

بررسی راندمان حذف کدورت در سیستم شناورسازی با هوای محلول و مقایسه آن با فرایند تهنشینی ساده

رضا کولیوند^۱، مهدی حاجیان^{۲*}، حسین فرخزاده^۳ و محمد حسن محمودیان^۴

چکیده

به دلیل جریان یافتن آب سطحی بر سطوح مختلف زمین و حمل بسیاری از انواع ناخالصی‌ها، آب‌های سطحی باید قبل از مصرف تصفیه شود. برای جداسازی این مواد می‌توان از سه فرایند ته‌نشینی، فیلتراسیون و شناورسازی استفاده کرد. هدف از انجام این مطالعه مقایسه سیستم شناورسازی با فرایند ته‌نشینی در حذف کدورت مصنوعی است. این مطالعه از نوع تجربی - مداخله‌ای است که در مقیاس پایلوت کارایی سیستم ته‌نشینی متداول و شناورسازی با هوای محلول در حذف کدورت، قلیائیت، دما، pH و TSS را مورد مقایسه قرار داده است. در این مطالعه از پلی‌آلومینیوم کلراید به‌عنوان ماده منعقد کننده و از کائولین به‌عنوان عامل تولید کدورت استفاده شده است. در این بررسی راندمان حذف کدورت در سیستم شناورسازی با هوای محلول در کدورت‌های ۲۰، ۵۰-۳۰ و ۱۱۰-۹۰ NTU به ترتیب ۱۴/۷، ۱۱/۱ و ۱۰/۹ درصد بیشتر از سیستم ته‌نشینی متداول تعیین شد ($p < 0.01$). با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد سیستم شناورسازی با هوای محلول نسبت به ته‌نشینی متداول به‌طور مؤثرتری می‌تواند کدورت را برطرف کند. استفاده از این سیستم جهت حذف کدورت در تصفیه‌خانه‌های آب با ورودی نسبتاً کدر و در مناطق پر بارش که غالباً آب کدوری را دریافت می‌کنند توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تصفیه آب، کدورت، شناورسازی با هوای محلول، ته‌نشینی، پلی‌آلومینیوم کلراید.

ارجاع: کولیوند ر.، حاجیان م.، فرخزاده ح و محمودیان م. ح. ۱۳۹۰. بررسی راندمان حذف کدورت در سیستم شناورسازی با هوای محلول و مقایسه آن با فرایند ته‌نشینی ساده. مجله پژوهش آب ایران. ۵(۸): ۳۳-۴۰.

۱- کارشناسی ارشد بهداشت محیط، مرکز بهداشت شهرستان دره شهر- دانشگاه علوم پزشکی ایلام.

۲- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

۳- کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

۴- مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم

* نویسنده مسئول: hajikhiadani@hlth.mui.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۶/۰۹

مقدمه

در اجتماعات بزرگ، از منابع آب سطحی به عنوان مهمترین منابع تأمین کننده آب استفاده می‌شود (قسیم و همکاران، ۲۰۰۰). به دلیل جریان یافتن آب سطحی بر سطوح مختلف زمین و حمل بسیاری از انواع ناخالصی‌ها، باید قبل از مصرف تصفیه شود. انتخاب واحدهای فرایندی در تصفیه آب سطحی براساس کیفیت آب خام، درجه تصفیه و نوع مصرف صورت می‌گیرد (کیورا، ۲۰۰۱). برای حذف ذرات جامد و بسیاری از ناخالصی‌های معلق در آب می‌توان از سه روش ته‌نشینی، فیلتراسیون و شناورسازی استفاده کرد. در جداسازی ذرات، فرایند ته‌نشینی عکس فرایند شناورسازی عمل می‌کند. بدین ترتیب که در فرایند ته‌نشینی برای جداسازی ذرات از نیروی جاذبه استفاده می‌شود در صورتی که فرایند شناورسازی از نیروهای مخالف نیروی جاذبه استفاده می‌کند. به عبارت دیگر شناورسازی روشی است که در آن انتقال ذرات جامد از داخل فاز مایع به سطح رویی مایع صورت می‌گیرد. مزیت اصلی شناورسازی بر ته‌نشینی این است که در شناورسازی، ذرات بسیار کوچک و یا سبک که چگالی نزدیک به چگالی آب دارند و به آرامی ته‌نشین می‌شوند را می‌توان کامل‌تر و در زمان کوتاه‌تری حذف کرد (روبیو و سوزا، ۲۰۰۲). از آنجایی که لخته‌ها در شناورسازی می‌باید شناور شوند می‌توان دریافت که همانند فرایند ته‌نشینی نیازی به تولید لخته‌های متراکم نیست. بدین ترتیب در فرایندهای شناورسازی می‌باید لخته‌های با تراکم اندک و یا اصطلاحاً لخته‌های نوک سوزنی متخلخل ایجاد شوند تا شناور شدن آنها با سهولت انجام شود (محمودیان و همکاران، ۲۰۰۸). شناورسازی به کمک هوا یا روش القایی، شناورسازی به کمک خلأ و شناورسازی با هوای محلول (DAF)^۱ از مهمترین روش‌های شناورسازی به‌شمار می‌روند (پاترسون، ۱۹۸۵).

