

اثر محلول پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون Effect of Fe and Zn foliar application on plant characteristics and essential oil content of anise (*Pimpinella anisum* L.)

علیرضا پیرزاد^۱، پری طوسی^۲ و رضا درویش زاده^۳

چکیده

پیرزاد، ع.ر.، پ. طوسی و ر. درویش زاده. ۱۳۹۲. اثر محلول پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون. مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(۱): ۲۳-۱۲.

به منظور بررسی اثر مصرف آهن و روی بر مورفولوژی و عملکرد گیاه آنیسون، یک آزمایش فاکتوریل شامل محلول پاشی آهن و روی در غلظت‌های صفر، ۲، ۴ و ۶ در هزار، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام شد. نتایج نشان داد که اثر آهن و روی بر تعداد شاخه‌های فرعی و قطر ساقه معنی‌دار و اثر متقابل عناصر آهن و روی بر میزان کلروفیل برگ، تعداد دانه در بوته، عملکرد زیستی و عملکرد دانه معنی‌دار بود. حداکثر میزان عدد کلروفیل متر (۳۷/۹) مربوط به مقادیر ۶ در هزار آهن و روی و حداقل میزان آن (۱۵/۳) نیز از ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۲ در هزار بدست آمد. بالاترین عملکرد زیستی (۲۶۵۲ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (۱۳۷۲ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب‌های تیماری آهن ۶ و روی ۴ در هزار و کمترین عملکرد زیستی (۷۱۶ کیلوگرم در هکتار) و دانه (۴۷۰ کیلوگرم در هکتار) از سطوح آهن صفر و روی ۶ در هزار بدست آمدند. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس (۵۰ کیلوگرم در هکتار) از گیاهانی که با آهن ۶ در هزار و روی ۴ در هزار تیمار شده بودند، بدست آمد و کمترین عملکرد اسانس (۱۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به گیاهان محلول پاشی شده با غلظت ۲ در هزار آهن و روی بود. هومولن و استراگول بزرگترین جزء اسانس هر کدام با ۱۸ درصد در تجزیه اسانس با کروماتوگرافی گازی بدست آمدند. براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که محلول پاشی آهن موجب افزایش عملکرد دانه، میزان کلروفیل و عملکرد اسانس آنیسون شده و این افزایش با محلول پاشی روی بیشتر شد.

واژه‌های کلیدی: آنیسون، اسانس، استراگول، کلروفیل و محلول پاشی.

مقدمه

می‌دهد که با افزودن مواد مرطوب‌کننده سعی می‌شود جذب این عناصر به آرامی صورت گیرد و خطر سوختگی تقلیل یابد (Kasrayi, 1993). گزارش شده است که محلول‌پاشی توأم آهن و روی موجب افزایش عملکرد اسانس و رشد گیاه تحت تنش شوری نسبت به تیمار شاهد در گیاه ریحان شد (Said-Al Ahl and Abeer, 2010). نتایج تحقیقات اختر و همکاران (Akhtar et al., 2009) نشان داد که محلول‌پاشی روی به میزان ۳ در هزار باعث افزایش ۲۸/۲ درصدی اسانس نعنای نسبت به گیاهان شاهد شد. اهمیت آنیسون به عنوان گیاه دارویی و میزان تولید بالای آن در ایران، ضرورت بررسی تأثیر عناصر آهن و روی را بر رشد، عملکرد و میزان اسانس را توجیه می‌نماید. هدف اصلی این تحقیق به دست آوردن میزان مناسب مصرف عناصر آهن و روی به روش محلول‌پاشی در آنیسون بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه به صورت آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور محلول‌پاشی آهن و روی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل محلول‌پاشی آهن و روی در غلظت‌های صفر، ۲، ۴، ۶ در هزار بودند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول یک ارائه شده است.

پس از شخم و دیسک پاییزه، در اردیبهشت سال ۱۳۸۸ کرت‌هایی به طول ۲۳۰ و عرض ۱۳۰ سانتی‌متر تهیه شد. بعد از آماده‌سازی زمین و تسطیح خاک، بذور آنیسون (توده بومی گیاه دارویی آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) تهیه شده از مؤسسه پاکان بذر اصفهان) در ۴ ردیف به فواصل ۳۰ سانتی‌متر و فواصل بین ردیف ۳ سانتی‌متر در ۱۲ اردیبهشت ماه کشت و بلافاصله پس از آن، آبیاری انجام شد. محلول‌پاشی

آنیسون یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است که دارای استفاده‌های مختلفی در صنایع دارویی - غذایی و بهداشتی و آرایشی می‌باشد. اسانس آنیسون در سلول‌ها و کرک‌های ترش‌می‌منفرد یا مجتمع انباشته می‌شود که ممکن است فقط در یک اندام و یا به صورت پراکنده در اندام‌های مختلف گیاه وجود داشته باشد. مهم‌ترین ماده تشکیل‌دهنده اسانس آنیسون، آنتول است که ۸۰ تا ۹۰ درصد آن را شامل می‌شود. مصرف میوه‌های آنیسون موجب تسکین اسپاسم‌های معده و روده شده و در درمان آسم، بی‌خوابی و سرفه نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Omidbaigi, 2000).

عناصر ریزمغذی نظیر آهن و روی با وجود اینکه به مقدار کم مورد نیاز گیاهان می‌باشند، ولی نقش برجسته‌ای در رشد و نمو گیاهان دارند (Malakouti and Tehrani, 1999). آهن و روی را می‌توان به عنوان یکی از عناصر ضروری برای گیاه ذکر کرد. کمبود آهن در خاک باعث رنگ پریدگی در گیاه می‌گردد که در اغلب خاک‌های ایران مشهود است. عنصر آهن در خاک به صورت یون Fe^{++} در کانی‌هایی مثل هماتیت (Fe_2O_3) و پیریت (FeS_2) وجود دارد و یکی از عناصر ضروری برای گیاه بوده و نقش اساسی در ساختمان کلروپلاست دارد. روی در خاک به صورت Zn^{++} وجود داشته و کمبود آن در خاک‌های آهکی و قلیایی مناطق خشک مشاهده می‌شود. کمبود روی در گیاه باعث کاهش فاصله میان گره‌ها و کوچک شدن برگ‌ها می‌شود. روی در ساختمان چندین آنزیم نظیر کربنیک آنهیدراز، دهیدروژناز، پروتیناز و پپتیداز وجود دارد (Malakoti and Tehrani, 1999).

محلول‌پاشی برگی عناصر غذایی از عملیات متداول زراعی توأم با سم‌پاشی بر علیه آفات و بیماری‌ها محسوب می‌شود. این عمل لایه نازکی از محلول را به طور یکنواخت در سطح برگ و در دسترس گیاه قرار

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of soil in experimental site

| بافت خاک Soil texture | اسیدیته گل اشباع pH | آهک (Lime) (%) | رس (Clay) (%) | شن (Sand) (%) | سیلت (Silt) (%) | نیترژن (N) mg.kg ⁻¹ | فسفر (P) mg.kg ⁻¹ | پتاسیم (K) mg.kg ⁻¹ |
|--------------------------|------------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| رسی لومی Loam-clay | 8.3 | 18 | 43 | 31 | 26 | 0.12 | 8.4 | 275 |

میانگین‌ها با نرم‌افزار MSTATC با روش SNK انجام گردید.

برای شناسایی ترکیب‌های اسانس و میزان آن‌ها، اسانس خالص به مقدار ۰/۱ میکرولیتر با استفاده از سرنگ ۱۰ میکرولیتری هاملتون به دستگاه گاز کروماتوگرافی (Trace mass 2000, Italy) مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای (FID) که نقش ردیابی و شناسایی ترکیب‌ها را بر عهده دارد، تزریق گردید (Said-Al Ahl and Abeer, 2010). دمای ستون دستگاه که به طول متوسط ۳۰ متر با قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر با ۰/۲۵ میکرون بود، با مناسب‌ترین برنامه‌ریزی حرارتی، دمای بین ۲۵۰ - ۶۰ درجه سلسیوس و با افزایش دمای ۴ درجه سلسیوس در هر دقیقه و دمای محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. با حرکت گاز هلیوم با سرعت ۳۲ سانتی‌متر بر ثانیه در طول ستون، ترکیب‌های سازنده اسانس در طی عبور از فاز ثابت به متحرک از یکدیگر تفکیک شدند. شناسایی کروماتوگرام (طیف جرمی) از طریق محاسبه شاخص‌های بازداری ترکیب‌ها (Retention time) و به کمک تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C9-C24) تحت شرایط یکسان صورت گرفت. با مقایسه نتایج حاصل از تجزیه با ترکیب‌های استاندارد و اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه، ترکیبات مختلف اسانس مورد شناسایی کمی و کیفی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مصرف

عناصر ریز مغذی در مرحله شروع گلدهی مزرعه با استفاده از سمپاش پستی موتوری با فشار ۰/۲ بار انجام شد. نوع نازل مورد استفاده از نوع T-jet بود. صفتهای گیاهی قطر چتر، قطر چترک، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه بعد از اعمال تیمارها در مرحله رسیدگی دانه اندازه‌گیری و یادداشت شدند. برای اندازه‌گیری صفات مذکور از هر کرت ۵ بوته انتخاب شد. قطر چتر و ساقه با کولیس، قطر چترک با خط کش و میزان کلروفیل برگ با دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD, CCM-200, Opti-Science, USA) اندازه‌گیری شدند (Zare Dehabadi *et al.* 2007). در انتهای فصل رشد برای بدست آوردن عملکرد، از هر واحد آزمایشی محصول دو مترمربع از سطح هر کرت برداشت شد. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه اسانس گیر (کلونجر) انجام گرفت. برای استخراج اسانس از دانه‌هایی که قبلاً برداشت و سایه خشک شده بودند، استفاده گردید. برای این منظور ۱۰ گرم از دانه‌های ساییده شده با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر درون بالن مخصوص دستگاه ریخته شده و عمل اسانس‌گیری با حرارت دادن بالن مزبور شروع شد. از لحظه به جوش آمدن، به مدت ۲ ساعت زمان گرفته شد. سپس دستگاه خاموش و پس از خنک شدن، اسانس استخراج شده درون لوله‌های باریک و سربسته جمع‌آوری شده و با دقت ۰/۱ میلی‌گرم توزین گردیدند. عملکرد اسانس در واحد سطح بر اساس عملکرد دانه و درصد اسانس محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه

روی بر صفت قطر ساقه تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد داشت، اما اثر اصلی آهن و اثر متقابل آهن × روی معنی دار نشد. بیشترین قطر ساقه (۵/۶ سانتی متر) مربوط به مصرف ۶ در هزار روی بود که با مصرف ۲ و ۴ در هزار روی تفاوت معنی داری نداشت و کمترین قطر ساقه (۴/۸ سانتی متر) در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۲). بهبود شرایط تغذیه ای و نقش مثبت روی می تواند در فتوسنتز و عملکرد فتوسیستم های نوری در افزایش شاخص های رشد از قبیل قطر ساقه مؤثر باشد (Kasrayi, 1993). بوکویچ و همکاران (Bukvic et al., 2003) اعلام نمودند که محلول پاشی روی به میزان ۵ کیلوگرم روی در هکتار قطر ساقه ذرت را افزایش داد. خلیلی محله و رشدی (Khalili Mahale and Roshdi, 2008) بیشترین قطر ساقه ذرت را از محلول پاشی با کود آهن و روی (هر کدام به غلظت ۵ در هزار) گزارش کردند.

آهن و روی بر صفت تعداد شاخه های فرعی تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد داشت، اما اثر متقابل آهن × روی معنی دار نشد. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی (۱۰/۶) در سطح آهن ۶ در هزار و کمترین تعداد شاخه فرعی (۸/۶) در سطح آهن صفر در هزار بدست آمد (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه فرعی (۱۰/۹) از غلظت ۴ در هزار روی حاصل شد که با هرگونه افزایش و کاهش غلظت از این مقدار تعداد شاخه های فرعی ایجاد شده با کاهش معنی دار مواجه شده و در غلظت ۶ در هزار روی کمترین تعداد شاخه فرعی (۸/۷) تولید شد که تفاوت معنی داری با تعداد شاخه های فرعی تولید شده در تیمار شاهد نداشت (جدول ۲). با مصرف عناصر ریزمغذی آهن و روی فعالیت فتوسنتزی گیاه افزایش یافته و باعث توسعه پوشش گیاهی و افزایش شاخ و برگ می شود (Koocheki and Banayan, 1994). نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که مصرف

جدول ۲- مقایسه میانگین های قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی در تیمارهای محلول پاشی روی و تعداد شاخه فرعی در تیمارهای محلول پاشی آهن

Table 2. Means comparison of stem diameter and number of branches in foliar application of Zn and number of sub stems in foliar application of Fe

| روی Zn (g.l ⁻¹) | قطر ساقه Stem diameter (cm) | تعداد شاخه های فرعی No. of branches | آهن Fe (g.l ⁻¹) | تعداد شاخه های فرعی No. of branches |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|--|
| 0 | 4.8b | 9.2c | 0 | 8.6c |
| 2 | 5.3a | 9.8b | 2 | 9.6b |
| 4 | 5.5a | 10.9a | 4 | 9.7b |
| 6 | 5.6a | 8.7c | 6 | 10.6a |

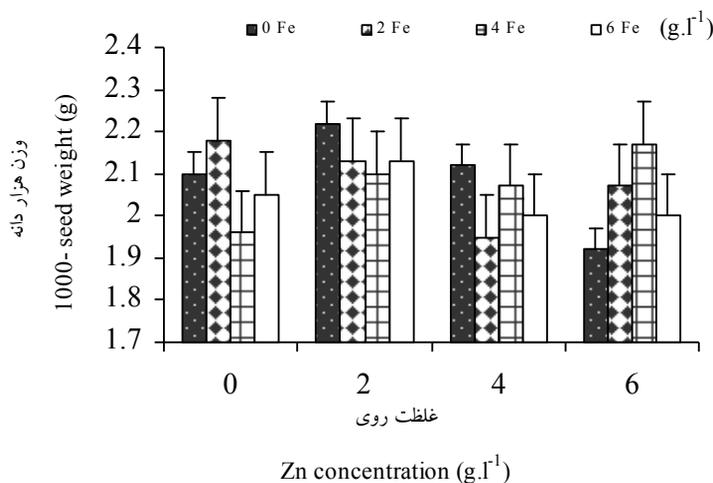
در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different using SNK Test

تیمار بدون استفاده از روی، بیشترین دانه تولید شده از تیمار آهن ۶ در هزار بدست آمد و با کاهش مقدار آهن در این سطح از روی به دلیل کمبود مواد غذایی (آهن و روی) تعداد دانه کاهش چشمگیری داشت. در سطح ۲ در هزار روی حداکثر تعداد دانه از غلظت ۴ در هزار آهن تولید شد و با افزایش یا کاهش در مقدار

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که مصرف آهن و روی و اثر متقابل آهن × روی بر صفت تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه اثر معنی داری داشت. بیشترین تعداد دانه در بوته (۷۶۲) از ترکیب تیماری روی ۴ و آهن ۶ در هزار و کمترین تعداد دانه (۲۷۲) نیز از تیمار آهن صفر و روی ۶ در هزار بدست آمد (جدول ۳). در

گیاهی از سقط بیش از حد دانه‌ها جلوگیری می‌کند (Sharafi *et al.*, 2000). بیشترین وزن هزار دانه (۲/۲ گرم) از ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۲ در هزار و کمترین وزن هزار دانه (۱/۹ گرم) از مصرف آهن صفر و روی ۶ در هزار حاصل شد (شکل ۱). در شرایط عدم مصرف روی، بیشترین وزن هزار دانه (۲/۱ گرم) از تیمار آهن ۲ در هزار حاصل شد که در این سطح از روی با تیمارهای آهن صفر و ۴ در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت. کم بودن وزن هزار دانه در تیمار صفر آهن و روی ۶ در هزار به دلیل رقابت دانه‌ها در بدست آوردن مواد غذایی و کاهش کربوهیدرات ذخیره‌ای گیاه می‌باشد که تعداد سلول‌های موگد کاهش یافته و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (Sharafi *et al.*, 2000).

آهن از تعداد دانه‌ها کاسته شد. در سطح سوم روی (۴ در هزار)، با افزایش مقدار آهن بر تعداد دانه نیز افزوده شد و در سطح ۶ در هزار آهن به بیشترین تعداد رسید. در بالاترین سطح از روی (۶ در هزار) نیز حداکثر تعداد دانه از مقدار آهن ۶ در هزار تولید شد و در پی کاهش مقدار آهن، تعداد دانه در بوته نیز به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). کاهش تعداد دانه در بوته در شرایط کمبود عناصر روی و آهن نشان‌دهنده اثر منفی عدم استفاده از این مواد برای آمادگی اعضای زایشی برای تولید دانه است (Xue *et al.*, 2003). علت بالا بودن تعداد دانه در بوته را می‌توان به عدم وجود محدودیت منبع در شرایط مصرف کودهای ریز مغذی نسبت داد. گزارش شده است که غلظت مناسب ریز مغذی‌ها در عصاره



شکل ۱- مقایسه میانگین وزن هزار دانه آنیسون در تیمارهای محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن و روی

Fig. 1. Mean comparison of 1000-seed weight of anise in foliar application of Zn and Fe treatments

مربوط به ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۲ در هزار بود که تفاوت معنی‌داری با غلظت‌های صفر و ۴ در هزار روی، در شرایط عدم مصرف آهن نداشت (جدول ۳). بیشترین عدد کلروفیل متر در شرایط عدم محلول پاشی روی، مربوط به غلظت ۴ در هزار آهن بود و با کاهش و افزایش محلول پاشی آهن، میزان کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف آهن و روی و اثر متقابل آهن × روی بر میزان کلروفیل اثر معنی‌داری نداشت. حداکثر عدد کلروفیل متر (۳۷/۸) مربوط به مقدار ۶ در هزار آهن و روی بود که با ترکیب تیماری آهن ۶ و روی ۴ در هزار تفاوت معنی‌داری نداشت. حداقل عدد کلروفیل متر (۱۵/۳) نیز

به طور غیرمعنی داری کاسته شد. بالاترین عدد کلروفیل متر در غلظت ۲ در هزار روی، مربوط به محلول پاشی ۶ در هزار آهن بود و کاهش در میزان آهن، در این سطح از روی، کاهش میزان کلروفیل را به همراه داشت. در غلظت ۴ در هزار روی، با افزایش مقدار آهن، عدد کلروفیل متر نیز سیر صعودی داشته به طوری که در ترکیب تیماری ۴ و ۶ در هزار روی و آهن به حد اکثر خود رسید (جدول ۳). زارع ده آبادی و همکاران (Zare Dehabadi et al. 2007) با ارزیابی اثر محلول پاشی غلظت‌های صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ میکرومولار روی در گیاه نعنای گزارش کردند که میزان کلروفیل، در غلظت ۵ میکرومولار روی افزایش، و در سایر غلظت‌های روی نسبت به شاهد، کاهش داشت. به نظر می‌رسد که این افزایش می‌تواند ناشی از نقش عملکردی آهن در فعال‌سازی پروتئین سنتتازهای مسیر بیوسنتز کلروفیل و برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند آسکوربات پراکسیداز و گلوکاتیون ردوکتاز در مسیر حفاظت از تخریب کلروفیل توسط رادیکال‌های فعال اکسیژن باشد (Ghorbanli, 2005).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف آهن و روی و اثر متقابل آهن × روی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و عملکرد زیستی آنیسون داشت. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد زیستی از ترکیب‌های تیماری آهن ۶ و روی ۴ در هزار به ترتیب با میانگین‌های ۱۳۷۲ و ۲۶۵۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). کمترین عملکرد دانه (۴۷۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد زیستی (۷۱۶ کیلوگرم در هکتار) از سطوح آهن صفر و روی ۶ در هزار حاصل شد (جدول ۳). در شرایط بدون محلول پاشی روی، مصرف آهن در سطح بالاتر (۶ در هزار) باعث افزایش عملکرد دانه گردید. به نظر می‌رسد که در سطح ۶ در هزار روی، هیچ کدام از سطوح آهن قادر به جبران خسارت ناشی از این محدودیت نبوده و سطح صفر آهن حداقل عملکرد دانه و محلول پاشی در هر سه سطح، عملکرد یکسانی را

