

## توصیف رفتار جذب روی توسط نانوذره آهن صفر ظرفیتی (nZVI) و نانو اکسید مس (nCuO) با استفاده از مدل‌های جذب سطحی

رقیه حمزه نژاد<sup>۱</sup>، ابراهیم سپهر<sup>۲\*</sup>، عباس صمدی<sup>۳</sup>، میرحسن رسولی صدقیانی<sup>۴</sup>، حبیب خداوردیلو<sup>۵</sup>  
دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه، ارومیه، دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه، ارومیه  
استاد گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه، ارومیه، \* نویسنده مسئول  
[e.sepehr@urmia.ac.ir](mailto:e.sepehr@urmia.ac.ir)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر pH بر رفتار جذب روی توسط نانوذره آهن صفر ظرفیتی (nZVI) و نانو اکسید مس (nCuO)، آزمایشی به صورت سیستم بسته با غلظت اولیه روی ۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در لیتر با سه سطح pH (۴، ۵، ۶) با قدرت یونی ۰/۰۳ مولار نیترات سدیم انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش pH محلول، ظرفیت جذب روی توسط نانوذرات افزایش، ولی راندمان حذف کاهش یافت. داده‌های آزمایشی با مدل‌های جذب لانگمویر و فروندلیچ نسبت به مدل تکین برازش بهتری یافتند. میزان جذب روی توسط نانوذره آهن صفر ظرفیتی بیشتر از نانو اکسید مس بدست آمد، بطوریکه حداکثر جذب تک‌لایه‌ای لانگمویر (q<sub>max</sub>) نانوذره آهن صفر ظرفیتی و نانو اکسید مس در pH ۶ به ترتیب ۲۲۷ و ۷۹ میلی گرم بر گرم محاسبه گردید. فاکتور جداسازی لانگمویر (R<sub>L</sub>) برای نانوذراتی مورد بررسی ۰/۵۰ - ۰/۰۸ بدست آمد که بیانگر جذب مطلوب روی بر روی جاذب‌های مذکور می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** نانوذره آهن صفر ظرفیتی، نانو اکسید مس، همدماهای جذب، روی، pH.

### مقدمه

افزایش فلزات سنگین به محیط زیست در نتیجه توسعه سریع صنایع و تکنولوژی روز به روز در حال افزایش است و سمیت حاصل از این مواد و تجمع زیستی آن‌ها در زنجیره غذایی، تبدیل به یک تهدید جدی برای محیط زیست و سلامت بشر شده است. روی یکی از فراوانترین عناصر پوسته زمین است که در مقادیر کم برای بدن ضروری است. اگر غلظت روی در انسان از حد معمول آن که ۲ میلی گرم در روز است بالاتر رود در کوتاه مدت باعث عوارضی مانند دل‌پیچه، تهوع و اسهال و در طولانی مدت منجر به بیماری‌های سیستم عصبی، آسیب لوزالمعده، کاهش کلسترول مناسب خون و سرطان پوست می‌شود و احتمال ابتلا به آسم بسیار زیاد می‌باشد (Rahmani et al., 2010). روی عمدتاً از طریق فاضلاب‌های صنایع (تولید رنگ، روکش دادن فلزات و ...)، تولید مواد شیمیایی و زهکشی معادن و آبشویی گورستان‌های دفن زباله وارد محیط زیست و در نهایت سبب آلوده کردن آب‌های سطحی و زیر زمینی می‌گردد. روش‌های مختلفی برای حذف و کنترل فلزات سنگین وجود دارد که شامل رسوب شیمیایی، انعقاد، تبادل یونی، اسمز معکوس و جذب سطحی است (Marder et al., 2003). روش جذب سطحی به علت بازدهی بالا، سادگی، ارزان بودن جاذب‌ها و در دسترس بودن انواع مختلف آنها در مقایسه با سایر روش‌ها روشی ساده و جالب توجه است به علاوه امکان استفاده مجدد از جاذب از دیگر مزایای این روش می‌باشد (Kurniawan et al., 2006) و در بین مواد جاذب‌ها، نانوذرات به دلیل داشتن قطر کم و سطح ویژه بالا و در نتیجه جذب بیشتر آلودگی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. در این بین نانو ذرات، آهن صفر ظرفیتی (nZVI) به دلیل فراوانی، ارزانی، غیر سمی بودن، واکنش سریع و توانایی و بازده بالا در تجزیه آلاینده‌ها نظیر کادمیوم، سرب، مس، روی از آب‌های زیر زمینی بیشتر مورد توجه بوده است. نانوذرات اکسید مس (CuO) نیز واکنش‌پذیری شیمیایی ویژه‌ای را به علت تراکم بالای جابجاشدگی و سطح ویژه بالا دارند و بدلیل تولید ارزان، غیر سمی بودن، خواص الکتریکی و اپتیکی خوب، به گونه‌ای گسترده در کاربردهای مختلف استفاده می‌گردد (Luna et al., 2015). Boparai et al., (2010) سینتیک حذف کادمیوم توسط نانو ذرات صفر ظرفیتی را مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که

