

The Study of Wastewater Treatment at the Disinfection Customs Gates by Catalytic Ozonation Process using Activated Carbon as the Catalyst

Golamreza Moussavi¹
Ahmad Allahabadi^{2*}
Yahya Jalili Darbandi³

¹ Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

² Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

³ BSc of Environmental Health, Member of Student Research Committee, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

(Corresponding author): Ahmad Allahabadi, Tel: 0915 171 34 24
Email: ahmad_health@yahoo.com

Received: 5 October 2014
Accepted: 24 January 2015

Abstract

Background and Objectives: With the increasing trend of imports and exports in the country, the number of transport vehicles is also growing at the customs gates across the world. This causes the wastewater disinfection gates to increase in number at the borders of a country. Due to a cationic detergent called Benzalkonium chloride, the wastewater produced in these places is not biologically treatable. Therefore, advanced oxidation methods are considered as a viable option for treating the wastewater. In aspect-oriented programming (AOP), catalytic ozonation with activated carbon is regarded as an efficient method of disinfection. The present study aimed to determine the optimal conditions of using activated carbon produced from agricultural waste and activated with NH_4Cl as a heterogeneous catalyst with ozone.

Methods: In this study, the chemical quality of wastewater was evaluated at the disinfection customs gate of Lotf Abad. Using single and catalytic ozonation by NH_4Cl -induced activated carbon obtained from agricultural waste as the base material, COD removal was performed in a 200cc continuous reactor. The studied variables were pH, catalyst concentration and the reaction time. In the catalytic ozonation, single absorption and the synergistic effect of the catalysts were also investigated.

Results: According to the results of the present study, with the ozone dose of 1 mg/min of alkaline pH in 30 minutes, single ozonation was able to remove only 39.7% of COD while catalytic ozonation with 0.1 g/L of carbon catalyst concentration in the same condition removed 66.8% of COD creating a 13.6% of synergistic effect as well.

Conclusion: Activated carbon with NH_4Cl could noticeably increase the oxidation with ozone. Thus, it could be used as a catalyst in the ozonation reactor in order to remove COD from wastewater.

Paper Type: Research Article

Keywords: Catalytic ozonation; Wastewater; Disinfection; Gate; Activated carbon

► **Citation:** Moussavi Gh, Allahabadi A, Jalili Darbandi Y. The Study of Wastewater Treatment at the Disinfection Customs Gates by Catalytic Ozonation Process using Activated Carbon as the Catalyst. Journal of Research in Environmental Health. Spring 2015; 1(1):20-28.

بررسی تصفیه پذیری فاضلاب گیت های گندزدایی گمرگ توسط فرآیند ازن زنی کاتالیستی با استفاده از کربن فعال تولیدی به عنوان کاتالیزور

چکیده

زمینه و هدف: با افزایش صادرات و واردات کالا در کشورها، تردد وسایل نقلیه در گمرگ کشورها نیز رو به افزایش است و این امر باعث افزایش روز افزون فاضلاب گیت های گندزدایی در مرز کشورها می شود. فاضلاب تولیدی در این مکان ها به دلیل داشتن دترجنت کاتیونی بنز الکلونیوم کلراید، قابل تصفیه زیستی نمی باشند، لذا یکی از بهترین گزینه های تصفیه این فاضلابها، روش اکسیداسیون پیشرفته است و از بین روش های AOP، روش ازن زنی کاتالیستی با کربن فعال، یکی از بهترین گزینه ها می باشد. مطالعه حاضر با هدف بررسی شرایط بهینه برای استفاده از کربن فعال تهیه شده از ضایعات کشاورزی و فعال شده با NH_4Cl به عنوان کاتالیست هتروژن همراه با ازن انجام شد.

مواد و روش ها: در این مطالعه ابتدا کیفیت شیمیایی فاضلاب گیت گندزدایی گمرگ لطف آباد مورد آزمایش قرار گرفت و سپس در یک پایلوت استوانه ای به حجم ۲۰۰ سی سی، آزمایشات حذف COD به روش ازن زنی تنها و ازن زنی کاتالیستی با استفاده از کربن فعال شده با کلرید آمونیوم با پایه چوب حاصل از ضایعات باغی انجام گرفت. متغیر های آزمایش شامل pH، زمان تماس و غلظت کاتالیست بود. در تمام شرایط ازن زنی کاتالیستی، جذب تنها نیز بررسی و اثر سینترژیسم کاتالیست مشخص شد.

