

بررسی حذف هیدروکربن از پساب حاوی هیدروکربن‌های نفتی با استفاده از روش اکسیداسیون پیشرفته‌ی
UV/O₃
مارال رشیدی‌فرد و مجید امیری

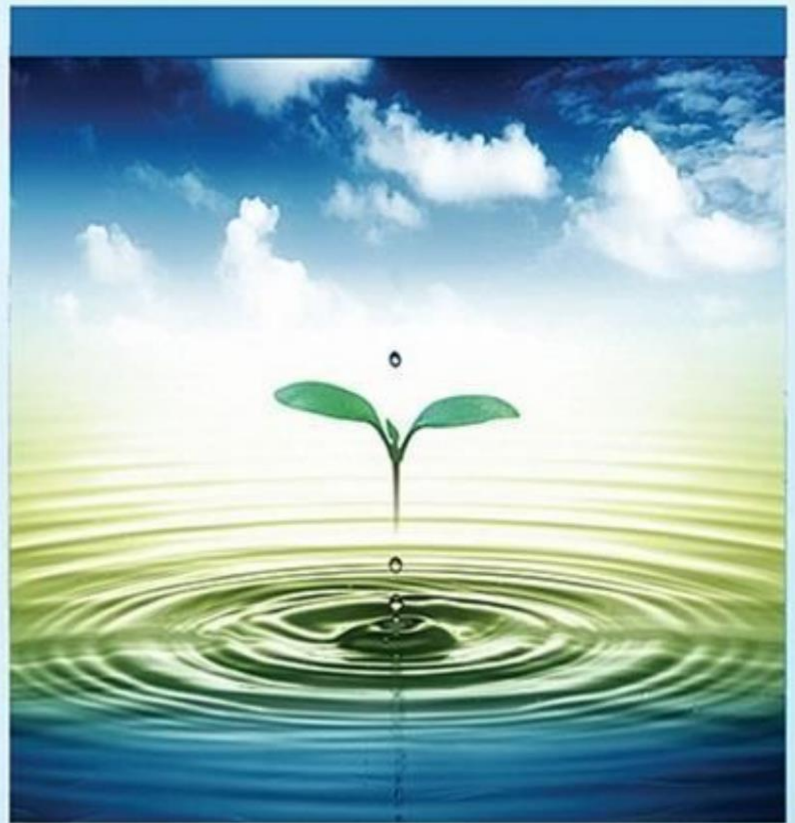
دوره ۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، صفحات ۱۸۴-۱۹۲

Vol. 4(3), Autumn 2018, 184 – 192

DOI: 10.22034/jewe.2018.108184.1202

**Assessing Hydrocarbon Removal from Oil
Hydrocarbonous Effluent using UV/O₃
Advanced Oxidation**

Rashidifard M. and Amiri M.



www.jewe.ir

OPEN  ACCESS

ارجاع به این مقاله: رشیدی‌فرد م. و امیری م. (۱۳۹۷). بررسی حذف هیدروکربن از پساب حاوی هیدروکربن‌های نفتی با استفاده از اکسیداسیون پیشرفته‌ی UV/O₃. مجله محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۴، شماره ۳، صفحات: ۱۸۴ – ۱۹۲.

Citing this paper: Rashidifard M. and Amiri M. (2018). Assessing hydrocarbon removal from oil hydrocarbonous effluent using UV/O₃ advanced oxidation. J. Environ. Water Eng., 4(3), 184 – 192. DOI: 10.22034/jewe.2018.108184.1202

بررسی حذف هیدروکربن از پساب حاوی هیدروکربن‌های نفتی با استفاده از روش

اکسیداسیون پیشرفته ی UV/O_3

مارال رشیدی فرد^{۱*} مجید امیری^۲

^۱گروه فن آوری‌های محیط زیست، پژوهشکده‌ی علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲گروه محیط زیست، دانشکده‌ی مهندسی منابع طبیعی و بیابان، دانشگاه یزد، یزد، ایران

*نویسنده مسئول: maral.rashidi.fard@gmail.com

مقاله اصلی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۶/۰۹/۰۲]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۶/۱۱/۱۸]

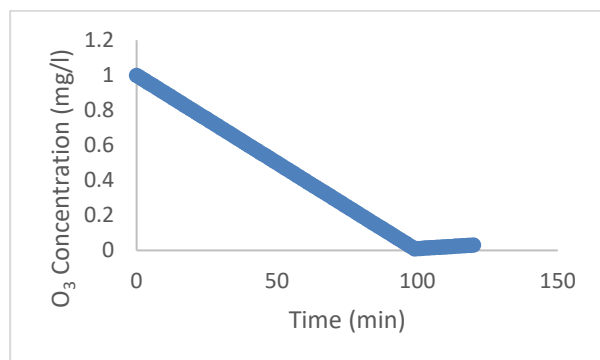
تاریخ پذیرش: [۱۳۹۷/۰۶/۱۵]

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی آزمایشگاهی تصفیه‌ی فاضلاب آلوده با هیدروکربن‌های نفتی با روش UV/O_3 می‌باشد. برای پیش‌بینی میزان تخریب آلاینده‌ها غلظت اولیه O_3 و آلاینده‌ها، pH، دمای محلول، زمان واکنش و شدت UV، طراحی شد. برای این منظور از یک راکتور ۱ لیتری شیشه‌ای استوانه‌ای استفاده شد. منبع تابش، لامپ UV کم‌فشار جیوه‌ای با طول موج ۲۵۴ nm ($UV-C$ 30W) بود که در بالای فتوراکتور با جریان ناپیوسته جهت انجام آزمایش UV/O_3 قرار داده شد. غلظت‌های مختلف O_3 (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ mg/l) آزمایش شد. در غلظت ۱۵ mg/l هیدروکربن‌های نفتی و زمان‌های ماند ۵، ۱۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ min راندمان حذف هیدروکربن‌های نفتی در سیستم UV/O_3 به ترتیب برابر با ۱۵، ۲۸، ۳۱، ۳۶، ۴۲، ۵۲، ۵۶، ۷۳ و ۵۹٪ به دست آمد حال آن‌که راندمان حذف COD در همین زمان‌های ماند به ترتیب برابر با ۲۲، ۳۸، ۴۵، ۶۱/۵، ۶۷/۵، ۷۰، ۸۰، ۸۸/۵ و ۷۶/۵٪ مشاهده شد. هنگامی که pH اولیه ۳، ۴، ۵، ۶، ۹، ۱۰، ۱۲ بود، به طور تقریبی راندمان حذف هیدروکربن‌ها به ترتیب ۷۵/۸، ۶۲، ۶۳/۴، ۵۸، ۴۴/۸، ۳۵/۸ و ۳۰٪ درصد به دست آمد. نتایج آزمایشات در این مطالعه نشان می‌دهد که دوز O_3 ۲۰ mg/l در pH = ۳ و شدت UV ۲/۸ W/cm (254 nm)، شرایط بهینه بهره‌برداری جهت معدنی شدن هیدروکربن‌ها با راندمان حذف ۷۳٪ پس از ۱۰۰ min زمان واکنش را فراهم کرد.

واژه‌های کلیدی: هیدروکربن‌های نفتی؛ اشعه‌ی UV؛ O_3 ؛ تصفیه‌ی فاضلاب؛ راندمان حذف.

اکسیدکننده در محیط، از راندمان حذف هیدروکربن کاسته می‌شود.



