Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 51, No 2, Summer 2020 (375-386)
DOI: 10.22059/ijhs.2019.270502.1546

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۱، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۹ (ص ۳۸۶-۳۷۵)

اثرات رژیم‌های آبیاری و نوع کود بر درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب در برگ و دانه خرفه (*Portulaca oleracea* L.)

الهام اله‌بخش[۱]، محمد گلوی[۲*]، سید محسن موسوی نیک[۳] و زینب محکمی[٤]
۱، ۲ و ۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
٤. مربی، پژوهشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۱۱)

چکیده

به منظور بررسی اثرات تیمارهای مختلف آبیاری و کود بر درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب در خرفه، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط آب و هوایی زابل اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح آبیاری (۸۰، ٦۰ و ٤۰ درصد رطوبت قابل استفاده) به‌عنوان عامل اصلی و تیمار کودی در پنج سطح شاهد (فاقد کود)، کود دامی (۲۰ تن در هکتار)، ورمی‌کمپوست (۱۵ تن در هکتار)، اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و NPK (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی اعمال شدند. اندازه‌گیری رطوبت خاک در طول دورهٔ رشد با دستگاه بازتاب زمانی امواج (TDR) انجام گرفت. نتایج نشان داد تیمارهای مختلف رژیم آبیاری، کود و اثر متقابل این تیمارها اثر معنی‌داری بر درصد روغن در برگ (قبل و بعد گلدهی) و دانه خرفه داشتند. هر چند با کاهش میزان آب مصرفی و به‌دنبال آن بروز تنش خشکی از درصد روغن کاسته شد؛ اما با به‌کارگیری کودهای آلی، به‌ویژه ورمی‌کمپوست در سطوح بالای تنش، اثرات سوء تنش خشکی کاهش یافت. در بررسی نمودار طیف گاز کروماتوگرافی (GC)، ۱۱ نوع اسید چرب شناسایی شد. اسیدلینولنیک، به‌ترتیب ٤۰ و ٦۰ درصد از محتوای کل اسید چرب برگ و دانه خرفه را تشکیل می‌دهد. بنابراین، استفاده از کود آلی می‌تواند آب را برای مرحله حساس رشد خرفه و تولید روغن در شرایط تنش خشکی ذخیره کند.

واژه‌های کلیدی: اسید لینولنیک، اسید لینولئیک، خرفه، ورمی‌کمپوست.

Effects of irrigation regimes and fertilizer on oil percent and fatty acid composition leaf and seed purslane (*Portulaca oleraceae* L.)

Elham Alahbakhsh[1], Mohammad Galavi[2*], Seyed Mohsen Mousavi Nik[2] and Zeynab Mohkami[3]
1, 2, 3. Former M.Sc. Student, Professor and Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran
4. Instructor, Institute of Agriculture, University of Zabol, Iran
(Received: Dec. 10, 2018 - Accepted: May 01, 2019)

ABSTRACT

In order to evaluate, the effects of different irrigation and fertilizer treatments on oil percent and fatty acid composition in purslane, a split plot experiment based on randomized complete block design with three replications on Zabol climate conditions was conducted. The treatment including three levels of irrigation (80, 60 and 40 % of FWC) as main factor and five levels of fertilizer treatments consist of: Control (without fertilizer), Cow manure (20 T/ha), Vermicompost (15 T/ha), Urea (150 kg/ha) and NPK (100 kg/ha) that as subplots was applied. During the growth period, the soil moisture was measured by TDR. The results showed that, different irrigation regimes, fertilizer and their interaction had significant effect on oil percent in leave (before and after flowering stage) and seed of purslane. Although, with the reduction of water consumption, and the drought stress occurrence, the percentage of oil was decreased, but application of organic fertilizers, especially vermicompost, at high levels of stress, the adverse effects of drought stress was reduced, Gas chromatogram (GC) showed that, 11 fatty acid components in oil of purslane was detected. Linolenic acid involved 40 and 60% of total fatty acid contents of leave and seed oil, respectively. Therefore, organic fertilizer application can save much water for the most sensitive stage of growth and oil production of purslane in drought stress conditions.

Keywords: Linolenic acid, linoleic acid, purslane, vermicompost.

* Corresponding author E-mail: elhamallahbakhsh@gmail.com

مقدمه

خرفه گیاهی یکساله، گرمادوست، دارای ساقه علفی، خوابیده و گوشتی متعلق به تیره پرتولاکاسه (Portulacaceae) است (Chauhan & Johnson, 2009). تیره پرتولاکاسه دارای ۱۹ جنس و ۴۵۰ گونه است. این گیاه دارای خواص متعددی است و از سوی سازمان بهداشت جهانی (WHO) لقب اکسیر جهانی (Global panacea) به آن داده شده است (Lim *et al*., 2007). آزمایش‌های فیتوشیمیایی عصاره خرفه نشان داد، این گیاه یک منبع غنی از اسیدهای چرب غیراشباع، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، فنول و مواد معدنی است (Anthony, 2001). ترکیبات آنتی‌اکسیدان آن نیز شامل امگا-۳، امگا-۶، α-توکوفرول، اسیدآسکوربیک (ویتامین C) و گلوتاتیون می‌باشد (Kamal Uddin *et al*., 2013). پلی‌ساکاریدهای موجود در خرفه Portulaca Oleracea Polysaccharides نام دارند که اخیراً در فعالیت‌های فیزیولوژیکی و فارماکولوژیکی زیادی شناسایی شده‌اند. این پلی‌ساکاریدها ضد افزایش گلوکز خون است (Li *et al*., 2009). قابل ذکر است که خرفه را به دلیل بالا بودن مواد مغذی، ارزش غذایی و خواص آنتی‌اکسیدانی آن "غذای قدرتمند" نام نهاده‌اند (Simopoulos *et al*., 1995) هیچ نشانه سمی قابل توجهی در ارتباط با خرفه گزارش نشده است (Kaimak, 2014). خرفه دارای خصوصیات تغذیه‌ای فراوان نسبت به اکثر سبزیجات زراعی برگی می‌باشد و منبع غنی اسیدهای چرب ضروری نظیر اسیدلینولنیک (امگا-۳) و اسیدلینولئیک (امگا-۶) می‌باشد (Asqhari *et al*., 2012). البته در ترکیب بذر گیاهان روغنی نظیر کلزا (۴۵-۴۰ درصد)، بذرکتان (۳۰-۲۵ درصد) و سویا (۲۰-۱۸ درصد) امگا-۳ وجود دارد، اما آنچه خرفه را متمایز می‌کند، وجود مقدار زیاد اسید چرب امگا-۳ در برگ آن (قسمت رویشی) است.

