نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۶۱۷-۶۰۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No.4, Winter. 2014, p. 608-617

بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و تراکم کاشت بر میزان و اجزای روغن گیاه دارویی گل مغربی (*Oenothera biennis* L.)

مجید عزیزی[۱*]- هاجر نعمتی[۲]- حسین آرویی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۱/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۶/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست و تراکم بوته بر میزان روغن گل مغربی و اجزای آن، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ انجام شد. تیمارها شامل ۴ سطح ورمی کمپوست (۰، ۲، ۳ و ۵ کیلوگرم در متر مربع) و ۳ تراکم بوته (۹ ، ۱۲ و ۲۰ بوته در متر مربع) بودند. استخراج روغن با دستگاه سوکسله و تجزیه اسیدهای چرب روغن با دستگاه گاز کروماتوگرافی انجام شد. دانسیته و ضریب شکست روغن نیز تعیین شدند. با توجه به نتایج به دست آمده، اثر ساده ورمی‌کمپوست و تراکم بوته بر درصد روغن و ضریب شکست آن معنی دار شد ولی اثر متقابل تیمارها بر تمام صفات معنی دار بود. ترکیب اسیدهای چرب روغن در تمام تیمارها مشابه بود. عمده ترین اسید چرب اشباع، اسید پالمیتیک و عمده ترین اسید چرب غیراشباع اسید لینولئیک بود. میزان اسید گاما لینولنیک هم در حد اپتیمم و ۸-۷ درصد بود. در مجموع مصرف ۲ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و به ترتیب تراکم ۲۰ بوته در متر مربع از نظر بهبود تولید روغن و تراکم ۹ بوته در متر مربع از نظر کیفیت روغن و نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع بهترین تیمارها تشخیص داده شد.

واژه های کلیدی: اسیدهای چرب، اسید گاما لینولنیک، دانسیته، ضریب شکست

مقدمه

گل مغربی[۴] به عنوان یک گیاه دارویی تاریخچه ای طولانی دارد و از جهت تولید اسید گاما لینولنیک[۵] دارای پتانسیل بالایی است (۲۹ و ۲۶). میوه آن به صورت کپسول و حاوی ۶۵۰-۲۰۰ عدد بذر به رنگ قهوه ای روشن و تیره است. بذرهای رسیده و خشک شده بخش دارویی این گیاه را تشکیل می دهند که حاوی ماده مؤثره از نوع روغن می باشند (۱ و ۲۶). روغن بذرهای گل مغربی به عنوان درمانی برای بسیاری از بیماریها شامل اگزما، ماستالژیا، سرطان، مولتیپل اسکلروزیس، روماتیسم و سطوح بالای کلسترول مؤثر است (۲۲). روغن این گیاه حاوی یک اسید چرب ضروری به نام اسید گاما لینولنیک است که به عنوان یک واسطه مهم در متابولیسم بدن انسان و سنتز پروستاگلاندین ها ضروری است. روغن گل مغربی در سطح تجاری به صورت مایع و در کپسول های ژلاتینی در دسترس است. محصولات دارویی این روغن شامل ایفامول[۶]، ایفاماست[۷]، اپیوگرام[۸]، برانشیکوم ترافپن[۹] و برونشیپرت[۱۰] در بازارهای جهانی موجود می باشند (۱۶). روغن گل مغربی شامل ۹۸ درصد تری آسیل گلیسرول و در حدود ۲-۱ درصد ماده غیر قابل صابونی و برخی از استرول ها و توکوفرول های مهم است. بخش استرول شامل ۹۰ درصد بتاسیتوسترول است (۱۹). اسیدهای چرب عمده در روغن گل مغربی شامل اسید پالمیتیک (۱۰-۷ درصد)، اسید استئاریک (۳/۵-۱/۵ درصد)، اسید اولئیک (۱۱-۶ درصد)، اسید لینولئیک (۸۰-۶۵

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: azizi@um.ac.ir

4- *Oenothera biennis* L., Onagraceae
5- γ-linolenic acid (GLA)
6- Efamol
7- Efamast
8- Epogram
9- Bronchicum® Tropfen
10- Bronchipret®

درصد) و اسید گاما لینولنیک (۱۴-۸ درصد) است (۳۲).

روغن گیاهان گاوزبان[1] و گل مغربی دو منبع اولیه اسید گاما لینولنیک هستند که در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی به کار می روند (۴۰)، ولی روغن گل مغربی به لحاظ بالینی فعالیت بیولوژیکی بالایی داشته (۳۱) و ۹۰ درصد از فروش جهانی اسید گاما لینولنیک مربوط به آن است (۲۴). از فاکتورهای زراعی که بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی تأثیر قابل ملاحظه ای دارند می توان به تراکم کاشت و تغذیه گیاهان اشاره نمود. در ایالت جیلین[2] در چین این این گیاه را با تراکم ۳۰۰ هزار بوته در هکتار که معادل ۳۰ بوته در متر مربع است کشت می نمایند (۲۲). میزان روغن بذرهای گل مغربی بسته به فاکتورهایی چون رقم، شرایط رشد و عمر بذر بین ۳۰-۲۰ درصد متغیر است (۲۶). درصد روغن از نظر ژنتیکی یک صفت کمی است که با تعداد زیادی ژن کنترل می شود و مانند هر صفت کمی دیگر، شرایط محیطی هم بر آن تأثیر می گذارند (۱۰). خالص رو و همکاران (۳) با کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) نشان دادند که افزایش سطوح ورمی کمپوست سبب بهبود درصد و عملکرد اسانس، درصد آنتول و متیل کاویکول، میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه در گیاه انیسون شد. نتایج تحقیقات متعدد روی گیاهان دارویی از جمله بابونه رومی[3] (۳۴)، (۳۴)، بابونه آلمانی[4] (۶)، بادرشبی[5] (۱۱)، ریحان[6] (۱۷) و رازیانه[7] (۲۱) (۲۱) نشان داد کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش کمیت و کیفیت ماده مؤثره گردید. در تحقیقی روی رشد رویشی و میزان آلوئین در گیاه صبر زرد[8]، مشخص شد افزایش ماده مؤثره و اسید مالیک تابع شرایط محیطی از جمله تغذیه با نیتروژن و تراکم می باشد و گیاهانی که توانستند از این منابع استفاده کنند دارای رشد رویشی و ماده مؤثره بیشتری بودند (۱۵). قلی نژاد و همکاران (۲۸) عنوان کردند تراکم کاشت از عوامل مؤثر در تعیین میزان عملکرد و کیفیت روغن گیاهان روغنی بوده و گزارش نمودند با کاهش تراکم بوته آفتاب گردان، درصد و میزان روغن دانه افزایش معنی داری یافت. سکروگلو و اوزگون (۳۹) گزارش کردند بالاترین عملکرد وکیفیت روغن گل مغربی با کاربرد سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فاصله ردیف ۴۰ سانتیمتر حاصل شد. درجه غیراشباعی ترکیب اسیدهای چرب در سایر محصولات روغنی از جمله گل مغربی، ارتباط معکوس با دمای غالب در طول بلوغ بذر دارد و دمای بالا در اوایل گلدهی ترکیب اسیدهای چرب را بطور منفی تحت تأثیر قرار می دهد (۳۹).

