بررسی ترکیبات اسانس گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.) و جعفری (*Petroselinum sativum* L.) در محیط‌های مختلف رشد

مهرناز محمودی زرندی[1*] و سامیه سیستانی[2]

۱-استادیارگروه زیست شناسی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

۲-دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی، گروه زیست شناسی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: mehromah@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۷/۲٦- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۹/۳۰)

چکیده

تاکید سازمان بهداشت جهانی در جایگزینی تدریجی مواد طبیعی به جای مواد شیمیایی موجب شده تا کشورهای مختلف جهان نسبت به سرمایه‌گذاری، برنامه‌ریزی کشت و تولید انبوه گیاهان دارویی در سطوح صنعتی و استفاده از آن در صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی اقدام کنند. اگرچه تولید متابولیت های گیاهی تحت تأثیر فرایندهای ژنتیکی می‌باشد ولی ساخت آنها به طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. در این تحقیق اثر شرایط مختلف رشد- (مزرعه و گلخانه) بر کیفیت اسانس گیاه شوید و جعفری مورد مطالعه قرار گرفت. کشت مزرعه در اراضی کشاورزی باقرآباد کرمان انجام گرفت. در روش کشت گلخانه‌ای از ترکیب خاک لومی(۲/۳) و ورمی کمپوست (۱/۳) و نیز از ترکیب کوکوپیت و پرلیت استفاده شد. تغذیه گیاهان در گلخانه با محلول روریسون صورت گرفت. بعد از۳ ماه نمونه ها جمع آوری و خشک گردیدند. از ۱۰۰ گرم گیاه خشک شده برای تهیه اسانس با روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجراستفاده گردید. اجزای اسانس با روش کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی، تجزیه و شناسایی شدند. طبق نتایج به دست آمده درگیاه شوید بالاترین درصد اجزاء شناسایی شده مربوط به سه ترکیب متفاوت آلفافلاندرن (٥٤٪/٥)، فیتول (١٨٪/٦٥) و آپیول (٤٩٪/٢) بود که به ترتیب در محیط مزرعه، خاک لومی- ورمی کمپوست و بستر کوکوپیت - پرلیت بیشترین مقدار را دارا بودند. در اسانس گیاه جعفری، میریستیسین در هر سه محیط بالاترین درصد را داشت.

کلمات کلیدی: اسانس، جعفری (***Petroselinum sativum* L.**)، شوید (***Anethum graveolans* L.**)، محیط کشت

مقدمه

امروزه استفاده از گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌ها به دلیل بی خطر بودن دارو برای انسان و محیط زیست و همچنین صرفه اقتصادی به عنوان جایگزین مناسبی برای داروهای شیمیایی توصیه شده است. از این جهت بکارگیری راهکارهای موثر در تولید ماده موثره دارویی در گیاهان از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از این راهکارها انتخاب محیط کشت مناسب برای پرورش گیاهان دارویی است.

شوید و جعفری گیاهانی علفی با خواص دارویی و از تیره چتریان (Apiaceae) هستند. تیره چتریان یکی از مهمترین و با ارزش ترین تیره‌های گیاهی است که شامل گیاهان مفید از نظر دارویی و غنی از ترکیبات معطر است (Armand & Jahantab, 2019). جنس Anethum یکی از جنس‌های این تیره است و گونه‌های زیادی دارد. شوید(*Anethum graveolens* L.) بومی جنوب غربی آسیا و جنوب شرقی اروپاست (Bailer *et al*., 2001, Tian *et al*., 2011) که در سرتاسر دنیا کشت وسیعی دارد و تنها گونه‌ای از این جنس است که در ایران به عنوان سبزی خوراکی کاشته می‌شود (Mozafarian, 1996). جعفری با نام علمی *Petroselinum sativum* L. نیز گیاهی است علفی، دوساله و دارای خواص دارویی متعدد که بومی یونان، مراکش و یوگسلاوی سابق است ولی به سایر مناطق دنیا از جمله ایران هم وارد شده است. جعفری در ایران به صورت خودرو و یا پرورشی یافت می شود.

بطورکلی رشد گیاهان دارویی نظیر سایر گیاهان زراعی با عوامل مختلف محیطی و ژنتیکی تأثیر می‌پذیرد (Yousefi & Jaimand, 2018, Reaisi *et al*., 2019, Etehadpour & Tavassolian, 2019) و بیشترین محصول با ترکیب مناسبی از این دو به دست می‌آید (Rassam *et al*.2006). ترکیب شیمیایی اسانس گیاه شوید تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله نوع اکوتیپ (Mohebodini & Farmanpour-Kalalagh, 2021)، نوع و شرایط محیطی تفاوت می کند. مقدار اسانس به مرحله نمو گیاه نیز بستگی دارد به طوریکه در شوید بتدریج از آغازگلدهی افزایش می یابد و در زمان گلدهی به حداکثر میزان خود می رسد و سپس بتدریج کاهش می‌یابد (Bailer *et al*., 2001, Hornok, 1992).

بالاترین میزان اسانس در بذرهای بالغ و گل‌ها و پایین‌ترین میزان در ساقه‌های شوید وجود دارد (Hornok, 1980). گرچه همه بخش‌های گیاه شوید اسانس دارند اما غالبا برگ‌ها و بذرهای شوید به عنوان بخش خوراکی استفاده می شوند و مقدار اسانس در اندام‌های رویشی پایین تر از بذرهای بالغ است (Omidbeigi, 2007). بر اساس مطالعات گذشته ترکیباتی مانند آلفا–فلاندرن (α–phellandrene)، لیمونن (limonene)، اتر (ether)، کارون (carvone) و ترانس‌دی‌هیدروکارون (trans-dihydrocarvone) بیش از ۹۵٪ اسانس اکوتیپ شوید ایرانی را تشکیل می‌دهند (Sefidkon,2001). اما به طورکلی مهمترین جزء اسانس بذرهای بالغ دی کارون (D-carvone) و لیمونن (limonene) هستند (Duke, 2001).

افزایش ترکیبات اسانس با افزایش نسبت نیترات (بیش از۵۰٪) به آمونیاک مشاهده شده است

(Shekofteh & Salari, 2016). بررسی‌ها نشان داده که میزان آبیاری و سطح تنش خشکی نیز می تواند درصد اسانس را در گیاه شوید تغییر دهد. به طوری که در شرایط تنش متوسط نسبت به شرایط تنش ملایم و تنش شدید، میزان بالاتری از اسانس مشاهده شده است (Ghasemi-Golzanni & Solhi-Khajemarjan, 2021). بنا به نظر این محققین بکارگیری اسید سالیسیلیک می‌تواند منجر به افزایش تولید اسانس در گیاه شوید شود.

