

بررسی عملکرد، میزان و ترکیب‌های اصلی اسانس آویشن کرمانی (*Thymus caramanicus* Jalas) در زمان‌های مختلف برداشت

لیلی صفائی^{۱*}، ابراهیم شریفی عاشورآبادی^۲، حسین زینلی^۳، داود افیونی^۴ و مهدی میرزا^۵

*- نویسنده مسئول، مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، پست الکترونیک: safaii2000@yahoo.com

۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

۳- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

۴- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۰

تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۰

چکیده

به منظور بررسی اثر زمان برداشت بر میزان و عملکرد اسانس و ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه آویشن کرمانی (*Thymus caramanicus* Jalas) آزمایشی طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه اصفهان انجام شد. به همین منظور بذره‌های گیاه پس از جمع‌آوری از رویشگاه، در شاسی کشت و نشاء‌های حاصل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به زمین اصلی منتقل شدند. سرشاخه‌های گیاه به مدت دو سال (۱۳۸۷ و ۱۳۸۸) در چهار مرحله آغاز گلدهی، ۵۰٪ گلدهی، گلدهی کامل و بذردهی، برداشت، خشک و اسانس‌گیری شد. جداسازی و شناسایی ترکیب‌های اسانس با دستگاه کروماتوگرافی گازی و گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی انجام گردید. نتایج نشان داد که اثر زمان برداشت بر مجموع عملکرد دو ترکیب تیمول و کارواکرول، درصد اسانس و درصد گاما-تریپنین و بورنتول معنی‌دار بود. بیشترین مجموع عملکرد تیمول و کارواکرول در مرحله بذردهی و بیشترین درصد اسانس در مرحله گلدهی کامل بدست آمد. اثر متقابل سال در مرحله برداشت مشخص نمود که بیشترین درصد اسانس اندام هوایی در طی دو سال متعلق به مرحله گلدهی کامل سال اول (۱/۵۶٪) و بالاترین عملکرد مجموع دو ترکیب تیمول و کارواکرول در مرحله بذردهی همان سال (۲۸/۵۴ کیلوگرم در هکتار) بوده‌است. از بین شش ترکیبی که بیشترین درصد اسانس را تشکیل دادند کارواکرول ترکیب غالب در هر چهار مرحله برداشت بود و بیشترین مقدار آن در مرحله ابتدای گلدهی (۸۸/۴۵٪) سال دوم حاصل شد. دومین ترکیب غالب تیمول بود که در مرحله گلدهی کامل به حداکثر مقدار خود (۱۱/۷۷٪) رسید. پاراسیمین، ۸۰،۱-سینئول و گاما-تریپنین در مرحله بذردهی (به ترتیب ۲/۳۵٪، ۱/۲۱٪ و ۲/۱۵٪) و بورنتول در مرحله گلدهی کامل بیشترین مقدار (۷/۵۲٪) را نشان دادند. همچنین رابطه مثبت و معنی‌داری بین درصد اسانس با مجموع عملکرد دو ترکیب کارواکرول و تیمول مشاهده گردید. در مجموع براساس نتایج بدست‌آمده بهترین زمان برداشت آویشن کرمانی برای رسیدن به حداکثر عملکرد تیمول و کارواکرول در مرحله بذردهی و برای درصد اسانس در مرحله گلدهی کامل می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آویشن کرمانی (*Thymus caramanicus* Jalas)، زمان برداشت، اسانس، تیمول، کارواکرول.

مقدمه

جنس آویشن یکی از جنس‌های مهم تیره نعنای (Lamiaceae) می‌باشد که تقریباً ۳۵۰ گونه مختلف در سراسر جهان و ۱۴ گونه معطر و چند ساله در ایران دارد (جم‌زاد، ۱۳۷۳). از جمله گونه‌های این جنس می‌توان به آویشن کرمانی با نام علمی *Thymus caramanicus* Jalas اشاره نمود. این گونه دارای حالت شبه درختچه‌ای، قاعده ساقه چوبی، ارتفاع شاخه گلدار ۳ تا ۱۰ سانتی‌متر، برگ‌های قاعده‌ای کوچک و تخم‌مرغی شکل، گل‌آذین کاپیتول (کپه‌ای) و اغلب به رنگ ارغوانی می‌باشد (Rechinger, 1986). سرشاخه‌های آویشن حاوی اسانس، تانن، مواد اصلی تلخ، ساپونین و ضدعفونی‌کننده‌های گیاهیست. اسانس گیاه شامل مقادیر بسیار متغیری از ترکیب‌های فنلی مانند تیمول و کارواکرول (۲۰ تا ۸۰٪)، منوترپن‌های هیدروکربنی مانند پاراسیمن، گاما-ترپینن و الکل‌هایی مانند لینالول، آلفا-ترپینن و توجان می‌باشد. معمولاً عمده‌ترین ترکیب‌های فنلی جنس آویشن تیمول و کارواکرول است (Leung & Foster, 1996). آویشن ضدعفونی‌کننده، مسکن و دارای خاصیت درمانی برای بیماری‌های سرماخوردگی، سرفه و سیاه‌سرفه، برونشیت، عفونت ریه و آنفولانزا می‌باشد (یاوری، ۱۳۶۳).