داشتند (جدول ۳). حداکثر مقدار عملکرد زیستی در سطح ۴ در هزار روی با مقدار آهن ۶ در هزار آهن حاصل شد و با کاهش مقدار آهن، در این سطح از روی مقدار عملکرد زیستی کاهش معنی‌داری داشت. این روند کاهشی در سطوح صفر، ۲ و ۴ در هزار آهن تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. در آخرین سطح از روی، حداقل میزان عملکرد زیستی متعلق به سطح اول آهن (عدم مصرف آهن) بود که با افزایش مقدار آهن مقدار عملکرد زیستی نیز افزایش یافته، ولی این افزایش در مابقی سطوح آهن یکسان بود (جدول ۳). افزایش عملکرد زیستی با مصرف عناصر ریز مغذی علل مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش فعالیت فتوسنتزی، افزایش تعداد شاخه فرعی، افزایش تعداد دانه در بوته و در کل افزایش ماده خشک در بوته اشاره نمود (Sharafi et al., 2000 and Asad and Rafique, 2000).

عملکرد دانه و عملکرد زیستی 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. تحرک اندوخته‌های ساقه، که شامل تولیدات مازاد مربوط به فتوسنتز پیش از مرحله پرشدن دانه است، تا اندازه زیادی در عملکرد دانه سهم است. در صورت افزودن عناصر غذایی به خاک معمولاً تعداد مقصدهای فیزیولوژیکی برای ماده خشک در اندام‌های رویشی و زایشی افزایش می‌یابد (Sharafi et al., 2000). گزارش شده است که مصرف توأم آهن و روی (۱۰ کیلوگرم آهن و ۴۰ کیلوگرم روی در هکتار) عملکرد دانه گندم را به طور متوسط ۸۶۷ کیلوگرم افزایش داد (Silspoor, 2007).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف آهن و روی و اثر متقابل آهن × روی اثر معنی‌داری بر میزان اسانس داشت. بیشترین میزان اسانس از محلول پاشی آهن ۶ و روی ۲ در هزار بدست آمد که با ترکیبات

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون در تیمارهای محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی

Table 3. Mean comparison of plant characteristics and essential oil content of anise in foliar application of Zn and Fe treatments

| آهن Fe (g.l ⁻¹) | روی Zinc (g.l ⁻¹) | تعداد دانه در بوته Seed.plant ⁻¹ | عدد کلروفیل متر Chlorophyll meter readings | عملکرد دانه Seed yield (kg.ha ⁻¹) | عملکرد زیستی Biological yield (kg.ha ⁻¹) | میزان اسانس Essential oil content (%) | عملکرد اسانس Essential oil yield (kg.ha ⁻¹) |
|--------------------------------|----------------------------------|--|---|--|---|--|--|
| 0 | 0 | 401.9e | 15.9fg | 759.6cd | 1153d | 3.5def | 26.6g |
| | 2 | 401.9e | 16.9g | 803.1cd | 1308c | 2.5g | 18.3k |
| | 4 | 370.5f | 18.7efg | 707.0de | 1287c | 4.0def | 28.6f |
| | 6 | 272.1k | 23.8def | 470.2f | 716e | 4.1def | 18.9k |
| 2 | 0 | 334.5g | 20.0efg | 656.4de | 1200d | 3.4def | 22.9i |
| | 2 | 289.9i | 19.3efg | 555.7ef | 1113d | 3.2efg | 20.0j |
| | 4 | 456.3d | 23.5def | 800.8cd | 1528c | 3.6def | 28.7f |
| | 6 | 451.5d | 27.1cde | 841.1cd | 1431c | 4.5abc | 38.3c |
| 4 | 0 | 317.3h | 21.5efg | 559.7ef | 1194d | 4.6abc | 26.2g |
| | 2 | 451.4d | 21.5efg | 853.1cd | 1327c | 3.1fg | 26.7g |
| | 4 | 521.7c | 28.5bcd | 972.0c | 1693c | 4.1cde | 39.7c |
| | 6 | 337.7g | 32.0abc | 659.5de | 1254c | 3.6def | 24.1h |
| 6 | 0 | 583.8b | 17.9fg | 1077.1b | 1981b | 4.4bcd | 46.3b |
| | 2 | 306.1i | 23.4def | 586.8e | 1050d | 5.2a | 30.3e |
| | 4 | 762.3a | 34.6ab | 1372.2a | 2652a | 4.9ab | 49.8a |
| | 6 | 458.6d | 40.0a | 825.5cd | 1442c | 4.3bcd | 36.1d |

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different using SNK Test

۴ در هزار روی با افزایش مقدار آهن، عملکرد اسانس نیز تا حدودی افزایش یافته و در آهن ۶ و روی ۴ در هزار به حداکثر خود رسید که بیانگر اهمیت روی در عملکرد اسانس می‌باشد. در این سطح (روی ۶ در هزار)، عدم مصرف آهن باعث تولید کمترین عملکرد اسانس شد که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت عنصر روی می‌باشد (جدول ۳). مقادیر حداکثر عملکرد دانه و میزان اسانس در تیمارهای آهن ۶ و روی ۴ در هزار منجر به تولید بالاترین عملکرد اسانس در این ترکیب تیماری شد. در ترکیب تیماری آهن صفر و روی ۲ در هزار با اینکه عملکرد دانه نسبتاً خوب بوده است، ولی چون میزان اسانس در حداقل بود، این عملکرد نسبتاً خوب باعث جبران کمبود میزان اسانس نشد و عملکرد اسانس نیز در این ترکیب تیماری در حداقل قرار گرفت (جدول ۳).

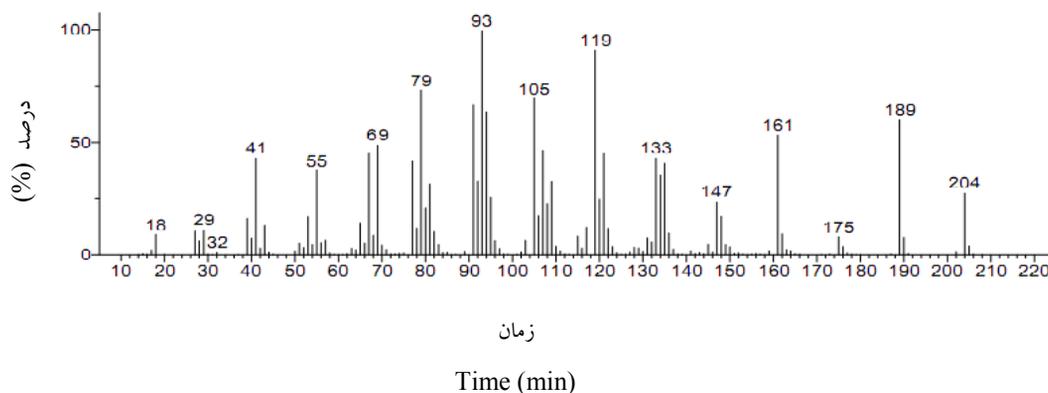
در سطح صفر روی و ۶ آهن، عملکرد دانه بالا با وجود درصد اسانس کم به افزایش معنی‌دار در عملکرد اسانس منجر شد. در سطح ۴ و ۶ روی و کلیه سطوح آهن عملکرد اسانس روندی مشابه روند عملکرد دانه و درصد اسانس داشت. به دلیل اینکه در ترکیب تیماری آهن ۶ و روی ۴ در هزار، درصد اسانس و عملکرد دانه در حداکثر بوده و با توجه به اینکه عملکرد اسانس حاصل ضرب این دو مؤلفه می‌باشد، بدیهی است که عملکرد اسانس در این سطوح از آهن و روی در حداکثر باشد. نتایج آزمایش سعید الاهلی و آبیر (Said-Al Ahl and Abeer, 2010) در بررسی اثر محلول‌پاشی روی و آهن بر میزان عملکرد اسانس ریحان نشان داد که محلول‌پاشی توأم روی و آهن (۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر) موجب افزایش رشد رویشی گیاه و همچنین عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد شد. زهتاب سلماسی و همکاران (Zehab-Salmasi et al., 2008) و عبدالوهاب و محمد (Abd El- Wahab and Mohamed, 2008) نیز گزارش نمودند که مصرف عناصر ریز مغذی نظیر آهن و روی

تیماری آهن ۴ با روی صفر و آهن ۶ با روی ۴ و آهن ۲ با روی ۶ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). تغییرات میزان اسانس در کلیه سطوح روی با افزایش میزان آهن، نشان داد که میزان اسانس در سطوح بالای آهن افزایش می‌یابد. با مصرف عناصر ریز مغذی فعالیت فتوسنتزی و توسعه پوشش گیاهی افزایش می‌یابد. با توجه به تأثیر عنصر آهن در رشد و نمو گیاه، می‌توان یکی از دلایل افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه را نقش این عنصر در فعالیت ساختمان کلروپلاست دانست که این افزایش منجر به تولید بیشتر غده‌های ترشح‌کننده اسانس در برگ می‌گردد (Evans, 1996). در سطح ۲ در هزار روی نیز با افزایش مقدار آهن، میزان اسانس افزایش یافت. این افزایش در سطح ۶ در هزار آهن تفاوت معنی‌داری با بقیه سطوح داشت. با مصرف ۴ در هزار روی و ۶ در هزار آهن، مقدار اسانس به حداکثر رسید و تفاوت معنی‌داری با سطوح کمتر آهن داشت. در آخرین سطح روی نیز فقط سطح ۲ در هزار آهن حداکثر اسانس را تولید کرد. نتایج کلی آزمایش نشان داد که میزان اسانس با افزایش میزان آهن و روی افزایش یافت (جدول ۳). محلول‌پاشی روی به میزان ۳ در هزار در نعنای باعث افزایش ۲۸/۲ درصدی اسانس نسبت به شاهد شد (Akhtar et al., 2009). همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی ۲۵۰ پی پی ام روی و آهن به صورت ترکیبی نسبت به مصرف جداگانه آن‌ها موجب افزایش میزان اسانس گیاه ریحان گردید (Said-Al Ahl and Abeer, 2010).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مصرف آهن و روی و اثر متقابل آهن × روی بر عملکرد اسانس اثر معنی‌داری بر عملکرد اسانس داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر عملکرد اسانس (۵۰ کیلوگرم در هکتار) از مصرف تیمار ۴ در هزار روی و ۶ در هزار آهن و کمترین عملکرد اسانس (۱۸ کیلوگرم در هکتار) نیز از مصرف ۲ در هزار روی و صفر آهن بدست آمد (جدول ۳). در سطوح صفر تا

سبب افزایش رشد گیاه و افزایش ترکیبات آروماتیکی و اسانس در گیاهان دارویی مانند نعناع می شود. ترکیب های تشکیل دهنده اسانس دانه آنیسون در مناسب ترین تیمار آهن (۶ در هزار) و روی (۴ در هزار) از لحاظ عملکرد اسانس، در شکل ۲ ارائه شده است. میانگین میزان اسانس آنیسون در آزمایش های مختلف بین ۱ تا ۵ درصد گزارش شده است (Embong *et al.*, 1997 and Orav *et al.*, 2008). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که از مهم ترین ترکیب های اسانس آنیسون، هومولن (۱۸/۳ درصد) و استراگول با ۱۸ درصد بیشترین مقدار را داشتند. همچنین 1-H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-Cyclohexene, 3-(1,5-methylene (۵/۲ درصد)، dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene (۸/۷ درصد)، Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl) (۱۵/۱ درصد)، Butanoic acid, 2-methyl-, 4-methoxy-2-(3-

از ترکیب های اسانس را تشکیل دادند. این ترکیب ها در مجموع ۷۷/۱ درصد از ترکیب های کل اسانس را تشکیل دادند. بقیه ۱۸ نوع ترکیب در مقادیر کم و مجموعاً کمتر از ۲۳ درصد اسانس را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). این تجزیه نشان دهنده اهمیت زیاد هومولن و استراگول در اسانس آنیسون می باشد، که در این آزمایش نیز بالاترین جزء را تشکیل می دهند (Abd El- Wahab and Mohamed, 2008). در آزمایش حاضر میزان استراگول نسبت به نتایج تعدادی از تحقیقات قبلی افزایش نشان داد. به نظر می رسد با توجه به تأثیر عناصر آهن و روی در رشد و نمو گیاه، می توان یکی از دلایل بیشتر شدن میزان اسانس را افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه و نقش این عنصر در فعالیت ساختمان کلروپلاست دانست که این افزایش می تواند منجر به تولید بیشتر غده های ترشح کننده اسانس در برگ شود (Evans, 1996).



شکل ۲- کروماتوگرام گازی اسانس حاصل از دانه آنیسون در تیمارهای محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن (۶ در هزار) و روی (۴ در هزار)

Fig. 2. Result of gas chromatography for essential oil obtained from seeds of anise in foliar application of Fe (6 g.l⁻¹) and Zn (4 g.l⁻¹) treatments

زیستی، میزان کلروفیل، درصد اسانس و عملکرد اسانس آنیسون شد و این افزایش همراه با مصرف عنصر روی به صورت محلول پاشی بیشتر شد، به طوری که

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف آهن موجب افزایش تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد

مقادیر ۶ در هزار آهن و روی بالاترین میزان عدد کلروفیل متر را تولید کرد. در شرایط آزمایش حاضر بیشترین تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و عملکرد اسانس آنیسون در غلظت‌های آهن ۶ در هزار و روی ۴ در هزار بدست آمد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری مسئولان آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

- Abd El- Wahab, Mohamed. A. 2008.** Effect of some trace elements on growth, yield and chemical constituents of *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan) plants under Sinai conditions. Res. Agric Biol. J. 4(6): 717-724.
- Akhtar, N., M. Abdul Matin Sarker, H. Akhter and M. Katrun Nada. 2009.** Effect of planting time and micronutrient as zinc chloride on the growth, yield and oil content of *Mentha piperita*. Soil Sci. J. 44(1): 125-130.
- Asad, A., and R. Rafique. 2000.** Effect of zinc, copper, iron, manganese and boron on the yield and yield components of wheat in Tehsil Peshawar. Pak. Biol Sci. J. 3 (10): 1615-1620.
- Bukvic, G., M. Antunovic, S. Popovic and M. Rastija. 2003.** Effect of P and Zn fertilization on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). Plant Soil Environ. J. 49(11): 505-510.
- Embong, M. B., D. Hadziyev and S. Molnar. 1997.** Essential oils from spices grown in Alberta. Anise oil (*Pimpinella anisum* L.). Can. Plant Sci. J. 57: 681-688.
- Evans, W. C. 1996.** Pharmacognosy. 14th Edition. Chapter 21. Volatile Oils and Resins. John Wiley, New York. 450 pp.
- Ghorbanli, M. 2005.** Mineral Nutrition of Plants. Tarbiat Modarres University Press. 235pp. (In Persian).
- Kasrayi, R. 1993.** Brief About the Science of Plant Nutrition. Tabriz University Press. 372pp. (In Persian).
- Khalili Mahale, J. and M. Roshdi. 2008.** Effect of micronutrient sprayed on quantitative and qualitative characteristics of corn silage 704 in the Khoy. Seed Plant Prod. J. 24(2): 281-293. (In Persian with English abstract).
- Koocheki, A. and M. Banayan. 1994.** Physiology of crop yield. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 380pp. (In Persian).
- Malakouti, M. J. and M. M. Tehrani. 1999.** Effect of micronutrients application on yield and quality of agricultural products. Tarbiat Modares University Press. 300pp. (In Persian).
- Omidbaigi, R. 2000.** Production and processing of medicinal plants (Vol. III). Astan Quds Razavi Publications. 397pp. (In Persian).
- Orav, A., A. Raal and E. Arak. 2008.** Essential oil composition of *Pimpinella anisum* L. fruits from various European countries. Natur. Prod. Res. J. 22(3): 227-232.
- Said-Al Ahl, H. A. H., and A. M. Abeer. 2010.** Effect of zinc and / or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. Appl. Sci. J. 3(1): 97-111.

- Sharafi, S., M. Taj Bakhsh., M. Majidi and A. A. Poor Mirza. 2000.** Effects of iron and zinc on yield, protein and nutritional balance in two varieties of maize seed. *Water Soil. J.* 12(1): 85-94. (In Persian with English abstract).
- Silspoor, M. 2007.** Effect of consumption of iron and zinc elements in quantitative and qualitative characteristics of irrigated wheat. *Pajouhesh va Sazandeghi.* 76: 123-133. (In Persian with English abstract).
- Xue, H., P. H. Nhat, R. Gachter and P. S. Hooda. 2003.** The transport of Cu and Zn from agriculture soils to surface water in a small catchment. *Adv. Environ. Res.* 8: 69-76.
- Zare DehAbadi, S., Z. Asrar and M. Mehrabani. 2007.** Effect of zinc on growth and some physiological parameters of mint. *Iran. Plant Biol. J.* 20(3): 230-241. (In Persian with English abstract).
- Zehtab-Salmasi, S., F. Heidari, and H. Alyari. 2008.** Effect of micronutrients and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Plant Sci. Res.* 1(1): 24-28.

Effect of Fe and Zn foliar application on plant characteristics and essential oil content of anise (*Pimpinella anisum* L.)

Pirzad, A. R.¹, P. Tousi² and R. Darvishzadeh³

ABSTRACT

Pirzad, A. R., P. Tousi and R. Darvishzadeh. 2013. Effect of Fe and Zn foliar application on plant characteristics and essential oil content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*. 15(1): 12 -23. (In Persian).

To evaluate effects of foliar application of Fe and Zn on morphology and yield of anise, a factorial experiment was conducted using randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, Urmia University, Urmia, Iran, in 2008. Treatments were Fe and Zn application (0, 2, 4 and 6 g.l⁻¹). Results showed significant effect of Fe and Zn on the number of branches and the stem diameter, and the interaction of Fe and Zn on chlorophyll content, the number of seed.plant⁻¹, biomass yield, seed yield was also significant. The highest SPAD value (chlorophyll content) (37.9) was observed at 6 g.l⁻¹ of Fe and Zn, and the lowest value (15.3) was measured at 0 g.l⁻¹ Fe and 2 g.l⁻¹ Zn. The highest biomass yield (2652 kg.ha⁻¹) and seed yield (1372 kg.ha⁻¹) was obtained from 6 g.l⁻¹Fe and 4 g.l⁻¹ of Zn and the lowest biomass yield (716 kg.ha⁻¹) and seed yield (470 kg.ha⁻¹) belonged to 0 g.l⁻¹ and 6 g.l⁻¹ of Fe and Zn, respectively. Results also showed that the highest essential oil yield (50 kg.ha⁻¹) was obtained from 6 g.l⁻¹ Fe and 4 g.l⁻¹ of Zn, and the lowest essential oil yield (18 kg.ha⁻¹) belonged to 2 g.l⁻¹ Fe and Zn. Homolen and Estragole was largest component both with 18% essential oil measured by gas chromatography analysis. It is concluded that foliar application of Fe increased seed yield, chlorophyll content and essential oil yield of anise and this was enhanced by foliar application of Zn.

Key words: Anise, Chlorophyll content, Essential oil, Homolen, Estragole and Foliar application.

Received: May, 2012

Accepted: January, 2013

1- Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran (Corresponding author)
(Email: a.pirzad@urmia.ac.ir)

2- PhD. Student, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

3- Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran