

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران

بررسی کارایی فرآیند ازوناسیون در حذف جلبک‌های سبز موجود در آب‌های آلوده

علیرضا ختائی^{۱*}، آرزو فضل‌ی^۱، مهرانگیز فتحی‌نیا^۱، فاطمه وفایی^{۱،۲}

۱- آزمایشگاه پژوهشی فرآیندهای پیشرفته‌ی تصفیه‌ی آب و پساب، گروه شیمی کاربردی، دانشکده شیمی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
 ۲- گروه زیست گیاهی، دانشکده‌ی علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده: شکوفایی جلبک‌ها با رشد بی‌رویه‌ی جلبک‌ها ایجاد می‌گردد. این امر به طور جدی در بسیاری از کشورها رشد فرآیندهای داشته و منجر به ایجاد مشکلات زیست محیطی زیادی می‌گردد. در سال‌های اخیر، از میان روش‌های تصفیه‌ی متنوع، فرآیند ازوناسیون به عنوان یک روش جدید برای حذف میکروارگانیسم‌ها مورد توجه قرار گرفته است. در کار پژوهشی حاضر کارایی فرآیند ازوناسیون جهت حذف جلبک *Oocystis* موجود در آب مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته است. جهت حصول بیش‌ترین راندمان حذف جلبک تاثیر پارامترهای عملیاتی از جمله دبی گاز ازون ورودی به محلول و غلظت اولیه جلبک‌ها در فرآیندهای ازوناسیون مطالعه گردید. همچنین جهت بررسی تخریب جلبک‌ها در طول فرآیند حذف، غلظت رنگدانه کلروفیل *a* و تصاویر میکروسکوپی مورد بررسی قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: ازوناسیون، شکوفایی جلبک‌ها، کلروفیل *a*.

مقدمه

اکسایشی قوی و سرعت بالای فرآیند ازوناسیون بیش‌تر مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است [۴].

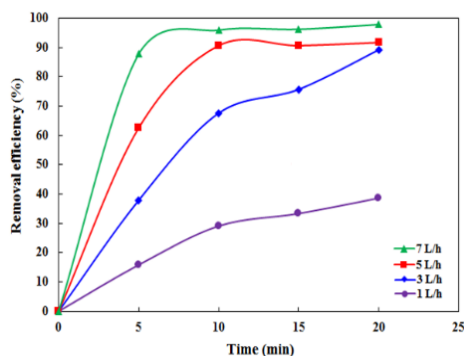
در محلول آبی، ازون با ترکیبات آلی و معدنی به دو روش مستقیم و غیرمستقیم واکنش می‌دهد. روش مستقیم روشی است که مولکول ازون بطور مستقیم و به شکل مولکولی، با آلانده واکنش می‌دهد (واکنش ۱) و روش غیر مستقیم روشی است که رادیکال‌های هیدروکسیل حاصل از تخریب ازون، با آلانده‌ها واکنش می‌دهند (واکنش ۲).

(۱) ازوناسیون مستقیم $O_3 + Pollutant \rightarrow By\ products$

(۲) ازوناسیون غیرمستقیم $\cdot OH + Pollutant \rightarrow By\ products$

اکسایش به روش مستقیم بسیار انتخابگر^۲ بوده و معمولاً با اتم‌هایی مانند *N*، *P* و *O* که دارای چگالی بار منفی می‌باشند، صورت می‌گیرد. اما پتانسیل اکسایشی رادیکال‌های هیدروکسیل بیش‌تر