یافته ها: نتایج حاصل از این آزمایشات نشان داد که در دوز ازن ۱ میلی گرم بر دقیقه برای تمام آزمایشات در مدت زمان تماس ۳۰ دقیقه و pH قلیایی، ازن زنی تنها توانست ۳۹/۷٪ COD را حذف کند، در حالی که ازن زنی کاتالیستی با غلظت ۰/۱ گرم در لیتر کاتالیست کربن در همان شرایط ۶۶/۸٪ از COD را حذف کرد و ۱۳/۶٪ نیز اثر هم افزایی ایجاد نمود.

نتیجه گیری: کربن NAC به عنوان یک کاتالیست مناسب می تواند قدرت اکسیداسیون ازن را افزایش دهد.

کلید واژه ها: ازن زنی کاتالیستی، فاضلاب گیت گندزدایی، کربن فعال

غلامرضا موسوی^۱

احمد اله آبادی^{*۲}

یحیی جلیلی دربندی^۳

^۱ دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران

^۲ استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

^۳ دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

احمد اله آبادی

سبزوار، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده بهداشت گروه بهداشت محیط، احمد اله آبادی

(نویسنده مسئول) تلفن: ۰۹۱۵۱۷۱۳۴۲۴

Email: Ahmad_health@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱۳

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۴

◀ **استناد:** موسوی غ، اله آبادی ا، جلیلی دربندی ی. بررسی تصفیه پذیری فاضلاب گیت های گندزدایی گمرگ توسط فرآیند ازن زنی کاتالیستی با استفاده از کربن فعال تولیدی به عنوان کاتالیزور. فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط. بهار ۱۳۹۴؛ ۱(۱): ۲۸-۲۰.

مقدمه

با پیشرفت صنایع و افزایش جمعیت، آلاینده های نو پدید وارد محیط زیست و منابع آب های طبیعی شدند. از جمله این آلاینده ها، دترجنت ها هستند که در سراسر جهان در مقادیر زیاد مورد استفاده قرار می گیرند و به دلایل بسیاری، از نظر زیست محیطی حائز اهمیت می باشند. از جمله منابع ورود دترجنت ها به محیط، فاضلاب کارواش ها هستند که در اثر شستشوی بخش های مختلف اتومبیل ها تولید می شوند. پساب کارواش ها دارای آلاینده هایی مانند چربی و روغن، دترجنت ها (شوینده ها) و همچنین گل و لای است که به لحاظ زیست محیطی، حذف این آلاینده ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۱)، (۲)، زیرا این مواد با ایجاد سد در مقابل پخش اکسیژن و اختلال در عمل فتوسنتز در سطح تماس مایع، کاهش سرعت تنفس باکتری ها و ممانعت از واکنش های آنزیمی آنها و در نتیجه تقلیل سرعت تجزیه مواد آلی در مرحله تصفیه بیولوژیکی، باعث آلودگی آب های زیر زمینی، ایجاد مسمومیت برای ماهی ها، ایجاد اختلال در فرآیندهای تصفیه مانند انعقاد و لخته سازی مواد معلق و کاهش شدید اکسیژن محلول در حوض هوادهی، ایجاد کف شدید و باعث ایجاد پدیده یوتریفیکاسیون می شوند (۳-۶). فاضلاب گیت های گمرگ، حاوی بنز الکوئیم کلراید می باشد که از گروه ترکیبات آمونیم ۴ تایی میباشد، محلولی بی رنگ و بی بو با قدرت کف کنندگی فراوان بوده و دارای خاصیت باکتریو استاتیکی و باکتری کشی می باشد که می تواند تصفیه بیولوژیکی را کاملاً مختل کند. علاوه بر گیت های ضد عفونی گمرگ، برای گندزدایی قسمت های مختلف بیمارستان ها، گندزدایی لوازم آشپزخانه، گندزدایی سالن های مرغداری، البسه، ظروف غذا خوری و غیره استفاده می شود.

چند روش متداول فیزیکی و شیمیایی برای حذف فاضلاب حاوی دترجنت ها و سایر مواد آلی غیر قابل

تجزیه بیولوژیکی از آب و فاضلاب وجود دارد (۷). روشهای فیزیکی، هرچند روش های ساده و بدون تولید محصولات فرعی می باشند (۸)، ولی قیمت اولیه مواد جاذب و همچنین احیاء مجدد آنها مشکلاتی را به همراه دارد. از طرفی حذف فیزیکی، یک روش جداسازی مواد بوده و باعث تجزیه و معدنی سازی مواد نمی شود (۸).

