نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۱، ص. ۴۱-۳۳

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 1, Mar-Apr 2012, p. 33-41

بررسی کارایی روی در ارقام مختلف لوبیای چیتی

محسن بیگی[1*]- غلامرضا ثواقبی[2]- بابک متشرع زاده[3]

تاریخ دریافت:۸۹/۶/۱۲
تاریخ پذیرش:۹۰/۸/۲۹

چکیده

به‌دلیل کمبود روی در اراضی کشاورزی و مشکلات کاربرد کودها، استفاده از ارقام با کارایی روی بالا برای مقابله با این کمبود و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، یکی از روش‌های مناسب به‌شمار می رود. در این پژوهش کارایی روی هشت رقم لوبیای چیتی، بر اساس عملکرد دانه در دو تیمار کود روی (صفر و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک)، در شرایط گلخانه‌ای بررسی گردید. غلظت و جذب عناصر کم‌مصرف (روی، آهن، مس، منگنز) و فسفر و همچنین اجزای عملکرد ارقام مختلف لوبیا، در دو سطح کودی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که رقم G۰۱۴۳۷ با ۹۳ درصد و رقم کاردینال با ۴۶ درصد، به‌ترتیب بیشترین و کمترین کارایی روی را داشتند. ارقام با کارایی روی بیشتر در تیمار کمبود روی، وزن دانه، تعداد دانه و تعداد غلاف بیشتری داشتند؛ درحالی‌که پاسخ ارقام با کارایی روی کمتر به عرضه کود روی، بیشتر بود. در تیمار کفایت روی، این صفات اختلاف کمتری در بین ارقام مختلف داشتند. غلظت و جذب روی با اضافه کردن کود روی در تمامی ارقام افزایش یافت. این افزایش در ارقامی که کارایی روی بالاتری داشتند بیشتر بود. غلظت سایر عناصر با عرضه کود روی کاهش، اما جذب آنها، به‌جز در ارقامِ با کارایی روی بالاتر، افزایش یافت. در مجموع به‌دلیل توانایی تولید عملکرد بیشتر در شرایط کمبود روی خاک، استفاده از ارقام با کارایی روی بالاتر یک راهکار مناسب برای مقابله با کمبود روی در اراضی زراعی است.

واژه های کلیدی : لوبیای چیتی، کارایی روی، غلظت روی، جذب روی، عناصر کم‌مصرف

مقدمه

کمبود روی یک عامل محدود کننده مهم در تولید بسیاری از محصولات کشاورزی به‌شمار می‌رود و حدود ۳۰ درصد خاک‌های جهان با این مشکل مواجه می‌باشند. کمبود روی در طیف گسترده‌ای از خاک‌ها، مانند خاک‌های آهکی با pH بالا، خاک‌های شنی و خاک-هایی با مصرف کود فسفره زیاد شایع است (۷). لوبیا یک محصول کشاورزی مهم در ایران و جهان می‌باشد که حساسیت بالایی به کمبود روی دارد (۱۲). با توجه به آهکی بودن خاک‌های ایران، کمبود این عنصر در گیاه لوبیا مشهود است. این کمبود علاوه بر کاهش کمیت و کیفیت محصول و کاهش ارزش تغذیه‌ای آن، برای سلامتی انسان نیز ایجاد مشکل می‌کند و در افرادی که از پروتئین گیاهی، مانند لوبیا استفاده می‌کنند و دسترسی کافی به پروتئین حیوانی ندارند، می‌تواند باعث بروز مشکلات تغذیه‌ای شود (۱۲).

علائم کمبود روی در گونه‌های گیاهی و در بین ارقام یک گونه می‌تواند متفاوت باشد. علائم کمبود در لوبیا شامل کوچک ماندن میان‌گره‌ها و کم شدن رشد گیاه، کلروز بین رگبرگی و برنزه شدن برگ‌ها، به تأخیر افتادن گل‌دهی و رسیدگی و کاهش تولید زیست توده و عملکرد دانه می باشد (۱۴). کوددهی به دلیل مشکلات اقتصادی، مشکلات عدم جذب عناصر کم‌مصرف در خاک‌های آهکی، مسائل زیست محیطی، آلودگی خاک و غیره، یک راهکار برتر برای مقابله با کمبود روی نمی‌باشد. یک روش و ایده مناسب برای مبارزه با این تنش، کاشت ارقام با کارایی روی بالاست. ارقام با کارایی روی بیشتر ارقامی هستند که در شرایط کمبود روی خاک (در صورتی که تمام عوامل در حد بهینه باشند) نیز عملکرد بالایی داشته و غلظت روی در بافت‌های مختلف گیاه در حد بهینه یا نزدیک به آن است (۷).

کارایی روی[4] (ZE) از تقسیم عملکرد (وزن خشک دانه یا اندام

۱،۲و۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email:mohsenbeygi63@gmail.com)

4- Zinc Efficiency

هوایی) در شرایط کمبود روی به عملکرد در شرایط کفایت روی به‌دست می آید (۸).