تحقیقات Nickavar و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که اصلی‌ترین ترکیب‌های اسانس آویشن کرمانی (*T. Caramanicus*) تیمول (۲۰/۸٪) و کارواکرول (۵۲/۸٪) می‌باشد. همچنین پارا-سیمن (۴/۱٪)، بورنتول (۱/۵٪) و گاما-ترپینن (۵/۴٪) از دیگر ترکیب‌های موجود در اسانس بودند. Rustaiyan و همکاران (۲۰۰۰) ترکیب‌های اصلی موجود در اسانس آویشن کرمانی را تیمول (۴۰/۸٪)، کارواکرول (۲۴/۸٪)، گاما-ترپینن،

پارا-سیمن و بورنتول گزارش نمودند. Nejad Ebrahimi و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تأثیر مرحله رشد گیاه بر کمیّت و کیفیت اسانس آویشن کرمانی در شرایط رویشگاهی مشاهده نمودند که بازده اسانس باتوجه به مرحله رشد گیاه بین ۱/۹٪ تا ۲/۵٪ متغیر است. آنها درصد اسانس را در مرحله گلدهی ۲/۵٪، غنچه‌دهی ۲/۱٪، تشکیل دانه ۲٪ و رویشی ۱/۹٪ گزارش نمودند. در این تحقیق ذکر شده که ترکیب‌های اصلی در تمام نمونه‌ها شامل کارواکرول (۶۸/۹-۵۸/۹ درصد)، تیمول (۶۷/۰-۲/۴ درصد)، گاما-ترپینن (۸/۰-۴/۳ درصد)، پارا-سیمن (۸/۹-۳ درصد) و بورنتول (۴/۰-۲/۳ درصد) بوده‌است. در بررسی Eftekhar و همکاران (۲۰۰۹) میزان اسانس آویشن کرمانی در مرحله گلدهی کامل ۲/۵٪ گزارش شده‌است. مکی‌زاده تفتی و همکاران (۱۳۸۹) بازده اسانس آویشن کرمانی اکوتیپ اصفهان را در مرحله آغاز گلدهی ۱/۵٪ گزارش کرده‌اند. در بررسی ترکیب شیمیایی اسانس آویشن کرمانی جمع‌آوری شده از استان گلستان بازده اسانس ۰/۸۲ بدست آمده و از میان ترکیب‌های شناسایی شده پولگون (۲۵/۴٪)، ۸،۱-سینئول (۹/۵٪)، کارواکرول (۸/۹٪)، بورنتول (۶/۴٪)، پارا-سیمن (۶/۱٪)، منتول (۵/۸٪)، پیریتون (۴۳/۵٪) و تیمول (۳٪) بیشترین مقدار حجم اسانس را به خود اختصاص دادند (مازندرانی و رضایی، ۱۳۸۱). عسگری (۱۳۷۹) در بررسی تأثیر عوامل اکولوژیک بر گونه *T. Pubescens* مشاهده نمود که مقدار اسانس گیاه در مرحله گلدهی بیشتر از مرحله قبل از گلدهی است. Ozguven و Tansi (۱۹۹۸) با بررسی میزان اسانس آویشن باغی در مراحل مختلف برداشت بیان نمودند که در سال اول بیشترین میزان اسانس در مرحله آغاز گلدهی و در سال دوم در مرحله گلدهی کامل

گردید و بذر مورد نیاز برای کشت جمع آوری شد. بذرها در آبان ماه همان سال در خزانه کشت و در اسفندماه نشاء گیاه به زمین اصلی انتقال و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت گردیدند. کرت های آزمایشی از ۶ عدد خط ۵ متری تشکیل شده بود. فاصله بین ردیف ها ۵۰ سانتی متر و فاصله بین بوته ها در هر ردیف نیز ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. فاصله بین دو کرت ۲ متر و فاصله بین تکرارها نیز ۳ متر بود. آبیاری مطابق با عرف منطقه انجام شد. مبارزه با علف های هرز مزرعه نیز در سه نوبت به صورت مکانیکی و توسط دست انجام گردید. برداشت در چهار مرحله آغاز گلدهی (مشاهده اولین گل در بوته ها)، ۵۰٪ گلدهی (نیمی از هر بوته دارای گل)، گلدهی کامل (کل بوته دارای گل) و بذردهی انجام شد. در هر مرحله برداشت، سرشاخه ۸ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و پس از برداشت در سایه و در جریان باد خشک شدند و وزن خشک آنها برحسب گرم محاسبه شد. از هر نمونه خشک شده، ۱۰۰ گرم آسیاب گردید و به مدت ۲ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب، اسانس گیری و درصد آن تعیین شد (British Pharmacopoeia, 1988). ترکیب های تشکیل دهنده اسانس توسط دستگاه کروماتوگراف گازی (GC) و کروماتوگراف گازی مجهز به طیف سنج جرمی (GC/MS) واقع در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور (تهران) آنالیز شد که مشخصات دستگاه های مورد استفاده به شرح زیر بود.

مشخصات گاز کروماتوگرافی (GC)

کروماتوگراف گازی مدل شیمادزو (Shimadzu) مجهز به دتکتور F.I.D (یونیزاسیون شعله هیدروژن) و

بدست آمده است. بنابراین آنها بیان کردند که حداکثر اسانس تنها به مرحله رشدی گیاه مربوط نشده بلکه به درجه حرارت، رطوبت، طول دوره آفتاب، جابجایی هوا و بارندگی نیز بستگی دارد. Omidbaigi و همکاران (۲۰۱۰) بیشترین درصد اسانس آویشن ابلق (*T. citriodorus*) را در مرحله آغاز گلدهی گزارش نموده اند.

با توجه به اهمیت ترکیب های فنولی اسانس آویشن در صنعت داروسازی و از آنجا که ترکیب های تشکیل دهنده اسانس در مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه متفاوت می باشد، بنابراین تعیین بهترین زمان برداشت به ویژه در شرایط زراعی جهت حصول حداکثر ترکیب های مهم اسانس از اهمیت خاصی برخوردار است. با این حال تاکنون گزارشی در مورد ترکیب های مؤثره آویشن کرمانی در مراحل مختلف برداشت در شرایط زراعی ارائه نشده است. بنابراین تحقیق حاضر به منظور تعیین بهترین زمان برداشت برای دسترسی به حداکثر عملکرد ترکیب های فنولی و درصد اسانس این گونه در شرایط مزرعه انجام شد.

مواد و روشها

به منظور بررسی اثر زمان برداشت بر میزان و نوع ترکیب های تشکیل دهنده اسانس آویشن کرمانی (*T. caramanicus*)، آزمایشی طی سال های ۱۳۸۶-۱۳۸۸ در ایستگاه شهید فزوه وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان انجام شد. برای این منظور در مرداد ماه سال ۱۳۸۶ به یکی از رویشگاه های این گونه واقع در گردنه خوانسار با مشخصات طول جغرافیایی ۱۴' و ۵۰° تا ۲۵' و ۵۰°، عرض جغرافیایی ۸' و ۳۳° تا ۱۱' و ۳۳° و ارتفاع ۳۱۵۰ تا ۳۲۰۰ متر از سطح دریا، مراجعه

تحلیل آماری قرار گرفت و برای هر آزمایش نیز تجزیه مرکب انجام شد. در این تحقیق برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزارهای SAS و MSTAT-C استفاده شد. همبستگی ساده بین مرحله برداشت و صفات مورد مطالعه با استفاده از روش پیرسون برآورد گردید.

نتایج

در بررسی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس آویشن کرمانی ۶ ترکیب اصلی مشاهده شد که عبارت بودند از: پارا-سیمن، ۸،۱-سینئول، گاما-ترپینن، بورنئول، تیمول و کارواکول. نتایج نشان داد که زمان برداشت آویشن کرمانی (*T. caramanicus*) بر درصد اسانس و مجموع عملکرد تیمول و کارواکول سال اول در سطح احتمال ۱٪ و در سال دوم در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۲).

مقایسه میانگین تیمارها مشخص نمود که در دو سال آزمایش، اختلاف معنی‌داری از نظر درصد تیمول بین مراحل برداشت مشاهده نشد. همچنین مرحله گلدهی کامل در هر دو سال آزمایش بیشترین درصد اسانس را به خود تخصیص داد (جدول‌های ۳ و ۴). در سال اول آزمایش، بیشترین مجموع عملکرد تیمول و کارواکول در مرحله بذردهی بدست آمد (۲۸/۵۴ کیلوگرم در هکتار) که با مرحله گلدهی کامل تفاوت معنی‌داری نداشت. در سال دوم آزمایش نیز بیشترین مقدار این صفت در مرحله بذردهی (معادل ۲۳/۳۲ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد و اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر مراحل برداشت نشان داد (جدول‌های ۳ و ۴).

داده‌پرداز Chromatepac، ستون DB-5 و نیمه‌قطبی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵ میکرون و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون، گاز حامل هلیوم، سرعت جریان گاز حامل ۲۲/۷ سانتی‌متر بر ثانیه، برنامه حرارتی ۲۵۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۴ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه و دمای محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد بود.

مشخصات گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

کروماتوگراف گازی Varin-3400 متصل شده با طیف‌سنج جرمی (Saturn II)، ستون DB-5 و نیمه‌قطبی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵ میکرون و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون، دتکتور Ion trap، گاز حامل هلیوم، سرعت جریان گاز حامل ۳۵ میلی‌لیتر بر دقیقه و انرژی یونیزاسیون در طیف‌سنج جرمی معادل ۷۰ الکترون ولت، برنامه حرارتی ۲۴۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه و دمای محفظه تزریق ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بود.

