

بررسی وضعیت روی قابل جذب و همبستگی بین روی عصاره گیری شده با خصوصیات خاک و پاسخ های گیاه ذرت در خاکهای مازندران

محمد اردلان و غلامرضا ثواقبی^۱

چکیده:

روی، یکی از عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاه است که کمبود آن در مراحل اولیه رشد ظاهر می شود. بروز کمبود روی در خاکهای با خصوصیات متفاوت گزارش شده است. آزمون خاک از رایج ترین روشهای ارزیابی وضعیت عناصر غذایی از جمله روی قابل جذب در خاک به منظور مدیریت صحیح مصرف کود می باشد. تفسیر نتایج آزمون خاک با دخالت دادن خصوصیات فیزیکی یا شیمیایی خاک بهبود می یابد. در این بررسی، ۲۱ نمونه خاک سطحی (صفر تا ۲۰ سانتی متر) از استان مازندران انتخاب گردید. خاکها دارای ۲۲ تا ۵۷ درصد رس، pH گل اشباع ۷ تا ۷/۹، کربنات کلسیم معادل ۲ تا ۲۹ درصد، کربن آلی ۱/۱ تا ۲/۳۵ درصد، ظرفیت تبادل کاتیونی ۱۴ تا ۲۴ سانتی مول در کیلوگرم بودند. میزان روی قابل جذب استخراج شده با دو عصاره گیر BTPA، $(NH_4)_2 CO_3 - EDTA$ به ترتیب از ۰/۳۸ تا ۱/۶۴ و ۰/۷۳ تا ۲/۲۳ میلی گرم در کیلوگرم متغیر بود. به منظور بررسی همبستگی بین روی عصاره گیری شده و پاسخ های گیاهی و نقش عوامل خاکی یک آزمایش فاکتوریل گلخانه ای به مدت شش هفته در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۲۱ سری خاک و دو سطح روی (صفر و ۲۰ میلیگرم بر کیلوگرم روی) در سه تکرار اجرا و گیاه ذرت (Zea mays L.) کشت گردید. روی عصاره گیری شده با $BTPA CO_3$ ، $(NH_4)_2 CO_3 - EDTA$ ، با پاسخ های گیاهی در سن سه و شش هفتگی همبستگی معنی داری داشت. تأثیر خصوصیات خاک بر روی عصاره گیری شده در معادلات رگرسیونی چند متغیره بررسی شد و نتایج نشان داد که با وارد نمودن pH و کربن آلی، همبستگی بین روی قابل عصاره گیری و پاسخ های گیاه ذرت بهبود یافت غلظت بحرانی روی قابل جذب با روش گرافیکی کیت نلسون برای دو عصاره گیر BTPA، $(NH_4)_2 CO_3 - EDTA$ به ترتیب برابر ۰/۸ تا ۱/۲ میلی گرم در کیلوگرم بدست آمد و بر اساس غلظت بحرانی بدست آمده حدود ۵۰ درصد خاکهای مورد مطالعه دچار کمبود روی بودند بنابراین لازم است نسبت به مصرف کود سولفات روی بویژه برای گیاهان حساس مثل ذرت اقدام نمود.

واژه های کلیدی: عصاره گیر روی ، BTPA ، $(NH_4)_2 CO_3 - EDTA$ ، غلظت بحرانی ، جذب روی ، رشد نسبی.

مقدمه :

^۱ - به ترتیب دانشیار و استادیار خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

خود به منظور مقایسه عصاره گیرهای روی گزارش می کنند که عصاره گیرهای با pH کمتر، روی بیشتری را از خاک استخراج می نمایند اما میزان روی استخراج شده با محلولهای خنثی همبستگی بهتری با جذب روی توسط گیاه دارد.

آیدمیروکولی (۱۲) عصاره گیرهای مختلف را برای استخراج روی قابل استفاده گیاه ذرت ارزیابی و بهترین نتایج را با عصاره گیرهای HEDTA و DTPA یک صدم مولار و هیدروکینون یک صدم مولار بدست آوردند. امامی و بهبهانی زاده (۳) گزارش دادند که در خاکهای منطقه کرج، DTPA و

EDTA برای پیش بینی جذب روی توسط ذرت مناسبترین عصاره گیرها می باشند. درجه و کریمیان (۷) مشاهده کردند که عصاره گیر EDTA- کربنات آمونیم، روش مناسب تری برای ارزیابی روی قابل جذب گیاه در خاکهای زیر سد درودزن استان فارس می باشد. حقیقت نیا و مفتون (۶) برای تعیین روی قابل جذب برنج در بعضی از خاکهای آهکی استان فارس چند عصاره گیر را مقایسه و بالاترین ضریب تبیین (R^2) را بین دو عصاره گیر DTPA و EDTA بدست آوردند. کریمیان (۱۰) گزارش داد که مصرف سولفات روی، پاسخهای گیاهان زارعی را تا چهار نوبت کشت تحت تأثیر قرار می دهد. وی کربنات روی را شکل مهم نگهداری روی مصرفی در خاکهای آهکی ذکر نمود. درجه و همکاران (۷) گزارش دادند که در خاکهای شدیداً آهکی، کمتر از ۵ درصد سولفات روی مصرفی برای محصول اول (ذرت) قابل استفاده بود. مفتون و کریمیان (۱۷) مشاهده کردند که حتی کلات روی نیز در خاکهای آهکی دارای بازیافت ظاهری کمتر از پنج درصد در سال اول می باشد. یثربی و همکاران (۲۵) روش استخراج پی در پی را برای تفکیک فرم های مختلف روی در خاکهای آهکی که از قبل مقادیر صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم

روی از عناصر ضروری برای گیاه، حیوان و انسان می باشد و کمبود آن در خاکهای با خصوصیات متفاوت بروز می نماید و ذرت از گیاهان خیلی حساس به کمبود روی بوده و ضروری بودن روی برای رشد این گیاه از سال ۱۹۱۵ کشف شده است. روی بصورت Zn^{2+} توسط گیاه جذب می شود ولی در خاکهای قلیایی، فرم غالب روی قابل جذب $Zn(OH)^+$ می باشد (۱۸). عوامل خاکی و اقلیمی متعددی از جمله میزان روی کل، pH، درصد آهک، مواد آلی، رس، فعالیت میکروبی، رژیم رطوبتی خاک، دمای خاک، غلظت یون بیکربنات و برهمکنش سایر عناصر بر قابلیت جذب روی توسط گیاه تأثیر دارند (۲۲).

آزمون خاک اطلاعات سودمندی در خصوص میزان روی قابل جذب گیاه ارائه می نماید که در تعیین نیاز کودی گیاه می تواند مورد استفاده قرار گیرد (۲۳). به منظور تعیین مقدار روی قابل جذب گیاه از عصاره گیرها، استفاده می شود و ارزش هر عصاره گیر بستگی به همبستگی روی روی عصاره گیری شده با روی جذب شده توسط گیاه دارد (۱۱) بررسیها و مطالعات انجام شده توسط فائو در ۳۰ کشور جهان و در بیش از ۳۵۰۰ نمونه خاک برای مقایسه دو عصاره گیر - EDTA و DTPA NH40AC نشان داد که روی استخراج شده توسط هر دو عصاره گیر همبستگی معنی داری با غلظت روی در گیاه گندم داشته است. (۲۱) شارما و همکاران (۲۱) پنج عصاره گیر مختلف را برای استخراج روی قابل جذب گیاه در خاکهای ورتی سول بکار بردند و مشاهده کردند که روی استخراج شده با DTPA بالاترین ضریب همبستگی را با عملکرد و غلظت روی گیاه داشت. ساروا و همکاران (۲۰) نشان دادند که روی عصاره گیری شده با DTPA، بالاترین همبستگی با درصد عملکرد ذرت در شرایط گلخانه ای داشته است. دیویس و همکاران (۱۳) در بررسی

مواد و روشها

برای انجام این تحقیق بر اساس سری های خاک در استان مازندران و با توجه به گزارش های خاک شناسی و نقشه های خاک (۴،۵ و ۹) ۱۰۰ مزرعه از نواحی عمده کشاورزی انتخاب و پس از نمونه برداری مرکب خاک از عمق صفر تا بیست سانتی متر و اندازه گیری pH، روی قابل جذب با روش DTPA، رس و مواد آلی، از بین آنها ۲۱ نمونه خاک به گونه ای انتخاب گردید که از نظر مقدار روی قابل جذب و از نظر خواص فیزیکوشیمیایی دارای تنوع کافی بوده و منطقه وسیعی را از نظر جغرافیایی دربر گیرد. پس از آماده کردن نمونه ها (خشک شدن در هوا، کوبیدن و عبور دادن از الک ۲ میلیمتری)، بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها نظیر بافت به روش هیدرومتری، pH در گل اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون با اسید و کربن آلی به روش واکسیناسیون اندازه گیری گردید (۸) روی قابل جذب هر نمونه خاک با پنج عصاره گیر، DTPA و $(NH_4)_2 CO_3$ - EDTA, MgCl₂ دو نرمال، HCl یک دهم نرمال و محلول مهلیج یک استخراج گردید از بین عصاره گیرها دو عصاره گیر EDTA ۰/۰۰۵ مولار کلسیم کلرید ۰/۰۱ مولار و تری اتانول امین ۰/۱ مولار در pH برابر ۷/۳ (۱۵) و DTPA ۰/۰۰۱ مولار و کربنات آمونیم ۱ مولار در pH برابر ۸/۶ (۲۴) بهتر بودند (۱) لذا نتایج بدست آمده با این دو عصاره گیر تجزیه و تحلیل خواهد شد. روی عصاره گیری شده با عصاره گیری های فوق با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. به منظور ارزیابی پاسخ های گیاه ذرت، آزمایش گلدانی با ۲۱ نمونه خاک به صورت

روی به صورت سولفات روی به آنها اضافه شده بود بکار بردند و مشاهده کردند که ۵۸ و ۶۰ درصد سولفات روی مصرفی از دو سطح ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم روی تبدیل به روی کربناتی (CRZn) شده است آنها عامل اصلی محبوس شدن کود روی در خاکهای آهکی، تبدیل سولفات روی به کربنات روی عنوان نمودند.