مطالعات نشان داده نوع کود مورد استفاده برای تغذیه گیاه نیز می‌تواند مقدار و نوع ترکیبات اسانس را تغییر دهد. در مطالعه‌ای اثر کودهای آلی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه شوید بررسی شده است (Khoramivafa *et al.*, 2018). در این مطالعه استفاده از کودهای آلی، تولید بذر و تولید اسانس را افزایش داد و بیشترین میزان اسانس در تیمار کمپوست چای دیده شد. بطورکلی استفاده از کودهای آلی و ورمی کمپوست برای افزایش محصول دهی و حفاظت از محیط زیست مورد توجه روز افزون قرار گرفته است (Joshi *et al.*, 2015). مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی تأثیرات مخربی بر محیط زیست می گذارد مثلاً استفاده از کود نیتراته و به دنبال آن شستشوی نیترات از خاک و ورود آن به آب‌های زیر زیر زمینی منجر به آلودگی آب و آسیب‌های جدی می‌گردد بنابراین به جای استفاده از نیترات شیمیایی، توصیه به استفاده از کودهای زیستی یا مخلوطی از کودهای آلی و غیرآلی است. بکارگیری کودهای آلی مختلف علاوه بر مزیت‌های اقتصادی، زی توده (Biomass)، میزان مواد غذایی، ویتامین‌ها و متابولیت‌های ثانوی را در گیاهان دارویی افزایش داده و سلامت گیاه را بهبود می بخشد (Leithy *et al.*, 2009). به همین ترتیب استفاده از کود حیوانی به عنوان جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی نه تنها هزینه تولید را پایین می آورد بلکه جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک را افزایش و خواص خاک از جمله میزان کربن آلی خاک را بهبود می دهد و اثرات مفیدی بر کمیت و کیفیت تولیدات گیاهی دارد (Prakash *et al.*, 2007). کمپوست چای، رشد و کیفیت زراعی و سلامت گیاه را بهبود می بخشد (Pant *et al.*, 2009). اثر مفید کمپوست چای را به افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و افزایش دسترسی به مواد غذایی قابل جذب و نقش حفاظتی باکتری‌های مفید خاک در مقابل عوامل بیماریزا و آفات نسبت داده اند (Ingham, 2005). ورمی‌کمپوست نیز با بهبود ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و رطوبت موجود، دسترسی به مواد غذایی را افزایش می‌دهد (Peyvast *et al.*, 2008) و تولید اقتصادی در شوید را بالا می برد (Yousefi & Jaimand, 2018). ورمی کمپوست و کودهای آلی در گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) (Valiki & Ghanbari, 2015) و شوید (Tajpoor *et al.*, 2013) بر کیفیت و کمیت اسانس تأثیر می‌گذارند. بکارگیری روش‌های پایدار کشت گیاه، برای تولید ایمن و با کیفیت محصولات در مقیاس بزرگ حائز اهمیت است. تولیدات به دست آمده از کشاورزی سنتی به دلیل احتمال آلودگی به بقایای کودهای نیتراته و حشره‌کش‌ها از سلامت کامل برخوردار نیستند و به همین دلیل کشت زیستی (Organic) گزینه جایگزین خوبی است. به‌طورکلی روش کشت بر پایه رویکردهای زیستی و

پایدار می‌تواند سلامت آگرواکوسیستم‌ها مثلاً تنوع زیستی، چرخه‌های زیستی، فعالیت زیستی خاک و بهبود شرایط خاک را بالا ببرد (Najar, *et al*., 2021). کشاورزی ارگانیک بر استفاده از عملیات مدیریت سازگار با شرایط منطقه به جای استفاده از امکانات خارج از مزرعه تأکید دارد. در این روش کشت تا جای ممکن از روش‌های کشاورزی، زیستی و مکانیکی به جای مواد مصنوعی استفاده می شود. مشکلی که در این روش کشت وجود دارد فقدان اطلاعات و دانش در مورد سیستم‌های کشاورزی ارگانیک و اثر آنها بر میزان و کیفیت محصول است. شناسایی محیط کشت مناسب برای دستیابی به بیشترین میزان اسانس با بهترین کیفیت می تواند از ارزش بالایی برخوردار باشد.

هدف از این مطالعه بررسی تفاوت‌های فیتوشیمیایی اسانس گیاه شوید و جعفری در بسترهای کشت مختلف و شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در این محیط‌ها می‌باشد که برای به دست آوردن بهترین محصول در صنایع غذایی و دارویی مفید است. تاکنون تحقیقی پیرامون تاثیر سه بستر کشت بکار رفته در این پژوهش، بر کیفیت اسانس گیاه شوید و جعفری گزارش نشده است.

مواد و روش‌ها

بذرهای سالم شوید و جعفری از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری شدند. بذرها پس از ضدعفونی به مدت ۲٤ ساعت در آب خیسانده شده و سپس جهت کشت مورد استفاده قرار گرفتند. کشت گیاه در دو محیط مزرعه و گلخانه انجام شد.

کشت مزرعه‌ای: کشت شوید و جعفری در اراضی کشاورزی منطقه باقرآباد شهر کرمان با موقعیت جغرافیایی ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه شمالی و دارای خاک لومی–شنی با شرایط ذکر شده در جدول (۱) صورت گرفت. تغذیه گیاه با کود حیوانی انجام شد. گیاهان پس از ۳ ماه جمع‌آوری و جهت استخراج اسانس مورد استفاده قرار گرفتند.

در کشت مزرعه‌ای، خاک بر اساس گزارش آزمایشگاه خاک و آب سازمان جهاد کشاورزی کرمان دارای بافت لومی شنی، pH به میزان ۷/۸۹ و EC برابر با ۷/٤٦ میلی‌موس بر سانتی‌متر بود.

جدول ۱- آنالیز خاک مورد آزمایش در محیط کشت مزرعه

		بافت خاک								
منطقه	pH	هدایت الکتریکی(EC) (mmhos /cm)	رس(٪)	سیلت(٪)	شن(٪)	کربن آلی(٪)	نیتروژن (ppm)	پتاسیم (ppm)	سدیم (ppm)	فسفر (ppm)
باقر آباد کرمان	۷/۸۹	۷/٤٦	٤	۱۲	۷٤	۰/٦۷	۰/۰٦	۹۵/۷۵	۱۲۷/۹٦	۰/٤۵

کشت گلخانه‌ای: کشت گلخانه‌ای در دو بستر خاک لومی- ورمی کمپوست به نسبت ۱:۲ و کوکوپیت- پرلیت به نسبت ۲:۱ صورت گرفت. تغذیه گیاه در کیسه‌های محتوی کوکوپیت و پرلیت با استفاده از محلول غذایی رریسون (جدول ۲) انجام شد. میزان دما گلخانه ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری/ تاریکی ۱۰/۱٤ ساعت تنظیم گردید. بعد از سه ماه گیاهان سالم برداشت و برای انجام آزمایشات به آزمایشگاه منتقل شدند.

جدول۲- ترکیب محلول غذایی رریسون (Booth, 1993)

محلول استوک: عناصر پر مصرف(g/l)	
محلولA : $MgSO_4, 7H_2O$	۱۲۰/۰۲
محلولB: Ca(NO3)2,4H2O	۲۳۸/۰٤
محلولC: KH2PO4,3H2O	۱۱۵/۳۸
محلول استوک(D): عناصر کم مصرف(g/l)	
Fe-EDTA	۱۲/۵
MnSO4,4H2O	۱/۱۲۱
H3BO3	۱/۱٤۲
(NH4)6Mo24,4H2O	۰/۹۳۰
ZnSO4,7H2O	۰/۲۲۰
CuSO4,5H2O	۰/۱۹۸

روش استخراج اسانس

اندام هوایی گیاهان جمع آوری شده پس از خشک شدن در سایه با دستگاه آسیاب برقی کاملاً پودر گردید. ماده خشک گیاهی از الک با مش ۱۲۰۰ گذرانده شد. سپس اسانس با روش تقطیر با آب و با استفاده با دستگاه کلونجر طبق دارونامه بریتانیا از هر نمونه استخراج شد. مقدار ۱۰۰ گرم از گیاه پودر شده در بالن ژوژه دستگاه کلونجر ریخته شد و ۷۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. جریان آب مبرد برقرار و بالن درون هیتر برقی دستگاه قرار داده شد. اسانس گیری به مدت ۲ ساعت ادامه داشت (Rahmanian *et al.*2022). جداسازی و شناسایی ترکیبات اسانس با دستگاه GC-MS اسانس‌ها با استفاده از سولفات سدیم انیدرید آبگیری و به دستگاه GC-MS تزریق گردیدند. دستگاه کروماتوگرافی گازی شیمادزو مدل GC-17A متصل به طیف سنج جرمی کوادروپل QP-5050، مجهز به ستون CP-Sil5CB به طول ۵۰ متر و قطر ۰/۳۲ میلی‌متر که ضخامت فاز ساکن در آن ۰/۲۵ میکرومتر است. در برنامه ریزی حرارتی ستون، دمای اولیه ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود که با افزایش ۱/۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید سپس با افزایش ٤ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. به مدت یک دقیقه در ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد باقی ماند و پس از آن با افزایش ۱۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید. سپس با افزایش ۲/۵ درجه سانتی‌گراد در

دقیقه به ۲۵۰ درجه رسید ۵ دقیقه در این دما باقی ماند. دمای محفظه تزریق ۲۸۰ درجه و دمای محفظه آشکارساز ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد(Monthana *et al*.2013).

شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس با استفاده از شاخص‌های بازداری و بررسی طیف‌های جرمی ترکیبات و مقایسه آنها با طیف‌های جرمی استاندارد موجود در کتابخانه‌های کامپیوتری و مراجع معتبر صورت گرفت. برای تعیین مقدار(درصد) ترکیب‌های شیمیایی شناسایی شده از سطح زیر پیک استفاده گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش ترکیبات اسانس گیاه شوید و جعفری در هر یک از محیط‌های کشت از لحاظ کمی و کیفی متفاوتند. این تفاوت هم در ترکیب و هم در درصد اجزاء دیده می شود. به طوری که در شوید کشت شده در مزرعه، α-فلاندرن (۵٤٪/۵)، در کشت گلخانه‌ای بستر لومی-ورمی کمپوست، فیتول(٦۵٪/۱۸) و در کشت بستر کوکوپیت- پرلیت، آپیول (۲٪/٤۹) بالاترین درصد را به خود اختصاص دادند. در حالیکه میریستیسین در اسانس گیاه جعفری در هر سه محیط بالاترین میزان را نشان داد. اجزاء و درصد ترکیبات شناسایی شده اسانس شوید و جعفری در شرایط مزرعه‌ای، بستر لومی-ورمی کمپوست و بستر کوکوپیت-پرلیت به ترتیب در جدول(۳) و (٤) و (۵) و (٦) و (۷) و (۸) آمده است.

جدول ۳- ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه شوید در مزرعه

شماره	نوع ترکیب	درصد
۱	Thujene	۰/٤۵
۲	α-Pinene	۲/۲
۳	β-Pinene	۰/۱
٤	α-Phellandrene	۵٤/۵
۵	ρ-Cymene	٤/٦
٦	Cyclopropane	۱۵/۲۵
۷	γ-Terpinene	۰/۰٦
۸	4-Carene	۰/۲
۹	Estragole	۰/٤۵
۱۰	Isopulegone	۰/۲۵
۱۱	Citronellol	۰/۲۵
۱۲	Carvotanacetone	۱/۸۵
۱۳	Phenol	۰/۲۵
۱٤	Myricticin	۰/۳
۱۵	Apiole	۵/۳۵
مجموع		**۸٦/۹۱**

در اسانس گیاه شوید رشد یافته در مزرعه ۱۵ ترکیب که ۸٦/۹۱٪ کل اسانس را تشکیل می دهند، شناسایی شد (جدول۳). بر اساس نتایج، ترکیب آلفافلاندرن، سیکلوپروپان و آپیول با مقدار٥٤/٥٪، ۱٥/۲٥٪ و٥/۳٥٪ بالاترین میزان ترکیبات را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ٤- ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه شوید در بستر خاک لومی-ورمی کمپوست

شماره	نوع ترکیب	درصد
۱	α-Pinene	۰/۳
۲	α-Phellandrene	۹/۳٥
۳	β-Cymene	۲/٤٥
٤	β -Phellandrene	۱/٥
٥	3,9-Epoxy-1-ρ-menthene	۱/۲٥
٦	Estragole	۰/٥٥
۷	Citronelly	۰/٦
۸	H-pyrazole-4,5-dihydro-3-methyl	۱/۹
۹	Benzeneacetonitrile-4-fluoro	۲/۳
۱۰	Carvacrol	٤/۲
۱۱	H-pyrazole,3-ethyl-4,5-dihydro	۲
۱۲	Bicyclo[4.2.0]oct-2-ene	۱/۲
۱۳	β -Cubebene	۱/۲٥
۱٤	Myristicin	۲/٤
۱٥	Elemicin	۱
۱٦	Apiol	۳/٥
۱۷	Naphthalenoldycahydro-1,4-…	۲/۲٥
۱۸	Methyl-1,3-cyclohexadiene-5,6-…	۱/٦
۱۹	Pentadecanone 6,10,14-trimethyl-2…	۱/۱
۲۰	Benzenedicaboxylic acid-1,2…	۱
۲۱	Bicyclo[4.1.0]heptane3,7,7-tri…	۲/۳
۲۲	Dibutyl phthalate	۲/٤٥
۲۳	Phytol	۱۸/٦٥
۲٤	Ethyhexyl trans-4-methoxycinn-2…	۱/٤٦
۲٥	Oleamide	۰/٦
۲٦	4-methylenebicyclo[4.2.0]oct-2-ene	۸/۳٥
مجموع		۷٦/۷۸

در اسانس گیاه شوید ۲٦ ترکیب که ۷٦/۷۸ درصد کل اسانس را تشکیل می دهند، شناسایی شد(جدول٤). بر اساس نتایج، در محیط لومی- ورمی کمپوست فیتول، آلفافلاندرن و ٤-متیلن بی سیکلو۲،۰٤اکت-۲-ان به ترتیب با ۱۸/٦٥٪ و

۹/۳۵٪ و ۸/۳۵٪، بالاترین میزان ترکیبات را به خود اختصاص داده اند.

جدول ۵- ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه شوید در بستر کوکوپیت و پرلیت.

شماره	نوع ترکیب	درصد
۱	α- Phllandrene	۵/۵۵
۲	Benzen1-methyl-4-(1-methyl…	۱/۳۵
۳	Citral	٤/۸۵
٤	Carvone	۱/۱
۵	Myristicin	۳/٦
٦	Diethylphthalate	۰/٤
۷	Apiol	٤۹/۲
۸	Palmitic acid	۵/۹
۹	Diisooctyl phthalate	۱۸/۰۵
مجموع		**۹۰**

اسانس گیاه شوید در شرایط کشت در بستر کوکوپیت و پرلیت شامل ۹ ترکیب است که ۹۰ درصد کل اسانس را تشکیل میدهند (جدول۵). بر اساس نتایج سه ترکیب آپیول، دی ایزواکتیل فتالات و پالمیتیک اسید با ۲/۴۹٪، ۵۰/۱۸٪ و ۹/۵٪ بالاترین میزان ترکیبات را به خود اختصاص داده اند. در مطالعه (Kaur & Arora, 2010) ترکیبات اصلی اسانس شوید، کارون، لیمونن و فلاندرن و با نسبت پایین‌تر ترکیبات پینن، دی ترپن، دی هیدروکارون، سینئول، میرسن، پارامیرسن، دیل آپیول، ایزومیریستیسین، میریستیسین و آپیول تشخیص داده شد. عطر شوید به دلیل α-فلاندرن (۲۰٪-۱۰٪)، لیمونن (۴۰٪-۳۰٪)، کارون (۴۰٪-۳۰٪) و اتر شوید (بیش از ۱۰٪) است (Bauer *et al.*, 2001). در مطالعه ای بر روی شوید در کشور بلغارستان، گزارش شده است که اسانس بخش رویشی شوید غالبا از فنیل پروپانوئید کارواکرول (۸۵/۲۰٪) و هیدروکربن‌های منوترپنی α-فلاندرن (۸۳/۲۱٪) و لیمونن (۹۶/۱۸٪) تشکیل شده است (Dimov *et al.*, 2019). در ایران پنج ترکیب α-فلاندرن، لیمونن، اتر شوید، کارون و دی هیدروچالکون بیش از ۹۵٪ اسانس شوید را تشکیل می دهند (Sefidkon, 2001). رشد شوید و ترکیب اسانس آن تحت تاثیر عوامل مختلف ژنتیکی و محیطی قرار می گیرد (Simon *et al.*, 1992). عوامل محیطی مهم شامل مقدار آب و کود مانند مقدار نیتروژن در دسترس می باشند (Sifola & Barbieri, 2006 Nurzyńska-Wierdak, 2013). در مطالعه ای بر روی گیاهان شوید رویش یافته در اطراف شهر شیراز، ترکیبات عمده اسانس برگ و ساقه، دیل آپیول (۲/۲۱٪)، α- فلاندرن (۲/۳۷٪) و β-فلاندرن (۲/۹٪) تشخیص داده شد (Kianfar & Ketabchi, 2021). در حالیکه در بررسی (Ghaderi *et al.*, 2012) ترکیبات اسانس شوید، لینالول (۲۳/۵۹٪)، کومینال (۹۶/۱۹٪)، لیمونن (۸۳/٤٪)، p-سیمن (۷۲/٤٪) و γ-تریپینن (۵۹/٤٪) ذکر شده

اند. بر اساس نتایج (Sefidkon, 2001) و (Yazdani *et al*., 2004) پنج ترکیب α- فلاندرن، لیمونن، دیل اتر، کارون و ترانس دی- هیدروکارون مجموعا بیش از ۹۵٪ اسانس شوید ایران را تشکیل می دهند. مقایسه نتایج حاصل از آنالیز اسانس شوید کشت شده در ایران با دیگر کشورها نشان می دهد که با وجود اینکه میزان اسانس شوید در شوید ایرانی کمتر است اما این اسانس از کیفیت بالاتری برخوردار است و میزان فلاندرن، لیمونن و کارون که از ترکیبات اصلی اسانس شوید هستند در شوید ایران بالاتر از شوید سایر کشورها است (Halva *et al*., 1998, Mahram *et al*., 1992). بر اساس مشاهده (Andalibi *et al*., 2010)، درصد فلاندرن و لیمونن در اسانس سر شاخه‌های گلدار و کارون در اسانس دانه‌های شوید ایران بیشتر از اسانس شوید سایر کشورهاست. چنین تفاوت هایی در میزان و نوع ترکیبات تشکیل دهنده اسانس یک گیاه در رویشگاه‌های مختلف ناشی از شرایط اکولوژیکی مختلف این مناطق است. مقدار و ترکیب اسانس شوید به بخشی از گیاه که اسانس از آن استخراج می شود، زمان برداشت، روش استخراج، نوع رقم، شرایط رشد، منطقه جغرافیایی، حالت بلوغ و شرایط ذخیره اسانس بستگی دارد (Jirovetz *et al*., 2003). بکارگیری کود آلی مقدار برخی ترکیبات اسانس را افزایش و برخی را کاهش می دهد (Coppeta *et al*., 2006). مطالعات مختلف نشان داده اند که بکارگیری ورمی کمپوست رشد و تولید اقتصادی گیاهان زراعی مثلاً تولید دانه در جعفری (*Petroselinum crispum*) (Peyvast *et al*., 2008) گشنیز (*Coriandrum sativum*) و زیره سیاه (*Carum carvi*) (Aćimović *et al*., 2015) را به طور معنی داری افزایش می دهد. در مطالعه (Khoramivafa *et al*., 2018) ترکیبات اسانس شوید شامل α-کارون، ترانس دی هیدروکارون، دیل آپیول و فلاندرن بودند و زمانیکه کود گاوی، ورمی کمپوست و کمپوست چای به خاک اضافه شد، کارون بیشترین میزان را داشت. در بررسی (Rahmanian, 2022 *et al*.,) بر تاثیر نوع بستر کشت، ماده آلی و شوری بر میزان ترکیبات اسانس گیاه *Melissa officinallis* L.، مقدار ترانس-کاروئول، ایزوبورنئول، کارواکرول استات و γ-ترپنتین در شوری افزایش نشان داد. در مطالعه بر روی اسانس بادرنجبویه (Khadem al-Husseini *et al*., 2018) به نتایج مشابهی رسیدند. استفاده توأم کمپوست و ورمی کمپوست توسط (Mona *et al*., 2005) جهت بهبود صفات کیفی *Melissa officinallis* L. توصیه شده است. این محققین بکارگیری کودهای آلی از جمله کمپوست و ورمی کمپوست را راهکاری موثر در افزایش تولید مواد موثره دارویی گیاهان می‌دانند. در به لیمو نیز (Asghari *et al*., 2015) به همین نتیجه رسیدند. در آزمایشات (Mirzajani *et al*., 2019) با مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست، افزایش معنی داری در عملکرد اسانس بادرنجبویه مشاهده شد. بنا به نظر (Fallah *et al*., 2018) مصرف کودهای آلی و فراهمی عناصر غذایی عامل موثر افزایش تولید اسانس در *Dracocephalum moldavica* است. طبق گزارش (Kapoor *et al*., 2004) نیز درصد اسانس در گیاهان دارویی با بکارگیری کودهای آلی افزایش می یابد. بنا به نظر (Anwar *et al*., 2005) افزایش تولید اسانس در اثر مصرف کمپوست و ورمی کمپوست، به دلیل افزایش دسترسی به

عناصری مانند فسفر و نیتروژن توسط این کودها و ساخت بیشتر ترپنوئیدهاست که از اجزاء اساسی اسانس هستند. در آزمایشات (Rahmanian *et al.*, 2022) بیشترین میزان ترکیبات اصلی اسانس بادرنجبویه یعنی ترانس کاروئول، کارواکرول استات، ایزوبورنئول، ایزوپولگل و ۳ –γ–کارن در محیط کشت خاک زراعی، کمپوست و ورمی‌کمپوست مشاهده شد. در بررسی ترکیبات اسانس چهار اکوتیپ مختلف شوید ایران (Mohebodini & Farmanpour-Kalalagh, 2021) دریافتند که به ترتیب در اکوتیپ اردبیل، اصفهان، مشهد و کرمان، ۳۸ و ۲۷ و ۲۵ و ۲٤ ترکیب فرار وجود دارد که ۱۸ ترکیب تولوئن، α–توجن، کامفن، سابینن، β–پینن، β–میرسن، α–فلاندرن، α–ترپینن، β–فلاندرن، آندرکان، سابینول، اتر شوید، کارواکرول، جرماکرن، دیل آپیول، نئوفیتادین، هگزاهیدروفارنسیل استون و فیتول در همه اکوتیپها به مقدار متفاوت یافت می شوند. در اکوتیپ کرمان میانگین مقدار سه ترکیب α–فلاندرن، سابینول و دیل آپیول از بقیه اکوتیپها بیشتر بود.

جدول٦- ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه جعفری در مزرعه.

شماره	نوع ترکیب	درصد
۱	α-Pinene	۳/۲
۲	β -Pinene	۱/۷
۳	β -Myrcene	۳/۲٥
٤	α-Phllandrene	۰/۸
٥	ρ -Cymene	۳/٦
٦	β -Phllandrene	٥/٥
۷	Terpinene	۰/۱٥
۸	ρ -Menthatriene	۳/٥
۹	ρ -Acetotoluene	۰/٤
۱۰	Estragole	۰/۲
۱۱	Caryophyllene	۰/۳
۱۲	γ -Elemene	۰/٤٥
۱۳	Germacrene	۰/٤
١٤	Myristicin	٤۰/۳٥
۱٥	Carotol	۲/۹
۱٦	α-Gerjunene	۰/۲
۱۷	α-Cadinol	۰/۳٥
۱۸	Naphthalene	۰/۱٥
۱۹	Apiol	۱/۸٥
۲۰	Palmitic acid	۱/۱٥
۲۱	phytol	۱/۳٥
۲۲	Diisooctyl phthalate	۱۱/٥
مجموع		**۸۱**

در اسانس گیاه جعفری در شرایط مزرعه ای،۲۲ ترکیب که ۸۱ درصد کل اسانس را تشکیل می دهند شناسایی شد (جدول٦). بر اساس نتایج سه ترکیب میریستیسین، دی ایزواکتیل فتالامات و بتا فلاندرن با مقدار ۳۵٪، ٤۰٪، ۱۱٪ و ۵٪ بالاترین میزان ترکیبات را به خود اختصاص داده اند. .

جدول۷- ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه جعفری در بستر خاک لومی- ورمیکولیت

شماره	نوع ترکیب	درصد
۱	α-Pinene	٤/۷
۲	Thujene	۰/۲۵
۳	β -Pinene	۲/۵٦
٤	β -Myrcene	۷/۳
۵	α-Phllandrene	۱/۲۵
٦	Cymene	۰/۳۵
۷	β -Phllandrene	۱۳
۸	Ocimene	۰/۱۲
۹	γ -Terpinene	۰/۲
۱۰	Ethylstyrene	٤/۷۵
۱۱	ρ -Menthatriene	۱۸/۲۵
۱۲	ρ -Acetotoluene	۰/۳۵
۱۳	Estragole	۰/۳
۱٤	β -Citral	۰/۳
۱۵	Citral	۰/٦
۱٦	Caryophylene	۰/۱۵
۱۷	γ -Elemene	۰/۱۱
۱۸	Germacrene	۰/۳
۱۹	Myristicin	۲٦/۷۵
۲۰	Carotol	۱/۵
۲۱	α-Cadinol	۰/۱۲
۲۲	Apiol	۰/٦
۲۳	Phthalic acid	٦/۱
۲٤	Diisooctyl phthalate	۲
مجموع		**۹۲/۰٦**

طبق جدول شماره ۷، ۲٤ ترکیب مجموعا ۹۲/۰٦٪ اسانس را تشکیل می دهند (جدول۷). میریستیسین (۲٦/۷۵٪)، پارامنتاترین (۱۸/۲۵٪) و بتامیرسن (۷/۳٪) بالاترین درصد ترکیبات اسانس را تشکیل داده اند.

جدول ۸- ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه جعفری در بستر کوکوپیت و پرلیت.

شماره	نوع ترکیب	درصد
۱	β -Myrcene	۱/٦
۲	α-Phllandrene	۰/۳٥
۳	β -Phllandrene	۳/۷٥
٤	Terpinolene	۰/۱٥
٥	ρ -Menthatrien	۰/۲
٦	ρ -Menthan-3-one	۰/۲٥
۷	Estragole	۰/۳٥
۸	Citronellol	۳/٦
۹	Citronellyl Formate	۰/۷٥
۱۰	4-Carene	۰/۱٥
۱۱	2,6-Dimethyl-2,6-octadiene	۰/۱٥
۱۲	β -Elemene	۰/٥
۱۳	Caryophyllene	۰/۲٥
۱٤	Germacrene D	۰/٦٥
۱٥	Germacrene	۱
۱٦	α-Cedrene	۰/۱٥
۱۷	Cyclohexane	۰/٦
۱۸	Myristicin	٤۱
۱۹	Elemicin	۱/٥
۲۰	Carotol	۱
۲۱	α-Gurjunene	۰/۱٥
۲۲	Apiol	۲۸/۳
۲۳	Geranyl tiglate	۰/۱٥
۲٤	Palmitic acid	۰/٤٥
۲٥	Phytol	۰/٦
۲٦	Phthalic acid(Dnop)	۹
مجموع		**۹٤/٥٥**

با توجه به جدول ۸، ۲٦ ترکیب ۹٤/٥٥ درصد اسانس را تشکیل می دهند (جدول۸). میریستیسین (٤۱٪)، آپیول (۲۸٪/۳) و بتافلاندرن (۳٪/۷٥) بالاترین مقدار را دارند. طعم و عطر جعفری به مقدار چهارترکیب ۱و۳و۸-ρ-منتاترین، آپیول، β-فلاندرن و میریستیسین بستگی دارد (Petropoulos, *et al.*, 2010). در مطالعه‌ای که روی ارقام مختلف گیاه *Petroselinum crispum* توسط (Gruszecki & Walasek-Janusz, 2022) صورت گرفت، ترکیب غالب اسانس ریشه در همه کشته ها یا ارقام

(Cultivars)، آپیول و در برگ ها، میریستیسین، β-پینن، Z-فالکارینول و β-فلاندرن گزارش شده است. این محققین تاکید نموده اند که ترکیب اسانس بسته به شرایط آب و هوایی فصل رشد در زمان آنالیز اسانس، به شدت تغییر می کند.

اثر نوع محیط کشت بر میزان محصول و خواص اسانس گیاه اسطوخودوس(*Lavendula angustifolia*) توسط (Najar *et al.*, 2019) بررسی شد. محیط کشت شامل مخلوطی از پیت، کمپوست و ذرات تجزیه شده به نسبت‌های مختلف بود. استفاده از مخلوط این سه بالاترین میزان محصول دهی و بهترین کیفیت اسانس را به دنبال داشت به طوری که لینالول به عنوان یک ترکیب با ارزش در گیاهان دارویی بالاترین میزان را در چنین محیطی داشت. اختلاف در تولید اسانس به دلیل ترکیبات محیط کشت در دیگر گونه‌ها نیز مانند *Thymus caespititius* Brot. (Pereira *et al.*, 2000) و *Ocimum basilicum* (Burdina & Priss, 2016) نیز دیده شد؛ به طوریکه در این گیاهان با افزایش ۲۰-۶۰٪ ماده معدنی به پیت، تولید اسانس تا ۴۰٪ افزایش یافت. نتایج متناقضی نیز در تولید اسانس گیاهان لامیاسه دیده شده که مربوط به اثر مواد معدنی بر تولید اسانس می باشد. میزان بالای پتاسیم می تواند میزان اسانس را در خیلی از گیاهان مانند *Origanum dictamnus* (Economakis, 1993) و اسطوخودوس (Chrysargyris *et al.*, 2017) کاهش دهد، ولی (Puttunna *et al.*, 2010) چنین ارتباطی را در گیاه *Rosmarinus officinalis* مشاهده نکردند. تولید اسانس در اسطوخودوس با میزان بالای فسفر موجود (۳۰-۷۰mg/l) تاثیر نگرفت (Chrysargyris *et al.*, 2016) اما در مطالعه ای دیگر روی اسطوخودوس، مقدار تولید اسانس با افزایش بکارگیری p در مزرعه بالاتر رفت (Sekeroˇglu & Özgüven, 2008).

