بررسی ماهیت کف های تولید شده در واحدهای فرایندی تصفیه آب بعد از عملیات پیش ازن زنی

بهمن معصومی[1*]

1-سازمان آب منطقه ای فارس،فارس،ایران

Bahman.masoomi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۲ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۹**

چکیده:

هدف کلی این مطالعه بررسی ماهیت کف های تولید شده در واحدهای فرایندی تصفیه آب بعد ازعملیات پیش ازن زنی است که در مقیاس واقعی بر روی واحد پیش ازن زنی تصفیه خانه آب کوه سبز استان فارس با تغییر میزان دوز ازن تزریقی و نمونه برداری از کف ها انجام گرفته است. نتایج بررسی ها نشان داد که کف های تشکیل شده در حوضچه ها عمدتا از دو بخش هیدروفوبیک و هیدروفیلیک تشکیل شده اند که شامل ترکیباتی از جمله کدورت، مواد معلق، مواد آلی محلول، سورفاکتانت، چربی، نیترات، فسفات، سیانوباکتر و کلروفیل a است. تحلیل عوامل ایجاد کننده کف در واحدهای فرایندی نشان داد که ساختارهای آروماتیک و آلیفاتیک ترکیبات ذکر شده به دلیل واکنش با دیگر مواد شیمیایی اضافه شده به آب ناپایدار شده و در اثر عدم وجود شرایط مناسب انعقاد و لخته سازی باعث تشکیل کف در سطح واحدهای فرایندی تصفیه آب می گردند.

کلمات کلیدی: تصفیه آب، واحدهای فرایندی، پیش ازن زنی، دوز ازن، کف

مقدمه

آب خام ورودی به تصفیه خانه ها حاوی ترکیباتی از جمله (رنگ، کدورت، اسیدهیومیک، مواد آلی طبیعی، DOC، TOC، دترجنت و کلروفیل a) می باشد که هر کدام از این پارامترها در صورت عدم تصفیه می توانند تاثیرات مختلفی را در فرآیندهای تصفیه آب و حتی کیفیت آب تصفیه شده بگذارند (معصومی و همکاران، ۱۳۹۸). از جمله پارامترهایی که در فرایندهای متداول تصفیه آب ایجاد مشکل می کند، مواد آلی طبیعی (NOMs) می باشد. بیشتر مشکلات رنگ و کف های ایجاد شده در آب را می توان به ترکیبات آلی طبیعی نسبت داد(Dabrowska et al, 2003). حضور مواد آلی طبیعی می تواند باعث ایجاد رنگ، بو و مزه در آب شده و منتج به هزینه های اضافی در امر تصفیه آب گردد (ملکوتیان و همکاران، ۱۳۸۹). سازمان جهانی بهداشت WHOحد مجاز غلظت برای NOM در آب آشامیدنی را زیر۰,۳ mg/lتعیین نموده است(WHO, 2004). این مواد گستره وسیعی از مواد را از آلیفاتیک‌های رنگی تا آروماتیک‌ها را در بر می‌گیرند و از ترکیبات شیمیایی و اندازه‌های ملکولی متفاوت تشکیل شده‌اند. مقدار آن در آب بستگی به شرایط آب و هوایی، هیدرولیکی و فاکتورهای محیطی دارد (هادیان و همکاران،۱۳۹۲). کشش سطحی یک ویژگی مهم آب است و در نتیجه باعث انسجام جذب مولکول های آب به یکدیگر می شود. چسبندگی آب را قادر می سازد تا به صورت مایع یا قطرات تشکیل شده و موجب شکل گیری امواج و جریان ها شده که نقش مهمی در توزیع دما، گازهای محلول، مواد مغذی، میکروارگانیسم ها و پلانکتون ها دارد. در یک بدنه آب سطحی، چسبندگی یک فیلم نازک یا کشش ایجاد می کند. کاهش کشش سطحی ناشی از حضور سورفاکتانتها نیمی از دستورالعمل تولید کف

در آبها است. همچنین سختی آب در مقدار کف تشکیل شده در آب مؤثر است (معصومی و همکاران،۱۳۹۸). یکی از سودمندترین روش هایی که در دنیای امروز برای تخریب ترکیبات ایجادکننده کف و همچنین ترکیبات آلی طبیعی رو به گسترش می باشد روش های اکسیداسیون شیمیایی است. ازن نیز یکی از قوی ترین مواد اکسید کنند است که مواد مقاوم را به فرم قابل تجزیه و حتی آب و دی اکسید کربن تبدیل می نماید و طی مراحل اکسیداسیون تولید ترکیبات ثانویه خطرناک نمی نماید (واعظی و همکاران، ۱۳۷۸). ازن توانایی کاهش غلظت محصولات جانبی گندزدایی و میکروارگانیسم ها را دارد و در اثر واکنش با مواد آلی طبیعی تجزیه پذیری بیولوژیکی آنها را افزایش می دهد (Dabrowska et al, 2003). عمده ترین مشکل ناشی از محصولات جانبی گندزدایی در آب، افزایش تولید ترکیبات کربنی قابل جذب بیولوژیکی و کربن آلی قابل جذب ناشی از ازن زنی آب است که منجر به رشد مجدد باکتریها درشبکه های توزیع آب، رشد و افزایش بیوفیلم در لوله ها و تأسیسات آبرسانی می شود (Nawrochi, 2003). در آب خام و آب ازن زنی شده فرم آلدئید و استالدئید غالب ترین ترکیبات کربونیل می باشند. بنابراین با توجه به میزان تشکیل ترکیبات آلدئیدی، باید به این نکته توجه کرد که ازن زنی باعث افزایش تشکیل این ترکیبات می شود (سیفی پور و همکاران،۱۳۹۲). در فرایند ازناسیون اگر ازن بیش از دوز مورد نیاز استفاده شود می تواند با پیش سازهای آلی و غیر آلی واکنش داده و سبب بوجود آمدن ترکیبات جانبی ضدعفونی و همچنین ایجاد مشکل در واحدهای فرایندی تصفیه آب نماید (معصومی و همکاران،۱۳۹۸). ازن دارای خاصیت بسیار مهم در ارتباط با محیط اطراف خود می باشد. خصوصیات میکروب کشی ازن بیانگر پتانسیل بالای اکسیداسیون آن می باشد (Heng et al, 2009). در بیشتر روشهای تصفیه آب، ازوناسیون طی یک مرحله به یک نقطه از زنجیره فرایند اعمال می شود (غالبا به آب خام). نتایج مطالعات در مورد اکسیداسیون چند مرحله ای نشان می دهد که کاربرد چند مرحله ای ازن می تواند به طریقه مناسبی تنظیم شود تا نتیجه مطلوب تری حاصل گردد و هزینه آن نیز خیلی بیشتر از یک مرحله ای نخواهد بود (وزارت نیرو، ۱۳۷۷). سیستم ازن زنی باید دارای سیستم اختلاط کامل برای حل‌کردن ازن تولید شده در آب باشد. در غیر این‌صورت فقط مقدار ناچیزی از ازن در آب حل می‌شود، در نتیجه ازن تولید شده در بهبود کیفیت آب بی‌تأثیر خواهد بود. تعیین بازده ازناسیون در فرایندهای خالص سازی در یک مطالعه موردی توسط موریسون و همکارانش در سال ۲۰۱۲ انجام گرفت. نتایج نشان دادکه پیش ازن زنی و ازن زنی میانی اثرات کافی روی pH,EC,DOC,TOC ندارد. همچنین کلروفیل a، کلروفیل کل، ضریب جذب طیفی($SAC254$) تحت تاثیر پیش ازن زنی چندان تغییر نمی کند ولی تحت تاثیر ازن زنی میانی بشدت تغییر می کند(Morrison, 2012). سیفی پور و همکاران (۱۳۹۲) بررسی تشکیل ترکیبات آلدئیدی طی فرآیند ازن زنی در تصفیه خانه آب شهید بهشتی همدان را انجام دادند. نتایج نشان داد که در آب خام و آب ازن زنی شده تشکیل آلدئیدها امکان پذیر است. ترابیان و همکارانش (۱۳۸۵) اثر پیش ازن زنی بر حذف کربن آلی کل در تصفیه آبهای سطحی را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه نشان داد پیش ازن زنی باعث بهبود حذف کربن آلی کل می شود. در طراحی واحدهای ضدعفونی شیمیایی، مقادیر$c.t$ (غلظت ماده ضدعفونی

کننده بر حسب میلی گرم در لیتر در زمان تماس بر حسب دقیقه) برای تصفیه آب در حدی در نظر گرفته می شود که کاهش ۹۹ تا ۹۹,۹ درصد میکروارگانیسم ها حاصل شود. اغلب برای به دست آوردن یک $C.t$ برای ازن حدود ۲-۱,۶ (غلظت ۰,۴ میلی گرم بر لیتر ازن برای ۵ دقیقه)، برای گندزدایی متداول کافی در نظر گرفته می شود (Twort and Ratnayaka, 2000). در صورتیکه دوز و غلظت ازن، مدت زمان تماس و شرایط هیدرولیکی مخزن طوری باشد که ازن زنی نتواند پیوندهای دو گانه مواد آلی را بشکند، آب خروجی بعد از ازن زنی در واحدهای فرایندی بعدی ایجاد مشکلاتی مانند تغییر رنگ آب و ایجاد کف در سطح حوضچه ها می نماید (معصومی و همکاران،۱۳۹۸). در تصفیه خانه آب کوه سبز بعد از انجام فرایند ازناسیون، آب پیش ازن زنی شده که به حوضچه های زلال ساز و ته نشینی وارد می شوند، تغییر رنگ یافته و کف های زرد رنگ در حوضچه ها ایجاد می شود که در فرایندهای تصفیه آب اختلال ایجاد می کنند. بنابراین هدف کلی این پروژه بررسی ماهیت کف های تولید شده در حوضچه ها، بررسی مشکلات ایجاد شده توسط کف ها و همچنین تحلیل عوامل ایجاد کننده کف در واحدهای فرایندی تصفیه آب می باشد.

روش کار:

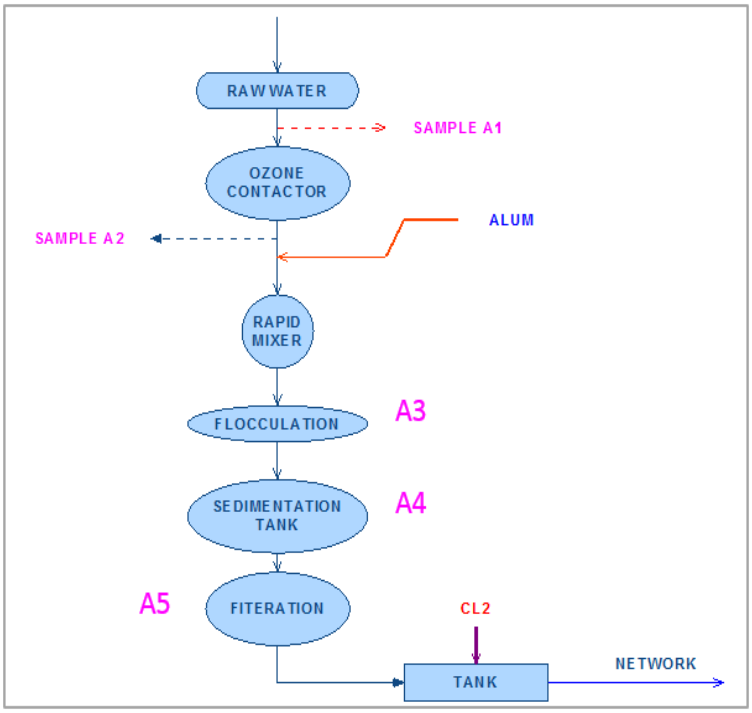
این پژوهش به صورت مطالعه موردی در مقیاس واقعی برروی آب پیش ازن زنی شده تصفیه خانه آب کوه سبز استان فارس انجام گرفته است. این تصفیه خانه در حوالی شهرستان مرودشت و نزدیک روستای کوه سبز با موقعیت، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۱ دقیقه و ۲۹,۱۶ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۵ دقیقه و ۱۶,۷۹ ثانیه شمالی قرار دارد. فرایند تصفیه آب در این تصفیه خانه مطابق روشهای متداول تصفیه است که در شکل۱دیاگرام تصفیه آب در این تصفیه خانه و نقاط نمونه گیری آورده شده است. در این مطالعه ابتدا ویژگیهای ظاهری و ابعاد تشکیل کف ها در حوضچه ها مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد به منظور آنالیز کمیت و کیفیت کف های ایجاد شده بعد از فرایند پیش ازن زنی، میزان دوز ازن تزریقی به مخزن ازن زنی را از ۳ تا ۱۰ کیلوگرم بر ساعت تغییر داده و هر بار پس از تغییر دوز ازن تزریقی به فاصله زمانی ۱ساعت از کف های ایجاد شده در سطح حوضچه ها نمونه برداری کرده و آزمایش نمونه ها انجام شده است(۸ مرحله). در هر مرحله نمونه هایی با حجم ۱/۵ لیتر از کف های ایجاد شده در حوضچه ها و فیلترها برداشت شده و با ۳ بار تکرار مورد آزمایش قرار گرفته است (نقاط A4, A3, A5). پارامترهای مورد بررسی برای آنالیز کف ها عبارتند از: pH, TSS,DOC, VSS، کدورت، قلیائیت، چربی و رنگ، نیترات و فسفات، سیانوباکترها و کلروفیل a که مطابق با روشهای استاندارد متد مورد آزمایش قرار گرفته است. روشها و دستورالعمل های مورد استفاده برای آنالیز ماهیت کف های ایجاد شده در واحدهای فرایندی تصفیه آب در تصفیه‌خانه در جدول ۱، آورده شده است.

روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

در هر مرحله کلیه آزمایشات با ۳ بار تکرار و میانگین ۳ بار تکرار هر پارامتر به‌عنوان مقدار آن گزارش می‌گردد. نتایج حاصل از آزمایشات با استفاده از نرم افزار۱۲/۵ Sigma Plotو Microsoft Office Excel تجزیه و تحلیل شده است.

جدول۱: روشها و دستورالعمل های مورد استفاده برای آنالیز ماهیت کف های ایجاد شده در واحدهای فرایندی تصفیه آب در تصفیه‌خانه

ردیف	پارامتر	نوع تجهیزات	روش اندازه گیری	دستورالعمل‌های فنی	شماره استاندارد
۱	PH	pH متر	دستگاهی	Standard Methods For The Examination of Water and weast water	۴۵۰۰-HB
۲	مواد معلق(S.S)	آزمایشگاهی	-		2540 A-D
۳	VSS	آزمایشگاهی	-		2540 E
۴	کدورت	کدورت سنج	روش نفلومتری		۲۱۳۰B
۵	سورفاکتانت	اسپکتروفتومتر	اسپکتروفتومتری		۵۵۴۰B
۶	قلیائیت	آزمایشگاهی	تیتراسیون		2320 B. 2310B
۷	*TOC*	دستگاهDR۵۰۰۰	دستگاهی		۵۳۱۰A
۸	*DOC*	دستگاهDR۵۰۰۰	دستگاهی		۵۳۱۰A
۹	کلروفیل *a*	اسپکتروفتومتر و دستگاه آلکاتورج	اسپکتروفتومتری و دستگاهی	Standard Methods دستگاه آلکاتورج	۱۰۲۰۰H
۱۰	سیانوباکتر	دستگاهی	دستگاهی	دستگاه آلکاتورج	-
۱۱	رنگ	اسپکتروفتومتر	اسپکتروفتومتری	Standard Methods For The Examination of Water and weast water	۲۱۲۰C
۱۲	نیترات(NO_3^-)	کروماتوگرافی	کروماتوگرافی		4110 B
۱۳	فسفات(PO_4^{2-})	کروماتوگرافی	کروماتوگرافی		4110 B



شکل۱- دیاگرام فرایند تصفیه آب در تصفیه خانه آب کوه سبز و نقاط نمونه برداری (A1 برای بررسی کیفیت آب ورودی، A2 برای بررسی عملکرد واحد ازن زنی و نقاط A3, A4 ,A5 برای بررسی ماهیت کف های تشکیل شده).

یافته ها:

ویژگیهای ظاهری کف های ایجاد شده در حوضچه ها:

کف های ایجاد شده توده هایی لزج ژلاتینی با ساختار کروی شکل با ابعاد مختلف و با رنگ سفید متمایل به زرد چسبیده به هم می باشند که با برهم زدن سطح آب حوضچه ها از هم جدا شده و بعد از چند ثانیه دوباره توده های کف به هم می چسبند. بوی بسیار بد و شبیه لجن گندیده شده دارند. اندازه کف های ایجاد شده در حوضچه ها متفاوت بوده و در با گذشت زمان کل حوضچه ها را می پوشاند. گاهی اوقات در گوشه های حوضچه های اختلاط، توده هایی از کف با ابعاد100*20cm یا توده های با ابعاد 120*30cm ایجاد شده که با گذشت زمان و با افزایش سرعت اختلاط آب این توده های کوچک به هم چسبیده و توده هایی با ابعاد بزرگتر را ایجاد می کند. شکلهای ۲و۳، نمونه ای از کف ایجاد شده در سطح حوضچه ها را نشان می دهد.

شکل۳- نمونه ای از کف ایجاد شده در حوضچه های ته نشینی

شکل۲-نمونه ای از کف ایجاد شده در حوضچه های اختلاط

آنالیز کف:

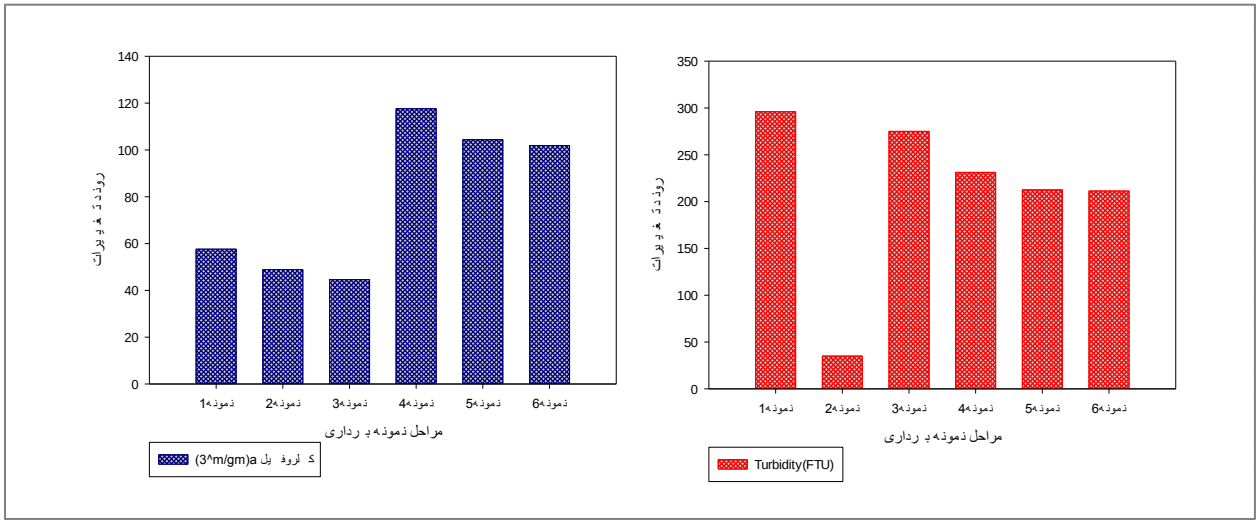
ماهیت کلی اجزای تشکیل دهنده کف های ایجاد شده در سطح واحدهای فرایندی تصفیه آب در تصفیه خانه آب کوه سبز در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۲- خصوصیات کلی کف های سطح حوضچه ها

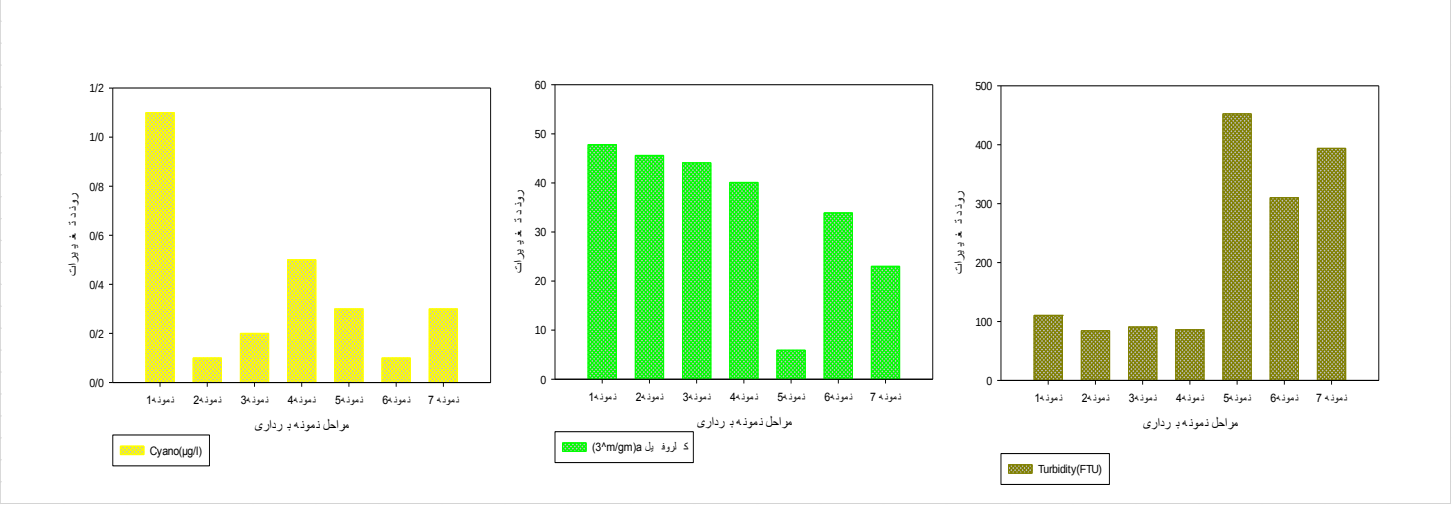
ردیف	پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین
۱	pH	-	۶,۴۳	۷,۳۹	۶,۸۷
3	رنگ	pt.co	۲۵	۳۹	۳۳,۶۷
4	قلیائیت	mg/l	۲۳۰	۲۶۳	۲۴۷,۷
5	مواد معلق(S.S)	ml/l	۲۸,۵	۳۶,۴	۳۲,۷۳
6	VSS	mg/l	۰,۱	۰,۳۸	۰,۲۲
7	DOC	mg/l	۶	۷	۶,۶
8	دترجنت	ppm	۰,۰۸۲	۰,۰۹۵	۰,۰۸۹
9	Oil& Grease	mg/l	۰,۳	۰,۴	۰,۳۷
10	نیترات(NO_3^-)	mg/l	۳,۶	۴	۳,۸۶
11	فسفات(PO_4^{2-})	mg/l	۰,۲	۰,۲	۰,۲

بررسی میزان کدورت، کلروفیل و سیانوباکترها در کف های ایجاد شده در سطح حوضچه ها:

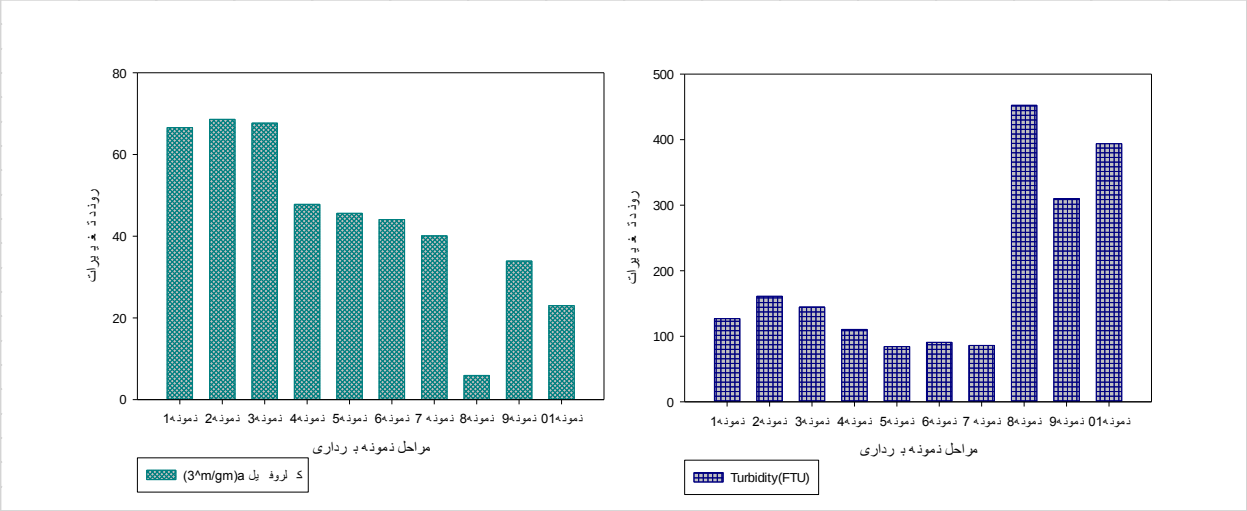
روند تغییرات پارامترهای کدورت، کلروفیل a و سیانوباکترها در کف های ایجاد شده در سطح حوضچه ها و فیلترها در مراحل مختلف و با چند بار تکرار اندازه گیری گردیده است (نمونه برداری مرحله اول با ۶ تکرار و نمونه برداری مرحله دوم با ۷ تکرار) که روند تغییرات آنها در طی مراحل نمونه برداری در نمودارهای ۲،۱ و ۳ آورده شده است.



نمودار1- روند تغییرات کیفیت کف سطح حوضچه های زلالسازی و ته نشینی (میزان کدورت، کلروفیل a و سیانو باکترها) (نمونه برداری مرحله اول)



نمودار۲- روند تغییرات کیفیت کف سطح حوضچه های زلالسازی و ته نشینی (میزان کدورت، کلروفیل a و سیانو باکترها) (نمونه برداری مرحله دوم)



نمودار۳- روند تغییرات کدورت، کلروفیل a در کف های تشکیل شده در سطح فیلترها

بحث در مورد اجزای تشکیل دهنده کف های ایجاد شده در سطح حوضچه ها و فیلترها بعد از فرایندهای ازناسیون:

میانگین تغییرات pH کف های تشکیل شده در حوضچه ها و فیلترها در طی ۳ مرحله نمونه برداری ۶,۸۷ بوده که بیشتر در محدوده pH اسیدی قرار دارد. رنگ کف ها بیشتر به رنگ سفید متمایل به زرد بوده و میانگین تغییرات رنگ کف ها در طی مراحل نمونه برداری ۳۳,۶۷(بر حسب پلاتین – کبالت) می باشد. میانگین کدورت در سطح حوضچه ها در طی ۳ مرحله نمونه برداری ۱۹۹,۶FTU و کدورت کف ها ی ایجاد شده در سطح فیلترها در حدود 196 FTU می باشد. همچنین میانگین جامدات معلق

فرار(VSS) در کف های ایجاد شده در سطح حوضچه ها و فیلترها برابر با ۰,۲۲میلی گرم بر لیتر است. قلیائیت ظرفیت کمی واکنش آب با یک اسید قوی و یا به عبارتی توان آب برای پذیرفتن پروتونها می باشد. عموما یونهای هیدروکسید(OH^-)، کربنات(CO_3^-)، بیکربنات(HCO_3^-) و نمک اسیدهای ضعیف از عوامل مهم ایجاد کننده قلیائیت آب می باشند. قلیائیت مانند pH آب نقش مهمی در فرآیندهای تصفیه به ویژه انعقاد و لخته سازی دارد و بر خاصیت خورندگی و رسوبگذاری آب اثرگذار است. میانگین قلیائیت کف در سطح حوضچه ها و فیلترها طی ۳ مرحله نمونه برداری برابر با ۲۴۷,۷ میلی گرم بر لیتر بوده است. ذرات معلق و محلول در رنگ آب تأثیر گذار هستند. مواد معلق در بدنه هاب آبی ممکن است نتیجه ای از علل و عوامل طبیعی و یا فعالیت های انسانی باشد. میانگین مواد معلق (S.S) کف های ایجاد شده در حوضچه ها و فیلترها در طی ۳ مرحله نمونه برداری برابر با ۳۲,۷۳ میلی گرم بر لیتر بوده است. DOC، به عنوان یکی از شاخصهای عمده ی کربن محلول در آب و همچنین به عنوان یک آلاینده در منابع آبی محسوب می شود که در کف ها مورد اندازه گیری قرار گرفته است. DOC مهمترین بخش DOM است که ازمولکولهای ریزی نظیر اسیدهای ساده و هیدرات های کربن و مولکولهای درشتی نظیر ترکیبات پیچیده هیومیکی تشکیل شده است. مواد هیومیک (H.S) اغلب بیشترین قسمت DOC (بین ۳۰ تا۹۰ درصد) را به خود اختصاص می دهند. وجود درصدهای متفاوت مواد هیومیکی در ترکیبات شیمیایی DOC خصوصیات تجزیه پذیری متفاوتی به آن می دهد (Wallage et al, 2006). بطور کلی غلظت DOC درمنابع آب به عوامل مختلفی از جمله دبی، اقلیم و زمین شناسی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی حوضه، فرایندها ی فیزیکی و شیمیایی خاک و غیره وابسته است. تحرک زیاد DOC در اکوسیستم های خاکی می تواند موجب انتقال آن به اکوسیستم های آبی گردد. ماهیت ناهمگن DOC این ویژگی مهم را به آن می دهد که با ترکیبات مختلفی همانند فلزات و آلاینده های آلی و حتی ترکیبات سیلیسی پیوند برقرار کند(شیرنژاد و محمدزاده ، ۱۳۹۲). میانگین تغییرات DOC کف های ایجاد شده در حوضچه ها و سطح فیلترها برابر با ۶,۶ میلی گرم بر لیتراست. میانگین تغییرات سورفاکتانت کف های تشکیل شده در حوضچه ها در طی دوره پژوهش برابر با ۰,۰۸۹ میلی گرم بر لیتر بوده است. حضور سورفاکتانت ها در بدنه های آبی یکی از عوامل تشکیل دهنده کف در آب ها هستند. کاهش کشش سطحی ناشی از حضور سورفاکتانتها نیمی از دستورالعمل تولید کف بوده و همچنین سختی آب در مقدار کف تشکیل شده در آب مؤثر است . همچنین پارامترهایی از جمله چربی و روغن در آب از عوامل تاثیر گذار در تشکیل کف در آب هستند که میانگین روغن و چربی کف ها در سطح حوضچه ها و فیلترها طی ۳ مرحله نمونه برداری برابر با ۰,۳۷ میلی گرم بر لیتر بوده است. میانگین نیترات و فسفات کف های ایجاد شده در حوضچه ها و فیلترها در طی مراحل نمون گیری به ترتیب برابر با ۳,۸۶ و ۰,۲ میلی گرم بر لیتر می باشد. سیانوباکتری ها یا سیانوفیتها دارای کلروفیل a هستند و فتوسنتز می‌کنند که اغلب آنها متحرکند (ساسانی، ۱۳۹۵). سیانوباکتری ها در محیط هایی با pH خنثی و قلیائی رشد می کنند و در

محیط هایی با pH اسیدی رشد محدود دارند (ساسانی،۱۳۹۵). بنابراین با توجه به قلیائیت بالای موجود در کف های ایجاد شده درحوضچه ها و فیلترها شرایط رشد برای سیانو باکترها (جلبک های سبز آبی) مناسب بوده و به علت تصفیه ناقص فرایندهای فیزیکی و شیمیایی قبلی در آب حوضچه ها موجود بوده و در اثر شرایط مناسب محیطی از جمله(دما، نور، شوری، رطوبت، شرایط قلیایی) توسعه یافته و باعث ایجاد رنگ و همچنین کف در حوضچه ها می گردند. میانگین سیانو باکترها در مرحله اول و دوم نمونه برداری در حوضچه ها به ترتیب برابر است با صفر و ۰,۳۷ میکروگرم بر لیتر. همچنین در آنالیز کف حوضچه ها مشاهده شده که میزان کلروفیل a در کف های ایجاد شده در حوضچه ها و فیلترها نیز قابل توجه می باشد. اندازه گیری کلروفیل a به عنوان یک شاخص مهم می تواند در ارزیابی کیفیت آب دریاچه ها، آب ورودی به تصفیه خانه ها و مشکلات ناشی از اتروفیکاسیون مورد استفاده قرار گیرد. از طرفی بین دمای سطح آب و غلظت کلروفیل همبستگی وجود داشته و دمای سطح آب به عنوان یکی از عوامل مهم در نحوه توزیع مکانی و زمانی غلظت کلروفیل a محسوب می شود. بطوریکه با افزایش دما در فصلهای گرم و سرد سال، میزان غلظت کلروفیل a نیز رفتار افزایشی یا کاهشی را نشان داده است (جلیل زاده و همکاران،۱۳۹۳). میانگین کلروفیل a در نمونه های کف های ایجاد شده در حوضچه ها طی دو مرحله اندازه گیری به ترتیب برابر است با: 34.34 mg/m3 , 79.2. همچنین همزمان با اندازه گیری سیانوباکترها و کلروفیل a، میزان کدورت در کف ها نیز اندازه گیری شده است که میانگین تغییرات کدورت در ۲ مرحله نمونه برداری با تکرار های مختلف برابر است با 210.2,218.25FTU. در طی دوره پژوهش از کف های ایجاد شده در سطح فیلترها نیز طی ۲ مرحله با ۱۰ تکرار نمونه برداری شده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که میانگین تغییرات سیانو باکترها، کلروفیل a و همچنین کدورت به ترتیب برابر است با ۰,۲۱ میکرو گرم بر لیتر،۴۴,۳۳mg/m3و۱۹۶ FTU. بنابراین این میزان بالای کلروفیل و کدورت در حوضچه ها و فیلترها حکایت از آن دارد که عملکرد ازن در تصفیه آب بسیار پایین بوده یا اینکه ازن زنی ناقص انجام می گیرد.

مشکلات ناشی از کف های ایجاد شده در سطح حوضچه ها:

کف های ایجاد شده در حوضچه ها در طی فرایند انعقاد و فلوکولاسیون مانع ته نشیتی ذرات می گردد. تشکیل حباب مانع تراکم و انباشتگی ذرات شده و حتی می تواند فلاکها را شناور کند. در طی انعقاد، فلوکولاسیون و ته نشینی باعث بارگذاری بیش از اندازه فیلترها می گردد. حباب های ایجاد شده درون فیلترها همچنین مانع عملکرد فیلتر شده وباعث ایجاد یک افت هد نا مطلوب (air binding)یا اتصال هوا می شود. در نهایت حباب های هوا در آب به عنوان مقداری از کدورت اندازه گیری شده گزارش می شود. جذب هوا و ازناسیون آب، عوامل کلیدی اشباع شدن گازهای محلول و احتمال تشکیل حباب در تصفیه خانه آب می باشند. اشباع شدن گازهای محلول منجر به تشکیل حباب در تصفیه خانه آب شده و باعث ایجاد مشکلات خاصی می شود.

تحلیل عوامل ایجاد کننده کف در فرایندهای تصفیه آب:

تولید کف در آب بیشتر مربوط به کشش سطحی و مواد فعال سطحی می‌باشد. کشش سطحی خاصیتی منحصر به فرد برای محلولها و مایعات به حساب می‌آید که تحت تاثیر پارامترهایی هم چون دما، ناخالصی ها وعوامل دیگر می‌باشد. اگر ناخالصی جز مواد فعال سطحی باشد باعث کاهش کشش سطحی می شود. مواد فعال سطحی دارای ساختار ویژه سر آبدوست و دم آب گریز است که حاصل زنجیره هیدرو کربنی می‌باشد. طول زنجیره هیدرو کربنی بر قدرت مواد مواد فعال سطحی موثر است. مواد فعال سطحی دارای ساختار مولکولی خاص بوده و بیشتر در سطح مایعات جمع می شوند(مانند مواد شوینده)، بطوریکه سمت آب دوست به طرف آب وسمت آب گریز مولکول به طرف بیرون سطح قرار می گیرد. مواد فعال سطحی با کاهش کشش سطحی سبب افزایش تشکیل کف در مایعات می شوند (Hadler & Cilliers, 2019 and Loubiere & Hébrard , 2004). اختلالات ایجاد شده توسط کف بسیارگسترده است، در چنین شرایطی سعی می‌شود با انجام اعمال ساده مانع از ایجاد کف شد مانند؛ هم زدن در فصل مشترک گاز– مایع، جلوگیری از ایجاد تلاطم در سطح مایع، به حداقل رساندن غلظت موادی که تمایل به کف دارد و جلوگیری از ایجاد گرادیان زیاد خلاء یا فشار و در بعضی مواقع می توان از ضد کف استفاده کرد. نتایج کلی بازدیدهای میدانی نشان داد که علل و عوامل اصلی ایجادکننده کف در سطح حوضچه ها بعد از فرایند پیش ازن زنی عبارتند از: طراحی نامناسب مخزن ازن زنی، کم بودن تعداد بافلها در مخزن، موقعیت‌های نامناسب ورودی و خروجی مخزن، معیوب بودن واشرهای دیفیوزرهای نصبی و رسوب گرفتگی بیش‌ازحد دیفیوزرهای تزریق ازن، عدم بهره‌برداری صحیح از واحد ازن زنی، عدم اختلاط کامل ازن با آب، دبی بالای آب ورودی، عدم تناسب دوز ازن تزریقی با کیفیت آب ورودی به مخزن ازن زنی، پایین بودن مدت‌زمان تماس ازن با آب، عدم تنظیم دقیق غلظت ازن و زمان تماس ازن با آب (CT) و نامناسب بودن دوز ماده منعقد کننده تزریقی در واحد اختلاط و لخته سازی. همچنین با توجه به بالا بودن میزان دبی آب ورودی به مخزن ازن زنی تصفیه خانه آب کوه سبز و افزایش میدان سرعت ایجاد شده در مخزن مشاهده شد که مناطق بدون گردش آب در مخزن ازن زنی وجود دارد و باعث ایجاد مناطق مرده و اتصال کوتاه می‌شوند. وجود مناطق مرده و گردش کوتاه (اتصال کوتاه) فرصت تماس بین ازن و پاتوژنها را کاهش داده و راندمان گندزدایی و راندمان هیدرولیکی مخزن را به‌طور قابل‌توجهی کمتر از آنچه انتظار می‌رود نشان می‌دهد. عدم تزریق مناسب دوز و غلظت ماده منعقد کننده، عدم وجود زمان ماند کافی در حوضچه اختلاط، همچنین عدم تنظیم سرعت پاروها در اختلاط تند و کند و نامناسب بودن نوع ماده منعقد کننده و عدم تنظیم اسیدیته و قلیائیت آب از جمله دیگر عوامل تشکیل کف در سطح حوضچه ها و فیلتر هاست. لذا برای بر طرف شدن مشکل کف های ایجاد شده در سطح حوضچه ها باید عملکرد هیدرولیکی و گندزدایی مخزن ازن زنی تصفیه خانه و همچنین میزان و نوع مواد منعقد کننده مورد بررسی و بازبینی قرار گیرد.

راهکارهای اصلاحی:

۱- اصلاح وضعیت هیدرولیکی مخزن ازن زنی (افزایش تعداد بافلها در مخزن، تعیین موقعیت‌های مناسب ورودی و خروجی مخزن، اصلاح واشرهای دیفیوزرهای نصبی و رفع رسوب گرفتگی بیش‌ازحد دیفیوزرهای تزریق ازن)
۲- تنظیم میزان دبی آب ورودی به واحد ازن زنی و افزایش مدت زمان تماس ازن با آب و ایجاد شرایط اختلاط کامل ازن با آب
۳- تنظیم میزان دوز و غلظت ازن تزریقی به واحد ازن زنی متناسب با کیفیت آب ورودی به مخزن ازن زنی
۴- تنظیم دوز ماده منعقد کننده تزریقی در واحد اختلاط و لخته سازی.
۵- جلوگیری از ایجاد تلاطم در سطح مایع و به حداقل رساندن غلظت موادی که تمایل به کف دارد.
۶- استفاده از مواد ضد کف در سطح حوضچه ها

نتیجه گیری :

با توجه به مشاهده بخش های هیدروفوبیک(اسید هیومیک) و هیدروفیلیک(چربی) در کف های تشکیل شده در حوضچه ها و نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه های کف، می توان گفت که ترکیبات آلی در اثر اکسیداسیون توسط ازن ناپایدار شده و باسایر ترکیبات جانبی حاصل از ازناسیون و مواد شیمیایی اضافه شده واکنش می دهد. بخش های هیدروفوبیک با ساختارهای آروماتیک و هیدروفیلیک با ساختار آلیفاتیک به دلیل واکنش با دیگر ترکیبات و مواد شیمیایی اضافه شده به آب ناپایدار شده و در اثر عدم وجود شرایط مناسب انعقاد و لخته سازی باعث تشکیل کف در سطح حوضچه و فیلترها می گردد. لذا بیشتر مواد آلی موجود در کف های ایجاد شده بعد از کواگولاسیون از نوع NOM های هیدروفیلیک هستند که توده مولی آن کم و چگالی کمی دارند. همچنین با توجه به وجود سیانوباکترها (جلبک های سبز- آبی) و کلروفیل a در اجزای تشکیل دهنده کف ها که از عوامل ایجاد رنگ و کف در آب می باشند، می توان گفت فرایند پیش ازن زنی به نحو مطلوب انجام نشده که علت این امر ممکن است در اثر دوز و غلظت ناکافی ازن و همچنین عدم اختلاط صحیح ازن با آب یا در اثر زمان تماس کم ازن با آب می باشد. لذا می توان نتیجه گرفت که عوامل فرایندی و طراحی واحد ازناسیون نیز در تشکیل رنگ و کف حوضچه ها موثر هستند. بررسی عملکرد واحد های اختلاط و لخته سازی نشان داد که عملکرد نامناسب واحد اختلاط و لخته سازی یکی دیگر از عوامل ایجاد کننده کف در واحد های فرایندی تصفیه آب است که در اثر عدم تزریق مناسب دوز و غلظت ماده منعقد کننده، عدم وجود زمان ماند کافی در حوضچه اختلاط، عدم تنظیم سرعت پاروها در حوضچه ها، نامناسب بودن نوع ماده منعقد کننده و عدم تنظیم و کنترل اسیدیته و قلیائیت آب(بهبود تشکیل فلوکها) ایجاد می شود. لذا به منظور کنترل پدیده فوق لازم است تا عوامل طراحی واحدهای فرایندی تصفیه آب در تصفیه خانه (واحدهای ازن زنی، انعقاد و لخته سازی و ته نشینی) و همچنین عوامل فرایندی بدقت مورد بررسی و باز بینی قرار گیرد.

منابع:

۱- ترابیان، ع. قدیم خانی، ع.ا. رشیدی مهرآبادی، ع. شکوهی هرندی، م. جانبگلو، ر.۱۳۸۵ . بررسی اثر پیش ازن زنی بر حذف کربن آلی کل در تصفیه آبهای سطحی. مجله آب و فاضلاب. (۲)۱۷. ص ۹-۲.

۲- جلیل زاده، ا. سلیمی، م. روزبه نیا، پ. ۱۳۹۳. شناسایی و اندازه گیری مقادیر کلروفیل های aو b در سدهای کرج، طالقان و لتیان با استفاده از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا(HPLC/UV-VIS) . مجله آب و فاضلاب ، (۴)۲۵. ص ۲۶-۲۱.

۳- سیفی پور، ف. صمدی، م.ت . عوض پور، م. ۱۳۹۲. بررسی تشکیل ترکیبات آلدئیدی طی فرآیند ازن زنی در تصفیه خانه آب شهید بهشتی همدان. شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط. تبریز. دانشگاه علوم پزشکی. ص ۳۳.

۴- ساسانی. ز. ۱۳۹۵. بررسی خوگیری سیانوباکتریوم Lyngbya Obscura به شرایط افراطی و فوق افراطی قلیاییت نگرش اکوفیزیولوژیک.پنجمین کنفرانس بین المللی علوم و تکنولوژی. لندن- انگلستان. ص ۱۶۸۷-۱۶۸۴.

۵- شیرنژاد، ز. محمدزاده، ح. ۱۳۹۲. بررسی منشأ و تغییرات کربن آلی محلول در منابع آب. هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.

۶- معصومی، ب. جعفرزاده حقیقی فرد، ن. طباطبایی، ط. کوهگردی، ا. جرفی،س. ۱۳۹۸. بررسی عوامل موثر بر کیفیت آب در فرایند پیش ازن زنی و ارایه مدل پایدار بهره برداری به کمک دینامیک سیالات (بررسی موردی: مطالعه مقیاس آزمایشگاهی در تصفیه خانه آب کوه سبز استان فارس). رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر. ص۵۵-۵۳.

۷- ملکوتیان، م. محوی، ا.ح. حیدری، م.ر. مصطفوی، ع.۱۳۸۹. مقایسه پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته شده و فرایند الکتروکوگولاسیون در حذف مواد آلی طبیعی آب سطحی. سیزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران. کرمان. دانشگاه علوم پزشکی. ص ۳۹.

۸- واعظی، ف. محوی، ا.ح . دهقانزاده، ر. ۱۳۷۸. تهیه ازن و استفاده از آن در حذف دترجنت از آب و فاضلاب. دومین همایش ملی بهداشت محیط. تهران. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران.

۹- وزارت نیرو. سازمان برنامه و بودجه. ۱۳۷۷. راهنمای بهره برداری و نگهداری واحدهای تصفیه‌خانه آب. نشریه . ص ۱۰۳-۹۶.

۱۰- هادیان، ر. محمدمهدی، ا. بینا، ب. مصطفوی، س.ح. ۱۳۹۲. بررسی کارایی پرمنگنات پتاسیم در حذف پیش سازهای تری هالومتانها از آب ورودی به تصفیه خانه آب اصفهان. شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط. تبریز. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی. ص۱۹۸.

11- Dabrowska.A. Swietlik.J. and Nawrocki. J. 2003. Formation of aldehyes upon Clo2 disinfection. Journal of Wat. Res. 37. 1161-1169.
12- Heng. L. Jun. N. Guibai. L. 2009. Algae removal by Ozone, State Key Laboratory of Urban Water Resource and Environment (SKLUWRE), School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Desalination. 239(1-3). 191-197.
13- Hadler. K. Cilliers. J. J. 2019, The Effect of Particles on Surface Tension and Flotation Froth Stability, Mining. Metallurgy & Exploration. 36.63–69.
14- Loubiere. K. Hebrard. G. 2004. Influence of liquid surface tension (surfactants) on bubble formation at rigid and flexible orifices. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. 43(11). 1361-1369.
15- Morrison .S. Venter. A. Barnard. S. 2012. A case study to determine the efficacy of ozonation in purification processes. Journal of Water SA. 38 (1).
16- Nawrochi.J. Swietlik. J. Raczyk-Stanislawiak. U. Dabrowska. A. Bilozor. S. Ilecki. W. 2003. Influence of ozonation conditionson aldehyde and carboxylic acid formation Ozone: Science & Engineering .The Journal of the International Ozone Association.25(1). 53-62.
17- Twort. A.C. Ratnayaka. D.D. 2000. Water supply. 5th ed.TWA.452.
18- World Health Organization (WHO).2004. Guidelines for Drinking water Quality: Recommendations.1(3).
19- Wallage. Z.E. Holden. J. McDonald. A.T. 2006. Drain blocking: An effective treatment for reducing dissolved organic carbon loss and water discolouration in a drained peatland. Science of the Total Environment. 367. 811-821.

Investigating the nature of foams produced in water treatment process units after pre-ozonation operation

Abstract

The aim of this study was to determine the nature of the foam produced in the process of water purification operations after the pre- ozonation which on a real scale on the pre-ozonation unit of Kuh Sabz water treatment plant in Fars province with has been done by changing the dose of ozone injection and sampling of the foams. The results showed that the foam formed in the ponds they are mainly composed of two parts, hydrophobic and hydrophilic which contains compounds such as turbidity, suspended solids, dissolved organics, surfactants, fats, nitrates, phosphates, cyanobacteria and chlorophyll a. Analysis of foam forming factors in process units showed that aromatic and aliphatic structures of compounds unstable due to reaction with other chemicals added to water and due to the lack of suitable conditions for coagulation and flocculation causes the formation of foam in water treatment process units.

Keywords: water treatment, process units, pre-ozonation, ozone dose, foam