



بررسی کارایی متابی سولفیت سدیم و اسید اسکوربیک در حذف اکسیژن محلول آب شرب

سمیه رحمانی^۱، ابراهیم علامتیان^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد عمران - آب و فاضلاب، موسسه آموزش عالی خاوران، مشهد، ایران

^۲ گروه عمران، موسسه آموزش عالی خاوران، مشهد، ایران

تاریخچه داوری:

دریافت: ۳۰ دی ۱۳۹۵

بازنگری: ۴ فروردین ۱۳۹۶

پذیرش: ۴ اردیبهشت ۱۳۹۶

ارائه آنلاین: ۱۳ اردیبهشت ۱۳۹۶

کلمات کلیدی:

اکسیژن محلول
متابی سولفیت سدیم
اسید اسکوربیک
اکسیژن زدایی

چکیده: اکسیژن محلول در تمامی آب‌هایی که به نحوی با اتمسفر هوا در تماس هستند، موجود می‌باشد و شاخصی از کیفیت آب است. حذف اکسیژن محلول از آب را تجزیه هوازدایی می‌نامند که به روش‌های معمول مکانیکی، حرارتی و شیمیایی انجام می‌گیرد. در این تحقیق متابی سولفیت سدیم و اسید اسکوربیک جهت اکسیژن زدایی آب شرب بکار رفته‌اند و عوامل موثر هم‌چون زمان ماند، دما، سختی کل و تغییر pH در راندمان اکسیژن زدایی بصورت تجربی بررسی می‌گردند. بر اساس نتایج بدست آمده برای متابی سولفیت سدیم، با افزایش ۱۰۰ درصدی زمان ماند، غلظت اکسیژن محلول حدود ۶۰ درصد و با افزایش ۱۰ درصدی دما، غلظت اکسیژن محلول حدود ۸۰ درصد کاهش می‌یابد؛ همچنین مشاهده شد که کاهش سختی کل، راندمان اکسیژن زدایی را بصورت قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد و تغییرات pH بر روی راندمان اکسیژن زدایی ماده فوق تاثیر ناچیزی دارد. بررسی اسید اسکوربیک نشان داد که با افزایش ۱۰ درصدی دما، غلظت اکسیژن محلول حدود ۴۰ درصد کاهش یافته و با کاهش ۲۰ درصدی زمان ماند، غلظت اکسیژن محلول حدود ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. بررسی تاثیر pH در مورد ماده فوق نشان داد که راندمان اکسیژن زدایی در حالت بازی بهتر از حالت اسیدی می‌باشد.

۱- مقدمه

آب مهم‌ترین ماده حیات و آبادانی است. بسیاری از مشکلات بهداشتی کشورهای در حال پیشرفت، ناشی از عدم برخورداری از آب آشامیدنی سالم است. تصفیه آب برای بشر دارای سابقه‌ای طولانی و قدیمی است و در تصفیه آب شناسایی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب حائز اهمیت می‌باشند که بایستی این شرایط با استانداردهای موجود مطابقت داشته باشند. اکسیژن محلول شاخصی مربوط به کیفیت آب است و در تمامی آب‌هایی که به نحوی با اتمسفر هوا در تماس هستند، موجود می‌باشد. حذف اکسیژن از آب را تجزیه هوازدایی می‌نامند که به روش‌های معمول هوازدهای مکانیکی، حرارتی و شیمیایی انجام می‌گیرد.

در تجزیه هوازدایی به روش مکانیکی با استفاده از دستگاه‌های ویژه و کاربرد جریان متضاد آب و بخار داغ، اکسیژن را از آب خارج می‌کنند. در حذف اکسیژن محلول با استفاده از مواد شیمیایی میتوان به هیدروژن به عنوان جاذب اکسیژن محلول در محیط آبی اشاره کرد. سابقه کاربرد هیدروژن به دهه ۱۹۳۰ بازمی‌گردد و پیشرفت‌های فرآیند اصلی در دهه ۱۹۹۰ انجام گرفته است. مطالعه بر روی این روش از سال ۱۹۲۴ توسط دونالد کنت^۱ آغاز شد [۱]. هیدرازین نیز یکی از مواد معمول مصرفی در اکسیژن زدایی

