



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴
صفحه‌های ۹۷۹-۹۸۸

اثر تنش خشکی روی برخی خصوصیات مورفولوژیکی، کمیت و کیفیت اسانس در اسطوخودوس

سارا خراسانی‌نژاد^{۱*}، حسن سلطانی^۲، سید ساناز رمضان‌پور^۳، جواد هادیان^۴ و صادق آتشی^۴

۱. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲. دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳. استادیار گروه مهندسی کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. کارشناس ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۲۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۰۱

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف تنش آبی بر رشد، عملکرد و ترکیب اسانس برگ گیاه اسطوخودوس، آزمایشی گل‌دانی بر پایه طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار، در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. تیمارهای تنش آبی شامل ۱۰۰، ۸۵، ۷۰، ۵۵ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی بودند. نتایج تجزیه‌های آماری نشان داد تنش آبی اثر معناداری بر مؤلفه‌های رشدی، درصد و ترکیب اسانس داشت. با کاهش مقدار آب خاک، طول ساقه، وزن تر ساقه و وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه کاهش یافت و طول ریشه و درصد اسانس ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا کرد. کاهش مؤلفه‌های رشدی در سطح پنجم تنش (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) چنان بود که در این سطح بوته‌ها گل بسیار کمی تولید کردند. به همین منظور، برای ایجاد یکنواختی در نتایج آزمایش در همه تیمارها، برای بررسی فاکتورهای مربوط به اسانس، برگ‌ها تجزیه شدند که بیشترین درصد اسانس در شرایط رطوبتی ۸۵ درصد به دست آمد. مهم‌ترین ماده در ترکیب اسانس برگ اسطوخودوس، بورنتول است که با افزایش سطح خشکی مقدار آن افزایش زیادی نشان داد. همچنین کامفور که سبب کاهش کیفیت اسانس می‌شود، با افزایش سطح خشکی ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت. از این رو می‌توان نتیجه گرفت در سطوح اولیه تنش خشکی (۸۵ درصد) درصد اسانس افزایش می‌یابد، ولی با شدیدتر شدن تنش (۵۵ درصد) علی‌رغم کاهش در درصد اسانس تولیدشده، کیفیت اسانس افزایش خواهد داشت. بنابراین بهترین سطح تنش برای افزایش اسانس ۸۵ و برای افزایش کیفیت اسانس ۵۵ درصد ظرفیت زراعی است.

کلیدواژه‌ها: اسطوخودوس، بورنتول، تنش آبی، کامفور، مؤلفه‌های رشد.

۱. مقدمه

تنوع و کثرت گیاهان دارویی با خواص درمانی متعدد اهمیت جهانی دارد، زیرا در حدود ۷۰۰۰۰ هزار گونه گیاه دست کم یک بار در طول تاریخ طب سنتی به عنوان دارو در جوامع بشری استفاده شده‌اند. این گیاهان مخازن غنی از متابولیت‌های ثانوی^۱ یعنی مخازن مواد مؤثره اساسی بسیاری از داروها هستند [۷]. اسانس‌ها از مهم‌ترین مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی هستند. اسانس‌ها یا روغن‌های فرار به‌طور کلی بازممانده‌های ناشی از فرایندهای اصلی متابولیسم گیاهان به‌ویژه در شرایط تنش (استرس برای گیاه) محسوب می‌شوند [۶].

تنش‌های محیطی غیرزیستی به‌ویژه تنش‌های شوری و خشکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید در سیستم کشاورزی به‌شمار می‌روند. علاوه‌بر خصوصیات درونی ویژگی‌های گیاهی، بخش مهمی از عملکرد سالانه محصولات زراعی تحت تأثیر تنش‌های محیطی قرار می‌گیرد [۲]. بر همین اساس، قسمت اعظم برنامه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی در مورد گیاهان دارویی در حال و آینده بر دو محور بهبود رشدونمو گیاه دارویی، برای افزایش مقدار زیست‌توده (بیوماس) محتوای ماده دارویی، با روش‌های به‌زرایی و به‌نژادی و تحریک چرخه‌های بیوشیمیایی درون گیاه برای تولید حداکثر مواد دارویی مورد نظر، از راه تنظیم عوامل مختلف به‌ویژه القای تنش‌های محیطی استوار است [۴]. تنش خشکی، یک فاکتور محیطی اصلی و یک عامل مؤثر محدودکننده در پراکنش جغرافیایی گیاهان و قدرت تولید آنهاست [۲۱].

تحقیقات بر روی کشت گیاهان دارویی در شرایط دارای تنش، نظیر خشکی بسیار محدود است. با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از کشور ایران را مناطق با محدودیت منابع آبی تشکیل می‌دهد، اهمیت تحقیق در این زمینه

بیشتر احساس می‌شود. امروزه تحقیقات زیادی در زمینه چگونگی اثر تنش خشکی روی گیاهان دارویی مختلف که از خانواده نعناعیان هستند انجام گرفته است، به‌طوری که در گیاهان دارویی نظیر گل محمدی تنش خشکی سبب کاهش شادابی، تعداد برگچه و مساحت برگ می‌شود [۱۱]. همچنین در آویشن^۲، تحت تنش خشکی و آبیاری در دوره‌های ۱۰ روزه آبیاری، ارتفاع، وزن خشک و تازه گیاه در مقایسه با دوره آبیاری کمتر، کاهش می‌یابد [۱۴]. خشکی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در کمیت و کیفیت اسانس‌ها مطرح است، به‌طوری که با افزایش خشکی، مقدار کل اسانس بادرنجبویه کاهش می‌یابد [۲۴].

با توجه به تحقیقات بر روی اثر تنش خشکی بر عملکرد گل و مقدار فلاونول-گلیکوزیدها در گیاه بابونه، مشخص شد با افزایش سطوح خشکی، وزن خشک گل‌ها و مقدار فلاونول-0-گلیکوزیدها در بابونه کاهش می‌یابد [۳]. همچنین با افزایش سطح خشکی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، عملکرد پیکر رویشی و عملکرد اسانس گیاه دارویی بادرشبو کاهش می‌یابد [۹]. بیشترین ارتفاع گیاه در شرایط بدون تنش و بیشترین عملکرد اسانس در شرایط متوسط تنش ۳ درصد ظرفیت مزرعه و بیشترین قطر ساقه و درصد اسانس در شرایط شدید تنش (۶ درصد ظرفیت مزرعه) به‌دست آمد. در نهایت بررسی اثر تنش خشکی روی نعناع‌فلفلی نشان داد تیمارهای مختلف خشکی تأثیرات چشمگیر و معناداری بر کلیه صفات مورفولوژیکی، کمیت اسانس و ترکیب اجزای اسانس نعناع‌فلفلی دارند و می‌توان اذعان داشت که نعناع‌فلفلی در خاک‌های حاوی رطوبت کمتر از ۸۵ درصد ظرفیت زراعی، قادر به رشد مناسب نیست [۲۰، ۱۵].

اسطوخودوس گونه *angustifolia* L. (2n = 54) (۲۶)

2. *Thymus vulgaris*

1. Secondary metabolites

گونه دارویی ضرورت دارد. هدف پژوهش حاضر، اندازه‌گیری و مقایسه خصوصیات رشدی، ترکیب و عملکرد اجزای اسانس حاصل از گیاهان تحت تیمار خشکی در سطوح مختلف تنش است.

۲. مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر براساس طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار در سه تکرار که هر تکرار شامل پنج گلدان بود، در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۹۲-۱۳۹۱ انجام گرفت. بذر مورد نیاز برای آزمایش از پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهران تهیه شد. برای شکست خواب بذر، بذور به مدت سه هفته در محیط مرطوب و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و در اسفندماه در گلدان خاکی کشت شدند. پس از گذشت حدود سه هفته از تاریخ کشت، بذرها شروع به سبز شدن کردند و بعد از دو هفته از محیط جوانه‌زنی به محیط کشت نهایی برای اعمال تیمارها منتقل شدند. در هر گلدان (با دهانه ۲۵ سانتی‌متر) پنج نشای چهاربرگی کاشته شد. با احتساب تعداد تیمارها، تکرارها و زیر واحدهای آزمایشی، ۷۵ گلدان در این آزمایش وجود داشت. تیمارهای آبیاری استفاده شده برای اعمال تنش آبی عبارت بودند از D_۱ شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای، D_۲ شرایط ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه‌ای، D_۳ شرایط ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای، D_۴ شرایط ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه‌ای و D_۵ شرایط ۴۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای هر یک با سه تکرار. اعمال تیمارهای تنش خشکی، به روش وزنی استفاده شد.

در این روش، ابتدا به هر گلدان، وزن مشخصی از خاک مزرعه (شنی - لومی) که یکنواخت تهیه شده بود، ریخته شد. برای تعیین مقدار رطوبت موجود در خاک ریخته شده به گلدان یا به عبارتی به منظور تعیین وزن خاک خشک گلدان، ۱۰ نمونه از خاک مورد نظر تهیه شد.

گیاهی است مدیترانه‌ای و منشأ آن جنوب اروپا گزارش شده است. اسطوخودوس به خانواده نعناع^۱ تعلق دارد. نام‌های دیگر اسطوخودوس *Officinalis Chaix L.*، *FragransJord L.* و *Vera DC L.* است [۲۲]. پیکره رویشی این گیاه بوی مطبوعی دارد که ناشی از وجود اسانس است. اسانس در برگ‌ها و گل‌های اسطوخودوس و در حفره‌های مخصوص ساخته و ذخیره می‌شود [۱۶]. اسانس اسطوخودوس در عطرسازی و لوازم آرایشی و بهداشتی، داروسازی، رایحه‌درمانی^۲، صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌های سازگار با محیط زیست و غیره استفاده می‌شود [۲۵]. اسانس گل‌ها در مقایسه با برگ‌ها از کیفیت بهتری برخوردار است و میزان آن به نوع گیاه و شرایط اقلیمی محل رویش گیاه بستگی دارد و بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد است. مهم‌ترین ترکیبات اسانس گل را لینالیل‌استات، لینالول، کامفور و گرانول تشکیل می‌دهد [۵].

نکته شایان توجه در مورد مقدار و ترکیب اجزای اسانس اسطوخودوس تفاوت در این مقادیر در گزارش‌های مختلف است؛ به گونه‌ای که در گزارشی درباره مقدار و ترکیب اجزای اسانس اسطوخودوس پرورش یافته در شمال ایران، تفاوت زیادی بین مقدار اسانس برگ (۰/۶۴ درصد) و گل (۶/۲۵ درصد) مشاهده شد که این مقادیر در دیگر تحقیقات که مهم‌ترین ترکیبات اسانس برگ شامل بورنئول، ۱-سینئول و کامفور است، متفاوت است. همچنین بین نوع ترکیب اجزای اسانس و مقدار آن اجزا در گل‌ها و برگ‌ها تفاوت زیادی وجود دارد [۱۸، ۱۷، ۵].

با توجه به اهمیت اسانس اسطوخودوس در تولید انواع محصولات بهداشتی، آرایشی و دارویی و نیز بحران آبی پیش رو، بررسی چگونگی تأثیرات تنش خشکی بر این

1. Lamiaceae
2. Aromatherapy

۱۵ درجه در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۵ دقیقه توقف در این دما، بود. دمای اتافک تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود و از هلیوم به‌عنوان گاز با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. طیف‌نگار جرمی مورد استفاده با مدل فوق با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. شناسایی طیف‌ها به‌کمک محاسبه شاخص بازداری آنها با استفاده از زمان بازداری و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت.

محاسبه آماری و تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام گرفت و به‌منظور بررسی معناداری اختلاف مقادیر از آزمون ANOVA در سطح اعتماد ۵ درصد استفاده شد و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD انجام پذیرفت.

۳. نتایج و بحث

اغلب صفت‌های اندازه‌گیری شده به‌صورت معناداری تحت تأثیر تیمارهای اعمال‌شده قرار داشته‌اند (جدول ۱). با افزایش تنش خشکی، وزن تر ساقه ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت که این تغییرات معنادار بودند. همچنین با افزایش تنش خشکی، وزن تر و خشک ریشه به‌صورت معنادار ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت (جدول ۱).

در ادامه با افزایش سطح خشکی، طول ساقه به‌طور معناداری کاهش چشمگیری داشت (شکل ۱). همچنین با افزایش تنش خشکی، طول ریشه به‌طور معناداری، ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت (شکل ۱) و با افزایش سطح خشکی، درصد اسانس ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت که این تغییرات معنادار است.

نمونه‌ها پس از توزین به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و با استفاده از میانگین وزن نمونه‌ها، وزن خشک هر گلدان مشخص شد. سپس به هر گلدان به قدری آب داده شد تا به درجه اشباع برسد. ۲۴ ساعت پس از آبدهی کامل گلدان‌ها، نمونه‌های ده‌تایی دوباره در آن و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شد و مقدار آب ظرفیت زراعی گلدان‌ها مشخص شد [۹]. براساس محاسبات یادشده، وزن هر گلدان برای پنج تیمار (آبیاری در حد ظرفیت زراعی به‌عنوان تیمار شاهد و آبیاری پس از تخلیه ۴۰، ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درصد آب قابل استفاده برای اعمال تیمارهای تنش) محاسبه شد. در طول دوره رشد، هر روز گلدان‌های خالی در هر تیمار با ترازو (در حد گرم) توزین شد و هر گلدان در وزن تیمار مربوط، ثابت نگه داشته شد.

سه ماه پس از شروع کشت و پس از کامل شدن رشد رویشی، گیاهچه‌ها بیرون آورده شدند و شاخص‌های مختلف رشد از قبیل طول ریشه، طول ساقه، وزن تر ساقه، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه اندازه‌گیری شد. چهار ماه پس از شروع کشت و در مرحله گلدهی کامل، ۱۰۰ گرم نمونه از هر تکرار هر تیمار برداشت شد. اسانس‌گیری از نمونه‌ها با کلونجر (روش تقطیر با آب) انجام گرفت و عملکرد اسانس با استفاده از بیومس کل، محاسبه شد.

ترکیب و مقدار اجزای اسانس‌های به‌دست‌آمده با استفاده از دستگاه GC-MS شناسایی شد. دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده‌شده از نوع ThermoQuest-Finnigan مدل TRACE MS ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. تنظیمات دمایی دستگاه به‌صورت دمای ابتدایی آن ۶۰ درجه سانتی‌گراد و توقف در این دما به‌مدت ۵ دقیقه، گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی‌گراد و در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت

اثر تنش خشکی روی برخی خصوصیات مورفولوژیکی، کمیت و کیفیت اسانس در اسطوخودوس

جدول ۱. تجزیه واریانس مربوط به اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیکی و کمیت اسانس اسطوخودوس

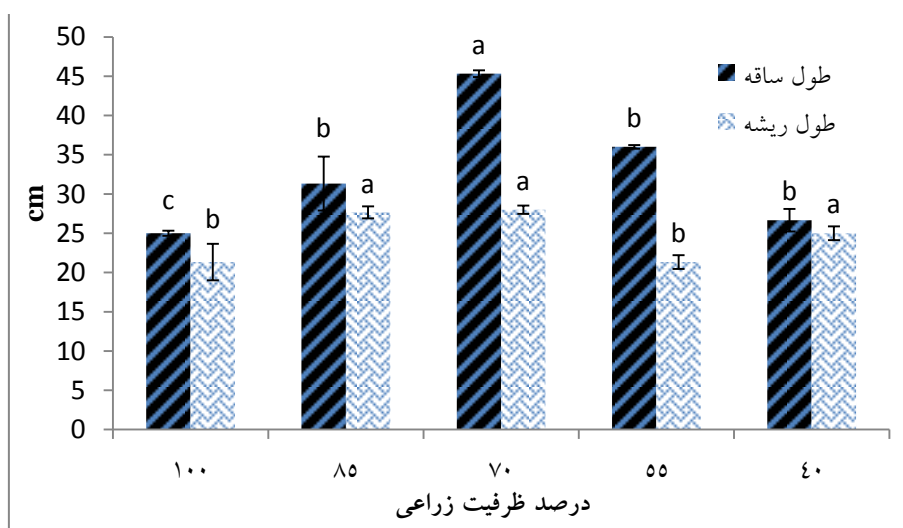
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر ساقه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	طول ساقه	طول ریشه	درصد اسانس
تیمار	۴	۳۸/۳۳*	۴۸/۲۳*	۶/۰۲*	۱۵۶/۹۳*	۳۲/۹۳*	۰/۱۲۴**
خطا	۸	۲۰/۴۸	۱۶/۴۳	۴/۸۶	۲۴/۲۸	۳۵/۹۸	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (%)		۹/۴۰	۲۱/۱۵	۱۳/۷۵	۱۴/۵۵	۲۱/۱۲	۷/۷۲

اعداد ذکر شده در جدول: نتایج به دست آمده با شاهد مقایسه شده و نتیجه نهایی، نسبت عدد به دست آمده با شاهد است که به صورت درصد بیان شده است. *: در هر ستون، اعداد دارای یک حرف مشترک، از نظر آزمون LSD، در سطح ۱ درصد اختلاف معناداری ندارند.

جدول ۲. اثر تنش خشکی بر وزن تر ریشه و ساقه و وزن خشک ریشه

ظرفیت زراعی (%)	وزن تر ساقه (gr)	وزن تر ریشه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)
۱۰۰	۲۰/۳۳ ± ۱/۹۸ ^b	۲۴ ± ۰/۰۱۷ ^b	۹/۱۳ ± ۰/۰۰۴ ^c
۸۵	۲۵ ± ۲/۸۸ ^a	۳۲/۶۶ ± ۰/۰۲۸ ^a	۱۵/۰۳ ± ۰/۰۰۴ ^b
۷۰	۲۵ ± ۲ ^a	۳۲ ± ۰/۰۴۷ ^a	۱۸/۳۳ ± ۰/۰۰۱ ^a
۵۵	۲۹ ± ۲ ^{ab}	۲۵/۶۶ ± ۰/۰۶۳ ^{ab}	۱۵/۳۳ ± ۰/۰۰۱ ^b
۴۰	۲۴/۶۶ ± ۱/۵۵ ^b	۲۲/۳۳ ± ۰/۰۶۸ ^b	۱۵ ± ۰/۰۰۲ ^b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معناداری ندارند.



شکل ۱. اثر تنش خشکی بر طول ساقه و طول ریشه

میانگین‌هایی که دست کم دارای یک حرف مشترک‌اند، تفاوت معنادار ندارند.

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

گسترش طول ریشه، قدرت جذب آب افزایش می‌یابد و اثر تنش خشکی کم می‌شود که این نتیجه با نتایج تحقیقات روی بادرنجبویه و پونه‌سای البرزی مطابقت دارد [۱۲، ۱۳]. نتایج مربوط به افزایش درصد اسانس در سطوح متوسط تنش خشکی همسو با نتایج تحقیقی که در آن قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه درصد اسانس دانه‌های انیسون را افزایش داد و آنتول بیشتری تولید شد و با نتیجه دیگری که با افزایش سطح تنش خشکی بر مقدار اسانس بایونه افزوده شد و بیشترین مقدار و عملکرد اسانس تولیدی در سطح ۷۰ درصد ظرفیت زراعی بود، مطابقت دارد [۱]. افزایش مقدار اسانس در این تیمار نسبت به شاهد ۲۱/۲ درصد بود. نکته مهم این است که همیشه، با افزایش شدت تنش، مقدار اسانس افزایش نمی‌یابد، زیرا در تنش‌های شدیدتر، گیاه بیشتر مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید ترکیب‌های تنظیم‌کننده اسمزی از جمله پرولین، گلسین - بتائین و ترکیب‌های قندی مانند ساکارز، فروکتوز و فروکتان‌ها می‌کند تا شرایط لازم برای ادامه حیاتش فراهم شود [۱].

با توجه به نتایج، ترکیب اجزای اسانس تحت تأثیر تنش خشکی، تغییر کرده است، به طوری که با افزایش سطح خشکی، مقدار بورنتول^۲ افزایش، ترکیبات مختلف سیمن^۳ و سیکلولورنون^۴ کاهش و کادینول^۵، کامفور^۶ و کادینین^۷ ابتدا تا سطح خشکی ۸۵ درصد و ۷۰ درصد کاهش و سپس افزایش داشته است (جدول ۳). همچنین کاریوفیلن اکسید^۸ و ۱-۸ سیمن^۹ ابتدا در سطح خشکی ۸۵ درصد افزایش یافته و سپس دارای روند کاهشی بوده‌اند.

2. Borneol
3. Cymen
4. Cycloolorenone
5. Cadinol
6. Camphor
7. Cadinene
8. Caryophyllene oxide
9. Cymen-8-ol

در زمینه کاهش وزن تر ساقه، در بررسی اثر تنش خشکی در ریحان، این تنش موجب کاهش طول ساقه‌چه، وزن تر، ریشه‌چه و ساقه‌چه و دانه شده است (شکل ۲) [۸]. کاهش وزن تر اندام هوایی و در نتیجه کاهش مقدار کلروفیل و سطح فتوسنتز، ممکن است به دلیل کاهش انرژی گیاه که صرف جذب آب در شرایط تنش، افزایش غلظت پروتوپلاست، تغییر در مسیرهای تنفسی و مسیر فسفات-پنتوز می‌شود باشد [۸].

درباره کاهش طول ساقه با افزایش تنش خشکی، این نتایج با تحقیقاتی که در آنها اثر دوره‌های آبیاری ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ روزه روی گیاه بایونه بررسی و مشخص شد که با کاهش دوره‌های آبیاری تا ۱۰ روز یکبار، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌زایی و گل‌ها، قطر گل و وزن تر و خشک گل و مقدار اسانس گیاه کاهش می‌یابد، تأیید می‌شود. همچنین در آویشن^۱، تحت تنش خشکی و آبیاری در دوره‌های ۱۰ روزه آبیاری، ارتفاع گیاه، وزن خشک و تازه گیاه در مقایسه با دوره آبیاری کمتر یا بدون تنش، کاهش می‌یابد [۱۴]. در ریحان تنش خشکی سبب کاهش طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، ساقه‌چه و دانه شده است [۸]. یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه رشد و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه و برگ‌هاست. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم‌آبی بر گیاهان را می‌توان از اندازه کوچک‌تر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد. به‌علاوه در شرایط کم‌آبی جذب مواد و عناصر غذایی نیز کاهش می‌یابد و بنابراین رشد و توسعه برگ‌ها محدود می‌شود. در زمینه افزایش طول ریشه تحت افزایش تنش خشکی بیان می‌شود که در گیاه در مواجهه با تنش خشکی، ریشه یکی از اندام‌هایی است که شروع به گسترش می‌کند تا سطح جذب‌کننده گیاه را افزایش دهد. در نتیجه متناسب با

1. *Thymus vulgaris*

اثر تنش خشکی روی برخی خصوصیات مورفولوژیکی، کمیت و کیفیت اسانس در اسطوخودوس

شایان ذکر است که برخی از اجزا در بعضی از سطوح خشکی به خصوص در سطوح متوسط خشکی، تولید نشده‌اند. با افزایش تنش به خصوص تا سطوح متوسط، اجزایی از اسانس که تعیین کننده کیفیت آن هستند، به نفع افزایش کیفیت اسانس، افزایش و کاهش نشان داده‌اند؛ به طوری که بورنئول، کاریوفیلن اکسید و ۱-۸ سیمن از ترکیبات مهم اسانس، افزایش؛ و کامفور^۱ از اجزای کاهش دهنده کیفیت اسانس، کاهش یافت.

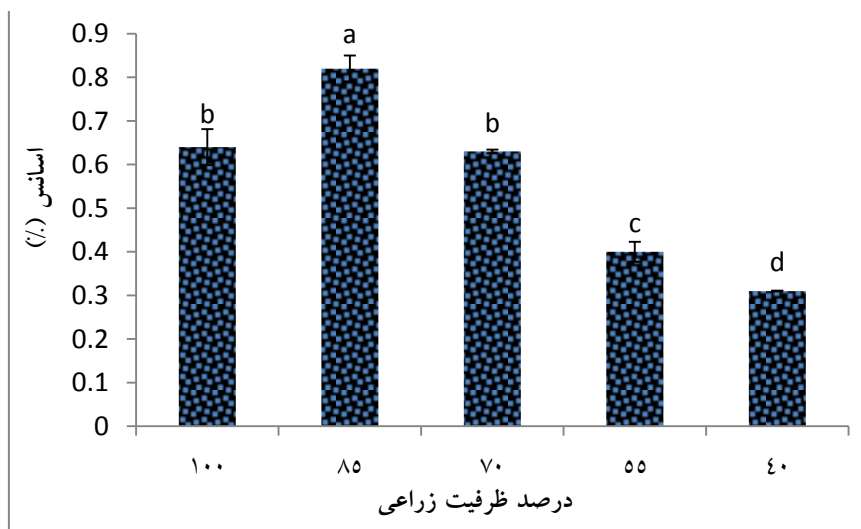
جدول ۳. نوع و میانگین مقادیر اجزای اسانس اسطوخودوس تحت سطوح مختلف تنش خشکی

تیمار خشکی					متابولیت‌های ثانویه
درصد ظرفیت زراعی					
۴۰	۵۵	۷۰	۸۵	۱۰۰	
۴۷	۴۳/۹۶	۴۱/۹	۴۲/۷۳	۳۸/۸۶	Borneol
۲۰/۰۵	۲۰/۹۳	۱۷/۸	۱۶/۶	۲۰/۰۳	epi- α -Cadinol
۲/۲۲	۶/۴۶	۱۱/۷۵	۱۴/۵۶	۶/۰۳	Caryophyllene oxide
۰/۳	۰/۴۳	۰/۱	۲/۶۶	۰/۳۶	Cineol-۱,۸
۵/۵	۳/۶۶	۲/۷	۲/۹	۳/۴۳	Camphor
۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۸۳	۱/۲۶	p-Cymen-8-ol
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱	۰/۴۳	۰/۶۶	p-Cymen-9-ol
۵/۱۵	۶/۲۶	۷/۹۳	۴/۶۳	۶/۷۳	γ -Cadinene
۳/۷	۳/۷۳	۳/۲	۲/۴۶	۳/۹	cis-14-nor>Muurool-5-en-4-one>
۴/۹	۵/۳	۴/۱	۴/۰۶	۶/۰۳	Cyclolorenone
۰/۷۳	۲/۰۳	۲/۰۵	۱/۰۳	۱/۷۶	Hexahydrofarnesyl acetone
۱/۰۵	۱/۳	۱/۱۶	۰/۷۳	۱/۱۳	di-epi-cubenol-۱,۱۰
۰/۱۶	۰/۲۳	۰/۶	۰/۱۳	۰/۳	Camphene
۰/۱	۰/۱۳	-	۰/۶	۰/۱۶	p-Cymene
۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۴۶	۰/۴	Crypton
۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۳	۰/۲۳	Eucarvone
۰/۱۵	۰/۰۶	-	۰/۱۳	۰/۲	Borneol Formate
۱/۱۳	۱/۳	۰/۷۵	۰/۸۶	۰/۰۶	Cumin aldehyde
۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۳۳	Carvone
۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۱	-	phellandral
۰/۶	۰/۵	۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۵	Bornyl acetate-۱
۰/۵	۰/۳۳	۰/۲	۲/۱۶	۰/۶	α -Santalene
۰/۳	۰/۵	۰/۵۵	۰/۳۳	۰/۳	α -Calacorene
۸۹/۹	۹۸/۸	۹۹/۵	۹۹/۶	۹۹/۵	total

1. Camphor

همچنین تنش آبی می‌تواند نوع ترکیب‌های اسانس را نیز تغییر دهد. نتایج، تغییراتی را هم در کل اسانس تولیدی و هم در نوع ترکیب‌های اسانس‌ها نشان داد. در این آزمایش، تنش رطوبت وزن برگ و مقدار منوترپنوئیدهای برگ را کاهش داد. از این رو با توجه به تحمل مناسب گیاه اسطوخودوس نسبت به خشکی، امکان کشت و کار گسترده این گیاه در مناطق مختلف با آبیاری کم در فصول گرم و مناطقی با بارندگی متوسط به صورت دیم وجود دارد. بنابراین با توجه به کاهش مصرف آب در این گیاه دارویی، افزایش درصد و کیفیت اسانس ممکن است تا حدی کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی را جبران کند. از این رو بهترین سطح تنش برای افزایش اسانس ۸۵ و برای افزایش کیفیت اسانس ۵۵ درصد ظرفیت زراعی است.

تغییرات ایجادشده در ترکیب اجزای اسانس اسطوخودوس تحت تأثیر تنش خشکی، در گیاهان دارویی دیگر نیز گزارش شده است، به طوری که با افزایش تنش خشکی، وزن خشک و تر، در دو گونه ریحان به نام ریحان شیرین^۱ و ریحان آمریکایی کاهش یافت و ترکیب اسانس نیز بسیار تحت تأثیر خشکی قرار گرفت. همچنین تحقیقات درباره اثر تنش خشکی بر عملکرد گل و مقدار فلاونول-گلیکوزیدها در گیاه بابونه نشان داد با افزایش سطوح خشکی، وزن خشک گل‌ها و مقدار فلاونول-0-گلیکوزیدها در بابونه کاهش می‌یابد. از این رو این تغییرات را می‌توان به صرف بیشتر انرژی گیاه برای جذب آب در شرایط تنش، تغییر و افزایش غلظت پروتوپلاست، تغییر در مسیرهای تنفسی و مسیر فسفات پنتوز مربوط دانست که به نوعی در تولید آنزیم‌های تولیدکننده اسانس در گیاه اختلال ایجاد می‌کنند و در نتیجه سبب تغییر اجزای اسانس می‌شوند [۱۹، ۳].



شکل ۲. اثر تنش خشکی بر درصد اسانس میانگین‌هایی که دست کم دارای یک حرف مشترک‌اند، تفاوت معنادار ندارند.

1. *Ocimum basilicum* L.

منابع

۱۰. جوانشیر ع، زهتاب سلماس س، امیدبیگی ر، آلیاری ه و قاسمی گلعداری ک (۱۳۸۰) اثرات آبیاری و تاریخ کاشت بر روی میزان اسانس و آنتول در گیاه دارویی انیسون. همایش ملی گیاهان دارویی ایران. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
۱۱. طبائی عقداپی ر و بابائی م (۱۳۸۵) مشاهده شاخص‌های ژنتیکی گل محمدی از نظر واکنش به خشکی در مرحله اولیه رشد. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۸. مؤسسه تحقیقات و جنگل‌ها و مراتع کشور (۲۶-۲۴) بهمن ۱۳۸۰. صص. ۱۱۸-۱۱۷.
۱۲. عباس‌زاده ب، شریفی‌عاشورآبادی ا، لباسچی م ح و نادری‌حاجی باقرکندی م (۱۳۸۶) اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، فندهای محلول، کلروفیل و آب نسبی بادرنجبویه (*Melissa officinalis L.*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(۴): ۵۱۳-۵۰۴.
۱۳. عباسقلی‌زاده م (۱۳۹۰) اثر تنش خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی پونه‌سای البرزی (*Nepeta ramosa*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، ۸۶ ص.
14. Aziz EA, Hendawi ST, Azza EED and Omer EA (2008) Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil and constituents of *Thymus vulgaris* Plant. *Amrican-Eurasian Journal Agriculture and Enviromental Sciences*. 4(4): 443-450.
15. Farahani HA, Valadabadi SA, Daneshian J and Khalvati MA (2009) Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis L.*) under water deficit stress conditions. *Journal of Medicinal Plants Research*. 3(5): 329-333.
۱. آرزمجوا، حیدری م و قنبری ا (۱۳۸۹) اثر تنش خشکی و نوع کود بر عملکرد و کیفیت بابونه آلمانی. علوم زراعی ایران. ۱۲(۲): ۱۱۱-۱۰۰.
۲. احمدی‌خواه ا (۱۳۸۸) واکنش گیاهان به تنش‌های محیطی غیرزنده. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۳۲۶ ص.
۳. افضل‌ی ف، شریعتمداری ح، حاج‌عباسی م ع و معطر ف (۱۳۸۶) تأثیر تنش‌های شوری و خشکی بر عملکرد گل و میزان O-فلاونول گلیکوزیدها در گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳(۳): ۳۹۰-۳۸۲.
۴. امیدبیگی ر (۱۳۸۴a) رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول. انتشارات آستان قدس رضوی. ۲۸۳ ص.
۵. امیدبیگی ر (۱۳۸۴b) تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۰ ص.
۶. بخت‌آزار ز (۱۳۸۷) مروری بر مشخصات و خواص و کاربرد اسانس‌های گیاهی. ۲۳۰ ص.
۷. بی‌نام. پایگاه الکترونیکی خدمات پزشکی ایران. WWW.IranEMs.com
۸. حسنی ع (۱۳۸۵a) اثر تنش آبی ناشی از پلی‌اتیلن گلاکول بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه ریحان. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۱(۴): ۵۴۳-۵۳۵.
۹. حسنی ع (۱۳۸۵b) بررسی تأثیر تنش کم‌آبی بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۲(۳): ۲۶۱-۲۵۶.

16. Haig TJ, Haig TJ, Seal AN, Pratley JE and Wu H (2009) Lavender as a source of novel plant compounds for the development of a natural herbicide. *Journal of Chemistry and Ecology*. 35: 1129-1136.
17. Hassanpouraghdam MB, Hassani A, Vojodi L, HajisamadiAsl B and Rostami A (2011) Essential oil constituents of *Lavandula officinalis* Chaix. from northwest Iran. *Chemija*. 22(3): 167-171.
18. Kara N and Baydar H (2013) Determination of lavender and lavandin cultivares. (*Lavandula* sp.) containing high quality essential oil in Isparta, Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*. 18(1): 58-65.
19. Khalid Kh A (2006) Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). *Internatinal Agrophysics*. 20: 289-296.
20. Khorasaninejad S, Mousavi A, Soltanloo H, Hemmati KH and Khalighi A (2011) The effect of drought stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of Peppermint (*Mentha piperita* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*. 5(22): 5360-5365.
21. Kim CY, Ahn YO, Kim SH, Kim YH, Lee HS, Catanach AS, Jacobs JME, Conner AJ and Kwak SS (2010) The sweet potato IbMYB1 gene as a potential visible marker for sweetpotato intragenic vector system. *Physiologia Plantarum*. 139: 229-240.
22. Lis-Balchin M (2002) *Lavender The genus Lavandula*. Taylor & Francis, UK. 296p.
23. Razmjoo K, Heydarizadeh P and Sabzalian MR (2008) Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomila*. *International Journal of Agriculture and Biology*. 10: 451-4.
24. Ozturk A, Unlukara A, Ipek A and Gurbuz B (2004) Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.). *Pakistan Journal of Botany*. 36(4): 787-792.
25. Tonutti I and Liddle P (2010) Aromatic plants in alcoholic beverages. *Flavour and Fragrance Journal*. 25: 341-350.
26. Uhrikova A, Ferakova V and Schwarzova T (1983) In IOPB chromosome number reports. *Taxon*. 32: 507-508.