تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences

مجله تنش های محیطی در علوم زراعی
جلد سوم، شماره اول، نیمه‌اول ۸۹
۲۳-۳۳

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

الیاس آرزمجو[۱]، مصطفی حیدری[۲*]، احمد قنبری[۳]، براتعلی سیاه سر[۲]، 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 فتوسنتزی، تنظیم کننده-های 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 تاثیر 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 می یابد. براساس نتایج این آزمایش می توان بالاترین میزان اسانس بابونه را با اعمال تنش متوسط (۷۰درصد ظرفیت زراعی) به دست آورد. در سطوح بالای تنش خشکی نیز استفاده از کود دامی از کارایی بیشتری در گیاه بابونه برخودار است.

واژه‌های کلیدی: **خشکی، کود، رنگدانه‌های فتوسنتزی، تنظیم کننده‌های اسمزی، بابونه**

مقدمه

بابونه در تمام فارماکوپه‌های 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, and Tissernad, 1998). 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 تنش ها 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 کننده-های اسمزی همانند اسیدهای آمینه، قندها، برخی از یون-های 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

نگارنده پاسخگو: مصطفی حیدری. آدرس: زابل- میدان جهاد- دانشگاه زابل- گروه زراعت و اصلاح نباتات.
پست الکترونیک: haydari2005@yahoo.com

میزان پرولین در شرایط تنش در برگ‌ها و بـه خصـوص در ریشه‌ها افزایش مـی‌یابـد. وی همچنـین گـزارش کـرد کـه میزان فعالیت آنزیم پرولین دی هیدروژناز در ریشه و برگ-های این گیاه در طی اعمال تـنش آبـی کـاهش مـی‌یابـد. 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 پـرولین در تیمار ۴۰٪ ظرفیت زراعی بدست می‌آید، همچنین در طـی بروز تنش از مقدار کلروفیل a کم شده و بر مقدار کلروفیل b افزوده می شود.

استفاده از منابع مختلف کودی همانند کودهای دامـی، شیمیایی و کمپوست زباله شهری در شرایط بروز تنش هـا می‌توانند منجر به ایجاد تغییراتی در عملکرد گیاهان شوند. بـرای مثـال Haydari, et al., (2007) اعـلام کردنـد بـا بکارگیری کود نیتروژن (نیتـرات آمـونیم) در شـرایط بـروز تنش شوری می‌توان بر میزان سنتز پرولین در بافـت سـبز گندم افزود. همچنین در این شرایط کـود نیتـروژن سـبب افزایش مقدار کل کلروفیل در برگ نیـز گردیـد. هـر چنـد کودهای شیمیایی بطور سریعتر و به میزان موثرتری عناصر را در اختیار گیاهان قرار می‌دهند، اما کودهـای دامـی نیـز محتوی اکثر عناصر غذایی لازم برای رشد گیاهان هسـتند (Chaudhry, et al., 1999).

عمده‌ترین منابع تامین کننده موادآلی خاک، فضـولات دامی، بقایای گیاهی و کمپوست زباله‌های شهری می باشند که امروزه با توجه به کشاورزی ارگانیک، استفاده از آنها تـا حد زیادی مورد توجه قرار گرفته اسـت (Brussard, and Ferrera-Cenato, 1997). کودهای آلی خصوصا کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیـادی مواد آلی هستند و می توانند 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 نمی توانند تمام احتیاجات غذایی گیاهان را برطـرف سازند، البته با بهبود سـاختمان فیزیکـی خـاک تـا حـدی سـبب تعـادل در بخـش شـیمیایی خـاک خواهنـد شـد (Chaudhry, et al., 1999).

Sharifi Ashoorabadi (1999) بـا بررسـی مقـادیر مختلف کود دامـی، کودهـای شـیمیایی و بکـارگیری تـوام آن‌ها در گیاه رازیانه اظهار داشت که کـاربرد کـود دامـی و کودهای شیمیایی (NPK) عملکرد رازیانه را به ترتیـب ۷۸ و ۶۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. Mallanagouda (1995) نیز نشان داد که عملکـرد دانـه گشـنیز در تیمـار تلفیقی کود دامی با شیمیایی بیشتر از کاربرد هـر کـدام از کودها بصورت جداگانه بود.

اگرچه تاکنون تحقیقات وسیعی در رابطه بـا اثـر تـنش خشکی بر روی محصـولات زراعـی انجـام شـده امـا رفتـار گیاهان دارویـی و معطـر تحـت شـرایط کمبـود آب کمتـر مطالعه شده است. بنابراین بـرای درک موجودیـت و ادامـه حیات گیاهان دارویی در نواحی خشـک، ارزیـابی عملکـرد آن‌هـا تحـت ایـن شـرایط و چگـونگی ارتبـاط آن‌هـا بـا بکارگیری انواع مختلفی از کود، این آزمایش انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۸۷- ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقـاتی دانشگاه زابل بـا طـول جغرافیـایی ۶۱ درجـه و ۲۹ دقیقـه شرقی، عـرض جغرافیـایی ۳۱ درجـه و ۲ دقیقـه شـمالی و ارتفاع ۴۸۷ متر از سطح دریا انجام گرفت. متوسط بارندگی سالیانه منطقـه ۶۳ میلیمتـر و متوسـط حـداقل و حـداکثر دمای سالیانه آن به ترتیب ۱۶ و ۳۰ درجه سانتیگراد بوده و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق گرم و خشک به شمار مـی‌رود. 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 طـرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای تنش خشکی شامل شـاهد یـا ۹۰ درصـد ظرفیـت زراعـی مزرعه(W_1)، ۷۰ درصد ظرفیت زراعی(W_2) و ۵۰ درصـد ظرفیت زراعی (W_3) به عنوان فاکتور اصلی و تیمار مصرف انواع کود در چهار سطح شامل شاهد یا بدون مصـرف کـود (F_1)، کـود شـیمیایی (۹۰ کیلـوگرم در هکتـار اوره، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل=F_2)، ۲۵ تن در هکتار کود دامـی (F_3) و ۲۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری (F_4) بـه عنـوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. اندازه هر کرت ۳×۲ متـر، فاصله بین کرت‌ها نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متـر در نظر گرفته شد. هر یک از کودها قبل از کاشت در کرت‌های مربوطه با خاک مخلوط شدند. کاشت در نیمـه اول اسـفند ۱۳۸۶ به روش دستی انجام شد. به منظور افـزایش درصـد

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

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

Table 1. Result of soil analysis at 0-30 cm depth

بافت texture	شن sand	رس clay	لای silt	منگنز Mn	روی Zn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	ماده آلی OM	pH	هدایت الکتریکی EC
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

Table2. Some characteristics of animal manure and compost

	ماده آلی(%) Organic matter	نیتروژنN	فسفر P	پتاسیم K	pH	EC $dS\ m^{-1}$	رطوبت Moisture (%)
			(%)				
کود دامی (animal manure)	26.5	1.71	0.72	2.59	7.6	6.6	38
کمپوست (compost)	19.6	1.1	0.4	1.24	7.2	7.4	32

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) Bd 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 پرولین، 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 پرولین از روش Bates et al. (1973) 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

پرولین و کربوهیدرات

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

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 درتمام اندام‌های گیاهان افزوده می‌شود. پرولین اسیدآمینه ذخیره شده در سیتوپلاسم بوده و در حفاظت از ساختمان ماکرومولکول-های درون سلول در طی تنش خشکی نقش موثری دارد. براساس نظر Good and Zaplachiniski (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 می کند. 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.

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 داده ها 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 می‌روند افزوده می‌شود تا مانع تخریب بیشتر کلروفیل‌ها گردد. این نتایج با یافته های 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 می یابد.

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

سبز، Hasani et al. (2003) 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 هزینه‌بر بوده و گیاه این هزینه را گاها 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 تیمار تنش متوسط (W_2) و در طی استفاده از کود شیمیایی بدست می آید. 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 می تواند 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 می شود. همچنین کود دامی در بهبود خلل و فرج خاک و افزایش تحمل گیاه به فلزات سنگین موثر است (Brussard, and Ferrera-Cenato 1997).

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

Table 3. mean square of some characteristics of chamomile under irrigation and different fertilizers

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات mean squares								
		کلروفیل Ch a	کلروفیل Ch b	کلروفیل Ch ab	کاروتنوئید Carotenoid	مجموع رنگدانه‌ها Total pigments	پرولین Proline	کربوهیدرات Carbohydrate	درصد اسانس Oil percent	عملکرد اسانس Oil yield
تکرار (Replication)	2	0.92 *	0.08 ns	1.47 *	0.002 ns	1.58 *	0.008 ns	0.47 ns	0.002 ns	13864.1 ns
آبیاری (Irrigation)	2	169.29 **	4.74 **	227.64 **	1.63 **	190.93 **	6.92 **	82.48 **	0.061 **	288064.6 **
اشتباه اصلی (Main error)	4	0.14	0.09	0.163	0.006	0.15	0.12	0.31	0.0023	6570.24
کود (Fertilizer)	3	5.09 **	1.21 **	11.24 **	0.63 **	17.00 **	0.31 *	2.57 **	0.011 **	282500.9 **
کود × آبیاری (Irrigation×Fertilizer)	6	0.79 ns	0.06 ns	0.95 *	0.003 ns	0.88 *	0.03 ns	0.43 ns	0.0003 ns	17364.3 *
اشتباه فرعی (Sub error)	18	0.33	0.07	0.278	0.008	0.28	0.07	0.43	0.0004	4981.62
ضریب تغییرات (CV)	-	4.78	6.4	3.26	4.4	2.91	7.39	6.13	3.23	6.21

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

* and ** are significantly different at α=0.05 and α=0.01, respectively and ns is non-significant

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

Table4. some characteristics of chamomile under irrigation and different fertilizers

عملکرد اسانس Oil yield ($g.ha^{-1}$)	درصداسانس Oil percent (%)	کربوهیدرات Carbohydrate (µmol glucose per g fresh weight)	پرولین Proline (µmol.g fresh $weight^{-1}$)	مجموع رنگدانه‌ها Total pigments	کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل ab Ch ab	کلروفیل b Ch b	کلروفیل a Ch a	تیمارها treatments
				µgr Ch.gr fresh $weight^{-1}$					
آبیاری irrigation									
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	۵۰٪ ظرفیت زراعی %50field capacity
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	۷۰٪ ظرفیت زراعی %70field capacity
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	۹۰٪ ظرفیت زراعی %90field capacity
کود 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	شاهد control
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	شیمیایی chemical
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	دامی animal manure
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	کمپوست compost

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 intraction effect of irrigation and different fertilizers

عملکرد اسانس Oil yield ($g.ha^{-1}$)	درصداسانس Oil percent (%)	کربوهیدرات Carbohydrate (µmol glucose per g fresh weight)	پرولین Proline (µmol.g fresh $weight^{-1}$)	مجموع رنگدانه‌ها Total pigments	کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل ab Ch ab	کلروفیل b Ch b	کلروفیل a Ch a	تیمارها treatments	
				µgr 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	۵۰٪ ظرفیت زراعی %50 field capacity
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	
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	۷۰٪ ظرفیت زراعی %70 field capacity
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	
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	۹۰٪ ظرفیت زراعی %90 field capacity
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., Zaplachiniski, 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 officinals* 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 charecteristices 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 CO_2 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].

The University of Birjand
Faculty of Agriculture

Environmental Stresses in Crop Sciences (ESCS)
Vol. 3(1): 23-33 (2010)

تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses In Crop Sciences

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

A. Arazmjo[1], M. Heidari[2*], A. Ghanbari[3], B. Siahsar[2], A. Ahmadian[4]

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 W_1), 70% FC (W_2) and 50% FC (W_3) as main plots and fertilizer treatments included non fertilizer (F_1), chemical fertilizer (F_2), manure (F_3) and compost (F_4) 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