

تأثیر سه نوع کود بر درصد اسانس، رنگدانه‌های فتوستتزی و تنظیم کننده‌های اسمزی در بابونه تحت تنش خشکی

الیاس آرزمجو^۱، مصطفی حیدری^{۲*}، احمد قنبری^۳، براتعلی سیاه سر^۴، احمد احمدیان^۴

۱. کارشناس ارشد زراعت؛ ۲ و ۳. به ترتیب استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه زابل

۴. استادیار گروه تولیدات گیاهی دانشکده فنی و مهندسی تربت حیدریه

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و سه نوع کود شیمیایی، دامی و کمپوست زباله شهری بر رنگدانه‌های فتوستتزی، تنظیم کننده‌های اسمزی و اسانس بابونه، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل اجرا گردید. تیمار تنش خشکی در سه سطح شامل شاهد یا ۹۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه (W_1)، ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (W_2) و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (W_3) به عنوان فاکتور اصلی و تیمار مصرف انواع کود در چهار سطح شامل شاهد یا بدون مصرف کود (F_1)، کود شیمیایی (F_2)، ۲۵ تن در هکتار کود دامی (F_3) و ۲۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری (F_4) به عنوان فاکتور فرعی بودند. در این آزمایش خشکی سبب افزایش درصد اسانس شد اما بیشترین درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح خشکی ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده گردید. با بالا رفتن سطح تنش خشکی بر میزان کاروتنوئید، پرولین و کربوهیدرات در بافت سبز برگ افزوده ولی از میزان کلروفیل a و کلروفیل b آن کاسته شد. مصرف کود شیمیایی نسبت به سایر تیمارهای کودی بیشترین تأثیر را بر صفات مورد مطالعه در این آزمایش داشت. نتایج نشان داد که در گیاه دارویی بابونه برای مقاومت به خشکی مقدار پرولین و کربوهیدرات افزایش می‌یابد. براساس نتایج این آزمایش می‌توان بالاترین میزان اسانس بابونه را با اعمال تنش متوسط (۷۰ درصد ظرفیت زراعی) به دست آورد. در سطوح بالای تنش خشکی نیز استفاده از کود دامی از کارایی بیشتری در گیاه بابونه برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: خشکی، کود، رنگدانه‌های فتوستتزی، تنظیم کننده‌های اسمزی، بابونه

مقدمه

بابونه در تمام فرماکوپه‌های معتبر جهان به عنوان یک گیاه دارویی مهم شناخته شده و با توجه به کاربرد روز افزون آن در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، عطرسازی و تهیه چاشنی‌های غذایی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است تا آنجاکه آن را ستاره گیاهان دارویی نامیده‌اند (Balazs, 1998 and Tissernad). مصرف سالانه بابونه در جهان (شامل بابونه آلمانی و رومی)، بیش از چهار هزار تن گل خشک است که به طور عمده از کشورهای مجارستان، روسیه، آرژانتین، آلمان، چک، اسلونی، فنلاند، مصر و در سال‌های اخیر از کشور هند تامین می‌شود (Omidbaigi, 2007). گیاهان در طی دوران رشد خود با تنش‌های متعدد محیطی مواجه می‌شوند. هر یک از این تنش‌ها می‌توانند

بسته به میزان حساسیت و مرحله رشد گونه گیاهی، اثرات متفاوتی بر رشد، متابولیسم و عملکرد آن‌ها داشته باشند. خشکی از مهمترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی، باغی و دارویی بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا است (Haydari et al., 2006). در طی بروز تنش خشکی گیاهان با ذخیره تنظیم کننده‌های اسمزی همانند اسیدهای آمینه، قندها، برخی از یون‌های معدنی، هورمون‌ها و پروتئین‌ها سعی در مقابله با تنش دارند. در بین ترکیبات آلی، پرولین یکی از مهمترین تنظیم کننده‌های اسمزی به شمار می‌رود (Reddy et al., 2004). پرولین سبب تنظیم فشار اسمزی و کاهش از دست دادن آب از سلول و نگهداری آماس می‌شود. (Sayed (1992) در بررسی بر روی گیاه فلفل بیان کرد

کودهای شیمیایی (NPK) عملکرد رازیانه را به ترتیب ۷۸ و ۶۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. Mallanagouda (1995) نیز نشان داد که عملکرد دانه گشنیز در تیمار تلفیقی کود دامی با شیمیایی بیشتر از کاربرد هر کدام از کودها بصورت جداگانه بود.

