Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891
Online ISSN: 2676-5039

The Effect of Phenological Stages on the Quantity and Quality of Essential Oil in *Camphorosma monspeliaca* in Qorveh Region of Kurdistan Province

Hamed Joneidi*[1], Mahsa Bahmannejad[2]

1. Corresponding author, Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran and University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. Email: hjoneidi@ut.ac.ir & H.joneidi@uok.ac.ir
2. MSc. of Rangeland Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

2024; Vol 18, Issue 2

Article history:
Received: 11.03.2024
Revised: 10.06.2024
Accepted: 18.06.2024

Keywords:
Camphorosma monspeliaca,
Essential compounds,
Phenological stages,
Alpha-Pinene,
Medicinal herbs,
Essential oil yield.

Abstract

Background and objectives: Numerous studies have demonstrated the impact of phenological stages on the essential compounds of plants. Camphorosma monspeliaca L., a perennial plant from the Chenopodiaceae family, is a key indicator species in rangelands, thriving in wet and saline soils. In Kurdistan province, the habitat of this species is rapidly diminishing. There is a lack of literature on the qualitative and quantitative characteristics of its essential oil. This study aims to identify and compare the chemical compounds of C. monspeliaca essential oil at different growth stages to determine the optimal harvest time for maximum yield.

Methodology: To investigate the effect of phenological stages on the quantity and quality of C. monspeliaca essential oil, a winter rangeland in Qorveh region, Kurdistan province, was selected. The area has a cold semi-arid climate and experiences inundation during wet seasons due to low soil infiltration capacity. Eighteen foliage samples were collected at vegetative growth (spring) and flowering (summer) stages using a systematic-randomized procedure. After air-drying in the shade, combined samples from each six samples were prepared, resulting in three samples per vegetative stage for laboratory analysis. Essential oil extraction was performed through water distillation, and the obtained oil was analyzed using Gas Chromatography (GC) and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The relative percentage of each compound was calculated from the undercurve area in the GC spectrum. Compounds were identified using inhibition time, Kovats index, mass spectra comparison with standard compounds, and existing data in mass databases. Data analysis was conducted using independent student t-tests in SPSS software.

Results: A total of 91 compounds were identified at both vegetative growth and flowering stages, with 90 compounds common to both stages. Essential oil yield was higher at the flowering stage (12.0%) compared to the vegetative growth stage (0.071%). The predominant compounds at the vegetative stage were Citronellal and alpha-Pinene, while at the flowering stage, they were alpha-Pinene and endo-1-Bourbonanol. The amounts of endo-1-Bourbonanol and pentanoate were 3.14% and 2.27% higher at the flowering stage than at the vegetative stage. Cembrene A-(3Z) was a specific compound of the vegetative growth stage, absent at the flowering stage, while n-Nonadecane was specific to the flowering stage.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

Conclusion: Phenological stages significantly affect the quantity and quality of essential oil compounds in C. monspeliaca. The flowering stage is recommended as the optimal harvest time for maximum essential oil yield. For the acquisition of alpha-Pinene, the flowering stage is also the most appropriate harvest time.

Cite this article: Joneidi, H., M. Bahmannejad, 2024. The Effect of Phenological Stages on the Quantity and Quality of Essential Oil in *Camphorosma monspeliaca* in Qorveh Region of Kurdistan Province. Journal of Rangeland, 18(2): 326-341.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7
Publisher: Iranian Society for Range Management

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

تاثیر مراحل فنولوژیک بر کمیت و کیفیت اسانس کافوری (*Camphorosma monspeliaca* L.) در شهرستان قروه استان کردستان

حامد جنیدی*[۱]، مهسا بهمن‌نژاد[۲]

۱. نویسنده مسئول، حامد جنیدی، دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران و دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، ایران. رایانامه: hjoneidi@ut.ac.ir, H.Joneidi@uok.ac.ir

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل – پژوهشی

۱۴۰۳؛ جلد ۱۸، شماره ۲

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۱۲/۲۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۹

واژه‌های کلیدی:
کافوری،
مواد موثره،
دوره های رویشی،
alpha -Pinene،
گیاهان دارویی،
بازده اسانس.

چکیده

سابقه و هدف: نتایج بسیاری از پژوهش‌ها مبین تاثیر مراحل فنولوژیک بر مقادیر ترکیبات موثره گیاهی است. گیاه کافوری (*Camphorosma monspeliaca* L.) گیاهی پایا متعلق به خانواده اسفناج (Chenopodiaceae) و از گیاهان شاخص مرتعی و اسانس‌دار در خاک‌های تا حدی شور و مرطوب است. ناحیه‌ای نسبتا کوچک و در حال نابودی کامل از رویشگاه این گونه در استان کردستان وجود دارد که تاکنون پژوهشی در این منطقه در خصوص ویژگی‌های کمی و کیفی اسانس این گونه انجام نشده است. به همین دلیل هدف از پژوهش حاضر شناسایی و مقایسه تعداد و نوع ترکیبات شیمیایی اسانس *C.monspleliaca* در دوره‌های مختلف رشد به منظور تعیین بهترین زمان برداشت گیاه از نظر دستیابی به حداکثر بازده اسانس است.

مواد وروش‌ها: به منظور بررسی تاثیر مراحل فنولوژیک بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه کافوری، بخشی از مراتع قشلاقی و مسطح در منطقه قروه در استان کردستان انتخاب شد. اقلیم منطقه نیمه‌خشک سرد بوده و به‌دلیل نفوذپذیری کم خاک، رویشگاه این گونه در فصول بارشی پوشیده از آب است. برای بررسی و مقایسه مقادیر اسانس در گیاه، سرشاخه‌های گیاه در مرحله رشد رویشی (بهار) و مرحله گلدهی (تابستان) به تعداد ۱۸ نمونه به روش تصادفی-سیستماتیک برداشت شد و پس از خشک شدن در سایه از هر ۶ نمونه، یک نمونه ترکیبی و در نهایت برای هر مرحله رویشی ۳ نمونه جهت اندازه‌گیری اسانس به آزمایشگاه منتقل شد. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب انجام شد. اسانس به‌دست آمده توسط دستگاه‌های گازکروماتوگرافی (GC) و گازکروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/ MS) تجزیه شد. اسانس به دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی تزریق شد و طیف جرمی ترکیب‌ها به دست آمد. درصد نسبی هریک از ترکیبات از روی سطح زیرمنحنی هر ترکیب در طیف کروماتوگراف گازی محاسبه گردید. شناسایی اجزاء اسانس با استفاده از زمان بازداری، محاسبه اندیس کواتز و مطالعه طیف‌های جرمی و مقایسه آن‌ها با ترکیبات استاندارد و اطلاعات موجود در بانک اطلاعات جرمی صورت پذیرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون تی استودنت مستقل با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

نتایج: طبق نتایج، در دو مرحله رویشی و گلدهی ۹۱ ترکیب شناسایی شدند که ۹۰ ترکیب در دو مرحله مشترک بود. بازده اسانس در مرحله گل‌دهی (۰/۱۲ درصد) بیشتر از مرحله رویشی(۷۱ ۰/۰ درصد) بود. عمده‌ترین ترکیبات اسانس این گیاه در مراحل رویشی و گلدهی به ترتیب alpha -Pinene ، Citronellal pentanoate، و endo-1-Bourbonanol است که مقدار alpha -Pinene و endo-1-Bourbonanol در مرحله

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

گلدهی به‌ترتیب به میزان۱۴/۳ و ۲۷/۲ درصد بیشتر از مرحله رشد فعال بود. (3Z)-Cembrene A با سهم ۰/۲۳۶ درصد، ترکیب اختصاصی مرحله رشد رویشی بود که در مرحله گلدهی وجود نداشت و n-Nonadecane با مقدار ۰/۲۰۷ درصد ترکیب اختصاصی مرحله گلدهی شناخته شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که مراحل فنولوژی بر میزان و تعدد ترکیبات اسانس گیاه کافوری در منطقه مورد مطالعه اثر داشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، مرحله گل‌دهی به‌عنوان بهترین مرحله برداشت جهت حصول حداکثر بازده اسانس در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود. همچنین اگر هدف از بهره‌برداری از کافوری استحصال alpha -Pinene باشد بهترین زمان برای جمع‌آوری گیاه زمان گل‌دهی آن است.

استناد: جنیدی، ح.، م. بهمن‌نژاد، ۱۴۰۳. اثر استفاده از پساب فاضلاب شهری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی شمعدانی عطری(*Pelargonium graveolens* L.). مرتع، ۱۸(۲): ۳۲۶-۳۴۱.

DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

© نویسندگان

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

مقدمه

گیاهان دارویی از مواهب خدادادی هستند که میراث ارزشمندی برای سلامت جامعه بشری محسوب می‌شوند؛ براساس آمار سازمان بهداشت جهانی حدود ۸۰ درصد از مردم دنیا برای مراقبت‌های اولیه بهداشتی ترجیح می‌دهند که عصاره گیاهان یا ماده موثره آن‌ها را مصرف نمایند. شناخت گیاهان دارویی در عرصه های طبیعی و مراتع، یکی از گام‌های مهم در جهت توسعه پایدار این اراضی بوده و همواره اطلاعات مهمی را به همراه دارد (۴).

گیاهان موجود در مراتع (به عنوان وسیع‌ترین عرصه حیاتی طبیعی کشور) صرف‌نظر از جنبه تولید علوفه‌ای برای دام، دارای ارزش‌های متعدد دارویی و صنعتی است. در همین راستا استفاده چندمنظوره از مراتع، منجر به ارتقای ارزش اقتصادی و ثبات اکولوژیک این عرصه‌ها می‌شود چرا که گیاهان دارویی جزء جدایی‌ناپذیر این اراضی هستند (۲۴).

یکی از مهم‌ترین مواد موثره گیاهان دارویی را روغن‌های فرار یا اسانس ها تشکیل می‌دهد (۳). خواص ضد میکروبی اسانس‌ها از قدیم شناخته شده و مطالعات زیادی بر روی گونه‌های مختلف گیاهی و تاثیرات اسانس یا عصاره آن‌ها بر روی میکروارگانیسم‌ها گزارش شده است (۸). از اثرات دارویی اسانس‌ها می‌توان به خاصیت ضدتورم، ضد دل‌درد، آرام‌بخش، ضد نفخ، اشتها آور و خلط‌آور اشاره کرد (۳۶). اسانس‌ها از نظر کمیت و کیفیت و همچنین اجزا و عناصر تشکیل‌دهنده، از اندامی به اندام دیگر تفاوت دارند (۲۸). کاربرد اسانس در صنایع مختلف به ترکیب‌های شیمیایی موجود در آن بستگی دارد که خود تحت تاثیر عوامل محیطی، زمان برداشت، شرایط کشت، روش‌های زراعت و اندام مورد اسانس‌گیری و مراحل فنولوژیک است (۷، ۸، ۹، ۱۴ و ۲۳).

تاکنون مطالعات زیادی در خصوص اثر دوره های رویشی بر کمیت و کیفت ترکیبات ثانویه گیاهان انجام شده و نتایج اکثر این پژوهش ها بیانگر تاثیر چشمگیر دوره های فنولوژی بر میزان و تنوع مواد موثره در گیاهان دارویی و اسانس‌دار است (۱۱، ۲۶، ۲۲ و ۲۱).

تجلی و همکاران (۲۰۰۹) به منظور تعیین و شناسایی درصد ترکیب اسانس کافوری (*Camphorosma monspeliaca*) در دو مرحله مرحله رویشی و زایشی در رویشگاه‌های مرتعی اراک، همدان و شهرکرد به این نتیجه رسیدند که بازده اسانس گیاه در مناطق مورد بررسی متغیر است. همچنین در مجموع ۱۱۴ ترکیب شیمیایی در اسانس گیاه کافوری در هر سه منطقه و در هردو مرحله فنولوژیک رویشی و زایشی شناسایی شد که ۱۰ ترکیب به طور مشترک در مرحله زایشی در هر سه منطقه بیش‌ترین درصد اسانس را به خود اختصاص داده اند. مهدوی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی تاثیر مراحل فنولوژیک بر کمیت و کیفیت اسانس کاکوتی کوهی (*Ziziphora Clinopodioides* L) عنوان داشتند که بازده اسانس در مرحله قبل از گل‌دهی و در مرحله گل‌دهی متفاوت بوده و ترکیبات مشترک و شاخص این گیاه در دو مرحله رشد شامل پی منتا ۳ ان ۸ اول، ۱و ۸ سینئول، نئومنتول، آلفا پینن و سابینن است. تجلی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تاثیر مراحل فنولوژیک بر روی درصد ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه مرتعی *Saturega hortennsi* نشان دادند که از نظر نوع ترکیبات اصلی اسانس گیاه مرزه تابستانه در دو مرحله رویشی و زایشی تفاوت قابل توجهی ندارد، اگرچه از نظر تعداد ترکیبات شناسایی شده تغییرات نسبتا زیادی در دو مرحله فنولوژیک ذکر شده دیده می شود. همچنین نتایج تحقیقات زارعی و مروتی (۲۰۱۶) در خصوص بررسی فیتوشیمیایی اسانس گیاه دارویی *Salvia eremophila* در مراحل مختلف فنولوژی در استان یزد نشان داد که در فصول بهار و تابستان بیش‌ترین بازده اسانس در مرحله میوه‌دهی کامل و کم‌ترین بازده اسانس در مرحله اواخر گل‌دهی است. نتایج تحقیق صفائی و همکاران (۲۰۱۳) نشان می‌دهد که اثر زمان برداشت بر مجموع عملکرد دو ترکیب تیمول و کارواکرول، درصد اسانس و درصد گاما ترپینن و بورنئول معنی‌دار بوده و بیش‌ترین مجموع عمل کرد تیمول و کارواکرول در مرحله بذردهی و بیش‌ترین درصد اسانس در مرحله گل‌دهی کامل به‌دست آمده است. یسر و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای که بر روی تغییرات ترکیب اسانس *Rosmarinus officinalis* در طول رشد و بروز فعالیت اکسیدانی آن داشتند به این نتیجه رسیدند که اسانس این گونه در اندام‌های آن و در مراحل مختلف رشد متفاوت بود اسانس برگ بالاترین غلظت را در طول دوره

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

رویشی و گل‌دهی داشت. پادالیا و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تغییرات فصلی بر روی اسانس *Artemisia nilagirica* در کوهپایه‌های غربی هیمالیا نشان دادند که چهار فصل سال باعث تغییرات قابل توجهی در ترکیبات و مقدار اسانس شده است. کاکاراپارتیا و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تغییرات ترکیب شیمیایی اسانس *Cymbopogon winterianus* با گذشت زمان متوجه افزایش citronellol, geranial و کاهش geranylacetate و citronellylacetate شدند. کاکاراپارتیا و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تغییرات اسانس *Cymbopogon martini* در مراحل مختلف نشان دادند با گذشت زمان مقدار geranial و geranylacetate به ترتیب افزایش و کاهش قابل توجهی داشت.

پژوهش حاضر به طور خاص بر روی یکی از گیاهان دارویی مرتعی با نام کافوری (*C. monspeliaca*) متمرکز شده است. کافوری گیاهی چندساله علفی، در قاعده چوبی، گاهی بالشتکی به قطر حدود ۲۰ سانتی‌متر، ساقه‌ها ابتدا خوابیده سپس خیزان و یا افراشته است. برگ‌ها گوشتی، متناوب به طول ۳ تا ۹ میلی‌متر که قابلیت تجمع نمک فراوان را دارند (۵ و ۲۳). مرحله رویشی این گیاه فروردین تا اردیبهشت، مرحله زایشی از اردیبهشت تا خرداد و ظهور غنچه‌های گل از تیرماه آغازمی‌شود و اوج گل‌دهی در تیرماه به پایان می‌رسد. بذردهی از مهرماه تا نیمه آبان ماه ادامه دارد. کافوری گونه‌ای ارزشمند در حفاظت خاک در مراتع قشلاقی بوده و علوفه تولیدی آن بویژه در نیمه دوم سال مورد چرای دام قرار می‌گیرد. همچنین این گیاه به دلیل داشتن ترکیبات موثره متعدد، از جنبه دارویی گونه‌ای حائز اهمیت است (۲۳).

با توجه به اهمیت دارویی و مرتعی این گونه و همچنین حضور رو به زوال کافوری در بخش هایی از استان کردستان و اینکه در مورد تغییرات کمی و کیفی ترکیبات اسانس گونه کافوری در مراحل فنولوژی در استان کردستان مطالعه‌ای صورت نگرفته است، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثرات احتمالی دوره های فنولوژیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی اسانس این گونه و تعیین بهترین زمان برداشت گونه کافوری جهت حصول حداکثر درصد اسانس در استان کردستان است.

مواد و روش‌ها

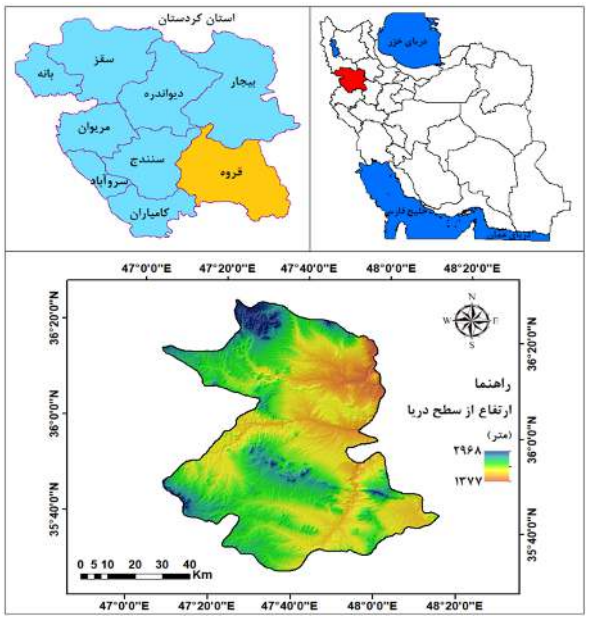
منطقه مورد مطالعه

شهرستان قروه با طول جغرافیایی ۴۸/۴۷ و عرض جغرافیایی ۱۰/ ۳۵ در ۹۳کیلومتری خاوری سنندج و شمال باختری همدان قرار گرفته که از شمال به بیجار و از جنوب به شهرستان کرمانشاه محدود است. این شهرستان در دامنه رشته‌کوه زاگرس و در بلندای ۱۹۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است و از شهرهای سردسیر ایران به شمار می‌آید (شکل ۱). اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه نیمه‌خشک سرد است. متوسط بارندگی سالیانه ۳۳۸/۹ میلی‌متر و متوسط دما۱۱/۴ درجه سانتی‌گراد (حداکثر دما: ۳۲/۴ درجه سانتی‌گراد، حداقل دما: ۶/۸- درجه‌ی سانتی‌گراد) است (۲۷).

ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه ۱۹۰۶ متر است. شیب عمومی رویشگاه ۱ درصد در جهت شمالی و خاک رویشگاه نیمه سنگین و از نوع لومی-رسی است. در فصول پر بارش به‌دلیل نفوذپذیری کم، بخش هایی از رویشگاه به صورت غرقابی مشاهده می‌شود (۲۷).

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]



شکل ۱: موقعیت و تصویر منطقه مورد مطالعه

روش پژوهش

انتخاب و برداشت نمونه‌ها

نمونه‌برداری در دو مرحله رشد رویشی (اردیبهشت) و گلدهی (تیرماه)، در منطقه دوسر قروه درسال ۱۳۹۸ انجام شد. بدین منظور در هر مرحله فنولوژیک تعداد ۱۸ نمونه از سرشاخه‌های ۱۸ پایه به‌صورت تصادفی سیستماتیک در قالب پلات‌های یک متر مربعی جمع‌آوری شد (روش حداقل سطح). دلیل انتخاب این تعداد نمونه، داشتن تکرار کافی برای انجام مقایسات آماری پس از ادغام نمونه‌ها در هر مرحله فنولوژیک بود. نمونه‌های جمع‌آوری شده ابتدا در مجاورت هوای آزاد و در سایه، خشک و سپس توسط آسیاب برقی پودر شد. هر ۶ نمونه آسیاب شده باهم دغام شده و یک نمونه ترکیبی حاصل شده و در نهایت برای هر مرحله فنولوژیک ۳ نمونه ترکیبی و مجموعا از دو مرحله فنولوژیک ۶ نمونه ترکیبی برای اسانس‌گیری آماده شد. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب (دستگاه کلونجر) انجام شده، اسانس‌های حاصل پس از جداسازی از سطح آب توسط سدیم سولفات بدون آب، رطوبت‌زدایی گردید و پس از آن در شیشه تیره و در یخچال در دمای ۲ درجه سانتیگراد نگهداری شد. مدت زمان اسانس‌گیری برای نمونه ها بین ۲ تا ۲/۵ ساعت بود. بازده اسانس بر حسب درصد وزنی/ وزن برآورده شد. کلیه مراحل اسانس گیری در آزمایشگاه گروه شیمی دانشگاه شیراز به انجام رسید.

شرایط تجزیه دستگاهی

اسانس به دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی تزریق شد و طیف جرمی ترکیب‌ها به دست آمد. درصد نسبی هریک از ترکیبات از روی سطح زیرمنحنی هر ترکیب در طیف کروماتوگراف گازی محاسبه گردید. شناسایی اجزاء اسانس با استفاده از زمان بازداری، محاسبه اندیس کواتز و مطالعه طیف های جرمی و مقایسه آن‌ها با ترکیبات استاندارد و اطلاعات موجود در بانک اطلاعات جرمی صورت پذیرفت (۲).

مشخصات دستگاه مورداستفاده

گاز کروماتوگرافی (GC): برای کروماتوگرافی گازی، از دستگاه GC مدل HP-6890 مجهز به شناساگر FID و ستون کاپیلاری HP-5MS به طول ستون ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌مترکه ضخامت لایه فاز ساکن در آن ۰/۲۵ میکرومتر، استفاده شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰ درجه سانتی‌گراد شروع شد و سپس از ۳ دقیقه توقف در همان دما، به تدریج با سرعت ۸/۵ دقیقه افزایش یافته تا به دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد رسید. سرعت جریان گاز

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

هلیم به عنوان گاز حامل با سرعت یک میلی‌لیتر در دقیقه در ev ۷۰ مورد استفاده قرار گرفت.

روش تجزیه و تحلیل

پس از اتمام مراحل استخراج اسانس، تجزیه و تحلیل داده ها با آزمون تی استودنت مستقل با استفاده از نرم افزار spss انجام گرفت.

نتایج

راندمان اسانس در مراحل فنولوژی:

راندمان اسانس گیاه کافوری در دو مرحله رشد رویشی و گل دهی به ترتیب ۰/۰۷۱ درصد، ۰/۱۲ درصد در هرگرم به دست آمد که اختلاف معنی داری را در سطح یک درصد نشان می دهد (جدول ۱). نتایج نشان داد راندمان اسانس در مرحله گل دهی۴۰/۸ درصد بیشتر از مرحله رویشی است.

جدول ۱: مقایسه میانگین کمیت اسانس گیاه کافوری در مراحل گل‌دهی و بذردهی

مراحل رشد	گرم کیاه خشک	گرم اسانس به دست آمده	راندمان اسانس(درصد)
رشد رویشی (بهار)	۲۷۰	۰/۳۵±۰/۰۲	a ۰/۱۲±۰/۰۲
گل دهی (تابستان)	۳۵۰	۰/۲۵±۰/۰۱	b۰/۰۷۱±۰/۰۰

ترکیبات عمده اسانس کافوری

نتایج آنالیز کیفی به تفکیک نوع ترکیبات تشکیل دهنده اسانس کافوری در دو مرحله رشد رویشی (بهار) و گل‌دهی (تابستان) در جدول ۲ نشان داده شده است. بر این اساس تعداد ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس در مراحل مختلف فنولوژی متفاوت بود. در هر دو دوره رویشی و گلدهی در مجموع ۹۱ ترکیب در اسانس کافوری شناسایی شد با این تفاوت که (3Z)-Cembrene A با سهم ۰/۲۳۶ درصد، ترکیب اختصاصی مرحله رشد رویشی بود که در مرحله گلدهی وجود نداشت و n-Nonadecane با مقدار ۰/۲۰۷ درصد ترکیب اختصاصی مرحله گلدهی شناخته شد (جدول ۲).

در هر دو مرحله فنولوژی، سه ترکیب alpha -Pinene، (E)- bete-Ocimene و endo-1-Bourbonanol به‌ترتیب بیشترین سهم نسبی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس را به خود اختصاص داده اند که مجموع این سه ترکیب در مرحله رشد رویشی ۴۴/۸۵ درصد و در مرحله رشد زایشی ۴۹/۳۳ درصد اندازه گیری شد که دارای اختلاف معنی دار در سطح یک درصد است (شکل ۲).

در هر دو مرحله رشد رویشی و گلدهی، (E)- bete-Ocimene به ترتیب با ۰/۰۰۶ و ۰/۰۰۴ درصد کمترین ترکیب تشکیل دهنده اسانس را به خود اختصاص داد.

مقایسه کمی ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه کافوری در مراحل مختلف رشد

نتایج مقایسه مقادیر سه ترکیب عمده تشکیل‌دهنده اسانس کافوری در دو مرحله رشد رویشی و گلدهی نشان می‌دهد alpha -Pinene در مرحله رشد رویشی و گل‌دهی به‌ترتیب۱۹/۲۰و ۲۱/۹۶ درصد کل اسانس را به خود اختصاص داده است که دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است. ترکیب عمده دوم Citronellyl pentanoate است که مقادیر آن در دو مرحله رویشی (۱۷/۴۷درصد) و گلدهی (۱۶/۹۶درصد)، تفاوت معنی داری ندارد. اثر مرحله فنولوژی بر میزان ترکیب endo-1- Bourbonanol معنی دار بود. مقدار این ترکیب در مرحله رویشی ۸/۱۸ درصد و در مرحله گلدهی ۱۰/۴۱ درصد محاسبه شد که دارای اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می باشد. ترکیب alpha -Fenchene نیز در مرحله رویشی و گلدهی به‌ترتیب با مقادیر ۶/۶۶ و ۵/۹۰ درصد تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

جدول ۲: ترکیبات شیمیایی و مقادیر آن‌ها در اسانس گیاه کافوری در دو مرحله فنولوژیک

ردیف	ترکیبات مشترک	گل‌دهی(درصد)	بذردهی(درصد)	شاخص بازداری
۱	(2E)-Hexenal	۰/۰۵۹	۰/۰۱۱	۹۲۰
۲	Heptanal	۰/۱۳	۰/۳۱۹	۹۳۵
۳	Santolina triene	۰/۴۳۵	۰/۵۴۷	۹۵۱
۴	Tricyclene	۰/۰۹۵	۰/۱۲۲	۹۶۶
۵	alpha-Pinene	۱۹/۲۰	۲۱/۹۶	**۹۷۰**
۶	alpha -Fenchene	۶/۶۶۴	۵/۹۰۹	۹۸۰
۷	Camphene	۲/۴۷	۴/۲۱۲	۹۹۲
۸	Benzaldehyde	۰/۹۶۸	۱/۱۱۸	۱۰۰۱
۹	Sabinene	۰/۰۵۵	۰/۰۴۵	۱۰۰۲
۱۰	beta-Pinene	۰/۱۲۶	۰/۱۳۸	۱۰۱۱
۱۱	6-methyl-5-Hepten-2-one	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	۱۱۹۲
۱۲	dehydro-1,8-Cineole	۰/۱۱۴	۰/۱۳۲	۱۲۰۰
۱۳	n-Octanal	۰/۰۶۷	۰/۱۲۷	۱۲۱۰
۱۴	n-Decane	۰/۵۱۸	۰/۹۲	۱۲۲۲
۱۵	alpha Phellandrene	۰/۱۰۳	۰/۲۴۱	۱۲۷۷
۱۶	alpha -Terpinene	۰/۰۵۳	۰/۰۲۶	۱۳۲۲
۱۷	p-Cymene	۱/۱۵۷	۱/۹۰۲	۱۳۲۷
۱۸	Limonene	۳/۱۵۷	۳/۸۴۲	۱۳۳۰
۱۹	1,8-Cineole	۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	۱۳۴۴
۲۰	(Z)- beta -Ocimene	۰/۰۳۵	۰/۰۰۹	۱۳۴۵
۲۱	(E)- beta -Ocimene	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۱۳۵۷
۲۲	gamma -Terpinene	۰/۲۱۶	۰/۱۸	۱۳۶۵
۲۳	Acetophenone	۰/۳۵۹	۰/۳۲	۱۳۸۵
۲۴	n-Octanol	۰/۱۰۱	۰/۱۰۱	۱۳۹۴
۲۵	Terpinolene	۰/۱۴۱	۰/۱۷۴	۱۴۰۰
۲۶	2-Nonanone	۰/۰۵۳	۰/۱۱۲	۱۴۰۰
۲۷	Linalool	۰/۱۱	۰/۰۶۷	۱۴۰۶
۲۸	n-Nonanal	۰/۷۳۹	۱/۶۸	۱۴۰۸
۲۹	trans-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	۰/۷۳۵	۰/۵۸۶	۱۴۰۸
۳۰	alpha-Campholenal	۰/۱۴۶	۰/۱۷	۱۴۰۹
۳۱	trans-Pinocarveol	۱/۴۲۵	۲/۰۹۷	۱۴۱۱
۳۲	cis-Pinene hydrate	۰/۳۸	۰/۱۹	۱۴۱۲
۳۳	trans-Verbenol	۰/۲۵۶	۰/۹۷۳	۱۴۱۲
۳۴	Camphor	۰/۳۲۷	۱/۴۲۵	۱۴۲۲
۳۵	Nerol oxide	۰/۱۷۸	۲/۰۹۷	۱۴۳۱
۳۶	Pinocarvone	۲/۵۳	۳/۵۰۵	۱۴۳۹
۳۷	Borneol	۰/۲۹۳	۰/۲۴۵	۱۴۴۱
۳۸	cis-Pinocamphone	۱/۱۲۷	۰/۶۰۹	۱۴۴۱
۳۹	Dill ether	۰/۹۷۱	۰/۵۷	۱۴۴۲
۴۰	3-Decanone	۰/۲۴۸	۰/۳۶۱	۱۴۴۴
۴۱	alpha -Terpineol	۰/۷۸۱	۰/۴۹۳	۱۴۵۳
۴۲	Myrtenol	۲/۸۵۴	۱/۴۹۸	۱۴۶۱
۴۳	trans-Dihydro carvone	۰/۲۵۴	۰/۱۳۷	۱۴۶۵
۴۴	n-Decanal	۰/۱۹۳	۰/۳۲۱	۱۴۶۵
۴۵	trans-Carveol	۰/۲۴۵	۰/۲۲۳	۱۴۷۳
۴۶	cis-p-Mentha-1(7),8-dien-2-ol	۰/۴۲۹	۱/۲۲۹	۱۴۷۶
۴۷	Unknown	۰/۸۲۱	۰/۴۹۴	۱۴۸۵
۴۸	Cumin aldehyde	۰/۱۱۴	۰/۱۱۹	۱۴۸۸
۴۹	Carvone	۰/۴۶	۰/۳۹۷	۱۴۹۰

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

۵۰	iso-3-Thujyl acetate	۰/۲۸۷	۰/۲۱۱	۱۴۹۲
۵۱	Perilla aldehyde	۱/۵۲۴	۰/۶۳۴	۱۴۹۳
۵۲	iso-Isopulegyl acetate	۰/۲۲	۰/۲۵۴	۱۴۹۵
۵۳	Thymol	۱/۱۹	۱/۳۱۹	۱۴۹۸
۵۴	p-Menth-1-en-9-ol	۰/۹۳۵	۰/۳۰۲	۱۵۰۰
۵۵	Carvacrol	۰/۲۲۳	۰/۲۸۵	۱۵۰۲
۵۶	(2E,4E)-Decadienal	۰/۱۵۷	۰/۱۵۲	۱۵۰۵
۵۷	Myrtenyl acetate	۰/۹۳	۰/۲۱۸	۱۵۰۸
۵۸	Unknown	۰/۷۶۹	۱/۰۷۳	۱۵۱۰
۵۹	Ethyl nerolate	۰/۱۵۱	۰/۱۲۴	۱۵۱۱
۶۰	Neryl acetate	۱/۲۷۶	۰/۴۱۹	۱۵۱۲
۶۱	(E)-Methyl cinnamate	۰/۰۶۲	۰/۰۴۵	۱۵۱۳
۶۲	Geranyl acetate	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷	۱۵۱۵
۶۳	n-Tetradecane	۰/۱۱۸	۰/۱۹۹	۱۵۲۲
۶۴	4,8- alpha -epoxy-Caryophyllane	۰/۲۰۲	۰/۱۱	۱۵۳۴
۶۵	p-Menth-1-en-9-ol acetate	۰/۶۲۲	۰/۲۴۳	۱۵۳۵
۶۶	4,8- beta -epoxy-Caryophyllane	۰/۱۴۵	۰/۱۹۹	۱۵۴۰
۶۷	(2E)-Dodecenal	۱/۶۵۷	۰/۹۱۳	۱۵۵۰
۶۸	(E)- beta -Ionone	۰/۱۶۵	۰/۲۳۵	**۱۵۶۰**
۶۹	endo-1-Bourbonanol	۸/۱۸	۱۰/۴۱	۱۵۶۶
۷۰	Unknown	۰/۰۸۷	۰/۱۱۳	۱۵۷۰
۷۱	Citronellyl butanoate	۰/۶۵۲	۱/۳۶۱	۱۵۸۰
۷۲	1-nor-Bourbonanone	۰/۲۴۸	۰/۱۱۵	۱۵۸۲
۷۳	(Z)-dihydro-Apofarnesol	۰/۳۸	۰/۳۶۸	۱۵۸۷
۷۴	1-Hexadecene	۰/۳۱۶	۰/۲۰۸	۱۵۹۲
۷۵	Widdrol	۰/۳۱۴	۰/۴۵۶	۱۵۹۹
۷۶	Sesquithuriferol	۱/۱۹۵	۱/۲۲۶	۱۶۰۵
۷۷	Citronellyl pentanoate	۱۷/۴۷	۱۶/۹۶	**۱۶۰۹**
۷۸	Cubenol	۰/۳	۰/۲۴۱	۱۶۲۲
۷۹	beta -Eudesmol	۰/۱۹۶	۱/۷۰۹	۱۷۰۰
۸۰	Selin-11-en-4- alpha -ol	۰/۵۰۶	۰/۳۱۵	۱۷۰۳
۸۱	(E)-Citronellyl tiglate	۰/۴۷۲	۰/۲۷۲	۱۷۱۶
۸۲	n-Tetradecanol	۰/۳۰۶	۰/۱۷۳	۱۷۲۲
۸۳	(Z)- alpha -trans-Bergamotol	۰/۲۹۲	۰/۲۷۶	۱۷۳۰
۸۴	Sesquicineol-2-one	۰/۳۵۱	۰/۲۹۲	۱۷۴۵
۸۵	Zerumbone	۲/۴۸۴	۱/۰۸۶	۱۷۵۰
۸۶	Benzyl benzoate	۰/۲۳۳	۰/۱۷۲	۱۷۶۱
۸۷	beta -Bisabolenol	۰/۲۲۱	۰/۱۱۶	۱۷۷۲
۸۸	1-Octadecene	۰/۵۹۸	۰/۱۴۶	۱۷۹۰
۸۹	6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone	۰/۳۵	۰/۵۲۴	۱۷۹۹
۹۰	(3Z)-Hexenyl cinnamate	۰/۲۴۵	۰/۲۹۹	۱۸۲۰
۹۱	(3Z)-Cembrene A	۰/۲۳۶	-	۱۸۵۰
۹۲	n-Nonadecane	-	۰/۲۰۷	۱۸۸۲
	مجموع درصد ترکیبات	۱۰۰/۰۰۴	۹۹/۹۹	
ردیف	**ترکیبات مشترک**	**گل‌دهی**	**بذردهی**	**شاخص بازداری**
۱	(2E)-Hexenal	۰/۰۵۹	۰/۰۱۱	۹۲۰
۲	Heptanal	۰/۱۳	۰/۳۱۹	۹۳۵
۳	Santolina triene	۰/۴۳۵	۰/۵۴۷	۹۵۱
۴	Tricyclene	۰/۰۹۵	۰/۱۲۲	۹۶۶
۵	**alpha-Pinene**	**۱۹/۲۰**	**۲۱/۹۶**	**۹۷۰**
۶	alpha -Fenchene	۶/۶۶۴	۵/۹۰۹	۹۸۰

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

۷	Camphene	۲/۴۷	۴/۲۱۲	۹۹۲
۸	Benzaldehyde	۰/۹۶۸	۱/۱۱۸	۱۰۰۱
۹	Sabinene	۰/۰۵۵	۰/۰۴۵	۱۰۰۲
۱۰	beta-Pinene	۰/۱۲۶	۰/۱۳۸	۱۰۱۱
۱۱	6-methyl-5-Hepten-2-one	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	۱۱۹۲
۱۲	dehydro-1,8-Cineole	۰/۱۱۴	۰/۱۳۲	۱۲۰۰
۱۳	n-Octanal	۰/۰۶۷	۰/۱۲۷	۱۲۱۰
۱۴	n-Decane	۰/۵۱۸	۰/۹۲	۱۲۲۲
۱۵	alpha Phellandrene	۰/۱۰۳	۰/۲۴۱	۱۲۷۷
۱۶	alpha -Terpinene	۰/۰۵۳	۰/۰۲۶	۱۳۲۲
۱۷	p-Cymene	۱/۱۵۷	۱/۹۰۲	۱۳۲۷
۱۸	Limonene	۳/۱۵۷	۳/۸۴۲	۱۳۳۰
۱۹	1,8-Cineole	۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	۱۳۴۴
۲۰	(Z)- beta -Ocimene	۰/۰۳۵	۰/۰۰۹	۱۳۴۵
۲۱	(E)- beta -Ocimene	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۱۳۵۷
۲۲	gamma -Terpinene	۰/۲۱۶	۰/۱۸	۱۳۶۵
۲۳	Acetophenone	۰/۳۵۹	۰/۳۲	۱۳۸۵
۲۴	n-Octanol	۰/۱۰۱	۰/۱۰۱	۱۳۹۴
۲۵	Terpinolene	۰/۱۴۱	۰/۱۷۴	۱۴۰۰
۲۶	2-Nonanone	۰/۰۵۳	۰/۱۱۲	۱۴۰۰
۲۷	Linalool	۰/۱۱	۰/۰۶۷	۱۴۰۶
۲۸	n-Nonanal	۰/۷۳۹	۱/۶۸	۱۴۰۸
۲۹	trans-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	۰/۷۳۵	۰/۵۸۶	۱۴۰۸
۳۰	alpha-Campholenal	۰/۱۴۶	۰/۱۷	۱۴۰۹
۳۱	trans-Pinocarveol	۱/۴۲۵	۲/۰۹۷	۱۴۱۱
۳۲	cis-Pinene hydrate	۰/۳۸	۰/۱۹	۱۴۱۲
۳۳	trans-Verbenol	۰/۲۵۶	۰/۹۷۳	۱۴۱۲
۳۴	Camphor	۰/۳۲۷	۱/۴۲۵	۱۴۲۲
۳۵	Nerol oxide	۰/۱۷۸	۲/۰۹۷	۱۴۳۱
۳۶	Pinocarvone	۲/۵۳	۳/۵۰۵	۱۴۳۹
۳۷	Borneol	۰/۲۹۳	۰/۲۴۵	۱۴۴۱
۳۸	cis-Pinocamphone	۱/۱۲۷	۰/۶۰۹	۱۴۴۱
۳۹	Dill ether	۰/۹۷۱	۰/۵۷	۱۴۴۲
۴۰	3-Decanone	۰/۲۴۸	۰/۳۶۱	۱۴۴۴
۴۱	alpha -Terpineol	۰/۷۸۱	۰/۴۹۳	۱۴۵۳
۴۲	Myrtenol	۲/۸۵۴	۱/۴۹۸	۱۴۶۱
۴۳	trans-Dihydro carvone	۰/۲۵۴	۰/۱۳۷	۱۴۶۵
۴۴	n-Decanal	۰/۱۹۳	۰/۳۲۱	۱۴۶۵
۴۵	trans-Carveol	۰/۲۴۵	۰/۲۲۳	۱۴۷۳
۴۶	cis-p-Mentha-1(7),8-dien-2-ol	۰/۴۲۹	۱/۲۲۹	۱۴۷۶
۴۷	Unknown	۰/۸۲۱	۰/۴۹۴	۱۴۸۵
۴۸	Cumin aldehyde	۰/۱۱۴	۰/۱۱۹	۱۴۸۸
۴۹	Carvone	۰/۴۶	۰/۳۹۷	۱۴۹۰
۵۰	iso-3-Thujyl acetate	۰/۲۸۷	۰/۲۱۱	۱۴۹۰
۵۱	Perilla aldehyde	۱/۵۲۴	۰/۶۳۴	۱۴۹۳
۵۲	iso-Isopulegyl acetate	۰/۲۲	۰/۲۵۴	۱۴۹۵
۵۳	Thymol	۱/۱۹	۱/۳۱۹	۱۴۹۸
۵۴	p-Menth-1-en-9-ol	۰/۹۳۵	۰/۳۰۲	۱۵۰۰
۵۵	Carvacrol	۰/۲۲۳	۰/۲۸۵	۱۵۰۰
۵۶	(2E,4E)-Decadienal	۰/۱۵۷	۰/۱۵۲	۱۵۰۱
۵۷	Myrtenyl acetate	۰/۹۳	۰/۲۱۸	۱۵۰۵

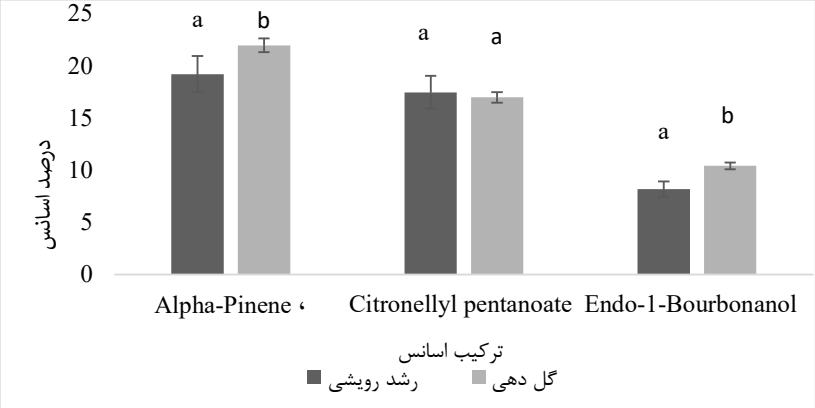
[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

۵۸	Unknown	۰/۷۶۹	۱/۰۷۳	۱۵۰۵
۵۹	Ethyl nerolate	۰/۱۵۱	۰/۱۲۴	۱۵۰۸
۶۰	Neryl acetate	۱/۲۷۶	۰/۴۱۹	۱۵۱۱
۶۱	(E)-Methyl cinnamate	۰/۰۶۲	۰/۰۴۵	۱۵۱۲
۶۲	Geranyl acetate	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷	۱۵۱۵
۶۳	n-Tetradecane	۰/۱۱۸	۰/۱۹۹	۱۵۲۲
۶۴	4,8- alpha -epoxy-Caryophyllane	۰/۲۰۲	۰/۱۱	۱۵۳۴
۶۵	p-Menth-1-en-9-ol acetate	۰/۶۲۲	۰/۲۴۳	۱۵۳۵
۶۶	4,8- beta -epoxy-Caryophyllane	۰/۱۴۵	۰/۱۹۹	۱۵۴۰
۶۷	(2E)-Dodecenal	۱/۶۵۷	۰/۹۱۳	۱۵۵۰
۶۸	(E)- beta -Ionone	۰/۱۶۵	۰/۲۳۵	**۱۵۶۰**
۶۹	**endo-1-Bourbonanol**	**۸/۱۸**	**۱۰/۴۱**	۱۵۶۶
۷۰	Unknown	۰/۰۸۷	۰/۱۱۳	۱۵۷۰
۷۱	Citronellyl butanoate	۰/۶۵۲	۱/۳۶۱	۱۵۸۰
۷۲	1-nor-Bourbonanone	۰/۲۴۸	۰/۱۱۵	۱۵۸۲
۷۳	(Z)-dihydro-Apofarnesol	۰/۳۸	۰/۳۶۸	۱۵۸۷
۷۴	1-Hexadecene	۰/۳۱۶	۰/۲۰۸	۱۵۹۲
۷۵	Widdrol	۰/۳۱۴	۰/۴۵۶	۱۵۹۹
۷۶	Sesquithuriferol	۱/۱۹۵	۱/۲۲۶	۱۶۰۵
۷۷	**Citronellyl pentanoate**	**۱۷/۴۷**	**۱۶/۹۶**	**۱۶۰۹**
۷۸	Cubenol	۰/۳	۰/۲۴۱	۱۶۲۲
۷۹	beta -Eudesmol	۰/۱۹۶	۱/۷۰۹	۱۷۰۰
۸۰	Selin-11-en-4- alpha -ol	۰/۵۰۶	۰/۳۱۵	۱۷۰۳
۸۱	(E)-Citronellyl tiglate	۰/۴۷۲	۰/۲۷۲	۱۷۱۶
۸۲	n-Tetradecanol	۰/۳۰۶	۰/۱۷۳	۱۷۲۲
۸۳	(Z)- alpha -trans-Bergamotol	۰/۲۹۲	۰/۲۷۶	۱۷۳۰
۸۴	Sesquicineol-2-one	۰/۳۵۱	۰/۲۹۲	۱۷۴۵
۸۵	Zerumbone	۲/۴۸۴	۱/۰۸۶	۱۷۵۰
۸۶	Benzyl benzoate	۰/۲۳۳	۰/۱۷۲	۱۷۶۱
۸۷	beta -Bisabolenol	۰/۲۲۱	۰/۱۱۶	۱۷۷۲
۸۸	1-Octadecene	۰/۵۹۸	۰/۱۴۶	۱۷۹۰
۸۹	6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone	۰/۳۵	۰/۵۲۴	۱۷۹۹
۹۰	(3Z)-Hexenyl cinnamate	۰/۲۴۵	۰/۲۹۹	۱۸۲۰
۹۱	(3Z)-Cembrene A	۰/۲۳۶	-	۱۸۵۰
۹۲	n-Nonadecane	-	۰/۲۰۷	۱۸۸۲
	مجموع درصد ترکیبات	۱۰۰/۰۰۴	۹۹/۹۹	

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]



شکل ۲: مقایسه مقادیر ۳ ترکیب اصلی اسانس گونه کافوری در مراحل فنولوژی

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، در فاز گلدهی، اسانس بیش‌تری نسبت به فاز رویشی به‌دست آمد. این موضوع نشانگر اثر معنی دار مراحل فنولوژی و مرحله تکوینی- تکاملی گیاه بر درصد اسانس استحصال شده است که با نتایج تحقیقات حسن زاده و همکاران (۲۰۱۷) و صفائی و همکاران (۲۰۱۲) همسو است. پژوهش‌های دیگری در خصوص اثر مراحل رویشی بر ترکیبات موثره گیاهی نشانگر آن است که تاریخ برداشت تأثیر قابل توجهی بر محتوای ترکیبات فرار دارد و می توان آن را برای به دست آوردن غلظت بالاتری از اسانس ها مد نظر قرار داد (۱۲). همچنین پژوهشی در خصوص اثر اثر مراحل مختلف فنولوژی بر مقادیر و ترکیبات اسانس *Monarda citriodora* نشان داده است که میزان لینارین موجود در برگ گیاه متاثر از مراحل مختلف فنولوژیک خواهد بود (۱۱).

در توجیه علت نوسان اسانس در دو دوره مختلف فنولوژی در پژوهش حاضر می توان به کمبود بارش و بروز تنش خشکی در فصل تابستان و به تبع آن افزایش میزان اسانس در گیاه اشاره کرد (۱۰). نکته مهم در این خصوص آن است که اثر بروز تنش خشکی و گرما بر کمیت و کیفیت ترکیبات موثره گیاهی بر اساس نوع گونه گیاهی متفاوت است (۲۴). در این زمینه تجلی و همکاران (۲۰۱۲) به منظور تعیین درصد و شناسایی ترکیب اسانس کافوری در دو مرحله قبل گل‌دهی (مرحله رویشی) و بعد گل‌دهی (مرحله زایشی) در رویشگاه‌های مرتعی اراک، همدان و شهرکرد به این نتیجه رسیدند که بازده اسانس گیاه در سه منطقه مورد بررسی در در مرحله زایشی بیشتر از مرحله رویشی است. تحقیقات دیگر نشان داده است تنش خشکی در زوفا باعث افزایش برخی از ترکیبات ثانویه خواهد شد (۱۹). عبدالصمدی (۲۰۲۰) در تحقیقی مشابه که در مورد گیاه *Pycnocycla bashgardiana* بیشترین میزان trans-β-ocimene و cis-β-ocimene را در زمان گل‌دهی گزارش نمودند. بر اساس نتایج این پژوهش اصلی ترین ترکیبات اسانس گیاه کافوری در هر دو مرحله گل‌دهی و بذردهی به ترتیب alpha -Pinene، Citronellyl pentanoate و endo-1-Bourbonanol است. نوع ترکیبات عمده موجود در اسانس گیاه حاصل از این پژوهش با سایر پژوهش‌ها مشابه است اما درصد این ترکیبات تا حدی متفاوت است. تفاوت‌های مشاهده شده در مواد تشکیل‌دهنده اسانس گیاه در تحقیقات دیگر می‌تواند به دلیل تفاوت در جمعیت‌های مورد بررسی، زمان جمع‌آوری گیاه، تفاوت‌های اکولوژیک رویشگاه و روش اسانس‌گیری باشد (۶، ۱۵، ۳۰ و ۳۸). به عنوان مثال جهانتاب و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی بر روی گونه *Tachys pilifera* نشان دادند کمیت و کیفیت اسانس در جمعیت های مختلف این گونه متغیر است. بر همین اساس لازم است پژوهش های جامع تری در خصوص تنوع کمی و کیفی اسانس گونه کافوری در رویشگاه های مختلف آن در کشور صورت گیرد.

ترکیب‌های عمده شناسایی شده در این پژوهش دارای استفاده‌های گوناگونی هستند، alpha -Pinene با فرمول شیمیایی C10H16 و با وزن مولکولی ۱۳۶/۲۳۶ در طبیعت به صورت نامحلول در آب و محلول در الکل، کلروفرم و اتر

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

وجود دارد. alpha -Pinene در صنعت اسانس به عنوان ترکیب پایه اترهای روغنی به شمار می آید. اهمیت alpha Pinene- نسبت به ایزومر دیگر آن که در طبیعت فراوان‌تر است، بیش‌تر است و به طور وسیع در تهیه عطرها و مواد دارویی به کار می‌رود و به صورت سنتزشده در تهیه اسانس‌های مصنوعی استفاده می‌شود (۱۶). همچنین نتیجه حاصل از این تحقیق، با برخی یافته‌ها در خصوص اثر جدی مراحل فنولوژی برکمیت ترکیب‌ها و نسبت‌های مربوط به اجزای تشکیل‌دهنده اسانس مطابقت دارد (۲۱). بنابراین تغییرات کمی و کیفی اسانس گیاه در طی مراحل مختلف رشد نیز از این قاعده تبعیت می‌کند. در نهایت با توجه به نوسان بازده و ترکیبات اسانس گیاه کافوری در رویشگاه‌های مختلف این گونه در کشور، به نظر می‌رسد بررسی‌های بیشتری در خصوص اثر عوامل اکولوژیک بر کمیت و اجرای تشکیل‌دهنده اسانس این گونه ارزشمند لازم باشد.

به‌طور کلی، با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد اسانس کافوری در فصل تابستان و زمان گل‌دهی دارای بالاترین بازده بوده، در نتیجه بهترین زمان برداشت گیاه برای به دست آوردن بالاترین میزان اسانس فصل تابستان و زمان گل‌دهی است، همچنین اگر هدف از بهره‌برداری از گیاه کافوری استحصال آلفاپینن باشد، بهترین زمان برای جمع‌آوری گیاه، زمان گل‌دهی آن است. نتایج این پژوهش نشان می دهد که از کافوری می‌توان به‌عنوان یک گونه ارزشمند چندمنظوره در اصلاح و احیای مناطق مستعد بهره برد.

References

1. Abdolsamadi. A., H. Meftahizadeh, M. Vazifeshenas, M.A. Soltanipour & M.Ghorbanpour, 2020. Comparison of essential oil content and constituents in *Pycnocycla bashgardiana* Mozaffarian during different phenological stages. Journal of Medical plant, 19(75): 154-167. (In Persian)
2. Adams, R.P., 2005. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography. Journal of Americany for society Mass spectrometry,16(11): 1727-1904.
3. Amiri, H., 2004. Isolation and quantitative and qualitative study of the constituents of essential oils of some native plants of Iran and studies of its changes in different environmental conditions. Doctoral dissertation, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran. (In Persian)
4. Armand, N & A. Jahantab, 2018. Phytochemical study of essential oil of Smyrnium cordifolium Boiss. In different habitats of Boyer-Ahmad city. Journal of Rangeland, 13(1): 39-50. (In Persian)
5. Asadi, M., 2001. Flora of Iran. First Edition. Publications of Forests and Rangelands Research Institute. 510 p. (In Persian)
6. Barazande, M., 2005. The Effect of Method and Time of Distillation on the Essential Oil Yield and Composition of Eucalyptus globulus. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 21(1):75-93. (In Persian)
7. Baser, KHC.,1993. Essential oils of *Anatolian labiatae.* Acta Hort, 333: 39 – 217.
8. Bertome, J., M. Isabel Arrillage & J. Segura, 2007. Essential oil variation within and among natural population of *Lavandula latifolia* and its relation to their ecological areas. Biochemical systematics and Ecology, 35: 479-488.
9. Chitchat, J.C., R.P. Garry, C. Menut, G. Lamaty, R. Malharet & J. Chopineau, 1997. correlation between chemical composition and antimicrobial activity VI. Activity of some African essential oils. Journal of Essential Oil Research, 9: 67- 75.
10. Farhoudi, R & M. Makezadeh Tafti, 2013. Evalution of Drought Stress Effect on Growth, Yield, Essential Oil and Chamazulene Percentage of Three Chamomile (*Matricaria recutita* L.) Cultivars in Khuzestan Condition. Iranian journal of Field crop research, 10(4): 735-741. (In Persian)
11. Gontar, L., A. Geszprych., J. przybyl & m. bula, 2022. Chemical variability of lemon beebalm (Monarda citriodora Cerv. ex Lag.) during plant phenology, Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 31(3): 100433.
12. Guoshuai, Lv., Li. Zhihe., Z. Zeyuan., Liu. Haolin., Li. Ling & Li. Minhui, 2024. The factors affecting the development of medicinal plants from a value chain perspective. Journal of Planta, 256(108)
13. Hassanzadeh, K., S. Aliniaeifard, M. Farzinia & M. Ahmad, 2017. Effect of Phenological Stages on Essential Oil Content, Composition and Rosmarinic Acid in *Rosmarinus officinalis* L. International Journal of Horticultural Science and Technology,4(2): 251-258.
14. Jahantab.E., M. R. Morshedloo & F. Maggi, 2021. Essential oil variability in *Stachys pilifera* Benth populations: a narrow endemic species of Iran. Natural Product Research, 35(15): 2588-2592.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

15. Jahantab.E., M. R. Morshedloo., V. Karimian & M. Sharafatmandrad, 2022. Essential oil variability in *Echinophora cinerea* Boiss. wild populations: a narrow- endemic and vulnerable species in Iran. Journal of Essential Oil Research, 34(5): 375-382.
16. Jookar Kashi, F., J. Fooladi & M. Bayat, 2005. Biotransformation of beta-pinene to alpha-pinene by biocatalysores. The 4th National Biotechnology Congress Islamic Republic of Iran, Kerman. (In Persian)
17. Kakaraparthi, P.S., K.V.N.S. Srinivas, K. Kumar., A.N., Rajput., D.K., s. Anubala., V.U. Sarma, 2014. Variation in the essential oil content and composition of Citronella *Cymbopogon winterianus Jowitt*. in relation to time of harvest andweather conditions. Industrial Crops and Products, 61: 240-248.
18. Kakaraparthi, P.S., k.v.n.s. Srinvas., K. Kumar., A.N. Rajput., D.K. Anubala. 2015. Changes in the essential Oil content and composition of *palmarosa Cymbopogon martini* harvested at different stages and short intervals in two different seasons. Industrial Crops and Products, 69: 348-354.
19. Khosheghbal Ghorabaee. F., A. Ghasemi Pirbalouti., Sh. Enteshari & S.J. Davarpanah, 2020. Qualitative and quantitative effects of drought stress on essential oil compositions of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 33(2): 349-356. (In Persian)
20. Mahdavi, Kh., S. Valizadeh & J. Mahmoudi, 2014. Investigation of the effect of phenological stages on the quantity and quality of mountain essential oil (*Ziziphora Clinopodioides* L.) Case study: (Ghasemloo Valley, Urmia). Journal of Range management, 1(4): 70-83. (In Persian)
21. Marotti, M & R. Piccaglia, 1994. Effects of variety and ontogenic stage on the essential oil composition and biological activity of Fennel. Journal of Essential Oil Research, 6: 57-62.
22. Mirza, M., F. Quraishi & A. Bahadori, 2011. The effect of harvest time on the quantity and quality of essential oils of *Salvia officinalis* and *Mentha pieperata* L in Khuzestan province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 26(4): 543-531. (In Persian)
23. Moghimi, J, 2005. Introducing some range plants suitable for range developments and improvements of Iran, Range Forest and Watershed Management Organization press, 669 p.
24. Motamedi, J., F. Sefidkon., H. Arzani., Y. Asri., M. Najafpour Navaei., R. Khalifezadeh., M.R. Najibzadeh., H. Zinali., S. Davazdah Emami., E. Fakhimi., M. Dashti., S. Rashvan., L. Parsaei., F. Azhir & H. Ghelichnia, 2022. Assessing of the multi-purpose use of the rangelands representing the semi-steppe region of the country, Journal of Rangeland, 15(4): 693-707. (In Persian)
25. Mulugeta, S. M & P. Radacsi, 2020. Influence of Drought Stress on Growth and Essential Oil Yield of Ocimum Species. Horticulturae, 8(2):175.
26. Nejad Habibvash, F & M.B. Rezayi, 2021. Investigation of the effect of habitat and different growth stages on changes in essential oil yield and phytochemical composition of Anatolian chamomile (Holub Anthemis wiedemanniana (Fisch. & C.A. Mey.)). Journal of Rangeland, 15(4): 603-621. (In Persian)
27. Nikjoo, S., 2017. Investigating the ecological characteristics of *Camphorosma monespeliaca* in Kurdistan province. Master's thesis on Range management, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, 96p.
28. Omidbaigi, R, 2005. Production and Processing of medicinal plants. University of Tehran, 283 p.
29. Padalia, R.Ch., R.S, Verma & A. Chauhan, 2014. Seasonal Variation in Essential oil Composition of *Artemisia nilagirica* var. septentrionalis from Foot Hills of Western Himalaya. Records of Natural Products, 8(3): 281-285.
30. Rahmati-Joneidabad, M & B. Alizadeh Behbahani, 2021.Identification of chemical compounds, antioxidant potential, and antifungal activity of Thymus daenensis essential oil against spoilage fungi causing apple rot. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 17(5): 691-700. (In Persian)
31. Rashidi, Sh., H. Faraji., D. Jahanbin & A. Mirfardi, 2011. Evaluation of knowledge, belief and operation of Yasouj people towards pharmaceutical plants. Journal of Medicinal Plants, 11(8): 177-184. (In Persian)
32. Safaee, L., A. Sharifiashorabadi, H. Zeynali, D. Afyoni & M. Mirza, 2013. Examination of yield, amount and main components *Thymus caramanicus* Jalas essential oil in different removing stage. Journal Of Medicinal and Aromatic Plant Research, 29(2): 313-324. (In Persian).
33. Safaei, L., E. Sharifi Ashoorabadi., H. Zeinali & M. Mirza, 2012. The effect of different harvesting stages on aerial parts yield, essential oil percentage and main components of *Thymus daenensis* Celak. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(2): 342-355. (In Persian).
34. SaharKhiz, M. J., 2002. The effect of harvest time of Atison fruit on essential oil and its constituents. Master Thesis in Horticulture, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. Page 88. (In Persian)
35. Tajali, A. A., B. Pilevar & Z. Mirazadi, 2012. The effect of phenological stages on the percentage and chemical composition of *Saturega hortennsis* essential oil essential oil special issue. Journal of Lorestan University of Medical Sciences. 14(2): 2. (In Persian)

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]

36. Tajali, A. A., Gh. R. Amin & A. Gandomkar Ghalhari, 2009. Study and identification compounds of essential oil of *Camphorosma monspeliaca* indifferent phonological stagein Arak, Hamedan and Shahre-kord rangelands. Journal of Rangeland, 3(2): 302-316. (In Persian)
37. Tepe, B., E. Donmez., M. Unlu., F. Candan., D. Daferera., G. Vardar-Unlu., M. Polissiou & A. Sokmen, 2004. Antimicrobial and antioxidative activities of essential oils and methanol extracts of *Salvia cryptantha* (Montbret et Aucher ex Benth.) and *Salvia multicaulis (Vahl.).* Food Chemistry, 84: 519-525.
38. Tursun, A.O., 2022. Impact of soil types on chemical composition of essential oil of purple basil. Saudi Journal of Biological Sciences, 29(7): 103314.
39. Yosr, Z., Ch. Hnia., Tr. Rim & B. Mohamed, 2013. Changes in essential oil composition and phenolic fraction in *Rosmarinus officinalis L.Var.*typicus Batt organs during growth and incidence on the antioxidant activity. Industrial Crops and Products, 43, 412-419.
40. Zarei, Gh & A. Morovati, 2016. Phytochemical study of Salvia eremophila essential oil in different phenological stages in Yazd province. Journal of Ecophytochemistry of Medicinal Plants, 4: 84-74. (In Persian)

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.9.7]