Archive of SID

تأثیر عناصر روی و منگنز بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی سیر سفید همدان

رحیم مطلبی‌فرد[1*]، فریبا بیات[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۷)

چکیده

به‌دلیل اهمیت دارویی و غذایی سیر، مصرف جهانی آن رو به افزایش است. بنابراین، تولید محصولی با کیفیت بالاتر بر قابلیت بازارپسندی آن اثر قابل ملاحظه‌ای می‌گذارد. لذا جهت بررسی اثرهای عناصر روی و منگنز بر عملکرد، کیفیت و بازارپسندی سیر، این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل، در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی، با سه تکرار، در استان همدان و در طی سالهای ۹۱-۱۳۸۹ اجرا شد. فاکتورها شامل کود روی در چهار سطح (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی پودری ۳۳ در صد ($ZnSO_4. H_2O$)) و کود منگنز در سه سطح (صفر، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز ۳۱ در صد ($MnSO_4. H_2O$)) بود. نتایج ادغام شده دو سال نشان داد اثر اصلی روی بر عملکرد سیر، مقدار روی برگ و سوخ، اسید پیرویک غیرآنزیمی و مواد جامد محلول در سطح احتمال پنج در صد معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد از تیمار مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و به مقدار ۷۹۹۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن از تیمار عدم مصرف کود روی و به مقدار ۶۰۹۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. اثر اصلی منگنز بر عملکرد و غلظت مواد جامد محلول درسطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و با افزایش مصرف منگنز، عملکرد روند افزایشی نشان داد. ولی اثر منگنز بر سایر فاکتورهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار نگردید. اثر متقابل دو جانبه روی و منگنز بر تعداد سیرچه‌ها و غلظت مواد جامد محلول معنی‌دار گردید. در مجموع، مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز برای افزایش عملکرد و بهبود برخی ویژگی‌های کیفی سیر برای مناطق و شرایط مشابه با شرایط پژوهش حاضر، قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پیروات، ترکیب‌های عطر و طعم دهنده، رنگ سیرچه، کیفیت

مطلبی‌فرد ر.، بیات ف. ۱۳۹۸. تأثیر عناصر روی و منگنز بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی سیر سفید همدان. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۷ شماره ۲. ص: ۱۳۴-۱۲۳.

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران. (مکاتبه کننده)

۲-عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

پست الکترونیک: motalebifard@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

استان همدان با حدود ۳۸۴۰ هکتار سطح زیر کشت سیر، حدود ۵۰ درصد از تولید سیر کشور را دارا می‌باشد و مهمترین منطقه سیر کاری کشور می‌باشد و سهم مهمی در صادرات داخلی و خارجی این محصول ایفا می‌کند. متوسط عملکرد سیر در این استان حدود ۱۴ تن در هکتار می‌باشد. اما به علت کیفیت پایین محصولات، صادرات آن مشکلات زیادی دارد. پایین بودن کیفیت می‌تواند عوامل متعددی داشته باشد که تغذیه گیاهی یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در عملکرد و کیفیت محصولات مختلف می‌باشد (Tehrani *et al.*, 2012).

روی نقش مهمی در ساختمان آنزیم‌هایی مانند کربنیک آنهیدراز[1]- آر. ان. آ. پلی مراز[2]، الکل دهیدروژناز [3] و Cu-Zn سوپراکسید دیسموتاز[4] دارد. همچنین فعال کننده آنزیم‌های بسیاری مثل دهیدروژنازها[5]، آلدولازها و غیره می‌باشد. این عنصر برای ساخت تریپتوفان که پیش ماده تولید اکسین می‌باشد، ضروری است. روی در متابولیسم کربوهیدراتها، پروتئین‌ها، حفظ پایداری کلروپلاست‌ها، پایداری ریبوزم، تولید نشاسته و تنظیم pH سلول نقش دارد (Marschner, 1995). با توجه به وسعت تاثیر این آنزیم‌ها در فعالیتهای حیاتی، معلوم است که کمبود روی می‌تواند صدمات فوق العاده‌ای را به زندگی گیاه وارد سازد و عملکرد و کیفیت محصولات مختلف مانند سیر را تحت تأثیر قرار دهد (Barker& Pilbeam, 2007). منگنز هم مانند روی نقش‌های بیوشیمیایی زیادی در گیاه ایفا می‌نماید. منگنز فعال‌کننده آنزیم‌های بسیاری مانند دهیدروژناز، ترنسفراز، هیدروکسیلاز و دکربوکسیلاز است که در تنفس، سنتز اسیدهای آمینه، لیگنین و هورمونها نقش دارند. منگنز در واکنشهای اکسیداسیون و احیاء با تغییر ظرفیت نقش ایفا می‌کند و در واکنش هیل نقش اساسی و منحصر به فرد دارد. بنابراین در شرایط کمبود متوسط منگنز، فتوسنتز متوقف می‌شود (Barker& Pilbeam, 2007). بر اساس گزارش‌های فائو، سطوح زیادی از خاک‌های جهان با کمبود یک یا چند عنصر غذایی کم مصرف مواجه بوده و این روند در حال افزایش است و حدود سی درصد از خاک‌های جهان که عمدتاً هم آهکی هستند، دچار کمبود روی می‌باشند (Duffner *et al.*, 2012). در ایران هم در بررسی که توسط تهرانی و همکاران (Tehrani *et al.*, 2011) در شش استان کشور از جمله استان همدان انجام شد، بیش از ۷۰ درصد از اراضی آبی کشور دارای روی کمتر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. همچنین بیش از ۳۴ درصد اراضی هم از کمبود شدید منگنز متأثر بودند. دلایل زیادی برای بروز کمبود روی در خاک‌های ایران وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به آهکی بودن خاک‌ها، کمبود مواد آلی، بی‌کربنات بالای آب آبیاری، عدم توجه به مصرف روی در عمده اراضی و مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی مانند فسفر، اشاره کرد (Malakouti & Lotfollahi, 2000).

پژوهش‌هایی در مورد تأثیر عناصر روی و منگنز بر سیر انجام شده است. به‌طور مثال یانازاوا و فوجی (Yanazawa &Fujii, 1972) با محلول‌پاشی گیاه سیر با ترکیبات سولفات روی، کلرور روی و کلات EDTA روی در کشور ژاپن، نتیجه گرفتند که ترکیبات فوق در رفع کلروز سیر موثر هستند و در بهبود رشد و افزایش عملکرد مفید هستند و مصرف زودتر این عناصر در رفع زردی بیشتر موثر بود. نتایج نشان داد که سه بار محلول‌پاشی با سولفات روی سه در هزار با فواصل پنج روزه برای رسیدن به عملکرد مطلوب مناسب است. مل نیک (Mel-nik, 1973) با مصرف مقادیر مختلف منگنز و روی بر محصول سیر نتیجه گرفت که مصرف عناصر روی و منگنز باعث افزایش محتوی کلروفیل برگ، درصد ماده خشک سوخ‌ها و عملکرد می‌گردد. رویز (Ruiz, 1985) با مطالعات زیادی که بر روی سیر انجام داد، گزارش نمود که حد بحرانی روی و منگنز درگیاه در زمان تشکیل غده (حساسترین مرحله رشد گیاه سیر) به ترتیب ۱۰ و ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ می‌باشد. پریرا و همکاران(Pereira *et al.*, 1987) با مصرف مقادیر مختلف NPK ، بور، روی و منگنز بر روی محصول سیر رقم Jetiba، نتیجه گرفتند که تیمار روی، بور و منگنز باعث افزایش عملکرد سیر از ۴۶۶۷ کیلوگرم در هکتار برای شاهد به ۶۲۶۷ کیلوگرم در هکتار شد، ولی این افزایش در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. عبید و همکاران (Eid *et al.*, 1991) اثر مقادیر مختلف پتاسیم و محلول پاشی آهن، روی و منگنز را بر سیر (رقم ژاپنی) مطالعه و گزارش دادندکه وزن خشک و تر، عملکرد کل، اجزا عملکرد (طول، قطر و

1. Carbonic anhydrse
2. RNA polymerase
3. Alcohole dehydrogenase
4. Zu-Cu super oxide dismutase
5. Dehydrogenases
6. Aldolases

www.SID.ir

Archive of SID

وزن غده) محتوی کلروفیل، کاروتنوئید و غلظت آهن، روی و منگنز برگ با مصرف پتاسیم همراه با محلول پاشی عناصر فوق به مقدار قابل توجهی افزایش یافت. ساکاروادیا و همکاران(Sakarvadia *et al.*, 2009) هم نتایج مشابه را در مورد مصرف روی و پتاسیم گزارش نمودند. گوپتا و گانشه (Gupta & Ganeshe, 2000) در آزمایشی مزرعه‌ای تاثیر بور و سولفات روی را بر محصول سیر بررسی کردند. نتایج نشان دادکه مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۱۰ کیلوگرم در هکتار بوراکس باعث افزایش عملکرد نسبت به شاهد (مصرف ازت، فسفر و پتاسیم) شد. یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2005) با انجام آزمایشی گلخانه‌ای، تاثیر روی را بر فعالیتهای آنزیمی بررسی کردند. نتایج نشان داد که بالاترین مقدار فعالیت کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دسیموتاز و مقدار پروتئین محلول و رنگدانه‌های کلروفیل در مصرف ۰/۳ گرم سولفات روی بر هر گلدان به‌دست آمد. با مصرف ۰/۲ گرم سولفات روی اسیدهای آمینه آزاد و مقدار پروتئین محلول به ترتیب ۳۳ و هشت درصد بیشتر از شاهد بود.

چان چان و همکاران (ChanChan *et al.*, 2011) تأثیر روی و منگنز را بر عملکرد و کیفیت سیر در بنگلادش مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی دو در هزار سولفات روی، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و برخی فاکتورهای کیفی سیر شد. محلول‌پاشی منگنز تأثیری بر عملکرد و کیفیت سیر نداشت. اسلام و همکاران (Islam *et al.*, 2012) با بررسی تاثیر روی و بور بر عملکرد و کیفیت سیر در بنگلادش، گزارش نمودند که بیشترین مقدار عملکرد سیر با مصرف دو کیلوگرم در هکتار روی خالص به دست آمد. میانگین وزن سیرچه‌ها، تعداد پوشش سیر و نسبت منفعت به هزینه تولید سیر، با مصرف روی افزایش نشان داد. شارانگی و همکاران (Sharangi *et al.*, 2003) و سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 2014) هم نتایج مشابهی را گزارش نمودند. همدا و همکاران (Hameda *et al.*, 2015) با مصرف خاکی گوگرد و محلول‌پاشی روی، آهن و منگنز بر روی سیر در عربستان، گزارش کردند که محلول‌پاشی این عناصر بسیاری از فاکتورهای کیفی و عملکرد سیر را بهبود داد. سیر جزو گیاهانی زراعی است که کارهای پژوهشی زیادی بر روی آن انجام نشده است. در داخل کشور مطالعه‌ای در مورد تأثیر روی و منگنز و حتی یکی از این دو عنصر بر سیر انجام نشده است. در پژوهش‌های محدود انجام شده در سطح دنیا بیان شده است که این دو عنصر در عملکرد و کیفیت سیر نقش دارند. با توجه به اینکه بیش از ۷۰ درصد خاکهای زراعی استان همدان دارای کمبود روی و ۳۴ درصد دچار کمبود منگنز هستند (Tehrani *et al.*, 2011)، احتمال دارد کمبود این دو عنصر هم جزو عوامل مهم و مؤثر در کیفیت نامناسب و عملکرد پایین سیر همدان باشد. لذا به نظر می‌رسد اجرای این پژوهش بتواند در بهبود عملکرد و کیفیت سیر همدان که دارای اهمیت صادراتی می‌باشد، مؤثر و مفید باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حا ضر طی دو سال زراعی ۹۱-۱۳۸۹ در ایستگاه تجرک مرکز تحقیقات ک شاورزی و منابع طبیعی همدان با مشخصات جدول ۱ اجرا گردید.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در پژوهش

Table 1. Some physical and chemical properties of studied soil

Soil depth	Texture	CCE	OC	pH	EC(1:1)	P	K	Zn	Cu	Fe	Mn
		(%)		(1:1)	dS m^{-1}	(mg kg^{-1})					
0-30	CL	6	0.55	7.97	0.85	9	360	0.9	1.1	5.38	6.5

مختصات جغرافیایی محل اجرای پژوهش، "۴۶ '۵۰ °۴۸ طول شرقی و "۵۶ '۱۰ °۳۵ عرض شمالی بود. برای انجام پژوهش، زمینی به ابعاد ۳۰×۳۰ متر انتخاب و عملیات آماده سازی زمین شامل شخم برگردان، دیسک و ماله انجام گردید. سپس طرح حاضر به‌صورت آزمایش فاکتوریل دو فاکتوره و بر پایه طرح بلوکهای کامل تصادفی و با ۱۲ تیمار و سه تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل کود روی در چهار سطح و کود منگنز در سه سطح بود. سطوح کود روی شامل مقادیر صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی پودری ۳۳ درصد ($ZnSO_4.H_2O$) و سطوح کود منگنز شامل مقادیر صفر، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز ۳۱ درصد ($MnSO_4.H_2O$) در نظر گرفته شد. طول

www.SID.ir

Archive of SID

ردیف‌های کاشت هشت متر بود، به‌طوری که فاصله سیرچه‌ها از هم ۱۰ سانتی‌متر بود و روی هر پشته دو ردیف کاشته شد. هر کرت دارای پنج پشته و فاصله پشته‌ها از هم ۵۰ سانتی‌متر بود که به این ترتیب هر کرت ۲۰ متر مربع بود. قبل از کاشت از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه مرکب خاک تهیه و پس از هواخشک نمودن، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن شامل فسفر قابل‌جذب گیاه در خاک به روش اولسن (Jones, 2001)، روی، آهن، منگنز و مس قابل‌جذب گیاه در خاک با عصاره‌گیر DTPA (Jones, 2001)، پتاسیم قابل‌جذب گیاه در خاک به روش عصاره-گیری با استات آمونیوم یک نرمال (Jones, 2001)، بافت خاک به‌روش هیدرومتری (Gee & Bauder, 1986)، کربن آلی به‌روش اکسایش تر (Sommers, 1996 Nelsom &)، pH خاک در سوسپانسیون ۱:۱ آب به خاک (Mclean, 1982)، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) محلول ۱:۱ آب به خاک (Jones, 2001) و کربنات کلسیم معادل خاک به‌روش خنثی‌سازی با اسید و تیتر کردن با سود (Richards, 1954) اندازه‌گیری شدند و توصیه کودی برای سایر عناصر غذایی بر مبنای آزمون خاک انجام شد (Thomas *et al*., 2009). مقدار توصیه کودی شامل ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و پنج کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن بود. تمام کودها و یک سوم کود ازته قبل از کاشت مصرف شد. کشت در نیمه اول آبان ماه انجام و در فصل بهار سال بعد و در زمان تشکیل سیرچه‌ها، نمونه برگی از برگهای کاملاً رشد یافته انتخاب و غلظت عناصر غذایی در آن اندازه‌گیری شد (Westerman, 1990). در صورت لزوم، مبارزه با آفات و بیماریها انجام و آبیاری به‌صورت بارانی صورت گرفت. برداشت از سه خط وسط هر کرت و با حذف یک متر اول و آخر کرتها انجام شد. پس از برداشت، اثرهای تیمارها بر عملکرد، تعداد پوسته‌های سوخ سیر، تعداد سیرچه‌ها و وزن سیرچه‌ها بررسی شد. نمونه سوخ سیر از کرتهای مختلف تهیه و غلظت عناصر غذایی و برخی ویژگیهای کیفی سیر، به روش‌های زیر اندازه‌گیری شد. اسید پیرووئیک کل به روش رنگ‌سنجی و با استفاده از معرف ۲ و ۴ - دی نیترو فنیل هیدرازین در طول موج ۵۱۵ نانومتر (Anthon & Barrett, 2003)، پیرووات غیرآنزیمی به روش باکون و همکاران (Bacon *et al*., 1999) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر Pharmacia Biotech مدل Novaspec II ساخت انگلستان انجام شد. پیروات آنزیمی از تفاضل پیرووات کل و غیر آنزیمی محاسبه شد. تغییرات رنگ سیرچه‌ها به روش موریرا و همکاران (Moreira *et al*., 1987) و با استفاده از دستگاه رفراکتومتر ATAGO، ساخت ژاپن و رطوبت سیرچه‌ها به روش مادامبا و همکاران (Madamba *et al*., 1993) اندازه‌گیری شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و SPSS انجام شد. ابتدا آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها انجام و در صورت نیاز از تبدیل مناسب برای داده‌های غیرنرمال استفاده شد. سپس مقایسه میانگین‌ها با آزمون‌های دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

عملکرد سیر

اثر اصلی کود روی در سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی کود منگنز در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد سیر معنی‌دار شد. ولی اثر متقابل کود روی و منگنز بر عملکرد سیر معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین عملکرد سیر از تیمار مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و به میزان ۷۹۹۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن از تیمار عدم مصرف سولفات روی به میزان ۶۰۹۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. تیمار مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، توانست عملکرد سیر را به مقدار ۳۱ در صد افزایش دهد (جدول ۳). تمام سطوح کود روی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد سیر شدند، ولی با افزایش کود روی مصرفی از ۲۰ به ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. تاثیر روی بر افزایش عملکرد سیر با نتایج تحقیقات زیادی از جمله یانازاوا و فوجی (Yanazawa & Fujii, 1972)، مل نیک (Mel-nik, 1973)، عبید و همکاران (Eid *et al*., 1990)، گوپتا و گانشه (Gupta &Ganeshe, 2000)، شارانگی و همکاران (Sharangi *et al*., 2003) و سینک و همکاران (Singh *et al*, 2014) مطابقت داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و غلظت عناصر غذایی سوخ و برگ سیر در دو سال اجرای پژوهش

Table 2. Variance analysis of yield and nutrients concentration in garlic bulb and leaf in two years of experiment

Sources of Variation	Degree of freedom	Mn uptake	Zn uptake	Bulb Fe	Bulb Mn	Bulb Zn	Leaf Fe	Leaf Mn	Leaf Zn	Bulb Yield
Year (Y)	1	34041 **	11216 **	11995 **	16.80 ns	2.08 ns	1793 ns	12717 **	2130 **	59858211 **
Rep × Y	4	1952 ns	3123 ns	2142 **	0.72 **	1200 **	12744 **	2230 **	20.8 ns	1695386 ns
Zinc (Z)	3	5251 **	9014 **	319 ns	72.60 ns	373*	2099 ns	1335 ns	150 **	11112054 **
Y×Z	3	1664 ns	30054 **	366 ns	0.17 ns	630 **	522 ns	142 ns	334 **	30839332 **
Manganese (M)	2	1266 ns	3794 ns	316 ns	1.80 ns	34 ns	3616 ns	702 ns	24.0 ns	3162120 *
Y× M	2	290 ns	367 ns	2.7 ns	0.74 ns	8.9 ns	132 ns	5.5 ns	25.7 ns	110495 ns
M× Z	6	1854 ns	2057 ns	236 ns	0.09 ns	226 ns	790 ns	788 ns	15.8 ns	1243208 ns
Y×M×Z	6	527 ns	2931 ns	1460 **	0.09 ns	262 *	1593 ns	283 ns	36.8 ns	913416 ns
Error	42	908	1249	214	0.25	105	1374	493	17	1016293

ns, * and ** are non-significant, significant at $p\leq0.05$ and $p\leq0.01$, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های عملکرد و غلظت عناصر غذایی برگ و سوخ سیر تحت اثر مقادیر مختلف کودهای روی و منگنز در دو سال اجرای پژوهش

Table 3. Comparison of means of yield and leaf and bulb nutrients concentration under different Zn and Mn fertilizer levels in two years of experiment

Factor	Levels (kg ha^{-1})	Mn uptake	Zn uptake	Tuber Yield	Bulb Fe	Bulb Mn	Bulb Zn	Leaf Fe	Leaf Mn	Leaf Zn
		g ha^{-1}		(kg ha^{-1})	mg kg^{-1}					
Zinc sulphate	0	113.7 b	143.4 d	6099 c	57.7 a	17.8 a	51.9 b	134 a	60.8 a	19.5 c
	20	154.4 a	176.9 c	7997 a	67.6 a	19.3 a	52.2 b	133 a	81.5 a	22.1 b
	40	134.4 ab	185.3 b	7293 b	62.6 a	19.3 a	59.7 a	111 a	69.2 a	21.7 b
	60	142.0 ab	194.8 a	7253 b	65.0 a	21.1 a	60.1 a	126 a	73.2 a	26.4 a
Manganese sulphate	0	126.6 b	175.6 a	7070 b	59.5 a	17.7 a	56.4 a	140 a	66.6 a	23.4 a
	20	132.6 b	162.3 a	6854 b	63.4 a	19.6 a	54.6 a	119 a	70.1 a	21.5 a
	40	149.1 a	187.4 a	7562 a	66.7 a	20.7 a	56.9 a	119 a	77.2 a	21.3 a

(p<0.05) Numbers followed by the same letter are not significantly differents

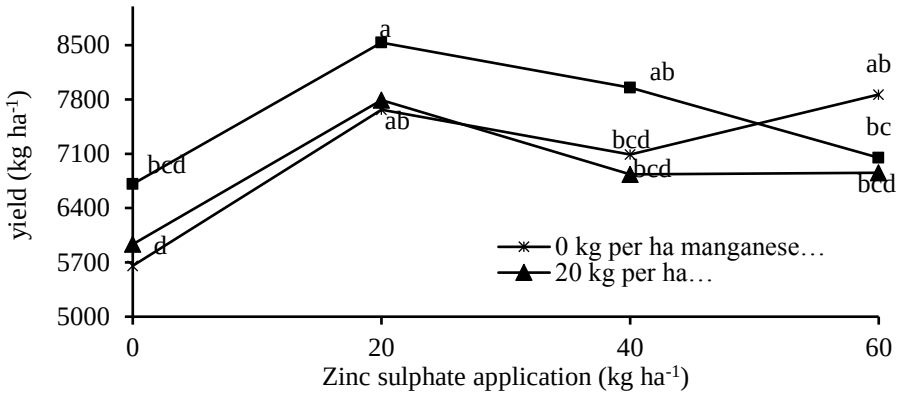
مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش مقدار سولفات منگنز تا سطح ۴۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد به‌طور معنی‌دار افزایش یافته است (جدول ۳). مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز با عملکرد ۷۵۶۲ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش هفت درصدی عملکرد سیر در مقایسه با عدم مصرف منگنز شد. تفاوت سطوح صفر و ۲۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار، از نظر عملکرد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود. افزایش عملکرد سیر با مصرف کود منگنز با نتایج تحقیقات مل نیک (Mel-nik, 1973) و عبید و همکاران (Eid *et al.*, 1990) مطابقت داشت. این در حالی است که چان چان و همکاران (Chan chan *et al.*, 2011)، گزارش کردند که مصرف منگنز تأثیری بر عملکرد سیر نداشته است.

اثر متقابل کود روی و منگنز بر عملکرد سیر نشان داد که در هیچ یک از سطوح کود روی مصرفی، تأثیر منگنز بر عملکرد سیر معنی‌دار نبوده است. ولی مصرف روی در تمام سطوح منگنز، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد سیر شد. ولی این افزایش در شرایط عدم مصرف منگنز، بیشتر بود. بیشترین عملکرد سیر از تیمار مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز به دست آمد (۸۵۳۳ کیلوگرم در هکتار) که در مقایسه با تیمار شاهد یا عدم مصرف روی و منگنز (۵۶۵۶ کیلوگرم در هکتار)، باعث افزایش ۵۱ درصدی عملکرد سیر شد (شکل ۱). درحالی که مصرف هر یک از کودهای روی و منگنز به تنهایی، حداکثر افزایش عملکرد به ترتیب ۳۹ و ۱۹ در صدی را در مقایسه با شاهد نشان

www.SID.ir

Archive of SID

دادند و اثر متقابل روی و منگنز بر عملکرد سیر عمدتاً از نوع سینرژیستی بوده است و حداکثر کارایی روی و منگنز در شرایط مصرف توأم مشاهده شد. ساکاروادیا و همکاران (Sakarvadia, *et al.*, 2009) گزارش کردند مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی در حضور پتاسیم باعث افزایش ۵۹ درصدی عملکرد سیر شده است. نتایج مشابه در مطالعه روهیداس و همکاران (Rohidas *et al.*, 2010) با مصرف چهار میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک و در مطالعه اسلام و همکاران (Islam *et al.*, 2012) با مصرف دو کیلوگرم روی خالص در هکتار مشاهده شده است.



شکل ۱- میانگین‌های عملکرد سیر تحت اثر ترکیب‌های تیماری کودهای روی و منگنز

Figure 1. Means of garlic yield in relation to combined treatments of Zn and Mn fertilizers

غلظت عناصر غذایی برگ و سوخ سیر

اثر اصلی روی مصرفی بر غلظت روی برگ و جذب کل روی سیر در سطح احتمال یک درصد و بر غلظت روی سوخ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر اصلی منگنز مصرفی بر جذب کل منگنز سیر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل روی و منگنز مصرفی بر غلظت هیچ‌یک از عناصر غذایی و جذب روی و آهن اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین غلظت روی سوخ از مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار و به مقدار ۶۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن از مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و به مقدار ۵۱/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌دست آمد. تفاوت روی در سطوح ۲۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف روی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود. مقدار روی سوخ در تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی ۱۶ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۳). روند مشابه با غلظت روی سوخ در جذب کل روی مشاهده گردید. بیشترین مقدار جذب روی از مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و به مقدار ۱۹۵ گرم در هکتار به دست آمد که نسبت به شرایط بدون مصرف روی، ۳۱ درصد افزایش نشان می‌دهد. افزایش میزان روی سوخ سیر می‌تواند نقش مهمی در غنی‌سازی سوخ سیر و کمک در بهبود سلامت جامعه داشته باشد. تاثیر مصرف کود روی بر افزایش مقدار روی سوخ با نتایج تحقیقات عیید و همکاران (Eid *et al.*, 1990) و ساکاروادیا (Sakarvadia, *et al.*, 2009) مطابقت داشت.

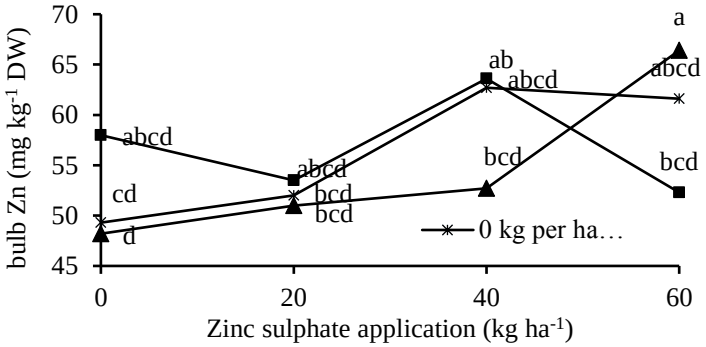
بیشترین روی برگ سیر در شرایط مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار (۲۶/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم سوخ) و کمترین آن از شرایط عدم مصرف روی (۱۹/۵) به‌دست آمد. با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، غلظت روی برگ ۳۵ درصد افزایش یافت (جدول ۳). افزایش غلظت روی برگ با مصرف روی در مطالعات دیگری مانند ترهان و شرما (Trehan & Sharma, 2000) و ترهان و شرما (Trehan & Sharma, 2003) گزارش شده است. همانطور که در جدول (۳) مشاهده می شود، تاثیر مقادیر مختلف سولفات منگنز بر غلظتهای آهن و روی برگ و سوخ سیر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود، ولی با افزایش سطوح منگنز مصرفی، منگنز برگ و سوخ سیر به طور قابل توجهی افزایش یافت. به طوری که بیشترین مقدار منگنز برگ و سوخ در شرایط مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز و به ترتیب با مقادیر ۷۷/۲ و ۲۰۲۷/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن در شرایط عدم مصرف کود سولفات منگنز و با مقادیر ۶۶/۶ و ۱۷/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. همچنین اثر روی و منگنز مصرفی بر جذب کل منگنز سیر معنی‌دار بود. با مصرف ۲۰

www.SID.ir

Archive of SID

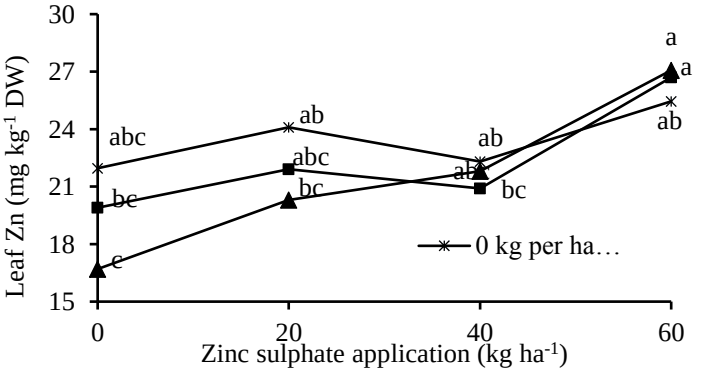
کیلوگرم روی، جذب کل منگنز افزایش یافت. ولی با افزایش مصرف روی، به دلیل اثر متقابل روی و منگنز، جذب منگنز سیر کاهش نشان داد. بیشترین مقدار جذب منگنز در شرایط مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز مشاهده شد که الگوی جذب منگنز مشابه الگوی عملکرد غده بود و در سطح ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز، به دلیلی عملکرد بیشتر جذب کل منگنز نیز افزایش یافت.

اثر متقابل دو جانبه مصرف کود روی و منگنز بر غلظت روی برگ و سوخ در شکل‌های (۲) و (۳) نشان داده شده است. بیشترین غلظت روی برگ، از تیمار مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات منگنز و ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و به مقدار ۲۷/۱ میلی گرم در کیلوگرم برگ و کمترین آن، از تیمار عدم مصرف روی و مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز و به مقدار ۱۶/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. در سطح صفر کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز، تفاوت معنی‌دار بین سطوح مختلف روی از نظر غلظت روی برگ وجود نداشت. بیشترین اختلاف بین سطوح روی از نظر غلظت روی برگ، در شرایط مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز مشاهده شد. فقط در شرایط عدم مصرف روی، مصرف منگنز باعث کاهش معنی‌دار غلظت روی برگ شد (شکل ۲). روندی نسبتاً مشابه با روی برگ در روی سوخ هم مشاهده گردید. در سطح صفر کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز تفاوت معنی‌دار بین سطوح مختلف روی از نظر غلظت روی برگ وجود نداشت. بیشترین اختلاف بین سطوح روی از نظر غلظت روی برگ در شرایط مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز مشاهده شد. تفاوت روی سوخ و برگ فقط در تغییرات در شرایط مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بود که برخلاف روی برگ، در روی سوخ در این سطح منگنز تفاوتی بین سطوح روی مصرفی از نظر غلظت روی سوخ وجود نداشت (شکل ۳). ساکاروادیا و همکاران (Sakarvadia, *et al.*, 2009) گزارش کردند با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی در حضور پتاسیم، روی برگ و سوخ به ترتیب ۸۷ و ۹۴ درصد در مقایسه با شرایط عدم مصرف روی افزایش یافته است.



شکل ۲- میانگین‌های روی سوخ تحت اثر ترکیب‌های تیماری کودهای روی و منگنز

Figure 2. Means of bulb Zn in relation to combined treatments of Zn and Mn fertilizers



شکل ۳- میانگین‌های روی برگ تحت اثر ترکیب‌های تیماری کودهای روی و منگنز

Figure 3. Means of leaf Zn in relation to combined treatments of Zn and Mn fertilizers

www.SID.ir

Archive of SID

فاکتورهای کیفی سیر

اثر اصلی کود روی در سطح احتمال پنج درصد بر غلظت اسید پیرویک غیرآنزیمی و در سطح احتمال یک درصد بر غلظت مواد جامد سوخ سیر معنی‌دار بود. اثر اصلی کود منگنز نیز در سطح احتمال پنج درصد فقط بر غلظت مواد جامد سوخ سیر معنی‌دار شد. اثر متقابل روی و منگنز فقط بر تعداد سیرچه‌ها و غلظت مواد جامد سوخ معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی سوخ سیر در دو سال اجرای پژوهش

Table 4. Variance analysis of qualitative attributes of garlic bulbs in two years of experiment

Sources of Variation	Degree of freedom	Brix	Color	Non-Enzymatic Pyruvic acid	Enzymatic Pyruvic acid	Moisture	Cloves weight	Cloves Number	Bulb Skins
(Y) Year	1	0.06 ^{ns}	0.018 **	2.46 **	399 **	0.24 ^{ns}	1.56 ^{ns}	4.3 ^{ns}	19.6 **
Y × Rep	4	0.28 ^{ns}	0.002 **	0.87 *	114 **	2.29 ^{ns}	6.4 ^{ns}	0.65 ^{ns}	0.47 ^{ns}
(Z) Zinc	3	2.09 **	0.001 ^{ns}	0.95 *	57*	1.85 ^{ns}	4.6 ^{ns}	1.6 ^{ns}	0.08 ^{ns}
Z×Y	3	1.28 *	0.001 ^{ns}	2.09 **	38 ^{ns}	3.7 ^{ns}	11.6 ^{ns}	1.1 ^{ns}	0.19 ^{ns}
(M) Manganese	2	1.45 *	0.000 ^{ns}	0.15 ^{ns}	24 ^{ns}	2.4 ^{ns}	9.3 ^{ns}	0.99 ^{ns}	0.054 ^{ns}
M×Y	2	0.16 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.48 ^{ns}	2.9 ^{ns}	0.74 ^{ns}	11 ^{ns}	0.85 ^{ns}	0.45 ^{ns}
Z×M	6	1.14 *	0.001 ^{ns}	0.34 ^{ns}	12 ^{ns}	1.88 ^{ns}	9.3 ^{ns}	3.6 **	0.08 ^{ns}
Y×M×Z	6	0.74 ^{ns}	0.000 ^{ns}	1.93 **	25 ^{ns}	1.55 ^{ns}	5 ^{ns}	0.77 ^{ns}	0.40 ^{ns}
Error	42	0.40	0.000	0.23	23	1.91	8.9	0.89	0.24

ns, * and ** are non-significant, significant at $p\leq0.05$ and $p\leq0.01$, respectively

تعداد لایه‌های پوسته سیر، تعداد سیرچه‌ها و میانگین وزن سیرچه‌ها تحت تاثیر مقادیر مختلف روی قرار نگرفت، ولی با افزایش روی مصرفی، میانگین وزن سیرچه‌ها به مقدار قابل توجهی افزایش یافت و این افزایش در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی نسبت به شاهد، هفت درصد بود. مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز نیز باعث افزایش ۱۰ درصدی میانگین وزن سیرچه‌ها گردید (جدول ۵). برخلاف نتایج این پژوهش، روهیداس و همکاران (Rohidas *et al*., 2010)، چان چان و همکاران (Chan chan *et al*., 2011)، اسلام و همکاران (Islam *et al*., 2012) و سینک و همکاران (Singh *et al*., 2014) گزارش کردند که مصرف روی تأثیر قطعی بر میانگین وزن سیرچه‌ها داشته است. نتایج پژوهش حاضر نیز حاکی از افزایش میانگین وزن سیرچه‌ها می‌باشد، ولی به‌دلیل ضریب تغییرات بالا، این افزایش معنی‌دار نگردید. روهیداس و همکاران (Rohidas *et al*., 2010)، اسلام و همکاران (Islam *et al*., 2012) و سینک و همکاران (Singh *et al*., 2014) افزایش تعداد سیرچه‌ها با مصرف روی را گزارش نمودند، ولی در مطالعه چان چان و همکاران (Chan chan *et al*., 2011)، این اثر مشاهده نشده است. در پژوهش های روهیداس و همکاران (Rohidas *et al*., 2010) و چان چان و همکاران (Chan chan *et al*., 2011) بر خلاف نتایج این پژوهش، تعداد لایه‌های پوسته سیر با مصرف روی افزایش معنی‌دار نشان داده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های برخی ویژگی‌های کیفی سوخ سیر تحت اثر مقادیر مختلف کودهای روی و منگنز در دو سال اجرای پژوهش

Table 5. Means comparison of some qualitative attributes of garlic bulbs under different Zn and Mn fertilizer levels in two years of experiment

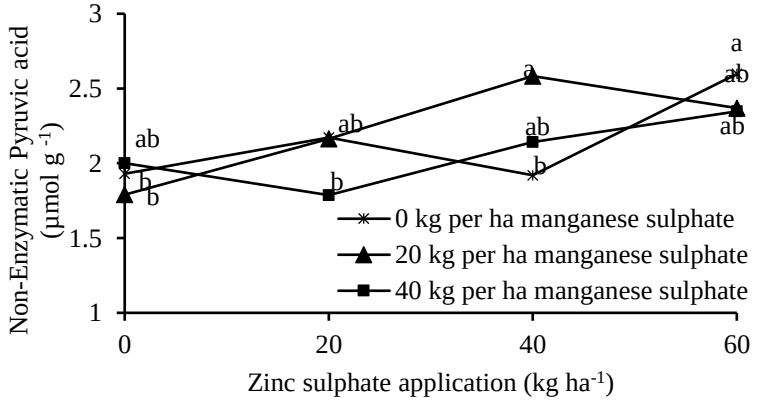
Factor	Levels (kg ha^{-1})	Brix	Color	Non-Enzymatic Pyruvic acid	Enzymatic Pyruvic acid	Moisture (%)	Cloves weight (g)	Cloves Number	Bulb Skins
				(µmol g $^{-1}$)					
Zinc sulphate	0	36.2 ^{a}	0.15 ^{a}	1.91 ^{b}	46.3 ^{b}	62.8 ^{a}	11.9 ^{a}	8.5 ^{a}	3.8 ^{a}
	20	36.2 ^{a}	0.16 ^{a}	2.04 ^{ab}	50.6 ^{a}	63.4 ^{a}	11.7 ^{a}	7.9 ^{a}	3.8 ^{a}
	40	36.2 ^{a}	0.16 ^{a}	2.22 ^{a}	48.0 ^{ab}	63.1 ^{a}	12.3 ^{a}	8.1 ^{a}	3.9 ^{a}
	60	35.5 ^{b}	0.16 ^{a}	1.97 ^{ab}	47.9 ^{ab}	63.5 ^{a}	12.8 ^{a}	7.9 ^{a}	3.9 ^{a}
Manganese sulphate	0	36.0 ^{ab}	0.16 ^{a}	2.15 ^{a}	47.4 ^{a}	62.8 ^{a}	11.4 ^{a}	8.3 ^{a}	3.8 ^{a}
	20	36.3 ^{a}	0.16 ^{a}	2.23 ^{a}	49.3 ^{a}	63.3 ^{a}	12.5 ^{a}	7.9 ^{a}	3.9 ^{a}
	40	35.8 ^{b}	0.16 ^{a}	2.07 ^{a}	47.9 ^{a}	63.4 ^{a}	12.5 ^{a}	8.0 ^{a}	3.9 ^{a}

Numbers followed by the same letter are not significantly differents (p<0.05)

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار اسید پیرویک غیرآنزیمی از مصرف ۴۰ کیلوگرم درهکتار و به مقدار ۲/۲۲ میکرومول در گرم وزن خشک سوخ سیر و کمترین آن از عدم مصرف کود روی و به مقدار ۱/۹۱ میکرومول در گرم وزن خشک سیر به‌دست آمد (جدول ۵). مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی باعث افزایش ۱۶ درصدی اسید پیرویک غیرآنزیمی در مقایسه با شرایط عدم مصرف روی گردید. اسید پیرویک‌ها از ترکیبات مهم در عطر و طعم سیر هستند و افزایش این فاکتور نشان می‌دهد که روی می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت سیر داشته باشد. در شکل (۴) مشاهده می‌شود که فقط در شرایط مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز، مصرف روی نتوانست اسید پیرویک غیرآنزیمی را تحت تأثیر قرار دهد. ولی در سایر مقادیر منگنز، مصرف کود روی باعث افزایش معنی‌دار این ویژگی گردید. همچنین مصرف منگنز، فقط در شرایط مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی توانست به‌طور معنی‌دار اسید پیرویک غیر آنزیمی سیر را افزایش دهد. پیرووات شاخص اندازه‌گیری ترکیب‌های عطر و طعم دهنده در سیر است و نشان می‌دهد که پیش‌ماده‌های عطر و طعم دهنده سیر که ماده اولیه مناسبی برای آنزیم آلی‌اینیاز هستند، به ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و محصول فرعی حاصل از این واکنش آنزیمی یعنی پیرووات تبدیل می‌شوند (Whitaker, 1976). اندازه‌گیری اسید پیرووبک به‌عنوان محصول جانبی واکنش یاد شده به خوبی با ترکیب‌های عطر و طعم دهنده سیر همبستگی دارد (Wall & Corgan, 1992). اثر مقادیر مختلف کود روی بر اسید پیرویک آنزیمی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول ۴). بیشترین مقدار آن از تیمار مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و به مقدار ۵۰/۶ میکرومول در گرم و کمترین آن از عدم مصرف کود روی و به مقدار ۴۶/۳ میکرومول در گرم وزن خشک سیر به‌دست آمد. ولی با افزایش سطوح روی مصرفی، مقدار اسیدپیرویک آنزیمی کاهش یافت (جدول ۵). با توجه به اینکه رابطه مثبت و معنی‌داری بین اسید پیرویک موجود در سیر و مقدار آلیسین وجود دارد، افزایش مقدار آلیسین در سیر با مصرف روی، سبب تولید محصولی با کیفیت مناسب می‌شود که هم از جنبه سلامتی برای مصرف کنندگان اهمیت دارد و هم مصارف دارویی آن بیشتر تأمین می‌شود. مدیریت مزرعه و عوامل تغذیه‌ای، مقدار آلیسین تولیدی گیاه را افزایش می‌دهند، به طوری که با استفاده از مکمل‌های غذایی، مقدار آلیسین تا ۳۵ درصد در طی رشد گیاه افزایش می‌یابد. افزایش اسید پیرویک با مصرف روی با نتایج پژوهش‌های ایگلینگ و استرلینگ (Eaglling & Sterling, 2000) مطابقت داشت.



شکل ۴- میانگین‌های اسید پیرویک غیر آنزیمی تحت اثر ترکیب‌های تیماری کودهای روی و منگنز

Figure 4. Non enzymatic pyruvic acid means in relation to combined treatments of Zn and Mn fertilizers

مقایسه میانگین‌ها نشان داد کمترین مقدار مواد جامد محلول سوخ سیر، از مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و با مقدار ۳۵/۵ درصد به دست آمد که در مقایسه با سایر سطوح کود مصرفی، در گروه آماری مختلف قرار داشت. تفاوت سایر سطوح روی مصرفی از نظر مواد جامد محلول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول ۵). مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز هم باعث کاهش معنی‌دار مواد جامد محلول سوخ سیر شد.تاثیر تیمارهای مختلف روی بر درصد ماده خشک سیر و رنگ سیرچه‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار نشد. ولی با افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

سطوح روی مصرفی، رنگ سیرچه‌ها به مقدار قابل توجهی افزایش یافت (جدول ۵).تاثیر سطوح مختلف کود منگنز بر سایر فاکتورهای کیفی اندازه‌گیری شده بر روی سیر معنی-دار نگردید. روند خاصی در مقدار اسیدپیرویک آنزیمی و غیرآنزیمی، درصد ماده خشک سیر و رنگ سیرچه‌ها در تیمارهای مختلف سولفات منگنز مشاهده نگردید.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که مصرف روی می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول سیر تحت شرایط اجرای این آزمایش داشته باشد. مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی می‌تواند نیاز سیر را به این عنصر تامین نماید. در عمده ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی مطلوب‌ترین نتایج را داشت و تفاوتی بین سطوح بیشتر روی مصرفی و سطح ۲۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد. مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز باعث افزایش معنی‌دار عملکرد سیر گردید و بر برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده اثر قاطع داشت. بنابراین نتایج این پژوهش برای اراضی و مناطق مشابه با منطقه محل اجرا قابل توصیه می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی حدود بحرانی عناصر غذایی روی و منگنز برای سیر تعیین گردد. همچنین تکرار این پژوهش در اراضی با مقادیر روی و منگنز متفاوت نیز توصیه می‌شود.

References

Anthon G.E., and Barrett D.M. 2003. Modified method for determination of pyruvic acid with dinitophenylhydrazine in the assessment of onion pungency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 1210-1213.

Bacon J.R., Moates G.K., Ng A., Rhodes M.J.C., Smith A.C., and Waldron K.W. 1999. Quantitative analysis of flavor precursors and pyruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa* L.). *Food Chemistry*, 64: 257-261.

Barker A.V., and Pilbeam D.J. 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC press. Boca Raton, USA. 660p.

ChanChan M., Hore J.K., Chattopadhyay N., and Ghanti S. 2011. Influence of micronutrients on growth and yield of garlic. Proceedings of the International Symposium on Minor Fruits and Medicinal Plants for Health and Ecological Security (ISMF & MP), West Bengal, India, pp.195-200.

Duffner A., Hoffland E., and Temminghoff E.J.M. 2012. Bioavailability of zinc and phosphorus in calcareous soils as affected by citrate exudation. *Plant and Soil*, 361: 165-175.

Eaglling D., and Sterling S. 2000. A cholesterol – lowering extract from garlic. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Publication number 0063. Project number DAV-124A.

Eid S., Shafshak N., and Abo-Sedera F. 1991. Effect of potassium fertilization and foliar application of certain micro nutrients combinations on growth, yield and chemical composition of garlic plants. *Annals of Agricultural Sci*ence, 29(2): 981-993.

Gee G.W., and Bauder D. 1986. Particle size analysis. In: Dane J.H. and Topp C.G. (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part4. Physical Methods. Soil Science Society American Book Series 5. Madison, WI, USA. pp. 255-292.

Gupta N.K., and Ganeshe R.K. 2000. Response of Borax and zinc sulphate on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). *Advances in Plant Sciences*, 13(1): 237-239.

Hameda E.S.E. A., Abdullah H.A. El-Morsy, and H.S.A. Othaimen. 2015. The Role of sulphur and certain foliar spray levels of micro-nutrients on garlic (*Allium sativum* L.) plant. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology*, 2(6): 76-87.

Islam M.R., Uddin M.K., Sheikh M.H.R., Mian M.A.K., and Islam M.Z. 2012. Yield of garlic (*Allium Sativum* L.) under different levels of zinc and boron. *SAARC Journal of Agriculture*, 10(1): 55-62.

Jones J. 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis. CRC Press, LLC. USA. 362p.

Madamba P.S., Driscoll R.H., and Buckle K.A. 1993. Moisture content determination of garlic by convection oven method. *Asian Food Journal*, 8(2): 81-83.

Malakouti M.J., and Lotfollahi M.A. 2000. The Role of Zinc on the Improvement of the Quality and Yield of Agricultural Crops and the Enhancement of Peoples Health. Agricultural Education Publisher, Iran. 193p.

www.SID.ir

Archive of SID

Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. (2nd Ed.), Academic Press Hall. New York, USA, 889p.

McLean E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. In: Page A.L. Miller R.H. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Soil Science Society American Book Series 5. Madison, WI, USA. pp. 199-224.

Mel-nik T. 1973. The effect of minor elements on chlorophyll content in garlic leaves. *CAB Abstracts*, 1972-1975.

Moreira H.T., Villegas M.I., and Cabrera R.L. 1987. Browning and cooked flavour of garlic during dehydration. *Technologia Quimica*, 8(1): 31-36.

Nelson D.W. and Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Sparks D.L., Page A.L., Helmke P.A., and Loeppert R.H. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical Methods. Soil Science Society American Book Series 5. Madison, WI, USA. pp. 967-1010.

Pereira E., Fornazier M., and Souza J. 1987.Effects of organic fertilization with compost on the garlic crop. *Horticulture Brasileira*, 5(1): 36-38.

Richards L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Salinity Laboratory Staff, Agricultural Handbook No 60, USA, 154p

Rohidas S.B., Bharadiya P.S., Jature S.D., and Ghate K.B. 2010. Effect of micronutrient on growth and yield of garlic (*Allium Sativum* L.) var. G-41. *The Asian Journal of Horticulture*, 5(2): 517-519.

Ruiz S.R. 1985. Seasonal variation in foliar levels N, P, K, Ca, Mg and microelements and preliminary standards for N in garlic. *Agricultura. Technica,* 45(2): 159-161.

Sakarvadia H.L., Polara K.B., Parmar K.B., Babaria N.B., and Kunjadia B.B. 2009. Effect of potassium and zinc on growth, yield and nutrient uptake by garlic. *Asian Journal of Soil Science*, 4(1): 110-112.

Sharangi A.B., Pariari A., Datta S., and Chatterjee R. 2003. Effect of boron and zinc on growth and yield of garlic in New Alluvial Zone of West Bengal. *Crop Research (Hisar)*, 25(1)**:** 83-85.

Singh S., Ram M., and Yadav N. 2014. Effect of phosphorus and zinc application on the growth and yield of geranium (*Pelarconum Graveolens* L.) intercropped with garlic (*Allium Sativum* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 48(1): 1-8.

Tehrani M.M., Pasandideh M., and Davoodi M.H. 2011. Determination of micronutrients distribution and recommendation in Guilan, Mazandaran, Kermanshah, East Azarbaijan, Hamedan and Esfahan irrigated land. Final report no. 1618, Soil and water Research Institute, kararj, Iran.

Thomas G.F., Bogash S.M., Orzolek M.D., Kime L.F., and Harper J.K. 2009. Garlic production. Peen State Extension. Available in: *https://extension.psu.edu/garlic-production.*

Trehan S.P., and Sharma R.C. 2000. Phosphorus and zinc uptake efficiency of potato (*Solanum tuberosum*) in comparison to wheat (*Triticum aestivum*), maize (*Zea mays*) and sunflower (*Helianthus annuus*). *Indian Journal of Agriculture Science*, 70: 840-845.

Trehan S.P. and Sharma R.C. 2003. Root–shoot ratio as indicator of zinc uptake efficiency of different potato cultivars. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 34(7&8): 919-932.

Wall M.W., and Corgan J.N. 1992. Relationship between pyruvate analysis and flavor perception for onion pungency determination. *Horticulture Science*, 27: 1029-1030.

Westerman L.Z. 1990. Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society American Book Series 5. Madison, WI, USA, 784p.

Whitaker J.R. 1976. Development of flavor, odor and pungency in onion and garlic. *Advanced Food Research*, 22: 37.

Yanazawa T., and Fujii S. 1972.Studies on leaf chlorosis in Bakers garlic grown on sandy soils. IV. foliar sprays for correcting zinc deficiencies in garlic plants. *Journal of Japanese Society of Horticultural Science*, 41(1): 61-65.

Yang F.J., Liu S., and Zang X. 2005. Effect of zinc on physiological-biochemical indexes and nutrition quality of garlic. *Soil and Fertilizers*, 1: 35-38.

www.SID.ir

Archive of SID

Zinc and Manganese Nutrients Influence on Yield and Qualitative Attributes of Hamedan white Garlic (*Allium sativum* L.)

Rahim Motalebifard[1*], Fariba Bayat[2]

(Received: November 2017 Accepted: April 2018)

Abstract

With the increasing of demand for medicinal plants, the world consumption of garlic in many continues is growing. Therefore, the quality can influence the acceptability of the products by consumers. The study was conducted to investigate the effect of Zinc (Zn) and Manganese (Mn) micronutrients on yield and growth parameters of garlic (*Allium sativum* L.). The experiment was laid out in Hamedan province during 2010-2012 as factorial experiment based on randomized complete block design with three replications. The experimental was conducted with four levels of Zn (0, 20, 40 and 60 kg ha^{-1}) and three levels of Mn (0, 20 and 40 kg ha^{-1}). As the results, the yield and growth parameters correlated significantly with increasing of zinc concentration. The highest yield (7997 kg ha^{-1}) was obtained by application of 20 kg ha^{-1} zinc sulfate respective to the control (6099 kg ha^{-1}). Significant correlation was obtained between Mn concentration and plant yield, and soluble solids concentration only. The interaction of Zn and Mn application were significant on number of gloves and brix. In general, to increase the yield and improvement the quality of garlic, application of 20 kg ha^{-1} zinc sulfate and 40 kg ha^{-1} manganese sulfate could be recommended for regions and conditions like of current project conditions.

Key words: Color of bulbs, Flavor and perfume compounds, Pyruvate and quality

Motalebifard R. and Bayat F. 2019. Zinc and manganese nutrients influence on yield and qualitative attributes of Hamedan white garlic. *Applied Soil Research*, 7(2): 123-134.

1- Research Assistant Professor of Soil and Water Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
2- Staff Member of Agricultural Engineering Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran.
* Corresponding Author Email: motalebifard@gmail.com

www.SID.ir