Archive of SID

بررسی کارایی ازناسیون در کاهش کل کربن آلی و باکتری‌های کلیفرم در تصفیه‌خانه آب اصفهان در سال ۱۳۸۳

محمدرضا شاهمنصوری[۱] مهدی کارگر[۲]

(دریافت ۸۴/۱/۳۰ پذیرش ۸۴/۴/۳۰)

چکیده

ازن به عنوان یک اکسیدکننده و ضدعفونی کننده قوی از اوایل قرن گذشته کاربرد وسیع و فراوانی در عملیات تصفیه آب پیدا کرده است. غلظت ازن مورد استفاده در عملیات تصفیه آب، به میزان ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر ازن، برای ۵ دقیقه برای گندزدایی در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مکمل ضدعفونی با ازن، از کلر استفاده می‌شود که به نام فرآیند ازن – کلر مشهور است.تصفیه‌خانه آب اصفهان از سال ۱۳۸۲ به منظور گندزدایی در فاز یک با ظرفیت $5m^3/s$ از فرایند ازن -کلر استفاده می‌نماید . هدف از این بررسی تعیین کارایی ازن در کاهش کل کربن آلی(TOC) و عوامل باکتریایی است که در آب خام ورودی به تصفیه‌خانه وجود داشته و می‌بایستی در فرآیندهای تصفیه کاهش بیابد. در این بررسی به مدت سه ماه تعداد ۲۵ نمونه از قسمتهای مختلف ورودی ،بعد از ازن زنی اولیه، بعداز ازن زنی ثانویه و خروجی تصفیه‌خانه آب اصفهان برداشت شد و آزمایشهای میکروبی و کل کربن آلی برروی نمونه ها انجام گرفت. بر اساس آزمون آماری مشخص شد که میانگین غلظت کل کربن آلی و تعداد باکتریهای کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی در قسمتهای ورودی ،بعد از ازن زنی اولیه و بعد از ازن‌زنی ثانویه اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$) اما میانگین این پارامترها بعد از ازن‌زنی ثانویه و خروجی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P>۰/۰۵$) .باتوجه به معنی‌دار نبودن اختلاف ازن زنی ثانویه و خروجی برای کل کربن آلی و باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی ازن زنی به تنهایی برای گندزدایی آب در این تصفیه‌خانه کافی نیست و در نتیجه، کلرزنی در قسمت خروجی تصفیه‌خانه، هم برای ایجاد باقی‌مانده و هم برای گندزدایی کامل آب مورد نیاز می باشد.

واژه‌های کلیدی : ازناسیون ، کل کربن آلی ، باکتری‌های کلیفرم ، گندزدایی، تصفیه خانه آب اصفهان.

Efficiency of Ozonation in Decreasing Total Organic Carbon and Total Coliform Bacteria in Isfahan Water Treatment Plant

Mohammad Reza Shahmansouri[1], Mehdi Kargar[2]

Abstract

Ozone, as a powerful oxidant and disinfectant, has found wide applications in water treatment since early 20th century. A concentration level of 0.4mg/L for 5 minutes is considered to be sufficient for conventional disinfection in water treatment. The ozonation-chlorination process, with chlorine as a supplementary disinfectant, has been used since 2003 in phase 1 of Isfahan Water Treatment Plant with an influent capacity of $5m^3/s$. The object of this study is to determine ozone efficiency in decreasing total organic carbon, total coliform, and fecal coliform in raw water. In this study, 25 samples over the 3 months of study were collected from the influent, after both primary and secondary ozonation stages, and from the effluent from Isfahan Water Treatment Plant. The microbial test and total organic carbon (TOC) were measured. The results showed significant differences ($p<0.05$) between average values for TOC concentration and coliform and fecal coliforms in the influent, the primary ozonation, and the secondary ozonation but average values for the same parameters in the secondary ozonation and the plant effluent were not significant ($p >0.05$). The result obtained from this study revealed that the application of ozone as a disinfectant in the water treatment plant in Isfahan is not adequately efficient and that final chlorination may, therefore, be necessary.

