مجله مهندسی بهداشت محیط، تابستان ۱۴۰۰، سال ۸، شماره ۴: ۴۶۴-۴۵۰

بررسی اثرات پیش ازن زنی بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی و بیولوژیکی آب آشامیدنی

بهمن معصومی *

سازمان آب منطقه ای فارس، فارس، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۴/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: در تصـــفیه آب پیش ازن زنی برای مقاصـــد مختلفی از جمله بهبود فرآیند انعقاد، کاهش تولید تری‌هالومتانها، حذف رنگ، حذف آهن و منگنز، کنترل میکروارگانیسم‌ها و حذف مواد آلی استفاده می‌شود. هدف اصلی این مقاله بررسی اثرات پیش ازن زنی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب آشامیدنی است.

مواد و روش ها : این مطالعه در مقیاس واقعی بر روی واحد پیش ازن زنی تصـفیه خانه آب کوه سـبز طی مدت ۶ ماه انجام شـده است. در این مطالعه نمونه‌گیری از آب خام ورودی به واحد پیش ازن زنی و آب ازن زنی شده به روش تصادفی با ظروف نمونه گیر شیشـه‌ای انجام گرفته اسـت. در هر ماه ٤ نمونه و در مجموع ٢٤ نمونه جهت بررسـی روند تغییرات پارامترها برداشـته شـده اسـت. آزمایشات لازم طبق روش ارایه شده در کتاب استاندارد متد (ویرایش بیستم) بر روی نمونه ها جهت بررسی تاثیرات پیش ازن زنی بر روی پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی انجام گرفته است.

یافته ها: بررسی‌ها نشـان داد که راندمان حذف کدورت وکل کربن آلی(Total Organic Carbon) در فرایند پیش ازن زنی تصـفیه‌خانه آب کوه سبز به ترتیب حدود ٦٢ و ١٨/٨٣درصـد بوده و بر pH هیچ اثری ندارد. همچنین درصـد حذف آهن (Fe) ومنگنز (Mn) در فرایند پیش ازن زنی به ترتیب۹۱/۵ و۸۲ درصد است. بررسی اثرات پیش ازناسیون در حذف رنگ آب نشان داد که با افزایش میزان دوز و غلظت ازن تزریقی، تغییرات معنی‌داری بر کاهش بیشـتر رنگ و پیش سـازهای رنگ اتفاق نمی‌افتد و درصـد حذف ترکیبات پیش ساز رنگ از جمله کلروفیلa، حدود۲۱٪ است.

نتیجه گیری: نتایج نشـان داد که ازن نمی‌تواند برخی از پارامترهای فیزیکی از جمله pH و رنگ را تغییر دهد اما تاثیر قابل توجهی بر روی پارامترهای شیمیایی داشته و پارامترهای بیولوژیکی را حدود ۲۱ درصد کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: پیش ازن زنی، تصفیه‌خانه آب کوه سبز، کیفیت آب، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی، راندمان حذف

***نویسنده مسئول:** سازمان آب منطقه ای فارس، فارس، ایران
ایمیل masoomi37@gmail.com- شماره تماس۰۹۱۷۱۳۸۹۶۸۷

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

مقدمه

مشخصات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب از مهمترین پارامترهای تعیین کننده کیفیت آب می‌باشد [۲،۱]. نامطلوب بودن کیفیت آب آشامیدنی می‌تواند باعث بروز بیماریهای مختلفی شود. لذا بهسازی و تصفیه منابع آب می‌تواند نقش بسیار تعیین کننده‌ای در کاهش بیماریها و عوارض ناشی از آن داشته باشد[۳] . همواره تفاوتهایی در کیفیت منابع آبی از لحاظ خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی وجود دارد و بررسی کامل خصوصیات کیفی یک منبع آبی شامل بررسی این سه خصوصیت می‌باشد[٤]. آلاینده‌های فیزیکی شامل پارامترهایی از جمله کدورت، درجه حرارت، رنگ، طعم، بو، سختی و کل جامدات محلول می‌شود. آلاینده‌های شیمیایی آلی شامل مواد آلی فرار، مواد آلی طبیعی (NOM) و محصولات جانبی گندزدایی می‌باشد[۵]. در آزمایشات فیزیکی، مهمترین خصوصیات فیزیکی آب از قبیل دما و کدورت مورد بررسی قرار می‌گیرد که این دو پارامتر بر بسیاری از سیستم‌های تصفیه مؤثر می‌باشد. اندازه‌گیری کدورت آب به عنوان مشخصه غلظت و توزیع مواد معلق ریز بکار می‌رود[٤]. در یک تصفیه‌خانه متعارف که از آب سطحی بعنوان ورودی استفاده می‌نماید اولین مرحله تصفیه، حذف کدورت می‌باشد[٦] . کدورت بالای آب خام معمولا به دلیل حضور مواد کلوئیدی است [۷]. آب آشامیدنی علاوه بر اینکه از نظر ظاهری بایستی شفاف، زلال و عاری از کدورت باشد، از نظر کیفیت میکروبی و شیمیایی نیز بایستی در حد مطلوب قرار داشته باشد[۸] . آب خالص بی‌رنگ است، اما آبی که در طبیعت یافت می‌شود، معمولاً توسط مواد خارجی دارای رنگ می‌باشد. به عنوان مثال اکسیدهای آهن رنگ قرمز کمرنگ به آب می‌دهند و اکسیدهای منگنز موجب قهوه ای یا تیره رنگ شدن آب می‌گردند[۹] . آهن در مقادیر اندک یک عنصر تغذیه‌ای ضروری بشمار می رود و فقر آهن سبب کم خونی می‌شود. آهن همراه با منگنز جز لیست استاندارهای ثانویه آب آشامیدنی و بر اساس جنبه زیبایی شناسی و مزه می‌باشد[۵]. آزمایشات شیمیایی آب به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای تعیین کنندهٔ خصوصیات شیمیایی آب از قبیل غلظت یونهای معدنی و ترکیبات آلی آب شناخته می‌شوند. خصوصیات شیمیایی آب فی الواقع مهم بوده و در نوع تصفیهٔ مقدماتی، تصفیهٔ اصلی و تصفیهٔ نهائی و کارآیی هریک از آنها نقش مؤثر دارد[٤]. pH آب یکی از مهمترین شاخص‌های شیمیایی آب می باشد[۱۰]، زیرا که بیشتر روش‌های تصفیه آب به pH آن بستگی دارد. اکثر آبهای طبیعی به علت انحلال کربنات‌ها و بی‌کربنات‌های قلیایی پوسته زمین اندکی قلیایی هستند. pH آب آلوده نشده اساسا رابطه بین دی‌اکسید کربن آزاد و مقدار کربنات و بی‌کربنات را نشان می‌دهد[۱۱]. آزمایشات بیولوژیک آبهای طبیعی، حاوی گروه‌ها و گونه‌های مختلف میکروارگانیسم‌ها می‌باشند. شناسائی و تعیین این گونه‌ها جهت بررسی اثرات گوناگون آنها بر سیستم‌ها و مراحل تصفیه آب است[٤] . کلروفیل a یک پارامتر بیولوژیک و به عنوان یک ماده رنگی مهم فتوسنتز در جلبک‌ها و سایر گیاهان مطرح است و به عنوان یکی از متغیرهای مهم در زمان تخمین ظرفیت فتوسنتز یک اکوسیستم مطرح می‌شود. بنابراین اندازه‌گیری کلروفیل a به عنوان یک شاخص مهم می‌تولند در ارزیابی کیفیت آب دریاچه‌ها، آب ورودی به تصفیه‌خانه‌ها و مشکلات ناشی از اتروفیکاسیون مورد استفاده قرار گیرد[۱۲] . اهدف تصفیه آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و پساب‌ها براساس فرآیندهای وابسته به ازن، گندزدایی و حذف مواد آلی محلول می‌باشد[۷،۱۳]. ازن یک فرم آلوتروپی اکسیژن بوده و عامل اکسیدکننده موثری است که خواص ضد ویروسی و باکتری‌کشی قوی دارد[۱٤] و برای مقاصد مختلفی ازجمله بهبود فرایند انعقاد، حذف جلبک‌ها، اکسیداسیون مواد آلی و غیرآلی، کنترل و حذف عوامل ایجاد کننده بو و رنگ درتصفیه آب استفاده می‌شود[۱۵]. علاوه بر این ازن توانایی زیادی در کشتن باکتریها، ویروسها، کیست‌ها دارد[۱٦]. سابیدی و

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

همکاران(۲۰۱۲)، آنالیز فیزیکوشیمیایی و میکروبی تصفیه آب آشامیدنی با استفاده از ازن را انجام دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که ازن نمی‌تولند پارامترهای فیزیکی آب از جمله pH، EC و کدورت را تغییر دهد، اما اثرات کافی بر روی پارامترهای شیمیایی از قبیل غلظت نیترات، سختی‌کل، سختی‌کلسیم، Fe^{+2} و Fe^{+3} دارد[۱۷]. ون و اندریس (۲۰۱۲)، نشان دادند که رنگ طبیعی موجود در آب را می‌توان بوسیله ازن از بین برد[۱۸]. در طول ازناسیون، تولیدات جانبی مختلف آلی از اکسیداسیون مواد آلی طبیعی (NOM) شکل می‌گیرد که عبارتنداز؛ آلدئید، کتون، کتوآلدئیدها، کربوکسیلیک اسیدها، کتواسیدها، هیدروکسی اسیدها، الکلها و استرها[۱۹] . تری‌هالومتان ها و هالواستیک اسید نیز عمده ترین ترکیبات جانبی گندزدایی آب با کلرمی باشند[۲۰].پیش ازن زنی باعث تغییر شکل مواد آلی موجود در آب خام می‌گردد. ازن مواد آلی دارای زنجیره طولانی و با تعداد ملکول زیاد را به مواد غیر قابل تجزیه بیولوژیکی و نیز برخی ترکیبات کوچکتر قابل تجزیه تبدیل می‌نماید. این امر بطور همزمان موجب افزایش اکسیژن محلول آب می‌گردد و شرایط برای رشد باکتریهای هوازی مهیا می‌شود[۲۱]. قدیم خانی و همکاران (۲۰۰۶)، در بررسی آزمایشگاهی واکنش بین ازن و منعقدکننده در حذف مواد آلی نشان دادند که با توجه به غلظت کربن آلی کل(TOC) آب خام، ازن زنی هم باعث کاهش و هم افزایش مواد آلی طبیعی می‌گردد[۲۲]. بررسی اثر پیش ازن زنی بر حذف کربن آلی کل در تصیفه آب‌های سطحی توسط ترابیان و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد که؛ پیش ازن زنی باعث کاهش کدورت و TOC آب ته‌نشینی در شرایط آزمایشگاهی می‌شود[۲۳]. اورین و توبیاسون (۲۰۰۰)، نشان دادند که در شرایط آزمایشگاهی پیش ازن زنی باعث کاهش کدورت و کربن آلی کل می‌شود[۲۴]. سلمانی‌خاص و بیدهندی (۱۳۸۵) ارزیابی کارایی واحدهای مختلف تصفیه خانه آب تهران پارس در حذف TOC را انجام دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که درصد حذف TOC در واحد زلال ساز نسبت به سایر واحدها بیشتر است[۲۵]. نتایج آزمایشگاهی منصوری و عربشاهی (۱۳۸۰) در ارزیابی عملکرد کاربرد ازن در حذف آلاینده‌ها از آب رودخانه کارون نشان داد که؛ فرآیند ازن زنی به طور متوسط باعث کاهش ۳۶ درصدی کدورت از آب خروجی از فیلتر (ورودی به مخزن تماس ازن) می‌شود[۲۶]. بررسی کارایی ازناسیون در کاهش کل کربن آلی در تصفیه‌خانه آب اصفهان توسط کارگر و همکاران (۱۳۸۵) انجام شد. نتایج نشان داد که ازن زنی به تنهایی جهت گندزدایی آب در این تصفیه‌خانه کافی نمی‌باشد و لازم است که علاوه بر ازن زنی از فرایند کلرزنی نیز استفاده شود[۲۷]. همچنین نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که کیفیت آب اثر مهمی روی پایداری ازن در آب دارد. مواد معدنی معلق و نامحلول به سرعت با ازن واکنش نشان می‌دهد و مانع از عمل ضد باکتریائی مطلوب می‌شود. نیمه عمر ازن در آب بسته به میزان آلاینده‌های آب متفاوت است. لذا بعد از پیش ازن زنی و در پایان خط تصفیه آب لازم است مقدار جزئی کلر، دی اکسید کلر و یا کلر آمین اضافه شود تا سلامت آب طی عبور از شبکه آبرسانی حفظ شود[۲۸] . بنابراین نقش ازن در تصفیه آب و پساب به عنوان یک عامل اکسید کننده و نیز یک ترکیب گندزدا حائز اهمیت می‌باشد. لذا میزان ازن مورد نیاز در عملیات گندزدایی آب باید طوری محاسبه و تنظیم گردد تا ازن باقیمانده آزاد برای مدت زمان معینی در آب حفظ شود. این امر لزوم مقادیر بالای ازن را ضروری می‌سازد که بستگی به ازناسیون، pH و سایر مشخصات آب دارد[۲۹]. هدف کلی این پروژه بررسی اثرات پیش ازن زنی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی آب آشامیدنی (آب ورودی به تصفیه‌خانه کوه سبز در استان فارس) می‌باشد که در مقیاس واقعی مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی آب همزمان با تغییر میزان دوز ازن تزریقی از جمله نوآوری این مطالعه می باشد.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

مواد و روش کار

این مطالعه **به صورت مطالعه موردی** و در مقیاس واقعی بر روی آب خام ورودی به واحد پیش ازن زنی و آب خروجی از واحد پیش ازن زنی تصفیه‌خانه آب کوه سبز واقع در استان فارس انجام شده است. آب ورودی به تصفیه خانه از سد درودزن تامین می‌شود. تصفیه‌خانه آب کوه سبز در۱۲ کیلومتری شهرستان مرودشت و نزدیک روستای کوه سبز با موقعیت، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ٤١ دقیقه و ١٦/٢٩ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۵ دقیقه و ۷۹/١٦ ثانیه شمالی قرار دارد. بهره برداری از تصفیه‌خانه آب کوه سبز از سال ١٣٦٤ آغاز شده و ظرفیت اسمی تصفیه‌خانه ٦٦٠٠٠m^3/hr و ظرفیت بهره برداری تصفیه‌خانه ٦٥٠٠٠m^3/hr می باشد. آب ورودی به تصفیه خانه ابتدا پیش ازن زنی شده و سپس به حوضچه‌های اختلاط سریع (۲ واحد) و حوضچه‌های اختلاط کند (۱ واحد) هدایت می‌شود. پس از طی فرایندهای لازم تصفیه به واحد زلالسازی (۲ واحد) هدایت شده و در ادامه به منظور تکمیل فرایندهای تصفیه، بخشی از آب به فیلترهای شنی (فیلتر تحت فشار۲ واحد) و بخشی نیز به فیلترهای شنی تند (۸ واحد) وارد شده و سپس وارد مخزن ذخیره آب (مخزن ١٦٠٠٠ متر مکعبی) می‌گردد. در نهایت در این مخزن کلرزنی شده (با توجه به کیفیت آب در فصول مختلف سال میزان کلر مصرفی از ۸ کیلوگرم تا ١٦ کیلوگرم تغییر می‌یابد) و بعد از کلرزنی، آب موجود در مخزن توسط ایستگاه پمپاژ به خطوط آبرسانی منتقل شده و به مصرف می‌رسد. دیاگرام فرایند تصفیه آب در تصفیه‌خانه آب کوه سبز و نقاط نمونه برداری در شکل ۱ نشان داده شده است. در سال ۱۳۹۱ به منظور افزایش کیفیت آب تصفیه شده مطابق با استانداردها، یک واحد ازن زنی (پیش ازناسیون) در تصفیه خانه تاسیس گردید. در این بررسی نمونه گیری به روش تصادفی ساده با ظروف نمونه گیر شیشه‌ای طی مدت ٦ ماه از آب خام ورودی به واحد پیش ازن زنی و آب پیش ازن زنی شده انجام گرفته است. به این ترتیب که در هر ماه ٤ نمونه و در مجموع ٢٤ نمونه برداشته شده است. در فاصله زمانی مشخص از محل‌های مشخص‌شده (آب خام ورودی به مخزن پیش ازن زنی و آب خروجی مخزن پیش ازن زنی شده) نمونه‌هایی به حجم ۱/۵ لیتر برداشت شده است. پس از نمونه‌گیری در هر بار، هر بطری را برچسب شناسایی زده و پیش از نمونه برداری و یا بلافاصله پس از آن برگه‌های نمونه برداری تکمیل گردیده است. به‌منظور کمک به انتخاب روش آزمون ماهیت و منشأ نمونه‌ها و هدف آزمون نیز مشخص‌شده است. نمونه هایی که بلافاصله بر روی آنها آزمایش انجام نمی گیرد، در دمای٤ درجه سانتیگراد با حداقل تماس با روشنایی و هوا نگهداری شده و سپس به آزمایشگاه انتقال داده شده است. آزمایشات لازم طبق روش ارایه شده در کتاب استاندارد متد (ویرایش بیستم) بر روی نمونه‌ها جهت بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی در آب خام ورودی و همچنین تغییرات آنها بعد از انجام عملیات پیش ازن زنی، جهت مشخص شدن تاثیرات پیش ازن زنی بر روی این پارامترها انجام گرفته است[۳۰].

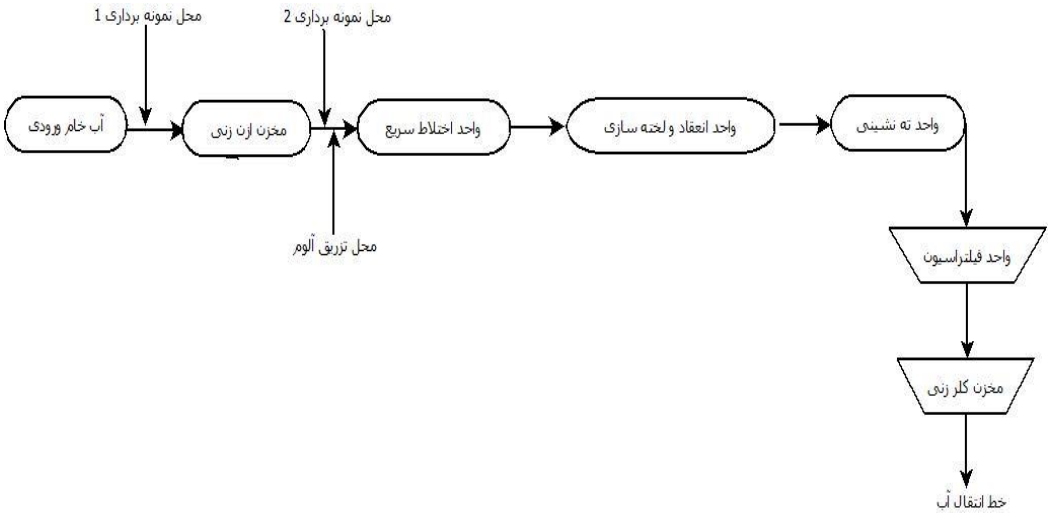
دستورالعمل‌ها، روشها، تجهیزات، روش و شماره استاندارد برای اندازه گیری پارامترهای کیفی آب خام ورودی به تصفیه‌خانه در جدول ۱مطابق با روشهای استاندارد متد چاپ ۲۰ آورده شده است.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

جدول۱: دستورالعمل‌ها، روشها، تجهیزات، روش و شماره استاندارد برای اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب خام ورودی به تصفیه‌خانه[۳۰]

ردیف	پارامتر	نوع تجهیزات	روش اندازه گیری	دستورالعمل های فنی	شماره استاندارد
۱	PH	PH متر	دستگاهی	Standard Methods For The Examination of Water and waste water	-HB٤٥٠٠
۲	کدورت	کدورت سنج مدل-N	کدورت به روش نفلومتری		B۲۱۳۰
۳	TOC	2100 ما، ک HACH دستگاهی	DR9000 دستگاه		A٥۳۰
٤	کلروفیل a	اسپکتروفتومتر و دستگاه آلکاتورج	اسپکتروفتومتری و دستگاهی	Standard Methods For The Examination of Water and waste water دستگاه آلکاتورچ	H۱۰۲۰۰
٥	رنگ	اسپکتروفتومتر	اسپکتروفتومتری	Standard Methods For The Examination of Water and waste water	C ۲۱۲۰
٦	Fe	اسپکتروفتومتر	روش نورسنجی		C,۳۱۱۱B, ۳۱۱۱ A۳۱۲۰B, ۳۱۱۳
۷	Mn	اسپکتروفتومتر	روش نورسنجی		C,۳۱۱۱B, ۳۱۱۱ A۳۱۲۰B, ۳۱۱۳
۸	TOC	دستگاهی	DR9000دستگاه		A ٥۳۰



شکل۱: دیاگرام فرایند تصفیه آب در تصفیه‌خانه آب کوه سبز و نقاط نمونه برداری

نتایج

بررسی کیفیت آب ورودی به تصفیه خانه در محل تزریق ازن

میلنگین تغییرات کدورت آب ورودی در طول دوره پژوهش (NTU) ٦ بوده بطوریکه حداقل کدورت ۲/۸٦ و حداکثر کدورت ۸/۲NTU بوده است. بررسی‌ها نشان داد که میزان کدورت آب خام ورودی به تصفیه خانه در طول فصول مختلف متفاوت می باشد که معمولا به دلیل تغییرات درمیزان مواد معلق، مواد آلی و معدنی ریز، ترکیبات آلی رنگی محلول، پلانکتونها و سایر میکروارگانیسم ها در آب دریاچه سد درودزن است که بیشترین تغییرات در فروردین ماه و در تیر ماه مشاهده شده است. میانگین تغییرات رنگ در آب ورودی