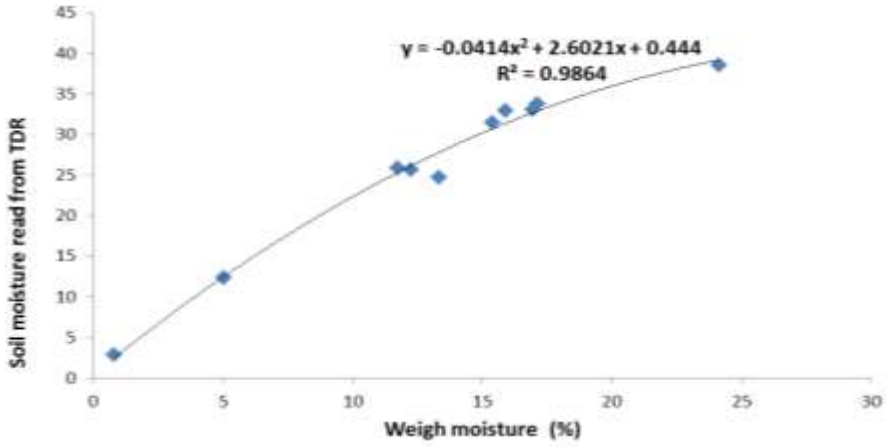
بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه به وسیله ژن‌ها کنترل می‌شود، اما تولید آن‌ها به میزان زیاد تحت تأثیر عوامل محیطی نیز می‌باشد. ازآنجایی‌که هدف نهایی در زراعت گیاهان دارویی دست‌یابی به متابولیت‌های ثانویه و مواد مؤثره دارویی است، تولیدکننده گیاهان دارویی باید با عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد کمی و کیفی محصول خود آشنا باشد (Majnoun Hosseini & Davazdah Emmami, 2007). با وجود اینکه نقش دفاعی متابولیت‌های ثانویه به اثبات رسیده است، اما هنوز بررسی ساز و کار تأثیر تنش‌های محیطی بر تولید این مواد، تصویر پیچیده و پُرابهامی پیش روی ما می‌گذارد (Omidbaigi, 1995). شواهد زیادی نشان می‌دهد که تحت شرایط تنش خشکی تولید برخی از این ترکیب‌ها به‌خصوص آلکالوئیدها، اسانس‌ها و گلیکوزیدها به میزان قابل توجهی در گیاه افزایش پیدا می‌کنند؛ اما دلایل زیادی نیز وجود دارد که این تأثیر همیشگی نیست و در موارد زیادی کاهش میزان متابولیت‌های ثانویه در شرایط تنش دیده می‌شود (Majnoun Hosseini & Davazdah Emmami, 2007). اثر تنش خشکی بر رشد با کاهش تورژسانس و رشد سلول، باعث کاهش جذب نور و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه به ویژه در ساقه و برگ‌ها و همچنین به تأخیر انداختن جوانه‌زنی بذر گیاه می‌شود (Hassani, 2006). به دنبال کاهش رشد گیاه، کاهش عملکرد و زیست توده در کل گیاه رخ می‌دهد (Akbarinia *et al*., 2005; Safikhani *et al*., 2008). اما تأثیر تنش خشکی بر متابولیت‌های ثانویه در برخی از گیاهان دارویی، باعث افزایش بعضی از ترکیب‌ها و در بعضی دیگر باعث کاهش و یا ثابت ماندن آن‌ها می‌شود (Omidbaigi, 2000).

در راستای پایداری تولید، احیای بارآوری، بهره‌دهی و نگهداری خاک بسیار ضروری است (Salehi *et al*., 2011). افزایش و تأمین عناصر غذایی خاک به مقدار کافی، نقش مهمی در تولید کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارد و در مدیریت پایدار خاک، توجه به توازن عناصر غذایی و حفظ حاصلخیزی آن مهم است (Kamal Uddin *et al*., 2013). استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود مواد غذایی و حاصلخیزی خاک لازم به‌نظر می‌رسد و در سیستم کشاورزی رایج برای بدست آوردن حداکثر عملکرد، استفاده مداوم از کودهای شیمیایی جزء ثابت شده است. ولی هزینه‌های زیاد کودهای شیمیایی در مقادیر پیشنهادی آن و آلودگی خاک و آب ناشی از مواد شیمیایی ساخت بشر و از طرفی به‌دلیل اینکه مکمل‌های شیمیایی به علت آبشویی و تبدیل شدن به فرم غیرقابل

دسترس راندمان پایینی دارد؛ استفاده مداوم از آن باعث تخریب اکولوژی و کاهش باروری خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شوند که اثرات مضری بر سلامتی انسان دارند (Ayala, 2002). بنابراین کشاورزی امروز تقاضای بیشتر را برای مصرف کودهای آلی طلب می‌کند (Kaimak, 2014). کودهای آلی با افزایش هوموس خاک موجب افزایش درصد خلل و فرج و اسفنجی شدن خاک و در نهایت کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شوند. این عوامل نیز به نوبهٔ خود موجب افزایش رشد و گسترش ریشهٔ گیاهان در خاک شده و جذب آب و عناصر غذایی در گیاه را بهبود می‌دهد (Singh *et al.*, 2005). کودهای آلی علاوه بر تأثیر روی غلظت عناصر غذایی موجود در خاک، بر خواص شیمیایی خاک مانند pH، هدایت الکتریکی، درصد مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و همچنین بر خواص فیزیکی خاک نیز تأثیر می‌گذارد. این کودها علاوه بر اثرات مثبت زیستی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قادرند مواد غذایی‌شان را که به آهستگی آزاد می‌شوند به تدریج در اختیار گیاه قرار دهند (Matos & Arrunda, 2003). شاید به همین دلیل است که گیاهانی که از این منابع کودی استفاده می‌کنند نسبت به گیاهانی که از منابع کودهای شیمیایی تغذیه می‌کنند؛ در مراحل آخر رشد،کمتر دچار تنش کمبود آب و عناصر غذایی خواهد شد (Adediran *et al.*, 2004). لذا آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر رژیم آبیاری و انواع کودهای آلی و شیمیایی بر درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب خرفه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۳ در اردیبهشت ماه در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا اجرا شد. آب و هوای منطقه بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق گرم و خشک طبقه‌بندی می‌شود و بر اساس آمار سازمان هواشناسی کشور، میانگین دراز مدت (۳۰ ساله) بارندگی در منطقه ۶۳ میلی‌متر، میزان تبخیر سالیانه به‌طور متوسط ۴۵۰۰-۵۰۰۰ میلی‌متر، میانگین دمای منطقه ۲۳ درجه سانتی‌گراد و حداقل دما ۷- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تیمارهای آبیاری شامل: ۸۰٪ رطوبت قابل استفاده (عدم تنش)، ۶۰ ٪ رطوبت قابل استفاده (تنش ملایم) و ۴۰٪ رطوبت قابل استفاده (تنش شدید)، به عنوان عامل اصلی است که برای اعمال دقیق تیمارهای رژیم آبیاری در هر کرت، قبل از شروع آزمایش، دستگاه TDR، نسبت به شرایط محل آزمایش کالیبره شد. بدین منظور، نمونه‌گیری از خاک محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری انجام گرفت. پس از تعیین رطوبت وزنی هر نمونه خاک و رطوبت قرائت شده با دستگاه و قرار دادن مقدار آن در معادله شیب خط بدست آمده، با تقریب خوبی می‌توان عدد دستگاه را در رطوبت‌های مورد نظر (۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد رطوبت قابل دسترس برای گیاه) پیش‌بینی نمود.



