Archive

پانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی ،معماری،عمران ومحیط زیست

مطالعه مروری روش های حذف مواد آلی از آب شرب

ایلیا راستگو اطاقوری[۱]، علی هوشمند آیینی[۲]

۱-دانشجوی دوره کارشناسی ارشد گروه مهندسی عمران – محیط زیست، واحد جهاد دانشگاهی رشت، ایران

۲-گروه عمران، واحد رودبار، دانشگاه آزاده اسلامی، رودبار، ایران

rastgoo.gilabsanat@gmail.com

چکیده

امروزه حفظ منابع آب ، یعنی حیاتی ترین ماده ای که بشر به آن نیاز دارد بطور فزاینده ای مورد توجه مجامع مختلف بین المللی قرار گرفته است. رشد روزافزون جمعیت و در نتیجه بهره برداری بیش از حد از منابع محدود آب از یک طرف و آلوده شدن آنها بسبب فعالیتهای گوناگون زیستی ، کشاورزی و صنعتی بشر از طرف دیگر همگی دست به دست همدیگر داده و زنگ خطر بحران آب را در سالهای آینده به صدا در آورده است، بنابراین حفظ کیفیت فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی منابع آب سرلوحه فعالیت بسیاری از سازمانهایی است که به نحوی با این منابع سرو کار دارند. اهداف تصفیه خانه های آب آشامیدنی همواره کاهش مواد معلق و زدودن عوامل زنده بیماری زا در آب بود که با روشهای متداول فیلتراسیون و گندزدایی قابل حصول بوده اند. لیکن با افزایش غلظت مواد ریزدانه، ترکیبات ازته، مواد آلی و معدنی و فلزات سنگین به منابع آب روش های متعارف جوابگوی نیاز تصفیه خانه ها نبوده و لازم است از فرآیندهای نسبتاً جدید در تصفیه خانه ها استفاده شود. امروزه استفاده از مواد گندزدا در امور تصفیه آب آشامیدنی مورد توجه می باشند، در این بین می توان به ماده کلر به عنوان یکی از موثرترین، کارآمدترین و پرکاربردترین ماده گندزدا، بخصوص در فرایند تصفیه آب آشامیدنی اشاره کرد. اما امروزه نگرانی های ناشی از افزایش غلظت فرآورده های جانبی گندزدای سمی و سرطان زا از جمله تری هالومتان ها، هالو استیک اسیدها و هالو استو نیتریل ها، حاصل از واکنش ماده کلر با کربن آلی موجود در محیط آب آشامیدنی ایجاد شده است که در مطالعات مختلف اثرات نامطلوب بهداشتی در انسان ها نظیر: سرطان زایی و جهش زایی، سرطان مثانه و کولون و اثرات سو بر تولد و کاهش رشد نوزادان اثبات شده است. هدف از این مطالعه، مروری بر روش ها جهت از بین بردن ترکیبات آلی از آب شرب شامل : حذف توسط فرایند اکسیداسیون فنتون، روش حذف به وسیله فناوری نانو، روش حذف با استفاده از کربن فعال پودری (**PAC**) و روش حذف به وسیله رزین آنیونی جاذب می باشد.

کلمات کلیدی: آب شرب، ترکیبات آلی، روش حذف

۱- مقدمه

ترکیبات آلی یکی از ترکیبات معمول در آبهای سطحی همچون رودخانه ها و نهرها و آب دریاچه، سدها و غیره است و آلوده شدن منابع آب با ترکیبات آلی یک مشکل جدی و تهدیدی برای سلامتی انسان، بدلیل تشکیل تری هالومتان ها در حین گندزدایی آب با کلر و ترکیبات کلر می باشد. آب سالم عاری از مواد شیمیایی سمی و عوامل بیماری زا برای سلامتی انسان ضروری است و یک ماده خام حیاتی در بسیاری از صنایع کلیدی از جمله الکترونیک، دارو و مواد غذایی محسوب می شود. هم

www.SID.ir

Archive

اکنون جهان به دلیل کمبود منابع آب شیرین با چالش های زیادی برای به تامین آب سالم روبرو است.ورود ترکیبات آلی به آبهای سطحی ناشی از تجزیه بقایای گیاهی، تخلیه فاضلابهای شهری،صنعتی و کشاورزی، میکرو ارگانیزم ها و بقایای مواد نفتی می باشد. همچنین جلبکها، باکتریها و اکتینومایستها، آلاینده هایی هستند که در آبهای سطحی وجود دارند و تحت شرایط خاص مانند ایجاد پدیده تغذیه گرایی، جمعیت این میکروارگانیزمها افزایش یابد. مواد آلی طبیعی از بقایای گیاهی و حیوانی که عمدتا حاوی پروتیین، کربوهیدرات و چربی هستند، منشا میگیرند.در نتیجه تجزیه مواد آلی طبیعی، مواد هیومیکی تشکیل میشوند. مواد هیومیکی (HSs)متشکل از مجموعه ای از پلیمرهای طبیعی با وزن مولکولی بالا می باشند و حضور آنها در آب، رنگ زرد مایل به قهوهای ایجاد می کند.این مواد شامل بسیاری از گروه‌های آلی عملکردی مانند کربوکسیلیک، فنل، هیدروکسیل و کینین میباشد که بسیاری از سایت‌های لازم برای تشکیل کمپلکس با یون‌های فلزی را مهیا میکنند. برخی از این ترکیبات جانبی گندزدایی، با اثرات جانبی روی سلامتی انسان همراه هستند. علاوه بر این، میل ترکیبی بالای مواد آلی به خصوص ترکیبات هیومیکی برای ترکیب شدن با آلاینده های مختلف از جمله فلزات سمی و مواد آلی آبگریز، باعث آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی می شود. از آنجا که هر دو جزء آبدوست و آبگریز در ترکیبات هیومیکی وجود دارند، این مواد میتوانند به راحتی با ترکیبات آبگریز از طریق جذب مرتبط شوند. این باعث می شود حلالیت ترکیبات آلی غیر یونی مانند آفتکش ها، افزایش یابد. با توجه به تهدیدات بالقوه ترکیبات هیومیکی و ترکیبات ناشی از گندزدایی بر سلامت انسان، حذف آنها از آب آشامیدنی بسیار مهم میباشد. به همین دلیل در بسیاری از کشورها، غلظت ترکیبات جانبی گندزدایی به عنوان مقررات تنظیم شده است.

۲-تحقیقات انجام شده در زمینه روش های حذف مواد آلی از آب

۲-۱- حذف کربن آلی محلول از نمونه های آبی توسط فرایند اکسیداسیون فنتون (بیگلری، ۱۳۹۱)

در دهه اخیر، فرآیندهای اکسیداسیون شیمیایی پیشرفته بخصوص فرآیند فنتون، روش مؤثر برای حذف آلاینده های با پایه آلی تشخیص داده شده اند. در فرآیند فنتون، یونهای آهن به ویژه فرم فرو، با نقش کاتالیست در یک محیط اسیدی ضمن واکنش با ماده پراکسید هیدروژن، موجب تولید رادیکال های هیدروکسیل با قدرت اکسندگی برابر ۲/۸ ولت میگردند. از مزایای فرآیند فنتون، سادگی بهره برداری و قابلیت حمل و نقل مواد، عدم سمیت و تصفیه پذیری ساده یون های آهن و تولید محصولات جانبی سمی و خطرناک کمتر، در مقایسه با سایر روش های اکسیداسیون و از معایب آن، ایجاد رنگ و کمپلکسهای آلی آهن، ترسیب و گرفتگی منافذ تأسیسات را می توان اشاره کرد. در روش فنتون، با انتخاب غلظت های مناسب مواد واکنش دهنده و شرایط تابع آن می توان کلیه مواد آلی را به دی اکسید کربن و آب و نمکهای معدنی تبدیل کرد. تاکنون در مطالعات گوناگون، حذف آلاینده های مختلف توسط فرآیند فنتون مورد بررسی قرار گرفته است؛ از آنجا که تاکنون در کشور ما مطالعه جامعی در زمینه حذف کربن آلی محلول ناشی از حضور هیومیک اسید استخراج شده از نمونه آب طبیعی توسط فرآیند فنتون صورت نگرفته است؛ لذا این مطالعه با هدف بررسی امکان حذف کربن آلی محلول در غلظت های ۲، ۴ و ۸ میلی گرم بر لیتر توسط فرایند فنتون از نمونه های آبی انجام می گیرد. در این مطالعه اثر پارامترهای PH، زمان اکسیداسیون، غلظت اولیه هیومیک اسید، غلظت پراکسید هیدروژن و یون فرو بر حذف کربن آلی محلول از نمونه های آبی توسط فرآیند فنتون، مورد بررسی قرار می گیرد. جمعیت آزمایشگاهی مورد بررسی در این مطالعه تجربی، نمونه های آب سنتتیک با غلظتهای معین کربن آلی محلول می باشد. مواد شیمیایی مورد استفاده در این مطالعه از جمله ناتریوم بی سولفید، هیدروکسید سدیم، اسید پرکلریک، سولفات آهن و پراکسید هیدروژن، همه ساخت شرکت مرک آلمان می باشند. غلظتهای ۲، ۴ و ۸ میلی گرم بر لیتر کربن آلی محلول، با حل کردن حجم مشخصی از محلول ذخیره ۱۰۰۰ mg/l هیومیک اسید در یک لیتر از آب مقطر خالص تهیه می شوند. هیومیک اسید مورد نیاز از نمونه آب طبیعی استخراج و مورد استفاده قرار می گیرد.

www.SID.ir

Archive

۲-۲-روش حذف به وسیله فناوری نانو (غلامی، ۱۳۹۰)

نانومواد در مقایسه با مواد در ابعاد بزرگ، دارای سطوح بسیار وسیع تری هستند. آنها همچنین به دلیل داشتن میل ترکیبی زیاد، قادر به برهم کنش با گروه های شیمیایی مختلف می باشند. همچنین نانو مواد می توانند به عنوان لیگاندهای قابل بازیافت با ظرفیت و عملکرد انتخابی بسیار بالا برای جذب یونهای فلزی سمی از هسته های رادیواکتیو، حلال های آتی و معدنی به شمار آیند. جاذب ها می توانند به عنوان جداساز محیطی در خالص سازی آب و برای حذف آلاینده های آلی از آب آلوده استفاده شوند (Hillie, Munasinghe,2007)

۲-۳- حذف مواد آلی از آب توسط نانوذرات و زغال سنگ فعال

زغال سنگ آلودگی های سمی متعددی را به هوا، آب و خاک منتقل می کند. عناصر سمی موجود در زغال سنگ همچون کادمیوم، جیوه، سلنیوم و دیگر آلاینده ها از طریق آب‌های زیرزمینی و سطحی وارد آب می شوند. استفاده از ترکیب نانوذرات - شن می تواند منجر به جذب خاک زغال سنگ از مایعات آبی آلوده گردد. یک بسته متخلخل پوشیده با نانوذرات از جمله اکسیدهای فلزات قلیایی خاکی، هیدروکسیدها، کریستال های پیزوالکتریک و یا پیروالکتریک می توانند بخش قابل توجهی از زغال سنگ را حذف کنند. نگه داشتن نانوذرات روی بستر شن و ماسه از طریق نیروهای واندروالسی و یا نیروهای الکترواستاتیک امکان پذیر است. نانوذرات می توانند از طریق پوششی از الکل، گلیکول و روغن های معدنی به بستر اضافه شوند.

جیمز و کریوز (James,Crews Tianping,2010) با اختراع ترکیب جدید دریافتند: به منظور حذف زغال سنگ از مایعات می توان از نانوذرات کمک گرفت. بستر مورد بررسی می تواند حاوی شن و ماسه، مهره های سرامیکی و یا دانه های شیشه ای باشد. بستر شامل یک ماده متخلخل فعال که دارای پوشش نسبی از نانوذرات و ذرات جاذب ثابت شده است، می باشد. جذب مواد آلی از طریق مواد جاذب روی سطح ماده متخلخل فعال صورت می گیرد، اما به دلیل شسته شدن آنها به وسیله ی آب از روی سطح ماده متخلخل نیاز است که مواد جاذب به سطح فعال ماده متخلخل ثابت شوند. نمونه ها شامل دو بطری از پساب حاوی لیمونن هستند که تست فیلتراسیون روی آنها صورت گرفته است. نمونه اول شامل ۰,۲ درصد وزنی زغال آنتراسیت است و نانوذرات روی آن تثبیت شده است. پس از عبور ۵۰۰ میلی لیتر پساب، آب فیلتر شده همچنان پاک بود. نمونه دوم حاوی ذرات آنتراسیت و فاقد نانوذرات است. فیلتر بدون نانوذرات قادر به پاکسازی پساب نبود. نتایج بدست آمده نشان میدهد که وجود نانو ذرات جذب شده به زغال سنگ فعال، شیوه خوبی برای جذب مواد آلی از ترکیبات آبی می باشد.

۲-۴- روش حذف با استفاده از کربن فعال پودری (PAC)

یکی دیگر از نگرانیهای وجود ترکیبات آلی (مصنوعی و طبیعی) واکنش این ترکیبات با کلر مرحله گندزدایی در فرایند تصفیه آب می باشند که باعث به وجود آمدن ترکیبات مرسوم به ترکیبات جانبی گندزدایی (Disinfectant by product) می شوند ، که از مهمترین این ترکیبات می توان به تری هالومتان ها (THMs) اشاره نمود که مشکوک به سرطان زایی می باشند(Chung Y,Chang K,2005). یکی از روشهایی که برای کنترل ترکیبات آلی و درنتیجه کنترل تشکیل محصولات جانبی گندزدایی (DBPS) به کار می رود استفاده از جاذبه های مختلف برای جذب این مواد است و استفاده از اکسید کننده های مختلف برای حذف این مواد می باشد.

به دلیل وفور نسبی مواد آلی عامل ایجاد تری هالومتان ها در آب به ویژه آبهای سطحی قابل پیش بینی است که در آب خروجی کلیه تصفیه خانه هایی که کار را به عنوان گندزدا استفاده می کنند ، مواد مزبور کم و بیش وجود داشته باشند. بنا به گزارش سازمان بهداشت جهانی میزان تری هالومتان ها در آب آشامیدنی کشورهای مختلف از ۲۵ تا ۲۵۰ میکرو گرم در لیتر

www.SID.ir

Archive

متغیر است(Degremont,1991)، حد ماکزیمم آلاینده ها برای مجموع تری هالومتان ها (THMS) در آب خروجی از شیر شبکه با توجه تأثیرات سوء بهداشتی این ترکیبات براساس استاندارد EPA، ۸۰ میکروگرم در لیتر میلی گرم در لیتر می باشد(EPA,2003). روشهای کنترل تری هالومتان ها در آب عبارتند از: ۱) کنترل منابع آب از نظر آلودگی به مواد آلی، ۲) عدم استفاده از منابع آلوده، ۳) اصلاح منابع موجود، ۴) جداسازی پیش سازهای از آب خام، ۵) استفاده از گندزداها غیراز کلر آزاد، ۶) تغییر محل تزریق کلر در طول فرایند تصفیه آب(Kawamura,2000). از آنجایی که کربن فعال پودری جاذب بسیار مناسبی برای ترکیبات آلی است در بیشتر تصفیه خانه های مناطق مختلف دنیا به صورت مقطعی و فصلی برای کنترل طعم و بو و مواد آلی از آن استفاده می گردد. کربن فعال پودری توانایی جذب اجزای آلی در آب را داراست و از آن میتوان در رفع آلودگی های مقطعی استفاده نمود. در مطالعه انجام شده میزان کاهش DOC در مقادیر ۲۰ تا ۴۰ میلی گرم بر لیتر کربن فعال بسته به محل افزودن از ۱۰ تا ۶۰ درصد بود که بیشترین مقدار مربوط به مرحله دوم آزمایش بوده و کمترین مقدار مربوط به مرحله اول آزمایش است که با مطالعه Hugues Humbert و همکاران در فرانسه که برروی حذف مواد آلی طبیعی توسط ترکیبی از کربن فعال پودری و رزین تعویض یونی بود، همخوانی داشت. در مطالعه Hugues ابتدا آب از رزین عبور داده شده و سپس کربن فعال در رنج ۲۰ تا۴۰ میلی گرم در لیتر افزوده گردید. نتایج آنها حاکی از کاهش ۷۵ درصدی DOC توسط رزین تعویض یونی و ۲۸ درصد کاهش توسط کربن فعال پودری بود(Humbert H, Gallard H, Suty H, Croue J ۲۰۰۷) . کربن فعال به علت تخلخل بالا، می تواند اجزای آلی در آب را جذب کرده و حذف نماید. با کاهش این اجزاء مقدار جذب اشعه UV254 نیز کمتر خواهد بود. علت بالا بودن حذف در مرحله دوم آزمایش را می توان به مدت زمان تماس بیشتر بین کربن فعال و آب نسبت داد. همچنین John Gifford و همکاران(Gifford J, George D, Adams V ,1989) در آمریکا تاثیر کربن فعال پودری و پرمنگنات پتاسیم را بر روی حذف تری هالومتان ها مورد مطالعه قرار دادند، نتایج مطالعه آنها از کاهش ۳۰ درصدی maximum total trihalomethan potential در صورت افزودن ۳۰ میلی گرم در لیتر کربن فعال پودری حاکی بود. راندمان کاهش DOC توسط فرایند تصفیه بدون افزایش کربن فعال ۳۰،۵ درصد بود و استفاده صرف از کربن فعال بدون اعمال فرایندهای تصفیه، باعث کاهش ۳۰ درصدی DOC می شد.

از آنجا که مرحله سوم آزمایش شامل استفاده از کارایی حذف کنندگی کربن فعال و فرایند متداول تصفیه بود لذا انتظار میانگین حذف بیش از ۶۰درصد DOC وجود داشت در حالی که این رقم در عمل ۵۱ درصد شد که علت آن می تواند تاثیر ماده منعقد کننده و کاهش سطح تخلخل کربن فعال باشد.

با توجه به نسبت کربن فعال اضافه شده به میزان حذف DOC ، در مقدار ۶۰ میلی گرم در لیتر کربن فعال، بیشترین راندمان در هر سه مرحله دیده می شود. و روند کاهش DOC با افزایش کربن فعال به صورت خطی نیست. دلیل خطی نبودن میزان کاهش DOC ، با افزایش PAC را می توان بدین گونه تفسیر کرد که اصولا جذب آلاینده ها و مواد آلی در مقادیر کم، راندمان پایین تری نسبت به مقادیر بالای آلودگی دارد. به همین دلیل در مقادیر ۸۰ و ۱۰۰ میلی گرم کربن فعال ، نسبت کاهش DOC کمتر از مقادیر مربوط به ۴۰ و ۶۰ میلی گرم کربن فعال است.

۲-۵-روش حذف به وسیله رزین آنیونی جاذب

پیشرفتهای اخیر در ساخت رزین ها منجر به عرضه زرینهای آنیونی خاصی شده است که قدرت جذب همزمان مواد آلی و آنیونها را دارا هستند و معروف به رزین های آنیونی با تخلخل بالا میباشند. در این بررسی یک نمونه از این رزینها به نام WS۵۰۰MP ساخت بایر آلمان در پایلوتی با ارتفاع مفید ۹۴ و قطر ۲،۵ سانتی متر با جهت جریان رو به بالا مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که شکل ظهور مواد آلی طبیعی آب در pHهای مختلف غالبا متفاوت می باشد لذا کارایی این رزینها با تغییر پارامترهای pH و غلظت کربن آلی محلول (DOC) نمونه های آب طبیعی و سنتتیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان می‌دهد که میزان حذف DOC برای نمونه های ورودی در دامنه غلظت از۰،۵۴تا ۷ میلی گرم در لیتر بطور

www.SID.ir

متوسط ۸۴ درصد بوده است، حداقل و حداکثر حذف به ترتیب برابر ۷۵/۳ ٪ و ۹۴/۴ ٪ در pHهای ۸ و ۶ میباشد. نیترات در دامنه pH مورد بررسی حذف حداکثر یعنی حدود ۱۰۰٪ را نشان می دهد که این مورد امتیازی خاص برای این روش در تصفیه آبهای با آلودگی به نیترات محسوب می‌شود.

بر مبنای مطالعات انجام شده و اطلاعات مربوط به کارخانه سازنده رزین و با توجه به امکانات موجود جهت انجام آزمایشها پایلوت مورد نظر طراحی گردید.

جهت انجام آزمایش با استفاده از خاک بستر رودخانه کرج نمونه های مستنبک در غلظتهای ۰/۵۴ تا ۷ میلی گرم در لیتر کربن آلی محلول تهیه گردید. جهت تعیین غلظت کربن آلی محلول در نمونه ورودی و خروجی از سنون رزین از روش جذب UVکه یک روش جایگزین جهت اندازه گیری مواد آلی است طبق دستور العمل کتاب روشهای استاندارد برای آزمایش آب و فاضلاب . ۱۹۹۵ استفاده گردید. در این روش بعد از کالیبره نمودن اسپکتروفتومتر در طول موج ۲۵۳/۷ نانومتر بوسیله محلول استاندارد دارای کربن آلی محلول و رسم منحنی ، میزان جذب نور فرائت و غلظت کربن آلی محلول با استفاده از منحنی کالیبراسیون مشخص گردید . جهت تعیین کربن آلی محلول از دستگاه اسپکتروفتومتر MILTON ROY 21D استفاده گردید . نمونه ها در غلظتهای متفاوت از کربن آلی محلول و هر غلظت در pH از ۴/۵ تا ۱۰/۵ تهیه و از ستون رزین عبور داده شد و نتایج حاصله گردآوری گردید. اندازه گیری نیترات نیز در این تحقیق بروش اسپکترومتری UV در طول موج (۲۲۰ نانومتر) انجام شده است.

۳-نتیجه گیری

در مطالعه حذف کربن آلی توسط فرایند اکسیداسیون فنتون اثر پارامترهای PH، زمان اکسیداسیون، غلظت اولیه هیومیک اسید، غلظت پراکسید هیدروژن و یون فرو بر حذف کربن آلی محلول از نمونه ای آبی توسط فرایند فنتون، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که PH و غلظت یون فرو، پارامترهای کلیدی در راهبری فرایند فنتون می باشند، به طوری که بیشترین راندمان حذف حدود ۹۷ درصد در شرایط بهینه PH مساوی ۳ نسبت وزنی به حجمی پراکسید هیدروژن به یون فرو ۴۰ به ۴، زمان اکسیداسیون ۴۰ دقیقه و در غلظت اولیه ۲ میلی گرم بر لیتر حاصل شد. همچنین این مطالعه نشان داد که با افزایش غلظت کربن آلی محلول برای دست یابی به راندمان مناسب، باید زمان اکسیداسیون را افزایش داد. بطور کلی این مطالعه نشان داد فرایند فنتون قادر است کربن آلی محلول را با راندمان بالا از نمونه های آبی حذف نماید و موجب پیشرفت راندمان حذف توسط عمل تجزیه این مواد در غیاب رادیکال های هیدروکسیل شود.

همچنین نانوذرات می توانند نقش بسیار مهمی در تصفیه و پاک سازی آبهای آلوده ایفا کنند. نانوذرات با توجه به قیمت مناسب و سازگاری بالایشان با محیط زیست، قابلیت بسیار زیادی در رفع آلودگی های آب و تصفیه‌ی پساب دارند، پیشرفت های اخیر در صنعت و علوم مهندسی فرصت های بی نظیری در توسعه فرآیندهای تصفیه آب سازگار با محیط زیست، فراهم می آورد. نانومواد دارای چندین ویژگی فیزیکوشیمیایی کلیدی هستند. بررسی آنها همچنین به عنوان فیلتر، به منظور تصفیه آب حائز اهمیت می باشد. نانومواد می توانند با گروه های شیمیایی مختلف برای افزایش میل به یک ترکیب مشخص مورد استفاده قرار گیرند. همچنین آنها میتوانند به عنوان مواد جاذب با قابلیت انتخاب بالا، ظرفیت بالا و قابل بازیافت برای یونهای فلزی سمی، رادیونوکلوئیدها ، املاح آنیونهای آلی و معدنی در محلول های آبی، مورد استفاده قرار گیرند.

در خصوص روش حذف با استفاده از کربن فعال پودری محل مناسب افزایش کربن با توجه به بحث صرفه جویی در هزینه ها، مقادیر ۴۰ تا ۶۰ میلی گرم در لیتر کربن فعال قابل قبول تر به نظر می رسند. به نظر می رسد همزمانی افزودن کربن فعال ورودی تصفیه خانه با منعقد کننده، باعث کاهش قدرت جذب کربن فعال و پایین آمدن راندمان حذف می گردد. به همین دلیل کابرد منعقد کننده و کربن فعال به طور همزمان صحیح به نظر نمی رسد و بهتر است مدت زمان تماسی بین کربن فعال و آب خام، پیش از افزایش ماده منعقد کننده در نظر گرفته شود. . بهترین حذف در pH حدود ۶ برابر ۹۴/۳ درصد و کمترین

www.SID.ir

Archive

میزان خدمت در pH=۸ برابر ۷۵/۳ و میانگین حذف در تمامی موارد ۸۴/۳ درصد بوده است. با توجه به این موضوع که مقدار Pvalueکمتر از ۰/۰۵ بوده است یعنی از نظر آماری ارتباط معنی داری بین PH آب ورودی و راندمان حذفDOC مشاهده نگردیده است و این می تواند از مزایای استفاده از رزینهای جاذب باشد. تغییرات pH در دامنه مورد عمل (۴/۵ تا ۱۰/۵) در استفاده از این رزین خاص از لحاظ میزان نیترات خروجی از رزین موثر نبوده است و به بیان دیگر رزین با تخلخل بالا کارایی مفید خود را در حذف این آلاینده در تمامی شرایط تصفیه نشان داده است.

در استفاده از روش حذف به وسیله رزین آنیونی جاذب برای اکثر غلظتهای DOC حذف بهتر در pH حدود ۶ می دهد و در pHحدود ۸ کمترین میزان حذف قابل ملاحظه است.

مراجع

۱. بی‌گلری ، حامد (حذف کربن آلی محلول از نمونه های آبی توسط فرایند اکسی‌داسیون فنتون) کارشناس ارشد بهداشت محیط. واحد زاهدان، دانشگاه علوم پزشکی، زاهدان، ایران، ۱۳۹۱

۲. غلامی ، امیر (مطالعه مروری روش های حذف مواد آلاینده از آب به وسیله فناوری نانو) گروه مهندسی مکابک. واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران، ۱۳۹۰

3. M. Hillie, M. Munasinghe, Y. Hlope, Commissioned as part of the Global Dialogue on Nanotechnology and the Poor Opportunities and Risks,2007.
4. B. James, H. Crews Tianping, methods and compositions to remove coal fines from aqueous fluids, Patent Application Publication, United States, 2010.
5. Lu C, Chung Y, Chang K. Adsorption of trihalomethanes from water with carbon nanotubes. Journal of Water Research, 2005;39:1183-1189.
6. 4-Degremont., 1991. Water quality and treatment, 4th edition.
7. EPA, April 2003, EPA Guidance manual alternative disinfectants and oxidants.
8. Kawamura, S., 2000, Integrated design and operation of water treatment facilities, 2nd edition, John wiely & sons, Inc.
9. Humbert H, Gallard H, Suty H, Croue J. Natural organic matter (NOM) and pesticides removal using a combination of ion exchange resin and powdered activated carbon (PAC). Journal of Water Research. 2007;42:635– 1643
10. Gifford J, George D, Adams V. Synergistic Effect Of Potassium Permanganate and PAC In Direct Filtration Systems For THM Precursor Removal. Journal of Water Research. 1989; 23(10):1305-1312

www.SID.ir