Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۶، شماره ۲، صفحه ۳۵۷-۳۴۸ (۱۳۹۹)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2020.126265.2560
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1399.36.348.100.2.1575.1610

ارزیابی کمّی و کیفی روغن بذر دو گونه شورروی *Salicornia europaeae* و *Halocnemum strobilaceum* به‌عنوان منبع روغن خوراکی

آزاده عالم‌زاده گرجی[۱]، غلامعلی حشمتی[۲]، احسان زندی اصفهان[۳*] و جواد معتمدی[۴]

۱- دانش‌آموخته دوره دکترای علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳*- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: zandiesfahan@gmail.com
۴- دانشیار، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ اصلاح نهایی: اسفند ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۹

چکیده

شناسایی و کشت دانه‌های روغنی جدید گامی مهم در جهت تأمین روغن مورد نیاز در کشور است. با توجه به گستردگی مناطق شور، کشت و بهره‌برداری از گیاهان مقاوم به شوری در شرایطی که هم آب و هم خاک شور است، می‌تواند گزینه‌ای مناسب در زمینه تولید و استحصال روغن‌های گیاهی از گیاهان مقاوم به شوری باشد. هدف از این پژوهش، بررسی درصد روغن قابل استحصال و تعیین ترکیب‌های اسیدهای چرب در دو گونه شورروی *Salicornia europaeae* و *Halocnemum strobilaceum* در حاشیه دریاچه ارومیه بود. بدین‌منظور، اقدام به جمع‌آوری بذر گونه‌ها در فصل پاییز ۱۳۹۵ شد. استخراج اسیدهای چرب، توسط حلال انجام شد. مخلوط حلال و روغن، توسط دستگاه تقطیر در خلأ گردشی جدا گردید و بعد از تهیه متیل‌استر و تزریق به دستگاه گازکروماتوگرافی (GC)، آنالیز اسیدهای چرب انجام شد. برای شناسایی اسیدهای چرب، از مخلوط استاندارد اسیدهای چرب، ساخت شرکت سیگما با مقایسه زمان‌های بازداری استفاده گردید. اطلاعات حاصل، با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون آماری t مستقل تجزیه‌وتحلیل شد. میانگین بازده روغن بدست‌آمده از دو گونه *S. europaeae* و *H. strobilaceum* به‌ترتیب ۱۸/۵۸٪ و ۹/۲۸٪ محاسبه شد. درمجموع، ۱۲ اسید چرب شامل لوریک اسید (C12:0)، مریسیتیک اسید (C14:0)، میریستولئیک اسید (C14:1n5)، پالمیتیک اسید (C16:0)، پالمیتولئیک اسید (C16:1n7)، استئاریک اسید (C18:0)، اولئیک اسید (C18:1n9)، لینولئیک اسید (C18:2n6cis)، آلفا-لینولنیک اسید (C18:3n3)، گاما-لینولئیک اسید (C18:3n6)، استئاریک اسید (C18:0) و آراشیدیک اسید (C20:0) در پروفیل این دو گونه ثبت شد. لینولئیک اسید به‌ترتیب با ۵۶٪ و ۵۴/۷٪ در *S. europaeae* و *H. strobilaceum* اسید چرب غیراشباع بود. پالمیتیک اسید نیز با ۱۱/۴٪ و ۹/۷٪ درصد به‌ترتیب در *S. europaeae* و *H. strobilaceum*، اسید چرب اشباع غالب بود. نتایج نشان داد که با توجه به بازده روغن (۱۸/۵۸٪) و درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع شناسایی شده، بذر گونه *S. europaeae* می‌تواند به‌عنوان یک منبع روغن خوراکی مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: استفاده چند منظوره، روغن‌های گیاهی، رویشگاه‌های شور، شورورزی، گونه‌های هالوفیت.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در سال‌های اخیر، تقاضا برای استفاده از روغن‌های گیاهی رو به افزایش است (Weber *et al*., 2007). از سویی، شاهد افزایش سطح زمین‌های شور در مناطق خشک و نیمه‌خشک هستیم (FAO, 2005). اغلب محصولات زراعی روغنی متداول، امکان رشد در چنین شرایطی را نداشته و تنها تعدادی از گونه‌های هالوفیت (شورروییی)، امکان رشد در این شرایط را دارند. هالوفیت‌ها، دسته‌ای از گیاهان هستند که در شوره‌زارها، مرداب‌ها، لجن‌زارها، باتلاق‌ها و سواحل دریا پراکنش دارند. این گیاهان، دارای کاربردهای متعددی در تغذیه دام، دانه‌های روغنی، پرورش زنبور عسل، احیاء اراضی بایر، تأمین سوخت، ایجاد فضای سبز، مصارف دارویی و ... هستند (Khoorsandi *et al*., 2000). بنابراین، رویکرد مبتنی بر استفاده از هالوفیت‌ها، می‌تواند راه‌حلی برای غلبه بر مشکلات اراضی تحت تأثیر شوری باشد.

اگرچه هالوفیت‌ها معمولاً دارای مقادیر زیادی نمک در اندام‌های خود می‌باشند ولی بذر بسیاری از آنها حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای روغن است (Ghars *et al*., 2006؛ Wang *et al*., 2002) که قابلیت رقابت با بذرهای روغنی گیاهان زراعی رایج را دارند و مصرف مستقیم بذر بسیاری از آنها توسط انسان یا حیوانات، از نظر میزان نمک محدودیتی ندارد (Zerai *et al*., 2010).

در ارتباط با قابلیت گونه‌های هالوفیت در تولید روغن، پژوهش‌های مختلفی انجام شده است. به‌طوری که با بررسی میزان و محتوای روغن پنج گونه *Arthrocnemum indicum*، *Alhaji maurorum*، *Cressa cretica*، *Halopyrum mucronatum*، *Haloxylon stocksii* و *Suaeda fruticose* گزارش شد که میزان روغن آنها از ۲۲٪ تا ۲۵٪ متغیر است. ضمن اینکه ۱۲ اسید چرب غیراشباع در آنها گزارش شد که میزان آن از ۶۵٪ تا ۷۴٪ متغیر بود. نتایج به‌طور واضح نشان داد که بذر گونه‌ها، به‌ویژه بذر گونه *S. fruticose* برای تهیه روغن گیاهی مناسب است (Weber *et al*., 2007). در این راستا، مقدار روغن بذر گونه *Salicornia fruticosa* نیز ۲۸/۹۵٪ و اسید چرب غالب غیراشباع، اسید اولئیک (۵۶/۵۸٪) گزارش گردید (Elsebaie *et al*., 2013).

میزان روغن گونه *Salicornia persica* Akhani با استفاده از روش سوکسله، ۹/۳٪ گزارش شد و با کاربرد آزمون کروماتوگرافی گازی، ۱۰ نوع اسید چرب شناسایی گردید که اسیدهای‌چرب اشباع و غیراشباع غالب به‌ترتیب پالمیتیک اسید و آلفا–لینولنیک اسید بودند. نتایج نشان داد که روغن گونه *S. persica* حاوی ۷۰٪ اسیدهای چرب غیراشباع است که در این میان، اسیدهای چرب آلفا–لینولنیک (امگا–۳) سهم قابل ملاحظه‌ای را به‌خود اختصاص داده است. علاوه‌براین، روغن استحصال شده از نظر پایداری اکسیداتیو، در مقایسه با روغن‌های خوراکی مورد استفاده در صنعت غذا در جایگاه مناسبی قرار دارد (Ahmadi *et al*., 2016).

در بررسی کمّی و کیفی اسیدهای چرب در بذر گونه‌های *Suaeda fruticose* و *Salicornia herbacea*، میزان بازده روغن به‌ترتیب ۳۰/۷۶٪ و ۱۳/۸۸٪ و اسید چرب اشباع و غیراشباع غالب به‌ترتیب پالمیتیک اسید و لینولئیک اسید گزارش شد. نتایج بیانگر آن است که گیاه *Suaeda fruticose* با توجه به بازده بالای روغن و همچنین مقدار و ترکیب اسیدهای چرب غیراشباع، قابل رقابت با دیگر دانه‌های روغنی بوده و قابلیت این را دارد که به‌عنوان منبع جدید روغن خوراکی مورد استفاده قرار گیرد (Shahi *et al*., 2017).

ازاین‌رو، در این پژوهش توانمندی گونه‌های *Salicornia europaeae* و *Halocnemum strobilaceum* که از عناصر اصلی رویشگاه‌های شور حاشیه دریاچه ارومیه می‌باشند و سهم قابل توجهی را در ترکیب گیاهی این رویشگاه‌ها دارند، به‌عنوان منبع تولید روغن خوراکی مورد بررسی قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

مطالعات میدانی

برای انجام این پژوهش، ابتدا با استناد به مطالعات قبلی (Motamedi *et al.*, 2015؛ Motamedi *et al.*, 2018a؛ Motamedi *et al.*, 2018b؛ Motamedi *et al.*, 2019؛ Alizadeh *et al.*, 2014) و شناخت از رویشگاه‌های شور حاشیه دریاچه ارومیه، محل‌های معرف پراکنش هر یک از گونه‌های *S. europaeae* و *H. strobilaceum* مشخص شد. گونه‌های مذکور، به‌صورت دایره‌های متحدالمرکز از مرکز شوری به سمت اراضی حاشیه‌ای پراکنش دارند. به‌گونه‌ای که در نواره اول، گونه *S. europaeae* و در نواره بعدی، گونه *H. strobilaceum* پراکنش دارد. گونه *S. europaeae* نسبت به گونه *H. strobilaceum* بیشتر رویشگاه باتلاقی را ترجیح می‌دهد و به‌محض اینکه عمق رگه آب زیرزمینی پایین رفت شروع به خشک شدن می‌کند و آثار پژمردگی در آن پدیدار می‌شود. درنتیجه با توجه به عمق رگه آب زیرزمینی، به‌صورت لکه‌های پراکنده با عرض بعضاً ۲۵ تا ۵۰ متر و طول ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر پراکنش دارد. گونه *H. strobilaceum* معمولاً به‌صورت بوته‌ای و کپه‌ای در رویشگاه خود پراکنش دارد و با توجه به مقدار شوری و فاصله از مرکز شوری، دارای خصوصیات ساختاری و عملکردی متفاوت می‌باشد. آنچه مسلم است نسبت به گونه *S. europaeae* در سطح نسبتاً وسیع‌تری و به‌طور یکنواخت پراکنش دارد.

بعد از انتخاب محل‌های پراکنش هر یک از گونه‌ها، در هر مکان با توجه به نحوه پراکنش گونه‌ها و سطح اشغال شده توسط آنها، یک یا چند توده معرف به‌منظور آماربرداری از پوشش گیاهی و جمع‌آوری بذر انتخاب شد. با توجه به گستردگی عرصه‌های پراکنش و اینکه تقویم مراحل رشد گونه‌ها یکسان نمی‌باشد، آماربرداری از پوشش گیاهی در زمان‌های مختلف از فصل رویش انجام شد و در شرایطی که بذر گونه‌ها رسیده و آماده برداشت بودند، بذر آنها جمع‌آوری گردید.

نمونه‌برداری از هر دو گونه در حاشیه غربی دریاچه ارومیه انجام شد. در این ارتباط، بذر گونه *S. europaeae* از رویشگاه‌های شور منطقه گلمانخانه با موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۷۵ دقیقه و ۶۸ ثانیه طول شرقی و ۴۵ درجه، ۲۳ دقیقه و ۲۸ ثانیه عرض شمالی جمع‌آوری شد. این منطقه، با وجود پایین رفتن سطح آب دریاچه، نسبت به دیگر مکان‌ها عمق رگه آب زیرزمینی شور در آن کم می‌باشد و بیشتر مواقع سال حالت باتلاقی دارد.

با توجه به لکه‌ای بودن پراکنش گونه *S. europaeae*، آماربرداری از پوشش گیاهی در داخل سه توده معرف انجام شد. در هر یک از توده‌ها، با استناد به مطالعات قبلی (Motamedi *et al.*, 2015؛ Motamedi *et al.*, 2018a؛ Motamedi *et al.*, 2018b) و منابع مرتبط با اندازه‌گیری پوشش گیاهی (Motamedi *et al.*, 2016)، سه ترانسکت ۱۰۰ متری با فاصله ۱۰ متر از همدیگر در امتداد گرادیان شوری بکار برده شد. در روی هر ترانسکت نیز ۱۰ پلات نیم مترمربعی، با فاصله ۱۰ متر از همدیگر مستقر گردید. از تولید جمع‌آوری شده هر یک از پلات‌ها در امتداد هر ترانسکت، مقداری بذر برای اندازه‌گیری روغن و اسیدهای چرب به‌عنوان نمونه برداشت شد. در مجموع، در هر توده معرف سه نمونه مرکب و برای کل رویشگاه *S. europaeae*، ۹ نمونه برداشت گردید.

بذر گونه *H. strobilaceum*، از رویشگاه‌های شور منطقه سپرغان که در نزدیکی کوه زنبیل و در موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه و ۲۸ ثانیه طول شرقی و ۴۵ درجه، ۱۵ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض شمالی پراکنش دارد، جمع‌آوری شد.

برای آماربرداری از پوشش گیاهی با توجه به نحوه پراکنش گونه *H. strobilaceum* که تفاوت بارزی با نحوه پراکنش گونه *S. europaeae* دارد، با استناد به مطالعات قبلی (Motamedi *et al.*, 2015؛ Motamedi *et al.*, 2018a؛ Motamedi *et al.*, 2018b؛) و منابع مرتبط (Motamedi *et al.*, 2016)، ۹ محدوده ۰/۱ هکتاری در

www.SID.ir

Archive of SID

داخل ترانسکت‌های نواری ۵۰ × ۲۰ متری انتخاب شد. آنگاه ترانسکت‌ها در امتداد گرادیان شوری و با فاصله ۱۰۰ متر از همدیگر بکار برده شدند. پس از استقرار ترانسکت‌ها، از ۶۰ پایه گیاهی نمونه‌برداری شد که از این ۶۰ پایه مقداری بذر برای اندازه‌گیری روغن و اسیدهای چرب برداشت شد. در این مورد، بذر حاصل از ۱۰ پایه انتخابی در هر محدوده به‌عنوان یک نمونه مرکب در نظر گرفته شد که در مجموع ۹ نمونه برای انجام آزمایش لحاظ گردید.

مطالعات آزمایشگاهی

استخراج و تعیین درصد روغن

بعد از جمع‌آوری بذر گونه‌ها، مقدار روغن و درصد ترکیبات روغن در آزمایشگاه جهاد دانشگاهی ارومیه تعیین گردید. برای این منظور، پس از جداسازی پوسته بذرها و تمیز کردن آنها، نمونه‌ها آسیاب شد و بعد از هموژن نمودن، ۲/۵ گرم از نمونه‌های بذر به لوله آزمایش درب پیچ‌دار منتقل شد. استخراج روغن با هگزان انجام شد که برای تسریع در عمل استخراج، در هر مرحله به مدت ۱۰ دقیقه در داخل دستگاه اولتراسوند قرار داده شد و مخلوط حاصل به مدت پنج دقیقه در ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ گردید. حلال حاوی روغن، به لوله‌های آزمایش که قبلاً وزن آنها معلوم شده منتقل و حلال با گاز ازت تبخیر و درصد روغن طبق رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه شد (Cravotto, 2008).

رابطه ۱

وزن لوله خالی – (وزن لوله + وزن روغن)= روغن استخراج شده

رابطه ۲

۱۰۰×{وزن نمونه (گرم)/وزن روغن (گرم)}= روغن استخراج شده (٪)

آنالیز اسیدهای چرب

برای آنالیز اسیدهای چرب، روغن نمونه‌ها به متیل‌استر تبدیل گردید. برای این منظور، ابتدا یک گرم از روغن استخراجی، داخل یک ارلن ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته و روی اجاق قرار داده شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر متانول به روغن اضافه و با عمل رفلکس حرارت ایجاد شد تا به‌جوش آید. پس از آن، از طریق بالای خنک‌کننده ۲۰ میلی‌لیتر محلول تری فلورید بور (BF_3) به نمونه اضافه و به‌مدت یک ساعت عمل رفلکس انجام شد. سپس نمونه از روی اجاق برداشته شد تا خنک شود. در مرحله بعد، ۲۰ میلی‌لیتر هگزان به آن اضافه شد و به‌مدت ۱۵ دقیقه نمونه توسط مگنت هم زده شد. سپس محتویات ارلن را در یک قیف دکانتور ریخته و فرصت داده شد تا در دو مرحله از یکدیگر جدا گردد. بخش زیرین تخلیه شد و بخش فوقانی که همان متیل‌استر بود دو تا سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شد تا اسید موجود در نمونه باعث خرابی دستگاه نشود. pH بخش پایینی جدا شده که آب بود، با اضافه کردن دو تا سه قطره متیل اورانژ بررسی شد. اگر بخش آبی، قرمز شود، نشان‌دهنده این است که نمونه اسیدی است و نیاز است تا نمونه متیل‌استر شسته شود. این عمل تا زمانی که بخش آبی به رنگ زرد درآید ادامه یافت. پس از این مراحل، نمونه بدست‌آمده با سدیم سولفات رطوبت‌گیری شد و به‌دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) تزریق گردید. برای شناسایی اسیدهای چرب، از مخلوط استاندارد اسیدهای چرب، ساخت شرکت سیگما با مقایسه زمان‌های بازداری استفاده گردید (Carvalho & Malcata, 2005 ؛Gunstone, 1996).

دستگاه کروماتوگراف گازی بکار برده شده، از مدل Agilent-6890 ساخت کمپانی Agilent آمریکا می باشد که مجهز به دریچه تزریق کاپیلاری، ستون کاپیلاری ویژه تجزیه اسیدهای چرب (DB-WAX) به‌طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر با فاز ساکن پلی‌اتیلن گلیکول به ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر و آشکارساز یونیزاسیون

www.SID.ir

Archive of SID

شعله‌ای (FID) است. دمای اولیه آون در ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت یک دقیقه نگه داشته شد و بعد با سرعت ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه، تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و هشت دقیقه در همان دما باقی ماند. از گاز نیتروژن به‌عنوان گاز حامل و آراینده، به‌ترتیب با سرعت جریان یک و ۴۵ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده گردید. دمای دریچه تزریق در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز در ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

داده‌های بدست‌آمده از آزمایش‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه‌وتحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون t مستقل در سطح ۱٪ انجام شد. برای بررسی برابری واریانس‌ها از آزمون لیون استفاده گردید.

نتایج

بر مبنای نتایج، میزان روغن بذر گونه *S. europaeae* ۱۸/۵۸٪ بود (جدول ۱). درمجموع، ۱۱ اسید چرب در بررسی پروفیل اسیدهای چرب این گونه گزارش شد که حاوی پنج اسید چرب اشباع شامل لوریک اسید، پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، میریستیک اسید و آراشیدیک اسید و دو اسید چرب تک غیراشباع شامل پالمیتولئیک اسید، اولئیک اسید و چهار اسید چرب چند غیراشباع شامل لینولئیک اسید، گاما-لینولئیک اسید، آلفا-لینولنیک اسید و استئاریک اسید بود. اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک اسید و اولئیک اسید به‌ترتیب با ۵۶٪ و ۲۴/۷۵٪ و اسید چرب اشباع پالمیتیک اسید با ۱۱/۴٪ بیشترین میزان را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۱).

نتایج بررسی گونه *H. strobilaceum* نشان داد که میزان روغن بذر این گونه ۹/۲۸٪ است (جدول ۱). در مجموع، ۱۲ اسید چرب در بررسی ترکیب اسیدهای چرب این گونه گزارش شد که حاوی پنج اسید چرب اشباع شامل لوریک اسید، پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، میریستیک اسید و آراشیدیک اسید و سه اسید چرب تک غیراشباع شامل پالمیتولئیک اسید، اولئیک اسید و میریستولئیک اسید و چهار اسید چرب چند غیراشباع شامل لینولئیک اسید، گاما-لینولئیک اسید، آلفا-لینولنیک اسید و استئاریک اسید بود. اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک اسید و اولئیک اسید، به‌ترتیب با ۵۴/۷۶٪ و ۲۶/۳۶٪ و اسید چرب اشباع پالمیتیک اسید با ۹/۳۲٪ بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند (جدول ۱).

نتایج آزمون t مستقل درصد و ترکیب‌های روغن بذر گونه‌های مورد پژوهش، نشان داد که میزان روغن بذر دو گونه دارای اختلاف آماری در سطح ۱٪ می‌باشد. به‌طوری که میزان روغن در بذر گونه *S. europaeae* به‌طور معنی‌داری بیشتر (۱۸/۵۵٪) و دو برابر مقدار آن در بذر گونه *H. strobilaceum* (۹/۲۵٪) بود (جدول ۲).

نتایج نشان داد که بین بذر دو گونه از نظر تمامی اسیدهای چرب، بجز میریستولئیک اسید اختلاف معنی‌دار وجود دارد. میزان اسیدهای چرب اشباع لوریک اسید، مریستیک اسید و استئاریک اسید در گونه *H. strobilaceum* بیشتر و مقدار آراشیدیک اسید و پالمیتیک اسید در بذر گونه *S. europaeae* بیشتر می‌باشد. اسیدهای چرب غیراشباع پالمیتولئیک اسید و اولئیک اسید در بذر گونه *H. strobilaceum* بیشتر و لینولئیک اسید، آلفا-لینولنیک اسید، گاما-لینولئیک اسید و استئاریک اسید در بذر گونه *S. europaeae* بیشتر است (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین درصد و ترکیب‌های روغن بذر گونه‌های *Salicornia europaeae* و *Halocnemum strobilaceum*

متغیر	نماد	*S. europaeae*	*H. strobilaceum*
روغن	Oil	۱۸/۵۸ a	۹/۲۸b
lauric acid	C12:0	۱/۳۵ b	۲/۲۲a
merisitic acid	C14:0	۰/۱۷a	۰/۳۰a
myristoleic acid	C14:1n5	۰/۰۰b	۰/۱۹a
palmitic acid	C16:0	۱۱/۳۹a	۹/۳۰b
palmitoleic acid	C16:1n7	۰/۲۷b	۰/۴۳a
stearic acid	C18:0	۱/۴۰b	۳/۳۲a
oleic acid	C18:1n9	۲۴/۷۵b	۲۶/۳۰a
linoleic acid	C18:2n6cis	۵۶/۰۲a	۵۴/۷۶b
α-linolenic acid	C18:3n3	۳/۰۵a	۲/۰۷b
γ-linoleic acid	C18:3n6	۰/۴۷a	۰/۳۹b
arachidic acid	C20:0	۰/۳۸a	۰/۱۹b
مجموع اسید چرب اشباع	ΣSFA	۱۴/۶۹	۱۵/۳۳
اسیدهای چرب تک غیراشباع	ΣMUFA	۲۵/۰۲	۲۶/۷۳
اسیدهای چرب چند غیراشباع	PUFA	۶۰/۲۹	۵۷/۷۵

SFA (Saturated Fatty Acids): اسید چرب اشباع؛ MUFA (Mono Unsaturated Fatty Acids): اسید چرب تک غیراشباع؛
PUFA (Poly Unsaturated Fatty Acids): اسید چرب چند غیراشباع؛ حروف لاتین غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) در متغیر است.

بحث

با توجه به وسعت اراضی شور در ایران، کشت و بهره‌برداری از گیاهان هالوفیت و مقاوم به شوری در شرایطی که آب و خاک شور است، می‌تواند گزینه‌ای مناسب در زمینه تولید و استحصال روغن‌های گیاهی از گیاهان هالوفیت و مقاوم به شوری باشد.

نتایج حاصل از پژوهش، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین محتوای روغن بذر دو گونه بود. به‌طوری که درصد روغن بذر گونه *S. europaeae* دو برابر میزان روغن بذر گونه *H. strobilaceum* می‌باشد که از لحاظ میزان روغن، با گیاه سویا (با مقدار روغن ۱۸٪ تا ۲۵٪) قابل مقایسه است (Shahi *et al.*, 2017).

درصد مقدار روغن قابل استخراج از یک گونه، عامل مهمی برای ارزش‌گذاری آن بوده و هرچه مقدار روغن قابل استخراج بیشتر باشد، ارزش اقتصادی آن بیشتر خواهد بود. هر چند برای توصیه قابلیت کشت یک گیاه روغنی، تنها داشتن روغن بالا نمی‌تواند صفت قابل توصیه باشد. برای این منظور، باید صفات دیگری ازجمله کیفیت روغن، درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع، ماندگاری روغن، عدد یدی، عدد صابونی، خصوصیات زراعی گیاه و مهمتر از همه، عملکرد بذر و عملکرد اقتصادی یک گیاه و قیمت تمام شده آن و سایر خصوصیات زراعی و اقتصادی مانند دوره ماندگاری در زمین، دوره رشد اقتصادی، مزایا و معایب برداشت و هزینه‌های مربوط به استخراج را نیز لحاظ نمود (Ariffin *et al.*, 2009).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج آزمون t مستقل درصد و ترکیب‌های روغن بذر گونه‌های *Salicornia europaeae* و *Halocnemum strobilaceum*

متغیر	میانگین و انحراف از معیار *S. europaeae*	میانگین و انحراف از معیار *H. strobilaceum*	F	t	درجه آزادی	Sig (2-tailed)
روغن	۱۸/۵۵± ۰/۶۰	۹/۲۸ ± ۰/۶۰	۰	۱۰/۴	۱۶	۰/۰۰**
lauric acid	۱/۳۵± ۰/۰۶	۲/۲۲ ± ۰/۰۹	۰/۷	۷/۸	۱۶	۰/۰۰**
merisitic acid	۰/۱۷ ± ۰/۰۱	۰/۳۰± ۰/۰۱	۱۵/۶	۱۶/۸	۱۶	۰/۰۰**
myristoleic acid	–	۰/۱۹ ± ۰/۰۰۵	۴/۱	۰/۵	۱۶	۰/۶۰ ns
palmitic acid	۱۱/۳۹ ± ۰/۳۰	۹/۳۰ ± ۰/۶۰	۱/۳	۳/۳	۱۶	۰/۰۳*
palmitoleic acid	۰/۲۷ ± ۰/۴۰	۰/۴۳ ± ۰/۴۰	۰/۲	۲۱/۰	۱۶	۰/۰۴*
stearic acid	۱/۴۰ ± ۰/۰۷	۳/۳۲ ± ۰/۰۴	۸/۷	۵/۰	۱۶	۰/۰۰**
oleic acid	۲۴/۷۵ ± ۰/۲۱	۲۶/۳۰ ± ۰/۰۴	۳/۸	۳/۶	۱۶	۰/۰۲*
linoleic acid	۰/۳۰ ± ۵۶/۰۲	۰/۲۰ ± ۵۴/۷۶	۰/۲	۷/۸	۱۶	۰/۰۰**
α-linolenic acid	۰/۱۰ ± ۳/۰۵	۰/۰۲ ± ۲/۰۷	۹/۳	۳/۶	۱۶	۰/۰۰**
γ-linoleic acid	۰/۴۷ ± ۰/۰۱	۰/۳۹ ± ۰/۰۵	۲/۰	۷/۲	۱۶	۰/۰۴*
arachidic acid	۰/۳۸ ± ۰/۶۰	۰/۱۹ ± ۰/۶۰ a	۱۲/۴	۱۰/۵	۱۶	۰/۰۱**

**: معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، *: معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ns: عدم اختلاف معنی‌دار

مهمترین شاخص یک روغن خوراکی، محتوای اسید چرب غیراشباع و تنوع این اسیدهای چرب در روغن می‌باشد. زیرا روغن با حجم زیاد اسید چرب غیراشباع روغن سالم‌تری است (Ariffin *et al.*, 2009).

اسید چرب غیراشباع غالب در بذر گونه *S. europaeae* به‌ترتیب لینولئیک اسید و اولئیک اسید با مقدار ۵۶/۲٪ و ۲۴/۹٪ بود. چنین شرایطی را می‌توان با روغن ارقام متداول آفتابگردان و کانولا که دارای مقدار لینولئیک اسید بیشتر، اولئیک اسید متوسط و مقدار کمی اسیدهای چرب اشباع است، مقایسه کرد.

با توجه به ترکیب اسیدهای چرب موجود در بذر گونه *S. europaeae*، روغن موجود می‌تواند روغن مناسبی برای پخت و پز و خوراکی باشد. لینولئیک اسید موجود در این روغن، اسید چرب ضروری بدن انسان بوده و وجود آن در رژیم غذایی از نظر نقش عملکرد آن برای بافت‌ها و حفظ و نگهداری بدن ضروری است و مؤثرترین اسید چرب برای کاهش سطح کلسترول خون است. به‌عنوان مثال، وجود این اسید برای تولید هورمون‌هایی مثل پروستاگلاندین که در پیشگیری از لخته‌شدن خون در رگ‌ها و تورم شریان‌ها نقش حیاتی دارد، مؤثر است (Franzen- Castle *et al.*, 2010).

مهمترین اسید چرب اشباع موجود در بذر گونه *S. europaeae*، پالمتیک اسید با مقدار ۱۱/۴٪ بود. این اسید چرب، در روغن بیشتر دانه‌های روغنی وجود دارد ولی بیشترین مقدار آن در روغن پالم می‌باشد. میزان این اسید چرب در روغن زیتون ۷/۵٪ تا ۲۰٪ و در روغن آفتابگردان ۷/۵٪ تا ۱۳٪ است (Ahangar *et al.*, 2015).

www.SID.ir

Archive of SID

در این راستا، با بررسی ویژگی‌های فیزیکی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بذر گونه *S.herbaciea*، اسیدهای چرب غالب در این گونه لینولئیک اسید (۷۳/۴۳٪) و اولئیک اسید (۱۹/۸۱٪) گزارش شد (Choi *et al.*, 2014). همچنین میزان روغن استخراج شده از گونه *S. persica* Akhani ۹/۳٪ و اسید چرب غیراشباع غالب، آلفا-لینولنیک (امگا-۳) گزارش شد (Ahmadi *et al.*, 2016). میزان روغن موجود در هر ۱۰۰ گرم بذر گونه *S. brachatei*، ۲۴/۵٪ تا ۲۶/۵٪ گزارش شد (Rao *et al.*, 2015).

در مجموع، ۱۲ آمینو اسید و اسید چرب یافت شد که اسیدهای چرب غیراشباع غالب، اولئیک اسید و لینولئیک اسید بودند. میزان روغن استخراج شده از بذر گونه *S. fruticosa* ۲۸/۵۹٪ گزارش شد که ۷۸/۰۵٪ اسیدها به اسیدهای چرب غیراشباع، اولئیک اسید با ۵۶/۵۸٪، لینولئیک اسید با ۱۷/۴۰٪ و لینولئیک اسید با ۳/۹۸٪ نسبت داده شده است (Elsebaie *et al*., 2013).

اگرچه در این پژوهش روغن استحصالی از بذر *H. strobilaceum* کمتر از ۱۰٪ بود، اما به‌دلیل داشتن دو اسید چرب غیراشباع (لینولئیک اسید و اولئیک اسید با مقادیر ۵۴/۹٪ و ۲۶/۵۳٪)، منبع مناسبی برای تأمین اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد که قابل مقایسه با روغن زیتون و هسته‌انگور است. تولید بذر هر پایه گونه *H. strobilaceum* با میانگین قطر تاج ۱۳۵ در ۹۵ سانتی‌متر، به‌طور میانگین ۳۰ گرم است که با احتساب ۷۴۱ پایه در هر هکتار، قابلیت تولید بذر رویشگاه مورد بررسی ۲۲/۲ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

ترکیب و میزان اسیدهای چرب موجود در روغن، مهمترین عامل در صنعتی یا خوراکی بودن آن محسوب می‌شود. به‌طورکلی مطالعات کمی از بررسی ترکیبات شیمیایی موجود در بذر این گونه ازجمله روغن و اسیدهای چرب گزارش شده است. در این ارتباط، میزان اسیدهای چرب اشباع گونه *H. strobilaceum* با ۵۶/۱٪ بیشتر از اسیدهای چرب غیراشباع با ۴۳/۸۷٪ گزارش شد (Mariem *et al.*, 2018). اسیدهای چرب پالمتیک، اولئیک و لینولئیک به‌ترتیب با مقادیر ۴۷/۶۳، ۲۴/۳ و ۱۹/۶ درصد، اسیدهای چرب غالب بودند که کاملاً با نتایج این پژوهش متفاوت است. همچنین با بررسی مقدار روغن و ترکیب اسیدهای چرب بذر گونه‌های *Suaeda aegyptiaca* و *H. strobilaceum* در اراضی شور استان یزد، میزان روغن بذر گونه *H. strobilaceum* ۱۷/۱۲٪ گزارش شد که لینولئیک اسید و اولئیک اسید با مقادیر ۵۸/۲٪ و ۲۱/۱۶٪ بیشترین میزان را در بین اسیدهای چرب به‌خود اختصاص دادند (Ghasemi Firouzabadi *et al.*, 2014).

تفاوت در بازده روغن، درصد و نوع اسیدهای چرب آنالیز شده توسط سایر محققان با نتایج این آزمایش را می‌توان به تنوع شرایط اقلیمی، نوع خاک و تفاوت در شرایط جمع‌آوری بذرها و روش‌های آنالیز نسبت داد. به‌عنوان مثال، دما مهمترین فاکتور محیطی مؤثر بر روغن گیاهان است و هرچه دما پایین‌تر باشد، درصد روغن تولیدی بیشتر است (Asghari *et al*., 2012).

نتایج اولیه این پژوهش اعتبار فرضیه استفاده از گونه‌های مقاوم به شوری، به‌عنوان منبع تولید روغن خوراکی مانند سایر گیاهان زراعی را اثبات کرد. با اهمیت به اینکه گیاهان مذکور در مناطقی با خاک و آب شور و لب‌شور رشد می‌کنند ولی با توجه به درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع شناسایی شده در این گونه‌ها، استفاده از گیاهان هالوفیت به‌عنوان منبع تولید روغن خوراکی، جای بررسی بیشتری دارد. همچنین با توجه به درصد اسیدهای چرب غیراشباع، منبع روغنی مناسبی برای اصلاح ترکیبات اسید چرب بسیاری از محصولات روغنی که دچار فقر هستند، می‌باشند.

منابع مورد استفاده

- Ahangar, S., Pirvani, Z., Khodaparast, M.H. and Safavar, H., 2012. Comparison of fatty acid composition of Olive oil in different regions of Iran. Journal of Nutrition Science and Technology, 2(2): 39-49.
- Ahmadi, H., Noroozy, J., Farhoodi, M., Rahimi, M.R. and Rahmatzadeh, B., 2016. Extraction and physicochemical properties of Salicornia (*Salicornia*

www.SID.ir

Archive of SID

Sustainable use of salt and saline water resources in agriculture. Iranian National Committee on Irrigation and Derange, 333p.
- Mariem, S., Mariam, J. and Riadh, K., 2018. Antioxidant and antimicrobial activities of *Halocnemum strobilaceum* fractions and their related bioactive molecules by GC/MS and HPLC. Research Journal of Recent Science, 7(7): 1-9.
- Motamedi, J., Abdolslizadeh, Z. and Sheidaei Karkaj, E., 2016. Field and laboratory methods for grassland and animal production research. University of Urmia Press, 529p.
- Motamedi, J., Alizadeh, A. and Alemzadeh Gorji, A., 2015. Effect of vegetation patches as microhabitat on changing soil properties (Case study: saline rangelands of Tez Kharab in Urmia). Journal of Range and Watershed Management, 68(1): 149-158.
- Motamedi, J., Alizadeh, A. and Sheidai Karkaj, E., 2018a. Effect of halophyte patches on some soil properties of a saline rangeland of Urmia lake coast, Iran. Journal of Rangeland Science, 8(4): 363-372.
- Motamedi, J., Valinejad, F., Alizadeh, A. and Souri, M., 2018b. Investigation the effect of the patches ecological and single basal holofite bases of Urmia Lake as microbial habitat on soil characteristics. Desert Ecosystem Engineering Journal, 7(20): 1-12.
- Motamedi, J., Jafari, A.A. and Zohdi, M., 2019. Management of the habitat of *Alhagi pseudalhagi* in the saline rangeland of Urmia Lake coast. Journal of Iran Nature, 4(1): 33-42.
- Rao, G.M.N., Prayaga, M.P. and Kumar, M.M.K., 2015. Seeds of *Salicornia brachiata* as a source of edible oil. Indian Journal of Applied Research, 5(8): 532-533.
- Shahi, M., Saghari, M., Zandi Esfahan, Z. and Jaimand, K., 2017. Qualitative and quantitative study on the seed oil of *Salicornia herbacea* L. and *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. as a source of edible oil. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 33(2): 234-242.
- Wang, R., Dominguez-Espinosa., R.M., Leonard, K., Koutinas, A. and Webb, C., 2002. The application of a generic feedstock from wheat for microbial fermentations. Biotechnol Progress, 18(5): 1033-1038.
- Weber, D.J.R., Ansar, I. and Gul, R., 2007. Potential of halophytes as source of edible oil. Journal of Arid Environment, 68(14): 315-321.
- Zerai, D.B., Glenn, E.P.,Chatervedi, R.L., Mamood, A.N., Nelson, S.G. and Ray, D.T., 2010. Potential for improvement of Salicornia bigelovii through selective breeding. Ecological Engineering, 36: 730-739.

persica Akhani sub sp. *Rudshurensis* Akhani) oil. Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 11(1): 67-74.
- Alizadeh, A., Motamedi, J. and Erfanzadeh, R., 2014. Potential of four halophytes from the Urmia Lacke as soli phytodesalination. Journal of Range and Desert Research, 21(4): 663-675.
- Ariffin, A.A., Bakar, J., Tan, C.P., Rahman, R.A., Karim, R. and Loi, C.C., 2009. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. Food Chemistry, 114(2): 561-564.
- Asghari, J., Alimardani, S. and Mazahri, M., 2012. Extraction and determination of essential fatty acid leaves *Portulaca oleracea*. Journal of Herbal Drugs, 3(3): 157-166.
- Carvalho, A.P. and Malcata, F.X., 2005. Preparation of fatty acid methyl esters for gas-chromatographic analysis of marine lipids. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 5049-5059.
- Choi, D., Lim, G.S., Piao, Y.L., Choi, O.Y., Cho, K.A. and Park, C.B., 2014. Characterization, stability, and antioxidant activity of *Salicornia herbaciea* seed oil. Korean Journal of Chemical Engineering, 31(12): 2221-2228.
- Cravotto, G., 2008. Improved extraction of vegetable oils. Ultrasonic Son chemistry, 15: 898-902.
- Elsebaie, E.M., Elsanat, S.Y., Gouda, M.S. and Elnemr, K.M., 2013. Oil and fatty acids composition in Glasswort (*Salicornia Fruticosa*) seeds. Journal of Applied Chemistry, 4(5): 6-9.
- FAO, 2005. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils.
- Franzen-Castle, L.D., 2010. Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids. Neb Guide, University of Nebaraska-Linkoln Extension. Institute of Agriculture and Natural Resource, 3p.
- Ghars, M.A., Debez, A., Smaoui, A., Zarrouk, M., Grignon, C. and Abdelly, C., 2006. Variability of fruit and seed oil characteristics in Tunisian accessions of the halophyte *Cakile maritima* (Brassicaceae): in Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants, Printed in the Netherlands, 55-67.
- Ghasemi Firouzabadi, A., Jafari, M., Assareh, M.H., Arzani, H. and Javadi, A., 2014. Investigation on the potential of halophytes as a source of edible oil case study: *Suaeda aegyptiaca* and *Halocnemum strobilaceum*. International Journal of Bio-sciences, 5(10): 87-93.
- Gunstone, F.D., 1996. Fatty Acid and Lipid Chemistry. Blackie Academic and Professional, London, 252p.
- Khoorsandi, F., Vaziri, Z. and Vaziri, H., 2000.

www.SID.ir

Archive of SID

Quantitative and qualitative evaluation of seed oil of *Salicornia europaeae* and *Halocnemum strobilaceum* as a source of edible oil

A. Alemzadeh Gorji[1], Gh.A. Heshmati[2], E. Zandi Esfahan[3*] and J. Motamedi[4]

1- Ph.D graduated of Rangelans Science, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Gorgan, Iran
2- University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Gorgan, Iran
3*- Corresponding author, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: zandiesfahan@gmail.com
4- Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: May 2019 Revised: March 2020 Accepted: April 2020

Abstract

Identification and cultivation of new oilseeds is an important step in supplying the oil needed in the country. Regarding the vastness of saline areas in the country, the cultivation and exploitation of salinity-resistant plants under saline conditions of both water and soil can be an appropriate option in the field of production and extraction of oils from salinity-resistant plants. The aim of this study was to determine the percentage of extractable oil and the compounds of fatty acids in two halophyte species *Salicornia europaeae* and *Halocnemum strobilaceum* on the shores of Lake Urmia. For this purpose, the seeds of the species were collected in autumn of 2016. Fatty acids were extracted by solvent. The solvent-oil mixture was separated by rotary vacuum distiller, and after methyl ester preparation and injection into the gas chromatography (GC), fatty acids were analyzed. To identify the fatty acids, a standard mixture of fatty acids (Sigma Co.) and their inhibition times were used. Data were analyzed by SPSS software using independent t-test. The mean oil yields of two species of *S. europaeae* and *H. strobilaceum* was obtained 18.58 and 9.28%, respectively. In total, 12 fatty acids including lauric acid (C12: 0), merisitic acid (C14: 0), myristoleic acid (C14: 1n5), palmitic acid (C16: 0), palmitoleic acid (C16: 1n7), stearic acid (C18: 0), oleic acid (C18: 1n9), linoleic acid (C18: 2n6cis), α-linolenic acid (C18: 3n3), γ-linoleic acid (C18: 3n6), and arachidic acid (C20: 0) were recorded in the profiles of these two species. Linoleic acid was the most major unsaturated fatty acid in *S. europaeae* and *H. strobilaceum*, at 56 and 54.7%, respectively. Palmitic acid was also predominant saturated fatty acid in *S. europaeae* and *H. strobilaceum*, at 11.4 and 9.7%, respectively. The results showed that according to the oil yield (18.58%) and percentage of saturated and unsaturated fatty acids identified, *S. europaeae* seeds could be evaluated as a source of edible oil.

Keywords: Multiple use, vegetable oils, saline habitats, salinity, halophyte species.

www.SID.ir