اگرچه تاکنون تحقیقات وسیعی در رابطه با اثر تنش خشکی بر روی محصولات زراعی انجام شده اما رفتار گیاهان دارویی و معطر تحت شرایط کمبود آب کمتر مطالعه شده است. بنابراین برای درک موجودیت و ادامه حیات گیاهان دارویی در نواحی خشک، ارزیابی عملکرد آن‌ها تحت این شرایط و چگونگی ارتباط آن‌ها با بکارگیری انواع مختلفی از کود، این آزمایش انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۸۷ متر از سطح دریا انجام گرفت. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۶۳ میلیمتر و متوسط حداقل و حداکثر دمای سالیانه آن به ترتیب ۱۶ و ۳۰ درجه سانتیگراد بوده و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق گرم و خشک به شمار می‌رود. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت در جدول ۱ آورده شده است.

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای تنش خشکی شامل شاهد یا ۹۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه (W_1)، ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (W_2) و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (W_3) به عنوان فاکتور اصلی و تیمار مصرف انواع کود در چهار سطح شامل شاهد یا بدون مصرف کود (F_1)، کود شیمیایی (۹۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل= F_2)، ۲۵ تن در هکتار کود دامی (F_3) و ۲۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری (F_4) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. اندازه هر کرت ۲×۳ متر، فاصله بین کرت‌ها نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. هر یک از کودها قبل از کاشت در کرت‌های مربوطه با خاک مخلوط شدند. کاشت در نیمه اول اسفند ۱۳۸۶ به روش دستی انجام شد. به منظور افزایش درصد

میزان پرولین در شرایط تنش در برگ‌ها و به خصوص در ریشه‌ها افزایش می‌یابد. وی همچنین گزارش کرد که میزان فعالیت آنزیم پرولین دی هیدروژناز در ریشه و برگ‌های این گیاه در طی اعمال تنش آبی کاهش می‌یابد. Safikhani (2006) در تحقیقات خود بر روی گیاه دارویی بادرشبویه اعلام کرد در طی اعمال تیمارهای خشکی ۱۰۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین میزان پرولین در تیمار ۴۰٪ ظرفیت زراعی بدست می‌آید، همچنین در طی بروز تنش از مقدار کلروفیل a کم شده و بر مقدار کلروفیل b افزوده می‌شود.

استفاده از منابع مختلف کودی همانند کودهای دامی، شیمیایی و کمپوست زباله شهری در شرایط بروز تنش‌ها می‌توانند منجر به ایجاد تغییراتی در عملکرد گیاهان شوند. برای مثال Haydari, et al., (2007) اعلام کردند با بکارگیری کود نیتروژن (نیترات آمونیم) در شرایط بروز تنش شوری می‌توان بر میزان سنتز پرولین در بافت سبز گندم افزود. همچنین در این شرایط کود نیتروژن سبب افزایش مقدار کل کلروفیل در برگ نیز گردید. هر چند کودهای شیمیایی بطور سریعتر و به میزان موثرتری عناصر را در اختیار گیاهان قرار می‌دهند، اما کودهای دامی نیز محتوی اکثر عناصر غذایی لازم برای رشد گیاهان هستند (Chaudhry, et al., 1999).

عمده‌ترین منابع تامین کننده موادآلی خاک، فضولات دامی، بقایای گیاهی و کمپوست زباله‌های شهری می‌باشند که امروزه با توجه به کشاورزی ارگانیک، استفاده از آنها تا حد زیادی مورد توجه قرار گرفته است (Brussard, and Ferrera-Cenato, 1997). کودهای آلی خصوصاً کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به عنوان منابع غنی از عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار آیند و به مرور این عناصر را در اختیار گیاهان قرار دهند. اما کودهای دامی نمی‌توانند تمام احتیاجات غذایی گیاهان را برطرف سازند، البته با بهبود ساختمان فیزیکی خاک تا حدی سبب تعادل در بخش شیمیایی خاک خواهند شد (Chaudhry, et al., 1999).

Sharifi Ashoorabadi (1999) با بررسی مقادیر مختلف کود دامی، کودهای شیمیایی و بکارگیری توام آن‌ها در گیاه رازیانه اظهار داشت که کاربرد کود دامی و

بوت‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر لحاظ گردید. بذر بابونه مورد استفاده در این آزمایش واریته بودگولد (تتراپلوئید) از موسسه تحقیقات گیاهان دارویی کرج تهیه شد.

جوانه زنی، بذرها با نسبت ۱ به ۲ با خاک اره نرم مخلوط شدند (یک قسمت بذر و دو قسمت خاک اره). در درون هر کرت فاصله بین ردیف‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی متر و فاصله

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتیمتری

بافت	شن	رس	لای	منگنز	زینک	آهن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	ماده آلی	pH	هدایت الکتریکی
texture	sand	clay	silt	Mn	Zn	Fe	K	P	N	OM		EC
			ppm						%			
لومی‌شنی	%		ppm						%			
Sandy loam	41	32	27	3.1	4.8	2.2	185	12	0.06	1.45	7.7	1.8

جدول ۲. برخی از مشخصات کود دامی و کمپوست مورد استفاده

Table 2. Some characteristics of animal manure and compost

رطوبت	EC	pH	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	ماده آلی (%)	
Moisture (%)	dS m ⁻¹		فسفر P			Organic matter	
			پتاسیم K (%)				
38	6.6	7.6	2.59	0.72	1.71	26.5	کود دامی (animal manure)
32	7.4	7.2	1.24	0.4	1.1	19.6	کمپوست (compost)

استفاده شد. برای اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی ۰/۲ گرم از برگ‌های جوان در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۱۰۰ درصد قرار داده شد و نمونه‌ها را در سرعت ۱۶۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه سانتریفیوژ کرده و مقدار کلروفیل a در طیف جذبی ۶۶۳/۲ نانومتر، مقدار کلروفیل b در ۶۴۶/۸ نانومتر و مقدار کاروتنوئیدها در ۴۹۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و به کمک فرمول لیچنتالر و ولبرن بر اساس میکروگرم کلروفیل در گرم برگ تازه محاسبه شدند (Dere et al., 1998). در پایان داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS و MSTATC تجزیه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

پرویلین و کربوهیدرات

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد تنش خشکی تاثیر معنی‌داری بر میزان پرویلین و

جهت اعمال تیمار خشکی، بعد از جوانه زنی و استقرار کامل گیاهچه‌ها در سطح خاک با استفاده از دستگاه TDR میزان رطوبت خاک تعیین و آبیاری با کمک فرمول زیر بر اساس تیمارهای آزمایش در کل دوره رشد انجام گرفت.

$$V_w = \{(FC - \theta) (B_d \times D \times A)\}$$

در این رابطه FC درصد وزنی ظرفیت زراعی (تقسیم رطوبت حجمی بر جرم مخصوص ظاهری خاک)، θ درصد وزنی رطوبت خاک، D عمق توسعه ریشه (متر) B_d جرم مخصوص ظاهری خاک (کیلوگرم بر متر مکعب) و A مساحت هر کرت (متر مربع) می‌باشد.