Key words: *Ozonation, Total Organic Carbon, Coliform Bacteria, Disinfection, Isfahan Water Treatment Plant*

1-Associate Professor, Department of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences
2- Graduate Student of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

ازن گازی است ناپایدار و به وسیله الکترولیز و واکنشهای فتوشیمیایی یا واکنشهای رادیوشیمیایی با تخلیه الکتریکی تولید می‌شود [۱]. دلایل اصلی استفاده از ازن به عنوان گندزدا در تصفیه آب آشامیدنی حذف آلاینده‌های میکروبی و اکسیداسیون و یا ترکیبی ازهر دو می‌باشد[۲]. اولین تصفیه‌خانه‌ای که از فرآیند ازن زنی استفاده کرد، تصفیه‌خانهٔ نیس شهر فرانسه بود که بهره‌برداری از آن در سال ۱۹۰۰ شروع شد [۳]. قبل از استفاده از ازن از کلر و دی اکسیدکلر برای کنترل آلودگی میکروبی استفاده می‌شد؛ اما چون استفاده از کلر منجر به تشکیل فرآورده‌هایی ناخواسته می‌شد، تمایل به استفاده از ازن به وجود آمد. ازن را معمولاً در مراحل میانی تصفیه و به عنوان مکمل فرآیند ضدعفونی کردن به همراه کلر به کار می‌برند. این فرآیند به نام ازن- کلر یا ازن- ازن- کلر نامیده می شود[٤].

در طراحی گندزدایی شیمیایی، مقادیرc.t (غلظت گندزدا برحسب 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 میکروارگانیسمها حاصل شود.اغلب برای به دست آوردن یک c.t ، برای ازن حدود ۲mg min/L-۱/٦ (غلظت ۰/۴ mg/L ازن برای ۵ دقیقه)، برای گندزدایی متداول کافی در نظر گرفته می‌شود، در حالیکه برای کلر، غلظت ۵-۱ mg/L برای ۳۰ دقیقه در نظر گرفته می شود [۵].

کربن آلی در منابع آبی می‌تواند به طور مستقیم ناشی از گیاهان فتوسنتز کننده و یا به طور غیر مستقیم از مواد آلی خاک باشد. در آبهای سطحی، غلظت کل کربن آلی معمولاً کمتر از ۱۰mg/L ودر آبهای زیرزمینی کمتر از ۲ mg/L می‌باشد، مگر این که فاضلاب صنعتی یا شهری از مواد آلی طبیعی دارای رنگ بالا و موجود در باتلاق‌ها وارد آن شود[٦].

وقتی ازن به آب افزوده می‌شود، موجب افزایش ذرات درشت می‌شود. این ذرات معلق خود سبب جذب مواد کلوییدی از مواد آلی و تغییرات اساسی در کل کربن آلی و کدورت شده که این امر نهایتاً سبب کاهش مواد منعقد کننده مصرفی و تسریع در ته‌نشینی ذرات معلق می شود [۷]. در تصفیه‌خانه آب اصفهان از سال ۱۳۸۲ به منظور ضدعفونی کردن آب استحصالی در فاز یک با ظرفیت ۵m^3/s از فرایند ازن- کلر استفاده می‌نمایند. هدف از این بررسی تعیین کارایی ازن‌زنی در تصفیه‌خانه آب اصفهان در فاز یک می‌باشد. به این منظور دو شاخص اصلی شامل کل کربن آلی و محتمل‌ترین تعداد کلیفرم‌ها طی مراحل تصفیه مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته اند.

۲- مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مشاهده‌ای، مقطعی و آینده‌نگر می‌باشد. جمعیت میکروبی آب ورودی، خروجی، بعد از ازن‌زنی اولیه و بعد از ازن‌زنی ثانویه در عملیات تصفیهٔ آب در تصفیه‌خانه آب اصفهان مورد مطالعه قرار گرفت. زمان انجام این بررسی از مهرماه سال ۱۳۸۳ تا دی‌ماه ۱۳۸۳ بود. تعداد ۲۵ عدد نمونه در نظر گرفته شد. مقدار نمونه در هر نوبت نمونه‌برداری برابر ۳۰۰ میلی‌لیتر برای کل کربن آلی و۱۰۰ میلی‌لیتر برای محتمل‌ترین تعداد کلیفرم بود [۸]. برای نمونه‌برداری از نظر TOC از روش استاندارد 5310-B استفاده شد. در این روش از یک تحلیل‌گر کربن با استفاده از سیستم تشخیص مادون قرمز استفاده شده است [۸]. برای اندازه‌گیری باکتریهای کلیفرم از روش تخمیر ۹ لوله‌ای، آزمایش احتمالی، تأییدی و تکمیلی محتمل‌ترین تعداد کلیفرم انجام گرفت [۱ و ۳]. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه دانشکدهٔ بهداشت اصفهان برای تعیین باکتریها و آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب اصفهان برای تعیین کل کربن آلی مورد آزمایش قرار می‌گرفت. آنالیزهای آماری با نرم افزار SPSS از نظر میانگین ، انحراف معیار و P_{Value} مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند.

۳- نتایج

مجموع نمونه های آزمایش شده ۱۰۰ نمونه می باشد که در مدت سه ماه برداشت شد. میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. درصد کاهش میزان کل کربن آلی و باکتریهای کلیفرم در شکل ۳ نشان داده شده است.

۴- بحث و نتیجه گیری

www.SID.ir

Archive of SID

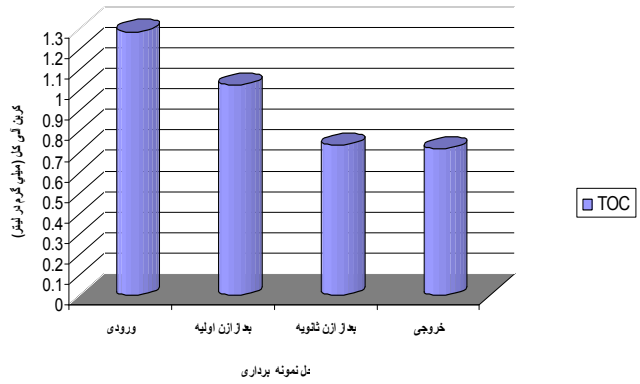
با توجه به شکل ۱ واز نظر آزمون آماری، بررسی نشان داد که میانگین غلظت کل کربن آلی در آب خام ورودی و بعد از ازن زنی اولیه و بعد از ازن زنی ثانویه اختلاف معنی‌دار وجود دارد (P<۰/۰۵). در صورتی که میانگین غلظت کل کربن آلی پس از ازن زنی ثانویه نسبت به خروجی اختلاف معنی‌داری ندارد (P>۰/۰۵). شکل ۳ نشان می دهد که درصد کاهش کل کربن آلی پس از ازن زنی اولیه ۲۰/٤ درصد و پس از ازن زنی ثانویه ۲۸ درصد و پس از خروجی ۲/۵ درصد بوده است و باتوجه به این نکته که انعقاد و فیلترها نیز بر روی حذف کل کربن آلی مؤثرند، می‌توان گفت که ازناسیون تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی حذف کل کربن آلی نداشته است.

با توجه به شکل ۲ و انجام آزمونهای آماری، میانگین تعداد باکتریهای کلیفرم (محیط کشتBG) در ورودی و بعد از ازن زنی اولیه اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). این اختلاف معنی‌دار بعد از ازن زنی اولیه و ثانویه نیز مشاهده شد. درحالی که میانگین باکتریهای کلیفرم بعد از ازن زنی ثانویه و خروجی با هم اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). میانگین تعداد کل کلیفرم‌های مدفوعی (محیط کشت EC) ورودی و بعد از ازن زنی اولیه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت؛ معنی دار بودن این اختلاف در میانگین کلیفرم‌های مدفوعی بعد از ازن زنی اولیه و ازن زنی ثانویه نیز مشاهده شد. مشابه تعداد باکتریهای کلیفرم، میانگین تعداد کلیفرم‌های مدفوعی بعد از ازن زنی ثانویه و خروجی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و این پدیده نشان دهنده این نکته است که تأثیر ازن زنی ثانویه بیشتر از ازن زنی اولیه است. در شکل ۳ ، درصد کاهش باکتریهای کلیفرم بین آب ورودی و بعد از ازن زنی اولیه۳٦/٦ درصد و بین ازن زنی اولیه و ازن زنی ثانویه ۹٦/۵ درصد و میزان کاهش بین ازن زنی ثانویه و خروجی ۱۰۰درصد و برای کلیفرم‌های مدفوعی درصد کاهش بعد از ورودی و ازن زنی اولیه ۵۵/۳ درصد و بین ازن زنی اولیه و ثانویه ۹۸/٤۵ درصد و بعد از ازن زنی ثانویه و خروجی۱۰۰درصد می‌باشد. این اختلاف که تقریباً دو برابر است، بین ازن زنی اولیه و ثانویه، ناشی از غلظت آن می‌باشد که در ازن زنی اولیه غلظت تزریق ازن ۰/۲ پی پی ام و در ازن زنی ثانویه ۰/۸ پی پی ام می‌باشد.طبق مرجعهای مختلف غلظت ۰/٤ mg/L ازن با زمان تماس ۵ دقیقه برای کاهش log ۲ تا ۳ باکتری کافی می‌باشد [۵].

