علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، شماره سه، پاییز ۹۵

بررسی کارایی کربن فعال گرانولی در حذف سم دیازینون از محیط های آبی

مقداد پیرصاحب [۱]

عبداله درگاهی [*۲]

a.dargahi29@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۱۹ **تاریخ پذیرش:۸۹/۴/۲۹**

چکیده

زمینه و هدف: ورود سم دیازینون به منابع تأمین آب شرب می تواند اثرات بدی بر سلامتی انسان و محیط زیست داشته باشد که میزان بروز اثرات سوء آن بستگی به نوع ماده شیمیایی، مدت زمان استفاده، زمان در معرض، غلظت سم ورودی و میزان سمیت دارد. هدف از این مطالعه کارآیی کربن فعال گرانولی در حذف سم دیازینون از محیط های آبی و همبستگی بین اکسیژن مورد نیاز شیمیایی COD با غلظت این سم می باشد.

روش بررسی: پژوهش حاضر به صورت تحقیق توصیفی- مقطعی در مقیاس آزمایشگاهی انجام یافت. ابتدا اقدام به تهیه غلظت های ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ mg/L سم از محلول استوک ۱۰۰۰ mg/L سم شد و سپس COD این نمونه ها اندازه گیری شد. pH بهینه حذف سم توسط کربن فعال گرانولی مشخص گردیده و میزان جذب سم در غلظت های متغیر سم اولیه و کربن فعال گرانولی در pH بهینه بدست آمد.

یافته ها: نتایج نشان داد که ارتباط مستقیم کاملی بین COD و غلظت سم وجود دارد. از طرفی دیگر با افزایش زمان تماس در غلظت های متغیر سم، میزان حذف COD افزایش یافته است، به نحوی که حداکثر میزان حذف سم(۸۸٪) در زمان تماس ۵۰ دقیقه حاصل شد. pH بهینه برای حذف سم در تمامی غلظت های متغیر سم اولیه و کربن فعال گرانولی اضافه شده pH=۶ بدست آمد.

نتیجه گیری: نتیجه این بررسی نشان داد که کربن فعال گرانولی قابلیت حذف سم دیازینون از محیط های آبی را با کارایی بالا دارد. همچنین بین COD و غلظت سم دیازینون ارتباط معنی داری برقرار بوده است، به طوری که می توان از اندازه گیری COD به جای اندازه گیری مستقیم سم دیازینون استفاده نمود.

واژه های کلیدی: کربن فعال گرانولی، دیازینون، جذب سطحی، محیط های آبی

۱- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران*(مسوول مکاتبات)

J.Env. Sci. Tech., Vol 18, No.3, autumn 2016

Performance of granular activated carbon to diazinon removal from aqueous solutions

Meghdad Pirsaheb[1]
Abdollah Dargahi [2*]
a.dargahi29@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: Increasing use of pesticides and improper methods of sewage disposal will cause water resources pollution and extremely damaging effects on the environment. This study aimed at Performance of granular activated carbon to diazinon removal from aqueous solution and assessing the relationship between COD and diazinon concentration.

Methods: This study is as a cross - sectional and work was carried out in lab-scale. Firstly, diazinon concentrations 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 150 mg/l were prepared from Stock solution (1000 mg/L), and then their COD were measured. Optimum pH for 2-4-D removal was determined and its absorption rate in different concentrations was measured.

Findings: Results showed a relationship between COD and concentration. On the other hand, COD removal increased with passage of the time, so that maximum removal 88% at contact time of 50 min observed. Optimum pH for all concentrations was determined to be

Discussion and Conclusion: According to present study it can be concluded that activated carbon have be high performance of diazinon removal from water. In addition, a significant relationship was observed between COD and diazinon concentration, so that direct.

Keywords: granular activated carbon, toxin diazinon, Adsorption, aqueous environment

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences , Kermanshah , Iran
2- Department of Environmental Health Engineering , School of Health, Hamadan University of Medical Sciences , Hamadan , Iran **(Corresponding Author).*

مقدمه

افزایش کاربرد آفت‌کش‌ها و روش‌های نامناسب دفع فاضلاب ها، باعث آلوده شدن منابع آب و همچنین اثرات شدیدی بر محیط زیست می شود(۱و۲). آفت کش ها در میان مواد آلاینده آلی مقاوم در برابر تجزیه(POPs)[1] جزء ترکیبات موجود در پساب ناشی از صنایع تولید کننده آفت کش ها و زهکش فعالیت های کشاورزی محسوب می شوند(۳). به همین دلیل منابع آب از راه های مختلف می تواند به این سموم آلوده گردد. سموم آفت کشی که مورد استفاده قرار می گیرند می توانند از طریق شستشوی مستقیم و آبیاری از محل های مصرف وارد منابع آب گردند(۴). دیازینون از جمله سموم ارگانو فسفره و حشره کش نسبتاً فرار است که برای از بین بردن مگس و کنه به خصوص کنه تولوزانی به مقدار زیاد مورد استفاده قرار می گیرد. این سم به تنهایی در مزارع کشاورزی به وفور استفاده می شود و پسمانده های این سم در آب های زیر زمینی و همچنین در رودخانه ها یافت می شود(۹-۵). ورود این مواد آلاینده به منابع تأمین آب شرب می تواند اثرات بدی بر سلامتی انسان و محیط زیست داشته باشد که میزان بروز اثرات سوء آن ها بستگی به نوع ماده شیمیایی، مدت زمان استفاده، زمان در معرض، غلظت سم ورودی و میزان سمیت مورد نظر دارد(۱۰و۱۱). تحقیقات نشان داده است که سموم ارگانوفسفره مثل دیازینون بر روی استیل کولین استراز اثر گذاشته و باعث عوارض عصبی بسیار شدیدی در جنین می شوند(۶و۸). همچنین دیازینون به راحتی از طریق پوست جذب شده و می تواند خاصیت سینرژیستی با دیگر سموم از جمله سموم پیرترین ها داشته اند(۱۲). تحقیقات نشان داده است که کاهش وزن در اندام های جنسی، کاهش حرکت، افزایش ناهنجاری و مرگ اسپرم نیز از اثرات منفی آن بوده(۱۳) و ممکن است باعث صدمات سلولی، ژنتیکی و محیطی گردد(۱۴). همچنین سردرد، تهوع، مشکلات گوارشی، عوارض پوستی، مشکلات کبدی و کلیوی و حتی تشنج و مرگ از جمله مواردی است که گزارش شده است(۱۵). ابراین تصفیه چنین آلوده کننده هایی از منابع آب ضروری می باشد.

1- Persistance Organic Pollutants

مطالعاتی در خصوص حذف سم دیازینون از منابع آب با استفاده از کربن فعال(۱۶)، فرآیند اکسیداسیون پیشرفته (AOP_S)[2] گوناگون شامل واکنش فنتون، فوتو-فنتون، فرآیندUV/H_2O، UV، ازن، O_3/H_2O_2 (۱۷) و همچنین روش های فوتوکاتالیست همچون TiO_2، ZNO(۱۸)، CdS، WO_3 و ... انجام یافته که سم دیازینون توسط این روش ها به طور موفقیت آمیزی حذف شده است. امروزه روش جذب سطحی به طور گسترده برای تصفیه آب های سطحی و زیرزمینی جهت شرب مورد استفاده قرار می گیرد. با استفاده از این روش مواد آلی و بعضی از مواد معدنی محلول در آب که بر کیفیت آب تأثیر منفی گذاشته است و مصرف آب را با مشکل روبرو می سازد، جذب جاذب ها شده و از آب جدا می شوند. کربن فعال از کربناسیون مواد مختلفی از قبیل زغال چوب، چوب، پوست نارگیل یا خاک اره بدست آمده و به دو شکل پودری و گرانولی وجود دارد(۱۹). در کربن فعال عمل جذب سطحی بر روی یک سطح هموار انجام نمی شود، بلکه این امر بر روی دیواره حفره های باریک که در داخل کربن فعال توزیع شده اند صورت می گیرد(۲۰). عوامل موثر در نقش کربن فعال شامل وزن مولکولی، pH، غلظت آلودگی، اندازه ذرات، میزان جریان و دما می باشد(۲۱). مواد جذب شده توسط کربن فعال از قبیل ترکیبات آلی مولد طعم و بو، ترکیبات آلی مصنوعی، مواد هیومیک، تری هالومتان ها، کلر، ترکیبات آلی و ویروس ها می باشند(۲۲). این پژوهش به منظور تعیین کارآیی کربن فعال گرانولی در حذف سم دیازینون از آب آشامیدنی انجام یافته است.

روش بررسی

۱. آماده سازی سم

این مطالعه به صورت توصیفی- مقطعی و در آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

2- advanced oxidation process

انجام یافته است. برای انجام این تحقیق ابتدا اقدام به تهیه غلظت۱۰۰۰mg/L سم دیازینون با استفاده از محلول ۹۷ درصد سم دیازینون با چگالی۱/۰۳ gr/cm3 ساخت شرکت سیگمای آمریکا گردید. کربن فعال مورد استفاده از شرکت مرک آلمان خریداری شده که دارای اندازه ۲/۵ میلی متر و فوق العاده خالص بود. سپس از محلول استوک غلظت های mg/L ۱، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ سم تهیه شده و COD این نمونه ها به روش رفلکس بسته(Method 5220C) و توسط رآکتور COD مدل HACH به دست آمد.

۲. تنظیم pH

pH بهینه جذب سم دیازینون توسط کربن فعال گرانولی در pHهای ۵ ، ۶، ۷، ۸ و ۹ و غلظت های mg/L ۱۰۰ و ۱۵۰ سم و نیز افزودن ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۳ گرم از کربن فعال گرانولی و قرار دادن نمونه ها بر روی شیکر اندازه گیری گردید. در مراحل بعدی غلظت های متغیر سم و مختلف کربن فعال گرانولی در pH بهینه حاصل از مراحل قبلی برای دستیابی به حداکثر جذب سطحی سم و مقدار بهینه افزایش کربن فعال گرانولی مورد سنجش قرار گرفت. جهت تنظیم pH نمونه ها از اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال استفاده شد.

۳. تعیین زمان تماس

برای تعیین مدت زمان بهینه به ۶ بشر ۵۰mg/L، ۱۰۰ و ۱۵۰ از سم دیازینون به طور جداگانه و۳ گرم کربن فعال گرانولی در زمان های تماس به ترتیب۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ دقیقه اضافه گردید و توسط شیکر محتویات بشرها کاملا به هم زده شد.

۴. تعیین دز جاذب

در مرحله بعدی به ۵ بشر mg/L ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ سم دیازینون به طور جداگانه و ۱ ، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۱۰ گرم کربن فعال در pH۶ اضافه گردیده و مقدار COD آن ها اندازه گیری شد.

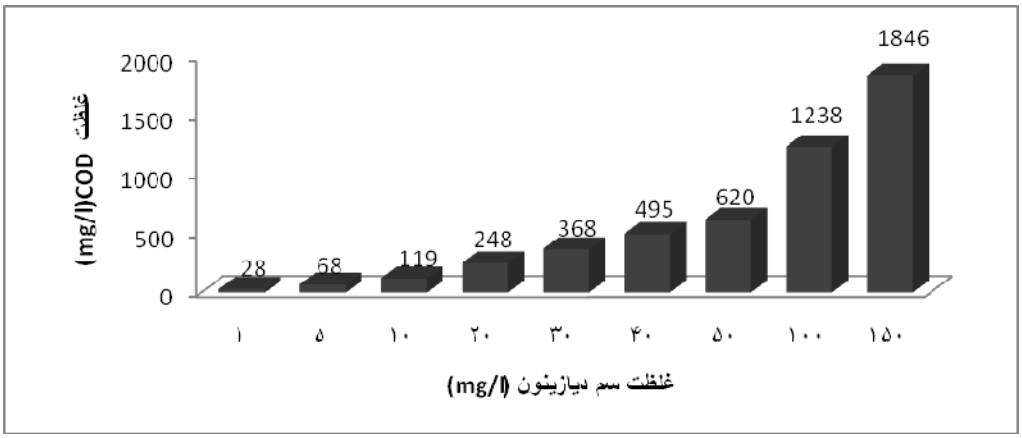
تعداد کل نمونه های انجام یافته در این مطالعه ۳۷۵ نمونه بوده که پس از انجام هر آزمایش، COD نمونه ها اندازه گیری گردید. هر متغیر در هر شرایط آزمایش(مثلا۶ pH در یک غلظت مشخص سم و یا در مقدار مشخص جاذب) سه مرتبه مورد بررسی قرار گرفته که نتیجه آن به صورت میانگین ارایه شد. روش اندازه گیری COD به روش رفلکس بسته و بلوک حرارتی مورد استفاده COD Reactor model 45600 ساخت کمپانی HACH بود. بعد از آماده کردن نمونه های مورد آزمایش، نمونه بلانک(Blank) و نمونه استاندارد به موازات آن ها در رآکتور COD قرار گرفت. پس از این که درجه حرارت به ۱۵۰ درجه سانتی گراد رسید، تمام لوله ها به مدت ۲ ساعت تحت درجه حرارت ذکر شده قرار گرفت. پس از اتمام عمل رفلاکس، لوله ها از بلوک حرارتی خارج و تا درجه حرارت محیط آزمایشگاه سرد شدند و در نهایت با استفاده از محلول استاندارد فروآمونیوم سولفات ۰/۰۵ نرمال تا تغییر رنگ معرف تیتر شدند و سپس مقدار COD نمونه ها با توجه به مقدار فرو آمونیوم سولفات(FAS) مصرفی محاسبه گردید. همچنین برای اندازه گیری pH از دستگاه pHmeter مدل Microprocessor 537 طبق روش های استاندارد انجام گرفت[۲۳].

برای تعیین میزان همبستگی بین COD و غلظت سم از آزمون تعیین ضریب همبستگی پیرسون و برای نشان دادن اختلاف معنی داری بین بازده های حاصل در حذف سم بر اساس مقادیر مختلف هر متغیر(pH،زمان تماس، غلظت اولیه سم و مقدار جاذب) از آزمون ANOVA یک طرفه با استناد به سطح معنی داریα= ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج

تأثیر غلظت سم دیازینون بر میزان غلظت COD

همان طور که در نمودار ۱ مشاهده می گردد میزان COD سم دیازینون با افزایش غلظت سم افزایش می یابد. به طوری که بیش ترین و کم ترین غلظت باقی مانده COD برای سم دیازینون به ترتیب در غلظت mg/L ۱۵۰(mg/L COD ۱۸۴۶) و غلظت mg/L ۱(mg/L COD ۲۸) بدست آمد.

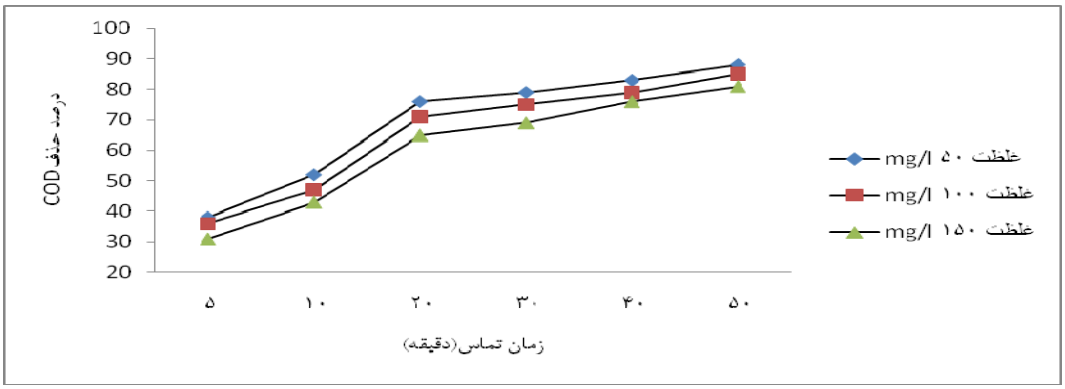


نمودار ۱- ارتباط غلظت سم دیازینون با میزان COD آن ها

Fig.1- Effect of diazinon concentration on COD.

تأثیر زمان تماس

بررسی تأثیر زمان تماس در میزان حذف COD در غلظت های مختلف سم دیازینون توسط کربن فعال گرانولی نشان داد که با افزایش زمان تماس میزان حذف افزایش می یابد، اما با افزایش غلظت دیازینون میزان حذف COD کاهش می یابد، به طوری که بیش ترین و کم ترین میزان حذف COD برای سم دیازینون به ترتیب در زمان تماس ۵۰ دقیقه و غلظت mg/L ۵۰(۸۸٪) و زمان تماس ۵ دقیقه و غلظت mg/L ۱۵۰(۳۱٪) می باشد (نمودار۲).

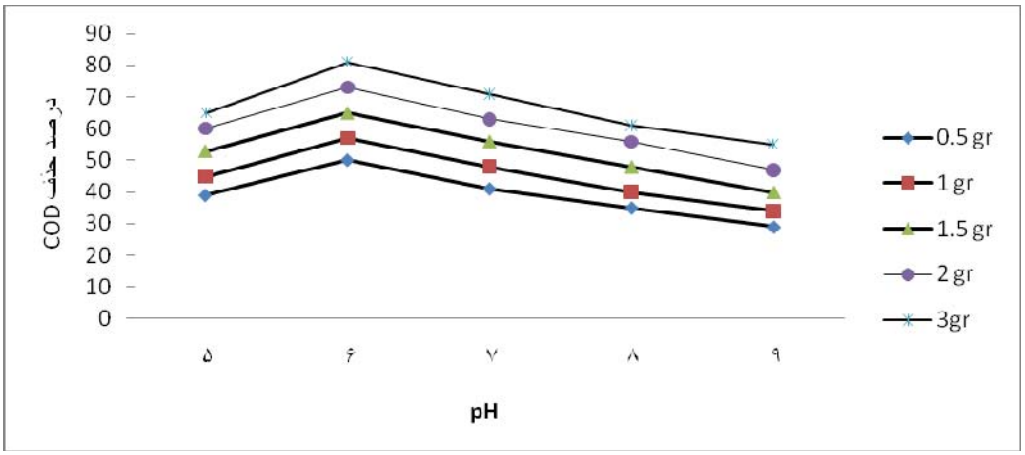


نمودار ۲- اثر زمان تماس بر میزان حذف COD در غلظت های مختلف سم دیازینون با استفاده از ۳ گرم کربن فعال گرانولی

Fig 2- The effect of contact time on COD removal in different concentrations of diazinon by 3 gr granular-activated carbon.

تأثیر pH

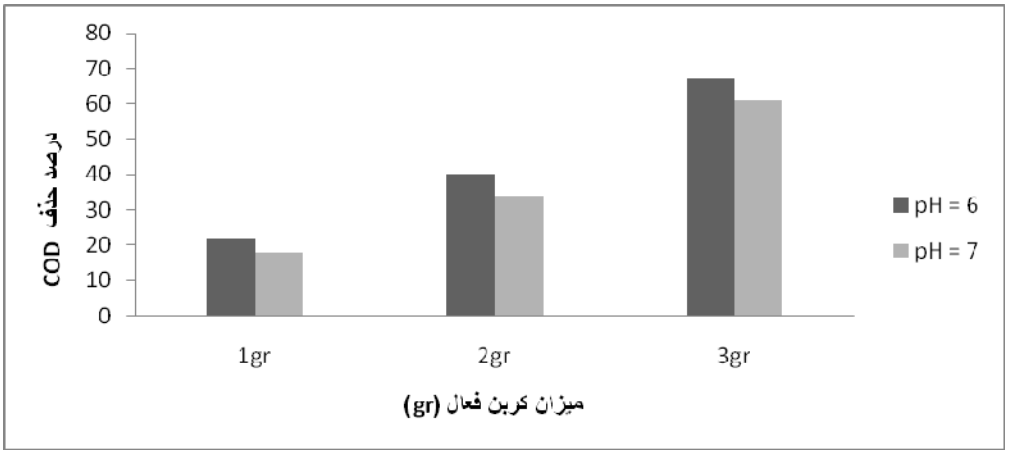
برای تعیین تأثیر pH در سطحی جاذب و در نتیجه میزان جذب آلاینده بر روی سطوح مختلف عوامل جذب کننده، در این مرحله تأثیر pH در دامنه ۹-۵ بر روی میزان جذب COD با اضافه کردن غلظت ثابت mg/L ۱۰۰ سم مورد مطالعه بر روی کربن فعال گرانولی بررسی گردید(نمودار ۳).



نمودار ۳- میزان COD حذف شده در pH های مختلف توسط مقدار متغیر کربن فعال با غلظت ثابت سم دیازینون ۱۰۰ mg/L

Fig.3- COD removal in pH different range by different dosages of granular-activated carbon at constant concentration of 100 mg/l diazinon

همچنین میزان حذف COD در دو pH (۶ و ۷) و با اضافه کردن کربن فعال(۱، ۲، ۳ mg/L) و غلظت ثابت ۱۵۰ mg/L سم مورد مطالعه بر روی کربن فعال گرانولی بررسی گردید(نمودار ۴). نتایج این بخش از مطالعه نشان داد که بیش ترین میزان حذف سم دیازینون در pH: ۶ بدست آمد.



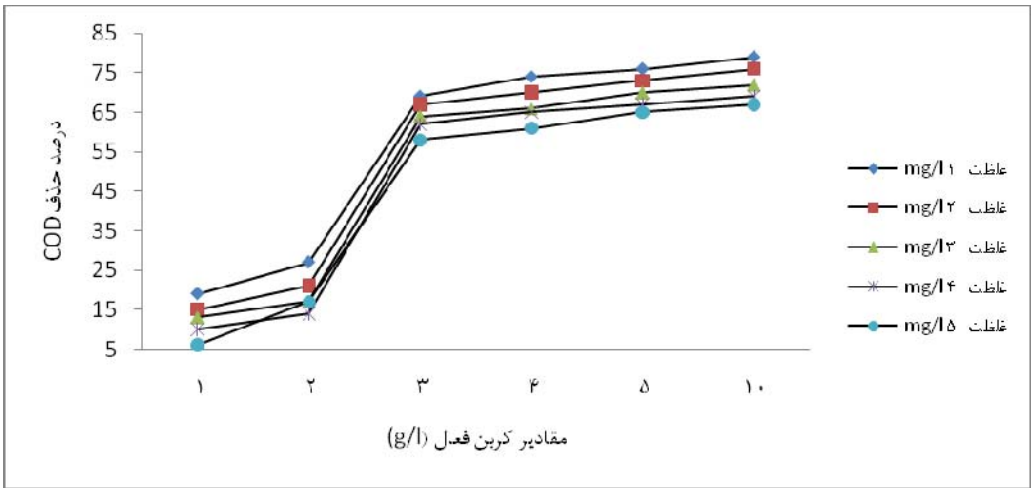
نمودار ۴- میزان COD حذف شده در pH ۶ و ۷ توسط مقدار متغیر کربن فعال با غلظت ثابت سم دیازینون ۱۵۰ mg/L

Fig.4- COD removal in pH of 6 and 7 by different dosages of granular-activated carbon at constant concentration of 150 mg/l diazinon

تأثیر دز جاذب

بررسی تأثیر میزان جاذب استفاده شده در جذب آلاینده نشان داد که با افزایش جرم جاذب از ۱ گرم به ۱۰ گرم میزان حذف COD برای غلظت های مختلف سم مورد بررسی افزایش یافته است(نمودار ۵). بر اساس نمودار ۵ نتایج مطالعه نشان می دهد که با افزایش میزان جاذب استفاده شده بازده جذب افزایش یافته است، به طوری که بیش ترین و کم ترین میزان حذف COD برای سم دیازینون به ترتیب در مقادیر کربن فعال ۱۰

گرم و غلظت mg/L ۱۰(۷۹٪) و کربن فعال ۱ گرم و غلظت mg/L ۵۰(۶٪) بدست آمد.

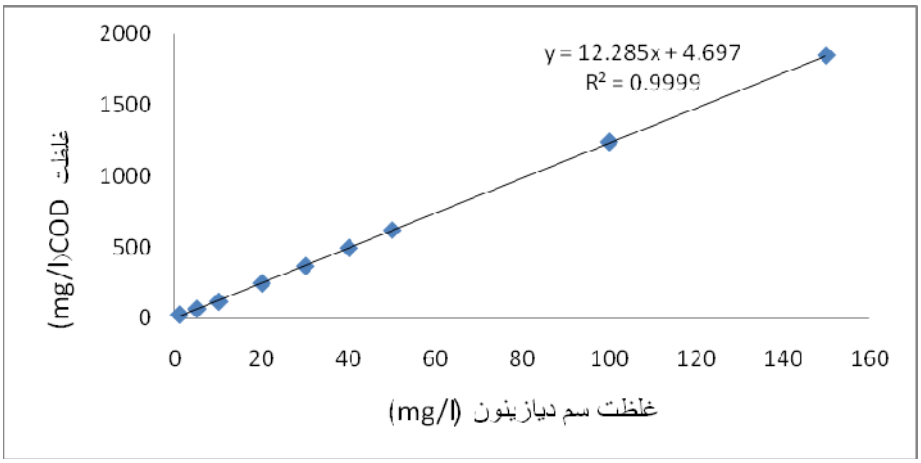


شکل ۵- میزان COD حذف شده توسط مقدار متغیر کربن فعال و سم دیازینون در pH=۶

Fig.5- COD removal at different concentrations for diazinon at different granular-activated carbon dose (pH=6)

رابطه همبستگی بین غلظت سم دیازینون با COD

بررسی بین COD و غلظت سم دیازینون نشان داد که بین COD و غلظت سم دیازینون ارتباط معنی داری برقرار بوده است، به طوری که می توان از اندازه گیری COD به جای اندازه گیری مستقیم سم استفاده نمود(نمودار ۶).



نمودار ۶- نمودار همبستگی بین COD و غلظت سم دیازینون

Fig. 6- Correlation between diazinon concentration and COD concentration.

نتایج آزمون آماری Anova یک طرفه با استناد به سطح معنی داری۰/۰۵ =α نشان می دهد که بین میزان بازده های حاصل برای مقادیر مختلف هر یک از متغیرها ی بررسی شده بر اساس شرایط آزمایش مربوط به هریک از آن ها (pH، غلظت سم، مقدار ماده جاذب و زمان تماس) اختلاف معناداری وجود دارد (P<۰/۰۵) و ضریب همبستگی پیرسون، بین غلظت سم و مقدار COD، ۹۹/۸٪ حاصل شد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج بیانگر آن است که با افزایش غلظت دیازینون، COD نیز افزایش یافته، به طوریکه همبستگی مستقیمی بین COD

و غلظت سم وجود دارد. بنابراین می توان از آزمایش COD برای اندازه گیری باقی مانده سم در این تحقیق استفاده نمود. زمان تماس از پارامترهای مهم در حذف آلاینده هاست، در این پژوهش تأثیر زمان تماس بر کارایی حذف COD توسط کربن فعال گرانولی مورد بررسی قرار گرفته، به طوری که با افزایش زمان تماس در تمامی غلظت های سم دیازینون، میزان حذف سم افزایش یافته است، چنان که که بیش ترین میزان حذف در زمان تماس ۵۰ دقیقه بوده، به طوری که در این زمان تماس میزان حذف سم در غلظت ۵۰mg/L حدود۸۸٪ و در غلظت ۱۵۰mg/L معادل۸۱٪ می باشد. مطالعه دانشور و همکاران نشان داد که میزان حذف سم دیازینون توسط UV/ZnO با افزایش زمان تماس، افزایش یافته اس(۲۴)

نتایج مطالعه خدادادی و همکاران که از روش اکسیداسیون پیشرفته جهت حذف سم دیازینون از آب آشامیدنی استفاده کرده بودند، نشان داد که میزان حذف سم دیازینون، با افزایش زمان تماس و کاهش غلظت سم، افزایش می یابد(۲۵). همچنین نتایج حاصل از مطالعه موسوی و همکاران نشان داد که حذف سم دیازینون از آب آلوده توسط جذب در کلرید آمونیوم حاوی کربن فعال با افزایش زمان تماس افزایش یافته (۲۶) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. بررسی اثر pH در میزان حذف سم توسط غلظت های مختلف کربن فعال گرانولی و غلظت ثابت سم اولیه ۱۰۰mg/L نشان داد که میزان سم حذف شده در pH های مختلف و در غلظت های کربن فعال متغیر اضافه شده متفاوت می باشد. pH بهینه برای حذف سم دیازینون در تمامی غلظت های متغیر کربن فعال گرانولی اضافه شده معادل pH۶ بوده که بیش ترین میزان حذف معادل ۸۱ درصد و در کربن فعال ۳ گرم حاصل شد. مطالعه صمدی و همکاران در خصوص حذف سم دیازینون توسط UV/O_3 در pH های ۶، ۷، ۹ نشان داد که بیش ترین حذف سم در pH برابر ۹ می باشد(۲۷).

دلیل عمـــده اختـلاف این دو مطالعه به روش حـذف سم بر می گردد. در مطالعه حذف سم توسط UV/O_3 تولید رادیکال هیدروکسیل در محیط های قلیایی افزایش یافته(۲۸) در حالی که در سیستم جذب سطحی تولید یون H^+ که خود یک عامل جاذب است در pH اسیدی حاصل می شود. مطالعه پیرصاحب و همکاران نشان داد که بیش ترین میزان حذف سم ۲-۴- دی کلروفنوکسی استیک اسید از محیط های آبی توسط کربن فعال گرانولی در pH= ۶ (۹۰٪) بدست آمد(۲۹). همچنین مطالعه بذرافشان نشان داد که حذف سم با استفاده از فرآیند الکتروکواگولاسیون در pH برابر ۳ و زمان تماس ۶۰ دقیقه افزایش می یابد(۳۰).

بررسی اثر همزمان تغییر غلظت سم و کربن فعال گرانولی بر کارایی حذف سم توسط سیستم جذب سطحی نشان داد که با افزایش غلظت سم میزان جذب در یک مقدار مشخص کربن فعال اضافه شده تغییر آن چنانی نداشته ولی چنان که مقدار کربن فعال گرانولی نیز افزایش یابد، میزان جذب سم و در نتیجه حذف آن افزایش می یابد. بنابراین بیش ترین میزان حذف سم در غلظت های متغیر سم اولیه در مقدار کربن فعال ۱۰ گرم بدست آمد. طبق مطالعه کویچی اوهنو[1] و همکاران که از کربن فعال برای جذب سم دیازینون از آب استفاده کرده بودند، مشاهده گردید که کربن فعال برای جذب این سم کارایی مناسبی دارد(۱۶) که با داده های حاصل از مطالعه حاضر همخوانی دارد.

بررسی اثر همزمان تغییر غلظت سم و کربن فعال گرانولی برکارآرایی حذف سم توسط سیستم جذبی نشان داد که با افزایش غلظت سم، میزان جذب در یک مقدار مشخص کربن فعال اضافه شده تغییر زیادی نداشته ولی چنان که مقدار کربن فعال گرانولی افزایش یابد، میزان جذب سم و در حذف آن روند افزایشی پیدا می کند.

تشکر و قدر دانی

مولفان این مقاله بر خود لازم می داند از زحمات تمامی همکاران آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت تشکر و قدر دانی نمایند.

1- Koichi O

منابع

1. Albanis T.A., Hela D.G., Sakellarides T.M. and Konstantinou I.K.. Monitoring of pesticide residues and their metabolites in surface and underground waters of Imathia (N. Greece) by means of solid-phase extraction disks and gas chromatography, J. Chromatography *A* 823. 1998؛ pp. 59–71.
2. Malato S, Blanco J, Richter C, Milow B, Maldonado MI. Solar photocatalytic mineralisation of commercial pesticide: methamidophos, Chemosphere. 1999; 38(5):1145-1156.
3. Hicham, E. H., Bakouri Morillo J., and Ouassini, A. Potential use of organic waste substances as an ecological technique to reduce pesticide ground water contamination. J. of Hydrology, 2008؛ 353(3), 335-342.
4. Saleh Zadeh A. Pesticide and how they work. Published by Hamedan University of Medical Sciences of Hamedan. 2006: 69-55 and 124-112.
5. Saabia L, Maurer I, Bustosobregon E. Melanin Prevent damage elicited by the organophosphorous Pesticide diazinon on the mouse testis. Ecotoxicol Environ saf 2009؛ 72(3): 938-42.
6. Hiran M, Douglas M, Sanaullah Kh. The effect of Endosulafanon the testes of Bluegill fish, Lepomis macrochirus: a histopathological study. Arch. Environ Contam Toxicol 2006؛ 51: 149-51.
7. Moudgil P, Gupta A, Sharma A, Tiwarg Ak. Potention of Spermicidal activity of 2-4-dichlorobenzamil by Lidocaine Indian J Exp Biol 2002؛ 40(12): 1373-7.
8. Karataş A, Bahçeci Z. Toxic Effects of Diazinon on Adult Individuals of Drosophila Melanogaster. Journal of Applied Biological Sciences 3(2): 102-108, 2009
9. Yousef MI, Demerdash FM, Salehen KS. Protective role of isoflavones against the toxic effect of Cypermethrin on semen quality and testosterone Levels of rabbits. J Eviron Sci Heal 2003؛ 38(4): 463- 78.
10. Kamel, F. Neurobehavioral performance and work experience in floride framevorkers. Environmental Health perspectives. 2003؛ 111, 1765-1772.
11. Fireston, J. A., smith- weller, T., Fraklin, G. S., and Wanson, P. Pesticides and risk of parkinsonndisease: A population-based case- control study. Archives of Neurology, 2005؛ 62(1), 91-95.
12. Ezemonye L.I.N, Ikpesu T.O. and Ilechie I. Distribution of Diazinon in Water, Sediment and Fish from Warri River, Niger Delta Nigeria. *Vol 1, N 2, 2008: PP 77 – 83.*
13. Larkin DJ, and Tjeerdema RS. Fate and effects of diazinon. Rev Environ Contam Toxicol. 2000; 166: 49-82.
14. Abdel-Aziz MI, Sahlab AM, and Abdel-Khalik M. Influence of diazinon and deltamethrin on reproductive organs and fertility of male rats. Dtsch Tierarztl. Wochenschr 1994; 101 (6):230-232.
15. Vittozzi L, Fabrizi L, Di Consiglio E, and Testai E. Mechanistic aspects of

organophosphorothionate toxicity in fish and humans. Environ Int 2001; 26(3):125-129.

16. Koichi O, Takehiro M, Yoshihiko M,Yasumoto M. Effects of chlorine on organophosphorus pesticides adsorbed on activated carbon: Desorption and oxon formation. Water Res, 42: (2008), PP 1753-1759.
17. Pignatello J. Dark and Photoassisted Fe^{3+}-catalyzed degradation of chlorophenoxy herbicides by hydrogen peroxide, *Environ. Sci. Technol.* 26 , 1992، pp. 944–951.
18. Gouvea C. A., Wypych F., Moraes S.G., Duran N., Nagata N., Peralta P., Semiconductor-assisted photocatalytic degradation of reactive dyes in aqueous solution, Chemosphere, Vol. 40, 2000, pp. 433-440.
19. Birdie G. S, Birdie J. S. Water Supply and Sanitary Engineering: Including Environmental Engineering, Water and Air Pollution Laws and Ecology, 1996. pp 654- 690.
20. Mantoll C.L., Carbon and Graphite Handbook, Inter science publishers, 1968.
21. Desliva F., Activated carbon filtration, Published in Water Quality Products Magazine, January, 2000.
22. James M.M., Water treatment, Principles and design, Consutting engineering Inc., 1985.
23. APHA,AWWA,and WPCF,"Standard method for the examination of water and wastewater",21th Ed, Washington. D.C, 2005.

۲۴. دانشور، ن.، ختائی،ع ر.، سید دراجی، م. س. "حذف حشره کش دیازینون از آب های آلوده در حضور نانو ذرات ZnO سنتز شده تحت تابش نور UV-C". دهمین کنگره ملی شیمی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان،(۱۳۸۴)، ۴۰۰۵-۳۹۹۰.

۲۵. خدادادی م، صمدی م، رحمانی ع. مقایسه کارایی حذف سموم آفت کش ارگانوفسفره و کاربامات با استفاده از روش اکسیداسیون پیشرفته و انعقاد شیمیایی، مجله سلامت و محیط ایران. ۱۳۹۰، ۴(۳): ۲۸۸-۲۷۷.

26. Moussavi Gh, Hosseini H, Alahabadi A. The investigation of diazinon pesticide removal from contaminated water by adsorption onto NH4Cl-induced activated carbon. Chemical Engineering Journal, Volume 214, 2013, pp 172-179

۲۷. صمدی، م.، خدادادی، م. ، "مقایسه کارایی کاربرد همزمان UV/O_3 در حذف انواع سموم آفت کش ارگانوفسفره و کاربامات از محیط های آبی". (۱۳۸۹). مجله آب و فاضلاب. شماره ۷۳. ۷۵-۶۹.

28. Walid, K. L., and Al-Qoda, Z. Combined advanced oxidation and biological treatment processes for the removal of pesticides from aques solutions. J. of Hazardous Materials, 2006, 137(1), 489-497.

۲۹. پیرصاحب م، شرفی ک، درگاهی ع. بررسی میزان کارایی کربن فعال گرانولی در حذف سم ۲-۴-دی کلرو فنوکسی استیک اسید از محیط های آبی. دوره پنجم، شماره اول، ۱۳۹۱، صفحات ۲۸-۲۱.

۳۰. بذرافشان، ا. بررسی استفاده از فرآیند الکتروکواگولاسیون در حذف آفت کش دیازینون و فلزات سنگین کادمیوم و کروم از محیط های آبی. پایان نامه دکترا، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران. ۱۳۸۶.