نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۰۲-۹۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 95-102
ISSN: 2008 - 4730

اثر محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن دانه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

اسماعیل رضائی چیانه[1*]- سعید زهتاب سلماسی[2]- علیرضا پیرزاد[3] - امیر رحیمی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۴

چکیده

اگر چه مطالعات متعددی درباره تاثیر عناصر ریز مغذی بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف انجام شده است، اما اطلاعات کمی درباره تاثیر این عناصر ریز مغذی بر عملکرد و مقدار روغن دانه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) وجود دارد. در این راستا، به منظور ارزیابی اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن دانه گیاه دارویی همیشه بهار، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹- ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور آذربایجان غربی- شهرستان نقده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل مصرف جداگانه عناصر ریز مغذی آهن، روی، منگنز و تیمارهای ترکیبی آنها (آهن+ روی، آهن+ منگنز، روی+ منگنز، آهن + روی+ منگنز) و تیمار عدم مصرف عناصر ریز مغذی (شاهد) بودند. محلول‌پاشی هریک از عناصر ریزمغذی با غلظت دو در هزار در دو مرحله ساقه دهی و شروع گلدهی انجام گرفت. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد روغن بودند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر تمام صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری داشته و سبب بهبود اجزای عملکرد، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن نسبت به تیمار شاهد گردید. تیمار محلول‌پاشی با آهن بیشترین تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیکی و تیمار ترکیبی روی+ آهن بیشترین تعداد کاپیتول در بوته و عملکرد دانه (۶۴۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) و تیمار ترکیبی روی+ آهن+ منگنز بالاترین عملکرد روغن (۱۲۴/۲۰ کیلوگرم در هکتار) را تولید کردند، به طوریکه عملکرد دانه و عملکرد روغن به ترتیب ۳۱/۲۷ و ۴۴/۱۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. از نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌توان نتیجه گیری کرد که استفاده از عناصر ریز مغذی به دلیل افزایش قابل ملاحضه عملکرد دانه و روغن در منطقه مورد آزمایش توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه درکاپیتول، تعداد کاپیتول در بوته، عملکرد کمی، عملکرد کیفی، گیاه دارویی

مقدمه

همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی از تیره کاسنی (Asteracea)، علفی و یکساله با ساقه منشعب بوده، ریشه این گیاه مخروطی شکل، برگ‌ها بلند، باریک، کم و بیش کرکدار و فاقد دندانه است. رنگ گل‌ها زرد و یا نارنجی، میوه فندقه، قهوه‌ای رنگ و سطح آن ناصاف می‌باشد که وزن هزار دانه آن به طور متوسط ۸ تا ۱۲ گرم است. بذور این گیاه محتوی ۵ تا ۲۰ درصد روغن می‌باشد و تأثیر ضد تورم دارد (۱).

تغذیه معدنی همگام با دسترسی به آب، رقم مناسب، کنترل بیماری، حشرات و علف‌های هرز نقش مهمی در بهبود عملکرد گیاهان دارند. در این میان، اگرچه عناصر غذایی ریزمغذی در مقادیر بسیار کم مورد نیاز گیاه هستند، ولی نقش اساسی در واکنش‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و فرآیندهای متابولیکی گیاهان دارند و منجر به افزایش کمی و کیفی محصولات می‌شوند (۷). عناصر ریزمغذی به خصوص روی، آهن و منگنز به طور وسیعی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل تثبیت آن‌ها توسط خاک، بالا بودن pH و درصد بالای کربنات کلسیم این خاک‌ها، به‌سرعت به‌شکل غیر قابل جذب برای گیاه تبدیل می‌شوند و کمبود آن‌ها در گیاهان ظاهر می‌شود (۹). در ایران نیز به دلیل غالبیت شرایط آهکی خاک‌ها، مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی و به خصوص مصرف

۱- استادیار گروه گیاهان دارویی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه و مدرس دانشگاه پیام نور نقده
(*- نویسنده مسئول: Email: e.rezaeichiyaneh@urmia.ac.ir)
۲-استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳ و۴- دانشیار و استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

بی‌رویه فسفر، عدم رعایت تناوب زراعی، مصرف ناچیز کودهای آلی و بالاخره عدم مصرف کودهای محتوی عناصر ریزمغذی در گذشته، امروزه کمبود این عناصر در خاک‌ها و در نتیجه موادغذایی بیشتر مشهود می‌باشد (۶ و ۹). بنابراین برای برطرف نمودن نیاز گیاه به عناصر غذایی و افزایش عملکرد و کیفیت محصول در این مناطق، به دلیل کارآیی پایین مصرف خاکی، تغذیه برگی مفید و مؤثر است (۲۲).

