مقایسه چند روش تعیین مقدار عنصر روی قابل استفاده گیاه در خاکهای اراضی زیر سد درودزن استان فارس

*
زهرا درجه و نجفعلی کریمیان

چکیده

بمنظور مقایسه روشهای اندازه‌گیری روی قابل استفاده گیاه در خاکهای آهکی تعداد ۱۸ نمونه که نماینده سریهای عمده اراضی زیر سد درودزن استان فارس میباشد انتخاب و مقدار عنصر روی آنها توسط محلولهای ای‌دی‌تی‌ا- استات آمونیوم، ای دی تی ا- کربنات آمونیوم، دی‌تی‌پی‌ا- بیکربنات آمونیوم و کلرید منیزیم عصاره‌گیری و سپس در یک آزمایش گلخانه‌ای ۸ هفته‌ای با گیاه ذرت (*Zea mays L.*) شامل سه تیمار روی (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم روی خالص در کیلوگرم خاک بصورت سولفات روی در سه تکرار) بکار گرفته شدند.

قدرت عصاره‌گیری محلولهای مختلف بترتیب زیر تعیین گردید:
دی تی پی ا-بیکربنات آمونیوم بیش ازای دی تی‌ا-استات آمونیوم بیش از ای دی تی‌ا- کربنات آمونیوم بیش از دی تی پی ا بیش از کلرید منیزیم.

در برخی از خاکها علامت کمبود، در برگ گیاه ذرت مشاهده شد که مصرف ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک از بروز آن جلوگیری کرد. وزن ماده خشک تولیدی، غلظت روی و نیز مقدار کل روی جذب شده توسط گیاه در نتیجه مصرف روی افزایش یافت. معادله‌هائی برای پیش بینی ماده خشک تولیدی، عملکرد نسبی، غلظت روی و مقدار کل روی جذب شده گیاه با

---

*: بترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

استفاده از روی عصاره‌گیری شده بوسیله روشهای مختلف ارائه گردید. بر اساس این معادله‌ها محلول ای دی تی ا - کربنات آمونیوم (EZn) با سطح بحرانی ۰/۸ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک بعنوان بهترین عصاره‌گیر برای پیش بینی ماده خشک و عملکرد نسبی گیاه انتخاب شد.

مقدمه

روی یکی از عناصر ضروری گیاه است که معمولا" از طریق خاک تامین میشود. این عنصردرسنتزایندول‌استیک‌اسید [1] ازتریپتوفان [2] دخالت دارد(۲۲). ایندول استیک‌اسید در رشد طولی ساقه موثراست(۲۳). روی در متابولیسم ازت دخیل بوده و کمبود آن مانع سنتز پروتئین میشود(۱۸). فعالیت آنزیمهای کربنیک انهیدراز [3]، دی هیدروژناز [4]، آمیلاز [5]، پروتئیناز [6] و پپتیداز [7] به حضور روی کافی در بافتهای گیاهی وابسته است. کمبود روی متابولیسم فسفات را نیز تحت تاثیر قرار داده و سبب تجمع فسفات معدنی در بافتهای گیاهی میشود. بنابراین واضح است که در دسترس بودن روی کافی از ضروریات رشد بهینه گیاه و دسترسی به عملکرد مطلوب آن میباشد.

مقدار کل روی خاک حدود ۱۰ تا ۳۰۰ میکروگرم روی در هر خاک میباشد که با توجه به مقدار کم مورد نیاز سالیانه گیاهان کاملا" کافی بنظر میرسد. اما چون روی با قدرت زیادی جذب کانیها و مواد آلی خاک میشود غلظت آن در محلول خاک فوق العاده کم و حرکت آن بسیار کند میباشد(۱۷). کمی غلظت و کندی تحرک بخصوص در خاکهای آهکی بسیار مشهود است. عوامل و شرایط خاکی به گونه‌ای بر قابلیت استفاده این عنصر اثر میکنند که فقط کسر کوچکی از آن در هر فصل زراعی قابل استفاده است. بهمین دلیل کمبود روی از مسائل مهم تغذیه گیاه در بسیاری از

