بررسی تغییرات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی (*Matricaria recutita* L.) تحت تاثیرمحلول‌پاشی عناصر آهن، روی، منگنز و مس

سعید یوسف‌زاده*

استادیار، گروه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۱۷

چکیده

تغذیه برگی، روشی جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی در خاک و در نتیجه کاهش خطرات زیست محیطی از جمله کاهش آلودگی خاک و آب است. این روش تغذیه می‌تواند عناصر را در سریع ترین زمان در اختیار گیاه قرار داده و اثرهای مطلوبی بر شاخص‌های کمی و کیفی گیاه داشته باشد. در این راستا به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی آهن، روی، منگنز و مس بر تعدادی از صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی بابونه آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور مرند اجرا گردید. تیمارها شامل: شاهد، محلول پاشی سولفات آهن، روی، منگنز و مس بودند. در مرحله ساقه دهی گیاهان با سولفات روی، آهن، منگنز و مس که در آب مقطر حل شده بودند محلول‌پاشی شدند. تیمار شاهد با آب مقطر محلول‌پاشی گردید. در این مطالعه میزان اسانس با روش تقطیر با آب (کلونجر) اندازه‌گیری شد. محتوای کلروفیل (a، b و کل) با استفاده از استون ۸۰ درصد عصاره گیری شده و با روش اسپکتوفتومتری مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد محلول‌پاشی بر تمامی صفات مورد مطالعه تاثیر معنی‌دار داشت. کاربرد عناصر ریز مغذی تاثیر مثبتی بر ویژگی‌های مورد مطالعه گیاه در مقایسه با تیمار شاهد داشت. بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد گل در بوته، عملکرد گل خشک، وزن خشک کل، شاخص برداشت، میزان کلروفیل، درصد و عملکرد اسانس از محلول‌پاشی آهن بدست آمد. میزان کلروفیل کل به واسطه کاربرد عناصر ریزمغذی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. محلول‌پاشی آهن در مقایسه با تیمار شاهد عملکرد اسانس را بیش از دو برابر افزایش داد. بیشترین و کمترین عملکرد اسانس (۱/۹۳ و ۰/۹ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب از کاربرد تیمارهای محلول‌پاشی آهن و و آب مقطر بدست آمد. محلول‌پاشی با آهن عملکرد گل خشک گیاه (۳۸۳ کیلوگرم در هکتار) را بیش از ۳۰ درصد در مقایسه با تیمار شاهد (۲۵۸/۶۳ کیلوگرم در هکتار) افزایش داد. عدم محلول پاشی با عناصر ریز مغذی در گیاهان تمامی صفت مورد مطالعه را کاهش داد. در کل نتایج نشان داد محلول پاشی عناصر ریزمغذی بویژه آهن می‌تواند عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه را بهبود داده و به‌دلیل افزایش عملکرد اسانس و سایر صفات، به‌عنوان تیمار برتر معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بابونه، ریز مغذی و عملکرد.

*نویسنده مسئول: s_yousefzadeh@pnu.ac.ir

مقدمه

در ایران به دلیل غالبیت شرایط آهکی خاک‌ها، مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی و به ویژه مصرف بی‌رویه فسفر، عدم رعایت تناوب زراعی، مصرف ناچیز کودهای آلی و سرانجام عدم مصرف کودهای محتوای عناصر ریزمغذی در گذشته، امروزه کمبود این عناصر در خاکها و در نتیجه مواد غذایی بیشتر مشهود می‌باشد (Ghaffari Malayeri et al., 2012). رشد مطلوب گیاه و حصول حداکثر کیفیت محصول نیازمند وجود مقدار کافی و متعادلی از عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در خاک است. تغذیه صحیح یکی از اصول اولیه دستیابی به کشاورزی پایدار است. محلول پاشی وقتی مورد توجه قرار می‌گیرد که رفع کمبود عناصر غذایی از راه ریشه امکانپذیر نباشد. بنابراین در شرایط مزرعه که فاکتورهای مختلف مؤثر در جذب عناصر غذایی بسیار متغیر هستند، محلولپاشی می‌تواند به‌عنوان یک روش سریع برای رفع کمبود و با اهمیت باشد (Cakmak, 2008). عناصر غذایی کم مصرف برای رشد طبیعی گیاهان و حصول عملکرد و کیفیت مناسب محصول ضروری هستند و در واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند. به عنوان مثال عنصر آهن در تشکیل کلروفیل گیاهی ضروری است. عنصر روی نیز در تولید هورمون اکسین و فتوسنتز نقش بسزایی دارد (Waraich et al., 2011a). مطالعات نشان دادند کاربرد کود روی بر میزان کلروفیل b ، نسبت کلروفیل a/b و عملکرد اسانس در معنی‌دار بود. در این مطالعه کاربرد کود روی به میزان 30 کیلوگرم درهکتار باعث افزایش عملکرد اسانس شد (Ghaedi et al., 2016). در مطالعه ای دیگر کاربرد سولفات مقادیر پایین تر (۳۰ کیلو گرم در هکتار) در مقایسه با مقادیر بیشتر تاثیر مثبتی بر روی رشد و عملکرد گیاه بابونه داشت (Mahmoodi et al., 2016). در پژوهشی دیگر محلول پاشی توام آهن و روی در مراحل ساقه روی و گلدهی گیاه بابونه عملکرد کاپیتول، اسانس و ترکیبات موثره را افزایش داد (Nasiri, 2012). در مطالعه دیگری کاربرد نانو کلات آهن در برخی از اکوتیپ‌های گیاه بابونه عملکرد گل را افزایش داد (Azad et al., 2018). مصرف ۵۰ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد خشک بوته و کاپیتول، و غلظت روی در اندامهای هوایی بابونه آلمانی شد (Grejtovsky et al., 2006).

مطالعات در مورد تاثیر عناصر ریز مغذی نشان داده که محلول پاشی عناصر ریز مغذی روی، آهن و منگنز در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری ارتفاع بوته را در گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendulla afficinalis* L.) افزایش داد (Rezaee Chianeh et al., 2015). در پژوهشی دیگر محلول‌پاشی آهن عملکرد ماده خشک و تر و همچنین درصد اسانس نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L.) را در چین اول نسبت به شاهد افزایش داد (Zehtab-Salmasi et al., 2008). محققین در گیاه بابونه مشاهده کردند که محلول‌پاشی آهن و روی کیفیت و کمیت عملکرد گیاه را افزایش داد (Nasiri and Najafi, 2015). مطالعات یوسف زاده و همکاران (Yousefzadeh et al., 2016) نیز نشان داد محلول پاشی نانو کلات آهن به‌طور معنی‌داری میزان کلروفیل را در مقایسه با تیمار شاهد در گیاه بادرشبو افزایش داد. در پژوهشی دیگر کاربرد ریزمغذی‌های آهن و روی درصد اسانس گیاه آنیسون را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (Nategi et al., 2015). مطالعات باقری و همکاران (Bagheri et al., 2013) نیز نشان دادند محلول پاشی با کلات آهن عملکرد اسانس را در گیاه گل محمدی در مقایسه با تیمار شاهد دو برابر افزایش داد. محلول پاشی سولفات مس در گیاه

دارویی ریحان نیز درصد اسانس را به طور معنی‌داری افزایش داد (Shakori Far et al., 2017). بابونه آلمانی با نام علمی (*Matricaria recutita* L.) یکی از مهمترین گیاهان دارویی است که از خانواده کاسنی (Asteraceae) می‌باشد. این گیاه بومی منطقه مدیترانه بوده ولی منشاء آن را در آسیای صغیر گزارش کرده‌اند. بابونه به علت دارا بودن ترکیبات فعال مانند سزکوئیترپ‌ها، فلاونوئیدها، کومارین و پلیاستیلن در تمام فارماکوپه‌های معتبر جهان به عنوان یک گیاه دارویی مهم معرفی شده است .همچنین گلهای بابونه و مواد استخراج شده از آن، در پزشکی و صنایع آرایشی و بهداشتی مصارف گوناگونی دارد (Afzali et al., 2008; Alibabaei et al., 2014). عصاره این گیاه خاصیت ضد میکروبی شدید داشته و در صنایع مدرن داروسازی از اسانس آن در تهیه داروهای ضد تورم و همچنین در صنایع لوازم آرایشی در تهیه مواد محافظت کننده پوست استفاده می‌شود. عصاره بابونه التیام زخم ها راتسریع، درد و سوزش را تسکین و در درمان زخم معده کاربرد دارد. همچنین از جوشانده گل‌های بابونه برای درمان تشنج استفاده می‌شود (Arazmjoo, 2010). مقدار مواد موثره یا اسانس گلها متفاوت بوده و به نوع گونه، ارقام و شرایط ادافیک و اقلیمی که گیاه در آن رشد می‌کند، بستگی دارد و بین ۰/٤ تا ۱/۵ متفاوت می‌باشد (Ganavati et al., 2011) .در اسانس بابونه نزدیک به ٤۰ نوع ترکیب شناسایی شده که مهمترین آنها شامل سزکوئی ترپن‌های بیسابولون اکسید، فارنزن، B و A بیسابولول اکسید فارنزول، اسپاتولنول و کامازولن می باشند. از دیگر ترکیب‌های مؤثره گل‌های بابونه فلاونوییدها می‌باشد که بیشتر از دسته متوکسی فلاون‌ها و متوکسی فلاونول‌ها است و از مهمترین آنها می‌توان آپی ژنین و لوتئولین را نام برد (Gaymand and Rezai, 2002). اسانس بابونه به‌دلیل دارا بودن ترکیبات موثرهای همچون کامازولن و آلفا بیزابولول و آلفا بیزابولول آ دارای خواص درمانی بسیاری از جمله خصوصیات ضدمیکروبی، ضدالتهابی، ضداسپاسم و ضدعفونی کنندگی بوده و در درمان ناراحتی‌های معده و روده‌ها به کار می‌رود (Anne et al., 2001). با توجه به اهمیت بابونه به‌عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند و نقش آن در آشتغالزائی و ارزآوری و نبود تحقیقات کافی روی گیاه بابونه در شهرستان مرند (واقع دراستان آذربایجان شرقی) هدف از این تحقیق بررسی تاثیر محلول‌پاشی آهن، روی، منگنز و مس بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه بابونه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت مزرعه‌ای در سال ۱۳۹٦ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور مرند با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۲ دقیقه، طول جغرافیایی ٤۵ درجه و ٤٦ دقیقه و ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریا انجام شد. بر اساس آمار هواشناسی، این منطقه با ۳۵۷ میلی‌متر بارندگی سالانه دارای رژیم آب و هوایی نیمه‌خشک سرد بوده و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد است. خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. این آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل A: شاهد، B: محلول پاشی آهن، C: محلول پاشی روی، D: محلول پاشی منگنز، E: محلول پاشی مس بودند.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک

بافت خاک	Ec (dSm^{-1})	pH	Organic carbon (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
لومی شنی	۱/۱۵	۷/۵۳	۱/٦۸	۰/۲	۱۳۵	٤٦۸	۸/۱	۰/۲۳	۵/۱	۱/۲

هر کرت آزمایشی دارای شش ردیف کاشت با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر، فاصله بین هر بوته ۱۰ سانتی‌متر بود. طول هر کرت ۲ متر و فاصله بین کرت‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. بذرهای مورد استفاده از شرکت پدیده بذر ارس (هربال مارکت) تهیه گردید. بذور گیاه با تراکم بالاتر از مطلوب در تاریخ یکم اردیبهشت به‌صورت کاملاً سطحی کشت گردید. عملیات وجین علف‌های هرز نیز به صورت دستی انجام شد. بعد از کاشت یک مرحله آبیاری برای استقرار بوته‌ها صورت پذیرفت و تا زمان استقرار بوته‌ها هر یک روز یکبار آبیاری انجام شد. بعد از آن هفته‌ای دو بار آبیاری تکرار گردید. در دوم تیر ماه در مرحله پنجه زنی گیاهان با سولفات روی، آهن، منگنز و مس که در آب مقطر حل شده بودند (تهیه شده از شرکت آرمان سبز آدینه با نام تجاری Van Iperen محصول کشور هلند) با غلظت ٤ در هزار اوایل صبح محلول‌پاشی شدند. تیمار شاهد با آب مقطر محلول‌پاشی گردید. پس از هر محلول‌پاشی، مزرعه آبیاری شد. در این مطالعه صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های گل‌دهنده، تعداد گل در بوته، عملکرد گل خشک، وزن خشک کل، شاخص برداشت، درصد و عملکرد اسانس و میزان کلروفیل مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به اینکه بابونه رشد نامحدود می‌باشد و غنچه‌های گل آن به صورت روزانه باز می‌شوند، لذا هر پنج روز یکبار نسبت به برداشت گل‌ها اقدام شد. بدین منظور از هر کرت، ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شدند. در هر نوبت برداشت گل، تعداد گل هر ۱۰ بوته شمارش شده و میانگین آن به عنوان تعداد گل در بوته چین اول در نظر گرفته شد و تا چین آخر بدین ترتیب عمل شد و مجموع تعداد گل در همه چین‌ها، به عنوان تعداد گل در بوته ثبت شد. برداشت محصول با حذف دو ردیف کناری از هر طرف و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت انجام شد. بعد از برداشت محصول، گلها در سایه به مدت یک هفته در محدوده دمایی ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و از روی عملکرد گل خشک در سطح برداشت، عملکرد در هکتار محاسبه شد. بوته‌های برداشت شده به مدت ٤۸ ساعت در دستگاه آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و خشک شدند. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد اقتصادی (وزن گل خشک در هکتار) به عملکرد زیستی (مجموع وزن گل خشک و وزن خشک اندام هوایی در هکتار) ضرب در ۱۰۰ بدست آمد (Hamzei et al., 2006). از هر کرت مقدار ۵۰ گرم گل خشک به طور دقیق وزن شد و استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت و در شرایط کاملا یکسان صورت گرفت. برای اندازه گیری میزان کلروفیلa، b و کل از طریق ساییدن ۰/۲ گرم نمونه برگی در استون ۸۰ درصد و قرائت جذب نوری در طول موج‌های (به ترتیب ٦٤۵، ٦٦۳ و ٤۷۰ نانو متر) انجام گرفت (Arnon, 1949). جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه آماری SAS استفاده گردید. قبل از تجزیه و تحلیل، تست نرمال بودن داده‌ها انجام شد و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال، نسبت به تجزیه

و تحلیل آن‌ها اقدام گردید برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد، استفاده شد. همبستگی بین صفات از طریق آزمون پیرسون انجام گردید.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی بابونه تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای سولفات آهن، روی، منگنز و مس

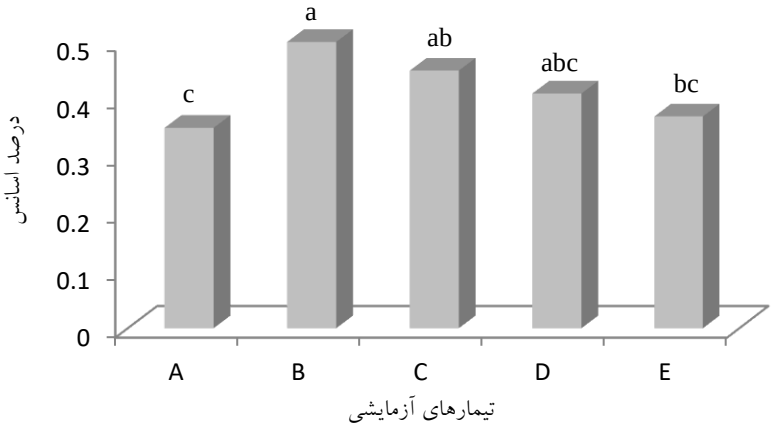
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه گل‌دهنده	تعداد گل	عملکرد گل خشک	وزن خشک کل	شاخص برداشت	درصد اسانس	عملکرد اسانس	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تکرار	۲	٤٦/۰۸*	۰/۵۳	۱۱۰/٤٦	۹٤۷/۷۳	۳۱۵۹/٦۸	۲/۰٤	۰/۰۱۲	۰/۲٤۱	۰/۰۰٤	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵
تیمار	٤	٤۱/۲٦**	۱۵/۹٤**	۲٤۹۰/۵٦**	٦٦۷۷/۷۵**	٦۰۷٦/۸۰*	۱۱/۰۵*	۰/۰۱۱*	۰/۵۱**	۰/۰۱٤*	۰/۰۰٤*	۰/۰۳۲*
خطای‌آزمایش	۸	۹/٦۸	۰/۳۷	۱٦۰/۵۱	۹۱۰/۱۸	۱۵٦۹/۲۲	۲/٤۱	۰/۰۰۲	۰/۰۳٤	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۱۸	۹/۵۰	۸/۸۰	۹/٦۵	۳/٤۹	۷/۲۲	۱۲/۷۰	۱٤/۰۲	۵/۸۸	۵/٦۸	۵/۲۸

** و * به‌ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح آماری ۱ و ۵ درصد و بدون علامت نشانگر عدم معنی‌دار بودن

جدول ۳: مقایسه میانگین تعدای از صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی بابونه تحت تاثیر محلول پاشی کودهای سولفات آهن، روی، منگنز و مس

تیمار	ارتفاع بوته	تعداد شاخه گل‌دهنده	تعداد گل در بوته	عملکرد گل خشک(کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک کل (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
شاهد	۲۳/٦۲c	٤/٤۰c	۱۱۲/۹۰d	۲۵۸/٦۳c	۱۰٦۱/۳۳c	۱۹/۵٦b	۰/۸۰۰b	۰/٤٤۱b	۱/۲٤b
آهن	۳۲/۹۲ a	۱۰/۳٤ a	۱۸۵/۹۵ a	۳۸۳/۰۰ a	۱۱۸۳/٤۸ a	۲٤/٤۰ a	۰/۹۸۵ a	۰/۵٤۵ a	۱/۵۳ a
روی	۲۵/۷۱ bc	۵/۳۸ bc	۱۵٤/۷٦ b	۳۱۹/۰۷ b	۱۱۵۲/۱۵ a	۲۱/٦٦ ab	۰/۸۹۰ ab	۰/۵۲۳ a	۱/٤۱ a
منگنز	۳۰/۱٦ ab	۵/۵۷ b	۱٤۳/۳۳bc	۳۱۹/۳۳ b	۱۱۳۹/۳۱ a	۲۱/۹۰ ab	۰/۹۳٦ a	۰/٤۹۳ ab	۱/٤۳ a
مس	۲٦/٦٦ bc	٦/۳۳ b	۱۲۲/۱٤cd	۲۸۱/۱۸ bc	۱۱۲۹/۵۹ ab	۱۹/۹۷ b	۰/۸۸۷ ab	۰/۵۲۰ a	۱/٤۰ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد ندارند.



شکل ۱: مقایسه میانگین درصد اسانس بابونه تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای سولفات آهن، روی، منگنز و مس

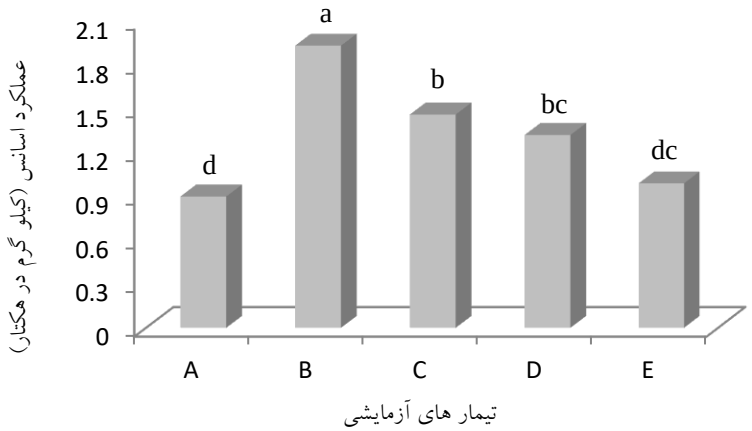
A :شاهد، B : محلول‌پاشی آهن، C: محلول‌پاشی روی، D: محلول‌پاشی منگنز، E: محلول‌پاشی مس.

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن ندارند.

جدول ٤: ضریب همبستگی بین صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی گیاه بابونه

صفت	ارتفاع بوته	تعداد شاخه گل دهنده	تعداد گل در بوته	عملکرد گل خشک	وزن خشک کل	شاخص برداشت	درصد اسانس	عملکرد اسانس	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
ارتفاع بوته	۱										
تعداد شاخه گل دهنده	۰/۵٦*	۱									
تعداد گل در بوته	۰/۵٤*	۰/۷٦**	۱								
عملکرد گل خشک	۰/۵٦*	۰/٦۷**	۰/۷۵**	۱							
وزن خشک کل	۰/۷۲**	۰/۵۰*	۰/۷۲**	۰/٦٦**	۱						
شاخص برداشت	۰/٤٤	۰/٦۳*	۰/٦۵**	۰/۹۱**	۰/٤٦	۱					
درصد اسانس	۰/۵۰*	۰/٤٤	۰/٤۸	۰/۵۹*	۰/۳۹	۰/۵۷*	۱				
عملکرد اسانس	۰/۵۹*	۰/٦۱*	۰/٦۹**	۰/۸۸**	۰/۵٦*	۰/۸۵**	۰/۸۹**	۱			
کلروفیل a	۰/٦۸**	۰/٦٦**	۰/۵۸*	۰/۵۱*	۰/٦۰*	۰/٤۱	۰/۵٤*	۰/۵۵*	۱		
کلروفیل b	۰/۳۵	۰/٦۰*	۰/٦۷**	۰/۳۰	۰/٦۱*	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۳۵	۰/٦۵*	۱	
کلروفیل کل	۰/٦۱*	۰/۷۰**	۰/٦۷**	۰/٤۷	۰/٦٦**	۰/۳٤	۰/۵۲*	۰/۵۲*	۰/۹۵*	۰/۸٦**	۱

بدون علامت و علامت‌های ** و * به ترتیب به مفهوم عدم وجود و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد می‌باشند.



شکل ۲: مقایسه میانگین عملکرد اسانس بابونه تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای سولفات آهن، روی، منگنز و مس

A : شاهد، B : محلول‌پاشی آهن، C: محلول‌پاشی روی، D: محلول‌پاشی منگنز، E: محلول‌پاشی مس.

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن ندارند.

نتایج

ارتفاع بوته: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در سطح آماری ۵ درصد تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشت (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته از محلول‌پاشی آهن (۳۲/۹۲ سانتی‌متر) بدست آمد. کاربرد عناصر مس و روی در مقایسه با تیمار شاهد ارتفاع گیاه را افزایش داد، اما اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار شاهد ایجاد نکرد. کاربرد عنصر منگنز در گیاهان مانند عنصر آهن ارتفاع بوته را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری

افزایش داد. عدم محلول‌پاشی (تیمار شاهد) کمترین ارتفاع بوته (۲۳/٦۲ سانتی‌متر) را در گیاهان تولید کرد (جدول ۳).

تعداد شاخه گل دهنده: محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی در سطح آماری ۱ درصد تاثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه گل‌دهنده بوته داشت (جدول ۲). محلول پاشی با عناصر ریز مغذی در مقایسه با تیمار شاهد تعداد شاخه گل‌دهنده را افزایش داد و تمامی تیمارهای محلول‌پاشی با تیمار شاهد اختلاف آماری معنی‌داری داشتند. بیشترین تعداد شاخه گل دهنده (۱۰/۳٤) از محلول‌پاشی سولفات آهن بدست آمد. کمترین تعداد شاخه گل‌دهنده در گیاهان در اثر عدم محلول‌پاشی (٤/٤۰) مشاهده شد (جدول ۳).

تعداد گل در بوته: محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی تعداد گل در بوته را به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد افزایش داد (جدول ۲). عدم محلول پاشی کمترین (۱۱۲/۹۰) تعداد گل را در گیاهان تولید کرد. محلول پاشی عنصر آهن در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین (۱۸۵/۹۵) تعداد گل را در گیاهان ایجاد کرد. کاربرد عنصر مس تعداد گل در بوته را افزایش داد ولی این افزایش در مقایسه با تیمار شاهد معنی‌دار نشد (جدول ۳).

عملکرد گل خشک: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد محلول‌پاشی عناصر آهن، روی، منگنز و مس در سطح ۱ درصد بر عملکرد گل خشک تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). محلول پاشی آهن بیشترین (۳۸۳ کیلوگرم در هکتار) عمکرد گل خشک را تولید کرد. محلول پاشی منگنز، روی و مس در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری عملکرد گل خشک را افزایش داد. کمترین عملکرد گل خشک (۲۵۸/٦۳ کیلوگرم در هکتار) در اثر عدم محلول پاشی در گیاهان مشاهده گردید (جدول ۳).

وزن خشک کل: با توجه به نتایج جدول ۲ کاربرد عناصر ریزمغذی در سطح احتمال ۵ درصد تاثیر معنی‌داری بر میزان وزن خشک کل گیاه داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری وزن خشک کل را افزایش داد. بیشترین وزن خشک کل (۱۱۸۳/٤۸ کیلوگرم در هکتار) در اثر کاربرد کود سولفات آهن بدست آمد. تیمار عدم محلول پاشی کمترین (۱۰٦۱/۳۳ کیلوگرم در هکتار) وزن خشک کل را در گیاهان تولید کرد (جدول ۳).

شاخص برداشت: تاثیر کاربرد عناصر ریز مغذی بر شاخص برداشت در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین شاخص برداشت (۲٤/٤۰ درصد) با اختلاف آماری معنی‌داری در اثر کاربرد سولفات آهن مشاهده گردید. (جدول ۳).

درصد اسانس: درصد اسانس در سطح آماری ۵ درصد تحت تاثیر محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی قرار گرفت (جدول ۲). محلول‌پاشی با تیمار آهن و روی بیشترین درصد اسانس را در گیاهان تولید کرد. کاربرد تیمار منگنز و مس درصد اسانس را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دادند ولی این افزایش معنی‌دار نشد. کمترین درصد اسانس در اثر کاربرد تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل ۱).

عملکرد اسانس: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در سطح ۱ درصد تاثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس داشت (جدول ۲). بیشترین عمکرد اسانس (۱/۹۳ کیلوگرم در هکتار) به واسطه کاربرد عنصر ریز مغذی آهن بدست آمد. عدم محلول پاشی کمترین عملکرد اسانس (۰/۹ کیلوگرم در هکتار) را در گیاهان تولید کرد. محلول پاشی عناصر روی و منگنز در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری عملکرد اسانس را بهبود بخشید (شکل ۳).

محتوای کلروفیل: نتایج نشان داد محلول پاشی با عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و مس تاثیر معنی‌داری در سطح آمار ۵ درصد بر میزان کلروفیل a، b و کل داشت (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل (a، b و کل) از محلول‌پاشی سولفات آهن بدست آمد. میزان کلروفیل کل بواسطه کاربرد عناصر ریز مغذی در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. تیمار عدم محلول پاشی کمترین میزان کلروفیل (a، b و کل) را تولید کرد (جدول ۳).

بحث

نتایج نشان داد محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی تاثیر مثبتی بر ارتفاع گیاه داشت، به طوریکه کاربرد سولفات آهن و منگنز ارتفاع گیاه را در مقایسه با تیمار عدم محلول‌پاشی (تیمار شاهد) به طور معنی‌داری افزایش دادند. به نظر می‌رسد کاربرد آهن به دلیل افزایش تولید کلروفیل و بهبود کارایی فتوسنتز در گیاه ارتفاع گیاه را افزایش داده است. کمبود آهن، سبب کاهش تولید کلروفیل در سلول‌های برگ می‌شود که نتیجه آن کاهش رشد گیاه می‌باشد. مطالعات نشان داد محلول‌پاشی آهن و منگنز در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری ارتفاع بوته را در گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) افزایش داد (Rostami et al., 2017). نتایج مشابهی در ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)، مرزه (*Satureja hortensis* L.) و گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.) گزارش شده است (Moghadam et al., 2015; Emaratpardaz et al., 2016; Miransari et al., 2015) که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. کاربرد عناصر ریزمغذی تعداد شاخه گل‌دهنده را در گیاهان در مقایسه با تیمار شاهد بهبود داد. احتمالا محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی دسترسی گیاه به عناصر غذایی را بهبود داده و به علت افزایش فتوسنتز و ماده خشک گیاه در نهایت تعداد شاخه گل‌دهنده در گیاه افزایش یافته است. عنصر آهن برای تشکیل کلروفیل و فتوسنتزدر گیاه ضروری است، بنابراین از طریق افزایش تولید اسیمیلات به طور غیر مستقیم می‌تواند در افزایش تولید گل در گیاه ایفای نقش کند. منگنز درفعال سازی آنزیمهای متعددی نقش دارد و همچنین بر سنتز هورمون اکسین، تقسیم سلولی و باروری گیاه نقش دارد (Sayyari-zahan et al., 2009). در این رابطه محققان گزارش کردند محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز به تنهایی و همزمان آنها در مقایسه با تیمار شاهد تعداد کاپیتول در بوته را در گیاه همیشه بهار افزایش داد (Rezaee Chiane et al., 2015). نتایج مشابهی در گیاه گلرنگ (Movahedy Dehnavy and Modares Sanavi, 2007) کاسنی (Sepehri and Vaziri Amjad, 2015) گزارش شد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. تعداد گل و عملکرد گل خشک در بوته بواسطه کاربرد عناصر ریز مغذی به طور معنی‌داری (بجز عنصر مس) در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. با توجه به نتایج جدول ٤، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد شاخه گل‌دهنده و تعداد گل در بوته ($r=۰/۷٦^{**}$) مشاهده گردید. همچنین بین تعداد شاخه گل‌دهنده و عملکرد گل خشک ($r=۰/٦۷^{**}$) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهد شد (جدول ٤). به بیان دیگر افزایش تعداد شاخه گل دهنده تعداد گل در بوته و عملکرد گل خشک را بهبود داده است. روی از اجزای ساختاری چندین نوع آنزیم است و برای فعالیت آنها مورد نیاز است. بنابراین، کمبود روی شدت فتوسنتز گیاه، متابولیسم کربوهیدرات و ساخت پروتئین را متأثر می‌سازد. کمبود روی باعث کاهش رشد و گلدهی گیاه می‌شود و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (Fang et al., 2008). محقیقین گزارش کردند کاربرد سولفات آهن و روی در گیاه گشنیز تعداد چتر در بوته را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Rostami et

al., 2017). نتایج مشابهی در گیاه کاسنی و همیشه بهار نیز گزارش شد (Sepehri and Vaziriamjad, 2015; Rezaee Chianeh et al., 2015).

محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی وزن خشک کل را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. محققین گزارش کردند کاربرد عناصر ریزمغذی احتمالاً با افزایش دوام سطح سبز گیاه باعث افزایش تولید ماده خشک می‌شوند (Ghorashi Nasb et al., 2009). افزایش عملکرد ماده خشک با مصرف عناصر ریز مغذی دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش فتوسنتز به واسطه افزایش غلظت کلروفیل، افزایش جذب نیتروژن و فسفر، افزایش فعالیت ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز و فعال سازی آنزیم‌های متعدد بواسطه وجود عناصر منگنز و مس اشاره نمود (Kamkar et al., Malakooti et al., 2008; 2011). نتایج جدول همبستگی نشان داد بین وزن خشک کل با ارتفاع بوته ($r=۰/۷۲^{**}$)، تعداد شاخه گل دهنده ($r=۰/۵۰^{*}$)، تعداد گل در بوته ($r=۰/۷۲^{**}$) و عملکرد گل خشک ($r=۰/٦٦^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (جدول ٤). مطالعات نشان دادند محلول‌پاشی با عناصر کم مصرف (آهن، روی و بُر) باعث افزایش معنی‌دار عملکرد تر و خشک گیاه دارویی نعناع فلفلی نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) شد (Zehtab-Salmasi et al., 2008). در تحقیقی دیگر محلول‌پاشی گشنیز با روی و آهن در مراحل رشد رویشی، گلدهی و تشکیل میوه سبب افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک ساقه و عملکرد دانه گردید (Said-Al Ahl and Omer, 2009). محلول‌پاشی سولفات آهن اثر مثبتی بر شاخص برداشت داشت. یک رابطه مثبت و معنی‌داری بین شاخص برداشت با تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد گل در بوته و وزن خشک گل وجود داشت (جدول ٤). با توجه به این که شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی به دست می‌آید، لذا با دسترسی بهتر گیاه به مواد غذایی شاخص برداشت نیز افزایش می یابد. بنابراین به نظر می‌رسد کاربرد سولفات آهن با بهبود میزان فتوسنتز، بر تولید کلیه بخش‌های گیاه و بیوماس کل مؤثر بوده و باعث افزایش عملکرد اقتصادی و بیوماس کل و در نهایت شاخص برداشت شده است. در این راستا محققین گزارش کردند محلول‌پاشی عنصر ریز مغذی آهن و تیمار ترکیبی آهن+ روی+ بر به طور معنی‌داری شاخص برداشت را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. در این تحقیق کاربرد منفرد تیمارهای روی و بر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (Shabanzadeh and Galavi, 2011)، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. کاربرد سولفات آهن و سولفات روی درصد اسانس را به طور معنی‌داری افزایش داد. مصرف عناصر غذایی یکی از عوامل تاثیر گذاری است که باعث تغییر در کمیت و کیفیت اسانس در گیاهان دارویی می‌شود. گیاهان دارویی در طول دوره رشد برای تولید مناسب اسانس و مواد موثره به مقدار کافی عناصر ریزمغذی نیاز دارند، به طوری که تامین این عناصر مقدار و عملکرد اسانس را تا حد زیادی افزایش می‌دهند (Shabanzadeh et al., 2011).

در این راستا مطالعات نشان داد محلول پاشی توام آهن و روی در مراحل ساقه روی و گلدهی گیاه بابونه عملکرد اسانس و ترکیبات موثره را افزایش داد (Nasiri, 2012). نتایج مشابهی در گیاه ریحان مقدس و آنیسون گزارش شده است (Moghaddam et al., 2015; Nategi et al., 2015). با توجه به نتایج جدول همبستگی یک رابطه مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک گل با در صد اسانس ($r=۰/۵۹^{*}$) مشاهده گردید. با توجه به اینکه گل‌ها در بابونه محل تجمع اسانس می‌باشد این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی یکی از روش‌های

افزایش سطح برگ است و با توجه به اینکه برگ‌ها اصلی‌ترین اندام‌های فتوسنتزی هستند، عناصر غذایی سبب افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش فتوسنتز می‌شوند. بنابرین بواسطه افزایش فتوسنتز، بیوماس گیاه و عملکرد اسانس افزایش می‌یابد. در این راستا محققین گزارش کردند کاربرد عناصر ریزمغذی در گیاه نعنا فلفلی بدلیل نقش این عناصر در بهبود شرایط رشدی، وزن خشک بوته، سطح برگ و بازده فتوسنتز عملکرد اسانس را افزایش داده است (Mansoori, 2014). با توجه به نتایج جدول همبستگی (جدول ٤) یک رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد اسانس با ارتفاع بوته ($r=0/59^{*}$)، تعدادشاخه گل دهنده ($r=0/61^{*}$)، تعداد گل در بوته ($r=0/69^{**}$)، عملکرد گل خشک ($r=0/88^{**}$)، وزن خشک کل ($r=0/56^{*}$) و درصد اسانس ($r=0/89^{**}$)، میزان کلرو فیل a ($r=0/55^{*}$) و کل ($r=0/52^{*}$) مشاهده گردید. محلول پاشی آهن با افزایش میزان کلروفیل برگ و بهبود ظرفیت فتوسنتزی در گیاه آسیمیلات‌های بیشتری به مسیرهای ساخت ترپن‌ها و فنیل پروپانوییدها اختصاص می‌دهد. عنصر روی در فتوسنتز و متابولیسم ساکاریدها نقش دارد و از آنجایی که CO_2 و گلوکز از منابع احتمالی کربن مورد استفاده در بیوسنتز ترپن‌ها هستند، بنابرین نقش روی در ساخت و تجمع اسانس بسیار مهم و موثر به نظر می‌رسد (Yassen et al., 2010). تحقیقات نشان داد محلول‌پاشی ترکیبی سولفات آهن و روی به میزان ۱/۵ و ۱ گرم بر لیتر بیشترین عملکرد اسانس را در گیاه شوید تولید کرد (Miransari et al., 2015). در پژوهشی دیگر حدادی و همکاران (Hadaddi et al., 2016) گزارش کردند محلول‌پاشی ۰/۵ گرم در لیتر سولفات منگنز در مقایسه با تیمار شاهد عملکرد اسانس را در گیاه بادرنجبویه بیش از ۲ برابر افزایش داد. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی به‌دلیل، بهبود شرایط تغذیه‌ای میزان کلروفیل را افزایش داده است. مطالعات نشان دادند کاربرد کود روی بر میزان کلروفیل b، نسبت کلروفیل a/bو عملکرد اسانس در معنی‌دار بود (Ghaedi et al., 2016). مطالعات یوسف زاده و همکاران (Yousefzadeh et al., 2016) نیز نشان داد محلول پاشی نانو کلات آهن به‌طور معنی‌داری میزان کلروفیل را در مقایسه با تیمار شاهد در گیاه بادرشبو افزایش داد. در پژوهشی دیگر کاربرد ترکیبی تیمار نانو اکسید آهن و سولفات روی (۰/۷۵ گرم بر لیتر آهن و ۲۵۰ کیلوگرم سولفات روی) بیشترین میزان کلروفیل کل را در گیاه نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L.) تولید کرد (Mohammadi et al., 2016). مطالعات رستمی و همکاران (Rostami et al., 2014) در گیاه زعفران نشان داد کاربرد عنصر مس میزان کلروفیل a، b کل را در مقایسه با شاهد افزایش داد ولی این افزایش فقط در میزان کلروفیل a معنی‌دار شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که تمامی صفات مورد بررسی (ارتفاع بوته، تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد گل در بوته، عملکرد گل خشک، وزن خشک کل، شاخص برداشت، میزان کلروفیل، درصد و عملکرد اسانس) تحت تاثیر محلول پاشی با عناصر روی، آهن، منگنز و مس قرار گرفتند. محلول‌پاشی با سولفات آهن درمقایسه با تیمار شاهد و سایر عناصر ریز مغذی تاثیر مثبتی در اکثر صفات مورد مطالعه داشت. محلول‌پاشی آهن در مقایسه با تیمار شاهد عملکرد اسانس را به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد. تمامی صفات مورد مطالعه به واسطه عدم محلول پاشی کاهش یافت. محلول پاشی با آهن میزان کلروفیل کل را در برگ گیاهان تولید کردد. بنابرین با محلول پاشی عناصر ریز مغذی بویژه آهن می‌توان به یک عملکرد مطلوب کمی و کیفی در گیاه دارویی بابونه دست یافت.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی با عنوان "محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه" می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه پیام نور اجرا شده است.

References

1. Afzali, S.A., Shariatmadari, H. Hajabbasi, M.A. and Moatar, F. 2008. Salinity and drought stress effects on flower yield and Flavonol-O- glycosides in Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 3 (23): 382-390.
2. Alibabaei, Z., Rabiei, Z., Rahnama, S. Mokhtari, S. and Rafieian-kopaei, M. 2014. *Matricaria Chamomilla* extract demonstrates antioxidant properties against elevated rat brain oxidative status induced by amnestic dose of scopolamine. Biomedicine and Aging Pathology, 4: 55-67.
3. Anne, O., Tiiu, K. and Kailas, W. 2001 Volatile constituents of *matricaria recutita* l. from Estonia, Proc. Estonian Acad. Sci. Chem. 50(1): 39 – 45.
4. Arazmjo, E. Heidari, M. and Ghanbari, A. 2010. Effect of water stress and type of fertilizer on yield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Crop Sciences, 12 (2): 100-111. (in Persian)
5. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphennoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology, 24(1): 1-150.
6. Azad, H., Fakheri, B., Mahdinejad, N. and Parmon, G. 2018.The study the efficacy of drought stress and foliar application of nano iron chelated on antioxidant enzymes activity and yield flower in plant in chamomile genotypes (*Matricaria Chamomilla* L.). Journal of Plant Process and Function Iranian. Society of Plant Physiology. 7(26): 224-237.
7. Bagheri, A., Rahmani, A. and Abbaszadeh, B. 2013. The effect of iron chelate foliar application on damask rose. Annals of biological Research, 4 (4): 35-55. (In Persian)
8. Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification. Plant Soil, 302: 1-17.
9. Fang, Y., Wang, L., Xin, Z., Zhao, L., An., X. and Hu, Q. 2008. Effect of foliar application of zinc, selenium, and iron fertilizers on nutrients concentration and yield of rice grain in China. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 56: 2079–2084.
10. Ghaedi, Jeshni, M., Mousavinik, M. and Aminifar, J. 2016. The effect of phosphorus and zinc fertilizers on nutrient content and essential oil yield of german chamomile under drought Stress (*Matricaria recutita* L.). Journal of horticulture Science.29 (4): 642-651.
11. Ghaffari Malayeri, M., Akbari, G.A. and Mohammadzadeh, A. 2012. The reaction yield and yield components of maize to soil application and foliar consumption. Iranian Agriculture Research, 2(10): 368-373. (In Persian)
12. Ghaffari Malayeri, M., Akbari, Gh. and Mohammadzadeh, A. 2012. Response of yield and yield components of corn on soil use and foliar application of micronutrients. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 368-373.
13. Ghanavati, M., Houshmand, S.L., Zainali, H. and Abrahimpour, F. 2010. Chemical composition of the essential oils of *Matricaria recutita* L. belonging to central and south parts of Iran. Journal of Medicinal Plants. 2(34): 102-108.
14. Ghorashi Nasb, M.J., Ahmadzadeh, V., Pakmehr, A., and Ashouri Sahli, A. 2009. Effect of microelement nutrients (Fe and Zn) and allopathic compounds from *Amaranthus retroflexus* in yield, yield component and oil yield in herbal plant (*Calendula officinalis* L.). In: Proceeding of 6th Iranian Horticultural Science Congress, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran. 12-15 (In Persian)

15. Grejtovsky, A., Markusova, K. and Eliasova, A. 2006. The response of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) plants to soil zinc supply. Plant, Soil and Environment, 52: 1-7
16. Hadaddi, H., Moradi, P. and Motalebi, E. 2016. The effect of methanol and manganese sulfate spraying on quantity and essential oil components of (*Melissa officinalis* L.). Journal of Medicinal Plants, 2 (58): 80-88. (In Persian)
17. Hamzei, R., Majnoon Hosseini, N., Sharifi Ashoor Abadi, E. and Tavakol Afshari, R. 2006. Effect of plant density and nitrogen levels on qualitative and quantitative yield of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences, 37(3): 545-553. (In Persian)
18. Hu, H. and Sparks, D. 1991. Zinc deficiency inhibits chlorophyll synthesis and gas exchange in 'Stuart' Pecan. Horticulture Science, 26(3): 267-268.
19. Jaymand, K. and Rezai, M.B. 2002. Essential oils, Distillations apparatuses, Test methods of essential oils and retention indices in essential oil analysispp:350.
20. Kamkar, B., Safahani-Langerodi, A.R., and Mohammadi, R. 2011. The use of nutrients in crop plants. Publication university of Mashhad. 500 p. (In Persian)
21. Mahmoodi, M, Yosef Niknezhad, Y., Fallah, H. and Ansari, M.H. 2016. The effect of micronutrients on yield, yield components and essential oils of chamomile (*Chamomilla recutita* L.). Journal of Crop Ecophysiology. 7(4): 329-339.
22. Marschner, H. 2008. Mineral nutrition of higher plants. Second edition, Academic Press Limited. Harcourt Brace and Company, Publishers, London, pp. 347-364.
23. Miransari, H., Mehrafarin, A. and Naghdi Badi, H. 2015. Morphophysiological and phytochemical responses of dill (*Anethum graveolens* L.) to foliar application of iron sulfate and zinc sulfate. Journal of Medicinal Plants, 14(2): 15-30. (In Persian)
24. Moghadam, E., Mahmoodi Sourestani, M., Farrokhian Firozi, A., Ramazani, Z. and Eskandari, F. 2015. The effect of foliar application of iron chelate type on morphological traits and essential oil content of holy basil (*Ocimum sanctum*). Agriculture Crop Management, 17(3): 595-606. (In Persian)
25. Mohammadi, M., Majnoun, Hosseini, N. and Dashtaki, M. 2016. Effects of nano-ferric oxide and zinc sulfate on chlorophyll, anthocyanin, flavonoid and leaf mineral elements of peppermint (*Mentha piperita* L.) at Karaj climatic conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32 (5):770-783.
26. Movahhedi Dehnavi, M., Modarres Sanavi, S.A.M., Soroush-Zade, A. and Jalali, M. 2004. Changes of proline, total soluble sugars, chlorophyll (SPAD) content and chlorophyll fluorescence in safflower varieties under drought stress and foliar application of zinc and maganese. Biaban, 9 (1): 93-110.
27. Nasiri, Y. 2012. Effect of foliar application of iron and zinc at different times on the performance and production of essential oils of German chamomile. Ph.D. thesis of agricultural sciences trend of ecology of plants of Tabriz University. pp:147.
28. Nasiri, Y. and Najafi, R. 2015. Effects of soil and foliar applications of iron and zinc on flowering and essential oil of chamomile at greenhouse conditions. Acta Agriculturae Slovenica, 105 (1): 33-41. (In Persian)
29. Nateghi, S.H., Pirzad, A.R. and Darvishzadeh, R. 2015. The impact of micronutrient fertilizers, iron and zinc on yield and yield component of anise. Journal of Horticulture Science, 29(1): 37-46. (In Persian)
30. Omidbeygi, R. 1994. Approaches to production and processing of medicinal plants. Astan Quds Razavi publicatin. 349P. (In Persian)
31. Omidbeygi, R. 1999. Study of chemical types of chamomile on Iran and comparison with modified species. Journal of Agricultural Science and Technology, 1: 45-53.
32. Rezaee Chiane, A., Zehtab Salmasi, S., Pirzad, A. and Rahimi, A. 2015.The effect of foliar micronutrients iron, zinc

and manganese on yield, yield components, and seed oil, calendula (*Calendula officinalis* L.). Journal of Horticulture Science, 29(1): 95-102. (In Persian)

33. Rostami, B., Sadat Asilan, K., Yousefzadeh, S. and Mansorifar, S. 2017. Effect of foliar application of iron and zinc sulfate on quantitative traits and essential oil yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 48(2): 517-525. (In Persian)
34. Rostami, M., Karamian, R. and Joulaei, Z. 2015. Effect of different heavy metals on physiological traits of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy & Technology, 3(2): 83-96.
35. Said-Al Ahl, H.A.H. and Omer, E.A. 2009. Effect of spraying with zinc and or iron on growth and chemical composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) harvested at three stages of development. Journal of Medicinal Food Plants, 1: 30-46.
36. Sepehri, A. and Vaziri Amjad, Z. 2015. The effect of iron and zinc nano fertilizers on quantitative yield of chicory (*Cichorium inyubus* L.) in different crop densities. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 25 (1): 61-73. (In Persian)
37. Shabanzadeh, SH., Ramroudi, M. and Galavi, M. 2011. The effect of foliar application of micronutrients on yield and qualitative characteristics of (*Nigella sativa* L.) in different irrigation regimes. Journal of Crop Protection and Processing, 1(2): 79-89. (In Persian)
38. Shakoorifar, F., Ilkaee, M.M. and Jamnejad, M. 2016. Investigation of the cupper effect on quantitative and qualitative characteristics of the Basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Agronomy and Plant Breeding. 2(12): 19-33.
39. Waraich, E.A., Saifullah, R.A. and Ehsanullah, M.Y. 2011. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. Australian Journal of Crop Science, 5(6): 764-777.
40. Yassen, A., Abou El-Nour, E.A.A. and Shedeed, S. 2010. Response of wheat to foliar spray with urea and micronutrients. Journal of American Science, 6(9):14 - 22.
41. Yousefzadeh, S., Sabaghnia, N. and Janmohammadi, M. 2016. The effect of foliar application of nano-iron chelate on physiological and chemical traits of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Journal of medicinal plants, 4(15): 152-162. (In Persian)
42. 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.

Investigate of morphological variation and phytochemical traits of *Matricaria recutita* L. affected by foliar application of iron, zinc, manganese and copper

Yousefzadeh, S.*

Assistant Prof., Dept. of Agriculture, Faculty of Agriculture, Payam-e-Noor University, Tehran, Iran.

Received: 2018-12-26 Accepted: 2019-5-7

Abstract

Foliar application of nutrients is a technique for reducing the chemical fertilizer utilization in soil and reducing environmental issues, in particular in soil and water. This technique provides element for the plant quickly and it has favorable effects on the quantitative and qualitative parameters of plant. In order to investigate the effect of iron, zinc, manganese and copper on morphological and phytochemical traits of *Matricaria recutita* L., an experiment was conducted as randomized complete block design with three replications in 2017 at the Research Field of Payam-e-noor University of Marand. Experimental treatments consisted of control and foliar application of iron, zinc, manganese, and copper. At the shooting stage, plants were sprayed with aqueous solutions of zinc, iron, manganese and copper sulfates. Control treatment was sprayed with distilled water. In this study, essential oil was obtained by hydro-distillation method (Clevenger). The content of chlorophyll (a, b, and total) were measured via spectrophotometric technique using 80% acetone extract. Results were showed that foliar application had significant and positive effect on all studied traits. The highest values of plant height, number of flowering branch per plant, number of flower per plant, dry flower yield, total dry weight, harvest index, chlorophyll content, essential oil percent and essential oil yield were gained by foliar application of iron. The application of all micronutrient treatments significantly increased total chlorophyll content. Foliar application of iron increased essential oil yield more than twice as compared with control. The highest (1.93 kg/ha) and the lowest (0.9 kg/ha) essential oil yield was gained by application of iron and distilled water, respectively. Foliar application of iron increased dry flower yield (383 kg/ha) by 30% compared with control (258.63 kg/ha). Lack of foliar application of micronutrients decreased all studied traits in plants. In general, results showed that foliar application of iron can improve the quantitative and qualitative yield of *Matricaria recutita* L. and it is recommended as the best treatment due to increasing essential oil yield and values of other traits.

Keywords: Essential oil, *Matricaria recutita* L., Micronutrient, Yield.

*Corresponding author; s_yousefzadeh@pnu.ac.ir