

ویژگی های جذب سطحی روی در خاک های کشت صنعت نیشکر در شمال خوزستان (هفت تپه و شوشتر)

مصطفی چرم و فرشید عبدالمهی^۱

چکیده

کمبود روی به عنوان یکی از معمول ترین کمبودهای عناصر کم مصرف کاتیونی در خاک های آهکی و قلیایی گزارش شده است. اغلب خاک های تحت کشت نیشکر در استان خوزستان دارای درصد آهک بالا و pH بیشتر از ۷ می باشند، لذا فراهمی عنصر روی، و فرآیندهایی که باعث ابقا و نگهداری این عنصر در خاک می گردند، حائز اهمیت می باشد. جذب عنصر روی توسط سطوح کلونید های خاک یکی از این فرآیندها می باشد که تاکنون در خاک های تحت کشت نیشکر مورد بررسی قرار نگرفته است. به منظور مطالعه ویژگی های جذب سطحی عنصر روی در خاک های تحت کشت نیشکر، تعداد ۸ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متری، از دو کشت و صنعت نیشکری هفت تپه و شوشتر تهیه گردید. داده های جذب سطحی بدست آمده به وسیله دو معادله فروندلیچ و لانگ مویر برازش داده شد و ضرایب آنها محاسبه گردید. جذب سطحی روی با شکل خطی معادله فروندلیچ و هم چنین با معادله لانگ مویر دو سطحی به طور معنی داری قابل برازش بود. در این میان، معادله فروندلیچ بهتر از معادله لانگ مویر، رفتار جذب سطحی روی در خاک های تحت کشت نیشکر را توصیف می کند. برقراری روابط رگرسیونی بین ضرایب معادلات فروندلیچ و لانگ مویر با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های تحت کشت نیشکر نشان داد که ضرایب جذب هر دو معادله روابط مثبت معنی داری را با درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی و رابطه منفی معنی دار با درصد کربنات کلسیم دارد.

واژه های کلیدی: روی، جذب سطحی، هم دماهای جذب فروندلیچ و لانگ مویر، رس، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم

مقدمه

در گیاهان تحت کشت در خاک های آهکی و قلیایی می باشد (۵۱). بررسی ها نشان می دهد که کمبود روی در این خاک ها با مجموعه ای از عوامل همچون pH بالا، وجود کربنات کلسیم و حضور برخی از کانی ها که میل ترکیبی شدید با روی دارند، در ارتباط می باشد (۱۷). کاتلت و همکاران (۱۵) نیز به کمبود عمومی روی در خاک های ایالت کلرادو و دیگر ایالت های غربی آن به دلیل pH بالای این خاک ها، اشاره دارند. برای پی بردن به حلالیت و فعالیت روی (Zn^{+2}) در محلول خاک و قابلیت دسترسی آن برای گیاهان از جمله نیشکر، آگاهی از کاننسم هایی که کنترل کننده این عنصر در محلول خاک

عناصر کم مصرف، علی رغم میزان کم مورد نیاز آنها به دلیل نقش مهمی که در فعل و انفعالات گیاه دارند، مصرف آن ها بایستی مورد توجه قرار گیرد. کمبود این عناصر به خصوص کمبود پنهان آن ها می تواند تا حدود ۵۰ درصد باعث کاهش محصول گیاهان، از جمله نیشکر گردد (۵). تحقیقات انجام شده نشان می دهند که استفاده از عناصر کم مصرف از جمله روی، باعث افزایش کمی و کیفی نیشکر در واحد سطح می گردد (۳). روی دارای گونه های مختلف در خاک می باشد، که شکل مهم و قابل جذب آن در خاک Zn^{+2} می باشد. کمبود روی یکی از شایع ترین کمبودهای عناصر غذایی کم مصرف کاتیونی

را افزایش می دهد (۱۳، ۲۲، ۴۲ و ۴۳) و برخی نیز گزارش کرده اند که کاهش یا حذف ماده آلی از خاک، باعث افزایش جذب روی گردیده است (۴۰) و (۴۸). اکسیدهای آهن، آلومینیوم و منگنز به دلیل وجود گروههای عامل سطحی می توانند با فلزات، پیوندهای قوی را تشکیل دهند به طوری که با افزایش pH، جذب فلزات به وسیله آن ها بیشتر می گردد. جذب سطحی روی به وسیله این نوع از کانی ها به وسیله محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (۱۰، ۱۲ و ۱۸). آن چه مسلم است به دلیل وجود بارهای وابسته به pH در این نوع از کانی ها، مکانیسم های جذب روی به وسیله آنها به مقدار زیادی تحت تأثیر pH می باشد (۴۶). بارو (۱۱) بیان می کند که افزایش آهک به خاک، باعث افزایش جذب سطحی روی می گردد. شیروال و دشپانده (۴۱) گزارش کردند که کانی های کلسیت، دولومیت و مگنیزیت، می توانند روی موجود در فاز محلول را جذب کرده و از این طریق غلظت روی را در فاز محلول کاهش دهند. ملکوتی و لطف اللهی (۸) بیان کردند که عامل اصلی حبس شدن روی در خاکهای آهکی کشور، تبدیل سولفات روی مصرف شده به کربنات روی می باشد، که سبب گردیده این کود به طور موقت از دسترس گیاه خارج شده و در نتیجه باعث پایین آمدن جذب آن در کشت گیاه اول گردد. یودو و همکاران (۴۹) نیز گزارش کردند که در خاک های آهکی، هنگامی که روی در مقادیر زیاد به خاک اضافه می شود، عمدتاً به صورت کربنات ها رسوب می کند تا هیدروکسیدهای آن. ژو و آلو (۵۲) جذب مس و روی در حضور غلظت های مختلف کلسیم، منیزیم و پتاسیم را بررسی کرده و اظهار داشتند که حضور این کاتیون ها جذب سطحی روی را بیشتر از مس تحت تأثیر قرار می دهند. بورا و همکاران (۱۳) بیان کردند که با افزایش مقدار کلسیم در خاک، جذب روی نیز افزایش می یابد.

می باشند، لازم به نظر می رسد. یکی از این مکانیسم ها که بیانگر حلالیت روی و میزان حضور آن در محلول خاک برای قابلیت استفاده گیاه می باشد، فرآیند جذب سطحی روی توسط فاز جامد خاک، به عنوان سطح جذب کننده این عنصر می باشد (۲۸). این فرآیند با ویژگی های خاک بسیار متغیر است، از جمله این ویژگی ها می توان به pH، نوع و مقدار رس، ماده آلی، مقدار کربنات کلسیم، اکسیدهای آهن و آلومینیوم، شرایط اکسایش و کاهش و میزان حضور دیگر عناصر در فاز محلول خاک اشاره کرد (۲ و ۴۱). جذب سطحی روی بیش از هر عاملی تحت تأثیر pH خاک قرار می گیرد (۳۷). برخی مطالعات نشان می دهد که تغییرات حلالیت روی با pH به دلیل تغییر در مکانیسم های کنترل کننده ی روی می باشد، به عنوان مثال گوپتا (۲۳) بیان می کند که در pH های خنثی و اسیدی، جذب سطحی و در pH های بالا، مکانیسم رسوب روی کنترل کننده ی حلالیت این عنصر می باشند. برخی از محققین در مطالعات خود به تأثیر رس ها در جذب سطحی روی اشاره نموده اند (۲۰ و ۳۶ و ۳۸) و مقدار جذب روی به وسیله کانی های مختلف رسی را به ترتیب زیر گزارش کردند:

کائولونیت > ایلیت > مونت موریلونیت

تأثیر ماده آلی در جذب روی به درستی مشخص نیست، به طوری که عدم تأثیر، و هم چنین اثرات مثبت و منفی ماده آلی در جذب سطحی روی گزارش شده است، هارتر (۲۵)، هم چنین مک براید و همکاران (۳۲) بیان کردند که رابطه ای بین جذب سطحی روی و ماده آلی خاک وجود ندارد. برخی محققین دیگر گزارش کردند که اضافه کردن ماده آلی به خاک، ظرفیت جذب سطحی روی

واقع در شمال استان خوزستان تهیه گردید. پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، نمونه های خاک در هوای آزاد خشک گردیده و از الک دو میلی متری عبور داده شد. برخی از خصوصیات خاک ها شامل درصد ذرات رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری (۱۴)، درصد ماده آلی به روش والکلی و بلاک (۵۰)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش جانشینی کاتیون ها با استات سدیم (۳۹)، pH گل اشباع توسط الکتروود شیشه ای (۳۳)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسیدکلریدریک (۹)، فسفر قابل جذب به روش بی کربنات سدیم (۳۵)، اندازه گیری روی قابل جذب به روش دی تی پی (۳۱)، اندازه گیری شد. در پایان پس از تجزیه های اولیه، تعداد هشت نمونه خاک که دارای بیشترین تفاوت در ویژگی های فیزیکی و شیمیایی با یکدیگر بودند، جهت تعیین خصوصیات جذب سطحی روی در این خاک ها، انتخاب گردیدند.