کریمیان و یثربی (۱۴) گزارش دادند که قابلیت عصاره گیری روی در خاک تحت تأثیر خصوصیات خاک می باشد، آنها قابلیت عصاره گیری روی را در خاکهای شدید آهکی فارس ۲۴/۹ تا ۷۳ درصد برای DTPA و ۴۷/۲ تا ۸۴/۴ درصد برای $EDTA - (NH_4)_2 CO_3$ و ۲۸/۲ تا ۵۶/۶ درصد برای $EDTA Na_2$ بدست آوردند این محققین با معادلات رگرسیونی مرحله به مرحله نشان دادند که ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم معادل و درصد رس مهمترین خصوصیات خاک موثر بر قابلیت عصاره گیری روی در خاکهای شدیداً آهکی می باشد در این بررسی با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و کربنات کلسیم معادل، روی عصاره گیری شده کاهش ولی با افزایش میزان رس، افزایش نشان داد.

این پژوهش با اهداف زیر به مرحله اجرا در آمد:

- ۱- مطالعه وضعیت روی قابل جذب در خاکهای استان مازندران و واسنجی روشهای DTPA و $(NH_4)_2 CO_3 - EDTA$ برای عصاره گیری روی قابل جذب در خاکهای منطقه
- ۲- تعیین همبستگی بین پاسخ های ذرت و روی عصاره گیری شده و تأثیر سن گیاه و پاسخ های گیاه و همبستگی آن با روی عصاره گیری شده
- ۳- بدست آوردن روابط کمی بین روی عصاره گیری شده و بعضی خصوصیات خاک

فاکتوریل و در قالب طرح بلوکهای کاملاً تصادفی با دو سطح صفر و ۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی از منبع سولفات روی ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) در سه تکرار اجرا شد. در هر گلدانی پلاستیکی چهار کیلوگرم خاک ریخته و به هر کدام علاوه بر تیمارهای روی، نیتروژن از منبع اوره به مقدار ۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم طی سه مرحله (هنگام کاشت، دو هفته پس از کاشت، چهار هفته پس از کاشت) فسفر به صورت سوپرفسفات تریپل به خاکهایی که کمتر از ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل جذب با روش اولسن داشتند و پتاسیم از سولفات پتاسیم به خاکهایی که پتاسیم قابل جذب آنها کمتر از حد بحرانی بود اضافه گردید. کود آهن نیز به میزان ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم آهن خالص به صورت سکوسترین به تمام گلدان ها اضافه شد و با خاک گلدان کاملاً مخلوط شد.

۶ عدد بذر ذرت سینگل گراس ۷۰۴ در هر گلدان کشت شد و پس از سبز شدن و گذشت یک هفته، تعداد بوته ها به چهار عدد در هر گلدان کاهش یافت. در طول دوره رشد آبیاری گلدان ها با آب مقطر تا رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه انجام گرفت در طی دو مرحله (سه هفته و شش هفته پس از کاشت) دو بوته از یک سانتی متری سطح خاک قطع و برداشت شد و پس از شستن و خشک کردن در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد آن به مدت ۴۸ ساعت، توزین و وزن ماده خشک تعیین گردید. همچنین نمونه های گیاهی خشک شده در آن، آسیاب شده و یک گرم از هر نمونه به مدت ۵ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد کوره الکتریکی خاکستر شد. پس از سرد شدن ۱۰ میلی لیتر کلریدریک اسید دو مولار به آنها اضافه کرده بعد از حرارت دادن، عمل عصاره گیری و صاف کردن مخلوط به وسیله کاغذ صافی واتمن ۴۲ انجام گرفت و پس از به حجم رسانیدن محلول با آب مقطر، غلظت

روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه گیری گردید. برای محاسبه جذب کل روی وزن ماده خشک اندام هوایی در غلظت روی گیاه ضرب شد عملکرد نسبی نیز از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$100 * \frac{\text{وزن خشک شده در تیمار صفر روی}}{\text{وزن خشک گیاه در تیمار ۲۰ روی}}$$

داده های حاصله مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و همبستگی بین پاسخ های گیاهی با غلظت روی عصاره گیری شده و خصوصیات خاک با نرم افزار Stategraph مطالعه و معادله های رگرسیونی مربوط به دست آمد. غلظت بحرانی روی قابل جذب به روش تصویری گیت - نلسونها مشخص گردید. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث:

