

۱ مقایسه کارایی ذرات آهن صفر ظرفیتی در اندازه نانو و میکرو در تجزیه علف کش آترازین در خاک

۲

۳ یاسر نیک پرست؛ محمد حسن راشد محصل؛ رضا قربانی

۴ دانشگاه فردوسی مشهد

۵ DOI: [10.22067/jpp.v0i0.24876](https://doi.org/10.22067/jpp.v0i0.24876)

۶

۷ چکیده:

۸ به منظور امکان سنجی پالایش آترازین در خاک در شرایط آزمایشگاهی و مقایسه آن با پودر آهن رایج آزمایشی با طرح
۹ فاکتوریل و با پایه کاملاً تصادفی انجام گرفت. فاکتورهای مورد مطالعه، دو نوع پودر آهن در مقیاس میکرو و نانو و در چهار
۱۰ سطح ۰، ۱، ۲ و ۵ گرم در ۱۰۰ گرم خاک آلوده به ۳۰ میلی گرم آترازین بودند. نمونه گیری ها در بازه های زمانی یک روز،
۱۱ یک هفته و دو هفته انجام گرفت. پس از استخراج آترازین و قرائت آن توسط دستگاه HPLC، داده ها توسط نرم افزار
۱۲ Mstatc، آنالیز گردید. نتایج آنالیز داده ها نشان داد که سطوح اصلی آزمایش در سطح ۰/۰۱ دارای اختلاف معنا دار بودند.
۱۳ که اگر چه هر دو نوع پودر میکرو و نانو آهن صفر ظرفیتی آترازین را در خاک تجزیه کردند اما بین این دو تیمار اختلاف
۱۴ معنا داری وجود داشت و میزان تجزیه توسط نانو پودر آهن بیشتر بود. نانو پودر آهن توانست آترازین را به مقدار بیشتری از
۱۵ پودر آهن میکرو تجزیه نماید و با افزایش مقدار پودر آهن در طی زمان سطوح پودر مصرفی دارای اختلاف معنا داری بودند و
۱۶ با افزایش مقدار پودر، میزان آترازین تجزیه شده نیز افزایش یافت. نتایج نشان داد استفاده از نانو پودر برای تجزیه آترازین در
۱۷ خاک کاملاً قابل توصیه است.

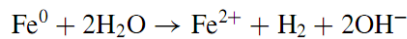
۱۸ کلید واژه: نانوذرات آهن، تجزیه علف کش، نانو پالایش

۱۹

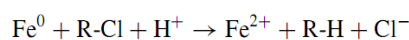
۲۰

۱	
۲	
۳	
۴	
۵	۱- مقدمه
۶	آترازین (۶-کلرو-4-تیل-ایزوپروپیل-۱،۳-۵،-تراپازین ۲، ۴-دی آمین)، علف کشی انتخابی، پیش رویشی یا پس رویشی که
۷	برای کنترل علفهای هرز مزارع ذرت، نیشکر، سورگوم و زمین های غیر زراعی مانند اطراف ریل راه آهن و جاده ها به کار
۸	می رود. متوسط مصرف آن ۱ تا ۵ کیلوگرم در هکتار است که در مناطق غیر زراعی مقدار کاربرد آن بیشتر می شود.
۹	میانگین نیمه عمر آترازین در خاک از ۶ روز تا بیش از یک سال [۱]، در آب ۱۸۰ ساعت و در هوا ۱۹ ساعت [۲] گزارش
۱۰	شده است. آترازین علف کشی است با کاربرد جهانی و با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن، از قبیل ضریب جذب
۱۱	پایین در خاک، فشار بخار اندک و مقدار کاربرد زیاد آن در مزرعه، خود و متابولیت های آن پتانسیل پایداری و آلودگی خاک
۱۲	و منابع آب را دارند. در مطالعه ای تجزیه آترازین، سیمازین، کلروپیریفوس و تترادیفون در اعماق مختلف خاک های اسپانیا
۱۳	مطالعه شد، که نیمه عمرهای آنها به ترتیب ۱۶، ۱۲، ۱۰، ۱۸ روز گزارش شد. اعتقاد بر اینست با توجه به تنوع زمانی و
۱۴	مکانی شرایط اقلیمی و خاکی در زمان ها، مکان ها و شرایط مختلف آترازین نیمه عمرهای مختلفی را داشته باشد [۲].
۱۵	فلزات در حالت صفر ظرفیتی (از جمله ΦFe^0 ، Zn^0 ، Sn^0 و Al^0) به طور شگفت آوری مواد موثری در پالایش آب های
۱۶	زیر زمینی هستند [۳]. آهن صفر ظرفیتی، از آن جهت بیشتر مورد توجه قرار گرفته است که به میزان بیشتری در دسترس،
۱۷	ازران تر، و غیر سمی است [۴]. آهن صفر ظرفیتی در تجزیه دامنه وسیعی از آلاینده ها بکار رفته است که از آن جمله می
۱۸	توان به دکلره کردن محلول های کلره در آب های زیر زمینی [۵]، کاهش نترات به N_2 اتمسفر [۶]، تثبیت کاتیون آنیون های
۱۹	غیر آلی بسیار و کاهش عناصر فلزی [۷] اشاره کرد.

- ۱ فرآیند احیا در سیستم ZVI ، واکنش اکسایش و کاهش است که در آن عنصر فلزی نقش دهنده الکترون را برای کاهش
 ۲ گونه های اکسید شده به عهده دارد. در شرایط غیر هوازی، و در غیاب هیچگونه رقابت کننده ای، آهن می تواند به آرامی آب
 ۳ را به فرم گاز اکسیژن کاهش دهد [۸].



- ۴
 ۵ مواد دیگری نیز ممکن است توسط آهن کاهش یابند. به عنوان مثال هیدروژنولایز^۱ شدن آلکیل کلراید توسط آهن صفر
 ۶ ظرفیتی می تواند به شکل زیر رخ دهد [۸]:



- ۷
 ۸ تجزیه آفت کش ها با استفاده از آهن صفر ظرفیتی نیز امکان پذیر است. دکلره شدن آلاکلر و متاکلر [۹] و دکلره شدن و
 ۹ دآلکیلاسیون اس-تریازین ها [۱۰] در مطالعات آزمایشگاهی مشاهده شد. تجزیه آفت کش ها با استفاده از آهن صفر ظرفیتی
 ۱۰ نیز امکان پذیر است.

- ۱۱ گوش و همکاران (۱۹۹۹) آبهای آلوده شده توسط آترازین و پاراتیون را توسط ذرات آهن صفر ظرفیتی تیمار دادند. آنها
 ۱۲ دریافتند که کاهش سریع غلظت آفت کش از ۱ پی پی ام آترازین و ۰/۱ پاراتیون پس از ۳۰ دقیقه، به مقدار غیر قابل ردیابی
 ۱۳ رسید [۱۱].

- ۱۴ ژانگ و همکاران (۱۹۹۸) در دانشگاه لهی، کاربرد نانوذرات آهن صفر ظرفیتی (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) را برای پالایش آلاینده های
 ۱۵ آلی مورد مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند که نه تنها واکنش پذیری آن به دلیل داشتن سطح بیشتر نانوذرات (میانگین ۳۳/۵
 ۱۶ متر مربع بر گرم) نسبت به ذرات میکرومقیاس رایج (۰/۹ متر مربع بر گرم) بیشتر است، بلکه سرعت واکنش نیز به طور
 ۱۷ مشخصی (تا ۱۰۰ مرتبه) بالاتر است [۱۲].

۱۸ -۲ مواد و روش ها

- ۱۹ این پژوهش در آزمایشگاه تحقیقات علوم علفهای هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح کاملاً
 ۲۰ تصادفی و بصورت فاکتوریل ۲×۴×۴×۲ و در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل دو نوع ماده پالاینده (پودر آهن میکرو و

۱ (نانو) و ۴ سطح از مقدار هر ماده پالاینده (۰، ۱، ۲ و ۵ گرم) و ۴ دوره زمانی (۰، ۷، ۱۴ و ۳۰ روز) بود. در پایان هر دوره
 ۲ زمانی غلظت آتراین باقی مانده اندازه گیری شد. نمونه خاک پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک شده و پس از نرم کردن
 ۳ کلوخه ها از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد و مشخصات آن اندازه گیری شد (جدول ۱-۲).

