دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2019.121538.2302
جلد ۳۴، شماره ۶، صفحه ۹۶۲-۹۴۹ (۱۳۹۷) شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735- 0905.1397.34.949.92.6.1575.1610

اثر کودهای زیستی و آلی بر پارامترهای مورفولوژیک و عملکرد کامازولن بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) در شرایط تنش خشکی

عنایت‌الله توحیدی‌نژاد[1*] و فرامرز رستگاری[2]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
پست الکترونیک: etohodinejad@gmail.com

۲- دانشجوی دکترای زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۷

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نوع کود بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی سازمان جهاد کشاورزی جیرفت در سال ۱۳۸۹ با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل تنش خشکی در سه سطح ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاسA به‌عنوان فاکتور اصلی و پنج تیمار کودی شامل شاهد، کود زیستی نیتروکسین، کود زیستی فسفات بارور-۲، کود زیستی بیوسولفور و کود گاوی به‌عنوان کرت‌های فرعی بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل (تعداد ساقه اصلی، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول در بوته، قطر کاپیتول، وزن خشک بوته، وزن گل تر، وزن گل خشک، درصد اسانس و عملکرد کامازولن) بود. نتایج نشان داد که تنش خشکی بر تمام صفات کمّی و کیفی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد را در مقایسه با شاهد ۲۵/۱٪ کاهش داد. بیشترین میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد از تیمار آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر و کاربرد کود گاوی بدست آمد. بیشترین درصد اسانس (۰/۸۵٪) و عملکرد اسانس (۶/۳۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بیوسولفور و تنش متوسط مشاهده شد. بیشترین درصد کامازولن (۶/۴۵٪) و عملکرد کامازولن (۳۹۶/۸ گرم در هکتار) در تنش متوسط و به‌ترتیب از تیمار کودی نیتروکسین و بیوسولفور حاصل گردید. به‌طور کلی نتایج نشان داد که در شرایط تنش شدید کود دامی و در شرایط تنش ملایم کود زیستی بیوسولفور مناسب‌ترین تیمار کودی در تولید بابونه بود.

واژه‌های کلیدی: بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)، تنش خشکی، اسانس، کامازولن، کود زیستی.

مقدمه

گیاه بابونه آلمانی با نام علمی *Matricaria chamomilla* L. قرن‌هاست به‌عنوان گیاهی دارویی در بخش‌هایی از خاورمیانه و اروپا به شکل دمنوش استفاده می‌شود (Harbourne *et al*., 2009). خواص دارویی و سلامت‌بخش گیاه بابونه عمدتاً به دو گروه از ترکیب‌های زیست‌فعال موجود در گل‌های بابونه نسبت داده می‌شود که شامل روغن معطر (اسانس) و پلی‌فنول‌های موجود در بابونه است (Braun & Cohen, 2015). نتایج نشان داده است که بیسابولول و کامازولن اجزای اصلی

تشکیل‌دهنده روغن‌های اسانسی گل‌های بابونه هستند (Agatonovic-Kustrin *et al*., 2015). ازجمله کاربردهای مصرف این گیاه می‌توان به استفاده برای درمان تب، میگرن، آرتریت روماتوئید، درد معده، درد دندان، گزش حشرات و نابارووری اشاره کرد (Pareek *et al*., 2011). در بازار دارویی ایران و جهان از بابونه به شکل‌های مختلف به‌عنوان داروی ضدالتهاب، ضداسپاسم، ضد نفخ، درمان زخم معده، ضد باکتری، دهان‌شویه و رفع خشکی و ترک پا استفاده می‌شود (Ebrahimi & Pormohammadi, 2010).

در میان عوامل بازدارنده محیطی مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی باغی و دارویی، خشکی مهمترین عامل کاهش تولید به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید (Reddy *et al*., 2004). با توجه به موقعیت ایران از نظر اقلیمی که در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و وجود بحران آب در این مناطق، انتخاب گیاهان سازگار به این شرایط از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که لازمه آن کاشت گیاهان مقاوم به خشکی و دارای نیاز آبی کم می‌باشد. تنش خشکی سبب بهتر شدن کیفیت برخی از محصولات می‌شود. تولید بسیاری از متابولیت‌های دارویی و اسانس‌ها در گیاهان تحت تأثیر تنش‌های محیطی زیستی و غیرزیستی به‌ویژه شوری، خشکی و تغییرات شدید حرارت قرار می‌گیرند (Reddy *et al*., 2004). Safikhani (۲۰۰۵) در تحقیقات خود بر روی گیاه دارویی بادرشبو گزارش کرد که تنش خشکی در حد ۴۰٪ ظرفیت زراعی موجب کاهش ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، طول میانگره، عملکرد اندامهای هوایی و عملکرد اسانس شده (نسبت به دو تیمار ۶۰٪ و ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی)، اما درصد اسانس با افزایش شدت تنش افزایش و بیشترین درصد اسانس در تیمار تنش متوسط (۶۰٪) حاصل شد. چنین نتایجی در آزمایش‌های Pirzad و همکاران (۲۰۰۸) در بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)، Sourestani و Omidbeigi (۲۰۱۰) در گیاه گل مکزیکی (*Agastache foeniculum* L.) و Rahmani و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) نیز حاصل شده است.

استفاده از کودهای دامی یکی از عوامل موفقیت‌آمیز در تولید گیاهان دارویی می‌باشد، به‌طوری که در خاک ضمن تأمین مقادیر عناصر غذایی، باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش نگهداری رطوبت، امکان آماده‌سازی بستر مناسب برای رشد ریشه، بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی و بیولوژی خاک، افزایش رشد سبزینه‌ای، بهبود اسیدیته و حرارت خاک و افزایش تولید محصول می‌شود (Ewulo, 2005؛ Ahmadian *et al*., 2006). استفاده از منابع مختلف کودی همانند کودهای دامی و زیستی در شرایط بروز تنش خشکی می‌تواند منجر به ایجاد تغییراتی در عملکرد گیاهان مواجه با خشکی شوند؛ به‌عنوان مثال Arazmjo و همکاران (۲۰۱۰a) در بررسی اثر تنش خشکی (۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) و سه نوع کود شیمیایی NPK، کود دامی و کمپوست بر اجزاء عملکرد کمّی و کیفی بابونه آلمانی نشان دادند که با افزایش شدت تنش (۵۰٪) استفاده از کود دامی به میزان بیشتری باعث افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد گل شده است. همچنین گزارش کردند که تنش خشکی میزان ماده خشک تولیدی، ارتفاع بوته، تعداد ساقه و تعداد گل را به‌طور معنی‌داری کاهش داده، در حالی‌که درصد اسانس را افزایش و بیشترین درصد و عملکرد اسانس نیز از تنش متوسط حاصل شده‌است.

