

# ارزیابی کارایی واحد پیش ازن زنی در حذف کدورت و TOC

(مطالعه موردی: تصفیه خانه آب کوه سبز)

بهمن معصومی<sup>۱\*</sup>، نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد<sup>۲</sup>، طیبه طباطبایی<sup>۲</sup>، اسماعیل کوهگردی<sup>۳</sup>، سهند جرفی<sup>۴</sup>

۱- گروه مهندسی محیط زیست (آب و فاضلاب)، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران، masoomi37@gmail.com

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

۳- گروه مهندسی محیط زیست، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

۴- گروه مهندسی محیط زیست، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

۵- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۵

## چکیده

هدف کلی این تحقیق بررسی میزان کدورت و کربن آلی کل (TOC) آب خام ورودی به تصفیه خانه و کارایی واحد پیش ازن زنی در حذف این ترکیبات است. طی مدت ۶ ماه نمونه گیری از آب خام و آب پیش ازن زنی انجام شد و مطابق با روش استاندارد متد مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که بین میزان کربن آلی کل ورودی با میزان کدورت رابطه مستقیم وجود دارد، که این مسئله بیشتر در فصل زمستان و در بهمن ماه با کدورت بالای ۱۸ NTU و TOC بالای ۷ mg/l مشخص شد. همچنین مشخص شد که میانگین راندمان واحد پیش ازن زنی در حذف کربن آلی کل با میانگین دوز ازن ۳ kg/hr و مدت زمان تماس ۱۸ دقیقه ۲۰٫۵۲٪ می باشد، بطوریکه بیشترین راندمان حذف TOC در بهمن ماه بوده (۳۵٫۷٪) و کمترین راندمان حذف (۱۴٫۰۸٪) در اردیبهشت می باشد. میانگین راندمان حذف کدورت ۶۱٪ می باشد، که بیشترین و کمترین درصد حذف به ترتیب در بهمن ماه با ۸۵٫۲٪ و در تیرماه با ۳۰٪ می باشد.

واژه های کلیدی: تصفیه خانه آب کوه سبز، پیش ازن زنی، کدورت، TOC، راندمان حذف

## مقدمه

سرطان زا می باشند و عدم امکان حذف کامل در تصفیه متداول از اهمیت ویژه ای برخوردارند (نجف پور و همکاران، ۱۳۹۴). در طول تصفیه آب ترکیبات نیتروژنی مواد آلی طبیعی می تواند در واکنش با ضد عفونی کننده ها تشکیل ترکیبات سرطان زا، تری هالومتان ها و هالواستیک اسیدها بدهند. سازمان

آب های طبیعی حاوی مواد آلی می باشند که در اثر تجزیه مواد گیاهی وارد آب شده اند. از مهمترین این مواد آلی اسید هیومیک، لیگنین ها، تانن ها، هیدروکربن ها، آمینو اسید ها، فنلیک ها و اسید های چرب می باشند. مواد آلی طبیعی که از منابع طبیعی و مصنوعی، وارد آب می شوند به علت ویژگی های خاص از جمله بو و مزه نامطبوع، واکنش کلر و تشکیل فرآورده های فرعی گندزدایی<sup>۱</sup> (DBPs) که اغلب

تصفیه آب و پساب به عنوان یک عامل اکسید کننده حائز اهمیت می باشد. ادوارد و بنجامین اثر پیش ازن زنی بر واکنش بین منعقد کننده و کل ترکیبات آلی (مواد آلی طبیعی) را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که افزایش دوز ازن موجب افزایش باقیمانده های فلزی، هم در منعقد کننده های آهن و هم در منعقد کننده های آلومنیوم می گردد. عبارتی با افزایش دوز ماده منعقد کننده، پتانسیل زتا افزایش می یابد (منفی تر می شود) و در نهایت باقیمانده های فلزی کمتر حذف می شود (ادوارد و بنیامین، ۱۹۹۲، ۴). در یک تصفیه خانه متعارف که از آب سطحی بعنوان ورودی استفاده می نماید اولین مرحله تصفیه حذف کدورت می باشد که براساس کیفیت آب خام ورودی باید تعیین نمود که چه مقدار دوز ازن زنی مورد نیاز است. برای آب های با کدورت زیاد مصرف مقدار کمی ازن باعث کاهش کدورت می شود درحالی که مصرف مقدار زیاد ازن باعث افزایش کدورت می گردد. اگر پیش ازن زنی برای آب های با کدورت کم در نظر گرفته شود اغلب مقادیر کم ازن کفایت می نماید و در نتیجه تمام مراحل اکسیداسیون به منظور انجام گند زدائی اولیه در یک نقطه صورت می پذیرد. در این گونه موارد معمولاً از فیلتراسیون مستقیم جهت عملیات صاف سازی استفاده می شود و ازن از طریق ناپایدار کردن ذرات معلق و خنثی سازی بار ذرات کلوئیدی موجبات حذف کدورت را فراهم می نماید. این امر موجب انجام مناسب تر فرایند انعقاد و صرفه جوئی در مصرف مواد شیمیائی مورد نیاز می گردد به گونه ای که صرفه جویی حاصل از مصرف مواد با افزایش هزینه های مربوط به نصب سیستم ازن زنی مطابقت می نماید (مرکز تحقیقات ازن پزشکی و خانگی ایران، ۲۰۰۷). سعدانی و همکاران مقایسه تاثیر فرایندهای ازن زنی و کربن فعال به صورت مجزا و کاتالیتیکی باهم جهت