محل های نمونه برداری و سری خاکهای مورد مطالعه و نتایج بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ۲۱ نمونه خاک مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. همان طوری که ملاحظه می شود درصد رس خاک از ۲۲ تا ۵۷ درصد، pH خاک (گل اشباع) از ۷ تا ۷/۹، کربن آلی از ۱/۱ تا ۲/۳۵ درصد، کربنات کلسیم معادل از ۲ تا ۲۹ درصد و ظرفیت تبادل کاتیونی از ۱۴ تا ۲۴ سانتی مول بر کیلو گرم خاک متغیر می باشد. بدین ترتیب خاکهای انتخابی دارای طیف نسبتاً وسیعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد مطالعه هستند. پراکنندگی مقدار روی استخراج شده از خاک توسط دو عصاره گیر DTPA و $(NH_4)_2CO_3 - EDTA$ در نمودارهای ۱ و ۲

نشان داده شده است. روی استخراج شده با روش DTPA از ۰/۳۷ تا ۱/۶۴ با $(NH_4 CO_3)_2$ - EDTA از ۰/۷۳ تا ۲/۲۳ متغیر بود. میانگین مقدار روی استخراج شده با روش DTPA برابر ۰/۷۷ میلی گرم بر کیلو گرم و باروش $(NH_4)_2 (CO_3)$ - EDTA برابر ۱/۱۳ میلی گرم بر کیلو گرم در ۲۱ نمونه خاک به دست آمد. با مصرف ۲۰ میلی گرم روی در کیلو گرم خاک، وزن خشک گیاه، جذب کل روی و غلظت روی در گیاه به طور معنی داری افزایش

$$R^2 = 0.61^{**} \quad \{1\}$$

$$R^2 = 0.70^{**} \quad \{2\}$$

$$R^2 = 0.31^{**} \quad \{3\}$$

$$R^2 = 0.45^{**} \quad \{4\}$$

$$R^2 = 0.78^{**} \quad \{5\}$$

$$R^2 = 0.85^{**} \quad \{6\}$$

یافت. (جدول ۲) حدود ۱۵ درصد افزایش عملکرد بر اثر مصرف این تیمار حاصل شد. ضرایب همبستگی بین روی استخراج شده از خاک توسط روشهای DTPA و $(NH_4)_2 (CO_3)$ - EDTA و پاسخ های گیاه ذرت در جدول ۳ نشان داده شده است. نقش عوامل خاکی در میزان روی استخراج شده توسط عصاره گیرها و بهبود قدرت پیش بینی پاسخ های گیاهی (ارتقای ضرایب همبستگی) در یک برنامه رگرسیون مرحله ای (Stepwise) بررسی شد.

$$PZn = 5 + 11/06(E DTA Zn)$$

$$PZn = 57/71 + 9/32(EDTA Zn) - 6/78(pH)$$

$$DM = 0/347 + 0/26(D TPA Zn)$$

$$DM = 0/78 + 1/07(DTPA Zn) + 0/54(O.C)$$

$$Zn \text{ upt.} = 198/78 + 60/92(DTPA Zn) - 28/17(pH)$$

$$Zn \text{ upt.} = 211/45 + 55/32(EDTA Zn) - 32/22(pH)$$

معادله ۱ نشان می دهد که غلظت روی در گیاه (PZn) با مقدار روی عصاره گیری شده به روش EDTA - کربنات آمونیوم ($EDTA Zn$) همبستگی معنی داری دارند. ($R^2 = 0.61^{**}$) و اضافه نمودن pH به معادله رگرسیون، قدرت پیش بینی معادله را از ۶۱ به ۷۰ درصد افزایش می دهد (معادله ۲). در معادله ۳ ارتباط ماده خشک تولید شده (DM) در تیمار شاهد با روی عصاره گیری شده با DTPA و در معادله ۴ با $DTPA$ و کربن آلی نشان داده شده است همان طوری که ملاحظه می شود با دخالت دادن کربن آلی، R^2 از ۰/۳۱ به ۰/۴۵ افزایش نشان داد. در معادلات ۵ و ۶ رابطه مقدار روی جذب شده ($Zn \text{ upt}$) به وسیله گیاه در تیمار شاهد با $(DTPAZn)$, $(EDTAZn)$, pH, نشان داده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید

که از بین خصوصیات خاک، pH و کربن آلی به عنوان موثرترین عوامل در غلظت روی، جذب روی و عملکرد ذرت شناخته شدند. در تحقیقاتی که توسط FAO صورت گرفته نشان داده شده است که با دخالت دادن pH در معادله رگرسیون، همبستگی میان روی استخراج شده توسط EDTA - استات آمونیوم و غلظت روی در گیاه تا حدودی بهبود یافته ولی تأثیری بر روی استخراج شده توسط DTPA نداشته است (۲۳). پراسادوساکال (۱۹) در بررسی خود بر روی خاکهای آهکی هندوستان بین مقدار روی استخراج شده و کربن آلی همبستگی مثبت ولی با pH و کربنات کلسیم معادل همبستگی منفی به دست آوردند و اضافه کردن این عوامل به معادلات رگرسیونی مذکور، سبب افزایش قدرت پیش بینی عصاره گیرها برای پاسخ های گیاهی گردید.