برای کشت گلدانی *Lavendula angustifolia* (Najar *et al.*, 2019) کمپوست سبز یا ذرات تجزیه شده را پیشنهاد دادند. بنا به نظر این محققین در کشت اسطوخودوس ترکیب محیط کشت می تواند بسته به نوع استفاده از گیاه برای مقاصد آرایشی، صنعتی و دارویی تنظیم شود و انتخاب محیط کشت مناسب با کاهش مواد زاید، باز چرخ مواد و کاهش استفاده از پیت در باغات می تواند در حفاظت از محیط زیست نیز موثر باشد. در مطالعه ای دیگر (Najar *et al.*, 2021) عملکرد دو شیموتیپ *Thymus vulgaris* L. را که به صورت ارگانیک در شرایط آب و هوایی مدیترانه ای ایتالیا کاشته شده بودند طی سه سال بررسی کردند و روش کشت ارگانیک را بهترین روش کشت از نظر تولید زی توده و اسانس معرفی کردند. در مطالعه ما نیز بیشترین تنوع ترکیبات اسانس شوید در بستر لومی-ورمی کمپوست دیده شد.

بکارگیری هر یک از محیط‌های کشت بسته به نوع استفاده از گیاه می تواند توصیه شود. در روش کشت مزرعه‌ای میزان α-فلاندرن بیشتر از کشت گلخانه‌ای است. در مطالعه ای بر روی فعالیت‌های زیستی α-فلاندرن (Radice *et al.*, 2022) این ترکیب را به عنوان یک حشره کش زیستی، یک عامل ضد میکروبی و ضد توموری معرفی نموده اند و به کاربردهای غذایی آن نیز اشاره کرده اند. شوید و جعفری از منابع مهم α-فلاندرن به شمار می روند. آپیول نیز یک متابولیت ثانوی متعلق به گروه

فنیل پروپانوئیدهاست و تیره آپیاسه به ویژه جعفری و شوید از منابع مهم آن محسوب می شوند. آپیول خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد قارچی، ضد سرطانی و ضد تومری دارد (Tabassum *et al*., 2021). فیتول نیز یک دی‌ترپن است که در صنعت دارویی و بیوتکنولوژی از ارزش بالایی برخورداراست.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از تجزیه کیفی اسانس دو گیاه شوید و جعفری با استفاده از دستگاه کرماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی در بسترهای مختلف کشت (مزرعه، لومی–ورمی‌کمپوست و کوکوپیت–پرلیت) نشان می دهد که نوع بستر کشت می تواند تأثیر قابل توجهی بر کیفیت و فراوانی ترکیبات اسانس داشته باشد. طبق نتایج به دست آمده درگیاه شوید بالاترین درصد اجزاء شناسایی شده مربوط به سه ترکیب متفاوت آلفافلاندرن (۵/٪۵٤)، فیتول(٦۵/٪۱۸) و آپیول (۲/٪٤۹) بود که به ترتیب در محیط مزرعه، خاک لومی– ورمی کمپوست و بستر کوکوپیت – پرلیت بیشترین مقدار را دارا بودند. در اسانس گیاه جعفری، میریستیسین در هر سه محیط بالاترین درصد را داشت. با توجه به این نتایج، شناسایی و بکارگیری بستر کشت مناسب به منظور تامین اهداف ویژه کاربران در حوزه گیاهان دارویی و صنایع غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از مسئولین محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان که در انجام این کار تحقیقاتی مساعدت کرده و امکانات لازم را فراهم نمودند، اعلام می دارند.

REFRENCES

Aćimović, M., Kostadinović, L., Popović, S. & Dojčinović, N. 2015. APIACEAE SEEDS AS FUNCTIONAL FOOD. *Journal of Agricultural Sciences. 60*(3), 237-246. http://dx.doi.org/10.2298/JAS1503237A

Andalibi, B., Zehtab Salmasi, S., Ghassemi Gholezani, K., Saba, J. 2010. Changes in essential oil yield and composition at different parts of dill (*Anethum graveolens* L.) under limited irrigation conditions. Journal of Agricultural Science (University of Tabriz) 21: 11-22. (In Farsi).

Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A. & Khanuja, S. P. S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.36* (13-14), 1737-1746. https://doi.org/10.1081/CSS-200062434

Armand, N., & Jahantab, E. 2019. Comparing the essential oil composition of *Smyrnium cordifolium* Boiss. in different natural habitats of Boyer Ahmad County. Journal of Rangeland. 13 (1), 39-51. (In Farsi)

Asghari, M., Yousefirad, M. & Masoumi Zavarian A. 2015. Study of the effects of organic compost and vermicompost fertilizers on quantitative and qualitative traits of Behlimo medicinal plant. *Journal of Medicinal Plants. 2*(58), 63-71. http://dorl.net/dor/20.1001.1.2717204.2016.15.58.2.0

Bailer, J., Aichinger, T., Hackl, G., Hueber K., & Dachler M. 2001. Essential oil content and composition in commercially available dill cultivars in comparison to caraway. *Industrial Crops and Products, 14*, 229-239. DOI: 10.1016/S0926-6690(01)00088-7

Bauer, K., Garbe, D., Surburg, H. 2001. Common fragrance and flavour Preparation, properties and materials uses. IV Compl. Revised Edition. Wiley- VCH Verlag GmbH, Weinheim. Germany

Burdina, I.; Priss, O. 2016. Effect of the substrate composition on yield and quality of basil *(Ocimum basilicum* L.). *Journal of Horticultural Research, 24*, 109–118. https://doi.org/10.1515/johr-2016-0027

Booth, R.E., Mackey, J.M.L., Rorison, I.H., Spencer, R.E. & Hart, R. 1993. ISP germination and rooting environments: sand, compost and solution culture. In methods in comparative plant ecology. A laboratory manual. Edited by G.A.F. Hendry and J.P. Grime. Chapman & Hall, New York.pp.19-24.

Chrysargyris, A., Panayiotou, C., & Tzortzakis, N. 2016. Nitrogen and phosphorus levels a ected plant growth, essential oil composition and antioxidant status of lavender plant (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Industrial Crops and Products, 83*, 577–586. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.067

Chrysargyris, A., Drouza, C., & Tzortzakis, N. 2017. Optimization of potassium fertilization/nutrition for growth, physiological development, essential oil composition and antioxidant activity of *Lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition,17*, 291–306. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162017005000023

Coppeta, A., Lingua, G., & Berta G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. *Mycorrhiza, 16*,485-494. https://doi.org/10.1007/s00572-006-0065-6

Dimov, M.D., Dobreva, K.Z., & Stoyanova, A.S. 2019. Chemical composition of the dill essential oil (*Anethum graveolans* L.) from Bulgaria. *Bulgarian Chemical communicatios, 51,214*-216. doi:10.1088/1757-899X/1031/1/012108

Duke, J.A. 2001. Handbook of medicinal herbs. CRC press LIC, pp: 42.