در این تحقیق صفاتی از قبیل درصد اسانس، عملکرد اسانس، مقادیر پرویلین، کربوهیدرات، کلروفیل a، کلروفیل b، مجموع کلروفیل، کاروتنوئیدها و مجموع رنگدانه‌ها اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری درصد اسانس از دستگاه اسانس‌گیر (Clevenger) استفاده شد. کربوهیدرات در مرحله قبل از گلدهی با استفاده از اتانول ۹۵٪ و بر اساس روش اسید سولفوریک استخراج شد (Schlegel, 1956). برای اندازه‌گیری پرویلین از روش (Bates et al. 1973)

رنگدانه‌های فتوسنتزی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در این آزمایش (جدول ۳) نشان داد تنش خشکی تاثیر معنی داری بر میزان ترکیبات مذکور در بابونه آلمانی داشت. مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ نشان داد با افزایش سطح تنش خشکی از میزان کلروفیل a و کلروفیل b کاسته و در مقابل بر مقدار کاروتنوئید برگ افزوده شد (جدول ۴). براساس نظر Schutz and Fangmier (2001) کاهش میزان کلروفیل‌ها در اثر تنش خشکی به علت افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن در سلول است که این رادیکال‌های آزاد سبب پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگدانه می‌گردند. در تنش‌های شدید، میزان کاروتنوئید که به عنوان حمایت کننده‌ای برای کلروفیل‌ها در برابر اکسیداسیون نوری به شمار می‌رود افزوده می‌شود تا مانع تخریب بیشتر کلروفیل‌ها گردد. این نتایج با یافته‌های Abdalla and El-Khoshiban, (2007) و Mohammadkhani and Heidari (2007) مطابقت دارد و آن‌ها نیز گزارش دادند با افزایش تنش خشکی از مقدار کلروفیل‌ها کاسته و در مقابل میزان کاروتنوئیدها افزوده می‌شود.

در بین کودهای مصرفی، مصرف کود شیمیایی سبب ایجاد بیشترین میزان رنگدانه‌ها شد. بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت مصرف کودهای شیمیایی و دامی با افزایش میزان نیتروژن در گیاه، باعث افزایش میزان کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها شده که بدنبال آن سبزینه‌گی، توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت رشد و عملکرد گیاه افزایش می‌یابد.

درصد و عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد تنش خشکی و تیمار کودی تاثیر معنی‌داری بر درصد اسانس بابونه دارد. مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ نشان می‌دهد بالاترین درصد اسانس تولیدی در تیمار ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده گردید (جدول ۴). بنابراین با اعمال تنش، ابتدا عملکرد اسانس بالا رفته و با افزایش شدت تنش، از مقدار اسانس کاسته می‌شود. این نتایج با یافته‌های Munn and Algere (2000) در بادرنجبویه، Munne, et al. (1999) روی رزماری و بادرنجبویه، Ahmadian (2006) روی زیره

کربوهیدرات در گیاه بابونه آلمانی داشت. مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ نشان داد با افزایش سطح تنش خشکی، بر مقدار پرولین و کربوهیدرات برگ افزوده شد (جدول ۴). براساس نتایج تحقیقات Heuer (1994) در طی بروز تنش خشکی بر میزان تجمع ترکیبات آلی همانند پرولین در تمام اندام‌های گیاهان افزوده می‌شود. پرولین اسیدآمینه ذخیره شده در سیتوپلاسم بوده و در حفاظت از ساختمان ماکرومولکول‌های درون سلول در طی تنش خشکی نقش موثری دارد. براساس نظر Good and Zaplachinski (1994) تجمع ترکیباتی همانند پرولین و اسیدهای آمینه در بافت سبز گیاه کلزا تحت تنش خشکی می‌تواند تا حدی شرایط لازم برای ادامه جذب آب از محیط ریشه را برای گیاه فراهم آورد اما اتکای گیاهان به این ترکیبات آلی برای تنظیم اسمزی هزینه‌بر است.

در بین سه نوع کود مصرفی، کود شیمیایی سبب افزایش معنی‌دار مقدار پرولین و کربوهیدرات نسبت به تیمارهای کودی دیگر شد (جدول ۴). براساس نظر Marschner (1995) عمده این ترکیبات دارای ساختار نیتروژنی هستند، از این‌رو استفاده از نیتروژن می‌تواند تا حد زیادی سبب افزایش مقدار آن‌ها در گیاه گردد. در بین کودها، کود شیمیایی به سبب سهولت نسبی در تهیه آن‌ها، همچنین پویایی عناصری همانند نیتروژن می‌تواند به آسانی نیتروژن و دیگر عناصر لازم را در اختیار گیاهان قرار دهد (Malakouti, 1996).