جهانی بهداشت (WHO) حد مجاز غلظت برای مواد آلی طبیعی<sup>۲</sup> (NOM) در آب آشامیدنی را زیر ۰٫۳ mg/l را تعیین نموده است (ملکوئیان و همکاران، ۱۳۸۹). مواد آلی طبیعی سبب مشکلات بسیاری در فرایندهای تصفیه آب آشامیدنی می شود. این مشکلات عبارتند از: ۱- تاثیر منفی بر روی کیفیت آب توسط رنگ، مزه و بو ۲- افزایش دوز مواد منعقد کننده و گندزداها (که به ترتیب سبب افزایش لجن و تشکیل محصولات مضر جانبی گندزدایی می شود) ۳- افزایش رشد بیولوژیکی در سیستم اختلاط ۴- افزایش سطح فلزات سنگین پیچیده و مواد آلی آلوده کننده جذب شده. به عبارتی دیگر مواد آلی طبیعی (NOM) مخلوط غیر یکنواختی از ترکیبات آلی است که نقش پیش ساز را داشته و در حین گندزدایی آب ضمن واکنش باضد عفونی کننده ها ایجاد محصولات جانبی گندزدایی و از جمله تری هالومتان ها را می نمایند (هادیان و همکاران، ۱۳۹۲). در سال های اخیر به منظور بهینه سازی عملیات تصفیه آب روش های پیشرفته ای مانند استفاده از ازن ماوراء بنفش جایگزین روش های سنتی گردیده است. ازن بخاطر قدرت اکسیداسیون بالا و خاصیت گندزدائی بالا در تکنولوژی آب به عنوان یک اکسید کننده برای حذف ترکیبات آلی طبیعی و پیش ساز تری هالومتان ها مورد توجه خاص قرار گرفته است (مونارکا و همکاران، ۲۰۰۰). ازن برای مقاصد مختلفی از جمله بهبود فرایند انعقاد، حذف جلبک ها، اکسیداسیون مواد آلی و غیر آلی، کنترل و حذف عوامل ایجاد کننده بو و رنگ در تصفیه آب استفاده می شود (عسکری، ۱۳۸۹). ازن دارای معایبی از قبیل حلالیت پائین در آب، سرعت واکنش پائین با بعضی از ترکیبات آلی و عدم تجزیه کامل ترکیبات آلی مقاوم از قبیل ترکیبات آلی طبیعی می باشد (سیفی پور، ۱۳۹۲). بنابراین نقش ازن در

1- World Health Organization

2- Natural Organic Matter

3- Monarca et al

4- Edwards and Benjamin

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. بهره برداری از تصفیه خانه آب کوه سبز از سال ۱۳۶۴ آغاز شده و ظرفیت اسمی تصفیه خانه  $66000 m^3/h$  و ظرفیت بهره برداری تصفیه خانه  $65000 m^3/h$  می باشد. آب ورودی به تصفیه خانه از سد دروزن تامین می شود. در سال ۱۳۹۱ به منظور افزایش کیفیت آب تصفیه شده مطابق با استانداردها، یک واحد ازن زنی (پیش از ناسیون) در تصفیه خانه تاسیس گردید. با توجه به استاندارد ملی که برای نمونه گیری از آب برای آزمایش کربن آلی کل وجود دارد لزوماً باید ظرف نمونه گیری شیشه ای باشد که در این بررسی با ظروف شیشه ای نمونه گیری به روش تصادفی ساده انجام شد. به نحوی که طی مدت ۶ ماه (از بهمن ماه ۱۳۹۵ تا تیر ماه سال ۱۳۹۶) نمونه گیری از آب خام ورودی به واحد پیش ازن زنی و آب پیش ازن زنی شده انجام گرفت. به این ترتیب که در هر دو هفته یکبار ۲ نمونه یکی از آب خام ورودی و یکی از آب پیش ازن زنی شده (بعبارتی ۴ نمونه در ماه و در مجموع ۲۴ نمونه در طی ۶ ماه) برداشته شد. آزمایشات کربن آلی کل و کدورت طبق روش استاندارد متد روی نمونه ها جهت ارزیابی عملکرد واحد پیش ازن زنی تصفیه خانه جهت حذف TOC و کدورت صورت گرفته است. TOC با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر DR4000 متد ۱۰۱۲۹ و کدورت مطابق استاندارد متد با استفاده از روش نفلومتری با دستگاه ۲۱۰۰N مارک HACH آمریکا اندازه گیری شده است. در نهایت با توجه به نتایج حاصله، کارایی واحد پیش ازن زنی در حذف ترکیبات آلی کربنه و کدورت بررسی شده است.

### نتایج

میانگین تغییرات TOC آب خام ورودی به تصفیه خانه در طول دوره پژوهش  $5.8 \text{ mg/l}$  بوده (جدول ۱)

کاهش سمیت ترکیبات نفت خام محلول بر لارو ماهی قزل آلی رنگین کمان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان می دهد که افزایش غلظت ازن باعث کاهش میزان کل کربن آلی می شود. دلیل این امر می تواند ناشی از اکسیداسیون مستقیم هیدروکربن های آلی و احتمالاً فرار شدن آن ها از نمونه باشد (سعدانی و همکاران، ۱۳۹۵). عسگری و صید محمدی تلفیق فرایند ازن زنی کاتالیزوری با فرایند کربن فعال بیولوژیکی بستر سیال (FBR) در حذف پیش ساز تری هالومتان ها را در سال ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل فرایند تلفیقی نشان داد ۵۴٪ کل کربن آلی حذف شده و غلظت تری هالومتان ها به کمتر از استاندارد های تعیین شده می رسد (عسگری و صید محمدی، ۱۳۹۱). اهداف کلی این تحقیق بررسی میزان کدورت و TOC آب ورودی به تصفیه خانه در ماه های مختلف و همچنین تاثیر ازن زنی (در دوز و زمان تماس مختلف) بر کاهش این پارامترها است. ترکیبات آلی طبیعی در آب های سطحی باعث ایجاد مشکلات در فرایندهای تصفیه شده و باعث افزایش دوز و غلظت ماده ضد عفونی کننده و منعقد کننده می گردد. همچنین در اثر اکسیداسیون این ترکیبات با ازن، ترکیبات آلی جانبی ایجاد می گردد که اغلب سرطانزاست. بنابراین با توجه به اینکه آب خروجی تصفیه خانه آب کوه سبز جهت تامین آب شرب شهرهای شیراز و مرودشت و سایر مراکز صنعتی و تجاری می باشد، آگاهی از وضعیت کربن آلی کل ورودی و درصد حذف آن در واحد پیش ازن زنی و سایر فرایندهای تصفیه خانه امری لازم و ضروری است.

### مواد و روش کار

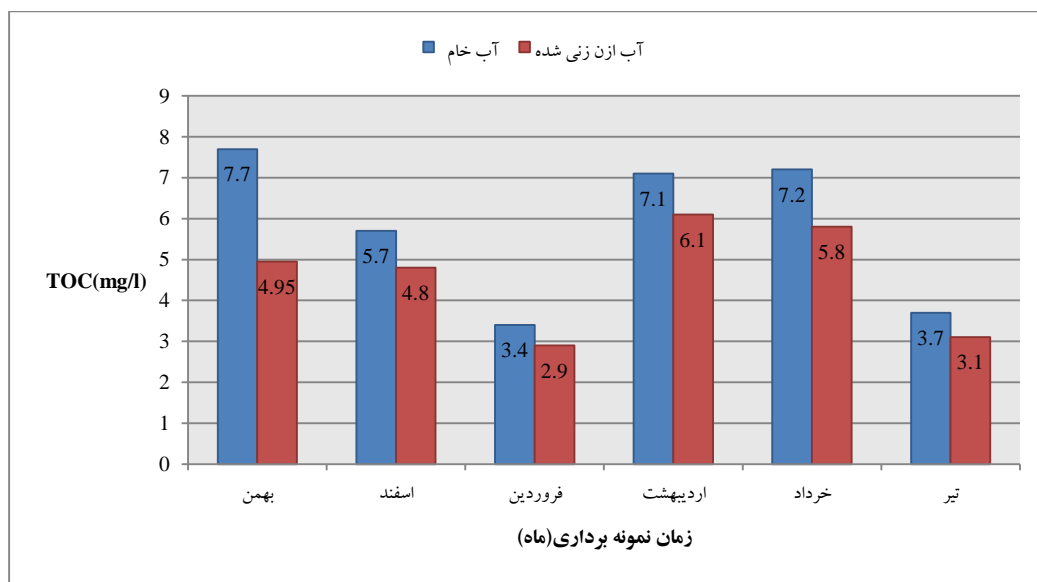
این مطالعه یک تحقیقی کاربردی با بررسی مقطعی می باشد که در مقیاس واقعی بر روی آب خام ورودی و خروجی از واحد پیش ازن زنی انجام شده است. تصفیه خانه آب کوه سبز در ۱۲ کیلومتری

و آب پیش ازن زنی شده و درصد حذف آن در طول دوره پژوهش در ماه های مختلف در جدول ۱ و نمودار ۱ نشان داده شده است.