Etehadpour, M., & Tavassolian, I. 2019. Ecological factors regulate essential oil yield, percent and compositions of endemic yarrow (*Achillea eriophora* DC.) in southeast Iran. *International Journal of Horticultural Science and Technology. 6*(2), 201-215. https://doi.org/10.22059/ijhst.2019.283276.299

Economakis, C.D. 1993. Effect of potassium on growth and yield of *Origanum dictamnus* L. in solution culture. *Acta Horticulturae, 331*, 339–344. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.331.46

Fallah, S., Rostaei, M., Lorigooini, Z. & Abbasi Surki, A. 2018. Chemical compositions of essential oil and antioxidant activity of dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) in sole crop and dragonhead soybean (Glycine max) intercropping system under organic manure and chemical fertilizers. *Industrial Crops and Products, 115*, 158–165. http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.003

Ghaderi, S., Falahati hosein abad, A., Sarailoo, M.H., Ghanbari, V. 2012. Investigation of the components and antibacterial effects of three plants' essential oil *Coriandrum sativum, Achilleh millefolium, Anethum graveolens* in vitro. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences, 14 (5): 74-82. (In Farsi)

Ghasemi-Golzanni, K., & Solhi-Khajemarjan, R. 2021. Changes in growth and essential oil content of dill (*Anethum graveolens*) organs under drought stress in response to salicylic acid. *Journal of Plant Physiology and Breeding. 11*(1), 33-47. https://dx.doi.org/10.22034/jppb.2021.13717

Gruszecki, R. & Walasek-Janusz, M. 2022. Essential Oil Diversity of Turnip-Rooted Parsley Cultivars. *Agronomy, 12*(8), 2022. https://doi.org/10.3390/agronomy12081949

Halva, S., Huopalahti, R., Franz, C., & Makinen, S., 1998. Herb yield and essential oil of dill at different location, *Journal of agricultural Sciences in Finland, 60* (2), 93. https://doi.org/10.23986/afsci.72280

Hornok, L., 1992. Cultivation and processing of medicinal plants. Academic Publication, Budapest.

Hornok, L., 1980. Effect of nutrition supply on yield of dill (*Anethum graveolens* L.) and the essential oil content. *Acta Horticulturae, 96*, 337-342. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1980.96.36

Ingham, E. 2005. The compost tea brewing manual: Soil Food web Incorporated Oregon.

Jirovetz, L., Buchbauer, G., Stoyanova, A., Evgenii, Georgiev, V., Stanka, & Damianova, T. 2003. Composition, Quality Control, and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Long-Time Stored Dill (*Anethum graveolens* L.) Seeds from Bulgaria. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, *51*(13) 3854–3857. https://doi.org/10.1021/jf030004y

Joshi, R., Singh, J., & Vig, A. 2015. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 14*,137-59. https://doi.org/10.1007/s11157-014-9347-1

Kapoor, R., Giri, B. & Mukerji, K. G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology, 93*(3), 307-311.
https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.028

Kaur, G.J. & Arora, D.S. 2010. Bioactive potential of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare*, and *Trachyspermum ammi* belonging to the family Umbelliferae-current status. *Journal of Medicinal Plant Research, 4*, 087-094. https://doi.org/10.5897/JMPR09.018

Khadem al-Husseini, Z., Jafarian, Z., Roshan, W. & Ranjbar, G. H. 2018. The effect of water salinity on the quantity and quality of biochemical compounds of Lemongrass (Melissa officially L.). Rangeland Journal of Science Research. 12 (3), 379-370. (In Farsi)

Khoramivafa, M., Arivn, K. & Sayyadian, K. 2018. Quantity and Quality of Dill Essential Oil as Influenced by Organic Fertilizers. *Journal of Medicinal Plants and By-products, 1*, 49-57. https://doi.org/10.22092/jmpb.2018.116728

Kianifar, E., & Ketabchi, S. 2021. Study on chemical compounds and antibacterial activity of *Anethum graveolens* L. essential oil as a natural preservative and flavoring in celery juice. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 37*(106)350-363. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2021.352505.2894

Leithy, S., Gaballah, M., & Gomaa A. 2009. Associative impact of bio-and organic fertilizers on geranium plants grown under saline conditions. *International Journal of Academic Research, 1*, 17-23.

Mahram, G., Kadry, H., Thabet, C., Olemy, N., Azizi, M., Shiff, J., Wong, L., & Liv, N. 1992. GC-MS analysis of volatile oil of fruits of *Anethum graveolens* L. *International Journal of Pharmacognosy, 30*, 2, 139.

Mirzajani, M. R., Majidian, M. & Mohsenabadi, Gh. 2019. Evaluating the Effect of Integrated Nutrition on Quantitative Yield and Essential Oil Percentage of Lemon Balm (*Melissa officinalis*). Plant Productions. 42(4), 469-482. (In Farsi)

Mohebodini M., & Farmanpour-Kalalagh, K. 2021. Comparative Chemical Composition of Essential Oils in Dill (*Anethum graveolens* L.) Ecotypes: Focus on Univariate and

Factor Analysis. *Internatinal Journal of Horticultural Science and Technology, 8*(2), 81-90. https://doi.org/10.22059/ijhst.2020.294658.328

Mona, Y., Kandil, A. M. & Swaefy Hend, M. F. 2008. Effect of three different compost levels on fennel and salvia growth character and their essential oils. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4*(1): 34-39.

Monthana, R.A., Al-Said, M.S., Al-Yahya, M.A., Al-Rehaily, A.J. & Khaled, J.M. 2013. GC and GC/MS Analysis of Essential Oil Composition of the Endemic Soqotraen Leucas virgata Balf.f. and Its Antimicrobial and Antioxidant Activities. International Journal of Molecular Sciences, 14(11), 23129-23139;
https://doi.org/10.3390/ijms141123129

Mozafarian, V. 1996. Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang moaser press. 740 p. (In Farsi)

Najar, B., Demasi, S., Caser, M., Gaino, W., Cioni, P.L., Pistelli, L. & Scariot, V. (2019). Cultivation Substrate Composition Influences Morphology, Volatilome and Essential Oil of *Lavandula Angustifolia* Mill. *Agronomy, 9*, 411. 1-19.
https://doi.org/10.3390/agronomy9080411

Najar, B., Pistelli, L., Ferri, B., Angelini, L.G., Tavarini, S. 2021. Crop Yield and Essential Oil Composition of Two *Thymus vulgaris* Chemotypes along Three Years of Organic Cultivation in a Hilly Area of Central Italy. *Molecules, 26*, 5109. https://doi.org/10.3390/molecules26165109

Nurzyńska-Wierdak, R., 2013. Does mineral fertilization modify essential oil content and chemical composition in medicinal plants? *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 12*(5), 3-16.

Omid beige, R. 2007. Production and processing of medicinal plants. Astan Quds Publication. (In Farsi)

Pant, A., Radovich, T., Hue, N., Talcott, S., & Krenek, K. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 89*:2383-92. http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.3732

Petropoulos, S.A., Daferera, D, Polissiou, M.G. & Passam, H.C. 2010. Effect of freezing, drying and the duration of storage on the composition of essential oils of plain-leafed parsley [Petroselinum crispum (Mill.) Nym. ssp. neapolitanum Danert] and turnip-rooted parsley [Petroselinum crispum (Mill.) Nym. ssp. tuberosum (Bernh.) Crov.]. *Flavour and Fragrance Journal, 25*, 28–34. http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1954

Pereira, S.I., Santos, P.A.G., Barroso, J.G., Figueiredo, A.C., Pedro, L.G., Salgueiro, L.R., Deans, S.G., & Scheer, J.J.C. 2000. Chemical polymorphism of the essential oils from populations of Thymus caespititius grown on the island S. Jorge (Azores). *Phytochemistry, 55*, 241–246. https://doi.org/10.1016/s0031-9422(00)00278-8

Peyvast, G., Olfati, J., Madeni, S., Forghani, A., & Samizadeh, H. 2008. Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of parsley. *International Journal of Vegetable Science, 14*:82-92. http://dx.doi.org/10.1080/19315260801890740

Prakash, V., Bhattacharyya, R., Selvakumar, G., Kundu, S., & Gupta, H. 2007. Long term effects of fertilization on some soil properties under rain fed soybean-wheat cropping in the Indian Himalayas. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170*:224-33. http://dx.doi.org/10.1002/jpln.200622032

Puttanna, K., Rao, E.V.S.P., Singh, R., & Ramesh, S. 2010. Influence of Nitrogen and Potassium Fertilization on Yield and Quality of Rosemary in Relation to Harvest

Number. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 41*, 190–198. http://dx.doi.org/10.1080/00103620903429984

Radice, M., Durofil, A., Buzzi, R., Baldini, E., Martinez, A.P., Scalvenzi, L. & Manfredini, S. 2022. Alpha-Phellandrene and Alpha-Phellandrene-Rich Essential Oils: A Systematic Review of Biological Activities, Pharmaceutical and Food Applications. *Life (Basel), 12*(10), 1602. https://doi.org/10.3390%2Flife12101602

Rahmanian, Sh., Aboutaleb Jahromy, A., Hoseini Farahani, M. 2022. Effect of Culture Medium, Organic Matter and Salinity on the Amount and Active Ingredients of Lemon Balm (Melissa officinal is L.) Essential Oil. Sustainable Agricultural Science Research.1(4) 45-63. (In Farsi)

Rassam, GH., Ghorbanzadeh, M., Dadkhah, A. 2006. Effect of planting date and nitrogen on yield and seed yield components of Dill (*Anethum graveolens* L.) in Shirvan region. Journal of Agriculture Science and Natural Resources 13 (3), 1-7. (In Farsi)

Reaisi, Z., Yadegari, M., & Shirmardia, H.A. 2019. Effects of phonological stage and elevation on phytochemical characteristics of essential oil of *Teucrium polium* L. and *Teucrium orientale* L. *International Journal of Horticultural Science and Technology, 6*(1), 89-99. https://doi.org/10.22059/ijhst.2019.275327.276

Sekero˘ glu, N., & Özgüven, M. 2008. Determination of optimum phosphorus doses for high flower yield and essential oil content in common Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). In Proceedings of the Fifth Conference on *Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries*, (5th CMAPSEEC), Brno, Czech Republic, 2–5.

Sefidkon, F. 2001. Essential oil composition of *Anethum graveolens* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 8, 45-62. (In Farsi)

Shekofteh, H., & Salari, N. 2016. Influence of hydrogel polymer and NO3-: NH4+ ratios on dill (*Anethum graveolens* L.) seed essential oil composition and yield. Desert.21(1),91-101. (In Farsi)

Sifola, M.I., & Barbieri, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae, 108*(4):408-413. http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.002

Simon, J.E., Bubenheim, D.R., Joly, R.J., & Charles, D.J. 1992. Water stress-induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. *Journal of Essential Oil Research, 4*(1); 71-75. http://dx.doi.org/10.1080/0972-060X.2003.10643335

Tabassum, A., Akram, S., & Mushtaq, M. 2021. In book: A Centum of Valuable Plant Bioactivities. Chapter: Apiole.

Tajpoor, N., Moradi, R., Zaeim, AN. 2013. Effects of various fertilizers on quantity and quality of dill (*Anethum graveolens* L.) essential oil. *International journal of agriculture and crop sciences, 6*, 1334-41.

Tian, J., Ban, X., Zeng, H., Huang, B., & Wang, Y. 2011. In vitro and in vivo activity of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) against fungal spoilage of cherry tomatoes. *Food Control, 22*, 1992-1999.
http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.05.018

Valiki, S.R. H. & Ghanbari, S., 2015. Comparative examination of the effect of manure and chemical fertilizers on yield and yield components of rosemary (*Rosemarinus officinalis* L.). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 29-37.

Yazdani, D., Jamshidi, A.H., Rezazadeh, SH.A., Mojab, F., Shahnazi, S. 2004. Variaion of essential oil percentage and constituent at different growth stages of dill (*Anethum graveolens* L.). *Iranian Journal of Medicinal Plants*. 11. 3 (11), 38-41. (In Farsi)

Yousefi, B., & Jaimand, K. 2018. Chemical variation in the essential oil of Iranian Rosa damascena landraces under semi-arid and cool conditions. *International Journal of Horticultural Science and Technology, 5*, 81-92.
https://doi.org/10.22059/ijhst.2018.256329.234

Zahedi, H., & Jahanshahi, S. 2014. Effect of Planting Date and Vermicomposting on Seed and Essence Production of Dill (*Anethum graveolens* L.). *Biological Forum, 6*(2): 357-361.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 3/No.3/Fall 2023/P: 78-97

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Chemical Composition of Dill (*Anethum graveolens* L.) and Parsley (*Petroselinum sativum* L.) Essential Oil in Different Culture Media

Mehrnaz Mahmoudi Zarandi[*1] and Samiyeh Sistani[2]

[1]Assistant Professor of Plant Physiology, Department of Biology, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran

[2]Ph.D Candidate of Plant Physiology, Department of Biology, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran

Corresponding Author's Email: mehromah@yahoo.com

(Received: October. 18, 2023– Accepted: December. 21, 2023)

ABSTRACT

The emphasis of the World Health Organization on the gradual replacement of natural materials instead of chemicals has caused different countries of the world to invest, and, plan mass production of medicinal plants at the industrial levels and use them in the pharmaceutical, food and, health industries. Although the production of secondary metabolites depends on genetic factors, it is significantly influenced by environmental factors. The effects of different growth conditions (field and greenhouse) on the quantity and quality of essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.) and parsley(*Petroselinum sativum* L.) were studied. Field cultivation was done on agricultural land in the Kerman Baqerabad region. In the greenhouse cultivation, germinated seeds were planted in pots with loamy soil (2/3) and vermicompost (1/3) and, cocopeat and perlite. Rorison solution was used for feeding plants in pots. Plants were harvested after 3 months. Essential oils of 100 grams of dried herbs were isolated by water distillation using Clevenger apparatus. Essential oil analysis was done by gas chromatography-mass spectrometry (GC/ MS). According to the results obtained from the compounds identified in the essential oil of dill, the highest amounts of components were alpha-phellandrene (54.5%), phytol (18.65%) and apiol (49.2%) in the field, loamy-vermicompost and cocopeat-perlite media respectively. In parsley essential oil, myristicin was the highest in all three culture media.

Keywords: Culture media, Dill (*Anethum graveolens* L.), Essential oil, Parsley (*Petroselinum sativum* L.)