

بررسی کمی و کیفی اسیدهای چرب در بذر دو گونه گیاهی شورپسند *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. و *Salicornia herbacea* L. به عنوان منبع روغن خوراکی

مریم شاهی^۱، محمد ساغری^۲، احسان زندی اصفهان^{۳*} و کامکار جایمند^۴

۱- دانشجوی دکترای منابع طبیعی، گروه علوم مرتع، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند، 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 گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۵

تاریخ اصلاح نهایی: مهر ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۴

چکیده

تقریباً در تمام مناطق جهان به ویژه در مناطق خشک، موضوع شوری خاک در اثر عوامل طبیعی و انسانی در حال تبدیل شدن به یک مشکل عمده است. رشد سریع جمعیت، کمبود آب و افزایش شوری اراضی، عامل تهدیدکننده‌ای برای منابع غذایی محسوب می‌شود. استفاده از گیاهان مقاوم به شوری و خشکی یکی از راهکارهای مهم مدیریتی در تولید مواد غذایی می‌باشد. گیاهان شورپسند (هالوفیت‌ها) از جمله این گیاهان هستند و قابلیت کاربرد در تولید بذر، روغن و تولید گیاهان دارویی و علوفه را دارند. این پژوهش برای بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی روغن، از جمله شناسایی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در دو گیاه شورپسند *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. و *Salicornia herbacea* L. انجام شد. بدین منظور بذرهای مورد مطالعه از ایستگاه تحقیقات گرمسار و کال شور جمع‌آوری شدند. در این تحقیق برای نمونه‌گیری از جامعه مورد مطالعه از روش تصادفی با استفاده از پلات گذاری تکراردار استفاده شد. اندازه‌گیری بازده روغن با استفاده از روش سوکسوله و با استفاده از حلال انجام شد. پس از تهیه متیل‌استر روغن با دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) مورد تجزیه قرار گرفت. سپس اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و براساس داده‌های بدست آمده میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵٪ مقایسه شدند. میانگین بازده روغن در گیاه *Suaeda fruticosa* برابر ۳۰/۷۶٪ و در گیاه *Salicornia herbacea* برابر ۱۳/۸۸٪ شد. در هر دو نمونه گیاهی اسید چرب اشباع غالب پالمیتیک اسید و اسید چرب غیراشباع غالب لینولئیک اسید بود. نتایج بیانگر آن است که گیاه *Suaeda fruticosa* با توجه به بازده بالای روغن و همچنین مقدار و ترکیب اسیدهای چرب غیر اشباع قابل رقابت با دیگر دانه‌های روغنی بوده و قابلیت این را دارد که به عنوان منبع جدید روغن خوراکی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: گیاهان شورپسند، اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع، *Salicornia herbacea* L.، *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. دانه روغنی.

مقدمه

مناطق خشک بیش از یک سوم سطح کره زمین را به خود اختصاص داده و حدود ۱۶٪ جمعیت جهان در این مناطق زندگی می‌کنند. از طرف دیگر، رشد جمعیت در این مناطق به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به گونه‌ای است که اراضی قابل کشت و آب شیرین در دسترس، جوابگوی این رشد جمعیت نیست. کاهش منابع آب شیرین باعث فشار در استفاده روزافزون از منابع آب و خاک شور شده‌است و به احتمال زیاد، قرن بیست و یکم، قرن گسترش استفاده از هالوفیت‌ها و گیاهان مقاوم به شوری خواهد بود. آمار FAO نشان می‌دهد که هر ساله میلیون‌ها هکتار از اراضی مساعد، به دلیل تجمع نمک حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند، به طوری که مسئله شوری خاک امروزه به یک معضل جدی در سطح جهانی تبدیل شده‌است (FAO, 2005). هالوفیت‌ها و سایر گیاهان مقاوم به شوری می‌توانند جایگزین‌های مناسب و منطقی برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه باشند (Squires & Ayoub, 1994). ایران با مساحت ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومترمربع دارای مراتع شور وسیع است. برخی گزارش‌ها اراضی تحت تأثیر شوری در ایران را ۲۷-۲۵ میلیون هکتار برآورد کرده‌اند که برابر ۱۵٪ تا ۱۷٪ از کل سطح کشور است (Akhani, 2006). تاکنون بیش از ۱۵۰۰ گونه گیاهی مقاوم به شوری در دنیا شناسایی شده که برخی از آنها قادرند غلظت‌های بالای نمک خاک‌ها را تحمل کنند. گونه‌های هالوفیت از خانواده‌های مختلف می‌توانند تحت شرایط آبیاری با آب دریا بیوماس یا مقدار بیشتری بذر تولید کنند (Glenn *et al.*, 1997). در مجموع، در ایران ۳۶۵ گونه شورزیست و مقاوم به شوری با ۱۵۱ جنس و ۴۴ خانواده از گیاهان گلدار شناخته شده‌است. ۵۲٪ از گونه‌ها به خانواده اسفناجیان (Chenopodiaceae) تعلق دارد. از آنجایی که حل مسئله شوری خاک‌ها و اصلاح آن مستلزم صرف تلاشی درازمدت و هزینه‌ای هنگفت است، از این رو آنچه از اهمیت ویژه برخوردار است تلاش در جهت یافتن و پروراندن گیاهان مناسب است که بتوانند در شرایط شوری و کمبود آب عملکرد مناسب و قابل قبولی داشته