$$\%ZE = \frac{Yieldat - Zn}{Yieldat + Zn} \times 100$$

هر چه میزان این درصد بالاتر باشد رقم مورد نظر کارایی روی بیشتری داشته و به تنش کمبود روی مقاومت بیشتری نشان می‌دهد. بنابراین کشت آزمایشی ارقام مختلف در مزرعه یا محیط گلخانه و تعیین درصد کارایی روی، شاخص‌ها و خصوصیات ارقام مورد نظر می‌تواند در شناسایی و تمایز این ارقام مؤثر واقع شود. البته باید توجه داشت ارقامی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت ارقام اصلاح شده بوده و دارای عملکرد بالایی در سطح تجاری می‌باشند و در این تحقیق میزان کارایی روی این ارقام و خصوصیات مربوط به کارایی روی بررسی گردید. بیشتر مطالعات در زمینه کارایی روی در گیاه گندم انجام شده است (۷). ولی اخیراً تعدادی از محققین مطالعات خوبی را روی گیاهان دیگر، از جمله لوبیا انجام داده‌اند که در شناسایی ارقام روی کارا و مطالعه روی ویژگی‌های این ارقام نتایج خوبی را دربر داشته است. چاک‌ماک و همکاران (۵) در بررسی‌های خود بر روی ارقام مختلف لوبیا نشان دادند که استفاده بیوشیمیایی از روی، یعنی توانایی در بالا نگه‌داشتن فعالیت آنزیم‌های نیازمند روی مانند کربنیک انهیدراز و سوپر اکسید دیسموتاز در شرایط کمبود، یک مؤلفه کلیدی در کارایی روی ارقام مختلف است. مورگان و گرافتون (۱۲) در بررسی دو رقم لوبیای روی کارای نورستار و وویاگر در برابر دو رقم لوبیای غیر روی کارا آلبیون و آوانتی، با دو سطح کودی صفر و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک، به این نتیجه رسیدند که عملکرد دانه و اندام هوایی در هر دو تیمار کودی در ارقام با کارایی روی بالا بیشتر از ارقام با کارایی روی پایین بود. همچنین این محققین نشان دادند که افزایش عملکرد در تیمار کفایت روی نسبت به تیمار کمبود روی، در ارقام کم روی کارا بیشتر از ارقام کارا بود. یعنی تفاوت عملکرد در بین دو سطح کودی در ارقام کاراتر از نظر روی کمتر بود. علاوه بر این، مشخص شد که غلظت روی در اندام هوایی و بذرهای ارقام کاراتر بالاتر است. مورگان و همکاران (۱۳) در بررسی ارقام مختلف لوبیا در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای نشان دادند که بالا بودن عملکرد در ارقام با کارایی روی بالا هم به بالابودن وزن تکدانه و هم به بالاتر بودن تعداد دانه و غلاف در گیاه بستگی دارد که علت آن انتقال بیشتر روی از ریشه و بخش‌های مسن‌تر اندام هوایی به دانه بود که یک مکانیسم مهم در کارایی روی می‌باشد. شری و همکاران (۱۴) در بررسی رقم لوبیا کارای ماترهورن در برابر رقم کم روی کارای T-۳۹، به این نتیجه رسیدند که یک ژن غالب منفرد، کنترل کننده روی کارایی در لوبیاست. حاجی صالح اوقلو و همکاران (۸) در بررسی کارایی روی ۳۵ رقم لوبیا، گزارش کردند که مقدار روی در گیاه یا جذب[1]، همبستگی بالاتری با درصد کارایی روی دارد. این بدین معنی است که استفاده از صفت جذب روی، برای جداسازی ارقام با کارایی روی متفاوت مناسب‌تر می‌باشد. همچنین مشخص گردید که ارقام با کارایی روی بیشتر، غلظت و جذب بیشتری از روی در بخش های جوان گیاه نسبت به بخش های پیر دارند. در این تحقیق مشخص شد که کارایی روی بخش جوان عامل مناسب‌تری از کارایی روی کل و بخش پیر، برای جداسازی ارقام می‌باشد. در تحقیق دیگری با بررسی رقم لوبیای وویاگر با کارایی روی بیشتر در برابر رقم آلبیون که کارایی روی کمتری داشت نشان داده شد که عملکرد و غلظت روی دانه در ارقام با کارایی روی بالاتر بیشتر بود. همچنین مشخص شد که غلظت و جذب روی دانه نسبت به غلظت و جذب روی ساقه و برگ، برای انتخاب ارقام با کارایی روی بیشتر ارجحیت دارد (۱۳). گراهام و رنگل (۶) در بررسی رقم وویاگر با کارایی روی بالا در برابر رقم کم روی کارای آوانتی نشان دادند که با افزایش تیمار کود روی از صفر تا ۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، غلظت آهن در اندام هوایی رقم وویاگر کاهش ناچیزی داشت؛ ولی در رقم آوانتی این کاهش بیشتر بود. کارن و همکاران (۱۰) در بررسی غلظت عناصر مختلف در دانه لوبیا، در مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد کود روی، نشان دادند که غلظت مس و منگنز دانه در تمام مقادیر و همچنین در روش‌های مختلف استفاده از کود روی تفاوت معنی‌داری با هم نداشت؛ ولی در سطوح کودی بالای روی، که عملکرد دانه افزایش یافت، جذب این عناصر نیز افزایش معنی‌داری در دانه ارقام مختلف از خود نشان داد. حاجی‌بلند و همکاران (۹) در بررسی ویژگی کارایی روی در ارقام مختلف برنج نشان دادند که کارایی استفاده فیزیولوژیکی، یعنی اختصاص بیشتر روی جذب شده به مراکز مورد نیاز مانند آنزیم‌ها، یکی از خصوصیات ارقام با کارایی روی بالا است. مکی و همکاران (۱۱) در مطالعات خود متوجه شدند که ارقام لوبیا که دارای کارایی روی بیشتری نسبت به سایر ارقام می‌باشند، دارای کروموزوم طولانی‌تر، DNA بیشتر و هسته حجیم‌تری می‌باشند. در مجموع با توجه به اهمیت بررسی روش‌های مقابله با مشکل کمبود روی در خاک‌های آهکی و توانایی ارقام با کارایی روی بالا در تولید عملکرد مناسب و جذب بهتر روی، این تحقیق با اهداف زیر انجام گردید.

۱- تعیین درصد کارایی روی در ارقام مختلف لوبیای چیتی، ۲-تعیین اجزای عملکرد شامل وزن دانه، تعداد دانه و تعداد غلاف ارقام مختلف از نظر کارایی روی، ۳- تعیین غلظت و جذب عناصر کم‌مصرف و فسفر در بذر ارقام مختلف از نظر کارایی روی و بررسی ارتباط آنها با ویژگی کارایی روی ارقام مورد مطالعه.

1- Uptake

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی روی کارایی ارقام مختلف لوبیا، یک آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، در شرایط گلخانه‌ای در گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران طراحی گردید. تیمارهای آزمایشی شامل هشت رقم لوبیای چیتی (Cos ۱۶, G۰۱۴۳۷, Ks –۲۱۴۷۰, Ks- ۲۱۱۹۱, Ks–۲۱۱۸۹، تلاش، خمین، کاردینال) و دو سطح روی (صفر و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک) در سه تکرار بودند. آنالیز داده‌ها شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین، با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم گردید. بذرهای لوبیا از ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین تهیه گردید. خاک مورد استفاده از منطقه هشتگرد کرج تهیه شد و طی آزمایش‌های اولیه مشخص شد که غلظت روی در آن کمتر از حد بحرانی است. در جدول ۱، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این تحقیق، ارائه شده است.

خاک تهیه شده ابتدا از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد و به میزان ۳ کیلوگرم در هر گلدان پلاستیکی ریخته شد. قبل از کاشت و به هنگام آبیاری، به نیمی از گلدان‌ها به میزان ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک به‌صورت سولفات روی اضافه گردید (تیمار کفایت روی). به نیمی دیگر از گلدان‌ها کود سولفات روی اضافه نشد (تیمار شاهد یا تیمار کمبود روی). همچنین قبل از کاشت و برای جلوگیری از بروز علائم کمبود سایر عناصر در گیاه و بر اساس نتایج آزمون خاک و نیاز گیاه، عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف (برای هر گلدان ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن به شکل اوره، ۳۶ میلی‌گرم پتاسیم به شکل سولفات پتاسیم، ۱۵ میلی‌گرم فسفر به شکل سوپر فسفات تریپل، ۱۵ میلی‌گرم آهن به شکل سکوسترین آهن و ۱۵ میلی‌گرم منگنز به شکل سولفات منگنز) به همه گلدان‌ها اضافه گردید (۳).

قبل از کاشت، بذرها ابتدا با محلول الکل ۹۶ درصد و هیپوکلریت سدیم نیم درصد و سپس با محلول ۰/۰۰۲ متالاکسیل و مانکوزب ضدعفونی شدند. سپس گلدان‌ها با آب مقطر تا حد ۸۰-۷۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی آبیاری شده و بعد از اینکه رطوبت گلدان‌ها به حد مناسبی رسید، تعداد ۴ بذر در هر گلدان کاشته شد، که یک هفته پس از جوانه‌زنی تعداد جوانه‌ها به ۲ عدد در هر گلدان کاهش یافت. در طول دوره رشد، آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر صورت گرفت (۳). دمای گلخانه بین ۱۸ تا ۲۸ درجه سلسیوس در طی شبانه روز متغییر بود. مدت زمان روشنایی با توجه به دوره رشد، بین ۱۲ تا ۱۴ ساعت تنظیم گردید.

هنگامی که هر دو گیاه داخل یک گلدان به طور کامل رسیدند، اندام هوایی از یک سانتیمتری بالای گره کوتیلدون قطع شد. سپس دانه‌ها از غلاف جدا شده و تعداد دانه‌ها و غلاف‌ها شمارش شده و وزن شدند. دانه‌ها در پاکت قرار داده شده و در آون، در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت، خشک و پس از آن نمونه‌ها توسط یک آسیاب با تیغه آلومینیومی پودر شدند (۳).

به‌منظور اندازه‌گیری غلظت عناصر کم‌مصرف از روش اکسیداسیون خشک استفاده شد (۳). به همین منظور یک گرم از پودر گیاهی با دقت ۰/۰۰۱ وزن و داخل کروزه ریخته شد. سپس کروزه داخل کوره، با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ ساعت، قرار داده شد. سپس با استفاده از ۲۰ میلی لیتر اسید کلریدریک یک نرمال و حرارت دادن روی اجاق شنی، نمونه گیاهی هضم شده و عصاره تهیه گردید. در این عصاره میزان عناصر روی، آهن، منگنز و مس، با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Shimadzu – AA 6400 قرائت گردید. برای اندازه‌گیری فسفر، از عصاره تهیه شده برای عناصر کم-مصرف استفاده شد و میزان فسفر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Shimadzu U 73100 تعیین گردید (۲ و ۳). میزان جذب و درصد روی کارایی (ZE%) از فرمول‌های زیر محاسبه گردید (۱۲).

$$\text{جذب (µg/pot)} = \text{وزن خشک} \times \text{غلظت} \quad (۱)$$

$$ZE = \frac{\text{وزن خشک دانه در تیمار بدون روی}}{\text{وزن خشک دانه در تیمار کفایت روی}} \quad (۲)$$

در تمامی جداول، ارقام و صفات مربوط به آن‌ها بر اساس درصد کارایی روی از بزرگ به کوچک مرتب شده است. برای درک بهتر تأثیر غلظت عناصر بذر مادری در بروز خاصیت روی کارایی، غلظت عناصر در بذر مادری نیز بدست آمد (جدول ۲).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این تحقیق

بافت	pH	EC(dS/m)	مواد آلی (%)	آهک (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	روی* (mg/kg)	آهن* (mg/kg)	مس* (mg/kg)	منگنز* (mg/kg)
لوم	۸/۰۰	۱/۱۰	۰/۷۱	۱۲/۷۰	۰/۰۶۹	۱۱/۷۰	۲۸۸/۰۰	۰/۵۰	۵/۵۰	۲/۸۰	۵/۵۰

*: قابل استخراج با DTPA

جدول ۲- غلظت عناصر در بذر مادری ارقام مورد استفاده در آزمایش (mg/kg)

عناصر	ارقام							
	Ks-۲۱۱۹۱	G۰۱٤۳۷	Cos۱٦	Ks-۲۱٤۷۰	کاردینال	تلاش	Ks-۲۱۱۸۹	خمین
Zn	۹۰/۲۳	۳۳/۲۰	۲۹/۹۰	۲۶/۷۰	۱۹/۷۰	۳۱/۸۰	۲۶/۴۰	۲۰/۶۰
Fe	۶۵/۷۰	۷۵/۵۰	۶۰/۰۰	۷۱/۰۰	۶۳/۹۰	۷۰/۵۰	۷۰/۴۰	۵۵/۱۰
Mn	۲۲/۲۰	۲۸/۶۰	۳۰/۳۰	۱۸/۹۰	۱۸/۶۰	۲۹/۲۰	۲۰/۱۰	۱۹/۶۰
Cu	۱۰/۳۰	۱۱/۰۰	۱۰/۲۰	۹/۳۰	۹/۳۰	۹/۵۰	۸/۴۰	۷/۴۰
P(g/kg)	۴/۲۳	۵/۵۷	۴/۹۰	۴/۸۹	۵/۰۶	۵/۱۶	۴/۱۳	۴/۲۱

نتایج و بحث

کارایی روی

درصد کارایی روی از تقسیم عملکرد دانه در تیمار کمبود روی بر عملکرد دانه در تیمار کفایت روی به‌دست آمد (۷ و ۸). بر اساس نتایج حاصله، بیشترین کارایی روی در رقم G۰۱۴۳۷ با ۹۶ درصد و کمترین مقدار در رقم کاردینال با ۴۶ درصد مشاهده شد (جدول۴). علائم کمبود روی در تمامی ارقام در تیمار کمبود روی مشاهده گردید؛ ولی این علائم در ارقامی که کارایی روی بیشتری داشتند کمتر بود و با کاهش کارایی روی شدت بروز کمبود بیشتر شد. این علائم شامل کوچک ماندن و دندانه دندانه شدن برگ، کلروز برگی و کوچک ماندن انشعابات بود. با عرضه کود روی، در هیچ‌کدام از ارقام علائم کمبود مشاهده نگردید و تمام ارقام رشد عادی و طبیعی داشتند. علائم مشابه کمبود روی در لوبیا توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (۱۲ و ۱۳).

عملکرد دانه

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴، در تیمار کمبود روی، با کاهش کارایی روی وزن دانه نیز کاهش یافت؛ ولی در تیمار کفایت روی این روند دنبال نشد. با این‌حال بیشترین و کمترین عملکرد دانه در هر دو سطح کودی، به ترتیب متعلق به کاراترین و کم کاراترین رقم بود. با کوددهی، درصد افزایش عملکرد در ارقام با کارایی روی کمتر بالاتر از ارقام با کارایی روی بیشتر بود و هرچه درصد کارایی روی کاهش یافت، پاسخ به کوددهی افزایش بیشتری نشان داد. علت این امر حساسیت بیشتر ارقام کم کارای روی به تنش کمبود روی می باشد که درنتیجه با اضافه کردن کود روی، واکنش سریع تر و بیشتر نشان می‌دهند. محققین دیگر نیز نشان دادند که عملکرد دانه در ارقام کاراتر از نظر روی، در تیمار کمبود و کفایت روی بیشتر بوده و درصد افزایش عملکرد در ارقام با کارایی روی کمتر، بیشتر بود (۱۲).

تعداد دانه و غلاف

اثر رقم، روی و اثرات متقابل این دو فاکتور بر تعداد دانه و غلاف معنی‌دار بود که نشان می دهد تفاوت این دو صفت در هر رقم معنی-دار بوده و سطح کودی و اثرات متقابل این دو فاکتور نیز اثر معنی-داری روی این صفات داشته است (جدول۳). تعداد دانه در تیمار کمبود روی، در ارقام کاراتر بیشتر از ارقام کم کارا بود، که در رقم کارای G۰۱۴۳۷ بیشترین مقدار و در رقم کم کارای کاردینال کمترین مقدار بود. با عرضه کود تعداد دانه در تمامی ارقام زیاد شد ولی با کاهش کارایی روی افزایش تعداد دانه بین دو سطح کودی بیشتر شد (جدول۴).

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس تیمارها و برهمکنش آن‌ها در صفات اندازه‌گیری شده دانه

منابع تغییرات	وزن دانه g/pot	تعداد دانه N/pot	تعداد غلاف N/pot	روی		آهن		منگنز		مس		فسفر	
				غلظت mg/kg	جذب µg/pot	غلظت mg/kg	جذب (µg/pot	غلظت mg/kg	جذب µg/pot	غلظت mg/kg	جذب µg/pot	غلظت g/kg	جذب g/pot
رقم	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
Zn	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Zn×رقم	**	**	**	**	ns	*	**	**	**	ns	**	ns	**
Cv	۴/۵۴	۱۱/۶۰	۱۵/۹۰	۶/۱۶	۵/۵۱	۷/۰۴	۸/۶۷	۳/۷۵	۵/۰۰	۱۱/۳۰	۲/۸۳	۸/۱۰	۱۰/۱۰

**، *و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ و عدم معنی‌داری می‌باشد.

در تیمار کمبود روی، اغلب تفاوت زیادی بین تعداد غلاف‌ها وجود نداشت. این مسأله گویای این امر است که ارقام کم روی کاراتر هم در شرایط کمبود، مانند ارقام کاراتر، تعداد غلاف تقریباً مساوی تولید می‌کنند؛ ولی تعداد دانه در غلاف ارقام با کارایی بالاتر بیشتر بود. با عرضه کود، تعداد غلاف‌ها در تمام ارقام زیاد شد؛ ولی این افزایش در تعداد غلاف با افزایش کارایی روی کمتر بود؛ به‌طوری‌که در دو رقمی که بیشترین کارایی روی را دارند و همچنین رقم Ks-۲۱۴۷۰، این افزایش تعداد معنی‌دار نیست (جدول۴). این موضوع توسط محققین دیگر، در بررسی ویژگی کارایی روی ارقام لوبیا نشان داده شد (۱۳).

نکته جالب توجه در مورد رقم تلاش و Ks-۲۱۴۷۰ این است که این ارقام با اینکه تفاوت معنی‌داری در تعداد غلاف بین دو سطح کودی نداشتند، ولی تفاوت تعداد دانه بین دو سطح کودی در این دو رقم معنی‌دار بود که این موضوع نشان می‌دهد در حالت کمبود روی در این دو رقم، نسبت غلاف‌های پوک به غلاف‌های پر بیشتر بود (جدول۴).

غلظت و جذب عناصر کم‌مصرف و فسفر در بذر

غلظت

بالا بودن غلظت روی در بذرهای مادری ارقام کارا روی، می‌تواند در کاهش بروز علائم کمبود در ابتدای دوره رشد موثر باشد؛ ولی تعیین‌کننده واقعی کارایی روی نیست و عوامل دیگری مانند خصوصیات ژنتیکی، بر کارایی روی ارقام موثر است (جدول۲). محققین دیگر نیز نشان دادند غلظت روی بذر مادری عامل اصلی در میزان کارایی روی ارقام نبوده و یک ژن غالب منفرد، عامل اصلی تفاوت بود (۱۴).

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۵، غلظت روی در بذرهای تمام ارقام، با اضافه کردن کود افزایش یافت که این افزایش در ارقام کارا روی‌تر، بیشتر بود. در تیمار کفایت روی، با کاهش کارایی روی، غلظت روی کاهش یافته و ارقام کاراتر غلظت بالاتری داشتند؛ بنابراین غلظت روی در تیمار کفایت روی، عامل مناسبی برای شناسایی کارایی روی ارقام بود. ولی در تیمار کمبود روی، علی‌رغم اینکه بیشترین و کمترین غلظت روی به‌ترتیب برای کاراترین و کم کاراترین رقم بود، ولی همانند تیمار کفایت با کاهش کارایی روی، کاهش صورت نگرفت و روند منظمی دنبال نکرد. با این‌حال ارقام کاراتر عملکرد بالاتری از خود نشان داده و کمبود روی در آنها کمتر مشهود بود که علت آن می‌تواند کارایی بهتر و بیشتر در استفاده از روی جذب شده باشد. این موضوع توسط محققین دیگر در لوبیا (۵) و برنج (۹) تأیید شده است. با توجه به این موضوع، غلظت روی در شرایطی که کمبود روی وجود داشت شاخص مناسبی برای شناسایی ارقام با کارایی روی متفاوت نبود و غلظت روی در تمام ارقام تقریباً در یک محدوده قرار داشت (جدول۵ و نمودار ۱). این موضوع توسط حاجی‌صالح اوقلو و همکاران (۸) در ارقام مختلف لوبیا، از نظر کارایی روی گزارش شده است. تفاوت در غلظت روی در تیمار کمبود روی، می‌تواند به غلظت متفاوت روی در بذر مادری مربوط باشد (جدول۲).

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۶ غلظت آهن و منگنز در تمام ارقام، از تیمار کمبود روی به تیمار کودی کاهش یافت. این کاهش در ارقامی که کارایی روی کمتری داشتند، بیشتر بود. کاهش غلظت آهن فقط در کاراترین رقم و سه رقمی که کمترین کارایی روی را داشتند معنی‌دار بود (جدول۳ و نمودار۲).

جدول٤- کارایی روی، وزن دانه، تعداد دانه و غلاف در دو تیمار کمبود و کفایت روی

(داده‌ها بر اساس کارایی روی ارقام از بزرگ به کوچک مرتب شده‌اند)

رقم	ZE%	وزن دانه (g/pot)		تعداد دانه		تعداد غلاف	
		-Zn	+Zn	-Zn	+Zn	-Zn	+Zn
G۰۱۴۳۷	۹۳	۱۵/۳۰	۱۶/۴۰	۳۹	۴۳	۱۳	۱۴
تلاش	۹۱	۱۳/۵۰	۱۴/۸۰	۳۷	۴۶	۱۵	۱۶
Ks-۲۱۱۸۹	۸۸	۱۳/۱۰	۱۴/۹۰	۲۱	۴۱	۱۰	۱۳
Cos۱۶	۸۳	۱۲/۱۰	۱۴/۵۰	۲۵	۳۴	۸	۱۷
Ks-۲۱۴۷۰	۷۴	۱۰/۹۰	۱۴/۷۰	۲۶	۴۰	۹	۱۱
Ks-۲۱۱۹۱	۶۲	۱۰/۱۰	۱۶/۴۰	۲۲	۴۷	۷	۱۲
خمین	۵۰	۷/۶۰	۱۵/۳۰	۹	۴۷	۹	۱۹
کاردینال	۴۶	۶/۳۰	۱۳/۷۰	۸	۳۴	۸	۱۵
*LSD	۹	۱/۲۰		۶		۳	

*: تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ با آزمونLSD

جدول ۵ - غلظت عناصر در دانه در دو تیمار کمبود و کفایت روی (داده‌ها بر اساس کارای روی ارقام از بزرگ به کوچک مرتب شده‌اند.)

رقم	ZE%	روی (mg/kg)		آهن (mg/kg)		منگنز (mg/kg)		مس (mg/kg)		فسفر (g/kg)	
		-Zn	+Zn	-Zn	+Zn	-Zn	+Zn	-Zn	+Zn	-Zn	+Zn
G۰۱۴۳۷	۹۳	۱۹/۴۰	۳۰/۰۰	۶۲/۴۰	۵۰/۲۰	۲۲/۶۰	۱۷/۵۰	۸/۵۰	۶/۸۰	۶/۰۰	۵/۰۰
تلاش	۹۱	۱۵/۱۰	۲۷/۱۰	۶۶/۴۰	۶۲/۸۰	۲۶/۹۰	۲۳/۴۰	۸/۹۰	۷/۹۰	۵/۹۰	۵/۰۰
Ks-۲۱۱۸۹	۸۸	۱۶/۴۰	۲۵/۵۰	۸۱/۷۰	۷۴/۲۰	۲۳/۰۰	۲۰/۷۰	۹/۵۰	۸/۵۰	۴/۰۰	۳/۷۰
Cos۱۶	۸۳	۱۷/۳۰	۲۶/۲۰	۵۴/۰۰	۴۹/۸۰	۲۸/۹۰	۲۶/۱۰	۹/۳۰	۷/۵۰	۵/۲۰	۴/۱۰
Ks-۲۱۴۷۰	۷۴	۱۶/۸۰	۲۴/۱۰	۷۹/۵۰	۷۴/۲۰	۱۹/۷۰	۱۸/۰۰	۹/۷۰	۹/۳۰	۵/۱۰	۴/۱۰
Ks-۲۱۱۹۱	۶۲	۱۸/۴۰	۲۳/۴۰	۸۴/۰۰	۶۹/۷۰	۲۴/۱۰	۲۱/۵۰	۱۱/۸۰	۱۱/۱۰	۵/۲۰	۳/۹۰
خمین	۵۰	۱۴/۰۰	۱۹/۴۰	۷۸/۷۰	۵۸/۹۰	۲۷/۸۰	۱۹/۵۰	۸/۹۰	۷/۲۰	۵/۵۰	۴/۱۰
کاردینال	۴۶	۱۲/۲۰	۱۹/۰۰	۹۲/۳۰	۷۱/۱۰	۲۶/۷۰	۱۹/۴۰	۱۱/۹۰	۸/۶۰	۶/۲۰	۴/۸۰
*LSD	۹	۲/۱۰		۸/۱۰		۱/۴۰		۱/۷۰		۰/۶۵	

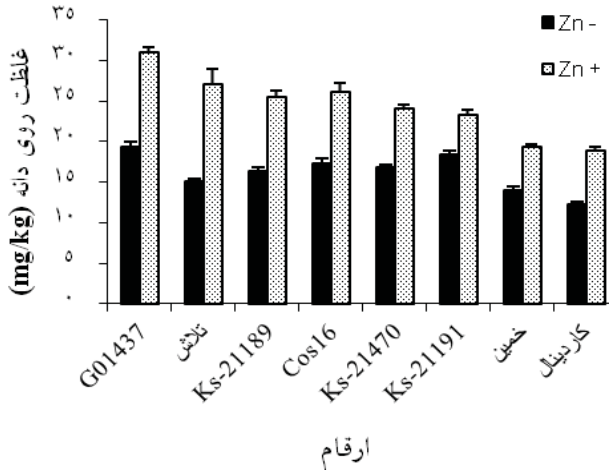
*: تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ با آزمون LSD

این کاهش در منگنز در تمام ارقام معنی‌دار بود. غلظت آهن و منگنز روند خاصی را در ارقام مختلف در هر دو تیمار کودی دنبال نمی‌کرد؛ بنابراین به نظر می رسد این صفات برای اظهارنظر در مورد کارایی روی ارقام مناسب نمی‌باشند (جدول۵). غلظت فسفر هم از تیمار کمبود به کفایت روی در تمام ارقام کاهش یافت؛ ولی تفاوت غلظت فسفر در ارقام مختلف در هر دو تیمار کودی، به روی‌کارا بودن یا نبودن مرتبط نبود.

برهم‌کنش رقم و کود بر غلظت مس معنی‌دار نبود (جدول۳)؛ ولی اثر این دو عامل به‌صورت جداگانه معنی‌دار بود که این موضوع نشان می‌دهد که اثر این دو عامل بر غلظت مس، وقتی با هم به کار روند یا جداگانه استفاده شوند، تفاوتی ندارد. غلظت مس نیز از تیمار کمبود روی به کفایت روی کاهش یافت و در ارقام غیر روی کارا، در هر دو تیمار بالاتر بود (جدول۵).

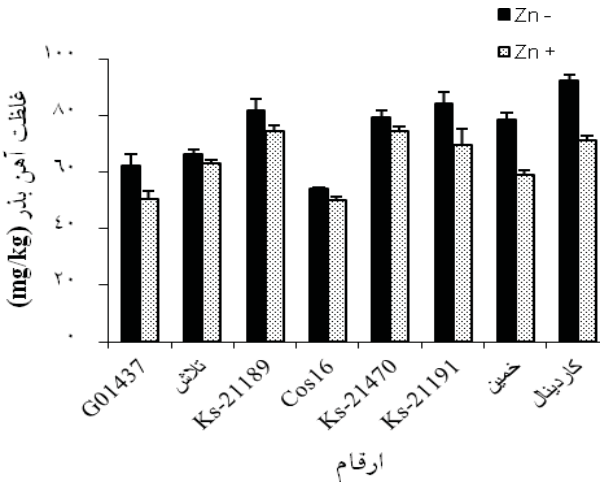
جذب

بررسی صفت جذب روی نشان داد که بر همکنش رقم و کود بر روی این صفت معنی‌دار نبود (جدول۳). جذب روی در تیمار کمبود روی، بر خلاف غلظت روی، با کاهش کارایی روی روند کاهشی داشت؛ بنابراین فاکتور مناسبی برای قضاوت در مورد کارا بودن روی ارقام بود. این روند در حالت کفایت روی هم وجود داشت. این مسأله گویای این امر است که در شرایط کمبود روی خاک، فقط از جذب روی می‌توان برای شناسایی ویژگی کارایی روی استفاده کرد؛ ولی در شرایط کفایت روی خاک، هر دو صفت برای ارزیابی کارایی روی مفید هستند. این موضوع با نتایج به‌دست آمده توسط محققین دیگر، که نشان دادند جذب روی برای جداسازی ارقام متفاوت از نظر کارایی روی مناسب است، تطابق دارد (۸).



