

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: شیمی خاک

## اثر پی‌اچ بر دفع کادمیم و مس از خاک‌های آهکی غیرآلوده و آلوده شده

سروناز نجفی<sup>۱\*</sup>، محسن جلالی<sup>۲</sup><sup>۱</sup> دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا<sup>۲</sup> استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

## چکیده

مطالعه دفع فلزات سنگین به عنوان تابعی از پی‌اچ، اطلاعاتی را پیرامون فراهمی و تحرک فلزات در خاک‌ها فراهم می‌نماید. تأثیر پی‌اچ خاک بر دفع دو فلز سنگین کادمیم و مس در دو خاک آهکی غیرآلوده و آلوده شده، ارزیابی گردید. به منظور آماده‌سازی خاک‌های آلوده، فلزات با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به خاک‌ها اضافه شدند و سپس خاک‌ها برای ۴۰ روز انکوباسیون شدند. در پایان این دوره زمانی، دفع فلزات در پی‌اچ‌های مختلف (۱-۳) واحد پایین‌تر و بالاتر از پی‌اچ اولیه خاک‌ها، بررسی گردید. در خاک‌های غیرآلوده، دفع فلزات کادمیم و مس تحت تأثیر پی‌اچ، دارای الگوی "۷" شکل بوده و مقادیر قابل توجهی دفع در پی‌اچ‌های ۴ و ۱۰ (خاک شماره یک) و ۵ و ۱۱ (خاک شماره دو)، مشاهده گردید. در هر دو خاک آلوده شده، دفع فلزات اضافه شده، با کاهش پی‌اچ افزایش یافت. پی‌اچ دفع فلزات در خاک شماره یک، از خاک شماره دو که درصد بالاتری کربنات کلسیم داشت، پایین‌تر بود (هم در دو خاک غیرآلوده و هم در دو خاک آلوده شده). از یافته‌های فوق می‌توان برای کنترل تحرک فلزات و اثرات آن‌ها بر محیط زیست، بهره برد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، کنترل تحرک، الگوی "۷" شکل، خاک آلوده شده

## مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت سبب افزایش نیاز به تولید غذا و در نتیجه افزایش تولیدات کشاورزی شده است که این امر، افزایش استفاده از کودهای شیمیایی و آلودگی خاک‌ها به فلزات سنگین را به دنبال داشته است. به دلیل خطرات بالقوه‌ای که آلودگی خاک با فلزات سنگین، برای اکوسیستم و سلامتی انسان دارد، نگرانی‌ها در مورد این مسئله در سرتاسر جهان در حال افزایش می‌باشد. در سیستم‌های خاکی، واکنش‌های جذب / دفع در سطوح کلوئیدهای خاک، غلظت فلزات سنگین در محلول خاک و بنابراین، زیست فراهمی، آبشویی و سمیت این فلزات را کنترل می‌کنند (باکز و همکاران ۱۹۹۵).