در این آزمایش هر چند اثر متقابل خشکی و تیمار کودی بر میزان پرولین و کربوهیدرات معنی‌دار نبود (جدول ۳)، اما مشخص گردید که در سطح بالای خشکی (W_3) تفاوت معنی‌داری بین استفاده از کود دامی و شیمیایی در افزایش مقادیر این ترکیبات در گیاه بابونه وجود نداشت (جدول ۵). از این‌رو با توجه به موثر بودن کود دامی در افزایش میزان عملکرد، گمان می‌رود استفاده از کود دامی در سطح بالای خشکی موثرتر از کود شیمیایی و کمپوست باشد. در واقع پرولین و کربوهیدرات با بهبود وضعیت مقاومت گیاه به تنش افت عملکرد را جبران می‌کند. براساس نظر Rezaiinejad and Afyouni (2000) کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک گردیده و قابلیت جذب روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش می‌دهند.

تیمار تنش متوسط (W_2) و در طی استفاده از کود شیمیایی بدست می‌آید. اما در تنش شدید خشکی (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) اختلاف بین تیمارهای کودی از لحاظ عملکرد اسانس تولیدی معنی دار نبود (جدول ۵). افزایش عملکرد اسانس در طی استفاده از کود دامی در بابونه آلمانی در سطوح بالای تنش خشکی می‌تواند مربوط به تاثیر مثبت کود دامی در افزایش عناصر غذایی خاک و فراهم آوردن قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه باشد. علاوه بر آن کود دامی سبب افزایش تعادل نیتروژن و کارایی جذب فسفر می‌شود. همچنین کود دامی در بهبود خلل و فرج خاک و افزایش تحمل گیاه به فلزات سنگین موثر است (Brussard, and Ferrera-Cenato 1997).

سبز، (2003) Hasani et al. و Refaat and Saleh (1997) در ریحان، Letchamo et al. (1994) در آویشن نیز گزارش گردیده است. نکته قابل ذکر این است که همیشه با بالا رفتن میزان تنش، درصد اسانس نمی‌تواند افزایش یابد چرا که در تنش‌های شدید، گیاه بیشتر مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید ترکیبات تنظیم کننده‌های اسمزی از جمله پرولین، گلیسین-بتائین و ترکیبات قندی همانند ساکاروز، فروکتوز و فروکتان می‌کند که بتواند شرایط لازم برای ادامه حیات خود در این شرایط را فراهم کند. این ترکیبات برای گیاه هزینه بر بوده و گیاه این هزینه را گاهی به بهای کاهش عملکرد جبران می‌کند (Munns, 1993).

نتایج مربوط به اثرات متقابل خشکی و تیمار کودی نشان داد که بیشترین درصد اسانس و عملکرد اسانس در

جدول ۳. میانگین مربعات برخی ویژگی‌های بابونه تحت تأثیر آبیاری و انواع کود

عملکرد اسانس Oil yield	درصد اسانس Oil percent	کربوهیدرات Carbohydrate	پروлін Proline	مجموع رنگدانه‌ها Total pigments	کاروتنوئید Carotenoid	میانگین مربعات mean squares			منبع تغییر S.O.V
						کرومیدرات Ch a	کرومیدرات Ch b	کرومیدرات Ch ab	
						df	df	df	df
13864.1 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.47 ^{ns}	0.008 ^{ns}	1.58 [*]	0.002 ^{ns}	2	2	2	تکرار (Replication)
288064.6 ^{**}	0.061 ^{**}	82.48 ^{**}	6.92 ^{**}	190.93 ^{**}	1.63 ^{**}	2	2	2	آبیاری (Irrigation)
6570.24	0.0023	0.31	0.12	0.15	0.006	4	4	4	اشتباه اصلی (Main error)
282500.9 ^{**}	0.011 ^{**}	2.57 ^{**}	0.31 [*]	17.00 ^{**}	0.63 ^{**}	3	3	3	کود (Fertilizer)
17364.3 [*]	0.0003 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.88 [*]	0.003 ^{ns}	6	6	6	کود × آبیاری (Irrigation × Fertilizer)
4981.62	0.0004	0.43	0.07	0.28	0.008	18	18	18	اشتباه فرعی (Sub error)
6.21	3.23	6.13	7.39	2.91	4.4	-	-	-	ضریب تغییرات (CV)

^{ns} و ^{**} به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ns عدم معنی داری می باشد.

* and ** are significantly different at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively and ^{ns} is non-significant

جدول ۴. برخی ویژگی‌های بابونه تحت تأثیر تنش خشکی و انواع کود

عملکرد اسانس Oil yield (g.ha ⁻¹)	درصد اسانس Oil percent (%)	کربوهیدرات Carbohydrate (μmol glucose per g fresh weight)	پروлін Proline ($\mu\text{mol.g}$ fresh weight ⁻¹)	مجموع رنگدانه‌ها Total pigments		آبیاری irrigation		تیمارها treatments
				کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل Ch ab	کلروفیل Ch b	کلروفیل Ch a	
1001.4 ^c	0.58 ^b	13.6 ^a	4.56 ^a	13.77 ^c	2.37 ^a	11.4 ^c	3.39 ^b	8.08 ^c
1305.1 ^a	0.65 ^a	9.73 ^b	3.42 ^b	19.04 ^b	1.94 ^b	17.09 ^b	4.44 ^a	12.65 ^b
1100.0 ^b	0.51 ^c	8.61 ^c	3.12 ^b	21.59 ^a	1.64 ^c	19.95 ^a	4.51 ^a	15.44 ^a
fertilizer								
903.2 ^c	0.53 ^c	11.33 ^a	3.50 ^b	16.29 ^d	1.66 ^d	14.63 ^c	3.60 ^c	11.03 ^c
1333.2 ^a	0.62 ^a	10.07 ^c	3.93 ^a	19.53 ^a	2.25 ^a	17.28 ^a	4.46 ^a	12.82 ^a
1168.8 ^b	0.59 ^b	10.42 ^{bc}	3.74 ^{ab}	18.68 ^b	2.14 ^b	16.54 ^b	4.24 ^{ab}	12.30 ^{ab}
1136.9 ^b	0.58 ^b	10.76 ^{ab}	3.61 ^b	18.03 ^c	1.89 ^c	16.14 ^b	4.16 ^b	11.99 ^b

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نمی‌باشند.
Means followed by similar letters in each column are not significantly different at p=5%, Duncan Multiple Range Test.

جدول ۵. برخی ویژگی‌های بابونه تحت تأثیر برهمکنش تنش خشکی و انواع کود
Table 5. some characteristics of chamomile under interaction effect of irrigation and different fertilizers

عملکرد اساسی Oil yield (g.ha ⁻¹)	درصد اسانس Oil percent (%)	کربوهیدرات Carbohydrate (μ mol glucose per g fresh weight)	پروлін Proline (μ mol.g fresh weight ⁻¹)	مجموع رنگدانه‌ها Total pigments	کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل		تیمارها treatments
						ab	b	
μ gr Ch.gr fresh weight ⁻¹								
745.23 e	0.54 e	14.81 a	4.29 h	11.93 h	2.03 c	9.90 g	3.04 c	6.86 g control شاهد
1108.47 c	0.62 c	12.73 b	4.92 a	14.44 g	2.56 a	11.79 f	3.58 b	8.20 f chemical شیمیایی
1094.83 c	0.58 d	13.25 b	4.60 ab	14.47 g	2.54 a	11.93 f	3.42 bc	8.51 f animal دامی
1057.23 cd	0.59 d	13.62 b	4.41 b	14.23 g	2.26 b	11.97 f	3.52 b	8.45 f compost کمپوست
$\%70$ field capacity								
1020.1 cd	0.59 d	10.45 c	3.29 cd	17.41 f	1.61 e	15.80 e	3.86 b	11.94 e control شاهد
1556.6 a	0.70 a	9.15 de	3.68 c	20.40 cd	2.24 b	18.16 c	4.89 a	13.26 d chemical شیمیایی
1340.73 b	0.66 b	9.47 cde	3.44 cd	19.57 de	2.08 c	17.49 cd	4.55 a	12.94 e animal دامی
1303.07 b	0.65 b	9.84 cd	3.27 cd	18.76 e	1.84 d	16.92 d	4.46 a	12.46 de compost کمپوست
$\%90$ field capacity								
944.13 d	0.47 g	8.71 de	2.92 d	19.51 de	1.34 f	18.18 c	3.89 b	14.29 c control شاهد
1343.43 b	0.54 e	8.34 e	3.21 cd	23.74 a	1.85 d	21.89 a	4.91 a	16.98 a chemical شیمیایی
1070.9 cd	0.51 f	8.55 e	3.18 cd	22.00 b	1.79 d	20.21 b	4.75 a	15.46 b animal دامی
1050.6 cd	0.51 f	8.83 de	3.16 cd	21.09 c	1.56 e	19.53 b	4.49 a	15.07 bc compost کمپوست

حروف مشترک در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.
 Means followed by similar letters in each column are not significantly different at p=5%, Duncan Multiple Range Test.

منابع

- Abdalla, M.M., El-Khoshiban, N.H., 2007. The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars. J. Appl. Sci. Res. 3(12), 2062-2074.
- Ahmadian, A., Ghanbari, A., Galavi, M. 2009. The interaction effect of water stress and animal manure on yield components, essential oil and chemical compositions of *Cuminum cyminum*. Iranian J. Field Crop Sci. 40(1), 173-180. [In Persian with English summary].
- Balazs, T., Tissernad R., 1998. German chamomile. Int. J. Aroma, 9, 15-21.
- Bates, S., Waldern, R.P., Teare, E.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. 39, 205-207.
- Brussard, L., Ferrera-Cenato, R., 1997. Soil Ecology in Sustainable Agricultural System. Lewis Publishers, New York, USA. 168p.
- Chaudhry, M.A., Rehman, A., Naeem, M.A., Mushtaq, N., 1999. Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan J. Soil Sci. 16: 63-68.
- Dere, S., Gunes., T. Sivci., R. 1998. Spectrophotometric Species using different solvents. Turk. J. Botany, 22: 13-17.
- Good, A., Zaplachinski, S. 1994. The effects of drought on free amino acid accumulation and protein synthesis in Brassica napus. Physiol. Plant. 90, 9-14
- Hasani, A., Omidbaigi, R. Heydari Sharifabad, H., 2003. Effect of different levels of soil moisture on growth, yield and adaptive metabolite on Basil. Water Soil Sci. J. 17, 2. [In Persian with English summary].
- Haydari, M., Bakhshandeh, A.M., Nadian, H., Fathi, Gh., Alemi Said, Kh., 2006. Effect of different salt stress levels and N on seed yield, osmoregulators and Na and K absorption on wheat Chamran var. Iranian J.Agric. Sci. 37(3), 501-513. [In Persian with English summary].
- Heuer, B., 1994. Osmoregulatory role of proline in water stress and salt-stressed plants. pp 363-481. In: Pessarkli, M., (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Pub. New York.
- Irrigoyen, J.H., Emerich, D.W., Sanchez Diaz, M., 1992. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa plant. Physiol. Plant. 84, 55-66.
- Letchamo, W., Marquard, R., Holz, J., Gosselin, A., 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. Angewandte Botanik, 68, 83-88.
- Malakouti, M., 1996. Sustainable Agriculture and Yield Increasing by Fertilizers Application Improvement in Iran. Agricultural Science Publisher. 279 pp. [In Persian].
- Mallanagouda, B., 1995. Effects of N. P. K and fym on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of medic and Aromatic Plant Sci, 4: 916-918.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed., Academic Press. Ltd. London.

- Mohammadkhani, N., Heidari, R., 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in tow Maize cultivar. *Pakistan J. Biol. Sci.* 10(22), 4022-4028.
- Munn, S., Algere, L., 2000. The significance of beta carotene, alpha, tocopherol and the xanthophylls cycle in drought *Melissa officinalis* plant. *J. Plant Physiol.* 27(2), 139-146.
- Munne, S., Schwarz, K., Algere, L., Horvath, G., Sziegeti, Z., 1999. Alpha-tocopherol protection against drought, induced damage in *Rosmarinus officinalis* L. and *Melissa officinalis* L. Proceedings of an International workshop at Tata, Hungaru, 23-26 August.
- Munns, R., 1993. Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.* 16, 15-24.
- Omidbaigi, R., 2007. Production and Processing of Medicinal Plants. Behnashr Pub. 340 pp. [in Persian]
- Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., Vivekanandan, M., 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. Plant Physiol.* 161, 1189-1202.
- Refaat, A.M., Saleh, M.M., 1997. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. *Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo*, 48, 515-527.
- Rezaii nejad, Y., and Afyouni, M., 2000. Effect of organic matter on chemical charecteristics of soil, element absorption by corn and its yield. *Sci. J. Agric. Natural Res.* 4, 19-27. [In Persian with English summary].
- Safikhani, F., 2006. Study of physiologic resistance to drought in *Dracocephalum moldavica* L. PhD thesis, Chamran University. [In Persian with English summary].
- Sayed, H., 1992. Proline metabolism during water stress in sweet Pepper (*Capsicum annum* L.). *Plant Physiol.* 32, 255-261.
- Schlegel, H.G., 1956. Die verwertung organischer sauren durch chlorella in lincht. *Plata.* 47, 510-515.
- Schutz, H., Fangmier, E., 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated CO₂ and water limitation. *Environ. Pollution*, 114, 187-194.
- Sharifi Ashoorabadi, A., 1999. Effect of soil fertility on agroecosystems. PhD thesis in Agronomy field, Islamic Azad University. [In Persian with English summary].

Effects of three types of fertilizers on essential oil, photosynthetic pigments, and osmoregulators in chamomile under drought stress

A. Arazmjo¹, M. Heidari^{2*}, A. Ghanbari³, B. Siah sar², A. Ahmadian⁴

1. MSC of Agronomy, University of Zabol; 2, 3. Assistant- and Associate Professor, Departement of Agronomy and Plant Breeding, University of Zabol;

4- Assistant Professor, Plant Production Dept., Engineering and Technical Faculty of Torbat Heydariyeh.

Abstract

In order to study the effects of drought stress and three types of fertilizers on photosynthetic pigments, osmotic regulators and essential oil of chamomile, a split plot field experiment based on CRD design was conducted with three replications in 2008 at university of Zabol. Drought treatments included 90% FC (control W₁), 70% FC (W₂) and 50% FC (W₃) as main plots and fertilizer treatments included non fertilizer (F₁), chemical fertilizer (F₂), manure (F₃) and compost (F₄) as sub plots. In this study, drought stress led to increased essential oil percentage, whereas the greatest essential oil percentage and yield obtained when 70% FC was applied. Increasing drought stress level enhanced the amount of carotenoid, proline, and carbohydrate in leaves, while decreased the amount of Ch a and Ch b. Among fertilizers, chemical fertilizer had the highest effect on essential oil content. Results showed that chamomile accumulates proline and carbohydrates to tolerate the drought stress. The maximum essential oil content could be achieved applying mild water stress levels. Moreover, using manure fertilizer under high level of drought stress was more effective.

Keywords: drought, fertilizer, photosynthetic pigments, osmotic regulators, chamomile

* Correspondent author: Mostafa Heydari. Departement of Agronomy and Plant Breeding, Zabol University, Jahad Sq., Zabol, Iran. E-Mail: Haydari2005@yahoo.com