۴ جدول ۱-۲: مشخصات خاک مورد آزمایش

PH	EC	درصد ماده آلی	بافت	
۷/۵۲	۲/۹	۰/۵۳	لوم شنی	خاک مورد آزمایش

۵
 ۶ مواد پالاینده مورد استفاده در این آزمایش پودر آهن صفر ظرفیتی در مقیاس میکرو و پودر آهن صفر ظرفیتی در مقیاس نانو
 ۷ بود. پودر آهن میکرو استفاده شده، ساخت کشور روسیه و دارای میانگین اندازه ذرات ۱۰۰ میکرومتر بود و خلوص ۹۹
 ۸ درصد داشت. نانوپودر استفاده شده در این آزمایش با میانگین حدود ۲۵ نانو متر از شرکت Nabond چین تهیه شد (جدول
 ۹ ۲-۲).

۱۰
 ۱۱
 ۱۲ جدول ۲-۲: مشخصات نانو پودر آهن مورد استفاده در آزمایش

نام محصول	میانگین اندازه	دامنه قطر	خلوص	سطح ویژه	وزن مخصوص
آهن	ذرات nm ۲۵	ذرات nm ۶۰-۰	۹۹,۹	m ² /gr ۶۰-۴۰	ظاهری g/cm ³ ۰/۲۵ - ۰/۱۰

۱۳
 ۱۴ در این آزمایش علف کش آتراین با نام شیمیایی 2chloro-4-ethylamino-6-isopropylamino-1,3,5-triazine

۱۵ مورد مطالعه قرار گرفت. استاندارد شیمیایی آتراین با خلوص ۹۶ درصد خریداری شد. نوع تجاری علف کش آتراین با

- ۱ همکاری مرکز سموم کشاورزی و دفع آفات نباتی خراسان، از شرکت تعاونی فروشندگان سموم خراسان تهیه شد. آتزازین
- ۲ تجاری با خلوص ۸۰ درصد بصورت WP (750 g.kg^{-1} آتزازین + 50 g.kg^{-1} ترکیبات وابسته به آتزازین می باشد. درجه
- ۳ خلوص این ماده شیمیایی از نظر غلظت ماده موثره آتزازین بوسیله HPLC مورد بررسی قرار گرفت که برابر ۸۰ درصد (
- ۴ معادل با مقادیر ذکر شده روی برچسب کیسه سم) تعیین شد.
- ۵ برای استخراج آتزازین باقی مانده از نمونه ها، ۱۰ گرم خاک خشک با کسر درصد رطوبت خاک از ظروف محتوی تیمارها
- ۶ برداشته شد و در ارلن شیشه ای قرار گرفت. درصد رطوبت خاک هر نمونه با ترازو با توجه به وزن ظرف خالی و اینکه هر
- ۷ ظرف محتوی ۱۰۰ گرم خاک خشک است محاسبه شد. به ارلن های محتوی نمونه خاک، ۳۰ میلی لیتر متانول به عنوان
- ۸ عصاره گیر افزوده شد. سپس ظروف ارلن محتوی خاک و عصاره گیر به مدت ۲ ساعت در شیکر افقی در دمای اتاق، تکان
- ۹ داده شدند. سوسپانسیون حاصل با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردید. دوباره ۱۰ میلی لیتر متانول به خاک درون ارلن ها
- ۱۰ اضافه شد و پس از چند تکان شدید با دست، مواد شناور حاصل صاف گردید. عصاره صاف شده به مدت ۱۰ دقیقه با
- ۱۱ سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. همزمان با به حجم رساندن عصاره تا حد امکان از تبخیر عصاره گیر جلوگیری
- ۱۲ شد. برای این منظور به محض انتقال عصاره به حجم رسانده شده به ظروف نگهداری، دهانه ظروف با پارافیلیم بطور کامل
- ۱۳ مسدود و سپس درب ظروف بسته شد و محکم گردید [۱۳].
- ۱۴ قبل از تزریق عصاره ها به سیستم HPLC، از فیلتر سرنگی ۰/۴۵ میکرومتر عبور داده شدند. سپس مستقیماً بوسیله سیستم
- ۱۵ HPLC عملیات جداسازی و اندازه گیری علف کش ها در عصاره انجام گردید. دستگاه HPLC مورد استفاده از نوع
- ۱۶ Shimadzu LC-4A با یک ستون فاز معکوس Zorbax ODS (C18) ($15 \text{ cm} \times 4.6 \text{ mm ID}$) بود. فاز متحرک
- ۱۷ متانول: آب (۲۰:۸۰ v/v) بود که با شدت جریان 0.5 mm/min فرایند اندازه گیری را انجام می داد. در این شرایط زمان
- ۱۸ بازداری آتزازین ۱۵ دقیقه بود و حجم عصاره تزریق شده به سیستم HPLC، ۱۰۰ میکرولیتر در نظر گرفته شد. دستگاه
- ۱۹ آشکار ساز HPLC از نوع UV-VIS Spectrophotometric Detector-SPD-2AS بود و طول موج مناسب به
- ۲۰ منظور حداکثر آشکارسازی آتزازین ۲۲۰ نانو متر انتخاب شد. دمای ستون نیز همان دمای اتاق بود.