مطالعات گوناگونی پیرامون شیمی فلزات سنگین در خاک‌ها صورت گرفته است و نتایج آن‌ها نگهداشت قوی و دفع کم فلزات سنگین از خاک‌ها را نشان داده و ثابت شده است که نگهداری و دفع فلزات سنگین به وسیله عوامل خاکی از جمله پی‌اچ، تحت تأثیر قرار می‌گیرد (کاوالارو و مک براید ۱۹۸۰، هارتر ۱۹۸۳). دفع فلزات سنگین از خاک به وسیله واکنش با فاز جامد کنترل می‌شود و اثرات مخرب فلزات سنگین به طور قطع به قابلیت خاک در جذب و نگهداری آن‌ها، بستگی دارد. بسیاری از مکان‌های جذبی خاک، یعنی اکسیدهای آهن و منگنز، ماده آلی، کربنات‌ها و لبه‌های کانی‌های رسی، وابسته به پی‌اچ هستند. محققین مختلف اظهار نموده‌اند که به طور کلی، به نظر می‌رسد در بین عوامل مختلف، پی‌اچ خاک بیشترین تأثیر را بر دفع فلزات سنگین از خاک‌ها داشته و افزایش پی‌اچ، نگهداری فلزات کاتیونی در خاک را افزایش و دفع آن‌ها را کاهش می‌دهد (هارتر ۱۹۸۳). داده‌های بدست آمده در مورد تثبیت کادمیم، مس و روی در خاک‌های آلوده شده با نمک‌های فلزات سنگین نشان می‌دهند که بدون شک، پی‌اچ خاک عامل اصلی مؤثر بر تثبیت فلزات سنگین می‌باشد (ما و همکاران ۲۰۰۶). از سوی دیگر، تشکیل کربنات‌های فلزات سنگین، یک مکانیسم مهم در نگهداری این عناصر در خاک بوده و بنابراین، تعیین‌کننده الگوی دفع می‌باشد (اتوسن و همکاران ۲۰۰۹). افزایش پی‌اچ بر اثر حضور کربنات کلسیم در خاک‌های آهکی، عامل مؤثری بر دفع فلزات سنگین از این خاک‌ها است.

از دیرباز، در مطالعات مختلف، محققین به بررسی تأثیر پی‌اچ بر دفع فلزات سنگین در خاک‌ها پرداخته‌اند. کاوالارو و مک براید (۱۹۸۰) تأثیر پی‌اچ بر فعالیت یون‌های کادمیم و مس در محلول خاک‌ها در شرایط مزرعه را مورد مطالعه قرار دادند. الماس و همکاران (۲۰۰۷)، دفع فلزات مس، روی و کادمیم در عصاره برخی از خاک‌های زراعی آلوده در نروژ را به دنبال تنظیم پی‌اچ نمونه‌های خاک در دامنه ۱-۲ واحد بالاتر و پایین‌تر از پی‌اچ طبیعی خاک‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. هو و همکاران (۲۰۱۲) دفع بالقوه تعدادی از عناصر کمیاب (آرسنیک، کادمیم، مس، منگنز، سرب و روی) از

\* ایمیل نویسنده مسئول: sarvenaz.aos@gmail.com

رسوبات تحت تأثیر پی‌اچ و اکسیداسیون را در پی‌اچ‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۹ و ۱۱ ارزیابی نمودند. بر اساس نتایج آن‌ها حداکثر دفع عناصر در پی‌اچ‌های ۲ و ۱۱ مشاهده گردید. در حالیکه مطالعات مختلف نشان داده‌اند که دفع فلزات سنگین از اجزاء مختلف خاک متفاوت می‌باشد، تعداد مطالعات انجام شده در مورد تأثیر دامنه‌ای از پی‌اچ بر دفع فلزات سنگین از خاک‌های آهکی غیرآلوده و خاک‌های آلوده شده از طریق آنکوباسیون خاک‌ها با فلزات سنگین، اندک می‌باشد. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر پی‌اچ‌های مختلف بر دفع فلزات کادمیم و مس از دو خاک آهکی غیرآلوده و آلوده شده با استفاده از آزمایشات بسته، انجام شد.

## مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، دو نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متری) از دو ناحیه مختلف از استان همدان، جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. ناحیه تحت مطالعه، دارای اقلیم نیمه خشک با میانگین بارش سالیانه حدوداً ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد. میانگین دمای ماهیانه منطقه، در دامنه ۴- تا ۲۵ درجه سانتیگراد و میانگین دمای سالیانه ۱۰ درجه سانتیگراد است. خاک‌های ناحیه مورد مطالعه عمدتاً آهکی هستند و اراضی عمدتاً تحت کاربری کشاورزی می‌باشند. برای انجام آزمایشات، نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و سپس، برای تعیین بافت و خصوصیات شیمیایی آنالیز شدند. بافت خاک‌ها بر اساس قانون استوکس و به روش هیدرومتر، تعیین گردید (بویوکاس ۱۹۶۲). خصوصیات شیمیایی خاک‌ها از جمله پی‌اچ، هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم و ماده آلی، بر اساس روش‌های استاندارد (راول ۱۹۹۴)، تعیین گردیدند.

نمونه‌های خاک آلوده، با استفاده از افزودن محلول‌های حاوی نمک‌های کلریدی فلزات کادمیم و مس، به دو نمونه خاک غیرآلوده هوا خشک شده، آماده گردیدند. محلول‌های حاوی فلزات سنگین به نحوی آماده گردیدند که ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از فلزات کادمیم و مس به هریک از خاک‌ها اضافه گردد. پس از اضافه نمودن محلول‌ها و مخلوط نمودن آن‌ها با هریک از نمونه‌های خاک، مخلوط‌های خاک و فلز برای طی یک دوره واکنش ۴۰ روزه، در آنکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ثابت نگهداری شدند. در آغاز دوره آنکوباسیون، برای رسیدن رطوبت خاک‌ها به حد ظرفیت زراعی، مقدار مناسبی آب به آن‌ها اضافه گردید و در طول دوره آنکوباسیون، نمونه‌ها مخلوط شده و در صورت نیاز، به وسیله اضافه نمودن آب مقطر، مرطوب نگه داشته شدند. برای اندازه‌گیری مقدار کل فلزات کادمیم و مس در نمونه‌های خاک غیرآلوده و آلوده شده، از روش هضم اسیدی استفاده شد (اسپوزیتو و همکاران ۱۹۸۲).

تغییر پی‌اچ اولیه محلول خاک‌ها به وسیله اضافه نمودن اسید کلریدریک ۰/۵ یا ۱/۰ مول در لیتر یا هیدروکسید سدیم ۰/۰۵ مول در لیتر، انجام شد. پیش از شروع آزمایشات دفع، مقادیر و غلظت‌های مناسب اسیدکلریدریک یا هیدروکسید سدیم، برای دستیابی به دامنه پی‌اچ مورد نظر (۱ تا ۳ واحد کمتر و بیشتر از پی‌اچ اولیه خاک‌ها)، برای هر خاک تعیین گردید. به منظور بررسی تأثیر پی‌اچ بر دفع فلزات کادمیم و مس در نمونه‌های خاک غیرآلوده و آلوده شده، ۲ گرم از هر خاک در لوله سانتیفریوژ ریخته شده و به هریک، کمتر از ۲۰ میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم ۰/۰۱ مول در لیتر اضافه گردید. به منظور ایجاد دامنه پی‌اچ مورد نظر در خاک‌ها، به هر لوله مقدار مناسبی (حجم بسیار کمی) اسید کلریدریک (۰/۵ یا ۱/۰ مول در لیتر) یا هیدروکسید سدیم (۰/۰۵ مول در لیتر) اضافه شد. حجم نهایی محلول در هر لوله سانتیفریوژ، شامل محلول کلرید سدیم و اسید یا باز اضافه شده برای تنظیم پی‌اچ، ۲۰ میلی‌لیتر بود. مخلوط‌های خاک و محلول، به مدت ۵۵ ساعت شیک گردیده و سپس، به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه، سانتیفریوژ شدند. در پایان، عصاره رویی با استفاده از کاغذ صافی جدا گردید و بلافاصله پس از عصاره‌گیری، پی‌اچ هریک از عصاره‌ها با استفاده از دستگاه پی‌اچ‌متر قرائت شد. غلظت فلزات سنگین در عصاره‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر جذب اتمی مدل واریان (Spectra AA-220-Varian)، تعیین گردید. در آزمایشات فوق، دو تکرار برای هر پی‌اچ در نظر گرفته شد.

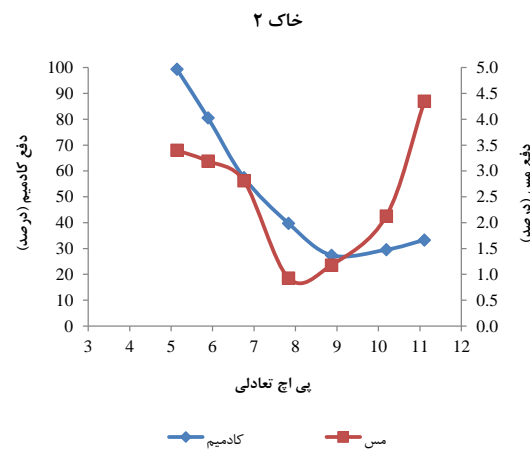
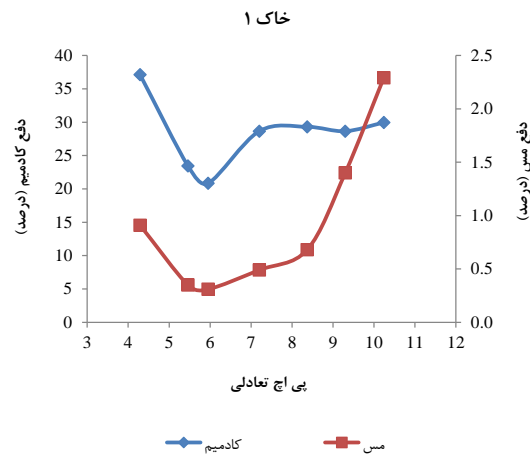
## نتایج و بحث

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک‌های غیرآلوده نشان داد که خاک شماره یک، دارای بافت لوم شنی و خاک شماره دو، دارای بافت لومی رسی سیلنتی بود. پی‌اچ، هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد کربنات کلسیم در خاک شماره دو بالاتر از خاک شماره یک بوده و خاک شماره یک، درصد بالاتری ماده آلی داشت.

شکل (۱)، دفع فلزات کادمیم و مس در دو خاک آهکی غیرآلوده را نشان می‌دهد. دفع فلزات سنگین با تغییر پی‌اچ از یک الگوی "V" شکل نامتقارن پیروی نمود. با بررسی دفع فلزات کادمیم و مس در دامنه پی‌اچ ۱ تا ۳ واحد کمتر و بیشتر از پی‌اچ خاک‌ها زمانی که اسید یا باز به الکترولیت اضافه نشده باشد، مشخص گردید که در خاک شماره یک، دفع کادمیم، در پی‌اچ ۴/۳ حداکثر بود (۳۷/۱ درصد) و بیشترین میزان دفع مس در پی‌اچ ۱/۲

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

۲/۳ درصد) مشاهده گردید. کمترین میزان دفع هر دو عنصر کادمیم و مس در پی‌اچ ۵/۹ (به ترتیب ۲۰/۸ و ۰/۳ درصد) رخ داد (شکل ۱). در خاک شماره دو، حداکثر و حداقل میزان دفع کادمیم به ترتیب در پی‌اچ‌های ۵/۱ (۹۹/۳ درصد) و ۸/۹ (۲۷/۴ درصد) اتفاق افتاد. بیشترین دفع مس در خاک شماره دو، در پی‌اچ ۱۱/۱ (۴/۳ درصد) به دست آمد و کمترین دفع آن در پی‌اچ ۷/۸ (۰/۹ درصد) مشاهده گردید.