این تحقیق با هدف استخراج روغن گل مغربی و بهبود میزان اسید گاما لینولنیک آن تحت تأثیر تراکم کاشت و سطوح مختلف ورمی کمپوست و با توجه به مطالعات کمی که روی این گیاه از جنبه دارویی بودن آن صورت گرفته، در شرایط آب و هوایی مشهد به اجرا در آمد.

مواد و روش ها

به منظور تعیین تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و تراکم کاشت بر میزان روغن گل مغربی و اجزای آن، این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد. تیمارها شامل ۴ سطح ورمی کمپوست (۰، ۲، ۳ و ۵ کیلوگرم در متر مربع) و ۳ تراکم (۹ ، ۱۲ و ۲۰ بوته در متر مربع) بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. جدول ۱ تجزیه شیمیایی خاک مزرعه و ورمی کمپوست (تهیه شده از مؤسسه جهاد کشاورزی سمنان) را نشان می دهد.

برای شروع آزمایش، نیمه اول آبان ماه بذرهای گل مغربی به صورت سطحی در خزانه کشت شدند. دو هفته بعد بذرها جوانه زده و نشاها رشد کردند. سپس نیمه اول بهمن ماه دانهال ها از خزانه به پلاستیک های نشاء و اواخر اسفند ماه به منظور سازگاری با محیط بیرون به شاسی سرد منتقل شدند. با آماده سازی زمین مورد نظر، ۳۶ کرت به ابعاد ۱۲۰×۱۵۰ سانتیمتر در آن ایجاد شد. اوایل اردیبهشت ماه با مخلوط کردن ورمی کمپوست در نسبت های مختلف تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک در هر کرت، انتقال نشاها در هوای خنک بعد از ظهر، بر اساس تراکم های مورد نظر به زمین اصلی انجام شد. کنترل علفهای هرز با دست و آبیاری گیاهان هر ۱۰-۷ روز به صورت غرقابی و یکسان در تمام کرت ها صورت گرفت. نیمه دوم خرداد ماه گیاهان به گل رفته و اوایل مرداد با شروع رسیدن بذرها، کپسولها با دست برداشت و خشک شدند. سپس بذور از کپسولها جدا و برای استخراج و تعیین درصد روغن به آزمایشگاه منتقل شدند. استخراج روغن به کمک دستگاه سوکسله و با استفاده از حلال هگزان در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد انجام گرفت (۱۹).

سپس با دستگاه روتاری اواپوراتور[9] (تبخیر در خلاء) حلال زدایی صورت گرفته و درصد روغن تعیین شد. دانسیته روغن توسط پیکنومتر ساده با حجم ۵ سی سی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد تعیین شد.

1- *Borago officinalis*
2- Jilin
3- *Anthemis nobilis*
4- *Matricaria chamomilla*
5- *Dracocephalum moldavica*
6- *Ocimum basilicum*
7- *Foeniculum vulgare*
8- *Aloe vera*

1- Rotary evaporator

جدول ۱- تجزیه شیمیایی نمونه خاک مزرعه و ورمی کمپوست

	رس	سیلت	شن	EC	pH	ماده آلی	N	P	K
	(٪)			($ds.m^{-1}$)		(٪)		(ppm)	
خاک	۱۸	۲۸	۵۴	۲/۵۲	۸/۲۴	۰/۶	۰/۰۶	۳۵/۶	۱۳۵
ورمی کمپوست	–	–	–	۴/۴۴	۷/۴۶	۲۱	۱/۲۵	۰/۴۷	۲

ضریب شکست روغن نیز با دستگاه رفراکتومتر دیجیتال مدل ABBE Refractometer تعیین شد. برای شناسایی اسیدهای چرب موجود در روغن از دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شد. شناسایی اجزاء موجود در روغن با دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Youngling- Acme 6000 مجهز به ستون نوع BPX-70 با قطر داخلی ستون ۰/۲۵ میلیمتر، طول ستون ۱۲۰ متر، گاز حامل هلیوم، دمای انژکتور ۲۵۰ درجه سانتیگراد، نوع آشکار ساز FID، دمای دتکتور ۲۸۰ درجه سانتیگراد و دمای آون ۱۸۵ درجه سانتیگراد صورت گرفت. حجم تزریق برای هر نمونه ۰/۵ میکرولیتر بود (۱۹).

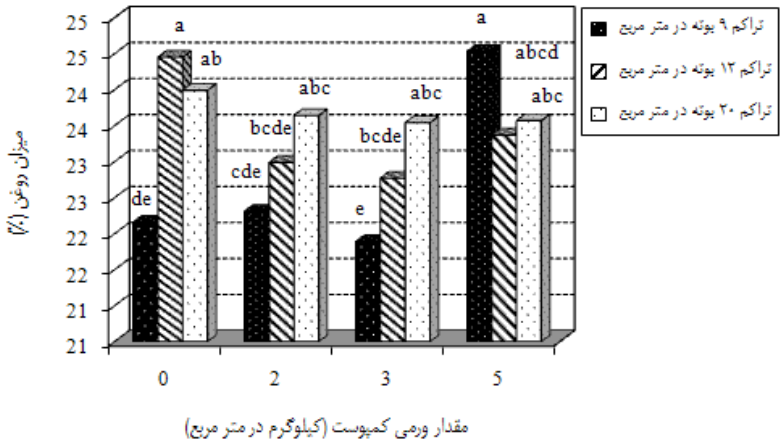
برای آنالیز آماری و جدول تجزیه واریانس از نرم افزار Minitab 13 استفاده شد و مقایسه میانگین ها با استفاده از نرم افزار MSTATC با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها نیز با نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

درصد روغن

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر ساده ورمی کمپوست بر درصد روغن درسطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول۲). بر اساس مقایسه آماری میانگین ها، بیشترین میزان روغن گل مغربی با ۲۳/۸۲ درصد در بالاترین سطح ورمی کمپوست حاصل شد که نسبت به سطح ۲ و ۳ کیلوگرم به ترتیب ۳/۶ و ۴/۸ درصد افزایش نشان داد ولی با شاهد تفاوت معنی داری نداشت. اثر تراکم بوته بر درصد روغن در سطح یک درصد معنی دار شد. بیشترین میزان روغن در بالاترین سطح تراکم کاشت حاصل شد که نسبت به سطح ۹ بوته در متر مربع ۴/۲ درصد افزایش نشان داد ولی با تراکم کاشت ۱۲ بوته در متر مربع تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲). شکل ۱ اثر متقابل ورمی کمپوست و تراکم کاشت را بر درصد روغن نشان می دهد که طبق نتایج جدول تجزیه واریانس در سطح یک درصد معنی دار شد. در سطوح ۲ و ۳ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست با افزایش تراکم بوته درصد روغن افزایش یافت که البته به لحاظ آماری اختلاف معنی داری ندارند.

اگرچه میزان متابولیت های ثانویه تحت کنترل ژنهاست، ولی مقدار، غلظت و تجمع آنها بطور قابل توجهی تحت تأثیر شرایط محیطی است (۳۷). فاکتورهای زراعی نیز از جمله فاصله کاشت روی عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی تأثیرگذار هستند (۱۲). عزیزی و همکاران (۷) با توجه به تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر بهبود وضعیت جذب عناصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه ریحان اظهار نمودند که ورمی کمپوست از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نقش خود را بر بهبود مواد مؤثره اعمال می نماید.



شکل ۱- اثر متقابل ورمی کمپوست و تراکم بوته بر درصد روغن گل مغربی

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس درصد، دانسیته و ضریب شکست روغن گل مغربی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد روغن	دانسیته (g/ml)	ضریب شکست
بلوک	۲	۱۶/۷۸ ns	۶/۶۹ ns	۰/۵۳۴ ns
ورمی کمپوست (A)	۳	۲/۲۳ *	۳۹/۴۴ ns	۲/۰۶۳ **
تراکم بوته (B)	۲	۲/۹۱ **	۱۶/۳۶ ns	۱/۰۹۲ *
اثر متقابل (A×B)	۶	۲/۰۱ **	۵۸/۱۰ *	۰/۷۲۸ *
خطا	۲۲	۰/۴۹	۲۰/۵۱	۰/۳۰۱
(cv)	-	۳	۰/۵۵	۰/۰۴

* و **- به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد ns : غیر معنی دار cv: ضریب تغییرات (درصد)

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین های اثر ورمی کمپوست و تراکم بر درصد، دانسیته و ضریب شکست روغن گل مغربی

تیمار	درصد روغن (٪)	دانسیته (g/ml)	ضریب شکست
ورمی کمپوست (کیلوگرم در متر مربع)			
صفر	۲۳/۵۳ ab	۰/۹۲۴ a	۱/۴۷۵۳ a
۲	۲۲/۹۸ bc	۰/۹۲۰ a	۱/۴۷۴۵ b
۳	۲۲/۷۳ c	۰/۹۲۱ a	۱/۴۷۵۴ a
۵	۲۳/۸۲ a	۰/۹۱۹ a	۱/۴۷۵۵ a
تراکم کاشت (بوته در مترمربع)			
۹	۲۲/۷۲ b	۰/۹۲۱ a	۱/۴۷۴۹ b
۱۲	۲۳/۳۹ a	۰/۹۲۰ a	۱/۴۷۵۱ ab
۲۰	۲۳/۶۸ a	۰/۹۲۲ a	۱/۴۷۵۵ a

*- در هر ستون، میانگین های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری اختلاف معنی دار ندارند.

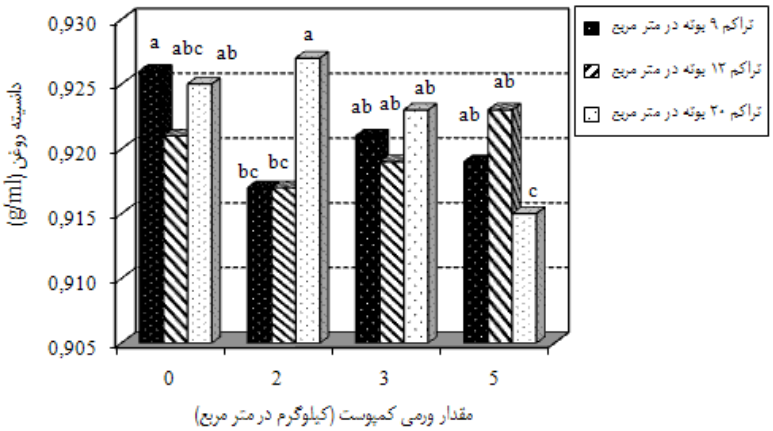
ویسانی و همکاران (۱۳) نیز در رابطه با افزایش میزان اسانس در گیاه ریحان بدنبال کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی نسبت به شاهد به چنین نتیجه ای دست یافتند.

با توجه به نتایج آزمایش ما نیز بیشترین میزان روغن در بالاترین سطح ورمی کمپوست بدست آمد که البته با شاهد تفاوت معنی داری نداشت. با توجه به اینکه خواص فیزیکی و شیمیایی اسید هیومیک موجود در ورمی کمپوست باعث افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه می شود، دور از انتظار نیست که با افزایش سطوح ورمی کمپوست، میزان روغن کاهش یابد، چون با افزایش مقدار نیتروژن، تشکیل پیش زمینه های پروتئینی نیتروژن دار بیشتر شده و بنابراین تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی بیشتر می گردد و در نتیجه مقدار مواد در دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش می یابد (۲۶). بیشتر گزارش ها مؤید کاهش درصد روغن در اثر افزایش نیتروژن قابل دسترس گیاه است و این موضوع را مربوط به وجود رابطه منفی بین درصد روغن و پروتئین دانه دانسته اند، در حالیکه در مورد تأثیر تراکم بر درصد روغن و پروتئین گزارش های متناقضی وجود دارد (۹). سکروگلو و اوزگون (۳۹) با بررسی تعیین اثرات سطوح مختلف نیتروژن (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد و کیفیت گل مغربی نشان دادند بیشترین میزان روغن در سطوح کمتر نیتروژن بدست آمد و گیاهانی که ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن دریافت کرده بودند، کمترین درصد روغن را تولید کردند.

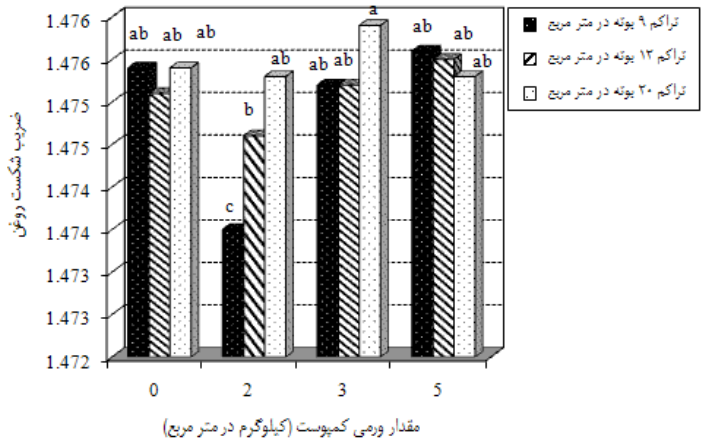
صالحی و همکاران (۶) با کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) روی بابونه آلمانی، افزایش درصد اسانس و عملکرد آن را در راستای افزایش سطح این کود بیان کردند و اظهار نمودند با افزایش میزان ورمی کمپوست علاوه بر افزایش عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک بهبود یافته و بستری مناسب برای رشد ریشه ایجاد می شود که باعث افزایش تولید ماده خشک، عملکرد گل و درصد اسانس می گردد.

دانسیته و ضریب شکست روغن

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر ساده ورمی کمپوست و تراکم بوته بر وزن مخصوص روغن معنی دار نبود ولی اثر متقابل آنها در سطح ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۲). شکل ۲ اثر متقابل ورمی کمپوست و تراکم کاشت را بر دانسیته روغن نشان می دهد.



شکل ۲- اثر متقابل مقدار ورمی کمپوست و تراکم بوته بر دانسیته روغن گل مغربی



شکل ۳- اثر متقابل مقدار ورمی کمپوست و تراکم بوته بر ضریب شکست روغن گل مغربی

وزن مخصوص (دانسیته) در تشخیص روغن ها کاربرد دارد و بر حسب وزن مولکولی و درجه غیراشباعی آنها فرق می کند. افزایش طول زنجیره کربنی و درجه غیراشباعیت باعث افزایش دانسیته می‌شود. وزن مخصوص تمام روغن های طبیعی کمتر از یک گرم بر میلی لیتر است و روغن گل مغربی هم از این قاعده مستثنی نبود.

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر ساده ورمی کمپوست بر ضریب شکست روغن در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین میزان ضریب شکست روغن (۱/۴۷۵۵) در بالاترین سطح ورمی کمپوست حاصل شد که نسبت به سطح ۲ کیلوگرم در متر مربع ۰/۰۷ درصد افزایش نشان داد ولی با سطوح شاهد و ۳ کیلوگرم در متر مربع تفاوت معنی داری نداشت. اثر ساده تراکم کاشت بر ضریب شکست روغن در سطح ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین میزان ضریب شکست (۱/۴۷۵۵) در بالاترین سطح تراکم کاشت حاصل شد که نسبت به تراکم ۹ بوته در متر مربع ۰/۰۴ درصد افزایش نشان داد ولی با تراکم ۱۲ بوته در متر مربع تفاوت معنی داری نداشت. اثر متقابل تیمارها نیز بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی دار شد. شکل ۳ اثر متقابل ورمی کمپوست و تراکم کاشت را بر ضریب شکست روغن نشان می دهد.

ضریب شکست اغلب به عنوان ملاکی از خلوص و شناسایی روغن استفاده می شود. این پارامتر با افزایش طول زنجیر و درجه غیراشباعیت افزایش می یابد و جزء پارامترهایی است که به آسانی در روغن قابل تغییر نیست. دنگ و همکاران (۲۲) این پارامتر را برای روغن گل مغربی ۱/۴۷۷ گزارش کردند. در این آزمایش ضریب شکست روغن ۱/۴۷۵ بدست آمد. علیرضالو و همکاران (۸) ضریب شکست نمونه های روغن کرچک را در محدوده ۱/۴۲۶-۱/۴۰۴ گزارش کرده و بیان نمودند تفاوت های اندک در مورد نتایج ضریب شکست روغن در سایر گزارش ها می تواند مربوط به اختلاف شرایط انجام آزمایش، شرایط کاشت، برداشت دانه ها و نحوه نگهداری

روغن‌ها باشد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن می تواند بطور مستقیم متأثر از ترکیب اسیدهای چرب، تری آسیل گلیسرول ها و ترکیب روغن که بسته به نوع واریته دانه و برخی فاکتورها چون شرایط آب و هوایی و نوع خاک تغییر می کند، متفاوت باشد (۳۶).

اجزای روغن

نتایج آنالیز شیمیایی روغن بذرهای گل مغربی در جدول ۴ آمده است. با توجه به جدول ۴، اجزای اصلی این روغن شامل دو اسید چرب اشباع یعنی اسید پالمیتیک و اسید استئاریک و سه اسید چرب غیراشباع یعنی اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید گاما لینولنیک بود. ترکیب اسیدهای چرب در تمام تیمارها مشابه بود. اجزای اصلی حاصل از آنالیز روغن گل مغربی در این آزمایش، با ترکیبات اسید چرب گزارش شده در روغن بذرهای این گیاه توسط هادسون (۳۲) و دوآن (۲۳) مشابه بود. دیگر اجزای شناسایی شده در روغن این گیاه در آزمایش حاضر با ترکیبات گزارش شده توسط کوارت (۲۰) مشابه بود.

در خصوص اثر ساده ورمی کمپوست بر درصد اسید پالمیتیک روند کاهشی مشاهده شد و بیشترین و کمترین میزان آن به ترتیب در سطوح شاهد و ۵ کیلوگرم در متر مربع مشاهده شد. در مورد اسید استئاریک تا سطح ۳ کیلوگرم در متر مربع روند افزایشی و سپس کاهشی مشاهده شد. در مورد اسید اولئیک تا سطح ۲ کیلوگرم در متر مربع روند کاهشی و در ۳ کیلوگرم در متر مربع افزایشی بوده و بیشترین مقدار بود. در مورد اسید لینولئیک و اسید گاما لینولنیک از شاهد تا ۲ کیلوگرم در متر مربع روند افزایشی وسپس کاهشی مشاهده شد. در خصوص اثر ساده تراکم کاشت، در مورد اسید پالمیتیک و اسید گاما لینولنیک با افزایش تراکم کاشت روند افزایشی مشاهده شد. در مورد اسید استئاریک و اسید لینولئیک با افزایش تراکم کاشت تا ۱۲ بوته در متر مربع روند افزایشی و سپس در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع روند کاهشی مشاهده شد. در مورد اسید اولئیک بیشترین میزان در تراکم کاشت ۹ بوته در متر مربع مشاهده شد و سپس کاهش یافت. در خصوص اثر متقابل ورمی کمپوست و تراکم کاشت، بیشترین و کمترین میزان اسید پالمیتیک به ترتیب در سطوح شاهد و ۵ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و تراکم کاشت ۹ بوته در متر مربع مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان اسید استئاریک به ترتیب در سطوح ۵ و صفر کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و تراکم کاشت ۱۲ بوته در متر مربع مشاهده شد. بیشترین میزان اسید اولئیک در سطح ۳ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و تراکم کاشت ۹ بوته در متر مربع و کمترین میزان آن در سطح شاهد ورمی کمپوست و تراکم کاشت ۱۲ بوته در متر مربع مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان اسید لینولئیک به ترتیب در سطوح ۲ و ۳ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و تراکم ۹ بوته در متر مربع مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان اسید گاما لینولنیک در سطح ۳ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و تراکم ۲۰ و ۹ بوته در متر مربع ورمی کمپوست و به ترتیب در تراکم های کاشت ۲۰ و ۹ بوته در متر مربع مشاهده شد.

در خصوص اثر ساده ورمی کمپوست بر مجموع اسیدهای چرب اشباع و تک غیراشباع، تا سطح ۳ کیلوگرم در متر مربع روند افزایشی و در سطح ۵ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست روند کاهشی مشاهده شد. در مورد اسیدهای چرب چند غیراشباع و همچنین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع، تا سطح ۳ کیلوگرم در متر مربع روند کاهشی و در سطح ۵ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست روند افزایشی مشاهده شد. در خصوص اثر ساده تراکم، با افزایش تراکم کاشت مجموع اسیدهای چرب اشباع افزایش یافت. در رابطه با اسیدهای چرب چند غیر اشباع تا سطح ۱۲ بوته در متر مربع روند افزایشی و سپس در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع روند کاهشی مشاهده شد. با افزایش تراکم کاشت، مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع و نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع روند کاهشی داشت. در خصوص اثر متقابل تیمارها بر مجموع اسیدهای چرب اشباع، حداکثر میزان در سطح ۳ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع و حداقل میزان در تیمار شاهد و تراکم ۱۲ بوته در متر مربع مشاهده شد. در مورد اسیدهای چرب تک غیراشباع، حداکثر و حداقل میزان به ترتیب در سطوح ۳ و صفر کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و تراکم کاشت ۹ بوته در متر مربع مشاهده شد. این روند در مورد اسیدهای چرب چند غیراشباع معکوس بود. بالاترین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع در سطح شاهد ورمی کمپوست و تراکم ۹ بوته در متر مربع و کمترین میزان آن در سطح ۳ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع مشاهده شد.

اسید لینولئیک متداولترین اسید چرب در میان اسیدهای چرب چند غیراشباع بوده و اسید چرب عمده در بسیاری از دانه های روغنی مانند سویا[1] (۶۰-۴۵ درصد)، آفتابگردان[2] (۷۵-۲۰ درصد) و شاهدانه[3] شاهدانه[3] (۶۰-۵۳ درصد) می باشد (۱). در این تحقیق میزان اسید لینولئیک روغن گل مغربی بین ۶۳/۲۴-۵۹/۸۴ درصد متفاوت بود و این تنوع در میزان اسید لینولئیک با نتایج دیگر مطالعات (۲۲ و ۳۹) مطابقت داشت. سکروگلو و اوزگون (۳۹) با بررسی تعیین اثرات سطوح مختلف نیتروژن (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) و اعمال فواصل ردیف (۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتیمتر) بر عملکرد و کیفیت گل مغربی گزارش کردند افزایش سطوح نیتروژن تأثیری بر میزان اسید لینولئیک نداشته و بیشترین میزان آن در فصله ردیف ۲۰ سانتیمتر

1- *Glycine max*
2- *Helianthus annus*
3- *Cannabis sativa*

بدست آمد.

جدول ٤- مقایسه نوع اسیدهای چرب و درصد اجزای تشکیل دهنده روغن گل مغربی تحت تأثیر تراکم و مقادیر مختلف ورمی کمپوست

تیمارها	تراکم (بوته در متر مربع)											
	۹				۱۲				۲۰			
	ورمی کمپوست (kg/m^2)	[صفر	۲	۳	۵]	[صفر	۲	۳	۵]	[صفر	۲	۳	۵]
نوع اسید چرب (درصد)													
C14:0(اسید میریستیک)		۰/۱۱۱۷	۰/۰۸۷۴	۰/۱۳۷۸	۰/۱۳۳۳	۰/۱۰۲۵	۰/۱۴۱۵	۰/۱۲۲۴	۰/۱۳۱۸	۰/۱۳۸۷	۰/۱۰۹۹	۰/۱۳۰۹	۰/۱۱۴۹
C16:0(اسید پالمیتیک)		۶/۸۱۶۳	۶/۴۶۸۶	۶/۵۳۴۶	۶/۴۲۹۳	۶/۶۸۱۳	۶/۵۵۵۷	۶/۵۱۰۵	۶/۶۱۴۷	۶/۵۷۳۸	۶/۶۴۲۵	۶/۷۰۱۱	۶/۵۲۲۲
C16:1, n-7(اسید پالمیتولئیک)		۰/۱۳۷۲	۰/۱۳۱۸	۰/۲۶۷۷	۰/۲۳۶۲	۰/۱۷۰۷	۰/۲۰۸۵	۰/۱۸۷۸	۰/۲۱۷۸	۰/۲۳۵۴	۰/۱۵۶۹	۰/۱۹۴۳	۰/۲۰۲۸
C17:0(اسید مارگاریک)		۰/۱۰۵۱	۰/۱۴۰۷	۰/۰۹۹۴	۰/۱۳۷۲	۰/۰۹۵۵	۰/۱۴۳۳	۰/۱۸۰۷	۰/۱۱۰۲	۰/۱۱۷۴	۰/۰۹۵۰	۰/۱۲۳۰	۰/۱۰۹۹
C18:0(اسید استاریک)		۲/۱۶۹۰	۲/۲۰۴۱	۲/۱۳۴۵	۲/۱۳۷۰	۲/۰۹۰۷	۲/۱۶۳۰	۲/۲۲۲۳	۲/۲۲۹۱	۲/۱۷۷۱	۲/۱۵۵۵	۲/۱۹۶۰	۲/۱۵۸۹
C18:1, n-9(اسید اولئیک)		۱۸/۹۲۱۳	۱۷/۵۱۱۶	۲۰/۱۲۰۰	۱۸/۸۹۹۵	۱۷/۲۷۵۰۴	۱۷/۲۷۸۴	۱۸/۸۶۷۱	۱۷/۹۹۰۰	۱۸/۳۳۳۱	۱۷/۵۷۵۸	۱۷/۶۹۱۰	۱۸/۵۷۱۹
C18:1, n-7(اسید واکسینیک)		۱/۹۲۳۹	۱/۵۹۲۸	۱/۷۲۱۲	۱/۵۷۸۶	۱/۹۹۹۷	۱/۹۷۱۳	۱/۷۵۸۸	۱/۶۴۰۶	۱/۶۳۱۷	۱/۹۹۴۷	۱/۵۸۴۰	۱/۶۵۳۸
C18:2, n-6(اسید لینولئیک)		۶۰/۷۶۶۳	۶۲/۲۳۹۲	۵۹/۸۴۴۴	۶۱/۲۲۹۵	۶۲/۲۸۴۲	۶۲/۰۹۱۸	۶۰/۸۴۶۱	۶۱/۷۳۳۷	۶۱/۳۵۰۱	۶۱/۵۳۷۸	۶۱/۵۳۵۲	۶۱/۱۸۵۴
C18:3, n-6(اسید گاما لینولئیک)		۷/۶۸۴۵	۸/۰۶۳۷	۷/۴۱۰۶۴	۷/۵۸۲۶	۸/۰۶۶۵	۷/۶۴۹۸	۷/۴۳۶۳	۷/۸۲۲۵	۷/۸۱۱۴	۸/۱۲۵۳	۸/۱۹۱۶	۷/۹۲۴۷
C18:3, n-3(اسید لینولئیک)		۰/۲۰۰۹	۰/۲۹۰۷	۰/۱۶۷۳	۰/۱۷۶۲	۰/۱۵۶۸	۰/۲۱۱۵	۰/۲۱۳۳	۰/۱۹۸۲	۰/۲۱۱۱	۰/۲۷۲۷	۰/۲۱۵۴	۰/۲۴۸۱
C20:0(اسید آراشیدیک)		۰/۲۳۳۷	۰/۴۵۰۰	۰/۵۵۳۹	۰/۴۰۵۸	۰/۳۳۸۱	۰/۴۴۵۲	۰/۴۰۰۰	۰/۴۹۷۸	۰/۵۴۶۷	۰/۴۹۶۰	۰/۴۰۵۲	۰/۳۷۰۲
C20:1(اسید ایکوسنوئیک)		۰/۲۲۷۵	۰/۲۶۴۷	۰/۲۰۳۳	۰/۴۰۰۱	۰/۱۵۰۲	۰/۳۴۸۹	۰/۳۶۴۴	۰/۱۱۵۷	۰/۲۳۹۱	۰/۲۳۰۹	۰/۴۱۵۵	۰/۲۳۳۸
C22:0(اسید بهنئیک)		۰/۱۳۱۳	-	۰/۱۶۸۹	۰/۱۰۷۸	-	-	۰/۰۹۲۲	۰/۰۸۴۱	۰/۱۴۱۲	۰/۲۲۱۸	۰/۱۲۵۴	۰/۱۶۹۳
مجموع اسیدهای چرب اشباع		۹/۶۵۷۱	۹/۳۵۰۸	۹/۶۳۸۱	۹/۳۵۰۴	۹/۳۱۴۴	۹/۴۴۷۷	۹/۵۳۰۱	۹/۶۷۴۰	۹/۶۴۹۹	۹/۵۲۰۷	۹/۶۸۱۶	۹/۴۵۵۴
مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع		۲۱/۴۱۳۴	۱۹/۷۰۱۰	۲۲/۶۳۲۷	۲۱/۲۴۷۷	۱۹/۹۳۶۲	۲۰/۳۷۴۶	۲۱/۳۱۰۶	۲۰/۶۷۶۴	۲۰/۶۷۶۴	۲۰/۱۸۸۵	۲۰/۱۱۷۴	۲۰/۸۴۴۴
مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع		۶۸/۹۲۹۵	۷۱/۴۸۱	۶۷/۷۱۸۱	۶۹/۴۰۱۹	۷۰/۷۵۵۷	۷۰/۱۷۷۷	۶۹/۱۵۹۲	۷۰/۶۹۰۷	۶۹/۶۱۸۷	۷۰/۲۹۰۷	۷۰/۲۰۳۵	۶۹/۷۰۲۱
نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع		۹/۳۵۵۱	۹/۸۰۱۲	۹/۳۷۵۵	۹/۶۹۷۴	۹/۷۴۶۷	۹/۵۸۴۶	۹/۴۹۲۱	۹/۳۴۶۹	۹/۳۱۲۷	۹/۵۰۳۴	۹/۳۲۹۱	۹/۵۷۷۰

رینر و همکاران (۳۸) در ترکیه بیشترین میزان اسید لینولئیک در روغن گل مغربی را از پلات های شاهد (بدون کود نیتروژن) و کمترین فواصل ردیف گزارش کردند. آنها احتمال دادند که تفاوت شرایط آب و هوایی بین سالها و تفاوت در عملکرد می تواند میزان اسید لینولئیک را تحت تأثیر قرار دهد.

