

Designing a Pilot for Alphamethrin and Cypermethrin Degradation in Sewage Cake Using Ultrasonic Technology Compared to Electrodialysis

Hossein Kiashemshaki

M.Sc., Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

* E-mail: sosha_shemshaki@yahoo.com

Received: 25 Jun 2018 ; Accepted: 19 Sep 2018

ABSTRACT

Background and Objectives: The alphamethrin and cypermethrin insecticides are a common source of Pyrotyroid poisons, which means that it is useful for insects and targeted insects. The use of ultrasonic process for decontamination of contaminants in water and sewage is one of the advanced oxidation processes. The present study aims to determine the efficiency of elimination of alphamethrin and cypermethrin toxins by ultrasonic technology and electro dialysis with each other, simultaneous use of technologies, comparison and best practice for remove these toxins in a sewage sludge cake.

Methods: In this study, an ultrasonic bath of 25 kHz with temperature and variables time along with electro dialysis process was used. Specifications of the ultrasonic device: length 151 and width 137 mm and depth 143 mm. The device is a device of the Russian Federation and model of the device Y3B-3/200-TH-P3πPTEK. It has the ability to adjust the temperature and time. The test time was 20 minute and the temperature was 25 °C and at voltages of 10 and 28 (30) volts and in currents of 0.02 and 0.1 Amps.

Results: The removal efficiency for the alphamethrin poison in the conditions of 10 volts and the current of 0.20 Amperes and in the presence of ultrasonics is about 58% and for the cypermethrin acid in the same conditions about 42%. And in the case of a voltage of 28.1 and a current of 0.1 amperes, they have an efficiency of 47% and 40% respectively.

Conclusion: The ultrasonic and electro dialysis processes have the advantage of eliminating the effective removal of toxins that are used to remove insecticides in urban sewage networks. And has about two to three times more power removal than electro dialysis alone.

Keywords: Ultrasonic, Electro dialysis, Toxins.

طراحی پایلوت تخریبی سموم آلفامترین و سایپرمتترین در کیک لجن فاضلاب با استفاده از فناوری اولتراسونیک در مقایسه با الکترودیالیز

حسین کیاشمشکی

کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۴/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۲۸

چکیده

زمینه و هدف: آلفامترین و سایپرمتترین حشره کش جزء سموم پایروتیروئید گسترده ای هستند، بدان معنی است که حشرات مفید و نیز حشرات مورد هدف را می کشند. استفاده از فرایند اولتراسونیک برای تجزیه آلاینده‌ها در آب و فاضلاب یکی از فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته است. پژوهش حاضر در جهت تعیین میزان راندمان حذف سموم آلفامترین و سایپرمتترین توسط فناوری اولتراسونیک و الکترودیالیز با یکدیگر، استفاده همزمان هر دو فناوری، باهم مقایسه و بهترین روش برای حذف این سموم در کیک لجن فاضلاب است.

مواد و روش‌ها: در این بررسی از حمام اولتراسونیک با قدرت ۲۵ کیلوهرتز با متغیرهای دما و زمان به همراه فرآیند الکترودیالیز استفاده شده است. مشخصات دستگاه اولتراسونیک: طول ۱۵۱ و عرض ۱۳۷ میلی‌متر و عمق ۱۴۳ میلی‌متر است. سازنده دستگاه کشور روسیه و مدل دستگاه Y3B-3/200-TH-P3TEK است. که قابلیت تنظیم دما و زمان را دارد. زمان آزمایش را ۲۰ دقیقه و دما را ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در ولتاژهای ۱۰ و ۲۸/۱ (۳۰) ولتی و در جریان‌های ۰/۰۲ و ۰/۱ آمپر انجام گرفته است.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که راندمان حذف برای سم آلفامترین در شرایط ولتاژ ۱۰ ولتی و جریان ۰/۰۲ آمپر و در حضور اولتراسونیک حدود ۵۸٪ و برای سم سایپرمتترین در همین شرایط حدود ۴۲٪ است؛ و در شرایط ولتاژ ۲۸/۱ و جریان ۰/۱ آمپر به ترتیب دارای راندمان حذف ۴۷٪ و ۴۰٪ را دارا است.

نتیجه‌گیری: فرآیند اولتراسونیک و الکترودیالیز نسبت به الکترودیالیز به‌تنهایی دارای راندمان حذف مطلوبی در حذف سموم پرکاربرد برای رفع حشرات موذی موجود در شبکه فاضلاب شهری داشته است؛ و دارای تقریباً ۲ تا سه برابر دارای راندمان حذف بیشتری نسبت به الکترودیالیز به‌تنهایی دارد.

کلمات کلیدی: اولتراسونیک، الکترودیالیز، سایپرمتترین، آلفامترین

مقدمه

سموم کشاورزی ترکیبات هالوژنه به علت خطرناک بودن و نفوذ به آب‌های زیرزمینی باعث ایجاد پساب خروجی کشاورزی بسیار خطرناک هستند که وارد محیط‌زیست می‌شوند. سموم و حشره‌کش‌ها ترکیباتی با پتانسیل مهم به‌عنوان آلاینده‌های شیمیایی که استفاده از آن‌ها در کشاورزی گسترش پیدا کرده است و با آبیاری، این مواد شیمیایی وارد محیط‌زیست می‌شوند و فعالیت تخریبی خود را آغاز می‌کنند؛ بنابراین این ترکیبات خیلی سمی هستند و می‌توانند در محیط بسیار پایدار باقی بمانند و باعث آلودگی آب‌ها و اکوسیستم خاکی شوند^۱. این حشره‌کش‌ها وقتی وارد منابع آبی و فاضلاب می‌شوند می‌توانند مشکلات زیادی را ایجاد کنند. از لحاظ اقتصادی و عملکردی مدیریت لجن به‌ویژه تجزیه و حذف آب اضافی تولیدشده طی فرآیند تصفیه یکی از مهم‌ترین مراحل در تصفیه فاضلاب است. تحقیقات نشان می‌دهد برای بهتر شده هیدرولیز در فرآیند هضم؛ ۱- پیش تصفیه حرارتی؛ ۲- کاربرد مواد شیمیایی؛ ۳- تجزیه مکانیکی لجن؛ ۴- هضم سلول با امواج اولتراسونیک که این روش در سال‌های اخیر در آزمایشگاه بیوتکنولوژی به کار گرفته شده است. از آنجایی که بعضی از مواد آلی برای ارگانسیم‌ها سمی و غیرقابل تجزیه بیولوژیکی هستند. این مواد شامل آفت‌کش‌های آلی، بعضی مواد شیمیایی صنعتی و ترکیبات هیدروکربن که با کلر ترکیب شده‌اند، است.^۵ این دو حشره‌کش از حشره‌کش‌های گروه پاراتیروئید، غیر سیستمیک تماسی و گوارشی با اثر ابقایی بر روی گروه زیادی از حشرات نظیر انواع سوسک‌ها (ریزودرشت) هستند. راه ورود سموم پیرتروئیدها به بدن در به وجود آمدن مسمومیت حاد مؤثر است. این سموم، حشره‌کش گسترده‌ای هستند بدان معنی است که حشرات مفید و نیز حشرات مورد هدف را

می‌کشد. به علت اینکه این سموم میزان سمیت بالایی برای پستانداران و آبزیان دارند اهمیت حذف آنها از فاضلاب بسیار زیاد است. آلودگی محیط با سموم خطرناک جزء اصلی‌ترین نگرانی‌های علوم جدید می‌باشد.^۶ امواج اولتراسونیک یک فرآیند اکسیداسیون پیشرفته است که در مواقعی که پساب فاضلاب با کیفیت مناسب مورد نیاز باشد از آن استفاده می‌شود. اساس تولید اولتراسونیک به قبل از سال ۱۸۸۰ با کشف پیزوالکتریک توسط کوریس برمی‌گردد. پدیده تخریب (کاویتاسیون) اولین بار در سال ۱۸۹۵ معرفی شد.^۷ استفاده از فرایند اولتراسونیک برای تجزیه آلاینده‌ها در آب و فاضلاب یکی از فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته است و به‌عنوان فناوری کارآمد پیشرفته در زمینه‌های مختلف علوم مهندسی محیط به‌منظور حفظ محیط‌زیست از آلاینده‌ها و به‌عنوان فناوری کلیدی برای آینده در جهان مورد توجه قرار گرفته است.^{۱۲} سونولیز باعث تخریب آلاینده‌های آلی می‌شود که عمدتاً به تولید رادیکال و تجزیه حرارتی در میکرو حباب‌ها نسبت داده شده است. تعداد زیادی از مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که تابش اولتراسونیک یک روش بی‌خطر و مؤثر و سریع در تخریب آروماتیک‌ها، فنول‌ها، ترکیبات کلردار و آفت‌کش‌ها از محلول‌های آبی است.^{۹، ۸} فناوری راکتور اولتراسونیک در مایع توسط پدیده کاویتاسیون مانند تغییر فرم، رشد و فروپاشی حباب‌ها، تولید گرمای بالا، فشار بالا و رادیکال‌های آزاد (OH و OOH) باعث تخریب آلاینده‌ها می‌شود. نفوذ رادیکال‌های آزاد در داخل مایع و اکسیداسیون ترکیبات آلی موجود در محلول، هیدروژن پروکسید در نتیجه فرمی از OH و OOH تبدیل می‌شود.^{۱۶، ۱۵} که فرآیند کاویتاسیون را ایجاد می‌کند. امواج مافوق صوت در تصفیه فاضلاب دارای مزیت‌های بسیار زیادی است که از این مزایا می‌توان به عدم تولید لجن، کاربری آسان، افزایش تولید

بیوگاز، کمک به آبگیری لجن، عدم تولید آلاینده ثانویه، توانایی کاهش مواد معلق و محلول، تبدیل مواد سخت تجزیه پذیر به مواد ساده تر و با تجزیه پذیری آسان تر اشاره کرد^{۱۰}، با نسبت مشخصات آبگیری لجن ۲ مکانیسم مشاهده می شوند: الف- فشار شکاف تولیدی به وسیله ترکیدن حبابها باعث تخریب مواد پلی مری پیچیده می شود. ب- باعث تخریب دیواره سلولی میکروارگانیسمها در لجن می شود. تخریب مواد پلی مری پیچیده باعث بهبود آبگیری لجن می شود^{۱۱}. خوبدلی و همکاران در سال ۲۰۱۰ در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که با افزایش زمان ماند میزان حذف توسط اولتراسونیک سریع تر و با افزایش غلظت راندمان حذف کاهش می یابد. در فرکانس ۱۳۵ کیلوهرتز راندمان حذف خیلی بیشتر و سریع تر از ۳۵ کیلوهرتز است به طوری که در فرکانس ۳۵ کیلوهرتز بعد از ۶۰ دقیقه راندمان حذف برابر با ۳۵٪ در حالی که در فرکانس ۱۳۰ کیلوهرتز بعد از همین زمان راندمان به ۶۳٪ رسیده است و همچنین حذف دیازینون توسط ۱/۷ مگاهرتز در ۵ دقیقه مشاهده شده است.^{۱۱} Farooq و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که اولتراسونیک فرآیندی تأثیرگذار در تخریب سموم اورگانو فسفره در آب است. بیش از ۹۸٪ هیدرولیز این سموم توسط فرآیند اولتراسونیک مشاهده شده است. بیشترین تخریب در کایتاسیون حبابها اتفاق می افتد. هیدرولیز تأثیری در افزایش دمای مایع ندارد این نشان از این دارد که یک واکنش ثانویه ای در حل شونده ایجاد می شود. کاهش غلظت باعث افزایش هیدرولیز می شود. بنابراین امواج اولتراسونیک یک فرآیند با ارزش برای هیدرولیز مواد حل شونده است که در غلظت های پایین مواد آلی مؤثر است. تغییرات pH تأثیر کمی در تخریب سموم اورگانو فسفره دارد این در واقع یک مزیت نسبت به روش های دیگر است که تنظیم کردن pH مشکل است.^{۱۲} Manariotis و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که در ۳

فرکانس مورد مطالعه در این بررسی (۱۱۴۲، ۸۶۲، ۵۸۲ کیلوهرتز) و حجم نمونه ۱۰۰۰ میلی لیتری راندمان تجزیه فناترین بالاتر از ۹۰٪ بوده است.^{۲۲} شکوهی و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که حداکثر کارایی حذف سیانید در فرایندهای سونوشیمیایی (فرکانس ۱۳۰ کیلوهرتز، زمان تماس ۹۰ دقیقه و pH برابر با ۱۱ و با غلظت سیانید ۲/۵ میلی گرم بر لیتر) به ۷۴ درصد رسید در حالی که در شرایط مشابه با فرایند ترکیبی سونوشیمیایی و پراکسید هیدروژن کارایی حذف به ۸۵ رسیده است.^{۲۴} محسنی در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافت که دستگاه اولتراسونیک به تنهایی تا حد قابل قبولی قادر به تخریب بنزوالدئید است (باراندمان تخریب ۹۵/۶۲٪ البته این میزان تخریب بیشترین دامنه ارتعاش دستگاه یعنی ۱۰۰ و بیشترین فرکانس یعنی ۱ Cycle/s به دست آمد و در دامنه ارتعاشات پایین راندمان کار کم است که دلیل آن این بود که در دامنه ارتعاش بیشتر انرژی ذخیره شده بیشتری موجود بوده بنابراین باعث ایجاد حباب های کایتاسیون بیشتری می شود. و همچنین در فرآیند تخریب بنزوالدئید توسط اولتراسونیک بیشترین میزان تخریب در pH اسیدی رخ می دهد. که به این علت است که بنزوالدئید در محیط اسیدی به صورت مولکولی یافت می شود.^۲ Abramov و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که ترکیبات نشان دادند که در برابر واکنش با اوزون حتی تحت کایتاسیون اولتراسونیک پایدار هستند. استفاده از اولتراسونیک پیشرفته محدودکننده فرآیند الکتروشیمیایی است اما سراسر واکنش هنوز به صورت آهسته انجام می گیرد. بنابراین کاربرد اولتراسونیک با اوزون و واکنش الکتروشیمیایی تخریب کامل ترکیبات را در زمان کوتاه تری انجام می دهد. در مطالعه تخریب پنتا کلروفنول (PCP) به وسیله اولتراسونیک جایی که پیرولیز در نتیجه کایتاسیون حبابها و واکنش با رادیکال های OH اتفاق می افتد اوزون به سیستم اضافه می شود اما تأثیری در

گرم بر لیتر آماده کرده و سپس از این محلول، محلول 1 میلی گرم بر لیتر تهیه گردید. (به نحوی که 10 میلی لیتر از سموم مورد نظر را در یک بالن 1000 میلی لیتری به حجم رساند). آبگیری لجن حدود 80٪ بوده است و میزان 20٪ آب برای تولید رادیکال هیدروکسل و کایتاسیون مورد نیاز است. در این بررسی از حمام اولتراسونیک با مشخصات: قدرت 25 کیلوهرتز با متغیرهای دما و زمان ابعاد مخزن اولتراسونیک: طول 151 و عرض 137 میلی متر و عمق 143 میلی متر است. مشخصات دستگاه اولتراسونیک: دستگاه اولتراسونیک مورد نظر ما حمام اولتراسونیک است. فرکانس 25 کیلوهرتز و قدرت 500 کیلووات سازنده دستگاه کشور روسیه برای شرکت P3NTEK و مدل دستگاه Y3B-3/200-TH-P3πTEK است. برای فرآیند الکترودیالیز از منبع ذخیره شرکت Rayanik، شرکت سازنده ایران، مدل RN-3005 S، 0-30V، 0-5 A است. الکترودها گرافیت و مس از بازار خریداری شده است.

این دستگاه همان طور که در بالا ذکر شد حاوی مکانیسم الکترودیالیز است که می تواند با جذب آلاینده ها به سمت قطب مثبت (الکترود گرافیت) (سمومی که دارای بار منفی هستند که جذب الکترود مثبت می شوند.) و با توزین الکترودها میزان جذب و حذف آلاینده ها را مشخص می شود. در واقع ترکیب فناوری اولتراسونیک به همراه الکترودیالیز به نحوی است که جداسازی و حذف آلاینده ها علاوه بر تولید رادیکال هیدروکسل فرآیند جذب شیمیایی توسط الکترودها انجام می شود.

شرح عملیات

1- الکترودها به صورت کشویی داخل وان اولتراسونیک قرار می گیرند که بعد از انجام عملیات، از داخل وان جدا شده و توزین می شوند. تا از طریق میزان افزایش وزن بتوان از مقدار حذف فلزات سنگین پی برد. (که برای انجام عملیات

تجزیه PCP در مقایسه با فرآیند اولتراسونیک تنها ندارد. Kumor و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که تصفیه فاضلاب با اولتراسونیک در فرآیند تصفیه فاضلاب و زلالسازی آن خیلی مؤثر است. جمعیت باکتری ها در فرکانس (130 و 35 کیلو هرتز) و در دوره های زمانی (30، 20، 10، 5 دقیقه)، در لجن کاهش پیدا کرده است. مشاهده شده است که فرکانس 130 کیلو هرتز دارای راندمان بیشتری نسبت به فرکانس 35 کیلوهرتز دارد. با توجه به اینکه این سموم سایپرمتترین و آلفامترین که جز سموم پاراتیروئیدها هستند و جزء سموم پرکاربرد سموم دفع سوسری ها و حشرات موذی در داخل شبکه جمع آوری فاضلاب هستند به همین علت از این دو سم در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته شده است. اولتراسونیک و الکترودیالیز می تواند در مدت زمان کم و بدون افزودن مواد شیمیایی در حذف آلاینده های با مقاومت بالا مؤثر عمل کنند. هدف از این بررسی تعیین فناوری و شرایط بهینه برای حذف سموم مورد بررسی در تصفیه خانه فاضلاب است.

مواد و روش ها

این بررسی یک تحقیق پژوهشی است. نمونه سنتتیک از سموم سایپرمتترین و آلفامترین با غلظت 1 ppm در لجن تصفیه خانه فاضلاب آماده کرده و مورد آزمایش قرار گرفته است.

آماده سازی نمونه 1 ppm سایپرمتترین و آلفامترین:

$$\text{ppm} = (10000) \alpha d \quad \text{رابطه 1:}$$

$$\text{ppm} = (10000) (65) (1/25) = 812500$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad \text{رابطه 2:}$$

$$812500 \times V_1 = 100 \times 1000 \quad V_1 = 0/123 \text{ ml}$$

$$100 \times V_1 = 1 \times 1000 \quad V_1 = 10 \text{ ml}$$

دانشیه سایپرمتترین و آلفامترین برابر با 1/25 است. برای تهیه محلول 1 میلی گرم بر لیتر ابتدا یک محلول 100 میلی

طراحی پایلوت تخریبی سموم آلفامترین و سایپر مترین در کیک لجن فاضلاب با استفاده از فناوری اولتراسونیک در مقایسه با الکترو دیالیز

رابطه ۳ - محاسبه میزان ضخامت الکتروود مس

$$L \times D \times M \times \rho = m$$
$$0.127 \times 0.130 \times M \times 8900 = 90/1000 \quad M = 0.6 \text{ millimeter}$$

copper

توزین نیاز به یک ترازو با میزان حساسیت ۰/۰۰۰۱ است.

۲- بعد از انجام آزمایش بالا باید میزان سموم موجود

در مایع لجن نیز مورد آنالیز قرار گیرد.

ضخامت گرافیت

رابطه ۴ - محاسبه میزان ضخامت الکتروود گرافیت

$$0.127 \times 0.130 \times M \times 2320 = 90/1000$$
$$M = 2.3 \text{ millimeter graphit}$$

ابعاد الکتروودها: طول: ۱۲۷ میلی متر، ارتفاع: ۱۳۰ میلی متر

میزان ولتاژ ۳۰ ولت (قابل تنظیم یا سوئیچینگ) و میزان جریان ۵ آمپر است. قابل تنظیم بودن ولتاژ منبع تغذیه به این علت است که بتوانیم در ولتاژهای مختلف بررسی میزان راندمان دستگاه را مشخص نماییم؛ و ولتاژ بهینه را برای میزان حذف و یا کاهش آلاینده‌ها به دست آوریم.

مراحل نصب

الف- ابتدا پایه نگه‌دارنده در داخل وان اولتراسونیک قرار گرفته است. ب- الکتروودها هرکدام در جایگاه خود قرار گرفته‌اند. ج- بار مثبت منبع تغذیه به گرافیت و بار منفی آن به مس متصل شده است.

مراحل ساخت

الف) ابتدا پایه‌های نگه‌دارنده الکتروودها طراحی و از جنس پلاکسی گلاس ساخته شد و سپس منافذی بر روی دیواره آن در نظر گرفته شده است. ب) الکتروودها با ضخامت‌های مشخص طبق طراحی و محاسبات ساخته شده است. ج) حمام اولتراسونیک و منبع تغذیه از بازار خریداری شده است.

تصویر زیر در واقع پایه نگه‌دارنده الکتروودها نشان داده شده است که دارای ابعاد: طول ۱۴۰ میلی متر و عرض ۱۲۷ میلی متر و عمق از ۱۴۰ میلی متر است؛ و دو کشویی که در آن طراحی و ساخته شده است در واقع محل نگهداری الکتروودهای مس و گرافیت است. به نحوی که ابعاد کثو برای نگهداری مس: طول ۱۲۵ میلی متر و عرض ۲/۵ میلی متر و ارتفاع ۱۳۰ میلی متر است (وزن هر یک از الکتروودها حداکثر ۹۰ گرم در نظر گرفته شده است) که طبق فرمول زیر میزان ضخامت هر الکتروود به دست آمده است.

ضخامت مس



شکل ۲: نمای پایلوت

SPSS محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده با استفاده از آزمون‌های آماری T-TEST (برای مقایسه با استانداردها) در سطح معنی داری $P \leq 0/05$ انجام شد.

یافته‌ها

نتایج آزمایشات غلظت سموم نشان می‌دهد که الکترو دیالیز به همراه اولتراسونیک در ولتاژ ۲۸/۱ ولتی و ۰/۱ آمپر بیشترین میزان حذف را داشته است. البته با توجه به نتایج آزمایشات اولتراسونیک در حذف سموم (سایپرمتین و آلفامترین) خوب عمل کرده است ولی به علت کویتاسیونی که ایجاد می‌کند باعث جدا شدن سطح گرافیت شده است. راندمان حذف برای سم آلفامترین در شرایط ولتاژ ۱۰ ولتی و جریان ۰/۰۲ آمپر و در حضور اولتراسونیک حدود ۵۸٪ و برای سم سایپرمتین در همین شرایط حدود ۴۲٪ است؛ و در شرایط ولتاژ ۲۸/۱ و جریان ۰/۱ آمپر به ترتیب دارای راندمان حذف ۴۷٪ و ۴۰٪ می‌باشند. درحالی‌که راندمان حذف سایپرمتین در شرایط با ولتاژ ۲۸/۱ و جریان ۰/۱ آمپر دارای راندمان ۶٪ و در ولتاژ ۱۰ ولت و جریان ۰/۰۳ آمپر دارای راندمان ۱۸٪ است و برای سم آلفامترین در شرایط با ولتاژ ۲۸/۱ و جریان ۰/۱ آمپر دارای راندمان ۷٪ و در ولتاژ ۱۰ ولت و جریان ۰/۰۲ آمپر دارای راندمان ۱۳٪ است.

این ترتیب که زمان آزمایش را ۲۰ دقیقه و دما را ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در ولتاژهای ۱۰ و ۲۸/۱ (۳۰) ولتی و در جریان‌های ۰/۰۲ و ۰/۱ آمپر انجام داده‌ایم. (البته در حین آزمایش جریان‌ها تغییر کرده است ولی مبنای کاربر اساس این دو جریان بوده است) در نظر گرفته‌ایم. به این ترتیب که هر یک از نمونه‌ها را در شرایط زیر مورد آزمایش قرار داده‌ایم: ۱- دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۲- الکترودیالیز به‌تنهایی ۳- اولتراسونیک به همراه الکترودیالیز ۴- زمان ۲۰ دقیقه ۵- ولتاژ ۱۰ و ۲۸/۱ (۳۰) ولتی ۶- جریان ۰/۰۲ و ۰/۱ آمپر

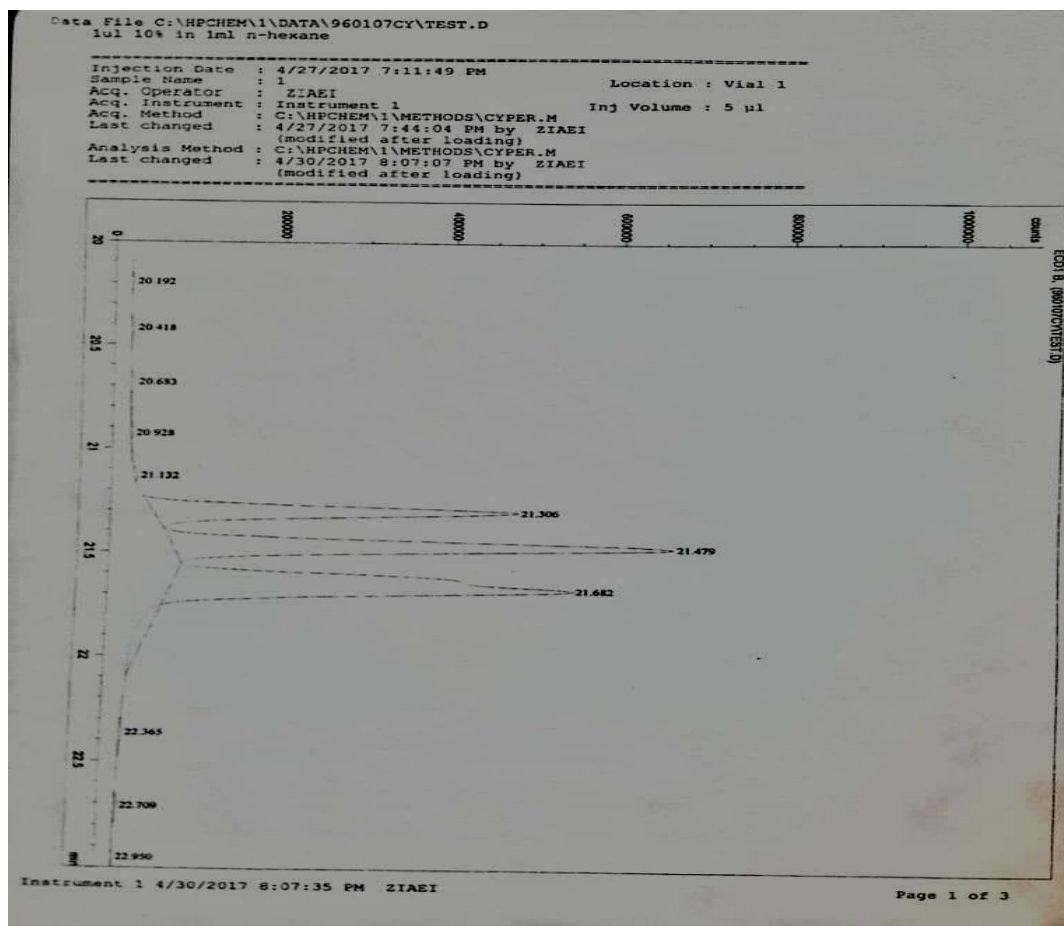
ابتدا نمونه را به ۵ قسمت تقسیم کردیم به نحوی که یکی از نمونه‌ها بدون آزمایش بوده که بتوانیم از طریق این نمونه و دیگر نمونه‌های مورد آزمایش میزان کارایی دستگاه را مورد بررسی قرار دهیم و سپس ۴ نمونه دیگر را در شرایط زیر مورد آزمایش قرار دادیم: ۱- نمونه با ۲۰ دقیقه تماس با الکترودیالیز با ولتاژ ۱۰ ولت و میزان جریان ۰/۰۲ آمپر و بدون دخالت اولتراسونیک ۲- نمونه با ۲۰ دقیقه تماس با الکترودیالیز با ولتاژ ۲۸/۲ ولت و میزان جریان ۰/۰۸ آمپر و بدون دخالت اولتراسونیک ۳- نمونه با ۲۰ دقیقه تماس با الکترودیالیز با ولتاژ ۱۰ ولت و میزان جریان ۰/۰۲ آمپر و با دخالت اولتراسونیک ۴- نمونه با ۲۰ دقیقه تماس با الکترو دیالیز با ولتاژ ۲۸/۲ ولت و میزان جریان ۰/۰۸ آمپر و با دخالت اولتراسونیک. بعد از تجزیه و تحلیل نمونه‌ها، مقادیر حداکثر غلظت سایپرمتین و آلفامترین با نرم‌افزار

جدول ۱: نتایج وزنی فاضلاب سنتتیک سموم (سایپرمتین و آلفامترین)

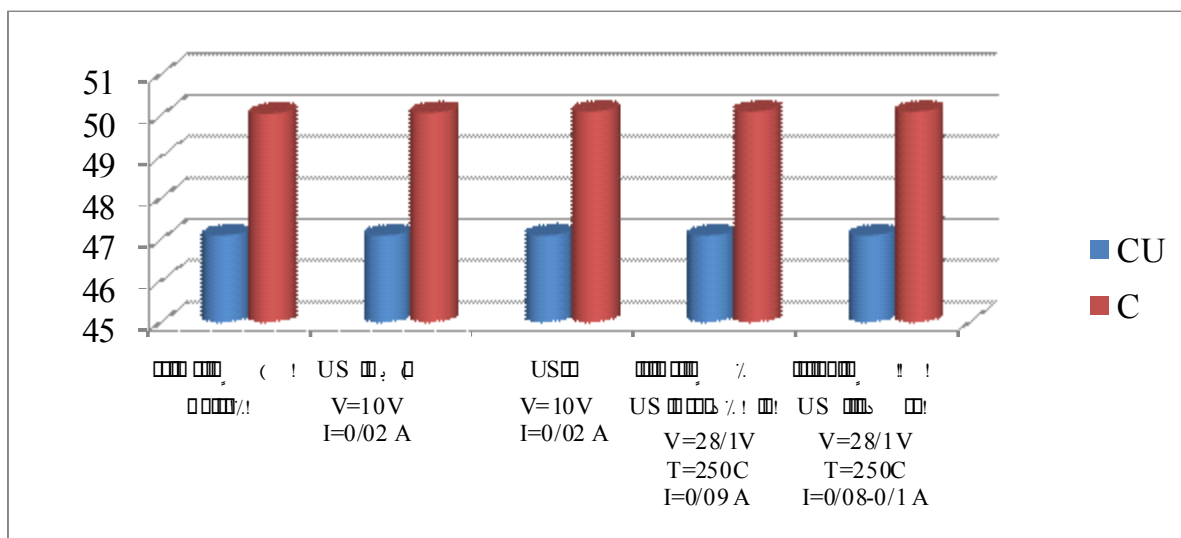
الکترو دیالیز	وزن الکترو دیالیز	وزن الکترو دیالیز	وزن الکترو دیالیز	وزن الکترو دیالیز	وزن الکترو دیالیز
قبل از انجام آزمون	دقیقه بدون US	دقیقه بدون US	دقیقه با US	دقیقه بدون US	دقیقه بدون US
	V=10V T=25°C I=0.02 A	V=10V T=25°C I=0.02 A	V=10V T=25°C I=0.02 A	V=28.1V T=25°C I=0.08-0.1 A	V=28.1V T=25°C I=0.09 A

طراحی پایلوت تخریبی سموم آلفامترین و سایپرمتترین در کیک لجن فاضلاب با استفاده از فناوری اولتراسونیک در مقایسه با الکترودیالیز

۴۷/۰۹۶۰	۴۷/۰۹۶۵	۴۷/۰۹۶۹	۴۷/۰۹۵۸	۴۷/۰۹۶۳	CU
۵۰/۰۹۰۴	۵۰/۰۹۱۸	۵۰/۰۹۳۲	۵۰/۰۶۳۰	۵۰/۰۳۷۰	C



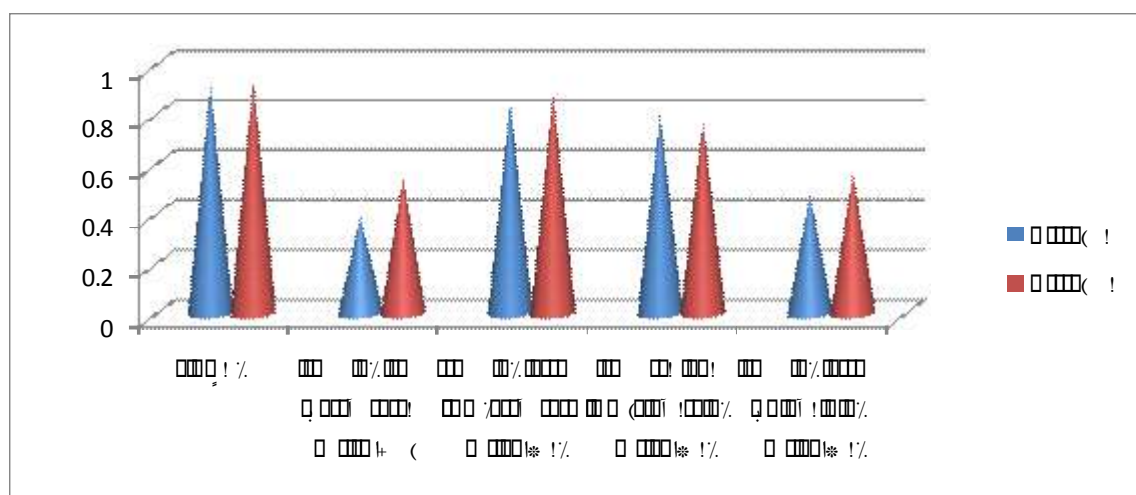
نمودار ۱: نتایج وزنی نمونه لجن سنتتیک سایپرمتترین و آلفامترین



نمودار ۲: پیک سایپرترین

جدول ۲: نتایج آزمایش غلظت آلفامترین و سایپرترین

ردیف	عنوان آزمایش	مدت	واحد	نمونه	ولتاژ ۱۰ ولت و	ولتاژ ۲۸/۱ ولت	ولتاژ ۱۰ ولت و	ولتاژ ۲۸/۱ ولت و
۱	آلفا مترین	۲۰	ppm	خام	۰/۳۹	۰/۸۵	۰/۸	۰/۴۸
۲	سایپرترین	۲۰	ppm	خام	۰/۵۵	۰/۸۸	۰/۷۷	۰/۵۶



نمودار ۳: نتایج آزمایش غلظت آلفامترین و سایپرترین

الکترودهای گرافیت و مس، در واقع شرایط بهینه برای حذف سموم سایپرمتین و آلفامترین است. در واقع رابطه مستقیم بین غلظت آلاینده موجود در محیط آبی و میزان فرکانس اولتراسونیک باراندمان حذف سموم وجود دارد. مانوساکی و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که با کاهش غلظت سدیم دودسیل بنزن سولفانات و افزایش فرکانس کارایی حذف بیشتر شد؛ که این مسئله در مورد بررسی ما نیز صدق می‌کند یعنی با افزایش میزان فرکانس میزان راندمان حذف افزایش می‌یابد. محوی در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافت که اولتراسونیک ترکیبات پیچیده موجود را توسط فرآیند کایتاسیون به ترکیبات ساده‌تر تبدیل کرد. در بررسی انجام شده نیز فرآیند کایتاسیون نقش به‌سزایی در حذف سموم را دارا است زیرا کایتاسیون باعث جدا شدن پیوند بین سموم و آب‌شده و شرایط حذف کردن آن‌ها توسط الکترودیالیز را تسهیل می‌کند. البته شدت بیشتر کایتاسیون ممکن است باعث جدا شدن ذرات الکترو د گرافیت از سطح الکتروود شود که این مسئله باعث پایین آمدن راندمان حذف می‌شود. خوبدلی و همکاران در بررسی مشابه در نهایت به این نتایج دست یافتند که با افزایش زمان ماند میزان حذف توسط اولتراسونیک سریع‌تر و با افزایش غلظت راندمان حذف کاهش می‌یابد. در فرکانس ۱۳۵ کیلوهرتز راندمان حذف خیلی بیشتر و سریع‌تر از ۳۵ کیلوهرتز است به‌طوری‌که در فرکانس ۳۵ کیلوهرتز بعد از ۶۰ دقیقه راندمان حذف برابر با ۳۵٪ در حالی‌که در فرکانس ۱۳۰ کیلوهرتز بعد از همین زمان راندمان به ۶۳٪ رسیده است و همچنین حذف دیازینون توسط ۱/۷ مگاهرتز در ۵ دقیقه مشاهده شده است. در بررسی ما نیز با افزایش میزان زمان تماس و همچنین افزایش میزان فرکانس و قدرت اولتراسونیک راندمان حذف سموم قطعاً افزایش خواهد یافت و در بررسی ما زمان ماند ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شده است که در همین مدت زمان، راندمان حذف آلفامترین بیش از ۵۰٪ بوده است. و در مقایسه با

در شرایط اولتراسونیک به همراه الکترودیالیز پایین بودن میزان ولتاژ و جریان دارای راندمان حذف بیشتری داشته است که این مسئله در شرایط الکترودیالیز تنها نیز صدق می‌کند. بنابراین جداسازی سموم از فاز آبی و جذب آن‌ها بر روی الکترودها، برای حذف سموم موجود در فاز آبی بسیار مناسب عمل می‌کند که می‌توان با افزایش زمان ماند و افزایش غلظت سموم راندمان حذف را افزایش داد. حذف سموم در غلظت‌های پایین (در حد ppb) مطابق جدول ۲ توسط این فرآیند نشان می‌دهد که اولتراسونیک به همراه الکترودیالیز برای حذف ترکیباتی که در غلظت‌های پایین برای سلامتی و محیط زیست خطرناک هستند را می‌تواند باراندمان مناسب حذف کند.

بحث

فرآیند اولتراسونیک و الکترودیالیز نسبت به الکترودیالیز به‌تنهایی دارای راندمان حذف مطلوبی در حذف سموم پرکاربرد برای رفع حشرات موذی موجود در شبکه فاضلاب شهری داشته است. زیرا الکترودیالیز تنها ذرات با بار مخالف را توسط الکترودها جذب می‌کند ولی اولتراسونیک باعث شکسته شدن و جدا شدن مولکول‌های سموم از محلول آبی شده و راندمان حذف سموم را تقویت می‌کند. (درواقع اولتراسونیک یک فرآیند تقویت‌کننده برای الکترودیالیز است.) و تقریباً ۲ تا ۳ برابر راندمان حذف بیشتری نسبت به الکترودیالیز به‌تنهایی دارد. با توجه به زمان ماند کوتاه فرآیند، ۲۰ دقیقه طراحی شده بسیار مفید و مؤثر عمل کرده است. می‌توان با افزایش زمان ماند و افزایش میزان فرکانس و قدرت اولتراسونیک و پایین بردن میزان ولتاژ و جریان در الکترودیالیز میزان راندمان حذف را بسیار بالاتر برد. که این مسئله ممکن است با تغییر الکترودها تغییر کند و می‌توان نتیجه گرفت که در زمان ۲۰ دقیقه با ولتاژ ۱۰ ولت و میزان جریان ۰,۰۲ آمپر و میزان غلظت در حد ppb در حضور

تغییر زمان تماس، تغییر میزان فرکانس و تغییر غلظت سموم یا دیگر مواد آلی، میزان فرکانس، ولتاژ، جریان و زمان بهینه را در غلظت‌های مختلف به دست آورد.

الکترودیالیز به تنهایی دارای راندمان حذف حدود ۲ تا ۳ برابر بوده است.

نتیجه‌گیری

بالا بودن راندمان حذف در این بررسی به علت بالاتر بودن میزان فرکانس و زمان ماند به‌کاربرده شده نسبت به بررسی ما است. در این بررسی با افزایش فرکانس، زمان ماند لازم برای حذف سم دیازینون کمتر شده است. بنابراین همان‌طور که در بررسی ما مشاهده شده است رابطه عکس بین میزان فرکانس و زمان ماند لازم برای حذف سموم وجود دارد. با توجه به اینکه این دو فرآیند به‌صورت عملیات کاملاً فیزیکی (بدون اضافه کردن هیچ ماده شیمیایی) در حذف سموم به‌خوبی عمل کرده‌اند. در بررسی‌های آتی می‌توان با

تشکر و قدردانی

در پایان از مهندسین محترم شرکت مهندس آب و فاضلاب کشور و شرکت آب و فاضلاب استان تهران و آقای دکتر عبدالله (هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر) که این‌جانب را از نظر مادی و علمی مورد حمایت خود نموده‌اند و آموخته‌های خود را در اختیار این‌جانب قرار داده‌اند تا این پروژه به نحو مناسبی به پایان برسد کمال سپاس و تشکر را دارا هستم.

References

1. Virkutyte J. The use of power ultrasound in biofuel production, bioremediation, and other applications. *Power Ultrason* 2015;1095-122.
2. Mohseni E., Gharbani P. Benzaldehyde degradation using ultrasonic. *Appl Chem Environ* 2012;3(12):57-62. [In Persian]
3. Mahvi AH. Application of ultrasonic technology for water and wastewater treatment. *Iran J Publ Health* 2009;38(2):1-7.
4. Kumar R., Yadav N., Rawat L., Goyal MK. Effect of Two Waves of Ultrasonic on Waste Water Treatment. *Chem Eng Process* 2014;5(3):1-6.
5. Abramova OV., Kuznetsova VM., Price GJ. Ultrasonic intensification of ozone and electrochemical destruction of 1,3-dinitrobenzene and 2,4-dinitrotoluene. *Ultrason Sonochem* 2005;13(4):303-7.
6. Davies LA., Deary ME. Use of 24 kHz ultrasound to improve sulfate precipitation from wastewater. *Ultrason Sonochem* 2015;23:424-31.
7. Gholami M., Mirzaei R., Mohammadi R., Zarghampour Z., Afshari A. Destruction of *Escherichia coli* and *Enterococcus faecalis* using Low Frequency Ultrasound Technology. *Health Scope* 2014;3(1):1-9.
8. Peia J., Shan D., Jiangc Y., Maa L., Yua X. Effect of ultrasonic and ozone pre-treatments on pharmaceutical waste activated sludge's solubilisation, reduction, anaerobic biodegradability and acute biological. *Bioresour Technol* 2015;192:418-23.
9. Dotto GL., Tanabe EH., Bertuol DA. Surface modification of chitin using ultrasound-assisted and supercritical CO₂ technologies for cobalt adsorption. *J Hazard Mater* 2015;295:29-36.
10. Liua Y., Zengb H. Novel technology for sewage sludge utilization: Preparation of amino acids chelated trace elements (AACTE) fertilizer. *J Hazard Mater* 2009;171:1159-67.
11. Deng J. Extraction of heavy metal from sewage sludge using ultrasound-assisted nitric acid. *Chem Eng J* 2009;152:177-82.
12. Farooq R., Lin FK., Shaukat SF., Huang JJ. Sonochemical degradation of organophosphorus pesticide in dilute aqueous solution. *J Environ Health* 2003;15(10):704-10.
13. Starchevsky V., Kislenko V., Ivanyshyn S. Starch dispersion in water under ultrasonic treatment. *Chem Chem Technol* 2012;6(2):183-8.
14. Dewi R., Baeyens J., Goutvrind R. The use of ultrasonics in the treatment of waste activated sludge. *Chinese J Chem Eng* 2006;14(1):105-13.
15. Wang X. Xy J., Wang X., Zhang J., Huang J., Zhao J. Heavy metal chemical extraction from industrial and

- municipal mixed sludge by ultrasound-assisted citric acid. *J Ind Eng Chem* 2015;27:368-72.
16. Yang S., Yang S., Lei Z., Wen X. Comparison of ultrasound-assisted cloud point extraction and ultrasound-assisted dispersive liquid liquid microextraction for copper coupled with spectrophotometric determination. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc* 2015;148:72-7.
17. Zhang ZZ., Buayi X., Jin RC. A novel strategy for accelerating the recovery of an anammox reactor inhibited by copper(II): EDTA washing combined with biostimulation via low-intensity ultrasound. *Chem Eng J* 2015;279:912-20.
18. Hwang SS., Park JS., Namkoong W. Ultrasonic-Assisted Extraction to Release Heavy Metals from Contaminated Soil. *J Ind Eng Chem* 2007;13(4):650-6.
19. Pilli S., Bhunia P., Yan S., LeBlanc RJ., Tyagi RD., SurampalliRY. Ultrasonic pretreatment of sludge: A review. *Ultrason Sonochem* 2011;18(1):1-18.
20. Gaber SE., Rizk MS, Yehia MM. Extraction of certain heavy metals from sewage sludge using different types of acids. *Biokemistri*. 2011;23(1):41-8.
21. Khoobdel M., Shayeghi M., Abtahi M., Vatandoost H., Zeraatii H., Bazrafkan S. Effectiveness of Ultrasound and Ultraviolet Irradiation on Degradation of Carbaryl from Aqueous Solutions. *Iran J Arthropod Borne Dis*. 2010;4(1):47-53.
22. Dailianis S., Tsarpali V., Melas K., Karapanagioti HK., Manariotis ID. Aqueous phenanthrene toxicity after high-frequency ultrasound degradation. *Aquat Toxicol* 2014;147:32-40.
23. Manousaki EP., Kalogerakis N., Mantzavinos D. Degradation of sodium dodecylbenzene sulfonate in water by ultrasonic irradiation. *Water Res* 2004;38:3751-9.
24. Shokohi R., Mahvi AH., Bonyadi Z. Comparison efficiency of both sonochemical and sonochemical/hydrogen peroxide processes for cyanide removal from aqueous solutions. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2009;19(73):60-7.