نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2021.351556.2847
جلد ۳۷، شماره ۲، صفحه ۲۴۱-۲۲۹ (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1400.37.229.106.2.1576.32

بررسی تغییرات کمّی و کیفی ترکیب‌های اسانس کلپوره (*Teucrium polium* L. subsp. *polium*) در مراحل مختلف فنولوژی

سید محمدرضا حبیبیان[1*]، پریسا سربی اکبری[2] و وحید روشن[3]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، فارس، ایران، پست الکترونیک: smrhabibian@yahoo.com

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران

۳- استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، فارس، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۹ | تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۹ | تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۹

چکیده

کلپوره (*Teucrium polium* L. subsp. *polium*) متعلق به خانواده نعناعیان و بیشتر در نواحی بایر و سنگلاخی و ماسه‌زارهای نواحی مختلف اروپا، مدیترانه، شمال آفریقا و جنوب‌غربی آسیا ازجمله ایران می‌روید. خواص درمانی مختلفی همچون ضد درد، ضد تب، آنتی‌اکسیدانی و کاهش‌دهنده فشار خون برای آن در نظر گرفته می شود که این خواص درمانی به‌دلیل وجود ترکیب‌های شیمیایی متعدد در اسانس حاصل از آن است. برداشت گیاه در مراحل مختلف فنولوژی تأثیر زیادی بر میزان ترکیب‌های اسانس این گونه دارد. در این تحقیق تغییرات کمّی و کیفی اسانس کلپوره در طول فصل رویش در منطقه چشمه انجیر استان فارس و در سه مرحله فنولوژی (اوج رویشی، اول گلدهی و اوج گلدهی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفت. اسانس‌ها توسط دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که عمده ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس در مرحله اوج رویشی، کاریوفیلن اکسید (۱۲/۱٪)، آلفا-پینن (۱۱/۸٪)، جرماکرن D (۹/۱٪)، میرسن (۸/۵٪)، لیمونن (۷/۲٪)، بتا-پینن (۶/۷٪)، بی‌سیکلوجرماکرن (۶/۶٪)، ترانس-کاریوفیلن (۴/۶٪) و آلفا-بیسابولول اکسید-بی (۳/۴٪) با بازده اسانس ۰/۹٪، در مرحله اول گلدهی، جرماکرن D (۲۶/۶٪)، بی‌سیکلوجرماکرن (۱۸/۳٪)، ترانس-بتا-اوسیمن (۸/۹٪)، میرسن (۷/۸٪)، اسپاتولنول (۶/۰٪)، لیمونن (۵/۳٪)، آلفا-پینن (۳/۶٪) و بتا-پینن (۲/۶٪) با بازده اسانس ۰/۳٪، و در مرحله اوج گلدهی، آلفا-پینن (۲۵/۸٪)، میرسن (۱۲/۵٪)، جرماکرن D (۱۱/۸٪)، بتا-پینن (۱۱/۷٪)، لیمونن (۸/۵٪)، اسپاتولنول (۴/۶٪) و بی‌سیکلوجرماکرن (۷/۲٪) با بازده اسانس ۰/۲٪ بودند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، مراحل فنولوژیکی، تغییرات کمّی، تغییرات کیفی، کلپوره (*Teucrium polium* L.).

مقدمه

گیاهان دارویی حاوی مواد مؤثر و عصاره‌هایی می‌باشند که پژوهش‌های زیادی تاکنون روی خواص و کاربرد این مواد انجام شده است. این پژوهش‌ها بیشتر روی خواص قارچ‌کشی، حشره‌کشی، دفع حشرات، باکتری‌کشی، آنتی‌اکسیدانی، ممانعت‌کننده از جهش‌های وابسته به پرتوها، جلوگیری از فعالیت مخرب رادیکال‌های آزاد در مواد خوراکی و حتی کاهش بیماری‌های مزمن ازجمله آلزایمر

می‌باشد (Yali *et al*., 2005 ؛Gillij *et al*., 2007).

آنچه این گیاه را حائز اهمیت نموده است خواص درمانی آن می‌باشد که در این رابطه می‌توان به اثرهای ضد التهابی، ضد دیابتی، ضد توموری و آنتی‌اکسیدانی آن اشاره نمود. گیاه مذکور، همچنین دارای اثر ضد تب و ضد باکتری و چند خاصیت مفید دیگر می‌باشد. همچنین این گیاه حاوی ترکیب‌های زیادی ازجمله تانن، ترپنوئید، ساپونین، استرول، فلاونویید و لوکوآنتوسیانین است که می‌توان از عصاره این گیاه در درمان بسیاری از بیماری‌ها بهره برد. بیشتر ترکیب‌های مؤثر این گیاه در حلال‌های قطبی مثل الکل‌ها قابلیت انحلال دارند (Mohsenipour & Hassanshahian, 2016؛ Rezaie Keikhaie *et al*., 2017). یکی از گیاهانی که کم و بیش در طب سنتی برای رفع درد قلب استفاده می‌شود کلپوره است (Mir Heidar, 2004). کلپوره از تیره نعناع گیاهی است علفی، پایا به ارتفاع ۳۰-۱۰ سانتی‌متر، دارای ظاهر سفید پنبه‌ای که معمولاً در نواحی سنگلاخی و ماسه‌زارهای نواحی مختلف اروپا، منطقه مدیترانه، شمال آفریقا و جنوب‌غرب آسیا ازجمله ایران در نواحی مختلف شمال، غرب، جنوب و مرکز ایران و کوهستان‌های نیمه‌خشک پراکندگی دارد (Zargari, 1997).

براساس گزارش‌های موجود، رشد و عملکرد گیاهان در اکوسیستم‌های مختلف تحت تأثیر عواملی مانند گونه، اقلیم، خاک و مشخصات جغرافیایی قرار دارد که هریک از این عوامل می‌تواند تأثیر به‌سزایی بر کمّیت و کیفیت اسانس گیاه داشته باشد (Soltanipour, 2004). به دنبال بررسی اثر ارتفاع بر روغن اسانس *T. polium* که در ۹ رویشگاه واقع در استان مازندران انجام گردید، بهترین رویشگاه برای حصول کمّیت و کیفیت اسانس، پایین‌ترین ارتفاع تشخیص داده شد (Zadegan & Khanigi, 2014).

Hayta و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اسانس دو گونه *T. multicaule* و *T. polium* در ترکیه، ترکیب‌های اصلی را مونوترپن‌های آلفا-پینن، بتا-پینن و سزکویی‌ترپن‌های جرماکرن D و کاریوفیلن اکسید ذکر کردند. در مطالعات دیگر و در کرمان، تعداد ۲۸ ترکیب شناسایی شده و عمده ترکیب‌ها به‌ترتیب شامل آلفا-پینن (۱۲/۵۲٪)، لینالول (۱۰/۶۳٪)، کاریوفیلن اکسید (۹/۶۹٪) و بتا-پینن (۷/۰۹٪) بودند (Moghtader, 2009).

Farahbakhsh و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی مهمترین ترکیب‌های کلپوره را جرماکرن D، لیمونن، آلفا-پینن و بتا-پینن گزارش کردند.

Nikkhah و همکاران (۲۰۰۹) به‌منظور بررسی تأثیر مراحل مختلف برداشت و همچنین روش‌های مختلف اسانس‌گیری بر بازده اسانس گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) آزمایش‌هایی انجام دادند که شامل تأثیر مراحل مختلف برداشت (رویشی، اوایل گلدهی و گلدهی کامل) و استخراج اسانس با استفاده از روش تقطیر با آب و بخار آب انجام شد. طبق نتایج بدست آمده بیشترین بازده اسانس مربوط به اوایل گلدهی بود که در حدود ۱۸/۱٪ شد. به‌طور کلی با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان مرحله اول گلدهی و روش تقطیر با بخار آب را به‌عنوان مناسب‌ترین زمان برداشت و روش اسانس‌گیری برای آویشن باغی معرفی نمود.

Cozzani و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی اعلام کردند که بررسی‌هایی روی ترکیب‌های اسانس گیاه *T. polium* subsp. *capitatum* در جزیره بومی Corsica در دریای مدیترانه انجام شده و ترکیب‌های اصلی شامل آلفا-پینن و بتا-پینن بودند.

Peldrim و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی نشان دادند که بیشترین ترکیبات‌ها در اسانس گیاه *T. orientale* ssp. *orientale* شامل لینالول، بتا-کاریوفیلن، فیتول و بتا-بوربونن بودند.

Sabzeghabaie و Asgarpanah (۲۰۱۶) در تحقیقی نشان دادند که مهمترین ترکیب‌های میوه (بذر وگل) گیاه کلپوره شامل آلفا-پینن، المول، بتا-پینن و لیمونن می‌باشد.

Aburjai و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی اسانس سرشاخه *Teucrium polium* L. در اردن، بازده اسانس را ۰/۸±۰/۰۴٪ (ww) و اجزای عمده آن را بتا-کاریوفیلن (۸/۷٪)، جرماکرن D (۸/۶٪) و سابینن (۵/۲٪) اعلام

کردند.

Maizi و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی روی تغییرات فصلی اسانس کلپوره در الجزایر نشان دادند که مهمترین ترکیب‌های اسانس شامل لیمونن، اسپاتولنول، پینوکارون و کامفور می‌باشد.

Kurtoğlu و Tin (۲۰۱۷) در تحقیقی نشان دادند که مهمترین ترکیب‌های این گیاه شامل جرماکرن D، کارواکرول، بتا-پینن و اسپاتولنول می‌باشد.

Hachicha و همکاران (۲۰۰۷) اعلام کردند که ترکیب‌های اصلی اسانس *T. ramosissimum* بومی تونس سسکویی‌ترپن هیدروکربن (۴۱/۹٪)، سسکویی‌ترپن اکسیژنه (۴۲/۳٪)، آلفا-کادینن (۱۹/۹۷٪) و آلفا-کادینول (۹/۹۳٪) است.

Kabouche و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی به بررسی و تجزیه‌وتحلیل ترکیب‌های اسانس گیاه *Teucrium polium* subsp. *aurasiacum* در الجزایر پرداختند. ترکیب‌های فرّار بدست آمده در قسمت‌های هوایی این گونه به‌وسیله گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. عمده ترکیب‌های تشکیل‌دهنده در اسانس کلپوره شامل آلفا-کادینول (۴۶/۸٪)، آلفا-مورولن-۳بتا-هیدروکسی (۲۲/۵٪)، α-پینن (۹/۵٪) و β-پینن (۸/۳٪) بودند و این اولین بار است که ۳بتا-هیدروکسی و آلفا-مورولن در *T. polium* مشخص شده است.

Esmaili و Amiri (۲۰۰۹) برای شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده و خاصیت ضد میکروبی گیاه*Teucrium polium* جمع‌آوری شده از شمال بروجرد در استان لرستان ۴۴ ترکیب را در اسانس این گیاه شناسایی کردند که عمده ترکیب‌های تشکیل‌دهنده آن عبارتند از: آلفا-پینن (۱۳/۵۹٪)، بتا-کاریوفیلن (۱۲/۳۵٪)، جرماکرن D (۱۱/۷۴٪)، بتا-پینن (۸/۷۵٪) و لیمونن (۷/۶۰٪)؛ که اسانس این گیاه بر علیه اغلب باکتری‌های گرم مثبت و منفی مورد آزمایش دارای اثرهای ضدمیکروبی قابل توجه و بیشتر از آنتی‌بیوتیک جنتامایسین است.

Mirza (۲۰۰۰) در بررسی کمّی و کیفی ترکیب‌های شیمیایی موجود در اسانس *T. percicum* که از باغ گیاه‌شناسی ملی ایران جمع‌آوری شده بود موفق به شناسایی ۲۵ ترکیب در اسانس این گونه شد که از میان این ترکیب‌های شناسایی شده ترکیب‌های بتا-پینن (۱۵/۹٪) و بتا-کاریوفیلن (۲۹/۶٪) عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس بودند.

Bagherpour و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به بررسی فیتوشیمیایی اسانس در اکوتیپ‌های مختلف گیاه دارویی *T. percicum* پرداختند. نتایج آنان نشان داد که در مجموع ۹۳ ترکیب در اسانس جمعیت‌های این گونه شناسایی شد که تعداد و نوع ترکیب‌ها در اسانس این جمعیت‌ها تفاوت زیادی داشت. بیشترین ترکیب اسانس متعلق به رویشگاه کوه زیره داراب (۶۸ ترکیب) بود. در حالی‌که بیشترین بازده اسانس در رویشگاه زاخارویه (۰/۳٪) مشاهده شد. رویشگاه کوه زیره داراب بالاترین درصد از آلفا-پینن، بتا-پینن، لیمونن و والریانول را داشت و دارای کیفیت بالایی از اسانس بوده و بهترین محل رویش برای گیاه *T. percicum* می‌باشد. ترکیب‌های آلفا-پینن، بتا-پینن، ترانس-کاریوفیلن و کاریوفیلن اکسید به‌عنوان ترکیب‌های مهم اسانس در هر چهار منطقه بودند.

Rowshan و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی به بررسی فیتوشیمیایی اسانس در اکوتیپ‌های مختلف گیاه دارویی *Teucrium polium* subsp. *polium* در هفت منطقه استان فارس پرداختند. نتایج آنان نشان داد که مهمترین ترکیب‌های اسانس در رویشگاه‌های مختلف متغیر بوده و به‌ترتیب در این هفت منطقه عبارت بودند از: جرماکرن D (۶/۷-۲۲/۶٪)، بی‌سیکلوجرماکرن (۴/۴-۱۵/۱٪)، آلفا-پینن (۰/۸-۱۶/۶٪)، بتا-پینن (۰/۸-۹/۲٪)، میرسن (۱/۷-۹/۵٪) و ترانس-کاریوفیلن (۴/۲-۱۳/۹٪). ضمناً نتایج حاصل از آنالیز داده‌های مربوط به ترکیب‌های اصلی اسانس، با نرم‌افزار Minitab به تشخیص ۳ گروه متمایز منجر شد که نشان‌دهنده وجود تنوع فیتوشیمیایی درون گونه‌ای در این گیاه است.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی و مقایسه

ترکیب‌های شیمیایی اسانس گیاه کلپوره (*Teucrium polium* subsp. *Polium*) در مراحل مختلف فنولوژیکی (اوج رویشی، اول گلدهی و اوج گلدهی) در منطقه چشمه‌انجیر فارس می‌باشد. بدیهی است این امر می‌تواند زمینه‌ساز تحقیقات بعدی در علم داروسازی و دیگر علوم مرتبط با آن، برای استفاده بهینه از اسانس این گیاه و جایگزین نمودن آن با داروهای شیمیایی باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی

مراتع منطقه مورد مطالعه که به‌نام چشمه‌انجیر معروف است در فاصله ۳۵ کیلومتری شمال‌غرب شهرستان شیراز، واقع در بخش سه دهستان کلستان قرار گرفته و به‌مساحت ۲۲۷۵ هکتار جزء مراتع ییلاقی استان فارس و مورد تعلیف دام‌های مرتع‌داران قرار می‌گیرد و بین طول‌های جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۰ دقیقه و ۵۲ درجه و ۱۵ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۰ دقیقه و ۲۹ درجه و ۴۵ دقیقه قرار گرفته است.

وضعیت خاک منطقه

بافت خاک منطقه براساس تعیین درصد مواد تشکیل‌دهنده، شنی لومی می‌باشد و دارای اسیدیته ۷/۹۸ و دارای زهکشی خوب و با توجه به تجزیه شیمیایی خاک مواد معدنی آن شامل سدیم و پتاسیم است و درصد مواد آلی آن در حدود ۱/۵٪ می‌باشد.

وضعیت توپوگرافی

منطقه مورد مطالعه به‌صورت کوهستانی با تراس‌های فوقانی بوده که حداکثر ارتفاع از سطح دریا ۲۳۳۶ متر و حداقل آن ۱۸۰۰ متر و ارتفاع متوسط به روش وزنی ۲۱۱۵ متر از سطح دریا محاسبه گردیده و جهت کلی شیب منطقه شمالی–جنوبی است.

شرایط آب و هوایی

مقدار متوسط بارندگی سالیانه منطقه براساس نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی ایستگاه شیراز که ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۱۴۹۱ متر می‌باشد، طی یک دوره ۳۶ ساله ۳۱۷/۴۵ میلی‌متر است که حداکثر نزولات آسمانی سالیانه در این مدت در فصل زمستان به میزان ۱۹۵/۷ میلی‌متر و حداقل بارندگی سالیانه طی این دوره در فصل تابستان به میزان ۲/۷ میلی‌متر، حداکثر نزولات جوی در ماههای آذر، دی و بهمن به صورت برف و باران می‌باشد و دوره خشکی منطقه در حدود ۷ ماه از نیمه خرداد لغایت اواسط آبان است. دارای تابستان‌های نسبتاً گرم و زمستان‌های سرد بوده و حداقل درجه حرارت مطلق در گرم‌ترین ماه سال طی دوره ۳۶ ساله ۱۴/۴– درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت مطلق ۴۳/۲ و متوسط درجه حرارت در طی دوره ۳۶ ساله ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

پوشش گیاهی

با توجه به وضعیت آب و هوایی و اکولوژیکی منطقه، پوشش گیاهی آن از تنوع خاصی برخوردار است و به‌صورت بوته‌زار می‌باشد. درختان و درختچه‌های موجود در منطقه شامل: کیکم، ارژن، تنگرس، بنه و بادام و پوشش مرتعی آن بیشتر گون، پیچک صحرایی، گوش‌بره، علف یال اسبی، کلاه میرحسن، جوخار و جاشیر می‌باشد.

روش تحقیق

برداشت گیاه: در ۳ مرحله فنولوژی اقدام به جمع‌آوری گیاه شد. گیاه کلپوره در مرحله اوج رویشی (انتهای رویش برگی کامل و قبل از ظهور اندام‌های زایشی گیاه)، اوایل اردیبهشت‌ماه، در مرحله اول گلدهی، اواخر خردادماه و در مرحله اوج گلدهی، در اواسط تیرماه از کوه‌های اطراف مراتع منطقه چشمه‌انجیر (با ارتفاع از سطح دریا ۱۷۶۰ متر) جمع‌آوری شد.

یادآوری می‌شود که جمع‌آوری در هر مرحله به‌صورت کاملاً تصادفی انجام و این گونه براساس غالب بودن در منطقه و همچنین میزان اسانس انتخاب شد.

شناسایی گونه و زیرگونه: بررسی تیپ‌های گیاهی مرتع مورد بررسی توسط گیاه‌شناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس (با شماره هرباریومی ۱۴۴۲۸) انجام شد. سپس قسمت‌های هوایی گیاه جمع‌آوری شده در شرایط آزمایشگاهی و در سایه، روی کاغذ پخش شده و خشک گردیدند. پس از خشک نمودن، گیاهان در هر مرحله به دقت خرد شدند.

استخراج اسانس

استخراج اسانس به روش تقطیر با آب انجام شد. برای استخراج اسانس مقدار ۶۰ گرم از هر نمونه گیاهی خشک شده و بعد از آسیاب کردن در هر تکرار توزین گردید تا وزن دقیقی بدست آید. سپس مقدار ۵۰۰CC آب‌مقطر در داخل بالن دستگاه تقطیر ریخته شد. پس از جوش آمدن آب، دما روی ۵۰°C ثابت نگه داشته شد و به‌مدت سه ساعت عمل تقطیر انجام شد. سپس اسانس در شیشه‌های ویژه اسانس جمع‌آوری گردید. اسانس‌ها برای تجزیه توسط دستگاه‌های GC و GC/MS در شرایط خنک و تاریک در یخچال نگهداری شدند.

تجزیه اسانس

به‌منظور بررسی اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس گیاه در مراحل مختلف برداشت، نمونه‌های اسانس مربوط به تکرارهای مشابه برای تجزیه با دستگاه‌های GC و GC/MS با یکدیگر مخلوط شدند. برای این منظور، ابتدا نمونه‌های آماده شده به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق گردید و مناسب‌ترین برنامه‌ریزی دمایی برای جداسازی کامل ترکیب‌های اسانس بدست آمد. همچنین درصد ترکیب‌های تشکیل‌دهنده هر نمونه اسانس محاسبه شد. سپس اسانس‌ها به دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌نگار جرمی نیز تزریق شدند و طیف جرمی ترکیب‌ها بدست آمد. شناسایی ترکیب‌های اسانس با استفاده از بررسی طیف‌های جرمی توسط کتابخانه Nist و Adams و Willy دستگاه GC/MS انجام شد.

مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده

GC

دستگاه گاز کروماتوگراف Agilent مدل 7890A، ستون HP-5 به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون می‌باشد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۲۱۰–۶۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۳ درجه در دقیقه و بعد ۲۴۰–۲۱۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۲۰ درجه در دقیقه و توقف به مدت ۸/۵ دقیقه در دمای نهایی می‌باشد. نوع آشکارساز FID با دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و گاز ازت با فشار ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل می‌باشد. نسبت شکاف ۱ به ۱۰۰ است (Bahmanzadegan *et al*., 2017).

GC/MS

گاز کروماتوگراف Agilent-7890A، متصل شده به طیف‌سنجی جرمی با ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون می‌باشد. برنامه‌ریزی حرارتی از ۲۱۰–۶۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۳ درجه در دقیقه و بعد ۲۴۰–۲۱۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۲۰ درجه در دقیقه و توقف به مدت ۸/۵ دقیقه در دمای نهایی، درجه حرارت محفظه تزریق و ترانسفرلاین ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. گاز هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹۹ و فشار ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل استفاده شد. انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و محدوه جرمی از ۵۰۰–۴۰ بوده است (Adams, 2007).

نتایج

درصد اسانس در مراحل مختلف فنولوژی

میانگین درصد بازده اسانس در مرحله اوج رویشی ۰/۹٪، در مرحله اول گلدهی ۰/۳٪ و در مرحله اوج گلدهی ۰/۲٪ می‌باشد. نتایج نشان داد که زمان برداشت بر میزان درصد بازده اسانس تأثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشته است. بالاترین میزان درصد بازده اسانس (۰/۹٪) در مرحله اوج رویشی حاصل شد.

جدول ۱ تجزیه واریانس، میزان بازده درصد اسانس در گیاه کلپوره نشان می‌دهد که بین مراحل مختلف فنولوژی تفاوت معنی‌داری از نظر درصد بازده اسانس در سطح ۱٪ وجود دارد. با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۲، همان‌طور که مشخص است، بین مرحله اوج رویشی با دو مرحله اول گلدهی و همچنین در مرحله اوج گلدهی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ولی بین دو مرحله اول گلدهی و اوج گلدهی تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود ندارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر مراحل فنولوژی در درصد بازده اسانس کلپوره

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
اثر مراحل	۰/۸۰۲	۲	۰/۴۰۱	۲۶۳/۵۹	۰/۰۰۰**
خطا	۰/۰۰۹	۶	۰/۰۰۲	۱	
کل	۰/۸۱۲	۸			

**: معنی‌داری در سطح ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد بازده اسانس در مراحل مختلف فنولوژی با استفاده از آزمون دانکن

مراحل فنولوژی	درصد بازده اسانس کلپوره	
اوج رویشی	۰/۹	a
اول گلدهی	۰/۳	b
اوج گلدهی	۰/۲	b

تجزیه کمّی و کیفی اسانس کلپوره

در مرحله اوج رویشی: نتایج نشان داد که در اسانس کلپوره در مرحله اوج رویشی ترکیب‌های شناسایی شده در مجموع ۹۹٪ اسانس را تشکیل می‌دهند (جدول ۳).

ترکیب‌های عمده تشکیل‌دهنده اسانس عبارت بودند از: کاریوفیلن اکسید (۱۲/۱٪)، آلفا-پینن (۱۱/۸٪)، جرماکرن D (۹/۱٪)، میرسن (۸/۵٪)، لیمونن (۷/۲٪)، بتا-پینن (۶/۷٪)، بی‌سیکلوجرماکرن (۶/۶٪)، ترانس-کاریوفیلن (۴/۶٪) و آلفا-بیسابولول اکسید-بی (۳/۴٪).

در مرحله اول گلدهی: نتایج این پژوهش نشان داد که در اسانس کلپوره در مرحله اول گلدهی ترکیب‌های شناسایی شده در مجموع ۱۰۰٪ اسانس را تشکیل می‌دهند (جدول ۳).

ترکیب‌های عمده تشکیل‌دهنده اسانس عبارت بودند از: جرماکرن D (۲۶/۶٪)، بی‌سیکلوجرماکرن (۱۸/۳٪)، ترانس-بتا-اوسیمن (۸/۹٪)، میرسن (۷/۸٪)، اسپاتولنول (۶/۰٪)، لیمونن (۵/۳٪)، آلفا-پینن (۳/۶٪) و بتا-پینن (۲/۶٪).

در مرحله اوج گلدهی: نتایج نشان داد که در اسانس

کلپوره در مرحله اوج گلدهی ترکیب‌های شناسایی شده در مجموع ۱۰۰٪ اسانس را تشکیل می‌دهند (جدول ۳).

ترکیب‌های عمده تشکیل‌دهنده اسانس عبارت بودند از: آلفا-پینن (۲۵/۸٪)، میرسن (۱۲/۵٪)، جرماکرن D (۱۱/۸٪)، بتا-پینن (۱۱/۷٪)، لیمونن (۸/۵٪)، اسپاتولنول (۴/۶٪) و بی‌سیکلوجرماکرن (۷/۲٪) با بازده اسانس (۰/۲٪).

جدول ۳- درصد ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه دارویی کلپوره در مراحل مختلف فنولوژی

ردیف	ترکیب	شاخص بازداری	درصد ترکیب اسانس در مراحل فنولوژی		
			اوج رویشی	اول گلدهی	اوج گلدهی
۱	α-thujene	۹۲۳	–	–	۰/۲
۲	α-pinene	۹۳۶	۱۱/۸	۳/۶	۲۵/۸
۳	camphene	۹۴۷	۰/۹	–	۰/۲
۴	β-pinene	۹۸۰	۶/۷	۲/۶	۱۱/۷
۵	myrcene	۹۹۳	۸/۵	۷/۸	۱۲/۵
۶	α-phellandrene	۱۰۰۲	–	–	t
۷	ρ-cymene	۱۰۲۱	–	–	۰/۱
۸	limonene	۱۰۳۱	۷/۲	۵/۳	۸/۵
۹	1,8-cineole	۱۰۳۵	۰/۴	۰/۳	۰/۳
۱۰	E-β-ocimene	۱۰۴۶	۱/۴	۲/۱	۱/۸
۱۱	γ-terpinene	۱۰۵۸	۰/۱	–	جزئی
۱۲	terpinolene	۱۰۸۸	۰/۴	۰/۱	۰/۲
۱۳	linalool	۱۱۰۳	۱/۰	۰/۵	–
۱۴	1-octen-3-yl-acetale	۱۱۱۳	۰/۶	۰/۱	–
۱۵	α-campholenal	۱۱۲۳	–	–	۰/۵
۱۶	allo-ocimene	۱۱۳۰	۱/۳	۰/۳	–
۱۷	trans-pinocarovel	۱۱۳۷	–	–	۰/۶
۱۸	cis-verbenol	۱۱۳۹	–	–	۰/۳
۱۹	trans-verbenol	۱۱۴۳	–	–	۱/۰
۲۰	cis-p-mentha-2,8-dien-1-l	۱۱۴۴	۱/۶	۰/۳	–
۲۱	pinocarvone	۱۱۵۳	۳/۲	–	–
۲۲	pinocarovel	۱۱۶۱	–	–	۰/۴
۲۳	borneol	۱۱۶۹	۱/۲	۰/۲	۰/۳
۲۴	tepinene-4-ol	۱۱۷۲	۰/۸	–	–

ادامه جدول ۳- ....

ردیف	ترکیب	شاخص بازداری	درصد ترکیب اسانس در مراحل فنولوژی		
			اوج رویشی	اول گلدهی	اوج گلدهی
۲۵	α-terpineol	۱۱۸۸	–	–	جزئی
۲۶	myrtenal	۱۱۹۴	–	–	۰/۷
۲۷	verbenone	۱۲۰۳	۲/۳	۰/۵	۰/۱
۲۸	trans-carveol	۱۲۱۹	۰/۳	۰/۱	۰/۱
۲۹	cis–carveol	۱۲۲۳	۰/۴	–	–
۳۰	nerol	۱۲۳۳	۰/۵	۰/۵	۰/۳
۳۱	carvone	۱۲۴۹	۰/۵	–	۰/۲
۳۲	bornyl acetate	۱۲۹۰	۰/۸	۰/۴	۰/۴
۳۳	δ-elemene	۱۳۳۱	–	–	۰/۷
۳۴	cis-carvylacetate	۱۳۳۷	۰/۶	۰/۲	–
۳۵	γ-elemene	۱۳۳۸	–	۱/۶	–
۳۶	α-terpinyl acetate	۱۳۴۵	–	–	۰/۳
۳۷	α-copaene	۱۳۷۹	–	–	۰/۳
۳۸	β-bourbonene	۱۳۸۳	۰/۹	۰/۴	۰/۲
۳۹	β-elemene	۱۳۹۲	–	۰/۳	–
۴۰	E-caryophyllene	۱۴۲۴	۴/۶	۸/۹	۲/۷
۴۱	α-guaiene	۱۴۳۴	–	۰/۴	–
۴۲	α-humulene	۱۴۵۵	۱/۰	۱/۰	۰/۴
۴۳	germacrene D	۱۴۸۸	۹/۱	۲۶/۶	۱۱/۸
۴۴	bicyclogermacrene	۱۵۰۳	۶/۶	۱۸/۳	۷/۲
۴۵	δ-cadinene	۱۵۱۴	–	–	۱/۲
۴۶	cubebol	۱۵۱۷	–	۰/۱	۰/۲
۴۷	γ-cadiene	۱۵۲۱	–	۰/۸	–
۴۸	germacrene B	۱۵۵۹	۰/۷	۱/۱	–
۴۹	spathulenol	۱۵۸۴	۱/۷	۶/۰	۴/۶
۵۰	caryophyllene oxide	۱۵۹۲	۱۲/۱	۱/۹	۱/۴
۵۱	viridiflorol	۱۵۹۵	۲/۷	–	–

ادامه جدول ۳- .....

ردیف	ترکیب	شاخص بازداری	درصد ترکیب اسانس در مراحل فنولوژی		
			اوج رویشی	اول گلدهی	اوج گلدهی
۵۲	10-epi-γ-Eudesmol	۱۶۱۷	۰/۵	۰/۴	–
۵۳	γ-Eudesmol	۱۶۲۶	۰/۳۳	–	–
۵۴	gossonorol	۱۶۴۴	–	۰/۸	–
۵۷	β-eudesmol	۱۶۴۸	–	–	۱/۲
۵۸	α-cadinol	۱۶۵۱	–	–	۰/۴
۵۹	valerianol	۱۶۵۶	–	۱/۰	–
۶۰	α-bisabolol oxide B	۱۶۶۲	۳/۴	۱/۲	–
۶۱	α-bisabolol	۱۶۸۷	–	–	۰/۳
۶۲	eudesm-7(11)-en-4-ol	۱۶۹۶	–	۰/۷	–
	Oil yield (%w/w)		۰/۹	۰/۳	۰/۲

جزئی= کمتر از ۰/۰۵

بحث

اثر زمان برداشت بر عملکرد و میزان اسانس گیاه کلپوره

نتایج نشان داد که زمان برداشت بر درصد اسانس تولید شده در گیاه کلپوره تأثیر داشته است. بالاترین درصد اسانس در مرحله اوج رویشی گیاه و کمترین میزان آن در مرحله اوج گلدهی مشاهده گردید.

این مسئله ممکن است به این علت باشد که معمولاً میزان بارندگی در فصل بهار (اردیبهشت و خرداد ماه) یا کم بوده و یا اصلاً بارندگی وجود نداشته و این امر باعث کاهش حجم اندام‌های هوایی گیاه و فعالیت‌های سوخت‌وساز گیاه شده که در نهایت منجر به کاهش میزان اسانس شده است. این نتایج با نتایج زیر مطابقت دارد.

Naghdi Badi و همکاران (۲۰۰۲) اعلام کردند که زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس و ترکیب‌های اسانس دارند.

Amiri (۲۰۰۷) اثرهای مراحل رشد را بر روی میزان اسانس گونه *Salvia bracteata* بررسی نمود. نتایج او نشان داد که درصد اسانس در مرحله رویشی بیشتر از مرحله گلدهی و میوه‌دهی می‌باشد که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

تجزیه کمّی و کیفی اسانس گیاه دارویی کلپوره

برای تعیین مقادیر اسانس از دستگاه GC استفاده گردید. اسانس بدست آمده براساس درصد وزنی محاسبه شد. پس از تزریق اسانس هر نمونه گیاهی، با استفاده از زمان بازداری، اندیس بازداری، طیف جرمی و مقایسه این داده‌ها با استاندارد Adams (۲۰۰۷) و با توجه به اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه GC/MS، ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس مورد بررسی کمّی و کیفی قرار گرفت.

نتایج بدست آمده در مورد عمده ترکیب‌های تشکیل‌دهنده در اسانس کلپوره در مراحل مختلف فنولوژی، با نتایج Farahbakhsh و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی که مهمترین ترکیب‌های کلپوره جرماکرن D، لیمونن، آلفا-پینن و بتا-پینن گزارش کردند، مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که آلفا-پینن در مرحله اوج رویشی ۱۱/۸٪ بود که در مرحله اول گلدهی به ۳/۶٪ کاهش یافت، اما در مرحله اوج گلدهی به میزان ۲۶/۸٪ افزایش یافته بود. این نتایج با نتایج Shamspur و همکاران (۲۰۱۱) و Naghdi Badi و همکاران (۲۰۰۲) که اعلام کردند زمان برداشت تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس و ترکیب‌های اسانس دارد، همسو است. در این پژوهش آلفا-پینن و بتا-پینن جزء ترکیب‌های عمده بودند. نتیجه این تحقیق با نتایج Demirci و همکاران (۲۰۰۲) از کشور ترکیه که به بررسی توزیع تعدادی از مونوترپن‌ها در اسانس اندام‌های هوایی گونه *Salvia bracteata* به وجود آلفا-پینن و بتا-پینن به‌عنوان ترکیب‌های غالب اشاره کرده‌اند، همخوانی دارد. همچنین با نتایج Sabzeghabaie و Asgarpanah (۲۰۱۶) در تحقیقی که نشان دادند مهمترین ترکیب‌های میوه (بذر و گل) گیاه کلپوره آلفا-پینن، الومول، بتا-پینن و لیمونن می‌باشد، مطابقت دارد.

در این تحقیق جرماکرن D در مرحله اوج رویشی ۹/۱٪ بود و در مرحله اول گلدهی ۲۶/۶٪ افزایش یافته بود و در مرحله اوج گلدهی به ۱۱/۸٪ کاهش یافته است، همچنین آلفا-اودسمول، بی‌سیکلوجرماکرن و اسپاتولنول در مرحله اوج گلدهی نسبت به مرحله اوج رویشی افزایش یافته بود که این نتایج با نتایج سایر پژوهشگران مانند Bagci و همکاران (۲۰۱۱) که ترکیبات شیمیایی اسانس *T .parviflorum* را شناسایی کردند و همچنین Eikani و همکاران (۱۹۹۹) و Rowshan و همکاران (۲۰۱۹) که اجزای تشکیل‌دهنده اسانس کلپوره *T. polium* را بررسی نمودند و ترکیب‌های جرماکرن D، کاریوفیلن اکسید، اسپاتولنول، بی‌سیکلوجرماکرن، آلفا-پینن، بتا-پینن و میرسن را به‌عنوان اجزای اصلی اسانس گزارش کردند، مطابقت دارد.

در این پژوهش بیشترین مقدار میرسن و لیمونن در مرحله اوج گلدهی شناسایی شد. بیشتر ترکیب‌ها از قبیل ترانس-پینوکاروئول، ترانس-وربنول، نرول و تیمول فقط در این مرحله مشخص گردیدند. نتایج این تحقیق با نتایج Amiri (۲۰۰۷) که میزان اسانس و ترکیب‌های مختلف تشکیل‌دهنده اسانس را در *Salvia bracteata* در مراحل مختلف رویشی مورد بررسی قرار داد، مطابقت دارد. او عمده ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس را در سه مرحله رویشی آلفا-پینن، لیمونن، میرسن، بتا-پینن و جرماکرن D اعلام نمود.

در بررسی‌های دیگری، Ahmadi و همکاران (۲۰۰۱) میزان اسانس و ترکیب‌های مختلف تشکیل‌دهنده اسانس را در *T. melissoides* و همچنین Moghtader (۲۰۰۹) در اسانس کلپوره *Teucrium polium* در مرحله گلدهی شناسایی نمودند. ترکیب‌های عمده شناسایی شده، آلفا-پینن، بتا-پینن، لیمونن، جرماکرن D و کاریوفیلن اکسید بودند که با نتایج این تحقیق در مرحله گلدهی همخوانی داشتند.

از لحاظ نوع و میزان ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس کلپوره، بهترین مرحله برداشت، مرحله گلدهی است اما از لحاظ درصد اسانس، مرحله رویشی بهترین مرحله می‌باشد.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی باید گفت که آنچه این گیاه را حائز اهمیت نموده است، خواص درمانی آن می‌باشد و در این رابطه می‌توان به اثرهای ضد التهابی، ضد دیابتی، ضد توموری و آنتی‌اکسیدانی آن اشاره نمود. گیاه مذکور، همچنین دارای اثر ضد تب و ضد باکتری و چند خاصیت مفید دیگر می‌باشد. همچنین این گیاه حاوی ترکیب‌های زیادی ازجمله تانن، ترپنوئید، ساپونین، استرول، فلاونویید و لوکوآنتوسیانین است که می‌توان از عصاره این گیاه در درمان بسیاری از بیماری‌ها بهره برد. بیشتر ترکیب‌های مؤثر این گیاه در حلال‌های قطبی مثل الکل‌ها قابلیت انحلال دارند. براساس نتایج بدست آمده، بهترین زمان برداشت گیاه دارویی کلپوره از لحاظ نوع و میزان ترکیب‌های شناسایی شده در مرحله اوج گلدهی است اما از لحاظ درصد اسانس، مرحله اوج رویشی بهترین مرحله است. برداشت در مراحل مختلف رشدی باعث تغییر در میزان و نوع ترکیب‌های برخی از عناصر عمده تشکیل‌دهنده اسانس در گیاه دارویی کلپوره گردید. در اسانس گیاه دارویی کلپوره، ۳۶ ترکیب در مرحله اوج رویشی، ۳۶ ترکیب در مرحله اول گلدهی و ۴۰ ترکیب در مرحله اوج گلدهی شناسایی شد. در مرحله اوج رویشی

و اول گلدهی ترکیب عمده گیاه کلپوره آلفا–پینن بود. اما در مرحله اوج گلدهی ترکیب عمده ترانس– کاریوفیلن بود. در این پژوهش بیشترین مقدار میرسن و لیمونن در مرحله اوج گلدهی شناسایی شد. بیشتر ترکیب‌ها از قبیل ترانس–پینوکاروئول، ترانس–وربنول، نرول و تیمول فقط در این مرحله مشخص گردیدند. ضمناً جرماکرن D در مرحله اوج رویشی ۹/۱٪ بود و در مرحله اول گلدهی ۲۶/۶٪ افزایش یافته بود و در مرحله اوج گلدهی به ۱۱/۸٪ کاهش یافته است، همچنین آلفا–اودسمول، بی‌سیکلوجرماکرن و اسپاتولنول در مرحله اوج گلدهی نسبت به مرحله اوج رویشی افزایش یافته بود.

منابع مورد استفاده

- Aburjai, T., Hudaib, M. and Cavrini, V., 2006. Composition of the essential oil from Jordanian Germander (*Teucrium polium* L.). Journal of Essential Oil Research, 18(1): 97-99.
- Adams, R.P., 2007. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy, Allured Publishing Corporation, Illinois, 804p.
- Ahmadi, L., Mirza, M. and Khorram, M.T., 2001. Essential oil of *Echinophora cinerea* Boiss. Hedge and Lamond from Iran. Journal of Essential Oil Research, 13: 82-83.
- Amiri, H., 2007. Quantative and qualative changes of essential oil of *Salvia bracteata* Bank et Sol. in different growth stages. Daru-Journal of Faculty of Pharmacy, 15(2): 79-82.
- Bagci, E., Hayta, S., Yazgin, A. and Dogan, G., 2011. Composition of the essential oil of *Teucrium parviflorum* L. from Turkey. Zeitschrift Fur Naturforsch C, 59: 305-309.
- Bagherpour, L., Rowshan, V. and Monfared, A., 2018. Investigating and comparing the phytochemical of essential oil of different *Teucrium persicum* Boiss. Ecotypes in Fars province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 6(2): 69-80.
- Bahmanzadegan, A., Rowshan, V. and Zareian, F., 2017. Chemical constituents of the essential oil, static headspace analysis of volatile compounds, polyphenolic content and antioxidative capacity of *Trigonella elliptica* Boiss. grown in Iran. Analytical Chemistry Letters, 7(2): 261-270.
- Cozzani, S., Muselli, A., Desjobert, J.M., Bernardini, A.F., Tomi, F. and Casanova, J., 2005. Chemical composition of essential oil of (*Teucrium polium* subsp. *Capitatum* L.) from Corsica. Flavour and Fragrance Journal, 20: 436-441.
- Demirci, B., Tabanca, N. and Husun, B., 2002. Enantiomeric distribution of some monoterpenes in the essential oils of some *Salvia* species. Flavour and Fragrance Journal, 17: 54-58.
- Eikani, M.H., Goodarznia, L. and Mirza, M., 1999. Comparison between the essential oil of supercritical carbon dioxide extract of *Teucrium polium* L. Journal of Essential Oil Research, 11: 470-427.
- Esmaili, A. and Amiri, H., 2009. Survey on antimicrobial effect and identify compounds substance (*Teucriuom polium* L.). Journal of Esfahan University Pure Science, 31: 15-22.
- Farahbakhsh, J., Najafian, S., Hosseinifarahi, M. and Gholipour, S., 2020. The effect of time and temperature on shelf life of essential oil composition of *Teucrium polium* L. Natural Proudact Research, 1-5.
- Gillij, Y.G., Gleiser, R.M. and Zygadlo, J.A., 2007. Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina. Journal of Bioresour Technolgy, 99: 2507-2515.
- Hachicha, S.F., Skanji, T., Barrek, S., Ghrabi, Z.G. and Zarrouk, H., 2007. Composition of the essential oil of *Teucrium ramosissimum* Dest. (Lamiaceae) from Tunisia. Flavour and Fragrance Journal, 22: 101-104.
- Hayta, S., Yazgin, A. and Bagci, E., 2017. Constituents of the Volatile oils of two *Teucrium* Species from Turkey. Journal of Science and Technology, 7(2): 140-144.
- Kabouche, A., Kabouche, Z. Ghannadi, A. and Sajjadi, S.E., 2007. Analysis of the essential oil of *Teucrium polium* subsp. *aurasiacum* from Algeria. Journal of Essential Oil Research, 19(1): 44-46.
- Kurtoğlu, C. and Tin, B., 2017. Essential oil composition of *Teucrium polium* L. grown in Aydın/Turkey. Turkish Journal of Life Sciences, 2(1): 142-144.
- Maizi, Y., Meddah, B., Meddah, A.T.T. and Hernandez, J.A.G., 2019. Seasonal variation in essential oil content, chemical composition and antioxidant activity of *Teucrium polium* L. growing in Mascara (North West of Algeria). Journal of Applied Biotechnology Reports, 6(4): 151-157.
- Mir Heidar, H., 2004. Encyclopedia of Medicinal Plant of Iran (Vol. 4). Islamic Culture Press, 870p.
- Mirza, M., 2000. Survey of the esseential oil of *Teucrium polium* L. from Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 10: 27-38.
- Moghtader, M., 2009. Chemical composition of the essential oil of *Teucrium polium* Boiss. from Iran. Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 5(6): 843-846.