در منابع آبی، وجود مواد غذایی نظیر ازت، فسفر، نور خورشید و دمای مناسب، منجر به رشد جلبک‌ها می‌شود. رشد بی‌رویه‌ی جلبک‌ها منجر به ایجاد پدیده‌ی شکوفایی جلبکی می‌گردد. شکوفایی جلبک‌ها به طور جدی در بسیاری از کشورها رو به افزایش است لذا برای تأمین آب آشامیدنی کافی و آب تمیز مورد نیاز برای پرورش ماهی و تولیدات صنعتی، فرآیند جلبک‌زدایی^۱ صورت می‌گیرد [۱]. شکوفایی جلبک‌ها قابل کنترل می‌باشد اما پیدا کردن روش کم‌هزینه که منجر به تشکیل آلودگی‌های ثانویه نگردد، مشکل می‌باشد [۲، ۳]. در سال‌های اخیر، به منظور گسترش روش‌های تصفیه، فرآیند اکسایش شیمیایی بر پایه‌ی استفاده از ازون به دلیل واکنش‌پذیری بالا، دارا بودن پتانسیل

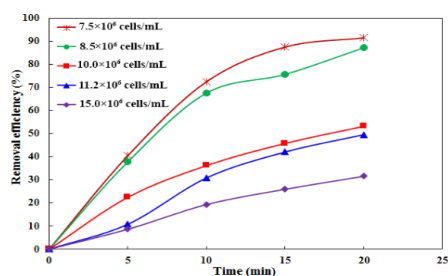


شکل ۱- الف- تأثیر تغییرات دبی گاز ازون ورودی بر راندمان حذف جلبک از جنس *Oocystis* با استفاده از فرآیند ازوناسیون، شرایط آزمایش: (غلظت جلبک $Oocystis$ $10^6 \times 8/5$ و pH محلول آزمایشی: $8/5$).

با توجه به نتایج به دست آمده، راندمان حذف در دبی های ۳، ۵ و ۷ لیتر بر ساعت نزدیک به هم است، لذا انتخاب دبی $3 L/h$ به عنوان دبی بهینه برای حذف این نوع جلبک به روش ازوناسیون مقرون به صرفه می باشد.

تأثیر غلظت اولی‌های جلبک‌ها

تأثیر غلظت جلبک بر روی راندمان حذف در pH بهینه $8/5$ و دبی بهینه ازون $3 L/h$ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده در شکل ۲ ارائه شده است. همانطور که در شکل مشاهده می شود با افزایش غلظت اولیه‌ی جلبک راندمان حذف کاهش می یابد. به دلیل وجود تعداد کمی از جلبک در غلظت‌های پایین و تعداد زیاد از آن‌ها در غلظت‌های خیلی بالا، میزان خطای شمارش بیش تر بود لذا غلظت بهینه برای جلبک *Oocystis* $10^6 \times 8/5$ در نظر گرفته شد.



شکل ۲- تأثیر غلظت جلبک *Oocystis* بر راندمان حذف با استفاده از فرآیند ازوناسیون، شرایط آزمایش: (دبی گاز ازون ورودی: $3 L/h$ و pH محلول آزمایشی: $8/5$).

از ازن مولکولی می باشد، در نتیجه اکسایش غیرمستقیم نسبت به اکسایش مستقیم سریع تر صورت می گیرد [۵]. در این کار پژوهشی حذف جلبک‌هایی از جنس *Oocystis* موجود در آب بررسی گردید. تأثیر پارامترهای عملیاتی در فرآیند ازوناسیون مورد بررسی قرار گرفت.

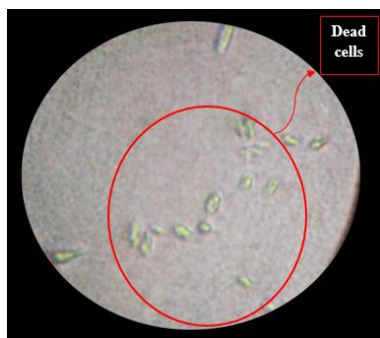
بخش تجربی

نمونه‌ی حاوی جلبک *Oocystis* در ارلن‌های 500 میلی‌لیتر و در محیط کشت *Wood Hole* کشت داده شد. به منظور یکسان سازی نمونه‌ها، تمامی محلول‌ها در یک ظرف ریخته شد. در هر آزمایش حدود 25 میلی‌لیتر از محلول یکسان سازی شده برداشته شد و در یک بالن 250 میلی‌لیتر به منظور دست یابی به غلظت جلبک‌هایی از جنس‌های *Oocystis* در حدود 10^6 cells/mL در $8/5$ ، به حجم رسانده شد. در ادامه این محلول در فرآیند ازوناسیون مورد استفاده قرار گرفت و راندمان حذف جلبک‌ها بعد از شمارش تعداد جلبک‌ها قبل و بعد از فرآیند محاسبه گردید. همچنین مقدار غلظت کلروفیل *a* در طی فرآیند حذف با اندازه‌گیری جذب نمونه‌ها در طول موج ماکزیمم 435 تا 470 نانومتر مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر دبی گاز ازون ورودی

شکل ۱، راندمان حذف جنس‌های مختلف از جلبک را در فرآیند ازوناسیون و در دبی‌های مختلف ازون ورودی نشان می‌دهد. با توجه به شکل با افزایش دبی ازون ورودی از $1 L/h$ تا $7 L/h$ راندمان حذف افزایش می‌یابد. با افزایش دبی گاز ازون ورودی مقدار غلظت ازون در محیط افزایش یافته و در نتیجه میزان تخریب دیواره‌ی سلول‌های جلبک افزایش می‌یابد.



شکل ۴-ب

تصاویر میکروسکوپی از جلبک *Oocystis* در زمان الف) ابتدا و ب) ۲۰ دقیقه از فرآیند، شرایط آزمایش: (غلظت جلبک *Oocystis* $8/5 \times 10^6 \text{ cells/mL}$ ، دبی گاز اوزون ورودی: 3 L/h ، pH محلول آزمایشی: $8/5$)

نتیجه گیری

اثرات فرآیند ازناسیون در حذف جلبک *Oocystis* نشان داده شده است. پارامترهای تاثیر گذار بر فرآیند ازناسیون شناسایی شده و مقدار بهینه‌ی هر پارامتر بدست آمد. همچنین نتایج حاصل از بررسی کلروفیل *a* و تصاویر میکروسکوپی بررسی شد که نشان از تخریب و کاهش تعداد جلبک‌ها و مقدار کلروفیل است. طبق نتایج به دست آمده، فرآیند ازناسیون در تخریب و حذف کامل جلبک *Oocystis* موثر می‌باشد.

تقدیر و تشکر

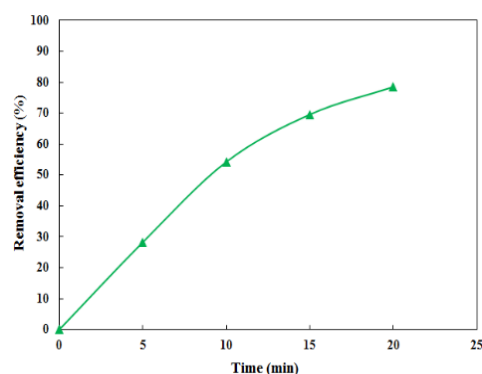
نویسندگان این مقاله مراتب قدردانی خود را از دانشگاه تبریز بخاطر حمایت‌های مادی و معنوی اعلام می‌دارد.

منابع

- [1]. J. J. Chen, H. H. Yeh, I. C. Tseng, Effect of ozone and permanganate on algae coagulation removal—Pilot and bench scale tests, *Chemosphere*, **74** (2009) 840-846.
- [2]. Z. Wu, H. Shen, B. Ondruschka, Y. Zhang, W. Wang, D.H. Bremner, Removal of blue-green algae using the hybrid method of hydrodynamic cavitation and ozonation, *Journal of Hazardous Materials*, **235** (2012) 152-158.
- [3]. G. Zhang, P. Zhang, B. Wang, H. Liu, Ultrasonic frequency effects on the removal of *Microcystis aeruginosa*, *Ultrasonics Sonochemistry*, **13** (2006) 446-450.