باشد (Akhani, 2006). گیاهان هالوفیت، رقابتی بر سر خاک و آب با کیفیت با محصولات مرسوم زراعی ندارند، از این رو به منابعی که برای تولید محصولات غذایی نیاز است دست‌اندازی نمی‌شود. اگر گونه‌های انتخابی دائمی باشند برای مدت طولانی تاج پوشش دارند و نقش مهمی از نظر صرفه‌جویی در هزینه‌های کاشت گیاهان یک‌ساله ایفاء می‌کنند (Gomez *et al.*, 2008). از این رو، گراس‌ها و درختان دائمی گزینه مناسبتری برای این هدف هستند (Ohlrogge *et al.*, 2009). در ایران با وجود اراضی وسیع قابل کشت و زمین‌های نسبتاً زیادی که برای تولید دانه‌های روغنی وجود دارد، هنوز هم بیش از ۹۰٪ از روغن مورد نیاز از خارج وارد می‌شود. دانه‌های روغنی بعد از غلات به‌عنوان دومین منبع تأمین انرژی در تغذیه انسان مطرح هستند، روغن این دانه‌های روغنی مصرف خوراکی دارویی و صنعتی و کنجاله آن به دلیل بالا بودن میزان پروتئین، در جیره غذایی دام و طیور مصرف می‌شود (Movahed & Ghavami, 2007). رویکرد به واردات در واکنش به عدم تعادل در عرضه و تقاضای مواد غذایی به دلیل نوسانهای درآمدهای ارزی نمی‌تواند یک سیاست پایدار تلقی گردد. بنابراین با توجه به اهمیت تأمین امنیت غذایی در راهبرد بلند مدت ۲۰ ساله کشور، مسئولان دولتی در تلاش‌اند تا با اجرای برنامه‌های توسعه‌ای و اعمال سیاست‌های حمایتی کشت دانه‌های روغنی و همزمان با آن ظرفیت فرآوری را توسعه داده و از این نظر به مرز خودکفایی برسند (Movahed & Ghavami, 2007). محور این برنامه‌ها در زمینه توسعه کشت آفتابگردان، کلزا، سویا و زیتون می‌باشد و عملاً توجهی به گیاهان شورپسند به‌عنوان منبع روغن خوراکی نشده‌است. دانه‌های بسیاری از گیاهان هالوفیت حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای روغن خوراکی می‌باشد (Weber *et al.*, 2001; Glenn *et al.*, 1991). در سال‌های اخیر در مورد امکان استفاده از گیاهان هالوفیت برای تولید روغن‌های خوراکی در کشورهایی از جمله آمریکا، چین و پاکستان تحقیقاتی انجام شده است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی مقدار روغن در بذر دو گونه مرتعی هالوفیت

اسفناجیان به عنوان منبع روغن خوراکی می باشد. (*Salicornia herbacea* و *Suaeda fruticosa*) از تیره

مواد و روش ها

انتخاب رویشگاه

نمونه بذر گیاه *Salicornia herbacea* در آذر ماه ۱۳۹۱ از ایستگاه کال شور گناباد واقع در استان خراسان رضوی، جمع آوری شد. ایستگاه کال شور با شرایط جغرافیایی $34^{\circ} 39' 54'' N$ و $58^{\circ} 47' 55'' E$ در ارتفاع ۸۴۷ متری از سطح دریا واقع شده است. میزان متوسط بارندگی در این منطقه بسیار ناچیز و کمتر از ۵۰ میلی متر است.

نمونه بذر گیاه *Suaeda fruticosa* نیز از ایستگاه تحقیقات بیابان واقع در جنوب شهرستان گرمسار در حاشیه دشت کویر با شرایط جغرافیایی $35^{\circ} 15' 57'' N$ و $E 48' 19' 52''$ جمع آوری شد. میانگین بارندگی سالیانه شهرستان حدود ۱۰۰ میلی متر می باشد.

روش جمع آوری نمونه بذر

در این تحقیق از روش تصادفی با پلات گذاری تکراردار (سه تکرار برای هر نمونه) برای نمونه گیری از جامعه مورد مطالعه استفاده شد. برای برداشت نمونه های بذر هر دو گیاه مورد تحقیق، بدین صورت عمل شد که در رویشگاه هر یک از دو گیاه مورد بررسی، محدوده ای که به علت شوری بالای خاک بدون گیاه بود به عنوان کانون شوری (یا رویشگاه) در نظر گرفته شد. سپس اولین نمونه برداری در این محدوده، از گیاهان حاشیه کانون با استفاده از پلات ۲۵ مترمربعی برداشت شد و سعی گردید از تمام پایه های گیاهی موجود در پلات مقداری بذر برداشت شود. دومین و سومین پلات در محدوده یک نیز در اطراف کانون شوری و به فاصله ای تقریباً مساوی از یکدیگر برداشت شدند. دومین محدوده نمونه برداری به فاصله حدود ۲۰۰ متر از کانون شوری و در محلی که در پوشش گیاهی تغییری دیده شده و گیاهان همراه مشاهده گردیدند، انتخاب شده و در آن از پایه های

گیاهی موجود در ۳ پلات، بذرگیری انجام شد. سومین محدوده نمونه برداری نیز با همان فاصله ۲۰۰ متری انتخاب و نمونه های بذر در ۳ پلات به ترتیبی که در بالا به آن اشاره شد، برداشت گردیدند. در نتیجه در مجموع ۳ نمونه بذر با ۳ تکرار (در مجموع ۹ نمونه) برای هر یک از گونه ها تهیه شد.