Dehghani Mashkani و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر کودهای زیستی مختلف (نیتروکسین، سوپر نیتروپلاس، مخلوط نیتروکسن و سوپرنیتروپلاس، بیوسولفور) و کودهای شیمیایی بر عملکرد کمّی و کیفی بابونه گزارش نمودند که تیمارهای کودی به‌طور معنی‌داری ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه، قطر کاپیتول، وزن تر کاپیتول، وزن خشک کاپیتول، عملکرد اسانس و کامازولن را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. همچنین کمترین عملکرد کمّی و کیفی مربوط به شاهد و بیشترین مربوط به تیمار بیوسولفور بوده است.

Jahan و Kouchaki (۲۰۰۳) بیان کردند که با ترکیب ۵۰٪ یا کمتر بابونه در کشت مخلوط با همیشه‌بهار و مصرف کود دامی می‌توان شرایط مطلوبی برای تولید ارگانیک بابونه توأم با استحصال مقدار مناسبی کامازولن فراهم کرد.

نتایج Mahfouz و Sharaf-Eldin (۲۰۰۷) در بررسی اثر کودهای زیستی ازتوباکتر، آزوسپربلیوم و باسیلوس بر گیاه دارویی رازیانه نشان داد که مصرف کودهای زیستی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش رشد رویشی، وزن تر و خشک گیاه و میزان اسانس در گیاه گردید. نتایج مشابهی در گیاه دارویی بابونه (Dastborhan *et al*., 2010)، گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) (Shaalan, 2005) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) (Azzaz *et al*., 2009) گزارش شده است.

استفاده از کودهای زیستی از مؤثرترین شیوه‌های مدیریتی برای حفظ کیفیت خاک در سطح مطلوب محسوب و تلقیح گیاهان با میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی یکی از روش‌های افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (Farzana & Radizah, 2005). بنابراین بررسی رفتار گیاهان دارویی تحت تأثیر تنش خشکی (شرایط غالب کشور) و مدیریت تغذیه بهینه ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرهای تنش خشکی و چهار نوع کود زیستی و آلی بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد کیفی در گیاه دارویی بابونه آلمانی بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی سازمان جهاد کشاورزی جیرفت با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۲ دقیقه و ارتفاع ۷۱۰ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱۷۳ میلی‌متر، متوسط حداقل و حداکثر دمای سالیانه آن به‌ترتیب ۱۷/۶ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق گرم و خشک محسوب می‌شود. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

عمق خاک	بافت خاک	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	ازت (٪)	فسفر (قسمت در میلیون)	پتاسیم (قسمت در میلیون)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)
۰-۳۰	لومی- شنی	۱/۶	۷/۹	۱۴/۸	۳۶/۴	۱۸۲	۳۱	۲۸	۴۱

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای خشکی به‌صورت شاهد یا ۴۰ میلی‌متر تبخیر، تنش متوسط یا ۸۰ میلی‌متر و تنش شدید یا ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر به‌عنوان فاکتور اصلی و پنج نوع کود شامل شاهد (بدون مصرف کود)، کود زیستی نیتروکسین، کود زیستی فسفات بارور۲ (حاوی دو باکتری پانتوا آگلومرانس و سودوموناس پوتیدا و جمعیت 10^9 باکتری بر سانتی‌مترمکعب)، کود بیوسولفور (گوگرد همراه با باکتری تلقیح تیوباسیلیوس) و کود گاوی (۲۵ تن در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند.

در این آزمایش اندازه هر کرت ۳×۲ متر، فاصله بین کرت‌ها نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. از کود نیتروکسین به‌صورت مایع به میزان ۱ لیتر در هکتار به‌صورت بذرمال و ۴ لیتر در هکتار به‌صورت سرک در مرحله ساقه رفتن، فسفات بارور۲ به مقدار ۱۵۰ گرم به‌صورت بذرمال و ۲۰۰ گرم به‌صورت سرک همراه با آب آبیاری در مرحله ساقه رفتن، بیوسولفور نیز به میزان ۲۶۷ کیلوگرم پودر گوگرد و ۱۴ کیلوگرم بیوسولفور در هکتار مخلوط با خاک و همچنین کود حیوانی (جدول ۲) به میزان ۲۵ تن در هکتار استفاده شد. برای چسبندگی بیشتر کود زیستی به بذر از صمغ عربی

استفاده شد. کاشت در اسفند ۱۳۸۹ به روش دستی انجام شد. به‌منظور استقرار مطلوب، افزایش درصد جوانه‌زنی و یکنواختی کاشت بذرها به نسبت ۱ به ۲ با خاک اره (یک قسمت بذر و ۲ قسمت خاک اره) مخلوط شدند. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرهای مورد استفاده از پژوهشکده گیاهان دارویی اصفهان تهیه شد.

جدول ۲- نتایج آزمایش کود گاوی مورد استفاده

درصد نیتروژن	درصد فسفر	درصد پتاسیم
۰/۳۱	۰/۰ ۶	۰/۲۲

برای اعمال تیمار خشکی، ۱۰ روز بعد از جوانه‌زنی و استقرار کامل گیاهچه‌ها در سطح خاک براساس میزان تبخیر از طشتک کلاسA، دور آبیاری تعیین و با استفاده از کنتور حجمی آبیاری در کل دوره انجام شد.

در این آزمایش صفات کمّی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی، وزن خشک بوته، قطر کاپیتول، تعداد کاپیتول در بوته، وزن گل خشک و گل تر و عملکرد بذر و صفات کیفی شامل درصد و مقدار اسانس و درصد و مقدار کامازولن اندازه‌گیری شد.

به‌دلیل نامحدود بودن رشد، برداشت طی پنج مرحله به فاصله هر چهار تا پنج روز یک‌بار انجام شد. برای این منظور از هر کرت تعداد ۱۰ بوته به‌عنوان نمونه جامعه به‌صورت تصادفی از خطوط وسط هر کرت با رعایت اثر حاشیه نیم متر از هر طرف انتخاب و در هر نوبت برداشت گل، تعداد گل هر ۱۰ بوته شمارش و میانگین آنها به‌عنوان تعداد گل در چین محاسبه و این کار تا پنج مرحله برداشت ادامه یافت و مجموع تعداد گل در پنج چین تعداد گل در بوته ثبت شد و پس از برداشت هر چین گلها وزن شده و بعد به‌طور طبیعی در دمای اتاق و سایه خشک شدند و پس از یک هفته وزن خشک گلهای ده بوته نیز تعیین شد.

در پایان عملیات مزرعه‌ای گلهای خشک حاصل از هر تیمار و تکرار به‌طور جداگانه به‌منظور تعیین درصد اسانس و میزان کامازولن به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام و پس از جداسازی اسانس به کمک حلال هگزان و دستگاه روتاری درصد اسانس تعیین شد. سپس اسانس حاصل از ۱۰ گرم گل خشک را با ۵۰CC هگزان مخلوط نموده و میزان جذب این محلول در طول موج ۶۱۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفوتومتر محاسبه گردید. در پایان تجزیه‌وتحلیل آماری مربوط به طرح با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Excel انجام گردید و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطوح ۱٪ و ۵٪ استفاده شد.

نتایج

ارتفاع و تعداد شاخه اصلی و فرعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی در گیاه دارویی بابونه دارد (جدول ۳). به‌طوری که با افزایش سطح تنش از شاهد به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر به‌ترتیب ارتفاع ۲۷/۷۴٪، تعداد شاخه‌های اصلی ۱۸/۹۵٪ و تعداد شاخه‌های فرعی ۲۷/۴۸٪ کاهش یافت (جدول ۴). استفاده از کودهای زیستی و آلی اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی داشتند (جدول ۴) به‌طوری که بیشترین ارتفاع ۵۰/۷۶ سانتی‌متر، تعداد شاخه اصلی ۱۵ و فرعی ۷۲/۵ از تیمار کود دامی حاصل شد. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که صفات مذکور به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفتند، به‌طوری که بیشترین ارتفاع و تعداد شاخه اصلی و فرعی در تیمار شاهد (۴۰ میلی‌متر تبخیر) و استفاده از کود دامی بدست آمد (جدول ۵).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و کود دامی بر صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		ارتفاع	تعداد شاخه اصلی در بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر کاپیتول	تعداد کاپیتول در بوته	وزن خشک بوته	عملکرد گل تر	عملکرد گل خشک	عملکرد بذر	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد کامازولن	عملکرد کامازولن
تکرار	۲	۰/۰۵۱	۰/۰۹۴	۵/۱۵	۰/۱۲	۴/۹۹	۰/۲۳	۲/۴۰	۲/۵۵	۴/۹۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۶	۱/۷۹
تنش	۲	۴۲۲/۹**	۹/۷۸**	۷۱۵/۷**	۱۳/۳۴**	۶۶۰۸/۵**	۱۹۱/۹۰**	۲۸۴۱۴۱۷**	۱۲۵۹۹۹**	۵۲۸۵۳**	۰/۰۰۷**	۴/۸۶**	۲/۹۳**	۲۴۲۱۴**
خطا a	۴	۰/۰۹۱	۰/۰۲۰	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۷۷	۰/۰۳	۴۴/۷۶	۲/۳۹	۱۲/۵۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۳/۸۳
کود	۴	۲۳۸/۸**	۱۵۰/۳۸**	۱۴۸۹/۴**	۱۴/۶۳**	۵۵۵۱/۰۳**	۷۹۴/۷**	۸۹۴۰۳۸۴**	۳۷۷۷۲۲**	۲۲۷۹۱۲**	۰/۰۴**	۱۷/۹۲**	۱۱/۸۶**	۵۹۲۹۹**
تنش در کود	۸	۲/۱۲**	۰/۳۰**	۰/ ۷۸	۱/۰۲**	۵۳/۵۰**	۱/۸۲**	۳۹۰۷۷**	۲۲۴۵/۳**	۹۳۷/۲**	۰/۰۰۱**	۰/۲۴**	۰/۰۸**	۱۸۲۲/۲**
خطای b	۲۴	۰/۲۷	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۰ ۲۷	۲/۷۷	۰/۱۰	۱۷/۸۶	۲/۳۴	۱۲/۲۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۳	۴/۴۳
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۲	۲۵/۴	۱۵/۵	۱۱/۱	۱۵/۲	۱۱/۲	۱/۳	۲/۳	۹/۳	۱۰/۳	۹/۵	۴/ ۱	۱۰/۳

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی و تیمار کود بر اجزاء عملکرد کمّی و کیفی گیاه بابونه

تیمار	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد شاخه اصلی در بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر کاپیتول (میلی‌متر)	تعداد کاپیتول در بوته	وزن خشک بوته (گرم)	عملکرد گل تر (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد گل خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس (٪)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)	درصد کامازولن (٪)	عملکرد کامازولن (گرم در هکتار)
تنش													
۴۰ mm	۴۸/۷۶a	۱۰/۰۴a	۶۴/۰۵a	۱۵/۷۲a	۱۲۹/۵۲a	۳۲/۱۴a	۳۵۰۴/۹۱a	۷۲۳/۲a	۴۲۹/۶۵a	۰/۵۷c	۴/۲۸b	۴/۳c	۱۸۴/۰۴b
۸۰ mm	۴۴/۱۶b	۹/۴۶b	۵۶/۹۳b	۱۴/۸۳b	۱۱۱/۸b	۲۹/۵b	۳۱۲۱/۱۶ b	۶۵۴/۹۳b	۳۸۲/۱۶b	۰/۷۲a	۴/۷۸a	۵/۱۷a	۲۴۷/۱۳a
۱۲۰ mm	۳۸/۱۷c	۸/۴۴c	۵۰/۲۴c	۱۳/۸۴c	۸۷/۶۴c	۲۵/۰۶c	۲۶۳۶/۴ c	۵۴۱/۷۴c	۳۱۱/۸۶c	۰/۶۷b	۳/۶۴c	۴/۸۶b	۱۷۶/۹c
کود													
شاهد	۳۶/۷۶e	۵d	۳۷/۰۴e	۱۲/۹۱e	۶۶/۶۴e	۱۸/۴۱e	۱۸۳۲/۰۷e	۳۶۱/۸۴e	۲۰۸/۵۲e	۰/۵۹e	۲/۱۲e	۴/۰۱d	۸۶/۰۷e
نیتروکسین	۴۵/۸۵b	۷/۲c	۵۵/۶d	۱۵/۵۴b	۱۱۷/۲c	۲۳/۵d	۲۸۵۵/۹۱d	۵۸۰/۲۱d	۳۲۵/۹c	۰/۶۴c	۳/۷۲d	۵/۹۷a	۲۲۲/۴b
فسفات بارور	۴۱/۹۳d	۱۲/۰۵b	۵۹/۲۸d	۱۴/۲۸d	۱۲۱/۳۵b	۲۷/۴۸c	۲۸۷۶/۲۳c	۶۱۷/۶۹c	۳۰۳/۵۲d	۰/۷b	۴/۳۱c	۴/۹۱c	۲۱۲/۵۹c
بیوسولفور	۴۳/۱۹c	۷/۳۳c	۶۰/۹۱a	۱۶/۲۴a	۱۱۱/۷۳d	۳۲/۰۱b	۳۲۷۹/۸۵b	۷۱۶/۰۵b	۴۰۴/۱۵b	۰/۷۵a	۵/۴b	۵/۷۳b	۳۱۱/۶۲a
کود دامی	۵۰/۷۶a	۱۵a	۷۲/۵a	۱۴/۹۹c	۱۳۰/۱۳a	۴۳/۱۲a	۴۵۹۲/۳۸a	۹۲۳/۹۹a	۶۳۰/۳۷a	۰/۶d	۵/۶a	۳/۲۵e	۱۸۲/۶d

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل خشکی و تیمار کود بر اجزاء عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه

	تیمار	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعدادشاخه اصلی در بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر کاپیتول (میلی‌متر)	تعداد کاپیتول در بوته	وزن خشک بوته(گرم)	عملکرد گل تر	عملکرد گل خشک	عملکرد بذر	درصد اسانس (٪)	عملکرداسانس (کیلوگرم در هکتار)	درصد کامازولن (٪)	عملکرد کامازولن (گرم در هکتار)
								(کیلوگرم در هکتار)						
۴۰ mm	شاهد	۴۲/۸gh	۵/۴i	۴۱/۷۳k	۱۴/۵۳f	۸۲/۲۷j	۲۱/۲j	۲۱۴۸/۴۱d	۴۲۱/۰۷m	۲۴۶/۱۹k	۰/۵۱b	۲/۱۶m	۳/۶۲k	۷۸/۱۹l
	نیتروکسین	۵۱/۰۳c	۷/۹۳F	۶۳/۴۷e	۱۶/۳۴b	۱۳۹/۹۳c	۲۶/۴۴h	۳۳۵۸/۱e	۶۷۴/۸g	۳۸۶/۷۷f	۰/۵۷g	۳/۸۲i	۵/۳۳e	۲۰۴/۵۶f
	فسفات بارور	۴۶/۸e	۱۳/۲c	۶۶/۸d	۱۵/۱۲d	۱۴۴/۸b	۳۰/۷f	۳۳۴۳/۲۶f	۷۱۲/۰۸f	۳۵۷/۱۸g	۰/۶۲ef	۴/۴۳g	۴/۴۳h	۱۹۶/۳۳g
	بیوسولفور	۴۸/۴۳d	۸/۰۷f	۶۹/۱۳c	۱۷/۱۱a	۱۳۲/۱۳d	۳۶/۱۶d	۳۷۸۸/۳۴d	۸۲۵/۹۲d	۲۷۸/۷۴d	۰/۶۶d	۵/۴۷d	۵/۱۱f	۲۷۹/۸۶b
	کود دامی	۵۴/۸a	۱۵/۶a	۷۹/۱۳a	۱۵/۵۳c	۱۴۸/۴۷a	۴۶/۲۲a	۴۸۸۶/۴۶a	۹۸۲/۱۴a	۶۷۵/۹a	۰/۵۶g	۵/۵۳c	۳/۰۲n	۱۶۷/۲۷j
۸۰ mm	شاهد	۳۷/۶jk	۵j	۳۷/۶۷i	۱۳/۴۳h	۶۷/۹۳k	۱۸/۶۶l	۱۸۶۸/۶۹m	۳۷۱/۰۸n	۲۱۲/۰۶l	۰/۶۶d	۲/۴۶l	۴/۳۸i	۱۰۷/۷۵k
	نیتروکسین	۴۶/۲۱ef	۷/۴g	۵۵/۴h	۱۵/۵۱c	۱۱۹/۸e	۲۴/۰۴i	۲۸۶۸/۶۹j	۵۹۳/۳۴i	۳۳۱/۳۶h	۰/۷۱c	۴/۲۳h	۶/۴۶a	۲۷۳/۳۹c
	فسفات بارور	۴۱/۹۷h	۱۲/۲۷d	۵۸/۷۳g	۱۴/۱۵g	۱۲۲/۵۳e	۲۷/۸۴g	۲۹۴۲/۴h	۶۳۴/۱۴h	۳۱۰/۷۵i	۰/۷۷b	۴/۹۳f	۵/۳۲e	۲۶۲/۱d
	بیوسولفور	۴۲/۱۵g	۷/۴g	۶۰/۸f	۱۶/۱۵b	۱۱۲/۸f	۳۳/۲۲e	۳۳۳۳/۲۳g	۷۴۳۱/۱۳e	۴۲۱/۳۸e	۰/۸۵a	۶/۳۵a	۶/۲۹b	۳۹۹/۲۱a
	کود دامی	۵۲b	۱۵/۲۷b	۷۲/۷۳b	۱۴/۹۳de	۱۳۲/۳۳d	۴۳/۸b	۴۵۹۲/۸۱b	۹۳۳/۰۰b	۶۳۵/۲۴b	۰/۶۴e	۵/۹۴b	۳/۴۲l	۲۰۳/۰۴f
۱۲۰ mm	شاهد	۲۹/۹۳l	۴/۶k	۳۱/۷۳m	۱۰/۷۹i	۴۹/۷۳l	۱۵/۳۷m	۱۴۸۲/۱۴n	۲۹۳/۴o	۱۶۷/۳۳m	۰/۶۱f	۱/۷۸n	۴/۰۵j	۷۲/۲۹m
	نیتروکسین	۴۰/۳۳i	۶/۲۷h	۴۸/۶j	۱۴/۸e	۹۱/۸۷i	۲۰/۰۴k	۲۳۴۰/۹۷k	۴۷۲/۵۰l	۲۵۶/۱j	۰/۶۶d	۳/۱۰k	۶/۱۳c	۱۹۰/۳۳h
	فسفات بارور	۳۶/۷۱g	۱۰/۶۹e	۵۲/۳۳i	۱۳/۶h	۹۶/۷۳h	۲۳/۹۱i	۲۳۴۳/۰۴k	۵۰۶/۸۷k	۲۴۲/۶۵k	۰/۷۱c	۳/۵۸j	۵/۰۱g	۱۷۹/۳۶i
	بیوسولفور	۳۶/۹۱j	۶/۵۳h	۵۲/۸i	۱۵/۴۸c	۹۰/۲۶i	۲۶/۶۵h	۱۳۷۱۷/۹۷i	۵۷۹/۱۲j	۳۰۵/۶۷i	۰/۷۶b	۴/۴۰g	۵/۸۱d	۲۵۵/۸۲e
	کود دامی	۴۵/۵۴f	۱۴/۱۳c	۶۵/۷d	۱۴/۵۳f	۱۰۹/۶g	۳۹/۳۶c	۴۲۹۷/۹c	۸۵۶/۸۳c	۵۷۹/۹۸c	۰/۶۲ef	۵/۳۵e	۳/۳۲m	۱۷۷/۵۱i

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

تعداد و قطر کاپیتول

نتایج آزمایش نشان داد که تنش خشکی به‌طور معنی‌داری تعداد و قطر کاپیتول را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). به‌طوری که با افزایش شدت تنش تعداد و قطر کاپیتول به‌ترتیب ۴۷/۷۸٪ و ۱۳/۵۸٪ کاهش یافت. در بین تیمارهای کودی بیشترین تأثیر بر تعداد کاپیتول را کود دامی داشت و کود فسفات بارور در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که این صفات به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفته است و با افزایش شدت تنش کود دامی بهترین تیمار بوده و بیشترین تعداد کاپیتول ۱۴۸/۴۷ از تیمار شاهد و کود دامی حاصل شد (جدول ۵). در سطح دوم تنش کودهای فسفات بارور و نیتروکسین تفاوت معنی‌داری بر تعداد کاپیتول نداشتند. مقایسه میانگین اثرهای متقابل نشان داد که بیشترین قطر کاپیتول ۱۷/۱۱ میلی‌متر از تیمار کود بیوسولفور در شرایط بدون تنش حاصل شد و با افزایش شدت تنش نیز بهترین تیمار کود زیستی بیوسولفور بود (جدول ۵).

وزن خشک و عملکرد گل تر و گل خشک

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک، عملکرد گل تر و گل خشک در گیاه دارویی بابونه دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شدت تنش از شاهد به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر وزن خشک و عملکرد گل تر و گل خشک به‌ترتیب ۲۸/۲۵، ۲۴/۷۶ و ۳۳/۴۹ درصد کاهش یافت (جدول ۴). برای بوجود آمدن گل، گیاه نیاز به رشد رویشی مناسب و تولید اندام‌های تشکیل‌دهنده آن در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی دارد. البته تأثیر خشکی بر هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده گل می‌تواند منجر به تغییر در میزان گل تولیدی شود.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای کودی به‌طور معنی‌داری صفات مذکور را تحت تأثیر قرار دادند. در بین تیمارهای کودی، کود دامی بیشترین تفاوت را با شاهد و سایر تیمارهای کودی داشت، به‌طوری که وزن خشک، عملکرد گل تر و عملکرد گل خشک نسبت به شاهد به‌ترتیب ۵۷/۳۰، ۶۰/۱۶ و ۶۰/۸۳ درصد افزایش یافت (جدول ۴). نتایج اثر متقابل نشان داد که بیشترین وزن خشک بوته (۴۶/۲۲ گرم)، عملکرد گل تر (۴۸۸۶/۴۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد گل خشک (۹۸۲/۱۴ کیلوگرم در هکتار) در همه سطوح تنش (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک) از تیمار کود دامی حاصل شد و بعد از آن مربوط به کاربرد کود بیوسولفور بود.

عملکرد بذر

نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی از شاهد به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر عملکرد بذر به میزان ۲۷٪ کاهش یافت (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارهای کودی نشان داد که کاربرد کودهای زیستی و آلی در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش عملکرد بذر گردید. بیشترین عملکرد بذر (۶۳۰/۳۷ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کاربرد کود دامی بدست آمد (جدول ۴). مطابق نتایج جدول اثرهای متقابل، تیمار کود دامی در تمام سطوح تنش بیشترین عملکرد بذر را نسبت به سایر تیمارهای کودی و شاهد داشت و کود بیوسولفور در رده بعدی قرار داشت (جدول ۵). با توجه به همبستگی مثبت و بالای عملکرد بذر با عملکرد گل تر و گل خشک، افزایش عملکرد بذر را می‌توان ناشی از افزایش عملکرد گل تر و گل خشک عنوان کرد (جدول ۶).

درصد و عملکرد اسانس و کامازولن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای کودی مختلف بر صفات کیفی بابونه (درصد و عملکرد اسانس و کامازولن) نسبت به شاهد اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کودهای زیستی بیوسولفور و فسفات بارور به‌ترتیب بیشترین تأثیر

را بر درصد اسانس داشتند. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر تبخیر درصد اسانس و کارمازولن نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۶/۳۱٪ و ۱۱/۶۸٪ افزایش یافت. البته با افزایش شدت تنش به ۱۲۰ میلی‌متر درصد اسانس و کامازولن دوباره کاهش پیدا کرد (جدول ۴). اثرهای متقابل تنش و تیمارهای کودی بر درصد اسانس و کامازولن معنی‌دار بود. بیشترین درصد اسانس ۶/۳۵ و درصد کامازولن ۶/۴۶ به‌ترتیب از کودهای زیستی بیوسولفور و نیتروکسین در سطح دوم تنش حاصل شد (جدول ۵)، به‌علاوه اینکه کمترین درصد اسانس در سطح دوم تنش ۰/۶۴ و سطح سوم تنش ۰/۶۲ مربوط به کود دامی بود که نشان‌دهنده اثر کودهای آلی بر افزایش میزان رطوبت قابل دسترس و کاهش شدت تنش می‌باشد. زیرا که اسانس و کامازولن متابولیت‌های ثانویه محسوب می‌شوند که در اثر تنش‌های محیطی افزایش می‌یابند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس ۶/۳۵ کیلوگرم در هکتار و عملکرد کامازولن ۳۹۹/۲۱ گرم در هکتار در سطح دوم تنش و از تیمار کود زیستی بیوسولفور حاصل شد.

نتایج بیانگر تأثیر مثبت کودهای دامی و زیستی بر عملکرد اسانس و کامازولن می‌باشد. به‌طوری که بین عملکرد اسانس با عملکرد گل خشک و عملکرد بذر همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (جدول ۶). بنابراین افزایش عملکرد گل خشک و عملکرد بذر در تیمارهای کود دامی منجر به افزایش عملکرد اسانس شده است.

بحث

امروزه کشاورزی زیستی به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین نظام‌های تولیدی جایگزین نظام‌های کشاورزی رایج مورد توجه متخصصان علوم مختلف در سطح جهان قرار گرفته و تحقیقات وسیع در زمینه ابعاد مختلف این نوع نظام تولیدی پایدار در حال گسترش است. نتایج این آزمایش نشان داد که تیمارهای کودی مورد استفاده هم در شرایط طبیعی و هم در شرایط تنش بیشتر صفات کمّی و کیفی گیاه بابونه را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دادند. در بین تیمارهای کودی، کود دامی بیشترین تأثیر را بر صفات و شاخص‌های کمّی و کود زیستی بیوسولفور و فسفات بارور بیشترین تأثیر را بر صفات کیفی اعمال کردند.

نتایج این تحقیق نشان داد که ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی کاهش یافت. کاهش ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی را می‌توان به افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی گیاه دانست که سبب کاهش سطح برگ و طول میان‌گره و در نتیجه کاهش ارتفاع بوته می‌شود (Sreevalli *et al*., 2001). یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول‌ها به‌ویژه در ساقه و برگ‌هاست. به‌طوری که با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم‌آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچکتر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد (Ashraf & Foolad, 2007). کاربرد کودهای زیستی حاوی باکتری‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و باسیلوس علاوه‌بر تثبیت ازت با تولید مقادیر قابل توجهی از هورمون‌های محرک رشد به‌ویژه انواع اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکیتین‌ها، فراهمی جذب سایر عناصر غذایی از طریق گسترش سیستم ریشه‌ای، افزایش کارایی جذب آب و مواد غذایی، رشد و نمو و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Dalla Santa *et al*., 2004؛ Zahir *et al*., 2004).

نتایج این آزمایش حکایت از کاهش تعداد و قطر کاپیتول در گیاه دارویی بابونه تحت تأثیر تنش خشکی داشت که با نتایج بدست‌آمده از تحقیقات Arazmjo (۲۰۱۰b) بر روی گیاه بابونه مطابقت دارد. نتایج نشان داد که هر یک از انواع کودهای آلی و زیستی به نوعی سبب افزایش تعداد و قطر کاپیتول شدند. نتایج این آزمایش با نتایج Dehghani Mashkani (۲۰۱۰) در مورد تأثیر کودهای زیستی بر تعداد و قطر کاپیتول در گیاه دارویی بابونه همخوانی دارد.

جدول ۶- نتایج همبستگی بین صفات کمّی و کیفی مختلف در گیاه دارویی بابونه

	۱- ارتفاع	۲- تعداد شاخه اصلی	۳- تعداد شاخه فرعی	۴- قطر کاپیتول	۵- تعداد کاپیتول	۶- وزن خشک بوته	۷- عملکرد گل تر	۸- عملکرد گل خشک	۹- عملکرد بذر	۱۰- درصد اسانس	۱۱- عملکرد اسانس	۱۲- درصد کامازولن	۱۳- عملکرد کامازولن
۱	۱												
۲	۰/۶۴**	۱											
۳	۰/۸۷**	۰/۸۱**	۱										
۴	۰/۷۴**	۰/۲۱	۰/۶۹**	۱									
۵	۰/۸۹**	۰/۷۱**	۰/۹۳**	۰/۷۳**	۱								
۶	۰/۷۹**	۰/۸۵**	۰/۹۲**	۰/۵۳**	۰/۷۴**	۱							
۷	۰/۸۷**	۰/۸۲**	۰/۹۵**	۰/۶۰**	۰/۸۲**	۰/۹۷**	۱						
۸	۰/۸۵**	۰/۸۱**	۰/۹۷**	۰/۶۴**	۰/۸۴**	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۱					
۹	۰/۸۳**	۰/۷۷**	۰/۸۹**	۰/۵۳**	۰/ ۷۳**	۰/۹۷**	۰/۸۹**	۰/۹۶**	۱				
۱۰	-۰/۲۸۸	-۰/۰۹۸	۰/۰۶	۰/۱۴	-۰/۰۳۵	-۰/۰۳۷	-۰/۰۹۸	-۰/۰۰۲	-۰/۱۳۹	۱			
۱۱	۰/۶۵**	۰/۶۹**	۰/۸۷**	۰/۶۵**	۰/ ۷۴**	۰/۸۷**	۰/۸۵**	۰/۹۱**	۰/۸۱**	۰/۴۱**	۱		
۱۲	-۰/۲۳۸	-۰/۴۹**	-۰/۱۸**	۰/۳۲**	-۰/۰۳**	-۰/۴۱**	-۰/۳۵**	-۰/۲۷**	-۰/۴۲**	۰/۶۸**	۰/۰۳۱۹	۱	
۱۳	۰/۲۸۹	۰/۱۲۵	۰/۴۸**	۰/۶۸**	۰/۴۹**	۰/۳۵**	۰/۳۶**	۰/۴۶**	۰/۲۹**	۰/۷۷**	۰/۷۵**	۰/۶۵**	۱

* و ** معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

بنابراین به نظر می‌رسد مصرف کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک شده و این موضوع می‌تواند در طی مواجه گیاهان با تنش‌های محیطی ازجمله خشکی، نقش بسیار مهمی در بهبود اجزای عملکرد آنها داشته باشد. گیاهی که خوب تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر غذایی را دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت (Lal *et al*., 1993) و در این راستا کمّیت و کیفیت محصول نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. Fatma و همکاران (۲۰۰۶) اثر کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم و نیز باکتری‌های حل‌کننده فسفات را بر شاخص‌های رشدی گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare*) مثبت گزارش کردند. همچنین Darzi و همکاران (۲۰۰۶) در آزمایشی بر روی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) گزارش کردند که کود زیستی فسفات بارور بر صفات رشدی گیاه اثر معنی‌داری دارد.

براساس نتایج بدست‌آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد که با کاهش میزان آب مصرفی و به‌تبع آن بروز تنش خشکی، عملکرد کمّی در گیاه بابونه کاهش می‌یابد، اما با مصرف کودهای زیستی و آلی به‌ویژه کود دامی (در بالاترین سطح تنش) می‌توان تا حدی از بروز اثرهای سوء تنش خشکی بر عملکرد این گیاه کاست. تأثیر مناسب کودهای آلی و زیستی بر صفات وزن خشک، عملکرد گل تر و عملکرد گل خشک نسبت به شاهد را می‌توان به اثر این کودها در بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی، بیولوژی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، افزایش جذب و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز و در نتیجه افزایش تولید نسبت داد (Ewulo, 2005). نتایج مشابهی توسط Dehghani Mashkani و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه دارویی بابونه، Shaalan (۲۰۰۵) در گل گاوزبان اروپایی و Sourestani و Omidbeigi (۲۰۱۰) در گیاه گل مکزیکی (*Agastache foeniculum*) گزارش شده است.

طبق نتایج بدست‌آمده از این تحقیق، طی تنش خشکی تا سطح تنش ملایم همراه با افزایش عملکرد اجزاء کیفی (اسانس و کامازولن) بود. اثرهای نامطلوب تنش خشکی شدید در کاهش عملکرد اسانس توسط Letchamo و همکاران (۱۹۹۴) در آویشن (*Thymus vulgaris*) و Solinas و Deiana (۱۹۹۶) در رزماری (*Rosmarinus officinalis*) نیز گزارش شده است. نکته‌ای که باید مورد اشاره قرار گیرد این است که همیشه همراه با بالا رفتن میزان تنش، درصد اسانس نمی‌تواند افزایش یابد، زیرا در تنش‌های بالا گیاه بیشتر مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید ترکیب‌های تنظیم‌کننده‌های اسمزی می‌کند که بتواند توان آب سلولی را کاهش دهد (Munns, 1993). این ترکیب‌ها برای گیاه هزینه‌بر بوده و گیاه این هزینه را از طریق کاهش عملکرد کل یا دانه جبران می‌کند (Munns, 1993). در این آزمایش مشاهده شد که با افزایش تنش از عملکرد گل نیز کاسته می‌شود و این کاهش در سطح تنش شدید با کاهش عملکرد اسانس و کامازولن همراه بود.

در این تحقیق بیشترین عملکرد اسانس از تیمار کود دامی و بیشترین درصد اسانس و عملکرد کامازولن از تیمار کودی بیوسولفور بدست آمد. به‌دلیل اینکه متابولیت‌های ثانویه از فتوسنتز گیاه به‌وجود می‌آیند، در نتیجه سبزینگی بهتر منجر به تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه و در نتیجه تولید اسانس بالاتر می‌شود (Alijani *et al*., 2011). نتایج تحقیقات دیگری نیز حکایت از افزایش میزان اسانس و بهبود کیفیت اسانس بابونه رومی در اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی داشت (Liuc & Pank, 2005). نتایج Vildova و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که هر چند عملکرد بابونه در کشت ارگانیک کمتر از کشت رایج بود اما بیشترین مقدار ترکیب‌های ضروری ازجمله کامازولن، آلفا-بیسابلول و بیسابلول اکسید A و فلاونوئیدها از کشت ارگانیک حاصل شد.

نتایج کلی این پژوهش نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس در گیاه بابونه آلمانی گردید. کاربرد کودهای زیستی و آلی برتری قابل توجهی را نسبت به عدم مصرف آنها ایجاد کرد. با توجه به نتایج آزمایش، به نظر میرسد که مصرف کود دامی و بیوسولفور در مقایسه با کودهای نیتروکسین و فسفات بارور

تأثیر بیشتری در به حداکثر رساندن عملکرد گیاه و افزایش درصد اسانس داشته‌اند. همچنین نتایج نشان داد مصرف کودهای زیستی و آلی در مقایسه با عدم مصرف آنها موجب بهبود عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی گردید. ازاین‌رو می‌توان امیدوار بود که در مناطق با محدودیت آب یا بروز تنش خشکی با استفاده از کودهای آلی و زیستی محصول اقتصادی و با کیفیت مطلوب تولید نمود.

منابع مورد استفاده

- Agatonovic-Kustrin, S., Ortakand, D.B., Morton, D.W. and Yusof, A.P., 2015. Rapid evaluation and comparison of natural products and antioxidant activity in calendula, feverfew, and German chamomile extracts. Journal of Chromatography A, 1385: 103-110.
- Ahmadian, A., Ghanbari, A. and Gelavi, M., 2006. Effect of animal manure on quantitative and qualitative yield and chemical composition of essential oil in cumin (*Cuminum cyminum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 4(2): 207-216.
- Alijani, M., Amini Dehaghi, M., Malboobi, M.A., Zahedi, M. and Modares Sanavi, S.A.M., 2011. The effect of different levels of phosphorus fertilizer together with phosphate bio-fertilizer (Barvar 2) on yield, essential oil amount and chamazulene percentage of *Matricaria recutita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(3): 450-459.
- Arazmjo, A., Heidari, M and Ghanbari, A., 2010a. The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4): 482-494.
- Arazmjo, E., Heidari, M. and Ghanbari, A., 2010b. Effect of water stress and type of fertilizer on yield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Crop Sciences, 12(2): 100-111.
- Ashraf, M. and Foolad, M.R., 2007. Roles of glycine, betaine and prolinein improving plant abioticstress resistance. Environmental and Experimental Botany, 59: 206-216.
- Azzaz, N.A., Hassan, E. and Hamad, E.H., 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 579-587.
- Braun, L. and Cohen, M., 2015. Herbs and Natural Supplements, Volume 2: An Evidence-Based Guide (Vol. 2). Elsevier Health Sciences, 1384p.
- Dalla Santa, O.R., Hernandez, R.F., Alvarez, G.L.M., Junior P.R. and Soccol, C.R., 2004. *Azospirillum* sp. Inoculation in wheat. Barley and oats seeds greenhouse experiments. Brazilian Archives of Biology and Technology, 47(6): 843-850.
- Darzi, M.T., Ghalavand, A., Rejali, F. and Sefidkon, F., 2006. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 276-292.
- Dastborhan, S., Zehtab-Salmasi, S., Nasrollahzadeh, S. and Tavassoli, A.R., 2010. Effect of some plant growth promoting rhizobacteria and nitrogen fertilizer on morphological characteristics of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Journal of Agroecology, 2(4): 565-573.
- Dehghani Mashkani, M.R., Naghdi Badi, H., Darzi, M.T., Mehrafarin, A., Rezazadeh, S.H. and Kadkhoda, Z., 2010. The Effect of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of Shirazian babooneh (*Matricaria recutita* L.). Journal of Medicinal Plant, 2(38): 35-48.
- Ebrahimi, S. and Pormohammadi, A., 2010. Comprehenssion effective bittween *Matricaria* and black tea re-dused instabilityintants when grow their thooth. Dena Quarterly periodical, 4(1): 23-30.
- Ewulo, B.S., 2005. Effect of poultry dung and manure on chemical properties of clay and sandy clay loam soil. Journal of Animal and Veterinary Advances, 4: 839-841.
- Farzana, Y. and Radizah, O., 2005. In fluence of rhizobacterial inculation on growth of the sweet potato cultivar. Journal of Biologcal Science (On line), 1(3): 176-179.
- Fatma, E.M., El-Zamik, I., Tomader, T., El-Hadidy, H.I. Abd El-Fattah, L. and Seham Salem, H., 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and in organic amendments app.lication on growth and essential oil pf marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous. Agricaltural Microbiology Department, Faculty of Agricalture, Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Department, Desert Research Center, Cairo, Egypt.
- Harbourne, N., Jacquier, J.C. and O'Riordan, D., 2009. Optimisation of the extraction and processing conditions of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) for incorporation into a beverage. Food Chemistry, 115(1): 15-19.
- Jahan, M. and Kouchaki, A., 2003. Effect of organic production of german chamomile (*Matricaria*

of Plant Physiology, 161: 1189-1202.
- Safikhani, F., 2005. Study of physiological characteristics *Deracocephalum moldavica* L. to water stess. Ph.D. Thesis of agronomy, University of Shahid Chamran Ahwaz.
- Shaalan, M.N., 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borago plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Research, 83(1): 271-284.
- Solinas, V. and Deiana, S., 1996. Effect of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yields. Italian Eppos, 19: 189-198.
- Sourestani, M. and Omidbeigi, R., 2010. Effect of water stress on morphological traits, essential oil content and yield of anise hyssop (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze). Iranian Journal of Horticultural Science, 41(3): 153-161.
- Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R., Kuikkarni, R., SuShil Hasan, S., Samresh, D., Kukre, J., Ashok, A., Sharmar Singh, K., Srikant, S. and Rakesh, T., 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in petriwinkle. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science, 22: 356-358.
- Vildova, A., Stolcova, M., Kloucek, P. and Orsak, M., 2007, Quality charactrrization of chamomile (*Matricaria recutita* L.) in organic and t raditional agricultures. Iinternational Simposium on Chamomile Research, Hevalopment and Production, Slovak Republic Prosov: 81-90.
- Zahir, A.Z., Arshad, M. and Prankenberger, W.F., 2004. Plant growth Promoting rhizobacteria; application and Perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81: 97-168.

chamomilla L.) on it's chemical composition. Journal of Pajohesh and Sazandegi, 61: 87-95.
- Lal, P., Chhipa, B.R. and Kumar, A., 1993. Salt affected soil and crop production: a modern synthesis. Agro Botanical Publishers, India, 375p.
- Letchamo, W., Marquard, R., Holz, J. and Gosselin, A., 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. Angewandte Botanic, 68: 83-88.
- Liuc, J. and Pank, B., 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Sciential Pharmaceutic, 46: 63-69.
- Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofetilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophsics, 21: 361-366.
- Munns, R., 1993. Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmass and hypotheses. Plant, Cell and Environment, 16: 15-24.
- Pareek, A., Suthar, M., Rathore, G.S. and Bansal, V., 2011. Fe-verfew (*Tanacetum parthenium* L.): A systematic review. Pharmacognosy Reviews, 5(9): 103-110.
- Pirzad, A.R., Aliyari, H., Shakiba, M.R., Zehtab-Salmasi, S. and Mohammadi, S.A., 2008. Effects of irrigation and plant density on water use efficiency to produce dried flower of German chamomile, *Matricaria chamomilla* L. Journal of Agricultural Science, 18(4): 81-91.
- Rahmani, N., Valadabadi, S.A., Daneshian, J. and Bigdeli, M., 2008. The effects of water deficit stress and nitrogen on oil yield of *Calendula officinalis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 34(1): 101-108.
- Reddy, A.R., Chaitanya, K.V. and Vivekanandan, M., 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal

Effects of biological and organic fertilizers on morphological parameters and chamazulene yield of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress condition

E. Tohidi Nejad[1*] and F. Rastegari[2]

1*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, E-mail: etohodinejad@gmail.com

2-Ph.D. student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Received: May 2018 Revised: September 2018 Accepted: September 2018

Abstract

In order to evaluate the effects of water stress and fertilizer on yield and quality of chamomile (*Marticaia chamomilla* L.), a field experiment was conducted based on split plots design with three replications in the research farm of Jiroft Jahad-e Agriculture Organization, in 2010. The experimental treatments included water stress as main plot in three levels: 40, 80 and 120 mm evaporation from the class A evaporation pan, and fertilizer as sub plot in five levels: control, nitroxyn, bio-phosphate, biosulfore, and cow fertilizer. The traits measured included the number of main stem, number of lateral branches, plant height, number of capitol per plant, capitol diameter, plant dry matter, flower fresh and dry weight, essential oil content, and chamazulene yield. The results showed that the effects of drought stress on all qualitative and quantitative traits were significant ($P \leq 0.01$). Means comparison showed that the yield was reduced by 25.1 % in irrigation after 120 mm evaporation, compared to the control. The highest yield and yield components was obtained from irrigation after 40 mm evaporation with application of cow fertilizer. The highest values of essential oil percentage (0.85%) and essential oil yield (6.32 kg ha^{-1}) were observed in the treatment of moderate stress and biosulfore. In addition, the highest chamazulene percentage (6.45%) and chamazulene yield (396.8 kg ha^{-1}) were obtained from the nitroxyn and biosulfore fertilizer treatments in the moderate stress condition. Generally, the results showed that cow fertilizer in the severe stress and biosulfore in mild stress conditions were the best treatments in chamomile production.

Keywords: Chamomile (*Marticaia chamomilla* L.), drought stress, essential oils, chamazulene, biofertilizer.