

## بررسی مقایسه ای کارایی منعقد کننده های سولفات آلومینیوم، کلراید فریک و پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت از آب آشامیدنی

دکتر فردوس کرد مصطفی پور\*، دکتر ادريس بذر افشان\*، مهندس حسين كمانی\*

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۳/۱۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۶/۱۰/۲

\* مرکز تحقیقات توسعه اجتماعی و ارتقاء سلامت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی زاهدان

### چکیده

**زمینه و هدف:** فرآیند انعقاد در تصفیه آب از جایگاه ویژه ای برخوردار است به طوری که مطالعات زیادی پیرامون بهترین نوع ماده منعقد کننده، جهت حذف کدورت صورت پذیرفته است. مطالعه حاضر با هدف بررسی کارایی منعقد کننده های سولفات آلومینیوم، کلراید فریک و پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت از آب آشامیدنی صورت پذیرفت.

**مواد و روش کار:** پژوهش حاضر در مقیاس آزمایشگاهی و با استفاده از دستگاه جارتست در سال ۱۳۸۶ در آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت زاهدان انجام شد. آزمایشات به منظور مقایسه کارایی منعقد کننده های سولفات آلومینیوم، کلراید فریک و پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت، بر مبنای متغیرهایی چون غلظت ماده منعقد کننده (۴۰، ۳۰، ۲۰، ۱۰، ۵) mg/l، pH (۷/۵، ۷، ۶/۵، ۶/۰، ۵/۵) و کدورت (۸۰ تا ۱۰ NTU) صورت پذیرفت. نمونه ها پس از آماده سازی در دستگاه جارتست تحت عمل اختلاط سریع با ۳۸۰ دور در دقیقه به مدت یک دقیقه و اختلاط آرام با سرعت ۳۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه و همچنین مدت ۳۰ دقیقه جهت ته نشینی در شرایط سکون قرار گرفتند. در پایان کدورت باقی مانده نمونه ها با دستگاه کدورت سنج اندازه گیری شده و کارایی هر یک از منعقد کننده های ذکر شده در حذف کدورت با استفاده از آنالیز کو واریانس و رگرسیون تعیین و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شد و  $P < 0/05$  معنی دار تلقی گردید

**یافته ها:** نتایج حاصله نشان داد که برای منعقد کننده سولفات آلومینیوم افزایش دوز مصرفی تا ۴۰ mg/l سبب کاهش کدورت می شود به طوری که از کدورت های ۱۰ تا ۸۰ NTU آنها در کدورت های اولیه ۴۰ و ۱۰ با دوز تزریقی ۲۰ و ۱۰ mg/l راندمان حذف تقریباً برابر با ۹۹/۹ درصد می باشد. برای منعقد کننده کلراید فریک بالاترین راندمان حذف ۹۶ درصد در دوز تزریقی ۲۰ mg/l و کدورت اولیه ۱۰ حاصل شد. همچنین برای منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید راندمان حذف کدورت برابر ۹۹ درصد در دوز تزریقی ۴۰ mg/l (کدورت اولیه ۱۰ و ۴۰ NTU) بدست آمد. از طرفی تاثیر pH در حذف کدورت برای همه غلظت ها یکسان بود ( $P < 0/001$ ).

**نتیجه گیری:** در مجموع نتایج حاصله از مقایسه اثر منعقد کننده های ذکر شده در حذف کدورت بیانگر آن است که بهترین منعقد کننده جهت حذف کدورت در محدوده pH ۷/۵ - ۵/۵ ترکیب سولفات آلومینیوم است و از طرفی با افزایش دوز منعقد کننده مصرفی راندمان حذف نیز افزایش می یابد. همچنین نتایج حاصله نشان داد که راندمان حذف متاثر از کدورت اولیه بوده به طوری که هرچه کدورت اولیه بیشتر باشد راندمان حذف نیز بیشتر خواهد بود. (مجله طبیب شرق، دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۸۷، ص ۸۷ تا ۹۵)

**کلیدواژه ها:** تصفیه آب، انعقاد و لخته سازی، سولفات آلومینیوم، کلراید فریک، پلی آلومینیوم کلراید

### مقدمه

شهرنشینی و توسعه صنایع و کشاورزی از جمله عواملی

رشد روز افزون جمعیت، ارتقاء سطح زندگی، توسعه

هستند که افزایش مصرف آب و تولید فاضلاب در اجتماعات را باعث شده و موجب آلودگی محیط زیست می شوند.<sup>(۱)</sup>