- هم دماهای جذب سطحی روی در خاک های مورد مطالعه

به منظور بررسی هم دماهای جذب سطحی روی، مقدار ۲ گرم خاک از نمونه خاک های آماده شده داخل لوله های پلی اتیلنی ریخته شد، سپس به لوله ها مقدار ۴۰ میلی لیتر از محلول های حاوی روی با غلظت های مختلف (۱۰، ۲۰، ۳۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر) که از منبع سولفات روی ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) تهیه شده بود، در سه تکرار اضافه گردید. برای ثابت نگه داشتن تقریبی قدرت یونی، محلول های حاوی عنصر روی در کلرید کلسیم یکصدم مولار، تهیه گردیدند. هم چنین به منظور جلوگیری از رشد ریزجانداران^۱، مقدار دو تا سه قطره تولوئن^۲ به محتویات لوله اضافه شد. سپس نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه

حضور کاتیون هایی مثل کادمیم (۱۶)، نیکل و مس (۳۴) در فاز محلول خاک می تواند بر جذب روی تأثیر داشته باشد. کو و میکلسون (۳۰) نیز بیان کرده اند که حضور کاتیون هایی همانند Fe، Cu، Mn و Hg در محلول خاک، به علت رقابت برای جذب بر روی مکان های جذب کننده، مقدار جذب روی را کاهش می دهند.

خصوصیات جذب سطحی روی در خاک های آهکی ایران به وسیله مفتون و همکاران (۷) مورد بررسی قرار گرفته است. ولی درباره وضعیت جذب سطحی روی در خاک های تحت کشت نیشکر تاکنون مطالعه ای صورت نگرفته است، این نکته زمانی اهمیت بیشتری می یابد که بدانیم بیشتر خاک های تحت کشت نیشکر در استان خوزستان، دارای بیش از ۴۰ درصد آهک و pH بالاتر از ۷ می باشند، که در چنین شرایطی حلالیت عناصر کم مصرف از جمله روی کم گردیده و قابلیت استفاده از آنها، کاهش می یابد. لذا این تحقیق با اهداف زیر انجام شد:

- ۱- مطالعه جذب سطحی عنصر روی در خاک های تحت کشت نیشکر و تعیین ضرایب جذب سطحی آن با استفاده از هم دماهای جذب فروندلیچ و لانگ مویر.
- ۲- بررسی رابطه کمی میان ضرایب جذب سطحی عنصر روی و برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک که در جذب آن مؤثرند.

مواد و روش ها

- ویژگی های خاک های مورد مطالعه

با استفاده از مطالعات خاک شناسی موجود (۱) و (۴)، از سری های مختلف خاک و از هر سری سه نمونه، به روش نمونه برداری ساده از عمق ۳۰-۰ سانتی متری و از محل استقرار نی، از دو کشت و صنعت نیشکری امام خمینی (ره) شوشتر و هفت تپه

C: غلظت نهایی عنصر در فاز محلول (میکرو گرم در میلی لیتر). n و K_f : ثابت های تجربی معادله. رسم $\log \frac{x}{m}$ در مقابل $\log C$ به صورت خط راستی در می آید، که شیب این خط $\frac{1}{n}$ و عرض از مبدأ آن $\log k$ می باشد.

معادله لانگ مویر، جذب سطحی غیر اختصاصی مولکول ها یا یون ها را در سطح بیان می کند. غیر اختصاصی به آن معناست که تمایل تمام نقاط روی سطح برای جذب ماده جذب شونده، یکسان است. شکل متداول این معادله به صورت زیر است:

$$\frac{x}{m} = \frac{KCb}{1+KCb}$$

$\frac{x}{m}$ و C همان معانی قبل را دارند، K ضریب متناسب با انرژی پیوندی جذب شونده به جذب کننده، و ضریب b حداکثر مقدار جذب شونده به وسیله جذب کننده را نشان می دهد. شکل خطی معادله لانگ مویر به صورت زیر است:

$$\frac{C}{\frac{x}{m}} = \frac{1}{kb} + \frac{1}{b}C$$

رسم پارامتر $\frac{C}{\frac{x}{m}}$ در مقابل C ، خط راستی با شیب $\frac{1}{b}$ و عرض از مبدأ $\frac{1}{kb}$ به دست می دهد، که از روی شیب این خط مقدار b و با قرار دادن آن در مقدار عرض از مبدأ، مقدار K به دست می آید. با برآزش داده های جذب روی به وسیله معادله فروندلیچ، دو پارامتر K_f و $\frac{1}{n}$ به دست می آیند. جین و رام (۲۷) در بررسی جذب سطحی عناصر روی و سرب، این پارامتر ها را به ترتیب معادل ظرفیت جذب و شدت جذب عنصر به وسیله

بوسیله به هم زن برقی^۱ تکان داده شد و پس از یک شبانه روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، مجدداً ۳۰ دقیقه توسط به هم زن برقی، تکان داده شد، پس از آن نمونه ها به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفوژ شده و سپس محلول صاف شده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شد (۷). در پایان غلظت روی در نمونه های صاف شده به وسیله دستگاه جذب اتمی^۲ قرائت گردید. مقدار روی جذب شده، از طریق تفاوت غلظت روی در محلول اولیه و نهایی، تعیین شد و به ازای واحد وزن جذب کننده (یک گرم خاک) محاسبه گردید.

جذب سطحی یون ها در خاک، با استفاده از معادلات هم دماهای جذب سطحی فروندلیچ و لانگ مویر مورد بررسی قرار گرفت. هم دماهای جذب سطحی، روابط بین مقدار جذب سطحی شده عنصر بر سطح جذب کننده (خاک) و غلظت عنصر در محلول تعادلی در یک دمای ثابت را توصیف می کنند (۶). معادله فروندلیچ در اصل تجربی می باشد، بر اساس این معادله انرژی پیوندی با افزایش میزان جذب، به طور نمایی کاهش می یابد.

$$\frac{x}{m} = K_f C^{\frac{1}{n}}$$

شکل خطی این معادله به صورت زیر است:

$$\log \frac{x}{m} = \log K_f + \frac{1}{n} \log C$$

$\frac{x}{m}$: مقدار ماده جذب شده در واحد وزن جذب کننده (میکروگرم در هر گرم خاک).

($p < 0/01$) توسط این معادله در هر هشت نمونه خاک تحت کشت نیشکر به دست آمد (جدول ۲). شکل ۱ نشان دهنده پراکندگی نقاط و برازش آن ها با معادله فروندلیچ می باشد، به طوری که مشاهده می گردد، جذب سطحی روی توسط خاک های مورد مطالعه به صورت خط مستقیم و یک قسمتی می باشد، که بیانگر وضعیت مشابه جذب سطحی این عنصر در تمام مقادیر غلظت های به کار رفته می باشد. جین و رام (۲۷) در توصیف جذب سطحی عناصر روی و سرب از معادله فروندلیچ استفاده نمودند. هم چنین کردی و دائر (۲۹) در بررسی جذب سطحی روی در چهار خاک ایالت کالیفرنیا گزارش کردند که هم دماهای جذب سطحی روی با معادله فروندلیچ هماهنگی داشته و به صورت یک قسمتی می باشند. بررسی دو پارامتر ظرفیت جذب (K_f) و شدت جذب ($\frac{1}{n}$) به وسیله معادله فروندلیچ برای هر هشت خاک مورد مطالعه نشان می دهد که مقدار ظرفیت جذب (K_f) از $466/8$ تا $826/2$ با میانگین $690/9$ میلی گرم در کیلوگرم، و مقدار شدت جذب ($\frac{1}{n}$) بین $0/435$ تا $0/495$ با میانگین $0/456$ در تغییر می باشد (جدول ۲). مفتون و همکاران (۷) در مطالعه خود برای جذب سطحی روی در خاک های آهکی استان فارس با استفاده از معادله فروندلیچ، مقدار ضریب K_f را بین 403 تا 1164 میلی گرم بر کیلوگرم، و مقدار ضریب $\frac{1}{n}$ را بین $0/410$ تا $0/690$ گزارش کردند. قرائی و همکاران (۲۱) نیز مقدار K_f و $\frac{1}{n}$ را برای جذب سطحی عنصر سرب به ترتیب بین 2109 تا 28379 میلی گرم بر کیلوگرم، و $0/248$ تا $0/663$ گزارش کرده اند. به منظور بررسی تغییرات ضرایب K_f و $\frac{1}{n}$ در خاک های مورد تحقیق و تأثیر ویژگی های خاک در نگهداری روی مورد ستفده بین این ضرایب

سطح جامد خاک عنوان نمودند. هم چنین با برازش این داده ها با معادله لانگ مویر، دو پارامتر b و k که به ترتیب بیانگر ظرفیت حداکثر جذب و انرژی پیوندی روی با خاک می باشند، بدست می آیند (۷).

نتایج و بحث

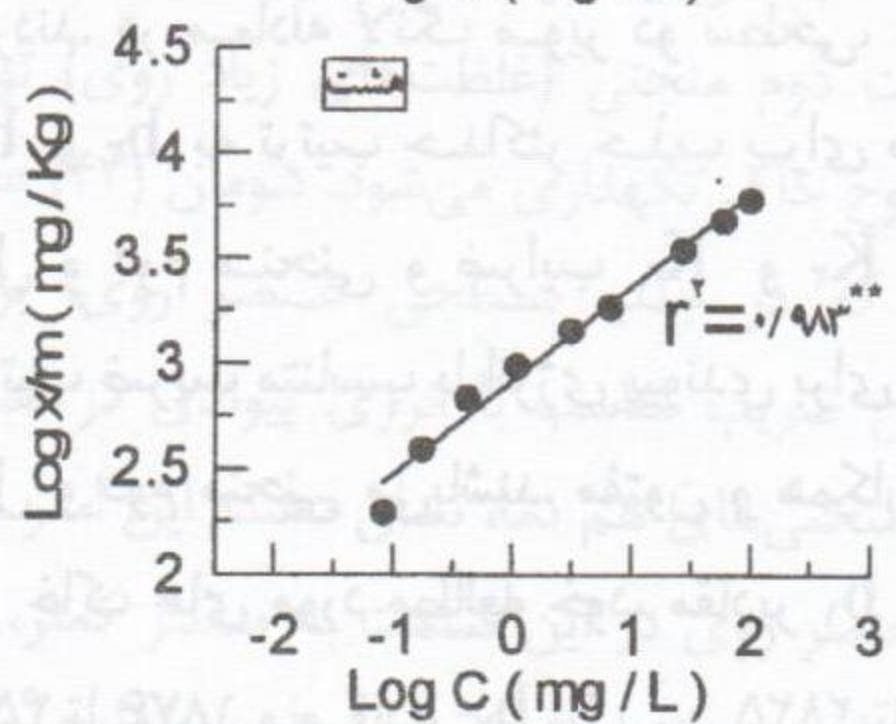
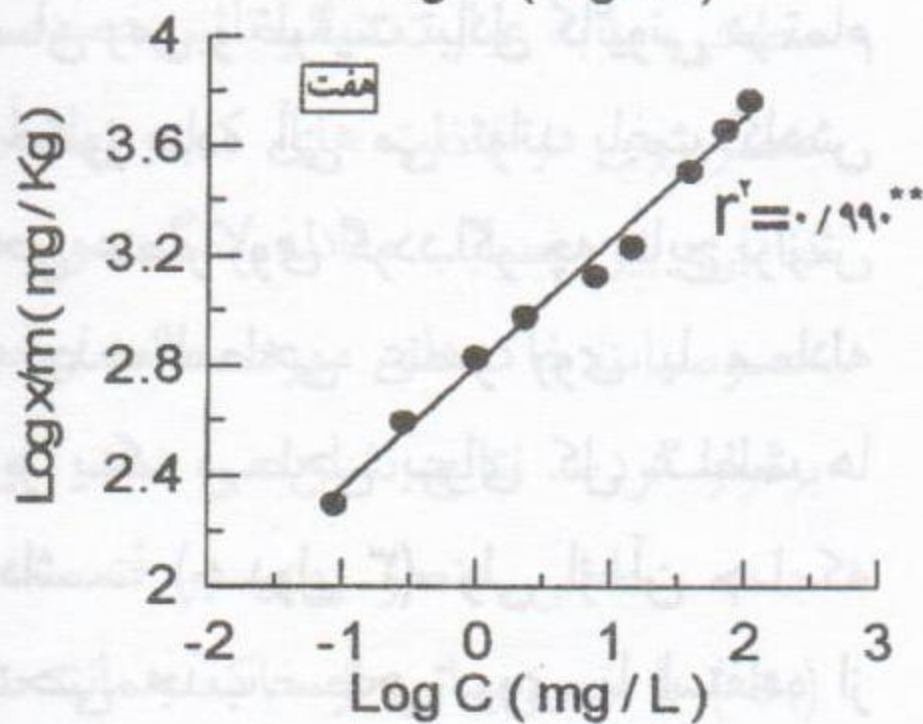
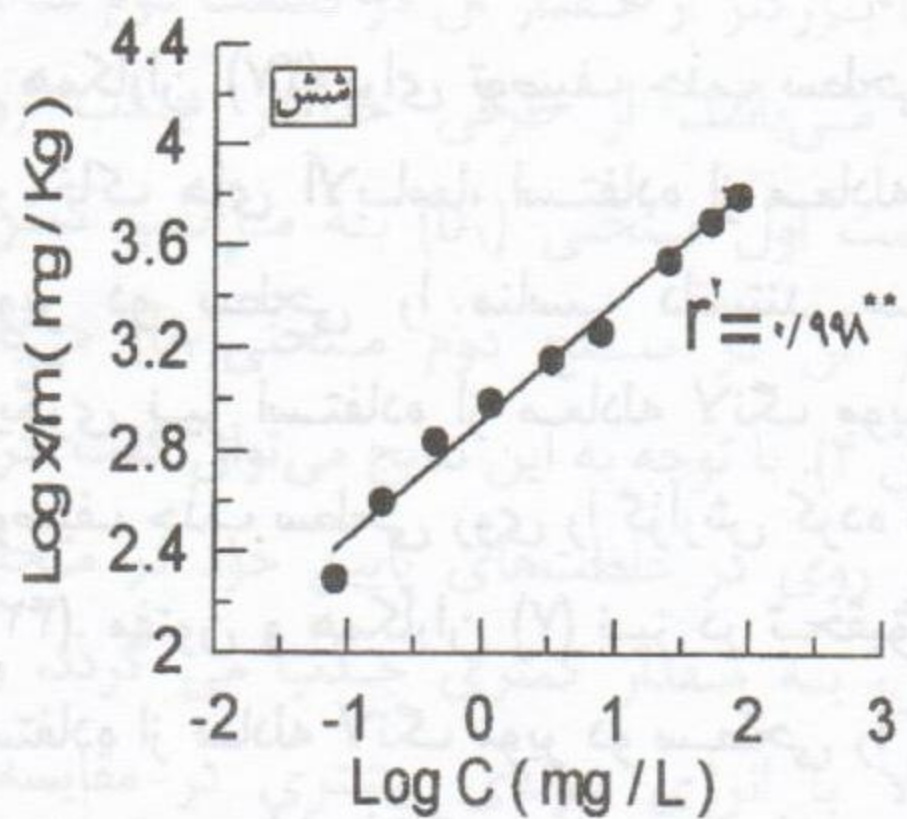
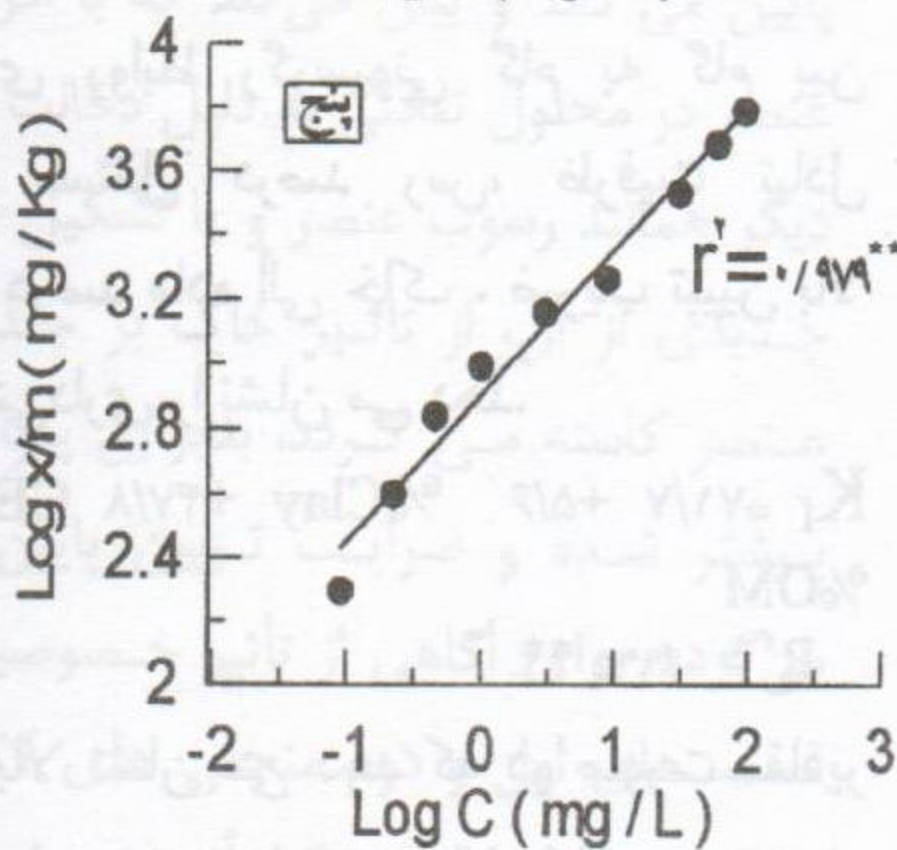
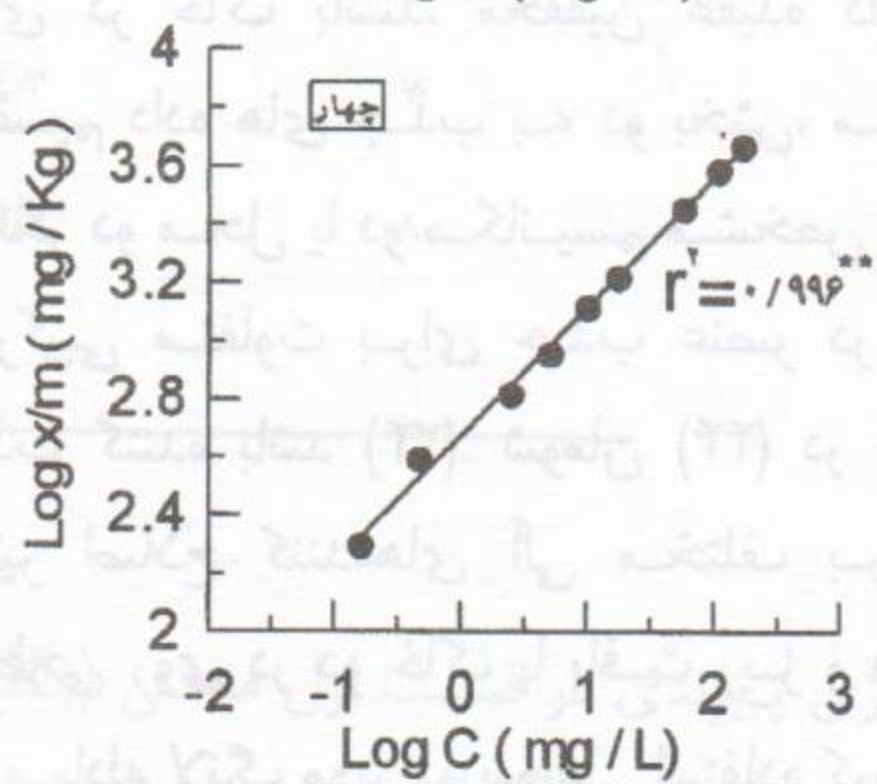
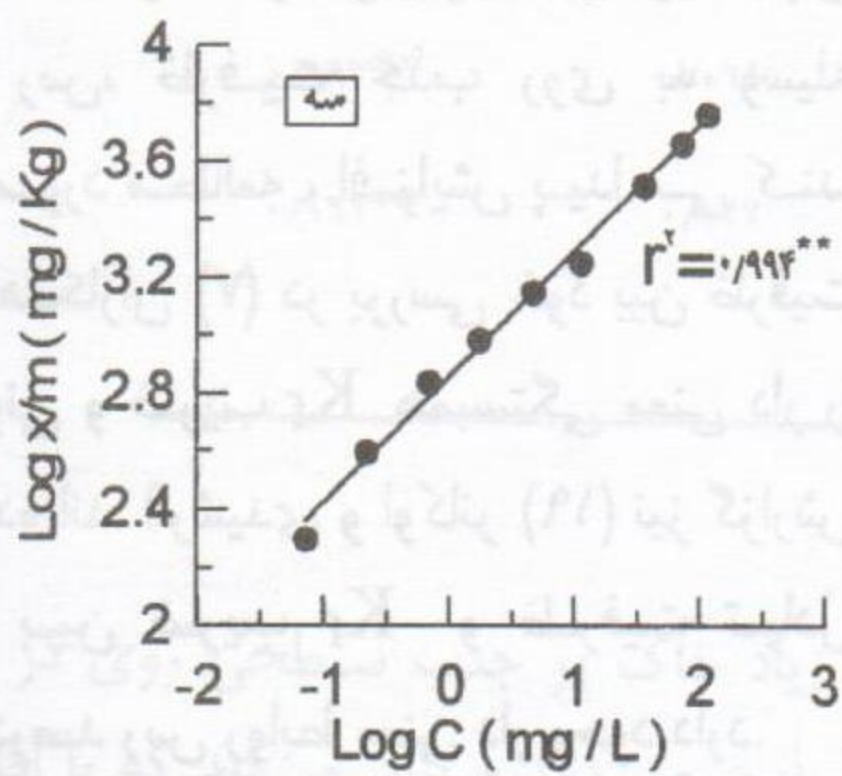
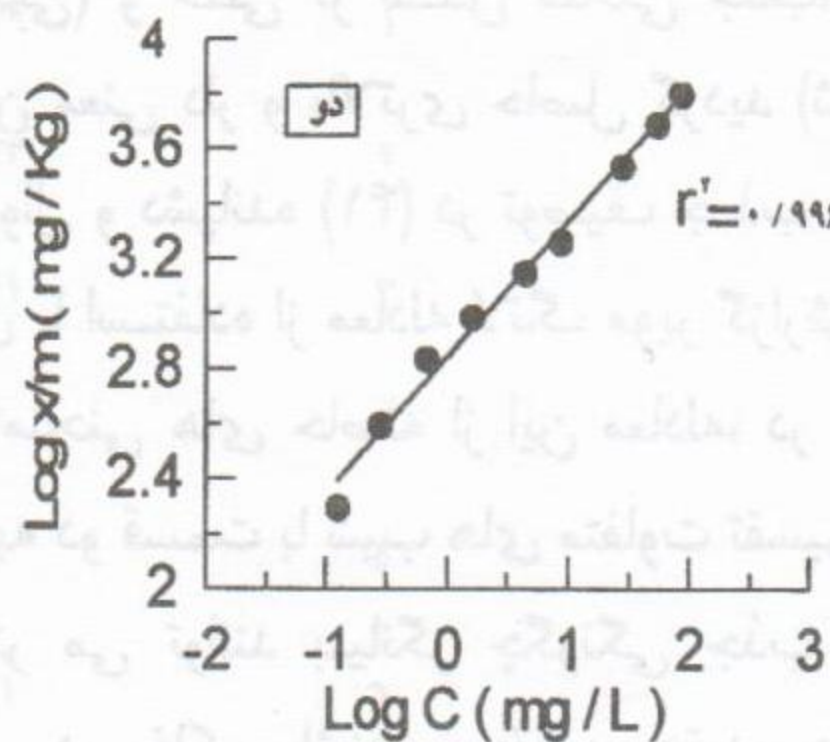
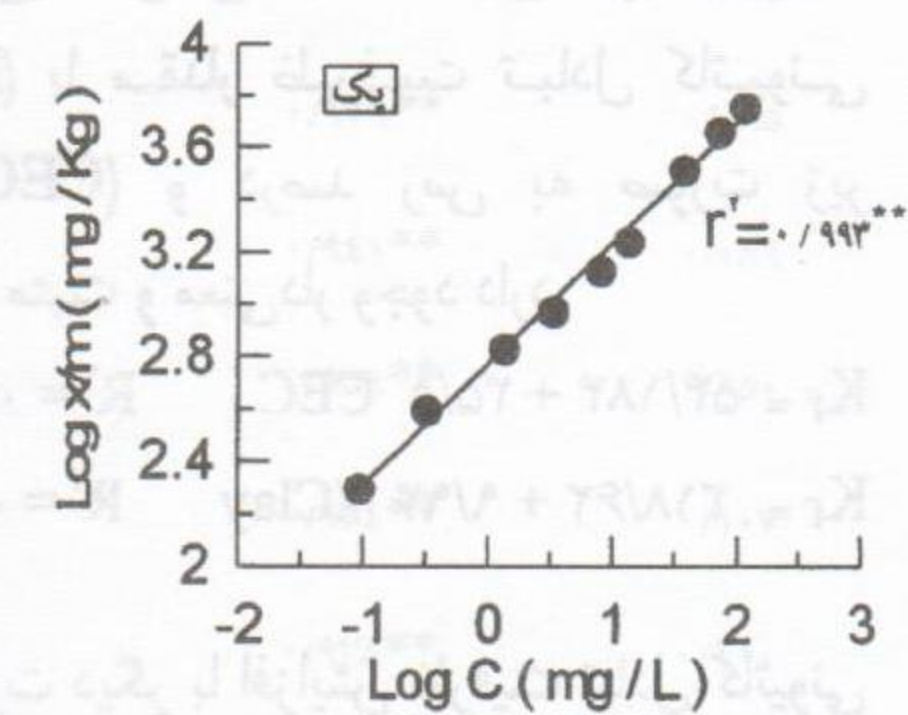
خاک های مورد مطالعه دارای ویژگی های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی می باشند که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک های شماره ۲ و ۴ به ترتیب دارای قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع $3/8$ و $3/4$ دسی زیمنس بر متر و بقیه خاک ها به طور متوسط دارای شوری $1/2$ دسی زیمنس بر متر می باشند. خاک ها دارای pH تقریباً یکسان هستند. خاک شماره ۶ با $pH = 8/1$ و خاک شماره ۲ با $pH = 7/52$ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقادیر pH می باشند. خاک های انتخابی دارای دامنه وسیعی از درصد رس می باشند، میزان رس در این خاک ها بین 18 (خاک شماره ۴) تا 48 درصد (خاک شماره ۸) در تغییر می باشد. میزان کربنات کلسیم نیز بین 40 تا 45 درصد اندازه گیری شده است که نشان دهنده آهکی بودن خاک های مورد مطالعه می باشد. سایر خصوصیات شیمیایی همانند ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد ماده آلی، غلظت عناصر فسفر و روی نیز در این جدول شماره ۱ نشان داده شده است. نتایج تجزیه خاکها نشان می دهد که این خاک ها دارای مقدار ماده آلی کم و غلظت عنصر روی پایین می باشند. نتایج برازش داده های جذب سطحی عنصر روی با معادله فروندلیچ نشان می دهد که این معادله به خوبی ارتباط روی موجود در محلول با روی جذب سطحی شده را توصیف می کند، به طوری که این داده ها با شکل خطی معادله فروندلیچ کاملاً هماهنگی داشته و ضرایب تبیین (R^2) بسیار بالا و معنی داری