---

1. Indole acetic acid
2. Tryptophane
3. Carbonic anhydrase
4. Dehydrogenase
5. Amylase
6. Proteinase
7. Peptidase

نمیباشند. امامی و بهبهانی‌زاده (۱) عصاره‌گیری‌های دی‌تی‌پی‌ا (۱۶)، ای‌دی‌تی‌ا (۷)، استات آمونیوم و اسید کلریدریک (۲۵) را در خاکهای کرج مورد مطالعه قرار داده و گزارش کردند که در این خاکها دی‌تی‌پی‌ا و ای‌دی‌تی‌ا برای پیش بینی جذب روی توسط ذرت مناسبترین روش بوده و پس از آن استات آمونیوم قرار دارد. اسید کلریدریک در شرایط آنسان کاملا" نامناسب تشخیص داده‌شد. آزمایش حاضر به منظور مطالعه وضعیت روی در برخی از خاکهای آهکی جنوب ایران طرح شد و هدف از آن مقایسه چند روش عصاره‌گیری روی بود.

مواد و روشها

نمونه خاک سطح‌الارض (۲۰-۰ سانتیمتر) از ۱۸ نقطه منطقه زیرسد درودزن استان فارس تهیه شد. این منطقه دارای وسعت حدود ۷۷۰۰۰ هکتار بوده و در ۵۰ کیلومتری شمال شرقی شیراز واقع شده‌است. مشخصات منطقه و رده‌بندی خاکها در نشریه ۳۹۲ (۳) و خواص فیزیکی و شیمیائی خاکهای بکار رفته در آزمایش حاضر در جدول ۱ نشان داده شده‌است. هر خاک با ۵ عصاره‌گیر مختلف شامل دی تی پی ا(۱۶)، دی تی پی ا - بیکربنات آمونیوم (۲۰)، ای دی تی ا- کربنات آمونیوم (۲۳)، ای دی تی ا- استات آمونیوم (۳۴) و کلرید منیزیم (۲۱) عصاره‌گیری شده و غلظت روی در عصاره‌ها توسط دستگاه جذب اتمی تعیین گردید.

طی یک آزمایش گلخانه‌ای فاکتوریل ۳×۱۸ که بصورت بلوکهای کاملا" تصادفی در سه تکرار اجرا شد ۱۸ نمونه خاک در گلدانهای پلاستیک ریخته و با سه سطح روی (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم روی خالص در کیلوگرم خاک بصورت $ZnSo_4.7H_2O$) تیمار گردید. به هر گلدان معادل ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ازت خالص بصورت $Co(NH_2)_2$، ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم فسفر خالص بصورت $Ca(H_2PO_4)_2$ و ۵ میلی گرم در کیلوگرم آهن خالص بصورت FeEDDHA افزوده شد. یک سوم از ازت و تمامی فسفر و آهن قبل از کشت بصورت محلول به خاک اضافه شده و بخوبی مخلوط شد. باقیمانده ازت در

نقاط دنیاست. در ایران این عارضه هم در خاکهای آهکی مناطق خشک و نیمه‌خشک و هم در خاکهای خنثی و کمی اسیدی نواحی شمالی در درختان میوه بخصوص سیب، گلابی، هلو و مرکبات وهمچنین درگیاهان زینتی دیده میشود (۵). روشهای متعددی برای تخمین وضعیت روی قابل استفاده گیاه خاک در دست است. اما کاراثی هر یک از این روشها به خصوصیات خاک بستگی دارد.

وضعیت روی قابل استفاده خاک را مانند هر عنصر غذائی دیگر میتوان با مشاهده علائم شاخ و برگی، آزمایشهای گلخانه‌ای، آزمایشهای صحرائی و آزمون خاک ا تخمین زد (۶). لکن چون کمبود روی معمولا" در اوائل فصل رشد گیاه مشاهد میشود آزمون خاکی که بتواند وضعیت روی را قبل از کشت ارزیابی کند و مقدار روی مورد نیاز گیاه را تعیین کند ارجحیت آشکاری بر سایر روشها دارد.

برای آزمون خاک روی روشهای مختلفی بکار رفته‌است. تعدادی از این روشها توسط درجه و کریمیان (۴) مرور شده و طرز انجام آنها به تفصیل بیان گردیده‌است. اساس این روشها عبارتست از استفاده از اسیدهای آلی و معدنی، نمکها یا کمپلکسهای گوناگون برای عصاره‌گیری و سپس اندازه‌گیری روی در عصاره. مشکل اصلی در این تحقیقات این است که گرچه این مواد در خاکهایی که خواص مشابهی دارند نتایج قابل قبولی ارائه میدهند اما در مورد خاکهایی که از نظر بافت، pH، مقدار ماده آلی، اکسیدهای آهن و کربنات کلسیم متفاوتند نتیجه خوبی بدست نمیدهند. یافتن ماده شیمیائی مناسبی جهت استخراج روی که بتوان از آن در ارزیابی وضعیت روی خاکهای مختلف استفاده کرد از هدفهای عمده تحقیقات در زمینه روی میباشد.

برای تعیین روشهای مناسب ارزیابی وضعیت روی در ایران تحقیقات چندانی صورت نگرفته‌است. امیری و درودی (۲) رابطه بین غلظت آهن و روی در برگ درختان سیب را با مقدار روی عصاره‌گیری‌شده توسط دی‌تی‌پی‌ا (۱۶) و ای‌دی‌تی‌ا (۷) از خاکهای کرج و قزوین مطالعه کرده و به این نتیجه رسیدند که هیچکدام از این دو روش قادر به پیش بینی وضعیت روی

---

1. Soil testing

دو نوبت (هفته سوم و هفته پنجم رشد) بصورت محلول به خاک داده شد. پنج عدد بذر ذرت علوفه‌ای در عمق یک سانتیمتری خاک کاشته شد و با آب مقطر آبیاری شد. در هفته دوم تعداد بوته‌ها به سه عدد در هر گلدان تنک شد. آبیاری و مواظبت‌های لازم بعمل آمد. در پایان هفته هشتم قسمتهای هوائی گیاهان قطع و پس از شستشو در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد خشک و وزن شد. نمونه ماده خشک گیاهان در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد خاکستر شده و پس از حل در اسید کلریدریک برای اندازه‌گیری غلظت روی با دستگاه جذب اتمی بکار رفت.

وزن خشک، عملکرد نسبی (نسبت وزن خشک تولید شده در تیمار صفر روی به حداکثر وزن خشک تولید شده در تیمارهای ۱۰ یا ۲۰ روی)، غلظت روی و جذب کل روی (حاصلضرب غلظت روی در وزن ماده خشک گیاه) بعنوان پاسخهای گیاه بکار رفت و اثر تیمارهای روی بر آنها توسط روشهای آماری و آنالیز واریانس تعیین گردید. روش گرافیکی کیت و نلسون (۱۰و۱۱) برای تعیین سطح بحرانی روی عصاره‌گیرهای مختلف بکار رفت. پاسخهای گیاهی توسط برنامه کامپیوتری SPSS با غلظت روی عصاره‌گیری شده و خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک همبسته شده و معادلات رگرسیون مربوط محاسبه شد.

نتیجه‌گیری و بحث

روی عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیریهای مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. بطور کلی قدرت عصاره‌گیری محلولهای مختلف از خاکهای اراضی زیر سد درودزن به ترتیب زیر بدست آمد.
دی تی پی ا - بیکربنات آمونیوم بیش از ای دی تی ا - استات آمونیوم بیش از ای دی تی ا - کربنات آمونیوم بیش از دی تی پی ا بیش از کلرید منیزیم.

روی عصاره‌گیری شده با دی تی پی ا خاکهای زیر سد درودزن کمتر از خاکهای کرج و قزوین (۱و۲) میباشد. علت این امر را میتوان تفاوت در

خواص فیزیکی و شیمیائی و بخصوص زیادی کربنات کلسیم خاکهای زیر سد درودزن دانست (جدول ۱).

در گیاهان خاکهای شماره ۴، ۱۹، ۲۰ و ۲۴ در سطح صفر روی علائم کمبود روی مشاهده نشد ولی این علائم در سطوح ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم روی همین خاکها دیده نشد. مصرف روی سبب افزایش معنی‌داری در وزن خشک گیاه، غلظت روی در گیاه و جذب کامل روی توسط گیاه گردید (جدول ۳). گرچه خاکهای مختلف پاسخهای مختلفی به مصرف سولفات روی دادند ولی بصورت کلی مصرف ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم در افزایش وزن خاک گیاه موثرتر از ۲۰ میلی گرم روی در کیلوگرم بود. مصرف ۲۰ میلی گرم روی گرچه وزن خشک گیاه را بطور معنی‌داری نسبت به تیمار صفر روی افزایش داد ولی این مقدار ماده خشک تولیدی کمتر از ماده خشک تولیدی در تیمار ۱۰ میلی گرم روی بود. این نتایج با گزارش گوپتا و سینک (۱۴) نیز تطابق دارد. آنان نیز حداکثر عملکرد ذرت را با مصرف ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک بدست آوردند. البته در خاکهای گرج (۱) حداکثر عملکرد در سطح ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی بدست آمد.