آنها با مقایسه میزان اسید گاما لینولنیک در ترکیه (۶/۹۰-۵/۸۰ درصد) نسبت به آلمان (۱۰ درصد) اعلام کردند دما یک فاکتور خیلی مؤثر در تشکیل اسید گاما لینولنیک است. اسید گاما لینولنیک به عنوان جزء مهم روغن بذر گل مغربی مطرح بوده و به خانواده اسیدهای امگا شش تعلق دارد. حد استاندارد آن طبق نظر اداره کل داروسازی چین بالای ۷ درصد تعیین شده است (۲۲). سکروگلو و اوزگون (۳۹) با بررسی تعیین اثرات سطوح مختلف نیتروژن (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) و اعمال فواصل ردیف (۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتیمتر) بر عملکرد و کیفیت گل مغربی، میزان اسید گاما لینولنیک را ۵/۹۸-۳/۰۴ درصد گزارش کردند که نسبت به مقدار گزارش شده در دیگر مطالعات پایین بود. آنها علت این کاهش را دمای بالای منطقه در طول دوره رویش گیاه دانستند و همچنین گزارش کردند که سطوح بالاتر کود نیتروژن میزان اسید گاما لینولنیک را به طور منفی تحت تأثیر قرار داد. فیلدسند و موریسون (۲۵) گزارش کردند در آغاز تجمع روغن در گیاه گل مغربی، اسید پالمیتیک، اسید لینولئیک و آلفا اسید لینولنیک از عمده ترین اسیدهای چرب موجود در بذرها بودند و اسید گاما لینولنیک بندرت موجود بود اما در هنگام بلوغ بذرها، اسید لینولئیک ۷۵-۷۰ درصد، اسید گاما لینولنیک ۹/۹-۸ درصد و آلفا اسید لینولنیک تقریبا یافت نمی شد.

فاکتورهایی مثل نوع واریته، خاک، شرایط آب و هوایی و فاکتورهای گیاهی ترکیب اسیدهای چرب را در روغن های گیاهی تحت تأثیر قرار می دهند. (۵ و ۴۰). تغذیه گیاهان و تراکم کاشت آنها از عواملی هستند که تعادل بین محیط و خصوصیات ژنتیکی گیاه را تنظیم می کنند و بین آنها با کمیت و کیفیت مواد مؤثره روابط بسیار پیچیده ای حاکم است که تکیه بر عوامل چندگانه ژنتیکی، زراعی، اقلیمی و خاکی دارد و به سادگی نمیتوان این ارتباط را یافت (۴). با این وجود کاربرد ورمی کمپوست جایگزین مناسبی برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه گل مغربی در راستای بهبود کمیت و کیفیت روغن می باشد. در بسیاری از محصولات روغنی حد غیراشباعی ترکیب اسیدهای چرب روغن بذر با دمای غالب در طول بلوغ بذر رابطه معکوسی دارد (۱۸). قاسم نژاد و هنرمیر (۲۷) در طی آزمایشات بهاره، بیشترین میزان اسید گاما لینولنیک در روغن گل مغربی را در طول نخستین زمان برداشت (وقتی کپسول ها سبز بودند) ثبت کردند و در طول دیگر زمان های برداشت میزان اسید گاما لینولنیک کاهش یافت. آنها گزارش کردند که علت این کاهش ممکن است به طور مستقیم با مدت نمو بذر یا شرایط آب و هوایی در طول این زمان ها مطابقت نداشته باشد و شاید میزان اسید گاما لینولنیک با دیگر اسیدهای چرب مثل اسید لینولئیک و اسید اولئیک که به لحاظ زمانی قبل از تشکیل اسید گاما لینولنیک سنتز می شوند، مرتبط باشد. مطالعات لوی و همکاران (۳۳)، فیلدسند و موریسون (۲۵) و ال هافید (۲۴) نشان داد که در طول دمای خنک، میزان اسید گاما لینولنیک افزایش می یابد.

نتیجه گیری

در گیاه دارویی گل مغربی هم میزان کل روغن و هم میزان اسید گاما لینولنیک به لحاظ اقتصادی مهم و قابل توجه هستند. میزان اسید گاما لینولنیک هم در حد اپتیمم و ۸-۷ درصد بود. در مجموع مصرف ۲ کیلوگرم در متر مربع ورمی کمپوست و به ترتیب تراکم ۲۰ بوته در متر مربع از نظر بهبود تولید روغن و تراکم ۹ بوته در متر مربع از نظر کیفیت روغن و نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع بهترین تیمارها تشخیص داده شد. همچنین توصیه می شود تأثیر سایر عوامل محیطی بخصوص دما بر کیفیت روغن این گیاه مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

۱- اسداللهی، س. و م. م. صفاری. ۱۳۸۷. شیمی روغن ها و چربی ها. انتشارات مرز دانش. ۲۸۳ صفحه.

۲- بتولی، ح. ۱۳۸۵. کشت و پرورش گیاه دارویی گل مغربی در منطقه کاشان. مجموعه مقالات اولین همایش منطقه ای گیاهان دارویی، ادویه ای و معطر (۱۷ اردیبهشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد): ۴۵-۴۶.

۳- خالص رو، ش.، الف. قلاوند، ف. سفیدکن و الف. اصغرزاده. ۱۳۹۰. تأثیر نهاده های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصر در گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷ (۴): ۵۵۱-۵۶۰.

۴- سرمدنیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

۵- سعیدی ابواسحاقی، ک.الف. و ر. امیدبیگی. ۱۳۸۸.بررسی تغییرات کمی و کیفی اسیدهای چرب بذر نسترن کوهی (*Rosa canina* L.) در جنوب غرب ایران. نشریه علوم باغبانی، ۲۳ (۲): ۱۱-۱۷.

۶- صالحی، الف.، الف. قلاوند، ف. سفیدکن و الف. اصغرزاده. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد زئولیت، مایه تلقیح میکروبی و ورمی کمپوست بر غلظت عناصر N، P، K، میزان اسانس و عملکرد اسانس در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷ (۲): ۱۸۸-۲۰۱.

۷- عزیزی، م.، م. باغان، ا. لکزیان و ح. آرویی. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست و محلولپاشی ورمی واش بر صفات مورفولوژیک و میزان مواد مؤثره ریحان (*Ocimum basilicum*). مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه علوم باغبانی، ۲۱ (۲): ۴۱-۵۲.

۸- علیرضالو الف.، ک. علیرضالو، ق. کرم زاده و ر. امیدبیگی. ۱۳۹۰ بررسی تأثیر عوامل محیطی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن گیاه دارویی کرچک (*Ricinus communis* L). فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۰ (۴): ۹۷-۱۰۶.