آهن یکی از عناصر غذایی ریزمغذی می‌باشد که در اعمال متابولیکی مثل تثبیت نیتروژن، ساخت کلروفیل و تیلاکوئید، توسعه کلروپلاست، تولید رنگدانه و به‌عنوان کاتالیزور در فعالیت‌های آنزیمی از جمله آنزیم‌های مسیر تنفس نوری و گلیکولات و آنزیم‌های تنظیم و کنترل تعرق گیاه شرکت دارد (۱۶ و ۱۷). در شرایط کمبود آهن، میزان فتوسنتز و سرعت تثبیت دی اکسید کربن در واحد سطح برگ کاهش یافته (۱۲) و در نتیجه از ذخیره نشاسته و قند در برگ‌ها کاسته می‌شود که این امر موجبات کاهش وزن هزاردانه و عملکرد دانه را فراهم می‌کند (۲۵).

عنصر روی به‌عنوان بخشی از ساختمان آنزیم‌ها و یا به‌صورت کوفاکتور عمل می‌کند. عنصر روی برای ساخت DNA، RNA، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، روغن‌ها و پروتئین‌ها (ساختمان ریبوزوم) استفاده می‌شود. عنصر روی همچنین در فتوسنتز، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول، حفظ ساختمان و عملکرد غشای سلولی و هورمون تحریک کننده رشد و باروری (گلدهی و میوه‌دهی) گیاهان شرکت دارد (۹، ۲۲ و ۲۴). مشاهدات نشان می‌دهد که کمبود روی باعث کوتاه شدن فاصله میانگره‌ها می‌شود و مشخص شده است که این عنصر ارتباط نزدیکی با میزان اکسین موجود در گیاه دارد (۶).

منگنز در ترکیب آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفسی نقش داشته و در متابولیسم گیاهی نقش فعالی دارد. در گیاهان مواجه با کمبود منگنز، جذب فسفر و کلسیم، میزان کلروفیل، فتوسنتز و مقدار روغن در بذر کاهش می‌یابد (۲ و ۹). رمرودی و همکاران (۵) گزارش کردند که تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (آهن، روی و منگنز) بر عملکرد بیولوژیکی و دانه، عملکرد موسیلاژ، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اسفرزه معنی‌دار بود و تیمار محلول‌پاشی با روی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، بطوریکه عملکرد آن ۲۲ درصد بیشتر از شاهد بود. رحیمی و همکاران (۴) با کاربرد عناصر ریزمغذی آهن، روی، بُر و منگنز همراه با عناصر پر مصرف اثرات معنی‌داری را بر صفات درصد روغن، عملکرد دانه در هر بوته، شاخص برداشت و وزن هزاردانه در دو رقم از آفتابگردان مشاهده کردند. در یک بررسی، استفاده از محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و آهن در گیاه بادام زمینی باعث افزایش عملکرد و جذب مواد غذایی در مقایسه با شاهد شد و کاربرد ترکیبی آهن و روی اثر بیشتری را نسبت به مصرف جداگانه آن‌ها به همراه داشت (۱۳).

با توجه به اهمیت عناصر ریزمغذی در بهبود عملکرد محصولات کشاورزی، این تحقیق با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و ترکیب تلفیقی آنها بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی همیشه بهار اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹- ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور استان آذربایجان غربی- شهرستان نقده با ˚۴۵ و َ۲۵ طول جغرافیایی و ˚۳۶ و َ۵۷ عرض جغرافیایی و ارتفاع ۱۳۰۷ متر از سطح آب های آزاد اجرا شد. میانگین‌های متوسط دما و بارندگی سالیانه در طی یک دوره ده ساله به ترتیب برابر ۱۲/۴۰ درجه سانتی-گراد و ۳۲۳ میلی‌متر گزارش شده است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار اجرا شد. تیمارها شامل مصرف جداگانه عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و ترکیبات ترکیبی آنها (آهن+ روی، آهن+ منگنز، روی+ منگنز، آهن + روی+ منگنز) و تیمار عدم مصرف کود (شاهد) بودند. محلول‌پاشی هریک از عناصر ریزمغذی با غلظت دو در هزار در دو مرحله ساقه دهی و شروع گلدهی در اوایل صبح انجام گرفت. برای حذف اثرات محلول‌پاشی در تیمار شاهد، همزمان اقدام به آب‌پاشی آنها گردید. پس از هر بار محلول‌پاشی، مزرعه آبیاری شد.