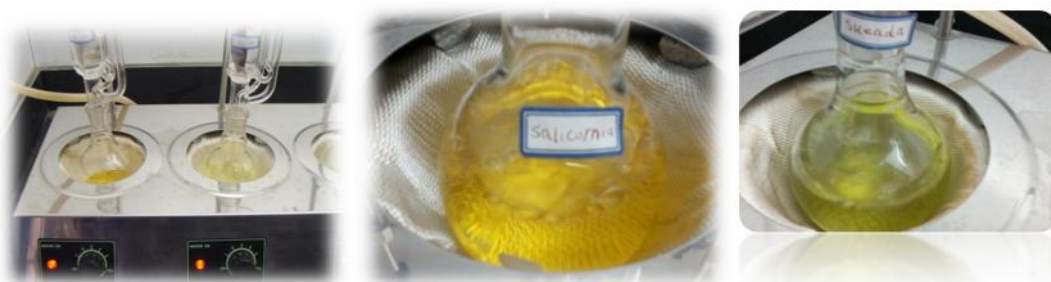
استخراج و تعیین درصد روغن

ابتدا بذره های جمع آوری شده دو گیاه *Suaeda fruticosa* و *Salicornia herbacea* را پس از جدا کردن پوسته از بذرها و تمیز کردن آنها آماده کرده و بعد به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور انتقال داده شد. در آزمایشگاه ۵۰ گرم از بذرها (۹ نمونه بذر) را در آسیاب برقی ریخته و پودر کرده و از الک عبور دادیم. سپس مقدار ۲۵ گرم از پودر بذر هر دو گونه را در کاغذ صافی ریخته (وزن کاغذ صافی ۳/۷۷ گرم بود) و بسته های آماده را در قسمت محفظه گیاه دستگاه سوکسوله قرار داده، سپس با افزودن حلال کلروفرم ($CHCl_3$) بر روی نمونه در اثر تقطیر مکرر حلال به همراه روغن از محفظه گیاه به بالون سیفون گردید (شکل ۱). در مرحله بعد حلال را از روغن بدست آمده توسط روتاری، جدا کرده و با تهیه متیل استر و تزریق آن به دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC)، اقدام به شناسایی اسیدهای چرب کردیم. تهیه متیل استر

برای جدا کردن اسیدهای چرب از یکدیگر در یک مخلوط، ابتدا آنها را به صورت فرار در آوردیم و برای این منظور استر آنها را به صورت متیل استر تهیه کردیم. - استرها از روغن به وسیله انتقال با عامل سدیم متانول متا اوکسید با روش Luddy و همکارانش (۱۹۶۸) تهیه گردید.

- جداسازی اسیدهای چرب از متیل استر به وسیله روش کروماتوگرافی گازی (GC) انجام شد.

- تعیین اسید چرب روغن ها پس از تهیه متیل استر آنها به وسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی انجام گردید.



شکل ۱- استخراج روغن توسط دستگاه سوکسوله

با آب مقطر شستشو می‌دهیم، زیرا ممکن است اسیدی باشد و باعث خراب شدن دستگاه شود. سپس بخش پایینی که آب است با اضافه کردن دو تا سه قطره متیل اورانژ مشاهده می‌نماییم. اگر بخش آبی قرمز شد، نشان‌دهنده این است که نمونه اسیدی است و نیاز است تا نمونه متیل‌استر شسته شود، این کار را آنقدر ادامه داده تا بخش آبی به رنگ زرد در آید. سپس نمونه بدست‌آمده را با سولفات سدیم رطوبت‌گیری کرده و حالا نمونه آماده تزریق به دستگاه GC می‌باشد (شکل ۲).

تجزیه اسیدهای چرب از متیل‌استر بدست آمده، توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC)، در آزمایشگاه صنایع روغن به‌شهر انجام شد.

طرز تهیه متیل‌استر از روغن یک گرم روغن را در یک ارلن ۵۰۰ میلی‌لیتری سر سمباده‌ای، وزن کرده به همراه مگنت روی اجاق قرار داده، سپس ۲۰ میلی‌لیتر متانول به روغن اضافه کرده و با عمل رفلکس حرارت داده تا به جوش آید. سپس از طریق بالای خنک‌کننده ۲۰ میلی‌لیتر محلول تری‌فلورید بر (BF_3) به نمونه اضافه کرده و مدت یک ساعت عمل رفلکس انجام شد. آنگاه نمونه را از روی اجاق برداشته تا خنک (ولرم) شود. سپس ۲۰ میلی‌لیتر هگزان (ایزو اکتان) به آن اضافه کردیم و مدت ۱۵ دقیقه نمونه را به وسیله مگنت بهم زدیم. سپس محتویات ارلن را در یک قیف دکانتور ریخته و می‌گذاریم تا دو بخش گردد. بخش زیری را تخلیه کرده و بخش فوقانی را که همان متیل‌استر می‌باشد، دو تا سه مرتبه