۲۱ -۳ نتایج و بحث

۱ ۳-۱ تاثیر انواع پودر آهن

- ۲ نتایج حاصل از آنالیز داده ها نشان داد که اگر چه هر دو نوع پودر میکرو و نانو آهن صفر ظرفیتی آترازین را در خاک تجزیه
- ۳ کردند اما بین این دو تیمار اختلاف معنا داری وجود دارد. نتایج حاصل از آنالیز داده ها نشان می دهد که نانو پودر آهن
- ۴ توانست آترازین را به مقدار بیشتری از پودر آهن میکرو تجزیه کند. این نتیجه قابل پیش بینی بود و انتظار می رفت نانو پودر
- ۵ آهن بدلیل واکنش پذیری بالاتر آن توانایی تجزیه مقادیر بیشتری از آترازین را داشته باشد. مطالعات آزمایشگاهی انجام گرفته،
- ۶ نشان داده اند که نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی می تواند بطور موثری ترکیبات آلی کلره از جمله، کلرو متان، اتان و بنزن ها را
- ۷ پالایش کنند [۱۴-۱۵]. ساتاپنجارو و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که سرعت تجزیه آترازین در آب توسط نانوپودر آهن
- ۸ ۷ برابر بیشتر از پودر آهن معمولی است. اگرچه نانو پودرهای استفاده شده در این آزمایش درصد کمتری آهن نسبت به پودر
- ۹ های رایج داشت، اما نتایج نشان داد که نسبت بالای سطح به حجم نانو پودرها نه تنها این کمبود را جبران می کنند بلکه
- ۱۰ توانایی تجزیه مقدار بیشتری از آترازین را نیز دارد. آنها همینطور با مطالعه تجزیه آترازین در گل اشباع دریافتند کارایی نانو
- ۱۱ پودر آهن بیش از پودر آهن میکرو می باشد. فعالیت بیشتر نانو ذرات معمولا به سطح ویژه ی بالاتر آنها، و چگالی بیشتر
- ۱۲ سطوح فعال بر روی سطح ذرات آن ربط داده شده است [۱۶]. با افزایش مقدار پودر آهن در طی زمان سطوح پودر مصرفی
- ۱۳ دارای اختلاف معنا داری بودند (شکل ۳-۱). و با افزایش مقدار پودر میزان آترازین تجزیه شده نیز افزایش یافت. در
- ۱۴ آزمایشات انجام شده در محیط آبی، اختلاف پودر آهن میکرو و نانو پودر آهن در طی زمان کوتاه تر، بسیار بیشتر از پودر
- ۱۵ آهن میکرو بود. و این یکی از دلایل اصلی توجه روز افزون به نانو پودر آهن بوده است.

۱۶ ۲-۳ اثر متقابل نوع پودر و مقادیر مختلف آنها

- ۱۷ مقادیر مختلف پودر آهن در مقیاس های نانو و میکرو دارای اختلاف معنا داری بود (شکل ۳-۲). با افزایش مقدار مصرف
- ۱۸ پودر آهن تفاوت بین پودر آهن میکرو و نانو افزایش یافت. بطوریکه در سطح ۵ گرم پودر، پودر آهن میکرو ۳۱ درصد و نانو
- ۱۹ پودر آهن ۳۹ درصد آترازین را تجزیه کردند. می توان دلیل اختلاف بین پودر آهن و نانو پودر آهن را اختلاف در نسبت
- ۲۰ سطح به حجم آنها دانست که باعث افزایش تجزیه می گردد. بیان گردید که مواد در مقیاس نانو، دارای نسبت سطح به حجم
- ۲۱ بالاتری می شوند. که این نسبت در پودر آهن در مقیاس نانو ۱۰ برابر مقیاس میکرو است. با افزایش مقدار نانو پودر، میزان
- ۲۲ سطح در دسترس برای واکنش به طور تصاعدی افزایش می یابد.