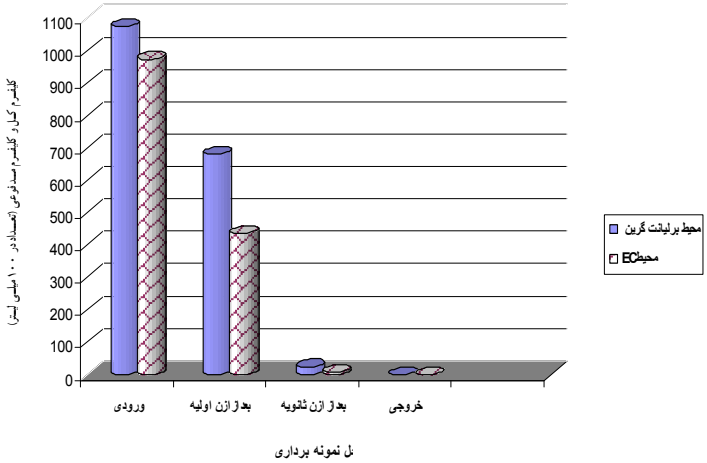
باید توجه کرد که مقدار ازن‌زنی در تصفیه‌خانه آب اصفهان کافی نیست و در نتیجه بعد از ازن زنی ثانویه به طور متوسط ۲٤ باکتری کلیفرم و ۷ کلیفرم مدفوعی مشاهده می‌شود. با توجه به معنی‌دار نبودن اختلاف بین ازن زنی ثانویه و خروجی برای حذف باکتریهای کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی، ازن زنی به تنهایی برای گندزدایی آب در این تصفیه‌خانه کارایی ندارد. در نتیجه کلرزنی در قسمت خروجی تصفیه‌خانه، هم برای ایجاد باقی‌مانده و هم برای گندزدایی کامل آب مورد نیاز می‌باشد.

www.SID.ir

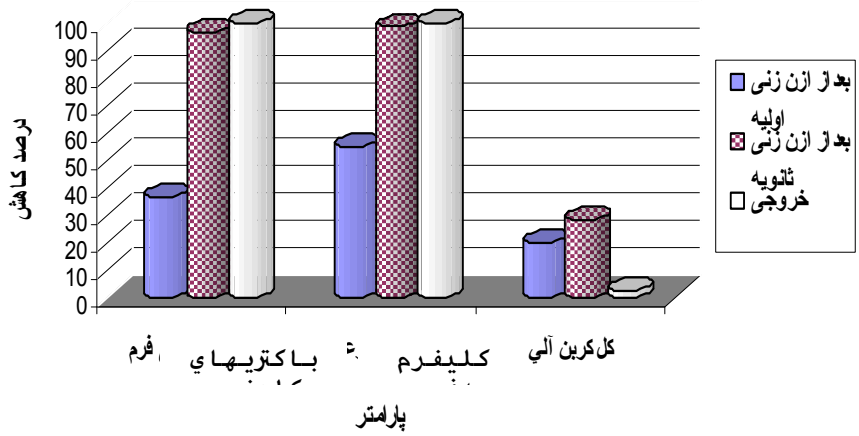
Archive of SID



شکل ۱- میانگین کل کربن آلی در تصفیه‌خانه آب اصفهان سال ۱۳۸۳



شکل ۲- میانگین تعداد باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی در تصفیه‌خانه آب اصفهان در سال ۱۳۸۳



شکل ۳- درصد کاهش باکتریهای کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی و کل کربن آلی بعد از زن‌زنی اولیه، ثانویه و خروجی در سال ۱۳۸۳

www.SID.ir

Archive of SID

۵- مراجع

1- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., and Stensel, H.D. (2003). "Wastewater engineering: treatment and reuse." 4th ed. *McGraw Hill* , 1286- 1295.

2- Gunten, U.V. (2003). "Ozonation of drinking water part I, oxidation kinetics and product formation." www.elsevier. com/locate/waters, 1443-1467.

3- Bitton, G. (1999). "Wastewater microbiology." 2nd edition, *John Wiley and Sons Inc*, 578.

4- Gottschalk, C., Libra .JA., and Saupe, A. (2002). "Ozonation of water and wastewater", *E. and F.N. Spon Ltd*. London, 22-35.

5- Twort, A. C., and Ratnayaka, D. D. (2000). "Water supply." 5th ed. *IWA* , 452.

6- Chapman, D.(1996). *"Water quality assessments."* 2nd ed. *E. and F.N. Spon*.

۷- معاونت امور فنی و تدوین معیارها، (۱۳۷۷)" راهنمای بهره برداری و نگهداری واحد های تصفیه خانه آب." نشریه ۱۷۷ سازمان برنامه و بودجه، *انتشارات سازمان برنامه و بودجه*،(۷)، ۱۱۰-۹٤.

8-APHA, AWWA, WPCF, (1992). "Standard methods for the examination of water and wastewater." 18th ed., *APHA, NW*.

www.SID.ir