شکل ۲- تهیه متیل‌استر برای تزریق به دستگاه کروماتوگرافی گازی

شرایط و مشخصات دستگاه GC

گاز کروماتوگراف مدل GC-17A Shimadzu و مجهز به دتکتور F.I.D (یونیزاسیون توسط شعله هیدروژن) و داده پرداز ستون، CP-Sil88 قطبی است که به طول ۱۰۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر به ضخامت ۰/۲۲ میکرومتر می باشد. برنامه ریزی حرارتی ستون: از دمای اولیه ۱۷۰ درجه سانتی گراد شروع و توقف در این دما به مدت ۴ دقیقه و بعد حرکت به سمت دمای نهایی ۱۹۰ درجه سانتی گراد با سرعت ۰/۵ درجه سانتی گراد در هر دقیقه و در نهایت توقف در این دما به مدت ۲۲ دقیقه می باشد. گاز حامل هلیوم و فشار آن در ابتدای ستون برابر ۳ کیلوگرم بر سانتی متر مربع تنظیم شده است. نسبت شکافت برابر ۱ به ۱۰۰، برای رقیق کردن نمونه استفاده شد. دمای قسمت تزریق ۲۵۰ سانتی گراد و دمای آشکارساز ۲۶۰ درجه سانتی گراد تنظیم شده است.

نتایج

نتایج مقایسه میانگین درصد روغن بذر گیاه سالیکورنیا در منطقه حدود ۱۳/۸۸٪ بود (جدول ۱). آنالیز روغن حاصل از بذر این گیاه توسط دستگاه کروماتوگرافی وجود اسیدهای چرب اشباع، استئاریک اسید (C18)، لوریک اسید (C12)، میریستیک اسید (C14)، پالمیتیک اسید (C16) و اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک اسید، لینولئیک اسید (C18:2) و آلفا-لینولئیک اسید (C18:3) را نشان داد. نتایج مقایسه میانگین درصد روغن بذر سیاه شور در منطقه حدود ۳۰/۷۶٪ بود. آنالیز روغن حاصل از بذر این گیاه، توسط دستگاه کروماتوگرافی میزان اسیدهای چرب اشباع، استئاریک اسید (C18)، لوریک اسید (C12)، میریستیک اسید (C14)، پالمیتیک اسید (C16) و اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک اسید (C18:1)، لینولئیک اسید (C18:2) و آلفا-لینولئیک اسید (C18:3) و ایزومرهای مربوط به آن را نشان داد (جدول ۱).

حلال های مورد استفاده برای تجزیه اسیدهای چرب در دستگاه (GC):

Boron trifluoride-methanol complex for synthesis

BF₃ CH₃OH

Methyl orange indicator C14H14N3NaO3S

Use as Ph indicator: 0.04 in 100 ml ethanol or 0.04 in 100 ml Water

تجزیه و تحلیل آماری

داده ها و اطلاعات بدست آمده از آزمایش های انجام شده در مورد هر دو گیاه با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج تجزیه واریانس درصد روغن و ترکیب های روغن در *Suaeda fruticosa* و *Salicornia herbacea*

نتایج تجزیه واریانس درصد روغن و ترکیب های روغن قلیای یک ساله (*Salicornia herbacea*) نشان داد که بین مناطق نمونه برداری در لوریک اسید در سطح ۵٪ اختلاف آماری مشاهده شد، اما به لحاظ درصد روغن و سایر ترکیب ها و صفات اختلاف آماری مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس درصد روغن و ترکیب های روغن گیاه سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) نشان داد که بین مناطق نمونه برداری در میریستیک اسید، اولئیک اسید، لینولئیک اسید، ایزومر ترانس لینولئیک اسید و ایزومر ترانس-آلفا-لینولئیک اسید در سطح ۵٪ اختلاف آماری مشاهده شد، اما به لحاظ درصد روغن و سایر ترکیب ها و صفات اختلاف آماری مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین درصد روغن و ترکیب‌های روغن در *Salicornia herbacea* و *Suaeda fruticosa*

| میانگین کل | <i>Suaeda fruticosa</i> | | | میانگین کل | <i>Salicornia herbacea</i> | | | |
|------------|-------------------------|---------|---------|------------|----------------------------|---------|---------|---|
| | منطقه ۳ | منطقه ۲ | منطقه ۱ | | منطقه ۳ | منطقه ۲ | منطقه ۱ | |
| ۳۰/۷۶ | ۲۸/۳۳a | ۲۸/۳۳a | ۳۵/۶۴a | ۱۳/۸۸ | ۱۲/۰۰a | ۱۳/۶۶a | ۱۶/۰۰a | درصد روغن |
| ۰/۲۲ | ۰/۲۲a | ۰/۰۸a | ۰/۳۸a | ۰/۲۲ | ۰/۱۷b | ۰/۲۰ab | ۰/۳۱a | (C12:0) لوریک اسید |
| ۰/۷۲ | ۰/۰۲b | ۰/۰۸ab | ۰/۱۴a | ۰/۳ | ۰/۲۰a | ۰/۳۰a | ۰/۴۰a | (C14:0) میریستیک اسید |
| ۸/۰۹ | ۸/۲۰a | ۵/۵۴a | ۱۰/۵۴a | ۹/۵۳ | ۹/۰۹a | ۸/۴۲a | ۱۱/۰۹a | (C16:0) پالمیتیک اسید |
| ۲/۲۱ | ۱/۵۵a | ۲/۱۰a | ۲/۹۹a | ۲/۵۳ | ۱/۹۸a | ۲/۹۸a | ۲/۶۵a | (C18:0) استئاریک اسید |
| ۱۴/۷۶ | ۲۰/۲۱a | ۱۴/۲۱ab | ۹/۸۸b | ۲۲/۱۴ | ۲۴/۴۰a | ۲۲/۴۰a | ۲۱/۷۳a | (C18:1) اولئیک اسید |
| ۰/۱۶ | ۰/۳۴a | ۰/۰۹a | ۰/۰۶a | - | - | - | - | (C18:1) ایزومر ترانس اولئیک اسید |
| ۷۶/۶۱ | ۸۳/۰۶a | ۷۳/۳۹ab | ۷۳/۳۹b | ۵۹/۶۲ | ۶۶/۱۳a | ۵۹/۷۰a | ۵۳/۰۳a | (C18:2) لینولئیک اسید |
| ۰/۰۶ | ۰/۱۱a | ۰/۰۶ab | ۰/۰۳b | - | - | - | - | (C18:2) ایزومر ترانس لینولئیک اسید |
| ۰/۶۳ | ۰/۷۸a | ۰/۶۵a | ۰/۴۸a | ۴/۲۱ | ۵/۲۶a | ۴/۰۶a | ۳/۳۲a | (C18:3) آلفا لینولنیک اسید |
| ۰/۳۴ | ۰/۴۸a | ۰/۳۲ab | ۰/۲۰b | - | - | - | - | (C18:3) ایزومر ترانس آلفا لینولنیک اسید |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین مناطق است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس درصد و ترکیب‌های اسید چرب در *Salicornia herbacea* و *Suaeda fruticosa*

| میانگین مربعات | | | | منابع تغییرات |
|-------------------------|---------------|----------------------------|---------------|---|
| <i>Suaeda fruticosa</i> | | <i>Salicornia herbacea</i> | | |
| خطا | تیمار (منطقه) | خطا | تیمار (منطقه) | |
| ۶ | ۲ | ۶ | ۲ | درجه آزادی |
| ۴۴/۵۷ | ۵۳/۳۸ ns | ۱۷/۸ | ۱۲/۱ ns | درصد روغن |
| ۰/۱۲ | ۰/۰۷ ns | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ * | (C12:0) لوریک اسید |
| ۰/۰۱ | ۰/۰۱ * | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ ns | (C14:0) میریستیک اسید |
| ۱۴/۱۱ | ۱۸/۷۷ ns | ۶/۰۰ | ۵/۷۷ ns | (C16:0) پالمیتیک اسید |
| ۲/۳۲ | ۱/۵۹ ns | ۱/۶۲ | ۰/۷۷ ns | (C18:0) استئاریک اسید |
| ۱۲/۲۲ | ۸۰/۷۷ * | ۸/۴۴ | ۵/۷۷ ns | (C18:1) اولئیک اسید |
| ۰/۰۳ | ۰/۰۷ ns | - | - | (C18:1) ایزومر ترانس اولئیک اسید |
| ۶۸/۱۱ | ۳۰/۱۱ * | ۲۲۰/۹۳ | ۱۲۸/۷۲ ns | (C18:2) لینولئیک اسید |
| ۰/۰۱ | ۰/۰۷ * | - | - | (C18:2) ایزومر ترانس لینولئیک اسید |
| ۰/۰۴ | ۰/۰۶ ns | ۳/۳۶ | ۷/۰۳ ns | (C18:3) آلفا لینولنیک اسید |
| ۰/۰۱ | ۰/۰۶ * | - | - | (C18:3) ایزومر ترانس آلفا لینولنیک اسید |

ns و *؛ به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در بین مناطق نمونه‌برداری است.

بحث

نتایج نشان داد که با وجود اختلاف در درصد روغن و بیشتر ترکیب‌های روغنی در بین دو گیاه *Suaeda fruticosa* و *Salicornia herbacea* مورد مطالعه، روند مشابهی را در هر دو گونه می‌توان مشاهده کرد، به طوری که در هر دو گیاه درصد روغن در محل نزدیک به کانون شوری نسبت به دو منطقه دیگر به لحاظ ریاضی و عدد افزایش داشت که در سیاه شور این اختلاف حدود ۴٪ و در گیاه قلیای یک‌ساله حدود ۷٪ بود. همچنین مقایسه روغن‌های دو گیاه نشان داد که درصد روغن در سیاه شور بیش از دو برابر گیاه قلیای یک‌ساله بود، هر چند برای توصیه قابلیت کشت یک گیاه روغنی تنها داشتن روغن بالا نمی‌تواند صفت قابل توصیه باشد و برای این منظور باید صفات دیگری از جمله 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 از جمله دوره ماندگاری در زمین، دوره رشد اقتصادی، مزایا و معایب برداشت، هزینه‌های مربوط به استخراج را نیز باید لحاظ کرد. بررسی درصد روغن دو گونه و مقایسه آنها با سایر دانه‌های روغنی نشان‌دهنده این است که درصد روغن در قلیای یک‌ساله پایین‌تر از سایر دانه‌های روغنی بوده و درصد روغن سیاه شور قابل مقایسه با سایر گونه‌هاست. به طوری که در تحقیقات Omidbaigi (۲۰۰۹)، کیفیت، محتوای روغن و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن کرچک مورد مطالعه قرار گرفت. در نمونه‌های تجزیه شده محتوای روغن ۵۲-۳۵٪ بدست آمد. روغن کرچک‌های حاصل در بین مناطق مختلف مورد کشت (منطقه مرند) دارای بیشترین عملکرد به لحاظ محتوای روغن بود؛ که نشان می‌دهد محل رویش گیاه، اقلیم و تغذیه عواملی تأثیرگذار بر درصد روغن می‌باشد.

محتوای روغن و ترکیب اسیدهای چرب در بذر گیاه شورپسند *Allenrolfea occidentalis* توسط Weber و همکاران (۲۰۰۱) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این

بررسی محتوای روغن در بذر گیاه را ۱۴٪ و مقدار اسیدهای چرب اشباع را ۱۱/۸۶٪ و میزان اسیدهای چرب غیراشباع را ۸۸/۳۳٪ نشان داد.

در یک پژوهش که توسط Elsebaie و همکاران (۲۰۱۳) بر روی بذر گیاه شورپسند *Salicornia fruticosa* به منظور بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی روغن استحصالی از این گیاه انجام گردید، مشخص شد که مقدار روغن استخراجی ۲۸/۵۷٪ بود. با نگاهی به درصد روغن گیاهان مختلف می‌توان نتیجه گرفت که گیاهان مورد مطالعه در این تحقیق (سیاه شور و قلیای یک‌ساله) و به ویژه سیاه شور دارای قابلیت بررسی بالایی بوده و به نظر می‌رسد به لحاظ درصد روغن قابلیت تولید را دارد که البته نیاز به بررسی بیشتری دارد. Ghasemi Firouzabadi و همکاران (۲۰۱۴) در یک بررسی میزان بازده روغن در گیاه *Suaeda aegyptiaca* را ۳۲/۹۹٪ و در گونه *Halocnemum strobilaceum* ۱۷/۷۶٪ بیان کردند. Assadi و همکاران (۲۰۱۳)، با مطالعه بر روی روغن بذر گیاه *Suaeda aegyptica* نتیجه گرفتند که پالمیتیک اسید به عنوان اسیدچرب اشباع غالب به مقدار ۱۱/۰۲٪ و لینولئیک اسید به عنوان اسید چرب غالب غیراشباع به مقدار ۵۶/۹٪ بود. نسبت اسیدهای چرب غیراشباع بیش از انواع اشباع اندازه‌گیری شده است که نتایج این تحقیق به لحاظ روند اسیدهای چرب مشابه نتایج ما بود. در پژوهشی دیگر توسط Elsebaie و همکاران (۲۰۱۳) مقدار روغن در بذر گیاه *Suaeda cornicular* ۲۵/۳۴٪ گزارش شد. طی بررسی اسیدهای چرب، روغن حاصل شامل لینولئیک اسید به میزان ۸۰/۰۳٪ به عنوان اسید چرب غیراشباع غالب و پالمیتیک اسید به میزان ۵/۷۱٪ به عنوان اسید چرب غالب اشباع معرفی شدند؛ که نتایج این تحقیق به لحاظ روند اسیدهای چرب مشابه نتایج ما بود. نتایج مطالعه و بررسی بر روی بذر گیاه هالوفیت *Salicornia bigelovii* برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب، نشان می‌دهد که در بذر این گیاه مجموع اسید چرب اشباع حدود ۶/۸ تا ۱۳/۸۴٪ بوده و اسید چرب اشباع پالمیتیک اسید به مقدار ۹٪ و اسیدهای غیر اشباع اولئیک اسید ۱۲/۳٪ تا ۱۶/۸٪ و لینولئیک اسید

(O'Leary et al., 1985). روغن‌های کانولا (کلزای اصلاح شده) و زیتون نسبت به تمام گیاهان دارای اسید پالمیتیک پایینی هستند، از این جهت روغن گیاهان شورپسند با مقادیر پایین اسید چرب اشباع، قابل رقابت با روغن‌هایی مانند زیتون و کانولا می‌باشد. نتایج بررسی روغن دو گیاه شورزیست نشان داد که نه تنها عوامل نامطلوب در روغن این گیاهان موجود نیست، بلکه حاوی بسیاری از اسیدهای چرب ضروری می‌باشند که قابل رقابت با دانه‌های روغنی متداول مانند کلزا و آفتابگردان است. روغن‌های موجود در دانه‌های روغنی گیاهان شورپسند از جمله مناسب‌ترین انواع روغن برای مصارف انسانی می‌باشد (Declercq & Daun, 1998). گیاهان هالوفیت در زمین‌های نمکی مختلف که با آب شور یا آب دریا آبیاری شده، قادر به رشد هستند (O'Leary et al., 1985). در سال‌های اخیر در مورد امکان استفاده از گیاهان هالوفیت برای تولید روغن‌های خوراکی در کشورهایی از جمله آمریکا، چین و پاکستان تحقیقاتی انجام شده است (Weber et al., 2001). بنابراین استفاده از گونه‌های هالوفیت به‌عنوان منبع روغن گیاهی با صرفه است، زیرا این گیاهان رقابتی بر سر خاک و آب با کیفیت با محصولات مرسوم زراعی ندارند، از این رو به منابعی که برای تولید محصولات غذایی نیاز است دست‌اندازی نمی‌شود. اگر گونه‌های انتخابی دائمی باشند برای مدت طولانی تاج پوشش دارند و نقش مهمی از نظر صرفه‌جویی در هزینه‌های کاشت گیاهان یک‌ساله ایفاء می‌کنند (Gomez et al., 2008). مهمترین عوامل محیط رویش گیاهان دارویی که تأثیر عمده‌ای بر کمیّت و کیفیت مواد مؤثره آنها می‌گذارد، نور، درجه حرارت، بارندگی، طول روز، عرض جغرافیایی، خصوصیات خاک، ارتفاع محل و تغذیه گیاه می‌باشد. کشت و بهره‌برداری از گیاهان هالوفیت، در مناطق شوره‌زار که امکان کشت گیاهان زراعی وجود ندارد ضمن حفاظت از خاک و جلوگیری از تشدید روند بیابان‌زایی، می‌تواند گزینه‌ای مناسب در زمینه اشتغال و تولید و استحصال روغن‌های نباتی از گیاهان شورپسند باشد؛ که این امر مستلزم تحقیق و توجه و شناخت بیشتر بر روی گونه‌های هالوفیت روغنی، توسط محققان

۶۶/۹٪ تا ۷۹/۵٪ است (Anwar et al., 2002). نتایج این تحقیق نشان داد که اسیدهای چرب غیر اشباع ضروری از جمله اسیدهای اولئیک و لینولئیک و آلفا-لینولئیک در هر دو گیاه در سطح بالا و قابل قبولی قرار دارد. بررسی‌های محققان نشان داده که نقش اسید اولئیک در کاهش سطح کلسترول پلاسما خون همانند اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) است (Mattson & Grundy, 1985). اسید چرب چند غیراشباع لینولئیک اسید (امگا۶) در گیاه سیاه شور ۷۳/۰۶٪ بیشتر از گیاه قلیای یک‌ساله بوده، در حالی که آلفا-لینولئیک اسید (امگا۳) در گیاه قلیای یک‌ساله به مقدار ۴/۹۷٪ بیشتر از گیاه سیاه شور می‌باشد. اسید آلفا-لینولئیک (امگا۳) و اسید لینولئیک (امگا۶) از اسیدهای چربی هستند که در بدن ساخته نمی‌شوند ولی در حفظ سلامتی انسان نقش حیاتی به عهده دارند و اسیدهای چرب ضروری نامیده می‌شوند. این نوع از اسیدهای چرب به دلیل عدم توانایی بدن در سنتز آنها، روزانه باید در مقادیر لازم به بدن برسند. وجود اسید لینولئیک در رژیم غذایی از نظر نقش عملکرد آن برای بافت‌ها و حفظ و نگهداری بدن ضروریست (Mattson & Grundy, 1985). ۶۰٪ از مغز به چربی‌ها اختصاص دارد، پس عملکرد صحیح مغز و یاخته‌های عصبی و شبکیه چشم به اسیدهای چرب از جمله امگا۳ وابسته است. امگا۳ در بدن به پروستاگلاندین و ایکوزانوییدها تبدیل می‌شود. پروستاگلاندین‌ها در تنظیم فشار خون، انعقاد خون، پاسخ‌های آلرژیک، عملکرد کلیه‌ها و دستگاه گوارش، تولید انرژی و تنظیم هورمون‌های جنسی نقش دارد. اسیدهای چرب ضروری نقش اساسی در مسیرهای مهم متابولیک بدن دارند و در پیشگیری از لخته شدن خون در رگ‌ها و تورم شریان‌ها مؤثر هستند. دریافت اسیدهای چرب غیراشباع از جمله اسید لینولئیک در مقادیر متعارف و توصیه شده، تأثیر کاهنده بر میزان کلسترول (LDL) و تری‌گلیسیریدهای خون دارد. کمبود این اسید چرب عوارض بسیار جدی از جمله علائم عصبی، گوارشی و بیماری پوستی مانند پسوریازیس را به دنبال دارد. مقدار بازده روغن در دانه کلزا ۴۰٪ بوده که حدود ۹۰٪ آن را اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل می‌دهد