جدول ۱ - برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد مطالعه

شماره خاک	گروه بزرگ	EC (dSm ⁻¹)	pH	درصد رس	ماده آلی درصد	درصد کربنات کلسیم	کیلوگرم خاک (سانتی مول بار (+) بر CEC	کیلوگرم بر (میلی گرم بر فسفر قابل جذب	کیلوگرم (میلی گرم بر روی
۱	Torrifluvents	۳/۱	۸/۰۲	۳۵	۱/۴۴	۴۲	۱۹	۱۴/۵	۰/۸۷
۲	Haplocalcids	۳/۸	۷/۵۲	۴۷	۱/۲۵	۴۰	۱۸/۵	۸/۵	۰/۲۷
۳	Haplocalcids	۳/۴	۷/۸۰	۴۴	۱/۰۰	۴۳/۳	۱۷	۳/۸۱	۰/۳۳
۴	Haplocalcids	۳/۴	۷/۸۷	۱۸	۰/۸۱	۴۶	۱۲/۵	۷/۰	۰/۳۰
۵	Haploustepts	۱/۰	۷/۹۲	۳۸	۱/۱۲	۴۱/۵	۲۰/۵	۲/۱۲	۰/۴۴
۶	Haploustepts	۱/۱	۸/۱۰	۴۲	۱/۲۰	۴۱	۲۱	۱۴/۶	۰/۱۶
۷	Haploustepts	۱/۵	۷/۷۶	۲۸	۰/۷۸	۴۵	۱۵	۱۲/۵	۰/۲۰
۸	Haploustepts	۱/۱	۷/۹۰	۴۸	۱/۱۵	۴۳/۷	۲۰	۹/۰	۰/۱۶

جدول ۲ - ضرایب معادله فروندلیچ برای عنصر روی

شماره خاک	K _r	1/n	R ^۲
۱	۵۸۵/۹	۰/۴۶۱	۰/۹۹۳ **
۲	۶۹۰/۱	۰/۴۹۴	۰/۹۹۰ **
۳	۷۱۷/۵	۰/۴۳۵	۰/۹۹۴ **
۴	۴۶۶/۸	۰/۴۴۳	۰/۹۹۶ **
۵	۷۹۰/۹	۰/۴۵۲	۰/۹۷۹ **
۶	۸۱۳/۷	۰/۴۶۱	۰/۹۸۷ **
۷	۶۳۵/۷	۰/۴۵۲	۰/۹۹۰ **
۸	۸۲۶/۲	۰/۴۵۰	۰/۹۸۳ **



شکل ۱- هم دماهای جذب سطحی عنصر روی بر اساس معادله فروندلیچ در خاک های مورد مطالعه

جذب سطحی این عنصر به دو قسمت (غلظت عنصر روی در غلظت های کم و زیاد در محلول تعادلی) و خطی تر شدن منحنی جذب، ضرایب تبیین معنی دار و بالاتری حاصل گردید (شکل ۲). شیروال و دشیپانده (۴۱) در توصیف جذب سطحی روی با استفاده از معادله لانگ مویر گزارش کردند که منحنی های حاصله از این معادله، در صورتی که به دو قسمت با شیب های متفاوت تقسیم گردند، بهتر می توانند بیانگر چگونگی جذب سطحی روی در خاک باشند. محققین عقیده دارند که تقسیم داده های جذب به دو بخش، می تواند بیانگر دو محل یا دو مکانیسم مشخص با میل ترکیبی متفاوت برای جذب عنصر در سطوح جذب کننده باشد (۲۴). شومان (۴۴) در بررسی تأثیر اصلاح کننده های آلی مختلف بر جذب سطحی روی در دو خاک با بافت ریز و درشت، از معادله لانگ مویر دو سطحی استفاده کرد. تایلور و همکاران (۴۷) برای توصیف جذب سطحی روی در خاک های آلاباما، استفاده از معادله لانگ مویر دو سطحی را مناسب دانستند. محققین دیگری نیز استفاده از معادله لانگ مویر برای توصیف جذب سطحی روی را گزارش کرده اند (۲۶) و (۴۲). مفتون و همکاران (۷) نیز در تحقیق خود استفاده از معادله لانگ مویر دو سطحی را گزارش کردند. در معادله لانگ مویر دو سطحی، ضرایب b_1 و b_2 به ترتیب حداکثر جذب برای سطوح اول و دوم منحنی و ضرایب K_1 و K_2 نیز به ترتیب ضریب متناسب با انرژی پیوندی برای سطوح اول و دوم منحنی می باشند. مفتون و همکاران (۷) در خاک های مورد مطالعه خود، مقادیر b_1 را بین ۴۵۲ تا ۱۸۷۶ و مقادیر b_2 را بین ۲۸۲۵ تا ۷۰۴۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک، و مقادیر K_1 و K_2 را به ترتیب بین ۰/۳۹ تا ۵/۹۶ و ۰/۰۲ تا ۰/۱۴ گزارش کرده اند. در این تحقیق، ضریب متناسب

و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد مطالعه، روابط رگرسیونی برقرار گردید. نتایج نشان می دهد که میان ضریب ظرفیت جذب (K_f) با مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) و درصد رس به صورت زیر همبستگی مثبت و معنی دار وجود دارد.

$$K_f = 54/184 + 35/5 \text{ CEC} \quad R^2 = 0.71^*$$

$$K_f = 318/62 + 9/93 \% \text{Clay} \quad R^2 = 0.673^*$$

به عبارت دیگر با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد رس، ظرفیت جذب روی به وسیله خاک های مورد مطالعه، افزایش پیدا می کند. مفتون و همکاران (۷) در بررسی خود بین ظرفیت تبادل کاتیونی و ضریب K_f همبستگی معنی دار را گزارش کرده اند. الرشیدی و اوکانر (۱۹) نیز گزارش کردند که بین ضریب K_f و ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد رس روابط معنی دار وجود دارد.

