فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۴، شماره ۶۵، خرداد و تیرماه ۱۴۰۴ صفحه: ۸۷-۹۷
https://doi.org/10.22034/14.66.87

مقاله پژوهشی

بررسی فیتوشیمیایی گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) در دو مرحله فنولوژیکی (مطالعه موردی: منطقه سنگده ساری)

زهرا زمانی و رضا تمرتاش*

گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۹/۱۳)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی فیتوشیمیایی گیاه دارویی *Hyssopus officinalis* در مراحل فنولوژیکی قبل از گلدهی و گلدهی کامل (گلدهی بیش از ۵۰ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی در منطقه سنگده ساری انجام شد. بدین منظور اندام‌های برگ و ساقه در مرحله قبل از گلدهی در اواسط خرداد و برگ، ساقه و گل‌های گیاه در مرحله گلدهی کامل در اوایل مرداد ماه سال ۱۴۰۱ با سه تکرار از منطقه برداشت شدند. جهت شناسایی شرایط رویشگاهی، نمونه‌های خاک از عمق ۳۰- ۰ سانتی‌متری درخرداد ماه با سه تکرار جمع‌آوری شدند. سپس همه نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد مقدار اسانس استخراج‌شده در مرحله گلدهی کامل به طور معنی‌داری ($P\leq0.05$) بیشتر بوده است و فنولوژی اثر معنی‌داری بر ترکیبات α-thujene، β-pinene، 1,8 –cineole، Myrtenol و Germacrene D در سطح یک درصد ($P\leq0.01$) و نیز بر ترکیبات Camphor، Isopinocamphone و β-caryophyllene در سطح پنج درصد ($P\leq0.05$) داشته است. سه ترکیب β-pinene، Pinocomphone و Isopinocamphone که در دسته ترپنوئیدها از مواد مؤثره جای می‌گیرند، به‌عنوان ترکیبات غالب بودند که بیشترین درصد را در هر دو مرحله به خود اختصاص دادند. نتایج بررسی ضرایب ساده همبستگی بین شاخص‌های خاک و ترکیبات اسانس نشان داد که اغلب ترکیبات اسانس با صفات اسیدیته، ماده آلی، نیتروژن کل، پتاسیم، کلسیم و منیزیم همبستگی مستقیم و معنی‌داری دارند. بطورکلی نتایج نشان داد بهترین زمان برداشت این گیاه در فصل تابستان و در مرحله گلدهی کامل است.

واژگان کلیدی: اسانس، استان مازندران، متابولیت‌های ثانویه، مرحله‌رویشی، مرحله زایشی

مقدمه

کشور ایران به‌دلیل موقعیت جغرافیایی خاص از اقلیم متنوعی برخوردار است و وجود چنین شرایطی سبب شده که تنوع گونه‌ای بالا در جوامع گیاهی ایران زمین ایجاد شود. بطوریکه با بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی یکی از غنی‌ترین جوامع گیاهی جهان را داراست. گیاهان دارویی بخش عمده‌ای از این فلور غنی را تشکیل داده‌اند که بخش اعظم آنها در اکوسیستم‌های مرتعی پراکنش یافته‌اند (سفیدکن، ۱۴۰۰).

اکوسیستم‌های مرتعی خدمات متنوعی به جوامع بشری ارائه می‌دهند اما زمانی دارای بیشترین درآمد و سود هستند که برای چندین نوع بهره‌برداری متناسب (استفاده چند منظوره) برنامه‌ریزی و مدیریت شوند (پزشگی و همکاران، ۱۳۹۹؛

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: rezatamartash7@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

Holechek *et al*., 2004). به‌عبارت دیگر مراتع، علاوه بر تولید علوفه دارای محصولات فرعی متعددی از جمله گیاهان دارویی و صنعتی هستند که برخی از این محصولات در زمره اقلام صادراتی کشور قرار گرفته‌اند (احمدی و همکاران، ۱۴۰۲).

شناخت گیاهان دارویی در بستر منابع طبیعی به‌خصوص مراتع کشور، یکی از مهم‌ترین گام‌های بنیادی و مهم در زمینه توسعه پایدار گیاهان دارویی بوده و می‌تواند اطلاعات پایه‌ای ارزشمندی را در اختیار محققان و علاقمندان قرار دهد (آرمند و جهانتاب، ۱۳۹۸؛ احمدی و همکاران، ۱۴۰۲).

گونه‌های گیاهی دارویی در اندام‌های خود دارای ترکیبات شیمیایی هستند و تاکنون تحقیقات زیادی پیرامون استخراج ترکیبات شیمیایی ومواد مؤثره موجود با استفاده از روش‌های مختلف اسانس‌گیری و عصاره‌گیری انجام شده است. از این رو خواص درمانی گیاهان دارویی به مواد مؤثره موجود در اسانس و عصاره آنها نسبت داده می‌شود که ممکن است در ترکیب با سایر مواد مستخرج یا به صورت انفرادی خاصیت درمانی خود را نشان دهند (فروزه و میردیلمی، ۱۳۹۸).

گیاه دارویی زوفا با نام *علمی* *Hyssopus officinalis* L. گیاهی است چندساله، متعلق به خانواده نعناعیان (Labiatae) که در اکوسیستم‌های طبیعی به‌خصوص مراتع یافت می‌شود. منشأ این گیاه آسیای صغیر بوده و از دریای خزر تا دریای سیاه و نیز مناطق شنی مدیترانه یافت می‌شود (مختارپور و همکاران، ۱۴۰۱) و در مناطق مختلفی از دنیا کشت می‌شود (پیرانی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Baj *et al*., 2020). بخش‌های قابل استفاده آن سرشاخه‌های گلدار، برگ و بذر است که معطر بوده و حاوی فلاونوئیدها، تانن و رزین هستند. از پیکره رویشی این گیاه در صنایع داروسازی به‌عنوان یک داروی مؤثر در درمان بیماری‌های تنفسی نظیر برونشیت، آسم، سرماخوردگی و سیاه سرفه استفاده می‌شود (Kizil *et al*., 2010; Moro *et al*., 2011). اسانس زوفا خاصیت ضدباکتریایی و ضدقارچی داشته و در صنایع آرایشی و بهداشتی به‌عنوان پایدارکننده و در صنایع غذایی به‌عنوان طعم‌دهنده کاربرد دارد. ریشه در این گیاه دارای انشعابات فراوان بوده و ساقه آن به‌صورت چهارگوش به طول ۵۰ الی ۷۰ سانتی‌متر است. گل‌های زوفا در چهار رنگ سفید، صورتی، آبی و مخلوط دیده می‌شوند. برگ‌ها در گیاه زوفا به صورت متقابل صلیبی شکل به طول ۲ الی ۴ سانتی‌متر و عرض ۰/۵ الی ۱ سانتی‌متر هستند (پیرانی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Moro *et al*., 2011).

Kizil و همکاران (۲۰۱۰) طی مطالعه‌ای ترکیب شیمیایی اسانس گیاه زوفا را در ترکیه مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند isopinocamphone، β-pinene، terpinen-4-ol، pinocarvone، carvacrol، p-cymene و myrtenal ترکیبات غالب اسانس زوفا به‌شمار می‌روند. Sharifi-Rad و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی فیتوشیمی گیاه زوفا را مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که ترکیبات فعال مهم در اسانس آن β-pinene، Pinocamphone، Isopinocamphone و سایر ترپنوئیدها هستند. همچنین بیان نمودند عصاره زوفا دارای فعالیت‌های ضدویروسی و ضدقارچی بالقوه‌ای است که با استفاده از مطالعات آزمایشگاهی ثابت شده است.

متابولیت‌های ثانویه در گیاهان اعم از کمیت و کیفیت اسانس و ترکیبات آن، جدای از مسیرهای ژنتیکی گیاه، از فاکتورهای متعدد و مهمی شامل مرحله فنولوژیکی، فاکتورهای اکولوژیکی، زمان نمونه‌برداری و اندام مورد استفاده تأثیر می‌پذیرد (احمدی و همکاران، ۱۴۰۲؛ جهانتاب و همکاران، ۱۳۹۶).

نیک‌خواه امیرآباد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی اثر ارتفاع و مراحل مختلف فنولوژیکی بر خصوصیات فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی گیاه دارویی چویل (*Ferulago angulata*) را در ارتفاعات دنا مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که حداکثر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه در مرحله گلدهی و در ارتفاع ۳۰۰۰ متری مشاهده گردید. همچنین نتایج مطالعات نظرپور و یادگاری (۱۴۰۰) در بررسی اثر مراحل فنولوژیکی بر خصوصیات فیتوشیمیایی سه گونه درمنه (*Artemisai*) نشان داد مراحل فنولوژیکی اثر معنی‌داری بر کمیت و کمیت اسانس داشته است. بطوریکه بیشترین درصد اسانس مربوط به گونه درمنه کوهی (*Artemisai aucheri* L.)

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

در مرحله گلدهی بوده است. همچنین آنها بیان نمودند بیشترین میزان ترکیبات معطر در اسانس گیاهان درمنه در مرحله انتهای رشد رویشی به‌دست آمد.

بطورکلی آگاهی از میزان و ارتباط کمیت و کیفیت مواد مؤثره با مراحل رشدی مختلف در مناطق کشت یک گیاه دارویی جهت دستیابی به حداکثر بازده مواد مؤثره بسیار مفید و مؤثر خواهد بود (Aghbash *et al.*, 2020). به‌عبارتی زمانی تولید یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه خواهد بود که مقدار متابولیت‌های ثانویه آن به حد مطلوب و معینی رسیده باشد زیرا در گیاهان دارویی علاوه بر میزان زیست‌توده، میزان تولید متابولیت‌های دارویی در واحد ماده خشک نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Ahmadi *et al.*, 2022). لذا جهت شناخت به بهترین عملکرد ممکن از گیاه لازم است متابولیت‌های ثانویه آن در دوره‌های فنولوژیکی مختلف مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور هدف از پژوهش حاضر، بررسی فیتوشیمی گیاه زوفا در دو مرحله فنولوژیکی قبل از گلدهی و گلدهی کامل در یک اکوسیستم مرتعی است تا مشخص گردد در کدام مرحله فنولوژیکی بالاترین بازده اسانس را می‌توان از گیاه استخراج نمود.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی فیتوشیمیایی گیاه زوفا در دو مرحله فنولوژیکی قبل از گلدهی و گلدهی کامل، نمونه‌برداری در یکی از رویشگاه‌های طبیعی در منطقه سنگده ساری صورت پذیرفت.

منطقه ییلاقی سنگده نام روستایی از توابع شهرستان ساری در استان مازندران است که در انتهای جنوب شرقی استان مازندران و دامنه رشته‌کوه‌های البرز و جنگل‌های هیرکانی قرار دارد و جز منطقه رویشی خزری به‌شمار می‌رود. بخش مورد مطالعه در این پژوهش مرتع خِرو (Khero) واقع در بخش مرتعی روستای سنگده است که در محدوده جغرافیایی ″۵۵ ′۷۷ °۶۱ تا ″۱۰ ′۳۰ °۶۲ طول شرقی و ″۲۰ ′۸۲ °۳۹ تا ″۳۹ ′۸۵ °۳۹ عرض شمالی قرار دارد و براساس تقسیم‌بندی اقلیمی آمبرژه، این منطقه در اقلیم معتدل مرطوب کوهستانی جای می‌گیرد. میانگین دمای سالانه این رویشگاه مرتعی ۷/۵ درجه سانتی‌گراد، متوسط ارتفاع منطقه ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و مجموع بارندگی سالانه در این منطقه براساس اطلاعات دریافتی از اداره کل منابع طبیعی استان مازندران، ۳۷۵ میلی‌متر گزارش شده است.

به‌منظور نمونه‌برداری، قسمت‌های علفی گیاه (بالای قسمت چوبی) شامل برگ و ساقه علفی در مرحله قبل از گلدهی و اندام‌های برگ، ساقه و گل در مرحله گلدهی کامل (بیش از ۵۰ درصد گلدهی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۱ از منطقه برداشت شدند. بطورکلی در هر مرحله ۹ نمونه در محدوده ارتفاعی ۱۵۰۰–۲۰۰۰ متر از سطح دریا برداشت شد. همچنین جهت بررسی خاک رویشگاه، نمونه‌های خاک در پای گیاه، با توجه به عمق ریشه‌دوانی گیاه از عمق ۳۰–۰ سانتی‌متری سطح زمین با سه تکرار از منطقه برداشت شدند.

نمونه‌های گیاهی پس از پاکسازی و جداکردن خار و خاشاک، در محیط سایه و خنک به‌مدت شش روز با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس نمونه‌های خشک‌شده توسط آسیاب خرد شده و با استفاده از روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر اقدام به اسانس‌گیری شد. پس از سپری‌شدن حدود سه ساعت تقطیر اسانس پایان یافت و نمونه‌های اسانس در ظروف تیره رنگ شیشه‌ای جمع آوری و توسط پودر سولفات سدیم رطوبت‌زدایی شد.

جهت اندازه‌گیری میزان اسانس شیشه‌های جمع‌آوری اسانس قبل و پس از تزریق اسانس توسط ترازوی دیجیتال وزن شدند که با محاسبه اختلاف وزن آنها میزان اسانس دریافتی به دست آمد. سپس با استفاده از رابطه ۱ درصد اسانس استخراج‌شده محاسبه شد (صداقت، ۱۳۸۷).

رابطه ۱

$$\text{درصد اسانس} = \frac{\text{مقدار اسانس}}{\text{وزن خشک}} \times 100$$

در نهایت نمونه‌های اسانس استخراج‌شده به دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) با مشخصات GC: VARIAN CP-3800 و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

MS: VARIAN saturn 2200 با نوع ستون vf-5ms، طول و قطر ستون ۳۰m×0.32mm×0.25micron، درجه حرارت محل تزریق: ۶۰-۲۴۰°C at 5°C/min، همراه با گاز حامل هلیوم و حجم نمونه ۲ میکرولیتر، ساخت کمپانی آمریکایی تزریق شدند و ترکیبات موجود در آنها و درصد ترکیب‌های تشکیل‌دهنده گزارش شدند (صداقت، ۱۳۸۷).

نمونه‌های خاک نیز جهت آماده‌سازی و اندازه‌گیری برخی مشخصات به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شدند و بر اساس دستورالعمل‌های موجود، مورد ارزیابی قرار گرفتند. بطوریکه بافت خاک به‌روش هیدرومتری، هدایت الکتریکی خاک توسط دستگاهی به نام هدایت‌سنج الکتریکی، اسیدیته خاک به روش الکتریکی، ماده آلی به روش والکی و بلاک، ازت کل خاک با استفاده از روش کجلدال، میزان فسفر قابل جذب به روش عصاره‌گیری با بیکربنات سدیم، پتاسیم قابل جذب از روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک مولار و کلسیم ومنیزیم محلول با روش کمپلکسومتری به‌دست آمد (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲؛ Page *et al.*, 1982).

داده‌های جمع‌آوری‌شده در نرم‌افزار اکسل مرتب و ذخیره شدند. سپس نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف در محیط نرم‌افزار Spss نسخه ۲۷ مورد بررسی قرار گرفت. پس از تأیید نرمال‌بودن داده‌ها، مقایسه مقدار اسانس و ترکیبات شیمیایی در دو مرحله فنولوژیکی با استفاده از آزمون T- student مستقل صورت پذیرفت. همچنین با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون روابط میان فاکتورهای خاک و ترکیبات اسانس مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج بررسی خصوصیات خاک منطقه نشان داد گیاه *Hyssopus officinalis* قابلیت استقرار، رشد و تکثیر در خاک‌های لومی سیلتی با اسیدیته نسبتاً خنثی را داشته و درخاک‌های نسبتاً غنی از عناصر کلسیم و منیزیم می‌روید (جدول ۱).

نتایج به‌دست آمده از بررسی خاک رویشگاه گیاه زوفا با مطالعات (مختارپور و همکاران، ۱۴۰۱) مطابقت دارد. آنها در این راستا بیان نمودند گیاه زوفا قادر است تقریباً در هر نوع خاکی حتی خاک‌های فقیر از مواد غذایی و شنی رشد نماید و عمدتاً در مناطقی با خاک‌های متوسط و حاوی ترکیبات کلسیم و اسیدیته بین ۵ تا ۷/۵ رویش می‌یابد که با نتایج مطالعه حاضر هم‌راستا است.

نتایج حاصل از مقایسه مقدار اسانس دریافتی از دو مرحله فنولوژیکی گیاه زوفا نشان داد اسانس دریافتی در مرحله گلدهی کامل (۰/۶۷) نسبت به مرحله قبل از گلدهی (۰/۵۴) به طور معنی‌داری ($P\leq0.05$) بیشتر بوده است (شکل ۱).

در راستای اثرگذاری مراحل فنولوژیکی بر اسانس گیاهان، Alimohammadi و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهش خود بر گیاه سنبله‌ای (*Stachys obtusicrena*) بیان نمودند بیشترین اسانس به‌دست آمده از این گیاه در مرحله گلدهی کامل بوده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. این درحالی است که مطالعات انجام‌شده بر میزان اسانس گیاه مریم‌گلی در حالت گلدار و بدون گل نشان داد مقدار اسانس به‌دست آمده از این گیاهان در حالت بدون گل به‌طور قابل توجهی بالاتر از مقدار آن در گیاهان گلدار بوده است (Yadegari, 2014). به نظر می‌رسد نوع گونه گیاهی و عوامل محیطی اعم از عوامل اقلیمی و خصوصیات خاک منطقه مهم‌ترین عواملی هستند که به صورت مستقیم بر میزان اسانس دریافتی از گیاه اثرگذارند. نظرپور و یادگاری (۱۴۰۰) در این رابطه بیان نمودند رویشگاه به عنوان عامل تاثیر گذار در تجمیع متابولیت‌های ثانویه در گیاهان بسیار مؤثر است. همچنین آنها بیان داشتند کمیت و کیفیت ترکیب‌های اسانس تحت تأثیر شرایط آب و هوایی، بافت خاک، اندام گیاه، سن و مراحل رشد متفاوت است. Baczek و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیان داشتند محیط از طریق تأثیری که در فرآیند تولید متابولیت‌ها و عوامل مرتبط با آنها دارد، در نوع و شدت واکنش‌های شیمیایی نقش دارد.

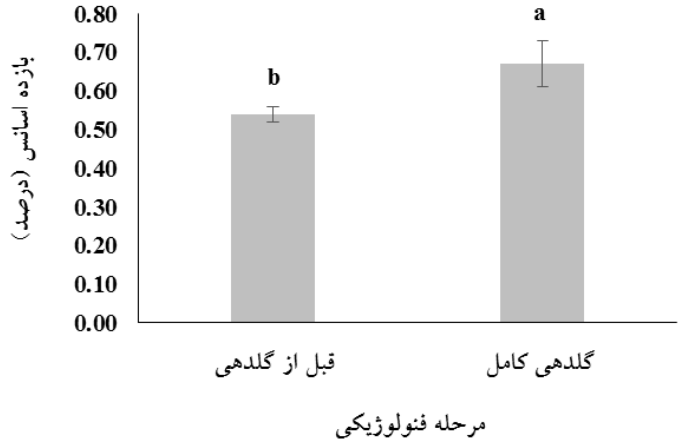
بررسی نمونه‌های اسانس تزریق‌شده به دستگاه GC/MS

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

جدول ۱- خصوصیات خاک منطقه

بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس/ متر)	اسیدیته	ماده آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
				(٪)				
لومی سیلتی	۰/۵۱	۶/۳	۳/۸۷	۰/۲۶	۵/۶۳	۷/۱۰	۳۸/۴۳	۳۰/۳۰



شکل ۱- مقایسه مقدار اسانس گیاه *Hyssopus officinalis* در دو مرحله فنولوژیکی قبل از گلدهی و گلدهی کامل

نشان داد تعداد و نوع ترکیبات استخراج‌شده در مراحل فنولوژیکی قبل از گلدهی و گلدهی کامل متفاوت بوده است (جدول ۲). بطوریکه در مرحله قبل از گلدهی در مجموع ۱۶ و در مرحله گلدهی کامل ۲۰ ترکیب شیمیایی وجود داشته که در این میان چهار ترکیب شامل Myrcene، α -terpineneyl acetat، Bicycleogermacrene و Spathulenol در مرحله قبل از گلدهی دیده نشده است. از طرفی مقایسه میانگین ترکیبات مشترک نشان داد فنولوژی اثر معنی‌داری بر ترکیبات α-thujene، β-pinene، 1,8 –cineole، Myrtenol و Germacrene D در سطح یک درصد ($P\leq0.01$) و نیز بر ترکیبات Camphor، Isopinocamphone و β -caryophyllene در سطح پنج درصد ($P\leq0.05$) داشته است. بطوریکه ترکیبات نامبرده اختلاف معنی‌داری را به ترتیب در سطح یک و پنج درصد از خود نشان دادند. همچنین نتایج نشان داد سه ترکیب β-pinene، Pinocomphone و Isopinocamphone که در دسته ترپنوئیدها از مواد مؤثره جای می‌گیرند، به‌عنوان ترکیبات غالب بودند که بیشترین درصد را در هر دو مرحله به خود اختصاص دادند.

در رابطه با بررسی ترکیبات اسانس زوفا نتایج مطالعات مختلف نشان داد که ترکیبات سیس-پینوکامفن، پینوکارون و بتا پینن اجزای اصلی ترکیب‌های گیاه زوفا هستند (پیرانی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Said- Al Ahl, 2015; Pandey *et al.*, 2014). این درحالی است که نتایج مطالعه حاضر علیرغم داشتن ترکیبات فوق در پروفایل اسانس، از نظر تعداد و درصد ترکیبات با مطالعات فوق مغایرت دارد. به‌نظر می‌رسد مرحله فنولوژیکی گیاه و یا به عبارتی زمان برداشت و نیز شرایط منطقه در نوع و درصد ترکیبات مستخرج از اسانس نقش مؤثری داشته باشد.

نتایج مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد اسانس گیاهان در مراحل مختلف فنولوژی تفاوت‌های کمی و کیفی فروانی دارد و نیاز ما به یک کمیت و کیفیت خاص از اسانس متأثر از زمان برداشت گیاه است. لذا باتوجه به تنوع ترکیبات و کاربردهای آنها می‌توان بیان نمود که هریک از مراحل رشد می‌تواند به عنوان زمان مناسب برداشت برای آن هدف خاص در نظر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]
[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

جدول ۲- مقایسه درصد ترکیبات اسانس گیاه *Hyssopus officinalis* در مراحل فنولوژیکی قبل از گلدهی و گلدهی کامل

ردیف	ترکیبات شیمیایی	درصد		آماره t	شاخص بازداری کواتس
		قبل از گلدهی	گلدهی کامل		
۱	α-thujene	۱/۳۵	۰/۸۳	۳۱/۸۴**	۹۲۴
۲	α-pinene	۲/۳۰	۲/۵۴	۱/۸۵ns	۹۳۵
۳	Sabinene	۸/۳۵	۳/۹۸	۲/۵۲ns	۹۶۹
۴	β-pinene	۱۴/۹۳	۸/۲۹	۱۱۲/۷۷**	۹۷۸
۵	Myrcene	–	۰/۶۸		۹۸۶
۶	1,8 –cineole	۲/۹۲	۴/۶۹	۳۸/۰۲**	۱۰۲۶
۷	P-cymene	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۸۴ns	۱۰۲۹
۸	α -terpineneyl acetat	–	۱/۲۳		۱۰۸۶
۹	Linalool	۰/۸۲	۰/۷۲	۴/۰۸ns	۱۰۹۷
۱۰	E-cadinene	۴/۲۳	۳/۷۰	۰/۸۵ns	۱۵۳۷
۱۱	Camphor	۰/۶۸	۰/۸۳	۳/۵۶*	۱۱۳۶
۱۲	Pinocomphone	۱۲/۵۷	۱۳/۰۷	۰/۴۳ns	۱۱۵۸
۱۳	Isopinocamphone	۱۴/۳۸	۱۷/۶۰	۲/۸۲*	۱۱۷۲
۱۴	Myrtenol	۱/۱۴	۰/۶۴	۱۵/۳۰**	۱۲۱۲
۱۵	β -caryophyllene	۰/۳۹	۰/۶۳	۴/۰۷*	۱۴۲۵
۱۶	Germacrene D	۱/۱۲	۳/۳۳	۱۱۸/۸۹**	۱۴۸۲
۱۷	Bicycleogermacrene	–	۰/۶۴		۱۵۵۶
۱۸	α - bisabolol	۰/۶۰	۰/۷۲	۱/۰۴ns	۱۶۷۶
۱۹	Spathulenol	–	۰/۲۰		۱۵۷۶
۲۰	Caryophyllene	۲/۳۶	۲/۴۲	۰/۹۹ns	۱۵۸۲

ns: عدم معنی‌داری/ **: معنی‌دار در سطح یک درصد/ *: معنی‌دار در سطح پنج درصد

گرفته شود (نیک‌خواه امیرآباد و همکاران، ۱۳۹۶). به‌عبارت دیگر نیک‌خواه امیرآباد و همکاران (۱۳۹۶) بیان نمودند بکارگیری از اسانس‌ها در صنایع متعدد منوط به ترکیبات شیمیایی موجود در آن است که آن هم تحت تأثیر عوامل متعدد محیطی شامل مرحله رشد، زمان برداشت و اندام برداشت‌شده است.

از طرفی در همه مراحل رشد گیاهان، سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی فعال است که عملکرد آنتی‌اکسیدان‌ها بسته به عوامل متعددی چون مراحل بلوغ، اندام مورد استفاده، عوامل اقلیمی، شرایط برداشت و انبارداری تغییر می‌کند (Mejia *et al.*, 1988). با تکمیل مراحل رشد گیاه و گلدهی کامل، تغییرات فیتوشیمیایی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی مؤثر بوده و کیفیت متابولیت‌های ثانویه را تغییر می‌دهد (Conforti *et al.*, 2007).

نتایج حاصل از بررسی ضرایب ساده همبستگی بین شاخص‌های خاک و درصد بازده و ترکیبات اسانس گیاه *Hyssopus officinalis* (جدول ۳) نشان داد که اغلب ترکیبات اسانس با صفات اسیدیته، ماده آلی، نیتروژن کل، پتاسیم، کلسیم و منیزیم همبستگی مستقیم و معنی‌داری دارند. درصد بازده اسانس نیز با فاکتورهای اسیدیته، ماده آلی، کلسیم و منیزیم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

جدول ۳- همبستگی بین شاخص‌های خاک و درصد و ترکیبات اسانس گیاه *Hyssopus officinalis*

فاکتور خاک / ترکیبات	EC	pH	OM	N	P	K	Ca	Mg
بازده اسانس	-۰/۳۵۶	۰/۸۶۵**	۰/۸۹۷**	۰/۵۶۲*	-۰/۵۷۱*	۰/۶۸۱*	۰/۷۷۴**	۰/۶۹۱*
α-thujene	-۰/۳۹۷	-۰/۸۷۸**	-۰/۹۱۶**	-۰/۶۰۱*	۰/۶۰۹*	-۰/۶۴۴*	-۰/۸۴۲**	-۰/۷۲۵*
α-pinene	-۰/۳۹۳	۰/۸۷۶**	۰/۹۱۸**	۰/۶۰۰*	-۰/۶۰۳*	۰/۶۴۴*	۰/۸۰۱**	۰/۷۲۲*
β-pinene	۰/۳۹۸	-۰/۸۸۰**	-۰/۹۰۸**	-۰/۶۱۰*	۰/۶۰۹*	-۰/۶۸۶*	-۰/۸۶۸**	-۰/۷۳۴*
E-cadinene	۰/۳۹۰	-۰/۸۸۲**	-۰/۹۱۷**	-۰/۵۹۸*	۰/۶۰۰*	-۰/۶۳۲*	-۰/۸۰۱**	-۰/۷۶۸**
1,8 –cineole	-۰/۳۹۴	۰/۸۷۷**	۰/۹۱۴**	۰/۵۹۷*	-۰/۶۰۷*	۰/۶۴۷*	۰/۷۹۹**	۰/۷۲۰*
Myrtenol	۰/۳۹۸	-۰/۸۷۸**	-۰/۹۱۶**	-۰/۶۰۳*	۰/۶۱۰*	-۰/۶۳۴*	-۰/۸۳۲**	-۰/۸۱۰**
Sabinene	۰/۳۹۶	-۰/۸۷۵**	-۰/۹۱۵**	۰/۵۹۹*	۰/۶۰۸*	-۰/۶۴۵*	-۰/۷۹۸**	-۰/۷۴۴*
P-cymene	-۰/۲۸۹	۰/۸۱۸**	۰/۸۶۴**	۰/۴۰۰	-۰/۵۱۰	۰/۶۳۷*	۰/۷۲۷*	۰/۶۳۸*
Germacrene D	-۰/۴۰۰	۰/۸۷۷**	۰/۹۱۵**	۰/۵۹۸*	-۰/۶۰۷*	۰/۶۴۶*	۰/۸۰۰**	۰/۷۲۰*
α - bisabolol	-۰/۳۳۸	۰/۸۴۶**	۰/۸۸۸**	۰/۵۴۴	-۰/۵۵۳*	۰/۶۹۶*	۰/۷۶۱**	۰/۶۷۶*
Linalool	۰/۳۹۸	-۰/۸۷۸**	-۰/۹۱۰**	-۰/۶۳۲*	۰/۶۱۰*	-۰/۶۴۴*	-۰/۸۴۳**	-۰/۷۴۵*
Caryophyllene	-۰/۳۹۷	۰/۸۸۰**	۰/۹۱۱**	۰/۶۳۰*	-۰/۶۱۰*	۰/۶۴۴*	۰/۸۰۱**	۰/۷۲۲*
Camphor	-۰/۳۶۲	-۰/۸۵۹**	۰/۹۰۰**	۰/۵۶۶*	-۰/۵۷۶*	۰/۶۷۶*	۰/۷۷۷**	۰/۶۹۵*
Pinocomphone	-۰/۴۰۰	۰/۸۷۸**	۰/۹۱۴**	۰/۶۰۰*	-۰/۶۱۰*	۰/۶۴۴*	۰/۸۰۱**	۰/۷۴۸*
Isopinocamphone	-۰/۳۹۸	۰/۸۸۱**	۰/۹۱۶**	۰/۶۱۰*	-۰/۶۳۰*	۰/۶۴۸*	۰/۸۰۰**	۰/۷۲۲*
β -caryophyllene	-۰/۳۹۶	۰/۸۸۹**	۰/۹۱۶**	۰/۶۱۵*	-۰/۶۱۵*	۰/۶۸۶*	۰/۷۹۸**	۰/۷۴۳*

****: همبستگی معنی‌دار در سطح یک درصد، *: همبستگی معنی‌دار در سطح پنج درصد**

همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد و با فاکتورهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم همبستگی معنی‌دار در سطح پنج درصد داشته است. همچنین نتایج بیانگر آن است که همه ترکیبات مورد بررسی با فاکتورهای اسیدیته و ماده آلی همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد داشته‌اند.

طبق نتایج حاصل از همبستگی، ترکیبات اسانس با فاکتورهای اسیدیته، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، نیتروژن و ماده آلی رابطه معنی‌داری داشته‌اند. در این زمینه مطالعات تمرتاش و همکاران (۱۴۰۰) بر فیتوشیمی گیاه سرخس عقابی (*Pteridium aquilinum*) نشان داد ترکیبات sabinene، δ-cadinene و α–pinene با اسیدیته و پتاسیم نیز ترکیب Linalool با پتاسیم و فسفر خاک همبستگی دارد.

جعفریان و همکاران (۱۳۹۸) و Coruh و همکاران (۲۰۰۷) نیز در این خصوص بیان داشتند که شرایط خاک رویشگاه بر کمیت و کیفیت اسانس گیاهان دارویی تأثیرگذار است بطوریکه کمبود یا فزونی عناصر غذایی فسفر، نیتروژن و پتاسیم بدون تغییر دیگر عناصر موجب اختلال تولید مواد ثانویه در گیاه می‌گردد. بر طبق پژوهش‌های صورت‌گرفته، برخی محققین بیان نمودند در میان فاکتورهای خاک؛ فاکتور رس، هدایت الکتریکی و پتاسیم اثر بسزایی بر مواد مؤثره مستخرج از گیاهان دارد (فرهنگ و همکاران، ۱۳۹۶؛ جعفریان و همکاران، ۱۳۹۸؛ فضیلتی، ۱۳۸۹؛ آقاجانلو و قربانی، ۱۳۹۴؛ Coruh *et al*., 2007). نیز طی مطالعاتی بیان نمودند ازت و فسفر خاک مهمترین عناصر غذایی مؤثر در تغذیه گیاه و میزان و درصد ترکیبات اسانس هستند که در این رابطه افزایش ازت، افزایش فسفر را در پی خواهد داشت. به عبارتی افزایش مقدار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]
[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

فسفر می‌تواند به دلیل افزایش ماده آلی خاک باشد و بطورکلی شرایط ادافیکی خاک می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر کمیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه در گیاهان به‌شمار رود.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان می‌دهد علاوه بر شاخص‌های ادافیکی، مراحل فنولوژیکی به‌طور معنی‌داری بر مقدار اسانس، نوع و درصد ترکیبات تشکیل‌دهنده گیاه زوفا مؤثر است و با پیشرفت مراحل فنولوژیکی (مرحله گلدهی کامل با بیش از ۵۰ درصد گلدهی) عملکرد کمی و کیفی متابولیت‌های ثانویه گیاه زوفا به خصوص ترکیبات ترپنوئیدی افزایش می‌یابد. لذا توصیه می‌شود جهت بدست آوردن بالاترین عملکرد ممکن، این گونه گیاهی در مرحله گلدهی کامل و مرداد ماه مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

منابع

احمدی، حسین، فتاحی‌مقدم، محمدرضا، زمانی، ذبیح‌اله، شکرپور، مجید، جهانتاب، اسفندیار، و مرشدلو، محمدرضا (۱۴۰۲). شناسایی و کمیت‌سنجی ترکیبات مؤثره غالب دو کموتایپ آویشن دنایی در مراحل مختلف فنولوژی به‌کمک LC-MS/MS و GC. *مرتع*، *۱۷*(۴)، ۶۴۰-۶۶۴. DOR: http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1402.17.4.9.4

آرمند، نظام، و اسفندیار، جهانتاب (۱۳۹۸). بررسی فیتوشیمیایی اسانس گیاه دارویی آوندول (*Smyrnium cordifolium* Boiss.) در رویشگاه‌های مختلف شهرستان بویراحمد. *مرتع*، *۱۳*(۱)، ۵۱-۳۹. DOR: http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1398.13.1.4.5

آقاجانلو، فرهاد، و قربانی، اردوان (۱۳۹۴). بررسی برخی عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش گونه‌های *Ferula gummosa* و *Ferula ovina* در مراتع کوهستانی شیلاندر زنجان. *مرتع*، *۹*(۴)، ۴۰۷-۴۱۹. DOR: http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1394.9.4.9.8

پزشگی، محمدحسن، معتمدی، جواد، علیجانپور، احمد، سوری، مهشید، نجیب‌زاده، محمدرضا، و ارزانی، حسین (۱۳۹۹). رویکردهای مختلف تعیین شایستگی مرتع برای بهره‌برداری از گیاهان دارویی (مطالعه موردی: مراتع کوهستانی ارشدچمن، سهند، آذربایجان شرقی). *نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، *۳۶*(۱)، ۲۱- ۱. DOI: https://doi.org/10.22092/ijmapr.2019.126634.2581

پیرانی، حسن، عبادی، محمدتقی، و رضایی، علی (۱۳۹۹). تأثیر محلول‌پاشی کود جلبک دریایی بر شاخص‌های رشد، عملکرد، درصد و اجزای اسانس زوفا (*Hyssopus officinalis* L.). *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، *۳۶*(۳)، ۳۷۶-۳۹۸. DOI: https://doi.org/10.22092/ijmapr.2020.128252.2660

تمرتاش، رضا، طاطیان، محمدرضا، اندرزچمنی، هانیه، زالی، سیدحسن، و احسانی، سید محدثه (۱۴۰۰). بررسی فیتوشیمیایی سرخس عقابی (*Pteridium aquilinum*) در گرادیان ارتفاعی ماسال استان گیلان. *زیست‌شناسی کاربردی*، *۳۴*(۱)، ۳۷-۲۱. DOI: https://doi.org/10.22051/jab.2020.28515.1332

جعفریان جلودار، زینب، گلدان‌ساز، مصطفی، صفائیان، روجا، سنبلی، علی، و کارگر، منصوره (۱۳۹۸). تأثیر عوامل محیطی بر مقدار مواد مؤثره گیاه *Nepeta asterotricha* Reach. f با بهره‌گیری از روش تحلیل کاهشی. *مدیریت بیابان (انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران)*، *۷*(۱۴)، ۱۸۰-۱۶۷. DOI: https://doi.org/10.22034/jdmal.2020.3866

جعفری حقیقی، مجتبی (۱۳۸۲). روش‌های تجزیه خاک: نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی "با تأکید بر اصول تئوری و کاربردی". انتشارات ندای ضحی، ساری.

جهانتاب، اسفندیار، دیلم صالحی، مهنّا، کرمی برزآبادی، رضوان، متولی‌زاده کاخکی، علیرضا، انصاری، فردوس، و شکوری، سینا (۱۳۹۶). مقایسه شاخصه‌های کمی و کیفی اسانس استحصالی از اندام‌های متفاوت گیاه دارویی خوشاریزه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

کوهستانی (*Echinophora cinerea* Boiss.) شهرستان دنا. *مرتع*، ۱۱(۳)، ۲۸۲-۲۷۴.
DOR: http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1396.11.3.2.3

سفیدکن، فاطمه (۱۴۰۰). استخراج و شناسایی مواد مؤثره گیاهان دارویی و معطر ایران. *طبیعت ایران*، ۶(۳)، ۷-۳۵.
DOI: https://doi.org/10.22092/irn.2021.124450

صداقت، سهیلا (۱۳۸۷). شیمی اسانس (روش‌های جداسازی و شناسایی ترکیبات متشکله روغن‌های اسانسی). دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران.

فروزه، محمدرحیم، و میردیلمی، سیده‌زهره (۱۳۹۸). بررسی اثر عوامل محیطی بر تغییرات ترکیبات شیمیایی اسانس گونه دارویی بومادران (*Achillea milefolium* L.). *مرتع*، ۱۳(۴)، ۶۰۹-۵۹۶.
DOR: http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1398.13.4.6.3.

فرهنگ، حمیدرضا، وهابی، محمدرضا، علافچیان، علیرضا، و ترکش اصفهانی، مصطفی (۱۳۹۶). اثر شرایط محیطی بر خصوصیات فیتوشیمیایی گیاه کنگر صحرایی (*Gundelia tournefortii* L.) در استان چهارمحال و بختیاری و جنوب استان اصفهان، ایران. *مرتع*، ۱۱(۲)، ۲۵۸-۲۷۳. DOR: http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1396.11.2.11.0

فضیلتی، محمد. (۱۳۸۹). بیوشیمی. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، اصفهان.

مختارپور، تورج، جهانبازی، حسن، ایرانمنش، یعقوب، قلی‌پور، زینب، محمدی، حسین، طالبی، محمود، و حقیقیان، فرشاد (۱۴۰۱). زوفا، گیاه دارویی مقاوم به خشکی و سرما. انتشارات آموزش کشاورزی وابسته به معاونت آموزشی وترویج کشاورزی (آموزش کشاورزی وابسته به دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی وزارت جهاد کشاورزی). البرز.

نظرپور، محمدرضا، و یادگاری، مهراب (۱۴۰۰). اثرات اقلیم و مراحل فنولوژیکی بر خصوصیات فیتوشیمیایی سه گونه دارویی *Artemisia* در استان خوزستان. *فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۱۰(۴۴)، ۱۶۱-۱۷۶.
DOR: http://dorl.net/dor/20.1001.1.23222727.1400.10.44.13.9

نیکخواه امیرآباد، حمیده، حسینی، بهمن، قوستا، یوبرت، و فتاحی، محمد (۱۳۹۶). اثر ارتفاع و مراحل مختلف فنولوژیکی بر خصوصیات فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه دارویی (*Ferulago angulate* (Schlecht.) Boiss) از ارتفاعات دنا. *فصلنامه اکوفیتوشیمیایی گیاهان دارویی*، ۵(۱)، ۱۶-۲۹. DOR: https://dorl.net/dor/20.1001.1.23223235.1396.5.1.2.1

Aghbash, B. N., Pouresmaeil, M., Dehghan, G., Nojadeh, M. S., Mobaiyen, H., & Maggi, F. (2020). Chemical composition, anti-bacterial and radical scavenging activity of essential oils from Satureja macrantha CA Mey. at different growth stages. *Foods*, *9*(4), 494. DOI: https://doi.org/10.3390/foods9040494

Ahmadi, H., Morshedloo, M. R., Emrahi, R., Javanmard, A., Rasouli, F., Maggi, F., & Lorenzo, J. M. (2022). Introducing three new fruit-scented mints to farmlands: Insights on drug yield, essential-oil quality, and antioxidant properties. *Antioxidants*, *11*(5), 866. DOI: 10.3390/antiox11050866

Alimohammadi, M., Yadegari, M., & Shirmardi, H. A. (2017). Effect of elevation and phenological stages on essential oil composition of *Stachys*. *Turkish Journal of Biochemistry*, *42*(6), 647-656. DOI: 10.1515/tjb-2016-0267

Baczek, K., Kosakowska, O., Przybyl, J. L., & Węglarz, Z. (2010). Accumulation of phenolic compounds in the purple betony herb (*Stachys officinalis* L.) originated from cultivation. *Herba Polonica*, *62*(2), 7-16. DOI: 10.1515/hepo-2016-0007

Baj, T., Biernasiuk, A., Wrobel, R., & Malm, A. (2020). Chemical composition and in vitro activity of *Origanum vulgare* L., *Satureja hortensis* L., *Thymus serpyllum* L. and *Thymus vulgaris* L. essential oils towards oral isolates of *Candida albicans* and *Candida glabrata*. *Open Chemistry*, *18*(1), 108-118. DOI: https://doi.org/10.1515/chem-2020-0011

Conforti, F., Statti, G. A., & Menichini, F. (2007). Chemical and biological variability of hot pepper fruits (*Capsicum annuum* var. *acuminatum* L.) in relation to maturity stage. *Food Chemistry*, *102*(4), 1096-1104. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.06.047

Coruh, N., Saghdicogla Cleep, A. G., Ozgokce, F., & Iscan, M. (2007). Antioxidant capacities of *Gundelia tournefortii* L. extract and inhibition on Glutathione-S-transferase activity. *Food Chemistry*, *100*(3), 1249-1253. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.008

Holechek, J. L., Pieper, R. D., & Herbel, C. H. (2004). Range Management (Principles and Practices). Prentice Hall,

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

Englewood Cliff.

Kizil, S., Hasimi, N., Tolan, V., Kilinc, E., & Karatas, H. (2010). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *hyssop* (*Hyssopus officinalis* L.) essential oil. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *38*(3), 99-103. DOI: 10.15835/nbha3834788

Mejia, L. A., Hudson, E., De Mejia, E. G., & Vazquez, F. (1988). Carotenoid content and vitamin A activity of some common cultivars of Mexican peppers (*Caps&m annuum*) as determined by HPLC. *Journal of Food Science*, *53*(5), 1440-1443. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1988.tb09295.x

Moro, A., Zalacain, A., De Mendoza, J. H., & Carmona, M. (2011). Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils. *Molecules*, *16*, 1431-4139. DOI: 10.3390/molecules16054131

Page, A. L., Miller, R. H., & Keeney, D. R. (1982). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. In Soil Science Society of America.

Pandey, V., Verma, R. S., Chauhan, A., & Tiwari, R. (2014). Compositional variation in the leaf, flower and stem essential oils of *Hyssop* (*Hyssopus officinalis* L.) from Western-Himalaya. *Journal of Herbal Medicine*, *4*(2), 89-95. DOI: 10.1016/j.hermed.2013.12.001

Said-Al Ahl, H. A., Abbas, Z. K., Sabra, A. S., & Tkachenko, K. G. (2015). Essential oil composition of *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Egypt. *International Journal of Plant Science and Ecology*, *1*(2), 49-53. http://www.publicscienceframework.org/journal/ijpr

Sharifi-Rad, J., Quispe, C., Kumar, M., Akram, M., Amin, M., Iqbal, M., Koirala, N., Sytar, O., Kregiel, D., Nicola, S., & Ertani, A. (2022). *Hyssopus essential* oil: An update of its phytochemistry, biological activities, and safety profile. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *1*, 8442734. DOI: https://doi.org/10.1155/2022/8442734

Yadegari, M. (2014). Foliar application effects of salicylic acid and jasmonic acid on the essential oil composition of *Salvia officinalis*. *Turkish Journal of Biochemistry*, *43*(4), 417-424. DOI: https://doi.org/10.1515/tjb-2017-0183

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]

Phytochemical investigation of *Hyssopus officinalis* L. plant in two phenological stages (Case study: Sangdeh area of Sari)

Zahra Zamani, Reza Tamartash*

Rangeland Department, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
(Received: 2024/12/03, Accepted: 2024/10/09)

Abstract

The present study aimed to investigate the phytochemicals of the medicinal plant *Hyssopus officinalis* in phenological stages before flowering and full flowering (flowering more than 50%) in a completely randomized design in the Sangdeh region of Sari. For this purpose, leaf and stem organs were harvested in the pre-flowering stage in mid-June and leaves, stems and flowers of the plant in the full flowering stage in early August 2022 with three replications from the area. To identify the habitat conditions, soil samples were collected from a depth of 0–30 cm in June with three replications. Then, all samples were transferred to the laboratory and analyzed. The results showed that the amount of essential oil extracted at the full flowering stage was significantly ($P\leq0.05$) higher and phenology had a significant effect on the compounds α-thujene, β-pinene, 1,8-cineole, Myrtenol and Germacrene D at the 1% level ($P\leq0.01$) and on the compounds Camphor, Isopinocamphone and β-caryophyllene at the 5% level ($P\leq0.05$). Three compounds, β-pinene, Pinocomphone and Isopinocamphone, which are included in the terpenoid category of active ingredients, were the dominant compounds that accounted for the highest percentage in both stages. The results of the simple correlation coefficients between soil indices and essential oil compounds showed that most essential oil compounds have a direct and significant correlation with the traits of pH, Organic Matter, Total Nitrogen, K, Ca and Mg. In general, the results showed that the best time to harvest this plant is in the summer and at the full flowering stage.

Key words: Essential oil, Mazandaran province, Reproductive stage, Secondary metabolites, Vegetative stage

Corresponding author, Email: rezatamartash7@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-02-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.66.87]