اثرات برهمکنش عناصر فسفر و روی به برخی صفات سویا رقم ساری

The effects of interaction between the elements phosphorus and zinc are some traits of soybean cultivars of sari

جابر مهدی‌نیا افرا[*۱]، سید سهیل معنوی[۱]

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد آیت اله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت اله آملی، آمل- ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: mehdiniya.jaber@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۵

چکیده

فسفر و روی از عناصر غذایی ضروری برای گیاه بوده که می‌تواند اثرات متفاوتی در گیاهان داشته باشد. به‌منظور بررسی اثرات متقابل این عناصر بر سویا، آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۰ انجام شد. عوامل مورد آزمایش شامل عامل A با سه سطح فسفر (صفر، ۵۰، ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از منبع سوپرفسفات تریپل و عامل B با سه سطح روی (صفر، ۵، ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از منبع سولفات روی بود. مقایسه میانگین اثر ساده سطوح فسفر نشان داد که با افزایش سطح فسفر، غلظت فسفر برگ و بذر به‌طور معنی‌داری افزایش و غلظت روی برگ و ساقه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت اما میزان پروتئین و روی بذر تغییری نکرد، اما میزان روغن بذر در سطح ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر بیش‌ترین مقدار بود. مقایسه میانگین اثر ساده افزایش سطوح روی نشان داد که با افزایش سطح روی، غلظت روی برگ، ساقه و بذر افزایش و غلظت فسفر بذر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت اما بر غلظت فسفر برگ، پروتئین و روغن بذر تاثیر معنی‌داری نداشت. حداکثر غلظت فسفر بذر با مصرف هم‌زمان۱۰۰ و ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و روی به‌دست آمد و حداکثر غلظت روی بذر با مصرف هم‌زمان ۵۰ و ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و روی حاصل شد. به‌طور کلی اثر متقابل این عناصر بر کیفی سویا تاثیرات متفاوتی داشته و استفاده متعادل آن باعث افزایش فسفر، روی و روغن در گیاه می‌گردد.

واژگان کلیدی: اثرات متقابل، روی، سویا، فسفر.

مقدمه

اثرات متقابل دو عنصر غذایی ممکن است مثبت یا منفی باشد. حداکثر عملکرد هنگامی حاصل می‌شود که تعادل مناسبی بین عناصر غذایی و دیگر عوامل موثر رشد برقرار باشد (Raboy and Dickinson, 2001). فسفر و روی جزو عناصر ضروری برای گیاه سویا می‌باشد و طبق تحقیقاتی که روی این دو عنصر در گیاه سویا صورت گرفته با وجود اثرات آنتاگونیستی باعث افزایش شاخص برداشت، حجم ریشه و تعداد گره در این گیاه شده‌اند (Milikan, 2011). سویا به مقدار زیادی فسفر به خصوص در تشکیل غلاف نیازمند است، فسفر همچنین برای تثبیت طبیعی نیتروژن توسط باکتری‌های برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم ضروری است (گل‌تپه، ۱۳۸۸). یکی از دلایل اثرات متقابل منفی وجود رابطه آنتاگونیستی بین دو عنصر می‌باشد وجود همبستگی منفی در قابلیت جذب و رابطه آنتاگونیستی بین فسفر و روی در خاک همواره مورد تایید محققان قرار گرفته است (Sumner and Farina, 2009). غلظت بالای فسفر در خاک می‌تواند سبب کاهش روی در بافت گیاه شود و یا بالعکس غلظت بالای روی در خاک باعث کاهش فسفر در گیاه گردد، که حالت دوم کم‌تر رخ می‌دهد و معمولاً به کار بردن سطوح بالای کود روی بدون کاربرد کود فسفر معمول نیست در حالی که کشاورزان معمولاً از کود فسفر بیش‌تر استفاده می‌کنند (ملکوتی و لطف الهی، ۱۳۷۸). عموماً در خاک‌هایی که در مرز کمبود روی هستند، افزایش مقدار فسفر قابل استفاده باعث کمبود روی می‌شود. در گیاهان با کمبود روی تنظیم‌های سلولی جذب فسفر آسیب دیده و باعث افزایش فسفر در حد سمی و انتقال آن به قسمت‌های بالای گیاه می‌شود که باعث پدید آمدن علائمی مانند علائم کمبود روی حتی با وجود غلظت مناسب روی می‌شود. میکوریزها می‌توانند جذب فسفر و عناصر کم مصرف را در بیش‌تر گیاهان افزایش دهند. کودهای فسفری مانع تشکیل میکوریز شده و می‌تواند جذب روی توسط ریشه‌های میکوریزی شده را کم کرده و باعث کمبود روی شوند (Havlin *et al.*, 2005). مقدار زیاد فسفر بر بعضی از عملیات متابولیکی عنصر روی در سلول‌های گیاه تاثیر می‌گذارد، کاهش ساخت برخی کمپلکس‌های اسیدهای آلی که عامل انتقال‌دهنده روی در گیاه می‌باشد می‌تواند به‌عنوان دلیلی برای اثرات متقابل فسفر بر روی در سطوح بالای فسفر باشد، تحقیقات نشان داد که در حضور فسفر زیاد، انتقال‌دهنده‌های روی در گیاه غیرفعال می‌گردند و با افزایش میزان فسفر ساخت آنزیم‌هایی‌که روی در آن دخالت دارد متوقف می‌گردد (Tandon, 2000). با توجه به کشت وسیع سویا در مازندران، رفتار رقم معمول سویا (ساری) نسبت به میزان متفاوت عناصر از جمله فسفر و روی بررسی نشده است. این تحقیق ارزیابی برخی صفات کیفی سویا مثل فسفر برگ و ساقه، روی برگ، ساقه و بذر، پروتئین و روغن بذر نسبت به برهمکنش عناصر فسفر و روی را مشخص می‌سازد. بنابراین نتایج حاصل از آن می‌تواند راهگشای انتخاب سطوح مورد نیاز فسفر و روی در مناطق سویاکاری استان‌های مازندران و گلستان باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور پاسخ کیفی سویا رقم ساری (JK) به تاثیرات عناصر فسفر و روی، آزمایشی به‌صورت گلدانی در شمال شهرستان قائم‌شهر با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۶۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۰ اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عوامل مورد آزمایش شامل عامل A با سه سطح فسفر صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک از منبع سوپرفسفات تریپل و عامل B با سه سطح روی در غلظت‌های صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از منبع سولفات روی بود. برای تعیین خصوصیات خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌گیری و این خاک‌ها هوا خشک شده و خاک از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. ویژگی‌های شیمیایی مانند pH گل اشباع، هدایت الکتریکی عصاره اشباع، کربن آلی به‌روش والکلی بلاک

(Nelson and Sommers, 1982). کربنات کلسیم معادل (Loeppert and Donald, 1996)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen *et al*., 1953). ازت کل به روش کجلدال (Bremner, 1996). پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیوم یک مولار (Helmke and Spark, 1996). عناصر کم‌مصرف به روش دی تی پی ا (Loeppert and Inskeep, 1996) و بافت خاک به روش هیدرومتری در نمونه خاک اندازه‌گیری شد (جدول یک). نتایج تجزیه خاک مورد استفاده نشان داد که میزان فسفر اولسن ۷/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم و میزان روی آن ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد که هر دو کم‌تر از حد بحرانی بودند. سپس ۲۷ عدد گلدان به ارتفاع ۳۰ و قطر ۲۷ سانتی‌متر به‌دلیل گستردگی مناسب ریشه سویا انتخاب و در هر گلدان ۱۰ کیلوگرم خاک ریخته شد. براساس آنالیز خاک میزان سایر عناصر کم‌مصرف و پرمصرف مورد نیاز محاسبه و به خاک اضافه گردید. عنصر فسفر و روی به‌صورت خاکپاش و پیش کاشت به هر گلدان اضافه شد و با خاک مخلوط گردید. سپس بذور سویا را با باکتری ریزوبیوم تلقیح شده، بعد از آن سه عدد بذر در هر گلدان قرار داده شد. پس از سبز شدن در مرحله ظهور اولین سه برگچه‌ای تنک انجام شد و دو بوته در هر گلدان باقی ماند. آبیاری گلدان‌ها به نحوی انجام شد که رطوبت در تمامی فصل کاشت از ۸۰ درصد ظرفیت زراعی کم‌تر نباشد. بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی، بوته‌ها به‌طور کامل از خاک با دقت از هر گلدان خارج شد، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد توسط آون خشک شده و صفاتی مانند، فسفر برگ و بذر، روی برگ، ساقه و بذر به‌روش هضم خشک اندازه‌گیری شد، همچنین پروتئین بذر پس از تعیین میزان نیتروژن دانه با روش کجلدال با ضریب ثابت ۶/۲۵ ضرب شده و میزان آن محاسبه شد (امامی، ۱۳۷۵). مقدار بذور سویا در هر گلدان، جهت تعیین درصد روغن به آزمایشگاه شیمی منتقل و اندازه‌گیری درصد روغن با استاندارد ISO 10565 با استفاده از اسپکترومتر (Nuclear Magnetic Resonance) NMR مدل: FT- NMR 300 MHz spectrospin ساخت شرکتBruker آلمان انجام شد (Firestone, 1994). پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار Mstat-c انجام شد (Steeel and Torri, 1980).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه

Table 1. Some soil properties studied

بافت	رس	لای	ماسه	کربن آلی	موادآلی	مواد خنثی شونده	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع
Texture	Clay(%)	Silt(%)	Sand(%)	O.C(%)	O.M	T.N.V	$EC\times10^3$ mmho.cm	pH
سیلت لوم	12	70	18	2.54	4.18	11.0	0.77	7.60

نتایج و بحث

فسفر بذر

فسفر بذر از نظر آماری تحت تاثیر اثر ساده فسفر و روی در سطح احتمال یک و پنج درصد قرار گرفت (جدول دو). با توجه به اثر ساده جدول مقایسات میانگین (جدول سه) با افزایش سطوح فسفر، غلظت فسفر بذر نیز افزایش یافت و با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر غلظت آن به ۶۹/۱ درصد رسید. همچنین با مصرف ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی موجب افزایش غلظت فسفر بذر به مقدار۱/۶۳درصد گردید. اما با افزایش سطوح روی بالاتر از این مقدار، غلظت فسفر بذر کاهش نشان داد. از طرفی مصرف توام فسفر و روی به مقدار ۱۰۰ و ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی توانسته بیش‌ترین درصد فسفر بذر (۱/۷۶ درصد) را شامل شود.

بررسی‌های صورت گرفته نشان داد که فسفر میزان گلیسین در بذر گیاه سویا را افزایش می‌دهد (Cheng and Wang, 2011). مطالعات گوپتا و ویاس (Gupta and Vyas, 2003) بیان داشت که مصرف فسفر، موجب افزایش غلظت فسفر در بذر سویا شد اما غلظت روی را در بذر سویا کاهش داد، اما بر میزان مولیبدن تاثیری نداشته است. طی

تحقیقی مشخص گردید مصرف روی میزان اسید فیتیک بذر سویا کاهش داد ولی با افزایش میزان اسیدفیتیک در بذر سویا جذب روی توسط گیاه کاهش یافت (Zhou and Fordyce, 2006).

فسفربرگ

فسفر برگ از نظر آماری تحت تاثیر اثر ساده فسفر در سطح احتمال یک در صد قرار گرفت (جدول دو). با افزایش سطوح فسفر، غلظت فسفر برگ نیز افزایش نشان داد و با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر غلظت آن به ۰/۵۳ درصد رسید و حداقل آن در تیمار بدون مصرف فسفر دیده شد (جدول سه). این صفت تحت تاثیر سطوح روی مصرفی قرار نگرفت (جدول دو). تحقیقات نشان داد میزان استفاده روی در گیاه باعث کاهش اثر سمیت فسفر در غلظت‌های بالا در برگ گیاه شده است (Grunes and Aduayi, 2010). اما اثرات متقابل روی و فسفر بر میزان فسفر برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول دو) بالاترین میزان فسفر برگ از تیمار A_1B_3 با ۰/۶۳ درصد حاصل شد که نسبت به تیمار A_3B_3 با ۰/۳۳ درصد برتری چشم‌گیری داشت.

میزان روی بذر، برگ، ساقه

روی برگ و ساقه از نظرآماری تحت تاثیر اثر ساده فسفر قرار گرفت اما روی بذر تحت تاثیر اثر ساده فسفر قرار نگرفت (جدول دو). با افزایش سطوح فسفر غلظت روی برگ و ساقه کم شد که نشان دهنده‌ی اثر آنتاگونیستی بین این دو عنصر است، اما تاثیری بر میزان روی بذر ندارد (جدول سه). عموماً در خاک‌هایی که در مرز کمبود روی هستند، افزایش مقدار فسفر قابل استفاده باعث کمبود روی می‌شود. در گیاهان با کمبود روی تنظیم‌های سلولی جذب فسفر آسیب دیده و باعث افزایش فسفر در حد سمی و انتقال آن به قسمت‌های بالای گیاه می‌شود که باعث پدید آمدن علائمی مانند علائم کمبود روی حتی با وجود غلظت مناسب روی می‌گردد (Havlin *et al*., 2005). میکوریزها می‌توانند جذب فسفر و عناصر کم‌مصرف را در بیش‌تر گیاهان افزایش دهند. احتمالا در این آزمایش اضافه کردن کودهای فسفری مانع تشکیل میکوریز شده و باعث کاهش جذب روی توسط ریشه‌های غیرمیکوریزی شده و باعث کمبود روی گشته است (Havlin *et al*., 2005). روی برگ، ساقه و بذر از نظر آماری تحت تاثیر اثر ساده کاربرد روی قرار گرفت (جدول دو). با افزایش سطوح روی از صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم غلظت روی برگ، ساقه و بذر افزایش می‌یابد (جدول سه). بیش‌ترین غلظت روی بذر، روی برگ و روی ساقه (به‌ترتیب ۱۰۵، ۸۷/۷ و ۱۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در اثر متقابل ۵۰ و ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و روی حاصل شد. این نتیجه نشان می‌دهد که اثر متقابل سینرژیستی بین فسفر و روی برای حداکثر جذب روی توسط گیاه وجود داشته و مقدار فسفر نبایستی از ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیش‌تر باشد در غیر این صورت، اثر متقابل آنتاگونیستی بین این دو عنصر مشاهده می‌شود یعنی برای جذب روی بایستی نسبت متعادلی از فسفر و روی را به‌کار برد. کم‌ترین مقدار روی در برگ، ساقه و بذر در تیمارهای ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر دیده شد (جدول سه). نتایج تحقیقات اسدی کنگرشاهی و ملکوتی (۱۳۸۵) نشان داد که کاربرد روی موجب افزایش معنی‌دار غلظت و جذب کل روی توسط گیاه سویا گردید. اثر سه سطح روی (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک) از منبع سولفات روی توسط قاسمی و چراتی (۱۳۸۷) بر رشد و ترکیب شیمیایی سویا مورد بررسی قرارگرفت. نتایج به دست آمده مشابه نتایج این تحقیق بوده و مشخص نمود که مصرف روی، غلظت و جذب کل روی در اندام‌های مختلف گیاه را نسبت به شاهد به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است.

پروتئین بذر

همان‌طوری که در جدول دو مشهود است، پروتئین بذر از نظر آماری تحت تاثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفت. در مطالعه‌ای گزارش گردید که افزایش مصرف فسفر از طریق افزایش تعداد دانه و وزن هزاردانه منجر به افزایش عملکرد در گیاه سویا

شد، اما بر میزان روغن و پروتئین دانه تاثیر نداشت نتایج جنوبی و دانشیان (۱۳۸۵) بر میزان پروتئین مشابه این تحقیق می‌باشد. نتایج بررسی دیگری برخلاف نتیجه حاصله نشـان داد که در صورت وجـود روی در سـویـا مـیـزان اسـیـد فـیـتـیـک و میـزان پروتئیـن دانـه افـزایش داشت (Zhou and Fordyce, 2006). طبق بررسی‌های صورت گرفته کمبود روی، باعث کاهش تولید پروتئین و کربوهیدارات‌ها، افزایش حساسیت غشاها به اکسیدانت و در نهایت کاهش رشد گیاه می‌گردد (Raboy and Dickinson, 2001). نتایج تاثیر سولفات روی بر عملکرد و پروتئین دانه سویا نشان داد که با کاربرد ۴۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار موجب افزایش درصد پروتئین دانه شد (پاسداری لقا و همکاران، ۱۳۹۰) که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مغایرت دارد.

روغن بذر

روغن بذر از نظر آماری تحت تاثیر اثر ساده فسفر و اثر متقابل فسفر در روی قرار گرفت و در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌داری شد. ولی این صفت تحت تاثیر اثر ساده روی قرار نگرفت و اختلافات به‌وجودآمده از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول دو). بیش‌ترین میزان روغن بذر با مصرف ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر موجب افزایش میزان روغن بذر شد. اما در تیمـار صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفـر مقـدار روغن کاهش یافت (جـدول سـه). بیش‌ترین میزان روغن از اثر متقابل فسفر در روی در صـورت استفـاده از ۵۰ و ۵ میلـی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و روی استحصال شد اما کم‌ترین میزان روغن بذر در تیمار عدم مصرف فسفر و روی حاصل شد (جدول سه). بر خلاف نتیجه به دست آمده نتایج حاصل از یک مطالعـه نشـان می‌دهد که افزایش مصرف فسفر بر میزان روغن و پروتئین دانه تاثیری نداشت (جنوبی و دانشیان، ۱۳۸۵). طبق بررسی‌هایی که بر سویا صورت گرفت، مصرف سطوح مختلف کود روی‌موجب افزایش میزان پروتئین و کاهش مقدار روغن دانه گردید (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۸۰).

جدول۲- میانگین مربعات صفات کیفی سویا رقم JK تحت تیمار منابع فسفر و روی

Table 1. mean squared quality of soybean varieties jk treated with phosphorus and zinc.

S.O.V	df	فسفربذر	فسفربرگ	روی بذر	روی برگ	روی ساقه	پروتئین بذر	روغن بذر
فسفر (A)	2	0.117**	0.065**	7.4$^{n.s}$	623.9**	507.9*	3.3$^{n.s}$	6.2**
روی (B)	2	0.063*	0.008$^{n.s}$	163.2**	590.6**	591.8*	3.2$^{n.s}$	0.3$^{n.s}$
فسفر×روی (A*B)	4	0.007$^{n.s}$	0.018*	41.9$^{n.s}$	171.9*	466.6*	2.7$^{n.s}$	0.9*
خطا	18	0.014	0.006	26.1	40.6	114.3	4.2	0.3
CV		7.7	7.7	5.25	9.5	9.4	6.6	2.7

*، **و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد و فاقد اختلاف معنی‌دار

*,** and ns significant at 0.05, 0.01 and no significant

نتیجه‌گیری

طبق داده‌های به‌دست آمده از بررسی‌های آماری صفات اندازه‌گیری شده این طرح نشان می‌دهد که پارامتر حداکثر فسفر بذر با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی حاصل شد همچنین حداکثر میزان روی بذر با مصرف ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی و در روی برگ و ساقه با مصرف ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم روی به‌دست آمد و همچنیـن با مصـرف توام فسفـر و روی بیش‌تریـن میزان روی در بـذر، برگ و سـاقه با مصـرف ۵۰ و۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفـر و روی مشاهـده شد. میـزان پروتیئـن بذر از نظر آماری هیچ تفاوتی از خود نشان نداد. اثر متقابل فسفر در روی در صورت استفـاده از ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفـر و ۵ میلی‌گـرم بر کیلوگـرم روی بالاترین میزان روغـن به‌دست آمد. همچنین بیش‌ترین میزان روغن بذر با مصرف ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر به‌تنهایی هم موجب افزایش میزان روغن بذر شد. همچنین نتایج

نشـان داد که حـداکثـر میزان فسفـر برگ با مصـرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلـوگرم فسفر مشاهده شـد و حداقل آن با عدم مصرف فسفر به‌دست آمد. نتیجه کلی نشان می‌دهد که استفـاده مناسب و متعـادل از عناصـر فسفـر و روی باعث افـزایش فسفـر و روی در گیاه شد و موجب افزایش روغن بذر گردید. به‌طور کلی اثر متقابل این عناصر بر قسمت‌های مختلف گیاه سویا مثل ساقه، برگ و بذر تاثیرات متفاوتی داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل صفات کیفی تحت تیمار منابع فسفر و روی در رقم ساری (JK) سویا

Table 1. Compare the average quality of treatment and interaction effects of phosphorus on the sari (JK) soybean

تیمار		فسفربذر	فسفربرگ	روی بذر	روی برگ	روی ساقه	روغن بذر
عامل فسفر P	(A_1)	1.49^{b}	0.38 ^{b}	97.1 ^{a}	72.9 ^{a}	113.7 ^{ab}	19.1 ^{b}
	(A_2)	1.49^{b}	0.40 ^{b}	98.3 ^{a}	70.2 ^{a}	118.6 ^{a}	20.6 ^{a}
	(A_3)	1.69^{a}	0.53 ^{a}	96.5 ^{a}	57.2 ^{b}	103.8 ^{b}	19.1 ^{b}
عامل روی Zn	(B_1)	1.58^{ab}	0.44 ^{a}	92.4 ^{b}	60.1 ^{b}	104.5 ^{b}	19.4 ^{a}
	(B_2)	1.63^{a}	0.41^{a}	99.0 ^{a}	64.4 ^{b}	110.9 ^{ab}	19.8 ^{a}
	(B_3)	1.47^{b}	0.47^{a}	100.4 ^{a}	75.8 ^{a}	120.6 ^{a}	19.5 ^{a}
فسفر * روی P*Zn	$A_1 * B_1$	1.54^{ab}	0.47^{bc}	94.3 ^{bc}	70.1 ^{bc}	102.6 ^{cd}	18.5 ^{e}
	$A_1 * B_2$	1.58^{ab}	0.52^{ab}	98.1 ^{abc}	68.4 ^{cd}	112.8 ^{bcd}	19.5 ^{cd}
	$A_1 * B_3$	1.36^{b}	0.62^{a}	98.9 ^{abc}	80.2 ^{ab}	125.6 ^{ab}	19.6 ^{bcd}
	$A_2 * B_1$	1.45^{b}	0.37^{bc}	90.4 ^{c}	55.6 ^{ef}	99.2 ^{d}	20.3 ^{abc}
	$A_2 * B_2$	1.55^{ab}	0.36^{c}	98.5 ^{abc}	67.3 ^{cde}	121.6 ^{abc}	20.9 ^{a}
	$A_2 * B_3$	1.46^{b}	0.45^{bc}	105.0 ^{a}	87.7 ^{a}	135.0 ^{a}	20.5 ^{ab}
	$A_3 * B_1$	1.73^{a}	0.47 ^{bc}	92.6 ^{bc}	54.6 ^{f}	111.7 ^{bcd}	19.6 ^{bcd}
	$A_3 * B_2$	1.76^{a}	0.34 ^{c}	100.5 ^{ab}	57.6 ^{def}	98.5 ^{d}	19.1 ^{de}
	$A_3 * B_3$	1.58^{ab}	0.33 ^{c}	96.3 ^{abc}	59.4 ^{cdef}	101.3 ^{d}	18.7 ^{de}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Treatment means followed by the same letter within each common are not significantly different ($P < 0.05$) according to Duncan's Multiple Range test

منابع References

اسدی کنگرشاهی، ع. و ملکوتی، م. ۱۳۸۵. تاثیر مصرف روی در رشد، غلظت وجـذب روی توسـط سـویا. مجلـه علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۸. شماره ۲.صفحه ۳۲۱ تا ۳۲۸.

امامی، ع. ۱۳۷۵ . روش‌های تجزیه گیاه جلد اول، نشریه ۹۸۲، موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۰ صفحه.

پاسداری لقا، غ.، حسینی، س.م.، فرجی، ه .، زارعی، ص.۱۳۹۰. تاثیر سولفات روی بر عملکرد و پروتئین دانه لوبیا چیتی در منطقه سردسیر شمال استان فارس. صفحه ۱ تا ۲. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه تبریز، تبریز.

جنوبی، پ و دانشیان ،ج. ۱۳۸۵. تاثیر کاربرد فسفر بر خصوصیات رویشی و زراعی سویا در شرایط تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۸. شماره ۲، صفحه ۲۱۵-۲۳۵.

حبیب‌زاده ا.، امینی، ا. و میرنیا، س.خ.۱۳۸۰. تاثیر سطوح مختلف پتاسیم و روی بر خصوصیات کیفی دانه سویا خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۸. شماره ۳، صفحه ۱۱۶-۱۱۸.

قاسمی، ا. و چراتی، ع.۱۳۸۷. بررسی کاربرد پتاسیم، گوگرد، روی، منگنز و مس بر عملکرد محصول سویا در مازندران. صفحه ۱۲۳تا ۱۲۵. ششمین کنگره علوم خاک ایران شهرکرد، ایران.

گل تپه، ا. ۱۳۸۸. کمبود و مسمویت مواد غذایی در گیاهان زراعی و باغی، نشر حکمت، جلد اول.

ملکوتی، م.ج. و لطفالهی، م.آ. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه روی عنصر فراموش شده، شورای عالی سیاست‌گذاری کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی.

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen - Total. Pp. 1085-1122. In:Page AL (ed.) Methods of Soil Analysis. 3rd. American Society of Agronomy, Madison,WI.

Brown, P.H.I, Cakmak, M. 1993. "Form and function of zinc plants." Developments in Plant and Form and function of zinc plants." Developments in Plant and Soil Sciences 55: 93-93.

Cheng, X.G., Wang, L. 2011. "Specific Expression of a Novel Nodulin GmN479 Gene in the Infected Cells of Soybean (*Glycine max*) Nodules." Agricultural Sciences in China 10(10): 1512-1524.

Firestone,D,1994. Official Methhods of Analysisof the Association of Official Analytical Chemists. 15th edn., Arlington, USA.

Gupta, P. and Vyas, K.2003."Effect of phosphorus, zinc and molybdenum on the yield and quality of soybean." Legume Research 17(1): 11-15.

Grunes, D., Aduayi, E. 2010. "Phosphorus accumulation and toxicity in leaves in relation to zincsupply." Soil Science Society of America Journal. 46(2): 345-352.

Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., Nelson, W.L. 2005. Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient manegement. 7th ed. Pp.519. pearson Education, inc., New Jersey

Helmke, P.A., and Spark, D.L. 1996. Lithium, Sodium, potassium, Rubidium and Cesium. Pp. 551-574. In:Page AL (ed.) Methods of Soil Analysis. 3rd. American Society of Agronomy, Madison,WI.

Loeppert, R.H., and Donald, L.S. 1996. Carbonate and Gypsum. Pp. 437-575. In:Page AL (ed.) Methods of Soil Analysis. 3rd. American Society of Agronomy, Madison,WI.

Loeppert, R.H., and Inskeep, W.P. 1996. Iron. Pp. 639-664. In:Page AL (ed.) Methods of Soil Analysis. 3rd. American Society of Agronomy, Madison,WI.

Milikan, C.R. 2011. "Effects of different levels of zinc and phosphorus onthegrowth of subterranean clover soybean(*Glycine max*)L." AustralianjournalofAgricultural Research 14 (2)180-205.

Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. P. 539-579. In: Page AL (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison,WI.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1953. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. No 939.

Raboy, V., and Dickinson, D.B. 2001. " phosphorus and zinc nutrition Effect on soybean seed phytic acid and zinc." Plant Physiology 75(4): 1094.

Sumner, M.E., Farina, M.P.W. 2009. "Phosphorus interactions with other nutrients and lime in field cropping systems." Advances in soil sciences . 23 245-255.

Steeel, R.G.D., Torri, and J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. Mc Grow Hill. USA. 159:89-102.

Tandon, H.L.S. 2000. Management of nutrient interactions in Agriculture. New Delhi 110048(india).

Zhou, J., Fordyce, E. 2006."Reduction of phytic acid in soybean products improves zinc bioavailability in rats." The Journal of nutrition 122(12): 2466.