یکی دیگر از روش های حذف این مواد، استفاده از روش های شیمیایی است که از این روش ها برای تجزیه آلاینده های نوپدید به ملکول های ساده تر و یا حذف کامل (معدنی سازی) آنها استفاده می شود. یکی از این روش های شیمیایی، استفاده از روش های AOP می باشد. روش های AOP بر اساس تولید رادیکال های هیدروکسیل (OH) که پتانسیل اکسیداسیون بالایی دارند، عمل میکنند. این رادیکال ها از عوامل اکسیداسیون دیگر مانند ازن و یا اکسیژن پراکسید حاصل می شوند. روش های مرسوم اکسیداسیون پیشرفته شامل فنتون، فتوفنتون، فتوکاتالیست، فتوکاتالیست نیمه هادی، روش های الکتروشیمی و ازن زنی کاتالیستی می باشند (۹-۱۱) از بین روش های فوق، ازن زنی کاتالیستی به عنوان یک روش مهم و کاربردی، مورد توجه می باشد. هر چند ازن به عنوان قوی ترین اکسید کننده متداول، قادر است عمل اکسیداسیون را انجام دهد و بیشترین سهم را در تصفیه آب و فاضلاب های صنعتی دارد و در عملیات گندزدایی، کنترل بو و مزه و حذف رنگ و اکسیداسیون مواد آلی و معدنی کاربرد دارد، ولی در اکسیداسیون مستقیم ازن به دلیل حلالیت پایین آن و محدودیت انتقال جرم، دارای راندمان کم تجزیه و معدنی سازی می باشد و این باعث شده که ازن زنی تنها به عنوان یک روش گران شناخته شود. ضمن اینکه محصولات فرعی حاصل از تجزیه آن بالا است. لذا به منظور رفع این مشکلات و افزایش حلالیت ملکول های ازن و افزایش قدرت معدنی سازی آن، ازن زنی کاتالیستی یکی از بهترین گزینه های این تکنولوژی می باشد (۸، ۱۲-۱۰). در این

دارد. همچنین کاتالیست به راحتی از محیط مایع جداسازی شده و ضمناً امکان احیاء کاتالیست و کاهش قیمت تصفیه وجود دارد (۱۶). ترکیب ازن با ظرفیت اکسیداسیون بالا و کربن فعال با ظرفیت جذب بالا در سیستم های اکسیداسیون پیشرفته، یک سینرژیست جالبی است که نتیجه آن، تولید یون های هیدروکسیل (OH^{\cdot}) بیشتر و تجزیه و معدنی سازی بهتر مواد آلی و کاهش مصرف ازن است (۱۷). به همین دلایل این روش به عنوان یک روش تصفیه مؤثر برای آلاینده های آب و فاضلاب مورد توجه قرار گرفته است. هر چند تحقیقات و مطالعات پایلوت توسط این روش جهت حذف انواعی از ترکیبات آلی انجام شده، ولی نیاز به مطالعات بیشتری می باشد تا بتوان کاتالیست های جدیدی پیدا کرد که قدرت کاتالیستی بیشتر و قیمت ارزان تری داشته باشند و روش تصفیه کم هزینه تر شود. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی شرایط بهینه برای استفاده از کربن فعال تهیه شده از ضایعات کشاورزی و فعال شده با NH_4Cl به عنوان کاتالیست هتروژن همراه با ازن انجام شد.

مواد و روش ها

این پژوهش یک مطالعه کاربردی است که در سال ۱۳۹۳ انجام گردید. در این پژوهش یک نمونه از آب خام مصرفی در گیت گندزدایی و شستشوی کامیون های ورودی به ایران از کشور ترکمنستان در مرز لطف آباد تهیه شد. به آب ورودی، ماده ضد عفونی کننده بنز الکونیوم کلراید ۲۰٪ ساخت شرکت داروسازی سپیدان متین آسیا اضافه می شد. نمونه دوم از حوض ته نشینی فاضلاب حاصل از ضد عفونی و شستشو تهیه شد.

جهت اندازه گیری COD و سایر آزمایشات شیمیایی محلول های: دی کرومات پتاسیم، فروآمونیم سولفات، اسیدسولفوریک غلیظ حاوی سولفات نقره، اسیدسولفوریک غلیظ بدون نیترات نقره، فنل فتالین

روش، یک ماده جامد به عنوان کاتالیست به پروسه ازن زنی اضافه می شود و باعث تولید رادیکال های هیدروکسیل می شود (۱۳). از مزایای ازن زنی کاتالیستی، سادگی روش و کاربردی بودن و عملکرد در دما و فشار طبیعی است. البته ازن زنی کاتالیستی به عواملی مانند pH، دما، انواع کاتالیست و دوز آن، انواع آلاینده ها و شکل راکتور وابسته است. لذا در سال های اخیر تلاش زیادی بر روی مقایسه کاتالیست های جدید و شرایط بهینه برای بهبود راندمان ازن زنی کاتالیستی انجام گرفته است (۱۴).

ازن زنی کاتالیستی به دو روش هموژن و هتروژن انجام می شود. در ازن زنی کاتالیستی هموژن، برخی فلزات مانند آهن، منگنز و نیکل استفاده می شود. فلز مورد استفاده می تواند سرعت واکنش ها و کارایی حذف آلاینده ها را نسبت به ازن زنی تنها افزایش دهد. این روش باعث افزایش معدنی سازی و حذف بیشتر TOC نیز می شود (۱۵). از مهمترین معایب آن، جداسازی کاتالیست در انتهای پروسه و عدم استفاده مجدد از آنها می باشد، همچنین در مقایسه با ازن زنی کاتالیستی هتروژن راندمان کمتری دارد.

در ازن زنی کاتالیستی هتروژن، ماده کاتالیست با آب یا فاضلاب مخلوط نشده و سیستم دو فاز است. مهمترین کاتالیست های مورد استفاده در این روش، کربن فعال، کربن فعال پوشش داده شده با اکسیدهای فلزی و یا فلزاتی می باشند که بر روی یک ماده تکیه گاهی قرار گرفته اند (۱۵). ازن زنی کاتالیستی هتروژن به دو روش باعث افزایش واکنش های ازن می شود:

- ۱- ازن با گروه های عامل سطح کاتالیست واکنش داده و باعث تولید رادیکال های هیدروکسیل می شود.
 - ۲- سطح کاتالیست تهیه شده، محل مناسبی برای واکنش های ازن ملکولی با ترکیبات آلاینده می باشد (۱۵).
- ازن زنی کاتالیستی هتروژن، راندمان بیشتری در تجزیه و معدنی سازی ترکیبات آلی سرسخت و مقاوم

مقداری سولفات جیوه، اریوکروم بلک T، بافر آمونیوم، نیترات نقره ۰/۱ نرمال، متیل اورانژ، EDTA ۰/۰۱ نرمال، محلول اورتوفنا نترولین، کربن فعال، سود و سولفات باریم آماده شد.

کربن فعال تهیه شده و خواص آن

در این مطالعه، کربن فعال شده با کلرید آمونیوم (NAC) مورد استفاده قرار گرفت. کربن فعال فوق از ضایعات باغی با استفاده از فعال سازی شیمیایی با NH_4Cl تهیه شد؛ به گونه ای که ابتدا چوب به عنوان ماده پایه، پوست کنی و قطعه قطعه شد و سپس در دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت تحت خلأ کربنیزه شد و سپس مش بندی و در مش ۲۰-۱۶ به مدت ۲۴ ساعت با محلول ۲٪ NH_4Cl آغشته و در اون در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد خشک شد. پس از خشک شدن در دمای ۸۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت، کربن ها تحت اتمسفر گاز نیتروژن فعال سازی و سپس آزمایشات شناسایی کربن شامل: SEM، BET، FTIR، pHzpc کربن فوق انجام گرفت. مورفولوژی سطح جاذب توسط اسکن میکروسکوپ الکترونی در بزرگنمایی مختلف مشخص شد. ارزیابی سطح مخصوص، حجم روزه ها و اندازه آنها بر اساس مدل BET (برونر - امیت - تیلر) به روش جذب - واجذبی نیتروژن انجام شد.

طرح سیستم آزمایشگاهی

آزمایشات ازن زنی در یک پایلوت شیشه ای انجام گرفت. پایلوت شیشه ای با ۲۱ سانتی متر ارتفاع، ۳/۵ سانتی متر قطر و ۲۰۰ سانتی متر مکعب حجم با جریان رو به بالا با یک سینتر گلاس جهت پخش حباب های ازن ساخته شد. برای هر مرحله ۲۰۰ سی سی از نمونه در پایلوت ریخته شد و ازن توسط دستگاه ازن ساز مدل آرد آفرانسه تولید و توسط پمپ به پایلوت تزریق گردید. تزریق ازن به طور یکسان برای تمام نمونه ها به مقدار ۱/۴ میلیگرم بر دقیقه تنظیم شد. ازن زنی به فاضلاب خام در PH های متفاوت و زمان های مشخص انجام گرفت، همچنین کربن فعال در هاون ساییده شده به صورت PAC به مقدار ۰/۱ گرم بر لیتر توزین و به هر یک از نمونه ها اضافه شد. پس از ازن زنی، نمونه های حاوی کربن فعال با کاغذ صافی استات سلولز ۰/۴۵ میکرون صاف شده و COD تک تک نمونه ها اندازه گیری شد. متغیرهای این مرحله PH، تأثیر کربن فعال و زمان ازن زنی بود. محاسبه مقدار حذف آلاینده از فاضلاب با استفاده از ازن زنی کاتالیستی و ازن زنی تنها به کمک درصد حذف COD، از معادله ذیل محاسبه شد:

$$100 * \frac{\text{COD اولیه} - \text{COD ثانویه}}{\text{COD اولیه}} = \text{حذف درصد COD}$$

