



قابلیت نانو ذرات آهن اکسید در حذف یون نقره از محیط فاضلاب صنعتی مصنوعی

نویسندگان: محمد حسین سلمانی ندوشن* محدثه ابونیان جهرمی** محمد حسن

احرامپوش*** حمید رضا زارع*** مهری سازواری****

*مربی شیمی گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

** دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط - دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

*** نویسنده مسئول: دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید

صدوقی یزد تلفن: ۰۹۱۳۱۵۱۸۹۱۷ Email: ehrampush@ssu.ac.ir

**** دانشیار گروه شیمی - دانشگاه یزد

***** کارشناس بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

طلوع بهداشت

چکیده

سابقه و اهداف: یون نقره از سطوح داخلی لوله‌ها و ژنراتورها بر اثر فرایند خوردگی تولید و وارد سبب‌های صنعتی می‌شود. این یون بر روی گیاهان، حیوانات و انسانها اثرات زیان‌آور دارد. استفاده از آهن اکسید در حذف آلاینده‌ها معمول است ولی نانو ذرات در حذف آلاینده‌های شیمیایی از آب و فاضلاب نسبت به حالت توده‌ای موثرترند. در این تحقیق با استفاده از نانو ذرات آهن اکسید حذف یون نقره از محیط فاضلاب صنعتی مصنوعی مورد مطالعه قرار گرفت تا شرایط برای حذف بهترین یون بهینه شود.

روش بررسی: این مطالعه به روش تجربی - آزمایشگاهی انجام گرفت. نانو ذرات آهن اکسید استفاده شده از طریق اکسید کردن نانو ذرات آهن صفر تولید و سپس کارایی آن برای حذف یون نقره در یک محیط فاضلاب مصنوعی به روش ناپیوسته مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین عوامل موثر در فرآیند جذب شامل pH محلول، غلظت نانو ذرات آهن اکسید، مدت زمان تماس و دما نیز بررسی شد. مقدار یون نقره باقیمانده پس از ساتریفیوژ و صاف کردن با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ذرات آهن اکسید به صورت نانو ذرات واکنش داده است. ماکزیمم حذف در $pH=3$ ، دمای واکنش $25^{\circ}C$ و غلظت نانو ذرات 35 گرم بر لیتر برابر $98/2\%$ است. بهترین شرایط در $pH=3$ ، غلظت نانو ذرات 10 گرم بر لیتر، زمان تماس 5 ساعت و دمای $25^{\circ}C$ (دمای آزمایشگاه)، 87% نقره حذف شد.

نتیجه‌گیری: غلظت نانو ذرات آهن اکسید و pH اثر قابل توجهی در فرایند حذف یون نقره دارند. راندمان حذف توسط نانو ذرات در pH اسیدی بیشتر است که نشان می‌دهد حذف به صورت جذب و سپس احیاء انجام می‌شود. در pH بازی، راندمان حذف به طور قابل توجهی کمتر است زیرا یون نقره با فرایند جذب بر روی سطح نانو ذرات اکسیدی حذف می‌شود. با اعمال شرایط بهینه، نانو ذرات آهن اکسید دارای توانایی بالایی در حذف نقره و کاهش آلودگی شیمیایی از محیط فاضلاب صنعتی دارد.

واژه‌های کلیدی: نقره، نانو ذرات آهن اکسید، فاضلاب مصنوعی

فصلنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال دهم

شماره: اول

بهار ۱۳۹۰

شماره مسلسل: ۳۱

تاریخ وصول: ۱۳۹۰/۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۲۹



رسیدن به مقادیر حدمجاز استاندارد جهت دستیابی به قوانین

تخلیه باید حذف گردد (۵).