غلظت روی و جذب کل روی با افزایش مقدار مصرف روی بطور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳).

درصد عملکرد نسبی گیاه در خاکهای تیمار نشده در ارتباط با روی عصاره‌گیری شده از این خاکها در جدول ۴ نشان داده شده‌است، روش گرافیکی کیت-نلسون (۱۰و۱۱) که در شکل ۱ نشان داده شده سطح بحرانی عصاره‌گیرهای مختلف را متفاوت نشان میدهد (جدول ۵). سطح بحرانی عصاره‌گیرهای مختلف برای خاکهای ایران قبلا" تعیین نشده ولی در مقایسه با کارهای انجام شده در سایر نقاط دنیا میتوان گفت که سطح بحرانی در خاکهای زیر سد درودزن در شرایط آزمایش حاضر برای دی‌تی‌پی‌ا و ای‌دی‌تی‌ا - کربنات آمونیوم کمتر (۱۹،۲۰،۱) و برای دی‌تی‌پی‌ا - بیکربنات آمونیوم بیشتر است (۱۵).

غلظت روی در گیاه همبستگی معنی‌داری با روی عصاره‌گیری شده با دی‌تی‌پی‌ا نشان داد (معادله ۱). افزودن عبارتی برای درصد رس قدرت پیش بینی معادله را از ۲۴ به ۳۵ درصد رساند (معادله ۲).

$PZn=11.7+9.4\ (DZn)$ $R^2=0.24$ [1]

$PZn=-98.93+9.62\ (DZn)+14.35(PC)$ $R^2=0.35^{**}$ [2]

در این معادلات PZn غلظت روی در گیاه بر حسب میکروگرم روی در گرم گیاه، DZn روی عصاره‌گیری شده با دی‌تی‌پی‌ا برحسب میکروگرم در گرم خاک و PC درصدرس خاک با روش پی پت است.

ماده خشک گیاهی تولید شده در تیمار صفر روی با روی عصاره‌گیری شده توسط روشهای مختلف معادلات رگرسیون معنی‌داری را بشرح زیر بدست داد:

$DM=-9.18+46.05\ (EZn)-19.09\ (EZn)^2$ $R^2=0.57^{**}$ [3]

$DM=179.2+1.15(BZn)-21.77(PHC)-0.37(CEC)$ $R^2=0.63^{**}$ [4]

$DM=179.7+12(AZn)-20.7(PHC)-0.49(CEC)$ $R^2=0.58^{**}$ [5]

که در این معادلات DM وزن خشک گیاه بر حسب گرم در گلدان، EZn، BZn و AZn روی عصاره‌گیری شده با ای‌دی‌تی‌ا- کربنات آمونیوم، دی‌تی‌پی‌ا- بیکربنات آمونیوم یا ای‌دی‌تی‌ا- استات آمونیوم بر حسب میکروگرم روی در گرم خاک، PHC خاک در محلول ۰/۱ مولار کلرید کلسیم و CEC ظرفیت تبادل کاتیونی خاک برحسب میلی‌اکی‌والان درصد گرم خاک میباشد.

جذب کل روی توسط گیاه همبستگی معنی داری با روی عصاره‌گیری شده توسط روشهای مختلف نشان نداد.

از معادلات ارائه شده در بالا معلوم میشود که گرچه عصاره‌گیرهای مختلفی قادر به پیش بینی وزن خشک تولیدی گیاه میباشند ولی روش ای‌دی‌تی‌ا- کربنات آمونیوم تنها عصاره‌گیری است که قادر به پیش بینی وزن خشک گیاه بدون نیاز به خصوصیات دیگر خاک میباشد (معادله ۳). روش گرافیکی کیت-نلسون نیز نشان میدهد که سطح بحرانی ۰/۸ میکروگرم در خاک در این عصاره‌گیر بخوبی قادر به جداکردن خاکهای دارای کمبود از خاکهای بدون کمبود براساس عملکرد نسبی آنها میباشد(شکل ۱). بنابراین میتوان گفت که براساس نتایج بدست آمده در این ازمایش روش ای‌دی‌تی‌ا - کربنات آمونیوم روشی مناسبتر از سایر روشهای اندازه‌گیری روی میباشد.

جدول ۱، نام سریها و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاکها

شماره خاک	نام سری	pH ۱:۲ آب	pH ۱:۲ کلرید کلسیم	رس %	ماده آلی %	کربنات کلسیم %	ظرفیت تبادل کاتیونی meg/100g
۱	گرم‌آباد	۸/۵	۷/۸	۲۹	۲/۰۲	۲۳	۱۹/۰
۲	بیضا	۸/۲	۷/۷	۵۳	۱/۵۶	۳۸	۱۵/۴
۳	"	۸/۳	۷/۸	۴۴	۱/۳۴	۴۹	۹/۸
۴	حسام آباد	۷/۹	۷/۷	۶۳	۱/۳۶	۴۹	۱۶/۳
۵	"	۸/۰	۷/۶	۴۸	۲/۲۲	۵۳	۱۲/۵
۶	کوشکک	۸/۲	۷/۷	۳۹	۱/۰۷	۵۸	۱۱/۷
۷	"	۸/۳	۷/۶	۵۵	۱/۰۲	۵۷	۱۰/۷
۸	"	۸/۲	۷/۵	۵۱	۱/۶۷	۴۵	۱۴/۶
۹	"	۸/۱	۷/۷	۵۶	۱/۴۴	۴۲	۱۴/۶
۱۰	"	۷/۹	۷/۵	۵۶	۲/۸۳	۵۳	۱۴
۱۱	کر	۸/۰	۷/۶	۵۹	۱/۱۰	۴۳	۱۴/۶
۱۲	"	۸/۱	۷/۷	۶۱	۱/۰۲	۴۲	۱۶/۶
۱۳	ساروئی	۸/۰	۷/۸	۵۴	۱/۴۲	۲۹	۱۶/۹
۱۴	تخت جمشید	۸/۱	۷/۷	۶۰	۱/۵۶	۳۵	۱۵/۴
۱۵	"	۸/۱	۷/۸	۶۵	۰/۹۴	۳۵	۱۶/۳
۱۶	"	۸/۴	۷/۸	۴۸	۱/۴۱	۳۴	۱۲/۹
۱۷	"	۸/۳	۷/۸	۵۲	۱/۶۱	۳۸	۱۳/۵
۱۸	"	۸/۴	۷/۸	۲۶	۰/۸۰	۴۹	۷/۳

سری خاکها اقتباس شده از بنائی و همکاران (۳)، pH توسط الکترود شیشه‌ای در تعلیق ۱:۲ خاک به اب با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار، رس توسط پی‌پت (۱۳) پس از خارج کردن کربنات کلسیم با اسید کلریدریک و ماده آلی با آب اکسیژنه، ماده آلی توسط روش واکی‌بلاک (۸)، کربنات کلسیم توسط خنثی سازی با اسید کلریدریک (۹)، ظرفیت تبادل کاتیونی توسط جانشینی کاتیونها با استات سدیم، خارج سازی زیادی سدیم با الکل، تبادل سدیم با استات آمونیوم و سپس اندازه‌گیری سدیم (۱۲).

جدول ۲. غلظت روی عصاره‌گیری شده توسط روشهای مختلف

غلظت روی میلی گرم در کیلوگرم					
شماره خاک	دی‌تی‌پی‌ا	دی‌تی‌پی‌ا - بیکربنات آمونیوم	ای‌دی‌تی‌ا کربنات آمونیوم	ای‌دی‌تی‌ا استات آمونیوم	کلرید منیزیم
۱	۰/۸	۹/۵	۱/۷	۴	۰/۳۰
۲	۰/۲	۸/۲	۱/۰	۲/۶	۰/۲۵
۳	۰/۶	۸/۴	۱/۳	۳/۰	۰/۲۵
۴	۱/۰	۱۰/۰	۰/۸	۲/۷	۰/۳
۵	۰/۴	۹/۴	۱/۰	۳/۱	۰/۵۰
۶	۰/۴	۸/۴	۱/۳	۲/۰	۰/۱۲
۷	۰/۳	۷/۴	۱/۰	۱/۸	۰/۵۰
۸	۰/۵	۱۰/۶	۰/۹	۱/۴	۰/۱۵
۹	۰/۴	۸/۴	۱/۰	۱/۸	۰/۶۰
۱۰	۰/۸	۸/۴	۱/۳	۳/۵	۰/۵۵
۱۱	۰/۴	۷/۶	۰/۹	۳/۰	۰/۶۵
۱۲	۰/۳	۸/۲	۰/۶	۲/۴	۰/۵۰
۱۳	۰/۲	۷/۴	۰/۶	۲/۰	۰/۱۲
۱۴	۰/۴	۷/۴	۱/۱	۲/۷	۰/۱۵
۱۵	۰/۳	۷/۶	۰/۹	۱/۳	۰/۶
۱۶	۰/۵	۹/۵	۱/۱	۲/۵	۰/۱۵
۱۷	۰/۶	۷/۴	۱/۱	۱/۶	۰/۲
۱۸	۰/۵	۹/۶	۰/۹	۱/۶	۰/۱۲

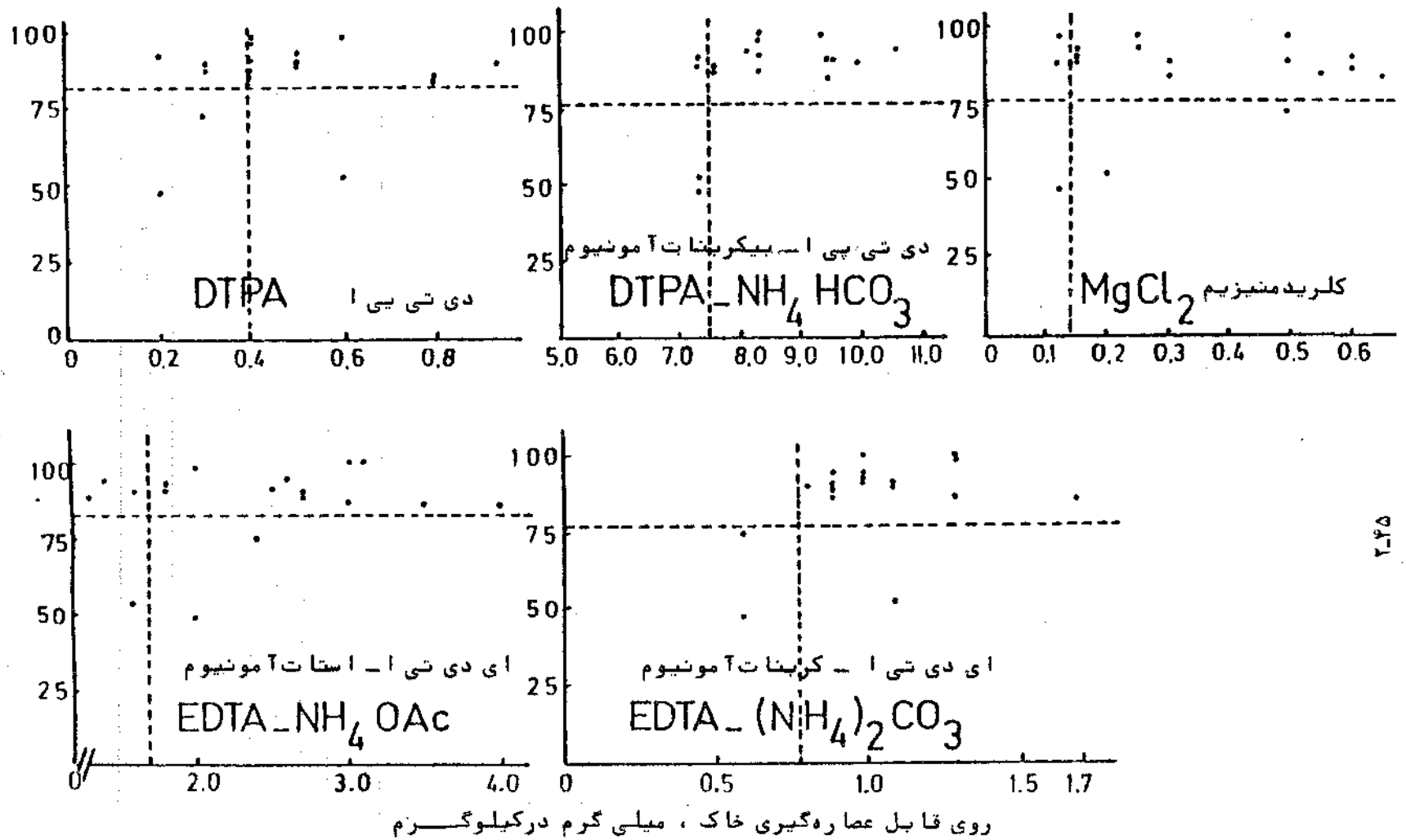
جدول ۳. اثر مصرف روی بر وزن خشک، غلظت روی و جذب کل روی توسط قسمت هوایی گیاه (هر عدد میانگین ۵۴ گلدان است).

سطح روی میلی‌گرم بر کیلوگرم	وزن خشک گرم در گلدان	غلظت روی میلی‌گرم بر کیلوگرم	جذب کل روی میکروگرم در گلدان
۰	۱۶/۱۹ ج	۱۶/۱ ج	۲۶۲ ج
۱۰	۱۷/۷۴ الف	۲۷/۱ ب	۴۷۵ ب
۲۰	۱۷/۰۰ ب	۳۴/۷ الف	۵۷۹ الف

در هر ستون تفاوتهای میانگین‌های فاقد حرف مشترک از نظر آماری در سطح ۵درصد معنی‌دار میباشد.

جدول ۴. وزن خشک، غلظت روی، جذب کل روی توسط گیاه و عملکرد نسبی در گلدانهای سطح صفر روی (هر عدد میانگین ۳ گلدان است).

شماره	وزن خشک گرم در گلدان	غلظت روی میلی‌گرم در کیلوگرم	جذب کل روی میکروگرم در گلدان	عملکرد نسبی %
۱	۱۴/۲	۲۰	۲۷۶	۸۸
۲	۱۶/۳	۱۲	۱۸۹	۹۷
۳	۱۹/۰	۲۵	۴۸۳	۱۰۲
۴	۱۶/۸	۲۲	۳۶۵	۹۳
۵	۲۱/۳	۲۲	۴۶۳	۱۰۲
۶	۱۷/۶	۱۴	۲۴۸	۱۰۱
۷	۱۷/۸	۱۴	۲۵۵	۹۴
۸	۱۹/۳	۱۱	۲۰۲	۹۷
۹	۱۷/۹	۱۵	۲۷۸	۹۵
۱۰	۱۹/۳	۱۲	۲۳۰	۸۹
۱۱	۱۸/۰	۱۴	۲۴۸	۸۹
۱۲	۱۴/۰	۱۴	۱۸۶	۷۶
۱۳	۷/۸	۱۰	۸۱	۴۹
۱۴	۱۶/۳	۱۹	۲۹۹	۹۲
۱۵	۱۵/۸	۱۷	۲۹۲	۹۱
۱۶	۱۵/۵	۱۶	۲۳۸	۹۴
۱۷	۸/۷	۱۹	۱۶۴	۵۴
۱۸	۱۵/۹	۱۵	۲۳۰	۹۳



شکل ۱ ـ نمودار پراکنشی کیت ـ نلسون (۱۱،۱۰) برای تعیین سطح بحرانی عصاره‌گیرهای مختلف . سطح بحرانی هرعصاره‌گیرمحل برخوردنقطه‌چین با محورافقی می باشد .

جدول ۵. "سطح بحرانی" تخمین‌زده شده توسط روش گرافیکی کیت-نلسون (۱۰ و ۱۱) عصاره‌گیرهای مختلف

عصاره‌گیر	سطح بحرانی، میلی گرم بر کیلوگرم
دی تی پی ا	۰/۴۰
دی تی پی ا - بیکربنات آمونیوم	۷/۵۰
ای دی تی ا - کربنات آمونیوم	۰/۸۰
ای دی تی ا - استات آمونیوم	۱/۷۰
کلرید منیزیم	۰/۱۵

منابع مورد استفاده

۱- امامی، ع. ، بهبهانی زاده، ع.ا. ۱۳۶۸. رابطه آهن، روی، منگنز و مس قابل جذب خاک با غلظت جذب شده آن توسط گیاه ذرت کشت شده در گلخانه (مقایسه ۴ روش عصاره‌گیری). موسسه تحقیقات خاک و آب. مجموعه مقالات خاک و آب. ۵(۱)۶ ۲۰-۱.

۲- امیری، ر. ، درودی، م.س. ۱۳۶۶. رابطه روی و آهن خاک با غلظت روی و آهن در برگ درختان سیب. مجموعه مقالات خاک و آب. موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت کشاورزی ۳(۱): ۶۱-۴۸.