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

پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم)	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم)	روی (میلی گرم بر کیلوگرم)	درصد موادآلی	درصد نیتروژن کل	هدایت الکتریکی	اسیدیته	بافت خاک
۴۰۷	۱۰/۵	۱۲	۱۵	۱/۸	۱/۴۸	۰/۱۴	۰/۸۹	۷/۹	رسی سیلتی

کوددهی بر اساس آزمون خاک به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در دو مرحله قبل از کاشت و مرحله ساقه رفتن، ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل به همراه ۲۵۰ کیلوگرم کود گوگرد بنتونیت در هکتار (تماماً قبل از کاشت) به خاک اضافه شدند و توسط کلوخ خردکن دوّار[1] با خاک مخلوط گردید. هر واحد آزمایشی شامل هشت ردیف کاشت به طول چهار متر و با فاصله‌ی بین ردیف ۴۰ سانتی متر و روی ردیف ۱۵ سانتی متر بود. بذور در سه سانتی‌متری زیر سطح خاک در تاریخ ۱۳۸۹/۰۱/۳۰ به صورت خطی کشت شدند. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی بر حسب شرایط اقلیمی منطقه به فاصله هر هفت روز یکبار تا آخر فصل رشد انجام شد.

جهت اطمینان از استقرار یکنواخت بوته‌های همیشه بهار، کشت بذور با تراکم بالا صورت گرفت. سپس گیاهان سبز شده در دو مرحله دو و چهار برگی تنک شدند. علف‌های هرز در طول فصل رشد از طریق وجین دستی کنترل شدند. از نظر آفات مزرعه، برای کنترل شته در مرحله دانه بندی گیاه از حشره کش دیازینون به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. در پایان فصل رشد، هنگامی که رنگ بوته‌ها متمایل به زرد شده بود، ابتدا از هر کرت به طور تصادفی تعداد ۱۰ بوته انتخاب و صفات نظیر ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه اندازه گیری شدند. برای تعیین عملکرد نهایی، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان اثر حاشیه حذف و مابقی بوته‌ها برداشت و دانه‌های آنها جدا و تعیین گردید. سپس بوته‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد تا ثابت ماندن وزن خشک درون آون قرار گرفتند. بدین ترتیب عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح برای هر واحد آزمایشی تعیین گردید.

برای استخراج روغن، ابتدا دانه‌های مورد آزمایش آسیاب و پودر شدند. از نمونه‌های آسیاب شده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، بعد از ۲۴ ساعت به مقدار پنج گرم وزن کرده و در داخل سوکسله با ۳۰۰ سی سی از محلول دی اتیل اتر قرار گرفتند. پس از ۶ ساعت حلال مورد نظر از روغن توسط روتاری جدا شد (۲۰) عملکرد روغن با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید:

(۱) عملکرد بذر × درصد روغن = عملکرد روغن

تجزیه آماری داده‌ها آزمایش با استفاده از نرم افزار SPSS 16 و جهت مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد ($p\leq ۰/۰۱$) و بر درصد روغن و عملکرد روغن در سطح احتمال پنج درصد ($p\leq ۰/۰۵$) معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۴۰ سانتی‌متر) از تیمار محلول‌پاشی روی و کمترین ارتفاع بوته (۲۹/۳۳ سانتی‌متر) از تیمار شاهد به دست آمد. بنابراین، در ترکیبات تیماری که عنصر روی حضور دارد نسبت به شرایط بدون روی افزایش معنی داری در ارتفاع بوته مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به اهمیت وجود روی در مناطق مریستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول باعث افزایش رشد رویشی و ارتفاع بوته گردید (۱۸). تأثیر مثبت روی در حضور عنصر آهن را بر ارتفاع بوته به افزایش فعالیت فتوسنتزی و کارایی جذب نیتروژن می‌توان نسبت داد (۲۲ و ۲۴). به گزارش غفاری ملایری و همکاران (۶) کمبود روی به علت تاثیر سوء بر بیوسنتز اکسین، می‌تواند باعث کاهش ارتفاع ساقه و عملکرد گیاه شود. کمرکی و گلوی (۸) در گلرنگ نیز تاثیر عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته را معنی‌دار گزارش کردند که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

همانگونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد، بیشترین تعداد کاپیتول در بوته (۳۷ عدد) از تیمار ترکیبی آهن+ روی و کمترین آن (۲۵/۶۶ عدد) از تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۳). روی از طریق تولید هورمون اکسین باعث افزایش رشد رویشی، شاخه بندی و فتوسنتز بیشتر و وجود آهن در ساختار کلروفیل و تاثیر آن بر میزان فتوسنتز و تثبیت دی اکسید کربن (۲۲) موجب بهبود اجزای عملکرد از جمله تعداد کاپیتول گشته است. کمرکی و گلوی (۸) نشان دادند که عناصر ریزمغذی (آهن، بر و روی) در گلرنگ باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیکی، شاخص برداشت و درصد روغن نسبت به تیمار شاهد گردید. حیدریان و همکاران (۱۹) در سویا، باقری خولنجانی و سلامتی (۱۴) در سیاه دانه، نیز گزارش کردند که عناصر ریزمغذی موجب بهبود اجزای عملکرد و عملکرد گیاهان فوق گردیده است.