polium in Fars province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 7(3): 1-13.
- Sabzeghabaie, A. and Asgarpanah, J., 2016. Essential oil composition of *Teucrium polium* L. fruits. Journal of Essential Oil Research, 28(1): 77-80.
- Shamspur, T., Asadolazadeh, H. and Arabpur, A., 2011. Investigation of chemical compounds in plant essential oil *Ziziphora clinopodioides* Lam using macro wave-gas chromatography connected to GC / MS mass spectrometer. Proceedings of the Third National Conference on New Research in Chemistry and Chemical Engineering, Mahshahr Brnch, Islamic Azad University, 15 December: 1852p.
- Soltanipour, M.A., 2004. Investigation of phenological stages medicinal plant of (*Salvia mirzayanii* Rech. f. and Esfand) at different elevations of Hormozgan Province. Journal of Research and development, 4(17): 34-38.
- Yali, H., Liu, Y., Cao, W., Huai, M., Xu, B. and Huang, B., 2005. Effects of salicylic acid on heat tolerance associated with antioxidant metabolism in Kentucky bluegrass. Crop Science Society of America, 45: 988-995.
- Zadegan, R. and Khanigi, Gh.R., 2014. The effect of some ecological factors on the essential oil of (*Teucrium polium* L.). The Latest Findings of Cellular and Molecular Biotechnology, 4(13): 65-70.
- Zargari, A., 1997. Medicinal Plants (Vol. 4). Tehran University Press, 948p.
- Mohsenipour, Z. and Hassanshahian, M., 2016. Antibacterial activity of espand (*Peganum harmala*) alcoholic extracts against six pathogenic bacteria in planktonic and biofilm forms. Biological Journal Microorganism, 4(16): 47-57.
- Naghdi Badi, H., Yazdani, D., Nazari, F. and Mohammad Ali, S., 2002. Seasonal variation in oil yield and composition from *Thymus vulgaris* L. under different dense cultivation. Journal of Medicinal Plant, 2(5): 51-57.
- Nikkhah, F., Sefidkon, F. and Sharifi Ashoorabadi, E., 2009. The effect of distillation methods and plant growth stages on the essential oil content and composition of *Thymus vulgaris* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 25(3): 309-320.
- Peldrim, F., Hossinimehr, S.J. and Shahabimajd, N., 2004. Antioxidant activity phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. African Journal of Biotechnology, 7(10): 1591-1593.
- Rezaie Keikhaie, K., Ghorbani, S. Hosseinzadeh, Z. and Hassanshahian, M., 2017. Antimicrobial activity of methanol extract of citrullus colocynthis against antibiotic-resistant staphylococcus Aureus. Advance Herbal Medicine, 3(3): 1-6.
- Rowshan, V., Zareiyan, F. Bahmanzadegan, A. and Hatami, A., 2019. Comparison of phytochemicals of essential oils in ecotypes of *Teucrium polium* subsp.

Study on quantitative and qualitative changes in essential oil compounds of *Teucrium polium* L. subsp. *polium* at different phenological stages

S.M.R. Habibian[1*], P. Sorbi Akbari[2] and V. Rowshan[3]

1*- Corresponding author, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran, E-mail: smrhabibian@yahoo.com
2- M.Sc. graduted, Department of Range and Watershed Management, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran
3- Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran

Received: August 2020 Revised: January 2021 Accepted: January 2021

Abstract

Teucrium polium L. belongs to the fam. Lamiaceae and grows mostly in the barren, rocky, and sandy areas of various parts of Europe, the Mediterranean, North Africa, and southwest Asia including Iran. It has various therapeutic properties such as analgesic, antipyretic, antioxidant, and antihypertensive. These healing properties are due to the presence of various chemical compounds in the essential oil. Plant harvest at the different phenological stages has a great impact on the amount of essential oil compounds of this species. This study was conducted to evaluate the quantitative and qualitative changes of *T. polium* essential oil (EO) during the growing season in Cheshmeh-e-Anjir rangelands of Fars province and at three phenological stages (vegetative peak, beginning of flowering, and flowering peak) in a completely randomized block design in 2017. The EOs were analyzed by GC and GC/MS. The results of this study showed that the main EO constituents were caryophyllene oxide (12.1%), α-pinene (11.8%), germacrene D (9.1%), myrcene (8.5%), limonene (7.2%), β-pinene (6.7%), bicyclogermacrene (6.6%), E-caryophyllene (4.6%), and α-bisabolol oxide B (3.4%) at the vegetative peak stage with the EO percentage of 0.9%, germacrene A (26.6%), bicyclogermacrene (18.3%), (*E*)-β-ocimene (8.9%), myrcene (7.8%), spathulenol (6.0%), limonene (5.3%), α-pinene (3.6%), and β-pinene (2.6%) at the begining of flowering with the EO percentage of 0.3%, and α-pinene (25.8%), myrcene (12.5%), germacrene D (11.8%), β-pinene (11.7%), limonene (8.5%), spathulenol (4.6%), and bicyclogermacrene (7.2%) at the flowering peak with the EO percentage of 0.2%.

Keywords: Essential oil, phenologic stages, quantitative changes, qualitative changes, *Teucrium polium* L.