۳- بنائی، م.ح ، اورمزدی، ب. ، اسکندرزاده، ی. ، فرمان‌آراء، م. ۱۳۵۳. گزارش مطالعات تفصیلی خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی محدوده سد داریوش کبیر، استان فارس. موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک وزارت کشاورزی و منابع طبیعی. نشریه شماره ۳۹۲.

۴- درجه، ز. ، کریمیان، ن. روشهای اندازه‌گیری روی قابل استفاده گیاهی خاک. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. نشریه فنی شماره ۱۳.

۵- سالاردینی، ع.ا. ۱۳۵۸. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

۶- کریمیان، ن. ، مفتون، م. ۱۳۶۶. ارزیابی حاصلخیزی خاک. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. نشریه فنی شماره ۱۱.

7. Allen, J.E. 1961. The determination of zinc in agricultural materials by atomic-absorption spectrophotometry, Analyst 86: 350-534.

8. Allison, L.E. 1965. Organic carbon. P. 1367-1378. In:C.A. Black(ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Am.Soc.Agron., Madison, WI.

9. Allison, L.E., Moodie, C.D. 1965. Carbonate. P. 1379-1369. In:C.A. Black(ed.). Methods of soil analysis. Part 2.Am.Soc. Agron., Madison, WI.

10. Cate, R.B. and Nelson, L.A. 1965. A rapid method for correlation of soil test analysis with crop response data. Int. Soil Test

Ser. Tech.Bull. No.1. N.C. State Univ.Agr. Exp.Stn., Raleigh,NC

11. Cate, R.B., Nelson, L.A. 1971. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35:35: 658-660

12. Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. P. 899-900. In:C.A.Black(ed.). Methods of soil analysis. Part 2.Am.Soc. Agron. Madison, WI.

13. Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. P. 552-562. In:C.A.Black(ed.). Methods of soil analysis Part 1. Am.Soc.Agron., Madison, WI.

14. Gupta, V.K., Singh, B. 1985. Residual effect of zinc and magnesium on maize crop.J. Indian So..Soil Sci. 33:204-207.

15. Havlin, J.L., Soltanpour, P.N. 1981. Evaluation of NH4HCO3-DTPA soil test for iron and zinc. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:70-75.

16. Lindsay, W.L., Norvell, W.A. 1978.Development of DTPA soil test for zinc, iron, maganese and copper. Soil Sci.Soc.Am.J. 42: 421-428.

17. Navrot, J., Jacoby and Ravikovtich, B. Fixation of Zn^{65} in calcareous soils and its availability to tomato plants. Plant Soil 27:141-147.

18. Price, C.A., Clark, H.E. and Funkhourser, H.E. 1972.Function of micronutrients in plants. PP. 731-742. In J.J. Mortvedt et al., (ed.). Micronutrients in Agriculture. Soil Sci.Soc.Am.Inc., Madison, WI.

19. Sakal, R., Singh, A.P., Singh, B.P. and Sinia,R.B. 1984. Assesment of some extracant for available zinc in relation to response of rice to applied zinc in Sub-Himalayan hill and forest soils. Plant Soil 79:917-928.

20. Soltanpour, P.N., and Schwab, A.P. 1977. A new soil test for simulataneous extraction of macro and micro nutrients in

alkaline soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 8:195-207.

21. *Stewart, J.A., Burger, K.G. 1955. Estimation of available soil zinc using magnesium chloride as extractant. Soil Sci. 100: 244-250*
22. *Takaki, H., Kushizaki, M. 1970. Accumulation of free tryptophane and tryptamine in zinc deficient maize seedling. Plant Cell Physiol. 11:793-804.*
23. *Treirweiler, JF., Lindsay, W.L. 1969.EDTA-Ammonium carbonate soil test for zinc.Soil Sci.Soc.Am. Proc. 33:49-53.*
24. *Tucker, T.C., Kurtz. L.T. 1955. A comparison of extracting chemical methods with the bioassay procedure for extracting zinc from soils. Soil.Sci.Soc.Am.Proc. 19:477-481.*
25. *Wear, J.I., Evans. 1968. Relationship of zinc uptake by corn and sorghum to soil zinc measured by three extractants. Soil Sci.Soc.Am.Proc. 32: 543-546.*