Archive of SID

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۱، شماره ۲، صفحه ۲۷۴-۲۶۲ (۱۳۹۴)

بررسی تأثیر تنش کمبود آب بر عملکرد و ترکیب‌های اسانس گیاه دارویی نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth.)

مجید دشتی[۱*]، مهدی میرزا[۲]، محمد کافی[۳] و حسین توکلی[۴]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترا، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی
پست الکترونیک: Majiddashti46@gmail.com

۲- دانشیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۳- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دانشیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۲ تاریخ اصلاح نهایی: مهر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۲

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر تنش کمبود آب بر عملکرد کمّی و ترکیب‌های اسانس گیاه دارویی نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth.) آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی انجام شد. تیمارهای مختلف آبیاری براساس میزان تبخیر و تعرق واقعی در ۴ سطح به میزان ۱۰۰٪ (آبیاری کامل)، ۶۶/۶٪ (تنش متوسط)، ۳۳/۳٪ (تنش شدید) و بدون آبیاری (شاهد) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اعمال گردید. نتایج نشان دادند که درصد اسانس برگهای سبز و ساقه گل‌دهنده در تیمارهای تنش شدید و بدون آبیاری به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بیشتر از تیمار آبیاری کامل بود. بالاترین عملکرد ماده خشک برگ و ساقه گل‌دهنده در تیمار آبیاری کامل و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد. تنش آب عملکرد اسانس برگ و ساقه گل‌دهنده را به‌طور معنی‌داری کاهش داد، اما عملکرد اسانس تحت تأثیر تنش آبی متوسط قرار نگرفت. نتایج همچنین نشان دادند که ترکیب‌های اصلی اسانس در کلیه سطوح تنش کمبود آب شامل ۸،۱-سینئول، بتا-پینن و بورنئول بودند که در مجموع نزدیک به ۵۰٪ از کل اجزای اسانس برگ‌های سبز را در تیمار آبیاری کامل شامل شدند. با افزایش شدت تنش آب، میزان این ترکیب‌ها به‌تدریج در اسانس افزایش یافته، به‌طوری که در تیمار بدون آبیاری، ترکیب‌های فوق به‌ترتیب به میزان ۲۱/۱، ۷ و ۱۵/۳ درصد در برگ‌های سبز، و ۳۹، ۱۲ و ۵۵ درصد در ساقه گل‌دهنده در مقایسه با تیمار آبیاری کامل افزایش یافته و ترکیب‌های سدرن-۱۳-اُل و دلتا-کادینن در تیمار بدون آبیاری به‌ترتیب به میزان ۵۸/۵٪ و ۴۶٪ در برگ‌های سبز و ۵۲٪ و ۱۴٪ در ساقه گل‌دهنده کاهش نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth.)، کمبود آب، عملکرد، ترکیب‌های اسانس.

مقدمه

کشور ایران با متوسط نزولات جوی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک جهان قرار دارد. کمبود بارندگی و مهمتر از آن توزیع غیریکنواخت آن در طول فصل رشد منجر به بروز تنش خشکی و عدم تأمین نیاز آبی گیاهان در این مناطق شده است. با توجه به بروز تغییرات

www.SID.ir

Archive of SID

اقلیمی و به تبع آن افزایش درجه حرارت و بحران آب در این مناطق، مدیریت بهره‌برداری بهینه از منابع آب و استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی و دارای نیاز آبی کم اجتناب‌ناپذیر است (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۳).

گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth.) با نام‌های محلی جُبله و چپله ازجمله گونه‌های با ارزش و چندساله خانواده نعناعیان (Lamiaceae) بوده که به‌دلیل بهره‌برداری غیرعلمی و فقط براساس منافع اقتصادی کوتاه‌مدت در گروه گیاهان در معرض خطر انقراض است (Jalili & Jamzad, 1999). این گیاه در سال ۱۹۸۲ در فلور ایرانیکا به‌عنوان یک گونه منحصربه فرد در کشور ایران و قسمتهای کوچکی از افغانستان معرفی شده‌است. رویشگاه‌های این گونه منحصراً در کوه‌های سنگلاخی و مراتع بیابانی با اقلیم خشک تا نیمه‌خشک سرد خراسان رضوی و خراسان جنوبی و بخش کوچکی از سمنان می‌باشد (Rechinger, 1982).

نتایج حاصل از بررسی تأثیر عصاره ریشه و برگ این گیاه بر میکروب‌های مختلف، حکایت از وجود خاصیت ضدباکتریایی و ضدقارچی قابل‌ملاحظه‌ای در بخش‌های مختلف گیاه دارد (جبارزاده، ۱۳۷۸؛ Modarres *et al.*, 2007). نتایج حاصل از عصاره آبی اندام‌های مختلف گیاه نوروزک نشان داد که بیشترین ترکیب‌های موجود در برگ و ساقه را بتا-پینن و بالاترین جزء اسانس گل را گاما-ترپینن، تشکیل می‌دهد. خواص دارویی نظیر کاهش قند خون، ضدالتهاب، خواص آنتی‌اکسیدانی، معالجه کم‌خونی، ضدتشنج، اضطراب و زخم معده این گیاه را به‌عنوان گیاه دارویی ارزشمند معرفی کرده است (Hoseinzadeh *et al.*, 2009).

تنش خشکی در گیاهان فرایندهای متابولیکی زیادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و شدت این اثرات بستگی به درجه تنش دارد. با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از اندام‌های هوایی گیاه را آب تشکیل می‌دهد، از این‌رو تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری برای دستیابی به حداکثر تولید بخش هوایی و اسانس حائز اهمیت است.

تحقیقات زیادی در خصوص تأثیر تنش آب بر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی گیاهان زراعی انجام شده است، در حالی‌که تأثیر عوامل تنش‌زای محیطی و ازجمله کمبود رطوبت بر خصوصیات کمّی و کیفی مواد مؤثره گیاهان دارویی کمتر مورد توجه محققان قرار گرفته است (امیدبیگی و محمودی، ۱۳۸۹).

در گیاهان دارویی و معطر، رشد و تولید اسانس تحت تأثیر عوامل محیطی مختلفی همانند تنش خشکی قرار می‌گیرند (Sabih *et al.*, 1999). براساس مطالعات انجام شده با توجه به نوع گونه گیاهی، تنش آب ممکن است موجب افزایش یا کاهش مقدار اسانس استخراج شده و نیز درصد ترکیب‌های موجود در اسانس گیاهان دارویی شده و یا بدون تأثیر بر تولید آنها باشد (Hughes *et al.*, 1988). شریفی عاشورآبادی و همکاران (۱۳۸۸) بیشترین اسانس گیاه دارویی بومادران را به میزان ۰/۵۸٪ در تیمار تنش شدید کمبود آب و در سال دوم آزمایش گزارش نمودند. Bettaieb و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که درصد اسانس زیره سبز در شرایط تنش رطوبتی متوسط به میزان ۱/۴ برابر در مقایسه با تیمار آبیاری کامل افزایش یافته اما در شرایط تنش شدید به میزان ۳۷٪ کاهش نشان می‌دهد. در همین ارتباط Vazin (۲۰۱۳) نتیجه گرفت که تنش شدید کمبود آب ترکیب‌های اصلی اسانس زیره سبز ازجمله کومین آلدئید، گاما-ترپینن، پارا-سیمن و بتا-پینن را کاهش داده‌است. Laribi و همکاران (۲۰۰۹) نیز افزایش درصد اسانس زیره سیاه (*Carum carvi* L.) و نیز ترکیب‌های غالب اسانس مانند کاروون و لیمونن را در شرایط تنش رطوبتی متوسط مشاهده کردند.

