نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۴۶-۳۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 37-46
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر کودهای ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آنیسون

شیرین ناطقی[۱]- علیرضا پیرزاد[۲*]- رضا درویش زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۶

چکیده

افزایش عناصر در خاک و محلول غذایی احتمالا منجر به افزایش عملکرد و افزایش مقدار عناصر برگ و بهبود کیفیت میوه می‌گردد. بنابراین، تعیین مقادیر مناسب عناصر غذایی برای افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاهان ضروری می‌باشد. دراین تحقیق اثر محلول پاشی کودهای آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آنیسون *Pimpinella anisum* به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل بین آهن و روی بر تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه، و شاخص برداشت معنی‌دار شد. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۲/۲۲ گرم) از ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۲ در هزار، و کمترین وزن هزار دانه (۱/۹۲ گرم) از کاربرد آهن ۲ و روی صفردر هزار حاصل شد. بیشترین تعداد دانه در بوته (۷۶۲)، عملکرد بیولوژیک (۲۶۵۲ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۱۳۷۲ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب تیماری روی ۴ و آهن ۶ در هزار، و کمترین تعداد دانه در بوته (۲۷۲)، عملکرد بیولوژیک (۷۱۶ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۴۷۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار آهن صفر و روی ۶ در هزار حاصل شد. بیشترین شاخص برداشت (۶۶/۱۸ درصد) از تیمار بدون آهن و روی، و کمترین شاخص برداشت (۴۶/۶۷ درصد) از کاربرد آهن ۴ و روی صفر در هزار به‌دست آمدند. درصد اسانس در مقادیر متوسط آهن و روی نسبت به شاهد افزایش داشت. ولی تجمع آهن و روی در سطوح بالاتری از محلول‌پاشی به حداکثر رسید.

واژه‌های کلیدی: آنیسون، آهن، بیوماس، روی، درصد اسانس، عملکرد دانه، کود، گیاه دارویی

مقدمه

آنیسون با نام علمی *Pimpinella anisum* و نام انگلیسی Anise از تیره چتریان (Apiaceae)، گیاهی علفی، یکساله، دیپلوئید (2n=14)، دارای ریشه راست، دوکی شکل و به طول ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد که این ریشه‌های ظریف دارای انشعابات کمی هستند. ساقه این گیاه قائم، بی کرک و استوانه‌ای و بسته به شرایط اقلیمی محل رویش به ارتفاع ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر در نوسان است. برگ‌ها به‌طور متناوب در طول ساقه پراکنده هستند. گل‌های کوچک و سفید رنگ آن، در مجموع به صورت چتر مرکب ۱۰ تا ۱۵ چترک را شامل می‌شود که در انتهای ساقه‌های اصلی و فرعی پدیدار می‌گردند. میوه آنیسون کوچک و بیضی شکل به عرض ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر و به رنگ سبز مایل به خاکستری و یا زرد مایل به سبز است. بر روی میوه آن ۵ خط طولی مشخص دیده می‌شود. تارهای ریز فراوانی نیز همه قسمت‌های میوه آن را فرا گرفته است. وزن هزار دانه آنیسون بین ۱/۵ تا ۴ گرم است (۱ و ۱۱).

آنیسون یکی از گیاهان مهم دارویی است که دارای استفاده‌های مختلفی در صنایع دارویی، غذایی، بهداشتی و آرایشی می‌باشد. مصرف میوه‌های آنیسون موجب تسکین اسپاسم‌های معده و روده شده، و در درمان آسم، بیخوابی، و تولید شربتهای ضد سرفه نیز مورد استفاده قرار می گیرد. تولید جهانی این گیاه در سال ۲۰۰۰ در سطح زیر کشتی برابر با ۵۰۵۶۴۵ هکتار برابر با ۲۹۵۸۲۴ تن بوده است. اسانس آنیسون در سلول‌ها و کرک‌های ترشحی منفرد یا مجتمع تجمع می‌یابد که ممکن است فقط در یک اندام و یا به صورت پراکنده در اندام‌های مختلف گیاه وجود داشته باشد. مهم‌ترین ماده تشکیل دهنده اسانس آنیسون، آنتول است که ۹۰-۸۰ درصد آن را شامل می‌شود (۱).

برای رشد مناسب گیاه و عملکرد بالای آن، به عرضه کافی و

۱و۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: (Email: a.pirzad@urmia.ac.ir
۳ - دانشیار گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

متعادل تمامی عناصر غذایی نیاز می‌باشد. تامین مناسب عناصر غذایی همچنین در سلامت گیاه و ایجاد مقاومت در برابر بیماری‌ها و هجوم آفت‌ها سهیم است، و کیفیت تولیدات را بهبود می‌بخشد (۳). با توجه به مصرف بیشتر کودها در کشورهای توسعه یافته و تولید بیشتر در این کشورها، مشخص می‌شود که حاصلخیزی خاک و استفاده از کودها نقش مهمی در افزایش تولید و بهبود وضعیت اقتصادی کشورها دارد (۱۸). تغذیه گیاه شامل تامین، جذب و مصرف عناصر غذایی ضروری برای رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد و کودهای شیمیایی به عنوان عامل مهمی در جهت بهبود عملیات زراعی به شمار می‌آیند (۱۳). البته نمی‌توان ادعا نمود که تمام افزایش تولید محصول نتیجه افزایش مصرف کودها می‌باشد، ولی به هر حال با مصرف متعادل کودهای شیمیایی همراه با عملیات زراعی بهتر به نتایج بهتری می‌توان دست یافت (۲). هر یک از عناصر کم مصرف (میکروالمنت‌ها) نقش خاصی در گیاه ایفا می‌کنند، و وجود این عناصر در حد کفایت برای کامل کردن چرخه رشد گیاه لازم است. از این رو میتوان آهن و روی را به‌عنوان عناصر ضروری برای گیاه ذکر کرد. عناصر کم مصرف عناصری هستند که برای رشد ونمو گیاه بسیار لازم و اساسی می‌باشند، اما در مقادیری کمتر از عناصر غذایی اصلی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. فیگویرا (۲۷) در طی تحقیقی مشخص کرده است که سطوح متفاوتی از میکروالمنت‌ها روی وزن خشک ترخون تاثیر گذاشته است. در این آزمایش مشخص شده است که میکروالمنت ها بیشتر روی کیفیت اسانس و میزان مواد موثره تاثیر گذاشته است. رضایی نژاد و خادمی (۹) گزارش کردند که کابرد سکوسترین آهن و سولفات روی در مزارع پنبه ورامین باعث شده که عملکرد وش، وزن الیاف و وزن غوزه‌ها افزایش یابد.