ایزوترم لانگمیر نسبت به مدل فروندلیچ برازش بهتری بر داده‌های جذب تعادلی داشت و ماکزیمم ظرفیت جذب کادمیوم بر روی نانو ذرات آهن را  $269/2$  میلی گرم در گرم بدست آوردند. (Taman et al., 2015)، بیشینه گنجایش جذب کادمیوم بر روی نانو ذرات اکسید مس را  $84/75$  میلی گرم در گرم بدست آوردند، و همدمای لانگمیر نسبت به مدل فروندلیچ برازش بهتری بر داده‌های جذب تعادلی داشت. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر pH بر رفتار جذب روی توسط نانوذره آهن صفر ظرفیتی و نانو اکسید مس از محلول‌های آبی است.

## مواد و روش‌ها

تهیه نانوذره آهن صفر ظرفیتی

برای سنتز نانوذره آهن، ابتدا مقدار  $0/5406$  گرم  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  در محلولی حاوی  $24$  میلی لیتر اتانول و  $6$  میلی لیتر آب دیونیزه حل شد. سپس مقدار  $0/3783$  گرم سدیم بروهیدرید در  $100$  میلی لیتر آب دیونیزه حل گردید و قطره قطره به محلول اولی افزوده و پیوسته هم زده شد (هر قطره در عرض  $2$  ثانیه). پس از مشاهده ذرات سیاه، هم‌زدن به مدت  $10$  دقیقه ادامه یافت. ذرات آهن سیاه رنگ تولید شده توسط فیلتر جدا شده و  $3$  بار با استفاده از  $25$  میلی لیتر اتانول شستشو داده شد و در نهایت نمونه به مدت یک شب در آون در دمای  $50$  درجه سانتی‌گراد خشک گردید (Rashmi et al., 2013).

تهیه نانوذره اکسید مس

برای سنتز نانو ذرات اکسید مس،  $9/0$  گرم کلرید مس ( $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ) و  $5/4$  گرم هیدروکسید سدیم (NaOH) جداگانه در مقداری الکل حل شدند. سپس محلول هیدروکسید سدیم قطره قطره به محلول کلرید مس افزوده و پیوسته هم زده شد. رنگ محلول از سبز به سبز آبی و بلاخره به رنگ سیاه تغییر رنگ داد. ذرات سیاه رنگ تولید شده (هیدروکسید مس)، توسط فیلتر جدا شده و پس از شستشو با آب و الکل، در آون در دمای  $50$  درجه سانتی‌گراد خشک گردید. جهت تهیه نانو ذرات اکسید مس، نمونه بمدت  $2$  ساعت در دمای  $200$  درجه قرار گرفت (Luna et al., 2015). برای تعیین اندازه ذرات از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل (SEM, AIS-2100, 5.0 kV, Korea) استفاده شد.