برقراری روابط رگرسیونی گام به گام بین متغیرهای مستقل درصد رس، ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد ماده آلی خاک، ضریب تبیین بالا و بسیار معنی داری را نشان می دهد.

$$K_f = 71/7 + 5/6 \% \text{Clay} + 47/8 \text{ CEC} - 415 \% \text{OM} \\ R^2 = 0.995^{**}$$

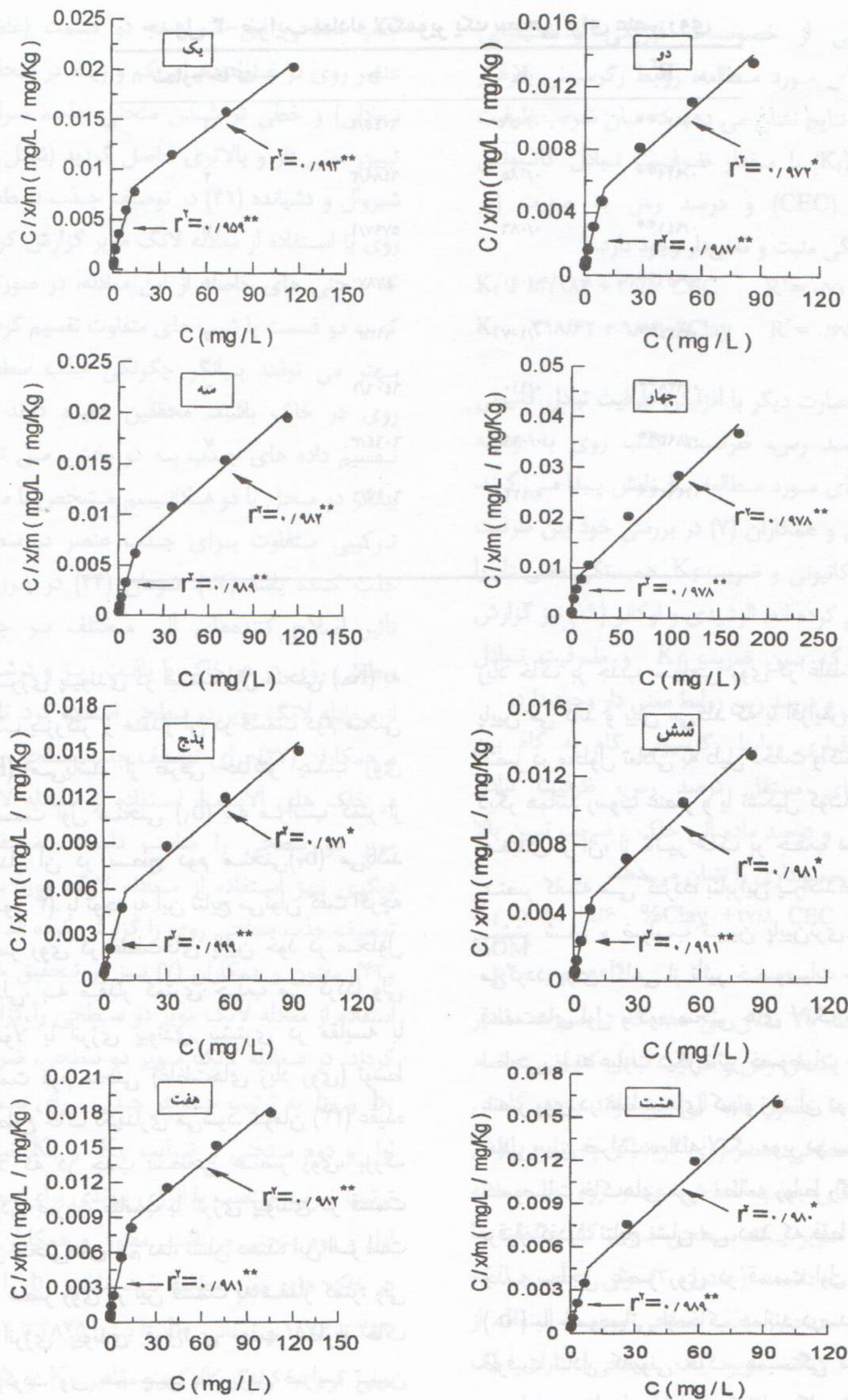
رابطه بالا نشان می دهد که در صورت مقادیر ثابت و یکسان رس و ظرفیت تبادل کاتیونی در تمام خاک ها حضور ماده آلی می تواند باعث کاهش جذب سطحی عنصر روی گردد. اگر چه نتایج برآزش داده های جذب سطحی عنصر روی با معادله لانگ مویر یک سطحی برای کل غلظت ها مطابقت داشت (جدول ۳)، ولی از آن جا که شکل منحنی جذب سطحی روی با استفاده از معادله لانگ مویر یک سطحی، دارای یک شکستگی (انحنای) بود، لذا برای توصیف بهتر جذب سطحی روی از هم دماهای دو سطحی لانگ مویر استفاده گردید. بنابراین با تقسیم داده های

جدول ۳- ضرایب معادله لانگمویر یک سطحی برای عنصر روی

شماره خاک	b	K	R ²
۱	۶۰۴۵/۹	۰/۰۵۶	۰/۹۲۰**
۲	۶۴۸۹/۳	۰/۰۸۵	۰/۹۲۹**
۳	۵۷۹۷/۱	۰/۰۸۶	۰/۹۴۱**
۴	۴۷۸۷	۰/۰۵۰	۰/۹۵۶**
۵	۶۱۳۵	۰/۱۰۷	۰/۹۳۴**
۶	۶۴۰۶/۱	۰/۱۱۰	۰/۹۳۸**
۷	۶۰۶۴/۳	۰/۰۶۱	۰/۸۹۳**
۸	۶۰۹۷/۶	۰/۱۲۲	۰/۹۶۱**

زیاد خاک بر جذب سطحی روی در غلظت های پایین می داند و بیان می کند که با افزایش غلظت عنصر در محلول تعادلی به دلیل دخالت واکنش های دیگر همانند رسوب عنصر و یا تشکیل گونه های جدیدی از آن، از تأثیر خاک بر جذب سطحی عنصر کاسته می گردد، بنابراین پراکندگی نقاط بیشتر شده و ضرایب تبیین پایین تری حاصل می گردد. برای آگاهی از تأثیر خصوصیات خاک بر قسمت های اول و دوم منحنی های لانگ مویر دو سطحی، یا به عبارت دیگر تأثیر خصوصیات خاک بر عنصر روی در غلظت های کم و زیاد آن در محلول تعادلی، بین ضرایب معادله لانگ مویر دو سطحی و خصوصیات خاک های مورد مطالعه روابط رگرسیونی برقرار گردید. نتایج نشان می دهد که فقط حداکثر جذب سطحی عنصر روی در قسمت اول منحنی (b₁) با خصوصیتی از خاک همانند درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، همبستگی مثبت و بسیار معنی دار، و با درصد کربنات کلسیم خاک همبستگی منفی و معنی داری را برقرار می کند و

با انرژی پیوندی در قسمت اول منحنی (K₁) به مراتب بزرگتر از مقدار آن در قسمت دوم منحنی (K₂) می باشد. از طرفی حداکثر جذب روی در قسمت اول منحنی (b₁) به مراتب کمتر از مقدار آن در سطح دوم منحنی (b₂) می باشد (جدول ۴). با توجه به این نتایج می توان گفت اگرچه عنصر روی در غلظت های پایین خود در محلول تعادلی، به مقدار کمتری جذب می گردد، ولی معمولاً با انرژی پیوندی بیشتری در مقایسه با قسمت دوم منحنی (غلظت های زیاد روی) توسط سطوح خاک نگهداری می شود. شومان (۴۳) عقیده دارد که در جذب سطحی عنصر روی، بزرگ بودن ضریب متناسب با انرژی پیوندی در قسمت اول منحنی های هم دما، نشان دهنده این امر است که عنصر روی در این قسمت به مقدار کمتر، ولی با انرژی پیوندی قوی تری جذب سطوح خاک می گردد. وی هم چنین بالا بودن ضرایب تبیین (R²) در قسمت اول منحنی در مقایسه با مقدار این ضرایب در قسمت دوم منحنی را نتیجه تأثیر



شکل ۲ - هم دماهای جذب سطحی روی بر اساس معادله لانگ مویر دو سطحی در خاک‌های مورد مطالعه

جدول ۴ - ضرایب معادله لانگ مویر دو سطحی برای عنصر روی

سطح دوم منحنی			سطح اول منحنی			شماره خاک
R_2^2	K_2	b_2	R_1^2	K_1	b_1	
۰/۹۹۳ **	۰/۰۱۸	۸۲۲۳/۷	۰/۹۵۹ **	۰/۵۲۱	۱۸۴۸/۸	۱
۰/۹۷۲ *	۰/۰۲۶	۸۱۶۵/۲	۰/۹۸۷ **	۰/۷۰	۲۰۵۶/۳	۲
۰/۹۸۲ **	۰/۰۲۴	۷۶۹۲/۳	۰/۹۸۹ **	۰/۸۷۳	۱۹۱۷/۹	۳
۰/۹۷۸ **	۰/۰۲۸	۵۳۱۶/۳	۰/۹۷۸ **	۱/۲	۱۰۰۰/۶	۴
۰/۹۷۱ *	۰/۰۲۶	۸۳۹۶/۳	۰/۹۹۹ **	۱/۱۴	۱۹۸۰/۲	۵
۰/۹۸۱ *	۰/۰۳۰	۸۵۱۷/۹	۰/۹۹۱ **	۱/۰۷	۲۰۱۲/۹	۶
۰/۹۸۲ **	۰/۰۱۵	۹۳۷۲/۱	۰/۹۸۱ **	۰/۶۹	۱۸۰۸/۶	۷
۰/۹۸۰ *	۰/۰۴۰	۷۳۸۰/۱	۰/۹۸۹ **	۱/۰۹	۲۰۵۸/۵	۸