آبی که بصورت طبیعی یا توسط انسان آلوده شده است برای تبدیل به آب آشامیدنی باید فرآیندهای مختلف تصفیه را طی نماید. فرآیندهای متداول تصفیه آب شامل آشغالگیری، انعقاد، لخته سازی، ته نشینی، صافی سازی و گندزدایی می باشد. انعقاد فرآیندی است که طی آن ذرات ریز غیر قابل ته نشینی که اصطلاحاً کلوئید نامیده می شوند و عامل مهمی در بروز کدورت هستند به یکدیگر چسبیده و ذرات درشت تر و قابل ته نشین را تشکیل می دهند. اندازه ذرات کلوئیدی موجود در آب بین ۱ تا ۰/۰۰۱ میکرون و سرعت ته نشینی طبیعی ذره ای با قطره ۰/۱ میکرون حدود ۳ متر در یک میلیون سال می باشد و لذا فرآیند تصفیه (زالال سازی) آب بدون استفاده از موادی که سرعت ته نشینی ذرات کلوئیدی را افزایش دهند غیر ممکن به نظر می رسد.<sup>(۲)</sup> بطور کلی مواد ایجاد کننده کدورت شامل خاک رس، سیلت، ویروس، باکتری، اسیدهای فولویک و هیومیک، مواد معدنی نظیر آزبست، سیلیکات و ذرات رادیواکتیو هستند. کدورت ضمن ایجاد ظاهری نامطلوب، می تواند پناهگاهی برای میکروارگانیسم ها در مقابل گندزدایی باشد، ضمن آنکه کدورت بیش از حد مجاز می تواند وجود نقص در سیستم تصفیه را نشان دهد.<sup>(۳-۶)</sup> تاریخچه استفاده از مواد منعقد کننده در تصفیه آب به منظور حذف کدورت بسیار طولانی است و به استفاده مصریان از آلوم در ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد بر می گردد. سالها بعد در انگلستان در سال ۱۷۶۷ مردم عادی جهت زالال سازی آبهای گل آلود از این ماده استفاده نمودند. در سال ۱۸۸۴ نیز اولین امتیاز فرآیند انعقاد بوسیله پرکلراید آهن در شرکت نیواورلئان به ثبت رسید و یکسال بعد دانشگاه Rutgers نتایج اولین تحقیقات خود را در مورد آلوم به عنوان یک منعقد کننده انتشار داد. حاصل تحولات یاد شده این بود که عمل انعقاد به عنوان پیش فرآیندی که فیلتراسیون را

کامل خواهد کرد شناخته شد.<sup>(۱)</sup> طی فرآیند انعقاد از مواد منعقد کننده و کمک منعقد کننده مختلفی استفاده می شود. مواد منعقد کننده شامل موادی هستند که جهت ناپایدار سازی ذرات و چسباندن آنها به یکدیگر استفاده می شوند. در حالی که هدف از اضافه کردن مواد کمک منعقد کننده افزایش دانسیته ذرات به هم چسبیده و کمک به ته نشینی سریعتر آنها است.<sup>(۶)</sup> بطور معمول نمک های فلزی نظیر سولفات آلومینیوم (آلوم)، سولفات فریک، سولفات فرو، کلرید فریک و پلی آلومینیوم کلراید<sup>۱</sup> به عنوان منعقد کننده و ترکیباتی نظیر آلومینات سدیم، بتونیت، سیلیکات سدیم (سیلیس فعال) و انواع پلی الکترولیت های کاتیونی، آنیونی و غیر یونی به عنوان کمک منعقد کننده در تصفیه آب جهت حذف کدورت مورد استفاده قرار می گیرند.<sup>(۶،۷)</sup>

در طی سالهای اخیر تحقیقات گسترده ای پیرامون فرآیند انعقاد صورت پذیرفته و مواد منعقد کننده مختلفی مورد بررسی قرار گرفته اند. در حال حاضر سولفات آلومینیوم<sup>۲</sup> و کلراید فریک<sup>۳</sup> از جمله رایج ترین منعقد کننده های مورد استفاده در تصفیه آب به منظور حذف کدورت می باشند.<sup>(۶)</sup> ترکیب پلی آلومینیوم کلراید با فرمول شیمیایی  $AL_2(OH)_nCL_{6-n}$  نیز منعقد کننده پیش پلیمریزه شده ای است که در سالهای اخیر بطور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته به طوری که امروزه در کشورهای نظیر آمریکا، کانادا، چین، ایتالیا، فرانسه و انگلستان به یکی از رایج ترین منعقد کننده های مورد استفاده در تصفیه آب تبدیل شده است.<sup>(۵،۸)</sup> محدوده عمل وسیع pH، حساسیت کمتر نسبت به حرارت، باقی گذاردن باقی مانده کمتر نسبت به منعقد کننده های فلزی دیگر، کاهش لجن تولیدی و سهولت آبنگیری لجن از جمله مزایای پلی آلومینیوم کلراید است که افزایش مصرف آن را در تصفیه آب به دنبال داشته است.<sup>(۹،۱۰)</sup>

