نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 30 / شماره 3 / 1395
DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijsr.2016.107356

بررسی واکنش گیاه لوبیا چیتی به مصرف روی در تعدادی از خاک‌های استان مرکزی

محمدعلی خودشناس[1]، جواد قدبیک لو و مسعود دادیور

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران؛ **khodshenasm@gmail.com**

عضو هیأت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران؛ **ghadbykloo@gmail.com**

عضو هیأت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران؛ **dadivarm@yahoo.com**

دریافت: **94/11/27** و پذیرش: **95/6/8**

چکیده

آزمون خاک نقش مهمی در مدیریت صحیح مصرف عناصر غذایی در مزرعه دارد. این در حالی است که آزمون‌ها می بایست منطقه‌ای باشد تا بتواند مبنای توصیه کودی قرار گیرد. لوبیا، با سطح زیر کشت وسیع در استان مرکزی تولید می‌شود. در راستای واسنجی منطقه‌ای و شناسایی دقیق وضعیت خاک‌های استان و با توجه به کمبود اطلاعات در زمینه حد بحرانی روی قابل استفاده در خاک‌های زیر کشت لوبیا، این مطالعه به منظور تعیین حد بحرانی عنصر روی انجام شد. 20 نمونه خاک با دامنه وسیع از نظر غلظت روی قابل استفاده و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از میان خاک‌های مزارع استان انتخاب و پس از آماده سازی در گلخانه، لوبیا چیتی (*Phaseolus Vulgaris L.*) در آنها کشت گردید. آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. برای بررسی پاسخ گیاه لوبیا نسبت به مصرف کود روی از دو سطح 0 و 10 میلی گرم روی در کیلوگرم خاک استفاده گردید. نتایج نشان داد اثر نوع خاک، مصرف روی و برهمکنش آنها بر پاسخ‌های گیاه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین مصرف کود، تفاوت معنی-داری از لحاظ تولید ماده خشک، غلظت و جذب کل عنصر روی نشان داد. با روش تصویری کیت و نلسون حد بحرانی روی (با روش عصاره گیری، دی تی پی ا) 0/8 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بدست آمد. معادله رگرسیون چند متغییره نشان داد که تغییرات روی قابل استفاده خاک با کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک‌ها ارتباط معنی‌دار دارد. همچنین رشد نسبی گیاه با استفاده از مقدار روی قابل استفاده خاک بطور معنی‌داری قابل ارزیابی بود. ضریب c در معادله میچرلیخ- بری برای عنصر روی در خاک‌های مورد مطالعه 0/87 تعیین شد و حد بحرانی برای دستیابی به رشد نسبی 80%، 85% و 90 درصد به ترتیب 0/8، 0/95 و 1/14 میلی‌گرم در کیلو گرم خاک بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: حد بحرانی، دی تی پی آ،روی قابل استفاده، معادله میچرلیخ-بری

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، اراک

مقدمه

عناصر کم مصرف شامل بور، مس، آهن، منگنز، مولیبدن، روی و کلر برای رشد گیاهان ضروری می‌باشند اما مقادیر بسیار کمی از آنها نسبت به عناصر پر مصرف برای رشد مورد نیاز هستند (حفیظ و همکاران، 2013). به استثناء آهن و منگنز که جزء 12 عنصر فراوان طبیعی هستند سایر عناصر کم مصرف در حدود کمتر از 0/1 درصد لیتوسفر را تشکیل می‌دهند. روی بیشتر به شکل کاتیون دو ظرفیتی (Zn^{+2}) جذب گیاه می‌شود، اما در pH بالا احتمالاً جذب بیشتر به شکل کاتیون تک ظرفیتی ($ZnOH^{+}$) می‌باشد. کمبود روی در خاک‌های اسیدی شدیداً هوادیده و خاک‌های آهکی معمول است بخش اعظم روی خاک بصورت کانی اسفالریت (ZnS) وجود دارد اما بصورت سیلیکاتها و کربناتها نیز در خاک دیده می‌شود. غلظت کل روی در خاک در دامنه 10 تا 300 میلی‌گرم در کیلوگرم و با میانگین 50 میلی گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد در پ هاش کمتر از 7/7، Zn^{+2} گونه غالب است (مورتوت،2000 و زیمس،2000). لوبیا یکی از محصولاتی است که به کمبود روی حساس می‌باشد (الوی، 2008). در گیاه، روی به صورت متحرک در آوندها، به شکل پیوند با اسیدهای آلی و یا به شکل کاتیون دو ظرفیتی است (بارکر و پیلبیم، 2007).

حد بحرانی، غلظتی از عنصر در خاک است که در مقادیر کمتر از آن احتمال پاسخ گیاه به مصرف کود زیاد می‌باشد. غلظت عناصر به عوامل مختلفی در خاک بستگی دارد. حد بحرانی روی عصاره‌گیری شده با روش DTPA در دامنه وسیعی از خاک‌های زیر کشت لوبیا در حدود 0/5 تا 1/0 میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک گزارش گردیده است (مورتوت، 2000).

حد بحرانی روی با روش عصاره‌گیری AB-DTPA 0/5 تا 1/0، با روش DTPA 0/2 تا 2/0، با روش مهلیچ I، 0/5 تا 3/0، با روش مهلیچ III، 1/0 تا 2/0 و با روش اسید کلریدریک 0/1 مولار، 1/0 تا 5/0 میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک ذکر شده است (مارتنز و لیندزی،1990 و زیمس و جانسون، 1991). زارع و همکاران (2009) در یک مطالعه گلخانه‌ای حد بحرانی روی برای گیاه ذرت را با عصارگیری DTPA و EDTA به ترتیب 1/50 و 1/17 میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آوردند.

از عوامل تأثیرگذار بر حدود بحرانی روی می‌توان به پ هاش، آهک، فسفر، ماده آلی، میزان رس و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک اشاره نمود (فرانزن، 1999).

درامریکا (ایالت ویسکانسین) حد بحرانی عنصر روی در خاک‌های زیر کشت لوبیا 1/5 میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شده است. (شولت، 2004).

بل و همکاران (2001) گزارش نمودند که با بکار بردن 2/5 کیلوگرم در هکتار اکسید روی در خاک‌های آهکی تحت کشت لوبیا کیفیت پروتئین دانه لوبیا افزایش می‌یابد. رهم و همکاران (1997) در خاک‌های زیر کشت لوبیا در مینوسوتا در آمریکا نشان دادند که مصرف 10 کیلوگرم در هکتار روی در خاک‌های با مقادیر کمتر از 0/5 میلی‌گرم روی در کیلوگرم و 5 کیلوگرم روی در هکتار در خاک‌های با مقادیر بین 0/5 تا 0/75 میلی‌گرم در کیلوگرم سبب دستیابی به حداکثر عملکرد می‌گردد.

بولند و همکاران (2000) در خاک‌های قلیایی زیر کشت لوبیا استرالیا با مصرف چند سطح روی نشان دادند که عملکرد دانه تا 10 درصد افزایش یافته است. مورگان و گرافتون (1999) در تحقیق خود نشان دادند که کمبود روی سبب تأخیر در رسیدن غلاف لوبیا می‌شود. نتایج تحقیقات مکنزی و همکاران (2001) در خاک‌های قلیایی کانادا نشان داد که مصرف 6 کیلوگرم در هکتار سولفات روی قبل از کاشت سبب افزایش عملکرد دانه لوبیا در خاک‌های با مقادیر روی کمتر از 1/0 میلی‌گرم در کیلوگرم شده است. روش عصاره‌گیری بکار رفته توسط این محققان DTPA بود. مطالعه رستمی (1387) در خاک‌های آهکی استان مرکزی نشان داد که مصرف 40 کیلوگرم سولفات روی در هکتار سبب افزایش عملکرد لوبیا چیتی رقم محلی خمین شده است. در مورد تعیین حدود بحرانی عنصر روی در خاک‌های زیر کشت لوبیا در کشور تاکنون مطالعه‌ایی صورت نگرفته است، اما مقادیر متفاوتی از حدود بحرانی عناصر غذایی در خاک‌های لوبیا کاری در مناطق مختلف در دنیا گزارش شده است که ناشی از تفاوت در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و نوع عصاره‌گیر بکار رفته می‌باشد. (چن و باراک، 1982، لیندزی و نورول 1978، مکنزی و همکاران، 2001).