شکل (۲) تجزیه ازن در فرایند UV/O₃ (غلظت اولیه ازن ۲۰ mg/l در حضور پرتو UV)

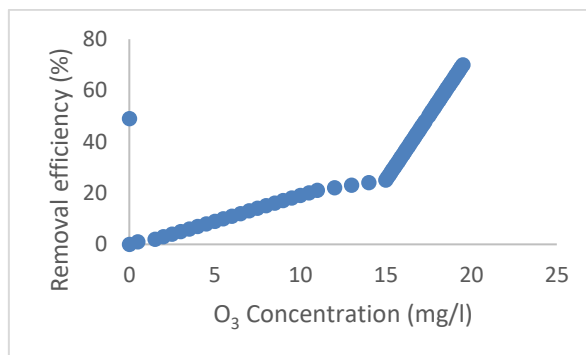
Fig.2 O₃ removal using UV/O₃ process (Initial O₃ concentration = 20 mg/l in the presence of UV)

در زمان ماند ۹۰ min و غلظت ۲۰ mg/l هیدروژن پراکسید، حداکثر راندمان حذف هیدروکربن‌ها ۶۲ درصد به دست آمد. وقتی که هیدروژن پراکسید کافی در محلول وجود دارد تا زمانی که واکنش رادیکال HO₂ از OH کمتر است، رقابت مواد آلی برای واکنش با رادیکال‌های هیدروکسیل وجود دارد.

(Daneshvar et al. 2004) در خصوص حذف مواد آلی با استفاده از اکسیداسیون فتوشیمیایی با ازن نشان دادند که با افزایش ازن، میزان حذف مواد آلی افزایش یافته که با نتایج این مطالعات مطابقت دارد. دلیل این امر آن است که هیدروژن پراکسید در غلظت‌های بالاتر به عنوان یک عامل رابینده (scavenger) برای رادیکال‌های هیدروکسیل عمل می‌نماید (Karimi et al. 2011).

در مطالعه انجام شده توسط (Kruithof et al. 2007) در زمینه حذف ترکیبات آلی به کمک واکنش نسبت مشابه ای گزارش گردید.

افزایش زمان ماند تا ۳۰ min و افزایش غلظت هیدروژن پراکسید بر راندمان حذف هیدروکربن‌ها افزوده می‌شود. راندمان حذف هیدروکربن‌ها در زمان ماند ۱۲۰ min هم کاهش می‌یابد و به حدود ۴۰-۵۵ درصد می‌رسد. بیشترین کاهش غلظت در زمان ماند ۹۰ min می‌باشد.



شکل (۱) راندمان حذف هیدروکربن‌ها در حضور غلظت‌های ازن (pH=۶-۷)

Fig. 1 Removal efficiency of hydrocarbons in the presence of O₃ (pH=6-7)

نتایج بیان گر آن است که با افزایش مقادیر ازن، میزان حذف هیدروکربن‌ها و COD در نمونه‌ها افزایش یافته است. بیشترین میزان حذف در غلظت ۲۰ mg/l ازن بوده است. در غلظت ۳۰ mg/l ازن، کاهش راندمان حذف مشاهده می‌شود. همان‌گونه که در نمودار شکل‌های (۱) و (۲) دیده می‌شود، با افزایش غلظت هیدروژن پراکسید و زمان ماند، بر راندمان حذف هیدروکربن‌ها را افزوده می‌شود. ازن به عنوان یک اکسیدکننده قوی، هیدروکربن را به ترکیبات جانبی تجزیه می‌نماید. قدرت اکسیداسیون ازن در محدوده‌ی ۷۸/۱ eV قرار دارد. همچنین این اکسیدکننده به دلیل تولید رادیکال اکسیژن، مانع از ایجاد حفره می‌گردد.

الکترون رها شده از ازن منجر به جذب اکسیژن می‌گردد؛ اکسیژن رادیکالی O₂ ایجاد می‌گردد که خود در برخورد با سایر مولکول‌های ازن رادیکال پراکسید و هیدروکسیل تولید می‌نماید. البته در زمان ماند بیش از ۹۰ min به دلیل اتمام

می‌باشد. لذا راندمان حذف هیدروکربن‌ها در حالت اسیدی محلول حاوی هیدروکربن‌ها بالاتر می‌باشد.