بیشترین تعداد دانه در کاپیتول به تیمار ترکیبی آهن+ روی+ منگنز (۳۶/۳۳ عدد) و کمترین مقدار آن (۲۴/۳۳ عدد) به تیمار شاهد تعلق داشت که با تیمار منگنز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). از آن‌جا که تعداد دانه‌های همیشه بهار از اجزای مهم عملکرد دانه محسوب می‌شود و محل ذخیره آسیمیلات‌ها هستند، با افزایش تعداد دانه در کاپیتول، مخازن بزرگتری برای انتقال مواد جذب شده به وجود خواهد آمد و هر عاملی که باعث افزایش این عامل شود، منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد.

1- Rotavator

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و روغن دانه در گیاه همیشه بهار

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد کاپیتول بارور در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۱۶/۲۵ ns	۱۲/۶۶ ns	۰/۵ ns	۱/۸۰ ns	۱۱۶۶۵/۲۵ ns	۱۶/۶۲ ns	۴/۹۰ ns	۱۶۹ ns
تیمار	۷	۵۱/۷۹**	۴۶/۹۵**	۷۰/۷۰**	۲/۲۰**	۱۰۴۲۶۹/۷۱**	۱۴۵۹۷/۳۷**	۷/۶۹*	۸۰۸/۶۲*
خطا	۱۴	۱۶/۲۶	۸/۵۲	۱۳/۴۰	۰/۶۹	۱۹۶۵۹/۸۳	۳۰۸۵/۴۸	۱/۹۹	۲۵۱/۷۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۷۸	۹/۳۶	۱۱/۶۷	۱۱	۱۰/۴۷	۹/۹۲	۷/۵۳	۱۵

ns، * و **- به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد ، اجزای عملکرد و روغن دانه در گیاه همیشه بهار

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد کاپیتول در بوته	تعداد دانه در کاپیتول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
شاهد	۲۹/۳۳ c	۲۵/۶۷ c	۲۴/۳۳ c	۶/۳۳ b	۱۰۰۰/۳۳ c	۴۴۲/۳۳ c
آهن	۳۳/۶۸ abc	۲۳/۳۳ ab	۳۵ a	۸/۴۳ a	۱۵۲۳/۳۴ a	۵۸۶/۶۷ a
روی	۴۰ a	۳۳/۳۴ ab	۳۳/۶۷ ab	۷/۱۳ ab	۱۳۵۷ a	۵۶۰ ab
منگنز	۲۹/۶۸ c	۲۶/۳۳ c	۲۵/۳۳ c	۶/۵۳ b	۱۰۶۳/۳۳ bc	۴۷۶/۳۳ bc
آهن+ روی	۳۷/۶۸ ab	۳۷ a	۳۴/۳۳ a	۸/۱۳ a	۱۴۸۰/۶۷ a	۶۴۳/۶۶ a
آهن+ منگنز	۳۰/۳۴ bc	۳۰/۶۷ bc	۲۷/۳۳ bc	۸/۲ a	۱۳۸۴/۶۷ a	۵۶۳/۳۳ ab
روی+ منگنز	۳۵/۳۴ abc	۲۹/۳۳ bc	۳۴/۶۷ a	۷ ab	۱۲۶۶/۶۸ ab	۵۷۰ ab
آهن+ روی+ منگنز	۳۸ ab	۳۴/۶۷ ab	۳۶/۳۳ a	۸/۳۳ a	۱۳۶۰ a	۶۳۴/۳۳ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

روی با افزایش مقدار تنظیم کننده‌های رشد، کمک به متابولیسم مواد و با تاثیرگذاشتن بر واکنش‌های انتقال الکترون در چرخه کربس و مشارکت در تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی، شرکت در تولید مواد هیدروکربن‌دار و پروتئین و انتقال آن‌ها و همچنین با متمرکز بودن در اندام‌های زایشی به ویژه در گلها به همراه آهن به عنوان کاتالیزور در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی اکسیداسیون و احیاء در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی حضور فعال دارند (۷، ۱۸ و ۲۱). بنابراین، تغذیه گیاه با روی و آهن سبب ذخیره کربوهیدرات‌های دانه گرده و افزایش طول عمر آن و در نتیجه، موجب افزایش گرده افشانی و در نهایت باعث افزایش تعداد، وزن دانه و در نهایت عملکرد دانه می‌شود. رمرودی و همکاران (۵) گزارش کردند که تعداد دانه در سنبله اسفرزه تحت تاثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار گرفت و به طور معنی-داری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. غفاری ملایری و همکاران (۶) نشان دادند که مصرف عناصر ریزمغذی موجب افزایش تعداد دانه در ذرت شد. حیدریان و همکاران (۱۹) در سویا نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین (۸/۴۳ گرم) و کمترین وزن هزاردانه (۶/۳۳ گرم) به ترتیب به تیمارهای محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن و شاهد تعلق داشت. به طوریکه مقدار وزن هزاردانه در تیمار محلول‌پاشی با آهن نسبت به تیمار شاهد ۳۰ درصد افزایش نشان داد. محلول پاشی منگنز به تنهایی نتوانسته است وزن هزار دانه را نسبت به شاهد افزایش دهد و این عدم تاثیر منگنز در ترکیبات تیماری نیز تا حدودی مشاهده می شود (جدول ۳). تعداد رنگدانه‌های فتوسنتز کننده، مقدار کلروفیل برگ‌ها، میزان فتوسنتز و سرعت تثبیت دی اکسید کربن در حضور آهن در واحد سطح برگ افزایش می‌یابد. در نتیجه تولید نشاسته و قند در برگ‌ها و ذخیره سازی آن در دانه، موجبات افزایش وزن هزاردانه و عملکرد دانه را فراهم می‌کند (۲۱). در تحقیق حاضر بعد از آهن، عنصر روی تأثیر

بیشتری در افزایش وزن دانه داشت (جدول ۳) که به دلیل نقش آن در تشکیل دانه و افزایش وزن دانه از طریق تأثیر بر فرآیند رشد زایشی و کمک به ماده‌سازی و تولید کربوهیدرات و پروتئین دانه می‌باشد (۱۸). در یک بررسی در کتان مشخص شد که محلول‌پاشی با عناصر غذایی ریز مغذی آهن، روی و منگنز سبب افزایش وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد (۱۵). افزایش وزن هزار دانه از طریق مصرف عناصر ریز مغذی توسط حیدریان و همکاران (۱۹)در سویا، کمرکی و گلوی (۸) در گلرنگ و رمرودی و همکاران (۵) در اسفرزه و غفاری ملایری و همکاران (۶) در ذرت گزارش شده است.

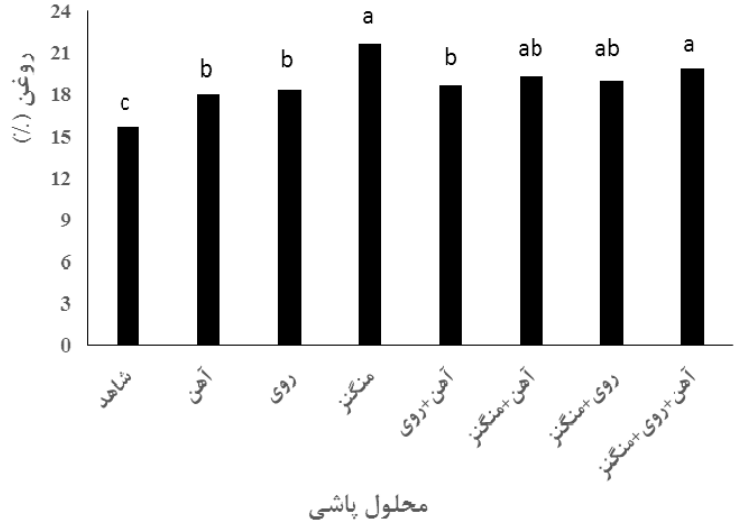
بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۱۵۲۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار آهن و کمترین مقدار آن (۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار شاهد به دست آمد. به طوریکه آهن سبب افزایش ۳۴ درصدی عملکرد بیولوژیکی گردید (جدول ۳). تأثیر مثبت عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیکی ممکن است به دلیل افزایش بیوسنتز اکسین بر ارتفاع بوته در حضور عنصر روی، افزایش کارایی جذب نیتروژن، افزایش غلظت کلروفیل و فعالیت ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز باشد که منجر به بهبود کارایی فتوسنتز و به دنبال آن موجب افزایش عملکرد بیولوژیکی می‌گردد (۲، ۷ و ۹). کمبود عناصر ریزمغذی به خصوص عنصر آهن سبب کاهش شدید فتوسنتز می‌شود که در نهایت این امر می‌تواند منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی گردد به همین دلیل کمترین عملکرد بیولوژیکی به تیمار شاهد تعلق داشت. در یک تحقیق مشخص گردید که تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی در مقایسه با شاهد بطور معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی اسفرزه را افزایش داد (۵). زهتاب سلماسی و همکاران (۲۸) در نعناع فلفلی، باقری خولنجانی و سلامتی (۱۴) در سیاه دانه، کمرکی و گلوی (۸) در گلرنگ و غفاری ملایری و همکاران (۶) در ذرت نیز با محلول‌پاشی عناصرریز مغذی به عملکرد بیولوژیکی بالاتر دست یافتند.

مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر آن است که تیمارهای محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی در مقایسه با شاهد، به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه شدند. بالاترین عملکرد دانه (۶۴۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ترکیبی روی+ آهن حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۳۱/۲۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). عملکرد دانه همیشه بهار تابع اجزای عملکرد (تعداد کاپیتول، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزار دانه) می‌باشد و تغییر در هر یک از اجزاء سبب تغییر در عملکرد دانه خواهد شد. تاثیر عناصر ریز مغذی بر عملکرد دانه را به این صورت می‌توان توجیه کرد که این عناصر با افزایش دوام سطح برگ، بهبود فتوسنتز و یا تسهیم بهتر مواد در دانه‌ها باعث افزایش عملکرد می‌شوند (۷ و ۹). بنابراین، عناصر ریز مغذی رابطه متقابلی با یکدیگر دارند. شیرانی راد و همکاران (۲۶) گزارش کردند که مصرف توأم آهن و روی بر عملکرد بابونه تاثیر معنی‌دار داشت. خلیلی محله و رشدی (۳) نیز اظهار نمودند مصرف توأم محلول‌پاشی سه عنصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز باعث افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کیفی ذرت شد. مطالعه بر روی گیاه کتان نشان داد که محلول‌پاشی توأم عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز، عملکرد دانه را بیش از مصرف انفرادی این عناصر افزایش می‌دهد (۱۵). در یک بررسی که در مورد اثرات عناصر ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد اسفرزه انجام شد، محلول‌پاشی توأم این دو عنصر غذایی، عملکرد دانه را ۲۳ درصد افزایش داد (۲۷). نتایج حاصل با تحقیقات انجام یافته توسط نصیری و همکاران (۲۳) در بابونه، رمرودی و همکاران (۵) در گیاه اسفرزه، حیدریان و همکاران (۱۹) در سویا، باقری خولنجانی و سلامتی (۱۴) در سیاه دانه، غفاری ملایری و همکاران (۶) در ذرت وکمرکی و گلوی (۸) در گلرنگ مطابقت دارد.

تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد به طور معنی‌دار درصد روغن را افزایش دادند. بالاترین درصد روغن از محلول‌پاشی با منگنز (۲۱/۶۶ درصد) حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد (۱۵/۶۷ درصد) ۲۷ درصد افزایش داشت (شکل ۱).

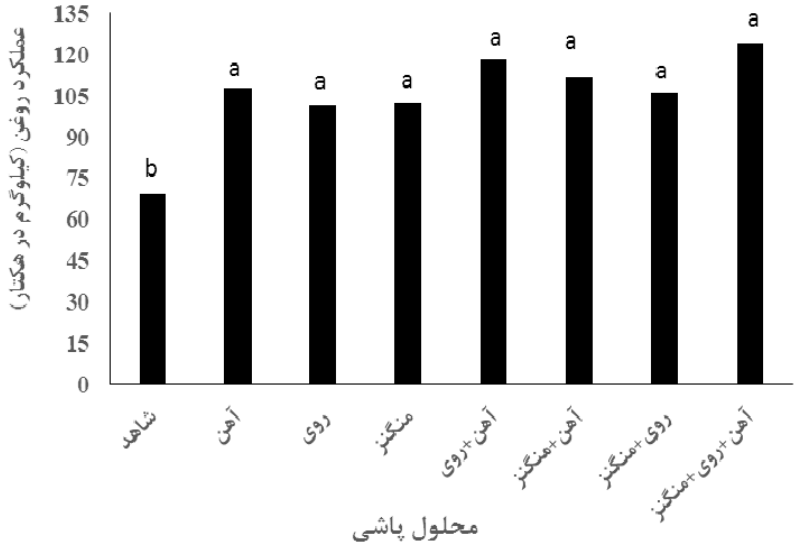
تحقیقات نشان داده گیاهانی که کمبود منگنز دارند، نه تنها میزان کلروفیل، بلکه حتی به میزان بیشتر، اجزای معمولی غشای کلروپلاست، مانند گلیکولیپیدها و اسیدهای چرب غیر اشباع کاهش می‌یابند و میزان روغن بذور چنین گیاهانی اغلب پایین است. شاید پایین بودن میزان روغن بذور چنین گیاهانی در شرایط کمبود منگنز، کاهش میزان فتوسنتز و در نتیجه، کمتر بودن اسکلت‌های کربن برای ساختن اسیدهای چرب می‌باشد (۲). عنصر روی نیز می‌تواند متابولیسم چربی‌ها را افزایش دهد و از این طریق درصد روغن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. آهن در ترکیب آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفسی و همچنین در متابولیسم گیاهی نقش فعالی دارد (۸). بنابراین، با توجه به نقش اساسی عناصر ریزمغذی در واکنش‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و فرآیندهای متابولیکی گیاهان، تأثیر بسزایی در افزایش کمی و کیفی محصولات دارند (۹). در تحقیق حاضر عناصر ریزمغذی با رفع به موقع نیاز گیاه باعث افزایش درصد روغن گردیدند. نصری و خلعتبری (۱۱) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی (آهن، منگنز، روی، بر و مولیبدن) درصد روغن در کلزا را افزایش دادند. نتایج تحقیقات متعدد حاکی ازتأثیر عناصر ریزمغذی بر افزایش درصد روغن می‌باشد (۸، ۱۰ و ۲۵).

مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) حاکی از تأثیر مثبت تیمارهای محلول‌پاشی بر عملکرد روغن در مقایسه با شاهد بود. کمترین (۶۹/۳۲ کیلوگرم در هکتار) و بیشترین (۱۲۴/۲۰ کیلوگرم در هکتار) عملکرد روغن به ترتیب به تیمار شاهد و محلول‌پاشی ترکیبی آهن+ روی+ منگنز تعلق داشتند که در مقایسه با تیمار شاهد ۴۴ درصد افزایش داشت.



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر درصد روغن دانه همیشه بهار

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد روغن دانه همیشه بهار

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند

افزایش عملکرد روغن در شرایط کاربرد عناصر ریزمغذی به این دلیل است که عملکرد روغن تابعی از درصد روغن و عملکرد دانه می‌باشد و چون عناصر ریزمغذی آهن+ روی+ منگنز سبب افزایش درصد روغن و عملکرد دانه گردید، عملکرد روغن را نیز افزایش داد (شکل ۲). گزارش شده است که محلول پاشی ترکیبی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌دار عملکرد روغن کتان گردید (۱۵). نصری و خلعتبری (۱۱) در کلزا نیز به نتایج مشابهی دست یافتند که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی از طریق بهبود اجزای عملکرد سبب افزایش عملکرد دانه و روغن همیشه بهار گردید. تأثیر معنی‌دار

محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر ویژگی‌های کمی و کیفی همیشه بهار بیانگر تأثیر سودمند محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی می‌باشد که نشان می‌دهد محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی می‌تواند به عنوان یک راهکار مدیریتی کارآمد در تولید محصولات کشاورزی مناسب باشد.

منابع

۱- امید بیگی ر .۱۳۸۸. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۳۸ صفحه.

۲-خلد برین ب. و اسلام زاده ط. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاهی شیراز. ۴۹۵ صفحه.

۳-خلیلی محله ج. و رشدی م. ۱۳۸۷. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰۴ در خوی. مجله نهال و بذر. ۲ (۲۴): ۲۹۳- ۲۸۱.

۴-رحیمی م م.، مظاهری د. و خدابنده ن. ۱۳۸۰. اثر عناصر ریز مغذی بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم آفتابگردان در منطقه ارسنجان. مجله پژوهش و سازندگی. ۶۱: ۱۰۳- ۹۶.

۵-رمرودی م.، کیخاژاله م.، گلوی م.، ثقه الاسلامی م.ج. و برادران ر. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۲ (۳): ۲۲۶-۲۱۹.

۶-غفاری ملایری م.، اکبری غ.ع. و محمدزاده آ. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت به کاربرد خاک مصرف و محلول پاشی عناصر ریزمغذی. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. . ۲ (۱۰): ۳۷۳-۳۶۸.