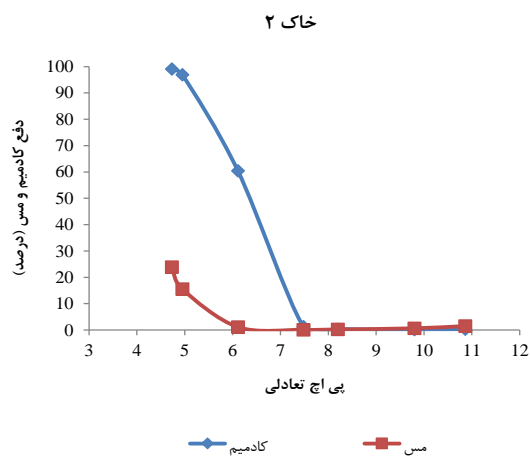
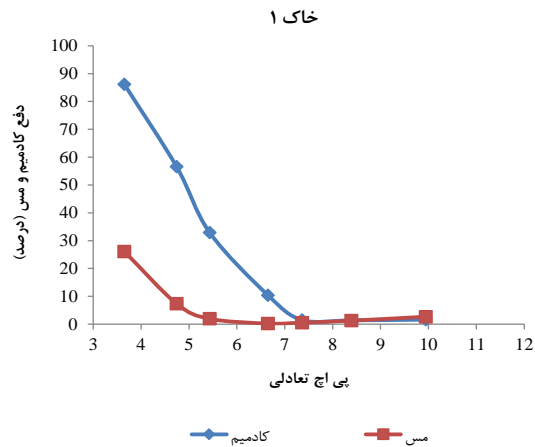


شکل ۱. اثر پی‌اچ تعادلی بر دفع فلزات کادمیم و مس در خاک‌های غیرآلوده

الگوی "V" شکل دفع فلزات سنگین با تغییر پی‌اچ، در تحقیقات متعدد گزارش شده است (الماس و همکاران ۲۰۰۷، هو و همکاران ۲۰۱۲). در مطالعه-ای که الماس و همکاران (۲۰۰۷) دفع عناصر کادمیم، مس و روی را در دامنه پی‌اچ ۳-۹ در حضور الکترولیت کلرید سدیم ۰/۰۱ مول در لیتر بررسی نمودند، دفع عناصر فوق در پی‌اچ ۳، حداکثر بوده و با افزایش پی‌اچ تا ۶، دفع کاهش یافته و مجدداً در پی‌اچ‌های بالای ۶، افزایش دفع مشاهده گردید. افزایش دفع عناصر کادمیم و مس در پی‌اچ‌های بالای ۶ را می‌توان به انحلال ماده آلی و فلزات پیوند یافته به آن نسبت داد و این اثر، به هنگام بررسی عناصری همچون کادمیم و به ویژه مس که غالباً از طریق واکنش کمپلکس شدن، به طور اختصاصی با اجزاء خاک پیوند برقرار می‌نمایند، اهمیت زیادی دارد (الماس و همکاران ۲۰۰۷). ایوانس و همکاران (۱۹۹۵) بیان نمودند که افزایش غلظت مس با افزایش پی‌اچ، به دلیل تشکیل کمپلکس‌های کربناتی محلول می‌باشد.

شکل (۲)، تأثیر پی‌اچ بر دفع فلزات کادمیم و مس در خاک‌های آلوده شده را نشان می‌دهد. همانگونه که انتظار می‌رفت، با کاهش پی‌اچ خاک‌ها، دفع کادمیم و مس اضافه شده در هر دو خاک افزایش یافت. این نتیجه به خوبی با نتایج بدست آمده توسط محققین مختلف همخوانی دارد (مارتینز و ماتو ۲۰۰۰، فیلیپس و همکاران ۲۰۰۴). با توجه به شکل (۲)، منحنی‌های دفع فلزات کادمیم و مس در خاک‌های آلوده شده را می‌توان به سه قسمت تقسیم نمود: (۱) مرحله بیشترین دفع فلزات در دامنه پی‌اچ ۳/۷-۴/۷، (۲) مرحله دفع متوسط در دامنه پی‌اچ ۶/۰-۴/۷ که در آن درصد دفع فلزات روند کاهشی داشت و (۳) مرحله کمترین میزان دفع فلزات در پی‌اچ‌های بالای ۶، که دفع تا میزان ثابتی کاهش یافت.

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



شکل ۲. اثر پی اچ تعادلی بر دفع فلزات کادمیم و مس در خاک‌های آلوده شده

خاک‌های بررسی شده از نظر دفع فلزات در ارتباط با تغییر پی اچ، رفتار متفاوتی نشان دادند. به طور کلی در خاک‌های آلوده شده، درصد کادمیم دفع شده در خاک شماره دو، بیشتر از خاک شماره یک بود، در حالیکه در مورد مس، روند دفع تقریباً در دو خاک مشابه بود. با توجه به نتایج بدست آمده در خاک‌های آلوده شده، حدوداً ۵۰ درصد از کل کادمیم در خاک شماره یک در پی اچ ۴/۹ و در خاک شماره دو در پی اچ ۶/۳ دفع گردید (شکل ۲). همانگونه که در شکل (۲) مشخص است، بالاترین درصد دفع مس در تمام پی اچ‌ها و در هر دو خاک آلوده شده، کمتر از ۳۰ درصد بوده و در هیچ پی اچی به ۵۰ درصد نرسید.

به طور کلی نتایج نشان دادند که هم در دو خاک غیرآلوده و هم دو خاک آلوده شده، در خاک شماره یک، دفع کادمیم و مس در پی اچ پایین‌تری نسبت به خاک شماره دو که دارای درصد بالاتری کربنات کلسیم بود، رخ داده است. نتایج مشابهی توسط مارتینز و ماتو (۲۰۰۰)، و اتوسن و همکاران (۲۰۰۹) بدست آمده است. محققین فوق مشاهده نمودند که در خاک‌های آهکی، دفع فلزات سنگین در پی اچ‌های بالاتری نسبت به خاک‌های غیرآهکی صورت می‌گیرد. در خاک‌های آهکی، بخش قابل توجهی از فلزات سنگین با کربنات‌ها واکنش می‌دهند و در نتیجه، کاهش پی اچ، سبب دفع بیشتر آن‌ها در پی اچ‌های بالاتر می‌گردد (مارتینز و ماتو ۲۰۰۰). با توجه به نتایج بدست آمده، میزان دفع کادمیم در خاک‌های مورد مطالعه بیشتر از مس بود که با نتایج بدست آمده در سایر مطالعات به خوبی همخوانی دارد (هارتر ۱۹۸۳، مارتینز و ماتو ۲۰۰۰، دانگ و همکاران ۲۰۱۵).

### نتیجه‌گیری

مدیریت بهینه آلاینده‌های موجود در خاک‌ها از جمله فلزات سنگین، نیازمند ارزیابی درست پتانسیل دفع و آبشویی آن‌ها و عوامل مؤثر بر آن می‌باشد. به منظور بررسی تحرک فلزات کادمیم و مس در دو خاک آهکی غیرآلوده و آلوده شده، تأثیر پی اچ بر دفع فلزات فوق مورد مطالعه قرار گرفت.



در خاک‌های غیرآلوده، دفع فلزات کادمیم و مس تحت تأثیر پی‌اچ، دارای الگوی "V" شکل بود. به طور کلی در خاک دارای درصد آهک بالاتر، دفع فلزات در پی‌اچ بالاتری رخ داد و درصد دفع کادمیم در هر دو خاک، بالاتر از مس بود. با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه، میزان پی‌اچ خاک-ها، میزان آهک و نوع فلز آلاینده موجود در خاک، فاکتورهای مهمی هستند که لازم است پیش از اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی برای اصلاح خاک‌های آلوده، مورد بررسی قرار بگیرند.

#### منابع:

- Almas, A. R., Lofts, S., Mulder, J. and Tipping, E. 2007. Solubility of major cations and Cu, Zn and Cd in soil extracts of some contaminated agricultural soils near a zinc smelter in Norway: modelling with a multisurface extension of WHAM. *European Journal of Soil Science*, 58, 1074-1086.
- Backes, C. A., McLaren, R. G., Rate, A. W. and Swift, R. S. 1995. Kinetics of cadmium and cobalt desorption from iron and manganese oxides. *Soil Science Society of America Journal*, 59, 778-785.
- Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particles size of soils. *Agronomy Journal*, 54, 464-465.
- Cavallaro, N. and McBride, M. B. 1980. Activities of  $Cu^{2+}$  and  $Cd^{2+}$  in soil solutions as affected by pH. *Soil Science Society of America Journal*, 44, 729-732.
- Dung, T. T. T., Golreihan, A., Vassilieva, E., Phung, N. K., Cappuyns, V. and Swennen, R. 2015. Insights into solid phase characteristics and release of heavy metals and arsenic from industrial sludge via combined chemical, mineralogical, and microanalysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 2205-2218.
- Evans, L. J., Spiers, G. A. and Zhao, G. 1995. Chemical aspects of heavy metal solubility with reference to sewage sludge amended soils. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 59, 291-302.
- Harter, R. D. 1983. Effect of soil pH and adsorption of lead, copper, zinc, and nickel. *Soil Science Society of America Journal*, 47, 47-51.
- Ho, H. H., Swennen, R., Cappuyns, V., Vassilieva, E., Van Gerven, T. and Van Tran, T. 2012. Potential release of selected trace elements (As, Cd, Cu, Mn, Pb and Zn) from sediments in Cam River-mouth (Vietnam) under influence of pH and oxidation. *Science of the Total Environment*, 435-436, 487-498.
- Ma, Y., Lombi, E., Nolan, A. L. and McLaughlin, M. J. 2006. Short-term natural attenuation of copper in soils: effects of time, temperature and soil characteristics. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25, 652-658.
- Martinez, C. E. and Motto, H. L. 2000. Solubility of lead, zinc and copper added to mineral soils. *Environmental Pollution*, 107, 153-158.
- Ottosen, L. M., Hansen, H. K. and Jensen, P. E. 2009. Relation Between pH and Desorption of Cu, Cr, Zn, and Pb from Industrially Polluted Soils. *Water, Air, and Soil Pollution*, 201, 295-304.
- Ottosen, L. M., Hansen, H. K., Ribeiro, A. B. and Villumsen, A. 2001. Removal of Cu, Pb and Zn in an applied electric field in calcareous and non-calcareous soils. *Journal of Hazardous Materials*, 85, 291-299.
- Phillips, I. R., Lamb, D. T., Warker, D. W. and Burton, E. D. 2004. Effect of pH and salinity on copper, lead, and zinc sorption rates in sediments from Moreton bay, Australia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 73, 1041-1048.
- Rowell, D. L. 1994. *Soil Science: Method and Application*. Longman Group, Harlow. p.345.
- Sposito, G., Lund, L. J. and Chang, A. C. 1982. Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb in solid phases. *Soil Science Society of America Journal*, 46, 260-264



# 16<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress



University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Chemistry

## Effect of pH on desorption of cadmium and copper from native and spiked calcareous soils

Najafi<sup>1</sup>, S., Jalali<sup>2</sup>, M.

<sup>1</sup> PhD Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Bu-Ali Sina University, Iran

<sup>2</sup> Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Bu-Ali Sina University, Iran

### Abstract

Studying desorption of heavy metals as a function of pH may provide information on availability and mobility of metals in soils. The effect of soil pH on desorption of two heavy metals, cadmium (Cd) and copper (Cu) was assessed in two native and spiked calcareous soils. Metals were added to soils at the rate of 500 mg kg<sup>-1</sup> and then, the soils were equilibrated (aged) for 40 days. At the end of this reaction period, metal desorption was measured at different pH level (1–3 units below and above the pH of native soils). In native soils, Cd and Cu displayed a V-shaped pH-dependent desorption pattern with important desorption at pH 4 and 10 (soil 1) and 5 and 11 (soil 2). In the spiked soils, desorption of added metals increased with a decrease in pH. Desorption of metals occurred at a lower pH in soil 1 than in the soil 2 having a higher content of carbonates (both native and spiked soils). Environmental implications concerning metal mobility might be derived from these findings.

**Keywords:** Heavy metals, mobility control, V-shaped pattern, spiked soil

---

\* Corresponding author, Email: Sarvenaz.aos@gmail.com