۹- مجیری، ع. و الف. ارزانی. ۱۳۸۲. اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای آن در آفتاب گردان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۷ (۲): ۱۱۵-۱۲۴.

۱۰- مظفری، ک.، ی. عرشی و ح. زینالی خانقاه. ۱۳۷۵. بررسی اثر تنش خشکی در برخی از صفات مورفوفیزیولوژیکی و اجزاء عملکرد آفتابگردان. مجله تحقیقات کشاورزی نهال و بذر، ۱۲ (۳): ۲۳-۲۴.

۱۱- مفاخری، س.، ر. امیدبیگی، ف. سفیدکن و ف. رجالی. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست، بیوفسفات و ازتوباکتر بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.). فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷ (۴): ۵۹۶-۶۰۵.

۱۲- نقدی بادی، ح.ع.، د. یزدانی، ف. نظری و س. محمدعلی. ۱۳۸۱. تغییرات فصلی عملکرد و ترکیبات اسانس آویشن در تراکم های مختلف کاشت. فصلنامه گیاهان دارویی، ۵: ۵۱-۵۶.

۱۳- ویسانی و.، س. رحیم زاده، و ی. سهرابی. ۱۳۹۱. تأثیر کودهای بیولوژیک بر صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و میزان اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۱): ۷۳-۸۷.

14- Ahmadkhan, M. and F. Shahidi. 2000. Oxidative stability of stripped and nonstriped Borage and Evening primrose oils and their emulsions in water. Journal of the American Oil Chemistry Society, 77(9): 963-968.

15- Alagukannan, G., S. Ganesh and S. K. Gopal. 2008. Characterization and Screening of Different Ecotypes of *Aloe vera* for Growth, Yield and Quality. Internationnal Aloe Science Council Texas, 302-624.

16- Anonymous. 2009. Chemical information review document for evening primrose oil (*Oenothera biennis* L.). U.S Department of Health and Human Services. 38 pp.

17- Anwar, M., D. D. Patra, S. Chand and S. P. S. Khanuja. 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.

18- Canvin, D. T. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. Can. J. Bot, 43: 63–69.

19- Christie, W. W. 1999. The analysis of evening primrose oil. Industrial crop and Products, 10: 73-83.

20- Court, W. A., J. G. Hendel and R. Pocs. 1993. Determination of the fatty acids and oil content of evening primrose (*Oenothera biennis* L). Food Research, 26: 181-186.

21- Darzi, M. T., A. Ghalavand, F. Rejali and F. Sefidkon. 2006. Effect of biofertilizers application on yield and yield components in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 276-292.

22- Deng, Y. C., H. M. Hua, J. Li, and P. Lapinkase. 2001. Studies on the cultivation and uses of evening Primrose (*Oenothera* spp.) in China. Economic Botany 55(1): 83-92.

23- Duan J.X. 1990. Introduction and cultivation of *Oenothera*. Plant Introduction and Acclimatization, 7: 79-89.

24- El-Hafid, R., S. F. Blade and Y. Hoyano. 2002. Seeding and nitrogen fertilizer effects on the performance of borage (*Borago officinalis* L.). Industrial Crops and Products, 16: 193-199.

25- Fieldsend, A. F. and J. I. L. Morison. 2000. Climatic conditions during seed growth significantly influence oil content and quality in winter and spring evening primrose crops (*Oenothera spp*.). Industrial Crops and Products, 12: 137-147.

26- Ghasemnezhad, A. 2007. Investigations on the effects of harvest methods and storage conditions on yield, quality and germination of evening primrose (*Oenothera biennis* L.) seeds**.** Ph.D thesis Justus Liebig University Giessen, 114: 1-12.

27- Ghasemnezhad, A. and B. Honermeier. 2007. Seed yield, oil content and fatty acid composition of (*Oenothera biennis* L.) affected by harvest date and harvest method. Industrial Crops and Products, 25: 274–281.

28- Gholinezhad A., Tobeh A., Hasanzadeh Ghorottapeh A. and Asgari A. 2008. Effect of density and planting arrangement on yield and yield components of sunflower. Journal of Agriculture science, 18: 87-99.

29- Hall, I., E. Steiner, P. Threadgill and W. Richard. 1988. The biology of Canadian weeds.84. *Oenothera biennis*. Canadian Journal of Plant Science, 68: 163-173.
30- Harris, H. C., J. R. McWilliam and W. K. Mason. 1978. Influence of temperature oil content and composition of sunflower seed. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 1203-1212.
31- Horrobin, D. F. 1990. GLA: an intermediate in essential fatty acid metabolism with potential as an ethical pharmaceutical and as a food. Dev. Contemp. Pharmacother, 1: 1-45.
32- Hudson, B. J. F. 1984. Evening primrose (*Oenothera* spp.) oil and seed. Journal of the American Oil Chemists Society, 61: 540-543.
33- Levy, A., D. Palvitch and C. Ranen. 1993. Increasing gamma linolenic acid in evening primrose grown under hot temperatures by breeding early cultivars. Acta Horticulturae, 330: 219-225.
34- Luic, J. and B. Pank. 2005. Effect of Vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Scientia Pharmaceutica, 46: 63-69.
35- Morello, J. R., M. J. Moltiva, M. J. Tavor and M. P. Romero. 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv. *Arbequina*) during storage, with special emphasis on phenolic fraction. Food Chemistry, 85: 357-364.
36- Ogunniyi, D. S. 2006. Castor oil: A vital industrial raw material. Journal Bioresource Technology, 97: 1086-1091.
37- Omidbaigi, R. 2009. Production and processing of medicinal plant (3 rd edition. Vol. 1). Razavi Ghods Astan Publication. 347 pp.
38- Reiner, H., A. Ceylan and R. Marquard. 1989. Agronomic Performance of Evening Primrose (*Oenothera biennis* L.) in Turkey and Germany. Eucarpia Congress, Gottingen, 20: 5.
39- Sekeroglu, N. and M. Ozguven. 2006. Effects of different nitrogen doses and row spacing applications on yield and quality of (*Oenothera biennis* L.) grow in irrigated lowland and unirrigated dryland conditions. Turk Journal of Agriculture, 30: 125-135.
40- Simon, J. E., N. Beaubaire, S. C. Weller and J. Janick. 1990. Borage: A source of gamma linolenic acid. p. 528. In: J. Janick and J.E. Simon (ed.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, Oregon.