لینزوککس (۱۶) نیز گزارش داده اند که وارد نمودن خصوصیات خاک مانند pH، CEC، ماده آلی و درصد رس، رابطه بین روی قابل عصاره گیری خاک، عملکرد، جذب و غلظت روی در گیاه را بهبود می بخشد و تفسیر نتایج آزمون خاک را در اندازه گیری روی قابل استفاده بهتر می نماید.

نمودارهای ۳ و ۴ رابطه بین روی استخراج شده از خاک به دو روش DTPA و $(NH_4)_2CO_3$ - EDTA را با غلظت روی در گیاه ذرت در سنین سه و شش هفتگی نشان می دهد. همانطور که ملاحظه

$$r = 0.77^{**} \quad \{7\}$$

$$r = 0.83^{**} \quad \{8\}$$

در این معادلات Y_3 و Y_6 به ترتیب غلظت روی در گیاه (میکرو گرم بر گرم ماده خشک) در سه و شش هفتگی و X روی استخراج شده از خاک به روش DTPA (میلی گرم بر کیلو گرم خاک) است.

$$r = 0.654^{**} \quad \{9\}$$

$$r = 0.787^{**} \quad \{10\}$$

Y_6 و Y_3 به ترتیب غلظت روی در گیاه در سه و شش هفتگی (میکرو گرم بر گرم ماده خشک) و X روی استخراج شده از خاک به روش $(NH_4)_2CO_3$ - EDTA (میلی گرم در کیلو گرم خاک) می باشد سیلانیا (۲۲) ضریب همبستگی بین روی استخراج شده از خاک با روش DTPA و غلظت روی در گیاه را در شرایط مزرعه برای ذرت و گندم به ترتیب برابر 0.38^{**} و 0.47^{**} و در شرایط گلخانه برای گندم برابر 0.73^{**} بدست آورد. این مقادیر برای عصاره گیر EDTA - استات آمونیم به ترتیب برابر 0.39^{**} و 0.41^{**} و 0.67^{**} بوده است.

مقایسه ضرایب همبستگی در سنین سه و شش هفتگی نشان می دهد که با افزایش سن گیاه این

می شود همبستگی خوبی بین روی استخراج شده به وسیله DTPA و $(NH_4)_2CO_3$ - EDTA با غلظت روی در گیاه دیده می شود. ضریب همبستگی بین روی عصاره گیری به روش DTPA و غلظت روی در گیاه (در تیمار صفر روی) در سن سه و شش هفتگی به ترتیب برابر $r = 0.77^{**}$ و 0.83^{**} به دست آمده معادلات ۷ و ۸ این ارتباط را نشان می دهد.

$$Y_3 = 13/86 + 17/95X$$

$$Y_6 = 7/03 + 13/62X$$

معادلات ۹ و ۱۰ رابطه بین روی استخراج شده با $(NH_4)_2CO_3$ - EDTA و غلظت روی در گیاه را در سه و شش هفتگی نشان می دهند.

$$Y_3 = 12/9 + 13/06X$$

$$Y_6 = 5 + 11/06X$$

ارتباط قوی تر شده و با توجه به مثبت بودن شیب خط، مشخص می شود که با افزایش روی قابل استفاده، غلظت روی در گیاه افزایش یافته است. مقایسه شیب خطوط رگرسیون در سنین سه و شش هفتگی نیز نشان می دهد که غلظت روی در گیاه در سن سه هفتگی نسبت به سن شش هفتگی با سرعت بیشتری افزایش می یابد. به عبارت دیگر افزایش یک میلی گرم روی در کیلو گرم خاک در سن سه هفتگی سبب افزایش بیشتری در غلظت روی در گیاه نسبت به سن شش هفتگی می کرد.

رابطه بین روی استخراج شده به دو روش

DTPA و $(NH_4)_2CO_3$ - EDTA و جذب

روی توسط گیاه در سنین سه و شش هفتگی به ترتیب در معادلات ۱۱ تا ۱۴ نشان داده شده است.

$Y_3 = 0.51 + 19.57 \text{DTPA} - \text{Zn}$	$r = 0.794^{**}$	{۱۱}
$Y_6 = 1/44 + 59/27 \text{DTPA} - \text{Zn}$	$r = 0.832^{**}$	{۱۲}
$Y_3 = 2/33 + 15/82 \text{DTPA} - \text{Zn}$	$r = 0.749^{**}$	{۱۳}
$Y_6 = 1/44 + 59/27 \text{DTPA} - \text{Zn}$	$r = 0.851^{**}$	{۱۴}

رابطه بین روی استخراج شده از خاک با دو روش
DTPA (NH_4 , CO_3) و EDTA - رشد

نسبی در معادلات ۱۵ تا ۱۸ نشان داده شده است.

$Y_3 = 54 + 34/36 \text{DTPA} - \text{Zn}$	$r = 0.446^{**}$	{۱۵}
$Y_6 = 68/17 + 29/89 \text{DTPA} - \text{Zn}$	$r = 0.445^{**}$	{۱۶}
$Y_3 = 45/32 + 31/0.8 \text{DTPA} - \text{Zn}$	$r = 0.47^{**}$	{۱۷}
$Y_6 = 61/98 + 21/0.5 \text{DTPA} - \text{Zn}$	$r = 0.478^{**}$	{۱۸}

دچار کمبود خفیف تا شدید روی بوده که لازم است
نسبت به مصرف کود سولفات روی به ویژه برای
گیاهی حساس مانند ذرت اقدام نمود.

سپاسگزاری:

این تحقیق با اعتبارات معاونت محترم
پژوهشی دانشگاه تهران به اجرا در آمده است که بدین
وسیله تشکر و سپاسگزاری می شود. همچنین از کلیه
عزیزانی که به هر نحوی در انجام این بررسی
همکاری داشته اند قدر دانی می نماید.

سینگ و همکاران (۲۳) نیز در تحقیقات
خود نشان دادند که دو روش DTPA و EDTA به
ترتیب با $r = 0.85^{**}$ و $r = 0.69^{**}$ بالاترین
همبستگی را با رشد نسبی گندم داشته اند.

غلظت بحرانی روی قابل جذب گیاه در خاک عصاره
گیری شده توسط DTPA (NH_4 , CO_3) -
EDTA نیز به روش تصویری کیت - نلسون به
ترتیب برابر ۰/۸۰ و ۱/۲۰ به دست آمد (نمودار های
۸ و ۷) با توجه به حد بحرانی به دست آمده مشخص
گردید که حدود ۵۰ درصد خاکهای مورد مطالعه

جدول ۱- محللهای نمونه برداری، سری های خاک و بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

شماره خاک	محلله نمونه برداری	سری خاک	بافت خاک	درصد رس	درصد کربن آلی	ظرفیت تبادل کاتیونی Cmolkg ⁻¹	کربنات کلسیم معادل (درصد)	pH گل اشباع
۱	دشت ناز- ساری	ورندان	Loam	۲۳	۱/۵	۲۷	۱۵	۷/۶۰
۲	دشت ناز- ساری	دشت ناز	Loam	۲۳	۱/۶	۲۹	۱۵	۷/۶۶
۳	دشت ناز- ساری	دشت ناز	Clay	۵۱	۱/۴۳	۲۰	۲۱	۷/۳۸
۴	دشت ناز- ساری	دشت ناز	Silty clay	۴۱	۱/۵	۲۸/۷	۱۷	۷/۶۹
۵	رودپشت- ساری	رود پشت	Silty clay loam	۳۷	۱/۴۴	۲۶/۵	۱۵	۷/۵۲
۶	میان رود - ساری	د لمرز	Clay	۵۷	۱/۵۴	۲۹	۲۴	۷/۳۰
۷	هولار - ساری	ساری	Silty clay	۴۳	۱/۴۷	۱۰/۶	۱۸	۷/۴۲
۸	هولار - ساری	ساری	Silty clay	۴۵	۲/۱۹	۳/۸	۱۹	۷/۶۱
۹	سمسکنده- ساری	ساری	Clay	۵۵	۱/۳۶	۶/۷	۲۳	۷/۵۳
۱۰	فیروز کنده - ساری	صاحبی	Silty clay	۳۵	۲/۳۵	۱۶	۱۵	۷/۲۵
۱۱	ولموزو - بهشهر	تیر تاش	Silty clay	۳۱	۱/۴۲	۳۷	۱۶	۷/۸۰
۱۲	پنجهزاره - بهشهر	شاه آباد	Silty clay	۲۵	۱/۱	۱۴/۴	۱۴	۷/۵۰
۱۳	بایع کلا - نکاه	خورشید	Clay	۵۳	۱/۴۸	۴۷/۷	۲۲	۷/۷۳
۱۴	نیم چاه - نکاه	ولاشیر	Silty clay	۵۱	۱/۳۹	۲۳/۶	۲۱	۷/۳۶
۱۵	کیا کلا - قائم شهر	بابل	Clay loam	۳۱	۱/۳۱	۵/۱	۱۶	۷/۶۶
۱۶	شنبلا - قائم شهر	اناردین	Loam	۲۷	۱/۲	۱۸/۵	۱۵	۷/۶۲
۱۷	حیدر آباد - جویبار	پاشاکلا	Clay	۴۷	۱/۷۹	۲/۳	۲۰	۷/۶۷
۱۸	مشک آباد - لارین	د لمرز	Clay loam	۳۷	۱/۷۵	۲۳/۸	۱۷	۷/۲۸
۱۹	سارو - بهشهر	بهشهر	Silty loam	۲۵	۱/۱۲	۲۳/۸	۱۴	۷/۷۶
۲۰	دارابکلا - ساری	نودهک	Silty clay	۴۱	۱/۵۴	۳	۱۸	۷/۰۴
۲۱	هولار - ساری	ساری	Silty clay loam	۳۳	۱/۷۳	۲۹	۱۵	۷/۳۳

جدول ۲- اثرات مصرف روی بر تولید ماده خشک ، غلظت و جذب روی توسط اندام هوایی ذرت

روی مصرفی (میلی گرم در کیلوگرم)	ماده خشک (گرم در گلدان)	غلظت روی (میلی گرم در کیلوگرم)	جذب کل روی (میکروگرم در گلدان)
*	۲/۴۷۷ a*	۱۷/۵۱۷ a	۴۴/۲۴۲ a
۲۰	۲/۸۶ b	۳۶/۹۱۰ b	۱۰۴/۵۲۸ b

* میانگین های با حروف متفاوت طبق آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی دارند.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین روی استخراج شده از خاک توسط عصاره گیر های EDTA, DTPA و پاسخ های گیاهی

عملکرد نسبی (درصد)	ماده خشک گیاه (گرم در گلدان)	جذب روی توسط گیاه (میکرو گرم در گلدان)	غلظت روی در گیاه (میکرو گرم در گرم)	پاسخ های گیاهی عصاره گیر
<u>سن ۳ هفتگی</u>				DTPA EDTA
۰/۴۳۸ *	۰/۵۵۸ **	۰/۷۹۴ **	۰/۷۷۰ **	
۰/۴۷ *	۰/۵۷۵ **	۰/۷۹۴ **	۰/۶۴۵ **	
<u>سن شش هفتگی</u>				DTPA EDTA
۰/۴۴۵ *	۰/۵۸۷ **	۰/۸۳۲ **	۰/۸۳۰ **	
۰/۴۷۸ *	۰/۶۶۰ **	۰/۸۵۱ **	۰/۷۸۷ **	

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح یک و پنج درصد

**

منابع مورد استفاده

- ۱- اردلان، محمد، غلامرضا ثواقبی و پیمان کشاورز. ۱۳۷۸. انتخاب عصاره گیر مناسب برای استخراج روی قابل استفاده ذرت در بعضی از خاکهای مازندران، مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۳۰، شماره یک، ص ۷۴-۶۵
- ۲- امامی، عاکفه. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه برگ (جلد اول) نشریه فنی شماره ۹۸۲ مؤسسه تحقیقاتی خاک و آب. تهران، ایران.
- ۳- امامی، عاکفه و علی اصغر بهبهانی زاده. ۱۳۳۸. رابطه آهن، روی، منگنز و مس قابل جذب خاک با غلظت جذب شده آن توسط گیاه ذرت کشت شده در گلخانه مؤسسه تحقیقات خاک و آب مجموعه مقالات خاک و آب (۱) ۵-۲۰. تهران، ایران.
- ۴- ایزدپناه، ب. ۱۳۵۵. گزارش مطالعات نیمه تفصیلی خاک شناسی، طبقه بندی اراضی منطقه نکاء سیاهرود. نشریه ۴۹۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران. ایران.
- ۵- بنائی، محمد حسن. ۱۳۴۷. گزارش مطالعات خاک شناسی تفصیلی مزرعه کلاک در مازندران، نشریه ۱۱۵ مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.
- ۶- حقیقت نیا، حسن و منوچهر مفتون. ۱۳۷۵. مقایسه چند عصاره گیر شیمیایی برای تعیین روی قابل استفاده برنج در بعضی از خاکهای آهکی استان فارس در خلاصه مقالات پنجمین کنفرانس خاک ایران. کرج، ایران.
- ۷- درجه، زهرا و نجفعلی کریمیان. ۱۳۷۱. مقایسه چند روش تعیین مقدار عنصر روی قابل استفاده گیاه در خاکهای اراضی زیر سد درودزن استان فارس، در خلاصه مقالات سومین کنگره علوم خاک ایران. کرج. ایران.

- ۸- علی احيایی، مریم. ۱۳۷۳. شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.
- ۹- فلاحی، ش. ۱۳۵۹. گزارش مطالعات خاکشناسی تفضیلی ایستگاه تحقیقات خاک و آب ماکران ساری. نشریه ۵۸۵ مؤسسه تحقیقات خاکو آب. تهران، ایران.
- ۱۰- کریمیان، نجفعلی. ۱۳۷۳. اثر باقیمانده سولفات روی بر فرمهای شیمیایی روی در خاک و رابطه این فرمها با جذب روی توسط گیاه. گزارش طرح پژوهشی معاونت پژوهشی دانشگاه شیراز. ش ۸۱، شیراز، ایران.

- 11-Alloway, B.J.1990.Heavy metals in solis. Blakie and Son Ltd, 339 P.
- 12-Aydemir, O. and N. Koleli 1996. Comparson of chemical extraction methods for zinc availability in the Harran plain solis. Turkish J. of Agric and forestry 20(2):91-98.
- 13- Davis , J., T. Gaine and M. Parker . 1995 . Comparson of soil zinc extractants for detection of applied zinc and prediction of leaf zinc concentration. Commun. Soil sci. Plant Anal. 26(17/18): 2969-2981.
- 14- Karimian ,N. and J. Yasrebi . 1997 . Extractability of previously applied zinc as influenced by properties of calcareous soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal . 28: 1323-1331.
- 15- Lindsay , W.L., and W.A.Norvell. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. AmJ . 42: 421-428.
- 16- Lins , I.D.G. and F.R.Cox . 1988. Effect of soils pH and clay content on the zinc soil test interpretation for corn. Soil Sci. Soc. AmJ . 52: 1681-1685.
- 17- Maftoun, M. and N . Karimian . 1989. Relative efficiency of two zinc sources for maize (*Zea mays*.L.) in two calcareous soils from an arid area of Iran. Agronomie 9: 771-775.
- 18- Prasad, R. and J. F. Power. 1997 . Soil fertility management for sustainable agriculture. CRC Lewis Publishers, USA, 356P.
- 19- Prasad, R. and P. Sakal. 1992 . Extractability of applied zinc from calcareous soils as related to certain soil properties. Journal of Research, Brisa Agricultural University 4(1) : 43-46.
- 20- Saroa, G., B. Arora and P. Takkar .1993 . Zinc nutrition of maize and evaluation of chemical methods for estimating available zinc in soil of district kapurthala, Punjab Indain J. of Ecology 10(1): 53-58.
- 21- Sharma , B., A. Bhadorla, G. Rathor and P. Bapat . 1996 . Evaluation of extractants for available zinc and its forms in vertisols of Madhyaprades. J. Indian Soc . of Soil Sci. 44 (4) : 701-704.
- 22- Sillanpaa, M.1982 . Micronutrients and the nutrient status of soils:Aglobal study. FAO Bull . 48.
- 23- Sing, K.,U. Shukla, S. Karwasra. 1987. Chemical assesment of the zinc status of some soils of the semiarid region of India, Fertilizer Research . 13:191-197.
- 24- Trierwiler , J.F. and W.L.Lindsay .1969 . EDTA – amonium carbonate soil test for zinc. Soil Sci. Soc. AnProc . 33:49-54.
- 25- Yasrebi , J.,N. Karimian, M. Maftoun, A. Abtahi and M. Sameni. 1994. Distribution of zinc forms in highly calcareous soil as influenced by soil physical and chemical properties and application of zinc sulfete. Commun Soil Sci. Plant Anal. 25(11/12) : 2133-2145.

Study of Available Zinc Status and Correlation of Exrtactable Zinc With Soil Properties and Plant Responses in Mazandaran Soils.

M.Ardalan and Gh.Savaghebi¹

Abstract:

Zinc is one of the essential micronutrients whose deficiency appears in early stages of plant growth. Zinc deficiency has been reported in soils with different characteristics. Soil testing is one of the most popular methods for evaluating nutrients status of soils and fertilizer recommendation and management. For better interpretation of soil testing results, chemical and physical characteristics of soils must be considered.

In this study 21 composite surface soil samples were selected from recognized soil representing a variety of soils in Mazandaran province. The clay content in these soils vary from 22 to 57 % , pH from 7 to 7.9 , the calcium carbonate equivalent (CCE) from 3 to 39 , orgainc carbon (OC) from 1.1 to 2.35%, cation exchange capacity (CEC) range between 14 to 24 Cmol.Kg⁻¹. Available zinc extracted by DTPA and EDTA-(NH₄)₂CO₃ vary between 0.38 to 1.64 and 0.73 to 2.23 mg.kg⁻¹ , respectively. A greenhouse study was conducted as a factorial experiment in a RCBD design with three replications. Sois were treated with two levels (0 and 20 mg.kg⁻¹) of Zn and corn (*Zea mays* L.) was grown for six weeks.

The DTPA and EDTA - (NH₄)₂CO₃ extractable Zn showed a significant positive correlation with plant responses in the third and the sixth week of growth period and results indicated that soil pH and OC improved the correlation between extractable Zn and corn responses. In this study, the critical level for DTPA and EDTA -(NH₄)₂CO₃ extractable Zn were 0.80 and 1.20 mgkg⁻¹ , respetively. Based on these critical leves , 50% of Mazandran soils are deficient in Zn.

Key words: Soil testing , Zn extractant , DTPA , EDTA-(NH₄)₂CO₃ , Critical level , Zn uptake , Relative growth.

¹. Assoc. Prof and Assis. Prof. Of Soil Science, respectively, College of Agric., Tehran Univ.