می‌باشد و مصرف این ماده طی دو دهه اخیر به دلیل شناخت اثرات مضر آن بر بدن انسان و محیط زیست به شدت رو به کاهش گذاشته و اقدامات وسیع جهانی برای جایگزینی آن با مواد غیرسمی در حال انجام است [۲]. از ماده کربوهیدرازید به عنوان جایگزین مناسب برای هیدرازین برای اکسیژن زدایی از آب بویلرها و در واقع حل مشکل زیست محیطی و خطرات ناشی از مصرف هیدرازین استفاده شده است [۳]. استفاده از روش الکتروشیمیایی نیز برای اکسیژن زدایی در مقیاس آزمایشگاهی توسعه داده شده است [۴]. هم‌چنین حذف اکسیژن محلول توسط فرآیندهای غشایی غیرمتخلخل برای اولین بار توسط بیکر و همکاران^۲ در سال ۱۹۸۹ انجام شده است [۵]. و فرآیند حذف اکسیژن نیز توسط فرآیندهای غشایی با غشا الیاف تو خالی از جنس پلی پروپیلین صورت گرفته است [۶]. در تحقیقی که توسط قلی پور و علامتیان صورت گرفته است نشان داده شده است که وقتی درجه حرارت آب به تدریج افزایش می‌یابد، اکسیژن سریع‌تر از آب خارج می‌گردد [۷]. به طور کلی ترکیبات هیدرازین و یا آلی برای اکسیژن زدایی از آب استفاده می‌شود. نظراتی در مورد موضوع فوق توسط اندریس و کوتوریه^۳ بیان شده است [۸]. در تحقیقی توسط لوف^۴ و همکاران کاهش اکسیژن محلول آب با استفاده از دی‌اتیل هیدروکسیل آمین در حضور هیدروکینون یا کینون بعنوان کاتالیزور با در نظر گرفتن سرعت واکنش و بازده کاتالیزور مورد مطالعه

*نویسنده عهده‌دار مکاتبات: e.alamatian@profs.khi.ac.ir

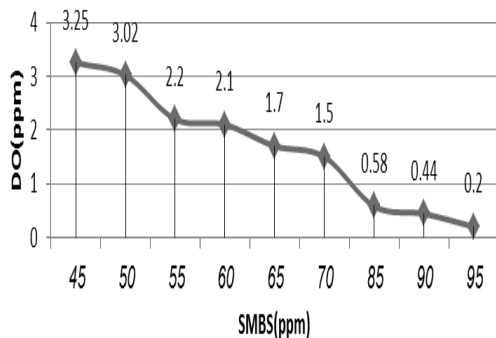
2 Baker et al

3 Andriès and Couturier

4 Lebeuf

1 Donald w. Kent

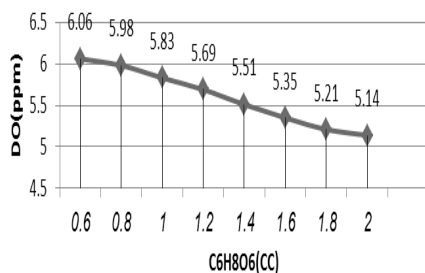
تعیین می‌گردد و میزان دوز تزریقی را در هر آزمون ۵ ppm اضافه نموده و نمونه‌ها با زمان ماند ۱۰ دقیقه و سرعت ۳۰ دور در دقیقه به دلیل شبیه‌سازی شرایط با شرایط عملیاتی در زیر دستگاه جارتست قرار می‌گیرند. در شکل ۱ تغییرات اکسیژن محلول با تغییرات در دوز تزریقی متابی‌سولفیت سدیم نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که با افزایش دوز متابی‌سولفیت سدیم، غلظت اکسیژن محلول کاهش می‌یابد. بر اساس این نمودار با افزایش ۱۰ درصدی دوز متابی‌سولفیت سدیم، غلظت اکسیژن محلول حدود ۲۰ درصد کم می‌گردد. بر اساس نتایج بدست آمده در دوز ۹۵ ppm میزان اکسیژن محلول باقی‌مانده به ۰/۲ ppm می‌رسد. نهایتاً دوز متابی‌سولفیت سدیم ۹۵ ppm تعیین می‌شود.



شکل ۱: تغییرات اکسیژن محلول با تغییرات در دوز تزریقی متابی‌سولفیت سدیم

Fig. 1. Dissolved Oxygen variations in sodium metabisulfite dose

برای تعیین دوز مناسب اسید اسکوربیک با استفاده از دستگاه جارتست نمونه‌ها آماده شده و دوز تزریقی برای شروع آزمایش ۰/۶ CC تعیین می‌گردد و میزان دوز تزریقی را در هر آزمون ۰/۲ CC اضافه نموده و نمونه‌ها با زمان ماند ۱۰ دقیقه و سرعت ۳۰ دور در دقیقه به دلیل شبیه‌سازی شرایط با شرایط عملیاتی در زیر دستگاه جارتست قرار می‌گیرند. در شکل ۲ تغییرات اکسیژن محلول با تغییرات در دوز تزریقی اسید اسکوربیک نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که با افزایش دوز اسید اسکوربیک، غلظت اکسیژن محلول کاهش چندانی نمی‌یابد.



شکل ۲: تغییرات اکسیژن محلول با تغییرات در دوز تزریقی اسید اسکوربیک

Fig. 2. Dissolved Oxygen variations in ascorbic acid dose

قرار گرفته است [۹]. نتایج نشان داد که سیستم حذف اکسیژن با استفاده از دی‌اتیل‌هیدروکسیل آمین-گالیک اسید کاتالیزوری کارآمدتر نسبت به سیستم فعلی دی‌اتیل‌هیدروکسیل آمین-هیدروکینون می‌باشد زیرا در نهایت کاهش اکسیژن محلول با بازده بالاتری در واکنش صورت می‌گیرد.

متابی‌سولفیت سدیم با فرمول شیمیایی $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ پودر کریستال شده سفید رنگ سولفور دی اکسید با چگالی بین ۱ تا ۱/۲ kg/l است و در دمای بالای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد تجزیه می‌گردد [۱۰]. تمام انواع متابی‌سولفیت سدیم به راحتی در آب حل می‌شوند. این ماده در ترکیب با آب باعث جذب اکسیژن موجود در آب می‌شود و مطابق استاندارد ملی ایران جزء مواد خطرناک گنجانیده نشده است.

اسید اسکوربیک با فرمول شیمیایی $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ پودر کریستال سفید رنگ است و یک ترکیب عالی طبیعی با خواص آنتی‌اکسیدانی قوی و حل‌شونده در آب می‌باشد. این ماده دارای نقطه ذوب ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد [۱۱]. در تحقیق حاضر بصورت تجربی، میزان تاثیر و کارایی متابی‌سولفیت سدیم و اسید اسکوربیک در اکسیژن‌زدایی آب شرب بررسی می‌شود. آزمایشات در تصفیه‌خانه آب شهر بیرجند انجام می‌گردد و تاثیر زمان ماند، درجه حرارت، سختی کل و تغییر pH در راندمان اکسیژن‌زدایی بررسی می‌گردند.

۲- مواد و روش‌ها

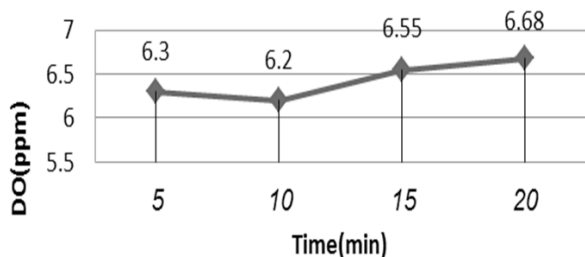
۲-۱ روش اندازه‌گیری اکسیژن محلول

برای تعیین اکسیژن محلول در آب از شاخص DO استفاده می‌شود. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری اکسیژن محلول وجود دارد [۱۲-۱۴]. در این تحقیق به منظور اندازه‌گیری میزان DO، از دستگاه DO متر استفاده شده است [۱۵]. این دستگاه بر مبنای روش الکترومتری غلظت DO را تعیین می‌کند. پیش از اندازه‌گیری DO، لازم است تا دستگاه کالیبره شود.

۲-۲ تعیین دوز مناسب مواد اکسیژن‌زدا و طرح کلی آزمایش

برای بدست آوردن دوز مناسب مواد ابتدا اکسیژن محلول نمونه آب گرفته شده از محل تصفیه‌خانه آب شرب شهر بیرجند، با استفاده از دستگاه DO متر پس از کالیبره نمودن دستگاه، اندازه‌گیری می‌شود. سپس با استفاده از روابط مولی دوز مناسب مواد تعیین می‌شود [۱۶]. نهایتاً بصورت تجربی با استفاده از دستگاه جارتست دوز مناسب مواد تعیین می‌گردد [۱۷]. با احتساب ۹ ppm اکسیژن محلول برای هر نمونه، برای حذف یک مول اکسیژن میزان ۵۳/۲ ppm متابی‌سولفیت سدیم مورد نیاز است. و با استفاده از روابط مولی میزان ۱۷۶/۱۲ گرم اسید اسکوربیک برای حذف یک مول اکسیژن مورد نیاز می‌باشد [۱۸].

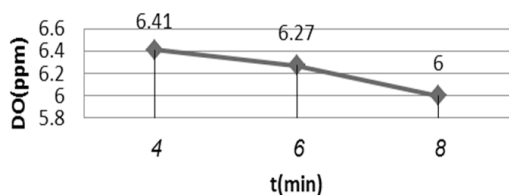
برای تعیین دوز مناسب متابی‌سولفیت سدیم با استفاده از دستگاه جارتست نمونه‌ها آماده شده و دوز تزریقی برای شروع آزمایش ۴۵ ppm



شکل ۴: تغییرات اکسیژن محلول با تغییرات زمان ماند

Fig. 4. DO changes in RT (on presence of ascorbic acid)

مشاهده می‌شود که با افزایش زمان ماند غلظت اکسیژن محلول کاهش نمی‌یابد و بهترین نتیجه در زمان ماند ۱۰ دقیقه حاصل شده است. می‌توان گفت که افزایش زمان ماند باعث کاهش ۵ درصدی راندمان اکسیژن‌زدایی می‌گردد. بنابراین برای رسیدن به نتیجه مطلوب‌تر زمان ماند زیر ۱۰ دقیقه نیز بررسی می‌گردد. سه نمونه دیگر با میزان اکسیژن محلول اولیه ppm ۸، دمای ۲۶/۵ درجه سانتیگراد و با دوز تزریقی ۱ CC اسید اسکوربیک آماده شده و زمان ماند برای نمونه‌ها ۴، ۶ و ۸ دقیقه انتخاب گردید. میزان اکسیژن محلول باقی‌مانده پس از اتمام آزمایش در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵: تغییرات اکسیژن محلول با تغییرات زمان ماند

Fig. 5. DO changes below 10 minutes (on presence of ascorbic acid)

مشاهده می‌شود که در بین زمان‌های انتخابی در زمان ماند ۸ دقیقه غلظت اکسیژن محلول نسبت به زمان‌های قبل و بعد از آن (۶ و ۱۰ دقیقه) بیشتر کاهش یافته است. این کاهش به صورت یکنواخت بوده و می‌توان گفت با کاهش ۲۰ درصدی زمان ماند، غلظت اکسیژن محلول حدود ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

۳-۲- تاثیر درجه حرارت

تغییرات دما می‌تواند در غلظت اکسیژن محلول تاثیرگذار باشد. می‌سترا^۱ و همکاران دریافته‌اند که افزایش دما آب باعث خروج اکسیژن از آب می‌گردد [۲۰]. برای بررسی تاثیر افزایش دما بر میزان کاهش اکسیژن محلول، دو حالت دمای متفاوت ۲۵/۸ و ۳۶ درجه سانتیگراد انتخاب می‌شوند. سپس دو نمونه متابیسولفیت سدیم و اسید اسکوربیک آماده شده که خصوصیات

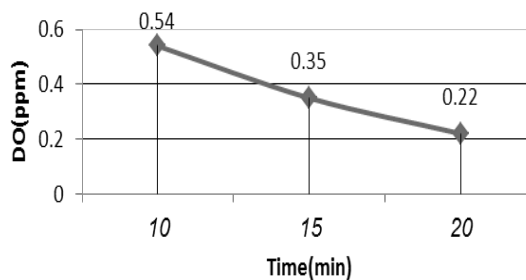
بر این اساس برای تعیین دوز مناسب اسید اسکوربیک ابتدا به بررسی عوامل تاثیرگذار در فرآیند اکسیژن‌زدایی پرداخته می‌شود.

۳- نتایج و بحث

میزان دوز تزریقی متابیسولفیت سدیم ppm ۸۵ و میزان دوز اسید اسکوربیک ۱ CC برای بررسی تاثیر عواملی هم‌چون زمان ماند، دما، سختی کل و تغییر pH تعیین می‌گردند. که تاثیر عوامل مختلف بصورت واضح‌تر مشخص گردد.

۳-۱- تاثیر زمان ماند

با توجه به اینکه میکروارگانیسم‌ها در جریان وجود دارند و برای تغذیه مواد آلی نیازمند اکسیژن بوده که با فراهم بودن زمان کافی در فرآیند تغذیه گسترش می‌یابند [۱۹]. بنابراین با فراهم نمودن زمان کافی برای جریان، به ویژه آب آشامیدنی، باعث بهبود راندمان اکسیژن‌زدایی می‌گردد. برای بررسی تاثیر زمان ماند متابیسولفیت سدیم بر میزان کاهش اکسیژن محلول، سه نمونه با اکسیژن محلول اولیه ppm ۷، دمای ۲۶ درجه سانتیگراد و دوز تزریقی ۸۵ ppm متابیسولفیت سدیم آماده شده و زمان ماند برای نمونه‌ها ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه انتخاب گردید. میزان اکسیژن محلول باقی‌مانده پس از اتمام آزمایش اندازه‌گیری می‌گردد که نتایج در شکل ۳ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که با افزایش زمان ماند غلظت اکسیژن محلول کاهش می‌یابد. این کاهش بصورت یکنواخت بوده و می‌توان گفت با افزایش ۱۰۰ درصدی زمان ماند، غلظت اکسیژن محلول حدود ۶۰ درصد کاهش می‌یابد.



شکل ۳: تغییرات اکسیژن محلول با تغییرات زمان ماند

Fig. 3. DO changes in RT (on presence of sodium metabisulfite)

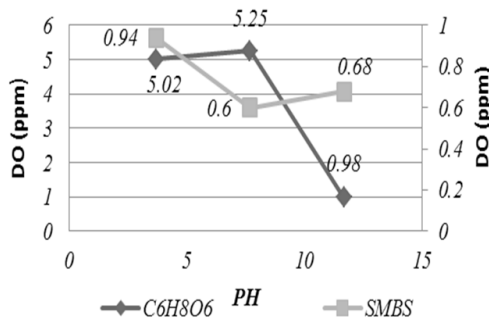
برای بررسی تاثیر زمان ماند اسید اسکوربیک بر میزان کاهش اکسیژن محلول، چهار نمونه با میزان اکسیژن محلول اولیه ppm ۸، دمای ۲۶/۵ درجه سانتیگراد و با دوز تزریقی ۱ CC اسید اسکوربیک آماده شده و زمان ماند برای نمونه‌ها ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه انتخاب گردید. میزان اکسیژن محلول باقی‌مانده پس از اتمام آزمایش اندازه‌گیری می‌گردد که نتایج در شکل ۴ نشان داده شده است.

۱۴ هیدروکسید سدیم ۲٪، میزان pH نمونه به ۱۱/۷ می‌رسد. برای بررسی تاثیر pH آزمایش در سه حالت خنثی، اسیدی و بازی بر روی دو نمونه متابی سولفیت سدیم و اسید اسکوربیک انجام می‌شود که خصوصیات نمونه‌های فوق در جدول ۲ قابل مشاهده است. دمای نمونه‌های مورد بررسی ۲۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در انتها میزان اکسیژن محلول باقی‌مانده اندازه‌گیری می‌شود. نتایج در شکل ۷ نشان داده شده است.

جدول ۲: خواص نمونه مواد در آزمون تاثیر pH

Table 2. Mixture properties in PH test

شماره نمونه	متابی سولفیت سدیم (ppm)	اسید اسکوربیک (ppm)	اکسیژن محلول اولیه (ppm)	زمان ماند (دقیقه)	سرعت جارتست (دور در دقیقه)
۱	۸۵	۰	۸	۱۰	۳۰
۲	۰	۱	۶	۸	۳۰



شکل ۷: تغییرات اکسیژن محلول با تغییر pH

Fig. 7. DO in PH variation

بررسی تاثیر pH نشان داد که این پارامتر بر روی راندمان اکسیژن‌زدایی متابی سولفیت سدیم تاثیر ناچیزی دارد. بدین ترتیب که در حالت اسیدی غلظت اکسیژن محلول باقی‌مانده حدود ۰/۳۴ ppm و در حالت بازی ۰/۸ ppm بیشتر از حالت خنثی می‌باشد و مشاهده می‌شود که راندمان اکسیژن‌زدایی اسید اسکوربیک در حالت بازی بهتر از حالت اسیدی می‌باشد. می‌توان گفت که با افزایش ۴ واحد در میزان pH نمونه غلظت اکسیژن محلول حدود ۸۵ درصد کاهش می‌یابد. این موضوع می‌تواند ناشی از پایداری اسید اسکوربیک در pH بین ۴ تا ۶ باشد.

۳-۴- تاثیر سختی کل

سختی توسط مقدار کربنات کلسیم معین شده که آن را درجه سختی آب آشامیدنی می‌نامند. با توجه به نرم یا سخت بودن جریان آب عکس‌العمل‌های متفاوتی در راندمان اکسیژن‌زدایی توسط متابی سولفیت سدیم و اسید

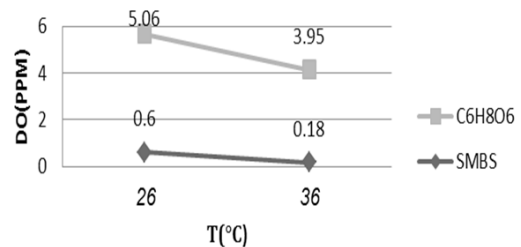
دو ماده فوق در آزمون بررسی درجه حرارت در جدول ۱ قابل مشاهده است. ابتدا نمونه بدون افزایش دما با دمای ۲۵/۸ درجه سانتی‌گراد و زمان ماند ۱۰ دقیقه و سرعت ۳۰ دور در دقیقه در زیر دستگاه جارتست قرار داده می‌شود و نمونه دوم برای مدت ۱۰ دقیقه بر روی هیتر برقی با دمای تنظیمی ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد که پس از ۱۰ دقیقه دمای نمونه به میزان ۳۶ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

جدول ۱: خواص نمونه مواد در آزمون درجه حرارت

Table 1. Mixture properties in temperature test

شماره نمونه	متابی سولفیت سدیم (ppm)	اسید اسکوربیک (ppm)	اکسیژن محلول اولیه (ppm)	زمان ماند (دقیقه)
۱	۸۵	۰	۶	۱۰
۲	۰	۱	۶	۱۰

میزان اکسیژن محلول باقی‌مانده دو نمونه پس از اتمام آزمایش اندازه‌گیری می‌گردد. نتایج دو ماده متابی سولفیت سدیم و اسید اسکوربیک در شکل ۶ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که با افزایش دما هر دو ماده غلظت اکسیژن محلول کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر با افزایش ۱۰ درصدی دمای اسید اسکوربیک غلظت اکسیژن محلول حدود ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. و با افزایش ۱۰ درصدی دمای متابی سولفیت سدیم غلظت اکسیژن محلول حدود ۸۰ درصد کاهش می‌یابد.



شکل ۶: تغییرات اکسیژن محلول با تغییر دما

Fig. 6. DO concentration in temperature variation

۳-۳- تاثیر pH

pH یکی از عوامل مهمی است که می‌تواند در بهبود و یا کاهش کارایی فرآیندهای تصفیه آب و همچنین در راندمان اکسیژن‌زدایی موثر واقع گردد [۲۱]. از این رو، تاثیر pH بر غلظت اکسیژن محلول در این بخش مورد بررسی قرار خواهد گرفت. برای بررسی تغییرات pH بر روی کاهش اکسیژن محلول ابتدا pH نمونه آب توسط دستگاه pH متر پس از کالیبره نمودن دستگاه، اندازه‌گیری می‌گردد. در آزمایش انجام شده مقدار pH نمونه بعد از اندازه‌گیری ۷/۷ می‌باشد. سپس دو نمونه اسیدی و بازی به ترتیب با کاهش و افزایش ۴ واحد در مقدار pH به شرح زیر آماده می‌گردند. برای تهیه نمونه اسیدی با مصرف مقدار ۱/۵ CC اسید سولفوریک رقیق ۵٪، میزان pH نمونه به ۳/۷ می‌رسد. برای تهیه نمونه بازی با مصرف مقدار CC

تا ۶ پایدار می‌باشد و واکنشی نشان نمی‌دهد. نتایج نشان داد که زمان ماند و درجه حرارت به‌همراه تغییر pH بر راندمان اکسیژن‌زدایی اسید اسکوربیک موثر می‌باشند. بر اساس نتایج بدست آمده با افزایش ۱۰ درصدی دما، غلظت اکسیژن محلول حدود ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که با کاهش ۲۰ درصدی زمان ماند، غلظت اکسیژن محلول حدود ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

در مقایسه دو ماده فوق می‌توان گفت راندمان اکسیژن‌زدایی ماده متابی‌سولفیت سدیم نسبت به اسید اسکوربیک در بررسی تغییرات دما بیشتر می‌باشد، زیرا با افزایش ۱۰ درصدی دما متابی‌سولفیت سدیم غلظت اکسیژن محلول حدود ۸۰ درصد کاهش می‌یابد و با افزایش ۱۰ درصدی دما اسید اسکوربیک کاهش غلظت اکسیژن محلول حدود ۴۰ درصد می‌باشد. و در بررسی تاثیر pH، نتایج نشان داد که این پارامتر بر روی راندمان متابی‌سولفیت سدیم تاثیر ناچیز دارد ولی بر راندمان اکسیژن‌زدایی اسید اسکوربیک موثر می‌باشد.

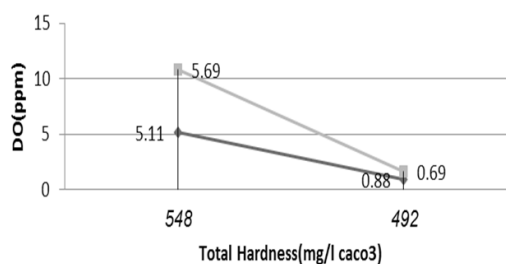
فهرست علائم

سی سی	CC
اسید اسکوربیک	$C_6H_8O_6$
اکسیژن محلول	DO
کیلوگرم بر لیتر	Kg/l
میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم	Mg/l $caco_3$
دقیقه	min
متابی‌سولفیت سدیم	$Na_2S_2O_5$
کمیت تعیین اسیدی یا بازی بودن مواد	PH
واحد در میلیون	PPM
متابی‌سولفیت سدیم	SMBS
زمان	t
دما	T

مراجع

- [1] A. Moradian, J. Sawani, Remove dissolved oxygen compensated by hydrogen in the presence of a catalyst, Power Research Institute Tehran, 1999.
- [2] R. Najjar, S.A. Ahmadi, Alternative materials deoxygenation hydrazine in boiler feed water for steam, 1999.
- [3] A. M.Gol Mohammadi, N.Ghasemi, P.Bigdeli, Carbohydrazide production as a viable alternative to hydrazine in deoxygenation of boiler feed water, National Iranian Chemical Engineering Congress Eleventh, Tehran, Tarbiat Modares University, 2005.

اسکوربیک صورت می‌گیرد. که برای جلوگیری از رخ دادن برخی اتفاقات مانند خوردگی بایستی بررسی گردد [۲۲]. از این رو، بررسی این موضوع در این بخش صورت خواهد گرفت. مخزن تصفیه خانه آب شهر بیرجند از دو منبع جداگانه آب‌گیری می‌شود. از هر کدام از منابع نمونه‌گیری بصورت مجزا صورت گرفت و اکسیژن محلول و سختی کل هر منبع به طور مجزا اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که سختی کل در منابع‌های ۱ و ۲ به ترتیب $548 \text{ mg/l } caco_3$ و $492 \text{ mg/l } caco_3$ می‌باشد. سپس هر کدام از نمونه‌ها با میزان دوز تزریقی ۸۵ ppm متابی‌سولفیت سدیم در زیر دستگاه جارتست به مدت ۱۰ دقیقه و سرعت ۳۰ دور در دقیقه قرار گرفت و در انتها میزان اکسیژن محلول باقی‌مانده اندازه‌گیری می‌گردد. در شکل ۸ تاثیر سختی کل بر راندمان اکسیژن‌زدایی نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که در منبع ۱ اکسیژن محلول $4/23 \text{ ppm}$ کاهش می‌یابد و این کاهش در منبع شماره ۲ حدود ۵ ppm می‌باشد. که این مورد گویای این مطلب است که نمک‌های کلسیم و منیزیم در راندمان اکسیژن‌زدایی تاثیرگذار هستند. با توجه به اینکه سختی آب بیرجند بر پایه سختی منیزیمی می‌باشد، میتوان نتیجه گرفت نمک‌های منیزیمی در روند اکسیژن‌زدایی تاثیرگذارتر می‌باشند.



شکل ۸: تاثیر سختی کل بر راندمان اکسیژن‌زدایی

Fig. 8. DO changes in Total Hardness variation

۴- نتیجه‌گیری

آب شرب بایستی اکسیژن‌زدایی گردد. بنابراین در این مقاله کارایی ماده متابی‌سولفیت سدیم و اسید اسکوربیک در اکسیژن‌زدایی آب شهر بیرجند و تاثیر زمان ماند، درجه حرارت، تغییر pH و سختی کل بر راندمان اکسیژن‌زدایی به صورت تجربی بررسی شد.

نتایج نشان داد که زمان ماند، درجه حرارت و سختی کل بر راندمان اکسیژن‌زدایی متابی‌سولفیت سدیم موثر می‌باشند. بر اساس نتایج بدست آمده با افزایش ۱۰۰ درصدی زمان ماند، غلظت اکسیژن محلول حدود ۶۰ درصد کاهش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش ۱۰ درصدی دما، غلظت اکسیژن محلول حدود ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. آزمایشات نشان داد که کاهش سختی کل راندمان اکسیژن‌زدایی را به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. بررسی تاثیر pH نشان داد که این پارامتر بر روی راندمان اکسیژن‌زدایی متابی‌سولفیت سدیم تاثیر ناچیزی دارد.

بر اساس نتایج بدست آمده، ماده اسید اسکوربیک در حالت pH بین ۴

- US 3,372,103. 1968 Mar 5.
- [14] M. J. Johnson, J. Borkowski, C. Engblom, Steam sterilizable probes for dissolved oxygen measurement. *Biotechnology and Bioengineering*, 6(4) (1964) 457-68.
- [15] Miyake Y, inventor; Hokushin Electric Works, Ltd., assignee. Dissolved oxygen probe. United States patent US 4,259,165. 1981 Mar 31.
- [16] W. N. Epstein, Analysis of Changes In Molar Relationships By Means Of Extra-Oral Anchorage (Head-Cap) In Treatment Of Malocclusion1, *The Angle Orthodontist*, 18(3) (1948) 63-9.
- [17] A. P. Black, A. M. Buswell, F. A. Eidsness, A. L. Black, Review of the jar test, *American Water Works Association Journal*, 49(11) (1957) 1414-24.
- [18] N. Shah Hoseyni, M. Sarafin, General Chemistry Practical Training, Tehran, Tehran University Press, 1995. (In Persian). Same manner. Article title. *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2016.
- [19] A. G. Hashimoto, Methane from cattle waste: effects of temperature, hydraulic retention time, and influent substrate concentration on kinetic parameter (K), *Biotechnology and Bioengineering*, 24(9) (1982) 2039-52.
- [20] A. K. Misra, P. Chandra, J. B. Shukla, Mathematical modeling and analysis of the depletion of dissolved oxygen in water bodies, *Nonlinear analysis: real world applications*, 7(5) (2006) 980-96.
- [21] B. B. Blizanac, P. N. Ross, N. M. Markovic, Oxygen electroreduction on Ag (111): the pH effect, *Electrochimica Acta*, 52(6) (2007) 2264-71.
- [22] R. Ketrane, B. Saidani, O. Gil, L. Leleyter, F. Baraud, Efficiency of five scale inhibitors on calcium carbonate precipitation from hard water: effect of temperature and concentration, *Desalination*,; 249(3) (2009) 1397-404.
- [4] K. Vuorilehto, A. Tamminen, S. Ylasaari, Electrochemical removal of dissolved oxygen from water, *Journal of applied electrochemistry*, 5 (1995) 973-977.
- [5] I. Akira, Y. Kazauki, T. Masato, F. Michio, Removal of dissolved oxygen using non-porous hollow-fiber membranes, *Journal of Membrane science* 145 (1998) 111-117.
- [6] S. H. Macklin, N. Utilities, W. E. Haas, Carbon dioxide and dissolved oxygen removal from makeup water by gas transfer membranes, *GE water and process technologies*, 2010.
- [7] A. Gholipour, E. Alamatian, N. Foerstner, Assessing of channel roughness and temperature variations on wastewater quality parameters using numerical modeling, *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 19(1) (2015) 117-25.
- [8] V. Andriès, D. Couturier, Reduction of dissolved oxygen in water: Hydrazine and its organic substitutes, *Materials performance*, 39(7) (2000) 58-61.
- [9] R. Lebeuf, Y. Zhu, V. Nardello-Rataj, J. P. Lallier, J. M. Aubry, Natural polyphenols as safe alternatives to hydroquinone for the organocatalyzed reduction of dioxygen dissolved in water by diethylhydroxylamine (DEHA), *Green Chemistry*, 14(3) (2012) 825-31.
- [10] C. E. Housecroft, A. G. Sharpe, Chapter 16: the group 16 elements". *Inorganic chemistry*, 3rd Edition. Pearson.p.520. ISBN; 978-0-13-175553-6. 2008.
- [11] M. Y. Lachapelle, G. Drouin, Inactivation Dates Of The Human And Guinea Pig Vitamin C Genes, *Genetic*, 139(2) (2010) 199-207.
- [12] R. L. Poole, inventor; Fischer & Porter Co., assignee. Dissolved oxygen probe. United States patent US 3,948,746. 1976 Apr 6.
- [13] Stack Jr Vernon T, inventor; Weston Roy F Inc, assignee. Dissolved oxygen probe. United States patent

برای ارجاع به این مقاله از عبارت زیر استفاده کنید:

Please cite this article using:

S. Rahmani, E. Alamatian, Study of Deoxygenation Efficiency on the Presence of Sodium Metabisulfite and Ascorbic Acid, *Amirkabir J. Civil Eng.*, 50(1) (2018) 31-36.

DOI: 10.22060/ceej.2017.12428.5214