غلظت‌های پایین روی، تأثیر معنی داری بر غلظت این عنصر در محلول تعادلی دارد ولی با افزایش غلظت عنصر روی در محلول تعادلی، به دلیل دخالت دیگر واکنش‌های احتمالی، همانند تشکیل گونه‌های دیگر روی، از تأثیر خصوصیات خاک بر جذب سطحی روی، کاسته می‌گردد. سینگ و آبرول (۴۵) در بررسی جذب سطحی عنصر روی در یک خاک سدیمی با درصد بالای آهک گزارش کردند که غلظت عنصر روی در pH های بالا به وسیله رسوب آن به فرم‌های $Zn(OH)_2$ یا $ZnCO_3$ کنترل می‌گردد. مطالعات همبستگی و رگرسیون چندگانه گام به گام نشان می‌دهد که اضافه شدن هر کدام از خصوصیات خاک، تأثیر معنی داری بر ضرایب جذب سطحی و انرژی پیوندی روی در دو قسمت معادله لانگ مویر ندارد. مفتون و همکاران (۴) نیز گزارش کردند که بین حداکثر جذب سطحی روی در قسمت اول منحنی (b_1) با برخی خصوصیات خاک هیچ همبستگی معنی داری وجود ندارد، حال آن که بین حداکثر جذب روی در قسمت دوم منحنی (b_2) با درصد رس، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد آهک خاک و مقدار فسفر خاک، ضرایب تبیین

و معنی داری داری را برقرار می‌کند، و بین انرژی پیوندی روی در قسمت اول منحنی (K_1) و هم چنین حداکثر جذب و انرژی پیوندی روی در سطح دوم منحنی (K_2 و b_2) با خصوصیات خاک‌های مورد مطالعه هیچ همبستگی و رابطه معنی داری دیده نمی‌شود، به عبارت دیگر این ضرایب از هیچ یک از خصوصیات خاک‌های تحت کشت نیشکر، تأثیر پذیر نمی‌باشند.

$$b_1 = 702/9 + 30/2 \%Clay \quad R^2 = 0/79 **$$

$$b_1 = 47/11 + 99/7 CEC \quad R^2 = 0/71 *$$

$$b_1 = 7087/5 - 122/7 \%CaCO_3 \quad R^2 = 0/520 *$$

می‌توان دلیل رابطه منفی بین ظرفیت جذب روی با درصد آهک را، با توجه به درصد بالای آهک خاک‌ها، به دلیل بزرگ بودن اندازه ذرات آهک دانست که سبب کاهش سطح جذب کتنده عنصر روی و بنابراین کاهش جذب سطحی آن می‌گردد.

با توجه به عدم وجود رابطه بین ضرایب قسمت‌های دوم منحنی با خصوصیات خاک در این تحقیق می‌توان گفت خصوصیات خاک در

منظور کاهش تماس دانه کود با سطح خاک و کاربرد این کودها نزدیک ریشه گیاه و به روش نواری، استفاده نمود.

در این تحقیق، با توجه به ضرایب حداکثر جذب سطحی روی در قسمت دوم منحنی لانگ مویر، مقدار روی جذب شده در تمام خاک ها بیشتر از ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) می باشد، لذا احتمال رسوب روی و یا تشکیل ترکیبات کم محلول آن در غلظت های بالا، در این خاک ها وجود دارد. هم چنین با توجه به اینکه در این تحقیق برای هشت خاک مورد مطالعه ۷۲ داده جذب سطحی داریم (هر داده نیز میانگین سه تکرار می باشد)، که این داده ها بیانگر مقدار عنصر روی جذب سطحی شده در غلظت های مختلف آن در محلول تعادلی می باشند لذا می توان با برقراری روابط رگرسیونی بین این داده ها با استفاده از معادلات فروندلیچ و لانگ مویر روابط زیر را برای پیش بینی مقدار جذب شده روی $(\frac{x}{m})$ بر اساس غلظت آن در محلول (C) خاک های تحت کشت نیشکر بیان کرد:

$$\frac{x}{m} = 2/84 C^{0.456}$$

$$\frac{x}{m} = \frac{5.81 C}{1 + 0.085 C}$$

معنی داری وجود دارد. این محققین هم چنین بیان کردند که بین ضرایب متناسب با انرژی پیوندی در قسمت های اول و دوم (K_1 و K_2) با خصوصیات خاک هیچ همبستگی وجود ندارد.

نتیجه گیری

با توجه به ضرایب تبیین بدست آمده از برازش داده های جذب سطحی عنصر روی با دو معادله فروندلیچ و لانگ مویر، از آن جا که ضرایب تبیین بدست آمده برای معادله فروندلیچ بیشتر از ضرایب تبیین معادله لانگ مویر می باشند، لذا می توان بیان کرد که معادله فروندلیچ بهتر از معادله لانگ مویر می تواند رفتار جذب سطحی عنصر روی در خاک های تحت کشت نیشکر را توصیف کند. نظر به تأثیر زیاد و معنی دار ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد رس خاک بر جذب سطحی روی به خصوص در غلظت های پایین آن، می توان گفت که جذب روی در خاک های تحت کشت نیشکر، در اثر پدیده تبادل کاتیونی بر روی مکان های کلوئیدی خاک، همانند رس ها، اتفاق می افتد که مقدار این جذب به طور عمده متأثر از ظرفیت تبادل کاتیونی رس های خاک می باشد. از آنجا که در جذب عنصر روی در خاک های مورد مطالعه ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد رس نقش مهمی را ایفا می کنند، و با توجه به این که تغییر مقدار رس و ظرفیت تبادل کاتیونی در مزرعه عملاً غیر ممکن می باشد، لذا در صورت افزودن کودهای حاوی این عناصر می باید از روش هایی که تأثیر این عوامل را تعدیل می کنند، همانند استفاده از کودهای گرانبه این عناصر به

منابع

- ۱- آبخوان، مهندسین مشاور. ۱۳۶۹. گزارش نهایی مطالعات مرحله اول. جلد چهارم، خاکشناسی. شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی. طرح کشت و صنعت نیشکر دانیال. ۵۳۹ صفحه.

- ۲- دلان، م. م. و غ. ثواقبی فیروز آبادی (مترجمان). ۱۳۸۱. مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۸۷ صفحه.
- ۳- عفر نژادی، ع. ۱۳۷۶. بررسی اثرات پتاسیم و ریز مغذی ها بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر درخوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه خاک شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ۱۳۸ صفحه.
- ۴- حامدی، ف. ۱۳۷۸. تأثیر طولانی مدت کشت نیشکر بر خواص فیزیکی خاک ها. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۴۹ صفحه.
- ۵- متشع زاده، ب. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۸. نقش عناصر غذایی در افزایش عملکرد نیشکر. مجله شکر شکن. شماره ۲۷. صفحات ۲۴ تا ۲۷.
- ۶- مجللی، ح. ۱۳۶۶ (مترجم). شیمی خاک. مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۳۴۶ صفحه.
- ۷- مفتون، م. و ح. حقیقت نیا و ن. ع. کریمیان. ۱۳۷۹. ویژگی های جذب سطحی روی در برخی از خاک های زیر کشت برنج استان فارس. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۴. شماره ۲. صفحات ۷۱ تا ۸۳.
- ۸- ملکوتی، م. ج. و م. آ. لطف اللهی. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه. انتشارات نشر آموزش کشاورزی، کرج. ایران. ۲۰۰ صفحه.
- 9- Allison, L. E. and C. D. Moodie. 1965. Carbonates. pp. 1379-1396. In: C. A. Black et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 2*, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- 10- Barrow, N. J., J. Bowden, A. M. Posner and J. P. Quirk. 1981. Describing the adsorption of copper, zinc and lead on a variable Charge mineral surface. *Australian Journal of Soil Research* 19: 309-321.
- 11- Barrow, N. J. 1986. Testing a mechanistic model. IV: Describing the effect of pH on zinc retention by soils. *Journal of Soil Science* 37: 295-302.
- 12- Bolland, M. D., A. M. Posner, and J. P. Quirk. 1977. Zinc adsorption by goethite in the absence and presence of phosphate. *Australian Journal of Soil Research*. 15: 279-286.
- 13- Borah, D. K., N. K. Banjee and R. K. Rattan. 1990. Effect of soil organic matter on the adsorption of Zn, Cu and Mn in soils. *Journal of Indian Society Soil Science*. 40: 277-282.
- 14- Bouyoucos, C. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soils. *Agronomy Journal*. 54: 464-465.

- 15- Catlett, K. M., D. M. Heil., W. L. Lindsay, and M. H. Ebinger. 2002. Soil chemical properties controlling Zn^{+2} activity in 18 Colorado soils. *Soil Science Society of American Journal*. 66: 1182-1189.
- 16- Christensen, T. H. 1987a. Cadmium soil sorption at low concentrations. V: Evidence of competition by other heavy metals. *Water, Air and Soil Pollution*. 34: 293-303.
- 17- Dhillon, K. S., and K. S. Dhillon. 1984. Zinc adsorption by alkaline soils. *Journal of Indian Society Soil Science*. 32: 250-254.
- 18- Elliot, H. A., Liberati. M. R. and Huang, C. P. 1986b. Effect of iron oxide removal on heavy metal sorption by acid subsoils. *Water, Air and Soil Pollution*. 27: 379-389.
- 19- Elrashidi, M. A., and G. A. Oconnor. 1982. Influence of solution composition on sorption of zinc by soils. *Soil Science Society of American Journal*. 46: 1153-1158.
- 20- Farrah, H. and W. F. Pickering. 1977a. Influence of clay-solute interactions on aqueous heavy metal ion levels. *Water, Air and Soil Pollution*. 8: 189-197.
- 21- Gharaie, H. A., M. Maftoun and N. Karimian. 2002. Lead adsorption characteristics of selected calcareous soils of Iran and their relationship with soil properties, pp: 1961-1967. 17th World Congress of Soil Science, 14-21 August. Thailand.
- 22- Guadalix, M. E. and M. T. Pardo. 1995. Zinc adsorption by tropical soils as affected by cultivation. *Journal of Soil Science*. 46: 317-332.
- 23- Gupta, R. K., S. Van den Elshout. And I. P. Abrol. 1987. Effect of pH on zinc adsorption-precipitation reactions in an alkali soil. *Soil Science journal*. 143: 198-204.
- 24- Halford, I. C. R. 1978. Soil adsorption phenomena and the Langmuir equation. *Soil Science Society of American Journal*. 42: 986-987.
- 25- Harter, R. D. 1983. Effect of soil pH on adsorption of lead, copper, zinc and nickel. *Soil Science Society of American Journal*. 42: 986-987.
- 26- Iyengar, B. R. V. and M. E. Raja. 1983. Zinc adsorption as related to its availability in some soils of Karnataka. *Journal of Indian Society Soil Science*. 31: 432-438.
- 27- Jain, C. K. and D. Ram. 1996. Adsorption of lead and zinc on bed sediments of the river Kali. *Water Research*. 31: 154-162.
- 28- Korte, N. E. ET AL . 1976. Trace elements movement in soils : Influence of soil physical and chemical properties. *Soil Science Journal*. 122: 350-358.
- 29 - Kurdi, F. and H. E. Doner. 1983. Zinc and copper sorption and interaction in soils. *Journal of Indian Society Soil Science*. 47: 873-876.
- 30- Kuo, S. and D. S. Mikkelson. 1979. Zinc adsorption by two soils. *Soil Science Journal*. 128: 274-279.

- 31- Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal*. 42: 421- 428.
- 32- McBride, M., S. Sauve, and W. Hendershot. 1997. Solubility control of Cu, Zn, Cd and Pb in contaminated soils. *European Journal of Soil Science*. 48: 337-346.
- 33- Mclean, E. O. 1978. Principles underlying the practice determining lime requirements of acid soils by use of buffer methods. *Communication of Soil Science and Plant Analysis*. 9: 699-715.
- 34- Mesquita, M. E. and J. V. Viera e silva. 1996. Zinc adsorption by a calcareous soil: copper interaction. *Geoderma*. 69: 137-146.
- 35- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. pp 56-73. USDA. Circ. 939. U. S. Gover. Prin. Office, Washington. D.C.
- 36- Puls, R. W. and H. L. Bohn. 1988. Sorption of cadmium, nickel and zinc by kaolinite and montmorillonite suspensions. *Soil Science Society of American Journal*. 52: 1289-1292.
- 37- Rahmatullah, L. B., G. R. Sandhu. 1985. Fixation of zinc by some rice soil clays under upland conditions. *Communication of Soil Science and Plant Analysis*. 16: 615-620.
- 38- Reddy, M. R. and H. F. Perkins. 1974. Fixation of zinc by clay minerals. *Soil Science Society of American Proceeding*. 38: 229-231.
- 39- Rhoades, J. W. 1986. Cation exchange capacity. pp. 149-158. In: A. C. Page (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part 2, Monograph Number 9, American Society of Agronomy*.
- 40- Saeed, M. and R. L. Fox. 1977. Relationship between suspension pH and zinc solubility in acid and calcareous soils. *Soil Science Journal*. 124: 199-203.
- 41- Shirwal, A. S. and P. B. Deshpande. 1984. Zinc adsorption isotherms of soils as related to soil properties. *Journal of Indian Society Soil Science*. 32: 255-260.
- 42- Shukla, U. G. and S. B. Mittal. 1979. Characterization of zinc adsorption in some soils of India. *Soil Science Society of American Journal*. 43: 905-908.
- 43- Shuman, L. M. 1975. The effect of soil properties on zinc adsorption by soils. *Soil Science Society of American Proceeding*. 39: 454-458.
- 44- Shuman, L. M. 1991. Effect of organic waste amendments on zinc adsorption by two soils. *Soil Science*. 164: 197-205.
- 45- Singh, M. V. and I. P. Abrol. 1985. Solubility and adsorption of zinc in a sodic soil. *Soil Science* 140: 406-411.

- 46- Stahl R. S. and B. R. James. 1991. Zinc sorption by B horizon soils as a function of pH. *Soil Science Society of American Journal* .55: 1592-1597.
- 47- Taylor, R. W., K. Hassan, A. A. Mehadi and J. W. Shford. 1995. Zinc sorption by some Alabama soils. *Commun. Soil Science Plant Anal.* 26: 993-1008.
- 48- Trehan, S. P. and G. S. Sekhon. 1977. Effect of clay, organic matter and CaCO_3 content on zinc adsorption by soils. *Plant and Soil.* 46: 329-336.
- 49- Udo, E. J., H. L. Bohn and T. C. Tucker. 1970. Zinc adsorption by calcareous soils. *Soil Science Society of American Proseding.* 34: 405-407.
- 50- Walkley, A. and C. A. Black. 1934. An examination of the Deglijareff method for determining organic matter and an posed modification of the chromatic acid titration method. *Soil Science Journal.* 37: 29-38.
- 51- Welch, R. M., W. H. Alloway, W. A. House, and J. Kubota. 1991. Geographic distribution of trace elements problems. pp. 31-57. In: J. J. Mortvedet et al. (ed). *Micronutrients in Agriculture.* 2nd ed. Soil Science Society of American , Wisconsin.
- 52- Zhu, B. A. K. Alva. 1993. Differential adsorption of trace metals by soils as influenced by exchangeable cations and ionic strength. *Soil Science Journal.* 155: 61-66.

Characterization of Zinc Adsorption in Some Sugar-cane Agro-Industry Soils in North- Khouzestan (Haft- Tapeh and Shoshtar)

M. Chorom and F. Abdollahi¹

Abstract

Absorption capability of micronutrient elements such as Zn is important for optimum plant growth. It has been reported that zinc deficiency is the most common deficiency cationic micronutrient elements in calcareous and alkaline soils. Most of the sugarcane cultivated soils in Khouzestan- Iran have a high level of CaCO_3 content ($> 40\%$) with a pH greater than 7.0. Hence, availability of zinc and maintaining mechanisms of this element in soil surfaces are important. One of the important mechanisms that had not been investigated in these lands is adsorption phenomena of the elements. Eight surface soil samples from the sugarcane cultivated soils (0- 30 cm) from two sugarcane agro industry were used to study the zinc adsorption characteristics in these soils. The absorption data were fitted to Freundlich and Langmuir adsorption isotherms and respective coefficients were calculated. The absorption data presented a highly significant fit to Freundlich and also to the two-surface Langmuir absorption. The results clearly showed that the Freundlich equation can explain the adsorption Zn in sugarcane cultivated soils much better than the Langmuir equation. The regression between the coefficients of equations absorption and some soil physical and chemical properties was established. The coefficients of both equations showed significant positive correlation with clay percentage and cation exchange capacity, and significant negative correlation with carbonate calcium percentage in sugar cane cultivated soils.

Keywords: Zinc, Freundlich and Langmuir adsorption isotherms, Clay percentage, Cation exchange capacity, calcium carbonate

Keywords: Iran, Climate, Change point, ENSO, SOI, El Nino, La Nina, Nonparametric Mann-Whitney

1- Assistant Professor and former M.Sc. Student of Soil Science Respectively, College of Agric., Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran