نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۳۰-۱۲۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 122-130
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تاثیر تنش خشکی بر فتوسنتز، درصد اسانس و عملکرد اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) رقم پرسو و کاسنی (*Cichorium intybus L*) توده محلی خوزستان در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان

روزبه فرهودی[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۰۳

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی واکنش فتوسنتز و عملکرد اسانس گیاهان دارویی کاسنی توده محلی خوزستان و بابونه آلمانی رقم پرسو به تنش خشکی در شهرستان شوشتر (دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر) در سال زراعی ۹۰-۸۹ به صورت دو آزمایش جداگانه انجام شد. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد و تیمارهای تنش خشکی عبارت بودند از شاهد (حدود ۹۰ درصد ظرفیت زراعی خاک)، تنش ملایم (حدود ۷۵ درصد ظرفیت زراعی خاک) و تنش شدید (حدود ۵۵ درصد ظرفیت زراعی خاک). صفات مورد بررسی در این تحقیق عبارت بود از ارتفاع بوته، وزن خشک برگ (کاسنی)، وزن خشک گل (بابونه)، غلظت کلروفیل a و b، فتوسنتز، درصد اسانس، عملکرد اسانس و اجزای تشکیل دهنده اسانس. نتایج آزمایش نشان داد تنش خشکی سبب کاهش فتوسنتز، غلظت کلروفیل a، وزن خشک و ارتفاع بوته بابونه و کاسنی شد اما درصد اسانس این گیاهان افزایش یافت. کمترین وزن خشک گل بابونه و وزن خشک اندام هوایی کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی شدید به میزان ۴۷ و ۱۹۵ گرم بر متر مربع دیده شد در حالیکه بیشترین میزان عملکرد اسانس بابونه آلمانی (۵۶/۶ گرم در متر مربع) و کاسنی (۲۲۵/۹ گرم در مترمربع) تحت تاثیر تیمار تنش خشکی ملایم به دست آمد. در شرایط تنش خشکی ملایم بیشترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بابونه کامازولن، آلفا پنین، آلفا بیسابول و بتا پنین بود در حالیکه بیشترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس کاسنی در شرایط تنش ملایم خشکی کامفور، آلفا پنین، بتا پنین و سابینین بود. به طور کلی نتایج نشان داد تنش خشکی ملایم به دلیل افزایش عملکرد اسانس علی رغم کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام اقتصادی سبب افزایش عملکرد اسانس گیاهان مورد بررسی شد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، کلروفیل، وزن خشک

مقدمه

در اقلیم ایران تنش خشکی همواره یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان می‌باشد. از نظر فیزیولوژی گیاهی تنش خشکی را می توان دوره خشکی و کم آبی تعریف نمود که سبب ایجاد تغییرات فیزیولوژیک و مرفولوژیک منجر به کاهش عملکرد در گیاهان شود (۲ و۶). تنش خشکی از جمله تنش‌های محیطی مهم است که با تاثیر گذاری بر رشد و نمو گیاهان می‌تواند منجر به کاهش رشد و عملکرد گیاهان شود. امروزه با توجه به مشکل کم آبی استراتژی انتخاب گیاهان سازگار مبنی بر گیاهان دارای رشد سریع، متحمل به شرایط نامساعد محیطی و عدم نیاز به مراقبت‌های ویژه ضروری است. بررسی واکنش گیاهان دارویی به تنش‌های محیطی مانند خشکی نقش به سزایی در استحصال عملکرد کمی و کیفی این گیاهان دارد زیرا هرچند که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد گیاهان دارویی می‌گردد اما باید توجه نمود که تنش خشکی می‌تواند به عنوان محرکی برای افزایش تولید این ترکیبات تحت تاثیر تنش خشکی باشد (۴ و ۸). بهره برداری زراعی از گیاهان دارویی افقی جدید در کشاورزی است که با توجه به کم توقع بودن و سازگاری بالای این گیاهان به شرایط محیطی می‌توان انتظار عملکرد مناسبی از آنها را داشت. وقوع یک تنش خشکی مختصر و کنترل شده می‌تواند منجر به افزایش کیفیت گیاهان دارویی شود زیرا قسمت عمده اسانس و

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، شوشتر، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: rfarhoudi@gmail.com
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.46691

اثرات دارویی این گیاهان ناشی از تجمع متابولیت‌های ثانویه است که در اثر بروز تنش‌های محیطی میزان ساخت و تجمع آنها در گیاهان افزایش می‌یابد (۶، ۱۳ و ۱۴). کاهش فتوسنتز و اختلالات روزنه ای گیاهان تحت تاثیر تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری از موارد مهمی است که موجب کاهش وزن خشک گیاهان می‌شود (۴). از اثرات خشکی در گیاهان مختلف از جمله گیاهان دارویی می‌توان به کاهش فتوسنتز، تغییر در الگوی ساخت پروتئین‌ها، کاهش تولید ماده خشک و کاهش عملکرد ماده خشک و اسانس در این گیاهان اشاره نمود (۱۶، ۱۸و ۲۰). بابایی و همکاران (۵) گزارش نمودند تنش خشکی با تاثیر منفی بر فتوسنتز گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris*) منجر به کاهش ماده خشک و عملکرد کمی این گیاه شد. بررسی بابونه تحت تاثیر تنش خشکی نشان داد غلظت رنگدانه های فتوسنتزی و تبادل دی اکسید کربن کاهش یافت که منجر به کاهش عملکرد اقتصادی این گیاه دارویی گردید. (۸ و ۱۴). صفی خانی و همکاران (۱۷) نیز با بررسی تاثیر تنش خشکی بر رشد و نمو گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) مشاهده نمودند کاهش غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت تاثیر تنش خشکی نقش به سزایی در کاهش رشد این گیاه دارویی داشت. همچنین تنش خشکی سبب کاهش شدید وزن خشک اندام هوایی بادرشبو داشت اما تنش ملایم درصد اسانس این گیاه را افزایش داد.

کنترل تنش خشکی و اعمال تنش ملایم می‌تواند در افزایش ترکیبات و مواد موثره گیاهان دارویی تاثیر بگذارد. تنش خشکی در دوره رشد گیاه بابونه (*Matricaria recutita*) سبب تحریک ساخت کامازولن و افزایش درصد اسانس گل گیاه بابونه شد (۸). مطالعه تغییرات عملکرد اسانس بابونه تحت تاثیر تنش خشکی نشان داد علی رغم کاهش وزن خشک گل در واحد سطح، تنش خشکی ملایم با افزایش درصد اسانس بابونه سبب افزایش عملکرد اسانس بابونه شد زیرا افزایش درصد اسانس جبران کاهش تولید ماده خشک را نمود (۴ و ۱۵).

خانواده کاسنی (Asteraceae) با نام‌های خانواده گل ستاره ای و آفتابگردان نیز شناخته می‌شود و گیاهان دارویی مهمی مانند بابونه، بومادران (*Achillea millefolium*)، کاسنی (***C**ichorium intybus*)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) و اکیناسه (*Echinacea angustifolia*) متعلق به این خانواده می‌باشند. اکثر گیاهان دارویی خانواده کاسنی به طور طبیعی در فلات ایران رشد می کنند و به شرایط اقلیمی ایران متحمل می‌باشند. این گیاهان عمدتا در درمان بیماری‌های گوارشی و عفونی و همچنین صنایع آرایشی و بهداشتی کاربرد دارند (۵ و ۲۱). بابونه با نام علمی *Matricaria recutita* L از مهمترین گیاهان دارویی خانواده کاسنی است که از گلهای آن در صنایع داروسازی، آرایشی -بهداشتی و صنایع غذایی استفاده فراوانی می‌شود. کاسنی با نام علمی *Cichorium intybus* L یکی دیگر از گیاهان مهم دارویی خانواده کاسنی است که از مهمترین خواص دارویی آن می‌توان به برطرف کننده تشنگی مفرط، مدر صفرا، تب بر، درمان دیفتری، تصفیه خون، درمانگر بیماریهای پوستی اشاره نمود (۲۱). از آنجا که گیاهان دارویی خانواده کاسنی نقش به سزایی در تولیدات ترکیبات دارویی و بهداشتی را به خود اختصاص داده اند بررسی تاثیر پذیری عملکرد کمی و کیفی این گیاهان تحت تاثیر تنش خشکی در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان جهت کشت این گیاهان ضروری است لذا هدف از این پژوهش بررسی تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد اسانس گیاهان کاسنی و بابونه در شرایط خوزستان است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب دو آزمایش جداگانه به منظور ارزیابی تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد اسانس دو گیاه دارویی کاسنی (توده محلی خوزستان) و بابونه آلمانی (رقم پرسو) در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. بذر کاسنی از مزرعه گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر و بذر بابونه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. محل انجام پژوهش، مزرعه گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر بود. خصوصیات خاک و اقلیم منطقه در جداول ۱ و ۲ درج گردیده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک محل آزمایش و کود گاوی استفاده شده

Table 1- some properties of soil and cow manure

	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	اسیدیته pH	درصد ماده آلی Organic matter (%)	میزان فسفر P (ppm)	درصد نیتروژن N (%)	میزان پتاسیم K (ppm)
خاک Soil	1.9	7.1	0.89	7.5	0.54	179
کود گاوی Cow manure	3.4	7.25	48.6	101.2	1.98	195.3

جدول ۲- متوسط دما و بارندگی در دوره آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹

Table 2- Mean precipitationand temperature during farm research (2010)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May
بارندگی Precipitation (mm)	25.6	8.0	1.0	0.23	0
درجه حرارت Temperature (°C)	19.3	22.8	27.9	31.2	34.6

واکنش هر گیاه به تنش خشکی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای تنش خشکی عبارت از شرایط بدون تنش (۹۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه)، تنش ملایم (۷۵ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) و تنش شدید (۵۵ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) بودند. برای تعیین سطوح تنش خشکی از دستگاه انعکاس سنجی زمانی[1] شرکت ایمیکو[2] آلمان استفاده شد. ویژگی منحصر به فرد این دستگاه بخش حساس و متحرک آن است که اندازه گیری رطوبت در لایه‌های ۲۰ سانتی متری را در اعماق مختلف خاک امکان پذیر می‌سازد. امواج تولید شده توسط دستگاه در محدوده ای از نیمرخ خاک منتشر شده و عدد بدست آمده به عنوان رطوبت خاک ثبت می‌شد (۵).

عملیات کاشت هر دو گیاه در اول بهمن ماه ۱۳۸۹ انجام شد. بذرها به صورت ردیفی و در ردیف هایی به طول دو متر و فاصله ردیف ۲۵ سانتی متر برای بابونه و ۴۰ سانتی متر برای کاسنی در کرت مسطح کاشته شده و روی آنها با مخلوط کود گاوی و خاک پوشیده شد. ۱۰ روز پس از سبز شدن بذرها، تراکم بوته بابونه ۱۲۰ و تراکم بوته کاسنی ۱۰۰عدد در متر مربع رسید. مساحت هر کرت چهار متر مربع بود. سه هفته بعد از سبز شدن گیاهان، آبیاری به صورت کرتی با توجه به اعمال تنش خشکی انجام شد. جهت جلوگیری از تاثیر بارندگی‌های فصلی بر نتایج آزمایش، سایه بان پلاستیکی تعبیه شد که در زمان بارندگی با پوشش کامل کرت‌ها مانع از رسیدن باران به سطح کرت‌ها می‌شد. وجین علف‌های هرز و تنک کردن مزرعه به صورت دستی انجام شد. در آزمایش حاضر کود شیمیایی مصرف نشد و تنها ۸ کیلوگرم کود پوسیده گاوی (معادل ۲۰ تن در هکتار) یک هفته قبل از کاشت به هر کرت اضافه و به عمق ۲۰ سانتی متر با خاک مخلوط شد.

صفات مورد بررسی در این تحقیق عبارت بود از ارتفاع بوته، وزن خشک برگ (کاسنی)، وزن خشک گل (بابونه)، غلظت کلروفیل a و b، فتوسنتز، درصد اسانس، عملکرد اسانس و اجزای تشکیل دهنده اسانس. برداشت بابونه در تاریخ های ۱۸ و ۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۰ و برداشت کاسنی قبل از به گل رفتن گیاه (۱۸ فروردین ۱۳۹۰) انجام شد. در این پژوهش از گل های بابونه برداشت شده از تاریخ ۱۸ اردیبهشت استفاده شد. جهت بررسی ارتفاع بوته، فتوسنتز و غلظت کلروفیل a و b ۱۰ بوته در هر کرت انتخاب و بررسی شد. جهت اندازه گیری فتوسنتز از دستگاه تحلیل گر گاز مادون قرمز پرتابل ساخت شرکت لیکور[3] استفاده شد. به این منظور نمونه گیری ها بین ساعت ۱۲ ظهر تا ۱بعد ازظهر انجام شد و یک برگ بالغ در انبرک دستگاه قرار گرفت و پس از مدت ۶۰ ثانیه میزان فتوسنتز بر حسب میلی‌گرم دی اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه قرائت شد (۱۱). برای اندازه‌گیری کلروفیل a و b برگ، ابتدا ۰/۵ گرم از برگ تازه را در یک هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر استن ۸۰ درصد و شرایط عدم حضور نور ساییده شد. از عصاره تهیه شده پس از سانتریفوژ یک میلی لیتر را در دستگاه اسپکترو فتومتر (مدلAM202) قرار داده و در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر میزان جذب نور به ترتیب برای محاسبه غلظت کلروفیل‌های a و bقرائت شد. (۹).

جهت بررسی و اندازه گیری درصد اسانس، گل‌های بابونه و برگهای کاسنی از یک متر مربع برداشت شده و به مدت یک هفته در سایه جهت اندازه گیری و استخراج اسانس خشک گردیدند. جهت اسانس گیری ۳۰ گرم از گیاهان خشک شده آسیاب شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت چهار ساعت و در شرایط کاملاً یکسان انجام شد . جهت شناسایی اجزای تشکیل دهنده اسانس استخراج شده از بابونه و کاسنی از گاز کروماتوگراف (مدل Varian star 3400cx) با طول ستون ۳۰ متر و گاز هلیوم با سرعت ۲ میلی متر در دقیقه استفاده شد. در هر مورد پس از تزریق مقادیر بسیار جزئی اسانس، کروماتوگرام بدست آمده و طیف‌های جرمی ترکیب‌های مختلف موجود در آن بررسی شد. شناسایی طیف‌ها به کمک بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و بررسی الگوهای شکست آنها، مقایسه آنها با طیف‌های استاندارد و استفاده از منابع معتبر انجام شد (۱).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال یک درصد آماری) انجام شد.

1- Time Domain Reflectometry
2- IMKO
3- LICOR

نتایج و بحث

آزمایش اول- تاثیر تنش خشکی بر رشد، اجزا و عملکرد اسانس بابونه آلمانی (رقم پرسو)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تمام صفات مورد بررسی در گیاه بابونه به جز غلظت کلروفیل b تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۳). نتایج جدول ۴ بیانگر ان است که تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک گل و ارتفاع بوته بابونه آلمانی شد. کمترین وزن خشک گل بابونه تحت تاثیر تنش خشکی شدید به میزان ۴۷ گرم در متر مربع به دست آمد. علی رغم کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته بابونه تحت تاثیر تنش خشکی(به ترتیب ۴۲/۲ و ۳۸/۹ سانتی متر) ، تفاوت معنی‌داری میان ارتفاع بوته در تنش خشکی شدید و ملایم دیده نشد

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد اسانس بابونه آلمانی

Table 3- ANOVA for effect of drought stress on growth and essential oil yield of *Matricaria recutita*

منبع تغییر Source of variance	df	میزان فتوسنتز Photosynthesis rate	غلظت کلروفیل b Chlorophyll b	غلظت کلروفیل a Chlorophyll a	وزن خشک گل Flower dry weight	ارتفاع بوته Shoot height	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil percentage
بلوک Block	3	1.3^{ns}	2.5^{ns}	5.3^{*}	104.3^{**}	10.7^{ns}	17.1^{*}	2.5^{**}
تنش Stress	3	46.1^{**}	4.1^{ns}	9.3^{**}	996.1^{**}	699.1^{**}	81.5^{**}	5.1^{**}
خطا Error	9	3.1	6.9	1.6	21.1	18.5	4.1	0.07
ضریب تغییرات CV (%)		15	17.5	9.7	7	9.4	4.6	3.7

** و *: معنی دار در سطح یک درصد و پنج درصد آماری ns: عدم معنی دار

** and * :Significant at P<0.01 and at P<0.05, ns: non-significant

کمبود آب موجب کاهش تورژسانس سلولی شده و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلول به خصوص در ساقه و برگ‌ها را بدنبال خواهد داشت. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی روی گیاه را می‌توان از روی کاهش ارتفاع، کاهش تعداد ساقه‌های جانبی یا اندازه کوچک تر برگ‌ها تشخیص داد (۲، ۱۰و ۱۶). تحقیقات نشان داد تنش خشکی با تاثیر منفی بر فتوسنتز گیاه بابونه سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع و وزن خشک گل بابونه شد که در نهایت کاهش عملکرد اقتصادی اسانس بابونه را در پی داشت (۸). بابایی و همکاران (۵) مشاهده نمودند تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع بوته آویشن شد اما درصد ماده موثره تیمول را افزایش داد. بقالیان و همکاران (۶) با بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد گل بابونه مشاهده نمودند تنش خشکی سبب کاهش عملکرد گل بابونه شد.

نتایج نشان داد غلظت کلروفیل a برگ بابونه آلمانی تحت تاثیر تنش خشکی کاهش یافت اما بین غلظت کلروفیل a برگ در سطوح تنش خشکی تفاوت معنی‌داری دیده نشد. تنش خشکی میزان فتوسنتز برگ بابونه آلمانی را نیز کاهش داد . کمترین میزان فتوسنتز برگ بابونه به میزان ۹ میلی گرم دی اکسید کربن بر متر مربع بر ثانیه تحت تاثیر تنش خشکی شدید مشاهده شد (جدول ۴). تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در قابلیت هدایت روزنه‌ها و کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل سبب تقلیل فرایند فتوسنتز می‌گردد (۱۹). کاهش فتوسنتز، کاهش غلظت کلروفیل و کاهش هدایت روزنه ای برگ بابونه تحت تاثیر تنش خشکی موجب کاهش وزن خشک گل و اندام هوایی بابونه می‌شود (۸، ۱۴و ۱۶) که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد. تنش خشکی سبب اضمحلال کلروفیل و کاهش توانایی فتوسنتزی برگ گیاه دارویی بادرنجبویه شد (۲۰).

تنش خشکی درصد اسانس بابونه آلمانی را در مقایسه با شاهد افزایش داد. بیشترین درصد اسانس گل بابونه به میزان ۰/۹ درصد تحت تاثیر تنش خشکی ملایم دیده شد اما تفاوت معنی‌داری با درصد اسانس گل بابونه تحت تاثیر تنش خشکی ملایم (۰/۸۳ درصد) نداشت (جدول ۴).

جدول ٤- تاثیر تنش خشکی بر رشد، فتوسنتز و عملکرد اسانس بابونه آلمانی

Table 4- The effect of drought stress on growth, photosynthesis rate and essential oil yield of *M. recutita*

سطوح تنش خشکی Drought stress level	نرخ فتوسنتز Photosynthesis rate (mgl CO2 m^{-2} s^{-3})	کلرفیل b Chlorophyll b (mg/gr Fw)	کلرفیل a Chlorophyll a (mg/gr Fw)	عملکرد اسانس Essential oil yield (g m^{-2})	محتوی اسانس Essential oil (%)	وزن خشک گل flower dry weigh (g m^{-2})	طول شاخه shoot height (cm)
شاهد Control	14.6[a]	1.48[a]	1.7[a]	35.2[b]	0.4[b]	88[a]	55[a]
متوسط Mild	12.0[b]	1.51[a]	1.1[b]	56. 6[a]	0.9[a]	63[b]	42.2[b]
شدید Sever	9.0[c]	1.52[a]	1.2[b]	39.0[b]	0.83[a]	47[c]	38.9[b]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن دارای تفاوت آماری در سطح یک درصد نمی باشند

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P < 0.01 according to Duncan multiple test

تنش خشکی سبب افزایش درصد اسانس گیاهان دارویی مختلف می‌شود زیرا تحت تاثیر تنش خشکی مقدار فنل‌ها و فلانوییدها کـه از اجزای تشکیل دهنده اسانس های گیاهان دارویی هستند افزایش می یابد (۱۰، ۱۳و ۱۶). در آزمایش حاضر نیز درصـد اسـانس گـل بابونـه آلمانی تحت تاثیر تنش خشکی افزایش یافت کـه مـی‌توانـد ناشـی از افزایش مقدار متابولیت‌های ثانویه باشد. نتایج جدول ۵ بیانگر ترکیبات شناسایی شده اسانس گل بابونه تحـت تـاثیر شـرایط عـادی و تـنش خشکی می‌باشد. بـر ایـن اسـاس درصـد ترکیبـاتی ماننـد کامـازولن، بتاپینن، آلفا بیسابول و آلفا پ آلفا پینن به عنوان عمده ترین ترکیبـات تشکیل دهنده اسانس گل بابونه، تحت تاثیر تـنش خشـکی افـزایش یافت.

در شرایط تنش ملایم بیشترین ترکیبات تشکیل دهنـده اسـانس بابونه به ترتیب شامل کامازولن، آلفا پنین، آلفا بیسابول و بتا پنین بـود در حالیکه در شرایط تنش خشکی شدید عمده ترین ترکیبات اسـانس شناخته شده به ترتیب شامل کامـازولن، آلفـا پنـین، بتـا پنـین و آلفـا بیسابول بود. پژوهشگران گزارش نمودند ترکیب کامـازولن مهمتـرین جز اسانس بابونه است و مقدار آن ممکن اسـت تحـت تـاثیر شـرایط محیطی قرار می‌گیرد (۱۵).

جدول ۵- اجزای تشکیل دهنده اسانس بابونه آلمانی تحت تاثیر تنش خشکی

Table 5- Chemical composition and percentage composition of the *M. recutita* essential oil

شاهد Control		تنش ملایم Mild stress		تنش شدید Sever stress	
نام ترکیب Compound name	%	نام ترکیب Compound name	%	نام ترکیب Compound name	%
Chamazulene	29.1	Chamazulene	31.1	Chamazulene	32.0
β-Pinene	16.1	α-pinene	18.1	α-pinene	18.3
ά-bisabolol	12.0	ά-bisabolol	13.0	β-Pinene	14.2
bisabololoxide A	5.7	β-Pinene	6.2	ά-bisabolol	6.5
α-pinene	4.0	Sabinene	5.1	bisabololoxide A	5.3
Sabinene	3.6	α-[C]adinene	4.0	α-[C]adinene	4.0
β -farnesene	3.1	a-bisabololoxide	3.7	Sabinene	3.1
bisabololoxide A	3.0	β -farnesene	2.7	a-bisabololoxide	2.8
a-bisabololoxide	2.5	bisabololoxide A	2.6	β -farnesene	2.8
[C]amphor	2.2	Borneol	2.0	terpinene-4-ol	1.9
1,8-[C]ineole	1.9	β-Myr[c]ene	1.9	1,8-[C]ineole	1.4
terpinene-4-ol	0.67	1,8-[C]ineole	1.3	Borneol	1.1
Borneol	0.64	terpinene-4-ol	0.94	Thujanol	1.0
α-Tri[c]y[c]lene	0.61	Germa[c]rene-D	0.67	γ-Eudesmol a[c]etate	0.46
γ-Eudesmol a[c]etate	0.34	Thujanol	0.61	β-Myr[c]ene	0.41
Germa[c]rene-D	0.21	α-Humulene	0.43	[c]is-β-O[c]imene	0.32
trans-b-farnesene	0.11	[c]is-β-O[c]imene	0.21	α-Humulene	0.21
Δ3-[C]arene	0.11	trans-b-farnesene	0.14	trans-b-farnesene	0.16
α-Humulene	0.10	Δ3-[C]arene	0.12	Germa[c]rene-D	0.14
مجموع	83.9		94.8		96.0

رشد و نمو، عملکرد، میزان و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی در شرایط مختلف آب و هوایی تغییر می‌کند. کمیت و کیفیت اسانس بابونه مانند سایر گیاهان دارویی به طور ژنتیکی کنترل می‌شود ولی عوامل اقلیمی و عکس العمل متقابل بین گیاه و شرایط محیطی نیز بر این صفت مؤثر است (۶، ۸ و ۱۵). بیشترین عملکرد اسانس گل بابونه در گیاهان تحت تاثیر تنش ملایم دیده شد (۵۶/۶ گرم بر مترمربع) و این افزایش عملکرد اسانس در مقایسه با شرایط نرمال ناشی از افزایش درصد اسانس تحت تاثیر تنش خشکی بود (جدول ۴) زیرا وزن خشک اندام هوایی تحت تاثیر خشکی ملایم و شدید کاهش معنی‌داری در مقایسه با شرایط شاهد یافت (جدول ۴). صفی خانی و همکاران (۱۱) افزایش عملکرد اسانس بادرشبو تحت تاثیر تنش خشکی را ناشی از افزایش درصد اسانس در این شرایط گزارش نمودند. اثر جبرانی افزایش درصد اسانس بابونه تحت تاثیر شرایط تنش خشکی بر عملکرد اسانس در گیاهان بابونه (۸)، انیسون (*Pimpinella anisum*) (۲۱) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) (۱۰) گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

آزمایش دوم- تاثیر تنش خشکی بر رشد، اجزا و عملکرد اسانس کاسنی (توده محلی خوزستان)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تمام صفات مورد بررسی در گیاه کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۶). تنش خشکی شدید سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک و ارتفاع اندام هوایی کاسنی در مقایسه با تنش ملایم شد. کمترین وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع بوته کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی شدید و به ترتیب به میزان ۱۹۵ گرم بر متر مربع و ۲۸ سانتی متر مشاهده شد (جدول۷). تنش خشکی سبب کاهش عملکرد برگ و ارتفاع کاسنی شد اما تفاوت معنی‌داری میان عملکرد برگ این گیاه در شرایط تنش خشکی شدید و ملایم دیده نشد (۲۰). تنش خشکی با تاثیر منفی بر فتوسنتز و ساختار کلروفیل برگ بابونه سبب کاهش رشد رویشی و وزن خشک اندام هوایی این گیاه شد (۸،۱۵ و ۱۶).

تنش خشکی شدید در مقایسه با شرایط نرمال سبب کاهش غلظت کلروفیل a و b برگ کاسنی به ۰/۷ و ۱/۰۲ میلی گرم بر وزن تر برگ شد (جدول ۷). فتوسنتز برگ کاسنی نیز تنها تحت تاثیر تنش خشکی شدید کاهش یافت و به ۱۲/۹ میلی گرم دی اکسید کربن بر متر مربع بر ثانیه در مقایسه با شرایط نرمال رسید. تنش خشکی موجب کاهش بیوماس برگ‌ها و تعداد برگ در گیاهان می‌شود. این مسئله احتمالاً نتیجه اختلال در فتوسنتز و فرایندهای متابولیکی گیاه است. در اثر تنش خشکی غشاء سلولی و اندامک‌های سلولی مانند میتوکندری و کلروپلاست فرو می‌پاشد. فروپاشی کلروپلاست موجب کاهش غلظت کلروفیل و کاهش فتوسنتز می‌شود (۲). فرهودی (۸) مشاهده نمود تنش خشکی سبب کاهش فتوسنتز و تخریب کلروفیل انواع بابونه شد.

درصد اسانس برگ کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی افزایش یافت و به ۰/۹۴ درصد و ۰/۹۰ درصد تحت تاثیر تنش خشکی شدید و ملایم رسید (جدول ۷). همچنین تنش خشکی ملایم سبب افزایش عملکرد اسانس کاسنی به ۲۲۵/۹ گرم در متر مربع شد اما تنش خشکی شدید عملکرد اسانس کاسنی را به ۱۸۳/۶ گرم در متر مربع کاهش داد که ناشی از کاهش وزن برگ بود. می‌توان گفت تحت تاثیر تنش ملایم خشکی افزایش درصد اسانس تحت تاثیر تنش خشکی جبران کاهش وزن خشک برگ را نمود (جدول ۷). به عبارت دیگر افزایش عملکرد اسانس کاسنی تحت شرایط تنش خشکی ملایم ناشی از افزایش درصد اسانس تحت تاثیر تنش خشکی بود. جدول ۸ بیانگر افزایش درصد ترکیبات عمده تشکیل دهنده اسانس کاسنی مانند کامفور، آلفا پنین، بتا پنین و سابینین تحت تاثیر تنش خشکی است.

جدول ٦- تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد اسانس کاسنی

Table 6- ANOVA of drought stress effect on growth, photosynthesis rate and essential oil yield of *Cichorium intybus*

منبع تغییر Source of variance	df	میزان فتوسنتز Photosynthesis rate	غلظت کلروفیلb Chlorophyll b	غلظت کلروفیلa Chlorophyll a	وزن خشک گل Flower dry weight	ارتفاع بوته Shoot height	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil percentage
بلوک Block	3	7.1^{*}	0.18^{ns}	0.15^{ns}	18.1^{**}	11.3^{*}	10.2^{*}	4.1^{ns}
تنش Stress	3	37.8^{**}	2.5^{ns}	7.2^{**}	666.4^{**}	544.1^{**}	27.1^{*}	21.2^{*}
خطا Error	9	4.5	2.6	1.1	5.3	1.9	3.1	5.0
ضریب تغییرات CV (%)		13	14.0	9.9	0.95	4	0.88	26.6

** و *: معنی دار در سطح یک درصد و پنج درصد آماری ns:معنی دار نیست

** and * :Significant at P<0.01 and at P<0.05, ns: non-significant

جدول ۷- تاثیر تنش خشکی بر رشد، فتوسنتز و عملکرد اسانس کاسنی

Table 7- The effect of drought stress on growth, photosynthesis rate and essential oil yield of *C. intybus*

سطوح تنش خشکی Drought stress level	نرخ فتوسنتز Photosynthesis rate (mgl CO_2 m^{-2} s^{-3})	کلرفیل b Chlorophyll b (mg/gr Fw)	کلرفیل a Chlorophyl l a (mg/gr Fw)	عملکرد اسانس Essential oil yield (g m^{-2})	محتوی اسانس Essential oil (%)	وزن خشک گل flower dry weigh (g m^{-2})	طول شاخه shoot height (cm)
شاهد Control	18.6[a]	1.19[a]	1.24[a]	189.6[b]	0.67[b]	283[a]	37 [a]
متوسط Mild	17.1[a]	1.25[a]	1.21[a]	225.9[a]	0.90[a]	251[b]	36[a]
شدید Sever	12.0[b]	1.02[b]	0.7[b]	183. 6[b]	0.94[a]	195[c]	28[b]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح یک درصد نمی‌باشند

در شرایط تنش ملایم بیشترین میزان ترکیبات تشکیل دهنده اسانس کاسنی متعلق به کامفور، آلفا پنین، بتا پنین و سابینین بود و در شرایط تنش خشکی شدید کامفور، سابینین، آلفا پنین و ترپینول ۴ ال بیشترین میزان ترکیبات تشکیل دهنده اسانس را به خود اختصاص دادند. طاهری (۲۰) مشاهده نمود تنش خشکی سبب کاهش عملکرد کامفرول (یکی از اجزا اصلی اسانس کاسنی) شد زیرا عملکرد برگ کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی کاهش یافت. زهتاب سلماسی و همکاران (۲۲) با بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد اسانس بعضی از گیاهان دارویی مشاهده نمودند تنش خشکی درصد بعضی از ترکیبات اسانس رزماری را افزایش داد اما بر درصد و عملکرد اسانس انیسون تاثیر معنی‌داری نداشت. افزایش عملکرد اسانس بابونه تحت تاثیر تنش خشکی ملایم و کاهش شدید عملکرد اسانس تحت تاثیر تنش خشکی شدید در تحقیقات قبلی گزارش شده است (۸). استرادا و همکاران (۷) بیان نمودند تنش خشکی درصد اسانس و عملکرد اسانس فلفل سیاه (*Piper nigrum*) را افزایش داد.

جدول ۸- درصد اجزای تشکیل دهنده اسانس کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی

Table ۸- Chemical composition and percentage composition of the *C. intybus* essential oil

شاهد Control		تنش ملایم Mild stress		تنش شدید Sever stress	
نام ترکیب Compound name	٪	نام ترکیب Compound name	٪	نام ترکیب Compound name	٪
Camphor	21.4	Camphor	25.5	Camphor	26.0
Sabinene	15.5	α-pinene	16.3	Sabinene	16.9
ά-bisabolol	11.0	β-Pinene	13.0	α-pinene	15.6
bisabololoxide A	6.3	Sabinene	6.6	terpinene-4-ol	9.3
α-pinene	6.0	bisabololoxide A	6.2	bisabololoxide A	6.6
β-Pinene	4.1	β -farnesene	5.0	ά-bisabolol	3.9
β -farnesene	3.9	ά-bisabolol	3.5	Chamazulene	3.1
bisabololoxide A	2.6	a-bisabololoxide	2.9	β -farnesene	2.7
a-bisabololoxide	2.3	Chamazulene	2.6	α-^{C}adinene	1.9
^{C}hamazulene	1.6	Borneol	1.7	Borneol	0.92
1,8-^{C}ineole	067	β-Myr^{c}ene	0.93	1,8-Cineole	0.90
trans-b-farnesene	0.61	Carva^{c}rol	0.77	β-Pinene	0.84
Borneol	0.56	terpinene-4-ol	0.59	Δ3-Carene	0.69
terpinene-4-ol	0.35	Germa^{c}rene-D	0.41	Farnesene-E-β	0.55
γ-Eudesmol a^{c}etate	0.31	1,8-Cineole	0.35	α-Phellandrene	0.42
Farnesene-E-β	0.26	trans-b-farnesene	0.31	α-Humulene	0.38
Carva^{c}rol	0.17	cis-β-O^{c}imene	0.19	cis-β-O^{c}imene	0.12
α-Humulene	0.15	α-Phellandrene	0.13	Thujanol	0.11
مجموع	73.9		87.0		90.1

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد تنش خشکی سبب افـزایش درصد اسانس و ترکیبات عمده تشکیل دهنده اسانس بابونه و کاسـنی شد اما وزن خشک اندام هوایی گیاهان مورد بررسی تحت تاثیر تـنش خشکی شدید کاهش یافت. کـاهش غلظـت کلروفیـل و بـه تبـع آن کاهش فتوسنتز در کاهش وزن اندام اقتصادی گیاهان بابونه و کاسنی تاثیر به سزایی داشت. علی رغم کاهش وزن خشک گل بابونه و اندام هوایی کاسنی، عدم تاثیر پذیری عملکرد اسانس این دو گیاه در سطح تنش خشکی ملایم ناشی از افزایش درصد اسانس در این سطح تنش خشکی است زیرا تنش خشکی سبب افزایش درصـد اسـانس هـر دو گیاه شد. در تنش خشکی شدید به دلیل کاهش شدید عملکرد گل در بابونه و عملکرد اندام هـوایی در کاسـنی، افـزایش درصـد اسـانس از کاهش عملکرد اسانس جلوگیری ننمود. تنش خشـکی مـی‌توانـد بـه عنوان محرکی برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه مانند کامازولن، آلفا پنین، بتا پنین، آلفا بیسابول، کامفور و سابینین و افـزایش کیفیـت گیاهان بابونه و کاسنی مطرح باشد. پیشـنهاد مـی‌شـود در تحقیقـات آینده خاصیت آنتی اکسیدانتی و آنتی میکروبی اسـانس ایـن گیاهـان تحت تاثیر تنش خشکی مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

1- Adams R.P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromography/mass spectroscopy carol stream. Allured publishing crop, pp: 465-6.
2- Anjum S.H, Xie X., Wang L.C., Farrukh Saleem M., Man C., and Lei W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research, 6(9): 2026-2032.
3- Anonymous. 2010. Climatology data. Shoushtar synoptic station.
4- Arazmjo A., Heidari M., and Ghanbari, A. 2010. 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. (in Persian with English abstract)
5- Babaee K., Amini Dehaghi M., Modares Sanavi M.A. and Jabbari R. 2010. Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) .Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26 (2):248-251. . (in Persian with English abstract)
6- Baghalian K., Abdoshah S., Khalighi-Sigaroodi F., and Paknejad F., (2011). Physiological and phytochemical response to drought stress of German chamomile (*Matricaria recutita* L.). Plant Physiology and Biochemistry, 49: 201-207.
7- Estrada B., Pomar F., Merino F., and Bernal M.A. 1999. Pungency level in fruits of the Padron pepper with different water supply. Scientia Horticulturae, 81: 385-396.
8- Farhoudi R. 2012. Effect of drought stress on growth and essential oil yield of three German Chamomile cultivar, Journal of Essential Oil Bearing Plant. 17(3):15-22.
9- Gunes A., Inal A., Alpuslan M. F., Fraslan E. and Cicek N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. Journal of Plant Physiology, 164: 728-736.
10- Khorasaninejad S., Mousavi A., Soltanloo H., Hemmati K., and Khalighi A., 2011. The effect of drought stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of Peppermint. Journal of Medicinal Plants Research, 5(22): 5360-5365.
11- Martins B., and Ruiz Torres N.A. 1992. Effect of water deficit stress on photosynthesis, its component and component lemmatization and water use efficiency in wheat. Plant Physiology, 100: 733-739.
12- Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25:239-250.
13- Petropoulos S.A., Dimitra D., Polissiou M.G., and Passam H.C. 2008. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. Scientia Horticulturae, 115: 393-397.
14- Pirzad A., Shakiba M R., Zehtab-Salmasi S., Mohammadi A., Darvishzadeh R., and Samadi S.2011. Effect of water stress on leaf relative water content, chlorophyll, proline and soluble carbohydrates in *Matricaria chamomilla*. Journal of Medicinal Plants Research, 5(12): 2483-2488.
15- Rahmati M., Azizi M., Hasanzadeh Khayyat H., Neamati, H. 2009. The effects of different level of nitrogen and plant density on the agromorphological characters, yield and essential oils content of improved chamomile (*Matricaria chamomilla*) cultivar "Bodegold". Journal of Horticultural Sciences, 27(1):27-35. (in Persian with English abstract)
16- Razmjoo K., Heydarizadeh P., Sabzalian M.R., 2008. Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomila*. International Journal of Agriculter Biology, 10: 451-454.
17- Safikhani1 F., Heydari sharifabad H., Syadat A., Sharifi ashorabadi A., Syednejad M., and Abbaszadeh B. 2007. The effect of drought stress on percentage and yield of essential oil and physiological characteristics of

Deracocephalum moldavica L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(1): 86-99. (in Persian with English abstract)

18- Sarker B.C., Hara M., and Uemura M., 2005. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. Science Horticulture, 103: 387-402.

19- Sharifi ashourabadi E., Lebaschi E., Naderi hajibagher Kandy M.H. and Moghadami F. 2008. The effect of drought stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and relative water contents of balm (*Melissa officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(4): 504-513.

20- Taheri, M. 2010. Effect of drought stress on physiological nand phytochemical charestrictis of *Cichorium intybus*. Journal of Crop Ecophysiology, 2(3): 12-21.

21- Zargari E.1992. Medical plants. University of Tehran press,Tehran.

22- Zehtab-Salmasi S., Javanshir A., Omidbaigi R., Aly- Ari H. and Ghassemi- Golezani K., 2001. Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). Acta Agronomy Hungarica, 49(1): 75-81.