

تأثیر مراحل مختلف برداشت بر میزان و ترکیب‌های اسانس بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)

سعید یوسف‌زاده^۱، سید علی محمد مدرس ثانوی^{۲*}، فاطمه سفیدکن^۳، احمد اصغرزاده^۴ و امیر فلاوند^۵

۱- دانشجوی دکترا، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- نویسنده مسئول، استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، پست الکترونیک: Modaresa@modares.ac.ir

۳- استاد، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۴- استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

۵- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۸

تاریخ اصلاح نهایی: اسفند ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۸

چکیده

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاهی علفی، یک‌ساله و متعلق به خانواده Lamiaceae است. اسانس بادرشبو دارای خاصیت ضد میکروبی و باکتریایی بوده و در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذایی و عطرسازی کاربردهای فراوانی دارد. در این تحقیق، اثر زمان‌های مختلف برداشت بر میزان و ترکیب‌های اسانس مورد بررسی قرار گرفت. بذر اصلاح شده و اکوتیپ بومی گیاه بادرشبو در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی واقع در شهرستان خوی به‌طور همزمان کشت گردید. اندام هوایی گیاه در شش مرحله برداشت و پس از خشک شدن (در سایه و هوای آزاد) اسانس‌گیری از آنها به روش تقطیر با آب انجام شد. به منظور جداسازی و شناسایی ترکیب‌های اسانس از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد اسانس برای اکوتیپ بومی و اصلاح شده به‌ترتیب در مرحله گلدهی کامل (۰/۵۳-۰/۵۲٪) و کمترین آن در مرحله زرد شدن کل بوته (۰/۱۷-۰/۰۷٪) بدست آمد. مراحل مختلف برداشت بر روی ترکیب‌های اسانس رقم اصلاح شده و اکوتیپ بومی تأثیرات متفاوتی گذاشت. ترکیب‌های عمده اسانس ژرانیال، ژرانیول، ژرانیل استات بودند. مجموع بیشترین مقدار دو ترکیب ژرانیال و ژرانیول برای اکوتیپ بومی در مرحله ۱۰٪ گلدهی (۰/۶۵/۱) و کمترین مقدار آن (۰/۴۴/۹) در مرحله زرد شدن کل بوته‌ها بدست آمد. بیشترین مقدار ژرانیل استات (۰/۵۰/۷) برای رقم اصلاح شده در مرحله ۱۰٪ گلدهی و کمترین مقدار آن (۰/۲۸/۱) برای اکوتیپ بومی در مرحله‌ای که ۱۰ تا ۳۰ درصد گلها روی بوته‌ها باقی مانده بودند بدست آمد. نتایج نشان داد که مراحل مختلف برداشت بر روی درصد اسانس و ترکیب‌های تشکیل‌دهنده آن مؤثر است.

واژه‌های کلیدی: بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)، اسانس، ژرانیال، ژرانیول، ژرانیل استات.

مقدمه

بادرشبو با نام علمی *Dracocephalum moldavica* L. که در انگلیسی به آن Moldavian balm گفته می‌شود، گیاهیست علفی و یک‌ساله از خانواده Lamiaceae که بومی آسیای مرکزی و اهلی شده در مرکز و شرق اروپاست (Dasmalchi et al., 2007). تمامی اندام گیاه حاوی اسانس است و مقدار آن در قسمت‌های مختلف متفاوت می‌باشد. گل و اندام رویشی بادرشبو (برگها و ساقه‌های جوان) دارای بیشترین درصد اسانس می‌باشند. در طی گزارشی از Venskutionis و همکاران (۱۹۹۵)، در این گیاه ۶۶ ترکیب به روش GC و GC/MC جداسازی و شناسایی شده که ژرانیل استات، ژرانیل، ژرانیل و نرال ترکیب‌های اصلی شناخته شده آن هستند. این ترکیب‌ها مونوترپن‌های اکسیژن‌داری هستند که ۹۰ درصد اسانس را تشکیل می‌دهند (Venskutionis et al., 1995). اسانس بادرشبو دارای خاصیت ضد میکروبی و باکتریایی بوده و التیام‌دهنده زخم و جراحات می‌باشد (بریمانی، ۱۳۷۶). اسانس این گیاه در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذایی و عطرسازی، کاربردهای فراوانی دارد. از عصاره بادرشبو برای رفع سردرد، سرماخوردگی، ضعف عمومی بدن، به‌عنوان مسکن در دردهای عصبی و اسپاسم‌های معدی و کلیوی، برای شستشوی دهان و در دندان‌دردها استفاده می‌شود. همچنین می‌توان از آن به‌عنوان ضماد در دردهای روماتیسمی بهره جست. این گیاه خاصیت ضدتوموری نیز دارد (Hussein et al., 2006). همچنین عصاره آبی بادرشبو دارای خصوصیات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد

(Dastmalchi et al., 2007). متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی اساساً با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، ولی ساخت آنها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (امیدبگی، ۱۳۷۹). عوامل محیطی سبب تغییرات زیادی در تولید و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی مثل آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها و اسانس‌ها می‌گردند (بریمانی، ۱۳۷۶). مراحل فنولوژیک، زمان کاشت، تاریخ برداشت، حاصلخیزی خاک، نوع رقم، انتخاب علف‌کشی‌های مناسب نقش عمده‌ای در اعتلای کمی و کیفی متابولیت‌های ثانویه دارند (Kim & Lee, 2004).

تحقیقات نشان دادند که زمان‌های مختلف برداشت روی میزان و ترکیب‌های اسانس بادرشبو تأثیرگذار است، به‌طوری که مقدار اسانس از ۰/۲۷٪ در مرحله ظهور جوانه‌های گل به ۰/۵۲٪ در مرحله تمام گل می‌رسد (Halasz et al., 1998). در مطالعه دیگر گزارش شد که در گیاه *Origanum majorana* بین مراحل مختلف رشد رویشی تا گلدهی کامل درصد اسانس تغییر می‌کند. در این تحقیق بیشترین درصد اسانس در مرحله گلدهی کامل با ۰/۰۹٪ نسبت به مرحله رشد رویشی با ۰/۰۷٪ به‌طور معنی‌داری اختلاف داشت (Ibtissem et al., 2009).

محققان نشان دادند که در دو گیاه *Thymus vulgaris* L. و *Hyptis suaveolens* از خانواده Lamiaceae درصد اسانس در طول رشد و نمو افزایش یافته و در مرحله گلدهی به حداکثر مقدار خود می‌رسد (Naghdbadi et al., 2004؛ Oliveira et al., 2005). Wang و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که

زمان‌های مختلف برداشت بادرشبو مطالعه‌ای انجام نشده است، از این رو هدف از این تحقیق تعیین بهترین زمان برداشت بادرشبو با توجه به کمیت و کیفیت اسانس آن بود.

مواد و روشها

به منظور بررسی زمان‌های مختلف برداشت روی تغییرات کمی و کیفی اسانس گیاه بادرشبو، رقم اصلاح شده SZK-1 و اکوتیپ بومی آن در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی واقع در شهرستان خوی با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه، ۳۵ دقیقه و ۱۹ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ درجه، ۵۲ دقیقه و ۲۷ ثانیه شرقی و ارتفاع ۱۰۴۰ متر از سطح دریا کشت شد. براساس آمار هواشناسی شهرستان خوی، متوسط بارندگی سالیانه این منطقه ۲۹۶ میلی‌متر بوده و با داشتن زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک دارای شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک بوده و براساس نتایج تجزیه خاک، بافت خاک مزرعه لومی رسی (Clay loam) تشخیص داده شد. بذرها به صورت جوی و پشته در دو طرف پشته‌ها به فاصله ۳۵ سانتی‌متر و به عمق ۲-۱ سانتی‌متر کشت شدند. فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود. مبارزه با علفهای هرز با دست انجام شد. اندام هوایی گیاه در شش مرحله؛ ده روز قبل از گلدهی، اوایل گلدهی، گلدهی کامل، هشت روز پس از گلدهی کامل (زمانی که پنجاه تا هفتاد درصد گلها روی بوته‌ها باقی مانده بودند)، ۲۸ روز پس از گلدهی کامل (زمانی که ۳۰-۱۰٪ گلها روی بوته‌ها باقی مانده بودند) و زرد شدن کل بوته برداشت شدند. تاریخ مراحل نمونه‌برداری در جدول ۱ آورده شده است.

میزان ترکیب‌های اسانس در گیاه *Osmanthus fragrans* Lour در مرحله اوایل گلدهی با ۰/۸٪ نسبت به سایر مراحل فنولوژیکی بیشتر شد.

Martin و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که دو رقم مختلف گیاه *Ocimum canum* از نظر درصد ترکیب‌های اسانس متفاوت بودند، به طوری که در یک رقم مونوترپن‌های الکلی ۹۱٪ اسانس را تشکیل می‌دادند و ترکیب لینالول (۰/۴۴/۹٪) و ژرانیول (۰/۳۸/۲٪) بیشترین مقدار را داشتند. این در حالی بود که در رقم دیگر مونوترپن‌های اکسیژن‌دار (۰/۳۰/۹-۰/۲۵٪)، مونوترپن‌های هیدروکربنی (۰/۶۱/۳-۰/۲۴/۱٪) و سزکوئی‌ترین‌ها (۰/۴۴-۰/۱۳/۲٪) دارای بیشترین مقدار بوده و لیمونن (۰/۴۱/۵٪) ترکیب عمده اسانس را تشکیل می‌داد. Sefidkon و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که بیشترین درصد اسانس در گیاه *Setureja rechingeri* از خانواده Lamiaceae با ۰/۴/۷۲٪ در مرحله اوایل گلدهی بدست آمد. در حالی که ترکیب عمده اسانس این گیاه کارواکرول با ۰/۸۹/۳٪ در مرحله گلدهی کامل بدست آمد.

طبق تحقیقات انجام شده زمان مناسب برداشت گیاهان دارویی نقش عمده‌ای در افزایش کمیت و کیفیت ماده مؤثره آنها دارد و کمیت و کیفیت ماده مؤثره گیاهان دارویی در مراحل مختلف رویشی متفاوت است (امیدبگی، ۱۳۷۹). بررسی و مطالعه زمان‌های مختلف برداشت، شناسایی اجزاء و ترکیب‌ها در ارقام و گیاهان مختلف موضوعی است که در بسیاری از تحقیقات به آن توجه شده است. این مسئله بیانگر این نکته است که برای حصول حداکثر درصد اسانس، زمان برداشت باید به دقت انتخاب شود. با توجه به این که در استان آذربایجان غربی بر روی

جدول ۱- تاریخ برداشت در مراحل مختلف فنولوژیکی

مرحله فنولوژیکی	ده روز	اوایل	گلدهی	زمانی که ۷۰-۵۰٪ گلها روی	زمانی که ۳۰-۱۰٪ گلها روی	زرد شدن
تاریخ برداشت	۸۸/۳/۲۸	۸۸/۴/۷	۸۸/۵/۱۸	۸۸/۵/۲۶	۸۸/۶/۱۳	۸۸/۶/۳۱
قبل از گلدهی	گلدهی	کامل	بوته‌ها باقی مانده بودند	بوته‌ها باقی مانده بودند	کل بوته	

مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده

دستگاه GC

گاز کروماتوگراف فوق سریع Thermo مدل UFM، ستون DB-5 پر شده با سیلیکای گداخته به طول ۱۰ متر، قطر ۰/۱ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۴ میکرومتر بود. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰-۲۸۵ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۸۰ درجه در دقیقه و توقف به مدت سه دقیقه در دمای نهایی می‌باشد. نوع آشکارساز FID با دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و گاز حامل هلیوم با فشار ۰/۵ میلی‌لیتر در دقیقه و نسبت شکاف ۱ به ۱۰۰۰ بود.

دستگاه GC/MS

گاز کروماتوگراف واریان ۳۴۰۰ متصل به طیف‌سنجی جرمی با ستون DB-5 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر که ضخامت لایه فاز ساکن در آن ۰/۲۵ میکرون می‌باشد، مورد استفاده قرار گرفت. برنامه‌ریزی حرارتی از ۶۰ تا ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۳ درجه در دقیقه، درجه حرارت محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت ترانسفرلاین ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. گاز هلیوم با خلوص ۰/۹۹۹ به‌عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفت. زمان اسکن برابر با یک ثانیه، انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و محدوده جرمی از ۳۵۰-۴۰ بود.

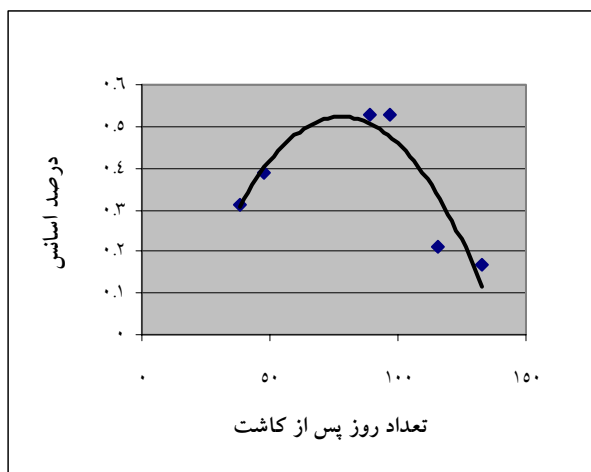
با توجه به این که ساقه‌های ضخیم و چوبی شده فاقد اسانس هستند بنابراین در هر مرحله از برداشت سرشاخه‌های جوان (برگ و گل) در سایه و هوای آزاد خشک شده و بعد اسانس‌گیری از آنها توسط دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب انجام شد.

جداسازی و شناسایی ترکیب‌های اسانس

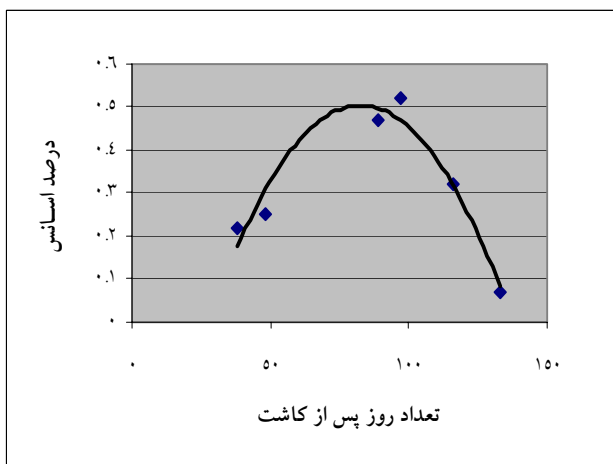
شناسایی اسانس در بخش تحقیقات گیاهان دارویی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی فوق سریع (Ultra-Fast GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (MS/GC) انجام شد. به طوری که مقدار ۰/۲ میکرولیتر اسانس توسط سرنگ ۱۰ میکرولیتری برداشته و به دستگاه فوق سریع GC تزریق شد. درصد ترکیب‌های تشکیل‌دهنده هر اسانس پس از جداسازی به همراه شاخص بازداری محاسبه شد. همچنین مقدار یک میکرولیتر از هر اسانس در دو میلی‌لیتر دی‌کلرومتان رقیق شد و بعد به دستگاه کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی تزریق و طیف‌های جرمی مربوط به ترکیب‌های اسانس به منظور بررسی کیفی (شناسایی) بدست آمد. در نهایت، شناسایی ترکیب‌های موجود در هر اسانس با استفاده از اندیس‌های بازداری (Retention Index) و پیشنهادها کتابخانه‌ای رایانه دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنجی جرمی و مقایسه آنها با ترکیب‌های استاندارد انجام شد.

نتایج

احتمال ۵٪ وجود دارد. به طوری که بیشترین درصد ژرانپول (۲۸/۷٪) و ژرانپال (۲۹/۷٪) را اکوتیپ بومی به خود اختصاص داد و این در حالی بود که رقم SZK-1 بیشترین درصد ژرانپال استات (۴۳/۷۹٪) را داشت.



شکل ۱- مقایسه درصد اسانس در مراحل مختلف برداشت در اکوتیپ بومی



شکل ۲- مقایسه درصد اسانس در مراحل مختلف برداشت در رقم SZK-1

نتایج نشان داد که زمان‌های مختلف برداشت بر درصد اسانس رقم اصلاح شده SZK-1 و اکوتیپ بومی تأثیرگذار بوده است. به طوری که با دقت در شکل ۱ و ۲ مشخص می‌شود که درصد اسانس از یک معادله درجه دو تبعیت می‌کند. از ابتدای مرحله برداشت اول (ده روز قبل از گلدهی) تا مرحله گلدهی کامل مقدار اسانس افزایش پیدا کرده و بعد رو به کاهش می‌گذارد. در مرحله برداشت اول (ده روز قبل از گلدهی) که در تاریخ ۸۸/۳/۲۸ صورت گرفت درصد اسانس در اکوتیپ بومی، ۳۱٪ و در رقم SZK-1، ۲۲٪ شد. درصد اسانس در سومین و چهارمین برداشت در اکوتیپ بومی به ۵۳٪ رسید. در صورتی که بیشترین درصد اسانس در رقم SZK-1 در تاریخ ۸۸/۵/۲۶ (برداشت چهارم) بدست آمد.

بنابراین شکل ۱ و ۲ بیانگر این مطلب است که در گیاه بادرشبو بیشترین درصد اسانس در اکوتیپ بومی در مرحله برداشت سوم (گلدهی کامل) و چهارم (باقی ماندن ۵۰-۷۰٪ گلها روی بوته‌ها) و در رقم SZK-1 در برداشت چهارم بدست آمد و پس از آن مراحل درصد اسانس بشدت کاهش می‌یابد. کمترین درصد اسانس در اکوتیپ بومی (۱۷٪) و رقم SZK-1 (۱۰٪) در مرحله برداشت نهایی (زرد شدن کل بوته) بدست آمد. از نتایج چنین بر می‌آید که با گذشت زمان و نزدیکتر شدن به مرحله گلدهی، درصد اسانس افزایش یافته و پس از اتمام گلدهی درصد اسانس کاهش می‌یابد.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که بین میانگین ترکیب‌های عمده اسانس در مراحل مختلف برداشت در رقم SZK-1 و اکوتیپ بومی تفاوت معنی‌داری در سطح

جدول ۲- مقایسه میانگین ترکیب‌های اصلی اسانس در اکوتیپ بومی و رقم SZK-1 با آزمون T-test

میانگین ترکیب‌ها	ژرانیول	ژرانیال	ژرانیل استات
اکوتیپ بومی	۲۸/۷a	۲۹/۷a	۳۳/۲b
رقم SZK-1	۲۴/۴b	۲۲/۹b	۴۳/۸a

داده‌ها در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار دارند.

(۶۵/۱٪) و کمترین مقدار آن (۴۴/۹٪) در مرحله زرد شدن کل بوته‌ها بدست آمد. بیشترین مقدار ژرانیل استات (۵۰/۷٪) برای رقم اصلاح شده در مرحله ده درصد گلدهی و کمترین مقدار آن (۲۸/۱٪) برای اکوتیپ بومی در مرحله‌ای که ۳۰-۱۰٪ گلها روی بوته‌ها باقی مانده بودند بدست آمد.

با توجه به شکل ۳ مقدار ترکیب ژرانیول، در مرحله رشد ده روز قبل از گلدهی (برداشت اول) با ۲۸/۶٪ به آرامی افزایش پیدا کرده و در مرحله گلدهی کامل (برداشت سوم) به حداکثر مقدار خود (۳۲/۴٪) می‌رسد. پس از این مرحله دوباره سیر نزولی خود را از سر گرفته و مقدار آن به ۲۶/۶٪ کاهش می‌یابد.

شکل ۴ نشان داد که بیشترین درصد ژرانیال در مرحله اوایل گلدهی و برداشت پنجم بدست آمد و پس از مرحله برداشت پنجم مقدار آن کاهش یافت. به نحوی که با دقت در شکل ۵ می‌توان چنین استنباط کرد که، ترکیب ژرانیل استات یک روند نزولی- صعودی را نشان می‌دهد. به طوری که در مرحله برداشت اول با ۳۷/۱٪ به ۳۱/۶٪ در مرحله گلدهی کامل می‌رسد. پس از این مرحله مقدار آن افزایش یافته و در مرحله برداشت نهایی (زرد شدن بوته‌ها) مقدار آن به ۴۱/۳٪ می‌رسد.

با توجه به جدول ۳ و ۴ سیزده ترکیب در مراحل مختلف برداشت شناسایی شدند. نتایج نشان دادند که در رقم اصلاح شده SZK-1 و اکوتیپ بومی بادرشبو، در کلیه مراحل برداشت بیش از ۹۰٪ اجزای اسانس را سه ترکیب ژرانیل استات، ژرانیال و ژرانیول تشکیل می‌دهد. سایر اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس در جدولهای ۳ و ۴ موجود است. همچنین این جدولها نشان می‌دهند که در بعضی از مراحل برداشت تعدادی از ترکیب‌ها مشاهده نمی‌شوند. در حالی که در رقم SZK-1 در تمامی مراحل برداشت و در اکوتیپ بومی در برداشت‌های اول، چهارم و ششم (ده روز قبل از گلدهی، باقی ماندن ۷۰-۵۰٪ گلها روی بوته و زرد شدن کل بوته) ترکیب ژرانیل استات، بیشترین درصد را به خود اختصاص داد.

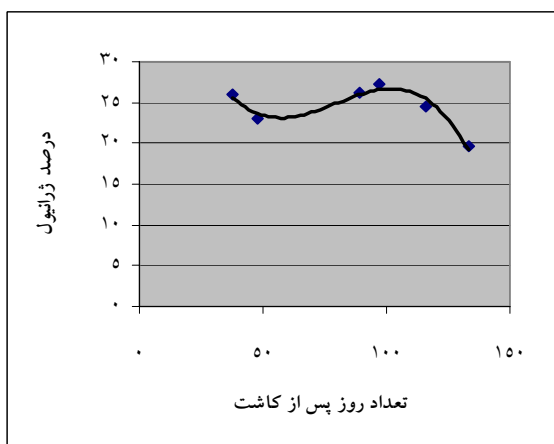
همچنین نتایج حکایت از آن دارد که ترکیب ژرانیول با ۳۲/۸٪ در اکوتیپ بومی و ۲۶/۲٪ در رقم SZK-1 به ترتیب در مراحل برداشت سوم و چهارم بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. این در حالی بود که در مرحله برداشت پنجم ترکیب ژرانیال با ۳۶/۵ درصد در اکوتیپ بومی و ۲۶/۴ درصد در رقم SZK-1 بعد از ترکیب ژرانیل استات بالاترین میزان را داشتند. بیشترین مقدار ژرانیل استات در اکوتیپ بومی در مرحله برداشت ششم (۴۱/۳٪) و در رقم SZK-1 در دومین برداشت (۵۰/۷٪) بدست آمد. مجموع بیشترین مقدار دو ترکیب ژرانیال و ژرانیول برای اکوتیپ بومی در مرحله ده درصد گلدهی

جدول ۳- ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس اکوتیپ بومی و رقم SZK-1 بادرشبو در مراحل مختلف برداشت

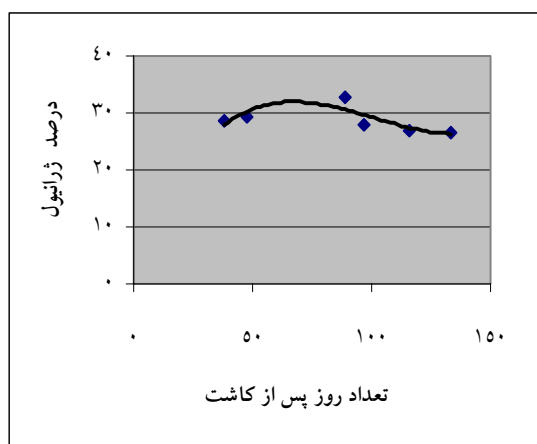
نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد ترکیب در اکوتیپ بومی			درصد ترکیب در رقم SZK-1		
		برداشت اول	برداشت دوم	برداشت سوم	برداشت اول	برداشت دوم	برداشت سوم
sabinene	۹۷۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲
β -pinene	۹۷۸	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۵	۰/۵
E- β -ocimene	۱۰۴۸	۰/۲	-	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۵
linalool	۱۰۹۷	۱/۰	۰/۶	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
cis- limonene oxide	۱۱۳۷	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۴
transe- limonene oxide	۱۱۴۴	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۳	۰/۷
citronellal	۱۱۵۳	۰/۲	۰/۳	۰/۲	-	۰/۱	-
cis-chrysanthenol	۱۱۶۴	۱/۰	۱/۱	۱/۱	۱/۰	۰/۶	۱/۳
neral	۱۲۳۸	-	۰/۳	۰/۲	-	-	-
geraniol	۱۲۵۳	۲۸/۶	۲۹/۲	۳۲/۸	۲۶/۱	۲۳/۰	۲۶/۲
geranial	۱۲۶۷	۲۵/۷	۳۶/۰	۲۹/۸	۲۴/۴	۱۹/۶	۲۲/۵
neryl acetate	۱۳۶۰	۳/۷	۲/۰	۱/۹	۲/۸	۲/۹	۱/۸
geranyl acetate	۱۳۸۰	۳۷/۱	۲۹/۱	۳۱/۶	۴۲/۴	۵۰/۷	۴۴/۵