پس از تزریق اسانس به دستگاه‌های نامبرده، با استفاده از زمان بازداری ترکیب‌ها (tR)، اندیس بازداری (RT) طیف جرمی و مقایسه این پارامترها با ترکیب‌های استاندارد و یا با اطلاعات موجود در کتابخانه نسبت به شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس اقدام گردید. درصد کمی این ترکیب‌ها نیز با محاسبه سطوح زیر منحنی در کروماتوگرام‌ها محاسبه شد (Adams, 2001). عملکرد دو ترکیب تیمول و کارواکول از حاصلضرب عملکرد خشک اندام هوایی، درصد اسانس و درصد این ترکیب‌ها در هر یک از مراحل برداشت محاسبه شد. ویژگی‌های مورد بررسی به‌طور جداگانه برای هر سال مورد تجزیه و

به واریانس تأثیر مراحل مختلف برداشت بر صفات کمی و کیفی اسانس آویشن (*T. caramanicus*) در سال اول

۱-سینتول (%)	گاما-ترپینن (%)	بورنتول (%)	تیمول (%)	کارواکرول (%)	عملکرد خشک (kg/ha)	درصد اسانس (%)	مجموع عملکرد تیمول و کارواکرول (kg/ha)
۰/۰۲	۰/۰۵	۱/۶۲	۳/۵۰	۰/۲۶	۳۹۱۹۸/۴۹	۰/۰۰۴	۱۱/۱۸
۰/۱۶ ns	۲/۴۰ **	۱۱/۸۴ **	۳/۴۸ ns	۳۶/۵۸ ns	۲۰۳۶۳۰۲/۶۶ **	۰/۵۴ **	۴۶۲/۷۴ **
۰/۱۰	۰/۲۳	۰/۲۱	۷/۵۴	۱۰/۱۸	۲۳۲۵۹/۸۵	۰/۰۰۵	۵/۱۹
۸۳/۱۲	۵۸/۳۷	۹/۲۸	۲۶/۸	۴/۱۵	۹/۹۷	۶/۰۴	۱۲/۸۳

۱٪ و ۵٪ معنی دار است.

به واریانس تأثیر مراحل مختلف برداشت بر صفات کمی و کیفی اسانس آویشن (*T. caramanicus*) در سال دوم

۸-سینتول (%)	گاما-ترپینن (%)	بورنتول (%)	تیمول (%)	کارواکرول (%)	عملکرد خشک (kg/ha)	درصد اسانس (%)	مجموع عملکرد تیمول و کارواکرول (kg/ha)
۰/۱۲	۰/۰۴	۳/۷۲	۱۰/۴۵	۷۵/۲۳	۱۳۷۹۴۳/۸۶	۰/۰۱	۴۶/۹۰
۰/۴۴ **	۰/۰۱ ns	۷/۸۶ ns	۰/۲۵ ns	۱۰۱/۷۷ ns	۱۲۲۴۲۲۴/۶۰ **	۰/۰۶ *	۱۴۶/۸۰ *
۰/۰۵	۰/۰۵	۴/۵۰	۴/۰۶	۸۸/۳۱	۷۹۶۶۷/۴۱	۰/۰۱	۲۱/۲۱
۳۴/۳۲	۸۰/۱۲	۳۷/۶۴	۵۴/۱۰	۱۱/۳۶	۲۰/۶۵	۸/۷۸	۳۱/۹۵

۱٪ و ۵٪ معنی دار است.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر مراحل مختلف برداشت بر صفات کمی و کیفی اسانس
آویشن کرمانی (*T. caramanicus*) در سال اول

مجموع عملکرد تیمول و کارواکرویل (kg/ha)	درصد اسانس (%)	عملکرد خشک (kg/ha)	کارواکرویل (%)	تیمول (%)	بورنتول (%)	گاما- ترپینن (%)	۸،۱- سینئول (%)	پاراسیمین (%)	مراحل برداشت
۲/۴۲ c	۰/۸۰ b	۳۳۸/۸۲ c	۷۹/۱۸ ab	۱۰/۰۰ a	۶/۴۸ a	۰/۵۲ b	۰/۵۵ a	۰/۶۶ b	آغاز گلدهی
۱۲/۹۲ b	۰/۸۳ b	۱۶۵۷/۰۰ b	۸۳/۴۷ a	۱۰/۰۰ a	۳/۵۱ b	۰/۳۹ b	۰/۱۰ a	۰/۲۶ a	۵۰٪ گلدهی
۲۷/۱۳ a	۱/۵۶ a	۱۹۲۰/۰۰ ab	۷۸/۴۸ ab	۱۱/۷۷ a	۳/۱۰ b	۰/۲۳ b	۰/۲۸ a	۰/۵۰ a	گلدهی کامل
۲۸/۵۴ a	۱/۵۴ a	۲۲۰۰/۰۰ a	۷۶/۹۶ b	۹/۲۲ a	۶/۹۵ a	۲/۱۵ a	۰/۶۰ a	۱/۴۴ a	بذردهی

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر مراحل مختلف برداشت بر صفات کمی و کیفی اسانس
آویشن کرمانی (*T. caramanicus*) در سال دوم

مجموع عملکرد تیمول و کارواکرویل (kg/ha)	درصد اسانس (%)	عملکرد خشک (kg/ha)	کارواکرویل (%)	تیمول (%)	بورنتول (%)	گاما ترپینن (%)	۸،۱- سینئول (%)	پاراسیمین (%)	مراحل برداشت
۷/۴۶ b	۱/۰۲ b	۷۹۳/۶۰ c	۸۸/۴۵ a	^a ۳/۵۸	۴/۱۲ a	۰/۰۹ a	۰/۳۴ b	۰/۸۲ b	آغاز گلدهی
۱۰/۴۹ b	۱/۱۶ ab	۹۹۴/۴۰ bc	۸۶/۶۶ a	^a ۳/۸۴	۴/۴۶ a	۰/۰۴ a	۰/۴۷ b	۰/۸۸ b	۵۰٪ گلدهی
۱۶/۳۶ ab	۱/۳۷ a	۱۴۴۴/۹۰ b	۷۶/۳۳ a	^a ۴/۰۶	۷/۵۲ a	۰/۱۶ a	۰/۶۶ b	۰/۹۴ b	گلدهی کامل
۲۳/۳۲ a	۱/۲۴ a	۲۲۳۳/۳۰ a	۷۹/۱۷ b	^a ۳/۴۰	۶/۴۴ a	۰/۲۱ a	۱/۲۱ a	۲/۳۵ a	بذردهی

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

معنی‌دار بود. همچنین اثر سال بر مجموع عملکرد تیمول و کارواکرویل در سطح احتمال ۵٪ و اثر متقابل سال در مرحله برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۵).

تجزیه مرکب سال‌های آزمایش نشان داد که اثر سال، مراحل برداشت و اثر متقابل سال در مراحل برداشت بر درصد دو ترکیب پاراسیمین و ۸،۱-سینئول در سطح احتمال ۱٪ و بر صفت درصد اسانس در سطح احتمال ۵٪

واریانس مرکب سال و مراحل مختلف برداشت بر صفات کمی و کیفی اسانس آویشن کرمانی (*T. caramanicus*)

۸،۱-سینتول (%)	گاما-تریپین (%)	بورنتول (%)	تیمول (%)	کارواکرول (%)	عملکرد خشک (kg/ha)	درصد اسانس (%)	مجموع عملکرد تیمول و کارواکرول (kg/ha)
۰/۵۰ **	۲/۹۲ ns	۲/۳۲ ns	۲۵۵/۴۵ ns	۷۹/۰۶ ns	۱۵۸۶۶۲/۳۱ **	۰/۰۰۱ *	۶۷/۰۶ *
۰/۰۷ **	۰/۰۵ ns	۲/۶۷ ns	۶/۹۸ ns	۳۷/۷۵ ns	۸۸۵۷۱/۱۷ **	۰/۰۰۹ *	۵۴۴/۶۵ **
۰/۴۲ **	۱/۳۴ ns	۷/۳۶ ns	۱/۰۳ ns	۱۰۵/۴۶ ns	۲۸۷۵۴۶۶/۴۴ **	۰/۴۶ *	۲۹/۰۴ ns
۰/۱۸ **	۱/۰۷ ns	۱۲/۳۴ ns	۲/۶۹ ns	۳۲/۸۹ ns	۳۸۴۰۶۰/۸۳ **	۰/۱۴ *	۶۴/۸۸ **
۰/۰۷	۰/۱۴	۲/۳۵	۵/۸	۴۹/۵۴	۵۱۴۶۳۶۴/۰۰۸	۰/۰۰۸	۱۳/۲۰
۵۲/۷۴	۸۰/۲۶	۲۸/۸۴	۳۴/۴۸	۸/۷۰	۱۵/۶۶	۷/۵۵	۲۲/۵۹

۱٪ و ۵٪ معنی دار است.

(۲/۱۵٪) مشاهده شد. مقدار تیمول از نظر کمی در سال اول بالاتر از سال دوم بود و تفاوت معنی‌داری را بین دو سال آزمایش بوجود آورد. به‌طوری که بیشترین مجموع عملکرد تیمول و کارواکرویل در مرحله بذردهی سال اول مشاهده گردید (جدول ۶).

نتایج حاصل از بررسی اثر متقابل سال در مرحله برداشت نشان داد که دو ترکیب پارا-سیمن و ۸۰۱-سینتول در مرحله بذردهی سال دوم (به‌ترتیب ۲/۳۵ و ۱/۲۱ درصد) بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. بیشترین مقدار گاما-تریپنن در مرحله بذردهی سال اول

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سال و مراحل مختلف برداشت بر صفات کمی و کیفی اسانس آویشن کرمانی (*T. carmanicus*)

مجموع عملکرد تیمول و کارواکرویل (kg/ha)	درصد اسانس (%)	عملکرد خشک (kg/ha)	کارواکرویل (%)	تیمول (%)	بورنتول (%)	گاماتریپنن (%)	۱۸-سینتول (%)	پاراسیمن (%)	مراحل برداشت
۲/۴۲ d	۰/۸۰ e	۳۳۸/۸ e	۷۹/۱۸ a	۱۰/۰۰ a	۶/۴۸ abc	۰/۵۲ b	۰/۵۵ bc	۰/۶۶ bc	آغاز گلدهی
۱۲/۹۲ bc	۰/۸۳ e	۱۶۵۸/۰ bc	۸۳/۴۷ a	۱۰/۰۰ a	۳/۵۱ cd	۰/۳۹ b	۰/۱۰ c	۰/۲۶ c	۵۰٪ گلدهی
۲۷/۱۳ a	۱/۵۶ a	۱۹۲۰/۰ ab	۷۸/۴۸ a	۱۱/۷۷ a	۳/۱۰ d	۰/۲۳ b	۰/۲۸ bc	۰/۵۰ bc	گلدهی کامل
۲۸/۵۴ a	۱/۵۴ a	۲۲۰۰/۵۷ a	۷۶/۹۶ a	۹/۲۲ a	۶/۹۵ ab	۲/۱۵ a	۰/۶۰ a	۱/۴۴ bc	بذردهی
۷/۴۶ cd	۱/۰۲ d	۷۹۳/۶ d	۸۸/۴۵ a	۳/۵۸ b	۴/۱۲ bcd	۰/۰۹ b	۰/۳۴ b	۰/۸۲ bc	آغاز گلدهی
۱۰/۴۹ bc	۱/۱۶ cd	۹۹۴/۴ d	۸۶/۶۶ a	۳/۸۴ b	۴/۴۶ bcd	۰/۰۴ b	۰/۴۷ b	۰/۸۸ bc	۵۰٪ گلدهی
۱۶/۳۶ b	۱/۳۷ b	۱۴۴۵/۰ c	۷۶/۳۳ a	۳/۴۰ b	۷/۵۲ a	۰/۱۶ b	۰/۶۶ b	۰/۹۴ b	گلدهی کامل
۲۳/۳۲ a	۱/۲۴ bc	۲۲۳۳/۰ a	۷۹/۱۷ a	۴/۰۶ b	۶/۴۴ abc	۰/۲۱ b	۱/۲۱ a	۲/۳۵ a	بذردهی

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

عملکرد دو ترکیب تیمول و کارواکرویل و همچنین عملکرد خشک داشت.

نتایج حاصل از همبستگی صفات (جدول ۷) نشان داد که درصد اسانس همبستگی مثبت و معنی‌داری با مجموع

جدول ۷- همبستگی صفات کمی و کیفی اسانس آویشن کرمانی (*T. caramanicus*)

مجموع عملکرد تیمول و کارواکرول (kg/ha)	درصد اسانس (%)	عملکرد خشک (kg/ha)	کارواکرول (%)	تیمول (%)	بورنشول (%)	گاما-ترپینن (%)	۸،۱-سینئول (%)	آرا-سیمن (%)
							۱	۰/۹۸ **
						۱	۰/۹۵ *	۰/۹۹ **
					۱	۰/۸۴	۰/۹۵ *	۰/۸۸
				۱	-۰/۲۷	۰-/۶۰	-۰/۳۹	-۰/۵۱
			۱	-۰/۳۱	۰-/۷۷	-۰/۵۵	-۰/۷۴	-۰/۶۴
		۱	-۰/۷۸	۰/۰۶	۰/۵۳	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۷
	۱	۰/۸۴	-۰/۹۵ *	۰/۴۷	۰/۵۷	۰/۴۰	۰/۵۸	۰/۵۰
۱	۰/۹۴ *	۰/۹۷ *	-۰/۹۰	۰/۲۰	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۷۱	۰/۶۳

بحث

بررسی نتایج نشان داد که در طی مراحل مختلف برداشت گیاه آویشن کرمانی، صفات درصد اسانس و مجموع عملکرد دو ترکیب تیمول و کارواکرول تفاوت آماری معنی‌داری را نشان داده‌است. این مسئله نشان‌دهنده واکنش‌های متفاوت این صفات در طی مراحل مختلف برداشت می‌باشد. بنابراین زمان برداشت یکی از فاکتورهای مهم و تأثیرگذار بر روی این صفات محسوب می‌گردد و باید به آن توجه ویژه‌ای شود.

بر اساس مقایسه میانگین تیمارها مشخص شد که در سال اول آزمایش، بیشترین درصد اسانس اندام هوایی مربوط به مرحله گلدهی کامل و برابر با ۱/۵۶٪ و در سال دوم نیز در همین مرحله رشدی و برابر ۱/۳۷٪ بوده و با گذشت زمان مقدار آن کاهش یافته‌است (جدول‌های ۲ و ۳). یکی از دلایل این موضوع می‌تواند خشبی شدن اندام هوایی با افزایش سن گیاه باشد، به طوری که هرچه گیاه به اواخر گلدهی می‌رسد میزان بافت‌های چوبی بیشتر شده و از درصد اسانس کاسته می‌شود. طبق تحقیقات مشابهی بر روی گیاه نعناع مشخص شده که هر چه گیاه به مرحله گلدهی نزدیک‌تر باشد مقدار اسانس بیشتری را تولید می‌کند (Turner et al., 2000). Omidbaigi و همکاران (۲۰۱۰) بیشترین درصد اسانس آویشن ابلق (*T. citriodorus*) را در مرحله آغاز گلدهی گزارش نموده‌اند. Nejad Ebrahimi و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیشترین درصد اسانس آویشن کرمانی در شرایط رویشگاه را در مرحله گلدهی گزارش نمودند. در بررسی Eftekhar و همکاران (۲۰۰۹) میزان اسانس آویشن کرمانی در مرحله گلدهی کامل ۲/۵٪ گزارش شده‌است. مکی‌زاده تفتی و همکاران (۱۳۸۹) بازده اسانس آویشن کرمانی اکوتیپ اصفهان را در آغاز مرحله گلدهی ۱/۱۰٪

گزارش کردند. با توجه به نتایج حاضر و نتایج سایرین، بیشترین میزان درصد اسانس این گیاه در مرحله گلدهی حاصل می‌شود.

نتایج نشان داد که در بین ۶ ترکیب اصلی شناخته شده در اسانس آویشن کرمانی، ترکیب کارواکرول با مقادیر حداقل ۷۶/۴٪ و حداکثر ۸۸/۵٪ جزء اصلی اسانس را تشکیل داده‌است. در صورتی که در آویشن استاندارد (باغی)، ترکیب اصلی تیمول گزارش شده‌است (نقدی‌بادی و مکی‌زاده تفتی، ۱۳۸۲؛ Aziz et al., 2008؛ Naghdi Badi et al., 2004). در تحقیقات مکی‌زاده تفتی و همکاران (۱۳۸۹)، Nejad Ebrahimi و همکاران (۲۰۰۸) و Eftekhar و همکاران (۲۰۰۹) نیز به ترکیب کارواکرول به‌عنوان جزء اصلی اسانس آویشن کرمانی اشاره شده‌است.

در تحقیق حاضر بالاترین درصد تیمول در مرحله گلدهی کامل و بالاترین مقدار کارواکرول در مرحله آغاز گلدهی و ۵۰٪ گلدهی بدست آمده‌است. درصد تیمول و کارواکرول در طی مراحل برداشت تغییر معنی‌داری نشان نداده که می‌تواند بیانگر عدم تأثیر فاکتورهای خارجی بر آن باشد، یا به عبارت دیگر می‌تواند تحت تأثیر ژنتیک گیاه باشد (نقدی‌بادی و همکاران، ۱۳۸۱، بقالیان و نقدی‌بادی، ۱۳۷۹).

مجموع عملکرد دو ترکیب تیمول و کارواکرول که از مجموع حاصل‌ضرب درصد هر یک از این ترکیب‌ها در عملکرد خشک و درصد اسانس بدست می‌آید، یکی دیگر از فاکتورهای مهم برای تولیدکنندگان است. در این تحقیق بیشترین مقدار این صفت در مرحله بذردهی بدست آمد که علت آن بالاتر بودن عملکرد خشک در این مرحله بوده‌است. نتایج حاصل از همبستگی صفات نیز تأییدی بر این مسئله می‌باشد و نشان می‌دهد که مجموع عملکرد تیمول و

- Adams, R.P., 2001. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography and Mass Spectrometry. Allured, USA, 750p.
- Aziz, E.E., Hendawi, S.T., Eldin, E., Omer, A. and Omer, E.A., 2008. Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of *Thymus vulgaris* plant. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 4(4): 443-450.
- British Pharmacopoeia., 1988. HMSO, London, pp: 2, A137-A138.
- Eftekhari, F., Nariman, F., Yousefzadi, M., Hadian, J. and Ebrahimi, S.N., 2009. Anti-helicobacter pylori activity and essential oil composition of *Thymus caramanicus* from Iran. Natural Products Communications, 4(8): 1139-1142.
- Leung, A.Y. and Foster, S., 1996. Encyclopedia of Common Natural Ingredients: Used in Food, Drugs and Cosmetics. A Wiley Interscience Publication- John Wiley & Sons, Inc, 649p.
- Naghdi Badi, H., Yazdani, D., Mohammad Ali, S. and Nazari, F., 2004. Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris* L. Journal of Industrial Crops and Products, 19(3): 231-236.
- Nejad Ebrahimi, S., Hadian, M., Mir Jalali, H., Sonboli, A. and Yousefzadi, M., 2008. Essential oil composition and antibacterial activity of *T. caramanicus* at different phenological stages. Food Chemistry, 110(4): 927-931.
- Nickavar, B., Mojab, F. and Dolat Abadi, R., 2005. Analysis of the essential oils of two *Thymus* species from Iran. Food Chemistry, 90(4): 609-611.
- Omidbaigi, R., Fattahi, F., Fattahi, F. and Karimzadeh, Gh., 2010. Harvest time affect on the herb yield and essential oil content of lemon thyme (*Thymus × citriodorus* (Pers.) Schreb). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(3): 317-325.
- Ozguven, M. and Tansi, S., 1998. Drug yield and essential oil of *Thymus vulgaris* L. as influenced by ecological and ontogenetical variation. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22: 537-542.
- Rechinger, K.H. and Hedge, I.C., 1986. Umbelliferae. In: Rechinger. K.H. Flora Iranica. Graz: Akademische Druck-u Verlagsanstalt, 162. 596p.
- Rustaiyan, A., Masoudi, S., Monfared, A., Kamalinejad, M., Lajevardi, T., Sedaghat, S. and Yari, M., 2000. Volatile constituents of three *Thymus* species grown wild in Iran. Planta medica, 66: 197- 198.
- Turner, G.W., Greshenzon, J. and Croteau, B., 2000. Distribution of peltate glandular trichomes on developing leaves of Peppermint. Plant Physiology, 124(2): 655-663.

کارواکرویل همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد خشک و درصد اسانس دارد و با افزایش این دو صفت، مجموع عملکرد این دو ترکیب اصلی افزایش خواهد یافت. در مجموع، می توان گفت که بهترین زمان برداشت در شرایط زراعی برای رسیدن به حداکثر عملکرد دو ترکیب تیمول و کارواکرویل به عنوان ترکیب های اصلی اسانس آویشن کرمانی مرحله بذردهی و برای حداکثر درصد اسانس مرحله گلدهی کامل می باشد.

منابع مورد استفاده

- بقالیان، ک. و نقدی بادی، ح.، ۱۳۷۹. گیاهان اسانس دار (ترجمه). انتشارات اندرز، ۲۴۸ صفحه.
- جم زاده، ز.، ۱۳۷۳. آویشن. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۱۵ صفحه.
- عسگری، ف.، ۱۳۷۹. بررسی عوامل اکولوژیک بر روی کیفیت و کمیت اسانس *Thymus pubescens* و تعیین فعالیت آنزیم های پراکسیداز و نیترات ردوکتاز در آن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران.
- مازندرانی، م. و رضایی، م. ب.، ۱۳۸۱. بررسی ترکیبات شیمیایی روغن اسانس آویشن کرمانی (*Thymus caramanicus* Jalas). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۸: ۱۱۱-۱۲۲.
- مکی زاده تفتی، م.، نقدی بادی، ح.، رضازاده شمس، ع.، اجنی، ی. و کدخدای، ز.، ۱۳۸۹. ارزیابی خصوصیات گیاهشناسی و بازده و اجزای اسانس اکوتیپ های آویشن کرمانی (*Thymus caramanicus*) در ایران. گیاهان دارویی، ۹(۳۶): ۶۵-۵۷.
- نقدی بادی، ح. و مکی زاده تفتی، م.، ۱۳۸۲. مروری بر گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.). گیاهان دارویی، ۲(۷): ۱-۱۲.
- نقدی بادی، ح.، یزدانی، د.، نظری، ف. و محمدعلی، س.، ۱۳۸۱. تغییرات فصلی عملکرد و ترکیبات اسانس آویشن (*Thymus vulgaris* L.) در تراکم های مختلف کاشت. گیاهان دارویی، ۲(۵): ۵۱-۵۷.
- یآوری، ن.، ۱۳۶۳. اسرار گیاهان (ترجمه). انتشارات علمی و فرهنگی، ۲۰۹ صفحه.

Study on essential oil content and composition of *Thymus caramanicus* Jalas in different harvesting stages

L. Safaei^{1*}, E. Sharifi Ashoorabadi², H. Zeinali³, D. Afiuni³ and M. Mirza²

1*- Corresponding author, Research Center for Agricultural & natural Resources, Isfahan, Iran

E-mail: safaii2000@yahoo.com

2- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

3- Research Center for Agricultural & Natural Resources, Isfahan, Iran

Received: June 2011

Revised: December 2011

Accepted: December 2011

Abstract

In order to study the effects of harvesting stages on essential oil yield and composition of *Thymus caramanicus* Jalas, an experiment was conducted during 2007-2009 in Fozveh Research Station of Isfahan. collected seeds from natural habitat were cultivated in pots and then seedlings were transplanted at the main field in a randomized complete blocks design with 3 replications. Aerial parts of the species were harvested at 4 stages including: beginning of flowering, fifty percent flowering, full flowering and fruit set during two years. The plant materials were dried and their essential oils were obtained by water distillation. Capillary GC and GC/MS analysis were used to determine the volatile profile of essential oil samples. Results showed that harvesting stages had significant effects on thymol and carvacrol content and essential oil percentage. The highest amount of essential oil and thymol percentage were obtained at full flowering stage of the first year (1.56% and 3.59 kg/ha, respectively) and the maximum carvacrol percentage was obtained at fruit set stage of the first year (25.45 kg/ha). Six components consisted the highest amount of essential oil, among them carvacrol was dominant at all 4 harvesting stages. The highest amount of carvacrol was obtained at the beginning of flowering stage (88.45%) in the second year. Thymol was the second dominant component with a maximum percentage of 11.77%, obtained at full flowering stage. The highest content of ρ -cymene, 1,8-cineole and γ -terpinene were obtained at fruit set stage (2.35, 1.21 and 2.15%, respectively) and the highest content of borneol was recorded at full flowering stage (7.52%). Also, a positive correlation was observed between essential oil percentage and amounts of thymol and carvacrol. In conclusion, the best time for harvesting of *T. caramanicus* to achieve the maximum carvacrol percentage was fruit set stage, while full flowering stage was identified as the best time to achieve the maximum essential oil and thymol percentage.

Key words: *Thymus caramanicus* Jalas, harvesting stages, essential oil, thymol, carvacrol.