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

به تصفیه خانه در طول دوره پژوهش ٦ پلاتین –کبالت است، بطوریکه حداقل رنگ ۳ پلاتین –کبالت در فروردین ماه و حداکثر آن ۸ دربهمن ماه و تیرماه می‌باشد. میانگین تغییرات pH در طول دوره پژوهش ۸/۰۲ است که حداقل pH حدود ٦/۹ در تیر ماه و حداکثر pH در حدود ۸/٤ در بهمن ماه و فروردین ماه می‌باشد. بطور کلی محدوده تغییرات pH از٦/۹ الی۸/٤ می‌باشد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده مشخص می‌شود که pH آب ورودی به تصفیه خانه در محدوده قلیایی است. میانگین تغییرات Fe و Mn به ترتیب در آب ورودی به تصفیه خانه در طول دوره پژوهش ۰/۱۵۳ و ۰/۱۰۷ میلی‌گرم بر لیتر بوده بطوریکه حداقل Fe برابر با ۰/۱و حداکثر آن برابر با ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر است. حداقل و حداکثر Mn در طول دوره پژوهش در آب ورودی به تصفیه خانه به ترتیب برابر با ۰/۰۹ و ۰/۱٤ میلی‌گرم بر لیتر است. با توجه به نتایج بدست آمده، میانگین کلروفیلa در طول انجام پروژه در آب خام ورودی به تصفیه خانه حدود۲/٤ میکروگرم بر مترمکعب بوده بطوریکه میزان حداقل و حداکثر تغییرات به ترتیب برابر است با۰/۷ میکروگرم بر متر مکعب در بهمن ماه و٤/۳ میکروگرم بر متر مکعب در تیرماه. روند تغییرات کلروفیلa در آب خام ورودی (شکل٦) نشان می‌دهد که میزان تغییرات کلروفیلa با تغییر فصول از زمستان به تابستان روند افزایشی داشته است، لذا می‌توان گفت که در فصل‌های بهار و تابستان آب ورودی به تصفیه خانه در حالت مزوتروپیک و در فصل‌های پاییز و زمستان حالت الیگوتروپیک است. میانگین تغییرات TOC آب ورودی به تصفیه خانه در طول دوره پژوهش ۸/۵ mg/l می‌باشد، بطوریکه حداقل TOC برابر با ۲میلی‌گرم بر لیتر در فروردین ماه و۵/۸ میلی‌گرم بر لیتر در اسفند ماه می‌باشد. لذا این افزایش TOC در اسفند ماه حاکی از افزایش کل مواد آلی محلول در آب به دلیل بارش باران و رواناب حاصله است. در شکل های ۱ تا ۵ روند تغییرات پارامترهای ذکر شده در آب خام ورودی به تصفیه خانه آب کوه سبز قبل از فرایند پیش ازن زنی و بعد از فرایند پیش ازن زنی آورده شده است.

بررسی تاثیر ازناسیون بر پارامترهای فیزیکوشیمایی و بیولوژیکی آب

نتایج کیفیت آب ازن زنی شده با میانگین دوز ازن تزریقی ۳/۷ کیلوگرم بر ساعت نشان می دهد که؛ میانگین تغییرات کدورت آب پیش ازن زنی شده در طول دوره پژوهش NTU ۱/۷٤بوده بطوریکه حداقل کدورت ۱ و حداکثر کدورت ۲/۸٦ بوده است که چگونگی تغییرات آن در آب خام و آب پیش ازن زنی شده در شکل (۲) نشان داده شده است. میانگین تغییرات رنگ در آب پیش ازن زنی شده در طول دوره پژوهش ٦/۹ بوده بطوریکه حداقل رنگ۳ پلاتین –کبالت در فروردین ماه و حداکثر آن ۱۱ در تیرماه می‌باشد. درشکل (۳) روند کلی تغییرات رنگ آب خام و آب پیش ازن زنی شده در طول دوره پژوهش نشان داده شده است. میانگین تغییرات pH آب پیش ازن زنی شده در طول دوره پژوهش ۸/۰۲ می‌باشد که حداقل pH حدود ٦/۹ در فروردین ماه در دوز ازن تزریقی ۳ کیلوگرم بر ساعت و حداکثر pH در حدود ۸/٤ در تیر ماه با دوز ازن تزریقی ٦ کیلوگرم بر ساعت می‌باشد. شکل٤، چگونگی تغییرات pH آب خام و آب پیش ازن زنی شده در طی دوره پژوهش را نشان می‌دهد. میانگین کل TOC در آب پیش ازن زنی شده در طی دوره پژوهش ۷/٤ mg/l است که حداقل آن ٤/۲ و حداکثر آن٦/٦ mg/l می‌باشد. در شکل۵، روند کلی تغییرات TOC در آب خام و آب پیش ازن زنی شده در طول دوره پژوهش آورده شده است. میانگین تغییرات Fe و Mn در آب پیش ازن زنی شده در طول دوره پژوهش ۰/۰۱۸ میلی‌گرم بر لیتر بوده بطوریکه حداقل Fe برابر با ۰/۰۱ و حداکثر آن برابر با ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر است. حداقل و حداکثر Mn در طول دوره پژوهش در آب پیش ازن زنی شده به ترتیب برابر است با ۰/۰۱ و ۰/۰٤ میلی‌گرم بر لیتر. میانگین

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

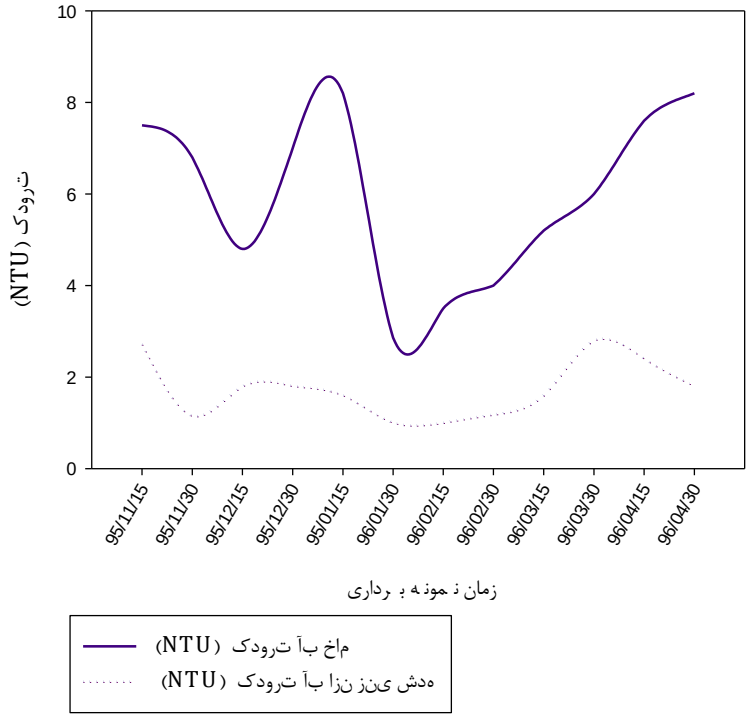
[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

کلروفیل a در آب پیش ازن زنی شـــده در طول انجام پروژه حـدود ۱/۹ میکروگرم بر متر مکعـب بوده بطوریکـه میزان حـداقل و حـداکثر تغییرات بـه ترتیـب برابر اســـت بـا ۰/۱ میکروگرم بر متر مکعب در بهمن مـاه و ۳ میکروگرم بر متر مکعب در تیرماه اســـت. در شـــکل٦، رونـد کلی تغییرات کلروفیل a در آب خام و آب پیش ازن زنی شـده در طول دوره پژوهش نشان داده شده است.

با توجه به اینکه همراه با اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب ورودی به تصفیه خانه، پارامترهای کیفی آب ازن زنی شده نیز اندازه‌گیری شـــده اســـت، می‌توان عملکرد پیش ازن زنی را بر اساس درصد حذف پارامترها ارزیابی نمود. عملکرد واحد ازن زنی در حذف پارامترها در جدول۲آورده شده است.

جدول۲: عملکرد واحد پیش ازن زنی در حذف پارامترهای کیفی آب

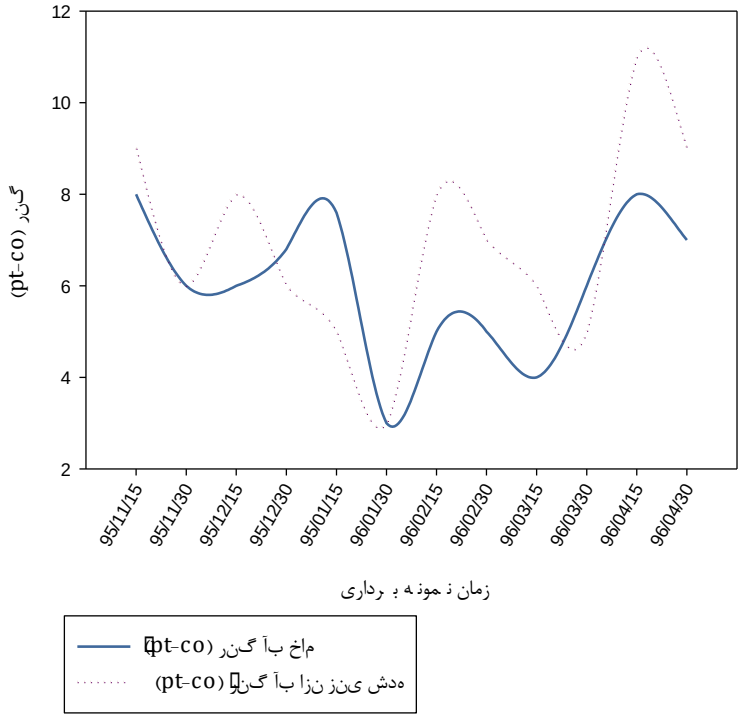
ردیف	پارامتر	واحد	میانگین در آب خام	میانگین در آب ازن زنی شده	راندمان حذف (٪)
۱	کدورت	NTU	۵/۴	۲	۶۳
۲	Fe	ppm	۰/۲	۰/۰۱۷	۹۱/۵
۳	Mn	ppm	۰/۱	۰/۰۱۸	۸۲
۴	رنگ	پلاتین –کبالت	۶	۵/۹	۱/۲
۵	aکلروفیل	µg/m3	۲/۴	۱/۹	۲۰/۸۳
۶	کل کربن آلی	ppm	۸/۵	۷/۴	۸۳/۱۸



شکل۲: تغییرات کدورت آب ازن زنی شده نسبت به آب خام ورودی به تصفیه خانه

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]



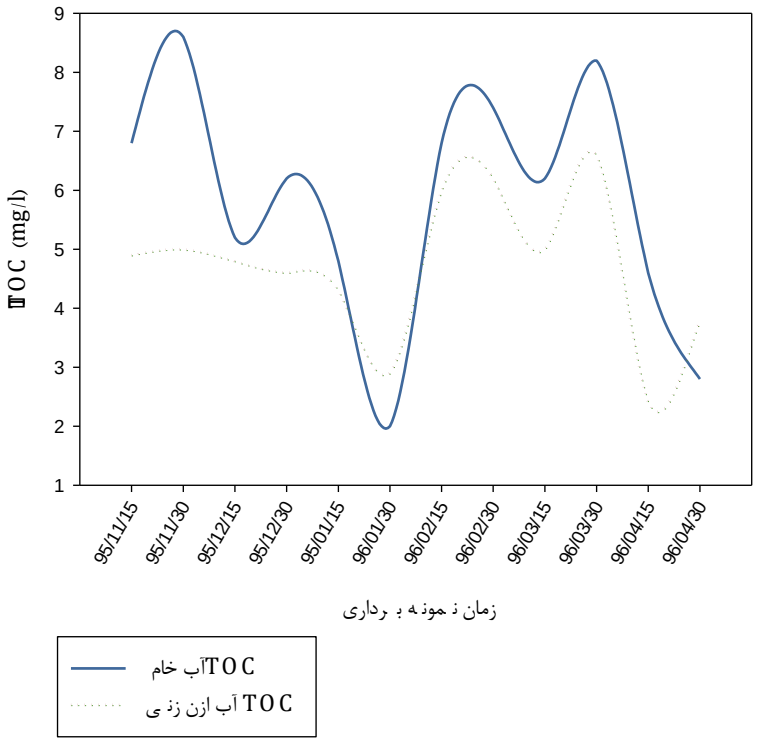
شکل۳: تغییرات رنگ آب ازن زنی شده نسبت به آب خام ورودی به تصفیه خانه



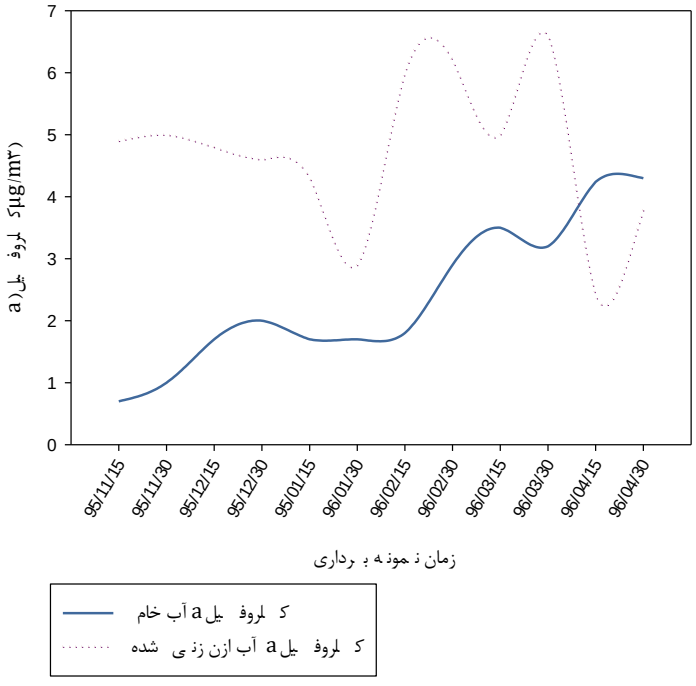
شکل٤: تغییرات **pH** آب ازن زنی شده نسبت به آب خام ورودی به تصفیه خانه

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]



شکل۵: تغییرات **TOC** آب ازن زنی شده نسبت به آب خام ورودی به تصفیه خانه



شکل۶: تغییرات کلروفیل **a** در آب ازن زنی شده نسبت به آب خام ورودی به تصفیه خانه

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

بحث

کدورت آب تصفیه شده بعنوان یک پارامتر مهم درتعیین کیفیت آب در کلیه تصفیه خانه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. کدورت آب آشامیدنی باید کمتر از ۱ واحدNTU باشد[۳۱]. درمرحله پیش ازن زنی، ازن از طریق ناپایدارکردن ذرات معلق و خنثی‌سازی بار ذرات کلوئیدی موجبات حذف کدورت را فراهم می‌نماید. نتایج بدست آمده از تاثیر پیش ازن زنی بر روی پارامترهای فیزیکی از جمله کدورت و مقایسه با میانگین کدورت در آب خام ورودی نشان می‌دهد که راندمان حذف کدورت در فرایند پیش ازن زنی تصفیه‌خانه آب کوه سبز حدود ٦٢ درصد می‌باشد. این میزان حذف کدورت با نتایج مطالعه معصومی و همکاران (١٣٩٦) در ارزیابی کارایی واحد پیش ازن زنی در حذف کدورت که برابر با ٦١ درصد بوده، همخوانی دارد[٦]. رنگ درآب به دو گونه بیان می‌شود. رنگی که بعد از حذف کدورت در آب مشاهده می‌شود، به رنگ واقعی شهرت دارد. در مقابل، رنگ ظاهری به رنگ آب قبل از فیلتراسیون اطلاق می‌شود که در آن ذرات معلق کلوئیدی نیز نقش ایفاء می‌کنند. رنگ آب معمولا به واحد هازن که همان مقیاس پلاتین – کبالت است، بیان می‌شود. طبق استانداردهای بین المللی میزان رنگ مورد قبول آب آشامیدنی معادل ۱ میلی‌گرم بر لیتر در لیتر طبق مقیاس پلاتین-کبالت می‌باشد. باید در نظر داشت که میزان رنگ تابعی از pH است، از اینرو بایستی در بیان رنگ pH نیز ذکر شود. رنگ را می توان در اثر جذب سطحی، منعقدسازی و یا اکسیداسیون از بین برد[۱۱]. نتایج بدست آمده از تاثیر پیش ازن زنی بر روی پارامترهای فیزیکی از جمله رنگ آب و مقایسه با میانگین رنگ آب خام ورودی نشان می‌دهد که راندمان حذف رنگ در فرایند پیش ازن زنی تصفیه خانه آب کوه سبز بسیار پایین (۱/۲ درصد) می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در فصول گرم با افزایش دما و کیفیت نامناسب آب ورودی و با افزایش میزان دوز ازن تزریقی جهت تصفیه بهتر آب، حلالیت ازن در آب (مخزن پیش‌ازن‌زنی) به دلیل عدم تنظیم دقیق دوز و غلظت ازن تزریقی متناسب با کیفیت آب ورودی و همچنین به علت وجود مشکلات هیدرولیکی و عدم تامین مدت زمان تماس کافی آب با ازن، کاهش یافته و ازن بدون انحلال در آب از مخزن ازن زنی خارج شده و در کاهش رنگ اولیه آب چندان موثر واقع نمی‌شود[۳۲]. pH یک محلول شاخص غلظت اسید و باز فعال موجود در آن است و همچنین یک فاکتور اصلی که رنگ آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد pH است. pH در حذف میکروارگانیسم‌ها، مواد آلی طبیعی، رنگ، کدورت موثر بوده و یکی از فاکتورهای اساسی در تشکیل محصولات جانبی گندزدایی می‌باشد. میانگین تغییرات pH آب خام و آب پیش ازن زنی شده در طول دوره پژوهش ۸/۰۲ می‌باشد، لذا بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که پیش ازناسیون آب آشامیدنی بر روی pH اثری ندارد که با نتایج سابیدی (۲۰۱۲) و موریسون و همکاران (۲۰۱۲) نیز همخوانی دارد[۱۷،۳۳]. دراین مطالعه به دلیل نامناسب بودن شرایط هیدرولیکی مخزن ازن زنی (فقط وجود دو عدد بافل در ابتدای مخزن ازن زنی) و رسوب گرفتگی دیفیوزرهای تزریق ازن (در اثر عدم تعویض دیفیوزرها) و همچنین کم بودن زمان تماس ازن با آب (در اثر نبود بافل در طول مخزن)، اختلاط ازن با آب به خوبی صورت نگرفته و مقداری از ازن بدون واکنش با آب از مخزن خارج می‌شود[۳۲]. لذا غلظت ازن در آب کاهش یافته و به دلیل قلیایی بودن pH آب خام ورودی به واحد پیش ازن زنی، تجزیه سریع ازن به دلیل حضور رادیکال هیدروکسیل (OH^0) اتفاق می‌افتد که در نتیجه تغییر خاصی در میزان pH در فرآیندپیش ازن زنی اتفاق نمی‌افتد. آهن و منگنز از ترکیبات شیمیایی طبیعی منابع آب آشامیدنی هستند که غلظت آنها در مقادیر توصیه شده مطابق استاندارد جهانی بهداشت خطری برای سلامت عمومی ندارد. ولی غلظت بالای این ترکیبات می‌تولند موجب رشد و تکثیر باکتریهای آهن و منگنز، ایجاد

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

تغییر در طعم و بوی آب، ایجاد لکه‌های رنگی قرمز و قهوه‌ای تیره بر روی لوازم شستشو و انسداد سیستم های آبرسانی گردد[۳۴]. Fe^{+2} بوسیله ازن به Fe^{+3} اکسید شده و در اثر هیدرولیز به $Fe(oH)_3$ تبدیل می‌شود که این عملیات بیشتر در pH بین ٦ تا ۹ انجام می‌گیرد (واکنش۱). مراحل تجزیه ازن در آب و واکنش ازن با آهن در واکنشهای ۲ تا ۷ آورده شده است. تجزیه ازن در آب تابعی از pH می‌باشد. بنابراین افزایش در pH، نرخ تجزیه ازن را افزایش می‌دهد و واکنش اکسیداسیون ازن با دیگر گونه ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. گزارش شده است وقتی که ازن محلول در محلولهای آبی در pH کمتر از ۷ باشد، نمی‌تواند با آب واکنش دهد و به عنوان مولکول O_3 موجود است. با افزایش pH، تجزیه خود به خودی ازن اتفاق می‌افتد، بطوریکه که در نهایت باعث تولید انواع رادیکالهای آزاد بسیار واکنش پذیر، از قبیل رادیکال هیدروکسیل (OH^0) می‌شود. تجزیه ازن تا حدود رادیکال‌های OH^0 است. وقتی که مقدار pH افزایش می‌یابد، تشکیل رادیکال‌های OH^0 افزایش می‌یابد. در یک محلول با یک مقدار pH بالا، بیشتر یونهای هیدروکسید (OH) حضور دارند، این یونهای هیدروکسیل به عنوان آغازگر نابودی ازن (شروع به از بین رفتن ازن) عمل می‌کند[۳۲]. همچنین در اثر اکسیداسیون مستقیم mn^{2+} موجود در آب با ازن بر اساس واکنش شماره۸، Mn^{+2} در اثراکسیداسیون توسط ازن به Mno_2 تبدیل می‌گردد. معمولا این عملیات بیشتر در pH حدود ۸ بهتر انجام می‌گیرد[۳۵]، که این نتایج با نتایج پروژه حاضر (pH بین ۶/۹-۸/٤) همخوانی دارد.

جدول۳ : فرمول‌ها و واکنشهای مورد استفاده

شماره	فرمول
۱	$2Fe^{2+} \xrightarrow{O3 \to O2} 2Fe^{3+} \xrightarrow{H2O} Fe(OH)_3$
۲	$Fe^{2+} + O_3 \to Fe^{3+} + O^-_3$
۳	$O_3^- \Leftrightarrow O^- + o_2$
٤	$O^- + H_2O \to OH^o + OH^-$
٥	$OH^- + Fe^{2+} \to OH^- + Fe^{3+}$
٦	$OH^o + O_3 \to HO_2 + O_2 (6)$
۷	$Fe^{2+} + H_2O \to O_2 + Fe^{3+} + 2OH^-$
۸	$Mn^{+2} + O^3 + H_2O = Mn^{+4} + OH^- + O_2$
	$Mn^{+4} + 4OH^- = Mn(OH)_4 = MnO_2 + 2H2O$

نتایج بررسی‌های انجام شده بر روی کارایی فرایند پیش ازناسیون در حذف آهن و منگنز نشان داد که کارایی ازن در حذف Fe نسبت به Mn بالاتر است. بطوریکه درصد حذف Fe حدود۹۱/۵ و درصد حذف Mn حدود ۸۲ درصد است که درصد بالایی است و با نتایج بدست آمده از تحقیق سابیدی (۲۰۱۲) همخوانی دارد[۱۷]. نتایج مطالعات سانیسا (۲۰۱۷)، نیز

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

نشـــان داد که ازناســـیون آب آشـــامیدنی تاثیر قابل توجهی در حذف منگنز دارد[۳۶]. کلروفیلa جزء اصـــلی جلبک‌ها اســـت و معرف مناسبی برای زیست توده جلبک به شمار می‌رود، زیرا جلبک چه بصـــورت مســـتقیم (شـــکوفایی جلبکی) و چه به صـورت غیرمسـتقیم (کاهش/ افزایش اکسـیژن محلول) سـبب ایجاد مشـکلات مرتبط با تغذیه گرایی می‌شـود. بررسـی‌های انجام شده نشان می‌دهد که راندمان حذف کلروفیل a در واحد پیش ازن زنی تصـــفیه خانه آب کوه ســـبز حدود ۲۱ درصـــد می‌باشـــد. مقایســـه نتایج بدســـت آمده در رابطه با تاثیر پیش ازناسـیون بر حذف کلروفیلa در مقایسـه با بررسـی‌های انجام گرفته توسـط معصـومی و همکاران (۲۰۱۹)، نشـان می‌دهد که پیش ازناسیون بر حذف کلروفیلa تاثیرگذار است، درصورتیکه غلظت، دوز ازن، مدت زمان تماس ازن با آب و شـــرایط هیدرولیکی مخزن ازن‌زنی در شـــرایط بهینه باشـــد[۳۷]. همچنین موریســـون و همکاران (۲۰۱۲)، نشـــان دادند که کلروفیلa و کلروفیل کل با پیش ازن زنی، زیاد دچار تغییر نمی‌شود ولی در اثر ازن زنی میانی بشدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد[۳۳]. منابع ایجاد کننده کربن آلی در پیکره های آبی عمدتا از طریق فتوســـنتز گیاهان و مواد آلی خاک است که جزء عوامل اصلی تغییر رنگ آب می‌باشد. غلظت کربن آلی در آبهای سطحی معمولا کمتر از ۱۰ و در آبهای زیرزمینی کمتر از ۲۰میلی‌گرم بر لیتر اســـت[۳۷] . نتایج بررســـی‌های به عمل آمده نشـــان داد که میانگین تغییرات TOC آب ورودی به تصـــفیه‌خانه در طول دوره پژوهش mg/l ۸/۵ بوده که حداکثر آن ۸/۵ میلی‌گرم بر لیتر در اســـفند ماه می‌باشـد. لذا این افزایش TOC در اسـفند ماه حاکی از افزایش کل مواد آلی محلول در آب بـه دلیـل بـارش بـاران و رواناب حاصـــله اســـت که با نتایج تحقیقات معصـــومی و همکاران (۱۳۹۶و ۱۳۹۸) که نشان دادند تغییرات فصلی در میزان تغییرات مواد آلی ورودی به آب‌های سطحی نقش اساسی دارد مطابقت

نتایج بدســـت آمده از بررســـی تاثیر پیش ازن زنی بر روی پارامترهای فیزیکوشـیمیایی نشـان داد که پیش ازن زنی بر روی دارد[۳۷،۶] . نتایج بررسـی‌های به عمل آمده نشـان داد که میانگین تغییرات TOC در آب ورودی حدود ۵/۸ میلی‌گرم بر لیتر است که بیشـتر از اسـتاندارد ثانویه آب شـرب می‌باشـد. بررسـی‌های انجام شده نشان می‌دهد که راندمان حذف TOC در واحد پیش ازن زنی تصفیه خانه آب کوه سبز حدود۱۸/۸۳ درصد می‌باشد. مقایسـه نتایج بدسـت آمده در رابطه با تاثیر پیش ازناسـیون بر حذف TOC در مقایسه با بررسی‌های انجام گرفته توسط اورین و همکاران (۲۰۰۰) و ترابیان و همکاران (۱۳۸۵) نشـان می‌دهد که در شـرایط آزمایشـگاهی پیش ازن زنی باعث کاهش کربن آلی کل می‌شـود که بسـتگی به میزان TOC ورودی دارد[۲۳،۲۴]. مطالعه موردی توسط موریسون و همکاران (۲۰۱۲)، در تعیین بازده ازناسـیون در فرایندهای خالص‌سـازی نشـان داد که پیش ازن زنی و ازن زنی میانی اثرات کافی روی TOC ندارد[۳۳]، که با نتایج تحقیقات معصـومی و همکاران در سـال ۲۰۱۹ و همچنن نتایج این مطالعه هم‌خوانی دارد[۳۷]. نتایج بررسی‌های انجام شده نشـــان می‌دهد که؛ عدم تطابق دوز و غلظت ازن متناســـب با کیفیت آب ورودی، کم بودن زمان تماس ازن با آب، تغییرات دبی آب ورودی و همچنین تغییرات کیفیت آب ورودی، از جمله عوامل تاثیرگذار در رابطه با کارایی پایین واحد پیش ازن زنی در حذف رنگ و پیش ســـازهای ایجاد کننده رنگ در آب از جمله کلروفیلa اســـت. همچنین ســـایر عوامل فرایندی و طراحی از جملـه عـدم اختلاط کـامـل مخزن، مشـــکلات هیدرولیکی مخزن، تزریق نامناســـب ازن توســـط دیفیوزرها و همچنین خرابی دیفیوزرها نیز از جمله دیگر عوامل تاثیر گذار در ایجاد پدیده های ذکر شده می‌باشد که باید بصورت جداگانه مورد مطالعه قرار داده شـــود تا بتوان کارایی واحد را در حذف ترکیبات پیش ساز رنگ بالا برد.

نتیجه‌گیری

پـارامترهـای آهن، منگنز و کـدورت بیشـــترین تـاثیر را دارد، بطوریکه درصـــد حذف هر کدام از پارامترها به ترتیب برابر

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

اســـت با۹۱/۵، ۸۲ و ٦۲ درصـــد. بررســـی‌ها نشـــان داد که پیش‌ازناسیون بر روی pH هیچ تاثیری نداشته و میانگین درصد حذف TOC برابر اســـت با ۱۸/۸۳درصـــد. همچنین رلندمان حذف رنگ در فرایند پیش ازن زنی تصـفیه خانه آب کوه سـبز بسـیار کم (حدود ۲/۱درصـد) بوده و بیشـترین درصـد حذف پارامترهایی بیولوژیکی از جمله کلروفیلa برابر اســـت با ۲۱ درصـد. نتایج بررسـی‌های نشـان داد که با افزایش دوز و غلظت ازن تزریقی به آب ورودی به تصـفیه خانه، میزان رنگ و سـایر ترکیبات روند کاهشـی نداشـته و بالعکس روند افزایش را طی می‌کند. همچنین بررســی‌ها نشـــان داد که پارامترهای دما، pH، دوز ازن، مدت زمان تماس ازن با آب، وضـــعیت فیزیکی و هیدرولیکی مخزن تماس ازن با آب نیز در پدیده ایجاد رنگ در آب تاثیرگذار هســـتند. عدم تطابق دوز و غلظت ازن با زمان تماس، دبی ورودی و کیفیت آب ورودی، عدم اختلاط کامل مخزن، نقاط کور در مخزن، اتصـال‌کوتاه، تزریق نامناسـب ازن توســـط دیفیوزرها و همچنین خرابی دیفیوزرها نیز از جمله عوامـل تـاثیرگـذار در کـاهش کـارایی واحـد پیش ازن زنی تصـفیه‌خانه آب کوه سـبز برروی پارامترهای فیزیکوشـیمیایی و بیولوژیکی اسـت که باید اقدامات اصـلاحی لازم در این زمینه اتخاذ گردد.

تقدیر و تشکر

از کلیه اساتید و پرسنل تصفیه خانه که در انجام این پروژه همکـاری و همـاهنگی هـای لازم را انجـام دادنـد، تشـــکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Mahmoudi A, Shafahee H.A, Roudbari A.A. The effects of water ozonation on disinfection by-product formation, J IJHS 2015; 1 (1): 32-35.
2. Kazi T, Virupakshi A. Treatment of tannery wastewater using natural coagulants, J I IRSET 2013; 2 (8): 4061-4068.
3. Hammer MJ. Water and Wastewater Technologies, 6 th edition, Prentice Hall of India Mass Market Paperback Mass Market Paperback 2207; 137-158.
4. Majidi M. Optimization of the Flocculation process and continuous filtration for the purpose of a preliminary purification of sea water in order to reduce SDI to enter the reverse osmosis system. Master of Science Degree in Environmental Engineering in Water Resources. (M Sc) Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran ;2010.
5. Talebzadeh Nahr N. Study of physical and chemical properties Water output from household water purifiers, Master Thesis in Environmental Health Engineering, Tabriz University of Medical Sciences and Health Services, Faculty of Health 2017 ; 4-10.
6. Masoomi B, Jafarzadeh Haghighi Fard N, Tabatabaei T, Kuhgardi E, Jorfi S. Evaluation of pre-ozonation unit efficiency in turbidity and TOC removal (case study: Kouhsabz water treatment plant). J W Eng 2017; 5(2): 91-100.
7. Theodoro J.D, Lenz G.F, Zara R. F, Bergamasco, R. Coagulants and natural polymers: perspectives for the treatment of water. Plastic and Polymer Technology 2013; 2 (3): 55-62.
8. Miranzadeh M. B, Rabbani D.K. Chemical quality evaluation for the inlet and outlet water taken from of the desalination plants utilized in Kashan during 2008, Feyz: (J KUMS) 2010 ;14 (2): 120-125.
9. Nemati B, Sadeghi M, Fadaei A, Sedehi M, Azari, M, Mohammadi, T. Investigation of color removal and turbidity in waters containing natural organic matter using Combined system of advanced coagulation and direct filtration, J SUMS 2016 ; (2) 18: 122-131.
10. Kale VS, Vijay S. Consequence of temperature, pH, turbidity and dissolved oxygen water quality parameters, J IJARSET 2016 ; (8): 186-190.
11. Masoomi B, Mohammadi R. Principles of water treatment. Tabriz, Forouzeh 2011; 30.
12. Zandieh M. Decomposing the red reactive in the aquatic environment by combining ozone with UV ray in a bubble column reactor [dissertation]. Kermanshah: University of Razi; 2012.
13. Ramasamy R. K , Rahman N , San W. C. Effect of temperature on the ozonation of textile waste effluent, J CTech 2001; 117 (2): 95-97.
14. Nafri M. Investigation of disinfection methods of drinking, sanitary and industrial waters, Tehran. Green Head Publications 2003.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

15. Askari Q , Seid Mohammadi A. Combining the process of catalytic ozonation with the process of biologically activated carbon of the fluidized bed (FBR) in the removal of precursors of trihalomethanes, 15th National Conference on Environmental Health, Gilan, 9-11 November, Guilan University of Medical Sciences 2012; 82.

16. Malik M.A , Ghaffar A , Malik S.A. Water purification by electrical discharges, J JPSST 2001; 10(1).

17. Subedi D.P, Tyata RB , Khadgi A , Wong C. S . Physicochemical and Microbiological Analysis of Drinking Water Treated by Using Ozone (Analisis Fisikokimia dan Mikrobiologi Air Minimum yang dirawat dengan Ozon), Sains Malaysiana 2012; 41 (6): 739 –745.

18. Van S , Andries L. Activated carbon and ozone as supplementary water treatment options at Rietvtei Dam [dissertation]. South Africa: Rand Afrikaans University 2012.

19. Seifipour F, Samadi MT, Awazpour M, Investigation of aldehyde formation during ozonation process in Shahid Beheshti Water Treatment Plant. Hamadan, 16th National Conference on Environmental Health, Tabriz, Tabriz University of Medical Sciences 2013; 11- 9 October, School of Health: 33.

20. Zare M.R, Aali R, Shahriari A. Iron and Manganese in Drinking Water: Concerns and Possible Problems,J JPH 2016; (2) 3: 34-42 .

21. Alidadi H. Disinfectants in water and wastewater treatment, Isfahan Water Treatment Plant Publications 2000.

22. Ghadimkhani A.A, Torabian A, Mehrabadi A. R. Preozonation and prechlorination effect on TOC removal in surface water treatment, J PJBS 2006; 9 (4): 708-712.

23. Torabian A, Ghadimkhani A, Rashidi Mehrabadi A, Shokouhi Harandi M, Janbeglu R. Preozonation effect on total organic carbon removal in surface water treatment. WWJ 2006; 17(2): 2-9.

24. Orren D. S, Tobiason J. E. Preozonation effects on coagulation, J AWWA 2000; 92 (10): 74–87.

25. Salmani Khas N, Bid Hindi Gh. Evaluation of efficiency of different units of Tehranpars water treatment plant in elimination TOC, JES 2006; 41 (33): 1-4.

26. Mansouri R, Arabshahi H. Evaluation of the performance of ozone application in the removal of pollutants from the water of Karun River, SJWE 2001; 48-49.

27. Shah Mansouri M R, Kargar M. Evaluation of ozonation efficiency in reduction of total organic carbon and coliform bacteria in Isfahan water refinery. WWJ 2005; 54: 43-46

28. Mousavi SP, ehrampoush MH, Mahav AH. Investigation of the effect of humic acid removal on acidic conditions of aqueous solutions with the use of single-walled carbon nanotubes. J ZMS, Kurdistan University of Medical Sciences; 2014: 14: 37-47.

29. Ministry of Energy, Program and Budget Organization. Guide to operation and maintenance of water treatment plants, Issue 177, 1998; 96-103.

30. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23RD Edition , American Public Health Association, AWWA, Water Environment Federation 2017.

31. National Standard of Iran1053. Drinking water - physical and chemical properties, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Technical Commission for Standardization (Fifth Review) 1997; 5.

32. Masoomi B, Jafarzadeh Haghighi Fard N, TabatabaeiT, Kuhgardi E, Jorfi S. Investigating the factors affectingwater quality in the pre-ozonation process and presenting a stable model of operation with the help of fluid dynamics(Case study: Study of laboratory scale in Kuh Sabz water treatment plant in Fars province), Thesis on Environmental Engineering -Water and Wastewater» PH.D« Islamic Azad University Bushehr Branch 2019.

33. Morrison S, Venter A, Barnard S. A case study to determine the efficacy of ozonation in purification processes, J Water SA 2012; 38 (1): 49-54.

34. Zare M.R, Aali R, Shahriari A. Iron and Manganese in Drinking Water: Concerns and Possible Problems, J PH, 2016; (2) 3: 34-42 .

35. Spartan Environmental Technologies Air and Water Treatment. Iron and Manganese Removal Using Ozone Water Treatment 2019. www. spartanwatertreatment. com.

36. Sunisa J, Tinnakorn K, Kitirote W. Manganese Removal from Aqueous Solution by Ozonation Process Designed by Box-Behken Design (BBD), Applied Environmental Research 2017; 39 (1), pp. 1-10.

37. Masoomi B, Jafarzadeh Haghighi Fard N, Tabatabaei T, Kuhgardi E, Jorfi S. The Impact of Water Quality Entering the Refinery on the Formation of Color and Foams in Water Purification Process Units (Case Study: Koohsabz Drinking Water Treatment Plant), J EHE 2019; 7(2): 212-230.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]

Journal of Environmental Health Engineering, August;2020; Vol. 8, No4: 450-464

The Study of Pre-ozonation effects on Physicochemical and Biological Properties of Drinking Water

***Bahman Masoomi**

Regional Water Company of Fars, Fars, Iran

Email:masoomi37@gmail.com

Received: 11 July 2021; Accepted: 20 September 2021

ABSTRACT

Background and objectives:Pre-ozonation in water treatment is used for various purposes such as; improving the coagulation process, reducing the production of trihalomethanes, color removal, removal of iron and manganese, control of microorganisms, and removal of organic matter. The main objective of this paper is to investigate the effects of pre-ozonation on the physical, chemical, and biological properties of drinking water.

Methods:This study on a real scale was conducted on the pre-ozonation unit of the Koohsabz drinking water treatment plant for 6 months. In this study, sampling of raw water entering the pre-ozonation unit and ozonized water was done randomly with glass sampling containers. 4 samples per month and a total of 24 samples were taken to evaluate the trends of changes in the parameters. The necessary tests according to the method presented in the standard method book (twentieth edition) on the samples have been done to investigate the effects of pre-ozonation on the physicochemical and biological parameters.

Results :The studies showed that the turbidity and TOC (Total Organic Carbon) removal efficiency in the pre-ozonation process of the Koohsabz drinking water treatment plant was about 62% and 18. 83%, respectively, and it has no effect on pH. Also, the removal rate of Fe and Mn in the pre-ozonation process was 91.5 and 82%, respectively. Evaluate the effectiveness of pre-ozonation in watercolor removal showed that, by increasing the dosage and the concentration of ozone injection, significant changes did not occur on further reduction of color and color precursors and the removal rate of color precursor compounds, such as the chlorophyll a, is about 21%.

Conclusion:The results indicated that ozone could not change any physical parameters such as pH and color, but it has a significant effect on the chemical properties and reduced biological parameters by about 21%.

Keywords: Pre-ozonation, Koohsabz Water Refinery, Physicochemical and biological properties, Water quality, removal efficiency.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.450]