از جمله راههای حذف یون نقره، جذب بر خاک رس، مواد

آلی، ذرات کانکریت، آهن اکسید، ذرات آهن، فیلترها

کاتولین (نوعی رس سفید) می باشد (۷-۶). استفاده از آهن اکسید

در حذف آلوده کننده ها معمول است ولی نانو ذرات در حذف

آلاینده های شیمیایی از آب و فاضلاب نسبت به حالت توده ای

موثرترند زیرا اندازه ذره یک و ویژگی نسبتا مهم در جذب و

واکنش ذرات با آلاینده هاست. روشن است که هرچه اندازه

ذرات کمتر باشد سطح مقطع در مقایسه با حالت توده ای بیشتر

و میزان واکنش پذیری ذرات افزایش می یابد (۸). وقتی نانو

ذرات آهن صفر (nZVI) در معرض اکسیژن قرار گیرند نانو

ذرات آهن اکسید تهیه می شود که لایه اکسیدی روی سطح

ذرات توسعه می یابد و این ذرات ساختار هسته - پوسته به خود

می گیرند که در آن هسته از طبیعت آهن صفر ظرفیتی پیروی

می کند در حالی که پوسته دارای اکسید های آهن می باشد

(Fe_2O_3, Fe_3O_4). نانو ذرات مجزا ممکن است از طریق "پل

اکسید" در یک ساختار به همدیگر متصل شوند و یک لایه

اکسیدی پایدار، شکل شبه زنجیره را توسعه دهند. این شکل

مساحت سطحی در دسترس بودن کمتری دارد و واکنش پذیری

نانو ذرات را کاهش می دهد ولی جداسازی فاز جاذب - محلول

در انتهای فرایند جذب را آسان و ممکن می سازد که یک مزیت

است. پوسته آهن اکسید به مقدار زیادی بی شکل است اما

نانو ذرات آهن اکسید که حدود ۶ ماه ذخیره شده بودند، شکل

شبه زنجیره را حفظ می کنند هر چند گاهی اوقات ممکن است

یون های آزاد نقره برای گونه های معمول گیاهان حساس

آبزی و نرم تنان خطرناک می باشد. تماس پوستی با ترکیبات

نقره می تواند واکنش های حساسیت زامثل راش، سوختگی و

تورم ایجاد کند. همچنین مصرف دوز بالای داروهای حاوی نقره

سبب ایجاد اثرات سمی خطرناک در انسانها می شود (۱).

استفاده گسترده از ترکیبات نقره در گندزدایی آب آشامیدنی

باعث در معرض قرار گرفتن افراد با مقادیر کم ترکیبات نقره می

شود. از طرف دیگر اطلاعات اخیر در مورد واکنش یون نقره با

مواد مغذی ضروری بدن مخصوصا سلنیم، مس، ویتامین E و B12

به سمیت بالقوه آن توجه شده است. در صنعت، یون نقره اغلب

به عنوان ناخالصی در سنگ معدن مس، روی و آنتی موان وجود

دارد و این یون به محیط آب های صنعتی وارد می شود. تجمع

نقره به طور عمده در آلك های دریایی می باشد که به علت

جذب سطحی (adsorption) به جای جذب (uptake)

می باشد (۲-۳).

خنک کننده یک بستر خنک کنندگی ضروری برای کنترل

حرارت در صنایع مختلف است. معمول ترین خنک کننده آب

خیلی خالص است که در همه صنایع نیز استفاده می شود. در

طی بهره برداری از راکتور هادر صنایع، کاتیونهای مختلفی از

سطوح داخلی لوله ها و ژنراتورهای تحت فشار و دمای بالا بر اثر

فرایند خوردگی تولید و وارد آب خنک کننده می شوند (۴). این

کاتیون ها وقتی که به مقادیر قابل توجهی در آب وجود داشته

باشند ممکن است خطرات بهداشتی مضر ایجاد کنند. نقره یکی

از فلزات سنگین موجود در فاضلاب های صنعتی است که برای



شدند. بعد از تکمیل واکنش نانو ذرات با یون نقره با شرایط اعمال شده سوسپانسیون حاصل را با سانتریفیوژ ۱۶ شاخه لاساترون در ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. محلول را از روی صافی با مش ۰/۲ میکرون تحت خلاء صاف گردید. مایع بالایی سانتریفیوژ صاف شده را با اسید نیتریک ۱٪ حجمی تثبیت و مقدار یون نقره با قیمانده را با دستگاه اسپکتروسکوپی جذب اتمی شعله ای اندازه گیری گردید (۱۱). به منظور اطمینان از نتایج دستگاه جذب اتمی هر اندازه گیری را سه بار تکرار و با میانگین مقادیر راندمان حذف محاسبه شد.

جدول ۱: ترکیب عناصر در فاضلاب صنعتی مصنوعی حاوی

یون نقره

| | | | |
|--------|--------|---------|-----------|
| Fe(II) | Co(II) | Sb(V) | عنصر |
| ۳۰ | ۱ | ۵ | غلظت mg/l |
| B(III) | Ag(I) | Ni(II) | عنصر |
| ۲۰ | ۵ | ۱۵ | غلظت mg/l |
| Cs(I) | Li(I) | Cr(III) | عنصر |
| ۰/۵ | ۰/۵ | ۴ | غلظت mg/l |

یافته ها

ابتدا آزمایشات مختلفی برای تعیین همزمان اثر غلظت جاذب و pH طبق جدول (۲) طراحی شد. همه آزمایش ها با غلظت اولیه یون نقره ۵ میلی گرم در لیتر ثابت گرفته شد.

با انجام ۹ آزمایش مشخص شد که راندمان حذف رابطه مستقیم با غلظت جاذب دارد. همچنین همه ماکزیمم حذف در pH اسیدی ظاهر شدند. جهت بررسی دقیق تر، آزمایشات جداگانه طراحی و انجام شد. آزمایش ها با تغییر فاکتورهای pH (۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۱، ۱۲) و غلظت

اکسیداسیون های حجیم اتفاق افتد و به یک شکل متفاوت منجر شده که در نتیجه ضخامت لایه اکسیدی نانو ذرات با ساختار هسته - پوسته بزرگتر می شود (۹). در این تحقیق ما قابلیت نانو ذرات آهن اکسید که متوسط اندازه ذرات ۴۰-۳۰ نانومتر حفظ شده بود در حذف یون نقره از محیط فاضلاب صنعتی مصنوعی بررسی و پارامترهای موثر بر فرایند جذب را بهینه کردیم.

روش بررسی

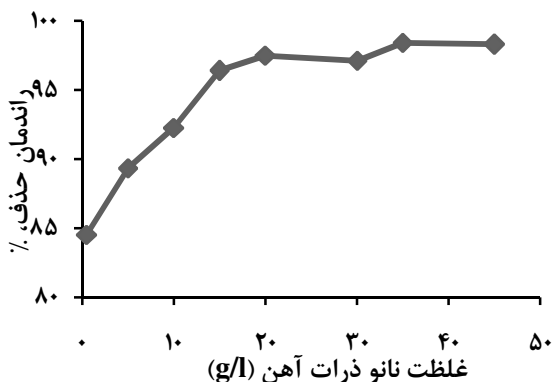
مطالعه از نوع تجربی - آزمایشگاهی بود. همه مواد استفاده شده در تهیه محلول ها، استانداردها و نمونه های فاضلاب مصنوعی از مواد خالص تجزیه ای استفاده شدند. نانو ذرات آهن اکسید در این تحقیق با قراردادن نانو ذرات آهن صفر در معرض اکسیژن هوا تهیه شد. نانو ذرات آهن صفر مورد استفاده دارای درجه خلوص ۹۹/۷ درصد، متوسط اندازه ذرات کمتر از ۳۰ نانومتر و سطح ویژه ۲۰ متر مربع بر گرم بود.

نانو ذرات آهن صفر در معرض هوا اکسید شدند که با آزاد شدن حرارت همراه بود. پس از سرد کردن، به منظور یکنواخت شدن ذرات در هاون چینی ساییده شدند. برای مشخص نمودن اندازه ذرات نانو از میکروسکوپ روبشی تونلی (STM) مدل SS₂ ساخت ایران استفاده گردید. فاضلاب مصنوعی استفاده شده در این پژوهش با توجه به جستجوی مقالات طبق جدول (۱) ساخته شد (۱۰ و ۴).

همه آزمایش ها در حالت ناپیوسته در ارلن به حجم ۲۵۰ میلی لیتر انجام شد. در این آزمایش ها برای ثابت نگه داشتن pH از محلول تامپون فسفات و تامپون آمونیاکی استفاده شد. همه مواد، استفاده شده با ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین



جهت نتایج بهتر، این مطالعه با ۵ غلظت متفاوت نانو ذرات آهن اکسید که خصوصیت آن ذکر شده، انجام شد. اثر تغییرات غلظت نانو ذرات آهن اکسید بر حذف یون نقره در pH ثابت ۳ و غلظت ۵ میلی گرم یون نقره در شکل ۲ نشان داده شده است. به طوری که در این شکل مشاهده می شود در غلظت ۰/۵ گرم در لیتر راندمان حذف ۷۸/۷٪ می باشد و وقتی غلظت به ۴۵ گرم در لیتر افزایش می یابد ۹۸/۶٪ یون نقره حذف می گردد. همچنین مشاهده می شود از غلظت ۱۰ گرم در لیتر شیب راندمان حذف افزایش چشم گیری ندارد.



شکل ۲: تغییرات غلظت نانو ذرات آهن اکسید بر حذف یون نقره
 $pH=3, T=25^{\circ}C, t=4h$

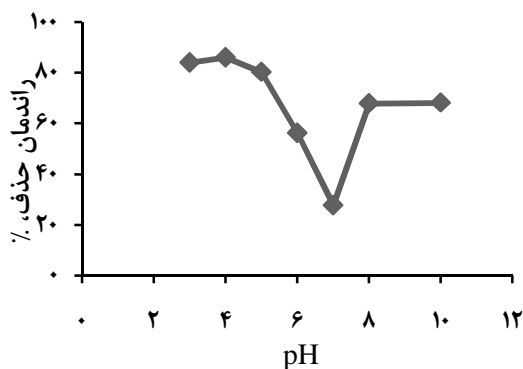
جهت تعیین بهترین زمان واکنش بین غلظت نانو ذرات اکسید آهن و یون نقره نمودار درصد حذف به زمان ماند واکنش های انجام شده نیز رسم گردید که در شکل (۳) نشان داده شده است. این شکل نشان می دهد تا زمان ۵ ساعت شیب راندمان حذف خیلی زیاد وبعد از ان شیب کندی دارد.

نانو ذرات (۰/۵، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۱۰ گرم در لیتر) و دما (۲۵، ۴۵ و ۶۵ درجه سانتی گراد) تکرار و در انتها یون نقره باقیمانده اندازه گیری شد. از مقدار بدست آمده راندمان حذف در هر مرحله تعیین گردید.

جدول ۲: درصد حذف در pH ها و غلظت های مختلف نانو ذرات

| غلظت (g/l) | ۰/۵ | ۱۰/۰ | ۳۵/۰ |
|------------|-----|------|------|
| pH ۳ | ۷۸ | ۸۷ | ۹۸ |
| pH ۷ | ۲۲ | ۲۸ | ۳۶ |
| pH ۱۰ | ۲۵ | ۳۹ | ۵۷ |

شکل انشان می دهد که حذف یون نقره با کاهش pH تغییرات متفاوت دارد و وابستگی حذف را با pH به وضوح نشان می دهد. بر اساس این نتایج مشخص گردید که راندمان حذف نقره در pH ۳، ۷ و ۱۰ بعد از گذشت ۴ ساعت با غلظت ۱۰ گرم در لیتر جذب به ترتیب ۸۷، ۲۸ و ۳۹ درصد می باشد.



شکل ۱: تغییرات pH بر کارایی حذف یون نقره
 $C=10\text{ g/L}, T=25^{\circ}C, t=4h$

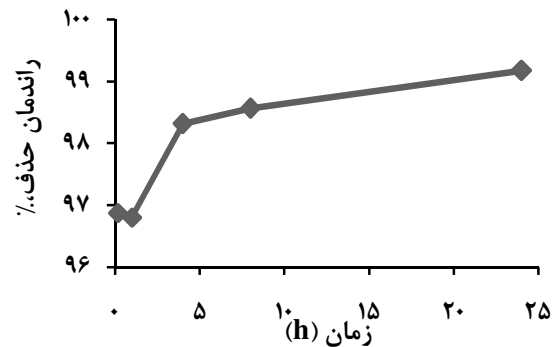


شده سبب کاهش میزان اکسیداسیون آهن می شود و پوسته اکسیدی هسته فلزی را مراقبت و حفاظت می کند. اکسیداسیون نانو ذرات بر خلاف اکسیداسیون سطحی گسترده بخش عظیمی از نانو ذرات آهن، صفر ظرفیتی باقی می ماند و پوسته اکسیدی از نظر استیوکیومتری به صورت $FeOOH$ نشان داده می شود (۱۲).

توسعه لایه اکسیدی باعث جذب بیشتر یونها روی نانو ذرات میشود و وجود هسته صفر ظرفیتی نقش احیاء کاتیونها برعهده دارد که این پدیده باعث می شود راندمان حذف کاتیون از محلول افزایش یابد. در این پروژه با انجام اکسیداسیون نانو ذرات صفر ظرفیتی، ضخامت لایه اکسیدی حدود ۱۰ نانومتر توسعه داده شده است زیرا مطالعات نشان می دهد که متوسط سطح ذره از ۳۰ نانومتر به ۴۰ نانومتر افزایش داشته است.

واکنش های حذفی در محدوده وسیعی از pH انجام شد و بیشترین کارایی حذف در pH اسیدی بدست آمده به عبارت دیگر با کاهش pH در محیط اسیدی راندمان حذف افزایش می یابد. زیرا در شرایط اسیدی تشدید جذب سطحی نانو ذرات آهن صورت می گیرد و باعث افزایش سرعت واکنش می شود. در حالی که در pH نسبتاً بازی به دلیل تشکیل $Fe(OH)_3$ سرعت واکنش احیاء توسط نانو ذرات کاهش می یابد (۸).

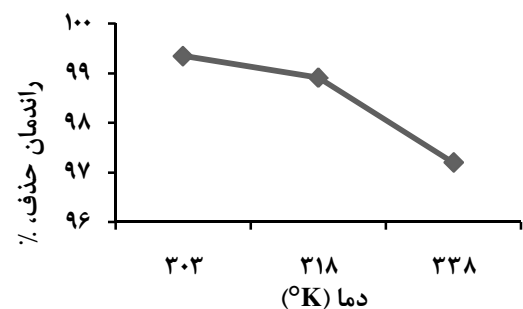
با توجه به رفتارهای نانو ذرات آهن اکسید در pH های مختلف به نظرمی رسد که در pH اسیدی مکانیسم نانو ذره در حذف یون نقره، احیاء یون نقره به نقره فلزی باشد زیرا یون نقره پس از جذب بر روی پوسته اکسیدی می تواند توسط هسته نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی احیاء شود.



شکل ۳: تغییرات زمان بر کارایی حذف یون نقره

$$T = 25^{\circ}C \text{ و } C = 35 \text{ g/l, pH} = 3$$

راندمان حذف یون نقره با کاهش دما نیز بررسی شد که در شکل ۴ آورده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایش مشخص گردید که راندمان حذف یون نقره بعد از گذشت ۴ ساعت، غلظت نانو ذرات ۳۵ گرم در لیتر، $pH=3$ و در دمای ۴۵، ۲۵ و ۶۵ درجه سانتی گراد به ترتیب ۹۹/۲، ۹۸/۶ و ۹۶/۵ درصد می باشد.



شکل ۴: تغییرات دما بر کارایی حذف نقره

$$C = 35 \text{ g/l و } t = 4 \text{ h, pH} = 3$$

بحث و نتیجه گیری

واکنش های نانو ذرات آهن فرایندی است که به سطح بستگی دارد. بنابراین هر چه اندازه ذره کمتر، سطح تماس بیشتر می شود و میزان واکنش پذیری این ذرات افزایش می یابد. انجام واکنش اکسیداسیون نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی با رشد پوسته اکسید



و مشخص کرد که افزایش غلظت نانو ذرات آهن باعث بهبود کارایی حذف کاتیون می شود (۱۴).

در نمودار شکل (۴) مشخص شد که با افزایش دما میزان کارایی حذف نقره کاهش می یابد و نشان دهنده این است که فرایند جذب یون نقره روی نانو ذرات آهن اکسید گرما زا می باشد.

P. Panneerselvam و همکارانش دریافتند که با افزایش دما جذب یون نیکل کاهش می یابد و ذاتا یک فرایند گرمازا می باشد (۱۲). بدرستی معلوم است که افزایش دما سرعت جنبشی ذرات در محلول را افزایش می دهد و باعث وا جذب می شود این نیز راندمان حذف را کاهش می دهد.

نانو ذرات آهن اکسید دارای توانایی بالایی در حذف یون نقره از فاضلاب مصنوعی دارد و با توجه به حذف همزمان سایر آلاینده ها توسط نانو ذرات اکسیدی پیش بینی می شود از این نانو ذرات در مقیاس وسیع جهت کاهش آلودگی شیمیایی به کار گرفته شود ولی از آنجا که نانو ذرات می توانند از طرق مختلف وارد بدن شوند و با بالا رفتن مقدار آنها تاثیرات مضر بر سلامت انسان دارند استفاده از غلظت بهینه این ترکیبات ضروری و لازم است.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت ریاست دانشکده بهداشت و مسئولین آزمایشگاه شیمی محیط خانم ها مهندس پروانه طالبی و مهندس محبوبه شیرانیان انجام شده است که لازم است از ایشان قدردانی شود.

در حالیکه در pH بالاتر جذب کاتیون ها توسط نانو ذرات آهن اکسید مطلوب تر است. Xiao-qing Li و همکارش به این نتیجه رسیدند که نانو ذرات آهن اکسید فقط توانایی جذب Ni(II) دارند در حالی که نانو ذرات آهن صفر هم توانایی جذب و هم احیاء Ni(II) را دارند (۱۳). مطالعات طیفسنجی فوتوالکترون اشعه ایکس (XPS) از ذرات تولید شده توسط Janet E. Macdonald و همکارش نشان داد که Ag^+ ، Fe و Fe_xO_y را از طریق اتصال یون فلزی با سطوح آهن اکسید و سپس احیاء یون متصل به سطح به حالت فلزی اش (متالیک) جداسازی می کند (۹).

این اثر با افزایش غلظت نیز رابطه مستقیم دارد. این اثر یک اثر طبیعی است زیرا هر چه بستر جاذب بیشتر باشد مقدار حذف افزایش می یابد. در این پژوهش شکل (۲) مشخص گردید که راندمان حذف تا غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر نانو ذرات با شیب تندی همراه است و با افزایش غلظت راندمان حذف افزایش نشان می دهد.

در این مطالعه، راندمان حذف بر حسب زمان تماس نشان داد که در ۵ ساعت اولیه بیشترین حذف صورت می گیرد و نشان می دهد در زمان های اولیه محل های اتصال یون به حفره های نانو ذرات زیاد است و سرعت واکنش حذف افزایش می یابد که این نتیجه با تئوری های قبلی مطابق است و در این تحقیق نیز همین نتیجه بدست آمد. Efecan Nazlı برای اطمینان از رسیدن به تعادل، آزمایشات را در زمان اختلاط ۴ ساعت انجام داد



References

- 1-Kim S, Choi JE, Choi J, et al. Oxidative stress-dependent toxicity of silver nanoparticles in human hepatoma cells. *Toxicol In Vitro*. 2009; 23(6): 1076-84.
- 2-Fabrega J, Luoma SN, Tyler CR, et al. Silver nanoparticles: behaviour and effects in the aquatic environment, *Environ. Int.* 2011;37(2):517-31.
- 3-Kaegi R, Voegelin A, Sinnet B, et al. Behavior of Metallic Silver Nanoparticles in a Pilot Wastewater Treatment Plant. *Environ Sci Technol* 2011;45(9):3902-8.
- 4- Song JH, Song MC, Yeon KH, et al. Purification of a primary coolant in a nuclear power plant using a magnetic filter - electrodeionization hybrid separation system. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 2004; 262(3): 725-732.
- 5- Ayres DM, Davis AP, Gietka PM. Removing Heavy Metals from Wastewater. Engineering Research Center Report, University of Maryland, August 1994.
- 6-Manzoori J, Karim-Nezhad GH. Selective cloud point extraction and preconcentration of trace amounts of silver as a dithizone complex prior to flame atomic absorption spectrometric determination. *Analytica Chimica Acta* 2003;484: 155–161[Preseason].
- 7- Begum Sh. Silver Removal from Aqueous Solution by Adsorption on Concrete Particles. *Turk J Chem* 2003; 27: 609-617.
- 8- Rengaraj S, Yeon KH, Moon SH. Removal of nickel from water and synthetic nuclear power plant coolant water by ion exchange resins. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 2002; 253(2): 241-245.
- 9- Macdonald JE, Veinot JGC. Removal of Residual Metal Catalysts with Iron/Iron Oxide Nanoparticles from Coordinating Environments. *Langmuir* 2008; 24 (14): 7169–7177.
- 10- Rahmani AR, Norozi R, Samadi MT, et al. Hexavalent Chromium Removal from Aqueous Solution by Produced Iron Nanoparticles. *Iran. J. Health & Environ.* 2009; 1(2): 67-74. [Persian]
- 11-Rothery E. Operation Manual Spectra AA – 10/20, Australia :Pub varian LTd; 2010.
- 12- Panneerselvam P, Morad N, Tan KA. P. Magnetic nanoparticle (Fe_3O_4) impregnated onto tea waste for the removal of nickel(II) from aqueous solution. *Jhazard Mater.* 2011; 186(1): 160-8.
- 13- Li Xq, Zhang Wx. Sequestration of Metal Cations with Zerovalent Iron Nanoparticles -A Study with High Resolution X-ray Photoelectron Spectroscopy (HR-XPS). *J. Phys. Chem. C* 2007; 111: 6939-6946.
- 14- Nazlı E. Characterization of the adsorption behaviour of aqueous Cd(II) and Ni(II) ions on nanoparticles of zero_valent iron. [MS.c thesis].Torkey. Izmir institute of technology.2008.



Ability of Iron Oxide Nanoparticles in Ion Silver Removal from Synthetic Wastewater

Salmani M.H ^{*} (MS.c) ***Aboueyan M*** ^{**} (MS.c) ***Ehrampoush M.H*** ^{***} (Ph.D) ***Zare H.R*** ^{****} (Ph.D) ***Sazvari M*** ^{*****} (B.S)

^{*}Instructor, Department of Environmental Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

^{**} MS.c Student in Environmental Health, Department of Environmental Health Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

^{***}corresponding author: Associate Professor, Department of Environmental Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences Yazd, Iran

^{****} Associate Professor, Department of Chemistry, Yazd University Yazd, Iran

^{*****} Bachelor of Science Environmental Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences Yazd, Iran

Abstract

Background: Ion silver from the internal surfaces tubes and generators inter to industrial wastewater by corrosion process. These ions have harmful effects on plants, animals and humans. Iron oxide is commonly used to removal chemical contaminates. However, the used of nanoparticles in removing pollutants is more effective than the mass. In this study, using of iron oxide nanoparticles for removal silver ions from synthetic industrial wastewater was investigated and the effective parameters were optimized for the better removal.

Method: This study is a experimental-laboratory that iron oxide nanoparticles was synthesized by exposing nZVI into air and then Ag⁺ removal efficiency was studied in batch system. Also, the impact of the important field parameters including pH, iron oxide nanoparticles concentration, retention time, and temperature were investigated. After centrifugation and filtration, the amount of ion silver was determinate by flame atomic absorption.

Results: The results of this research showed that iron oxide particles were reacted with Ag⁺ in nano scale. The maximum removal at pH=3, nano iron oxide concentration 35 g L⁻¹ and 25°C was 99.2%. In optimum condition (pH=3, nano iron oxide concentration 10 g L⁻¹, 5 hours reaction time and 25°C temperature) 87% of Ag⁺ was removed.

Conclusion: The concentration of nano iron oxide and pH had significant effect on the Ag⁺ removal. The results showed that Ag⁺ removal in acidic pH controlled by absorption on surface then reduction by atomic core. While, removal in basic pH controlled by absorption. The studies showed that iron oxide nanoparticles have high ability to remove Ag⁺ and decrease of chemical pollution of Ag⁺ from industrial wastewater.

Keywords: Silver, Iron oxide nanoparticles, Synthetic Wastewater