بخش بزرگی از خاک های زراعی کشور، حاوی مقادیر زیادی کربنات کلسیم هستند که سبب افزایش واکنش خاک و ایجاد اختلال در جذب عناصر آهن و روی می‌شوند (۱۷). آهن را با تردید می‌توان جزو عناصر کم مصرف محسوب نمود، زیرا مقدار آن در ترکیبات سنگ‌ها چهارمین عنصر را تشکیل می‌دهد. مقدار متوسط آن در حدود ۴۲ گرم در کیلوگرم می‌باشد، و مقدار کل آن در خاک بین ۰/۵ تا ۱ درصد است (۱۲). آهن نقش اساسی در سنتز کلروپلاست دارد. سومر (۳۴) در آزمایشی بر روی ذرت دریافت که کمبود آهن باعث کاهش اندازه کلروپلاست می‌گردد، و گیاه کوتاه می‌ماند. هم‌چنین کمبود آهن باعث کاهش سنتز کلروفیل، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ‌ها و رشد شاخه‌های جدید گردیده، و در نتیجه باعث به تعویق افتادن گلدهی و پایین آمدن عملکرد می‌شود (۳۱).

روی به طور طبیعی اغلب به صورت کانی های سولفاتی، سیلیکاتی و کربناتی در پوسته زمین وجود دارد، و فراوانی متوسط آن ۸۰-۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. مقدار کل روی در خاک بین ۵۰ ppm تا ۱۰۰ می‌باشد. تغییرات روی در خاک از نظر کمی تحت تاثیر آب و هوا و خصوصیات فیزیکیو شیمیایی خاک می‌باشد (۱۲). میزان حلالیت این کانی‌ها به pH خاک وابسته است، و با کاهش آن، حلالیت این کانی‌ها در آب افزایش می یابد. روی باعث انتقال بهتر پروتئین به دانه می‌شود که این مسئله منجر به بالا رفتن کیفیت محصول می‌شود. هم‌چنین روی در ساختمان آنزیم هایی که در ساخت CRNA و DNA مشارکت دارند، وجود دارد (۲۲). تاکار و نایار (۳۵) اعلام کردند کاربرد روی باعث افزایش اسید آمینه‌های لیزین و هیستیدین در گندم و نیز موجب افزایش ارزش بیولوژیکی آن از طریق افزایش پروتئین و چربی، و ذخیره کربوهیدرات‌ها و هم‌چنین اصلاح ساختار اسید آمینه ها می‌گردد. مصرف سولفات روی، گیاهان زراعی را تا چهار نوبت کشت تحت تاثیر قرار می‌دهد که علت آن تبدیل سریع بخش مهمی از روی محلول به روی کربناتی کم محلول در این خاک‌ها است. کربنات روی، شکل مهم نگهداری روی مصرفی در خاک‌های آهکی است و می‌توان آن را شکل بالقوه استفاده این عنصر در خاک به حساب آورد. مصرف روی در اکثر خاک‌ها، موجب افزایش وزن خشک ماده گیاهی و در همه آن ها باعث افزایش غلظت روی و جذب کل روی توسط گیاه گردید (۲۱).

با توجه به اهمیت آنیسون به عنوان یک گیاه دارویی و هم‌چنین اثرات آهن و روی بر رشد و عملکرد گیاهان، بررسی تاثیر این دو عنصر بر آنسیون ضرورت دارد. در این راستا بررسی مقادیر مختلف آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آنیسون از اهداف این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، واقع در ۱۱ کیلومتری شمال غرب ارومیه با ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت.

قبل از اقدام به تهیه بستر و کاشت، از چند نقطه محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه برداری گردید. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی سطوح آهن (به صورت کود سکوسترین آهن) و روی (به صورت کود سولفات روی) از هر کدام و ترکیب این دو عنصر در غلظت‌های صفر، ۲، ۴ و ۶ در هزار غلظت وزنی بودند.

جدول۱- برخی ویژگی‌های خاک محل آزمایش بر اساس نمونه برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

بافت خاک	pH	آهک	رس	شن	سیلت	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
		درصد				میلی‌گرم در کیلوگرم		
رسی لومی	۸/۳	۱۸	۴۳	۲۱	۳۶	۰/۱۲	۸/۴	۲۷۵

هر واحد آزمایشی شامل ۴ ردیف کشت به طول ۲۳۰ سانتی‌متر با ردیف‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم که بذر ها به فاصله ۹ سانتی‌متر روی ردیف‌ها کشت شدند. بعد از آماده سازی زمین، بذور یک توده محلی ارومیه درخاک قرار گرفتند. مبارزه با علف‌های هرز، جهت جلوگیری از رقابت آن‌ها با آنیسون و ممانعت از هر گونه تداخل علف‌کش‌ها با تیمارهای آزمایشی، به صورت دستی و مداوم در طول فصل رشد انجام گردید. به منظور جلوگیری از تنش خشکی در گیاه، در تمام فصل رویش؛ آبیاری به طور اپتیمم، و در ۸۰-۷۰ درصد ظرفیت زراعی انجام گرفت. با توجه به نقشه آزمایش، تیمار عناصر ریز مغذی در مرحله شروع گلدهی مزرعه، به صورت محلول‌پاشی برگ انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری صفات از هر کرت پنج بوته انتخاب شد. صفات مورد آزمایش بعد از اعمال تیمارها تا برداشت محصول اندازه‌گیری و یادداشت برداری گردید. در انتهای فصل رشد برای به‌دست آوردن عملکرد از هر واحد آزمایشی از سطح دو مترمربع برداشت شد. برای محاسبه اجزای عملکرد، از تعداد پنج بوته از هر واحد آزمایشی برگ، دانه، و ساقه از هم جدا شدند. برگ‌ها و ساقه‌ها پس از خشک شدن در آون ۷۲ در جه تا ثابت شدن وزن نمونه‌ها، و دانه‌ها نیز بعد از خشک شدن در سایه با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه اسانس‌گیر (کلونجر) انجام گرفت. برای استخراج اسانس از دانه‌هایی که قبلاً برداشت شده و سایه خشک شده بودند، استفاده گردید.

برای اندازه‌گیری میزان آهن و روی، برگ‌ها پس برداشت گیاه در رسیدگی کامل، درآون ۷۲ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک و آسیاب گردید و سپس الک شدند. مقدار ۰/۵ گرم از برگ الک شده را وزن کرده، در کروزه‌ها ریخته، در کوره ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. پس از خروج از کوره و خنک شدن چند قطره آب مقطر برای مرطوب شدن به نمونه‌ها شد. سپس۱۰ میلی‌لیتر از HCl ۶ مولار به هر نمونه افزوده و پس از نیم ساعت، از کاغذ صافی عبور داده شدند. هر نمونه با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. استانداردهای آهن و روی تهیه گردید. ابتدا این استانداردها، و سپس نمونه های اصلی با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل AA-6300 قرائت گردید (۲۸).

تجزیه آماری داده‌ها بر اساس امید ریاضی طرح پایه، و با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسات میانگین با آزمون SNK انجام گردید.

نتایج

اثر متقابل آهن و روی بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). معادلات خطی رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد با مقادیر مختلف عناصر ریز مغذی آهن و روی از توابع جدول ۴ تبعیت می‌کنند.

وزن هزار دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۲/۲۲ گرم) از ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۲ در هزار، و کمترین وزن هزار دانه (۱/۹۲ گرم) ازکاربرد آهن ۲ و روی صفردر هزار حاصل شدند (جدول ۵).

جدول۲- تجزیه واریانس اثر کود آهن و روی بر عملکرد و شاخص برداشت آنیسون

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بوته	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد اسانس	میزان آهن برگ	میزان روی برگ
تکرار	۲	۰/۰۰۳۷^{ns}	۴۸/۰۳^{ns}	۴۵۶۹۰۳۴/۲^{ns}	۳۹۱۴۸۷/۱^{ns}	۱/۴۲^{ns}	۰/۰۳۸^{ns}	۰/۴۰^{ns}	۰/۰۰۰۵۷^{ns}
آهن	۳	۰/۰۰۴۷^{ns}	۱۶۲۴/۵۶**	۲۹۳۸۴۲۸۸/۲**	۵۰۸۳۳۷۲/۷**	۱۰۹/۸۵**	۳/۳۱**	۴/۸۲**	۰/۰۴**
روی	۳	۰/۰۳۱**	۱۷۵۵/۹۵**	۱۵۷۵۵۰۷۸/۸**	۳۷۳۳۸۸۷/۳**	۴۰/۵۲^{ns}	۱/۱۶**	۲/۵۴^{ns}	۰/۰۴۴**
روی × آهن	۹	۰/۰۲۶ **	۹۹۵/۸۶**	۱۲۰۱۲۸۹۰/۶**	۳۲۷۸۰۵۸/۸**	۸۱/۰۵**	۱/۰۶**	۲/۴۶*	۰/۰۱۵**
اشتباه آزمایشی	۳۰	۰/۰۰۴۸	۳۵/۸۵	۱۴۵۲۰۹۶/۶	۱۴۲۸۹۸/۳	۲۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۸۷	۰/۰۰۳۶
ضریب تغییرات (٪)		۳/۳۶	۴/۱۷	۱۶/۵۸	۷/۹۵	۷/۹۴	۹/۵۴	۵/۹۶	۷/۳۳

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد.

در شرایط عدم کاربرد روی بیشترین وزن هزار دانه (۲/۱۸ گرم) از آهن ۲ در هزار حاصل شد که در این سطح از روی با تیمارهای آهن صفر و ۴ در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت. در سطح ۲ در هزار روی و عدم کاربرد آهن حداکثر وزن هزار دانه در بین کلیه تیمارها به‌دست آمد که با افزایش مقدار آهن وزن هزار دانه کاهش یافت، ولی از لحاظ آماری این کاهش معنی‌دار نبود. در سطح سوم روی مانند حالت قبلی بیشترین وزن هزار دانه از تیمار عدم استفاده آهن به‌دست آمد و با افزایش مقدار آهن وزن هزار دانه کاهش غیر معنی‌داری در پی داشت. در آخرین سطح روی بر عکس حالات قبلی بیشترین وزن هزار دانه از تیمار ۴ در هزار آهن حاصل گردید و با افزایش یا کاهش مقدار آهن از وزن هزار دانه کاسته شد. به طور کلی در شرایط عدم کاربرد آهن، سطوح ۲ و ۴ در هزار روی می‌توانند تا حدی کمبود آهن را جبران نمایند.

تعداد دانه در بوته

بیشترین تعداد دانه در بوته (۷۶۲) از ترکیب تیماری روی ۴ و آهن ۶ در هزار حاصل شد و به دنبال آن کمترین تعداد دانه (۲۷۲) نیز از تیمار آهن صفر و روی ۶ در هزار تولید شد. در سطح بدون استفاده از روی بیشترین دانه تولید شده از تیمار آهن ۴ در هزار می‌باشد و با کاهش مقدار آهن در این سطح از روی به دلیل کمبود مواد غذایی (آهن و روی) تعداد دانه کاهش چشم‌گیری داشت (جدول ۵). در سطح ۲ در هزار روی، حداکثر تعداد دانه از غلظت ۴ در هزار آهن تولید شده و با هر گونه افزایش یا کاهش در مقدار آهن از میزان تعداد دانه کاسته شد. در سطح سوم روی با افزایش مقدار آهن بر میزان تعداد دانه نیز افزوده شد. طوری که در سطح ۶ در هزار آهن به بیشترین تعداد دانه رسید. در آخرین سطح از روی نیز حداکثر تعداد دانه از مقدار آهن ۶ در هزار تولید شد و در پی کاهش مقدار آهن تعداد دانه در ۵ بوته هم به طور معنی‌داری کاسته شد (جدول ۵).

عملکرد بیولوژیک

بیشترین بیوماس (۲۶۵۲ کیلوگرم در هکتار) از غلظت آهن ۶ و روی ۴ در هزار و کمترین عملکرد بیوماس (۷۱۶ کیلوگرم در هکتار) نیز از ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۶ در هزار تولید گردید (جدول ۵). در شرایط عدم استفاده روی حتی با افزایش مقدار آهن تا سطح ۴ در هزار اختلاف معنی‌داری در بیوماس نداشت. ولی با کاربرد ۶ در هزار آهن در همین سطح صفر روی بیوماس افزایش معنی‌داری در پی داشت. حداکثر مقدار بیوماس در مقدار ۲ در هزار روی، مربوط به کاربرد صفر آهن بود که البته با مقدار ۴ در هزار اختلاف معنی‌داری نداشت. حداکثر مقدار بیوماس در سطح ۴ در هزار روی با مقدار آهن ۶ در هزار آهن حاصل گردید که با کاهش مقدار آهن در این سطح از روی مقدار بیوماس کاهش معنی‌داری داشته که این روند کاهشی در سطوح صفر، ۲ و ۴ در هزار آهن اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. در آخرین سطح از روی حداقل میزان بیوماس متعلق به سطح اول آهن یعنی عدم کاربرد آهن می‌باشد که با افزایش مقدار آهن مقدار بیوماس نیز افزایش یافت، ولی این افزایش سیر صعودی نداشته و در مابقی سطوح آهن به طور یکنواخت تغییر کرد (جدول ۵).

عملکرد دانه

اثر متقابل معنی‌دار بین غلظت عناصر غذایی و عملکرد دانه، نشان دهنده تولید متفاوت دانه آنیسون در مقادیر مختلف آهن در هر کدام از سطوح روی می‌باشد. بیشترین عملکرد دانه (۱۳۷۲ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب های تیماری آهن ۶ و روی ۴ در هزار به‌دست آمد. در حالی که کمترین عملکرد دانه (۴۷۰ کیلوگرم در هکتار) از سطوح آهن صفر و روی ۶ در هزار حاصل گردید که با غلظت ۲ در هزار آهن و روی و غلظت ۴ در هزار آهن و عدم کاربرد روی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). در شرایط بدون محلول‌پاشی روی، کاربرد آهن در سطح بالاتر (۶ در هزار) توانسته است عملکرد دانه را افزایش دهد. در محلول پاشی ۴ در هزار روی، این سطح از کاربرد آهن، نیاز به مقادیر بالاتر آهن را در آنیسون به دلیل تحریک رشد تامین کرده و به همین دلیل غلظت‌های بالاتر آهن توانسته‌اند عملکرد بالاتری را تولید نمایند. به نظر می‌رسد همین غلظت زیاد، نوعی محدود کننده رشد گیاه بوده و در سطح ۶ روی، هیچ کدام از سطوح آهن قادر به جبران خسارت ناشی از این محدودیت را نداشته‌اند و سطح صفر آهن حداقل عملکرد دانه و محلول پاشی درسه سطح ۲، ۴ و ۶ در هزار عملکرد دانه یکسانی را تولید کرد.

شاخص برداشت

بیشترین شاخص برداشت (۶۶/۱۸ درصد) از تیمار بدون آهن و روی (شاهد) حاصل شد، و کمترین (۴۶/۶۷ درصد) آن نیز از کاربرد آهن ۴ و روی صفر در هزار به‌دست آمد که در تیمار بدون روی حتی با افزایش و یا کاهش آهن این شاخص تغییر نکرد (جدول ۵). با توجه به تغییرات عملکرد بیولوژیک مشخص می‌شود که کمترین عملکرد بیوماس و عملکرد دانه حاصله در غلظت صفر آهن و ۶ در هزار روی (جدول ۵)، منجر به شاخص برداشت دانه بالایی در این تیمار شده که تفاوت معنی‌داری با شاخص برداشت حاصل از تیمار شاهد (عدم کاربرد روی و آهن) نداشت.

جدول۳- تجزیه های اضافی واریانس (رگرسیون) اثر کود آهن و روی بر عملکرد و شاخص برداشت آنیسون

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد اسانس	میزان آهن برگ	میزان روی برگ
آهن									
خطی	۱	۰/۰۱۲^{ns}	۴۱۰۵/۶**	۱۰۹۲۲۴۵۴/۸۱**	۷۰۱۹۰۹۶۵/۳**	۱۹۰/۲۵**	۸/۲۸**	۲/۷۱^{ns}	۰/۰۳۷**
درجه۲	۱	۰/۰۰۱۵^{ns}	۶۵۷/۷۱**	۱۹۸۸۷۶۴/۱۴**	۴۹۳۹۹۴۰/۰۵^{ns}	۱۳۰/۱۹*	۱/۳۳**	۳/۴^{ns}	۰/۰۱۹*
درجه۳	۱	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۱۰/۳۸^{ns}	۲۶۵۶۰۳/۷۲^{ns}	۹۲۳۱۶۳/۱*	۶۴/۳۵^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۷/۶۸**	۰/۰۶۹**
روی									
خطی	۱	۰/۰۲۳*	۹۱/۲۲^{ns}	۱۶۳۰۰/۹۸^{ns}	۸۲۴۷۲۳/۷^{ns}	۱۱/۵۵^{ns}	۰/۷۴*	۳/۶^{ns}	۰/۱۱**
درجه۲	۱	۰/۰۱۳^{ns}	۷۶۷/۳۵**	۲۶۹۳۴۸۱/۳۳**	۹۱۷۰۱۷۲/۸*	۸/۰۱^{ns}	۰/۵۳^{ns}	۴/۰۲*	۰/۰۰۲۵^{ns}
درجه۳	۱	۰/۰۵۶**	۴۴۰۹/۲۹**	۹۱۸۸۹۶۴/۱**	۳۸۴۸۶۴۰۳/۳**	۱۰۹/۱۵*	۲/۲۱**	۰/۰۰۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۷۲^{ns}
آهن×روی									
خطی×خطی	۱	۰/۰۳۸**	۳۳۹/۵۵**	۱۴۶۴۶۱۱/۷۲**	۶۶۰۱۳۴۳/۳^{ns}	۶/۳۴^{ns}	۲/۳۱**	۰/۲۲^{ns}	۰/۰۰۲۳^{ns}
خطی×درجه۲	۱	۰/۰۱^{ns}	۰/۶۱^{ns}	۲۰۵۲۰/۸۸^{ns}	۴۷۶۹۳۲۵/۹^{ns}	۱۲۹*	۲/۰۰۲**	۸/۳۱**	۰/۰۰۰۰۸۴^{ns}
خطی×درجه۳	۱	۰/۰۰۲۳^{ns}	۳۰۳۹/۵۳**	۱۰۰۹۱۶۹۷/۱۲**	۳۴۲۱۴۴۹۱/۴**	۲/۹۹^{ns}	۰/۶۴*	۲/۴۸^{ns}	۰/۰۰۸۹^{ns}
درجه۲×خطی	۱	۰/۰۳۷**	۱۲۹۲/۵۵**	۴۲۵۰۹۶۸/۱۳**	۱۲۸۵۶۷۷۳/۵**	۱۹/۳۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۰۰۶۴^{ns}
درجه۲×درجه۲	۱	۰/۰۵۲**	۱۹۱/۴۵*	۲/۳۷^{ns}	۷۸۰۸۲۹۶/۶*	۱۴۱/۹۵*	۱/۱۱**	۱/۶۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۵^{ns}
درجه۲×درجه۳	۱	۰/۰۰۳۱^{ns}	۷۴۷/۰۰۷**	۳۲۸۰۹۲۲/۴۱**	۲۶۱۴۴۳۳۸/۸**	۲/۰۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۴/۳۴*	۰/۰۰۰۹۸^{ns}
درجه۳×خطی	۱	۰/۰۶۷**	۶۸۴/۹۴**	۷۹۰۵۵۵/۷۲*	۳۴۶۴۳۵۲/۷^{ns}	۳/۰۱^{ns}	۱/۱۷**	۳/۰۵^{ns}	۰/۰۵۸**
درجه۳×درجه۲	۱	۰/۰۲۷*	۱۷۴۰/۵**	۵۱۶۵۷۶۰/۴۶**	۱۴۳۷۶۴۱/۲^{ns}	۲۶۲/۷۵**	۰/۱۶^{ns}	۱/۴۵^{ns}	۰/۰۵۱**
درجه۳×درجه۳	۱	۰/۰۰۲۶^{ns}	۹۲۶/۶۶**	۲۲۵۹۱۷۲/۶۵**	۱۲۲۶۰۹۱۱/۱**	۵۹/۳۸^{ns}	۲/۰۶**	۰/۰۰۳۴^{ns}	۰/۰۰۴۱^{ns}

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

در این تیمار نیز (تیمار شاهد)، شاخص برداشت زیاد به دلیل افت زیاد در عملکرد بیوماس نسبت به عملکرد دانه می‌باشد (جدول ۵). عملکرد پایین دانه و عملکرد متوسط بیوماس در غلظت‌های ۴ در هزار آهن و صفر روی، دلیل اصلی حداقل شاخص برداشت دانه مربوط به این ترکیب تیماری می‌باشد. حداکثر بیوماس تولیدی در محلول‌پاشی ۴ در هزار روی و کاربرد ۶ در هزار آهن، باعث کاهش شاخص برداشت، علیرغم حداکثر عملکرد دانه شده است. در سطح دوم با کاربرد ۴ در هزار آهن چون عملکرد دانه نسبت به بقیه تیمارها در همان گروه بیشتر و به تبع عملکرد بیوماس در همان گروه کمتر است، دارای شاخص برداشت بالاتری نسبت به بقیه می‌باشد.

درصد اسانس

بیشترین میزان اسانس از کاربرد آهن ۶ و روی ۲ به‌دست آمد که با ترکیبات تیماری آهن ۴ با روی صفر و آهن ۶ با روی ۴ و آهن ۲ با روی ۶ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). تغییرات درصد اسانس در کلیه سطوح روی با افزایش آهن، نشان می دهد که درصد اسانس در سطوح بالای آهن افزایش می‌یابد. در عدم کاربرد فقط در گذر از سطح ۲ آهن به ۴ آهن تفاوت معنی‌دار دیده شد. در این سطح از روی، سطح صفر و ۲ در هزار آهن اختلاف معنی‌داری از نظر درصد اسانس با هم نداشتند، ولی با افزایش مقدار محلول‌پاشی آهن درصد اسانس افزایش معنی‌داری یافته که این افزایش بین سطوح ۴ و ۶ آهن نیز معنی‌دار نمی‌باشد. در سطح ۲ در هزار روی نیز با افزایش مقدار آهن درصد اسانس افزایش می یابد که این افزایش تا سطح ۴ روی معنی‌دار نبوده، ولی در سطح ۶ در هزار آهن تفاوت معنی‌داری با بقیه سطوح پیدا کرد. با کاربرد ۴ در هزار روی و ۶ در هزار آهن مقدار اسانس در این سطح به حداکثر رسید و تفاوت معنی‌داری با سطوح کمتر آهن نشان داد. در آخرین سطح روی نیز فقط سطح ۲ در هزار آهن توانست حداکثر اسانس را تولید کند. به طور کلی درصد اسانس با افزایش میزان آهن و روی افزایش را نشان می‌دهد (جدول ۵).

تجمع آهن در برگ

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین تجمع آهن (۴/۸۹ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) در تیمار آهن و روی ۶ در هزار بود که با ترکیب تیماری آهن ۴ و روی ۶ در هزار اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین تجمع آهن (۰/۴۵ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) از غلظت‌های آهن صفر و روی ۴ در هزار به‌دست آمد (جدول ۵). در سطح اول روی (صفر)، کلیه سطوح آهن نتوانسته‌اند باعث تفاوت معنی‌داری در تجمع آهن شوند. با کاربرد ۲ در هزار روی با افزایش مقدار آهن میزان، میزان تجمع آهن نیز افزایش یافت. البته این روند صعودی بین کاربرد آهن صفر تا ۲ و بین ۴ تا ۶ غیر معنی‌دار، ولی

بین ۲ تا ۴ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. با کاربرد ۴ در هزار روی با افزایش به غیر از سطح صفر آهن، در مابقی سطوح با افزایش مقدار آهن میزان تجمع آهن افزایش یافت که این تغییرات بین سطوح۲، ۴ و ۶ غیر معنی‌دار بود. در آخرین سطح روی حداکثر تجمع با کاربرد ۲ و ۶ در هزار آهن به‌دست آمد (جدول ۵).

تجمع روی در برگ

بیشترین میزان تجمع روی (۰/۵۲ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) از تیمار روی ۶ و آهن ۲ در هزار تولید شد، و کمترین مقدار تجمع روی (۰/۰۱ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) در برگ نیز از ترکیب تیماری روی صفر و آهن ۶ در هزار به‌دست آمد (جدول ۵). در سطح صفر روی و با کاربرد کلیه سطوح آهن کمترین مقادیر تجمع روی حاصل گردید. در سطح دوم روی با افزایش میزان آهن، مقدار تجمع روی در برگ نیز افزایش یافت. این افزایش در سطح سوم روی کاهش یافت، ولی این کاهش، کاهش معنی‌داری نبود. در آخرین سطح روی برعکس حالات قبلی تنها با افزایش مقدار آهن تا سطح ۲ در هزار، تجمع روی افزایش داشت، اما با افزایش میزان آهن از این مقدار، تجمع روی در برگ آنیسون کاهش معنی‌داری یافت.

بحث

افزایش وزن هزاردانه در ترکیبات متفاوتی از آهن و روی نسبت به شاهد، نشان می‌دهد که هر کدام از عناصر آهن و روی در سطوح مختلفی از تامین عنصر دیگر در بهبود عملکرد یک صفت مثل اندازه دانه تاثیر دارند. البته این پاسخ گیاه در سطوح مختلف عناصر به مقادیر عنصر دوم متفاوت است (جدول ۵). به نظر می‌رسد محلول-پاشی عناصر ریز مغذی با تاثیر مثبت در افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن باعث افزایش وزن هزار دانه می‌شوند (۲۹). رحیمی و مظاهری (۸) با مطالعه کود آهن و روی در غلظت‌های صفر و ۲۰ کیلوگرم در هکتار در آفتابگردان گزارش کردند که حداکثر وزن هزار دانه از تیمار آهن صفر و روی ۲۰ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. کم بودن وزن هزار دانه در تیمار صفر آهن و ۶ روی به دلیل رقابت دانه‌ها در به‌دست آوردن مواد غذایی و کاهش کربوهیدرات ذخیره‌های گیاه می‌باشد که تعداد سلول‌های مولد کاهش یافته، و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. بایبوردی و مامدوف (۲۶) گزارش کردند که با مصرف ۲ در هزار آهن و ۳ در هزار روی بیشترین وزن هزار دانه را در کلزا حاصل گردید. آنها اظهار نمودند که روی برای بیوسنتز تنظیم کننده‌های رشد نظیر ایندول استیک اسید و کربوهیدرات‌ها که منجر به افزایش عملکرد و اجزا عملکرد می‌شوند، ضروری است. این موضوع شاید به دلیل اهمیت این عناصر در تجمع آسمیلات ها در دانه‌ها در مراحل آخر رشد و در نتیجه تولید دانه‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر باشد. طباطبائیان و همکاران (۱۹) با بررسی سه غلظت روی صفر، ۲/۵ و ۵ در هزار گزارش کردند که بیشترین وزن هزار دانه از مقدار روی ۲/۵ در هزار تولید شده است. وجود مواد تغذیه‌ای کافی در اندام‌های گیاهی باعث پر شدن بهتر دانه و افزایش وزن دانه می‌شود.

کاهش تعداد دانه در بوته در شرایط کمبود مواد تغذیه‌ای نشان دهنده اثر منفی عدم استفاده از این مواد برای آمادگی اعضای زایشی برای تولید دانه است (۳۶). عناصری که در فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه شرکت می‌کنند، میزان تولید شیره پرورده را در گیاه بالا می‌برند و چنانچه میزان صادرات فتوسنتزی به اندام‌های گیاهی در مرحله گلدهی به خوبی صورت پذیرد، باعث افزایش تعداد دانه در گیاه می‌شود. علت بالا بودن تعداد دانه در گیاه را شاید در عدم وجود محدودیت منبع در شرایط مصرف کودهای ریز مغذی دانست. لذا در صورت عدم وجود محدودیت منبع، محدودیت مخزن نیز کمتر پیش می‌آید. شیخ بگلو و همکاران (۱۶) گزارش کردند که بیشترین تعداد دانه در ذرت از محلول‌پاشی با سولفات روی ۵ در هزار به‌دست آمد.

کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار ۶ درهزار روی و شرایط بدون آهن نسبت به شاهد (جدول ۵) نشان می‌دهد که افزایش نامتعادل هر کدام از این دو عنصر می‌تواند منجر به کاهش عملکرد نیز شود. افزایش بعدی عملکرد بیولوژیک در همین سطح روی (۶ در هزار) با کاربرد مقادیری از آهن نشان دهنده همین نظر می‌باشد. افزایش عملکرد بیولوژیک با مصرف عناصر ریز مغذی علل مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش فتوسنتز در نتیجه افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفوانول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز و کاهش تجمع عنصر سدیم در بافت‌های گیاهی و نیز افزایش کارآیی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی و نیز افزوده شدن بر میزان آهن و منگنز، و نقش مثبت آن در فتوسیستم‌های I و II و افزوده شدن بر سایر فعالیت های متابولیسمی گیاه اشاره نمود (۳۰). گزارش رز و همکاران (۳۲) در مورد نقش عناصر ریز مغذی به خصوص روی هنگامی که با آهن همراه شود در افزایش عملکرد بیولوژیک تاکید دارد. اسد و رفیق (۲۵) با بررسی محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر گندم گزارش کردند که با استفاده از محلول‌پاشی کود آهن و روی به میزان به ترتیب ۴ و ۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیوماس در حداکثر بوده است.

خلیلی محله و رشدی (۶) گزارش کردند که بیشترین بیوماس در ذرت از محلول پاشی با کود آهن و روی و منگنز هرکدام به غلظت ۵ در هزار به‌دست آمد. حیدری (۵) با مطالعه بر روی نعناع فلفلی گزارش کرد که استفاده از کود حاوی روی به میزان ۲۵ کیلوگرم درهکتار و سکوسترین آهن به مقدار ۱۵ کیلوگرم درهکتار باعث افزایش معنی‌داری در بیوماس به مقدار ۱۴۹۳ کیلوگرم در هکتار می-شود.

جدول٤- معادلات رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد با مقادیر مختلف عناصر ریز مغذی آهن و روی

صفات مورد مطالعه	معادله خط	R^2
عملکرد دانه	$4210.88-981.9Fe+200.27Fe^2+26.63Zn^2-13.71Zn^3 -300.75FeZn+26.04FeZn^3+235.579Fe^2Zn-12.39Fe^2Zn^3-53.14Fe^3Zn+10.82Fe^3Zn^2+0.17Fe^3Zn^3$	۰/۹۳
عملکرد بیوماس	$6723.04-462.38Fe+29.75Fe^3+163.71Zn^2-47.52Zn^3+28.33FeZn^3-239.89Fe^2Zn+114.02Fe^2Zn^2-21.08Fe^2Zn^3+0.71Fe^3Zn^3$	۰/۸۹
شاخص برداشت	$60.56-3.7Fe+0.46Fe^2+0.01Zn^3 -0.04FeZn^2+0.01Fe^2Zn^2-0.002Fe^3Zn^2$	۰/۳۱
وزن هزار دانه	$2.09+0.02Zn-0.001Zn^3-0.01FeZn-008Fe^2Zn+0.003Fe^2Zn^2+0.0001Fe^3Zn-0.0005Fe^3Zn^2$	۰/۴۱
تعداد دانه در بوته	$19964.77-4802.27Fe+1043.7Fe^2+184.25Zn^2-60.85Zn^3- 763.22FeZn+107.43FeZn^3+1447.49Fe^2Zn-253.01Fe^2Zn^2-29.27Fe^2Zn^3-347.08Fe^3Zn+103.66Fe^3Zn^2-4.8Fe^3Zn^3$	۰/۹۵
درصد اسانس	$3.17+0.27Fe-0.003Fe^2+0.005Zn+0.004Zn^3- 0. 3FeZn+0.11FeZn^2-0.007FeZn^3-0.01Fe^2Zn^2+0.007Fe^3Zn+0.00006Fe^3Zn^3$	۰/۷۷
تجمع آهن	$2.79-0.001Fe^3+0.04Zn^2-0.02Fe\ Zn^{\ 2}+\ 0.0009Fe^2Zn^3$	۰/۳۳
تجمع روی	$-0.01+0.21Fe-0.1Fe^2+0.01Fe^3+0.04Zn-0.0003Fe^3Zn+\ 0.00004Fe^3Zn^2$	۰/۶۴

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری غلظت های مختلف محلول‌پاشی آهن و روی از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد آن، درصد اسانس و تجمع آهن و روی در برگ آنیسون

غلظت روی (قسمت در هزار)	غلظت آهن (قسمت در هزار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در بوته	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت (درصد)	درصد اسانس	تجمع آهن	تجمع روی
				(کیلوگرم در هکتار)				(میلی‌گرم در گرم ماده خشک)	
۰	۰	۲/۱۰bcd	۴۰۱/۹e	۱۱۵۳d	۷۶۰cd	۶۶/۲a	۳/۵۱def	۲/۶۲bcd	۰/۰۷ef
	۲	۲/۱۸ab	۳۳۴/۵g	۱۲۰۰d	۶۵۶de	۵۵/۰abc	۳/۴۹def	۲/۲۹bcd	۰/۰۴ef
	۴	۱/۹۶cd	۳۱۷/۳h	۱۱۹۴d	۵۶۰ef	۴۶/۷c	۴/۶۴abc	۲/۹۲bcd	۰/۰۱f
	۶	۲/۰۵bcd	۵۸۳/۸b	۱۹۸۱b	۱۰۷۷b	۵۴/۴abc	۴/۴۸bcd	۳/۱۵bc	۰/۲۶cd
۲	۰	۲/۲۲a	۴۰۱/۹e	۱۳۰۸c	۸۰۳cd	۶۱/۴abc	۲/۵۵g	۱/۰۶cd	۰/۰۳ef
	۲	۲/۱۳abc	۲۸۹/۹j	۱۱۱۳d	۵۵۶ef	۵۰/۲bc	۳/۲۸efg	۱/۲۷cd	۰/۰۴ef
	۴	۲/۱۰bcd	۴۵۱/۴d	۱۳۲۷c	۸۵۳cd	۶۵/۱ab	۳/۱۳fg	۳/۷۸ab	۰/۱۱def
	۶	۲/۱۳abc	۳۰۶/۱i	۱۰۵۰d	۵۸۷e	۵۵/۹abc	۵/۲۱a	۳/۸۶ab	۰/۲۵cd
۴	۰	۲/۱۲abc	۳۷۰/۵f	۱۲۸۷c	۷۰۷de	۵۵/۰abc	۴/۰۷def	۰/۴۵e	۰/۲۶cd
	۲	۱/۹۵cd	۴۵۶/۳d	۱۵۲۸c	۸۰۱cd	۵۲/۴bc	۳/۶۷def	۲/۹۱bcd	۰/۲۲cd
	۴	۲/۰۷bcd	۵۲۱/۷c	۱۶۹۲c	۹۷۲c	۵۷/۴abc	۴/۱۸cde	۴/۰۳ab	۰/۱۹cd
	۶	۲/۰۰bcd	۷۶۲/۳a	۲۶۵۲a	۱۳۷۲a	۵۱/۸bc	۴/۹۹ab	۳/۶۸abc	۰/۳۰c
۶	۰	۱/۹۲d	۲۷۲/۱k	۷۱۶e	۴۷۰f	۶۵/۷a	۴/۱۳def	۳/۲۸abc	۰/۱۶def
	۲	۲/۰۷bcd	۴۵۱/۵d	۱۴۳۱c	۸۴۱cd	۵۸/۷abc	۴/۵۶abc	۴/۷۱a	۰/۵۲a
	۴	۲/۱۷ab	۳۳۷/۷g	۱۲۵۴c	۶۶۰de	۵۲/۶bc	۳/۶۵def	۲/۷۵bcd	۰/۴۰b
	۶	۲/۰۰bcd	۴۵۸/۶d	۱۴۴۲c	۸۲۶cd	۵۷/۳abc	۴/۳۴bcd	۴/۸۹a	۰/۴۱b

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

وی افزود که محلول‌پاشی باعناصر ریز مغذی به دلیل تغذیه بهتر برگ و ساقه، و تشدید فتوسنتز سبب افزایش عملکرد بیوماس شده است. درخشانی و همکاران (۷) اعلام نمودند که بیشترین وزن خشک اندامهای هوایی شاه اسپرم از بین تیمارهای شاهد، کاربرد خاکی ۱ و ۲ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم خاک، محلول‌پاشی ۱ و ۳ در هزار روی، از محلول‌پاشی روی به میزان ۳ در هزار به‌دست آمد. جم و

همکاران (۴) با مطالعه مقادیر صفر، ۲، ۴ و ۸ در هزار آهن و روی در گندم گزارش نمودند که بیشترین بیوماس در گندم از محلول‌پاشی ترکیب تیماری آهن ۸ و روی ۴ در هزار حاصل شد.

مشابهت تغییرات عملکرد دانه و بیولوژیک تحت تاثیر سطوح روی و آهن، اهمیت تولید بیوماس را برای اختصاص هر چه بیشتر فتوسینتات به دانه را نشان می‌دهد. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیازمند موازنه صحیح بین اندازه دستگاه فتوسنتزی و تداوم آن، سرعت فتوسنتز، سرعت انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی به اندام‌ها، تعداد و اندازه دانه، و ظرفیت آن‌ها از نظر تجمع مواد فتوسنتزی می‌باشد. به‌طور کلی به نظر می‌رسد به دلیل تغییرات مشابه عملکرد دانه و عملکرد بیوماس و به دلیل هم پوشانی، شاخص برداشت دانه در سطوح مختلف آهن و روی تقریباً ثابت بوده و ترکیبات تیماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۵). نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که تحرک اندوخته‌های ساقه، که شامل تولیدات مازاد مربوط به فتوسنتز پیش از مرحله پرشدن دانه است، تا اندازه زیادی در عملکرد دانه سهیم است. در صورت افزودن عناصر غذایی به خاک معمولا تعداد مقصدهای فیزیولوژیکی برای ماده خشک در اندام های رویشی و زایشی افزایش می‌یابد .

سیلسپور (۱۵) با مطالعه روی گندم گزارش کرد که با مصرف توام آهن (۱۰ کیلوگرم در هکتار) و روی (۴۰ کیلوگرم در هکتار) به طور متوسط ۸۶۷ کیلوگرم افزایش عملکرد دانه را به دنبال داشت. بایبوردی و مامدوف (۲۶) گزارش کردند که با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی از طریق خاک، محلول‌پاشی ۲ در هزار آهن و ۳ در هزار روی بیشترین عملکرد دانه در کلزا حاصل گردید. آن‌ها اظهار نمودند که عناصر ریز مغذی میزان فتوسنتز را افزایش داده و از طریق تداوم سطح برگ، سبب افزایش عملکرد می‌شوند. شیخ بگلو و همکاران (۱۶) نیز گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه در ذرت از محلول‌پاشی با سولفات روی ۵ در هزار به‌دست آمد. کیخا ژاله و همکاران (۲۰) با مطالعه تیمارهای شاهد، محلول‌پاشی آهن ۴ در هزار، روی۳ در هزار و مخلوط این دو در گیاه اسفرزه گزارش نمود که محلول‌پاشی آهن ۴ در هزار و روی ۳ در هزار نسبت به شاهد افزایش وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به دنبال داشت.

حیدری (۵) گزارش نمود که مصرف سولفات روی به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار و سکوسترین آهن به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌داری در درصد اسانس نعناع فلفلی می‌شود. محلول‌پاشی روی به میزان ۳ در هزار در نعناع باعث افزایش ۲۸/۲ درصدی اسانس نسبت به شاهد شد (۲۴). نصیری و همکاران (۲۳) با مطالعه بر روی بابونه آلمانی، گزارش نمودند که محلول‌پاشی آهن و روی با غلظت ۳/۵ در هزار باعث افزایش ۲۶/۶ درصدی اسانس نسبت به شاهد شد.

رونقی و همکاران (۱۰) گزارش کردند که با افزایش سطوح مصرفی آهن، غلظت آهن در گیاه ذرت به طور معنی‌داری افزایش یافته است. به طوری که در سطوح ۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک، به ترتیب افزایشی معادل ۴۵، ۵۷ و ۷۷ درصد نسبت به شاهد داشته است. افزایش غلظت آهن در سورگوم بر اثر کاربرد آهن توسط سینگ و یداو (۳۳) گزارش شده است. بایبوردی و مامدوف (۲۶) گزارش کردند که محلول‌پاشی ۲ در هزار آهن و ۳ در هزار روی بیشترین مقدار تجمع آهن در برگ کلزا حاصل گردید

به نظر می‌رسد در سطوح صفر تا ۴ در هزار روی، کلیه سطوح آهن موفق به تجمع حداکثر روی در برگ نشده‌اند و فقط زمانی که خود تیمار روی در حداکثر مقدار اعمال شود، سطح دوم آهن منجر به حداکثر تجمع روی در برگ آنیسون گردیده است. به عبارت دیگر عنصر آهن نقش چندانی در تجمع روی ندارد (جدول ۵). عناصر ریز مغذی نظیر آهن و روی از طرفی سبب افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر شده، و از طرف دیگر سبب افزایش میزان آهن، منگنز و روی در گیاه می‌شوند. هم‌چنین نقش مثبت و مهمی در فتوسیستم‌های I و II داشته و باعث افزایش سایر فعالیت های متابولیسمی گیاه می‌شوند (۳۰). بایبوردی و مامدوف (۲۶) گزارش کردند که با محلول‌پاشی ۲ در هزار آهن و ۳ در هزار روی بیشترین مقدار تجمع روی در برگ کلزا حاصل گردید. سلیمانی (۱۴) نیز اعلام کرد که با محلول‌پاشی ۶ در هزار روی بیشترین تجمع روی در دانه گندم به‌دست آمد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

منابع

۱- امید بیگی ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات طراحان نشر. تهران.

۲- امام ی. و نیک نژاد م. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز.

۳- جامی الاحمدی م. ۱۳۸۵. کشاورزی، کود و محیط زیست (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد.

۴- جم ا.، ساجد ک.، عبادی ع. و فرجامی نژاد ر. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد روی و آهن بر عملکرد و برخی صفات کمی گندم آبی. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۳۸۰.

۵- حیدری ف. ۱۳۸۵. تاثیر عناصر ریز مغذی و تراکم بوته بر فنولوژی، عملکرد و اسانس گیاه دارویی نعناع فلفلی. پایان نامه کارشناسی ارشد،

رشته زراعت. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۹۲ صفحه.
۶- خلیلی محله ج. و رشدی م. ۱۳۸۷. اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰۴ در خوی. نهال و بذر ۲۴(۲):۲۹۳-۲۸۱.
۷- درخشانی ز.، حسنی ع. و رسولی صدقیانی ح. ۱۳۸۹. بررسی اثر تغذیه روی بر پارامترهای رشدی گیاه دارویی شاه اسپرم تحت تیمارهای مختلف آبیاری. چهارمین همایش منطقه‌ای یافته‌های پژوهشی کشاورزی. دانشگاه کردستان. صفحه ۹۴.
۸- رحیمی م.م. و مظاهری د. ۱۳۸۳. تأثیر عناصر ریزمغذی‌های آهن و روی بر روی عملکرد و اجزا عملکرد کشت دوم دو رقم آفتابگردان در منطقه ارسنجان. پژوهش و سازندگی ۶۴:۲۰-۱۶.
۹- رضایی نژاد ع. و خادمی ک. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر دفعات آبیاری و فاصله ردیف بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز. اولین همایش ملی گیاهان دارویی ایران، صفحه ۳۲.
۱۰- رونقی ع.، چاکر الحسینی م. و کریمیان ن. ۱۳۸۱. تاثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶(۲):۶۵-۵۳.
۱۱- زرگری ع. ۱۳۷۲. گیاهان دارویی. جلد چهارم. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
۱۲- زرین کفش م. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
۱۳- سپهر ا. و ملکوتی. م.ج. ۱۳۷۹. ضرورت مصرف کود برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آفتابگردان. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۱۴- سلیمانی ر. ۱۳۸۸. اصلاح تنش کمبود، روی و منگنز در گندم. اولین همایش تنش های محیطی در علوم کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
۱۵- سیلسپور م. ۱۳۸۶. بررسی اثرات مصرف عناصر آهن و روی در خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی. پژوهش و سازندگی ۷۶:۱۳۳-۱۲۳.
۱۶- شیخ بگلو ن.، حسن زاده ع. و باغستانی م. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر عنصر روی بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای تحت شرایط تنش آب. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۲(۲):۷۴-۵۹.
۱۷- صالح ج. و ملکوتی م.ج. ۱۳۸۰. نقش مصرف بهینه کود در ارتقا کمی وکیفی نارنگی. نشریه فنی شماره ۲۲۵ موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۱۸- ضیائیان ع. و ملکوتی م.ج. ۱۳۷۷. بررسی اثرات کودهای محتوی عناصر ریز مغذی و زمان مصرف آن‌ها در افزایش تولید ذرت. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۱ (ویژه نامه مصرف بهینه کود). تهران.
۱۹- طباطبائیان ج.، بخشنده م. و قرینه م. ۱۳۸۸. تاثیر سطوح مختلف سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم تحت شرایط کم آبیاری. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه رامین واحد اردستان.
۲۰- کیخا ژاله م.، گلوی م. و رمرودی م. ۱۳۸۹. اثر محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد کمی و کیفی اسفرزه. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه ۶۵.
۲۱- ملکوتی م.ج. و طهرانی م.م. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۲۲- ملکوتی م.ج. و متشرع زاده ب. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و بهبود کیفی تولیدات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، کرج.
۲۳- نصیری ی.، زهتاب سلماسی س.، نصراله‌زاده ص. و قاسمی گلعذانی ک. ۱۳۸۹. تاثیر محلول پاشی آهن و روی بر روی صفات مورفولوژیک و عملکرد گل بابونه آلمانی. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۱۹۹.
24- Akhtar N., Abdul Matin Sarker M., Akhter H., and Katrun Nada M. 2009. Effect of planting time and micronutrient as zinc chloride on the growth, yield and oil content of *Mentha piperita*. Journal of the Indian Society of Soil Science, 44(1):125-130.
25- Asad A., and Rafique R. 2000. Effect of zinc, copper, iron and manganese on the yield and yield components of wheat in Tehsil Peshawar. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3(10):1615-1620.
26- Bybordi A., and Mamedov G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). Notulae Scientia Biologicae, 2(1):21-30.
27- Figueira G.M. 2002. Mineral nutrition, production and artemisinin content in *Artemisia annua* L. Acta Horticulturae, 426:573-578.
28- Karla Y.P. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press, New York.
29- Mahler R.L., and Westerman T. 2003. Essential Plant Micro Nutrient. Idaho State University, USA.
30- Mortvedi J. 2003. Efficient Fertilizer use Micronutrient. Florida University Published, USA.
31- Nijjar Gs. 1996. Nutrition of Fruit Trees. Kalyani Published. Lyall Bk Depot, New Delhi.
32- Roze I., Felton W., and Banks L. 2005. Response of four soybean varieties to foliar zinc fertilizer. Australian

Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 21(109):236-240.
33- Singh M., and Yedav D.S. 1980. Effect of copper, iron and liming on the growth, concentration and uptake of Cu, Fe, Mn and Zn in Sorghum. Journal of the Indian Society of Soil Science, 28:113-118.
34- Sommer A.L.L. 1995. Further evidence of the essential nature of zinc for the growth higher green plants. Plant Physiology, 3:217-221.
35- Takka P.N., and Nayar V.K. 1990. Response of wheat grain grown on manganese deficient soil on method and rate of manganese sulphate application. Fertilizer News, 36:55-57.
36- Xue H., Gachter R., and Hooda P. 2005. The Transport of Cu and Zn from agriculture soils to surface water. Advances in Environmental Research, 5:69-76.