ارزیابی اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی در بخش هوایی بابونه آلمانی

یوسف نصیری[1*]، سعید زهتاب‌سلماسی[2]، صفر نصراله‌زاده[2]، کاظم قاسمی گلعذانی[2]، نصرت‌اله نجفی[3] و عبداله جوانمرد[1]

تاریخ دریافت: 91/4/1 تاریخ پذیرش: 92/3/4

1- عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

2- عضو هیأت علمی گروه اکوفیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

3- عضو هیأت علمی گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر عملکرد و غلظت برخی از عناصر غذایی بابونه آلمانی، یک آزمایش دوساله در سال‌های 1387 و 1388 در مزرعه تحقیقات کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. آزمایش‌ها به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار پیاده گردید. تیمارها شامل محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی بطور جداگانه و توأم باهم در مرحله‌های ساقه‌روی، گل‌دهی و هر دو مرحله با تیمار عدم محلول‌پاشی (شاهد) بودند. نتایج تحقیق نشان داد که اثر محلول‌پاشی بر عملکرد گل و غلظت فسفر، منیزیم، کلسیم، مس، روی و آهن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد گل (2125 کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی با سولفات آهن و روی در هر دو مرحله حاصل شد که افزایش 57/3 درصدی را نسبت به شاهد داشت. عملکرد گل در سال اول 12/5 درصد بیش از سال دوم بود. تیمارهای محلول‌پاشی با سولفات روی در هر دو مرحله ساقه‌روی و گلدهی، محلول‌پاشی با سولفات آهن در مرحله ساقه‌روی و محلول‌پاشی با سولفات روی در مرحله گلدهی بترتیب حداکثر غلظت فسفر، منیزیم و کلسیم بخش هوایی بابونه را داشتند. بیشترین غلظت آهن، روی و مس به‌ترتیب در تیمارهای محلول-پاشی با سولفات آهن در هر دو مرحله، محلول‌پاشی با سولفات روی در مرحله ساقه‌روی و محلول‌پاشی با سولفات آهن در مرحله گلدهی به‌دست آمد که بترتیب افزایش‌های 80/1، 52/4 و 32/1 درصدی را نسبت به شاهد داشتند. بنابراین از این آزمایش چنین استنتاج می‌شود که محلول‌پاشی بابونه با سولفات‌های آهن و روی می‌تواند منجر به بهبود عملکرد گل، افزایش غلظت برخی از عناصر غذایی و رفع کمبود آنها در گیاه گردد.

واژه‌های کلیدی: بابونه ، سولفات آهن و روی، عملکرد، غلظت عناصر غذایی

Evaluation of Foliar Spray of Ferrous Sulfate and Zinc Sulfate on Yield and Nutrients Concentration of Aerial Parts in German Chamomile

Y Nasiri[1*], S Zehtab Salmasi[2], S Nasrullah Zadeh[2], K Ghassemi Gholezani[2], N Najafi[3] and A Javanmard[1]

Received: June 21, 2012 Accepted: May 25, 2013
[1] Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran
[2] Dept of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
[3]Dept of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
[*]Corresponding author, E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

Abstract

In order to study the foliar application of ferrous sulfate and zinc sulfate on yield and nutrient concentration of German chamomile, a two-year experiment was carried out based on randomized complete block design with four replications at the Research Farm of Faculty of Agriculture of the University of Tabriz in 2008 and 2009. Treatments were foliar application of Iron sulfate and Zinc sulfate separately and combined together at stem elongation, flowering, and both stages with a control. Results of ANOVA showed the significant effect on flower yield and concentration of phosphorus, magnesium, calcium, copper, zinc and iron. The highest flower yield (2125 kg/ha) was obtained from foliar application of ferrous sulfate and zinc sulfate at both two stages, that it was higher (57.3 percent) than control. The flower yield in the first year was 12.5 percent more than the second year. Foliar treatments with zinc sulfate at both stages of stem elongation and flowering, ferrous sulfate at stem elongation and zinc sulfate at flowering stage have the most concentration of phosphorus, magnesium, calcium respectively. The maximum concentration of iron, zinc and copper, respectively obtained from sprayed treatments with ferrous sulfate at both stages, zinc sulfate at stem elongation and ferrous sulfate at flowering stage that increased 80.1, 52.4 and 32.1 percent compared to the control. Thus, from this study concluded that foliar application of chamomile with ferrous sulfate and zinc sulfate can lead to flower yield improvement, increase of concentrations of nutrients and remove of their deficiency in the plant.

Key words: Chamomile, Ferrous sulfate, Nutrients concentration, Yield and Zinc sulfate

مقدمه

بابونه‌آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) از مهمترین گیاهان دارویی است که گل‌های آن در صنایع مختلف داروسازی، بهداشتی، آرایشی و غذایی مصرف فراوان دارد. اثراتی از جمله تسکین درد، آرام-بخشی، کاهش فشار خون، آنتی‌اکسیدانتی، ضدعفونی

کننده، اشتهاآور، ضدتب، تشنج و اسهال از جمله خواص بابونه هستند. (امیدبیگی 1387، دوازده امامی و مجنون حسینی 1387 و ساشیدرا و همکاران 2006). عناصر کم‌مصرف باوجود نیاز اندک گیاهان به آنها نقش اساسی در تغذیه، واکنش‌های آنزیمی، فرآیندهای متابولیکی و مقاومت گیاهان در برابر بیماریها و شرایط نامساعد محیطی ایفا می‌کنند. این عناصر شرایط عمومی گیاه را بهبود می‌بخشند و به‌عنوان کاتالیزور در واکنش‌های بیوشیمیایی که در گیاهان صورت می‌گیرند، شرکت می‌کنند (محمودی و حکیمکیان 1379 و پاتیل و همکاران 2008). در خاک‌های آهکی، pH بالا، کمی ماده آلی و شوری خاک، خشکی، بالا بودن بی‌کربنات در آب آبیاری و نامتعادل بودن مصرف کودها منجر به کمبود عناصر کم‌مصرف می‌شود (ملکوتی 2008). آهن و روی به‌عنوان اجزای فلزی آنزیم‌های مختلف، در ساختار و عملکرد کوفاکتورهای تنظیمی شرکت دارند. بنابراین با بیوسنتز ساکاریدها، فتوسنتز و ساخت پروتئین در گیاهان مختلف مرتبط هستند (میلر و همکاران 1995). محلول‌پاشی عناصر غذایی یکی از روش‌های معمول تأمین نیاز غذایی گیاهان عالی است که کارایی آن وقتی شرایط خاک برای دسترسی عناصر نامناسب است، بیشتر از مصرف خاکی کود می‌باشد (اردال و همکاران 2004). مصرف 50 میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک موجب افزایش عملکرد خشک کاپیتول و غلظت روی در اندام‌های هوایی بابونه آلمانی شد (گریجوتوسکی و همکاران 2006). در یک آزمایش مزرعه‌ای محلول‌پاشی پنبه با روی در شرایط کمبود آن در خاک منجر به افزایش غلظت فسفر، پتاسیم، مس، آهن، منگنز و روی در برگ‌ها شد (سیال و همکاران 2005). محلول‌پاشی آهن و ترکیبی از آهن و روی باعث افزایش غلظت آهن در برگ سیاه دانه شد. غلظت روی برگ نیز بر اثر مصرف روی و ترکیبی از روی و آهن افزایش پیدا کرد (موسی و همکاران 2003). محلول‌پاشی روی و آهن باعث افزایش عملکرد و جذب مواد غذایی در گیاه بادام‌زمینی در مقایسه با شاهد شد و کاربرد ترکیبی آهن و روی تأثیر بیشتری داشت (آتیتا 2004). مصرف گوگرد همراه با آهن و روی باعث افزایش ماده خشک گیاه، عملکرد دانه و جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، آهن و روی در آفتابگردان شد (راوی و همکاران 2008). مصرف سولفات روی و سولفات آهن عملکرد دانه، غلظت روی و آهن را در دانه گندم افزایش داد (پول و همکاران 2006 و سلیمانی 2006). زهتاب‌سلماسی و همکاران (2008) گزارش دادند که تیمار محلول‌پاشی با عناصر کم‌مصرف (آهن، روی و بُر) باعث افزایش معنی‌دار عملکرد تر و خشک گیاه دارویی نعناع فلفلی نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) شد. محلول‌پاشی گشنیز با روی و آهن در مراحل رشد رویشی و گلدهی و تشکیل میوه سبب افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک ساقه و عملکرد دانه گردید و کاربرد توأم آهن + روی نقش بیشتری براین افزایش داشت (سید ال‌اهل و عمر 2009). کاربرد50 میلی‌گرم بر لیترسولفات روی به‌صورت محلول‌پاشی در زیره سبز باعث افزایش تعداد انشعابات ساقه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه شد (ال ساوی و محامد 2002).

از آنجایی که اثر مفید محلول‌پاشی انواع عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در بسیاری از موارد اعم از گیاهان زراعی و باغی به اثبات رسیده است، بنابراین می‌توان از محلول‌پاشی به‌عنوان یک روش نسبتاً جدید و کارا که عناصر غذایی را به‌طور مستقیم در اختیار برگها و دیگر اندامهای گیاه قرار می‌دهد، نام برد. با توجه به اهمیت آهن و روی در تغذیه، متابولیسم و رشد گیاهان و کارایی بالای محلول‌پاشی در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، هدف از این تحقیق بررسی اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی بر عملکرد گل و غلظت برخی از عناصر غذایی پرمصرف و کم-مصرف در گیاه دارویی بابونه آلمانی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی دو سال (1387 و 1388) در مزرعه تحقیقات کشاورزی دانشگاه تبریز با طول جغرافیایی '17 و°46 ، عرض جغرافیایی '5 و °37 و ارتفاع 1360 متر از سطح آبهای آزاد و اقلیم نیمه خشک سرد اجرا شد. میانگین‌های دما، رطوبت نسبی و بارندگی طی ماههای اجرای آزمایش دو سال در جدول 1 آورده شده است. بافت خاک مزرعه از نوع شنی-لومی بود و میزان عناصر خاک و آب آبیاری در جدول-های 2 و 3 آورده شده است. براساس نتایج آزمون خاک در هر سال 200 کیلوگرم کود اوره در هکتار، 100 کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل در هکتار و 20 کیلوگرم کود سولفات مس در هکتار مصرف شد.

جدول 1- میانگین‌های دما، رطوبت نسبی و بارندگی در طول دوره رشد سال‌های 1387 و 1388.

سال	دما (°C)		رطوبت نسبی (%)		بارش (cm)
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
1387	12/4	28/6	21/1	61/7	0/2
1388	11/5	27/2	24/1	68	0/6

آزمایش‌ها به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار پیاده گردید. تیمارها شامل محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف (سولفات آهن[1] ، سولفات روی[2] و سولفات آهن + سولفات روی با غلظت 3/5 در هزار) در مراحل ساقه‌رفتن، گلدهی و هردو مرحله همراه با شاهد (عدم محلول پاشی) بودند. بدین ترتیب 10 تیمار در هر بلوک آزمایشی قرار گرفت. پس از شخم و آماده‌سازی زمین بذور بابونه آلمانی اصلاح شده مجاری در کرتهایی با ابعاد 4×2 متر به‌صورت سطحی و با فاصله ردیف 30 سانتی‌متر و بذور 10 سانتی‌متر در اردیبهشت‌ماه هردو سال کاشته شد. فاصله بین بلوک‌ها از همدیگر 1/5 متر و فاصله بین کرتها در یک بلوک 0/5 متر بود. پس از عملیات کاشت، سطح هر کرت با ماسه بادی نرم و مرطوب به ضخامت تقریبی 0/5 سانتی‌متر کاملاً پوشانده شد و برای چسپیدن بذرها به خاک، غلطک سبکی هم روی کرتها زده شد و سپس اقدام به آب‌پاشی کرت‌ها گردید. برای جلوگیری از برهم خوردن ردیف‌های کاشت و اطمینان از سبزشدن مناسب، گیاهچه‌ها تا مرحله دوبرگی با آب‌پاش آبیاری شدند. پس از اطمینان از استقرار مناسب گیاهچه‌ها، آبیاری به-صورت غرقابی و با استفاده از پمپ آب مجهز به کنتور انجام شد تا تمامی کرت‌ها به یک میزان از آب آبیاری بهره‌مند شوند. مبارزه و کنترل علفهای هرز مزرعه به-منظور جلوگیری از تداخل علف‌کشها به‌صورت وجین دستی در مراحل مختلف رشد و نمو انجام شد. برای اندازه‌گیری عملکرد کاپیتول از هر کرت آزمایشی یک مترمربع به‌طور تصادفی درنظر گرفته شد و با علامت گذاری برای برداشت‌های دیگر نیز مشخص گردید. تمامی کاپیتول‌های این یک مترمربع با دست برداشت شد. دو ردیف کناری و 0/5 متر از ابتدا و انتهای هر ردیف به‌عنوان حاشیه‌ای در نظر گرفته شد. برداشت کاپیتول‌ها در هر سال چهار نوبت صورت گرفت. برداشت زمانی بود که کاپیتول‌ها کاملاً باز شده و گل-های سفید رنگ زبانه‌ای در حالت افقی بودند. در این زمان کمیت و کیفیت اسانس درحد مطلوب می‌باشد (امیدبیگی 1387 و هورناک 1992). کاپیتول‌های جمع-آوری شده هر برداشت در سایه و دمای اتاق به‌مدت چند روز کاملاً خشک و سپس توزین شد. مجموع وزن خشک کاپیتول‌های هر چهار برداشت به‌عنوان عملکرد کاپیتول در مترمربع یادداشت گردید. برای اندازه گیری غلظت عناصر غذایی از هر کرت آزمایشی چند بوته به طور تصادفی انتخاب و در آون با دمای 70 درجه سانتیگراد به مدت 24 ساعت خشک گردید. سپس به مقدار کافی گیاهان خشک شده را در هاون چینی خرد کرده و برای تجزیه عناصر غذایی کنار گذاشته شدند.

[1] $Fn\ SO_4.7H_2O$ (20%Fn)
[2] $Zn\ SO_4.7H_2O$ (22% Zn)

جدول2- نتایج تجزیه خاک مزرعه در سال‌های 1387 و 1388

مشخصات نمونه	عمق (cm)	pH گل اشباع	EC (dS/m)	کربنات کلسیم معادل (%)	موادآلی (%)	نیتروژن کل (%)	غلظت (mg/kg)			
							Fe	Zn	Cu	Mn
سال 1387	0-30	7/96	0/195	11	0/9	0/09	1/88	0/22	1/02	4/88
سال 1388	0-30	8/1	1/03	13	0/79	0/08	2/14	0/35	1/8	5/6

جدول3- نتایج تجزیه آب آبیاری

EC (dSm^{-1})	pH	Ca^{2+} ($meqL^{-1}$)	Mg^{2+} ($meqL^{-1}$)	Na^{+} ($meqL^{-1}$)	Cl^{-} ($meqL^{-1}$)	HCO^{3-} ($meqL^{-1}$)	$CO3^{-2}$ ($meqL^{-1}$)
0/646	7/28	3/00	2/00	0/25	1/50	4/60	ناچیز

غلظت فسفر بـــه روش رنگ سنجی و با کمک دســتگاه اســپکتروفتومتر، منیزیم و کلسیم و عناصر کم مصرف با استفاده از دستگاه جذب اتمی و پتاسیم با دستگاه فلوم فوتومتری اندازه گیری شد (والینگ و همکاران 1989). تجزیه‌های آماری داده‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد. مقایسه میانگین‌های صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد گل

نتایج تجزیه واریانس مرکب دوساله در جدول 4 نشان می‌دهد که اثر محلول‌پاشی بر عملکرد گل در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین عملکرد گل مربوط به تیمار محلول‌پاشی با ترکیب سولفات آهن و سولفات روی در هر دو مرحله ساقه روی و گلدهی بود (جدول 5). این تیمار با تولید 2125 کیلوگرم گل در هکتار نسبت به شاهد (عدم محلول‌پاشی) 57/3 درصد و نسبت به دیگر تیمارها به‌طور میانگین 22/1 درصد افزایش نشان داد. علت افزایش عملکرد گل را می‌توان به افزایش تعداد گل و وزن آنها ناشی از اثرات مثبت آهن و روی بر سیستم فتوسنتزی گیاه نسبت داد. اثر سال بر عملکرد گل در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار شد. عملکرد سال اول 12/5 درصد بیشتر از سال دوم بود. دلیل این کاهش را می‌توان به نامساعد بودن شرایط آب و هوایی مخصوصاً دمای هوا در مراحل اولیه رشد گیاه در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول ارتباط داد (جدول 1). 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. علاوه بر آن روی در تولید اکسین، تقسیم سلولی و باروری گیاه نقش دارد. کمبود روی باعث کاهش رشد و گلدهی گیاه می‌شود و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (مان و استابا 1986، پندی و همکاران 2006 و فانگ و همکاران 2008). آهن نیز یک عنصر کم‌مصرف مورد استفاده گیاه است که برای تشکیل کلروفیل و فتوسنتز آن ضروری است. بنابراین از طریق افزایش تولید اسیمیلات بطور غیر مستقیم می‌تواند در افزایش تولید گل در گیاه نقش ایفا کند. کمبود آهن از نظر اقتصادی برای گیاه بسیار مهم است زیرا کمیت و کیفیت محصول بدون وجود آهن ممکن است به‌شدت کاهش یابد (مان و استابا 1986 و الواز فرناندرز و همکاران 2004). افزایش عملکرد گل بر اثر مصرف آهن و روی در برخی گیاهان در تحقیقات دیگری نیز گزارش

جدول4- تجزیه واریانس مرکب اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی بخش هوایی بابونه آلمانی.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد گل	فسفر	پتاسیم	منیزیم	کلسیم	مس	منگنز	روی	آهن
سال	1	844440/55 *	0/006 ns	1/91 ns	0/0024 ns	9/681 ns	4/177 ns	6/266 ns	15/426 ns	34/178 ns
خطا	6	84854/68	0/109	5/054	0/156	21/660	81/454	112/553	7/505	10/671
(محلول‌پاشی)	9	335980/19**	0/313 **	10/54 ns	0/238 **	11/484 **	86/16**	798/353 ns	63/754**	1234/142**
محلول‌پاشی × سال	9	171/925 ns	0/038 ns	1/597 ns	0/012 ns	0/581 ns	1/461 ns	3/312 ns	1/248 ns	3/675 ns
خطا	54	33739/59	0/046	10/546	0/084	3/634	28/696	463/221	3/979	31/897
ضریب تغییرات		10/53	8/79	12/92	9/89	13/97	17/64	5/9	10/39	8/62

حروف متفاوت در هر ستون، نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون دانکن در صفت مورد نظر می‌باشد.

جدول5 - مقایسه میانگین‌های اثر محلول‌پاشی بر عملکرد کاپیتول و غلظت عناصر بخش هوایی بابونه آلمانی.

	محلول‌پاشی	عملکرد گل (kg/ha)	کلسیم (mg/g)	منیزیم (mg/g)	فسفر (mg/g)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	مس (mg/kg)
مرحله ساقه‌روی	سولفات آهن (F_1)	1684cd	2/128b	3/186a	12/39c	80/36b	18/3bc	27/24c
	سولفات روی(F_2)	1671cd	2/544a	2/892abcd	14/87ab	61/04cd	23/47a	34/12ab
	سولفات آهن + سولفات روی(F_3)	1923b	2/582a	3/063abc	12/75c	64/11c	18/17bc	29/5bc
مرحله گلدهی	سولفات آهن(F_4)	1683cd	2/264b	3/104ab	15/0ab	77/83b	17/75bc	35/93a
	سولفات روی(F_5)	1605d	2/534a	2/845bcd	15/13a	55/79d	22/93a	33/03abc
	سولفات آهن + سولفات روی(F_6)	1840bc	2/507a	2/666d	12/94bc	58/3cd	19/58b	27/61c
هردو مرحله	سولفات آهن(F_7)	1811bcd	2/28b	2/963abcd	14/96ab	87/62a	16/14cd	29/17bc
	سولفات روی(F_8)	1747bcd	2/705a	2/767cd	12/63c	56/91d	22/38a	27/24c
	سولفات آهن + سولفات روی(F_9)	2125a	2/557a	2/737cd	12/33c	64/44c	17/95bc	32/7abc
	شاهد (عدم محلول‌پاشی) (F_0)	1351e	2/174b	3/039abc	13/5abc	48/66e	15/4d	27/2c

حروف متفاوت در هر ستون، نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون دانکن در صفت مورد نظر می‌باشد.

شده است. محلول‌پاشی آهن + روی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد آفتابگردان شد (راوی و همکاران 2008). مصرف 50 میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک باعث افزایش هشت درصدی عملکرد کاپیتول در بابونه آلمانی گردید (گریجتوسکی و همکاران 2006).

غلظت عناصر غذایی

عناصر پرمصرف

فسفر: نتایج تجزیه واریانس مرکب بیانگر اثرمعنی‌دار محلول‌پاشی بر غلظت فسفر در بخش هوایی گیاه بابونه آلمانی است. اثر محلول‌پاشی بر غلظت فسفر در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 4). تیمارهای محلول‌پاشی با روی در هردو مرحله ساقه‌روی و

گلدهی (F_8)، سولفات آهن + روی در مرحله ساقه روی و در هر دو مرحله (F_3 و F_9)، سولفات روی در ساقه-روی و گلدهی (F_2 و F_5) به‌ترتیب بیشترین غلظت فسفر را در گیاه داشتند و با این حال بین آنها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول5). تیمارهای محلول‌پاشی با آهن در مراحل مختلف با شاهد اختلاف آماری نداشتند. افزایش غلظت فسفر براثر محلول‌پاشی با روی و آهن در پنبه (سیال و همکاران 2005)، لوبیا (ال‌مسری و همکاران 2002) و آفتابگردان (راوی همکاران 2008) نیز گزارش شده است.

پتاسیم: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب، غلظت پتاسیم بخش هوایی بابونه آلمانی در شرایط این آزمایش تحت تأثیر هیچکدام از تیمارهای محلول‌پاشی قرار نگرفت. متوسط غلظت پتاسیم در بخش هوایی بابونه آلمانی در شرایط این آزمایش 25/13 میلی‌گرم بر گرم بود. بر خلاف نتایج این آزمایش یک گزارش حاکی از آن است که محلول‌پاشی با روی غلظت پتاسیم را در برگ‌های پنبه افزایش داد (سیال و همکاران 2005). همچنین افزایش جذب پتاسیم توسط آفتابگردان بر اثر مصرف گوگرد همراه با محلول‌پاشی آهن + روی توسط راوی و همکاران (2008) نیز گزارش شده است.

منیزیم: تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در جدول 4 نشان می‌دهد که اثر محلول‌پاشی بر غلظت منیزیم بخش هوایی بابونه در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شد. بیشترین غلظت منیزیم به‌ترتیب مربوط به محلول‌پاشی با سولفات آهن در مرحله ساقه‌روی (F_1) و گلدهی (F_4) و محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی در مرحله ساقه‌روی (F_3) بود ولی با این وجود نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را از نظر آماری نشان ندادند. محلول‌پاشی با سولفات آهن + سولفات روی در مرحله گلدهی (F_6) باعث کاهش معنی‌دار غلظت این عنصر (2/66 میلی‌گرم بر گرم) نسبت به شاهد شد که کاهش 12/4 درصدی غلظت منیزیم بخش هوایی بابونه آلمانی را منجر شد (جدول5).

کلسیم: غلظت کلسیم بخش هوایی بابونه آلمانی در سطح احتمال 1 درصد تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول-پاشی قرار گرفت. بیشترین غلظت کلسیم بخش هوایی بابونه (15/13 میلی‌گرم بر گرم) براثر محلول‌پاشی با روی در مرحله گلدهی (F_5) حاصل شد که افزایش 12/07 درصدی را نسبت به شاهد داشت. با این وجود نسبت به شاهد این اختلاف معنی‌دار نبود. تیمارهای محلول‌پاشی با سولفات آهن در گلدهی و در هر دو مرحله (F_4 و F_7) و محلوپاشی با سولفات روی در مرحله ساقه روی (F_2) بترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند. کمترین غلظت کلسیم (12/33 میلی‌گرم برگرم) هم براثر محلول‌پاشی با آهن + روی در هر دو مرحله ساقه‌روی + گلدهی (F_9) حاصل شد که نسبت به شاهد کاهش 8/71 درصدی را نشان داد. افزایش جذب کلسیم در آفتابگردان بر اثر محلول‌پاشی با آهن و روی همراه با مصرف گوگرد توسط راوی و همکاران (2008) نیز گزارش شده است.

عناصر کم مصرف

نتایج آزمایش نشان داد که اثر محلول‌پاشی بر غلظت آهن، روی و مس بخش هوایی بابونه در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شد ولی تأثیر معنی‌داری بر غلظت منگنز نداشت (جدول 4).

آهن: بیشترین غلظت آهن در بخش هوایی بابونه بترتیب در تیمارهای محلول‌پاشی با سولفات آهن در هر دو مرحله ساقه‌روی و گلدهی (F_7) و سولفات آهن در مرحله ساقه‌روی و گلدهی (F_1 و F_4) حاصل شد که بترتیب نسبت به شاهد افزایش 80/1، 65/1 و 59/9 درصدی را نشان دادند (جدول5). تیمارهای محلول-پاشی دیگر هم با مقادیری کمتری نسبت به سه تیمار اخیر غلظت آهن را به طور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش دادند. ال‌میسری و همکاران (2002) نیز گزارش دادند که محلول‌پاشی لوبیا با آهن باعث افزایش

غلظت آهن در برگ‌ها و ساقه‌های آن گردید. محلول-پاشی با آهن و ترکیب آهن و روی باعث افزایش غلظت آهن در برگ سیاه‌دانه شد (موسی و همکاران 2003). افزایش جذب آهن در آفتابگردان براثر مصرف گوگرد همراه با محلول‌پاشی آهن + روی توسط راوی و همکاران (2008) نیز گزارش شده است.

روی: محلول‌پاشی با روی در مرحله ساقه‌روی (F_2) بیشترین غلظت روی در بخش هوایی بابونه (23/47 میلی‌گرم بر کیلوگرم) را باعث شد که نسبت به شاهد 52/4 درصد غلظت روی را افزایش داد. تیمارهای محلول‌پاشی روی در مرحله گلدهی و در هر دو مرحله (F_5 و F_8) بترتیب در رده‌های بعدی قرار داشتند. به غیر از تیمارهای مذکور تیمارهای دیگر نیز افزایش غلظت روی در بخش هوایی بابونه را نسبت به شاهد نشان دادند. محلول‌پاشی با روی باعث افزایش غلظت روی در برگ‌های گندم (پهلوان راد و همکاران 1387) و پنبه (سیال و همکاران 2005) و تمامی اندام‌های لوبیا (ال-میسری و همکاران 2002) شد. غلظت روی در برگ-سیاه‌دانه نیز براثر محلول‌پاشی با روی و ترکیبی از روی + آهن افزایش یافت (موسی و همکاران 2005).

مس: حداکثر غلظت مس (35/93 میلی‌گرم بر کیلوگرم) در اثر محلول‌پاشی با سولفات آهن در مرحله گلدهی (F_4) به‌دست آمد که افزایش 32/1 درصدی را نسبت به شاهد داشت. تیمار محلول‌پاشی با روی در مرحله ساقه‌روی (F_2) هم با افزایش 25/4 درصدی غلظت مس بخش هوایی نسبت به شاهد در مرتبه دوم قرار داشت. بقیه تیمارها با وجود افزایش دادن غلظت مس، تفاوت معنی داری با شاهد نشان ندادند. سیال و همکاران (2005) هم افزایش غلظت مس برگ‌های پنبه براثر محلول‌پاشی با روی را گزارش دادند.

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول 2 ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که در هر دو سال (1387 و 1388) مقدار مواد آلی خاک پایین (کمتر از یک درصد) است. درصد کربنات کلسیم معادل خاک (آهک خاک) و pH خاک بالا (حدود 8) بود. از طرف دیگر مقدار آهن و روی خاک در هر دو سال نیز کمتر از حد بحرانی بود (ملکوتی و تهرانی 1384). بنابراین موارد مذکور می‌تواند جذب آهن و روی را توسط گیاه محدود کرده و کمبود آنها را در گیاه باعث شود (معزاردلان و ثواقبی فیروزآبادی 1381، ملکوتی و تهرانی 1384 و بوپیندر و همکاران 2005). از سازوکار-های جذب عناصر توسط ریشه‌ها می‌توان به گسترش و توسعه سیستم ریشه در خاک اشاره کرد که ریشه می-تواند از بخش وسیع‌تری از خاک عناصر غذایی را جذب نماید. محلول‌پاشی گیاه با آهن و روی می‌تواند نقش مؤثری در افزایش گسترش ریشه گیاه داشته باشد. عناصر کم‌مصرف ازجمله آهن و روی عناصری ضروری برای حیات گیاهان هستند. به‌عنوان مثال می-توان به رابطه بین وجود مقدار کافی روی در گیاه و تولید آنزیم کربونیک‌انیدراز اشاره کرد. این آنزیم نقش مهمی در فتوسنتز گیاه دارد و سبب افزایش تولید کربوهیدرات‌ها می‌شود. آهن نیز در مسیرهای بیوسنتزی متعددی در گیاه مورد نیاز است. آهن همچنین در ساخت کلروفیل، تیلاکوئید و نمو کلروپلاست شرکت دارد (مارشنر 1995 و یاسین و همکاران 2010). بنابراین استنباط می‌شود که محلول-پاشی گیاه با آهن و روی منجر به افزایش شدت فتوسنتز گیاه می‌شود. بنابراین کربوهیدرات بیشتری به ریشه‌ها منتقل شده لذا رشد و جذب عناصر غذایی توسط ریشه زیاد می‌شود و در نتیجه غلظت‌های عناصر در گیاه افزایش می‌یابد. از طرف دیگر بخشی از محصولات فتوسنتزی منتقل شده به ریشه‌ها به‌وسیله آنها مصرف نمی‌شود، بلکه به بیرون از ریشه‌ها ترشح می‌شود که به شکل انواع اسیدهای آلی، کربوهیدرات‌ها رایزوسفر، افزایش جمعیت میکروبی خاک رایزوسفر و اثر مثبت آنها بر آزادسازی عناصر غذایی مختلف، تشکیل کی‌لیت با کاتیون‌های فلزی مختلف و افزایش

حل‌پذیری ترکیبات P، Ca، Fe، Zn و غیره افزایش می-دهند (مارشنر 1995).

یاسین و همکاران (2010) و ملکوتی و همکاران (1385) هم افزایش جذب عناصر از خاک را از فواید محلول‌پاشی عنوان می‌کنند. براساس نظر آنان محلول-پاشی سبب ترشح مواد قندی و سایر مواد از ریشه به محلول خاک می‌گردد. ترشح این مواد سبب بهبود فعالیت میکروبی در رایزوسفر شده و قابلیت جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. کاهش غلظت برخی عناصر براثر افزایش عملکرد و وقوع اثر رقت پس از محلول‌پاشی با عناصری مانند آهن، روی و منگنز در آزمایشات دیگری نیز گزارش شده است (پهلوان راد و همکاران 1387). در مورد کاهش جزئی غلظت عناصر منیزیم و کلسیم براثر محلول‌پاشی با آهن و روی چنین استنباط می‌شود که محلول‌پاشی باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی (بخش هوایی) در گیاه شده است بنابراین به‌نظر می‌رسد که اثر رقت باعث کاهش غلظت منیزیم و کلسیم در بخش هوایی بابونه گردیده است.

بنابراین از نتایج این تحقیق چنین استنباط می شود که محلول پاشی بابونه آلمانی با عناصر کم مصرف آهن و روی مخصوصاً در اراضی مناطق خشک و نیمه خشک که دارای خاکهای قلیایی هستند می‌تواند به بهبود عملکرد گل و افزایش غلظت برخی عناصر غذایی و رفع کمبود آنها در گیاه منجر گردد.

منابع مورد استفاده

امیدبیگی ر، 1387. تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی. 397 صفحه.

پهلوان‌راد مر، کیخا، غ. ع. و ناروئی راد، م.ر. 1387. تأثیر کاربرد روی، آهن و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد، غلظت و جذب عناصر غذایی در دانه گندم. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره 79. صفحات 1 تا 13.

دوازده‌امامی س و مجنون‌حسینی ن، 1387. زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه‌ای. دانشگاه تهران، تهران، 300 صفحه.

محمودی ش و حکیمیان م، 1379. مبانی خاکشناسی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. 706 صفحه.

معزاردلان م و ثواقبی فیروزآبادی غ، 1381. مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران، 387 صفحه.

ملکوتی مج و تهرانی مم، 1384. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. عناصر خرد با تأثیر کلان. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، 398 صفحه.

ملکوتی مج، طباطبایی سج و کافی م، 1385. روشهای نوین تأمین به موقع عناصر غذایی در گیاهان. انتشارات سنا. تهران. 388 صفحه.

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.

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

Bhupinder S, Senthil KAN, Singh BK and Usha K, 2005. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. Current Science, 88: 35-44.

El-Masri MF, Amberger A, El-Fouly MM and Rezk AI, 2002. Zn increased flowering and pod setting in faba beans and its interaction with Fe in relation to their contents in different plant parts. Pakistan Journal of Biological Sciences, 5: 143-145.

El-Sawi SA and Mohamed MA, 2002. Cumin herb as a new source of essential oils and its response to foliar spray with some micro-elements. Food Chemistry, 77: 75-80.

Erdal I, Kepenek K, Kizilgos I, 2004. Effect of Foliar Iron Applications at different Growth Stages on Iron and Some Nutrient Concentrations in Strawberry Cultivars. Turk J. Agric. For., 28: 421-427.

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.

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.

Hornok L, 1992. Cultivation and processins of medicinal plants. Budapest Academic Pub, Hungary, pp. 246 – 254.

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

Mann C and Staba EJ, 1986. The chemistry, pharmacology, and commercial formulations of chamomile. In: L.E.Craker and J.E. Simon (eds.). Herbs, Spices, and Medicinal Plants. Recent Advances in Botany, Horticulture, and Pharmacology, pp. 235-280.

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

Miller GW, Huang IJ, Welkie GW and Pushmik JC, 1995. Function of iron in plants with special emphasis on chloroplasts and photosynthetic activity In: J. Abadia (ed.). Iron nutrition in soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordecht, pp.19-28.

Mousa GT, El-Sallami IH and Ali EF, 2003. Response of *Nigella sativa* L. to foliar application of gibberellic acid, benzyladenine, iron and zinc. Assiut Journal of Agricultural of Science (Egypt), 32: 141-156.

Pandey N, Pathak GC and Sharma CP, 2006. Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 20: 89–96.

Patil BC, Hosamani RM, Ajjappalavara PS, Naik BH, Smitha RP and Ukkund KC, 2008. Effect of foliar application of micronutrients on growth and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 21: 428-430.

Pol Shekane Pahlevan MR, Keykha GA, Easteam GR, Akbarimoghaddam H, Kohkan SA and Naroueirad, MR, 2006. The study of effects Zn, Fe and Mn on quality of grain wheat. 18th World Congress of Soil Science, July 9-15, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Ravi S, Channal HT, Hebsur NS, Patil BN and Dharamtti PR, 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences,21: 382-385.

Said-Al Ahl HAH and Omer EA, 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.

Sashidhara KV, Verma RS and Ram P, 2006. Essential oil composition of *Matricaria recutita* L. from the lower region of the Himalayas, Flavour and Fragrance Journal, 21: 274–276.

Sial NB, Rajpar I and Solangi S, 2005. Effects of foliar application of zn on growth, yield and fiber characters of two cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) varieties.Pakistan Journalof Agriculture Agricultural Engineerig and Veterinary Sciences,21, 11-16.

Soleimani R, 2006. The effects of integrated application of micronutrient on wheat in low organic carbon conditions of alkaline soils of western Iran. 18th World Congress of Soil Science, July 9-15, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Walinga I, van Vark W, Houba VJG and Van der Lee JJ, 1989. Plant Analysis Procedures. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Yassen A, Abou El-Nour EAA and Shedeed S, 2010. Response of wheat to foliar spray with urea and micronutrients. Journal of American Science, 6: 14-22.

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.