مراحل و شرایط انجام آزمایشات در روش ازن زنی تنها و ازن زنی کاتالیستی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. مراحل و شرایط انجام آزمایش در ازن زنی تنها (SOP) و کاتالیستی (COP)

مرحله	نوع آزمایش	غلظت ازن میلیگرم بر دقیقه	PH	غلظت کربن g/l	زمان (دقیقه)	درجه حرارت °C
۱	اثر کربن فعال در روش COP	۱	بهینه	۰-۰/۲	۵-۵۰	۲۰
۲	اثر pH در روش COP	۱	۳-۹	۰/۱	۵-۵۰	۲۰
۳	اثر زمان ازن زنی در روش COP	۱	طبیعی	۰/۱	۵-۵۰	۲۰
۴	اثر pH در روش SOP	۱	۳-۹	۰	۵-۵۰	۲۰
۵	اثر زمان ازن زنی در روش SOP	۱	طبیعی	۰	۵-۵۰	۲۰

یافته ها

نتایج آزمایشات اولیه فاضلاب خام، و آب مصرفی اولیه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. نتایج آزمایشات اولیه فاضلاب خام و آب مصرفی اولیه

پساب خام	آب اولیه مصرفی	پارامتر
۲۲۰	۱۸۰	کلور (mg/l)
۶۶۴	۶۴۰	سولفات (mg/l)
۸۴۰	۸۴۰	سختی (mg/l)
۱۴۸	۱۴۸	قلیا ثبت (mg/l)
۴۶۰	۰	COD (mg/l)
۸۵	۰	کدورت (JTU)
۷/۷۶	۷/۲	pH

بر اساس نتایج جدول فوق، آب اولیه مصرفی گیت ضد عفونی، کیفیت نسبتاً مطلوبی داشت و ضمناً پس از استفاده از آن و تبدیل به فاضلاب به جز COD، در سایر پارامترها که مواد معدنی هستند تغییر محسوسی ایجاد نشد. COD فاضلاب اولیه هر چند عدد بالایی نیست، ولی به دلیل داشتن بنز آلکولونیم کلراید که دارای خاصیت باکتری کشی و کف کنندگی و غیر قابل تجزیه زیستی است، تصفیه بیولوژیکی مناسب نمی باشد. آزمایشات ازن زنی تنها و کاتالیستی به جز COD، pH بر روی سایر مشخصات کیفی فاضلاب تأثیر محسوسی نداشت.

۲- بررسی اثر زمان تماس در ازن زنی تنها (SOP) و ازن زنی کاتالیستی (COP)

درصد تجزیه مورد نیاز در هر فرآیند اکسیداسیون به زمان واکنش در آن فرآیند بستگی دارد. جهت تعیین اثر زمان واکنش در کارایی فرآیندهای SOP و COP/NAC بر تجزیه مواد آلی، عملکرد این فرآیندها در pH طبیعی (۷/۷۶)، با دوز ازن ۱ میلیگرم بر لیتر و زمان واکنش بین ۵ تا ۶۰ دقیقه بررسی شد. غلظت کاتالیست در

فرآیندهای COP معادل ۰/۱ گرم بر لیتر انتخاب شد که نتایج آن در نمودار ۱ آمده است.

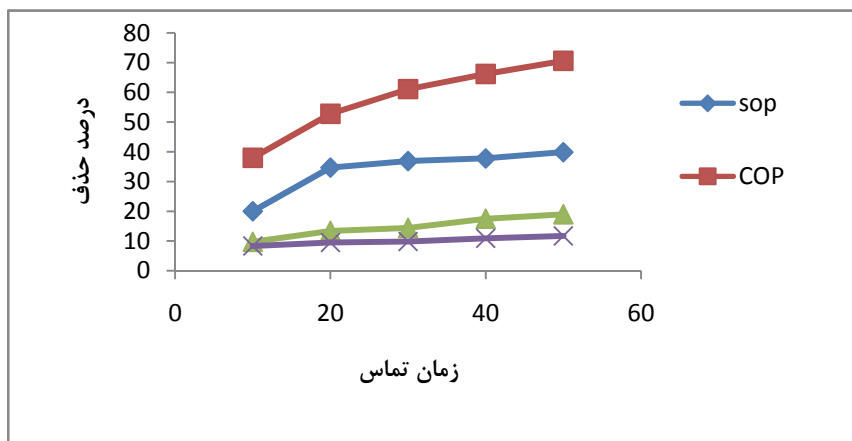
بر اساس نمودار ۱، با افزایش زمان تماس در هر سه فرآیند جذب، SOP و COP، میزان حذف COD افزایش می یافت ولی در فرآیند SOP، این افزایش پس از ۳۰ دقیقه چشمگیر نبود. در شرایط مطالعه شده، کارایی فرآیند در روش COP به مراتب بیشتر از SOP بود و با افزایش زمان تماس پس از ۳۰ دقیقه نیز راندمان حذف افزایش یافت؛ به گونه ای که فرآیند COP/NAC توانست طی ۵۰ دقیقه، ۶/۷۰٪ COD را تجزیه کند، در حالی که فرآیند SOP در چنین زمانی تنها حدود ۴۰٪ از COD را حذف کرد. در چنین شرایطی کربن با غلظت یکسان به عنوان جاذب تنها توانست ۱۹٪ از COD را جذب کند. با استفاده از معادله ۱ مشخص شد که در فرآیند COP، کاتالیست کربن توانسته است ۷/۱۱٪ اثر هم افزایی (سینرژیست) ایجاد کند.

معادله ۱:

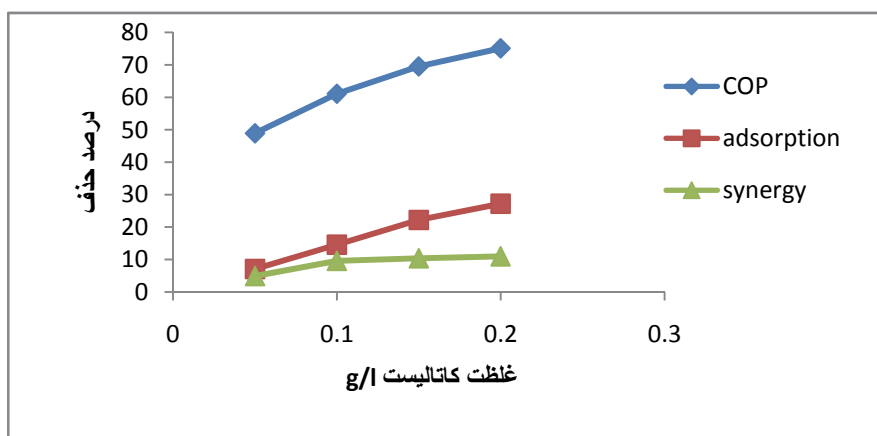
+ حذف در جذب تنها) - حذف در فرآیند COP = اثر سینرژیست (حذف در ازن زنی تنها)

- اثر غلظت کاتالیزور

اثر غلظت کاتالیزور NAC در گستره ۰/۲۵-۰/۰۵ گرم بر لیتر بر تجزیه COD در فرآیند COP در pH طبیعی (۷/۷۶) بررسی شد. شرایط کاری شامل فاضلاب خام با COD، ۴۶۰ میلی گرم بر لیتر، دوز ازن ۱ میلیگرم بر دقیقه و زمان واکنش ۳۰ دقیقه بود. حذف COD در شرایط بدون وجود ازن (جذب تنها) نیز تعیین شد و فعالیت کاتالیستی ناشی از اضافه شدن NAC به راکتور ازن زنی از معادله ۱ محاسبه شد. نتایج حاصل از این فرآیندها در نمودار ۲ آمده است. بر اساس این نمودار، با افزایش غلظت کاتالیست، راندمان حذف COD افزایش



نمودار ۱- بررسی اثر زمان تماس بر درصد حذف COD از فاضلاب گمرگ (pH = ۷/۷۶، دوز کاتالیزور ۰/۱ گرم در لیتر و دوز ازن ۱ گرم بر لیتر)



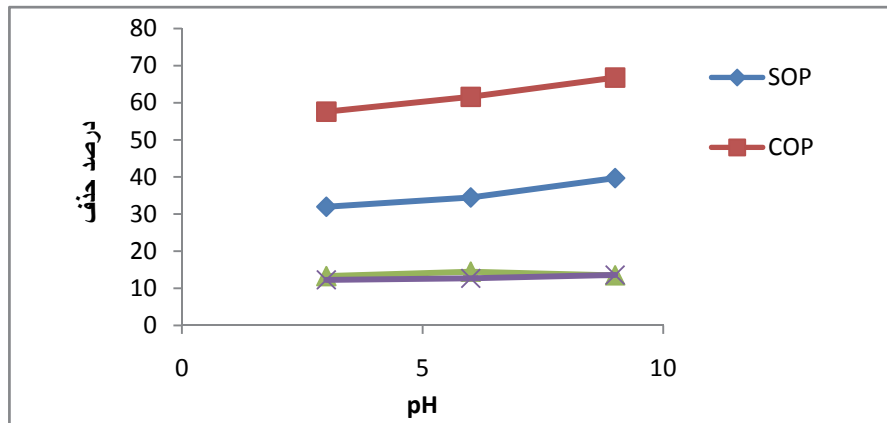
نمودار ۲. بررسی اثر غلظت کاتالیست بر درصد حذف COD از فاضلاب گمرگ (غلظت ازن ۱ میلی گرم در دقیقه، زمان تماس ۳۰ دقیقه و pH = ۷/۷۶)

غلظت کاتالیزور NAC در فرآیند COP، ۱۰۰ میلیگرم بر لیتر و زمان واکنش ۳۰ دقیقه انتخاب شد که نتایج آن در نمودار ۳ نشان داده شده است. بر اساس نمودار ۳، برای هر دو فرآیند SOP و COP، راندمان حذف COD با افزایش pH از ۳ تا ۹ افزایش یافت، اما میزان تجزیه در این فرآیندها با هم تفاوت داشت. در فرآیند SOP با افزایش pH محلول از ۳ به ۹، راندمان تجزیه از حدود ۳۲٪ به ۳۹/۷٪ افزایش یافت و در فرآیند COP با کاتالیست NAC، میزان تجزیه COD از ۵۷/۶٪ در pH معادل ۳ به ۶۶/۸٪ در pH معادل ۹ افزایش یافت، ولی اثر هم افزایی تغییر زیادی نداشت و از ۱۲/۳٪ در pH معادل ۳ به ۱۳/۶٪ در pH معادل ۹ افزایش یافت.

می یافت؛ به گونه ای که در سه فرآیند SOP، جذب تنها و COP با غلظت ۰/۰۵ کاتالیست، به ترتیب ۳۶/۹، ۷/۱ و ۴۸/۹ درصد و در غلظت ۰/۲ کاتالیست به ترتیب ۳۶/۹، ۲۷/۲ و ۷۵/۱ درصد حذف COD را نشان داد و در این دو غلظت کاتالیست، اثر سینرژیست از ۴/۲ به ۱۱ درصد افزایش یافت.

- بررسی اثر pH

در این مرحله اثر pH محلول در گستره ۳ تا ۹ بر کارایی دو فرآیند SOP و COP با استفاده از کاتالیزور NAC بررسی شد. شرایط آزمایش، فاضلاب خام با COD، ۴۶۰ میلی گرم بر لیتر، دوز ازن ۱ میلیگرم بر دقیقه،



نمودار ۳. بررسی اثر pH بر راندمان حذف COD فاضلاب گمرگ (زمان تماس ۳۰ دقیقه، غلظت ازن ۱ میلی گرم بر دقیقه)

بحث

افزایش تجزیه COD در فرآیندهای COP انتخاب شده در شرایط یکسان با افزایش غلظت کاتالیست NAC می تواند ناشی از افزایش محل های در دسترس فعال در مقادیر بیشتر کاتالیست بوده و فعل و انفعال ازن با کاتالیست بیشتر و مقدار بیشتری OH^\cdot تولید شود. لذا در دوزهای ثابت ازن با افزایش غلظت کربن فعال، تجزیه ازن و تبدیل آن به OH^\cdot افزایش می یابد (افزایش نسبت OH^\cdot به ازن مولکولی) و این باعث افزایش میزان تجزیه می شود. در مطالعه موسوی و همکاران در سال ۲۰۰۹ در زمینه "ازن زنی کاتالیستی و همراه کردن آن با تصفیه بیولوژیکی در مورد حذف فنل از فاضلاب های شور" نیز نتایج مشابهی مشاهده شد؛ به گونه ای که در پروسه ازن زنی کاتالیستی (COP) در این مطالعه، اثر سینرژیست ازن و GAC توانست ۳۶٪ میزان حذف COD را در شرایط قلیایی نسبت به مجموع حذف ازن زنی تنها و جذب تنها بالا ببرد (۱۷).

نکته دیگری که از این نتایج بر می آید این است که در فرآیند SOP، افزایش رادیکال های OH^\cdot بستگی به افزایش pH محلول تا میزان ۹ دارد که نتیجه آن، سرعت بخشیدن به میزان اکسیداسیون مواد آلی است، بنابراین تجزیه COD می تواند تحت تأثیر اکسیداسیون مستقیم

توسط حمله ازن ملکولی و یا یون OH^\cdot باشد و یون OH^\cdot تأثیر بیشتری در شکستگی ملکول های مواد آلی نسبت به ازن ملکولی دارد. سهم ازن ملکولی و OH^\cdot در اکسیداسیون بستگی زیادی به pH محلول دارد. بنابراین افزایش تجزیه آموکسی سیلین با افزایش pH محلول می تواند اینگونه توضیح داده شود که افزایش pH محلول باعث افزایش تولید یون های هیدروکسیل در محلول شده که نتیجه آن سرعت بخشیدن به تجزیه ازن و بنابراین تولید رادیکال های فعال خصوصاً OH^\cdot می باشد که پتانسیل اکسیداسیون بیشتری نسبت به مولکول های ازن دارد و به طور عمده باعث افزایش اکسیداسیون می شود، چون مولکول ازن حمله غیر انتخابی به مولکول های آلاینده دارد (۱۳).

نتیجه گیری

NAC می تواند به عنوان یک کاتالیست مؤثر در حذف آلاینده ها از آب در فرآیند ازن زنی استفاده شود. در بررسی های گذشته در مورد ازن زنی کاتالیستی، غلظت های بیشتری از دیگر کاتالیست ها جهت حذف قابل قبول از آلاینده ها وجود داشت و این نشان می دهد که NAC در غلظت کم، یک کاتالیست مناسب و مؤثر برای ازن زنی کاتالیستی ترکیبات سمی است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب سپاس خود را از کلیه مسولین

محترم که در انجام این پژوهش یاری رسان بودند را اعلام می‌نمایند.

References

- 1- Bazrafsan A, Mahvy A, Mostafapor F, surym, the use of electrocoagulation and chmicalcoagulation process for wastewater treatment from carwash effluent.4th National Environmental Health. 1390 (In Persian).
- 2- Takdastan A, Azimi A, Salari Z. The use of electrocoagulation process for removal of turbidity, cod, detergent and phosphorus from carwash effluent (In Persian).
- 3- Vahid Dastgerdi M, Shahmansouri M. R, Ahmadi M. survey of phosphate concentration in detergent powders and its effects on surface water resources. 8th National Environmental Health. 2006, Tehran, Iran.
- 4- Javid A. H, Mirbaqeri S. A, Pourtalari M. Survey of detergent removal methods from industrial wastewater and its standardization. Journal of Environmental Sciences and Technology. 2007;8(3):29-34 (In Persian).
- 5- Roshani B, Shahmansouri M. R, Seidmohammadi A. survey of detergent-producing industries wastewater treatment using coagulation in laboratory scale. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Science. 2004;2(4) (In Persian).
- 6- Mousavi A, Mahvi A, Mesdaghinia A, Nasser S. Efficiency of the Fenton Process in detergent removal and improving biological treatability of wastewater of detergent-producing industries. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research. 2008;6(1):63-73 (In Persian).
- 7- Mahvi A. H, Alavi Nakhjavan N, Nadafi K. Investigation the detergents removal in Shahrak Qods wastewater treatment. Horizon of Medical Science.2005;10(2):63-73(In Persian).
- 8- Moussavi G, Alahabadi A, Yaghmaeian K, Eskandari M. Preparation, characterization and adsorption potential of the NH₄CL-induced activated carbon for the removal of amoxicillin antibiotic from water. Chemical Engineering Journal.217(2013)119-128
- 9- Saracco G, Tolarno L, Aigotti R, Specchia V, Maja M. Electrochemical oxidation of organic pollutants at low electrolyte concentrations. Electrochimica Acta. 2000;46(2):373-80.
- 10- Homem V, Santos Lc. Degradation and removal methods of antibiotics from aqueous material.A review. Journal of environmental management.92(10):2304-47.
- 11- Saunier BM. Preozonation as a coagulant aid in drinking water treatment. Journal of the American Water Works Association. 1983;75(5):239-46.
- 12- SR Qasim. Hussain I. The effect of perozonation on turbidity removal university of Texas at arlington; December 1992.
- 13- Pocostales JP, Alvarez PM, Beltri.n FJ. Kinetic modeling of powdered activated carbon ozonation of sulfamethoxazole in water. Chemical Engineering Journal.164(1):70-6.
- 14- Moussavi G, Khosravi R. Preparation and characterization of a biochar from pistachio hull biomass and its catalytic potential for ozonation of water recalcitrant contaminants. Bioresource Technology. 119:66-71.
- 15- Moussavi G, Mahmoudi M. Degradation and biodegradability improvement of the reactive red 198 azo dye using catalytic ozonation with MgO nanocrystals. Chemical Engineering Journal. 2009;152(1):1-7.
- 16- Moussavi G, Khosravi R, Omran AR. Development of a novel catalyst from magnetite ore: characterization and catalytic potential in the ozonation of water toxic contaminants. Applied Catalysis A: General.
- 17-Moussavi G,Khavanin A,alizadeh R.the investigation of catalytic ozonation and integrated catalytic ozonation/ biological processes for the removal of phenol from saline wastewater. Journal of hazardous material,2009,171,175-181.