برای ایجاد حباب در فرایند شناورسازی، آب اشباع شده تولید می‌شود. در این خصوص هوای فشرده شده در تماس با آب قرار داده می‌شود و سپس طبق قانون هنری به‌دلیل اختلاف فشار، هوا در مایع موردنظر حل شده و پس از کاهش فشار، هوای محلول در مایع به‌صورت ابر سفید رنگی ظاهر می‌شود (اسکافیلد، ۲۰۰۱). در سیستم‌های با دبی کم،

کل جریان را می‌توان تحت فشار قرار داد. در واحدهای بزرگ‌تر تنها بخشی از آب یا فاضلاب خروجی (۱۲-۵٪) از فرایند شناورسازی، اشباع‌سازی می‌شود (فارمری، ۲۰۰۴). جریان برگشت داده شده درست قبل از ورود به مخزن شناورسازی با جریان اصلی فاضلاب مخلوط می‌شود. در این حالت حباب‌های ریز هوا تشکیل می‌شود که در حین صعود بر سطح آب و پس از تماس با ذرات موجب شناور شدن جامدات بر سطح مایع خواهند شد (ادوارد، ۱۹۹۵). قطر حباب‌های تولید شده در این فرایند بین ۱۰-۱۲۰ میکرون است که غالباً حباب‌های تشکیل شده، بار منفی دارند.

ته‌نشینی، واحد عملیاتی است که در آن جامدات معلق با استفاده از نیروی ثقل جداسازی می‌شوند. از فرایند ته‌نشینی معمولاً در تصفیه آب و تصفیه متداول و پیشرفته فاضلاب استفاده می‌شود. از اصلی‌ترین کاربردهای ته‌نشینی می‌توان به ته‌نشینی مقدماتی آب سطحی قبل از تصفیه در واحد صافی شنی کند، ته‌نشینی لخته‌های منعقد شده در آب قبل از صافی شنی تند، ته‌نشینی لخته‌های منعقد شده در واحد سختی‌گیری آهک-سودا و ته‌نشینی آب‌های تصفیه شده در واحد حذف آهن و منگنز اشاره کرد (ترکیان، ۱۳۷۹). در مطالعه‌ای که توسط لیو و همکاران (۲۰۰۷) روی منابع آب سطحی انجام گرفت مشخص شد که سیستم DAF در حذف کدورت از آب‌های با کدورت کم، دمای پایین و غلظت بالای جلبک عملکرد مؤثری دارد. در مطالعه‌ای دیگر (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۸۶) که درباره رودخانه کارون صورت گرفته است مشخص شد که سیستم شناورسازی با هوای محلول بدون استفاده از سیستم‌های پیش‌ته‌نشینی فاقد کارایی لازم در حذف کدورت است. در یک مقایسه آزمایشگاهی بین سیستم تصفیه متداول و شناورسازی با هوای محلول تعیین گردید که سیستم DAF در دماهای پایین نسبت به ته‌نشینی ثقلی قادر به حذف کدورت بیشتری است. از نظر زمان لازم در این دو فرایند، زمان مناسب برای فلوکولاسیون در سیستم DAF حدود ۵ دقیقه و در سیستم ته‌نشینی ثقلی حداقل ۲۰ دقیقه مطرح شده است (ادوارد، ۱۹۹۱).

از آنجایی که استفاده از سیستم شناورسازی با هوای محلول در تصفیه آب تاکنون در ایران به‌طور شایسته مورد توجه قرار نگرفته است هدف از این تحقیق بررسی و مقایسه

زمانی معین (۲۰ دقیقه یکبار) صورت گرفت. در این بررسی پارامترهای کدورت، قلیائیت، دما، pH و TSS در ورودی و خروجی دو سیستم اندازه‌گیری و مقایسه شد. (استاندارد متد، ۱۹۹۸). نتایج حاصل از بررسی مشخصات کیفی آب خام زیرزمینی مورد استفاده قبل از افزودن کاتولین در جدول ۱ ارایه شده است. اجزای واحدهای مختلف دو پایلوت به‌کار رفته در این بررسی به‌شرح زیر ارایه می‌شود.

جدول ۱- مشخصات کیفی آب خام مورد استفاده (کاوامورا، ۲۰۰۰)

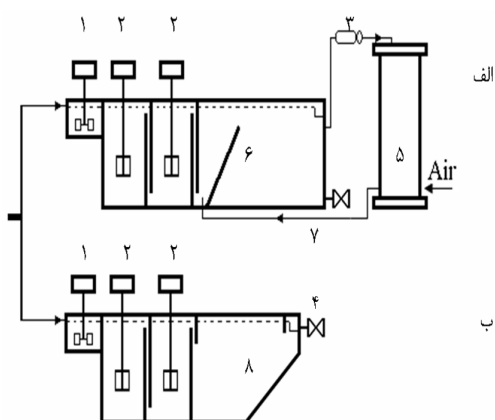
پارامتر	حداکثر	حداقل	متوسط
pH	۸/۳	۷/۳	۷/۹
قلیائیت (mg/l CaCO ₃)	۱۸۰	۱۳۰	۱۵۰
کدورت (NTU)	۰/۲	۰	۰/۱

الف) واحد شناورسازی با هوای محلول پایلوت شناورسازی با هوای محلول از سه بخش اختلاط - انعقاد، شناورسازی و مخزن اشباع سازی تشکیل شده است. در این خصوص واحدهای اختلاط و انعقاد وظیفه تولید لخته و مخزن اشباع‌سازی وظیفه تولید آب اشباع از هوا را دارد. با توجه به معیار طراحی پایلوت شناورسازی با هوای محلول دی بهره‌برداری ۰/۶ متر مکعب بر ساعت تعیین شد. این دی (۰/۶ مترمکعب در ساعت) در خلال راه‌اندازی پایلوت به‌صورت جریان پیوسته به پایلوت وارد می‌شود. برای تولید آب اشباع از هوا، از مخزن اشباع‌سازی استفاد شد. به‌منظور ایجاد هوای تحت فشار در این مخزن از یک کمپرسور هوا استفاده شد که وظیفه آن تولید فشارهای مختلف هوای موردنظر است. پس از خروج آب از مخزن ۲ مترمکعبی ذخیره آب کدر، دوز بهینه ماده منعقد کننده‌ای (پلی‌آلومینیوم کلراید) که از نتایج آزمون جار تعیین شده بود در قسمت اختلاط تند (به ابعاد ۱۵×۱۵×۲۰ سانتی‌متر) تزریق شد. سپس آب حاوی پلی‌آلومینیوم کلراید وارد دو مرحله اختلاط کند (هرکدام به ابعاد ۶۲×۳۵×۲۶ سانتی‌متر) شد. با توجه به زمان اختلاط در این واحدها، لخته‌های مورد نظر شکل می‌گیرد. پس از واحدهای اختلاط کند، آب حاوی لخته‌های تولید شده به قسمت شناورسازی (به ابعاد ۶۲×۳۵×۹۶ سانتی‌متر) وارد می‌شود. به محض ورود آب، لخته‌های تشکیل شده، در معرض تماس با جریان اشباع

کارایی فرایند ته‌نشینی متداول و سیستم شناورسازی با هوای محلول در حذف کدورت بر مبنای شرایط عملی و مشخصات کیفی آب کشورمان و استفاده از پلی‌آلومینیوم کلراید به‌عنوان یک ماده منعقد کننده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع تجربی - مداخله‌ای است که در آن میزان کدورت حذف شده در دو سیستم ته‌نشینی متداول و شناورسازی با هوای محلول، مقایسه شده است. ابتدا با استفاده از معیارهای طراحی ارایه شده (متکف و ادی، ۲۰۰۳)، پایلوت شناورسازی و حوض ته‌نشینی در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان طراحی و ساخته شد. آب لازم از آب زیرزمینی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تأمین شد و برای تولید کدورت موردنیاز از کاتولین استفاده شد. آب موردنیاز ابتدا در داخل مخزنی به حجم ۲ مترمکعب ذخیره شد و سپس با استفاده از کاتولین، کدورت لازم تولید شد. به‌منظور تعیین میزان کاتولین موردنیاز در هر کدورت موردنظر، ابتدا مقدار جرمی کاتولین در درون یک بشر یک لیتری آب تعیین می‌گردید و در نهایت به نسبت جرمی کاتولین به نسبت حجمی مخزن آب تعمیم داده می‌شود. آب کدر آماده شده از طریق یک ورودی مشترک به دو سیستم موردنظر وارد شد. برای تعیین دوز بهینه پلی‌آلومینیوم کلراید (ماده منعقد کننده مصرفی) از آزمون جار استفاده شد. طبق نظر Edzwald و Fuqi تفاوتی در مقدار مواد شیمیایی منعقد کننده موردنیاز برای شناورسازی و ته‌نشینی وجود ندارد. با این وجود شناورسازی نیازمند افزودن پلی الکترولیت به‌عنوان کمک منعقد کننده نیست. فرایند شناورسازی با هوای محلول نیازمند تولید لخته‌های متخلخل و غیر متراکم است. این ویژگی باعث کاهش چگالی لخته‌ها می‌شود که در نتیجه شناور شدن آنها را تسهیل می‌کند. نتایج حاصل از آزمون جار به‌طور جداگانه به هر دو سیستم شناورسازی با هوای محلول و ته‌نشینی متداول تعمیم داده شد. از آنجایی‌که در ابتدای شروع به کار سیستم نوسانات مانع از ایجاد ثبات در پساب تصفیه شده خروجی از دو سیستم می‌شود (که مانع از امکان مقایسه دو سیستم با هم می‌شود) بنابراین در مرحله بهره‌برداری از سیستم‌های فوق، پس از رسیدن سیستم به شرایط پایدار، نمونه‌برداری در فواصل



شکل ۱- نمایی از پایلوت‌های مورد استفاده در مطالعه (الف) شناورسازی با هوای محلول و (ب) ته‌نشینی متداول (۱) - حوضچه اختلاط تند، ۲ - حوضچه ختلاط کند ۳، - پمپ، ۴ - مجرای خروجی، ۵ - مخزن تحت فشار، ۶ - حوضچه شناورسازی، ۷ - جریان برگشتی و ۸ - حوضچه ته‌نشینی)

ج) آزمون جار

برای تعیین دوز بهینه پلی‌آلومینیوم کلراید مورد نیاز از آزمون جار استفاده شد. در این مطالعه به منظور تعیین میزان اثر حذف کدورت در دو سیستم مورد مقایسه از سه دامنه کدورت (۲۰ NTU، ۳۰-۵۰ NTU و ۹۰-۱۱۰ NTU) استفاده شد. کدورت لازم در مخزنی به حجم ۲ مترمکعب تهیه شد و پس از آن به منظور تعیین دوز ماده منعقد کننده از آزمایش جار استفاده شد. با توجه به اهداف مطالعه ۷ دوز مختلف پلی‌آلومینیوم کلراید (۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر) به عنوان دوز مصرفی ماده منعقد کننده مورد مطالعه انتخاب شد. مشخصات عملکرد آزمون جار مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- مشخصات آزمون جار مورد استفاده

واحد	راکتور DAF	ته‌نشینی
زمان اختلاط سریع (۱۸۰) دور در دقیقه)	۶۰ ثانیه	۶۰ ثانیه
زمان اختلاط کند (۳۰) دور در دقیقه)	۱۱ دقیقه	۳۵ دقیقه
زمان ته‌نشینی	۳۰ دقیقه	۳۰ دقیقه

به منظور دستیابی به اهداف این مطالعه از ورودی و خروجی واحدهای شناورسازی و ته‌نشینی نمونه برداری به عمل آمد. بدین منظور در هر مرحله و پس از پایداری سیستم در

خروجی از مخزن تحت فشار قرار می‌گیرد. در این واحد به دلیل کاهش فشار، حباب‌های بسیار کوچک هوا شکل می‌گیرد که با اتصال به لخته‌ها موجب شناور شدن آنها خواهد شد. به منظور زدایش لخته‌های شناور از کف روب استفاده می‌شود. از آنجایی که در این بررسی از جریان پیوسته استفاده شده است، بنابراین زدایش لخته‌های شناور و به دنبال آن زدایش جامدات شناور شده به صورت پیوسته انجام می‌گیرد. پس از زدایش لخته‌ها، آب از قسمت خروجی سیستم شناورسازی خارج می‌شود. در این خصوص بخشی از آب خروجی از سیستم شناورسازی به منظور تولید آب اشباع با استفاده از یک دستگاه پمپ به مخزن تحت فشار انتقال می‌یابد. به منظور تولید آب اشباع در راکتور شناورسازی با هوای محلول از چهار فشار اشباع‌سازی ۳، ۴، ۵ و ۶ اتمسفر استفاده شد. همچنین به منظور بررسی اثر میزان جریان آب اشباع از سه نسبت برگشت جریان اشباع‌سازی شده (RR) از مخزن اشباع‌سازی به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد استفاده شد. نمای پایلوت شناورسازی با هوای محلول و متعلقات آن در شکل ۱ ارائه شده است.

ب) سیستم ته‌نشینی متداول

پایلوت ته‌نشینی از دو بخش اختلاط - انعقاد و ته‌نشینی تشکیل شده است. براساس معیارهای طراحی، دبی بهینه در بهره‌برداری از واحد ته‌نشینی ۰/۱ مترمکعب بر ساعت تعیین گردید. همانند واحد شناورسازی، حجم آب مورد نیاز در واحد ته‌نشینی از مخزن ذخیره آب کدر ۲ متر مکعبی تأمین گردید. آب ورودی به واحد ته‌نشینی پس از عبور از واحدهای اختلاط و انعقاد به واحد ته‌نشینی وارد شده و پس از به جا گذاشتن لخته‌ها از سیستم خارج می‌شود. نمای کلی بخش ته‌نشینی در شکل ۱ ارائه شده است.

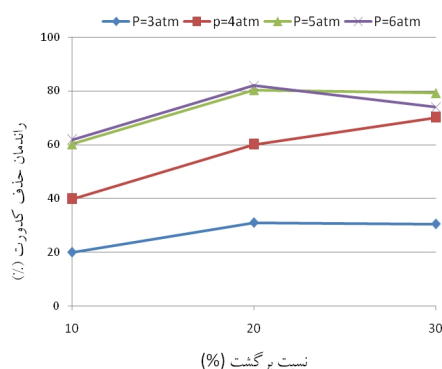
با توجه به شکل ۲ راندمان بهینه حذف کدورت در سیستم DAF (که شاخص مقایسه‌ای مطالعه حاضر است) در فشار کاری $P \geq 4 \text{ atm}$ و نسبت برگشت جریان اشباع $(RR) \leq 20\%$ تعیین شد. به طوری که راندمان حذف کدورت در دیگر نسبت‌های برگشت کمتر از فشار ۴ اتمسفر است. در کلیه مراحل مطالعه راندمان حذف کدورت در فشارهای ۵ و ۶ اتمسفر بسیار نزدیک به هم می‌باشد (۷۰-۸۰ درصد) که این مقدار در کمترین حالت برابر با ۶۰٪ و در شرایط بهینه حدود ۸۰٪ تخمین زده شد. به نظر می‌رسد افزایش نسبت برگشت جریان اشباع از ۲۰ به ۳۰ درصد باعث ایجاد تلاطم در سطح واحد شناورسازی شده و منجر به کاهش راندمان سیستم در حذف کدورت شده است (محمودیان و همکاران، ۲۰۰۸). افزایش تلاطم در سطح موجب معلق شدن مجدد ذرات شناور شده می‌شود. در نهایت فشار ۵ اتمسفر و نسبت برگشت جریان اشباع ۲۰٪ به عنوان مناسب‌ترین شرایط بهره‌برداری در سیستم شناورسازی انتخاب شد.

پس از تعیین شرایط بهینه راهبری پایلوت شناورسازی با هوای محلول (فشار ۴ اتمسفر و نسبت برگشت ۲۰٪ جریان اشباع) راندمان حذف کدورت در دو سیستم شناورسازی با هوای محلول و ته‌نشینی متداول با استفاده از دوزهای مختلف پلی آلومینیوم کلراید، مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج حاصل، در شکل ۳ نشان داده شده است.

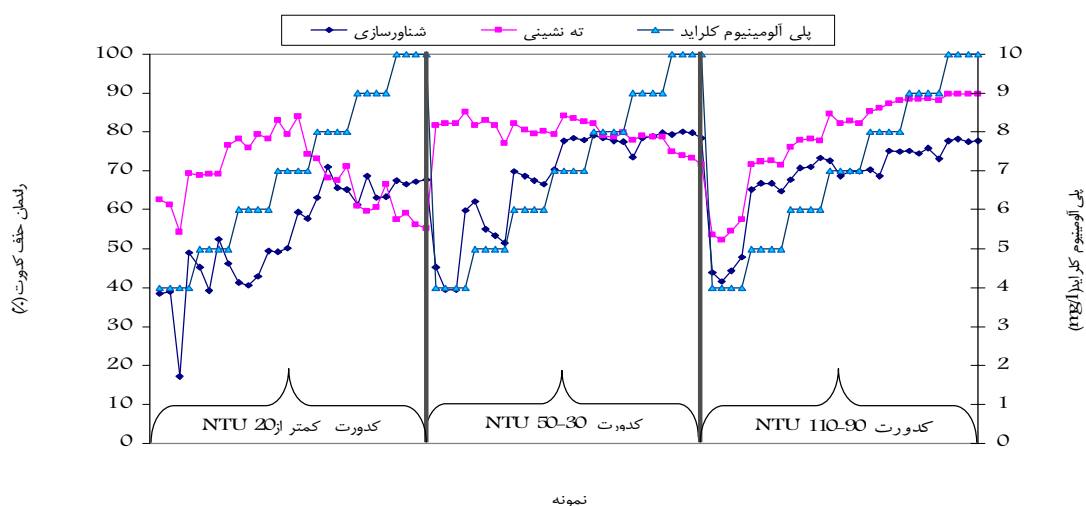
فرایند تصفیه با تناوب ۲۰ دقیقه اقدام به نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان از نظر کدورت بررسی و مقایسه شد.

نتایج و بحث

در این بخش به تأثیر فشارهای مختلف اشباع‌سازی و نسبت برگشت جریان در میزان حذف کدورت پرداخته می‌شود. به منظور تعیین اثر غلظت ماده منعقد کننده بر میزان حذف کدورت، مقایسه حذف کدورت در دو سیستم مورد استفاده مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از حذف کدورت با استفاده از تزریق غلظت‌های مختلف پلی آلومینیوم کلراید در دو سیستم مورد بررسی در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲- راندمان حذف کدورت در سیستم شناورسازی با هوای محلول در فشار و نسبت برگشت جریان اشباع مختلف (در کدورت ورودی ۲۵ NTU و دوز پلی آلومینیوم کلراید برابر با ۴ mg/l)

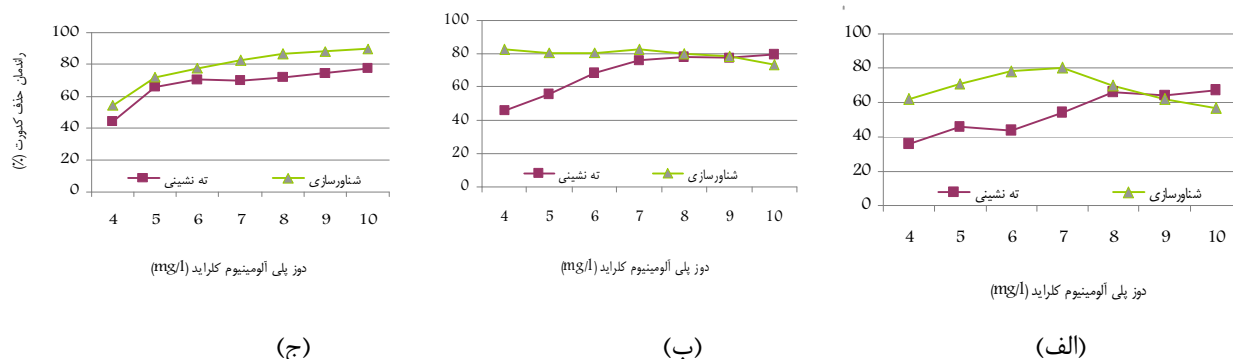


شکل ۳- راندمان حذف کدورت در دو سیستم شناورسازی با هوای محلول (فشار ۴ اتمسفر و نسبت برگشت ۲۰٪ جریان اشباع) و ته‌نشینی در دوزهای مختلف پلی آلومینیوم کلراید

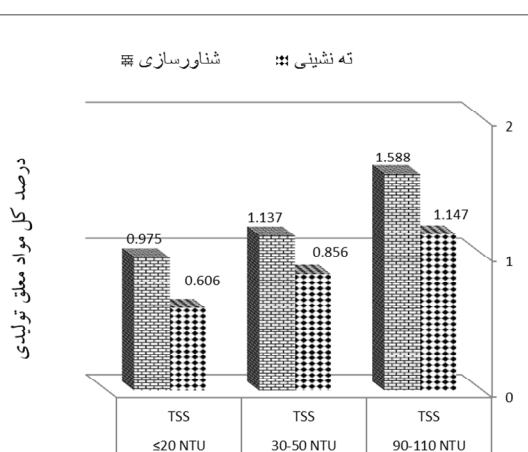
نظر کاوامورا در این مکانیسم با افزایش کدورت راندمان حذف کدورت اندکی کاهش می‌یابد که در شکل ۳ می‌توان چنین دریافت که در فرایند ته‌نشینی با افزایش کدورت (از ۲۰ به ۱۱۰ میلی گرم در لیتر) و هم زمان با افزایش مصرف ماده منعقدکننده، راندمان حذف کدورت کاهش یافته است. درحالی‌که در فرایند شناورسازی بهترین نتایج حذف کدورت در غلظت‌های بالاتر ماده منعقد کننده و کدورت ورودی مشاهده شده است.

برای تعیین اثر دوز ماده منعقد کننده مصرفی بر دو سیستم مورد مطالعه، مقایسه میانگین راندمان حذف کدورت‌های مختلف در برابر غلظت‌های متفاوت ماده منعقد کننده در شکل ۴ ارائه شده است.

شکل ۳ نشان می‌دهد که سیستم شناورسازی با هوای محلول نسبت به ته‌نشینی متداول به‌طور میانگین راندمان حذف بیشتری را در سه طیف کدورت مورد مطالعه نشان داده است. به‌طوری‌که با توجه به شکل ۳ در کدورت ۲۰ NTU، ۳۰-۵۰ NTU و ۹۰-۱۱۰ NTU راندمان حذف در سیستم شناورسازی با هوای محلول به ترتیب ۱۴/۷، ۱۱/۱ و ۱۰/۹ درصد بیشتر از سیستم ته‌نشینی متداول است ($p < 0.01$). طبق نظر Han و همکاران (۲۰۰۱) با افزایش میزان غلظت ماده منعقد کننده پلی‌آلومینیوم کلراید مکانیسم غالب در جداسازی ذرات کلوئیدی از خنثی‌سازی بار به انعقاد جارویی تغییر می‌یابد. طبق شکل ۳ می‌توان دریافت که در غلظت‌های اندک کلوئید مکانیسم انعقاد جارویی به‌صورت غالب موجب حذف کدورت می‌شود. طبق



شکل ۴- مقایسه میانگین راندمان حذف کدورت در راکتور شناورسازی با هوای محلول و ته‌نشینی در دوزهای مختلف پلی آلومینیوم کلراید: (الف) در کدورت حدود ۲۰ NTU، (ب) در کدورت ۳۰-۵۰ NTU و (ج) در کدورت ۹۰-۱۱۰ NTU



شکل ۵- مقایسه میانگین جامدات لجن تولیدی در دو سیستم شناورسازی با هوای محلول و ته‌نشینی متداول

بررسی اثر دوز ماده منعقدکننده در کدورت‌های مختلف بیانگر آن است که دوزهای کمتر ماده منعقد کننده راندمان حذف کدورت در سیستم شناورسازی با هوای محلول نسبت به ته‌نشینی متداول بیشتر است. در کدورت‌های کمتر از ۵۰ NTU ارتباط میان دوز ماده منعقدکننده و راندمان حذف کدورت به‌صورت معکوس بوده است ($p < 0.01$) ولی در کدورت بین ۹۰-۱۱۰ NTU این ارتباط به‌صورت مستقیم تعیین شد ($p < 0.01$). یکی از برتری‌های فرایند شناورسازی نسبت به ته‌نشینی حذف بیشتر جامدات است. در شکل ۵ مقایسه لجن تولیدی در دو سیستم ارائه شده است.

- 7- Farmerie J. 2004. Dissolved air floatation as a cost effective alternative for potable water clarification. F. B. Leopold Company. pp: 2-6.
- 8- Fuqi W. Yuemei Z. Yiqing Z. Jing Y. 2008. Application of polyaluminum in dissolved-air floatation process. Water Technology. Pp:17-24
- 9- Han M. Kim W. Dockko S. 2001. Collision efficiency factor of bubble and particle (abp) in DAF: theory and experimental verification. Water Science & Technology. 43(8): 139-144
- 10-Kawamura S. 2000. Integrated design and operation of water treatment facilities. John Wiley & Son.
- 11- Kiuru HJ. 2001. Development of dissolved air floatation technology from the First Generation to the newest (third) one (DAF in Turbulent Flow Condition) Water Science & Technology. 43(8): 1-7
- 12- Kord mostaphapoor F. Bazrafshan E. 2010. Kamani H. Survey of arsenic removal from water by coagulation and dissolved air floatation method. Iranian J Health and Environ. 3(3): 309-318
- 13- LIU. Shan-pei. WANG. Qi-shan. Apr. 2007. Comparison of dissolved air floatation and sedimentation in treatment of typical north china source water. The Chinese Journal of Process Engineering. 7(2): 283-287
- 14-Mahmoudian MH. Shahmansoori MR. Amin MM. Ghasemian M. 2008 Treatment spent filter backwash water using dissolved air floatation (DAF) in Isfahan WTP. Water Practice & Technology. IWA Publishing 2008. 3 (3): 74-79
- 15- Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater engineering treatment and reuse. MCGrawHill 420-424
- 16- Patterson J. 1985. Industrial wastewater treatment technology. Butter Worth. USA.
- 17- Qasim SR. Motley M. Edward Zhu G. 2000. Water works engineering planning design & operation. Prentice Hall PRT.
- 18- Rubio J. Souza ML. 2002. Overview of floatation as a wastewater treatment technique. Mineral Engineering. 20 (8): 139-55.
- 19- Schofield T. 2001. Dissolved air floatation in drinking water production. Water Science and Technology. 43(8):9-18.
- 20- Seng Chow L. 2007. Performance study on dissolved air floatation (DAF) unit and process performance improvement study in the physicochemical treatment of wastewater. Universiti Teknologi Malaysia
- 21-Valade MT. Crossley IA. 2006. A review of the technological developments of dissolved air floatation. Journal of Water Supply. IWA publishing. : Reaserch & Technology-AQUA. 55 (7-8): 479-491

این بررسی نشان داد که به واسطه افزایش راندمان واحد شناورسازی با هوای محلول در حذف کدورت میزان تولید جامدات لجن بیشتر از واحد ته‌نشینی بوده است ($p < 0.01$). Seng (۲۰۰۷) گزارش کرد که مقدار جامدات لجن تولید شده در واحدهای پایلوتی شناورسازی با هوای محلول در محدوده ۲ تا ۱۰ درصد است. در این مطالعه مقدار لجن تولیدی توسط روش شناورسازی در هر سه دامنه کدورت موردنظر بیشتر از راکتور ته‌نشینی بوده است. به‌طور میانگین در هر سه محدوده کدورت مورد مطالعه مقادیر لجن تولیدشده توسط فرایند شناورسازی حدود ۳۰٪ بیشتر از مقادیر لجن تولید شده توسط ته‌نشینی است.

در کل می‌توان اظهار داشت که سیستم شناورسازی با هوای محلول نسبت به ته‌نشینی متداول نیازمند دوز مصرفی کمتر ماده منعقدکننده پلی‌آلومینیوم کلراید است که می‌تواند راندمان بیشتری را در حذف کدورت نسبت به ته‌نشینی متداول داشته باشد. با این حال، راهبری سیستم شناورسازی با هوای محلول نسبت به فرایند ته‌نشینی متداول نیازمند اپراتوری و سیستم‌های دقیق کنترلی است.

منابع

- ۱- ترکیان ا. جعفرزاده م ت. ۱۳۷۹. ترجمه واحدهای عملیاتی و فرآیندی در مهندسی محیط زیست. تألیف رینولدز تام. ریچاردز پل. چاپ اول تهران. موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف. ۲۶۷-۲۶۳
- ۲- جعفرزاده ن. بنی سعید ن. ترکیان ف. عیدان غ. پاییز ۱۳۸۶. امکان سنجی کاربرد شناورسازی با هوای محلول برای پیش تصفیه آب رودخانه کارون. مجله آب و فاضلاب. ۶۳: ۱۳-۲۳
- 3- APHA. AWWA. WEF. 1998. Standard method for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington. DC. pp:2-56
- 4- Edward JK. 1995. Principles and applications of dissolved air floatation. Water Science & Technology, 31 (3-4):1-2
- 5- Edward JK. 1991. Dissolved air floatation: Laboratory and pilot plant investigation. American Water Works Association. AWWA.
- 6- Edzwald K. 22 November 2006. Developments of High Rate Dissolved Air Flotation for Drinking Water Treatment. 7th International Symposium on Water Supply Technology. Yokohama, Japan.