با وجود افزایش درصد اسانس در اثر تنش رطوبتی، عملکرد اسانس به‌دلیل کاهش محسوس عملکرد گیاه، ممکن است کاهش یابد. در این رابطه کاهش عملکرد اسانس درمنه (*Artemisia annua*) (Chalchat *et al.*, 1994) و انیسون (Zehtab-Salmasi *et al.*, 2001) در شرایط تنش رطوبتی گزارش شده‌است. نتایج Petropoulos و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که تنش آب عملکرد اسانس (براساس وزن تر) دو رقم برگ صاف و برگ چروکیده را افزایش داد ولی تغییری در رقم ریشه‌ای ایجاد نکرد. در آزمایش فوق

www.SID.ir

Archive of SID

تنش موجب تغییر در تعدادی از ترکیب‌های اسانس ازجمله میریستیسین و ترپینولن شد که مقدار آن در میان ارقام متفاوت بود.

این تحقیق با هدف تأثیر تنش کمبود رطوبت بر عملکرد ماده خشک، درصد و عملکرد اسانس و نیز تغییرات ترکیب‌های اسانس اندام‌های مختلف گیاه دارویی نوروزک به‌عنوان اولین گزارش انجام شده است.

مواد و روشها

به‌منظور بررسی تأثیر تنش کم‌آبی بر گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth)، یک آزمایش مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی در ۵ کیلومتری جنوب‌شرقی مشهد انجام شد. این ایستگاه در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و ارتفاع حدود ۹۸۵ متر از سطح دریا قرار دارد.

پیش از اجرای آزمایش، از خاک محل انجام طرح نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید و سپس به‌منظور تقویت زمین در آذرماه ۱۳۸۹، مقدار ۲۵ تن در هکتار کود دامی پوسیده به زمین اضافه شد. به‌دلیل رشد کند گیاه نوروزک و نیز به‌منظور استقرار مطلوب و یکنواخت گیاهچه‌ها، بذرهای رسیده در اواخر اردیبهشت ۱۳۸۹ از منطقه بجستان جمع‌آوری و در اوایل بهمن‌ماه سال ۱۳۸۹ در ظروف پتری و در داخل ژرمیناتور با حرارت ۱±۱۵ درجه سانتی‌گراد کشت شدند. پس از جوانه‌زنی بذرها، گیاهچه‌های با طول ریشه‌چه حداکثر یک سانتی‌متر به تعداد ۴ عدد در داخل گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۰ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر منتقل و پس از استقرار، دو گیاهچه از هر گلدان نگهداری و بقیه حذف شدند. بستر کشت گلدان‌ها شامل مخلوطی از خاک مزرعه، ماسه و پیت‌ماس (۱:۱:۲) بود. گلدان‌ها تا مرحله ۸-۶ برگی در شرایط گلخانه با درجه حرارت ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد رشد کردند. گیاهچه‌های یکنواخت در اواسط فروردین سال ۱۳۹۰ در واحدهای آزمایش به ابعاد ۸ مترمربع شامل ۵ خط ۳/۲ متری با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر نشاء شدند. فاصله بین واحدهای آزمایش در هر بلوک و نیز فاصله بین بلوک‌ها ۲/۵ متر در نظرگرفته شد. بلافاصله پس از انتقال گیاهچه‌ها نسبت به آبیاری زمین اقدام گردید. به‌منظور افزایش بازدهی مصرف آب، آبیاری تحت فشار با استفاده از لوله‌های ۱۶ میلی‌متری و tape انجام شد.

با استفاده از آمار هواشناسی روزانه حاصل از ایستگاه دیجیتالی اگروکلیماتولوژی نصب شده در مجاورت محل اجرای طرح، مقادیر روزانه تبخیر و تعرق پتانسیل (ETo) با استفاده از معادله پنمن مونتیث اصلاح شده (نشریه فنی شماره ۵۶ فائو) (Allen *et al*., 1998) محاسبه گردید. به‌دلیل نبود اطلاعات در خصوص ضریب گیاه نوروزک (Kc) و نیز نبود گیاهی مشابه با نوروزک از نظر وضعیت رشد، با استناد به منابعی که رابطه خطی قوی بین شاخص سطح برگ با ضریب گیاه (Kc) (Kristensen, 1974؛ Ritchie, 1971) بدست آوردند، برای برآورد ضریب گیاه (Kc)، از شاخص سطح برگ در هر نوبت آبیاری استفاده شد.

تیمارهای مختلف آبیاری براساس میزان تبخیر و تعرق واقعی در ۴ سطح به میزان ۱۰۰٪ (آبیاری کامل)، ۶۶/۶٪ (تنش متوسط)، ۳۳/۳٪ (تنش شدید) و بدون آبیاری (شاهد) اعمال گردید. شروع اعمال تنش پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها از طریق آبیاری با استفاده از کنتور در فاصله زمانی ثابت حداکثر هر ۷ تا ۱۰ روز یک‌بار انجام گردید. حجم آب آبیاری براساس مجموع تبخیر و تعرق واقعی در فواصل بین دو آبیاری تعیین و با توجه به بازدهی آبیاری و مساحت هر واحد آزمایشی (۸ مترمربع) محاسبه شد. قبل از هر آبیاری نمونه‌برداری از خاک به‌منظور تعیین درصد رطوبت خاک انجام گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1.3 و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) مورد مقایسه قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌برداری و استخراج اسانس

نمونه‌برداری از کرت‌های آزمایشی در سال اول گلدهی (۱۳۹۱) انجام شد. برای این منظور پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، اندام‌های گیاه به تفکیک برگ‌های سبز، ساقه گل‌دهنده فاقد بذر و برگ‌های پیر جدا شده و در شرایط سایه و به مدت ۷-۵ روز خشک شدند. به‌منظور استخراج اسانس ابتدا ۵ گرم از هر نمونه برای اندازه‌گیری درصد رطوبت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون تا وزن خشک ثابت قرار گرفتند. سپس ۷۰ تا ۱۰۰ گرم از هر نمونه پس از آسیاب شدن به مدت ۳ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب (دستگاه کلونجر) اسانس‌گیری و درصد اسانس (براساس وزن خشک) تعیین شد. پس از استخراج اسانس، عمل آبگیری با استفاده از سولفات‌سدیم در صورت نیاز انجام گردید. سپس نمونه‌ها در ظروف تیره مخصوص و در یخچال نگهداری شدند. مراحل فوق بر روی برگ‌های جمع‌آوری شده از رویشگاه طبیعی گیاه در بجستان (محلی که بذرهای کشت شده در مزرعه از آنجا تهیه شده بود) نیز در مرحله گلدهی اجرا شد.

جداسازی و شناسایی ترکیب‌های اسانس

از دستگاه کروماتوگراف گازی مدل Thermo-UFM (Ultera Fast)ستون موئینه Ph-5 به طول ۱۰ متر، قطر داخلی ۰/۱ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر با ۰/۴ میکرون استفاده گردید که سطح داخلی آن با فاز ساکن از جنس phenyl dimethyl siloxane, 5% پوشیده شده بود. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه انجام گردید. آشکارساز از نوع FID بوده و فشار ورودی گاز حامل هلیوم به ستون بر روی ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع تنظیم شد. درجه حرارت در محل آشکارساز ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد و در محل تزریق ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود.

از دستگاه GC/MS واریان مدل ۳۴۰۰ متصل به طیف‌سنج جرمی Saturn II، ستون DB-5 به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر با ضخامت لایه فاز ساکن برابر با ۰/۲۵ میکرون استفاده شد. فشار گاز سر ستون ۳۵ پوند بر اینچ‌مربع و برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۳ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه انجام شد. درجه حرارت ترانسفرلاین ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. سرعت حرکت گاز حامل هلیوم به میزان ۳۱/۵ سانتی‌متر بر ثانیه در طول ستون بود. زمان اسکن برابر یک ثانیه، انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۴۰ بود. شناسایی ترکیب‌های موجود در هر اسانس با استفاده از اندیس‌های بازداری (Retention Index) و نیز اطلاعات کتابخانه‌ای موجود در رایانه دستگاه GC/MS و مقایسه با ترکیب‌های استاندارد انجام گردید.

نتایج

درصد اسانس

کمبود آبیاری تا حد تنش شدید، مقدار اسانس استخراج شده از برگ‌های سبز گیاه را به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) افزایش داد (جدول ۱). بیشترین درصد اسانس برگ‌های سبز به میزان ۰/۴۳٪ در تنش شدید بدست آمد که بجز شرایط تنش رطوبتی متوسط با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. پایین‌ترین درصد اسانس برگ‌های سبز در تیمار شاهد (دیم) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) با تیمار آبیاری کامل نداشت. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که درصد اسانس موجود در برگ‌های سبز جمع‌آوری شده از رویشگاه گیاه در منطقه بجستان (۰/۷۲٪) به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بالاتر از اسانس استخراج شده از برگ‌های سبز در سال اول گلدهی در شرایط مزرعه بود.

نتایج همچنین نشان دادند که درصد اسانس موجود در ساقه گل‌دهنده کمتر از برگ‌های سبز بود، به‌طوری که حداکثر درصد اسانس در تیمار تنش متوسط به میزان ۰/۲۴٪ مشاهده گردید. تنش کمبود رطوبت منجر به

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش درصد اسانس گردید اما مشابه برگ‌های سبز، محتوای اسانس در شرایط دیم تفاوت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) با تیمار آبیاری کامل نداشت. مقادیر اسانس در برگ‌های زرد و پیر کم و میزان آن بین ۰/۱۲٪ تا ۰/۱۴٪ متغیر بود، اما این تفاوت بین تیمارهای تنش رطوبتی معنی‌داری نبود (جدول ۱).

عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اسانس

با افزایش شدت تنش آب عملکرد خشک برگ و ساقه گل‌دهنده در هکتار در اولین سال گلدهی گیاه به‌طور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) کاهش یافت (جدول ۱). بالاترین عملکرد خشک برگ و ساقه گل‌دهنده به‌ترتیب به میزان ۲۸۶۸ و ۹۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری کامل و کمترین عملکرد در تیمار دیم به میزان ۱۱۴۴ و ۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. البته بین تیمارهای تنش شدید و شاهد اختلاف معنی داری از این لحاظ مشاهده نشد. علاوه‌بر این تنش متوسط آب در مقایسه با تیمار آبیاری کامل تأثیر معنی داری بر عملکرد خشک برگ و ساقه گل‌دهنده نداشت.

تنش آب همچنین باعث کاهش معنی دار ($p\leq ۰/۰۵$) عملکرد اسانس برگ و ساقه گل‌دهنده شد. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد اسانس برگ (۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری کامل و کمترین آن (۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار دیم مشاهده شد. البته تنش متوسط آب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس برگ و ساقه گل‌دهنده در مقایسه با تیمار آبیاری کامل نداشت.

اجزای تشکیل‌دهنده اسانس

برگ‌های سبز

نتایج نشان داد از مجموع ۳۳ ترکیب شناسایی شده، تنها ۱۷ ترکیب ۹۰ تا ۹۵٪ اسانس را در کلیه تیمارهای مورد مطالعه تشکیل دادند. از بین ترکیب‌های غالب در اسانس، تنش خشکی منجر به افزایش ۱۰ ترکیب و کاهش ۷ ترکیب در مقایسه با تیمار آبیاری کامل گردید. بالاترین درصد ترکیب در کلیه سطوح خشکی متعلق به ۸،۱-سینئول بود. این ترکیب به همراه آلفا-پینن، بتا-پینن و بورنئول در مجموع ۵۸٪ از کل اجزای اسانس را در تیمار آبیاری کامل به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

تنش متوسط آب در ابتدا باعث کاهش چهار ترکیب غالب اسانس یعنی ۸،۱-سینئول، آلفا-پینن، بتا-پینن و بورنئول گردید، اما با افزایش شدت تنش، این ترکیب‌ها به‌تدریج افزایش یافته، به‌طوری که در تیمار دیم ترکیب‌های فوق به‌ترتیب به میزان ۲۱/۱، ۱۱/۲، ۷ و ۱۵/۳ درصد نسبت به تیمار آبیاری کامل افزایش نشان دادند. با وجود این تنش آب سبب گردید تا ترکیب‌های سدرن-۱۳-اُل، دلتا-کادینن، آلفا-کادینول و آلفا-گورجونن پس از افزایش در تنش رطوبتی متوسط به‌تدریج کاهش یافته و در تیمار دیم به‌ترتیب به میزان ۵۸/۵، ۴۶، ۳۱ و ۶۱ درصد کاهش یابند (شکل ۱). نتایج نشان دادند که درصد ترکیب‌های لیمونن، آلفا- ترپینئول و دلتا-۳-کارن تحت تأثیر خشکی قرار نگرفتند. جدول ۲ همچنین نشان داد که ترکیب‌هایی همانند میرتنال و میرتنول تنها در تیمار بدون آبیاری و تنش شدید، ترکیب‌های سابینن و گاما-ترپینن تنها در تیمار آبیاری کامل و تنش متوسط مشاهده شدند.

ساقه گل‌دهنده

تغییرات درصد ترکیب‌های اسانس در تیمارهای مختلف خشکی نتایج مشابهی را با برگ‌های سبز نشان دادند اما درصد این ترکیب‌ها به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کمتر بود. ترکیب‌های بتا-پینن، ۸،۱-سینئول و بورنئول جمعاً ۳۵٪ از کل اجزای اسانس را در تیمار آبیاری کامل به خود اختصاص دادند (جدول ۲). تنش رطوبتی سبب گردید تا درصد ترکیب‌های فوق پس از یک کاهش جزئی در تیمار تنش متوسط به‌ترتیب به میزان ۱۲، ۳۹ و ۵۵ درصد در تیمار دیم در مقایسه با آبیاری کامل افزایش یابد. با وجود افزایش ۱۸٪ در ترکیب آلفا-پینن در تنش شدید، میزان این ترکیب در تیمار شاهد در مقایسه با آبیاری کامل تقریباً ثابت ماند. از بین سایر ترکیب‌های غالب اسانس، سدرن-۱۳-اُل، دلتا-کادینن، دلتا-کادینول و آلفا-اودسمول به‌ترتیب به میزان ۵۲، ۱۴، ۴۰ و ۸۱ درصد در تیمار شاهد در مقایسه با تیمار آبیاری کامل کاهش یافتند. البته

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب‌های میرتنال، ترانس-پینوکاروئول و پینوکاروون تنها در تیمارهای تنش شدید و شاهد مشاهده شدند.

