash Mix =120rpm and resulted in an optimum dose of 0.5 mg/L which the highest turbidity removal percentage was to be 99.84% in optimal dose of 0.5ppm of coagulant. The optimum doses of ferric chloride with PolyDADMAC were obtained at 15mg/L and 0/4mg/L, respectively. Under higher doses of PolyDADMAC, flocs showed stabilized in solution. In addition, PolyDADMAC also produced larger floc with higher settling velocity that need less time to settle.

**Conclusion:** The results from the comparison of the effect of coagulants mentioned in the high turbidity removal (NTU 3850) indicate the good performance of PolyDADMAC as coagulant to ferric chloride. Also, the results showed that the removal efficiency was affected by the initial turbidity so that the higher the initial turbidity, would be the more efficient the turbidity removal.

**Keywords:** Poly DADMAC, Turbidity, Ferric chloride, Coagulation.