شکل ۱. نمودار شیب خط داده‌های رطوبت وزنی و رطوبت قرائت‌شده توسط دستگاه TDR

Figure 1. The gradient line of the moisture content and moisture measurement data line by the TDR

عامل فرعی، انواع کودها شامل شاهد (عدم کاربرد کود)، کود دامی (۲۰ تن در هکتار)، ورمی‌کمپوست (۱۵ تن در هکتار)، اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کود ترکیبی NPK، با نسبت‌های۱۰: ۱۰: ۱۰ (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نمونه‌گیری و تعیین ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بافت خاک نیز انجام گرفت و نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. قبل از شروع آزمایش تعیین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کودهای دامی و ورمی‌کمپوست انجام شد (جدول ۲). کودهای آلی قبل از کاشت و کود اوره در دو مرحله، نیمی از آن در هنگام کاشت و نیم دیگر آن به‌صورت سرک در مقادیر مشخص شده پخش شدند.

کاشت بذر به‌صورت ردیفی انجام شد. هر کرت با ابعاد ۲×۳ متر متشکل از پنج ردیف با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله‌ی بین بوته‌ها روی ردیف ۱۳ سانتی‌متر بود. تنک بوته‌ها در مرحله ۶-۴ برگی انجام گرفت. اولین آبیاری پس از کاشت به روش آبیاری سطحی انجام شد. رژیم‌های آبیاری پس از استقرار کامل گیاه در مرحله هشت برگ حقیقی آغاز و اندازه‌گیری رطوبت خاک با استفاده از دستگاه بازتاب زمانی امواج (TDR) صورت گرفت. وجین دستی علف‌های هرز در طول دوره رشد انجام شد. در زمان برداشت پس از حذف اثر حاشیه‌ای از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی نمونه برداری انجام شد. برداشت اندام‌های هوایی در مرحله اول برداشت، قبل از گلدهی انجام گرفت، به این منظور، نمونه‌ها از ارتفاع ۳ سانتی‌متری از سطح خاک قطع شدند. دومین برداشت پس از رسیدن بذور (قهوه‌ای شدن ۵۰ درصد کپسول‌ها) انجام شد.

تعیین درصد روغن

جهت تعیین درصد روغن در برگ، ابتدا کاغذ صافی واتمن شماره ۲ به مدت ۲۴ ساعت در آون ۷۰ درجه قرار داده شد و سپس توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم (a) توزین شدند. پس از آن نمونه‌های برگ خرفه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون به‌مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و پس از آن مقدار ۱۰ گرم از نمونه‌ها را آسیاب و در کاغذ صافی ریخته و کاغذ صافی به همراه نمونه (b) با هم توزین شدند. برای استخراج روغن، از دستگاه سوکسله و با استفاده از حلال ۹۸ درصد هگزان نرمال به‌مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. پس از خروج کاغذهای صافی از سوکسله و توزین آن (c)، درصد روغن نمونه‌ها با استفاده از رابطه زیر به‌دست آمد (Metcalf *et al*., 1996).

$$\text{تعیین درصد روغن} = \frac{b-c}{b-a}$$

که در آن:

a: وزن اولیه کاغذ صافی پس از قرار دادن در آون، b: وزن کاغذ صافی حاوی نمونه آسیاب شده قبل از قراردادن در سوکسله و استخراج روغن، c: وزن کاغذ صافی حاوی نمونه آسیاب شده بعد از قرار دادن در سوکسله و استخراج روغن.

تعیین ترکیب اسیدهای چرب

تعیین ترکیب اسیدهای چرب شامل سه مرحله ۱- استخراج اسیدهای چرب، ۲- جداسازی و متیلاسیون اسیدهای چرب و ۳- شناسایی و تعیین ترکیب اسیدهای چرب است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Some physico-chemical properties of the soil of experimental field

Soil texture	Sand	Clay	Lomy	Zn	Fe	K	P	N	Organic matter	pH	EC
	(%)			ppm				(%)			(ds/m)
Lomy-Clay	33	41	26	2.8	3.6	178	11.6	0.07	0.81	8.4	1.8

جدول ۲. میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کودهای دامی و ورمی‌کمپوست

Table 2. Nitrogen, phosphorus and potassium content in cow manure and vermicompost

	pH	N (%)	K (%)	P (%)
Vermicompost	7.58	1.5	1.2	1.7
Cow manure	7.45	0.47	0.62	0.29

استخراج اسیدهای چرب

ازآنجاکه ارزش غذایی و دارویی گیاه مذکور بالا بوده و حرارت‌های بالاتر از ۶۰ درجه سانتی‌گراد به عنوان یک عامل مخرب برای ترکیب اسیدهای‌چرب محسوب می‌شود؛ از روش استخراج سرد به وسیله هگزان نرمال استفاده شد. در این روش ابتدا نمونه‌ها آسیاب شده و سپس محلول ۹۸ درصد هگزان نرمال، به نسبت ۱:۵ به آن اضافه شده و به مدت ۳۲ ساعت تحت تکان‌های مداوم روی شیکر همراه با همزن قرار گرفت تا روغن نمونه استخراج شود. عصاره حاصل به وسیله کاغذ واتمن شماره ۲ صاف شد. سپس نمونه‌ها تحت آزمون تعیین ترکیب اسیدهای چرب قرار گرفت (Gonzales *et al.*, 2003).

جداسازی و متیلاسیون اسیدهای چرب

به‌منظور متیلاسیون اسیدهای چرب، برای هر نمونه، مخلوطی از حلال‌های دی‌اتیل‌اتر و اتر نفت به نسبت ۲:۱ به محلول استخراج شده در بخش قبلی اضافه می‌شود. به وسیله این محلول فاز اسیدچرب به آرامی جدا شده و حلال‌های فوق در دستگاه روتاری تبخیر می‌شوند. سپس برای استری‌کردن اسیدهای چرب، ابتدا مقدار ۲ مول بر لیتر پتاسیم هیدروکسید (KOH) اضافه و به‌مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری ۶۵ درجه سانتی‌گراد می‌ماند و به آن حجم مساوی آب مقطر اضافه می‌گردد و با اسیدسولفوریک اسیدی می‌شود. اسیدهای چرب با اضافه کردن دی‌اتیل‌اتر به محلول، جدا شده و به وسیله اضافه نمودن تری‌فلورومتانول ۱۴ درصد به‌صورت متیله می‌شوند. سپس پس از اضافه نمودن مجدد دی‌اتیل‌اتر با استفاده از قیف جداکننده تفکیک می‌شوند. بخش جداشده با آب شسته می‌شود و رطوبت آن با تبخیر آب حذف می‌گردد (Gonzales *et al.*, 2003).

شناسایی ترکیب اسیدهای چرب

به منظور شناسایی اسیدهای چرب پس از متیلاسیون، ۱ میکرولیتر از نمونه‌های تهیه شده به ستون کروماتوگرافی گازی (Gas Chromatography) (مشخصات دستگاه کروماتوگرافی گازی در جدول ۳ نشان داده شده است) متصل به دستگاه Hewlett-Packard- 5890A تزریق شد. دتکتور از نوع Flame Ionization مدل Loot-2001 می‌باشد. درجه حرارت تزریق‌کننده ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و حرارت اولیه آن معادل ۷۰ درجه سانتی‌گراد که با شیب ۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه افزایش می‌یابد و درنهایت به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. بعد از دو دقیقه حرارت در ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرد و به مدت ۴۰ دقیقه ثابت می‌ماند؛ پس از آن با شیب ۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه به ۲۲۵ درجه سانتی‌گراد رسید و ثابت می‌ماند. پیک‌های خروجی بر اساس مقایسه زمان بازداری با پیک‌های استاندارد، تعیین هویت شد و سطح زیر منحنی هر اسید چرب معیار تعیین مقدار آن است (Gonzales *et al.*, 2003).

جدول ۳. مشخصات دستگاه کروماتوگرافی گازی

Table 3. Details of Gas Chromatography

Gas Chromatography	Device name
Midleburg Netherand	Column builder name
CP-Sil 88	Column model
100m	Column length
0.25 mm	Column diameter
Pure Nitrogen	Carrier gas
23 Psi	Gas pressure

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱، تجزیه واریانس شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج تجزیه واریانس درصد روغن در برگ گیاه خرفه نشان داد تیمارهای رژیم آبیاری ($P\leq۰/۰۱$)، کود ($P\leq۰/۰۵$) و اثر برهمکنش این تیمارها تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن در برگ (قبل و بعد گلدهی) و دانه خرفه داشتند (جدول۴).

با توجه به برهمکنش رژیم‌های آبیاری و کود بر درصد روغن (شکل۲)، همگام با افزایش تنش خشکی درصد روغن در برگ (قبل و بعد از گلدهی) و دانه خرفه کاهش یافت. مشابه نتایج آزمایش حاضر Asadi *et al.* (2006)، درصد روغن به دست آمده از دانه گیاه خرفه نسبت به برگ آن را بیشتر مشاهده نمودند.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم آبیاری و نوع کود بر درصد روغن در برگ و دانه خرفه

Table 4. Results of variance analysis effect of irrigation regime and fertilizer type on oil percentage of leaf and seed in purslane

Source of variation	d.f	Mean Square		
		%Oil in leaves before flowering	%Oil in leaves after flowering	%Oil in seed
Replication	2	0.07^{ns}	0.04^{ns}	0.8^{ns}
Irrigation	2	17.26^{**}	26.94^{**}	31.4^{**}
Fertilizer	4	48.02^{**}	47.87^{**}	86.02^{**}
Irrigation × Fertilizer	8	6.26^{*}	7.55^{*}	19.25^{*}
Error	24	0.34	0.10	1.33
C.V (%)	-	11.34	11.2	9.14

*، ** و ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ و نبود تفاوت معنی‌دار.

*, **, ns: Significantly difference at of 5 and 1% of probability levels and non-significantly difference, respectively.

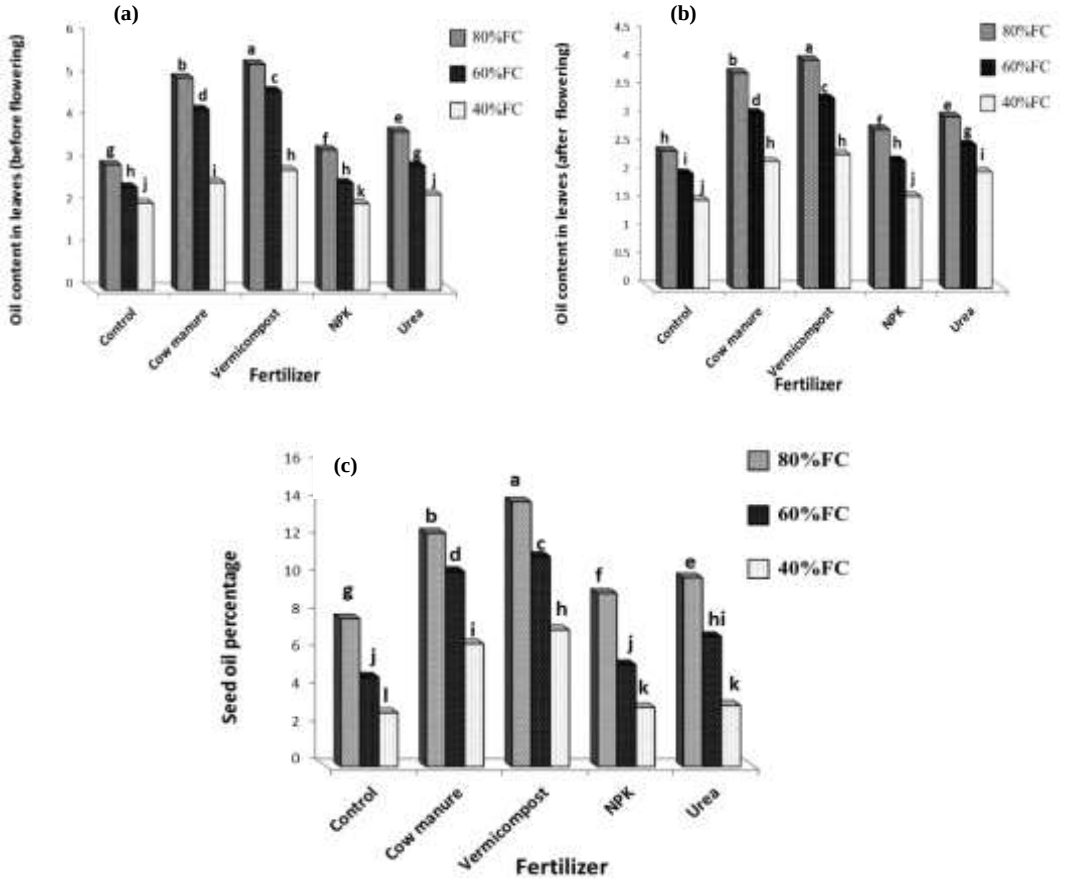
Hiremath ،(1975) Montti ،(1987) Gaur *et al.* (1991) *et al.* و Ujinajah *et al.* (1998) در مطالعات خود نشان دادند که مصرف کود نیتروژن، کاهش درصد روغن را به دنبال داشت. این محققان کاهش درصد روغن، در شرایط فراهمی کود اوره را مربوط به وجود رابطه منفی بین درصد روغن و درصد پروتئین گزارش کردند. علاوه بر عوامل ژنتیکی، شرایط محیطی نیز می‌تواند به‌صورت غیرمستقیم بر درصد روغن و ترکیبات تشکیل‌دهنده آن تأثیرگذار باشد (Majid & Schneiter, 1987; Javanmard *et al.*, 2016; Akbari *et al.*, 2017). اثر تنش خشکی، در اکثر گیاهان روغنی به دلیل تغییرات در عملکرد دانه و به دنبال آن درصد روغن، از پیچیدگی و اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (Hekmat Shaaer, 1993). Gholam Hosseini *et al.* (2008) و Karimzadeh Asl *et al.* (2003) اعلام کردند که، درصد روغن در اثر تنش خشکی آسیب چندانی نمی‌بیند زیرا این صفت کمی با تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود؛ بنابراین احتمال آسیب دیدن تمام ژن‌های کنترل‌کننده این صفت بسیار بعید است. کاهش محتوی روغن در اثر تنش خشکی، می‌تواند به علت اختلال در فرآیندهای متابولیکی گیاه و آسیب به انتقال آسیمیلات‌ها در آن باشد (Hekmat Shaaer, 1993). در واقع تنش خشکی به ویژه در هنگام رسیدگی، محتوی روغن را کاهش داده ولی درصد پروتئین را افزایش می‌دهد که این حالت به دلیل تسریع در روند رسیدگی گیاه و فرار از خشکی می‌باشد (Bouchereau *et al.*, 1996). در این حالت دانه گیاه فرصت کافی برای سنتز روغن از پروتئین‌های ذخیره‌شده را نداشته و به دنبال آن محتوای روغن دانه کاهش می‌یابد (Chan *et al.*, 2000).

بررسی شکل‌های ۳ و ۴ نمودار طیف کروماتوگرام ترکیب اسیدهای چرب در برگ و دانه خرفه نشان می‌دهد که، تیمار رژیم‌های آبیاری و کود، بر درصد و ترکیب اسیدهای چرب برگ در دو مرحله قبل و بعد از گلدهی و همچنین در دانه خرفه تأثیر نداشت.

طبق نتایج شکل ۵، برگ و دانه خرفه با داشتن مقدار قابل توجهی اسیدلینولنیک (امگا-۳)، اسید-لینولئیک (امگا-۶) و اسیداولئیک به عنوان یک منبع با ارزش از اسیدهای چرب غیراشباع و ضروری بشمار می‌روند. با توجه به نتایج جداول ۵ و ۶، بررسی ترکیب اسیدهای چرب در برگ، قبل و بعد از گلدهی و دانه خرفه نشان داد که اسیدلینولنیک به ترتیب ۶۰ و۴۰ درصد از محتوی کل اسید چرب برگ و دانه خرفه را تشکیل می‌دهد. در این تحقیق به دلیل اهمیت بیشتر اثر اسیدهای چرب پالمیتیک‌اسید ($C_{16:0}$)، اولئیک-اسید ($C_{18:1}$)، لینولئیک‌اسید ($C_{18:2}$)، لینولنیک‌اسید ($C_{18:3}$) و آراشیدونیک‌اسید ($C_{20:0}$) نسبت به سایر اسیدهای چرب در کیفیت روغن‌های خوراکی، مورد بحث و بررسی قرار گرفتند (شکل ۵).

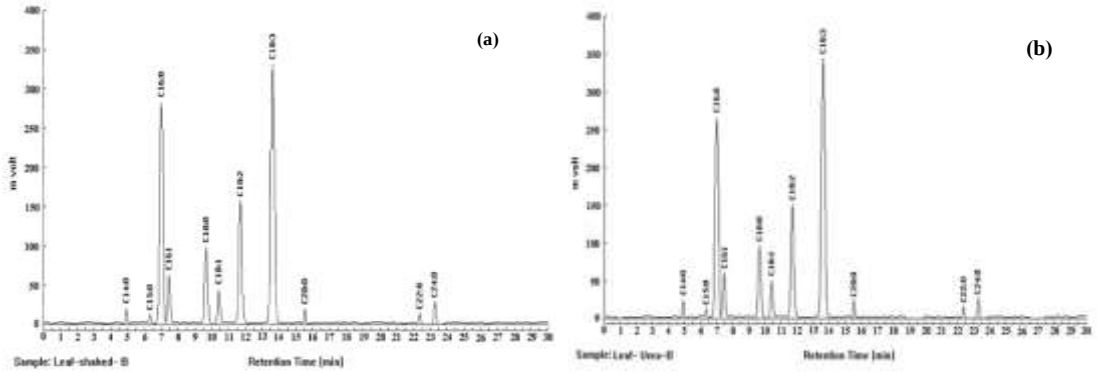
اسیدلینولنیک اسید چرب غالب در روغن برگ خرفه می‌باشد و پس از آن اسیدپالمیتیک، اولئیک و آراشیدونیک در رده‌های بعدی قرار دارند (شکل۵). در ترکیب اسید چرب دانه خرفه به ترتیب اسیدهای چرب لینولئیک و اولئیک که دو اسید چرب ضروری هستند بیشترین مقادیر را دارا بودند (شکل ۵). بررسی ترکیب اسید چرب برگ و بذر خرفه نشان می‌دهد که

این روغن از نظر ترکیب اسیدهای چرب، شبیه به روغن سویا می‌باشد (Alyari *et al*., 2000). بالابودن میزان اسیدهای چرب غیراشباع (۷۷/۰۲ درصد) در ترکیب اسید چرب روغن خرفه، آن را در مقایسه با گیاهان روغنی دیگر متمایز می‌کند (Ahmadi Kamazani & Amiri, 2012).



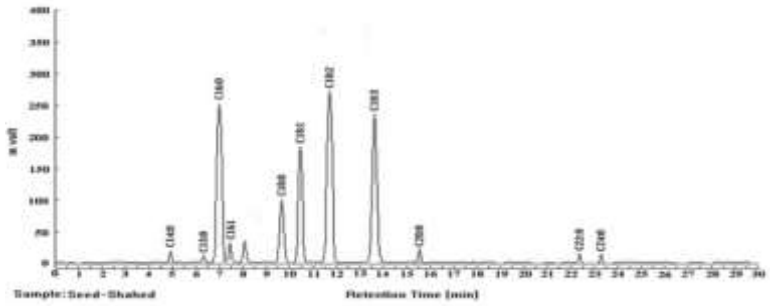
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری و نوع کود بر درصد روغن در برگ، (a) قبل از گلدهی، (b) بعد از گلدهی و (c) دانه خرفه.

Figure 2. Mean comparison interaction effect of irrigation regime and fertilizer type on oil percentage in leaf, (a) before flowering, (b) after flowering, and (c) seed of purslane.



شکل ۳. طیف گاز کروماتوگرام ترکیب اسید چرب برگ خرفه قبل از گلدهی(a) و بعد از گلدهی (b) تحت تأثیر رژیم آبیاری و نوع کود

Figure 3. Gas chromatogram of fatty acid compositions of purslane leaves before flowering (a) and after flowering (b) under influence of irrigation regime and fertilizer type



شکل ۴. طیف کروماتوگرام ترکیب اسیدهای چرب در روغن دانه خرفه تحت تأثیر رژیم آبیاری و نوع کود
Figure 4. Gas chromatogram of fatty acid compositions in the seed oil of purslane under influence of irrigation regime and fertilizer type

جدول ۵. درصد و ترکیب اسیدهای چرب، قبل و بعد از گلدهی در برگ خرفه تحت تأثیر رژیم آبیاری و نوع کود
Table 5. Percentage and composition of fatty acids in purslane leaf before and after flowering under influence of irrigation regime and fertilizer type

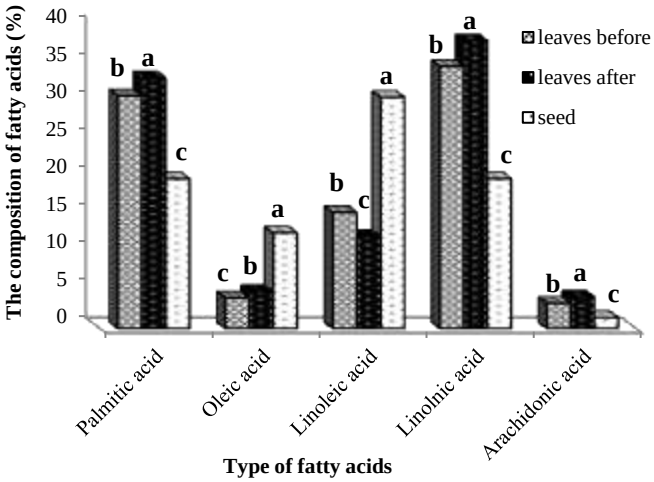
Name of fatty acid	Fatty acid type	Pic number	Retention time (min)	Different fertilizer treatments									
				Fatty acids before flowering (%)					Fatty acids after flowering (%)				
				Control	Cow manure	NPK	Vermi Compost	Urea	Control	Cow manure	NPK	Vermi compost	Urea
Myristic acid	14:0	1	4.89	1.56	1.42	1.33	1.28	1.68	2.39	2.30	2.23	2.19	2.27
Pentadecanoic acid	15:0	2	6.35	0.49	0.48	0.58	0.14	0.46	0.72	0.57	0.78	0.36	0.49
Palmitic acid	16:0	3	7.30	27.82	27.33	27.92	27.02	27.48	21.29	29.85	29.28	29.39	12.09
Palmitoleic acid	16:1	4	7.50	3.19	5.02	4.38	3.82	5.64	3.16	4.07	3.28	3.13	5.45
Stearic acid	18:0	5	9.75	4.84	4.93	4.26	4.37	4.26	5.85	5.96	5.85	5.81	5.32
Oleic acid	18:1	6	10.46	2.02	2.88	2.14	2.98	2.33	3.72	3.62	3.31	3.86	3.35
Linoleic acid	18:2	7	11.74	15.18	15.62	15.77	15.03	15.84	12.54	12.31	12.71	12.23	12.62
Linolenic acid	18:3	8	13.66	33.19	33.59	33.82	33.21	33.09	37.17	37.08	37.21	36.26	37.97
Arachidonic acid	20:0	9	15.55	3.85	4.05	3.71	3.55	3.94	2.89	2.60	2.51	2.45	2.64
Docosanoic acid	22:0	10	22.47	0.43	0.29	0.23	0.28	0.59	1.36	1.20	1.19	1.33	1.28
Tartaric acid	24:0	11	23.29	1.82	1.92	1.42	1.03	1.53	2.76	2.96	2.38	2.02	2.30

جدول ۶. درصد و ترکیب اسیدهای چرب در دانه خرفه تحت تأثیر رژیم آبیاری و نوع کود
Table 6. Percentage and composition of fatty acids in seed oil of purslane under influence of irrigation regime and fertilizer type

Name of fatty acid	Fatty acid type	Pic number	Retention time (min)	Different fertilizer treatments				
				Control	Cow manure	NPK	Vermicompost	Urea
Myristic acid	14:0	1	4.89	1.56	1.42	1.33	1.26	1.08
Pentadecanoic acid	15:0	2	6.35	1.09	1.27	1.04	0.44	0.46
Palmitic acid	16:0	3	7.03	23.82	23.34	23.32	23.02	23.21
Palmitoleic acid	16:1	4	7.50	1.19	1.32	1.38	1.80	1.64
Stearic acid	18:0	5	9.75	5.58	5.93	5.26	5.37	5.26
Oleic acid	18:1	6	10.46	10.52	10.66	10.14	10.98	10.33
Linoleic acid	18:2	7	11.72	30.18	30.62	30.57	31.03	30.84
Linolenic acid	18:3	8	13.66	19.69	19.49	19.02	19.71	20.09
Arachidonic acid	20:0	9	15.55	1.85	1.05	1.71	1.55	1.93
Docosanoic acid	22:0	10	22.47	0.43	0.29	0.23	0.08	0.59
Tartaric acid	24:0	11	23.29	0.82	0.92	0.42	0.42	0.53

آگاهی از ترکیبات شیمیایی روغن برگ و دانه خرفه نه تنها برای ارزیابی کیفیت تغذیه‌ای و تجاری آن‌ها اهمیت دارد بلکه ضرورت مصرف خوراکی خرفه را آشکار می‌سازد. همچنین داده‌های بدست آمده می‌تواند راهنمایی برای گزینش این گیاه دارویی مفید برای تولید تجاری روغن باشد (Alyari *et al*., 2000). بررسی انجام‌شده بین اسیدهای چرب موجود در روغن برگ و دانه خرفه در این آزمایش نشان داد، برگ خرفه با داشتن مقدار قابل توجهی اسیدلینولنیک (امگا-۳) نسبت به دانه خرفه، می‌تواند به عنوان یک منبع با ارزش غذایی به عنوان سبزی خوراکی و به شکل تازه‌خوری مصرف شود (Asadi *et al*., 2006).

این ویژگی مهم، خرفه را از سایر گیاهان روغنی متمایز و منحصر به فرد می‌کند. از سوی دیگر بررسی نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، روغن دانه خرفه غنی از اسیدهای چرب لینولئیک و لینولنیک و همچنین وجود مقدار قابل ملاحظه اسید اولئیک بیشتر نسبت به برگ می‌باشد (شکل ۵).



شکل ۵. ترکیب اسیدهای چرب در برگ (قبل و بعد از گلدهی) و دانه خرفه.

Figure 5. The composition of fatty acids in the leaves (before and after of flowering) and seed of purslane.

با توجه به این‌که اسیداولئیک در مقابل حرارت پایدار بوده و در تهیه روغن‌های سرخ‌کردنی استفاده می‌شود (Cros *et al*., 2007)؛ بنابراین وجود این اسید چرب در محتوای روغن دانه خرفه، سبب افزایش مرغوبیت و کیفیت آن می‌شود. نسبت بالاتر اسیدهای چرب غیراشباع دارای یک پیوند مضاعف مانند اسیداولئیک، سبب دوام بیشتر روغن در مقابل اکسیداسیون و امکان نگهداری بیشتر آن می‌گردد. درحالی‌که اسیدهای چرب غیراشباع دارای چند پیوند مضاعف مانند اسیدلینولئیک و لینولنیک اگرچه در مقابل اکسیداسیون حساس‌تر می‌باشند؛ ولی از نظر تغذیه‌ای و سلامت انسان دارای اهمیت بسیار زیاد می‌باشند (Alyari *et al*., 2000).

در صد سال گذشته مصرف اسیدهای چرب امگا-۶ نسبت به اسیدهای چرب امگا-۳ بسیار افزایش یافته و عدم توازن بوجود آمده بین دریافت اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا- ۶ باعث افزایش بیماری‌های قلبی عروقی در انسان شده است. نسبت مصرف اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در جهان، ۲۰ در مقابل ۱ است؛ که به دلیل مصرف زیاد روغن‌های نباتی سویا و آفتابگردان می‌باشد (Bruckner *et al*., 2000). اسیدهای چرب امگا-۳ در کاهش کلسترول خون، پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، پیشگیری از سرطان، درمان بیماری دیابت، درمان بیماری فشار خون بالا و افزایش مقاومت بدن نقش مهمی دارند (Bruckner *et al*., 2000). نتایج طیف کروماتوگرافی (شکل‌های ۳ و ۴) نشان داد که اسیدلینولنیک (امگا-۳) اسید چرب غالب در روغن برگ خرفه می‌باشد که نشان دهنده ارزش غذایی بالا و امکان مصرف برگ سبز خرفه به عنوان یک مکمل غذایی طبیعی است.

مقایسه ترکیب اسیدهای چرب قبل و بعد از گلدهی در برگ خرفه (شکل ۵) نشان داد که، مقادیر اسیدهای چرب موجود در ترکیب روغن برگ، به استثناء اسیدلینولئیک (امگا-۶) در مرحله بعد از گلدهی افزایش یافت. که احتمالاً به‌دلیل شرایط آب و هوایی گرم می‌باشد، زیرا آنزیم سازنده اسید چرب مذکور در چنین شرایطی فعال نخواهد شد (Alyari *et al*., 2000). منشأ تولید روغن در گیاه در مرحله اول سنتز آن، قندها هستند که طی فرآیند فتوسنتز توسط برگ‌ها تولید شده‌اند و در مراحل بعدی از پروتئین‌های ذخیره شده در گیاه تشکیل می‌شوند (Bouchereau *et al*., 1996). با توجه به این موضوع که سنتز اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده روغن در گیاه، تابع زمان و شرایط آب و هوایی به‌ویژه دمای محیط است؛ بنابراین هرچه درجه حرارت محیط بیشتر شود، طول دوره رشدی گیاه در این شرایط کاهش می‌یابد و به‌دنبال آن گیاه زمان کمتری برای سنتز اسیدهای چرب و روغن از هیدرات‌های کربن و پروتئین‌ها

خواهد داشت و در نتیجه درصد روغن کاهش خواهد یافت (Alyari *et al*., 2000). بنابراین در این آزمایش افزایش مقدار اسیدهای چرب در مرحله بعد از گلدهی در گیاه خرفه به‌دلیل طولانی‌تر بودن دوره رشد و فرصت کافی جهت سنتز روغن بوده است (شکل ۵).

نتیجه‌گیری کلی

بررسی نتایج اثر برهمکنش رژیم آبیاری و کود در برگ (قبل و بعد از گلدهی) و دانه خرفه نشان داد که، تیمارهای تنش خشکی و کودی تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن برگ (قبل و بعد گلدهی) و دانه خرفه داشت و هر چند با کاهش میزان آب مصرفی و به دنبال آن بروز تنش خشکی از درصد روغن کاسته شد، اما با بکارگیری کودهای آلی، به ویژه ورمی‌کمپوست در سطوح بالای تنش، تا حدی اثرات سوء تنش خشکی کاهش یافت. بررسی طیف کروماتوگرام ترکیب اسیدهای چرب نشان داد که، تیمارهای تنش خشکی و کودی تأثیر معنی‌داری بر ترکیب اسیدهای چرب برگ (قبل و بعد گلدهی) و دانه خرفه نداشتند. اما به علت این‌که مواد غذایی در کودهای آلی به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند و در مراحل آخر رشد، گیاه کمتر دچار تنش کمبود آب و عناصر غذایی خواهد شد و با قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی، و کاربرد کودهای آلی برای جبران کمبود آب و رعایت صرفه جویی در مصرف آن، هزینه‌های تولید را کاهش داد. ارزش غذایی بالا و امکان مصرف برگ سبز خرفه به عنوان یک مکمل غذایی طبیعی و کاربردهای دارویی متعددی که برای این گیاه ارزشمند گزارش شد؛ ایجاب می‌کند تا آن را صرفاً یک علف هرز نپنداریم و بکوشیم با انجام پژوهش‌های به‌زراعی و بوم‌شناختی شرایط مناسب رشد و نمو و اهلی‌کردن این آفریده سودمند و تغییر الگوی کشت با توجه به بحران کم‌آبی را فراهم سازیم.

REFERENCES

1. Ahmadi Kamazani, N. & Amiri, M. (2012). Evaluation of physiological and chemical properties of Purslane. *Food Sciences and Nutrition*, 10(4), 42-53. (in Farsi)
2. Nezamivand Chegini, R., Ghasemnejad, M. & Biglouee, H. (2020). Effect of deficit irrigation during growth and development of fruit on yield and quality of olive cv. Zard. *Iranian Journal of Horticultural science*, 51 (1), 67-77. (in Farsi)
3. Akbarinia, A., Khosravi Fard, M., Sharifi Ashoorabadi A. & Baba Khanloo, P. (2005). Effect of irrigation interval on yield and agronomic characteristics of *Nigella Sativa*. *Journal of Iranian Medicinal Plants*, 2, 65-73. (in Farsi)
4. Alyari, E., Shekari, F. & the Shekari, F. (2000). *Oil seed crops agronomy and physiology*. Amidi, 182 p. (in Farsi)
5. Anthony, C. (2001). Purslane (*Portulaca oleracea*) the global panacea. *Personal Care Magazine*, 2 (4), 7-15.
6. Asadi, H., Hassandokht, M. & Dashti, F. (2006). Investigation of leaf and seed of Persian purslane and foreign cultivars. *Journal of Food Science and Technology of Iran*, 3 (3), 54-49. (in Farsi).
7. Asqhari, J., Mohammadzadeh, S. & Mazaheri Tehrani, M. (2012). Extraction and determination of essential fatty acid content in purslane leaf. *Journal of Herbal Medicine*, 3 (3), 166-157.
8. Ayala, S. & Rao, E. P. (2002). Perspectives of soil fertility management with a focus on fertilizer use for crop productivity. *Current Science*, *82*(7), 797-807.
9. Bouchereau, A., Clossais, B. N., Bensaoud, A., Beport, L. & Renard, M. (1996). Water stress effects on rapeseed quality. *Journal of Agronomy*, 5, 19-30.
10. Bruckner, G. & Chow, C. K. (2000). Fatty acids in food and their health implications (2^{nd} ed.). New York and Basel. Pp. 843-846.
11. Chan, K., Islam, M., Kamil, M., Radhakrishnan, R., Zakaria, M. & Habibullah, M. (2000). The analgesic and anti inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 73 (3), 445 -451.
12. Chauhan, B. S. & Johnson, D. E. (2009). Seed germination ecology of *Portulaca oleracea* L. an important weed of rice and upland crops. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5, 272-279.
13. Cros, V., Jose, J., Sanchez, M. & Antonio Franco, J. (2007). Good yields of common purslane with a high fatty acid content can be obtained in a peat-based floating system. *Journal of Hort Technology*, 17 (1), 14-21.
14. Crowford, M., Galli, C., Visioli, F,. Renaud, S., Simopoulos, A. P. & Spector, A. (2000). Role of plant derived Omega 3-fatty acids in human nutrition. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 44, 263-265.

15. Das, U. N. (2000). Beneficial effect of fatty acids in cardiovascular diseases: but, why and how?. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 63, 351-362.
16. Frenoux, J. M. R., Prost, E. D., Belleville, J. L. & Prost, J. L. (2001). Polyunsaturated fatty acid diet lowers blood pressure and improves antioxidant status in spontaneously hypertensive rats. *Journal of Nutrition*, 131, 39-45.
17. Gaur, S. L., Bangar, A. R. & Kadam, S. K. (1987). Effect of graded doses of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield and oil content of sunflower. *Journal of Agriculture and Biology*, 1, 77-78.
18. Gholam Hosseini, M., Ghalavand, A. & Jamshidi, A. (2008). Effect of irrigation regimes and fertilizer treatments on grain yield and concentration of elements in sunflower leaves and seeds. *Journal of Research and Development*, 21 (2), 100-91. (in Farsi).
19. Gonzales, S., Duncan, S. E. & Okeef, S. F. (2003). Oxidation and textoral characteristic of butter with modified fatty acid profailes. *Journal Dairy Saience*, 86, 70-77.
20. Hassani, A. (2006). Effect of low water stress on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica*. *Iranian Journal of Medicinal Plants and Herbs Research*, 22 (3), 261-256.
21. Hekmat Shoar, H. (1993). *Physiology of plants in difficult conditions.* Niknam Tabriz. 293 p. (in Farsi)
22. Hiremath, B. R., Biradar, D. P. & Hunshal, C. S. (1991). Effect of nitrogen and phosphorus on oil and protein content of sunflower seeds. *Journal of Agriculture and Biology*, 4, 214-215.
23. Javanmard, M. & Asadi-Gharneh, A. (2016). Study of quantitative and qualitative traits of fatty acids in dog rose (*Rosa canina* L.) ecotypes from Isfahan rejoin of Iran. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47 (3), 595-606. (in Farsi)
24. Kafi, M., Zand, A., Kamkar, B., Sharifi, B. & Goldani, M. (2005). In: *Plant physiology*, Photosynthesis: Ecological and physiological aspects. (pp. 387- 402) University of Mashhad Publication Center. (in Farsi)
25. Uddin, M. K., Juraimi, A. S., Hossain, M. A., Anwar, F. & Alam, M. A. (2012). Effect of salt stress of *Portulaca oleracea* on antioxidant properties and mineral compositions. *Australian Journal of Crop Science*, *6*, 1732-1736.
26. Kamkar, B., Daneshmand, A. R., Ghooshchi, F,. Shiranirad, A. H. & Safahani Langeroudi, A. (2011). The effects of irrigation regimes and nitrogen rates on some agronomic traits of canola under a semiarid environment. *Journal Agricultural Water Management*, 98(2), 1005-1012.
27. Karimzadeh Asl, Kh., Mazaheri, D. & Peiqhambari, A. (2003). Effect of irrigation intervals on yield and quantitative traits of three sunflower cultivars. *Journal of Agricultural Science of Iran*, 34 (2), 301-293. (in Farsi)
28. Kaymak, H. C. (2013). Effect of nitrogen forms on growth, yield and nitrate accumulation of cultivated purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, *19*, 444-449.
29. Li, W. R., Zhang, S. & Shan, L. (2006). Effect of water stress on chlorophyll fluorescene parameters and activity of antioxidant enzyme in Alfaalfa seedling. *Journal of Biotechnology*, 67, 59-65.
30. Lim, Y. Y. & Quah, E. P. L. (2007). Antioxidant properties of different cultivars of *portulaca oleracea*. *Journal* of *Food Chemistry*, 103, 734-739.
31. Majid, H. R. & Schneiter, A. A. (1987). Yield and quality of semi dwarf and standard height sunflower hybrids grown at five plant populations. *Journal of Agronomy*, 79, 681-684
32. Majnoun Hosseini, N. & Davazdah Emmami, S. (2007). *In: Agricultural and production of medicinal plant, Classification based on secondary metabolites.* (pp. 35 – 51) University of Tehran Publication Center. (in Farsi)
33. Matos, G. D. & Arrunda, M. (2003). Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*, 39, 81-88.
34. Montti, M. (1975). In: *Annali della Facolta di Agraria, Effect of application of increasing rates of nitrogen, phosphorus and potassium. (*pp. 341-354*)* Universita Degli Studi di Perugia.
35. Omidbaigi, R. (1995). *Production and processing of medicinal plants (Vol. 1)*. Astan Quds Publication. 348 p. (in Farsi)
36. Omidbaigi, R. (2000). *Production and processing of medicinal plants* (Vol 3). Astan Quds Publication. 204 p. (in Farsi).
37. Palaniswamy, U. R., McAvoy, R. & Bible, B. (1997). Omega-3-fatty acid concentration in *Portulaca oleraceae* L. is altered by the source of nitrogen in hydroponics solution. *Journal of Plant Physiology*, 32, 462-463.
38. Safikhani, F., Heydari Sharif Abad, H. Siyadat, A., Seyednezhad, M. & Abaszadeh, B. (2008). Effect of dry stress on oil percent and yield and physiologic traits of *Dracocephalum moldavica*. *Journal Medicinal and Aromatic Plants of Iran*, 23(1), 86-99. (in Farsi)
39. Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. & Asgharzade, A. (2011). The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27, 188-201. (in Farsi)

40. Salisbury, E. (1961). Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidant. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 13, 34-39.
41. Schirmer, S. H., Werner, C. M., Binder, S. B., Faas, M. E., Custodis, F. & Bohm, M. (2012). Effects of omega-3 fatty acids on postprandial triglycerides and monocyte activation. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 225(1), 166-172.
42. Shin, W. H. (2006). Protective effect of anthocyanin in middle cerebral artery occasion and reperfusion model of cerebral ischemia in rats. *Journal of Life Science*, 79, 130-137.
43. Simopoulos, A. P., Norman, H. A. & Gillaspy, J. E. (1995). Purslane in human nutrition and its potential for world agriculture. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 77, 47-74.
44. Simopoulos, A. P., Norman, H. A., Gillaspy, J. E. & Duke, J. A. (1992). Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidant. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 11, 374-382.
45. Singh, S. P., Baragli, K., Joshi, A. & Chaudhry, S. (2005). Nitrogen reception in leaves of tree and shrub seedling in response to increasing soil fertility. *Journal of Biologia Plantarum*, 89(2), 389-396.
46. Ujinajah, U. S., Shanthamallaiah, N. R. & Murali, M. (1998). Effect of different row spacing and N and P_2O_5 fertilizer level on growth, yield, yield component and quality of seed in sunflower. *Journal of Agriculture Science*, 23, 146-150.