روش تحقیق

20 نمونه خاک حاوی دامنه‌ای از غلظت روی قابل استفاده، از مزارع زیر کشت لوبیا شهرستان های اراک و خمین با اقلیم خشک سرد و شازند با اقلیم نیمه مرطوب سرد در استان مرکزی در محدوده جغرافیایی 49/3914 تا 50/0367 درجه طول شرقی و 33/6581 تا 34/4261 درجه عرض شمالی انتخاب گردید و پس از هوا خشک نمودن و عبور از الک 2 میلی متری جهت کشت گلخانه‌ای و تجزیه آزمایشگاهی آماده شد. در

تجزیه آزمایشگاهی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها شامل روی قابل استفاده، بافت، پ‌هاش، کربنات کلسیم معادل، ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و هدایت الکتریکی با روش‌های متداول آزمایشگاه خاک و آب تعیین گردید (علی احیایی و بهبهانی زاده،1372).

در آزمایش گلخانه‌ای مقدار 4 کیلوگرم خاک داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته شد. جهت بررسی تأثیر روی بر وزن ماده خشک، غلظت و جذب کل روی و تعیین حد بحرانی از دو سطح صفر و ده میلی‌گرم بصورت سولفات روی استفاده شد (رشیدی و کریمیان، 1378، چاکرالحسینی و رونقی، 1378). به تمام خاک‌ها 150 میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم بصورت اوره در دو نوبت (75 میلی‌گرم قبل از کاشت و 75 میلی‌گرم 2 هفته بعد از کاشت) پتاسیم، فسفر، آهن، منگنز، مس، به ترتیب به میزان 100، 25، 5، 5 و 5 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک اضافه گردید. فسفر از منبع پتاسیم دی هیدروژن فسفات و پتاسیم، آهن، منگنز و مس از منبع سولفات آنها تهیه و بصورت محلول در گلدان‌ها استفاده شد. پس از رساندن رطوبت خاک به حدود 80-70 درصد ظرفیت مزرعه‌ای، خاک درون هر کیسه پلاستیکی کاملاً مخلوط و به داخل گلدان ریخته شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تعداد 6 عدد بذر لوبیا چیتی محلی خمین در گلدان‌ها کاشته شد. در پایان هفته دوم، 3 بوته یکنواخت نگهداری گردید. با توجه به مقدار ظرفیت زراعی خاک‌ها رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی نگهداری و پس از اتمام مرحله رویشی و آغاز ورود گیاه به فاز زایشی قسمت هوایی لوبیا برداشت و سپس غلظت روی توسط دستگاه جذب اتمی (UNICAM مدل solar) در نمونه‌های گیاهی تعیین گردید.

بعد از تعیین پارامترهای گیاهی شامل وزن ماده خشک لوبیا در هر گلدان، غلظت روی و جذب کل روی (غلظت روی × ماده خشک) در هرگلدان و عملکرد نسبی (100× وزن خشک گیاه در تیمار کودی/ وزن خشک گیاه در تیمار شاهد) در هر خاک، مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده به روش دانکن و حد بحرانی از روش تصویری کیت و نلسون (1971) و معادله میچرلیخ- بری تعیین شد. فرمول عمومی معادله میچرلیخ- بری در صورتی که حداکثر عملکرد 100 فرض شود به شرح ذیل می‌باشد.

$$Log(100-Y)=Log100-Cb \qquad [Eq.1]$$

که در آن Y عملکرد نسبی بر حسب درصد، C ضریب ثابت و b غلظت عنصر قابل استفاده در خاک بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد.

همچنین پاسخ لوبیا نسبت به مصرف روی و خصوصیات خاک با برنامه‌های آماری MSTAT-C و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

خصوصیات خاک‌های مورد استفاده

خصوصیات خاک‌های مورد مطالعه در این آزمایش در جدول 1 نشان داده شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که دامنه تغییرات میزان روی قابل استفاده در خاک از 0/4 تا 4/77 با میانگین 1/61 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک متغیر است. دامنه تغییرات کربنات کلسیم معادل از 7/5 تا 47 درصد، ظرفیت تبادل کاتیونی از 11/2 تا 27/6 سانتی مول بر کیلوگرم، هدایت الکتریکی از 0/38 تا 1/19 دسی‌زیمنس بر متر، پ هاش از 7/7 تا 8/1، مقدار رس از 14/3 تا 50/3 درصد و مقدار کربن آلی از 0/32 تا 1/56 درصد در نوسان بوده است. خودشناس و دادیور (1384) در مطالعه پراکنش وضعیت عناصر غذایی در خاک‌های زیر کشت لوبیا در استان مرکزی نشان دادند که مقادیر درصد فراوانی نسبی غلظت روی در 12 درصد نمونه‌ها، کمتراز 1 میلی‌گرم در کیلوگرم، 49 درصد بین 1 تا 2، 35 درصد بین 2 تا 4 و 4 درصد بالاتر از 4 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک حاوی روی قابل استفاده می‌باشند.

تأثیر مصرف روی بر پاسخ‌های گیاه لوبیا

نتایج تجزیه واریانس تأثیر مصرف روی بر پاسخ‌های گیاهی در جدول 2 منعکس گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر خاک و مصرف روی به تنهایی و برهمکنش آنها بر پارامترهای وزن ماده خشک، غلظت و جذب کل روی در سطح یک درصد معنی‌دار است.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره	محل نمونه‌برداری	OC (%)	Texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH	EC dSm^{-1}	CEC $(Cmol(+)kg^{-1})$	TNV (%)	Zn $(mgkg^{-1})$
1	خمین (لیلیان)	0/54	رسی	28/3	25/4	42/3	7/9	0/51	18/1	18/5	0/4
2	شازند (موچان)	0/57	لوم رسی	36/3	27/4	36/3	7/9	0/55	20/5	29	0/5
3	خمین (کندها)	0/45	لوم رسی	34/3	33/4	32/3	7/9	0/68	13/5	37	0/6
4	خمین (حاجی آباد)	0/61	رسی	24/3	31/4	44/3	7/8	0/43	27/6	19	0/79
5	شازند (موچان)	0/32	رسی	24/3	25/4	50/3	7/9	0/38	19/2	24	0/84
6	خمین (داودآباد)	0/75	رسی	26/3	29/4	44/3	8/.	0/38	25	27	0/89
7	شازند (خرم آباد)	0/68	لوم رسی	28/3	33/4	38/3	7/7	0/50	24/2	7/5	1/02
8	اراک (بان)	0/55	لوم رسی	26/3	43/4	30/3	7/7	0/53	20	28	1/02
9	اراک (گوار)	0/47	رسی	22/3	29/4	48/3	8/0	0/56	21/6	32	1/11
10	شازند (ونایی)	0/52	رسی	20/3	31/4	48/3	7/9	0/47	27/5	34	1/18
11	اراک (امان آباد)	0/63	رسی	38/3	11/4	50/3	7/9	0/52	25/1	26/5	1/26
12	اراک (رودباران)	0/72	لوم رسی	38/3	25/4	36/3	8/0	0/88	24/9	18	1/4
13	خمین (داود آباد)	0/66	رسی	26/3	31/4	42/3	8/1	0/45	18/6	46/5	1/46
14	اراک (ساروق)	0/54	لوم رسی	28/3	31/4	40/3	7/9	0/51	19/9	31/5	1/56
15	خمین (قورچی باشی)	0/68	لوم رسی	24/3	37/4	38/3	7/9	0/46	23	32	1/69
16	شازند (حک)	0/54	لوم رسی	28/3	31/4	40/3	7/9	0/51	19/9	31/5	1/97
17	اراک (ساروق)	0/88	لوم رسی	32/3	31/4	36/3	7/9	0/47	22/7	15/5	2/51
18	اراک (ساروق)	0/75	لوم رسی	28/3	39/4	32/3	8/0	0/55	17/9	31/5	3/36
19	اراک (امان آباد)	1/09	لوم	40/3	45/4	14/3	7/8	1/19	11/2	33/5	3/96
20	خمین (داود آباد)	0/84	رسی	22/3	33/4	44/3	7/8	0/53	23/6	47/0	4/77

جدول 2 – تجزیه واریانس اثرروی بر پارامترهای مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن ماده خشک	غلظت روی	جذب کل روی
خاک	19	0/890**	340/5**	0/01**
روی	1	5/830**	15400/0**	0/35**
خاک * روی	19	0/541**	55/78**	0/004**
خطا	80	0/251	86/37	0/001
ضریب تغییرات	-	15/32	11/6	13/36

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح 1 درصد، 5 درصد و بی معنی است.

در جدول 3 نتایج تأثیر مصرف روی بر صفات اندازه‌گیری شده گیاه در هر خاک بطور جداگانه نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین تأثیر روی بر وزن ماده خشک، غلظت و جذب کل این عنصر نشان می‌دهد که مصرف 10 میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک تفاوت آماری معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد بوجود آورده است. دامنه تغییرات رشد نسبی از 57/17 تا 112/4 درصد به ترتیب در خاک‌های 3 و 12 با مقدار روی بومی 0/6 و 1/4 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بوده است. این حالت نشان دهنده رشد منفی گیاه بر اثر مصرف کود در سطوح بالای روی بومی خاک است. در خاک‌های زیر کشت لوبیا ایالت ویسکانسین امریکا با غلظت روی کمتر از 1/5 میلیگرم در کیلوگرم، کود حاوی روی جهت افزایش رشد لوبیا توصیه گردید (شالت، 2004).

با استفاده از روش تصویری کیت- نلسون (شکل 1) میزان حد بحرانی روی در خاک‌های مورد مطالعه 0/8 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بدست آمد. این میزان در دامنه مقادیر گزارش شده توسط مارتنز و لیندزی (1990) و زیمس و جانسون (1991) و رحمان و همکاران (2007) قرار می‌گیرد. فرانزن (1999) حد بحرانی روی را در خاک‌های داکوتای شمالی 1 میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نمود و بر این اساس 93 درصد خاک‌های مورد مطالعه دچار کمبود روی بود. بطور کلی تفاوت در مقدار حد بحرانی بیشتر بدلیل تفاوت در

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و رقم گیاه مورد استفاده می‌باشد (زیمس، 2000).

نتایج نشان می‌دهد که بر اساس حد بحرانی بدست آمده در این تحقیق20 درصد از خاک‌های مورد مطالعه دارای کمبود روی می‌باشند.

بجز خاک‌های 19،17،16، 12 و 20 که مقدار روی بومی آنها بالا می‌باشد، در سایر خاک‌ها با مصرف روی وزن ماده خشک لوبیا بطور محسوسی افزایش یافته است. میانگین وزن ماده خشک در تیمارشاهد و مصرف کود روی به ترتیب 3/05 و 3/49 گرم در گلدان بوده است که با آزمون دانکن در سطح 5 درصد معنی‌دار بود.

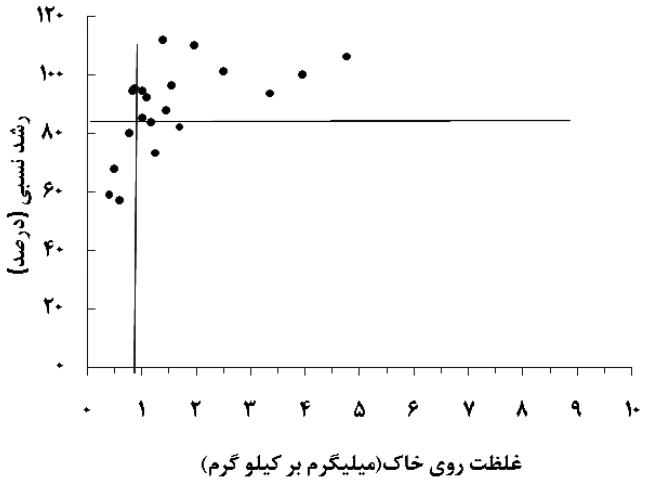
میانگین غلظت روی در تیمار شاهد 68/8 و با مصرف 10 میلی‌گرم در کیلوگرم روی 91/5 میلی‌گرم در کیلوگرم بوده که این تفاوت از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار است. تأثیر افزایش غلظت روی گیاه بر اثر مصرف روی توسط بولند و برنان (2006)، مکنزی و همکاران (2001) و رستمی (1378) نیز گزارش شده است.

میانگین جذب کل روی از 0/21 میلی‌گرم در گلدان در تیمار شاهد به 0/32 میلی‌گرم در گلدان با مصرف 10 میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت که از لحاظ آماری در سطح 5 درصد معنی دارا بود. به استثنای خاک 18، جذب کل روی در تمام خاک‌های مورد مطالعه بر اثر مصرف روی افزایش یافت. تأثیر افزایشی مصرف روی بر جذب کل و غلظت این عنصر در گیاهان لوبیا، عدس، ذرت و برنج توسط سایر محققان گزارش شده است. (مارتنز و لیندزی،1990، مکنزی و همکاران، 2001 و مورتوت، 2000).

ضریب C در معادله میچرلیخ – بری برای عنصر روی در خاک‌های مورد مطالعه 0/87 تعیین شد. همچنین حد بحرانی برای دستیابی به رشد نسبی 80، 85 و 90 درصد به تر تیب 0/8، 0/95 و 1/14 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک محاسبه گردید. اسدی کنگرشاهی و ملکوتی (1382) این ضریب را برای گیاه سویا 0/62 و غلظت بحرانی را در رشد نسبی 85 درصد، 1/30 میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند.

جدول 3- بررسی تأثیر مصرف روی بر پارامترهای اندازه‌گیری شده

شماره خاک	ماده خشک (گرم در گلدان)			رشد نسبی (درصد)	ضریب ثابت	غلظت روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)			جذب کل (میلی‌گرم در گلدان)		
	- روی	+ روی	میانگین		میچرلیخ	- روی	+ روی	میانگین	- روی	+ روی	میانگین
1	2/6 r	4/4 a	3/50c	59/0	0/968	50/0 v	77/4 klm	63/71j	0/13 x	0/34 e	0/235 h
2	2/8 p	4/1 b	3/47 cd	67/8	0/984	55/7 u	75/2 nop	65/43j	0/16 w	0/31 g	0/233 h
3	2/1 s	3/7 ef	2/96hig	57/2	0/614	73/8 pq	88/3 h	81/08 fg	0/16 w	0/33ef	0/245 g
4	3/0lmn	3/7fg	3/33 ef	80/2	0/890	62/8 t	84/0 i	73/38 i	0/19 t	0/31gh	0/248 g
5	3/1 k	3/3 j	3/19 g	94/5	1/500	74/7 op	103/0 a	88/83 a	0/23 op	0/34 ef	0/283 e
6	3/8 de	4/0 c	3/88 b	95/8	1/547	78/9 k	100/3 b	89/62 a	0/30 gi	0/40 b	0/350 a
7	2/8 op	3/3 j	3/05 h	85/4	0/819	62/3 t	85/7 i	74/00 i	0/18 u	0/28 k	0/230 hi
8	2/7 pq	2/9no	2/82 kl	94/5	1/235	70/2 r	94/4 efg	82/32 ef	0/19 qs	0/27 l	0/233 h
9	3/3 j	3/5 i	3/39 de	92/4	1/008	61/5 t	84/0 i	72/73 i	0/20 q	0/29 j	0/247 g
10	2/6 r	3/1 kl	2/82 kl	83/9	0/672	61/7 t	95/8 de	78/75 h	0/16 w	0/29 j	0/255 i
11	2/7 q	3/7gh	3/18 g	73/6	0/459	73/8 pq	100/2 b	87/00 b	0/20 q	0/37 d	0/285 e
12	3/7 gh	3/3 j	3/46 cd	112/0	-	78/5 kl	102/6 a	90/55 a	0/28 kl	0/33ef	0/307 d
13	3/9cd	4/4 a	4/14 a	88/0	0/631	72/2 q	93/0 g	82/62 ef	0/27 l	0/41 a	0/340 b
14	3/8 de	3/9 c	3/88 b	96/5	0/933	68/6 r	97/9 c	83/25 de	0/26 m	0/39 c	0/323 c
15	3/0mn	3/6 hi	3/27 fg	82/5	0/448	76/5 mno	92/7 g	84/58 cd	0/22 p	0/33 f	0/277 f
16	3/0klm	2/8pq	2/89 jk	110/0	-	76/7 lmn	93/9 fg	85/33 bc	0/23 o	0/26 m	0/247 g
17	3/0klm	3/0 klmn	3/02 hi	101/1	-	74/7 op	88/5 h	81/58 efg	0/23 op	0/26 m	0/245 g
18	3/3 j	3/5 i	3/43cde	94/0	0/364	74/7 op	94/9 ef	84/80 cd	0/24 n	0/33 ef	0/288 e
19	2/8 pq	2/8 pq	2/77 l	100/1	-	62/9 t	97/5 cd	80/18 gh	0/17 v	0/26 m	0/216 j
20	3/0klm	2/8 op	2/93 ig	106/6	-	66/8 s	80/9 j	73/87 i	0/20qr	0/23op	0/215 j
میانگین	3/0b	3/5a	-	-	0/872	68/8b	91/5a	-	0/21b	0/32a	-



شکل ۱ – حد بحرانی روی در تعدادی از خاکهای زیر کشت لوبیا در استان مرکزی

تأثیر خصوصیات خاک بر روی استخراج شده از خاک و پاسخ های گیاه لوبیا

روی قابل استفاده خاک و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها توسط معادله رگرسیون چند متغییره گام به گام برازش گردید که از میان خصوصیات وارد شده در معادله، کربن آلی و کربنات کلسیم معادل، 68 درصد از تغییرات روی قا بل جذب خاک را پیش بینی می نمایند (معادله 2).

$$Soil_{Zn} = 2828 + (4.865 \times Oc) + (0.47 \times TNV)$$
$$R^2 = 0.68^{**} [Eq.2]$$

فرانزن (1999) گزارش کرد که در خاک‌های دچار کمبود روی، استفاده از ماده آلی سبب جذب بهتر روی توسط گیاه می‌گردد. وی مهمترین دلایل این موضوع را افزایش غلظت شکل محلول و تبادلی روی تحت تأثیر اسیدهای آلی گزارش کرده است. میلیوجوویچ و همکاران (2011) در تحقیقی در خاک‌های صربستان نتیجه گرفتند که شکل‌های محلول و تبادلی روی بیشترین همبستگی را با غلظت و جذب کل روی درگیاه یولاف نشان می‌دهد. همچنین عنوان نمودند که رابطه غلظت روی در گیاه و ماده آلی خاک مستقیم و دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد.رشد نسبی گیاه لوبیا با روی قابل استفاده همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد ($r=0.575^{**}$) اما سایر پاسخ‌های گیاهی با خصوصیات خاک همبستگی معنی‌دار نداشتند.

نتیجه گیری

دامنه تغییرات میزان روی قابل استفاده در خاک از 0/4 تا 4/77 با میانگین 1/61 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک متغیر بود. حد بحرانی روی با روش تصویری کیت- نلسون در خاک‌های مورد مطالعه 0/8 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تعیین گردید و بر این اساس 20 درصد از خاک‌های مورد مطالعه دارای مقدار روی کمتر از حد بحرانی بودند. تغییرات روی قابل استفاده، با کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک‌ها ارتباط معنی‌دار داشت. ضریب C در معادله میچرلیخ- بری برای عنصر روی در خاک‌های مورد مطالعه 0/87 تعیین شد. همچنین حد بحرانی با استفاده از روش میچرلیخ -بری برای دستیابی به رشد نسبی لوبیا 80، 85 و 90 درصد به ترتیب 0/8، 0/95 و 1/14 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بدست آمد.

فهرست منابع:

1. اسدی کنگرشاهی، ع. ملکوتی، م.ج.1382. کالیبراسیون روی در شرایط مزرعه‌ای و اثر آن در عملکرد سویا. مجله علوم خاک و آب 115: 122-17.

2. چاکرالحسینی م. ر و م. رونقی. 1378. ارزیابی وضعیت آهن ذرت و سویا با استفاده از کلروفیل متر دستی مدل Spad – 502 در یک خاک آهکی. ششمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.
3. خودشناس. م.ع و م. دادیور. 1384. بررسی پراکنش وضعیت عناصر غذایی در خاک‌های زیر کشت لوبیا استان مرکزی. مقالات اولین همایش ملی حبوبات. دانشگاه فردوسی مشهد.
4. رستمی، 1. 1378. بررسی و تعیین اثرات عناصر ریز مغذی برروی ارقام لوبیا چیتی گزارش نهایی، بخش خاک آب مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی.
5. رشیدی ن و ن، ع. کریمیان. 1378. تأثیر گوگرد و روی بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت در یک خاک آهکی. ششمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه فرودسی مشهد.
6. علی احیایی، م و ع. ا. بهبهانی زاده.1372. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره 893.
7. Alloway, B. J. 2008. Micronutrient deficiencies in global crop production. Springer Science & Business Media.
8. Barker, A.V., and D,J. Pilbeam. 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC press, Taylor & Francis Group.
9. Bell, C. A., C. J. Kort, C. Heazle wood, G. H. Castleman, and V. J. Matassa. 2001. Norbon bean response to fertilizer nutrient in the Victorian mallee. Proceedings of the 10th Ausrtalian Agronomy Conkerens Hobart.
10. Bolland M.D.A., and R.F. Brennan. 2006. Phosphorus, copper and zinc requirements of no-till wheat crops and methods of collecting soil samples for soil testing. Aust. J. Exp. Agric.46: 1051–1059.
11. Bolland, M. D. A., K. H. M. Siddique, and R. F. Brennan. 2000. Grain yield responses of faba bean (Vicia faba L.) to applications of fertilizer phosphorous and Zinc. Aust. J. Exp. Agric 40 : 842-857.
12. Cate, R. B. Jr, and L. A. Nelson. 1971. A Simple Statistical Procedure For Partitioning Soil test correlation data into two classes. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35: 658-660.
13. Chen, Y., and P.Barak. 1982. Iron nutrition of plants in calcareous soils. Adv. Agron. 35:217-240.
14. Franzen, D. W. 1999. Soil copper, pH, zinc, and boron levels. Extention report 52. North Dakota state university.
15. Lindsay, W. L. 1979. Chemical equilibria in soils. Wiley Interscience, New York, NY.
16. Lindsay, W. L., and W. Norvell. 1978. Development of a DTPA Soil test for Zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
17. Maguire,R.O., and S. E. Heckendorn.2015.Soil test recommendations for Virginia. Virginia cooperative extension. Virginia state university.
18. Martens, D.C., and W.L. Lindsay. 1990. Testing soils for copper, iron, manganes, and zinc . p.229-264. In R.L.Westerman (ed.) Soil Testing and Plant Analysis . 3rd Ed. Soil Sience Society of America,Madison, WI.
19. Mckenzie, R. H., A. B. Middleton, K. W. Seward, R. Gaudiel, C. Wildschut, and E. Breme. 2001. Fertilizer responses of dry bean in Southern Alberta. Can. J. Plant Sci. 81: 343-350.
20. Moraghan, J. T, and K. Grafton. 1999. Seed- Zinc Concentration and the zinc – efficiency trait in Navy bean. Soil Sci. Soc Am. J. 63: 918-922.
21. Mortvedt, J.J. 2000.Bioavailability of Micronutrients. *In*: M. Sumner(ed). Handbook of soil science. CRC press LLC.

22. Milivojević, J., D. Nikezic, D. Krstic, M. Jelic, and I. Đalović. 2011. Influence of Physical-Chemical Characteristics of Soil on Zinc Distribution and Availability for Plants in Vertisols of Serbia. Pol. J. Environ. Stud. 20: 993-1000.
23. Rahman, M.A., M. Jahiruddin, and M.R. Islam. 2007.Critical limit of zinc for rice in calcareous soils . J Agric. Rural. Dev. 5: 43-47.
24. Rehm, G., M. Schmitt, and R. Eliason. 1997. Fertilizer recommendation for edible beans in Minnesota, University of Minnesota Extension Service. Fo – 6572-Goo.
25. Sims, J.T., and G.V. Johnson. 1991. Micronutrient soil tests. In (.??) Micronutrients in agriculture. 2ed Ed. Soil Science Society of America, Madison, WI.
26. Sims, T. 2000.Soil fertility evaluation. In (ed.) Handbook of soil science.CRC press LLC.
27. Schulte, E.E. 2004. Soil and Applied Zinc. Understanding plant nutritions. A2528.
28. Zare. M,. A,H. Khoshgoftarmanesh. M. Norouzi and R. Schulin. 2009.Critical Soil Zinc Deficiency Concentration and Tissue Iron:Zinc Ratio as a Diagnostic Tool for Prediction of Zinc Deficiency in Corn. J. Plant Nutr. 32: 1983- 1993.