## آزمایش جذب

آزمایش جذب بصورت سیستم بیج در غلظت‌های مختلف روی ( $0$ ،  $10$ ،  $20$ ،  $40$ ،  $60$ ،  $80$ ،  $100$ ،  $150$  و  $200$  میلی گرم در لیتر در سه سطح pH ( $4$ ،  $5$  و  $6$ ) با محلول زمینه نیترات سدیم بر روی  $0/1$  گرم از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی و نانو اکسید مس انجام گرفت. بدین صورت که  $10$  میلی لیتر از محلول‌های روی ( $200-0$   $mg L^{-1}$ ) تهیه و پس از تنظیم pH محلول در سه سطح بر روی جاذب‌ها افزوده شده و نمونه‌ها به مدت  $24$  ساعت شیک شدند تا سوسپانسیون به تعادل برسد. مقدار فلز در محلول زلال حاصل از سانتریفیوژ با استفاده از دستگاه جذب اتمی (AA-6300 Shimadzu) اندازه‌گیری گردید. سپس نتایج بر روی معادلات لانگمویر، فروندلیچ، تمکین، ایلویچ و دوینین-رادیشکوچ با برنامه Excel-SOLVER برازش غیرخطی داده شد. معادله لانگمویر:

$$q_e = q_{max} K_L C_e / (1 + K_L C_e) \quad (1)$$

معادله فروندلیچ:

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \quad (2)$$

معادله تمکین:

$$q_e = A + K_T \ln C_e \quad (3)$$

$q_e$ : مقدار ماده جذب شده بر روی جاذب در حالت تعادل ( $mg g^{-1}$ )،  $q_{max}$ : حداکثر ظرفیت جذب توسط جاذب ( $mg g^{-1}$ )،  $C_e$ : غلظت تعادلی محلول ( $mg L^{-1}$ )،  $K_L$ : ثابت تعادل معادله لانگمویر ( $L mg^{-1}$ )،  $K_F$ : ثابت معادله فروندلیچ ( $L mg^{-1}$ )،  $n$ :

پارامتر شدت جذب معادله فروندلیچ،  $A$  و  $KT$  به ترتیب برابر است با عرض از مبدا و شیب معادله تمکین، Polanyi. از ویژگی‌های ضروری و مهم ایزوترم لانگمیر، پارامتر تعادلی  $R_L$  می‌باشد که ظریب بدون واحد وابسته به فاکتور جداسازی است. مقدار  $R_L$  بیانگر طبیعت جذب می‌باشد، که اگر  $R_L < 1$  باشد، جذب نامطلوب،  $R_L = 1$  جذب خطی،  $0 < R_L < 1$  جذب مطلوب و اگر  $R_L = 0$  باشد، جذب غیرقابل برگشت است (Webber and Chakravarti, 1974).

$$R_L = 1 / (1 + K_L C_i) \quad (4)$$

کارایی حذف عناصر (RE) و ظرفیت جذب روی ( $q_e$ ) به ترتیب با استفاده از روابطه (۱۳) و (۱۴) بدست آمد:

$$RE = (C_i - C_e / C_i) \times 100 \quad (5)$$

$$q_e = (C_i - C_e) * (V/m) \quad (6)$$

$C_e$  و  $C_i$  به ترتیب غلظت اولیه و غلظت نهایی روی (میلی‌گرم در لیتر)،  $q$  مقدار یون جذب شده (میلی‌گرم بر گرم)،  $m$  جرم جاذب (گرم) و  $V$  حجم محلول (لیتر) است. برای برآزش بهتر بین نتایج حاصل از آزمایش و نتایج تخمینی توسط مدل، از اشتباه استاندارد (SE) استفاده شد:

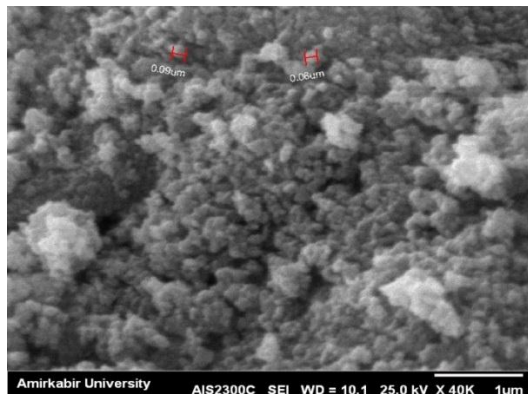
$$SE = ((q_e - q_m)^2 / (n - 2))^{0.5} \quad (7)$$

$q_e$  و  $q_m$  به ترتیب مقدار کادمیوم جذب شده (میلی‌گرم بر گرم) بر اساس داده‌های حاصل از آزمایش و داده‌های تخمینی حاصل از مدل و  $n$  تعداد سری غلظتی می‌باشد.

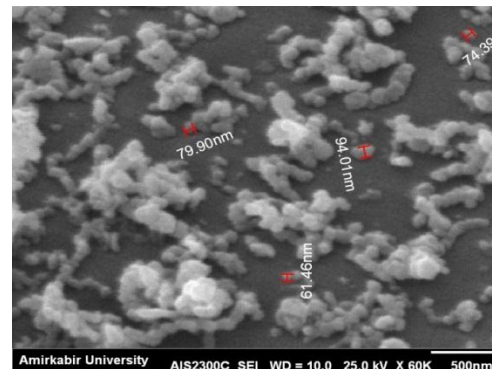
## بحث و نتایج

شکل ۱ تصویر نانوذره آهن صفر ظرفیتی و نانو اکسید مس با میکروسکوپ الکترونی روبشی را نشان می‌دهد. با توجه به تصویر SEM، نانوذره آهن صفر ظرفیتی و نانو اکسید مس دارای ذرات کروی و مجزا با اندازه ذرات کمتر از ۱۰۰ نانومتر می‌باشند.

(ب)



(الف)

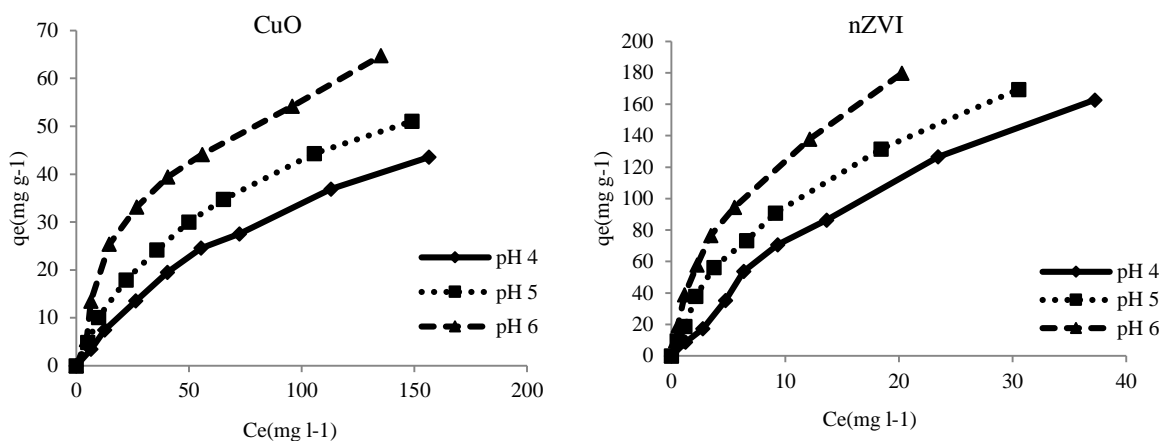


شکل ۱- تصویر نانوذره آهن صفر ظرفیتی (الف) و نانوذره اکسید مس (ب) با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

## تاثیر pH بر میزان جذب روی

مقدار جذب روی توسط نانوذره آهن صفر ظرفیتی و نانو اکسید مس در سطوح مختلف pH (۴، ۵ و ۶) در شکل ۲ آورده شده است، نتایج نشان داد که جذب روی توسط هر دو نانوذره تابع pH محلول بوده و با افزایش pH از ۴ به ۶ میزان جذب روی توسط نانوذرات به طور معنی داری افزایش یافت، به طوری که در نانوذره آهن صفر ظرفیتی و نانو اکسید مس با افزایش pH از ۴ به ۶ مقدار جذب روی جذب شده در غلظت اولیه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب از ۱۶۳ و ۴۴ میلی‌گرم بر گرم به ۱۸۰ و ۶۵ میلی‌گرم بر گرم افزایش پیدا کرد. pH یکی از مهم‌ترین فاکتورهای موثر در جذب فلزات سنگین بر روی جاذب‌های آلی از محیط‌های آلی است که نقش اساسی در تعیین غلظت گونه کاتیون موجود در محلول دارد. در pHهای پایین غلظت یون‌های هیدروژن در محلول زیاد است که باعث ایجاد رقابت بین یون‌های هیدروژن و یون‌های فلزی بر سر جذب روی مکان‌های

تبادلی می گردد و مکان‌های فعال پروتونه شده قادر به اتصال یون‌های فلزی نیستند و منجر به باقی ماندن یون‌های آزاد در محلول می شوند. با افزایش pH، سطح جاذب دی پروتونه شده و سطح جاذب دارای بار منفی گشته و موجب افزایش ظرفیت جذب می گردد (Pehlivan et al., 2012).



شکل ۲. مقدار روی جذب شده توسط جاذب‌های آلی در pH مختلف

#### مدل‌های همدمای جذب روی در pHهای مختلف

برازش غیرخطی داده‌های جذب روی در pHهای مختلف با معادلات جذب لانگمویر، فروندلیچ، تمکین و دوبینین-رادوشکوویچ با استفاده از برنامه SOLVER انجام شد. در جدول ۱ ضریب تبیین و پارامترهای مدل‌های مذکور آورده شده است. مدل‌های لانگمویر و فروندلیچ نسبت به مدل تمکین برازش بهتری یافتند، و ترتیب برازش بصورت مدل لانگمویر < فروندلیچ < تمکین می باشد (جدول ۱). ضریب همدمای لانگمویر ( $q_{max}$  (mg g<sup>-1</sup>)) بیان کننده حداکثر مقدار جذب تک‌لایه ای تحت شرایط اشباع کامل سطوح ماده جاذب می باشد، مقدار ضریب  $q_{max}$  در pHهای مختلف نشان داد که با افزایش pH، در هر دو جاذب به طور معنی داری افزایش پیدا کرد، در pHهای ۴، ۵ و ۶ برای نانوذره آهن صفر ظرفیتی به ترتیب ۲۱۲، ۲۲۰ و ۲۲۷ میلی گرم بر گرم و برای نانو اکسید مس به ترتیب ۷۲، ۷۶ و ۷۹ میلی گرم بر گرم بدست آمد (جدول ۱). مقایسه ضریب  $q_{max}$  در نانوذرات نشان داد که نانوذره آهن در هر سه سطح pH (۴، ۵، ۶)  $q_{max}$  بیشتری نسبت به نانو اکسید مس داشت. از دیگر ضرایب مدل تجربی لانگمویر،  $K_L$  (L mg<sup>-1</sup>) است، که بستگی به انرژی جذب دارد، مقادیر  $K_L$  بدست آمده در جذب روی بر روی نانوذرات با افزایش pH افزایش یافت، بطوری که مقدار این ضریب در pHهای ۴، ۵ و ۶ برای نانوذره آهن (۰/۰۶، ۰/۰۸ و ۰/۱۵) لیتر در میلی گرم و برای نانو اکسید مس (۰/۰۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۳) لیتر در میلی گرم بدست آمد (جدول ۱). ضرایب مدل فروندلیچ  $K_F$  و  $n$  به ترتیب ظرفیت جذب جاذب و تمایل ماده جاذب برای جذب یون‌های فلزی می باشند. هرچه مقادیر  $K_F$  و  $1/n$  بیشتر باشند، به ترتیب بیانگر شدت بالای جذب و مقدار جذب بالاتر خواهد بود که ضرایب  $K_F$  و  $n$  با افزایش pH، در هر دو جاذب افزایش پیدا کرد. مقادیر  $K_F$  در pHهای ۴، ۵ و ۶ به ترتیب ۱۳، ۲۴ و ۳۹ میلی گرم در لیتر برای نانوذره آهن و ۲/۷، ۴/۱ و ۴/۱ میلی گرم در لیتر برای نانو اکسید مس محاسبه گردید. مقادیر  $1/n$  نیز با افزایش pH از ۴ به ۶، از ۰/۷۰ به ۰/۵۰ در نانوذره آهن و از ۰/۶۵ به ۰/۵۸ در نانو اکسید مس رسید. مقادیر ضریب  $K_T$  تمکین که مربوط به ثابت پیوند تعادلی است و ضریب  $B$  که بیانگر میزان جذب روی در غلظت واحد می باشد، در هر سه جاذب آلی با افزایش pH، افزایش یافت و بیشترین مقدار این ضرایب در هر سه سطح pH برای نانوذره آهن صفر ظرفیتی بدست آمد.

جدول ۱. پارامترهای مدل‌های جذب لانگمویر، فروندلیچ و تمکین در سطوح مختلف pH

نانو اکسید مس			نانوذره آهن صفر ظرفیتی			ظرایب ثابت مدل	مدل ایزوترمی
pH=۶	pH=۵	pH=۴	pH=۶	pH=۵	pH=۴		
۷۹	۷۶	۷۲	۲۲۷	۲۲۰	۲۱۴	$q_{max}(mg\ g^{-1})$	
۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۰۶	$K_L(L\ mg^{-1})$	
	۰/۲۶-۰/۵۰			۰/۰۸-۰/۵۰		$R_L$	لانگمویر
۰/۹۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۷	$R^2$	
۲/۷	۰/۶۴	۰/۷۳	۶/۰	۵/۵	۹/۷	SE	
۴/۱	۲/۷	۱/۷	۳۹	۲۴	۱۳	$K_F(L\ mg^{-1})$	
۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۵۰	۰/۵۷	۰/۷۰	1/n	
۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	$R^2$	فروندلیچ
۴/۷	۱/۸	۱/۴	۶/۸	۴/۹	۶/۵	SE	
۱۶	۱۴	۱۳	۴۰	۳۹	۳۷	B (J mol <sup>-1</sup> )	
۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۱۵	۲/۵۴	۱/۵۰	۰/۸۶	$K_T(L\ g^{-1})$	
۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۸۶	$R^2$	تمکین
۲/۱	۳/۰	۳/۰	۱۲/۶	۱۵/۲	۱۷/۲	SE	

### نتیجه‌گیری

با افزایش pH محلول، ظرفیت جذب روی توسط نانوذرات افزایش، ولی راندمان حذف کاهش یافت و نانوذره آهن صفر ظرفیتی در مقایسه با نانو اکسید مس ظرفیت جذب بالاتری نشان داد. همچنین مدل لانگمویر و فروندلیچ نسبت به مدل تمکین برآزش بهتری بر داده‌های جذب تعادلی داشت. به طور کلی نانوذرات آهن صفر ظرفیتی و نانو اکسید مس می‌توانند به عنوان جاذب موثر و کارآمد برای حذف روی از محلول‌های آبی به کار روند.

### منابع

- Boparai H.K., Joseph M. and O'Carroll D.M. 2010. Kinetics and thermodynamics of cadmium ion removal by adsorption onto nano zerovalent iron particles. *Journal of Hazardous Materials*, 186(1): 458-465.
- Kurniawan T.A., chan G.Y., Low H. and Babel S. 2006. Comparison of low cost adsorbents for treating waste water laden with heavy metals: a review. Kurniawan, T.A., Chan, G.Y., Lo, W.H. and Babel, S., 2006. Comparisons of low-cost adsorbents for treating wastewaters laden with heavy metals. *Science of the Total Environment*, 366(2): 409-426
- Luna I.Z., Hilary L.N., Chowdhury A.M.S., Gafur M.A., Khan N. and Khan R.A. 2015. Preparation and Characterization of Copper Oxide Nanoparticles Synthesized via Chemical Precipitation Method. *Open Access Library Journal*, 2(03): 1-8.
- Marder L., Sulzbach G.O., Bernardes A.M., Ferreira J.Z. and Braz J. 2003. Removal of Cadmium and Cyanide from aqueous solutions through Electrodialysis. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 14(4): 610-615.
- Pehlivan E., Altun T. and Parlayici Ş. 2012. Modified barley straw as a potential biosorbent for removal of copper ions from aqueous solution. *Food chemistry*. 135(4): 2229-2234.
- Rahmani A., Zavvar Mousavi H. and Fazli M. 2010. Effect of nanostructure alumina on adsorption of heavy metals. *Desalination*, 253: 94-100.
- Rashmi S.H., Madhub G.M., Kittura A.A. and Sureshc R. 2013. Synthesis, characterization and application of zero valent iron nanoparticles for the removal of toxic metal hexavalent chromium [Cr(VI)] from aqueous solution. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 1: 37-42.
- Taman R., Ossman M.E., Mansour M.S. and Farag H.A. 2015. Metal Oxide Nano-particles as an Adsorbent for Removal of Heavy Metals. *Journal of Advanced Chemical Engineering*, 5: 3-7.
- Webber T.N. and Chakravarti R.K. 1974. Pore and Solid Diffusion Models for fixed bed adsorbents. *Journal of the American Institute of Chemical Engineers*, 20: 228-238.



**Study of Zinc Sorption Behavior by Nano Zero Valent Iron (nZVI) and Nano Copper Oxide (nCuO) Using Adsorption Models**

R.Hamzenejad<sup>1</sup>, E. Sepehr<sup>2\*</sup>, A. Samadi<sup>3</sup>, MH. Rasouli-Sadaghiani<sup>2</sup>, H. Khodaverdiloo<sup>2</sup>

- 1) PhD student, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia
- 2) Associate Professor, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia
- 3) Professor, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia, Iran

\*Corresponding author: [e.sepehr@urmia.ac.ir](mailto:e.sepehr@urmia.ac.ir)

**Abstract**

To study the effect of pH on the sorption behavior of zinc (Zn) by nano zero valent iron (nZVI) and nano copper oxide (nCuO), a batch experiment was conducted with various initial concentrations of Zn (0 – 200 mg.L<sup>-1</sup>) in three pH (4, 5, 6) with ionic strength of 0.03 M NaNO<sub>3</sub>. The results showed that the adsorption capacity of nano particles enhanced with increasing pH, while the removal efficiency of nano particles reduced with increasing pH. Experimental data were well fitted with Langmuir and Freundlich models compared to Temkin model. Zinc sorption on nano zero valent iron was more than nano copper oxide, which maximum mono layer adsorption ( $q_{max}$ ) were obtained 227 and 79 mg g<sup>-1</sup> at pH 6, for nano zero valent iron and nano copper oxide respectively. The separation factor of Langmuir ( $R_L$ ) indicated that the sorption reactions of Zn by nano particles ( $R_L=0.08-0.50$ ) is favorable.

**Keywords:** Nano zero valent iron, nano copper oxide, adsorption isotherm, Zinc, pH.