دوز UV در این مطالعه از ۲ لامپ UV با طول موج nm ۲۵۴ استفاده گردید. با توجه به شکل ۲، راندمان فرآیند فتوکاتالیستی برای غلظت اولیه هیدروکربن ۵ mg/l، با افزایش زمان پرتودهی از ۵ به ۱۲۰، راندمان حذف از ۰/۰۸ به ۲۷/۷ می‌رسد. فتواکسیداسیون هیدروکربن‌ها توسط تابش نور UV در pH=۷ در جدول (۲) نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل (۵) دیده می‌شود، در زمان ماند ۵ تا ۱۲۰ min و در غلظت اولیه هیدروکربن‌ها ۲۰ mg/l و pH خنثی راندمان حذف هیدروکربن‌ها بین ۱۵ تا ۷۲٪ می‌باشد. در زمان‌های ماند بیش از ۱۰۰ min، راندمان حذف کاهش یافت طوری که در زمان ماند ۱۲۰ min، راندمان حذف از ۷۲ به مقدار ۵۹/۵٪ کاهش یافت. این بیانگر این مطلب است که با افزایش زمان ماند از مقادیر مؤثر پراکسید هیدروژن کاسته شده است طوری که در واکنش با UV مقادیر مؤثری رادیکال هیدروکسیل تولید نشده است.

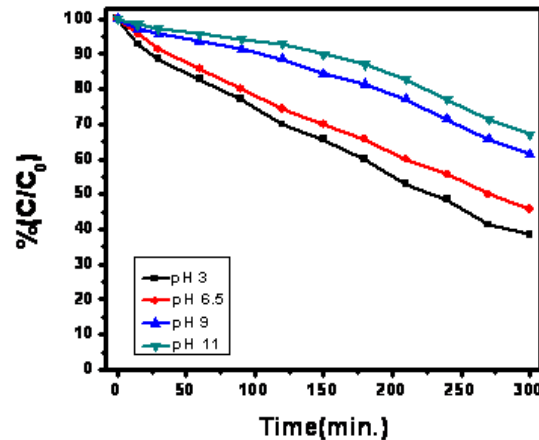
(2010) Seid Mohammadi and Movahedian به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت عامل اکسیدکننده تا حد معینی آهنگ واکنش را افزایش می‌دهد و هنگامی که از حد معینی افزایش یافت اثر معکوس در حذف ماده‌ی آلی دارد. غلظت ۰/۰۵ M هیدروژن پراکسید بیشترین کارایی را در حذف ۴- کلرو فنل نشان داد. (2007) Tizaoui et al. طی تحقیق بر روی تصفیه‌ی شیرابه‌ی لندفیل با ازن و ترکیب ازن با هیدروژن پراکسید، نشان دادند که با افزایش غلظت هیدروژن پراکسید، میزان حذف آلاینده افزایش نمی‌یابد (غلظت ۲ g/l با بازده ۹۴٪ بیشترین کارایی را نشان داد) که نتایج به دست آمده از این مطالعه با نتایج مطالعه‌ی حاضر هم‌خوانی دارد. واکنش مستقیم ازن با ترکیباتی است که دارای پیوند دوگانه هستند. ازن در واکنش غیرمستقیم، با تولید هیدروکسیل با تمام ترکیبات موجود واکنش می‌دهد. در نمونه‌ی سنتیک تمامی ازن صرف واکنش هیدروژن با هیدروکربن‌ها می‌گردد. ازن در واکنش مستقیم با ترکیبات آلی، از قبیل دترجنت‌ها و بنزن موجود در فاضلاب، واکنش می‌دهد. در واکنش غیرمستقیم ازن، رادیکال‌های

جدول ۱ اثر pH اولیه محلول در حذف هیدروکربن از محیط آبی در مدت زمان ۳۰ دقیقه

Table 1 Effect of the solution initial pH in the removal of hydrocarbon from aqueous media within 30 min

ردیف	pH اولیه	pH نهایی	درصد حذف	میزان تجزیه (min ⁻¹)
1	3	2.9	75.8	1.34×10 ⁻³
2	4	3.56	63.4	0.72×10 ⁻³
3	5	4.43	62.1	0.56×10 ⁻³
4	7	6.55	58.4	0.54×10 ⁻³
5	9	8.91	44.8	0.42×10 ⁻³
6	10	9.83	35.8	0.33×10 ⁻³
7	12	11.63	30	0.2×10 ⁻³

فتولیز مستقیم O₃ در طی فرآیند UV/O₃ در آب خالص در اثر تابش پرتو UV در نمودار شکل (۲) آمده است. فتولیز مستقیم O₃ منجر به تولید رادیکال‌های OH می‌گردد که در نهایت هیدروکربن‌های موجود در نمونه را تجزیه می‌نماید.



شکل (۳) راندمان حذف هیدروکربن‌های آلی در pHهای مختلف

Fig. 3 Removal efficiency of organic hydrocarbons at different pHs

۲-۳ اثر pH بر راندمان حذف هیدروکربن‌ها

از پارامترهای دیگر مؤثر بر فرآیند pH می‌باشد. جدول (۱) به بررسی تأثیر pH بر راندمان حذف هیدروکربن‌ها (درصد) در فرآیند UV/O₃ می‌پردازد. همان‌گونه که شکل (۳) نشان می‌دهد ترکیبی از آب و هیدروکربن‌های آلی که دارای ۳ pH= است بیشترین میزان افت غلظت هیدروکربن‌ها را دارا

Assessing Hydrocarbon Removal from Oil Hydrocarbonous Effluent using UV/O₃ Advanced Oxidation

Maral Rashidifard^{1*} and Majid Amiri²

¹Department of Environmental Technologies, Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

²Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Desert Engineering, University of Yazd, Yazd, Iran

*Corresponding author: maral.rashidi.fard@gmail.com

Original Paper

Received: November 23, 2017

Revised: February 07, 2018

Accepted: October 07, 2018

Abstract

The purpose of this study was to experimentally investigate the treatment of petroleum hydrocarbons-contaminated wastewater using UV/O₃ method. To predict the degree of pollutant destruction, the initial concentrations of O₃ and pollutant, pH, solution temperature, reaction time and UV intensity were designed. For this purpose, 1-liter cylindrical glass reactor was used. The radiation source was a low-pressure mercury UV lamp with 254-nanometer wavelength (30 W UV-C) placed on the top of the batch photoreactor in order to perform UV/O₃ experiments. Different concentrations of O₃ (5, 10, 15, 20, 25, and 30 mg/l) were tested. In a concentration of 15 mg/l petroleum and contact time of 5, 10, 30, 20, 40, 50, 60, 100, and 120 minutes, the removal rate of hydrocarbons in the UV/O₃ system was 15, 28, 31, 36, 42, 52, 56, 73, and 59.5%, whereas, the COD removal efficiency at the same contact times was 22, 38, 45, 61.5, 67.5, 70, 80, 88.5, 76.5% respectively. When the initial pH was 3, 4, 5, 6, 9, 10, and 12, the approximately efficiency of hydrocarbon removal was 75, 8, 62, 63, 4, 58, 44, 8, 35, 8, and 30% respectively. The results of this study showed that 20 mg/l O₃ dose at pH = 3 and UV intensity of 2.8 W/cm (254 nm), the optimal utilization conditions for mineralization of hydrocarbon provide 73% removal after 100 minutes of reaction time.

Keywords: Petroleum Hydrocarbons; UV Ray; O₃; Wastewater Treatment; Removal Efficiency.