



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

1013P-NWWCE

## بررسی کاهش غلظت کلر فعال در محلول هیپوکلریت سدیم ۱۵٪ با استفاده از متغیرهای درجه حرارت و مدت زمان ذخیره سازی

مجید محمد نژاد<sup>۱</sup>، فاطمه اسپکی<sup>۲</sup>، زهرا عسکری<sup>۳</sup>

۱- معاون بهره برداری، شرکت آب و فاضلاب خراسان جنوبی

۲- کارشناس آزمایشگاه مرکزی، شرکت آب و فاضلاب خراسان جنوبی

۳- کارشناس آزمایشگاه مرکزی، شرکت آب و فاضلاب خراسان جنوبی

espagi.abfakhj@gmail.com

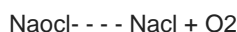
### خلاصه

رایج ترین ماده ای که جهت گندزدایی آب شرب استفاده می شود آب ژاول می باشد. آب ژاول در سال ۱۹۵۰ اولین بار در کشور سوئد با آغاز تکنولوژی کلرزنی های جهان برای گندزدایی آب شرب بکار گرفته شد. سپس در کشورهای اروپای شرقی، ژاپن و سنگاپور برای آب لوله کشی مورد استفاده قرار گرفت. در ایران اولین بار آب ژاول را با نام محصول وایتکس توسط دکتر خطیبی به بازار عرضه شد. عامل اصلی و شور در آب ژاول هیپوکلریت سدیم (NaOCl) می باشد، و در غلظت های متفاوت به فروش می رسد و با توجه به خواص فیزیکوشیمیایی خاص خود مورد توجه مصرف کننده می باشد. تجزیه و تحلیل میزان کلر فعال در محلول هیپوکلریت سدیم ۱۲-۱۵٪ با استفاده از متغیرهای زمان و دما. نمونه هیپوکلریت سدیم ارسالی از شهرستان قاین و از کلران سمنان خریداری شده است. پس از تحویل نمونه به آزمایشگاه مرکزی آب به دو قسمت ۱ لیتری توزیع شد، یک نمونه در بطری پلاستیکی سفید و دمای اتاق یا محیط آزمایشگاه، یک نمونه در بطری تیره و محیط یخچال ذخیره و نگهداری شد و تأثیر دما و نور در تغییرات غلظت کلر فعال مشخص گردید. نتایج نشان داد که محلول هیپوکلریت سدیم با از دست دادن قابل توجهی از کلر فعال بسته به شرایط ذخیره سازی و زمان ذخیره سازی و دما کاملاً ناپایدار است. بالاترین درجه حرارت، پایین ترین طول عمر کلر فعال را به دنبال داشت. ذخیره سازی در محیط سرما ثابت می کند که بهترین گزینه برای جلوگیری از دست دادن قابل توجهی از کلر فعال در محلول سدیم هیپوکلریت ۱۵٪ می باشد

**کلمات کلیدی:** درصد خلوص محلول هیپوکلریت سدیم، دما، زمان، کاهش غلظت

### ۱. مقدمه

محلول هیپوکلریت سدیم حاوی ۱۵-۱۰ درصد کلر فعال می باشد (معادل ۱۰۰ تا ۱۵۰ گرم بر لیتر)؛ اما از آن جایی که به شدت تحت تأثیر دما و درجه حرارت می باشد به سرعت قدرت گندزدایی خود را در طول ذخیره سازی از دست می دهد. نور، PH و فلزات سنگین محلول هیپوکلریت سدیم باید به طور منظم کنترل شوند. همان گونه که از واکنش زیر پیداست [۱] محلول هیپوکلریت سدیم ناپایدار است و در مجاورت نور و گرما، یون OCl تجزیه شده، اکسیژن آزاد می کند و نتیجتاً از شدت عمل آن کاسته می شود و به همین دلیل باید در ظرف مات و دور از نور و در محل سرما نگهداری شود و لذا بهتر است زودتر مصرف شوند زیرا در اثر ماندن به سادگی تجزیه می شود.



(۱)

## ۲. مواد و روش‌ها

غلظت کلر فعال محلول هیپوکلریت سدیم ۱۵٪ به روش تیتراسیون به دست آمد. روش یدومتری، از طریق تعیین کلر فعال متغیرهای زیر استفاده شدند: زمان ذخیره‌سازی ۳۶ روز.

### سمپل A:

۲ تا ۳ گرم پدید پتاسیم در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و در ارلن ۲۵۰ میلی لیتری حل کرده سپس ۵ سی سی اسید سولفوریک ۴ مولار به آن افزوده و ۰٫۵ سی سی نمونه هیپوکلریت سدیم می‌افزاییم که ایجاد رنگ نارنجی تیره نشانه حضور هیپوکلریت سدیم در محلول می‌باشد. سپس بلافاصله با محلول استاندارد حجمی تیوسولفات سدیم تا پیدایش رنگ زرد کم رنگ تیترا می‌کنیم. ۳ میلی لیتر از محلول نشاسته اضافه کرده و تیتراسیون را تا از بین رفتن رنگ آبی ادامه می‌دهیم. (شکل ۱)



شکل ۱- تغییرات رنگ محلول از نارنجی تیره به بی رنگ

**سمپل B:**

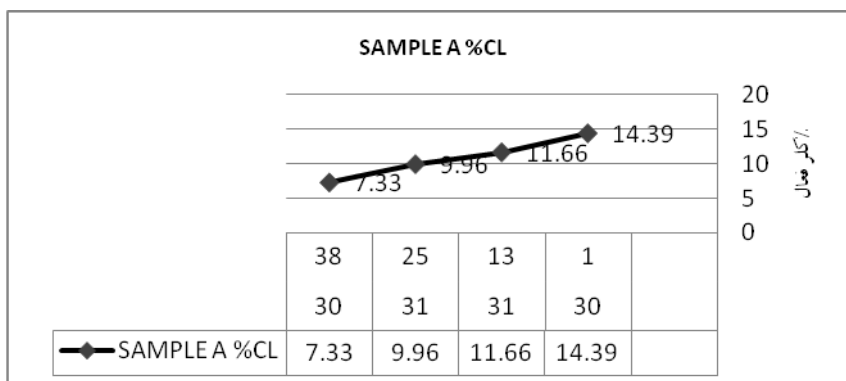
کلیه مراحل انجام آزمایش در سمپل A به طور مشابه انجام شد. برای به دست آوردن درصد کلر فعال حجم محلول استاندارد حجمی تیوسولفات سدیم مصرفی بر حسب میلی لیتر \* ۳۵,۴۵۳ نموده و بر حجم نمونه تقسیم می نماییم.

**۳. نتایج**

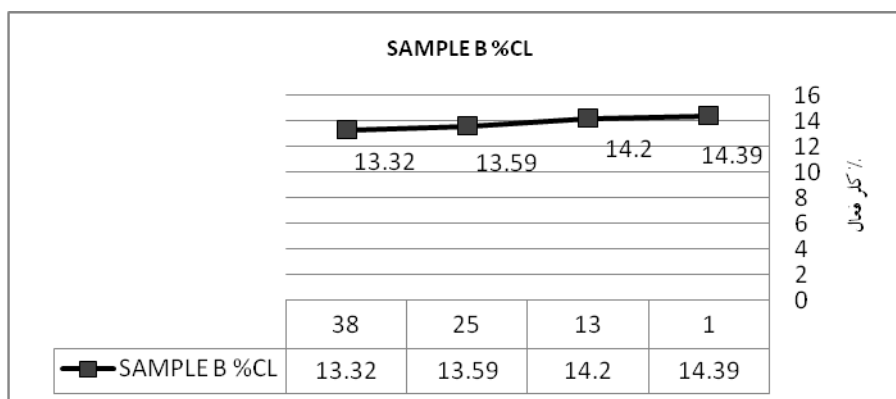
این مطالعه با هدف بررسی تغییرات غلظت کلر در محلول هیپوکلریت سدیم در طول زمان در دو محیط یخچال و دمای محیط انجام شد. با توجه به ارزیابی های محلول هیپوکلریت سدیم در رابطه با تغییر عوامل دما و زمان ذخیره سازی داده های اصلی در جدول ۱ ذیل نمایش داده شده است (شکل ۲ و ۳):

**جدول ۱ - نتایج اصلی غلظت کلر فعال در هیپوکلریت سدیم ۱۵٪ در رابطه با درجه حرارت، زمان ذخیره سازی**

SAMPLE A			SAMPLE B		
%CL	date	Temp (°c)	%CL	date	Temp (°c)
۱۴,۳۹	۱۳۹۵/۰۲/۲۳	۳۰	۱۴,۳۹	۱۳۹۵/۰۲/۲۳	۳۰
۱۱,۶۶	۱۳۹۵/۰۳/۰۴	۳۱	۱۴,۲	۱۳۹۵/۰۳/۰۴	۴
۹,۹۶	۱۳۹۵/۰۳/۱۶	۳۱	۱۳,۵۹	۱۳۹۵/۰۳/۱۶	۴
۷,۳۳	۱۳۹۵/۰۳/۲۹	۳۰	۱۳,۳۲	۱۳۹۵/۰۳/۲۹	۴



شکل ۲ - تغییرات درصد خلوص نمونه A با استفاده از متغیر زمان:



شکل ۳ - تغییرات درصد خلوص نمونه B با استفاده از متغیر زمان:



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



### ۴. بحث و بررسی

آب ژاول را از دمیدن گاز کلر در محلول سدیم هیدروکسید تهیه می کنند. از جمله تست هایی که روی آب ژاول انجام می شود تعیین مقدار کلر آزاد و تعیین مقدار NaOH است. عدد اکسایش کلر در سدیم هیپوکلریت +۱ است. با تبدیل آن به یون کلر، عدد اکسایش آن به -۱ می رسد. یعنی طی این عمل کلر کاهش پیدا می کند [2].



با استفاده از تیتراسیون اکسایش کاهش، می توان مقدار کلر فعال موجود در محلول سدیم هیپوکلریت (آب ژاول) را اندازه گیری کرد. این واکنش در یک محیط اسیدی که شامل مقدار اضافی KI می باشد، انجام می شود. وجود مقدار اضافی KI به این دلیل است که مطمئن شویم تمام یون هیپوکلریت (ClO-) موجود در آب ژاول به یون کلرید احیا خواهد شد. حجم مشخصی از آب ژاول را می توان در محیط اسیدی و در حضور KI اضافی تیتراژ کرد. مقدار ید آزاد شده در این واکنش را می توان از طریق تیتراسیون با محلول سدیم تیوسولفات (با غلظت معلوم) در حضور شناساگر نشاسته به دست آورد.

یعنی مقدار مول سدیم هیپوکلریت برابر خواهد بود با نصف مقدار مول سدیم تیوسولفات. (مول سدیم تیوسولفات با استفاده از رابطه  $n=MV$  از روی حجم مصرفی محلول سدیم تیوسولفات و مولاریته ی این محلول قابل محاسبه است). سپس از روی تعداد مول، جرم را می توان حساب کرد. در پایان می توان درصد وزنی/حجمی مقدار کلر فعال موجود در محلول آب ژاول را (با توجه به مقدار حجم محلول اولیه که تیتراژ کردیم و مقدار جرم سدیم هیپوکلریت که از روابط بالا محاسبه می شود) به دست آورد. کلارکسون و همکاران<sup>۲</sup> با اشاره به ضرورت نگهداری هیپوکلریت سدیم در ظروف مات و بسته ثابت کردند که باز بودن درب ظروف باعث از دست دادن بیشتر کلر می شود.

### ۵. نتیجه گیری

بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج، می توان نتیجه گرفت که:

- هیپوکلریت سدیم یک محلول بسیار ناپایدار بوده و بسته به شرایط نگهداری و مدت زمان ذخیره بخش قابل توجهی از کلر فعال خود را از دست می دهد.
- دمای ذخیره سازی نسبت به نور نقش به سزایی در محتوای کلر فعال هیپوکلریت سدیم دارد. دمای بالاتر، کوتاه تر کردن طول عمر کلر فعال باقی مانده در محلول هیپوکلریت سدیم را به دنبال دارد. ذخیره سازی در محیط سرما بهترین گزینه برای جلوگیری از دست دادن قابل توجهی از کلر فعال از هیپوکلریت سدیم ۱۵ درصد بود.

### ۶. مراجع

1. Braitt AH, Cunha RS, Martin AS, Bueno CES. Evaluation of cleaning efficacy of a nickel-titanium.
2. Piskin B, Tukun M. Stability of various sodium hypochlorite solution. J Endod . 1995;21(5):253-5.
3. Clarkson RM, Moule AJ, Podlich HM. The shelf-life of sodium hypochlorite irrigation solution. Aust Dent J. 2001;46(4):269-76.