بطوریکه حداقل TOC برابر با ۳,۴ میلی گرم بر لیتر در فروردین ماه و ۷,۷ میلی گرم در لیتر در بهمن ماه می باشد که حاکی از افزایش کل مواد آلی محلول در آب خام ورودی است. روند تغییرات TOC آب ورودی

جدول ۱- میانگین و راندمان حذف TOC آب خام ورودی و آب پیش ازن زنی شده

دوز ازن تزریقی (kg/hr)	راندمان حذف	TOC آب پیش ازن زنی شده (mg/l)	TOC آب خام ورودی (mg/l)	زمان نمونه برداری (بر حسب ماه)	ردیف
۲	٪۳۵,۷	۴,۹۵	۷,۷	بهمن	۱
۳	٪۱۵,۸	۴,۸	۵,۷	اسفند	۲
۳	٪۱۴,۷	۲,۹	۳,۴	فروردین	۳
۳	٪۱۴,۰۸	۶,۱	۷,۱	اردیبهشت	۴
۳	٪۱۹,۴۴	۵,۸	۷,۲	خرداد	۵
۴	٪۱۶,۲۱	۳,۱	۳,۷	تیر	۶
۳	٪۲۰,۵۲	۴,۶۱	۵,۸	میانگین	



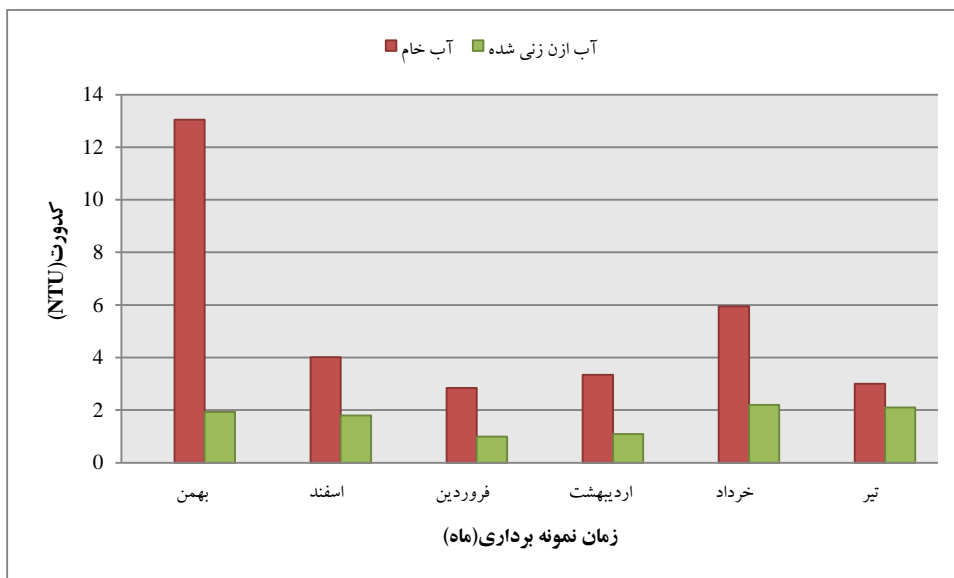
نمودار ۱- روند تغییرات TOC آب خام ورودی و آب پیش ازن زنی شده

در بهمن ماه نمونه برداری در ۲ مرحله بعد از بارندگی انجام گرفت که میزان کدورت و TOC آب خام ورودی نسبت به سایر فصول بالاتر است. با توجه به جدول ۱ و ۲ و نتایج بدست آمده هرچه میزان کدورت و مواد آلی کربنه ورودی بالا تر باشد راندمان حذف نیز بالاتر می باشد. به همین دلیل اولین واحد فرآیندی تصفیه خانه (پیش ازن زنی) در ماه های با بارندگی بالا (بهمن ماه) که میزان کدورت و TOC ورودی بالا است، کارایی بهتری در حذف پارامترها دارد. بطوریکه راندمان واحد پیش ازن زنی در حذف کدورت و TOC در بهمن ماه بالاتر از سایر ماه ها بوده و به ترتیب برابر با ۸۵,۲ و ۳۵,۷ درصد است. با کاهش مقدار غلظت TOC ورودی به تصفیه خانه میزان راندمان حذف نیز کاهش پیدا می کند. بر اساس نتایج بدست آمده در جدول ۱، در بهمن ماه که میزان TOC ورودی بیشترین مقدار خود را دارد راندمان واحد پیش ازن زنی برابر با ۳۵,۷٪ می باشد که این مقدار راندمان نسبت به ماه های بعد بالاتر بوده ولی خیلی پایین تر از آنچه که ما انتظار داریم می باشد.

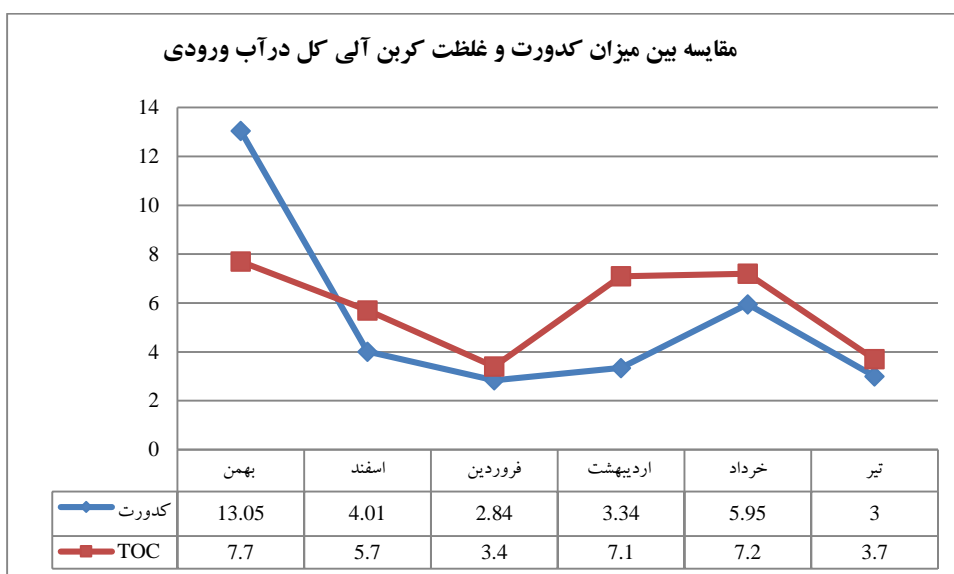
میانگین تغییرات کدورت آب ورودی در طول دوره پژوهش<sup>۱</sup> ۵,۴ NTU بوده بطوریکه حداقل کدورت ۲,۸۴ در فروردین ماه و حداکثر کدورت ۱۳,۰۵ در بهمن ماه بوده است که چگونگی تغییرات آن در جدول ۲ و نمودار ۲ نشان داده شده است. بنابراین علت تغییرات کدورت آب ورودی در فصول مختلف سال به دلیل تغییرات در مواد معلق، مواد آلی و معدنی ریز، ترکیبات آلی رنگی محلول، پلانکتون ها و سایر میکرواورگانیزم ها است که بیشترین تغییرات در فصل زمستان و در بهمن ماه مشاهده شده است. همچنین نتایج بدست آمده نشان می دهد که میزان TOC آب خام ورودی با میزان کدورت آب خام رابطه مستقیم دارد (نمودار ۳). با افزایش بارش باران و برف و ورود شاخه و برگ درختان میزان TOC ورودی افزایش پیدا می کند. این مسئله بیشتر در فصل زمستان و در بهمن ماه مشخص است. بطوریکه نمونه هایی که روز قبل از نمونه گیری بارندگی بوده است دارای TOC بالاتری نسبت به روزهای عادی است. در طول دوره انجام پژوهش فقط در فصل زمستان و

جدول ۲- میانگین و راندمان حذف کدورت آب خام ورودی و آب پیش ازن زنی شده

ردیف	زمان نمونه برداری (بر حسب ماه)	میانگین کدورت آب خام (NTU)	میانگین کدورت آب پیش ازن زنی شده (NTU)	دوز ازن (kg/hr)	مدت زمان تماس (min)	راندمان حذف
۱	بهمن	۱۳,۰۵	۱,۹۳	۲	۲۰	٪۸۵,۲
۲	اسفند	۴,۰۱	۱,۸	۳	۲۰	٪۵۵,۱
۳	فروردین	۲,۸۴	۱	۳	۲۰	٪۶۴,۸
۴	اردیبهشت	۳,۳۴	۱,۰۹	۳	۱۸	٪۶۷,۴
۵	خرداد	۵,۹۵	۲,۲	۳	۱۷	٪۶۳
۶	تیر	۳	۲,۱	۴	۱۵	۳۰



نمودار ۲- میانگین کدورت آب خام ورودی و آب پیش ازن زنی شده



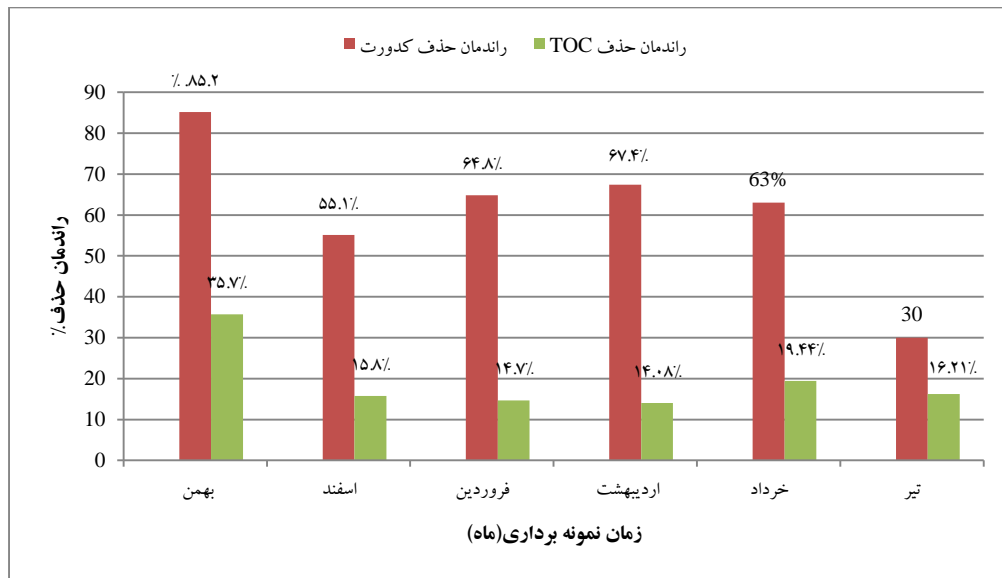
نمودار ۳- مقایسه بین میزان کدورت و غلظت TOC در آب ورودی