شکل ۲ نشان داد که در شرایط عدم محدودیت آب، درصد ترکیب‌های دلتا-کادینن، دلتا-کادینول و آلفا-اودسمول و گاما-کادینن در ساقه‌های گل‌دهنده به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از همین ترکیب‌ها در برگ‌های سبز بود، در حالی‌که ترکیب‌های غالب اسانس یعنی ۸،۱-سینئول، بتا-پینن و بورنئول به‌ترتیب با کاهشی معادل ۴۰، ۱۲ و ۴۰ درصد در مقایسه با برگ‌های سبز مواجه شدند.

برگ‌های پیر

ترکیب‌های غالب اسانس در برگ‌های زرد و پیر در تیمار آبیاری کامل مشابه این ترکیب‌ها در برگ‌های سبز بودند، با این تفاوت که در برگ‌های پیر، درصد دو ترکیب ۸،۱-سینئول و بورنئول به میزان ۱۲٪ افزایش یافته و در مقابل ترکیب‌های آلفا-پینن و بتا-پینن به‌ترتیب به میزان ۲۷٪ و ۲۳٪ کاهش نشان دادند (جدول ۲). علاوه‌بر این درصد برخی از ترکیب‌ها همانند گوایول، آلفا-اودسمول و گاما-کادینن در برگ‌های مسن افزایش چشمگیری را در مقایسه با همین ترکیب‌ها در برگ‌های سبز نشان دادند، در عوض ترکیب‌های سدرن-۱۳-اُل و دلتا-کادینن به‌طور قابل‌توجهی (۶۷٪ تا ۷۱٪) کاهش یافتند (شکل ۲).

برگ‌های سبز رویشگاه بجستان

مقایسه ترکیب‌های اسانس موجود در برگ‌های سبز جمع‌آوری شده از رویشگاه بجستان در مرحله گلدهی تنها با هدف مقایسه تغییرات نوع و درصد ترکیب‌های اسانس به‌صورت مشاهده‌ای و نه مقایسه آماری با گیاهان کشت شده تحت تیمارهای آبیاری کامل و تیمار دیم در شکل ۳ آمده است. نتایج نشان دادند در شرایط دیم ترکیب‌های غالب اسانس یعنی ۸،۱-سینئول، بتا-پینن، آلفا-پینن و بورنئول به‌ترتیب به میزان ۵/۱، ۴/۷، ۱/۹ و ۱/۴ درصد بیشتر از ترکیب‌های مشابه در رویشگاه بود. با وجود این ترکیب‌های سدرن-۱۳-اُل، دلتا-کادینن، دلتا-کادینول و آلفا-گورجونن تحت این شرایط به میزان ۳/۵، ۴/۶، ۲/۳ و ۱/۸ درصد کاهش یافتند. مقایسه ترکیب‌های اسانس در برگ‌های سبز تیمار آبیاری کامل (مزرعه) با ترکیب‌های موجود در برگ‌های سبز رویشگاه، بیانگر این واقعیت است که بجز افزایش جزئی دو ترکیب دلتا-کادینن و دلتا-کادینول و کاهش اندک سدرن-۱۳-اُل و بتا-پینن در شرایط رویشگاه، درصد سایر ترکیب‌ها در دو محیط تقریباً مشابه بود.

جدول ۱- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف تنش کمبود آب بر درصد و عملکرد اسانس اندامهای مختلف گیاه نوروزک

تیمار	درصد اسانس			عملکرد خشک (کیلوگرم بر هکتار)		عملکرد اسانس (کیلوگرم بر هکتار)	
	برگ سبز	ساقه گل‌دهنده	برگ پیر	برگ سبز	ساقه گل‌دهنده	برگ سبز	ساقه گل‌دهنده
آبیاری کامل	۰/۳۷۰ b	۰/۱۷۳ c	۰/۱۲۰ a	۲۸۶۸ a	۹۸ a	۱۰/۵ a	۰/۱۷۹ a
تنش متوسط	۰/۳۹۰ ab	۰/۲۴۳ a	۰/۱۲۳ a	۲۴۹۳ ab	۶۶ a	۹/۶ ab	۰/۱۶۹ a
تنش شدید	۰/۴۲۷ a	۰/۲۲۷ ab	۰/۱۴۳ a	۱۳۶۸ bc	۱۲ b	۵/۹ bc	۰/۰۳۰ b
بدون آبیاری (دیم)	۰/۳۴۳ b	۰/۱۹۷ bc	۰/۱۳۰ a	۱۱۴۴ c	۸ b	۴ c	۰/۰۲۰ b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ است.

www.SID.ir

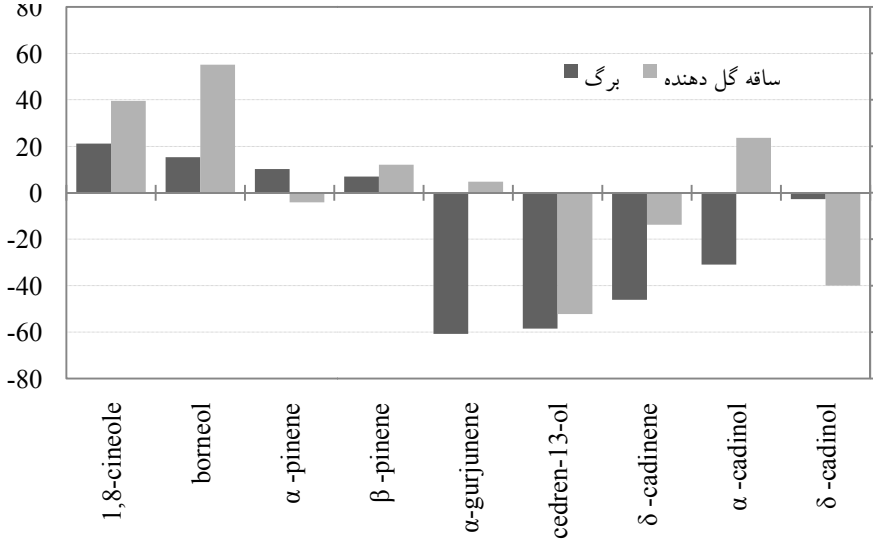
Archive of SID

جدول ۲- مقایسه تغییرات ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس اندام‌های مختلف گیاه نوروزک در تیمارهای مختلف تنش کمبود آب