بررسی اثر فرآیند ازناسیون بر روی کلروفیل *a*

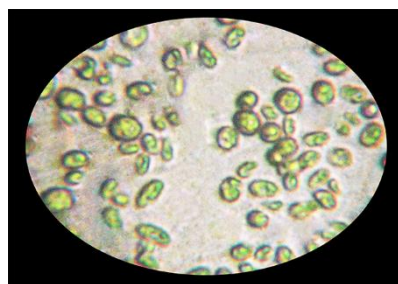
کلروفیل *a* رنگیزه‌ی فتوسنتزی جلبک‌های سبز مذکور می‌باشد. کاهش مقدار این رنگیزه حاکی از تخریب دیواره‌ی سلول‌های جلبک‌ها و در نهایت حذف این رنگ می‌باشد. با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌شود که راندمان حذف کلروفیل *a* در مدت ۲۰ دقیقه به ۸۰٪ رسیده است.



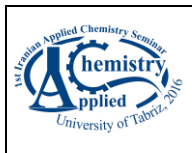
شکل ۳- تغییرات غلظت کلروفیل *a* در طول فرآیند حذف جلبک‌ها با استفاده از روش ازناسیون، شرایط آزمایش: (غلظت جلبک *Oocystis* $8/5 \times 10^6 \text{ cells/mL}$ ، دبی گاز اوزون ورودی: 3 L/h ، pH محلول آزمایشی: $8/5$)

تصاویر میکروسکوپی از تغییرات جلبک‌ها در طی فرآیند ازناسیون

شکل (۴-الف) و (۴-ب) تصاویری از روند تخریب جلبک‌ها را نشان می‌دهند. طبق این تصاویر بعد از گذشت ۲۰ دقیقه از فرآیند ازناسیون میزان تخریب دیواره‌ی جلبک‌ها افزایش یافته و میزان کلروفیل آزاد شده در نتیجه‌ی تخریب دیواره نیز به تبع آن کاهش می‌یابد.



شکل ۴-الف



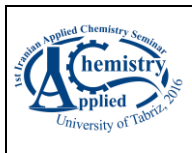
تختین سمینار شیمی کاربردی ایران (IIACS)

۱-۲ شهریور ۱۳۹۵، دانشکده شیمی، دانشگاه تبریز



[4]. B. Yuan, D. Xu, F. Li, M.-L. Fu, Removal efficiency and possible pathway of odor compounds (2-methylisoborneol and geosmin) by ozonation, *Separation and Purification Technology*, **117** (2013) 53-58.

[5]. A. Khataee, T.S. Rad, M. Fathinia, S.W. Joo, Production of clinoptilolite nanorods by glow discharge plasma technique for heterogeneous catalytic ozonation of nalidixic acid, *RSC Advances*, **6** (2016) 20858-20866.



Investigation of the efficiency of ozonation process for the removal of green algae presented in the contaminated water

Alireza Khataee^a, Arezo Fazli^{a}, Mehrangiz Fathinia^b, Fatemeh Vafaie^{a,b}*

^a *Research Laboratory of Advanced Water and Wastewater Treatment Processes, Department of Applied Chemistry, Faculty of Chemistry, University of Tabriz, Tabriz, 51666-16471, Iran.*

^b *Department of Plant Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, 51666-16471, Iran.*

Abstract:

Uncontrolled growth of algae leads to the algal bloom which makes environmental problems in many countries. In the recent years, among the variety of treatment methods, ozonation process is taken into consideration as a new method for the removal of microorganisms. In this research, the efficiency of ozonation process for the removal of Oocystis algae presented in the contaminated water was investigated. In order to achieve the highest removal efficiency in the ozonation process of algae, the effects of the operational parameters such as ozone gas flow rate, and initial concentration algae were studied. In order to assess the destruction of algae during the process, the concentration of chlorophyll a pigment and microscopic images were evaluated.

Keywords: *Ozonation; algae bloom; chlorophyll a.*

*Corresponding author: Arezu.fazli@yahoo.com

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



کارگاه آموزشی
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



کارگاه آموزشی
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



کارگاه آموزشی
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران