Archive of SID

مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۱) ۶ (۱۳۹۵) ۵۹- ۴۲

تأثیر تیمارهای کودی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد کمی و کیفی گونه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)

فرزاد نجفی[۱]، جواد شباهنگ[۲] و سرور خرم دل[۲،*]

[۱]گروه مهندسی کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

[۲]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

[*]نویسنده مسئول: khorramdel@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۲۹

نجفی، ف.، ج. شباهنگ و س. خرم دل. ۱۳۹۵. تأثیر تیمارهای کودی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد کمی و کیفی گونه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.). مجله کشاورزی بوم شناختی. ۶ (۱): ۵۹- ۴۲.

سابقه و هدف: حاصل‌خیزی، توانایی خاک در فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاهان و میزان مناسب آب برای رشد مطلوب گیاه است. کودهای آلی از مواد جانوری یا گیاهی مانند کود دامی به‌دست می‌آیند. سرعت آزادسازی عناصر غذایی و قابلیت حل در آب کودهای آلی آهسته‌تر از کودهای شیمیایی متداول است که این امر کاهش هدررفت عناصر غذایی و افزایش کارایی جذب را موجب می‌شود. کودهای زیستی (بیولوژیک) حاوی یاخته‌های زنده نژادهای مؤثری از ریزموجود (میکروارگانیسم)هایی مانند آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و میکوریزا (قارچریشه) هستند که به جذب عناصر غذایی به واسطه تأثیر متقابل در ریزوسفر (ریشه‌گاه) کمک می‌کنند. کودهای زیستی فرآیندهای میکروبی و میزان دسترسی به عناصر غذایی را به شکل قابل جذب گیاهان در خاک افزایش می‌دهند. بابونه با نام علمی *Matricaria chamomilla* L. یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی خانواده کاسنی است که به‌طورمعمول برای هدف‌های دارویی کاربرد دارد. این گیاه دارویی یکی از قدیمی‌ترین گونه‌های شناخته شده توسط بشر است.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به منظور بررسی ویژگی‌های رشد، عملکرد گل و اسانس گیاه دارویی بابونه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم اوره، ۶۰ کیلوگرم پتاسیم (به صورت K_2O) و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر (به صورت P_2O_5) ، میکوریزا، نیتروکسین و میکوریزا+ نیتروکسین بودند. پتاسیم و فسفر پس از عملیات آماده‌سازی بستر کاشت و نیتروژن در سه مرحله پس از کاشت، یکماه پس از سبز شدن بوته‌ها و پیش از گلدهی به خاک اضافه شدند. در هنگام کاشت، ۱۵۰ گرم خاک حاوی قارچ میکوریزا (*Glomus intraradices*) به ازای هر بوته، زیر بذرها قرار داده شد. تلقیح بذر با نیتروکسین بی‌درنگ پیش از کاشت انجام شد. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع، شمار گل، قطر گل، وزن خشک و تر گل و درصد و عملکرد اسانس بابونه در شش چین و مجموع وزن تر و خشک گل و عملکرد اسانس بودند. برای تجزیه و تحلیل آماری، تجزیه واریانس و آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از SAS 9.1 انجام شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته، شمار، قطر، وزن خشک و تر گل و عملکرد اسانس در چین‌های اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم و مجموع شمار گل، عملکرد تر و خشک گل و عملکرد اسانس بابونه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. بیشترین شمار گل در چین‌های مختلف مربوط به تیمار میکوریزا+نیتروکسین بود. بیشترین شمار کل گل برابر با ۸۵۵۶/۶۷ گل بر متر

www.SID.ir

Archive of SID

مربع برای تیمار تلفیقی میکوریزا+ کود زیستی به‌دست آمد که برابر با ۳۶، ۱۰۷ و ۱۸ درصد بالاتر از به ترتیب برای تیمارهای شیمیایی، میکوریزا و نیتروکسین بود. بالاترین عملکرد کل اسانس با ۴/۴ گرم بر متر مربع برای تیمار تلفیقی میکوریزا+ کود زیستی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این بررسی نشان داد که رشد و عملکرد گل و اسانس بابونه تحت تأثیر کاربرد تیمارهای کودی به طور معنی‌داری بهبود یافت. به طور کلی، توصیه می‌شود کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و میکوریزا را در راستای دستیابی به اصول کشاورزی پایدار برای بهبود ویژگی‌های رشد و عملکرد این گیاه ارزشمند دارویی مد نظر قرار داد.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی پایدار، گیاه دارویی، مدیریت تلفیقی، حاصل‌خیزی خاک، نیتروکسین.

مقدمه

بابونه[1] یکی از کهن‌ترین و مهم‌ترین گیاهان دارویی در جهان بوده که متعلق به تیره کاسنی است (Baghalian *et al.*, 2008). گل‌های بابونه حاوی ۰/۲۴-۰/۱۹ درصد روغن فرار بوده و بیش از ۱۲۰ ترکیب در آن شناسایی شده که مهم‌ترین آنها کامازولن و بیسابلول می‌باشند (Baghalian *et al.*, 2008). گل‌های این گیاه همچنین حاوی ترپن، کولین، مالیک اسید، پروتئین، قند، لیپید و عناصر کانی می‌باشد. در بابونه آلمانی میزان اسانس بین ۱/۵-۰/۴ درصد و میزان کامازولن اسانس ۲۰-۲/۷ درصد و محتوی بیسابلول اکسید آ ۳/۸-۰/۴ درصد گزارش شده است (Balaz and Tisserand, 1998). به‌دلیل ویژگی‌های ارزشمند دارویی این گیاه، گرایش به کاربرد آن روز به روز در حال افزایش است (Mosleh *et al.*, 2014).

در تولید گیاهان دارویی، افزون بر شرایط آب و هوایی، محتوی عناصر غذایی خاک دارای اهمیت بسیار زیادی در تولید کیفی و کمی گیاهان دارویی می‌باشند (Sartip *et al.*, 2015). بررسی‌ها نشان داده است که بهره‌وری پایین گونه‌های دارویی به‌طورعمده تحت تأثیر تغذیه نامناسب، عملیات مدیریتی ضعیف کنترل علف‌های هرز، تراکم پایین کاشت و آسیب و زیان آفات و بیماری‌ها است (Bari and Rahim, 2012).

به منظور افزایش حاصل‌خیزی خاک و در نتیجه بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاهان، کمبود عناصر غذایی در بوم‌نظام‌های زراعی با کاربرد انواع مختلفی از کودهای شیمیایی جبران می‌شود. با وجود سودمندی‌های پرشمار این کودها در بهبود رشد و عملکرد گیاهان، کاربرد این کودها می‌تواند به دلیل قابلیت آبشویی و فرسایش موجب افزایش بروز آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی شود (Gliessman, 1998). افزون بر ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی تحت تأثیر کاربرد نهاده‌های شیمیایی، کاربرد این کودها می‌تواند با تأثیر بر محتوی اجزای اسانس گیاهان دارویی کیفیت آنها را تحت تأثیر قرار دهد. در همین راستا، Gharib *et al.* (2008) اظهار داشتند که کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست به تنهایی یا در تلفیق با کودهای زیستی در مقایسه با شاهد (تیمار کود شیمیایی) موجب افزایش محتوی اجزای کیفی اسانس مرزنجوش[2] شامل ترپینن-۴-اُل[3] (جزء اصلی اسانس)، α ،-γ- ترپینن[4]، ترنس- سابینن هیدرات[5]، فلاندرن[6] و پی-متن-۱-ان-۸-اُل[7] و همچنین کاهش هیدارت سیسابینن[8]، α- پی-سیمن[9]، α- ترپیتولن[10]، لینالیل استات[11]، β- کاریوفیلن[12] و اسپاتولن[13] شد. Edris *et al.* (2003) درصد اصلی اجزای اسانس مرزنجوش بوسیله نوع و سطح کود تحت تأثیر قرار گرفت؛ به طوری‌که بالاترین محتوی سیس-سابینن هیدرات مربوط به کمپوست بود. بدین‌ترتیب، به نظر می‌رسد که مدیریت خوب و بهینه در نتیجه استفاده از کودهای زیستی و آلی می‌تواند با بهبود شرایط تغذیه‌ای بهتری برای رشد گیاهان دارویی، در نتیجه تأثیر مطلوبی بر بهبود عملکرد آنها به همراه داشته باشد (Vessey, 2003)

نیتروژن اصلی‌ترین عنصر ضروری برای بهبود رشد و دستیابی به عملکرد مطلوب می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده

[1] *Matricaria chamomilla* L.

[2] *Majorana hortensis*L.
[3] Terpinen-4-ol
[4] γ-, α-terpinene
[5] Trans-sabinene hydrate
[6] Phellandrene
[7] P-menth-1-en-8-ol
[8] Cis-sabinene hydrat
[9] P-cymene
[10] α-terpinolene
[11] Linalyl acetate
[12] α-terpinolene
[13] Spathulene

www.SID.ir

Archive of SID

است که شاخص‌های رشدی، عملکرد گل و اجزای فعال اسانس بابونه به طور عمده‌ای تحت تأثیر عملیات زراعی و به ویژه نوع کود قرار می‌گیرند (Mosleh *et al.*, 2014). Haj Seyed Hadi *et al.* (2015) با بررسی تأثیر کود نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی بابونه اظهار داشتند که بیشترین وزن خشک گل و عملکرد اسانس برای تیمار تلفیقی کاربرد کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست به ترتیب با ۱۷۱۵/۹و ۷ کیلوگرم بر هکتار بدست آمد. نتایج بررسی‌های Letchamo (1993) نشان داد که با افزایش کاربرد نیتروژن، ارتفاع، وزن خشک ساقه، شمار شاخه جانبی، وزن خشک و تر، عملکرد دانه، شمار گل و عملکرد اسانس بابونه به طور معنی‌داری افزایش یافت؛ با این‌وجود، کاربرد این عنصر تغییری در ترکیبات ماده مؤثره ایجاد نکرد. Letchamo and Vomel(1989) با بررسی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن روی ژنوتیپ‌های مختلف بابونه اظهار داشتند که کاربرد نیتروژن موجب بهبود عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف شد. Zeinali *et al.* (2008) نیز گزارش کردند که با افزایش کود نیتروژن شمار گل، وزن خشک و تر گل، ارتفاع گیاه، شمار شاخه جانبی و میزان اسانس بابونه افزایش یافت. همچنین Meawad *et al.* (1984) دریافتند که افزایش کاربرد نیتروژن موجب افزایش عملکرد اسانس و روغن بابونه شد. این محققان همچنین گزارش کردند که بیشترین میزان اسانس و کامازولن برای سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص تولید شد. بررسی Letchamo (1993) روی بابونه نشان داد که ارتفاع گیاه، عملکرد کاه، شمار شاخه جانبی بارور، شمار گل و نیز میزان اسانس با افزایش نیتروژن افزایش یافت؛ به طوری‌که کمترین میزان برای شاهد و بیشترین میزان برای ۱/۲ نیتروژن در گلدان به دست آمد.

فسفر پس از نیتروژن، مهم‌ترین عنصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاهان به‌شمار می‌آید. Vance *et al.* (2003) بیان داشتند که کمبود فسفر کاهش ۴۰-۳۰ درصدی عملکرد گیاهان را به دنبال دارد. Sardans *et al.* (2005) با بررسی تأثیر فراهمی فسفر بر رشد و گلدهی رزماری[1] در آزمایشی سه ساله اظهار کردند که افزایش فسفر به خاک سبب بهبود ویژگی‌های رشدی و محتوی فسفر و همچنین افزایش ویژگی‌های رویشی، عملکرد گل و سرشاخه‌های گلدار شد. نتایج بررسی Meawad *et al.* (1984) روی بابونه نشان داد که افزایش فسفر موجب افزایش تولید اسانس و افزایش پتاسیم کاهش آن را به دنبال داشت. با این‌وجود، Sheibanivaziri (1997) اظهار کردند که کاربرد کودهای پتاسی و فسفری اگرچه ویژگی‌های رشدی بابونه را بهبود بخشید، ولی محتوی ماده موثره را تحت تأثیر قرار نداد.

در سال‌های اخیر استفاده از کودهای زیستی سازگار با طبیعت و پایدار از نظر بوم‌شناختی (اکولوژیک) جهش شایان توجهی در رشد و عملکرد ایجاد کرده است (Aseri *et al.*, 2008; Krishna *et al.*, 2008). افزون بر این، استفاده از نهاده‌های آلی همراه با کودهای کانی به میزان زیادی مورد توجه محققان قرار گرفته است (Hendawy, 2008). Manoly (2008) دریافت که کودهای زیستی بر شاخص‌های رویشی گیاهان دارویی مانند تشکیل جوانه، صفات گلدهی و ویژگی‌های شیمیایی آنها مؤثر هستند. Hecl and Sustrikova (2006) پی بردند که کمیت و کیفیت گیاهان دارویی به عامل‌های محیطی و مدیریتی بستگی دارد. Sanches Govin *et al.* (2005) با بررسی تأثیر کودهای زیستی بر دو گیاه بابونه و همیشه‌بهار[2] اظهار داشتند که کاربرد این کودها موجب افزایش عملکرد و کیفیت دارویی همیشه بهار شد؛ در حالی‌که تلقیح با این کودها اگرچه باعث بهبود عملکرد کمی شد، ولی بر عملکرد کیفی بی‌تأثیر بود. Vildova *et al.* (2006) گزارش کردند اگرچه عملکرد گل بابونه در کشت ارگانیک نسبت به کشت متداول کمتر بود، ولی بالاترین میزان اسانس و همچنین بالاترین میزان ترکیبات ضروری شامل کامازولن، آلفا بیسابلول و بیسابلول اکسید آ و فلاونوئیدها از کشت ارگانیک به دست آمد. Gharib *et al.* (2008) اظهار داشتند که کودهای شیمیایی، ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و کمپوست به طور معنی‌داری شاخص‌های رشد و میزان اسانس مرزنجوش را افزایش داد.

بنابراین، با توجه به اهمیت بسزای تأثیر تیمارهای کودی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد گل و اسانس گیاهان دارویی و در نظر گرفتن اهمیت بابونه، این بررسی با هدف بررسی ویژگی‌های رشد، عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در شرایط آب و هوایی مشهد اجرا شد.

[1] *Rosmarinus officinalis* L.

[2] *Calendula officinalis* L.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی ویژگی‌های رشد، عملکرد گل و اسانس گیاه دارویی بابونه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی ۵۹°۲۸'E، عرض جغرافیایی ۳۶°۱۵'N و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل کود شیمیایی، میکوریزا، نیتروکسین و میکوریزا+ نیتروکسین بودند. تیمار شیمیایی شامل کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم اوره، ۶۰ کیلوگرم پتاسیم به شکل سولفات پتاسیم (به صورت K_2O) و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر به شکل سوپرفسفات تریپل (به صورت P_2O_5) بود که پتاسیم و فسفر پیش از عملیات آماده‌سازی زمین و نیتروژن در سه مرحله شامل پس از کاشت، یک ماه پس از سبز شدن بوته‌ها و پیش از گلدهی بابونه به خاک اضافه شد. شایان یادآوری است میزان کودهای شیمیایی بر پایه نیاز گیاه دارویی بابونه (Omidbaigi, 2005) و با درنظر گرفتن عرف منطقه تعیین شد. برای اعمال تیمار میکوریزا، در هنگام کاشت، ۱۵۰ گرم خاک حاوی قارچ میکوریزا[1] به ازای هر بوته، زیر بذر قرار داده شد. تلقیح با نیتروکسین (شامل مخلوطی از باکتری‌های *Azospirillum brasilense* و *Azotobacter chroococcum* (با CFU= ۱۰^۸ c/ml در زمان تولید کود)) بی‌درنگ پیش از کاشت انجام شد. بدین منظور، بذر با زادمایه یادشده در شرایط سایه و تاریکی به طوری اختلاط داده شد تا پوشش یکنواخت روی سطح بذر ایجاد شود. بی‌درنگ پس از خشک شدن بذرها، عملیات کاشت انجام شد.

عملیات آماده‌سازی بستر کاشت شامل شخم و دیسک در آغاز اسفند ماه انجام شد. پیش از اجرای آزمایش برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه‌برداری از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

بذرها از کلکسیون باغ گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند. بذرها در هشتم فروردین ماه روی ۱۰ ردیف ۲/۵ متر با فاصله بین و روی ردیف به ترتیب ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر (به صورت سطحی) به صورت دستی به شیوه کرتی کاشته شدند. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۱×۲/۵ متر و فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب برابر با ۱/۵ و ۴ متر در نظر گرفته شد. به منظور اطمینان از سبز شدن کامل، سه آبیاری اول به صورتسنگین به فاصله دو روز یکبار و آبیاری‌های پسی به فاصله هر هفت روز یکبار تا پایان فصل رشد به شیوه نشتی انجام شد. برای جلوگیری از اختلاط تأثیر تیمارها، آبیاری کرت‌ها به طور جداگانه انجام شد. به منظور دستیابی به تراکم مطلوب (۶۶/۶۷ بوته در متر مربع) (Omidbaigi, 2005) بوته‌ها در مرحله ۶-۴ برگی تنک شدند. کنترل علف‌های هرز در سه نوبت و بنا به ضرورت با وجین دستی انجام شد.

عملیات برداشت گل (یک ردیف و ۰/۵ متر از دو طرف به عنوان اثرات حاشیه‌ای) در شش نوبت از هفته اول مرداد ماه به فاصله هر هفت روز یکبار انجام شد. همزمان با برداشت هر چین، صفات ارتفاع بوته، شمار گل، قطر، وزن خشک و وزن تر گل هر چین و وزن خشک و تر کل گل از سطح ۱۰ بوته اندازه‌گیری و ثبت شد. محتوی اسانس ۱۰۰ گرم گل بر پایه روش تقطیر با آب با استفاده از کلونجر اندازه‌گیری شد. در نهایت، با استفاده از رابطه عملکرد گل×درصد اسانس، عملکرد اسانس محاسبه شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پیش از کاشت.

Table 1. Chemical and physical characteristics of soil before planting.

بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS m^{-1})	کربن آلی (٪) Organic carbon (%)	پتاسیم قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available K (ppm)	فسفر قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available P (ppm)	نیتروژن کل (پی‌پی‌ام) Total N (ppm)
Silty-loam	8.13	1.34	0.41	143	14	372

1- *Glomus intraradices*

www.SID.ir

Archive of SID

پس از بررسی نرمالیتی (عادی بودن داده‌ها)، برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. همچنین از آزمون LSD (p≤۰/۰۵) برای مقایسه میانگین‌ها مورد استفاده قرار گرفت. لازم به یادآوری است به منظور مقایسه صفات بابونه در چین‌های مختلف داده‌ها به صورت کرت‌های خرد شده تجزیه شدند.

نتایج و بحث

ویژگی‌های رشد و عملکرد گل در چین‌های مختلف

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد تر و خشک گل و درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه در چین‌های مختلف به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

تأثیر ساده و متقابل تیمارهای کودی و چین‌های مختلف بر ارتفاع بوته بابونه معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بابونه در چین‌های اول تا ششم برای تیمار تلفیقی نیتروکسین+میکوریزا به ترتیب با ۲۴/۷، ۲۶/۳، ۲۸/۱، ۲۹/۸، ۳۰/۱ و ۳۱/۵ سانتی‌متر به دست آمد و کمترین میزان این صفات به میکوریزا به ترتیب با ۳۳/۵، ۳۶، ۳۸/۶، ۴۱/۱، ۴۳/۶ و ۴۹/۴ سانتی‌متر اختصاص داشت. میزان کاهش ارتفاع بوته در تیمار کود شیمیایی نسبت به تیمار تلفیقی نیتروکسین+میکوریزا در چین‌های اول تا ششم به ترتیب برابر با ۱۵، ۱۳، ۱۴، ۱۴، ۱۵ و ۱۴ درصد محاسبه شد. میزان این کاهش برای کود نیتروکسین به ترتیب برابر با ۱۰، ۹، ۹، ۱۰، ۸ و ۱۱ درصد بود (جدول ۳). با در نظر گرفتن این مطلب که فراهمی بیشتر عناصر غذایی مانند نیتروژن، افزایش آماس یاخته‌ای و تحریک رشد رویشی گیاه را به دنبال دارد (Gardner *et al.*, 1985)، به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای شیمیایی با آزادسازی سریع‌تر عناصر غذایی باعث تحریک رشد شده که این امر موجب افزایش ارتفاع شده است. همچنین از آنجا که ریزموجودهای موجود در کودهای زیستی با ترشح هورمون‌های مختلف گیاهی می‌توانند نفوذپذیری سلول-های ریشه و مقاومت روزنه‌ای را تحت تأثیر قرار دهند (Scott, 1988)، به نظر می‌رسد که این ریزموجودها روابط آبی و رشد عمومی گیاه را به طور مثبتی تحت تأثیر قرار داده‌اند. Rezvani Moghaddam *et al.* (2013) اظهار داشتند که کاربرد کودهای زیستی نیتراژین و

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای کودی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه در چین‌های مختلف.

Table 2. Analysis of variance (mean of squares) for the effects of fertilizer treatments on growth, quantitative and qualitative yield of chamomile at different cuttings.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	شمار گل Flower number	وزن تر گل Fresh weight of flower	وزن خشک گل Dry weight of flower	قطر گل Flower number	محتوی اسانس Essential oil content	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	3	2.14^{ns}	35864.27^{ns}	574365.67^{ns}	10657.13^{ns}	3.77*	0.001**	7970.48^{ns}
تیمار کودی (A) Fertilizer treatment (A)	3	527.85**	1820890.01**	21453494.07**	1568667.02**	111.24**	0.004**	988618.19**
خطای اصلی Main error	9	10.19	10198.32	140524.06	3413.19	0.675	0.0001	2345.69
چین (B)	5	226.74**	1010286.26**	6972772.45**	3233359.57**	411.51**	0.008**	2132374.18**
AB	15	6.11**	213330.77**	3600138.25**	192014.91**	12.62**	0.0001**	126620.40**
خطای فرعی Sub error	61	1.50	132440.42	91653.51	4742.90	0.71	0.00001	2909.30
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		3.60	10.78	11.92	12.39	12.06	1.61	12.28

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

ns, *and **: represent non-significant and significant at 5 and 1% levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروکسین افزایش ارتفاع بوته در گیاه مرزه (*Satureja hortensis*) را به دنبال داشت. Earanna (2007) اظهار کرد که کاربرد کودهای زیستی آسپرژیلوس، گلدموس، ازتوباکتر و سودوموناس موجب افزایش ارتفاع گیاه دارویی استویا[1] در مقایسه با شاهد شد. نتایج برخی از بررسی‌ها نیز به تأثیر مثبت میکوریزا بر ویژگی‌های رشدی دیگر گونه‌های گیاهی دارویی مانند ریحان[2] (Copetta *et al.*, 2006)، سیاهدانه[3] (Khorramdel *et al.*, 2008)، مرزنجوش (Gharib *et al.*, 2008) و نعناع[4] (Gupta *et al.*, 2002) اشاره شده است. البته به نظر می‌رسد که محتوی به نسبت پایین ماده آلی خاک‌های کشور تحت تأثیر مدیریت فشرده بوم‌نظام‌های کشاورزی (Hajabbasi and Hemmat, 2000) که به عنوان ماده اولیه و منبع تغذیه‌ای ریزموجودهای خاکزی عمل می‌کند (Banwart, 1979; Bremer *et al.*, 1998; Egli, 1991)، باعث کاهش تأثیر تلقیح با ریزموجودهای آزادزی در خاک شده است. بدین ترتیب، توصیه می‌شود که کاربرد تلفیقی این کودها با کودهای آلی در بوم‌نظام‌های زراعی مدنظر قرار گیرد.

قطر گل بابونه به طور معنی‌داری تحت تأثیر ساده و متقابل تیمارهای کودی و چین‌های مختلف قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲). بالاترین میزان قطر گل در چین‌های اول تا ششم برای تیمار تلفیقی نیتروکسین+میکوریزا به ترتیب با ۷/۵، ۱۷/۴، ۲۰/۶، ۸/۰، ۳/۱، و ۲/۰ میلی‌متر به دست آمد و کمترین میزان این صفت مربوط به میکوریزا به ترتیب با ۱/۹، ۶/۰، ۱۱/۴، ۳/۶، ۱/۲ و ۱/۳ بود. قطر گل در تیمار کود شیمیایی نسبت به تیمار تلفیقی نیتروکسین+میکوریزا در چین‌های اول تا ششم به ترتیب برابر با ۲۴، ۳۴، ۱۴، ۱۹، ۲۱ و ۲۰ درصد کاهش یافت. میزان کاهش این صفت برای نیتروکسین به ترتیب برابر با ۳۸، ۲۰، ۱۲، ۲۲، ۱۲ و ۱۱ درصد تعیین شد (جدول ۳). کاربرد کودهای شیمیایی با تحریک رشد رویشی با افزایش سطح اندام‌های فتوسنتزکننده (نورساخت) باعث افزایش جذب نور و بهبود پدیده فتوسنتز شده (Lambers *et al.*, 2008; Taiz and Zeiger, 2006) که این امر در نهایت، قطر گل را افزایش داده است. همزیستی با ریزموجودهای خاکزی به دلیل افزایش سرعت و مدت فتوسنتز (Copetta *et al.*, 2006; Richter *et al.*, 2005) با افزایش سطح و مدت زمان ماندگاری اندام‌های رویشی همچون برگ، باعث افزایش نسبی کارایی انتقال مواد فتوسنتزی به مخزن شده که این امر منجر به افزایش قطر گل شده است. تحقیقات Ratti *et al.* (2001) گویای آن است که همزیستی با قارچ میکوریزا موجب افزایش زیست توده گیاه دارویی علف لیمو[5] شد. نتایج Gupta *et al.* (2002) نیز مؤید بهبود عملکرد رویشی نعناع تلقیح شده با قارچ میکوریزا می‌باشد. Bouwmeester *et al.* (2007) افزایش رشد گیاهان را در شرایط حضور میکوریزا به گسترش نظام ریشه‌ای و جذب فسفات‌های آلی با تولید آنزیم فسفاتاز نسبت دادند.

تأثیر ساده و متقابل تیمارهای کودی و چین‌های مختلف بر شمار گل بابونه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین شمار گل در چین‌های اول تا ششم مربوط به تیمار دوگانه میکوریزا+نیتروکسین به ترتیب با ۱۴۲۲/۲۹، ۱۴۹۷/۸۵، ۲۰۴۰/۱، ۱۴۴۸/۹۶، ۱۰۵۹/۸۳ و ۱۰۷۸/۳۹ گل در متر مربع بود و کمترین میزان این صفت به میکوریزا به ترتیب با ۶۹۶/۷، ۷۷۳/۳۷، ۹۷۷/۸۳، ۵۰۲/۲۵ و ۴۵۲/۲۴ گل در متر مربع تعلق داشت. میزان کاهش شمار گل در تیمار کود شیمیایی در مقایسه با تیمار دوگانه میکوریزا+نیتروکسین در چین‌های اول تا ششم در مقایسه با تیمار تلفیقی به ترتیب برابر با ۲۴، ۱۳، ۱۶، ۹، ۲۰ و ۲۸ درصد بود. میزان این کاهش در مقایسه با نیتروکسین به ترتیب برابر با ۱۳، ۱۳، ۱۶، ۱۶، ۱۶ و ۲۱ درصد محاسبه شد (شکل ۱).

کاربرد کودهای شیمیایی بدلیل تأثیر بر تحریک رشد رویشی و افزایش سطح اندام‌های فتوسنتزکننده میزان تولید را بهبود داده که افزایش شمار گل این گونه دارویی را به دنبال داشته است. برخی تحقیقات نیز بهبود رشد و عملکرد شماری از گیاهان دارویی را در پاسخ به کاربرد کودهای شیمیایی تأیید کرده است

1- *Stevia rebaudiana* L.
2- *Ocimum basilicum* L.
3- *Nigella sativa* L.
4 -*Mentha arvensis* L.

5*Cymbopogon martini* var. motia

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد گل بابونه در چین‌های مختلف.

Table 3. Mean comparisons for the effect of fertilizer treatments on growth criteria and flower yield of chamomile at different cuttings.

تیمارهای کودی Fertilizer treatments	چین Cutting	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	قطر گل (میلی‌متر) Flower diameter (mm)	وزن تر گل (گرم بر متر مربع) Fresh weight of flower ($g\ m^{-2}$)	محتوی اسانس (درصد) Essential oil (%)
کود شیمیایی Chemical fertilizer	اول First	25.38n*	2.86jk	599.37nop	0.76ijk
	دوم Second	27.85lm	8.16e	2713.25gh	0.75l
	سوم Third	29.67kl	15.17c	5330.27c	0.79cde
	چهارم Fourth	31.13jk	4.74hi	1650.97jk	0.80cd
	پنجم Fifth	33.33ghi	2.07klm	1034.50lmn	0.75l
	ششم Sixth	37.23ef	1.41lm	395.36op	0.75l
میکوریزا Mycorrhiza	اول First	24.67n	1.87klm	369.35op	0.79cde
	دوم Second	26.27mn	6.02gh	2214.33hi	0.78defg
	سوم Third	28.07lm	11.40d	3583.29ef	0.83ab
	چهارم Fourth	29.75kl	3.63ij	1098.72lmn	0.84a
	پنجم Fifth	30.60k	1.21m	732.48mno	0.78defg
	ششم Sixth	31.47ijk	1.26m	205.79p	0.79defg
کود زیستی Biofertilizer	اول First	30.30k	4.66hi	803.82lmno	0.75l
	دوم Second	32.63hij	14.02c	3839.53de	0.76ijk
	سوم Third	35.24fg	18.13b	8340.64b	0.80c
	چهارم Fourth	37.03ef	6.24fg	2613.91h	0.82b
	پنجم Fifth	40.00cd	2.73jkl	1747.64ij	0.75l
	ششم Sixth	44.00b	1.82klm	797.82lmno	0.76ijk
میکوریزا+ کود زیستی Mycorrhiza+biofertilizer	اول First	33.50gh	7.48ef	1104.72lm	0.77hijk
	دوم Second	36.00f	17.42b	4107.52d	0.77hijk
	سوم Third	38.56de	20.56a	10969.88a	0.82b
	چهارم Fourth	41.07c	8.01e	3170.83fg	0.83ab
	پنجم Fifth	43.62b	3.11jk	2297.22h	0.77hijk
	ششم Sixth	49,43a	2.04klm	1234.31kl	0.78defg

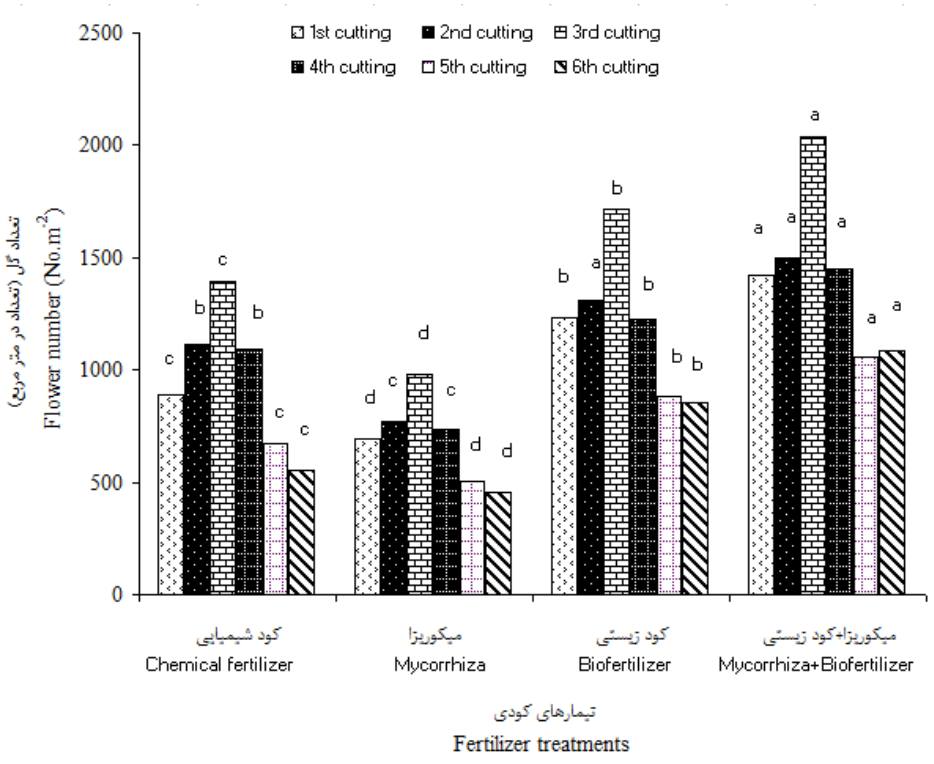
* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون دارای تفاوت معنی‌داری بر مبنای آزمون LSD نمی‌باشند ($p\leq$۰/۰۵).

* Means in each column with at least one similar letter are not significant different based on LSD test ($p\leq0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

Abd El-Wahab, 2007; Atanasov *et al.*, 1979; Clark and Menary, 1980). وجود ریزموجودهای خاکزی در کودهای زیستی با تولید مواد تحریک‌کننده رشد همانند ویتامین‌های گروه ب و ایندول استیک اسید[1] باعث تحریک رشد به ویژه در مراحل اولیه رشد شده است. Gray and Smith (2005) نیز دریافتند که تولید ایندول استیک اسید با افزایش آغازش ریشه، تقسیم سلول و بزرگ شدن آن افزایش رشد را به دنبال دارد. افزون بر این، حضور این ریزموجودها با اشغال حجم بیشتری از خاک سطح جذب ریشه را نیز افزایش داده است (Patten and Glick, 2002) که این عامل‌ها در نهایت، منجر به افزایش عملکرد گل شده است. در همین راستا، برخی بررسی‌ها نیز نشان داده است که تلقیح با کودهای زیستی با ساخت ترکیبات، آسانگری در جذب عناصر غذایی، تثبیت نیتروژن اتمسفری، محلول کردن عناصر کانی مانند فسفر، تولید سیدروفورها، ساخت فیتوهورمون‌ها (هورمون‌های گیاهی) شامل اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلیک اسیدها موجب افزایش رشد و گلدهی بابونه شده است. Mahfouz and Sharaf-Eldin (2007) با بررسی تلقیح با شماری از کودهای زیستی شامل ازتوباکتر، سودوموناس و آزوسپیریلوم بیان کردند که اعمال این تیمارهای کودی باعث افزایش گلدهی رازیانه شد. بدین ترتیب، اگرچه فراهمی عناصر غذایی موجود در کودهای شیمیایی تأثیر بسزایی بر بهبود رشد و نمو گیاهان دارد، اما از آنجا که برخی عناصر غذایی به سرعت در خاک تثبیت می‌شوند، به نظر می‌رسد که تغذیه تلفیقی با متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرکاربرد و ریزمغذی‌های مورد نیاز برای رشد بوته‌ها سبب افزایش رشد و بهبود تولیدات فتوسنتزی شده که در نهایت، افزایش عملکرد گل را به دنبال داشته است. بدین‌ترتیب، کاربرد تلفیقی عناصر غذایی را می‌توان به عنوان راهکاری مؤثر برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک مدنظر قرار داد که این امر افزون بر کاهش هزینه‌های تولید، می‌تواند بهبود کارایی کاربرد عناصر غذایی را نیز به دنبال داشته باشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر متقابل تیمارهای کودی و چین‌های مختلف بر شمار گل بابونه.

Fig. 1- Mean comparisons for the effect of fertilizer treatments and different cuttings on flower number of chamomile.

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری بر پایه آزمون LSD ندارند (p≤۰/۰۵).

* Means with the same letter(s) have not significantly difference based on LSD test (p≤0.05).

[1] Indol Acetic Acid (IAA)

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر ساده و متقابل تیمارهای کودی و چین‌های مختلف بر وزن تر و خشک گل بابونه معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). بیشترین وزن تر گل در چین‌های اول تا ششم برای تیمار دوگانه میکوریزا+نیتروکسین به ترتیب با ۱۱۰۴۲/۷۲، ۴۱۰۷/۵۲، ۱۰۹۶۷/۸۸، ۲۲۹۷/۲۲ و ۱۲۳۴/۳۱ گرم بر متر مربع به دست آمد و کمترین میزان این صفات برای تیمار تلقیح با میکوریزا به ترتیب با ۳۶۹/۳۵، ۲۲۱۴/۳۳، ۳۵۸/۲۹، ۱۰۹۸/۷۲، ۷۳۲/۴۸ و ۲۰۵/۷۹ گرم بر متر مربع به دست آمد. میزان کاهش کاربرد کود شیمیایی در مقایسه با تیمار تلفیقی میکوریزا+نیتروکسین به ترتیب برابر با ۱۹، ۲۷، ۲۷، ۳۰، ۳۱ و ۳۳ درصد تعیین شد؛ در حالی‌که میزان این کاهش برای تیمار کودی نیتروکسین به ترتیب برابر با ۲۷، ۷، ۲۴، ۱۸، ۲۴ و ۳۵ درصد محاسبه شد (جدول ۳).

بالاترین وزن خشک گل در چین‌های اول تا ششم برای تیمار دوگانه میکوریزا+نیتروکسین به ترتیب با ۱۰۷۵/۸۳، ۱۱۳۵/۱۷، ۲۳۸۱/۹، ۳۸۸/۲۴، ۳۰۷/۸۲ و ۲۴۳/۷۹ گرم بر متر مربع مشاهده شد و کمترین میزان برای میکوریزا به ترتیب با ۱۲۳/۵۶، ۴۱۰/۲۴، ۷۶۴/۰۴، ۱۶۰/۴۴، ۸۲/۹۶ و ۳۳/۳۴ گرم بر متر مربع به دست آمد. میزان کاهش وزن خشک گل در مقایسه با تیمار کود شیمیایی در چین‌های اول تا ششم به ترتیب برابر با ۴۲، ۲۵، ۲۷، ۲۴، ۳۴ و ۳۲ درصد تعیین شد. میزان کاهش این صفت در مقایسه با میکوریزا به ترتیب برابر با ۴۲، ۲۷، ۲۵، ۱۸، ۲۷ و ۳۱ درصد بود (شکل ۲).

به نظر می‌رسد که تلقیح با میکوریزا در شرایط کاربرد کود زیستی با افزایش فراهمی، بهبود قابلیت جذب عناصر غذایی و افزایش آسیمیلاسیون (جذب و ساخت) مواد فتوسنتزی تحت تأثیر توسعه اندام‌های فتوسنتز کننده و افزایش ظرفیت فتوسنتزی در مرحله رویشی، توانسته است در مرحله گلدهی و پس از آن با انتقال دوباره این مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن، بهبود وزن گل را به دنبال داشته باشد. افزون بر این، از آنجا که افزایش فراهمی فسفر قابل دسترس گیاه در خاک، موجب بهبود توسعه نظام ریشه‌ای می‌شود و همچنین جذب آب و عناصر غذایی ضروری به ویژه نیتروژن را افزایش می‌دهد (Dordas, 2009)، مشخص است که تلقیح با میکوریزا همراه با کاربرد کود زیستی با افزایش فراهمی فسفر و دیگر عناصر غذایی در نتیجه افزایش وزن تر و خشک گل را موجب شده است. Kloepper (1993) نیز دریافتند که تلقیح با کودهای زیستی با محلول‌سازی فسفات، اکسایش سولفات، افزایش دسترسی به نیترات و همچنین القای تولید آنتی‌بیوتیک (پادزی) و بهبود مقاومت گیاه نسبت به شرایط محیطی بهبود رشد را به دنبال داشت.

تأثیر ساده و متقابل تیمارهای کودی و چین‌های مختلف درصد و عملکرد اسانس بابونه را به طور معنی‌دایر تحت تأثیر قرار داد ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲). بالاترین عملکرد اسانس در چین‌های اول تا ششم برای میکوریزا به ترتیب با ۰/۷۹، ۰/۷۸، ۰/۸۳، ۰/۸۴، ۰/۷۸ و ۰/۷۹ درصد به دست آمد (جدول ۳). بیشترین عملکرد اسانس در چین‌های اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم به ترتیب برابر با ۰/۸۳، ۰/۸۸، ۱/۹۵، ۰/۳۲، ۰/۲۴ و ۰/۱۹ گرم بر متر مربع برای تیمار تلفیقی میکوریزا+ کود زیستی به دست آمد. میزان افزایش عملکرد اسانس برای این تیمار ترکیبی در مقایسه با تیمارهای شیمیایی، میکوریزا و کود زیستی در چین اول به ترتیب برابر با ۵۳۷، ۷۵۶ و ۷۵ درصد، در چین دوم به ترتیب برابر با ۱۱۳، ۱۷۳ و ۳۹ درصد، در چین سوم به ترتیب برابر با ۱۱۹، ۲۰۸ و ۳۶ درصد، در چین چهارم به ترتیب برابر با ۸۰، ۱۳۹ و ۲۳ درصد، در چین پنجم به ترتیب برابر با ۱۶۷، ۲۶۴ و ۴۰ درصد و در چین ششم به ترتیب برابر با ۱۸۱، ۶۲۳ و ۴۸ درصد محاسبه شد (شکل ۳).

از آنجا که اسانس‌ها ترکیب‌هایی ترپنوئیدی بوده که واحدهای سازنده آن‌ها (ایزونوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیرو فسفات و دی متیل آلیل پیروفسفات نیاز به ATP وNADPH دارند و با در نظر گرفتن این مطلب که حضور عناصری مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد، به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای مختلف با فراهمی عناصر سازنده اسانس شامل فسفر و نیتروژن برای بوته‌ها موجب افزایش عملکرد اسانس این گیاه دارویی شده است. این موضوع با نتایج بررسی Kapoor *et al.* (2004) همخوانی دارد. افزون بر این، به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد اسانس به دلیل افزایش رشد رویشی، تغییر در کیسه‌های ترشح و یا بیوسنتز (زیست‌ساخت) منوترپن‌ها می‌باشد (Gharib *et al.*, 2008). Mahfouz and Sharaf-Eldin (2007) با بررسی تأثیر کودهای زیستی ازتوباکتر، سودوموناس و آزوسپیریلوم روی گیاه دارویی رازیانه بیان کردند که

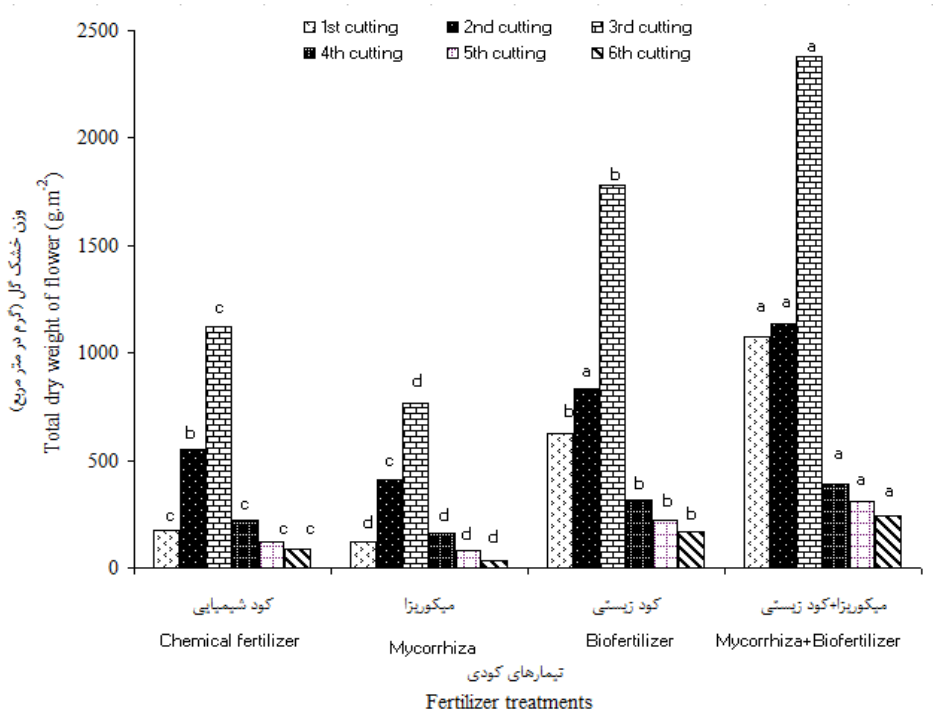
www.SID.ir

Archive of SID

اعمال این تیمارهای کودی باعث افزایش عملکرد اسانس شد. Gharib *et al.* (2008) گزارش کردند که تیمارهای کودی به طور معنی‌داری عملکرد اسانس گیاه دارویی مرزنجوش را تحت تأثیر قرار داد. Ratti *et al.* (2001) اظهار کردند که کاربرد کود زیستی درصد ژورافیول اسانس گیاه دارویی علف لیمو را به‌طور چشمگیری نسبت به شاهد افزایش داد. این محققان دلیل این امر را به افزایش جذب آب و بهبود فراهمی عناصر پر کاربرد به ویژه فسفر نسبت دادند.

به طور کلی، به نظر می‌رسد که وجود اثرگذاری‌های سینرژیستی (هم‌افزایی) بین باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن و میکوریزا باعث بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی بابونه در مقایسه با سایر تیمارهای کودی شده است. Vafadar *et al.* (2014) با بررسی اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد (PGPRs)[1] (*Azotobacter chroococcum*، *Pseudomonas putida* و *Bacillus polymixa*) و قارچ میکوریزا آرباسکولار[2] بر ویژگی‌های کمی و کیفی استویا (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) اظهار داشتند که تلقیح با این ریزموجودهای خاکزی موجب بهبود زیست‌توده اندام‌های هوایی و زیرزمینی و محتوی سبزینه (کلروفیل)، عناصر غذایی NPK شد؛ به طوری‌که بالاترین میزان برای ترکیب دوگانه *Glomus+Azotobacter* به دست آمد. Paroha *et al.* (2000) نیز وجود رابطه مثبت سینرژیستی بین قارچ‌های میکوریزا آرباسکولار و ازتوباکتر را تأیید کردند.

بالاتر بودن ویژگی‌های رشدی و عملکرد گل بابونه در چین سوم در مقایسه با پنج چین دیگر (جدول ۳ و شکل‌های ۱، ۲ و ۳)، موجب بهبود عملکرد کمی و کیفی در این چین در مقایسه با دیگر چین‌ها شده است. همان‌طور که پیشتر نیز بیان شد، با توجه به تأثیر بسزای عامل‌های مدیریتی (Hecl and Sustrikova, 2006; Letchamo, 1993; Meawad *et al.*, 1984; Vance *et al.*, 2003 ومحیطی (Hecl and Sustrikova, 2006; Silva *et al.*, 2006) همچون محتوی عناصر غذایی و رطوبت خاک



شکل ۲- مقایسه میانگین تأثیر متقابل تیمارهای کودی و چین‌های مختلف بر وزن خشک گل بابونه.

Fig. 2- Mean comparisons for the effect of fertilizer treatments and different cuttings on flower dry weight of chamomile.

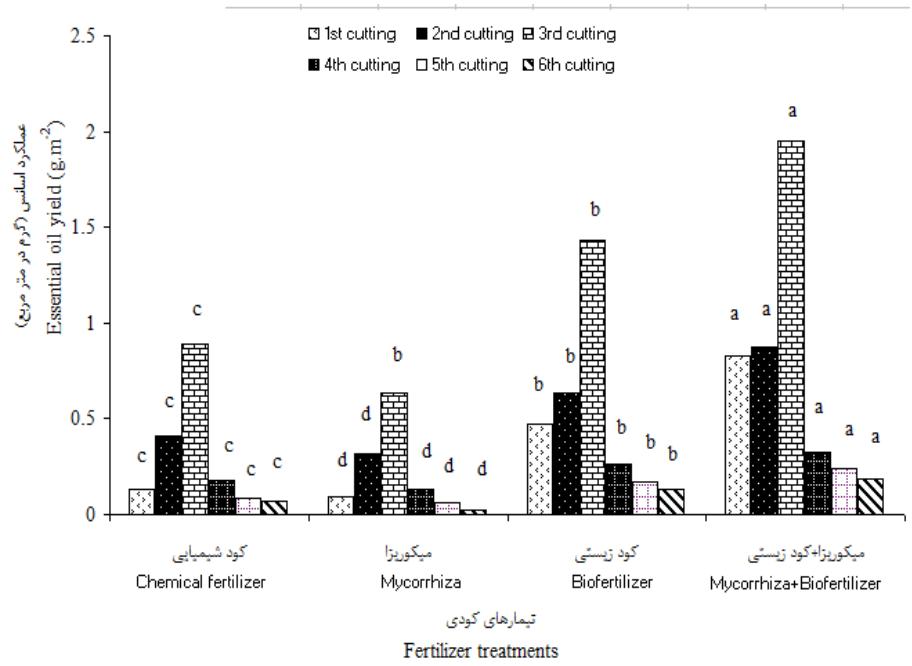
میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری بر پایه آزمون LSD ندارند (p≤۰/۰۵).

* Means with the same letter(s) have not significantly difference based on LSD test (p≤0.05).

[1] Plant-growth-promoting rhizobacteria
[2] *Glomus intraradices*

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه میانگین تأثیر متقابل تیمارهای کودی و چین‌های مختلف بر عملکرد اسانس بابونه.

Fig. 3- Mean comparisons for the effect of fertilizer treatments and different cuttings on essential oil yield of chamomile.

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری بر پایه آزمون LSD ندارند (p≤۰/۰۵).

* Means with the same letter(s) have not significantly difference based on LSD test (p≤0.05).

Hecl and Sustrikova, 2006; Letchamo, 1993; Meawad *et al.*, 1984; Vance *et al.*, 2003)، نور و دما (Hecl and Sustrikova, 2006; Silva *et al.*, 2006) بر رشد، عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی، دلیل این امر احتمال دارد مربوط به شرایط محیطی مناسب‌تر به ویژه دمای بالاتر برای رشد بوته‌ها در چین سوم در مقایسه با دیگر چین‌ها می‌باشد که در نتیجه افزون بر افزایش ویژگی‌های رشد و عملکرد گل، موجب بهبود عملکرد اسانس در این چین شده است.

مجموع عملکرد گل و اسانس

تأثیر تیمارهای کودی بر شمار کل گل بابونه در چین‌های مختلف معنی‌دار (p≤۰/۰۱) بود (جدول ۴). بیشترین مجموع شمار گل برای تیمار تلفیقی میکوریزا+ کود زیستی برابر با ۸۵۵۶/۶۷ گل به دست آمد که برابر با ۳۶، ۱۰۷ و ۱۸ درصد به ترتیب بالاتر از تیمارهای شیمیایی، میکوریزا و کود زیستی بود (شکل ۴-الف).ت

یمارهای کودی به طور معنی‌داری مجموع عملکرد تر و خشک گل بابونه را تحت تأثیر قرار داد (p≤۰/۰۱) (جدول ۴). بالاترین مجموع عملکرد تر و خشک برای تیمار تلفیقی میکوریزا+ کود زیستی به ترتیب برابر با ۲۲۸۸/۳۳ و ۵۵۳/۲۷ گرم بر متر مربع مشاهده شد. میزان افزایش عملکرد تر کل گل در این تیمار تلفیقی نسبت به تیمارهای شیمیایی، میکوریزا و کود زیستی به ترتیب برابر با ۹۵، ۱۷۹ و ۲۶ درصد و برای عملکرد خشک کل گل به ترتیب برابر با ۱۴۲، ۲۵۱ و ۴۰ درصد بود (شکل ۴-ب).

به نظر می‌رسد که تلقیح با میکوریزا و کودهای زیستی با افزایش دسترسی به عناصر غذایی تحت تأثیر توسعه نظام ریشه‌ای که متأثر از بهبود شرایط خاک در منطقه ریزوسفر می‌باشد، با افزایش شمار و عملکرد گل در چین‌های مختلف (جدول ۳ و شکل‌های ۱ و ۲)، موجب بهبود شمار و عملکرد کل گل شد. این نتایج با یافته‌های(2007) Mandal *et al.* نیز همخوانی دارد. بنابراین، تلقیح با قارچ همزیست میکوریزا با بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید برخی تنظیم‌کننده‌های رشد، سبب افزایش فتوسنتز گیاهی شده (Copetta *et al.*, 2006; Kapoor *et al.*, 2007) که این امر در نهایت، بهبود مجموع شمار و عملکرد گل را در چین‌های مختلف موجب شده است. بنابراین، تلقیح میکوریزایی همزمان با کاربرد کود زیستی، تأثیر مثبتی بر رشد گیاه همزیست به همراه داشته که در نتیجه به دلیل افزایش رشد اندام‌های رویشی بهبود عملکرد گل را موجب شده است.

www.SID.ir

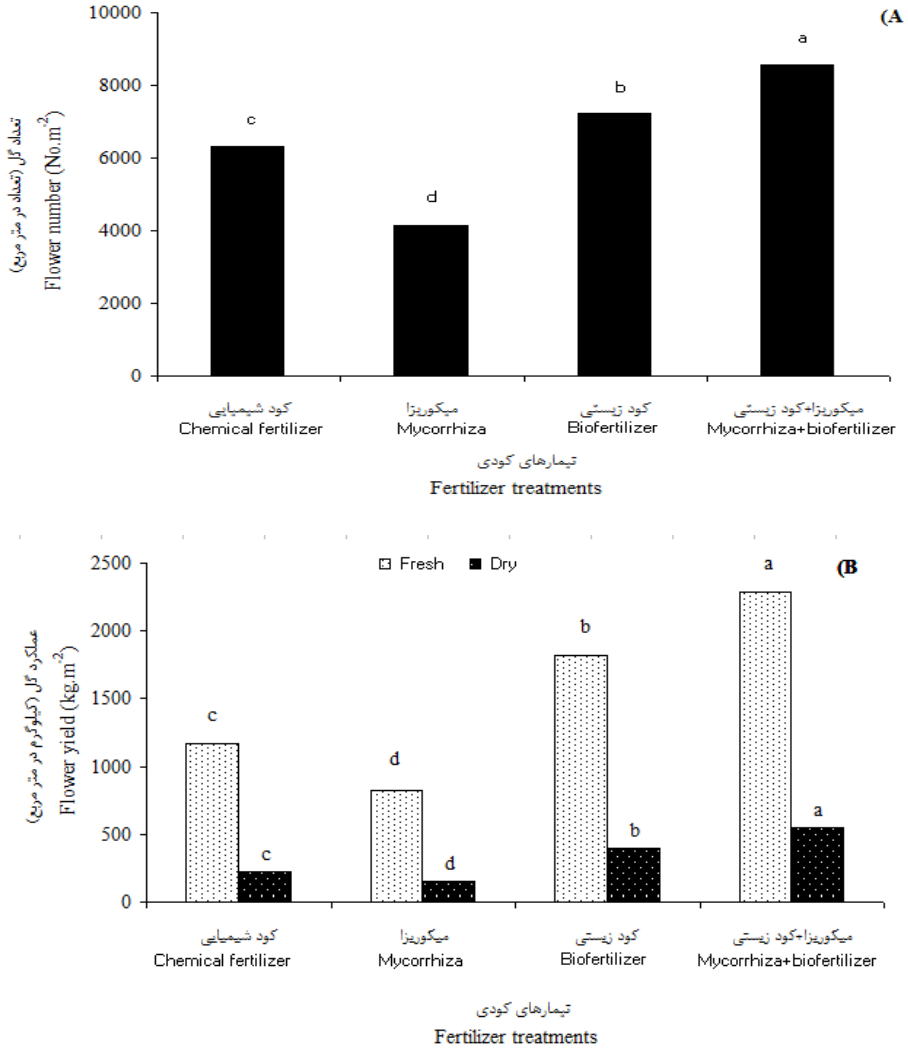
Archive of SID

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد کل کمی و کیفی گل گیاه دارویی بابونه.

Table 4. Analysis of variance (mean of squares) for the effects of fertilizer treatments on total quantitative and qualitative yield of chamomile.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	شمار گل Flower number	عملکرد تر گل Fresh yield of flower	عملکرد خشک گل Dry yield of flower	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	898086.583	3445681.583	63882.33	77528.979
تیمار کودی Fertilizer treatment	3	10361596.889**	128719776.972**	9412742.33**	5167585.354**
خطا Error	6	216793.806	843511.8	20467.67	17892.471
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		7.1	6.03	4.29	4.76

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد. **: significant at 1% level.



شکل ۴- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر مجموع (الف) شمار و (ب) عملکرد تر و خشک گیاه دارویی بابونه در چین‌های مختلف.

Fig. 4- Mean comparisons for the effect of fertilizer treatments on total (A) number and (B) fresh and dry yield of chamomile at different cuttings.

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری بر پایه آزمون LSD ندارند (p≤۰/۰۵).

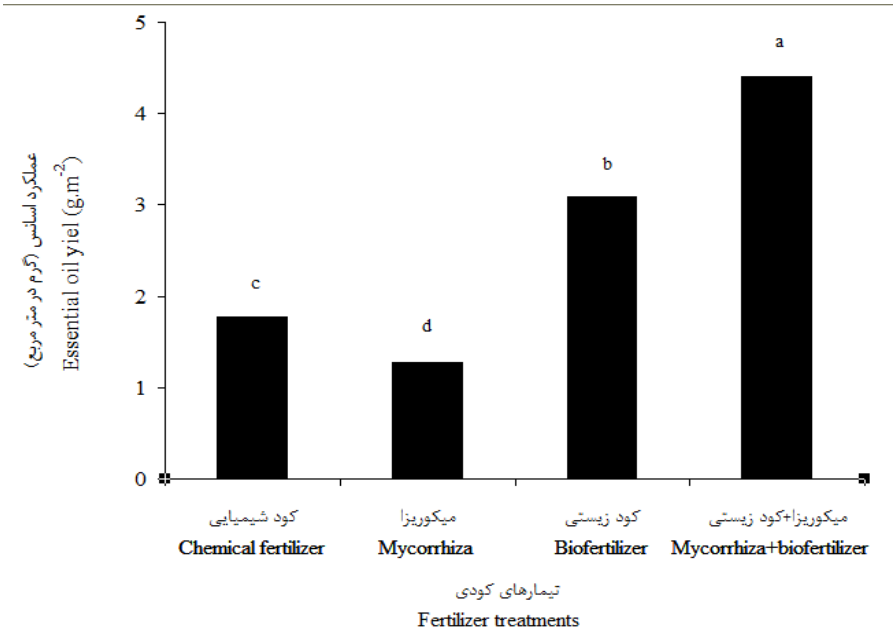
* Means with the same letter(s) have not significantly difference based on LSD test (p≤0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج بررسی‌های Rajendran and Devaraj (2004) نشان داده است که جمعیت قارچ‌های میکوریزا در محیط ریزوسفر می‌تواند در نتیجه کاربرد عناصر غذایی و برخی دیگر از ریزموجودهای تولیدکننده مواد تحریک‌کننده رشد افزایش یابد. بدین ترتیب، چنین به نظر می‌رسد اگرچه ممکن است قارچ میکوریزا به‌صورت طبیعی در محیط ریشه گیاه در خاک وجود داشته باشد و یا حتی اگر تلقیح با این قارچ پیش از کاشت انجام شده باشد، ولی ممکن است جمعیت آنها حتی با وجود تلقیح نیز کافی نبوده و برای بهبود رشد و عملکرد گیاه بایستی از میزان‌های مناسب دیگر کودهای زیستی که برخلاف کودهای شیمیایی (Abbott and Robson, 1991) تأثیر منفی بر رشد کمّی و کیفی گیاهان دارویی ندارند، استفاده شود که این امر افزون بر بهبود ویژگی‌های خاک و حفظ محیط زیست می‌تواند نقش مهمی بر افزایش رشد و فعالیت ریزموجودات خاکزی به همراه داشته باشد.

عملکرد کل اسانس بابونه در چین‌های مختلف به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت ($p\leq ۰/۰۱$) (جدول ۳). بالاترین عملکرد کل اسانس در چین‌های مختلف برابر با ۴/۴۰ گرم بر متر مربع برای تیمار تلفیقی میکوریزا+ کود زیستی به دست آمد که نسبت به تیمارهای شیمیایی، میکوریزا و کود زیستی به ترتیب برابر با ۱۱۷، ۱۹۶ و ۳۷ درصد بالاتر بود (شکل ۵). به نظر می‌رسد که تلقیح با قارچ همزیست میکوریزا با بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید برخی تنظیم‌کننده‌های رشد، سبب افزایش فتوسنتز گیاهی شده (Copetta *et al.*, 2006; Kapoor *et al.*, 2007) که در نتیجه به دلیل تأثیر مثبت بر بهبود ویژگی‌های رشد و عملکرد گل (جدول ۸ و شکل‌های ۴ و ۵)، محتوی اسانس را افزایش داده است. برخی از محققان دلیل این افزایش را در گیاهان دارویی افزون بر بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک به افزایش فراهمی فسفر قابل دسترس برای گیاه همزیست نسبت داده‌اند. در همین زمینه، نتایج بررسی Sailo and Bagyaraj (2005) روی همزیستی گیاه دارویی *Coleus forskohlii* با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا نشان داد که به دلیل افزایش فراهمی فسفر، میزان ماده مؤثره فورسکولین[1] نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج بررسی Mahfouz and Sharaf-Eldin (2007) نیز مؤید بهبود میزان اسانس در شرایط تلقیح با گونه‌های میکوریزا می‌باشد.



شکل ۵- تأثیر تیمارهای کودی بر مجموع عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه در چین‌های مختلف.

Fig. 5- Mean comparisons for the effect of fertilizer treatments on total essential oil yield of chamomile at different cuttings.

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری بر پایه آزمون LSD ندارند ($p\leq ۰/۰۵$).

* Means with the same letter(s) have not significantly difference based on LSD test ($p\leq 0.05$).

[1] Forskolin

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد تیمارهای کودی به طور معنی‌داری ویژگی‌های رشد، عملکرد کمی و کیفی گل گیاه دارویی بابونه در چین‌های مختلف را تحت تأثیر قرار داد؛ به طوری‌که بهترین نتایج برای تیمار تلفیقی میکوریزا+ کود زیستی به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که همه‌ی ویژگی‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی بابونه در چین سوم به طور معنی‌داری بالاتر از دیگر چین-ها بود. کاربرد کودهای شیمیایی به دلیل تأثیر بر تحریک رشد رویشی، میزان تولید مواد فتوسنتزی را بهبود داده که در نهایت، افزایش عملکرد کمی و کیفی این گونه دارویی را به دنبال داشته است. تلقیح با کودهای زیستی نیز به دلیل دسترسی به عناصر غذایی قابل دسترس به ویژه نیتروژن و فسفر و تولید انواع هورمون‌ها و مواد زیستی محرک رشد گیاه شد که موجب بهبود ویژگی‌های رویشی و عملکرد کمی و کیفی بابونه شد. تلقیح با قارچ همزیست میکوریزا همراه با کودهای زیستی احتمال دارد به دلیل وجود اثرگذاری‌های سینرژیستی بین این ریزموجودهای خاکزی با بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید برخی تنظیم‌کننده‌های رشد و فراهمی عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز شده که در نتیجه به دلیل تأثیر مثبت بر بهبود ویژگی‌های رشد و عملکرد گل، محتوی اسانس را افزایش داده است.

سپاسگزاری

بودجه این تحقیق از محل اعتبارات پژوهشی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی تأمین شده است که بدین‌وسیله از مسئولان مربوطه سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Abbott, L.K. and Robson, A.D., 1991. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. Agriculture, Ecosystems and Environment. 35, 121-150.

Abd El-Wahab, A.M., 2007. Effect of nitrogen and magnesium fertilization on the production of *Trachyspermum ammi* L. (ajowan) plants under Sinai conditions. Journal of Applied Sciences Research. 3(8), 781-786.

Aseri, G.K., Jain, N., Panwar, J., Rao, A.V. and Meghwal, P.R., 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar desert. Scientia Horticulturae. 117(2), 130-135.

Atanasov, Z., Slavov, S.I., Koseva, D., Decheva, R. and Gargova, N., 1979. Application of single and compound mineral fertilizers to peppermint. Plant Science. 1, 61-65.

Azizi, M., 2000. Study the impact of environmental and physiological factors on growth and yield and secondary metabolite content of common St. John's Wort under agronomic and *in-vitro* conditions. Ph.D. Thesis. Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. (In Persian with English Abstract).

Baghalian, K., Haghiry, A., Naghavi, M.R. and Mohammadi, A., 2008. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). Scientia Horticulturae. 116, 437-441.

Balaz, T. and Tisserand, R., 1998. German chamomile. International Journal of Aromatherapy. 9(1), 15-21.

Banwart, G.J., 1979. Basic Food Microbiology, AVI Westport, CT, USA.

Bari, M.S. and Rahim, M.A., 2012. Economic evaluation and yield performance of some medicinal plants in coconut based multistoried agroforestry systems. The Agriculturists. 10(1), 71-80.

Bouwmeester, H.J., Roux, C., Lopez-Raez, J.A. and Becard, G., 2007. Rhizosphere communication of plants, parasitic plants and AM fungi. Trends in Plant Sciences. 12, 224–230.

Bremer, D.J., Ham, J.M., Owensby, C.E. and Knapp, A.K., 1998. Responses of soil respiration to clippling and grazing in a tallgrass prairie. Journal of Environmental Quality. 27, 1539-1548.

Clark, R.J. and Menary, R.C., 1980. The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita* L.). Australian Journal of Agricultural Research. 31(3), 489–498.

Copetta, A., Lingua, G. and Berta, G., 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza. 16, 485-494.

Dordas, C., 2009. Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation: partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source-sink relation. European Journal of Agronomy. 30, 129-139

Earanna, N., 2007. Response of *Stevia rebeudiana* of biofertilizers. Karnataka Journal of Agriculture and Science. 20(3), 616-617.

Edris, A.E., Ahmad, S. and Fadel, H.M., 2003. Effect of organic agriculture practices on the volatile aroma components of some essential oil plants

www.SID.ir

Archive of SID

growing in Egypt II: Sweet marjoram (*Origanum marjorana* L.) essential oil. Flavour and Fragrance Journal. 4, 345–351.

Egli, T., 1991. On multiple-nutrient-limited growth of microorganisms, with special reference to dual limitation by carbon and nitrogen substrates. Antonie van Leeuwenhoek. 60, 225-234.

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L., 1985. The Physiology of Crop Plants, Iowa State University Press, Iowa, United States.

Gharib, F.A., Moussa, L.A. and Massoud, O.N., 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agricultural and Biology. 10(4), 381-387.

Gliessman, R.S., 1998. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Lewis Publishers (CRC Press), United States.

Gray, E.J. and Smith, D.L., 2005. Intracellular and extracellular PGPR: Commonalities and distinctions in the plant–bacterium signalling processes. Soil Biology and Biochemistry. 37, 395–412.

Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M. and Kumar, S., 2002. Effect of the vesicular–arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technology. 81(1), 77-79.

Haj Seyed Hadi, M.R., Abarghooei Fallah, M. and Darzi, M.T., 2015. Influence of nitrogen fertilizer and vermicompost application on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria Chamomile* L.). Journal of Chemical Health Risks. 5(3), 235–244.

Hajabbasi, M.A. and Hemmat, A., 2000. Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a clay-loam soil in central Iran. Soil and Tillage Research. 59, 205-212.

Hecl, J. and Sustrikova, A., 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drug-an assurance of quality control. In Proceedings 1st International Symposium on *Chamomile* Research, Development and Production, Prešov, Slovak Republic, June 7-10. Pp. 69.

Hendawy, S.F., 2008. Comparative study of organic and mineral fertilization on *Plantago arenaria* plant. Journal of Applied Sciences Research. 4(5), 500-506.

Kapoor, R., Chaudhary, V. and Bhatnagar, A.K., 2007. Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. Mycorrhiza. 17, 581-587.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* Mill.) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology. 93, 307-311.

Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Ghorbani, R., 2008. Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 6(2), 285-294. (In Persian with English abstract).

Kloepper, J.W., 1993. Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents. In: Metting, F.B. (Eds.), Soil Microbial Ecology–Applications in Agricultural and Environmental Management. Marcel Dekker, New York, USA, pp. 78.

Krishna, A., Patil, C.R., Raghavendra, S.M. and Jakati, M.D., 2008. Effect of bio-fertilizers on seed germination and seedling quality of medicinal plants. Karnataka Journal of Agriculture and Science. 21(4), 588-590.

Lambers, H., Chapin, F.S. and Pones, T.L., 2008. Plant Physiological Ecology, Second ed. Publisher Springer; United States.

Letchamo, W., 1993. Nitrogen application affects on yield and content of active substances in chamomile genotypes. In: Janick, J.E. Simon (Eds.), New Crops, Willey, New York, USA. pp. 636-639.

Letchamo, W. and Vomel, A., 1989. The relationship between ploidy levels and certain morphological characteristics of *chamomilla recutita*. Planta Medica. 55, 527-528.

Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel *(Foeniculum vulgare* Mill.). Agrophysics Journal. 21, 361-366.

Mandal, A., Patra, A.K., Singh, D., Swarup, A. and Ebhin Masto, R., 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. Bioresource Technology. 98, 3585–3592.

Manoly, N.D., 2008. Responce of *Dahlia pinnata* plants to biofertilizer types. The Egyptian Society of Experimental Biology. 4, 87-91.

Meawad, A.A., Awad, A. and Afify, A., 1984. The combined effect of N- fertilization and some growth regulators on chamomile plants. Acta Horticulturae. 144, 123-133.

Mosleh, Z., Salehi, M.H. and Rafiei Alhosseini, M., 2014. Effects of chamomile cultivation and manure on silt and clay changes in soils. The Journal of Agriculture and Environment. 18(68), 11-21.

Omidbaigi, R., 2005. Production of Medicinal Plants, Publication of Astane Qods-e- Razavi, Mashhad, Iran.

Paroha, S., Chandra, K.K. and Tiwari, K.P., 2000. Synergistic role of VAM and *Azotobacter* inoculation on growth and biomass production in forestry species. Journal of Tropical Forestry. 16(1), 13-21.

Patten, C.L. and Glick, B.R., 2002. Role of *Pseudomonas putida* indole acetic acid in development of the host plant root system.

www.SID.ir

Archive of SID

Applied Environmental Microbiology. 68, 3795-3801.

Rajendran, K. and Devaraj, P., 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy. 26, 235-249.

Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N. and Gautams, S.P., 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. motia by Rhizobacteria, AMF and *Azospirillum* inoculation. Microbiology Research. 156, 145-149.

Rezvani Moghaddam, P., Aminghafori, A., Bakhshaie, S. and Jafari, L., 2013. The effect of organic and biofertilizers on some quantitative characteristics and essential oil content of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Agroecology. 5(2), 105-112. (In Persian with English Abstract).

Richter, J., Stutzer, M. and Schellenberg, I., 2005. Effects of mycorrhization on the essential oil content and composition of aroma components of marjoram (*Marjorana hortensis*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and caraway (*Carum carvi* L.). In Proceedings 36th International Symposium on Essential Oils, 4th-7th September, Budapest, Hungary. P.175

Sailo, G.L. and Bagyaraj, D.J., 2005. Influence of different AM-fungi on the growth, nutrition and forskolin content of *Coleus forskohlii*. Mycological Research. 109, 795-798.

Sanches Govin, E., Rodrigues Gonzales, H. and Carballo Guerra, C., 2005. Ifluencia de los abonos organicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *Calendula officinalis* L. *Matricaria recutita* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 10(1), 1.

Sardans, J., Roda, F. and Penuelas, J., 2005. Effect of water and a nutrient pulse supply on *Rosemarinus officinalis* growth, nutrient content and flowering in the field. Environmental and Experimental Botany. 53, 1-11.

Sartip, H., Yadegari, H. and Fakheri B.A., 2015. Organic agriculture and production of medicinal plants. International Journal of Farming and Allied Sciences. 4(2), 135-143.

Scott, M.A., 1988. The use of worm -digested animal wastes as a supplement to peat in leas composts for hardy nursery stocks. In: Edwards, C.A. and Neuhayser, E. (Eds.), Earthworm in Waste and Environmental Management, SPB Academic Press, Netherlands, pp. 221-229.

Sheibanivaziri, M., 1997. Study of effect of N.P.K on essential oil and chamazulene of chamomile. Ph.D. Thesis. Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran.

Silva, F.G., Pinto, J.E.B.P., Das Graças Cardoso, M., Nascimento, E.A., Nelson, D.L., De Fátima Sales, J. and De Mol S.D.J., 2006. Influence of radiation level on plant growth, yield and quality of essential oil in carqueja. Ciência e Agrotecnologia. 30(1), 52-57.

Taiz, L. and Zeiger, E., 2006. Plant Physiology. Publisher Springer; United States.

Vafadar, F., Amooaghaie, R. and Otroshy, M., 2014. Effects of plant-growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungus on plant growth, stevioside, NPK, and chlorophyll content of *Stevia rebaudiana*. Journal of Plant Interactions. 9(1), 128-136.

Vance, C.P., Uhde-Stone, C. and Allan, D.L., 2003. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptation by plants for securing a non-renewable resource. New Physiology. 157, 423-447.

Vessey, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil. 255, 571–586.

Vildova, A., Stolcova, M., Kloucek, P. and Orsak, M., 2006. Quality characterization of chamomile (*Matricaria recutita* L.) in organic and traditional agricultures. In Proceedings 1st International Symposium on *Chamomile* Research, Development and Production, Prešov, Slovak Republic, June 7-10. Pp. 79.

Zeinali, H., Bagheri Kholanjani, M., Golparvar, M.R., Jafarpour, M. and Shirani Rad, A.H., 2008. Effect of different planting time and nitrogen fertilizer rates on flower yield and its components in German chamomile (*Matricaria recutita*). Iranian Journal of Crop Sciences. 10(3), 220-230. (In Persian with English abstract).

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of fertilizer treatments on growth criteria and quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) as a medicinal plant

Farsad Nadjafi[1], Javad Shabahang[2] and Surur Khorramdel[2,*]

[1]Department of Agricultural Engineering, Medicinal Plant and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

[*]Corresponding author: khorramdel@um.ac.ir

Introduction: Soil fertility refers to the ability of the soil to supply essential plant nutrients and soil water in adequate amounts and proportions for suitable plant growth. Organic fertilizers are derived from animal or plant matter such as cow manure. Organic fertilizers involve a slower release rate of nutrients than conventional water-soluble fertilizers and it decreases nutrient losses and enhances nutrient-use efficiency (Gliessman, 1998). Biological fertilizers contain living cells of efficient strains of microorganisms such as *Azospirillum*, *Azotobacter* and mycorrhiza that help plants' absorption of nutrients through their interactions in the rhizosphere. Bio-fertilizers enhance microbial processes in the soil which augment the extent of availability of nutrients in a form easily assimilated by plants. Bio-fertilizers can be ranked in various groups based on their function (Manoly, 2008). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) is an important medicinal plant from the family Asteraceae that is commonly used to serve various medicinal purposes. This species is one of the most ancient medicinal herbs known to mankind (Baghalian *et al.*, 2008).

Materials and methods: In order to study the growth characteristics, flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) as a medicinal plant affected by different fertilizer treatments, an experiment was conducted at the Agricultural Research Station College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad during the 2009-2010 growing season. An experiment was conducted based on a randomized complete block design with four replications. Treatments were chemical fertilizer (100 $kg.ha^{-1}$ urea, 60 $kg.ha^{-1}$ K (K_2O) and 100 $kg.ha^{-1}$ P (P_2O_5), mycorrhiza, Nitroxin and Nitroxin + mycorrhiza. K and P fertilizers added to the soil after land preparation. N was applied to the soil at three stages such as after planting time, one month after seedling emergence and before flowering stage. At planting time, 150 g soil with mycorrhiza fungi (*Glomus intraradices*) per plant was used under seed and seeds were inoculated with Nitroxin before planting time. Studied traits were height, flower number, flower diameter, dry weight of flower, fresh weight of flower and essential oil percentage and essential oil yield at six cuttings and total fresh and dry weights of flower and essential oil yield of chamomile. For statistical analysis, analysis of variance (ANOVA) and least significant difference test (LSD) at a 5% probability level were performed using SAS version 9.1.

Results and discussion: The results showed that the effect of fertilizer treatments were significant ($p\leq0.01$) on plant height stem, number, diameter, dry yield and fresh yield of flower, essential oil yield at the 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th and 6th cuttings and total flower number, total fresh yield and total dry yield of flower and essential oil yield of chamomile. The maximum flower number at different cuttings was observed in mycorrhiza+ Nitroxin. The maximum total flower number was recorded in mycorrhiza+ Nitroxin with 8556.67 $flowers.m^{-2}$; it was higher than chemical fertilizer, mycorrhiza and Nitroxin up to 36, 107 and 18%, respectively. The highest essential oil yield was recorded in mycorrhiza+ Nitroxin with 4.4 $g.m^{-2}$.

Conclusion: The results showed that growth and yield of flower and essential oil of chamomile were significantly affected by fertilizer treatments. So, it seems that the integrated application of mycorrhiza+ Nitroxin could be considered for growth and yield enhancement of this valuable medicinal plant based on sustainable agriculture.

Keywords: Chamomile, Integrated management of soil fertility, Nitroxin, Sustainable agriculture, Medicinal plant.

www.SID.ir

Archive of SID

Acknowledgement

The authors acknowledge the financial support of this project by the Vice President for Research and Technology of the Medicinal Plant and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Iran.

References:

Baghalian, K., Haghiry, A., Naghavi, M.R. and Mohammadi, A., 2008. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). Scientia Horticulturae. 116, 437-441.

Gliessman, R.S., 1998. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture, Ann Arbor Press, Chelsea, MI.

Manoly, N.D., 2008. Responce of *Dahlia pinnata* plants to biofertilizer types. The Egyptian Society of Experimental Biology. 4, 87-91.

www.SID.ir