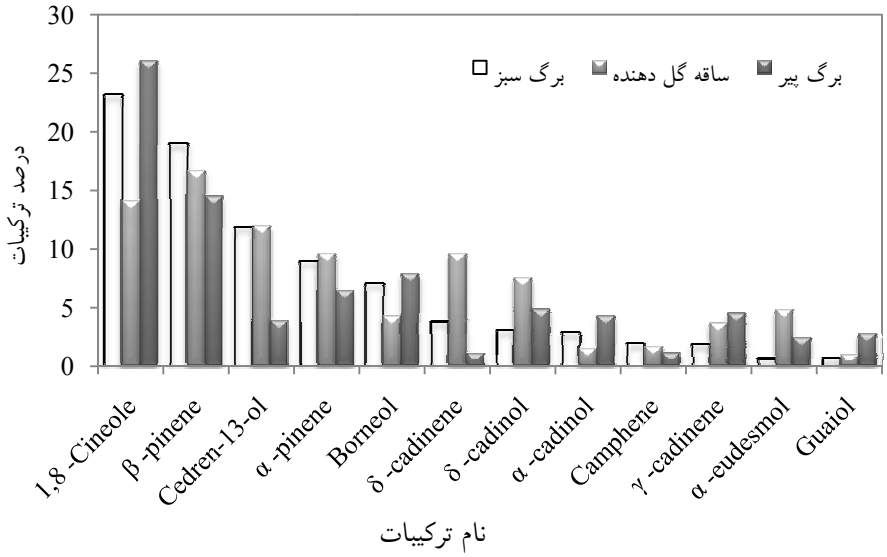
ردیف	نام ترکیب	RI	برگ سبز				ساقه گل‌دهنده				برگ پیر	برگ سبز
			آبیاری کامل	تنش متوسط	تنش شدید	بدون آبیاری	آبیاری کامل	تنش متوسط	تنش شدید	بدون آبیاری	آبیاری کامل	رویشگاه
۱	α-pinene	۹۴۰	۸/۹	۷/۰	۸/۷	۹/۹	۹/۶	۶/۴	۱۱/۴	۹/۲	۶/۵	۷/۹
۲	camphene	۹۵۴	۱/۹	۱/۱	۲/۱	۲/۳	۱/۷	۰/۸	۲/۵	۲/۱	۱/۱	۱/۹
۳	sabinene	۹۷۸	۰/۳	۰/۳	–	–	–	–	۰/۲	–	۰/۲	–
۴	β-pinene	۹۸۲	۱۹/۰	۱۴/۸	۱۷/۱	۲۰/۳	۱۶/۷	۱۴/۷	۱۹/۴	۱۸/۷	۱۴/۵	۱۵/۶
۵	myrcene	۹۹۳	۱/۲	۱/۱	۰/۸	۰/۷	۰/۹	۰/۲	۱/۰	۰/۷	۰/۶	۱/۳
۶	δ-3-carene	۱۰۱۲	۱/۰	۰/۷	۱/۲	۰/۹	۰/۳	–	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۱/۶
۷	ρ-cymene	۱۰۲۷	۱/۰	۰/۸	۱/۹	۱/۶	۰/۴	۰/۴	۰/۹	۰/۹	۱/۵	۰/۷
۸	limonene	۱۰۳۳	۲/۶	۱/۲	۲/۱	۱/۹	۱/۳	۰/۵	۲/۰	۱/۸	۱/۳	۲/۴
۹	1,8-cineole	۱۰۳۵	۲۳/۲	۱۶/۵	۲۱/۲	۲۸/۱	۱۴/۱	۱۳/۶	۱۷/۰	۱۹/۷	۲۶/۱	۲۲/۹
۱۰	z-β-ocimene	۱۰۴۲	۱/۰	۱/۱	۰/۴	–	۰/۸	۰/۲	۰/۹	۰/۸	–	۱/۳
۱۱	γ-terpinene	۱۰۶۳	۰/۳	۰/۲	–	–	۰/۵	–	۰/۵	۰/۵	–	۰/۹
۱۲	cis-sabinene hydrate	۱۰۶۷	–	۰/۱	۰/۱	–	–	–	–	–	۰/۵	–
۱۳	α-campholenal	۱۱۲۷	–	–	۰/۳	–	–	–	–	–	۰/۲	–
۱۴	*trans*-pinocarveol	۱۱۴۰	۰/۱	–	۰/۹	۱/۱	–	–	۰/۴	۰/۴	۱/۷	–
۱۵	cis-sabinol	۱۱۴۶	–	–	–	–	–	–	۰/۲	–	۰/۸	–
۱۶	pinocarvone	۱۱۶۴	۰/۱	–	۰/۵	۰/۸	–	–	۰/۳	۰/۴	۱/۱	–
۱۷	borneol	۱۱۶۷	۷/۱	۵/۰	۶/۷	۸/۲	۴/۳	۴/۲	۵/۷	۶/۷	۷/۹	۶/۸
۱۸	terpinene-4-ol	۱۱۷۸	۰/۹	۰/۷	۱/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۱	۰/۶	۰/۵	۰/۹	۱/۱
۱۹	α-terpineol	۱۱۹۱	۲/۵	۲/۵	۲/۴	۲/۷	۱/۵	۰/۷	۱/۵	۱/۶	۳/۳	۲/۷
۲۰	myrtenal	۱۱۹۴	–	–	۱/۲	۱/۲	–	–	۰/۲	۰/۵	۱/۲	–
۲۱	myrtenol	۱۱۹۵	–	–	۰/۸	۰/۶	–	–	–	۰/۲	۱/۰	–
۲۲	verbenone	۱۲۰۶	–	–	–	–	–	–	–	–	۰/۵	–
۲۳	bornyl acetate	۱۲۸۵	۰/۴	۰/۵	۰/۸	۰/۵	۰/۳	۰/۱	۰/۳	۰/۹	۰/۶	۱/۳
۲۴	α-gurjunene	۱۴۱۰	۱/۸	۲/۳	۱/۵	۰/۷	۳/۶	۴/۷	۳/۶	۳/۷	۱/۵	۲/۵
۲۵	E-caryophyllene	۱۴۲۱	۱/۳	۱/۸	۱/۰	۰/۴	۲/۰	۲/۸	۲/۷	۲/۵	۱/۶	۱/۵
۲۶	α-muurolene	۱۵۰۲	۰/۵	۰/۹	۱/۱	۰/۶	۱/۴	۱/۹	۰/۹	۱/۳	۱/۳	۰/۸
۲۷	γ-cadinene	۱۵۱۶	۱/۹	۳/۱	۴/۳	۳/۰	۳/۷	۶/۱	۳/۱	۴/۱	۴/۵	۲/۸
۲۸	δ-cadinene	۱۵۲۷	۳/۸	۶/۶	۴/۴	۲/۰	۹/۶	۱۳/۳	۷/۲	۸/۳	۱/۱	۶/۶
۲۹	guaiol	۱۵۹۸	۰/۶	۱/۳	۱/۶	۱/۳	۰/۹	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۲/۸	۰/۵
۳۰	δ-cadinol	۱۶۴۵	۳/۱	۵/۳	۴/۵	۳/۰	۷/۶	۰/۷	۴/۶	۴/۶	۴/۹	۵/۳
۳۱	α-eudesmol	۱۶۵۲	۰/۶	۱/۳	۱/۶	۱/۱	۴/۹	۱/۷	۱/۳	۰/۹	۲/۵	۰/۶
۳۲	α-cadinol	۱۶۵۶	۲/۹	۵/۱	۳/۲	۲/۰	۱/۵	۴/۳	۲/۴	۱/۹	۴/۳	۲/۷
۳۳	cedren-13-ol	۱۶۹۰	۱۱/۹	۱۷/۷	۶/۴	۴/۹	۱۲/۰	۱۳/۳	۷/۸	۵/۷	۳/۹	۸/۵

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- مقایسه تغییرات درصد ترکیب‌های غالب اسانس در برگ‌های سبز و ساقه گل‌دهنده در تیمار بدون آبیاری نسبت به آبیاری کامل



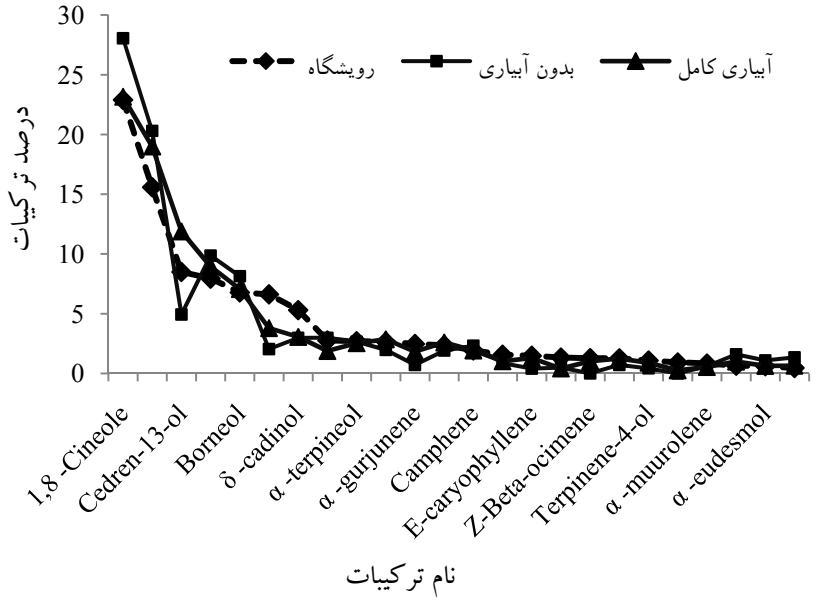
شکل ۲- مقایسه درصد تغییرات ترکیب‌های غالب اسانس در اندام‌های مختلف گیاه نوروزک در تیمار آبیاری کامل

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط عدم محدودیت آب، درصد اسانس استخراج شده از برگ‌های سبز، ساقه گل‌دهنده و برگ‌های پیر در سال اول گلدهی گیاه به‌ترتیب ۰/۳۷، ۰/۱۷ و ۰/۱۲ درصد است. در حالی‌که نتایج حاصل از درصد اسانس موجود در برگ‌های سبز جمع‌آوری شده از رویشگاه گیاه در منطقه بجستان (۰/۷۲٪) به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بالاتر از اسانس استخراج شده از برگ‌های سبز در شرایط مزرعه بود. به نظر می‌رسد سن گیاهان، خواص فیزیکوشیمیایی خاک و نیز سازگاری با شرایط اقلیمی می‌توانند منجر به افزایش درصد اسانس برگ در رویشگاه‌های طبیعی در مقایسه با شرایط زراعی شوند. Yousefi و همکاران (۲۰۱۰) نیز تغییرات درصد اسانس ۱۲ جامعه طبیعی نوروزک موجود در استان خراسان رضوی و سمنان را بین ۰/۶۹٪ تا ۱/۵٪ گزارش نمودند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه تغییرات ترکیب‌های اسانس موجود در برگ‌های سبز نوروزک در رویشگاه بجستان با تیمارهای آبیاری کامل و بدون آبیاری در شرایط مزرعه

جدول ۱ نشان داد که کاهش مقدار آبیاری تا ۳۳/۳٪ تبخیر و تعرق واقعی (تنش شدید)، منجر به افزایش معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) درصد اسانس برگ و ساقه گل‌دهنده می‌شود، اما کمترین مقدار اسانس، در تیمار بدون آبیاری (شاهد) حاصل گردید. به نظر می‌رسد تولید مواد مؤثره در شرایط تنش آبی به‌دلیل ممانعت از اکسیداسیون درون سلولی افزایش می‌یابد. طبق مطالعات انجام شده، تنش آب موجب تغییر در مقدار اسانس استخراج شده و همچنین ترکیب‌های موجود در اسانس گیاهان دارویی و معطر می‌شود (Sabih *et al.*, 1999). البته گزارش‌های متفاوتی مبنی بر تأثیر تنش کمبود رطوبت بر تغییرات درصد اسانس استخراج شده از گیاهان دارویی خانواده نعناعیان وجود دارد. Bettaieb و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که تنش متوسط کمبود آب باعث افزایش بازدهی اسانس (گرم/۱۰۰ گرم وزن خشک) مریم گلی (*Salvia officinalis*) می‌شود. نتایج سایر محققان نیز نشان داد که تنش کمبود رطوبت باعث افزایش درصد اسانس ریحان شیرین (Simon *et al.*, 1992) و مرزه (Faker Baher *et al.*, 2002) می‌شود. امیدبیگی و محمودی (۱۳۸۹) نیز نشان دادند که بیشترین درصد اسانس گیاه گل مکزیکی (۲/۳٪) در تیمار ۵۵٪ ظرفیت زراعی و کمترین آن (۱/۶۴٪) در تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی در مرحله رویشی و ۷۰٪ ظرفیت زراعی در مرحله زایشی حاصل شد. با وجود این نتایج حاصل با یافته‌های بدست آمده بر روی آویشن باغی (Letchamo *et al.*, 1994) و بادرشبو (Hassani, 2006) که بالاترین درصد اسانس را در رژیم آبیاری ۷۰٪ ظرفیت زراعی گزارش نمودند، مغایرت دارد. در برخی از گونه‌ها مانند مرزنجوش مکزیکی (Dunford & Silva Vazques, 2005) تغییری در میزان مواد مؤثره در شرایط تنش آبی مشاهده نشد.

کاهش درصد اسانس موجود در اندام‌های مختلف گیاه نوروزک در شرایط عدم محدودیت آب (تیمار آبیاری کامل) و نیز شرایط دیم، با نتایج شریفی عاشورآبادی و همکاران (۱۳۸۸) بر روی گیاه بومادران مطابقت دارد.

آزمایش فوق نشان داد که تیمارهای بدون آبیاری و نیز تنش شدید کمبود آبیاری به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) منجر به کاهش عملکرد خشک پیکره رویشی برگ و ساقه

www.SID.ir

Archive of SID

گل‌دهنده شدند. طبیعتاً کمبود آب و به طبع آن کاهش فشار آماس درون سلول و نیز کاهش جذب عناصر غذایی، منجر به کاهش اندازه سلول‌ها و رشد برگ‌ها می‌شود. بنابراین با کاهش سطح برگ، میزان جذب نور خورشید و به دنبال آن فتوسنتز گیاه کاهش یافته و این امر منجر به کاهش عملکرد ماده خشک گیاه می‌شود. تنش شدید آب و همچنین عدم آبیاری گیاهان باعث گردید تا درصد کمی از گیاهان وارد مرحله زایشی شوند، از این‌رو کاهش شدید عملکرد ساقه گل‌دهنده در این تیمارها مورد انتظار بود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد اسانس برگ‌های سبز در تیمار تنش شدید و شاهد (دیم) به‌ترتیب به میزان ۴۳٪ و ۶۲٪ در مقایسه با تیمار آبیاری کامل کاهش یافتند. کاهش عملکرد اسانس در نتیجه کاهش آب خاک، به دلیل اثرات مضر تنش کم آبی بر پیکره رویشی گیاه به‌عنوان تابعی از درصد عملکرد ماده خشک و درصد اسانس است. از این‌رو با وجود افزایش درصد اسانس در شرایط تنش آب، عملکرد اسانس گیاه به‌دلیل کاهش قابل‌ملاحظه عملکرد پیکره رویشی از روند نزولی تبعیت نمود. نتایج تحقیقات Alkire و Simon (۱۹۹۳) نیز حکایت از آن داشت که در تیمارهای آبیاری کامل و نیمه‌کامل در مقایسه با شاهد (عدم آبیاری)، میانگین عملکرد اسانس گیاه نعناع فلفلی به‌ترتیب ۵۸٪ و ۳۸٪ بیشتر بود، اما در نوع اجزای تشکیل‌دهنده اسانس تأثیری نداشت. نتایج بدست آمده از این تحقیق با یافته‌های گزارش شده بر روی اسانس نعناع ژاپنی (Misra & Strivastava, 2000)، انیسون (Heidari *et al*., 2012) و آویشن باغی (Letchamo *et al*., 1994) مطابقت داشت.

براساس یافته‌های این تحقیق اجزای اصلی اسانس برگ و ساقه گل‌دهنده در گیاه نوروزک را ترکیب‌های ۸،۱-سینئول، آلفا-پینن، بتا-پینن و بورنئول تشکیل دادند. گزارش‌های موجود بر روی ترکیب‌های اسانس پیکره رویشی اکوتیپ‌های مختلف این گونه که عمدتاً از رویشگاه‌های طبیعی جمع‌آوری شده‌اند با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد (Yousefi *et al*., 2010؛ Rustaiyan *et al*., 2007). Monfared و Ghorbanli (۲۰۱۰) نیز با مطالعه ترکیب‌های اسانس برگ نوروزک در منطقه کاشمر، دریافتند که عمده ترکیب‌های خاک‌های مجاور معادن مس ۸،۱-سینئول (۲۰/۴٪)، کامفور (۱۸/۴۸٪)، آلفا-پینن (۱۶/۴۹٪) و کامفن (۱۰/۹۴٪) بوده‌اند، در حالی‌که در خاک‌های مجاور معادن آهن ترکیب‌های اصلی شامل آرتمینزیا کتون (۶۲/۹۲٪) و کوبنول (۹/۳۵٪) است. از این‌رو چنین به نظر می‌رسد که عناصر موجود در خاک تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای در نوع و درصد ترکیب‌های موجود در اسانس دارد.

با وجود مطالعات فراوان در خصوص تأثیر تنش خشکی بر ترکیب‌های اسانس گیاهان دارویی تاکنون گزارشی مبنی بر تأثیر کمبود آب بر روی ترکیب‌های اسانس *Salvia leriifolia* مشاهده نشده‌است. نتایج این تحقیق نشان دادند که با افزایش شدت تنش کمبود آب، ترکیب‌های غالب اسانس یعنی ۸،۱-سینئول، آلفا-پینن، بتا-پینن و بورنئول در برگ‌های سبز و ساقه گل‌دهنده افزایش یافتند. با وجود این ترکیب‌های سدرن-۱۳-اُل و دلتا-کادینن که بیش از ۱۵/۵٪ از کل اجزای اسانس را به خود اختصاص دادند تحت این شرایط کاهش یافتند (جدول ۲).

بالا بودن ترکیب‌های آلفا-پینن و بتا-پینن، گزارش‌های جبارزاده (۱۳۷۸) و Modarres و همکاران (۲۰۰۷) مبنی بر اثرات ضدباکتریایی و ضدقارچی قابل‌ملاحظه در بخش‌های مختلف این گیاه را تأیید می‌کند. افزایش ترکیب ۸،۱-سینئول تحت تأثیر تنش آب توسط محققان مختلفی گزارش شده‌است، به‌طوری که Bettaieb و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تنش متوسط کمبود آب باعث افزایش ترکیب‌های اصلی اسانس در اندام‌های هوایی مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) ازجمله ۸،۱-سینئول می‌شود. البته افزایش این ترکیب در گیاه فوق در شرایط تنش شوری متوسط تا ملایم توسط Ben Taarit و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش شده‌است. Khalid (۲۰۰۶) نیز با مطالعه تأثیر تنش آب بر تغییرات اجزای اسانس ریحان مشاهده کرد که تنش آب در کلیه سطوح باعث افزایش ۸،۱-سینئول گردید، اما در رطوبت ۵۰٪ ظرفیت زراعی

www.SID.ir

Archive of SID

منجر به افزایش ترکیب‌های لینالول، کامفور و کاهش لیمونن، آلفا-پینن، بتا-پینن و میرسین شد. Simon و همکاران (۱۹۹۲) نیز با مطالعه تأثیر تنش آب بر روی ریحان شیرین نتیجه گرفتند که تنش ملایم تا متوسط منجر به افزایش ترکیب‌های لینالول و متیل کاویکول می‌شود. Dunford و Vazquez (۲۰۰۵) نیز نتیجه گرفتند که در گیاه مرزنجوش، تنش آب تأثیر معنی‌داری بر درصد ترکیب‌های تیمول و کارواکرول ندارد. نتایج Misra و Strivastava (۲۰۰۰) همچنین بیانگر عدم همبستگی تغییر ترکیب‌های اسانس نعناع فلفلی با تنش آب بود.

تنش کمبود آب ممکن است موجب حذف و یا کاهش قابل ملاحظه برخی از ترکیب‌های اسانس گردد. مطالعه حاضر نشان داد که اسانس موجود در برگ‌های سبز گیاهان در تیمارهای بدون آبیاری و یا تنش شدید فاقد ترکیب‌های سابینن و گاما-ترپینن می‌باشد. میرزا و احمدی (۱۳۸۰) بالاترین میزان گاما-ترپینن را در روش تقطیر با بخار آب ۴۷٪ گزارش کردند، اما در شرایط تنش متوسط و شدید خشکی کاهش قابل ملاحظه این ترکیب در اسانس این گیاه گزارش شد (Faker Baher *et al*., 2002).

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارهای آبیاری کامل و نیز عدم آبیاری (دیم)، منجر به کاهش درصد اسانس گیاه نوروزک می‌شود. اگرچه درصد اسانس در شرایط تنش رطوبتی شدید افزایش می‌یابد ولی به‌دلیل کاهش عملکرد بیولوژیکی به‌ویژه در سالهای اول رشد گیاه، عملکرد اسانس نیز به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار گرفت. بنابراین افزایش ترکیب‌های اصلی اسانس پیکره رویشی گیاه در اثر تنش آب می‌تواند اثرات ضدمیکروبی اسانس گیاه را بهبود بخشیده و به‌عنوان ابزاری برای بهبود کارآیی ترکیب‌های ثانویه گیاه مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- امیدبیگی، ر. و محمودی سورستانی، م.، ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر برخی صفات مرفولوژی، میزان و عملکرد اسانس گیاه گل مکزیکی (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze). علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۴۱(۲): ۱۶۱-۱۵۳.
- جبارزاده، م.، ۱۳۷۸. بررسی خواص ضدمیکروبی عصاره‌های ریشه و دانه گیاه نوروزک. پایان‌نامه دکتری داروسازی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد.
- شریفی عاشورآبادی، ا.، لباسچی، م.ح.، نادری، ب. و الهوردی ممقانی، ب.، ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کمبود آب بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی بومادران (*Achillea millefolium* L.). علوم محیطی، ۷(۱): ۲۰۳-۱۹۳.
- کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م.، ۱۳۷۳. اکولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۹۱ صفحه.
- میرزا، م. و احمدی، ل.، ۱۳۸۰. مقایسه ترکیبهای تشکیل‌دهنده اسانس مرزه زراعی (*Satureja hortensis*) به دو روش تقطیر با بخار آب و تقطیر با آب. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۷: ۷۰-۵۵.
- Alkire, B.H. and Simon, J.E., 1993. Water management for Midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soils, Indiana, USA. Acta Horticulturae, 344: 544-556.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration (Guidelines for Computing Crop Water Requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56.
- Ben Taarit, M., Msaada, K., Hosni, K., Hammami, M. Elyes Kchouk, M. and Marzouk, B., 2009. Plant growth, essential oil yield and composition of sage (*Salvia officinalis* L.) fruits cultivated under salt stress conditions. Industrial Crops and Products, 30(3): 333-337.
- Bettaieb, I., Jabri-Karoui, I., Hamrouni-Sellami, I., Bourgou, S., Limam, F. and Marzouk, B., 2012. Effect of drought on the biochemical composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. Industrial Crops and Products, 36(1): 238-245.
- Bettaieb, I., Zakhama, N., Aidi Wannes, W., Kchouk, M.E. and Marzouk, B., 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. Scientia Horticulturae, 120(2): 271-275.
- Chalchat, J.C., Garry, R.P. and Lamy, J., 1994. Influence of harvest time on yield and composition of *Artemisia annua* oil produced in France. Journal of Essential Oil Research, 6(3): 261-268.
- Dunford, N.T. and Silva Vazquez, R., 2005. Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacrol concentrations in Mexican oregano grown

www.SID.ir

Archive of SID

- Modarres, M., Abrishamchi, P., Farhoosh, R. and Ejtehadi, H., 2007. Variation of antioxidant activity of *Salvia leriifolia* Benth. root and leaf extracts during the different stages of plant growth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(3): 285-294.
- Monfared, A. and Ghorbanli, M., 2010. Composition of the essential oils of *Salvia leriifolia* Benth. growing wild in around of two mine in Iran. Research Journal of Phytochemistry, 4(1): 13-17.
- Petropoulos, S.A., Daferera, 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(4): 393-397.
- Rechinger, K.H., 1982. Flora Iranica, No. 150. Akademische Druk-U. Verlag sustalt Gratz, 439p.
- Ritchie, J.T., 1971. Dryland evaporative dryland flux in subhumid climate, I, Micrometeoroligical influences. Agronomy Journal, 63: 51-55.
- Rustaiyan, A., Shafeghat, A., Masoudi, S., Akhlaghy, H. and Tabatbaei Anaraki, M., 2007. Chemical composition of the essential oils from stems, leaves and flowers of *Salvia leriifolia* Benth. from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 10(2): 121-126.
- Sabih, F., Farooki, A.H.A., Ansari, S.R. and Sharama, S., 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martinii* (Palmarosa) cultivars. Journal of Essential Oil Research, 11(4): 491-496.
- Simon, J.E., Reiss-Bubenheim, B.D., Joly, R.J. and Charles, D.J., 1992. Water stress induced alterations in essential oil content of sweet basil. Journal of Essential Oil Research, 4(1): 71-75.
- Vazin, F., 2013. Water stress effects on cumin (*Cuminum cyminum* L.) yield and oil essential components. Scientia Horticulturae, 151: 135-141.
- Yousefi, M., Nazeri, V. and Mirza, M., 2010. Essential oil variation in natural populations of *Salvia leriifolia* Benth. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 15(5): 755-760.
- Zehtab-Salmasi, S., Javanshir, A., Omidbaigi, R. Alyari, 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 Agronomica Hungaricae, 49(1): 75-81. under controlled conditions. Journal of Applied Horticulture, 7(1), 20-22.
- Faker Baher, Z., Mirza, M., Ghorbanil, M. and Rezaii, M.B., 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satueja hortensis* L. Flavour and Fragrance Journal, 17(4): 275-277.
- Hassani, A., 2006. Effect of water deficit stress on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3): 256-261.
- Heidari, N., Pouryousef, M., Tavakkoli, A. and Saba, J., 2012. Effect of drought stress and harvesting date on yield and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(1): 121-130.
- Hosseinzadeh, H., Sadeghnia, H.R., Imenshahidi, M. and Fazly Bazzaz, B.S.F., 2009. Review of the Pharmacological and Toxicological Effects of *Salvia leriifolia*. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 12(1): 1-8.
- Hughes, S.G., Bryant, J.A. and Smirnoff, N., 1988. Molecular biology, Application to studies of stress tolerance: 131-135. In: Hamlyn G.J., Flowers T.J. and Jones M.B., (Eds.). Plants under Stress. Cambrige University Press, New York, 457p.
- Jalili, A. and Jamzad, Z., 1999. Red Data Book of Iran: A Preliminary Survey of Endemic, Rare & Endangered Plant Species in Iran. Research Institute of Forest and Rangeland, 748p.
- Khalid K.H.A., 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.) International Agrophysics, 20(4): 289-296.
- Kristensen, K.J., 1974. Actual evapotranspiration in relation to leaf area. Nordic Hydrology, 5(3): 173-182.
- Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou, A. and Marzouk, B., 2009. Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. Industrial Crops and Products, 30(3): 372-379.
- Letchamo, W., Marquard, R., Holzl, J. and 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.
- Misra, A. and Strivastava, N.K., 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 7(1): 51-58.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of water deficit stress on *Salvia leriifolia* Benth. yield and essential oil composition

M. Dashti[1*], M. Mirza[2], M. Kafi[3] and H. Tavakkoli[4]

1*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran and Khorasan-e-Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, Mashhad, Iran
E-mail: Majiddashti46@gmail.com
2- Medicinal Plants Research Division, Rangeland and Forestry Research Institute, Tehran, Iran
3- Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
4- Khorasan-e-Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, Mashhad, Iran

Received: April 2013 Revised: September 2013 Accepted: September 2013

Abstract

The effects of water deficit on yield, essential oil contents and composition of Noroozak (*Salvia leriifolia* Benth.) were investigated at Khorasan-e-Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, Mashhad-Iran. The treatments were deficit irrigation based on actual evapotranspiration (ETc) at the rate of 100% (fully irrigated), 66.6% (moderate stress), 33.3% (severe stress) and non-irrigated (control). The experiment was analyzed in a randomized complete block design with three replications. Results indicated that the essential oil percentage of green leaves and flowering stem in severe stress and control was significantly ($P\leq0.05$) higher than that of fully irrigated treatment. The highest and lowest dry matter yields were obtained in fully irrigated and control treatments, respectively. Severe deficit ($P\leq0.05$) decreased the essential oil yield significantly but it was not affected in moderate stress. Results also showed that 1, 8-cineol, β-pinene and borneol were the main essential oil constituents in all water deficit treatments, included nearly 50% of total essential oil contents. The above essential oil constituents in control treatment increased by 21.1%, 7% and 15.3% in green leaves and 39%, 12% and 55% in flowering stems in comparison with fully irrigated treatment. However cedren-13-ol and δ-cadinene decreased by 58.5% and 46% in green leaves and 52% and 14% in flowering stems, respectively.

Keywords: *Salvia leriifolia* Benth., water deficit, yield, essential oil constituents.

www.SID.ir