1- PAC

2-  $AL_2(SO_4)_3.18H_2O$

3-  $FeCL_3.6H_2O$

در مجموع می توان گفت که دستیابی به حداکثر راندمان حذف کدورت معمولاً بر مبنای تجربه بهره برداران و یا بصورت دقیق تر بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات دوره ای جارتست در جهت تعیین بهترین ماده منعقد کننده همراه با بهترین شرایط کاربرد صورت می پذیرد.<sup>(۹)</sup> مطالعه حاضر با هدف بررسی و ارزیابی کارایی منعقد کننده های سولفات آلومینیوم، کلراید فریک و پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت از آبهای آشامیدنی به انجام رسیده است.

### روش کار

این مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی و با استفاده از دستگاه جارتست در سال ۱۳۸۶ در آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زاهدان انجام پذیرفت. به منظور مقایسه کارایی منعقد کننده های سولفات آلومینیوم، کلراید فریک و پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت، آزمایشات بر مبنای متغیرهایی چون غلظت ماده منعقد کننده (۴۰، ۳۰، ۲۰، ۱۰، ۵) pH (۷/۵، ۶/۵، ۶، ۵/۵) و کدورت (۱۰ تا ۸۰ NTU) صورت پذیرفت. تعداد نمونه های مورد آزمایش ۶۰۰ عدد بود. به منظور ممانعت از تداخل برخی از عناصر موجود در آب بر حذف کدورت از نمونه های سنتتیک برای تمامی آزمایشات استفاده شد. کدورت های مورد نیاز از طریق افزودن مقدار معین پودر کائولین به آب مقطر دو بار تقطیر تهیه شد و تنظیم pH نمونه ها با استفاده از اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم ۱٪ نرمال صورت پذیرفت ضمن آنکه برای تامین قلیائیت (۱۰۰ mg/l) بر حسب کربنات کلسیم) از بیکربنات سدیم استفاده شد. پس از آنکه نمونه با مشخصات مورد نظر (کدورت و pH معین) تهیه شد نمونه به درون ظرف دستگاه جارتست مدل HACH تخلیه و عمل اختلاط سریع با سرعت ۳۸۰ دور در دقیقه و به مدت یک دقیقه و اختلاط آرام با سرعت ۳۰ دور در دقیقه و به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد. پس از پایان عمل اختلاط آرام، نمونه برای مدت ۳۰

دقیقه جهت انجام ته نشینی در شرایط سکون نگه داشته شد. سپس از ۲ سانتیمتری زیر سطح آب درون ظرف یک نمونه ۲۵ میلی لیتری برداشت و با استفاده از کدورت سنج مدل WP-89TPS کدورت نمونه اندازه گیری شد. در پایان کارایی هر یک از منعقد کننده های ذکر شده در حذف کدورت با استفاده از آنالیز کو واریانس و رگرسیون تعیین و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شد و (P < ۰/۰۵) معنی دار تلقی گردید.

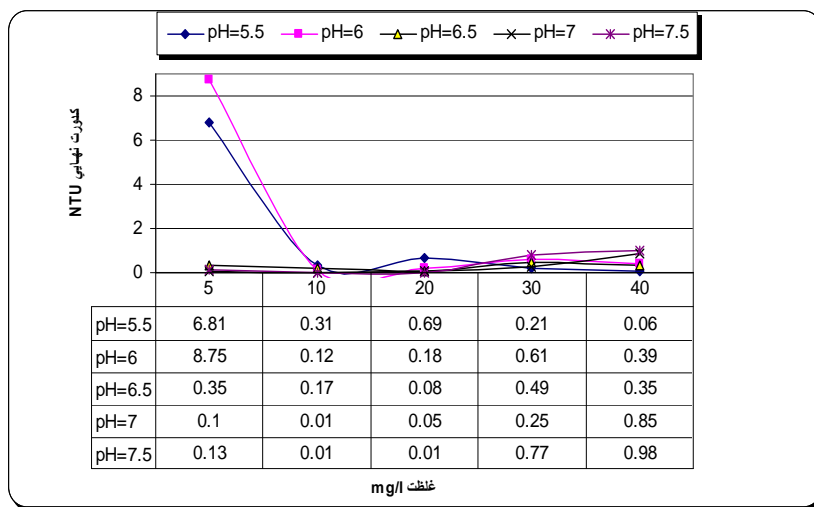
### یافته ها

نتایج حاصل از انجام مطالعه حاضر پیرامون کارایی سه منعقد کننده رایج سولفات آلومینیوم، کلراید فریک و پلی آلومینیوم کلراید در حذف کدورت از آب آشامیدنی به شرح ذیل می باشد:

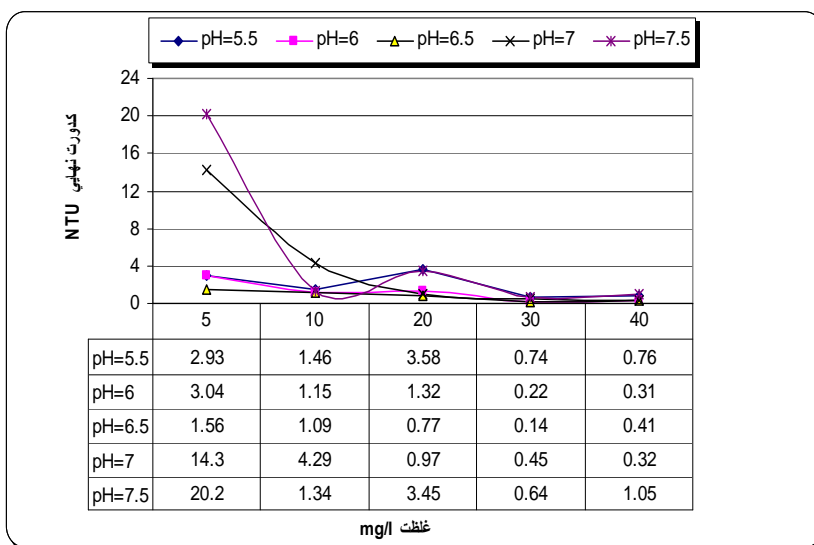
نمودارهای شماره ۱ و ۲ کارایی منعقد کننده سولفات آلومینیوم (آلوم) را در غلظت های اولیه و pH های تعیین شده فقط در حذف کدورت اولیه ۱۰ و ۸۰ NTU نشان می دهند. بررسی نمودار شماره یک بیانگر آن است که در کدورت اولیه ۱۰ NTU، افزایش دوز منعقد کننده تا ۴۰ mg/l سبب کاهش کدورت تا ۰/۴ NTU می شود. نمودار شماره ۲ نیز بیانگر اثر این ماده منعقد کننده در حذف کدورت بوده و نشان می دهد که پائین ترین میزان کدورت باقی مانده در شرایطی حاصل شده است که دوز ماده منعقد کننده مصرفی برابر ۴۰ mg/l بوده است. ضمن آنکه در pH های ۷ و ۷/۵ راندمان حذف برای دوز منعقد کننده ۵ mg/l پائین تر از سایر pH ها در کدورت اولیه ۸۰ NTU است. در نمودارهای شماره ۳ و ۴ کارایی منعقد کننده کلراید فریک در حذف کدورت نشان داده شده است. نتایج حاصل از نمودار شماره ۳ بیانگر آن است که در دوز اولیه ۲۰ mg/l (برای کلراید فریک) بالاترین راندمان حذف حاصل گردیده و به عبارت دیگر پائین ترین کدورت نهایی بدست آمده است. در نمودار شماره ۴ که اثر منعقد کننده کلراید

و کمترین راندمان حذف برای دوز منعقد کننده مصرفی معادل ۵ mg/l حاصل شده است. منعقد کننده ای که بیشترین کارایی را در حذف کدورت از خود نشان داد ترکیب سولفات آلومینیوم بود و اختلاف اثر ترکیب این منعقد کننده بر مقدار حذف کدورت در مقایسه با دو ترکیب پلی آلومینیوم کلاید و کلرایدفریک معنی دار بود. ( $P < 0.001$ )