شکل ۱- غلظت روی دانه ارقام در دو تیمار کود

(-Zn تیمار کمبود روی و +Zn تیمار کفایت روی)



شکل ۲- غلظت آهن دانه ارقام در دو تیمار کودی

(-Zn تیمار کمبود روی و +Zn تیمار کفایت روی)

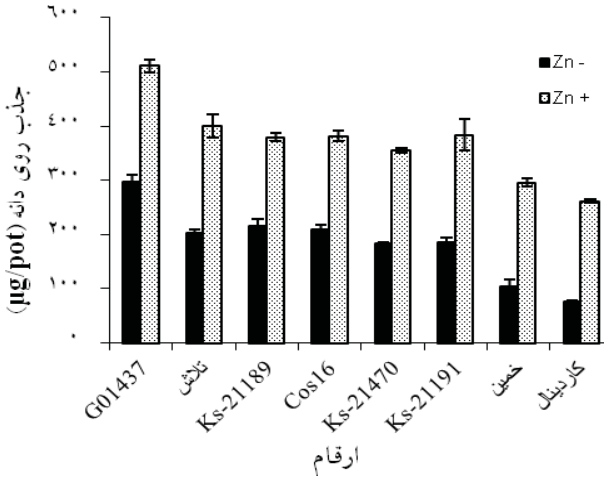
ولی با نتایج به‌دست آمده توسط محققین دیگر که اظهار داشتند در حالت کفایت روی خاک، جذب و غلظت روی بذر برای شناسایی ارقام کارا روی مناسب نیست، در تناقض بود (۱۳). جذب روی از تیمار کمبود به کفایت روی در تمامی ارقام افزایش یافت؛ ولی این افزایش در سه رقمی که کمترین کارایی روی را داشتند نمایان‌تر بود (جدول۶ و نمودار۳).

جذب آهن در تیمار کمبود روی با کاهش کارایی روی کاهش یافت؛ ولی در تیمار کفایت روی این روند وجود نداشت. جذب آهن از تیمار کمبود به کفایت روی، به‌جز در کارترین رقم از نظر روی، افزایش یافت که این افزایش در ارقام کم روی کارا بیشتر بود (جدول۶ و نمودار ۴). جذب منگنز از تیمار کمبود به کفایت روی، به‌جز در دو رقمی که بالاترین کارایی روی را داشتند، افزایش یافت که این افزایش در ارقام کم‌روی کارا بیشتر بود. جذب منگنز نیز در تیمار کمبود روی در ارقام کارا روی بیشتر بود؛ اما یک روند کاهشی منظم وجود نداشت. در حالت کفایت روی هم روند منظمی وجود نداشت (جدول ۶)؛ ولی با این‌حال نمی توانیم به جذب منگنز و آهن برای شناسایی کارا بودن روی ارقام استناد کنیم. جذب فسفر و مس از تیمار کمبود به تیمار کفایت روی مشابه بوده، به‌طوری‌که در چهار رقمی که بالاترین کارایی روی را داشتند کاهش و درچهار رقمی که کمترین کارایی روی را داشتند افزایش یافت. جذب مس و فسفر در تیمار کمبود روی تقریباً با کاهش کارایی روی کاهش یافت و تا حدودی می‌توان از آنها در شناسایی و تمایز کارایی روی ارقام استفاده کرد. این روند در حالت کفایت روی کمتر بود (جدول ۶).

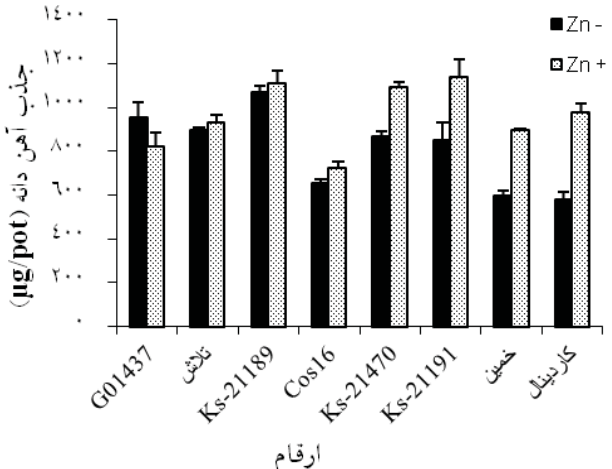
جدول٦- جذب عناصر در دانه در ۲ تیمار کمبود و کفایت روی (داده‌ها بر اساس کارایی روی از بزرگ به کوچک مرتب شده‌اند.)

رقم	ZE%	روی		آهن		منگنز (µg/pot)		مس		فسفر (g/pot)	
		-Zn	+Zn	-Zn	+Zn	-Zn	+Zn	-Zn	+Zn	-Zn	+Zn
G۰۱۴۳۷	۹۳	۲۹۷	۵۱۱	۹۵۵	۸۲۵	۳۴۶	۲۸۷	۱۳۰	۱۱۲	۹۲	۸۳
تلاش	۹۱	۲۰۳	۴۰۱	۸۹۵	۹۳۰	۳۶۳	۳۴۶	۱۲۰	۱۱۷	۸۰	۷۴
Ks-۲۱۱۸۹	۸۸	۲۱۵	۳۸۰	۱۰۶۹	۱۱۰۹	۳۰۲	۳۰۹	۱۲۵	۱۲۷	۵۲	۵۶
Cos۱۶	۸۳	۲۱۰	۳۸۱	۶۵۴	۷۲۴	۳۵۰	۳۷۸	۱۱۳	۱۱۰	۶۳	۵۹
Ks-۲۱۴۷۰	۷۴	۱۸۴	۳۵۵	۸۶۷	۱۰۹۴	۲۱۶	۲۶۶	۱۰۶	۱۳۷	۵۵	۵۹
Ks-۲۱۱۹۱	۶۲	۱۸۶	۳۸۴	۸۵۲	۱۱۳۸	۲۴۴	۳۵۲	۱۲۰	۱۸۱	۵۳	۶۴
خمین	۵۰	۱۰۵	۲۹۶	۵۹۶	۸۹۸	۲۱۱	۲۹۸	۶۸	۱۱۰	۴۱	۶۳
کاردینال	۴۶	۷۶	۲۶۱	۵۸۰	۹۷۹	۱۶۷	۲۶۷	۷۵	۱۱۹	۳۹	۶۶
*LSD	۹	۳۵		۱۲۸		۲۴		۲۷		۱۰	

*: تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ با آزمونLSD



شکل ۳- جذب روی دانه ارقام در دو تیمار کودی
(-Zn تیمار کمبود روی و +Zn تیمار کفایت روی)



شکل ٤- جذب اهن دانه ارقام در دو تیمار کودی
(-Zn تیمار کمبود روی و +Zn تیمار کفایت روی)

نتیجه‌گیری

به‌عنوان نتیجه می توان گفت ارقام با کارایی روی بالا عملکرد بالاتری نسبت به ارقام با کارایی کم، در شرایط کمبود روی دارند؛ ولی پاسخ ارقام کم روی کارا به اضافه کردن کود بیشتر است. رقم G۰۱۴۳۷ با ۹۳ درصد، بیشترین کارایی روی و رقم کاردینال با ۴۶ درصد، کمترین کارایی روی را دارا بودند. غلظت و جذب روی در ارقام، با اضافه کردن کود روی افزایش یافت که در ارقام کاراتر بیشتر بود. غلظت سایر عناصر با کوددهی روی کاهش ولی جذب آن ها افزایش یافت. بنابراین استفاده از ارقام با کارایی روی بالا، به‌علت داشتن عملکرد و جذب بالای عناصر در شرایط کمبود روی، یک راهکار مناسب برای مقابله با کمبود روی به‌شمار می‌آید.

منابع

۱- بارانی مطلق م. ۱۳۸۴. مکانیسم مقاومت گیاهان به تنش کمبود عناصر غذایی. سمینار دکتری. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج.

۲- جعفری حقیقی م. ۱۳۸۲. روش های تجزیه خاک، نمونه برداری و تجزیه های مهم فیزیکی و شیمیایی با تاکید بر اصول تئوری و کاربردی. انتشارات ندای ضحی. تهران.

۳- خوش گفتار منش ا.ح. ۱۳۸۶. ارزیابی وضعیت تغذیه ای گیاه و مدیریت بهینه کودی. گردآوری و تدوین. انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.

۴- خوش گفتار منش ا.ح. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاه. گردآوری و تدوین، انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.

5- Cakmak I., and Braun H.J. 1999. Genotypic Variation for Zinc Efficiency. Breeding for nutritional and soil factors. Chapter 16. Department of soil science and plant nutrition, Cukurora university, Adana, Turkey.

6- Graham R.D., and Rengel Z. 1993. Genotypic variation in zinc uptake and utilization by plants. P. 107-118. In: Zinc in Soils and Plants. A.D. Robson (ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

7- Hacisalihoglu G., and Kochian L.V. 2003. How do some plants tolerate low levels of soil zinc? Mechanisms of zinc efficiency in crop plants. New Phytologist, 159:341–350.

8- Hacisalihoglu G., Ozturk L., Cakmak I., Ross M.W., and Kochian L.V. 2004. Genotypic variation in common bean in response to zinc deficiency in calcareous soil. Plant and Soil 259: 71–83.

9- Hajiboland R., and Salehi S.Y. 2006. Characterization of Zn efficiencyin Iranian rice genotypes. I, Uptake efficiency. Plant Physiology, 32(3-4):191-206.

10- Karen A.C., Shana F., Kenneth F.G., and George L.H. 2005. Inheritance of seed zinc accumulation in navy bean. Crop Science, 45:864–870.

11- Mekki L., Badr M., and Fekry M. 2007. Cytogenetic Studies on Genotypes of *phaseoulus voulgaris* L. Cultivated in Egypet in Relation to Zinc Efficiency. Biological Science, 10 (23):4230-4235.

12- Moraghan J.T., and Grafton K. 1999. Seed-Zinc Concentration and the zinc-efficiency trait in navy bean. Soil Science Society of American Journal, 63:918–922.

13- Moraghan J.T., and Grafton K. 2003. Plant Zinc and the Zinc-Efficiency Trait in Navy Bean. Journal of Plant Nutrition, 26 (8):1649-1663.

14- Shree P.S., and Westermann D.T. 2002. A Single Dominant Gene Controlling Resistance to Soil Zinc Deficiency in Common Bean. Crop Science, 42:1071–1074.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 1, Mar-Apr 2012, p. 33-41

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۱، ص. ۴۱-۳۳

Study of Zinc Efficiency in Selected Common Bean Cultivars

M. Beygi[1*]- Gh. Savaghebi [2]– B. Motesharezadeh [3]

Received: 3-9-2010
Accepted: 21-10-2011

Abstract

Due to zinc deficiency of agricultural lands and fertilizer application problems, use of zinc efficient cultivars is considered a suitable way for the compensation of this deficiency and increasing the yield of the agricultural products. In this research, zinc efficiency of eight common bean cultivars was studied based on the seed yields in two treatments of zinc fertilizer (0 and a 10 mg/kg per soil treatment) in greenhouse condition. The concentration and the uptake of the micronutrients and phosphorus as well as yield component of various cultivars in the two levels of fertilizer was measured. The results showed that the G01437 cultivar with 93% and the Cardinal cultivar with 46% had the most and least zinc efficiency, respectively. The cultivars with more zinc efficiency in the zinc deficient treatment had more seed weight, seed numbers and pod numbers, whereas the response of the cultivars with less zinc efficiency to the zinc application was higher. In the treatment of zinc sufficiency among various cultivars, these characteristics had less difference. The concentration and the uptake of zinc with zinc application increased in all of the cultivars. This increase was more in the cultivars with higher zinc efficiency. The concentration of the other elements with zinc application decreased while their uptakes increased except in the cultivars with higher zinc efficiency. Overall, due to ability of produce higher yield in zinc deficiency conditions, using of the cultivars with higher zinc efficiency is a suitable strategy for the compensation of zinc deficiency in agricultural lands.

Keywords: Common bean, Zinc efficiency, Zinc concentration, Zinc uptake, Micronutrient

1,2,3- MSc Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Soil Science Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Respectively
(* -Corresponding Author Email: mohsenbeygi63@gmail.com)