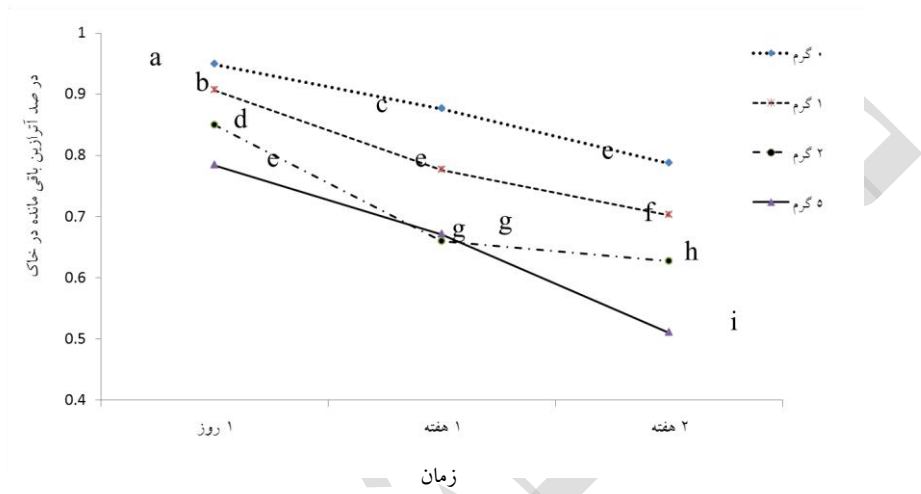
- ۱ ۳-۳ اثر زمان بر میزان تجزیه آتزازین
- ۲ نتایج آنالیز داده ها نشان داد که تجزیه آتزازین در بازه های زمانی مختلف دارای اختلافات معنا داری می باشد. با گذشت
- ۳ زمان میزان تجزیه آتزازین افزایش یافت. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، آتزازین در طی یک روز به میزان ۱۳ درصد، پس
- ۴ از گذشت یک هفته ۲۵ درصد و پس از دو هفته به میزان ۳۵ درصد کاهش یافت.
- ۵
- ۶ نتیجه گیری و بحث
- ۷ به طور کلی در این بررسی توانایی چشمگیر پودرهای آهن در تجزیه آتزازین در خاک بسیار مشهود بود. نانو پودر آهن
- ۸ توانست مطابق آنچه انتظار می رفت تجزیه آتزازین را افزایش دهد و افزایش مقادیر پودر آهن نیز با افزایش میزان تجزیه
- ۹ همراه بود. در بین تیمار نانو و میکرو تفاوت معنادار مشاهده شد که دلیل اصلی آن را می توان بیشتر بودن نسبت سطح به
- ۱۰ حجم نانو پودر نسبت به پودر آهن میکرو دانست. با گذشت زمان تجزیه افزایش یافت و نوع خاک نیز تاثیر بسزایی در میزان
- ۱۱ تجزیه نشان داد. با توجه به نتایج حاصله می توان کاربرد پودر آهن را در پالایش خاک های آلوده به آتزازین توصیه نمود. در
- ۱۲ انتخاب بین نانو پودر و پودر آهن میکرو بایستی میزان هزینه را مورد بررسی قرار داد. در آلودگی های نقطه ای و در مقیاس
- ۱۳ کوچک و با حجم آلودگی زیاد، استفاده از نانو پودر آهن می تواند بطور جدی پیشنهاد گردد. نتایج نشان داد که اختلاف
- ۱۴ میزان تجزیه آتزازین توسط ذرات آهن با آهن میکرو با گذشت زمان کاهش یافت. در زمان یک روز اختلاف بین نانو و
- ۱۵ میکرو بسیار مشخص بود. این بیانگر این مسئله است که با افزایش اهمیت زمان، توجیه کاربرد نانو ذرات با وجود هزینه های
- ۱۶ بیشتر آن، ممکن تر می شود. در آلودگی های بوجود آمده در مناطقی همچون نزدیک رودخانه ها یا منابع آب زیر زمینی که
- ۱۷ سرعت تجزیه اهمیتی دو چندان پیدا می کند، کاربرد آهن در مقیاس نانو می تواند راه حلی امید بخش باشد.
- ۱۸ معنادار شدن اثر اصلی زمان و اثرات متقابل آنها بیانگر این مسئله است که در صورت ادامه آزمایش در بازه های زمانی
- ۱۹ طولانی تر می توانستیم میزان تجزیه را افزایش دهیم. بنابر این پیشنهاد می شود در مطالعات آینده بازه زمانی طولانی تری در
- ۲۰ نظر گرفته شود. با توجه به کم بودن مطالعات در زمینه ی کاربرد نانو مواد در خاک، جای آن دارد که مطالعات بیشتری در این
- ۲۱ زمینه انجام گیرد و بویژه به سایر خصوصیات خاک نیز، همچون بافت خاک و در صد مواد آلی، توجه گردد. با توجه به معنا

۱ دار شدن نوع پودر در سطوح پایین می توان پیشنهاد کرد که در تحقیقات آتی اثر سطوح پایین تر نانو پودر را نیز در نظر

۲ بگیریم. با کاهش میزان نانو پودر و افزایش بازه زمانی می تواند در کاهش هزینه ها بسیار کار آمد باشد. تلاش در جهت

۳ ساخت ارزان تر نانو پودر آهن می تواند کاربرد بیشتر این مواد را در پالایش محیط زیست به همراه بیاورد.

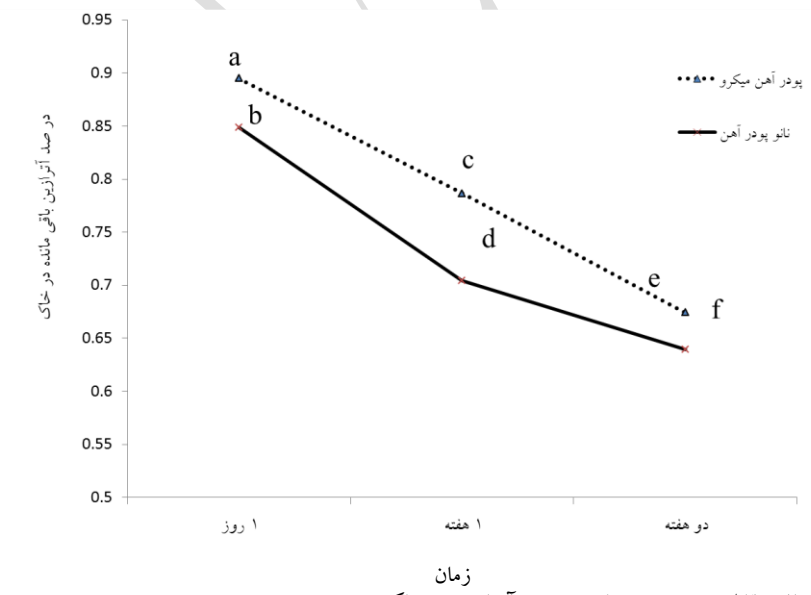
۴



۵

شکل ۳-۱: اثر متقابل مقدار پودر آهن و زمان بر تجزیه آتزازین در خاک

۶



۷

شکل ۳-۲: اثر متقابل نوع پودر و زمان بر تجزیه آتزازین در خاک

۸

منابع ۹

۱۰

.1	Mueller, K., et al., <i>Prediction of field atrazine persistence in an allophanic soil with Opus2</i> . Pest management science, 2004. 60 (5): p. 447-458.	1
.2	Reich, R., et al., <i>Spatial variability of atrazine and metolachlor dissipation on dryland no-tillage crop fields in Colorado</i> . Journal of environmental quality, 2008. 37 (6): p. 2212-2220.	2
.3	El-Sheikh, E. and M. Ashour, <i>Biodegradation Technology for Pesticide Toxicity Elimination</i> . Bioremediation Technology: Recent Advances, 2010: p. 167.	3
.4	Gillham, R.W. and S.F. O'Hannesin, <i>Enhanced degradation of halogenated aliphatics by zero-valent iron</i> . Ground water, 1994. 32 (6): p. 958-967.	4
.5	Agrawal, A. and P.G. Tratnyek, <i>Reduction of nitro aromatic compounds by zero-valent iron metal</i> . Environmental science & technology, 1995. 30 (1): p. 153-160.	5
.6	Westerhoff, P. and J. James, <i>Nitrate removal in zero-valent iron packed columns</i> . Water Research, 2003. 37 (8): p. 1818-1830.	6
.7	Liu, T., D.C. Tsang, and I.M. Lo, <i>Chromium (VI) reduction kinetics by zero-valent iron in moderately hard water with humic acid: Iron dissolution and humic acid adsorption</i> . Environmental science & technology, 2008. 42 (6): p. 2092-2098.	7
.8	Johnson, T.L., M.M. Scherer, and P.G. Tratnyek, <i>Kinetics of halogenated organic compound degradation by iron metal</i> . Environmental science & technology, 1996. 30 (8): p. 2634-2640.	8
.9	Thompson, J.M., B.J. Chisholm, and A.N. Bezbaruah, <i>Reductive dechlorination of chloroacetanilide herbicide (alachlor) using zero-valent iron nanoparticles</i> . Environmental Engineering Science, 2010. 27 (3): p. 227-232.	9
.10	Dombek, T., et al., <i>Rapid reductive dechlorination of atrazine by zero-valent iron under acidic conditions</i> . Environmental Pollution, 2001. 111 (1): p. 21-27.	10
.11	Ghauch, A., et al., <i>Rapid treatment of water contaminated with atrazine and parathion with zero-valent iron</i> . Chemosphere, 1999. 39 (8): p. 1309-1315.	11
.12	Zhang, W., <i>Nanoscale iron particles for environmental remediation: An overview</i> . Journal of nanoparticle Research, 2003. 5 (3): p. 323-332.	12
.13	Alvey, S. and D. Crowley, <i>Influence of organic amendments on biodegradation of atrazine as a nitrogen source</i> . Journal of environmental quality, 1995. 24 (6): p. 1156-1162.	13
.14	Kim, Y.-H. and E.R. Carraway, <i>Dechlorination of pentachlorophenol by zero valent iron and modified zero valent irons</i> . Environmental science & technology, 2000. 34 (10): p. 2014-2017.	14
.15	Kluyev, N., et al., <i>Reductive dechlorination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins by zerovalent iron in subcritical water</i> . Chemosphere, 2002. 46 (9-10): p. 1293-1296.	15
.16	Satapanajaru, T., et al., <i>Remediation of atrazine-contaminated soil and water by nano zerovalent iron</i> . Water, Air, and Soil Pollution, 2008. 192 (1-4): p. 349-359.	16
		17
		18
		19
		20
		21
		22
		23
		24
		25
		26
		27
		28
		29
		30
		31
		32
		33
		34
		35
		36
		37
		38
		39
		40
		41

Atrazine degradation in soil by using Zero Valent Iron Nanoparticles

Abstract:

The feasibility of atrazine degradation with nano zero valent iron and its comparison with iron powder was investigated. The experimental design was factorial with completely random design. Studied Factors were two types of soils, acidic and non-acidic, two types of iron powder, micro-and nano-scale at four concentrations, 0, 1, 2 and 5 grams in 100 grams of soil contaminated by 30 mg of atrazine. Sampling intervals were one day, one week and two weeks. After extraction of atrazine the concentration was measured by HPLC and data were analyzed by Mstat software. The result showed that the main factors (Iron type, concentration and soil type) caused a significant difference. Although both types of micro-and nano iron powder were able to remediate atrazine in soil, but the differences between these two treatments was significant and the rate of decomposition by nano iron powder was higher. Atrazine degradation with zero valent iron nano particles was higher in acidic soil. The highest degradation rate was belonging to treatment with 5 grams of nano scale iron and the lowest observation was the control with no iron powder in non-acidic soil. It is concluded that the use of nano zero valent iron for atrazine degradation, especially in acidic soils is promising.

Key words: Zero Valent Iron – Herbicide degradation – Nano remediation