جدول ۴- ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس اکوتیپ بومی و رقم SZK-1 بادرشبو در مراحل مختلف برداشت

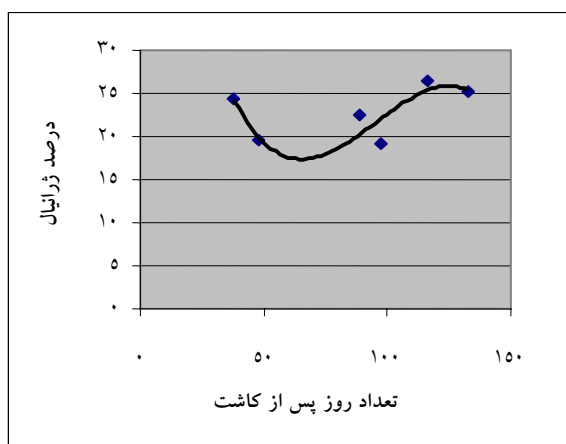
نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد ترکیب در اکوتیپ بومی			درصد ترکیب در رقم SZK-1		
		برداشت چهارم	برداشت پنجم	برداشت ششم	برداشت چهارم	برداشت پنجم	برداشت ششم
sabinene	۹۷۳	۰/۱	-	-	-	۰/۱	۰/۰
β -pinene	۹۷۸	۰/۱	۱/۰	-	۰/۵	۰/۱	۱/۰
E- β -ocimene	۱۰۴۸	۰/۲	۰/۸	-	۰/۵	۰/۲	۰/۶
linalool	۱۰۹۷	۱/۰	۱/۳	۰/۶	۰/۹	۰/۹	۰/۷
cis-limonene oxide	۱۱۳۷	۰/۲	۰/۳	-	-	۰/۳	۰/۷
transe-limonene oxide	۱۱۴۴	۰/۶	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۶	۱/۶
citronellal	۱۱۵۳	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۰/۷	۰/۲	۰/۶
cis-chrysanthenol	۱۱۶۴	۱/۰	۱/۳	۰/۴	۰/۷	۱/۱	۲/۲
neral	۱۲۳۸	-	-	۴/۷	۴/۹	۰/۱	-
geraniol	۱۲۵۳	۲۸/۶	۲۷/۱	۲۶/۶	۲۷/۲	۲۴/۵	۱۹/۶
geranial	۱۲۶۷	۲۵/۷	۳۶/۵	۱۸/۳	۱۹/۱	۲۶/۴	۲۵/۲
neryl acetate	۱۳۶۰	۳/۷	۲/۵	۳/۸	۳/۶	۲/۷	۳/۵
geranyl acetate	۱۳۸۰	۳۷/۱	۲۸/۱	۴۱/۳	۴۰/۱	۴۱/۶	۴۳/۱



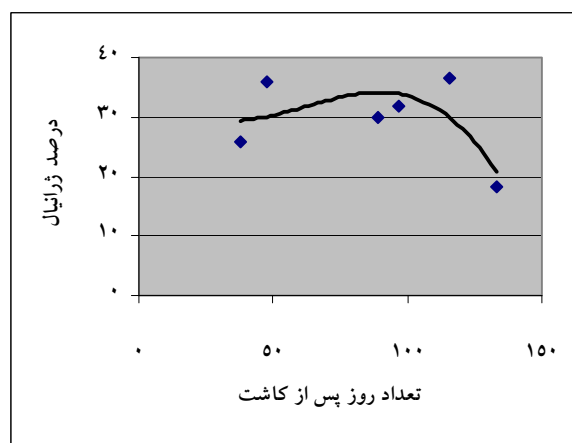
شکل ۶- درصد ژانیول در مراحل مختلف برداشت در رقم SZK-1



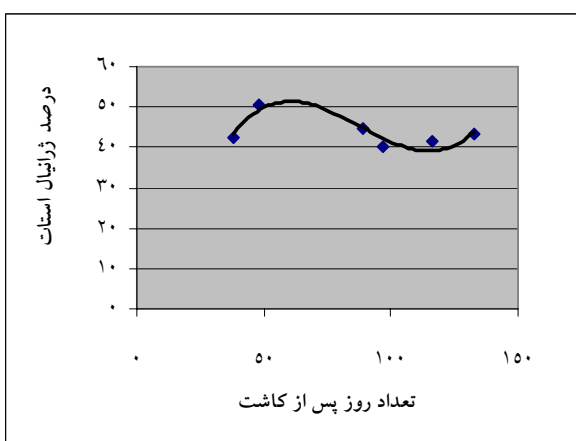
شکل ۳- درصد ژانیول در مراحل مختلف برداشت در اکوتیپ بومی



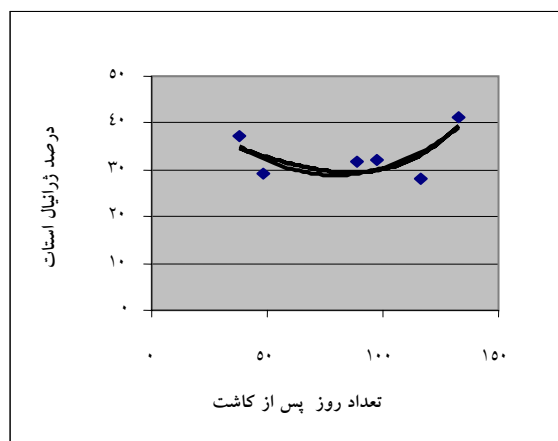
شکل ۷- درصد ژانیال در مراحل مختلف برداشت در رقم SZK-1



شکل ۴- درصد ژانیال در مراحل مختلف برداشت در اکوتیپ بومی



شکل ۸- درصد ژانیال استات در مراحل مختلف برداشت در رقم SZK-1



شکل ۵- درصد ژانیال استات در مراحل مختلف برداشت در اکوتیپ بومی

درصد اسانس در طول دورهٔ رویشی تغییر می‌کند، به طوری که درصد اسانس بعد از مرحله رشد رویشی افزایش یافته و در مرحله گلدهی کامل در اکوتیپ بومی و رقم SZK-1 در مرحله ده درصد گلدهی به حداکثر مقدار خود می‌رسد. یافته‌های Holm و Hiltunen (۱۹۸۸) این نتیجه را تأیید می‌کند. به نحوی که آنها بیشترین درصد اسانس (۰/۹۲-۰/۶۲٪) را در طول مرحله گلدهی گزارش کردند. همچنین محققان دیگر نشان دادند که در دو گیاه *Thymus vulgaris* L. و *Hyptis suaveolens* خانواده Lamiaceae درصد اسانس در طول رشد و نمو افزایش یافته و در مرحله گلدهی به حداکثر مقدار خود می‌رسد (Naghdbadi et al., 2004; Oliveira et al., 2005). این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد.

تحقیقات نشان دادند که درصد اسانس در گیاه *Origanum majorana* بین مراحل مختلف رشد رویشی تا گلدهی کامل تغییر می‌کند. به طوری که بیشترین درصد اسانس در مرحله گلدهی کامل با ۰/۰۹٪ نسبت به مرحله رشد رویشی با ۰/۰۷٪ به طور معنی‌داری اختلاف داشت (Ibtissem et al., 2009). در این تحقیق نیز درصد اسانس در مرحله گلدهی کامل نسبت به مرحله رشد رویشی به بیش از ۱/۵ برابر رسیده بود.

Verdian-Rizi (۲۰۰۸b) گزارش کرد که درصد اسانس در گیاه *Artemisia annua* L. در مراحل مختلف گلدهی (اوایل گلدهی، گلدهی کامل و بعد از گلدهی) به ترتیب ۰/۹۷٪، ۱/۲۲٪ و ۰/۸۷٪ براساس وزن خشک گیاه بود. بهترین زمان برداشت در این تحقیق مرحله گلدهی کامل بود. این عمل شاید به علت غیرفعال کردن بیوستز یکسری از آنزیم‌های ضروری که برای ساخت این اجزاء ضروری هستند، باشد.

با توجه به شکل ۶، پس از برداشت اول میزان این ترکیب از ۰/۲۶٪ به ۰/۲۳٪ می‌رسد. ولی دوباره مقدار آن افزایش یافته و در مرحله برداشت چهارم به حداکثر مقدار خود یعنی ۰/۲۷٪ می‌رسد و در نهایت مقدار آن به ۰/۱۹٪ تقلیل می‌یابد.

شکل ۷ نشان داد که ترکیب ژرانیال یک روند نزولی-صعودی را طی می‌کند و میزان این ترکیب در مرحله گلدهی کامل افزایش پیدا کرده و به حداکثر مقدار خود در مرحله برداشت پنجم (۰/۲۶٪) می‌رسد. شکل ۸ نشان داد که ترکیب ژرانیل استات بعد از مرحله ده روز قبل از گلدهی (برداشت اول) به یکباره افزایش یافته و به حداکثر مقدار خود (۰/۵۰٪) می‌رسد ولی بعد از آن یک سیر نزولی در پیش گرفته و مقدار آن به ۰/۴۰٪ تقلیل می‌یابد. پس از این مرحله دوباره میزان آن افزایش یافته و مقدار آن به ۰/۴۳٪ می‌رسد.

بحث

به نظر می‌رسد که مراحل فنولوژیکی می‌بایستی تأثیر معنی‌داری بر روی درصد و اجزاء اسانس بگذارند. این نتیجه با یافته‌های محققانی همچون Rohloff و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه نعنا فلفلی، Mirjalili و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه *Salvia officinalis*، Telci و Hisil (۲۰۰۸) در گیاه *Coriandum sativum*، Dvaranauskaitė و همکاران (۲۰۰۹) در گیاه *Ribes nigrum*، Naghdibadi و همکاران (۲۰۰۴) در گیاه *Thymus vulgaris* L. و Oliveira، Ibtissem و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه *Hyptis suaveolens* و همکاران (۲۰۰۹) در گیاه *Origanum majorana* و Sefidkon و Akbari-nia (۲۰۰۹) در گیاه *Satureja sahendica* مطابقت دارد. با توجه به نتایج بدست آمده،

به نظر می‌رسد. Domokos و همکاران (۱۹۹۴) نیز گزارش کردند که بیشترین درصد اسانس (۰/۸ - ۰/۶٪) در گل و پیکر رویشی بادرشبو وجود دارد.

با توجه به نتایج بدست آمده سیزده ترکیب در مراحل مختلف برداشت شناسایی شدند. نتایج نشان دادند که در رقم اصلاح شده SZK-1 و اکوتیپ بومی بادرشبو در کلیه مراحل برداشت بیش از ۹۰٪ اجزای اسانس را سه ترکیب ژرانیل استات، ژرانیل و ژرانیل تشکیل می‌دهد. این ترکیب‌ها مونوترپن‌های اکسیژن‌داری هستند که ۹۰٪ اسانس را تشکیل می‌دهند. این نتیجه با یافته‌های نصرآبادی (۱۳۸۴)، بریمانی (۱۳۷۶)، دوازده امامی و همکاران (۱۳۸۷) و Venskutionis و همکاران (۱۹۹۵) مطابقت دارد.

میزان ژرانیل در اکوتیپ بومی و رقم اصلاح شده در مرحله گلدهی افزایش می‌یابد و بعد روند نزولی را در پیش می‌گیرد. Ebrahimi و همکاران (۲۰۰۸) درصد اسانس را در چهار مرحله (مرحله رویشی، اوایل گلدهی، گلدهی کامل و تشکیل بذر) در گیاه *Thymus caramanicus* بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که بیشترین درصد اسانس در مرحله گلدهی کامل با ۲/۵٪ و کمترین آن در مرحله رویشی با ۱/۹٪ بدست آمد. همچنین این محققان اذعان داشتند که بیشترین درصد کارواکرول (۶۸/۹٪) در مرحله گلدهی کامل و کمترین مقدار آن (۵۸/۹٪) در مرحله رویشی حاصل شد. Martin و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که دو رقم مختلف گیاه *Ocimum canus* از نظر درصد ترکیب‌های اسانس متفاوت بودند. به طوری که در یک رقم مونوترپن‌های الکلی (۴۴/۹٪) و ژرانیل (۳۸/۲٪) بیشترین مقدار را داشتند.

در تحقیقات دیگر مشخص شد که بیشترین درصد اسانس در گیاه (*Artemisia pallens* Wall) (۰/۹٪) در مرحله گلدهی بدست آمد (Gopal et al., 1999). نتایج مشابهی توسط Sefidkon و همکاران (۲۰۰۷) در گیاه *Satureja rechingeri* Kizil و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه *Origanum onites* Verdian-Rizi و همکاران (۲۰۰۸a) در گیاه *Laurus nobilis* گرفته شد.

رقم اصلاح شده و اکوتیپ بومی از نظر درصد اسانس در مراحل مختلف رشد متفاوت بودند. به طوری که در تحقیقی بر روی دو رقم آویشن، درصد اسانس در رقم *Thymus vulgaris* L. با ۴/۰۵٪ در مقایسه با رقم *Thymus hyemalis* با ۳/۶۵٪ بیشتر بود. در این تحقیق نیز بیشترین درصد اسانس در هر دو رقم در مرحله گلدهی کامل بدست آمد (Jordan et al., 2006).

در تحقیقی دیگر Sefidkon و Akbari-nia (۲۰۰۹) نشان دادند که در گیاه *Satureja sahendica* بیشترین درصد اسانس در مرحله اوایل گلدهی با ۳/۳٪، در مرحله گلدهی کامل درصد اسانس ۲/۲۸٪ و در مرحله اتمام گلدهی درصد اسانس ۱/۶۵٪ بدست آمد. در این تحقیق بهترین مرحله برداشت مرحله اوایل گلدهی تعیین شد. Wang و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که میزان ترکیب‌های اسانس در گیاه *Osmanthus fragrans* Lour در مرحله اوایل گلدهی با ۰/۸٪ نسبت به سایر مراحل فنولوژیکی بیشتر می‌باشد.

به نظر می‌رسد در مرحله گلدهی به واسطه وجود ترکیب‌های فرار در گلها درصد و اجزاء اسانس بیشتر تحت تأثیر قرار بگیرند. در حالی که در مرحله رشد رویشی گلی وجود ندارد. از این رو انتظار کاهش درصد اسانس در این مرحله و مرحله زرد شدن کل بوته منطقی

منابع مورد استفاده

- بریمانی، م.، ۱۳۷۶. مطالعه تأثیر کودهای ازته در مراحل مختلف زندگی گیاه بادرشبو و میزان تولید اسانس آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم گیاهی، دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۷۹. رهیافتهای تولید و فراوری گیاهان دارویی. چاپ دوم، انتشارات طراحان نشر، جلد اول، ۲۸۳ صفحه.
- نصرآبادی، ب.، ۱۳۸۴. اثر زمان‌های مختلف کاشت بر رشد، عملکرد، مقدار و اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس گیاه بادرشبو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس.
- دوازده امامی، س.، سفیدکن، ف.، جهانسوز، م.ر. و مظاهری، د.، ۱۳۸۷. مقایسه عملکرد بیولوژیکی، عملکرد کمی و کیفی اسانس و مراحل فنولوژیکی در کشت پاییزه، بهاره و تابستانه بادرشبویه (*Dracocephalum moldavica* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۳): ۲۷۰-۲۶۳.
- Dastmalchi, K., Dorman, H.G., Kosar, M. and Hiltunen, R., 2007. Chemical composition and in vitro antioxidant evaluation of a water soluble Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract. Food Science and Technology, 40: 239-248.
- Domokos, J., Peredi, J. and Halasz-Zelnik, K., 1994. Characterization of seed oils of Dragon head (*Dracocephalum moldavica*) and catnip (*Nepeta cataria* var. *citriodora* Balb.). Industrial Crops and Products, 3: 91-94.
- Dvaranauskaitė, A., Venskutonis, P.R., Raynaud, C., Taló, T., Viskelis, P. and Sasnauskas, C., 2009. Variations in the essential oil composition in buds of six black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars development phases. Food Chemistry, 114: 671-679.
- Ebrahimi, N., Hadian, S.J., Mirjalili, M.H., Sonboli, A. and Yousefzadi, M., 2008. Essential oil composition and antibacterial activity *Thymus caramanicus* at different phenological stages. Food Chemistry, 110: 927-931.
- Gopal, R.M., Raghavendra, K., Baskaran, K. Laxmi R. and Srinivasaiyer, R., 1999. Influence of plant growth stage on the essential oil content and composition in *Davana* (*Artemisia pallens* Wall.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 254-258.
- Halasz-Zelnik, K., Hornok, L. and Domokos, J., 1988. Data on the cultivation of *Dracocephalum moldavica* L. in Hungary. Herba Hungarica, 27(1): 49-58.
- Holm, Y. and Hiltunen, R., 1988. Capillary gas chromatographic mass spectrometric determination of the flavor composition of Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Flavour and Fragrance Journal, 3: 109-112.
- این در حالی بود که در رقم دیگر مونوترپن‌های اکسیژن‌دار (۳۰/۹-۲۵/۲۰٪)، مونوترپن‌های هیدروکربنی (۶۱/۳-۲۴/۱٪) و سزکوئی‌ترین‌ها (۴۴-۱۳/۲٪) دارای بیشترین مقدار بوده و لیمونن (۴۱/۵٪) ترکیب عمده اسانس را تشکیل می‌داد. ترکیب ژرانیال در مرحله گلدهی کامل و ترکیب ژرانیل استات در اوایل گلدهی در رقم اصلاح شده به حداکثر مقدار خود می‌رسند. این نتایج با یافته‌های Halasz و همکاران (۱۹۸۸) مطابقت دارد. در منطقه آذربایجان غربی شهرستان خوی پس از خردادماه روند کاهش دما و شروع بارندگی درصد و ترکیب‌های اسانس را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به طوری که تحقیقات نشان دادند که تغییرات جغرافیایی و اکولوژیکی بشدت موجب تغییر در کمیت و کیفیت اسانس می‌شوند (Ricci et al., 2005).
- با توجه به آزمون T-test انجام شده میانگین ژرانیال و ژرانیول در اکوتیپ بومی نسبت به رقم اصلاح شده SZK-1 به طور معنی‌داری بیشتر بود. این در حالیست که ترکیب ژرانیل استات در رقم SZK-1 نسبت به اکوتیپ بومی غنی‌تر است. بنابراین از نظر عملکرد اسانس در هکتار با توجه به اینکه وزن خشک اندام هوایی بادرشبو در مرحله گلدهی کامل نسبت به مراحل قبلی آن بیشتر است و نیز به علت درصد بیشتر اسانس در این مرحله به طبع درصد ترکیب‌های اصلی این گیاه در این مرحله نسبت به مراحل دیگر بیشتر خواهد بود. از نتایج بدست آمده از این تحقیق می‌توان چنین اذعان داشت که بهترین زمان برداشت برای حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی برای اکوتیپ بومی گیاه بادرشبو، مرحله گلدهی کامل و برای رقم اصلاح شده SZK-1 یک هفته پس از گلدهی کامل خواهد بود.

2005. Influence of growth phase on essential oil composition of *Hyptis suaveolens*. Brazilian Journal of Microbiology, 33: 275-285.
- Rohloff, J., dragland, S., Mordal, R. and Henning T., 2005. effect of harvest time and drying method on biomass production, essential oil yield and quality of peppermint (*Mentha× piperita* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 4143-4148.
- Ricci, D., Praternale, D., Giamperi., L. Bucchini, A., Epifano, F., Burini, G. and Curini, M., 2005. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil of *Teucrium marum* (Lamiaceae). Journal of ethopharmacology, 98: 195-200.
- Sefidkon, F., Abbasi, Kh., jamzad, Z. and Ahmadi, Sh., 2007. The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja rechingeri* Jamzad. Food chemistry, 100: 1054-1058.
- Sefidkon, F. and akbari-nia., A., 2009. Essential oil and composition of *Satureja sahendica* Bornm. at different stage of plant growth. Journal of Essential Oil Research, 21: 1-3.
- Telci, I. and Hisil, Y., 2008. Biomass yield and herb essential oil characters at different harvest stages of spring autumn sown *Coriandum sativum*. Journal of Scientica Horticulture. 73: 267-272.
- Venskutionis, P.R., Dapkevicius, A. and Baranauauskiene, M., 1995. Flavour composition of some lemon-like aroma herbs from Lithuania. Development in Food Science, 37(1): 833-847.
- Verdian-Rizi, M., 2008a. Phenological variation of *Laurus nobilis* L. essential oil from Iran. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 7: 3321-3325.
- Verdian-Rizi, M., 2008b. Variation of essential oil composition of *Artemisia annua* L. of different growth stage cultivated in Iran. Botany Research Journal, 2: 33-35.
- Wang, L., Li, M., jin, W., Li, Sh., Zhang, Sh. and Yu. L., 2009. Variation in the components of *Osmanhus fragrans* Lour essential oil at different stage of flowering. Food Chemistry, 114: 233-236.
- Hussein, M.S., El-Sherbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib, N.Y. and Aly, S.M., 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Journal of Scientica Horticulture. 108: 322-331.
- Ibtissem, H.S., Maamouri, E. Chahed, T., Wannas, W.A. Kchouk, M. and Marzouk, B., 2009. Effect of growth stage on the content and composition of the essential oil and phenolic fraction of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.). Industrial Crops and Production, 30: 395-402.
- Jordan, M.J., Martinez, R.M., Goodner, K.L., Baldwin, E.A. and Sotomayor, J.A., 2006. Seasonal variation of *Thymus hyemalis* Lange and Spanish *Thymus vulgaris* L. essential oils composition. Industrial Crops and Products, 24: 253-263.
- Kizil, S., Ipek, A., Arsalan, N. and Khawar, K.M., 2008. Effect of different developing stage of some agronomical characteristics and essential oil composition of oregano (*Origanum onites*). Crop Horticulture Science. 36: 71-76.
- Kim, N.S. and Lee, D.S., 2004. Headspace solid-phase micro extraction for characterization of fragrances of lemon verbena (*Aloysia triphylla*) by gas chromatography-mass spectrometry. Journal of Separation Science, 27: 69-100.
- Martin, B., Ngassoum, H., Ousmaila, T., Pierre, M., Jirovetz, L. and Buchbauer, G., 2004. Aroma compounds of essential oils of two varieties of the spice plant *Ocimum canus* Sims from northern Cameroon . Journal of Food Composition and Analysis. 17: 197-204
- Mirjalili, M.H., Salehi, P., Sonboli, A. and Vala, M.M., 2006. Essential oil variation of *Salvia officinalis* aerial parts during its phonological cycle. Chemistry of Natural Compounds, 42: 19-23.
- Naghdibadi, H., Yazdani, D., Sajed, M.A. and Nazari, F., 2004. Effect of spacing and harvesting time on herbage yield and quantity/quality of oil in thyme (*Thymus vulgaris* L.) .Industrial Crops and Production, 19: 231-236.
- Oliveira, M.J., Campos, I.F.P., Oliveira, C.B.A., Santos, M.R., Souza, P.S., Seraphin, J.C. and Feri, P.H.,

Effects of different harvest time on essential oil content and composition of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.)

S. Yousefzadeh¹, S.A.M. Modarres-Sanavy^{2*}, F. Sefidkon³, A. Asgarzadeh⁴ and A. ghalavand¹

1- Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Iran

2*- Corresponding author, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Iran

E-mail: Modaresa@modares.ac.ir

3- Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran

4- Soil and Water Research Institute, Iran

Received: October 2009

Revised: March 2010

Accepted: March 2010

Abstract

Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) is an annual plant that belongs to the (Labiatae or Lamiaceae) family. The essential oil of dragonhead has natural antibacterial and antimicrobial substances and having wide usage in industries like pharmaceutical, dietary and many others. In this research, effects of different harvest times on content and composition of essential oil were studied in Research field at Khoy Agricultural Research Center in West Azarbaijan province. Dragonhead seeds from both landrace and modern cultivars were planted simultaneously. The aerial parts of plant were harvested in six stages. After drying the plant materials in shade, their essential oils were obtained by hydro-distillation. The oils were analyzed by GC and GC-MS. According to the results, maximum and minimum essential oils percentage for both landrace and modern cultivars were respectively observed in full flowering (0.53) and yellow-maturity stage (0.07). In addition, there were some differences between oil compositions of these dragonhead accessions at different harvest times. The major oil components of dragonhead were the geranial, geraniol and geranyl acetate. The highest and the lowest sum total amount of geranial and geraniol were obtained at the early flowering (65.1%) and yellow-maturity (44.9%) for the landrace cultivar. The largest amount of geranyl acetate (50.7%) was gained for the modern cultivar at the early flowering stage while the least one (28.1%) was recorded for landrace cultivar plants 26 days after flowering when 10 to 30 percent of the flowers remained. The results showed that different harvest times had significant effects on essential oil content and composition.

Key words: dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.), essential oil, geranial, geraniol, geranyl acetate.