در بهمن ماه با ۸۵٫۲٪ و کمترین درصد حذف در تیرماه با ۳۰٪ حذف می باشد. همچنین میانگین راندمان حذف واحد پیش ازن زنی در حذف TOC ۲۰٫۵۲٪ می باشد، بطوریکه بیشترین راندمان حذف TOC در بهمن ماه بوده (۳۵٫۷٪) و کمترین راندمان حذف (۱۴٫۰۸٪) در اردیبهشت می باشد (نمودار ۴). میانگین دوز ازن مورد استفاده در طول دور پژوهش ۳

لذا همانطور که در جداول ۱ و ۲ و نمودارها ۱ و ۲ آورده شده است، در طول دوره انجام پروژه فقط در بهمن ماه در موقع نمونه برداری بارندگی بود که میزان کدورت و کل کربن آلی نسبت به ماههای دیگر بالا تر می باشد. بنابراین واحد پیش ازن زنی در حذف کدورت (۸۵٫۲ درصد) کارایی بهتری از حذف TOC (۳۵٫۷٪) را دارد. بیشترین درصد حذف کدورت

بیشتر بوده، پیش ازن زنی کارایی بهتری را در حذف کدورت و TOC دارد. طبق جداول ۱ و ۲ میانگین مدت زمان تماس ازن با آب در فرایند پیش از ناسیون در طی دوره پژوهش حدود ۱۸ دقیقه بوده، بطوریکه این مدت زمان تماس از بهمن ماه تا تیر ماه روند کاهشی دارد.

کیلوگرم بر ساعت می باشد. حداقل دوز ازن تزریقی در بهمن ماه بوده (۲ kg/hr) با مدت زمان تماس ۲۰ دقیقه و حداکثر دوز ازن تزریقی در تیرماه (۴ kg/hr) با مدت زمان تماس ۱۵ دقیقه می باشد. بنابراین با توجه به اینکه در بهمن ماه مدت زمان تماس ازن با آب



نمودار ۴- مقایسه راندمان پیش ازن زنی در حذف کدورت و TOC

مطابقت دارد. نتایج آن ها نشان داد هرچه میزان مواد آلی کربنه ورودی به تصفیه خانه بالاتر باشد راندمان حذف نیز بالاتر می باشد به همین دلیل فرآیند های تصفیه خانه در ماه های با بارندگی های زیاد در کاهش TOC نسبتا خوب عمل کرده اند (نجف پور و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج این مطالعه نشان می دهد که افزایش دوز و غلظت ازن باعث کاهش میزان کدورت و کل کربن آلی می شود. با حذف کدورت میزان قابل توجهی از غلظت TOC نیز کاهش پیدا می کند که با نتایج سعدانی مطابقت دارد. نتایج بدست آمده از مطالعه سعدانی نشان می دهد که که افزایش غلظت ازن باعث کاهش میزان کل کربن آلی می شود. دلیل این امر می تواند ناشی از اکسیداسیون مستقیم هیدروکربن های آلی و احتمالاً فرار شدن آن ها از

### بحث

براساس بررسی های انجام شده مشخص شد که بین کدورت آب خام ورودی به تصفیه خانه و همچنین TOC ارتباط مستقیم وجود دارد. بطوریکه در نمونه گیری بهمن ماه که روز قبل از نمونه گیری باران اتفاق افتاده بود، علاوه بر اینکه میزان کدورت آب خام ورودی نسبت به ماه های دیگر بالاتر بود (۱۸ NTU) میزان TOC نیز بالاتر از ماه های دیگر ثبت شد. با توجه به جدول ۱ هرچه میزان مواد آلی کربنه ورودی بالاتر باشد راندمان حذف نیز بالاتر می باشد به همین دلیل فرآیند های تصفیه خانه در ماه های با میزان بالاتر TOC ورودی بهتر عمل می کند. همچنین با کاهش غلظت TOC ورودی راندمان حذف نیز کاهش پیدا می کند. که این نتایج با نتایج نجف پور و همکاران

سال به دلیل تغییرات در میزان مواد معلق، مواد آلی و معدنی ریز، ترکیبات آلی رنگی محلول، پلانکتون ها و سایر میکرواورگانیزم ها است. با توجه به نتایج بدست آمده هرچه میزان کدورت و مواد آلی کربنه ورودی بالاتر باشد راندمان حذف نیز بالا تر می باشد. به همین دلیل اولین واحد فرآیندی تصفیه خانه (پیش ازن زنی) در ماه های با بارندگی بالا (بهمن ماه) که میزان کدورت و TOC ورودی بالا است، کارایی بهتری در حذف پارامترها دارد. بطوریکه راندمان واحد پیش ازن زنی در حذف کدورت و TOC در بهمن ماه بالاتر از سایر ماه ها بوده و به ترتیب برابر با ۸۵,۲ و ۳۵,۷ درصد است. با کاهش مقدار غلظت TOC ورودی به تصفیه خانه میزان راندمان حذف نیز کاهش پیدا می کند. در بهمن ماه که میزان TOC ورودی بیشترین مقدار خود را دارد راندمان واحد پیش ازن زنی برابر با ۳۵,۷٪ می باشد که این مقدار راندمان نسبت به ماه های بعد بالاتر می باشد. در بررسی کارایی واحد پیش ازن زنی در حذف ترکیبات آلی و کدورت مشخص شد که میانگین راندمان واحد پیش ازن زنی در حذف TOC با دوز ازن ۳ kg/hr و مدت زمان تماس ۲۰ دقیقه ۲۰,۵٪ می باشد، بطوریکه بیشترین راندمان حذف TOC در بهمن ماه بوده (۳۵,۷٪) و کمترین راندمان حذف (۱۴,۰۸٪) در اردیبهشت می باشد. همچنین میانگین راندمان واحد پیش ازن زنی در طول دوره پژوهش (۶ ماه) در حذف کدورت ۶۸٪ می باشد، بطوریکه بیشترین درصد حذف در بهمن ماه با ۸۵,۲٪ و کمترین درصد حذف در تیرماه با ۳۰٪ حذف می باشد. علت کاهش درصد حذف از بهمن ماه تا تیرماه را می توان این چنین توجیح کرد که افزایش دما و همچنین کاهش مدت زمان تماس متناسب با افزایش دبی ورودی و افزایش دوز ازن تزریقی از عوامل اصلی می باشد. غیر از موارد ذکر شده احتمال تاثیر سایر عوامل فرآیندی و طراحی نیز دور از

نمونه باشد (سعدانی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه Valdis نیز همخوانی دارد که نتایج آن ها نشان داد، افزایش غلظت ازن تا مقدار خاصی، به طور معنی داری روی کاهش کل کربن آلی ترکیبات نفتی مؤثر بوده است، اما افزایش میزان غلظت ازن تغییرات معنی داری بر کاهش بیشتر کل کربن آلی را نشان نداده است (ولیدس و همکاران، ۲۰۰۰). با بررسی های بدست آمده مشخص شد که کارایی واحد پیش ازن زنی در حذف کدورت حدود ۶۱ درصد بوده و در حذف TOC تقریباً ۲۰,۵ درصد است. برای افزایش راندمان پیش ازن زنی در این تصفیه خانه لازم است که دوز ازن تزریقی متناسب با کیفیت آب خام ورودی به تصفیه تنظیم گردد. نتایج بدست آمده از بررسی کارایی واحد پیش ازن زنی در حذف ترکیبات آلی کل (TOC) نشان داد که با افزایش دما از بهمن ماه تا تیر ماه و همچنین افزایش دوز ازن تزریق کارایی پیش ازن زنی در حذف کدورت و TOC کاهش می یابد. لذا ضروری است تا عوامل فرآیندی و طراحی موثر در فرایند ازن زنی (از جمله: PH، دما، کدورت، زمان تماس، محل تزریق ازن، دوز ازن، غلظت ازن و....) به دقت مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان کارایی واحد پیش ازن زنی تصفیه خانه آب کوه سبز را افزایش داد.

### نتیجه گیری

میانگین تغییرات کدورت و TOC آب خام ورودی به تصفیه خانه در طول دوره پژوهش به ترتیب ۵,۴ NTU و ۶,۵۷ mg/l می باشد، بطوریکه حداقل TOC برابر با ۳,۴ میلی گرم بر لیتر در فروردین ماه و ۷,۷ میلی گرم در لیتر در بهمن ماه می باشد که حاکی از افزایش کل مواد آلی محلول در آب خام ورودی است. همچنین حداقل کدورت ۲,۸۴ در فروردین ماه و حداکثر کدورت ۱۳,۰۵ در بهمن ماه بوده است که علت تغییرات کدورت آب ورودی در فصول مختلف



شمیایی، جذب سطحی، روش های غشایی و غیره استفاده نمود که در این بین انعقاد تشدید یافته متداول تر و اقتصادی تر می باشد که همچنین سازمان محیط زیست آمریکا (USEPA) نیز این روش را مناسب تر از بقیه معرفی کرده است.

### تشکر و قدردانی

از رئیس تصفیه خانه آب کوه سبز جناب آقای مهندس علیدوست، مسئول آزمایشگاه جناب آقای مهندس طهماسبی، از مسئول خدمات سد درودزن جناب آقای اسلامی، مسئول کنترل و پایداری سد درودزن جناب آقای مهندس ابوالوردی و سایر پرسنل تصفیه خانه و سد درودزن که در انجام این پروژه جهت انجام هماهنگی های لازم همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می گردد.

انتظار نیست. بنابراین با توجه به اینکه در بهمن ماه مدت زمان تماس ازن با آب بیشتر بوده، پیش ازن زنی کارایی بهتری را در حذف کدورت و TOC دارد. لذا در حالت کلی می توان گفت واحد پیش ازن زنی در حذف کدورت (۶۸ درصد) کارایی بهتری از حذف TOC (۱۹٪) را دارد. لذا می توان گفت پیش ازن زنی تصفیه خانه آب کوه سبز به تنهایی اثری کم در حذف TOC دارد که لازم است برای افزایش راندمان، عوامل فرایندی و طراحی موثر در واحد ازن زنی این تصفیه خانه مورد بررسی قرار گیرد تا اقدامات اصلاحی لازم صورت گیرد. همچنین به منظور افزایش راندمان تصفیه خانه در حذف TOC در فصول با بارندگی بالا و یا در فصولی که میزان ترکیبات آلی ورودی بالاست از فرایندهایی مانند؛ انعقاد تشدید یافته، اکسیداسیون

### منابع

- ۱- سیفی پور، ف.، صمدی، م.، عوض پور. ۱۳۹۲، بررسی تشکیل ترکیبات آلدئیدی طی فرایند ازن زنی در تصفیه خانه آب شهید بهشتی همدان، شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان آذربایجان شرقی.
- ۲- سعدانی، م.، موحدیان عطار، ح.، کرمی، م.، عروجی، م.، ۱۳۹۶، مقایسه تاثیر فرایندهای ازن زنی و کربن فعال بصورت مجزا و کاتالیتیکی باهم جهت کاهش سمیت ترکیبات نفت خام محلول بر لارو ماهی قرل آلی رنگین کمان، مجله پیشگیری و سلامت؛ دوره ۲، شماره ۱: ۱۵-۱۰
- ۳- عسکری، ق.، ۱۳۸۹، تلفیق فرایند کاتالیزوری ازن و کربن فعال بیولوژیکی با راکتور بستر سیال برای حذف اسید هیومیک از آب، رساله دوره دکتری تخصصی (PHD)، مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه تربیت مدرس، دانشگاه علوم پزشکی).
- ۴- عسکری، ق.، صید محمدی، ع.، ۱۳۹۱، تلفیق فرایند ازن زنی کاتالیزوری با فرایند کربن فعال بیولوژیکی بستر سیال (FBR) در حذف پیش ساز تری هالومتانها، پانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی گیلان.
- ۵- ملکوئیان، م.، محوی، ا.، مصطفوی، ع. ۱۳۸۹، مقایسه پلی آلومینیوم کلراید سیلیکاته شده و فرایند الکتروکودگولاسیون در حذف مواد آلی طبیعی آب سطحی، سیزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران ۱۳- ۱۱ آبانماه ۱۳۸۹ کرمان، تالار فارابی
- ۶- مرکز تحقیقات ازن پزشکی و خانگی (نیمه صنعتی) ایران. ۲۰۰۷، روش تخریب و حذف فلزات، رنگ ها و مواد آلی با ازن، ([www.ozone3.ir](http://www.ozone3.ir)).

۷- نجف پور، ع.، محوی، ا.، کیاشمشکی، ح. ۱۳۹۴، ارزیابی کارایی فرآیند های مختلف تصفیه خانه آب جلالیه تهران در حذف TOC و NOM، مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، دوره 7 (۱): ۱۸۹-۱۹۸.

۸- هادیان، ر.، امین، م.، بینا، ب. ۱۳۹۲ بررسی کارایی پرمنگنات پتاسیم در حذف پیش سازهای تری هالومتان ها از آب ورودی به تصفیه خانه آب اصفهان، شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط.

9- Edwards, M., and Benjamin, M.M. (1992). "Effect of preozonation on coagulant-NOM interactions." J. AWWA, 84(63), 101-108.

10- Monarca, S., Feretti, D., Collivignarelli, C., Guzzella, L., Zerbini, I., Bertanza, G., Pedrazzani, R., 2000. The influence of different disinfectants on mutagenicity and toxicity of urban wastewater. Water Research 34 (17), 4261-4269.

11-Valdis K, Ebeling J, Wheaton F.(2000), Ozone doze and equilibrium TOC inrecirculating systems Proceedings of the Third International Conference on Recirculating Aquaculture, Virginia Polytechnic and State University, Sea Grant Program, Blacksburg, Virginia.pp;1-4.