فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، شماره پیاپی ۶، سال دوم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳

تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر برخی فاکتورهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی اسانس در گیاه دارویی *Lavandula angustifolia* L.

محمدمهدی ضرابی[۱]، سودابه مفاخری*[۲]، بهور اصغری[۳] و سحر عابدی[٤]

[۱] استادیار، گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

[۲و۳] استادیار، گروه تولید و اصلاح نباتات، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

[٤] کارشناس، گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/٦/۲۳

چکیده

تنش‌های محیطی مختلف از جمله عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشند. اما اعمال این تنش‌ها روی گیاهان دارویی بر میزان مواد مؤثره آن‌ها اثرگذار است.در این تحقیق تأثیر مقادیر مختلف آبیاری بر برخی فاکتورهای کمی و کیفی در گیاه دارویی اسطوخدوس (*L. angustifolia* L.) مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور قلمه‌های ریشه‌دار اسطوخدوس در بهار ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره) کشت شد و اثرات سطوح مختلف آبیاری (۲۰، ٤۰، ٦۰ و ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه یا FC) بر برخی فاکتورهای مورفولوژیکی و عملکرد اسانس گیاه در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار بررسی گردید. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب (طرح کلونجر) انجام و مواد موثره اسانس به وسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC/MS) شناسایی گردید. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در تمام اندازه‌گیری‌ها، سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی در بوته داشت اما در ارتفاع گیاه، قطر ساقه و طول و عرض برگ تفاوت معنی‌دار ایجاد نگردید. همچنین تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد اسانس، میزان کلروفیل و مقاومت روزنه‌ای نیز نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در این صفت‌ها بود. بیشترین درصد اسانس (۲/٦ درصد)، بیشترین میزان کلروفیل (٥٤/۷۳)، بالاترین مقدار مقاومت روزنه‌ای (۱۲/۲) و بیشترین مقدار آلفا-پینن، بتا-پینن و آلفا-کادینول، در تیمار آبیاری ٤۰٪ FC حاصل گردید.

واژگان کلیدی: آبیاری، اسانس، اسطوخدوس، ظرفیت مزرعه، گیاه دارویی

*نویسنده مسئول: smafakheri@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تنش‌های محیطی مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند. هر چه مقاومت به این تنش‌ها بیشتر شود، امکان افزایش محصول فراهم‌تر خواهد بود. در برخی نقاط کره زمین به‌دلیل موقعیت خاص جغرافیایی، عوامل تنش‌زا در تولید محصولات کشاورزی تأثیر بیشتری دارند. ایران ازجمله این کشورهاست که در اکثر زمین‌های زراعی آن، تنش‌های مهم غیرزنده نظیر خشکی، موجب کاهش عملکرد، از بین رفتن حاصلخیزی خاک و گاهی عدم امکان ادامه کشاورزی شده است. در سال‌های اخیر، گیاهان دارویی بازگشتی دوباره به طب ایران داشته‌اند و در همه نقاط کشور مورد کشت و کار قرار گرفته‌اند. کشت این گیاهان نیازمند بررسی قابلیت آن‌ها برای تولید در سطح وسیع و بررسی مقاومت آن‌ها به شرایط نامساعد محیطی از جمله کمبود آب آبیاری است (کافی و همکاران، ١٣٩١). اسطوخودوس با نام علمی *Lavandula angustifolia* L. گیاهی دارویی از خانواده نعناع می‌باشد. این گیاه خشبی و چند ساله، ارتفاعی ٤٠ تا ٦٠ سانتی‌متری دارد. دارای سیستم ریشه طویل به عمق ٣ تا ٤ متر، برگ‌های نیزه‌ای شکل به رنگ سبز تیره، کرک‌های فراوانخاکستری تا نقره‌ای و همچنینگل‌هایی به رنگ آبی متمایل به بنفش که به‌صورت گل آذین خوشه بر روی ساقه گل‌دهنده قرار گرفته‌اند، می‌باشد (امیدبیگی، ١٣٨٤). گل‌ها و پیکر رویشی اسطوخودوس حاوی اسانس است، که در صنایع آرایشی بهداشتی کاربرد فراوانی دارد. مهم‌ترین ترکیبات اسانس این گیاهلینالول، لینالیل استات، ١و ٨-سینئول و کامفور است. در اکثر فارماکوپه‌ها به خاصیت دارویی مواد مؤثره این گیاه اشاره شده و مصرف آن برای درمان بیماری‌های مربوط به سیستم عصبی و رماتیسم توصیه شده است (Da Portoa et al., 2009).

مطالعات زیادی به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گیاهان دارویی انجام شده است. به‌عنوان مثال در یک تحقیق علمی، تاثیر دور آبیاری بر تعدادی از گیاهان فضای سبزی از جمله اسطوخدوس، سرخارگل و رعنازیبا مورد بررسی قرار گرفت، این آزمایش به‌صورت گلدانی و در شرایط گلخانه اجرا گردید. نتایج حاصل نشان داد که اسطوخدوس دارای مقاومت بالایی در برابر کم آبی است و فاکتورهای رویشی این گیاه تنها در شرایط تنش شدید تحت تاثیر قرار گرفتند (Zollinger et al., 2006). همچنین تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر فاکتورهای فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی گیاه دارویی رزماری به صورت آزمایش گلدانی، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که با افزایش دور آبیاری، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، سطح برگ، وزن خشک و طول ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابند (Sánchez-Blanco et al., 2004).

در پژوهشی که بر روی سه گیاه دارویی شوید، گشنیز و رازیانه انجام شد، صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته و تعداد شاخه جانبی در بوته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که کاهش میزان آب در خاک از حد ظرفیت زراعی (FC) تأثیر معنی‌دار و متفاوتی بر تمامی صفات مورد مطالعه داشت (امیری دهاحمدی و همکاران، ١٣٩١). در آزمایشی دیگر، اثرات سطوح مختلف تنش خشکی و کمپوست زباله شهری بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی به صورت گلخانه‌ای بررسی گردید. تیمارها شامل سه سطح آبیاری؛ کامل درحد ظرفیت مزرعه‌ای (شاهد)، ٨٠ درصد ظرفیت مزرعه‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

(تنش ملایم) و ٦٠ درصد ظرفیت مزرعه‌ای (تنش شدید) و چهار سطح کود کمپوست بودند. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش تنش خشکی فاکتورهای اندازه‌گیری شده کاهش یافتند (فروزنده، ۱۳۹۰). به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و زمان برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد انیسون (*Pimpinella anisum* L.) تحقیقی انجام گرفت که در آن اثر تنش خشکی در سه سطح و در مراحل مختلف رشدی گیاه اعمال گردید. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه، تعداد چتر در بوته، شاخص برداشت، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. به استثنای درصد اسانس، تمامی صفات مذکور در شرایط تنش خشکی به طور معنی‌داری کاهش یافتند، اما درصد اسانس افزایش یافت (حیدری، ۱۳۹۱). در تحقیقی دیگر به منظور بررسی اثر تنش کم آبی در مراحل رویشی و زایشی، روی کمیت و کیفیت اسانس شوید آزمایشی دوساله اجرا گردید. نتایج نشان داد که میزان آب در دسترس و مراحل رشد اثرات معنی‌داری بر کمیت و کیفیت اسانس داشتند. در تمامی تیمارهای آبیاری، درصد وعملکرد اسانس سرشاخه‌های گلدار و دانه‌ها بیشتر از برگ‌ها بود. درصد اسانس برگ‌ها، سرشاخه‌های گل‌دار و دانه‌های گیاهانی که در مراحل مختلف نموی تحت تأثیر تنش‌های ملایم و شدید خشکی قرار گرفته بودند به‌طور چشم‌گیری افزایش یافت (عندلیبی،۱۳۹۰). نتایج حاصل از تحقیقات نشان داده که عموماً تشکیل و تجمع اسانس، در گیاهان تحت شرایط محیطی خشک، افزایش نشان می‌دهد (Abreu and Mazzafera, 2005; Bannayan et al., 2008).

تعیین مناسب‌ترین مقدار آب آبیاری به‌منظور تولید بهترین کیفیت و کمیت محصول در گیاه دارویی و زینتی اسطوخودوس امری ضروری است. لذا در این پژوهش اثرات کمبود آب در مراحل مختلف رشد و نمو، بر فاکتورهای مورفولوژیکی، میزان و اجزای اصلی اسانس پیکر رویشی اسطوخودوس مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تغییرات ناشی از مقادیر مختلف آب بر ویژگی‌های مورفولوژی و عملکرد اسانس گیاه اسطوخودوس در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بین‌المللی امام‌خمینی (ره)،در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ٤ تیمار انجام پذیرفت. تیمارها شامل سطوح مختلف آبیاری بر اساس ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه (FC) بود. برای انجام این پروژهاز گلدان‌های پلاستیکی مشابه به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر و قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر استفاده شد. گلدان‌ها با حجم مساوی خاک پر گردید و سپس قلمه‌های ریشه‌دار اسطوخدوس که همگی هم‌شکل و هم‌اندازه بودند در گلدان‌ها کشت شدند. رطوبت خاک گلدان‌ها هر ٤ روز یک‌بار به‌وسیله دستگاه رطوبت سنج مدل ΔT(TYPE WET-2)که قبلاً برای خاک مورد استفاده کالیبره شده بود اندازه‌گیری گردید و بسته به تیمار مورد نظر در تمام دوره آزمایش آبیاری صورت گرفت.

در طی دوره اجرای آزمایش هر چهار هفته یک بار ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه نظیر ارتفاع، تعداد شاخه‌های فرعی، طول و عرض برگ و قطر شاخه اندازه‌گیری و ثبت گردید. قبل از برداشت نیز میزان کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج و مقاومت روزنه‌ای نیز با استفاده از دستگاه پرومترمدل AP4 (DELTA-T DEVICES-U.K.) بر حسب ثانیه بر سانتی‌متر تعیین شد. از هر گلدان نمونه‌هایی جهت خشک کردن و اسانس‌گیری تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب و

Archive of SID

www.SID.ir

توسط دستگاه کلونجر انجام گردید و در نهایت درصد اسانس محاسبه شد.

آنالیز GC و GC-Ms: آنالیز کمی اسانس به دست آمده، به وسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی Shimadzu مدل ٢٠١٤ انجام گرفت که مجهز به آشکار ساز FID و ستونی به طول ٣٠ متر، قطر داخلی ٠/٢٥ میلی‌متر و ضخامت لایه ٠/٢٥ میکرومتر از نوع HP-5 بود. برنامه دمایی اعمال شده به صورت زیر بود: دمای آون در ابتدای آنالیز ٥٠ درجه سانتی‌گراد بود که به مدت ١٠ دقیقه این دما ثابت نگه داشته می‌شد و سپس افزایش دما تا ٢٥٠ درجه سانتی‌گراد با شیب دمایی ٣ °C/min انجام گرفت و در نهایت افزایش دما تا ٣٠٠ °C با شیب دمایی ٤ °C/min اعمال گردید. دمای محل تزریق ٢٥٠ °C بود و از گاز هلیم با سرعت جریان ١/١ml/min به‌عنوان گاز حامل استفاده شد. ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی Agilent مدل 7890A که متصل به یک طیف‌نگار جرمی Agilent مدل 5975C بود، شناسایی گردید. مشخصات ستون و برنامه‌ریزی دمایی این دستگاه مشابه دستگاه قبل بود. دمای منبع یونیزاسیون طیف‌نگار جرمی ٢٣٠ °C و ولتاژ یونیزاسیون آن نیز ٧٠ الکترون ولت بود.

شناسایی مواد تشکیل دهنده اسانس به‌وسیله محاسبه اندیس بازداری کواتز برای هر کدام از ترکیبات و مقایسه آن‌ها با مقادیر موجود در منابع (Adams, 2007) و همچنین مقایسه طیف جرمی آن‌ها با اطلاعات موجود در کتاب‌خانه داخلی دستگاه GC-Ms انجام گرفت.

نتایج

فاکتورهای مورفولوژیکی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در هر چهار سری اندازه‌گیری، سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی در بوته داشت (در سطح ٥ درصد)، اما در سایر صفات از جمله ارتفاع گیاه، قطر ساقه و طول و عرض برگ تفاوت معنی‌دار نگردید (جدول‌های ١ تا ٤).همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین‌ها مشاهده می‌شود، در سری اول نمونه‌برداری، بیشترین تعداد شاخه فرعی در تیمار کاربرد آبیاری ٢٠٪ FC تولید گردید. با این وجود از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ٢٠٪، ٦٠٪ و ٨٠٪ FC مشاهده نشد (جدول ٦). در سری‌های دوم، سوم و چهارم نمونه‌برداری، بیشترین تعداد شاخه فرعی را تیمار آبیاری ٨٠٪ FC به‌ترتیب به تعداد ١٠، ١١/٣٣ و ١٢/٦٧ شاخه در سری‌های مختلف، تولید نمود، با این وجود از لحاظ آماری بین تیمارهای ٨٠٪ و ٢٠٪ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ٦).

فاکتورهای فیزیولوژیکی: اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ و مقاومت روزنه‌ای فقط در سری چهارم داده‌برداری، و قبل از برداشت پیکر رویشی گیاه،انجام گرفت و نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ٥ درصد در فاکتور میزان کلروفیل برگ و در سطح ١ درصد در مقاومت روزنه‌ای بود (جدول ٤). میزان آب آبیاری تأثیر معنی‌داری بر مقدار کلروفیل برگ در سطح احتمال ١ درصد داشت (جدول ٤). مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل برگ متناسب با کاهش FC بود، به طوری که بیشترین مقدار کلروفیل برگ در تیمار ٢٠٪ FC به میزان ٥٦/٤٣ ثبت گردید. با این وجود از لحاظ آماری دو تیمار ٤٠٪ و ٢٠٪ FC در یک سطح قرار گرفتند (جدول ٦).

همانگونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول ٤) مشاهده می‌شود، تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر مقدار مقاومت روزنه‌ای داشت (در سطح ١ درصد). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاهش میزان آب در دسترس گیاه، مقاومت روزنه‌ای به‌طور معنی‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش می‌یابد. بیشترین میزان مقاومت روزنه‌ای در تیمارهای ۲۰٪ و ٤۰٪ FC به‌ترتیب به میزان ۱۱/۱ و ۱۲/۲ و کمترین مقدار آن در تیمار ۸۰٪ FC به میزان ٤/۲۵ مشاهده گردید (جدول ٦).

درصد اسانس: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، بیانگر آن بود که تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر درصد اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار اسانس در تیمار ٤۰٪ FC (۲/٦ درصد) حاصل گردید که در مقایسه با تیمار ۸۰٪ FC (۱/۸۵ درصد)، بیش از ۲۸ درصد افزایش نشان می‌دهد (جدول ٦).

ترکیبات اسانس: در اسانس اسطوخودوس ۲۷ ترکیب مختلف شناسایی شد که از آن میان شش ترکیب بیشترین درصد تشکیل‌دهنده اسانس بودند. به همین دلیل داده‌های مربوط به این شش ترکیب آنالیز گردید. اطلاعات به دست آمده از تجزیه داده‌های آزمایش بیانگر آن بود که تأثیر سطوح مختلف آبیاری در سطح یک درصد بر میزان ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس اسطوخودوس معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین مقدار آلفا-پینن، بتا-پینن و آلفا-کادینول در اسانس گیاهان تحت تیمار آبیاری ٤۰٪ ظرفیت مزرعه و به‌ترتیب به مقدار ۲/۸۹۳، ۳/۷۵۹ و ۳/٦۵۸ درصد مشاهده شد، که در مقایسه با مقدار ترکیبات مذکور در تیمار ۸۰٪ ظرفیت مزرعه (۱/۵٦٦، ۱/۷٦۷ و ۲/۰٦۳ درصد) به‌ترتیب بیش از ٤۵، ۵۲ و ٤۳ درصد افزایش نشان داده است(جدول ۷). بالاترین مقدار ۱و۸-سینئولو کامفوردر اسانس گیاهان تحت تیمار رژیم آبیاری ۸۰٪ FC و به مقدار ٤۱/۲۸٤ و ۱۸/۷٦۵ درصد، و بیشترین میزان برنئولدر تیمار ۲۰٪FC تولید گردیدند (جدول ۷).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سری اول داده‌برداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع	قطر ساقه	شاخه فرعی	طول برگ	عرض برگ
تیمار	۳	۲/٤۱٦ns	۱/٤۰٤ns	*۱٦/۳۰٦	۲۲/۱۷۱ns	۰/۲۲۱ns
خطای آزمایش	۸	۱۸/۵۷۳	۲٤/۳۱۰	۳۸	۱۹۸/۲۰۲	۲/۸٤۰
کل	۱۲					

ns، * و** به‌ترتیب بی‌معنی، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سری دوم داده‌برداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع	قطر ساقه	شاخه فرعی	طول برگ	عرض برگ
تیمار	۳	۰/۵٤۸ns	۲/۹۷۲ns	*۲۲	۲٦/۰۰۸ns	۰/۸۱۵ns
خطای آزمایش	۸	۱۲/۸٦۷	٦۵/٤٦۵	۵٤/٦٦۷	۳۵٤/٤۵۹	۲/٦۰۰
کل	۱۲					

ns، * و** به‌ترتیب بی‌معنی، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سری سوم داده‌برداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع	قطر ساقه	شاخه فرعی	طول برگ	عرض برگ
تیمار	۳	۱/۱۵۹ns	٤/۳۷۳ns	*۲٦	۲۱/۷۹۱ns	۰/۱٤۵ns
خطای آزمایش	۸	۱۰/۸۳۳	۷۱/۱۲۰	٤۲/٦٦۷	۲۷۱/٤۱۸	۲/۵۸۳
کل	۱۲					

ns، * و** به‌ترتیب بی‌معنی، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سری چهارم داده‌برداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع	قطر ساقه	شاخه فرعی	طول برگ	عرض برگ	میزان کلروفیل	مقاومت روزنه‌ای
تیمار	٣	٣٦/٠٨٣ns	٤/٩٥٢ns	*٤٧/٣٣٣	١١١/٣٤٨ns	١/٨٨٦ns	**٧٦/٦٨٦	**٣٩/٣٢٢
خطای آزمایش	٨	٢٣٦/٧٨٠	٨٤/٧٦٠	٨٦/٦٦٧	١٣٦٩/٤٩١	١٨/٩٣٤	٧/٣٦٨	١/٣٨٦
کل	١٢							

ns، * و** به‌ترتیب بی‌معنی، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ٥: تجزیه واریانس درصد اسانسو ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد اسانس	α-Pinene	β-Pinene	1,8-Cineole	Camphor	Borneol	α-Cadinol
تیمار	٣	**٠/٢١٠	**٠/٦١٤	**١/٤٦٧	**٨/٥٥٧	**١٠/٥٦١	**٧/٢٣٠	**٠/٩٧٦
خطای آزمایش	٤	٠/٠٠٨	٠/٠٠٢	٠/٠٠٦	١/٢٤٦	٠/٠٩٦	٠/٢٣٧	٠/٠٠٤
کل	٨							

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ٦: مقایسه میانگین فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	ارتفاع (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	شاخه فرعی(عدد)	طول برگ (میلی‌متر)	عرض برگ(میلی‌تر)	درصد اسانس(٪)	میزان کلروفیل	مقاومت روزنه ای
داده‌های سری اول								
٪٨٠	١٢/٩٣ a	٣/٣٢ a	٨/٠٠ a	٣٦/٠٩ a	٥/٢٣ a			
٪٦٠	١٣/٠٠ a	٤/٥٧ a	٥/٣٣ab	٣٩/٧٤ a	٥/٢٠ a			
٪٤٠	١٣/٥٠ a	٤/٠٥ a	٣/٦٦ b	٣٣/٤٠ a	٥/٢٨ a			
٪٢٠	١٤/٨٧ a	٤/٨٨ a	٨/٦٦ a	٣٨/٠١ a	٥/٧٧ a			
داده‌های سری دوم								
٪٨٠	١٤/٦٧ a	٣/٧١ a	١٠/٠٠ a	٤٢/١٣ a	٥/٥٩ a			
٪٦٠	١٤/١٧ a	٥/٩٥ a	٤/٠٠ b	٣٩/٣١ a	٥/٧٩ a			
٪٤٠	١٥/٠٧ a	٥/٥٢ a	٦/٣٣ab	٣٥/٧٧ a	٤/٩٢ a			
٪٢٠	١٥/٠٧ a	٥/٥٣ a	٩/٠٠ab	٣٦/٣٢ a	٤/٧٠ a			
داده‌های سری سوم								
٪٨٠	١٧/٩٧ a	٤/٠٢ a	١١/٣٣ a	٤١/١٦ a	٥/١٩ a			
٪٦٠	١٧/٢٣ a	٦/٨٣ a	٤/٣٣ b	٤١/١٥ a	٥/٦٥ a			
٪٤٠	١٦/٥٠ a	٦/٢٠ a	٦/٣٣ b	٣٦/٩٢a	٥/٧٣ a			
٪٢٠	١٦/٩٠ a	٥/٨٣ a	٧/٣٣ab	٣٦/١٢ a	٥/١٨ a			
داده‌های سری چهارم								
٪٨٠	٢٠/٤٣ a	٤/٨٣ a	١٢/٦٧ a	٤٢/٨٩ a	٥/١٠ a	١/٨٥ c	٤٥/١٠c	٤/٢٥ c
٪٦٠	١٢/٤٠ a	٣/٠٥ a	٥/٠٠ b	٢٨/٥٢ a	٣/٣٧ a	٢/٠٠bc	٥٠/٤٧b	٧/٤٧ b
٪٤٠	١٨/٦٧ a	٥/٣٣ a	٤/٠٠ b	٣٧/٠٩ a	٤/٩٢ a	٢/٦٠a	٥٤/٧٣ab	١٢/٢٠a
٪٢٠	١٧/٩٣ a	٦/٠٧ a	٩/٠٠ab	٣٣/١٤ a	٤/٨١ a	٢/١٥ b	٥٦/٤٣a	١١/١٠a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ٥٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷: مقایسه میانگین ترکیبات اسانس

تیمار	α-Pinene	β-Pinene	1,8-Cineole	Camphor	Borneol	α-Cadinol
٪۲۰	۲/٤۰٤b	۳/۳۳۳b	۳۸/۳۹٤ab	۱٤/۳٤٤c	۲۰/۱۳۰a	۳/۱۳۸c
٪٤۰	۲/۸۹۳ a	۳/۷۵۹ a	۳٦/٦۳۹b	۱۷/۹۰٤b	۱۵/٤۸۲c	۳/٦۵۸ a
٪٦۰	۲/۱۲٦c	۲/۹۵٦c	٤۰/۳۵۵a	۱٤/٤٦۱c	۱۸/۰۵۸b	۳/۳۸٦b
٪۸۰	۱/۵٦٦ d	۱/۷٦۷d	٤۱/۲۸٤a	۱۸/۷٦۵a	۱۷/۸۸۵b	۲/۰٦۳d

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

بحث

در بیشتر مطالعات صورت گرفته در رابطه با بررسی تاثیر دور آبیاری و تنش خشکی بر فاکتورهای مورفولوژیکی گیاهان مختلف، مشخص شده است که با کاهش آبیاری تعداد شاخه‌های فرعی نیز کاهش پیدا می‌کند. از جمله این موارد نتیجه آزمایش رزمجو است که با افزایش دور آبیاری از ۲ روز به ۱۰ روز، کاهش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی در گیاه بابونه مشاهده گردید که با نتیجه به دست آمده در رابطه با اسطوخودوس مطابقت ندارد (Razmjoo, 2008). آبیاری تأثیر معنی‌داری بر رشد رویشی و در نتیجه تعداد شاخه‌های فرعی گیاهان دارد. با این وجود به دلیل مقاومت بالای اسطوخودوس به تنش خشکی و کم آبی، تفاوت معنی‌داری بین سطح پایین و بالای آبیاری در رابطه با تعداد شاخه فرعی مشاهده نگردید. نتیجه تحقیقی که توسط زولینگر و همکاران انجام شد، نتایج حاصل از تحقیق حاضر را تایید می‌کند (Zollinger et al., 2006).

موحدی دهنوی و همکاران (۱۳۸۷) نیز بیان کردند که تنش خشکی موجب افزایش میزان کلروفیل در ارقام گلرنگ پائیزه شده است. ایشان با اشاره به وجود رابطه مثبت قوی بین میزان نیتروژن، کلروفیل و SPAD، افزایش عدد کلروفیل‌متر را نشان از افزایش میزان کلروفیل در واحد سطح برگ می‌دانند. همچنین چاپمن و بارتو اظهار داشتند که عدد کلروفیل‌متر تحت تأثیر ضخامت برگ گیاه تغییر می‌کند (Chapman and Barreto, 1997). این محققین خاطر نشان کردند که ضخامت برگ ممکن است با توجه به نوع محصول، مرحله رشد، رقم و شرایط محیطی تغییر کند. لذا شاید بتوانافزایش کلروفیل در آبیاری کم را از نظر عدد کلروفیل‌متر، به اختلافات موجود دربین تیمارها از نظر ضخامت برگ مرتبط دانست. افزایش عدد SPAD درشرایط تنش همچنین می‌تواند به علت کاهش سطح برگ و تجمع کلروفیل در سطح کمتر برگ‌ها باشد. ماچادو و پائولسن تغییرات فیزیولوژیکی سریع مانند لوله‌ای شدن برگ‌ها، کاهش سطح برگ و افزایش مقاومت روزنه‌ای را جزء مکانیسم‌های اجتناب از تنش خشکی معرفی کرده‌اند (Machado and Paulsen, 2001).

همانگونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول ٤) مشاهده می‌شود، تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر مقدار مقاومت روزنه‌ای داشته است، عمده تفاوت‌های مشاهده شده در مقاومت روزنه‌ای بین تیمارهای رطوبتی، احتمالاً ناشی از این استراتژی است که گیاه برای اینکه بتواند در مقابل خشکی مقاومت کرده و از مقدار آب محدودی که در اختیار دارد نهایت استفاده را بکند، اقدام به بستن روزنه‌های خود می‌نماید تا از هدر رفت آب جلوگیری شود. بنابراین با شروع دوره خشکی تا مدتی گیاه تعرق و هدایت روزنه‌ای خود را در سطح حداکثر نگه می‌دارد ولی باتداوم دوره خشکی اقدام به تنگ نمودن روزنه‌های خود و در نهایت بستن آنها می‌نماید (Hopkins and Huner,

Archive of SID

www.SID.ir

2009). در تحقیقی که توسط صالحی و همکاران (۱۳۸۲) انجام گرفت، ثابت شد که در گندم با افزایش تنش خشکی محتوای کلروفیل برگ و مقاومت روزنه‌ای به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که با نتیجه به دست آمده در پژوهش حاضر مطابقت دارد.

نتایج حاصل از مطالعات سایر محققان درخصوص اثرفواصل آبیاری بر تولید متابولیت‌های ثانویه و درصداسانس مرزه و رزماری نیز مؤید نتایج این آزمایش است، به‌طوری‌که با افزایش فواصل آبیاری و کاهش ظرفیت زراعی مزرعه، بردرصد اسانس این گیاهان نیز افزوده شده است (Baher et al., 2002). رضائی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کردند که نوبت آبیاری تأثیر بسیار معنی‌داری بر درصد اسانس زیره سبز داشت. جوانشیر و همکاران (۱۳۸۰) نیز در بررسی اثرات آبیاری بر روی میزان اسانس گیاه دارویی انیسون مشاهده کردند که تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس داشت. همچنین تنش آبی سبب افزایش میزان اسانس در گیاه دارویی ارگانو شده است (Said-Al Ahl et al., 2009).

در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با کشاورزی مشاهده می‌شود که تنش‌های محیطی در گیاهان دارویی اسانس‌دار ضمن افزایشی که در بعضی از ترکیب‌های اسانس ایجاد می‌کنند، سبب کاهش در بعضی دیگر از ترکیبات می‌شوند، گیاه دارویی اسطوخودوس نیز از این امر مستثنی نیست. در تحقیقی که توسط عندلیبی و همکاران (۱۳۹۰) به منظور بررسی اثر تنش کم‌آبی در مراحل رویشی و زایشی روی کمیت و کیفیت اسانس شوید، اجرا گردید. نتایج نشان داد که میزان آب در دسترس و مراحل رشد اثرات معنی‌داری بر روی کمیت و کیفیت اسانس داشتند. نتایج این آزمایش نشان داد میزان آپیول در اثر تنش شدید خشکی افزایش چشم‌گیری یافت، در حالی که کاروون تحت تنش‌های ملایم خشکی زیاد شد. میزان بتافلاندرن تحت تأثیر تنش کم‌آبی قرار نگرفت، ولی مقدار آلفافلاندرن تحت تأثیر تنش‌های ملایم و شدید کاهش یافت. در پژوهشی دیگر که به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر مکانیسم‌های دفاعی غیرآنزیمی گیاه دارویی کتان انجام گرفت، مشخص شد که میزان آنتوسیانین، ترکیب‌های فنلی و پرولین با افزایش تنش خشکی افزایش یافت و این افزایش معنی‌دار بود. میزان فلاونوئیدها در شرایط تنش خشکی ابتدا افزایش و بعد کمی کاهش یافت، اما به هر حال در مقایسه با شاهد میزان فلاونوئیدها افزایش یافت. میزان کاروتنوئیدها در این آزمایش در برگ گیاه کتان کاهش معنی‌داری را با شاهد نشان داد (قربانلی و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج حاصل از تحقیقات نشان داده که عموماً تشکیل و تجمع متابولیت‌های ثانویه از جمله ترکیبات اسانسی، در گیاهان تحت شرایط محیطی خشک افزایش نشان می‌دهد (Abreu and Mazzafera, 2005; Bannayan et al., 2008). در بیان این پدیده هرمز و ماتسون، فرضیه‌ای را با عنوان فرضیه موازنه رشد و تمایز ارائه نمودند و اظهار داشتند که هر کمبودی که رشد را بیش از فتوسنتز محدود کند تولید و تجمع متابولیت‌های ثانویه را افزایش می‌دهد (Herms and Mattson, 1992). به‌عنوان مثال در ریحان بنفش با اعمال تنش خشکی، میزان اسانس برگ گیاه افزایش یافت (Moeini Alishah et al., 2006). اعمال تنش خشکی مقدار منتون، منتول، ۱و۸ سینئول و لیمونن را در نعناعافزایش و میزان کاروون را کاهش داد (Hussein et al., 2014)، درصد اسانس و مقدار کل لیپیدها در مرزنگوش (Rhizopoulous & Diamatoglon, 1991) و لینالول و متیل کاویکول، در ریحان (Moeini Alishah et al., 2006). تحت تاثیر خشکی افزایش یافت. حداکثر درصد هیوسیامین واسکوپولامین در ریشه‌های گیاه بلادون در تنش

Archive of SID

www.SID.ir

شدید خشکی حاصل گردید (Baricevic et al., 1999). همچنین فاکر باهر و همکاران (۱۳۸۰) نشان دادند که ترکیب‌های اصلی اسانس گیاه مرزه گاما ترپینن و کارواکرول است که افزایش تنش موجب کاهش مقدار گاما ترپینن در اسانس گردید. روند تغییرات کارواکرول در طی تنش متغیر بوده و حداکثر میزان این ترکیب در تیمارهای تنش ملایم مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج به‌دست آمده از آنجا که بیشترین درصد اسانس (۲/٦ درصد)، بیشترین میزان کلروفیل (٥٤/٧٣) و بیشترین مقدار آلفا-پینن، بتا-پینن و آلفا-کادینول، در تیمار آبیاری ٤٠٪ FC حاصل گردید، در صورتی که هدف از کشت اسطوخودوس، استخراج ماده موثره باشد، مناسب‌ترین میزان آبیاری، برای استحصال بیشترین مقدار ماده موثره، آبیاری در ٤٠٪ FC می‌باشد. از سوی دیگر با توجه به مقاومت بالای این گیاه به کم آبی، می‌توان از آن به‌عنوان یک گیاه فضای سبزی مناسب برای مناطق گرم و خشک بهره برد.

منابع

۱. امید بیگی، ر. ۱۳۸٤. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی، جلد سوم، ٤۲۳ ص.

۲. امیری ده‌احمدی، س‌ر.، رضوانی‌مقدم، پ.، و احیایی، ح.ر. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد سه گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*) و رازیانه (*Foeniculum vulgaris*) در شرایط گلخانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱: ۱۱٦-۱۲٦.

۳. جوانشیر، ع.، زهتاب، س.، امیدبیگی، ر. و قاسمی گلعذاری، ک. ۱۳۸۰. اثرات آبیاری بر روی میزان اسانس و آنتول در گیاه دارویی انیسون. همایش ملی گیاهان دارویی ایران، صفحه ۱۱۹.

٤. حیدری، ن.، پوریوسف، پ.، توکلی، ا. و صبا، ج. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی و زمان برداشت بر عملکرد دانه و تولید اسانس انیسون. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱: ۱۳۲-۱۲۱.

۵. رضایی‌نژاد، ع.، خادمی، ک. و یاری، م. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر آبیاری و فاصله ردیف بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز در خرم‌آباد. همایش ملی گیاهان دارویی ایران، صفحه ۳۲-۳۳.

٦. صالحی، م.، کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۲. میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به‌عنوان شاخصی از تنش خشکی در گندم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۱(۲): ۲٦-٤۰.

۷. عندلیبی، ب.، زهتاب سلماسی، س.، قاسمی گلعذانی، ک. و صبا، ج. ۱۳۹۰. تغییرات میزان و ترکیب اسانس اندام‌های مختلف گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.) تحت شرایط آبیاری محدود. فصلنامه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲: ۲۷- ۱٤.

۸.فاکر باهر، ز.، رضایی، م ب.، میرزا، م. و عباس‌زاده، ب. ۱۳۸۰. بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس مرزه در تنشخشکی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر، ۱۱ : ۱۲-۲۲.

۹. فروزنده، م.، سیروس مهر، ا.، قنبری، ا.، اصغری‌پور، ع.ر. و خمری، ع. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح تنش خشکی و کمپوست زباله شهری بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ٤:٦٨٧-٦٧۰.

Archive of SID

www.SID.ir

١٠. قربانلی، م.، بخشی خانیکی، غ. و ذاکری، ا. ١٣٩٠. بررسی اثر تنش خشکی بر ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان در گیاه دارویی کتان. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ٥٤: ٦٥٩- ٦٤٧.

١١. کافی، م.، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ج. ١٣٩١. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ٤٥٠ ص.

١٢.موحدی دهنوی، م.، مدرس ثانوی، س.ع.م. و برزگر، م. ١٣٨٧. اثر تنش قطع آبیاری و محلول‌پاشی روی و منگنز بر محتوا و ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه در دو ژنوتیپ گلرنگ پائیزه. خلاصه مقالات دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ٣٠- ٢٨ مرداد ماه. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. صفحه ٢١٦.

13.Abreu, I.N. and Mazzafera, P. 2005. Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hyper cium brasiliense* Choisy. Plant Physiology and Biochemistry, 43: 241–248.

14.Adams, R.P. 2007. Identification of essential oils components by gas Chromatography /quadrupole mass spectroscopy. Carol Stream, IL: Allured Publishing, 804 pp.

15.Baher, Z.F., Mirza, M., Ghorbani, M. and Rezaii, MB. 2002. The influence of water stress on plant height, herbaland essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavor Fragrance Journal, 17:275-277.

16.Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Industrial Crops and Products, 27: 11-16.

17.Baricevic, D., Umek, A., Kreft, S., Maticic, B. and Zupancic, A. 1999. Effect of water stress and nitrogen fertilization on the content of hyoscyamine and scopolamine in root of deadly nightshade (*Atropa belladonna*). Environmental Botany, 42: 17–24 .

18.Chapman, S.C. and Barreto, H.J. 1997. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. Agronomy Journal, 89:557-562.

19.Da Portoa, C., Decortia, D. and Kikicb, I. 2009. Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: Comparison of three different extraction methods. Food Chemistry. 112(4): 1072–1078.

20.Herms, D.A. and Mattson, W.J. 1992. The dilemma of plants: To grow or defend. Quart. Rev. Biology, 67:283-325.

21.Hopkins, W.G. and Huner, N.P.A. 2004. Introduction to plant physiology. 3rd Ed. John Wiley and Sons publication, Hoboken, NJ.

22.Hussein, M.S., El-Sherbeny, S.E., Hendawy, S.F., EL Gohary, A.E. and Ghazal, GMEM. 2014. Response of *Mentha longfolia* to water irrigation intervals, Journal of Mater. Environ. Sciences, 5(4):995-1004.

23.Machado, S. and Paulsen, GM. 2001. Combined effects of drought and high temperature on water relations of wheat and sorghum. Plant and Soil, 223:179-187.

24.Moeini Alishah, H., Heidari, R., Hassani, A., and Asadi Dizaji, A. 2006. Effect of water stress on some morphological and biochemical characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Biological Science. 6(4): 763-767.

25.Razmjoo, KH., Heydarizadeh, P. and Sabzalian, MR. 2008. Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomile*. International Journal of Agri. Biology, 10(4): 23-28.

26.Rhizopoulous, S. and Diamatoglon, S. 1991. Water stress induced diurnal variations in leaf waterrelations, stomatal conductance, soluble sugars, lipids and essential oil content of *Origanum majorana* L. Journal of Horticultural Science, 66(1):119–125.

27.Said-Al Ahl, HAH., Omer, E.A., and Naguib, N.Y. 2009. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano. Int. Agrophysics 23: 269-275.

28.Sánchez-Blanco, J., Ferrández, T., Navarro, A., Bañon, S. and Alarcón, JJ., 2004. Effects of irrigation and air humidity preconditioning on water relations, growth and survival of *Rosmarinus officinalis* plants during and after transplanting. Journal of Plant Physiology, 161(10): 1133-1142.

29.Zollingera, N., Kjelgrena, R., Cerny-Koenigb, T., Koppa, K. and Koenig, R. 2006. Drought responses of six ornamental herbaceous perennials. Scientia Horticulture, 109(3): 267–274.

Archive of SID

www.SID.ir