

بررسی روش‌های مختلف کاربرد عناصر کم‌مصرف بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، عملکرد و کیفیت گیاه دارویی بابونه آلمانی

یوسف نصیری

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۴

چکیده

به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف کاربرد آهن و روی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد بابونه آلمانی آزمایشی در گلخانه پژوهشی دانشگاه تبریز در سال ۱۳۹۱ انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل T1: شاهد (عدم مصرف کود)، T2: مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، T3: مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T4: T3+T2، T5: محلول‌پاشی سولفات آهن (۳/۵ گرم در لیتر)، T6: محلول‌پاشی سولفات آهن (۷ گرم در لیتر)، T7: محلول‌پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، T8: محلول‌پاشی سولفات روی (۵ گرم در لیتر)، T9: T5+T7، T10: T5+T8، T11: T6+T7 و T12: T6+T8 بودند. نتایج نشان داد اثر تیمارهای مختلف کودی بر قطر گل، تعداد ساقه‌های فرعی، وزن خشک ریشه و ساقه، عملکرد خشک گل، درصد و عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد و بر قطر ساقه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. بیشترین قطر گل (۷/۶۵ میلی‌متر) در تیمار ترکیبی محلول‌پاشی سولفات آهن ۷ گرم در لیتر + سولفات روی ۲/۵ گرم در لیتر مشاهده شد. تیمار مصرف حاکی سولفات آهن + سولفات روی بیشترین تعداد ساقه‌های فرعی، وزن خشک ریشه و ساقه، قطر ساقه و عملکرد گل را بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار ترکیبی محلول‌پاشی سولفات آهن ۷ گرم در لیتر + سولفات روی ۵ گرم در لیتر به خود اختصاص داد و کمترین مقدار صفات مذکور هم در تیمار شاهد مشاهده شد. بیشترین درصد و عملکرد اسانس از تیمارهای T4 و T12 به‌دست آمد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که مصرف حاکی یا محلول‌پاشی عناصر آهن و روی وقتی به مقدار کافی در خاک در دسترس نباشند می‌تواند در افزایش عملکرد کمی و کیفی بابونه مؤثر واقع گردد.

واژگان کلیدی: آهن، اسانس، خاک مصرف، روی، محلول‌پاشی

مقدمه

بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) گیاهی دارویی، علفی و یک‌ساله است که به تیره کاسنی تعلق دارد. دامنه پراکنش این گیاه به‌طور وسیعی در اروپا، آسیای صغیر، شمال آفریقا، آمریکای شمالی و جنوبی و استرالیا گزارش شده است (Mann and Staba, 1986; Omidbaigi, 2008). این گیاه به‌عنوان یکی از مهمترین گیاهان دارویی جهان شناخته می‌شود و کاربردهای وسیعی در صنایع دارویی، آرایشی، بهداشتی و غذایی دارد. گل‌های بابونه حاوی اسانس و موادی دیگری همچون ماتریسین، فلاونوئید، کومارین، تانن و موسیلاژ است (Grejtovsky, 2006; Salamon, 1992). ماده مؤثره بابونه خواص دارویی زیادی از جمله مسکن، آرام‌بخشی، ضد باکتریایی، ضد التهاب، ضد اسپاسم، آنتی‌اکسیدانسی، اشتهاآور، ضد تشنج و اسهال، ضد تب، ضد حساسیت و غیره دارد (Omidbaigi, 2008; Heuskin et al., 2008). آلفابیسابولول، کامازولن و فارنسن از مهمترین ترکیبات شیمیایی بابونه هستند (Orav, 2001; Heuskin et al., 2008). اگرچه مواد مؤثره (متابولیت‌های ثانویه) گیاهان دارویی اساساً تحت تأثیر خواص ژنتیکی گیاه تولید می‌شوند، ولی میزان و کیفیت ساخت آنها به‌شدت متأثر از شرایط و عوامل محیطی رشد همچون تغذیه گیاه می‌باشد. محصول یک گیاه دارویی زمانی از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه خواهد بود که مقدار متابولیت‌های اولیه و ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. با انتخاب رقم مناسب و شرایط محیطی مطلوب برای رشد گیاه می‌توان به محصولی با کمیت و کیفیت بالاتری دست یافت (Omidbaigi, 2008; Davazdah, 2013; Emami and Majnoon Hosseini, 2013). تغذیه

متعادل گیاهان با عناصر پرمصرف و کم‌مصرف برای تولید بیشتر محصول و با کیفیت بالاتر در برنامه کود دهی گیاهان از اهمیت بالایی برخوردار است (Sawan et al., 2001). با وجود این توجه بیشتر به عناصر پرمصرف نسبت به عناصر کم‌مصرف سبب تشدید کمبود این عناصر از جمله در خاک‌های آهکی شده است (Omidbaigi, 2008). در خاک‌های آهکی، pH بالا، کمی مواد آلی و شوری خاک، خشکی، بالا بودن بی‌کربنات در آب آبیاری و نامتعادل بودن مصرف کودها منجر به کمبود عناصر کم‌مصرف می‌شود. این شرایط در بسیاری از خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران وجود دارد (Malakouti, 2008). آهن و روی از جمله عناصر کم‌مصرف هستند که نقش مهمی در فرآیندهای بیولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان ایفا می‌کنند. روی عنصری ضروری برای رشد گیاه است که به‌عنوان کوفاکتور آنزیم‌های مورد نیاز در سنتز پروتئین، فتوسنتز، اکسین، تقسیم سلولی، لقاح و حفظ غشای سلولی نقش دارد (Marschner, 1995). عنصر آهن برای آنزیم‌های زیادی به‌عنوان کوفاکتور جهت کاتالیز واکنش‌های بیوشیمیایی عمل می‌کند. آهن نقش اساسی در رشد و نمو گیاهان، از جمله سنتز کلروفیل، تیلاکوئید و کلروپلاست، شرکت در فعالیت آنزیم‌های تنفسی و انتقال انرژی در گیاهان دارد (Brittenham, 1994; Marschner, 1995; Miller et al., 1995). گیاهان به‌طور معمول مواد غذایی مورد نیاز خود را از خاک و توسط ریشه به‌دست می‌آورند، ولی عناصر غذایی را می‌توان از طریق محلول‌پاشی برگ‌ها نیز در اختیار گیاه قرار داد (Bernal et al., 2007; Baloch et al., 2008). مطالعات مختلفی در مورد تأثیر کاربرد عناصر کم‌مصرف بر عملکرد گیاهان زراعی و دارویی

(Nasiri et al., 2013).

با توجه به معضل کمبود عناصر کم‌مصرف در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک و نقش غیرقابل انکار آهن و روی بر عملکرد و کیفیت تولید گیاهان دارویی، هدف از انجام این تحقیق بررسی روش‌های مختلف مصرف عناصر آهن و روی به‌صورت خاک مصرف و محلول‌پاشی بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد بابونه آلمانی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در سال ۱۳۹۱ با ۱۲ تیمار و سه تکرار به اجرا در آمد. بذره‌های اصلاح شده بابونه آلمانی در گلدان‌های حاوی خاک لومی-شنی فقیر از نظر عناصر غذایی آهن و روی (جدول ۱) در گلخانه‌ی پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز کشت شدند. درون هر گلدان با قطر ۳۰ سانتی‌متر ۶ کیلوگرم خاک خشک ریخته شد. با توجه به نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، تمامی گلدان‌های آزمایشی با ۴۵۰ میلی‌گرم NH_4NO_3 ، ۴۴ میلی‌گرم $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ، ۱۵۰ میلی‌گرم K_2SO_4 ، ۸ میلی‌گرم $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ، ۸۵ میلی‌گرم $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ و ۲۰ میلی‌گرم $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ بر کیلوگرم خاک خشک غنی شدند.

پس از سبز شدن گیاهچه‌ها، در هر گلدان ۴ بوته حفظ شد. تیمارهای آزمایش شامل T1: شاهد (عدم مصرف هر نوع کودی)، T2: مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، T3: مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T4: T2 + T3، T5: T3، T6: محلول‌پاشی سولفات آهن (۳/۵ گرم در لیتر)، T7: محلول‌پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، T8: محلول‌پاشی سولفات روی (۵ گرم در

صورت گرفته است. محلول‌پاشی با غلظت سه در هزار سولفات روی باعث بهبود ارتفاع بوته، تعداد طبق و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش در گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) نسبت به تیمار شاهد شد (Movahedy Dehnavy and Modarres, 2007). مصرف سولفات روی و سولفات آهن تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و کاه گندم (*Triticum aestivum*) را افزایش داد (Pol Shekane, 2006; Soleimani, 2006).

مصرف ۵۰ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد خشک بوته و گل و غلظت روی در اندام‌های هوایی بابونه آلمانی شد (Grejtovsky et al., 2006). زهتاب سلماسی و همکاران (Zehtab-Salmasi et al., 2008) گزارش دادند که تیمار محلول‌پاشی با عناصر آهن، روی و بور منجر به افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک، سطح برگ گیاه، درصد اسانس بوته و برگ گیاه دارویی نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) شد. محلول‌پاشی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) با عنصر روی منجر به افزایش تعداد انشعابات ساقه و عملکرد بیولوژیکی نسبت به شاهد شد (El-Sawi and Mohamed, 2002). سیدال اهل و عمر (Said-Al Ahl and Omer, 2008) افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک ساقه و عملکرد دانه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) را در نتیجه مصرف توأم عناصر روی و آهن گزارش دادند. افزایش عملکرد گل، درصد اسانس و غلظت برخی از عناصر غذایی در بابونه آلمانی پس از محلول‌پاشی با عناصر آهن و روی نیز در شرایط مزرعه‌ای گزارش شده است (Nasiri et al., 2010);

کلونجر صورت گرفت. عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب درصد اسانس در عملکرد خشک گل محاسبه شد. قطر گل یا کاپیتول و ساقه اصلی با استفاده از کولیس در یک مرحله (قبل از برداشت دوم) اندازه‌گیری شد. پس از آخرین برداشت ریشه و ساقه از ناحیه طوقه جدا و پس از خشک کردن آنها وزن ریشه و ساقه (بخش هوایی) نیز ثبت گردید.

برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C استفاده شد. مقایسه میانگین‌های صفات مورد ارزیابی با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

لیتیر)، T6+T7 :T11، T5+T8 :T10، T5+T7 :T9 و T6+T8 :T12 بودند.

عناصر آهن و روی قبل از کاشت همراه با سایر کودها در گلدان‌های مربوطه به صورت خاکی مصرف شدند و محلول‌پاشی آنها در دو مرحله پس از سبز شدن صورت گرفت. برداشت گل‌ها در مرحله گلدهی، زمانی که گلچه‌های سفید رنگ زبانه‌ای به حالت افقی قرار گرفتند (Omidbaigi, 2008) در ۸ نوبت با فاصله زمانی ۴ تا ۵ روز صورت گرفت. پس از هر برداشت، گل‌ها در سایه کاملاً خشک و سپس توزین شدند. مجموع وزن گل‌های ۸ برداشت به عنوان عملکرد گل مشخص گردید. استخراج اسانس گل‌ها با استفاده از

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده
Table 1- Physical and chemical properties of soil

بافت خاک Soil Texture	رس Clay (%)	ماسه Silt (%)	شن Sand (%)	ماده آلی O.M. (%)	درصد مواد خثنی شونده T.N.V (%)	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	اسیدیته pH	درصد اشباع خاک SP (%)	
Loamy sand	12	18	70	0.11	2	0.11	7.63	32	
Total N (%)	Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	Na	K	P
mg/kg									
0.08	1.3	0.85	1.1	1.8	99.1	1149.2	108.8	250	5.7

را ۱۳/۵ درصد افزایش داد. علاوه بر این نتایج به دست آمده بیانگر این است که به جز دو تیمار مصرف خاکی ۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و محلول‌پاشی ۳/۵ گرم در لیتر سولفات آهن، بقیه تیمارها افزایش معنی‌داری در قطر گل نسبت به شاهد را باعث شدند. نتایج این تحقیق با گزارش‌هایی در رابطه با افزایش معنی‌دار قطر گل در گل رز (*Rosa hybri*) و گل ژربرا (*Gerbera jamesonii*) پس از مصرف عناصر روی و آهن همخوانی دارد (Khosha et al., 2011; Younis et al., 2013).

نتایج و بحث قطر گل

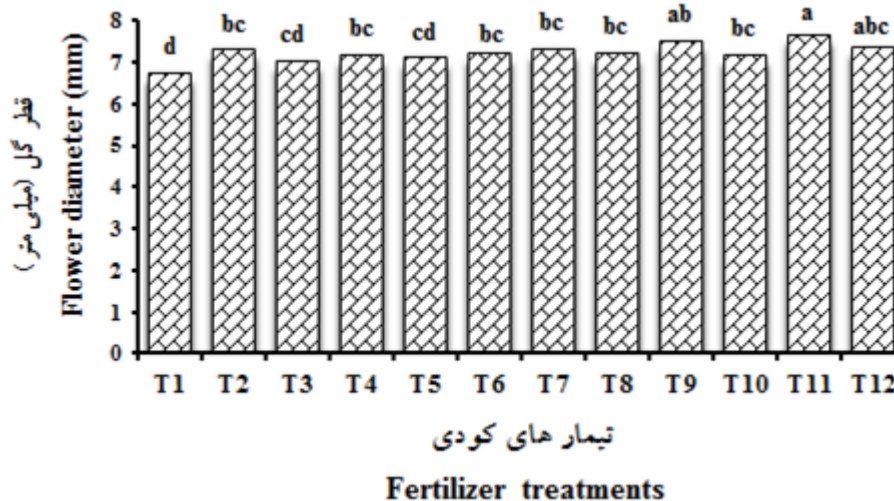
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کود دهی بر قطر گل (کاپیتول) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های قطر گل (شکل ۱) حاکی از آن است که محلول‌پاشی ۷ گرم در لیتر سولفات آهن + ۲/۵ گرم در لیتر سولفات روی با قطر گل ۷/۶۵ میلی‌متر نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. این در حالی است که بین آن و سایر تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار نبود. تیمار مذکور، قطر گل نسبت به شاهد

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مصرف خاکی و محلول پاشی سولفات آهن و روی بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد گیاه دارویی بابونه آلمانی
Table 2- Analysis of variance testing the effect of soil and foliar application iron sulfate and zinc sulfate on some morphological traits and yield of German chamomile

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات Mean of Squares									
		قطر گل Flower diameter	قطر ساقه اصلی Main stem diameter	تعداد ساقه‌های فرعی Number of branches	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight	ارتفاع بوته Plant height	طول ریشه Root length	عملکرد خشک گل Flower dry yield	درصد اسانس Essential oil	عملکرد اسانس Essential oil yield
تیمار Treatment	11	0.185**	0.297*	6.855**	4.44**	15.887**	50.57 ^{ns}	2.96 ^{ns}	5.19**	0.012**	0.001**
خطای آزمایشی Error	24	0.055	0.134	1.72	1.147	2.131	30.139	14.72	1.54	0.003	0.0001
ضریب تغییرات %CV	-	2.23	9.00	8.84	5.63	4.38	7.25	12.40	14.6	6.4	17.14

**، * and ns: significant at 1% and 5% and non-significant, respectively

**، * و ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی دار



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر قطر گل بابونه (LSD=0.39)

T1 الی T12 به ترتیب: شاهد (عدم مصرف کود)، مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T₃+T₂، محلول پاشی سولفات آهن (۳/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات آهن (۷ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۵ گرم در لیتر)، T₅+T₇، T₅+T₈، T₆+T₈ و T₆+T₇.

Figure 1- Mean comparison of the effect of different treatments on the diameter of chamomile (LSD at 5%: 0.39)

T₁: control, T₂: 30 mg FeSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₃: 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₄: 30 mg FeSO₄.7H₂O + 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₅: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (3.5 g/L), T₆: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (7.0 g/L), T₇: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (2.5 g/L), T₈: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (5.0 g/L), T₉: T₅+T₇, T₁₀: T₅+T₈, T₁₁: T₆+T₇ and T₁₂: T₆+T₈.

می‌گردد که تیمار کاربرد خاکی

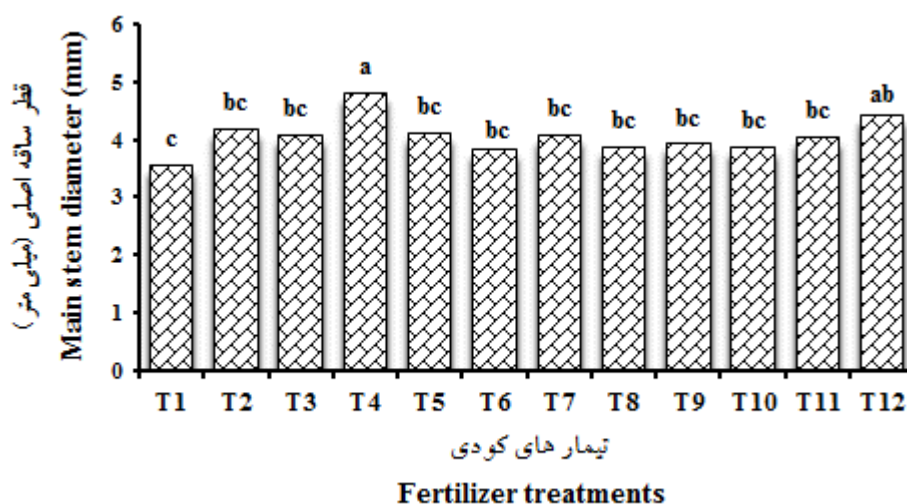
سولفات آهن + سولفات روی بیشترین قطر ساقه را به خود اختصاص داد که با تیمار محلول پاشی ۷ گرم در لیتر سولفات آهن + ۵ گرم در لیتر سولفات روی در یک گروه آماری بودند. این دو تیمار به ترتیب ۳۴/۸ و

قطر ساقه اصلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس قطر ساقه اصلی حاکی از اثر معنی دار تیمار کود دهی بر آن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های این صفت (شکل ۲) ملاحظه

روی در ذرت نیز گزارش شده است (Khalili Mahalleh and Roshdi, 2008). پیرزاد و همکاران (Pirzad *et al.*, 2013) هم گزارش دادند که قطر ساقه گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) در اثر محلول‌پاشی روی افزایش یافت، ولی تحت تأثیر محلول‌پاشی با آهن قرار نگرفت. اثر مثبت و معنی‌دار عنصر روی بر قطر ساقه در مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) توسط ناهید و بالبا (Nahed and Balbaa, 2007) نیز گزارش شده است.

۲۳/۹ درصد قطر ساقه را نسبت به شاهد افزایش دادند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که سایر تیمارهای کودی نتوانستند مقدار این صفت را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهند و تمامی در یک گروه آماری قرار گرفتند. افزایش قطر گل و قطر ساقه ناشی از کاربرد عناصر آهن و روی را می‌توان به بهبود شرایط تغذیه‌ای و نقش مؤثر آنها در فرایند فتوسنتز و دیگر فعالیت‌های متابولیکی گیاه که منجر به افزایش تقسیم سلول و طول شدن آنها می‌شود، نسبت داد (Hatwar *et al.*, 2003; Malakouti, 2008). افزایش قطر ساقه در اثر محلول‌پاشی آهن و



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر قطر ساقه اصلی بابونه (LSD=0.62)

T1 الی T12 به ترتیب: شاهد (عدم مصرف کود)، مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T₂+T₃، محلول‌پاشی سولفات آهن (۳/۵ گرم در لیتر)، محلول‌پاشی سولفات آهن (۷ گرم در لیتر)، محلول‌پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، محلول‌پاشی سولفات روی (۵ گرم در لیتر)، T₆+T₈ و T₆+T₇، T₅+T₈، T₅+T₇.

Figure 2- Mean comparison of the effect of different treatments on the main stem diameter of chamomile (LSD at 5%: 0.62)

T₁: control, T₂: 30 mg FeSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₃: 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₄: 30 mg FeSO₄.7H₂O + 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₅: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (3.5 g/L), T₆: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (7.0 g/L), T₇: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (2.5 g/L), T₈: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (5.0 g/L), T₉: T₅+T₇, T₁₀: T₅+T₈, T₁₁: T₆+T₇ and T₁₂: T₆+T₈.

(جدول ۲). بیشترین تعداد ساقه فرعی متعلق به تیمار مصرف خاکی ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک + ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک

تعداد ساقه‌های فرعی

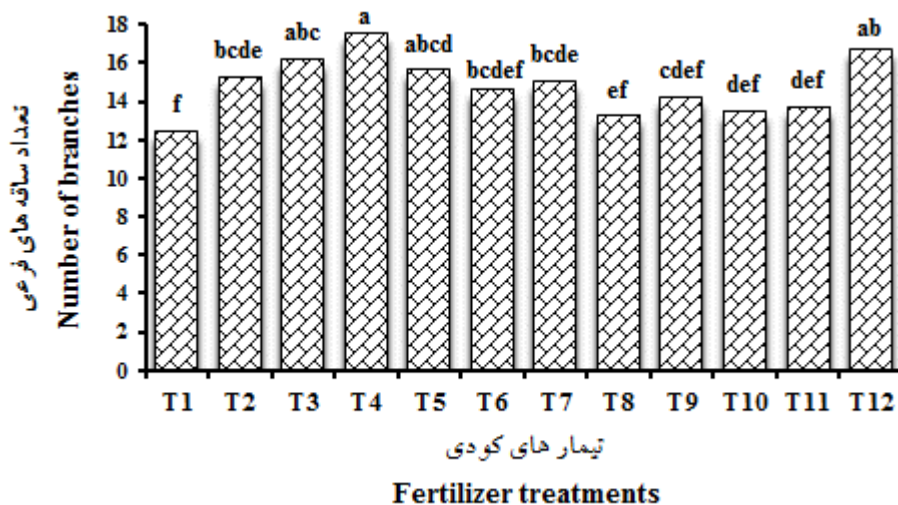
اثر تیمار کود دهی بر تعداد ساقه‌های فرعی در بوته در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد

انیسون (Pirzad *et al.*, 2013) مطابقت دارد. افزایش تعداد ساقه‌های فرعی با مصرف عناصر آهن و روی را می‌توان به نقش مثبت آهن و روی در افزایش شدت فتوسنتز و فعالیت‌هایی که منجر به افزایش تقسیم سلول و طویل شدن آنها می‌شود، نسبت داد (Said-Al Ahl and Mahmoud, 2010; Miransari *et al.*, 2015).

ارتفاع بوته و طول ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) برای ارتفاع بوته و طول ریشه حاکی از عدم معنی‌دار بودن تیمارهای کودی می‌باشد.

(T4) بود که نسبت به تیمار شاهد حدود ۴۱ درصد افزایش نشان داد (شکل ۳). تیمارهای محلول‌پاشی سولفات آهن به میزان ۷ گرم در لیتر + سولفات روی به میزان ۵ گرم در لیتر (T12) و مصرف حاکی ۲۲ میلی‌گرم عنصر روی در کیلوگرم خاک (T3) به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند که با تیمار T4 تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. نتایج همچنین تفاوت معنی‌دار و افزایشی تیمارهای T2، T3، T5 و T7 در تعداد ساقه‌های فرعی با تیمار شاهد را نشان داد. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده در گیاهان دیگری همچون زیره سبز (El-Sawi and Mohamed, 2002)، گشنیز (Said-Al Ahl and Omer, 2009) و



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر تعداد ساقه‌های فرعی بابونه (LSD=2.2)

T1 الی T12 به ترتیب: شاهد (عدم مصرف کود)، مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T₃+T₂، محلول‌پاشی سولفات آهن (۲/۵ گرم در لیتر)، محلول‌پاشی سولفات آهن (۷ گرم در لیتر)، محلول‌پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، محلول‌پاشی سولفات روی (۵ گرم در لیتر)، T₆+T₈ و T₆+T₇، T₅+T₈، T₅+T₇.

Figure 3- Mean comparison of the effect of different treatments on number of lateral branches of chamomile (LSD at 5%: 2.2)

T₁: control, T₂: 30 mg FeSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₃: 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₄: 30 mg FeSO₄.7H₂O + 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₅: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (3.5 g/L), T₆: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (7.0 g/L), T₇: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (2.5 g/L), T₈: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (5.0 g/L), T₉: T₅+T₇, T₁₀: T₅+T₈, T₁₁: T₆+T₇ and T₁₂: T₆+T₈.

خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود تمامی تیمارهای کودی به‌جز تیمار محلول‌پاشی با ۵ گرم در

وزن خشک ریشه

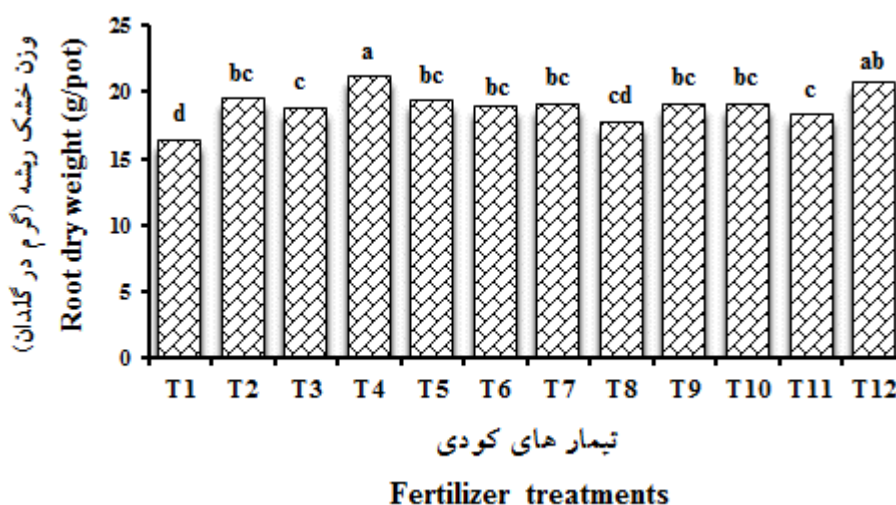
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از آن است که اثر تیمار کودی با عناصر آهن و روی بر وزن

تیمار T4 یعنی مصرف خاکی آهن + روی بود که افزایش ۲۲/۹ درصدی وزن خشک شاخساره را نسبت به تیمار شاهد داشت. تیمار اخیر توأم با تیمار T12 (۷ گرم در لیتر محلول پاشی آهن + ۵ گرم در لیتر روی) در یک گروه آماری قرار داشتند. تیمارهای T2، T3 و T6 نیز با قرار گرفتن در یک گروه آماری افزایش معنی‌دار وزن خشک شاخساره نسبت به تیمار شاهد را باعث شدند. به نظر می‌رسد که افزایش قطر ساقه و تعداد ساقه‌های فرعی در اثر مصرف آهن و روی منجر به افزایش وزن خشک شاخساره شده باشد. علاوه بر این افزایش زیست‌توده گیاه در اثر مصرف عناصر کم‌مصرف ناشی از نقش مثبت آنها در افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌باشد.

لیتر سولفات روی (T8)، باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد شدند. بیشترین وزن خشک ریشه به ترتیب از دو تیمار کاربرد خاکی ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک + ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی (T4) و محلول پاشی سولفات آهن به میزان ۷ گرم در لیتر + ۵ گرم در لیتر سولفات روی (T12) به دست آمد که افزایش ۲۸/۶ و ۲۵/۸ درصدی در وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد را به خود اختصاص دادند.

وزن خشک شاخساره

وزن خشک شاخساره به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین وزن خشک شاخساره (۳۹/۸ گرم) متعلق به

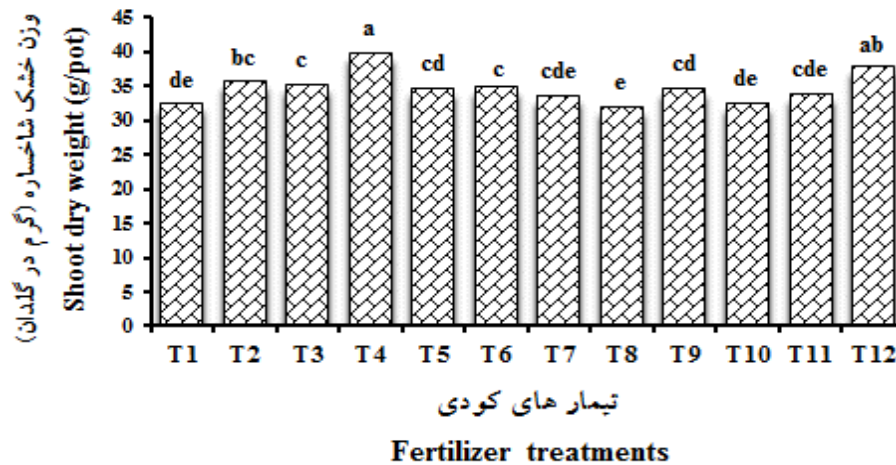


شکل ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک ریشه بابونه (LSD=1.8)

T1 الی T12 به ترتیب: شاهد (عدم مصرف کود)، مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T3+T2، محلول پاشی سولفات آهن (۳/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات آهن (۷ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۵ گرم در لیتر)، T6+T7، T5+T8، T5+T7، T6+T8 و T6+T7.

Figure 4- Mean comparison of the effect of different treatments on root dry weight of chamomile (LSD at 5%: 1.8)

T₁: control, T₂: 30 mg FeSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₃: 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₄: 30 mg FeSO₄.7H₂O + 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₅: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (3.5 g/L), T₆: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (7.0 g/L), T₇: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (2.5 g/L), T₈: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (5.0 g/L), T₉: T₅+T₇, T₁₀: T₅+T₈, T₁₁: T₆+T₇ and T₁₂: T₆+T₈.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک شاخساره بابونه (LSD=2.5)

T1 الی T12 به ترتیب: شاهد (عدم مصرف کود)، مصرف ۳۰ میلی گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، مصرف ۲۲ میلی گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T3+T2، محلول پاشی سولفات آهن (۳/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات آهن (۷ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۵ گرم در لیتر)، T6+T8 و T6+T7، T5+T8، T5+T7، T6+T8 و T6+T7.

Figure 5- Mean comparison of the effect of different treatments on shoot dry weight of chamomile (LSD at 5%: 2.5)

T1: control, T2: 30 mg FeSO₄.7H₂O/kg dry soil, T3: 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T4: 30 mg FeSO₄.7H₂O + 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T5: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (3.5 g/L), T6: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (7.0 g/L), T7: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (2.5 g/L), T8: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (5.0 g/L), T9: T5+T7, T10: T5+T8, T11: T6+T7 and T12: T6+T8.

احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد خشک به ترتیب در دو تیمار T4 برابر با ۱۱/۶۵ گرم در گلدان و T12 برابر با ۱۰/۵۳ گرم در گلدان مشاهده شد و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد (۶/۹ گرم در گلدان) بود (شکل ۶). این دو تیمار (مصرف حاکی آهن + روی و محلول پاشی ۷ گرم در لیتر سولفات آهن + ۵ گرم در لیتر سولفات روی) به ترتیب منجر به افزایش ۶۸/۸ و ۵۲/۶ درصدی عملکرد خشک گل نسبت به تیمار شاهد شدند. نتایج همچنین حاکی از آن بود که سایر تیمارهای کودی نتوانستند وزن خشک گل را به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد افزایش دهند. عنصر آهن با نقش مهمی که در افزایش تولید کلروفیل و نمو کلروپلاست و به تبع آن افزایش میزان فتوسنتز و تولید کربوهیدرات در گیاه دارد باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی شده در نتیجه شرایط رشد و نمو برای گیاه و تولید بیشتر را فراهم می کند

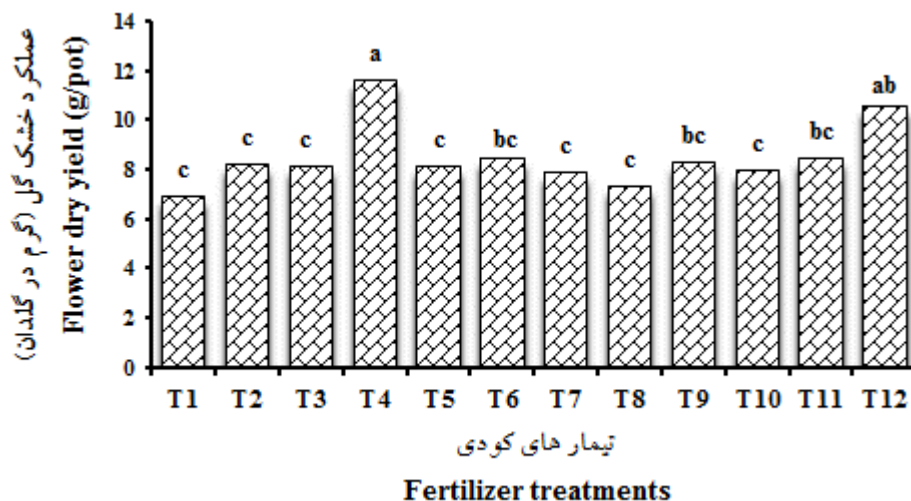
گزارش شده است که مصرف توأم عناصر روی و آهن به صورت محلول پاشی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک در گشیز نیز شده است (Said-Al Ahl and Omer, 2009). اثر مثبت عناصر آهن و روی بر افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاهان مختلف توسط محققان دیگری نیز گزارش شده است که می توان به گندم (Pol Shekane Pahlevan *et al.*, 2006; Soleimani, 2006)، نعناع (Misra and Sharma, 1991)، زیره سبز (El-Sawi and Mohamed, 2002)، پنبه (Mohamed, 2002)، و مریم گلی (Sial *et al.*, 2005) (L. Nahed and Balbaa, 2007) اشاره کرد. مصرف ۵۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک باعث افزایش ۱۷/۳ درصدی عملکرد بیولوژیک در بابونه آلمانی شد (Grejtovsky *et al.*, 2006).

عملکرد خشک گل

اثر تیمار کود دهی بر عملکرد خشک گل در سطح

افزایش تعداد گل‌های تشکیل شده در گیاه می‌تواند از علل دیگر افزایش عملکرد خشک گل ناشی از مصرف عناصر آهن و روی باشد. گل‌های بابونه مهمترین اندام دارویی آن محسوب می‌شوند، بنابراین تولید گل بیشتر منجر به افزایش تولید خواهد شد. افزایش عملکرد گل در آفتابگردان توسط راوی و همکاران (Ravi *et al.*, 2008) نیز گزارش شده است. مصرف توأم سولفات آهن و روی در شوید باعث افزایش معنی‌دار تولید گل شد (Miransari *et al.*, 2015).

(Yassen *et al.*, 2010). عنصر روی نیز با نقشی که در متابولیسم RNA و مقدار ریبوزوم در سلول‌های گیاهی ایفا می‌کند منجر به تحریک تولید کربوهیدرات، پروتئین و DNA شده لذا این عنصر نقش مهمی در اسیمیلاسیون CO₂ ایفا می‌کند (Hatwar *et al.*, 2003). لذا چنین استنباط می‌شود که کاربرد عناصر آهن و روی با افزایش فعالیت فتوسنتزی تولید گل در گیاه را افزایش داده در نتیجه منجر به افزایش عملکرد گل در بابونه می‌شود. افزایش قطر گل و تعداد ساقه‌های فرعی در نتیجه



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد خشک گل بابونه (LSD=2.09)

T1 الی T12 به ترتیب: شاهد (عدم مصرف کود)، مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T₃+T₂، محلول پاشی سولفات آهن (۳/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات آهن (۷ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۵ گرم در لیتر)، T₆+T₈ و T₆+T₇، T₅+T₈، T₅+T₇.

Figure 6- Mean comparison of the effect of different treatments on flower dry yield of chamomile (LSD at 5%: 2.09)

T₁: control, T₂: 30 mg FeSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₃: 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₄: 30 mg FeSO₄.7H₂O + 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₅: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (3.5 g/L), T₆: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (7.0 g/L), T₇: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (2.5 g/L), T₈: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (5.0 g/L), T₉: T₅+T₇, T₁₀: T₅+T₈, T₁₁: T₆+T₇ and T₁₂: T₆+T₈.

گرم در لیتر سولفات آهن + ۵ گرم در لیتر سولفات روی (T12) به ترتیب باعث افزایش ۲۱ و ۲۰ درصدی اسانس بابونه نسبت به شاهد (T1) شدند (شکل ۷). نتایج همچنین نشان داد که عملکرد اسانس به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد تیمارهای T4 و T12 نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان دادند. این

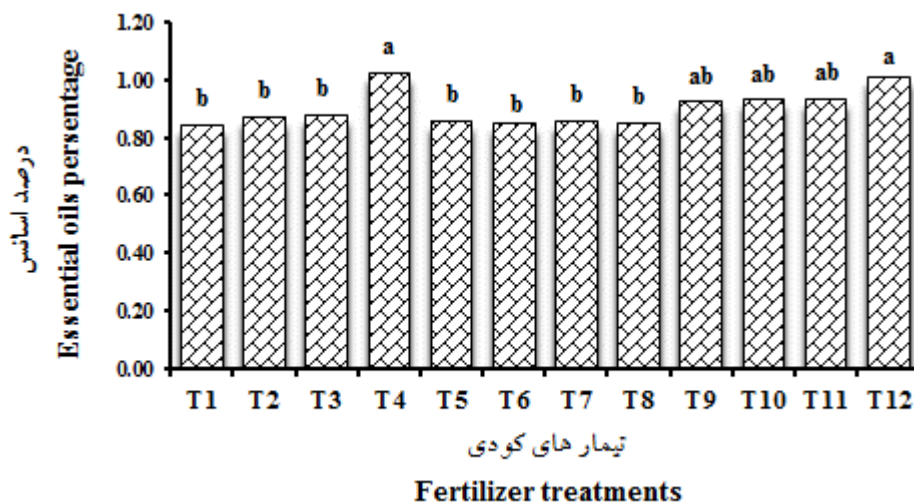
درصد و عملکرد اسانس

پاسخ درصد و عملکرد اسانس بابونه تحت تأثیر تیمارهای کودی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). تیمارهای مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک + مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک (T4) و محلول پاشی به میزان ۷

عنصر آهن و روی می‌تواند به افزایش درصد اسانس و عملکرد گل بابونه در اثر کاربرد عناصر مذکور نسبت داده شود.

افزایش عملکرد اسانس در اثر مصرف عناصر آهن و روی در نعناع (Misra and Sharma, 1991)، زیره (El-Sawi and Mohamed, 2002) و ریحان (Said-Al Ahl and Mahmoud, 2010) نیز گزارش شده است. در انیسون گزارش شده است که مصرف عنصر آهن و روی باعث افزایش درصد اسانس نسبت به شاهد شدند (Nateghi *et al.*, 2015). در زیره سبز کاربرد عناصر آهن و روی توأم با کاربرد کود دامی باعث افزایش درصد اسانس شد (Raese *et al.*, 2015). نتایج مشابهی برای آویشن (Yadgari, 2014) و شوید (Miransari *et al.*, 2015) گزارش شده است.

تیمارها به ترتیب با مقادیر ۰/۱ و ۰/۱۲ گرم در گلدان باعث افزایش ۱۰۵ و ۱۰۸ درصدی عملکرد اسانس نسبت به شاهد شدند (شکل ۸). ساخت متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی از جمله اسانس نه تنها تحت تأثیر عوامل ژنتیکی گیاهان کنترل می‌شود، بلکه متأثر از عوامل اکولوژیکی از جمله میزان دسترسی به عناصر غذایی می‌باشد (Omidbaigi, 2008; Said Al Ahl and Mahmud, 2010). عناصر آهن و روی به‌عنوان کوفاکتور در فعالیت آنزیم‌های مختلفی شرکت می‌کنند و همچنین در ارتباط با متابولیسم ساکارز، فتوسنتز و ساخت پروتئین در گیاهان مختلف هستند (Marschner, 1995). عملکرد اسانس تحت تأثیر درصد اسانس و وزن خشک است. بنابراین افزایش این دو عامل موجب افزایش عملکرد اسانس می‌شود. افزایش عملکرد اسانس بابونه در اثر مصرف

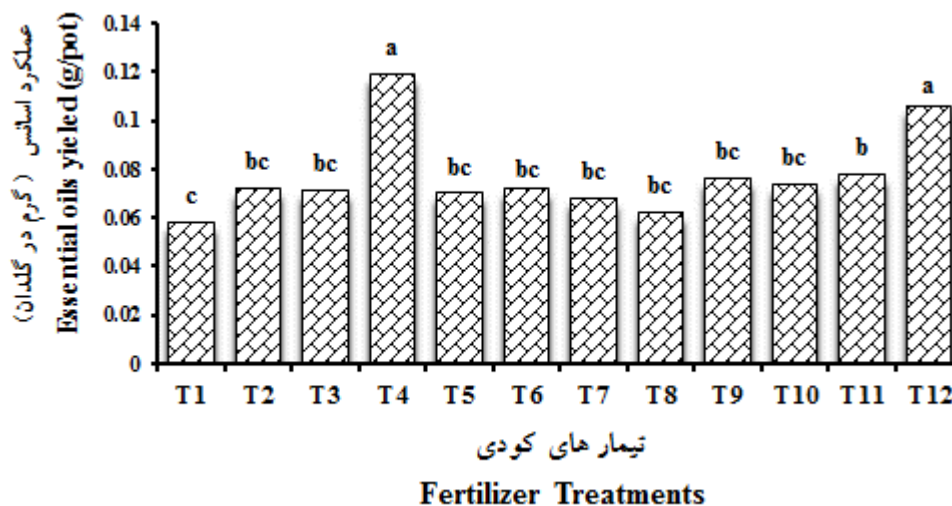


شکل ۷- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر درصد اسانس بابونه (LSD=0.092).

T1 الی T12 به ترتیب: شاهد (عدم مصرف کود)، مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T₃+T₂، محلول پاشی سولفات آهن (۳/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات آهن (۷ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۵ گرم در لیتر)، T₆+T₈ و T₆+T₇، T₅+T₈، T₅+T₇.

Figure 7- Mean comparison of the effect of different treatments on essential oils percentage of chamomile (LSD at 5%: 0.092).

T₁: control, T₂: 30 mg FeSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₃: 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₄: 30 mg FeSO₄.7H₂O + 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₅: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (3.5 g/L), T₆: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (7.0 g/L), T₇: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (2.5 g/L), T₈: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (5.0 g/L), T₉: T₅+T₇, T₁₀: T₅+T₈, T₁₁: T₆+T₇ and T₁₂: T₆+T₈.



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد اسانس بابونه (LSD=0.021).

T1 الی T12 به ترتیب: شاهد (عدم مصرف کود)، مصرف ۳۰ میلی‌گرم سولفات آهن در کیلوگرم خاک، مصرف ۲۲ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک، T₃+T₂، محلول پاشی سولفات آهن (۳/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات آهن (۷ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۲/۵ گرم در لیتر)، محلول پاشی سولفات روی (۵ گرم در لیتر)، T₆+T₈ و T₆+T₇، T₅+T₈، T₅+T₇.

Figure 8- Mean comparison of the effect of different treatments on essential oils yield of chamomile (LSD at 5%: 0.021).

T₁: control, T₂: 30 mg FeSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₃: 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₄: 30 mg FeSO₄.7H₂O + 22 mg ZnSO₄.7H₂O/kg dry soil, T₅: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (3.5 g/L), T₆: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (7.0 g/L), T₇: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (2.5 g/L), T₈: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (5.0 g/L), T₉: T₅+T₇, T₁₀: T₅+T₈, T₁₁: T₆+T₇ and T₁₂: T₆+T₈.

روش خاک مصرف عناصر آهن و روی در اکثر صفات اندازه‌گیری شده نتیجه بهتری نشان داد، ولی با روش محلول پاشی آنها تفاوت معنی‌داری نشان نداد، بنابراین می‌توان از روش محلول پاشی به‌عنوان یک روش کم‌هزینه و کارآمد مصرف کودهای ریزمغذی، جهت تأمین عناصر آهن و روی مورد نیاز گیاه بابونه آلمانی استفاده نمود و عملکرد کمی و کیفی آنرا بهبود داد.

نتیجه‌گیری

مصرف برگی یا محلول پاشی عناصر ریزمغذی مانند آهن و روی یکی از روش‌های مدیریتی تغذیه گیاهان مخصوصاً زمانی که مصرف حاکی آنها به دلیل شرایط نامناسب خاک (آهکی بودن، کمبود مواد آلی و یا شوری) کارآمد و اقتصادی نباشد، محسوب می‌شود. نتایج حاصل حاکی از افزایش برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، عملکرد و تولید اسانس تحت تأثیر کاربرد عناصر آهن و روی می‌باشد. با وجودی که

References:

- Baloch, Q.B., Chachar, Q.I. and Tareen, M.N. 2008. Effect of foliar application of macro and micro nutrients on production of green chilies (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural Technology*, 4: 177- 184.
- 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.
- Brittenham, G.M. 1994. New advances in iron metabolism, iron deficiency and iron overload. *Current Opinion in Hematology*, 1: 549-556.

- Das, K., Dang, R., Shivananda, T.N. and Sur, P.** 2005. Interaction between phosphorus and zinc on the biomass yield and yield attributes of the medicinal plant stevia (*Stevia rebaudiana*). *Scientific World Journal*, 5: 390–395.
- Davazdah Emami, S. and Majnoon Hosseini, N.** 2013. Agriculture and the Production of Some Medicinal Plants and Spices. Tehran University. Press, 300p. (In Persian)
- El-Sawi, S.A. and Mohamed, M.A.** 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.
- 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.
- Hatwar, G.P., Gondane, S.M., Urkade, S.M. and Gahukar, O.V.** 2003. Effect of micronutrients on growth and yield of chilli. *Soils and Crops*, 13(1):123 -125.
- Heuskin, E., Godin, B., Leroy, P., Gapella, Q., Watherlet, J.P., Verheggen, F., Haurbruge, E. and Lognay, G.** 2008. Fast gas chromatography characterization of purified semi chemicals from essential oil of *Matricaria chamomilla* L. (Asteraceae) and *Nepeta cataria* L. (Lamiaceae). *Journal of Chromatography*, 1216: 2768-75.
- Khalili Mahalleh, J. and Roshdi, M.** 2008. Effect of foliar application of micro nutrients on quantitative and qualitative characteristics of 704 silage corn in Khoy. *Seed and Plant Improvement Journal*, 24 (2): 281-293. (In Persian)
- Khosa, S.S., Younis, A., Rayit, A., Yasmeen, S. and Riaz, A.** 2011. Effect of foliar application of macro and micro nutrients on growth and flowering of *Gerbera jamesonii* L. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 11 (5): 736-757.
- Malakouti, M.J.** 2008. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 32: 215-220.
- Mann, C. and Staba, E.J.** 1986. The chemistry, pharmacology, and commercial formulation of chamomile. Herbs Spices and Medicinal plants -Recent Advances in -Botany, Horticulture, and Pharmacology. Craker L.E. and Simon J.I.E. Editors. Oryx Press, Phoenix, AZ, 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, G.W., Huang, I.J., Welkie, G.W. and Pushmik, J.C.** 1995. Function of iron in plants with special emphasis on chloroplasts and photosynthetic activity. In: Abadia J. (ed.) Iron nutrition in soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- 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(54): 15-30.
- Misra, A. and Sharma. S.** 1991. Critical Zn concentration for essential oil yield and menthol concentration of Japanese mint. *Fertilizer Research*, 29: 261-265.
- Movahedy Dehnavy, M. and Modarres Sanavy, S.A.M.** 2007. Effect of Zn and Mn micronutrients foliar application on yield and yield components of three winter safflower under drought stress in Isfahan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 13(2): 1-11. (In Persian)
- Nahed, G.A. and Balbaa, L.K.** 2007. Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(11): 1479-1489.
- Nasiri, Y., Zehtab Salmasi, S., Nasrullah Zadeh, S., Ghassemi Gholezani, K., Najafi, N. and Javanmard, A.** 2013. Evaluation of foliar spray of ferrous sulfate and zinc sulfate on yield and nutrients concentration of aerial parts in German chamomile. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 23(3): 105- 115. (In Persian)

- Nasiri, Y., Zehtab-Salmasi, S., 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.
- Nateghi, Sh., Pirzad, A. and Darvishzadeh, R.** 2015. Effect of Fe and Zn micro nutrients on yield and yield components of *Pimpinella anisum* L. *Journal of Horticultural Science*, 29(1): 37-46. (In Persian)
- Omidbaigi, R.** 2008. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol.3). Astan Quds Razavi Publication (Behnashr Co.). 397 p. (In Persian)
- Orav, A., Kailas, T. and Ivask, K.** 2001. Volatile constituents of *Matricaria chamomilla* L. from Estonia. *Proceeding of the Estonian Academy of Sciences Chemistry*, 50: 39-45.
- Pirzad, A.R., Tousi, P. and Darvishzadeh, R.** 2013. Effect of Fe and Zn foliar application on plant characteristics and essential oil content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 15(1): 12-23. (In Persian)
- Pol Shekane Pahlevan, M.R., Keykha, G.A., Easteam, G.R., Akbarimoghaddam, H., Kohkan, S.A. and Naroueirad, M.R.** 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.
- Raese, N., Vakili, S.M.A., Sarhady, G. and Torkynegad, F.** 2015. Effects of manure, iron and zinc fertilizers on yield and yield components of Cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(1): 138-149. (In Persian)
- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N. and Dharamtti, P.R.** 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, H.A.H. and Mahmoud, A.A.** 2010. Effect of zinc and / or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 3: 97-111.
- 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 Medicinal Food Plants*, 1: 30-46.
- Salamon, I.** 1992. Chamomile: A medicinal plant. *The Herb, Spice and Medicinal Plant Digest*, 10: 1-4.
- Sashidhara, K.V., Verma, R.S. and Ram, P.** 2006. Essential oil composition of *Matricaria recutita* L. from the lower region of the Himalayas. *Flavors and Fragrance Journal*, 21: 274-276.
- Sawan, Z.M., Hafez, S.A. and Basyony, A.E.** 2001. Effect of phosphorus fertilization and foliar application of chelated zinc and calcium on seed, protein and oil yields and oil properties of cotton. *Journal of Agricultural Science*, 136:191-198.
- Sial, N.B., 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 Journal of Agriculture, Agricultural Engineering 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.
- Yadgari, M.** 2014. Effect of foliar application of micronutrients on growth, yield and essential oil content of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Crop Research*, 47(1, 2 & 3): 56-65.
- 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.

Younis, A., Riaz, A., Sajid, M., Mushtaq, N., Ahsa, M., Hameed, M., Tariq, U. and Nadeem, M. 2013. Foliar application of macro- and micronutrients on the yield and quality of *Rosa hybrida* cvs. Cardinal and Whisky Mac. *African Journal of Biotechnology*, 12(7): 702-708.

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.

Evaluation of different methods of micronutrients application on some morphological characteristics, yield and quality of German chamomile

Yousef Nasiri

Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture,
University of Maragheh

Received: 2016/01/04

Accepted: 2016/03/12

Abstract

In order to investigate of the effect of iron and zinc different application methods on morphological characteristics, yield and quality of German chamomile a greenhouse experiment performed at the University of Tabriz, Iran in 2012. The research was conducted as a completely randomized design (CRD) with 12 treatments and three replications. The treatments were as follow: T1: control, T2: 30 mg FeSO₄.7H₂O kg dry soil⁻¹, T3: 22 mg ZnSO₄.7H₂O kg dry soil⁻¹, T4: 30 mg FeSO₄.7H₂O + 22 mg ZnSO₄.7H₂O kg dry soil⁻¹, T5: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (3.5 g/L), T6: foliar spray of FeSO₄.7H₂O (7.0 g/L), T7: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (2.5 g/L), T8: foliar spray of ZnSO₄.7H₂O (5.0 g/L), T9: T5+T7, T10: T5+T8, T11: T6+T7, T12: T6+T8. Results showed that the effect of different fertilizer treatments were significant on capitul diameter, lateral stem number, root and shoot dry weight, capitul dry yield, essential oil percentage and yield at 1% probability level and on the stem diameter at 5% probability level. The maximum capitul diameter (7.65mm) was observed in foliar application of ferrous sulfate (7 g/L) + zinc sulfate (2.5 g/L). Soil application of ferrous sulfate + zinc sulfate had the highest lateral stem number, root and shoot dry weight, stem diameter and flower yield without significant difference with the foliar application of ferrous sulfate (7 g/L) + zinc sulfate (2.5 g/L) and the minimum amount of the recent traits were observed in the control. The highest essential oil percentage and yield were obtained from T₄ and T₁₂ treatments. In general, the results indicated that soil or foliar application of iron and zinc can be effective for increasing the quality and quantity of chamomile whenever they are not available in the sufficient quantities.

Key words: Essential oil, Foliar application, Iron, Soil application, Zinc