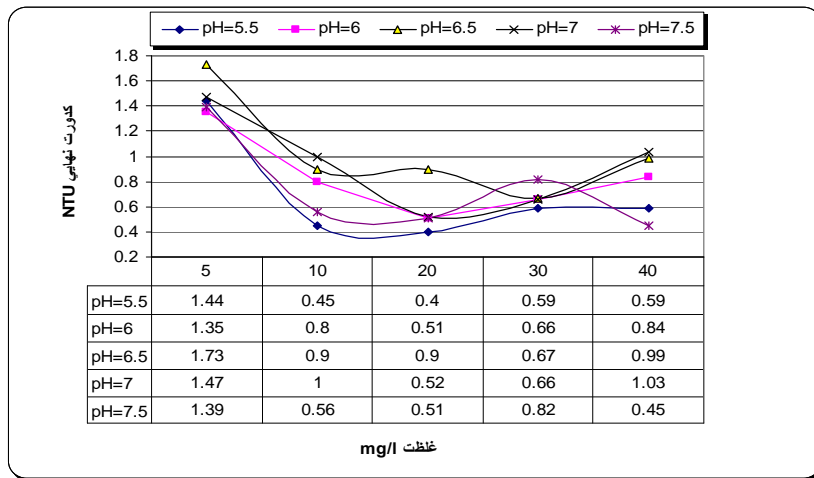
فریک برای کدورت اولیه ۸۰ NTU نشان داده شده است مشاهده می گردد که با افزایش دوز اولیه منعقد کننده مصرفی راندمان حذف نیز افزایش یافته، ضمن آنکه این روند برای تمامی pH ها یکسان بوده است. در نمودارهای شماره ۵ و ۶ اثر منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید بر حذف کدورت برای اکثر pH ها در دوز ۲۰ mg/l پلی آلومینیوم کلراید حداکثر و در دوز ۵ mg/l حداقل بوده است همچنین نمودار شماره ۶ نشان میدهد که روند حذف کدورت برای تمامی pH ها یکسان بوده



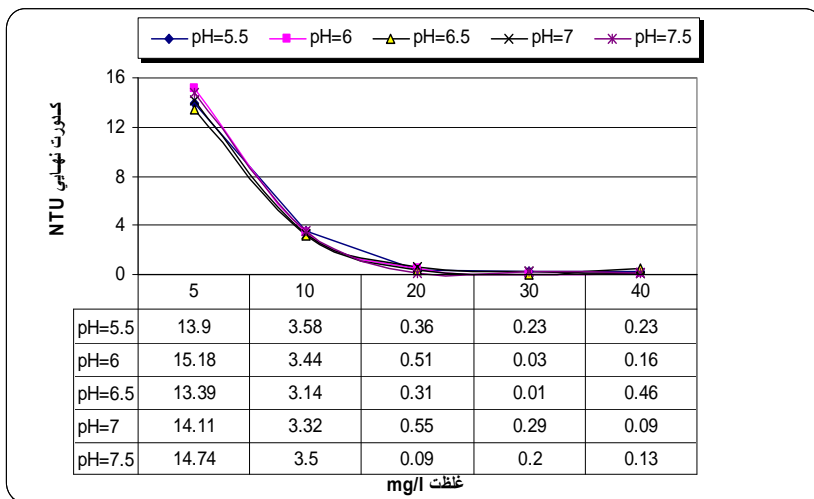
نمودار شماره ۱- کدورت نهایی در غلظت ها و pH های مختلف منعقد کننده سولفات آلومینیوم با کدورت اولیه ۱۰ NTU



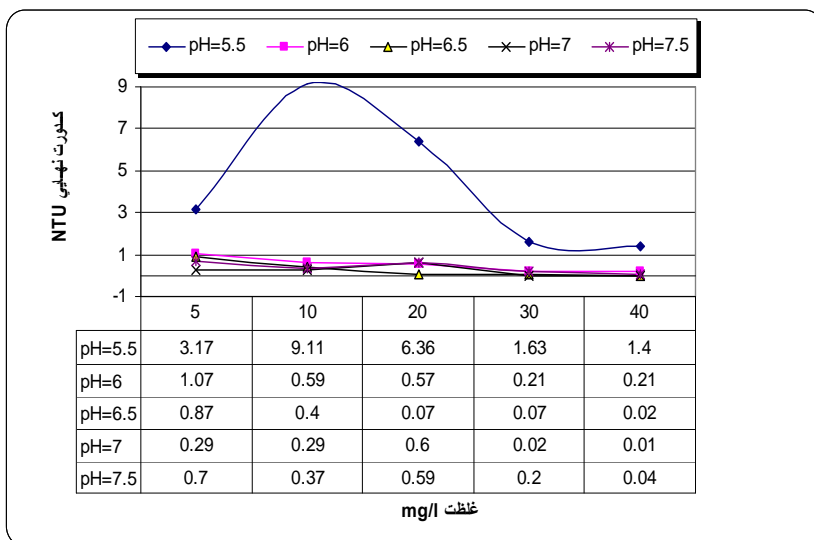
نمودار شماره ۲- کدورت نهایی در غلظت ها و pH های مختلف منعقد کننده سولفات آلومینیوم با کدورت اولیه ۸۰ NTU



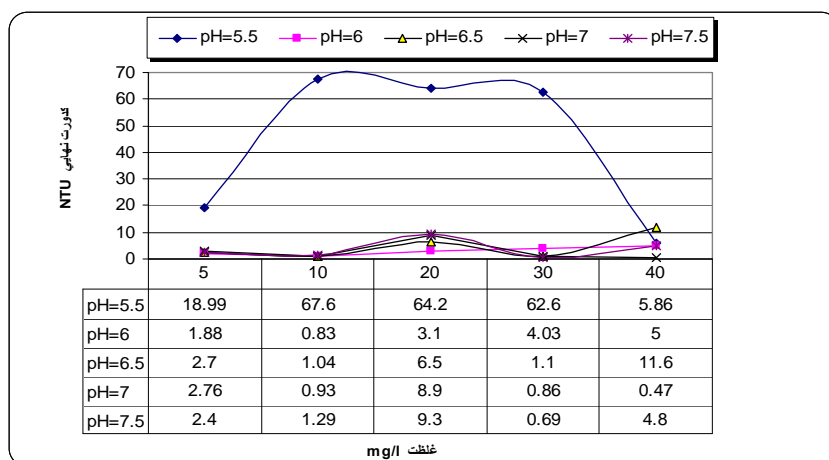
نمودار شماره ۳- کدورت نهایی در غلظت ها و pH های مختلف منعقد کننده کلراید فریک با کدورت اولیه ۱۰ NTU



نمودار شماره ۴- کدورت نهایی در غلظت ها و pH های مختلف منعقد کننده کلراید فریک با کدورت اولیه ۱۶ NTU



نمودار شماره ۵- کدورت نهایی در غلظت ها و pH های مختلف منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید با کدورت اولیه NTU ۱۰



نمودار شماره ۶- کدورت نهایی در غلظت ها و pH های مختلف منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید با کدورت اولیه NTU ۸۰

## بحث

می شود که راندمان حذف کدورت برای حالتی که کدورت اولیه زیاد و معادل ۸۰ NTU می باشد بیش از حالتی است که کدورت نمونه کم و معادل ۱۰ NTU است. از طرفی با افزایش دوز ماده منعقد کننده مصرفی راندمان حذف افزایش یافته و به عبارتی میزان کدورت باقی مانده کاهش می یابد هر چند که با افزایش دوز منعقد کننده از ۲۰ mg/l به ۴۰ mg/l راندمان حذف تغییر چندانی نداشته است.

در ارتباط با کاربرد منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید نتایج حاصله حاکی از آن است که این منعقد کننده در کدورت های اولیه ۱۰ و ۸۰ NTU و در pH های ۶ تا ۷/۵ کمترین کدورت باقی مانده را در آب موجب شده است. این منعقد کننده حساسیت کمتری نسبت به pH دارد هر چند که نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در pH کمتر از ۶، برای این منعقد کننده شرایط بحرانی ایجاد شده و این امر می تواند کاهش کارایی فرآیند انعقاد را به دنبال داشته باشد.

مقایسه کارایی منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید با دو منعقد کننده دیگر در کدورت اولیه ۱۰ NTU نشان می دهد که در pH های بیش از ۶ و دوز مصرفی بیش از ۲۰ mg/l، کمترین کدورت نهایی در آب حاصل شده است. مقایسه اثر این منعقد

نتایج حاصل از تحقیق حاضر پیرامون منعقد کننده سولفات آلومینیوم (آلوم) بیانگر آن است که در کدورت های اولیه ۱۰ و ۸۰ NTU به استثناء دوز اولیه ۵ mg/l این منعقد کننده، کمترین کدورت نهایی حاصل شده است. ضمن آنکه این نتایج نشان دهنده آن است که در pH برابر ۵/۵ و ۶ راندمان حذف کدورت فقط در دوز اولیه ۵ mg/l در پائین ترین مقدار خود بوده است. نکته دیگر آنکه در کل با کاهش pH کارایی سولفات آلومینیوم در حذف کدورت افزایش می یابد. Kan و همکارانش نیز بر این امر تاکید نموده اند که بهترین شرایط برای کواگولاسیون آلوم در pH ۶ تا ۷ می باشد.<sup>(۹)</sup> از طرفی در pH های ۵/۵ و ۶ ممکن است انعقاد واکنشی و یا انعقاد جذبی وارد عمل شود.

نتایج حاصل از کاربرد منعقد کننده کلراید فریک برای کدورت اولیه ۱۰ NTU بیانگر آن است که در دوز اولیه ۵ mg/l و در pH بین ۵/۵ تا ۷/۵ کمترین کدورت باقی مانده در آب حاصل شده است و در مقابل در کدورت اولیه ۱۰ NTU، به دلیل کم بودن تعداد ذرات کلوئیدی (پائین بودن کدورت) راندمان حذف کمتر از شرایطی است که کدورت نمونه یا به عبارتی تعداد ذرات کلوئیدی بالا است. بر همین اساس مشاهده

کننده ها بر کدورت اولیه نشان میدهد که کلرید فریک نسبت به دو منعقد کننده دیگر از عملکرد بهتری در حذف کدورت برخوردار است. برخی از محققین اثربخشی بیشتر نمک های آهن را نسبت به آلوم گزارش کرده اند که شرایط انجام جارتست برای تصفیه به روش مرسوم آب بوده است.<sup>(۱۱-۱۳)</sup>

مطالعه دیگری که توسط Lind انجام پذیرفت نشان داد که بهترین شرایط حذف مواد آلی کربنه با آلوم و نیز پلی آلومینیوم کلراید حاصل می شود.<sup>(۱۴)</sup> بر اساس نتایج موجود تنها در دوزهای مصرفی بالاتر منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید برای کدورت اولیه ۱۰ NTU (و دوز بیش از ۲۰ mg/l منعقد کننده) کارایی بالاتری نسبت به دو منعقد کننده دیگر در حذف کدورت از خود نشان داد. در کدورت اولیه ۸۰ NTU و دوز منعقد کننده ۲۰ mg/l، کارایی پلی آلومینیوم کلراید در مقایسه با سولفات آلومینیوم کم بوده و افزایش دوز مصرفی این ترکیب تا ۴۰ mg/l پایداری مجدد ذرات کلونیدی و در نتیجه افزایش کدورت نهایی در آب را سبب می شود. از طرفی بررسی نتایج حاصله بیانگر آن است که مکانیسم هایی که سبب کدورت های باقی مانده کمتر در آب می شوند به غلظت منعقد کننده مصرفی و pH آب بستگی دارند. در این شرایط مکانیسم های غالب از نوع جذبی یا جارویی و یا ترکیبی از دو مکانیسم ذکر شده است.<sup>(۵، ۸)</sup>

ارزیابی عوامل موثر بر میزان حذف کدورت شامل نوع منعقد کننده، غلظت، pH و کدورت اولیه با استفاده از آنالیز کو واریانس و رگرسیون برای هر یک از منعقد کننده ها نشان دهنده آن است که کلیه عوامل ذکر شده تاثیر معنی داری در حذف کدورت دارند. منعقد کننده ای که بیشترین کارایی را در حذف کدورت از خود نشان داد، ترکیب سولفات آلومینیوم

بود. همچنین ارزیابی های صورت گرفته نشان میدهد که منعقد کننده های پلی آلومینیوم کلراید و کلراید فریک از تاثیر کمتری در مقایسه با ترکیب سولفات آلومینیوم در حذف کدورت برخوردار بوده به نحوی که اختلاف اثر ترکیب سولفات آلومینیوم بر مقدار حذف کدورت در مقایسه با دو ترکیب پلی آلومینیوم کلراید و کلراید فریک معنی دار بود و این نتیجه در حالی بود که اختلاف اثر برای دو منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید و کلراید فریک به سطح معنی داری نرسیده است. همچنین نتایج حاصله از تحقیق حاضر بیانگر آن است که افزایش دوز منعقد کننده مصرفی حذف بیشتر کدورت را به دنبال داشته به طوری که افزایش ۵ واحدی در دوز منعقد کننده، افزایش راندمان حذف را سبب شده است. از طرفی تغییر مقدار pH نیز میزان حذف کدورت را تحت تاثیر قرار میدهد. در این ارتباط رابطه بصورت معکوس بوده به این مفهوم که کاهش pH منتهی به افزایش حذف کدورت می شود. همچنین نتایج حاصله از تحقیق حاضر نشان داد که کدورت اولیه تاثیر زیادی در حذف کدورت داشته به طوری که اگر سه عامل غلظت، نوع منعقد کننده و pH، ثابت باقی بماند و تنها کدورت اولیه افزایش یابد برای هر ۱۰ واحد افزایش کدورت اولیه، مقدار حذف کدورت بیش از ۸ واحد بیشتر می شود که این امر ناشی از افزایش تعداد ذرات و افزایش احتمال برخورد بین آنها برای تشکیل ذرات درشت تر است.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند از زحمات تمامی همکاران محترم آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت تشکر و قدردانی نمایند.

## References

1. Pari Zanganeh A, abedini Y, Ghadimi Y. Effect of environmental factors on pollution reduction and increase of autopurification of Abharrood river in Zanjan state. The 6<sup>th</sup>

- national congress of environmental health, Mazandaran University of medical sciences, 1-2 October, 2003.
2. Zahab saniei A. Water treatment processes, Publication of NiroomChap Company 1991.
  3. WHO. Guidelines for drinking water quality. Vol2 New Delhi 1991: 308-309.
  4. MCGhee T. water supply and sewerage. MCGraw- hill 1991: 162.
  5. Montgomery JM. Water tretmrnt principals and desing. John wiley 1995: 28.
  6. Alipoor V, Bazrafshan E. Water treatment, First edition. Daneshnama Publication, 2002, 57-89.
  7. Kent DK. Water treatment plant operation. Volume 1, Chapter 4, Coagulation and Flocculation, Beard publication.
  8. Nonod J, Brault JL. Water treatment Hand Book. Degremont, 6th edition 1991;1(3).
  9. Kan Ch, Huang Ch. Coagulation monitoring in surface water treatment facilites. Wat. Sci. Tech 1998, 38(3): 237-244.
  10. Aguilar MI, Sáez J, Lloréns M, et al. Improvement of coagulation-flocculation process using anionic polyacrylamide as coagulant aid. Chemosphere 2005; 58:47-56.
  11. Julien F, Gueroux B, Mazet M. Comparison of organic compound removal by coagulation- flocculation and by adsorption onto performed hydroxide flocs. Wat. Res 1994; 2567- 2574.
  12. Randtke SJ. Organic contaminant removal by coagulation and related process combinations. J. Amer. Water Works Assoc 1988; 80(5): 40-56.
  13. Volk Ch, Bell K, Ibrahim E, et al. Impact of enhanced and optimized coagulation on removal of organic matter and its biodegradable fraction in drinking water. Wat. Res 2000; 34(12): 3247-3257.
  14. Lind C.B. Experiences in TOC removal by polyaluminum hydroxychloride and enhanced coagulants. AWWA Annual Conf., Anaheim, CA (june 17-12) 1995.



## *Effectiveness of Three Coagulants of Polyaluminum Chloride, Aluminum Sulfate and Ferric Chloride in Turbidity Removal from Drinking Water*

Kord Mostafapoor F, PhD\*; Bazrafshan E, PhD\*; Kamani H

Received: 1/Jan/2007

Accepted: 2/Dec/2007

**Background:** *Since coagulation and flocculation are essential processes for turbidity removal from drinking water, many studies have been conducted on different coagulant. This study was done to compare the efficacy of three coagulants of polyaluminum chloride, aluminum sulfate and ferric chloride in turbidity removal from drinking water.*

**Materials and Methods:** *The present study -a pilot scale experiment- was conducted in the laboratory of water and wastewater chemistry of Zahedan public health school in 2007. Laboratory experiments were performed using distilled water containing synthetic Caoline. Eight turbidity levels (10-80 NTU), five pH levels (5.5, 6.0, 6.5, 7.0 and 7.5) and five coagulants doses (5, 10, 20, 30 and 40 mg/l) were used for jar test. Rapid mixing for all experiments was 380 rpm for one minute and slow mixing was 30 rpm for 20 minutes. At the end of every experiment, residual turbidity was measured by turbidity meter. Removal efficiency for various conditions was determined by covariance and regression analysis.*

**Results:** *The results indicated that an increase of aluminum sulfate dose up to 40 mg/l can increase removal efficiency to 99.9%. The highest removal efficiency for ferric chloride occurred at feed dose of 20 mg/l and primary turbidity of 10 NTU, while for PAC the highest removal efficiency (99%) occurred at 40 mg/l. Effect of pH in turbidity removal for all experiments was similar.*

**Conclusion:** *This study highlighted that the best coagulant for turbidity removal (pH= 5.5-7.5) is Aluminum sulfate, because as the coagulant dose rises up, the removal efficiency increases significantly. Efficiency removal also depends on the initial turbidity.*

**KEYWORDS:** *Water treatment, Coagulation, Flocculation, Aluminum sulfate, Ferric chloride, polyaluminum chloride.*

\*Research Center for Health Promotion and Social Development, Zahedan University of Medical Science and Health Services, Zahedan, Iran