۷-کامکار ب.، صفاهانی لنگرودی ع.ر. و محمدی ر.۱۳۹۰. کاربرد مواد معدنی در تغذیه گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۰ صفحه.

۸-کمرکی ح. و گلوی م. ۱۳۹۱. ارزیابی محلولپاشی عناصر ریزمغذی آهن، بر و روی بر ویژگیهای کمی و کیفی گلرنگ. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۳ (۴): ۲۰۶- ۲۰۱.

۹-ملکوتی م.ج.، کشاورز پ. و کریمیان ن. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۷۵۵ صفحه.

۱۰-میرزاپور م.ح. و خوشگفتار منش ا.ح. ۱۳۸۷. تاثیر کود دهی آهن بر رشد، عملکرد و مقدار روغن دانه آفتابگردان در یک خاک آهکی شور - سدیمی. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۴ (۸): ۷۴-۶۱.

۱۱-نصری م. و خلعتبری م. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر غلظت محلول پاشی ریز مغذی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزا در منطقه ورامین. فصلنامه دانش کشاورزی ایران. ۲ (۵): ۲۱۳-۱۰۷.

12- Alvarez-Fernandez A., Garcıa-Lavina P., Fidalgo C., Abadıa J., and Abadıa A. 2004. Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. Plant and Soil, 262: 5-15.

13- Attia K.K. 2004. Response of two peanut varieties to phosphorus fertilization and foliar application of certain micronutrients under sandy calcareous soil conditions. Assiut Journal Agricultural Sciences, 35: 253-267.

14- Bagheri Khoulenjani M., and Salamati M.S. 2011. Morphological reaction and yield of *Nigella sativa* L. to Fe and Zn. African Journal of Agricultural Research, 7: 2359-2362.

15- Bakry B.A., Tawfik M.M. Mekki B.B., and Zeidan M.S. 2012. Yield and yield components of three flax cultivars (*Linum usitatissimum* L.)in response to foliar application with Zn, Mn and Fe under newly reclaimed sandy soil conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 12: 1075-1080.

16- Bernal M., Cases R., Picorel R., and Yruela I. 2007. Foliar and root Cu supply affect differently Fe and Zn-uptake and photosynthetic activity in soybean plants. Environmental and Experimental Botany, 60:145–150.

17- Blakrishman K. 2000. Peroxidase activity as an indicator of the iron deficiency banana. Indian Journal of Plant Physiology, 5: 389-391.

18- Broadley M. R., Philip J.W., Hammond J.P., Zelko I., and Alexander L. 2007. Zinc in plants. New Phytologist, 173: 677–702.

19- Heidarian A.R., Kord H., Mostafavi K.H., Lak A.P., and Amini Mashhadi. F. 2011. Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (*Glycine max* L.) at different growth stages. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development, 3: 189 -197.

20- Leal F., Rodrigues A., Fernandes D., Nunes F.M., Cipriano J., Ramos J., Teixeira S., Vieira S., Carvalho L.M., and Pinto-Carnide O .2009. Invitro multiplication of *Calendula arvensis* for secondary metabolites extraction. Acta Horticulture, 812: 251-256.

21- Malakouti M.J. 2008. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 32: 215-220.

22- Marschner H.1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition, Academic Press Limited. Harcourt Brace and Company, Publishers, London, pp. 347-364.

23- Nasiri Y., Zehtab-Salmasi Z., Nasrullahzadeh S., Najafi N., and Ghassemi-Golezani K. 2010. Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Journal of Medicinal Plants Research, 4: 1733-1737.
24- Oshodi A.A., Olaofe O., and Hall G.M. 1993. Amino acid, fatty acid and mineral composition of pigeon pea. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 43: 187-191.
25- Ravi S., Channal H.T., Hebsur N.S., Patil B.N., and Dharmatti P.R .2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal Agriculture Science, 32: 382-385.
26- Shirani Rad A.H., Kavandi H., and Bitarafan Z. 2011. Plant density and foliar application of Zn and Fe effects on some quantitative and qualitative traits of german chamomile. International Journal of Science and Advanced Technology, 1: 59-64.
27- Zehtab-Salmasi S., Behrouznajhad S., and Ghassemi-Golezani K. 2012. Effects of foliar application of Fe and Zn on seed yield and mucilage content of Psyllium at different stages of maturity. International Conference on Environment, Agriculture and Food Sciences (ICEAFS'2012) August 11-12, 2012 Phuket (Thailand). 63-65.
28- Zehtab-Salmasi S., Heidari F., and Alyari H. 2008. Effect of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperment* L.). Plant Science Research, 1: 24-28.