- Journal. 16(1): 9-16.
- Anwar, F., Bhangar, M.I., Nasir, M.K.A. and Ismail, S., 2002. Analytical characterization of *Salicornia bigelovii* seed oil cultivated in Pakistan. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 4210-4214.
 - Declercq, D.R. and Daun, J.K., 1998. Quality of 1997 Ontario canola. Final Report. Grain Research Laboratory, Winnipeg, Manitoba, Canada: Canadian Grain Commission.
 - Elsebaie, E.M., Elsanat, S.Y., Gouda, M.S. and Elnemr, K.M., 2013. Oil and fatty acids composition in glasswort (*Salicornia fruticosa*) seeds. IOSR Journal of Applied Chemistry, 4(5): 06-09.
 - FAO, 2005. Global Network on Integrated Soil Management for Sustainable Use of Salt-affected Soils. Land and Plant Nutrition Management Service (AGLL), <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/intro.htm>
 - Ghasemi Firouzabadi, A., Jafari, M., Assareh, 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 Biosciences, 5(10): 87-93.
 - Glenn, E., Miyamoto, M., Moore, D., Brown, J.J., Thompson, T.L. and Brown, P., 1997. Water requirements for cultivating *Salicornia bigelovii* Torr. with seawater on sand in a coastal desert environment. The Journal of Arid Environments, 36: 711-730.
 - Glenn, E.P., O'Leary, J.W., Watson, M.C., Thompson, T.L. and Kuehl, R.O., 1991. *Salicornia bigelovii* Torr: an oil seed halophytes for sea water irrigation. Science, 251: 1065-1067.
 - Gomez, L.D., Steele-King, C.G. and McQueen-Mason, S.J., 2008. Sustainable liquid biofuels from biomass: the writing's on the walls. New Phytologist, 178: 473-485.
 - Luddy, F.E., Barford, R.A., Herb, S.F. and Paul, M.J., 1968. A rap and quantitative procedure for the performation of methyl esters of butter oil and other fats. The Journal of the American Oil Chemists' Society, 45: 549-552.
 - Mattson, F.H. and Grundy, S.M., 1985. Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. The Journal of Lipid Research, 26(2): 194-202.
 - Movahed, S. and Ghavami, M., 2007. Determination and comparison of fatty acid seed oil Iranian and imported grape composition. Research and

می‌باشد. از بین دو گونه شورپسند مرتعی مورد مطالعه، سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) با توجه به بازده ۳۲ درصدی این قابلیت را داشته که برای تولید روغن خوراکی در سطح وسیع مورد استفاده قرار گیرد. هر دو گیاه سیاه شور و قلیای یک‌ساله از درصد روغن مناسبی برخوردار بودند، درصد روغن سیاه شور بسیار بیشتر از قلیای یک‌ساله بود. درصد اسیدهای چرب غیر اشباع و اسیدهای چرب اشباع دو گیاه مورد مطالعه قابل قبول بوده و با بیشتر دانه‌های روغنی بررسی شده برابری می‌کرد. با توجه به شورپسند بودن این گیاهان و قابلیت رشد آنها در خاک‌های شور، ارزش تولیدی آنها و ارزش اقتصادی‌شان در شرایط مساوی، می‌تواند بسیار بیشتر از سایر گیاهان روغنی زراعی باشد.

پیشنهادهای زیر می‌تواند در راستای انجام این تحقیق مورد توجه قرار گیرد:

- بررسی رابطه بین زمان برداشت گیاه با درصد روغن و ترکیب‌های آن
- بررسی گیاهان رویشگاه‌های مختلف به لحاظ درصد روغن و ترکیب‌های آن
- بررسی رابطه بین صفات مورفولوژیک و سایر خصوصیات گیاه با درصد روغن و ترکیب‌های آن
- بررسی امکان زراعت این گیاهان در مناطق شور
- بررسی دوره بهره‌برداری اقتصادی گیاهان مورد مطالعه
- بررسی امکان افزایش درصد روغن و ترکیب‌های مفید با اعمال تیمارهای زراعی

منابع مورد استفاده

- Akhani, H., 2006. Biodiversity of halophytic and sabkha ecosystems in Iran: 71-88. In: Khan, M.A., Böer, B., Kust, G.S. and Barth, H.-J., (Eds.). Sabkha Ecosystems. Volume II: West and Central Asia. Springer, 263p.
- Assadi, T., Bargah, A., Mohebbi, Gh., Barmak, A.R., Nabipour, I., Mohajeri Borazjani, S. and Kholdebarin, B., 2013. Determination of oil and fatty acids concentration in seeds of coastal halophytic *Suaeda aegyptica*. Iranian South Medical

- Squires, V.R. and Ayoub, A.T., 1994. Halophytes as A Resource for Livestock and for Rehabilitation of Degraded Lands. Springer Netherlands, 318p.
- Weber, D.J., Gul, B., Khan, M., Williams, T., Wayman, P. and Warner, S., 2001. Comparison of vegetable oil from seeds of native halophytic shrubs. Proceeding of Shrubland Ecosystem Genetics and Biodiversity. RMRS-P-21. USDA Forest Service, Ogden, UT, Rocky Mountain Research Station, USA: 287-290.
- Development on Natural Resources, 75.
- Omidbaigi, R., 2009. Production and Processing of Medicinal Plant (Vol. 1). Razavi Ghods Astan Publication, Mashhad, 347p.
- Ohlrogge, J., Allen, D., Berguson, B., Dellapena, D., Hill, Y.S. and Styme, S., 2009. Energy driving on biomass. Science, 324: 1019-1020.
- O'Leary, J.W., Glenn, E.P. and Watson, M.C., 1985. Agricultural production of halophytes irrigated with seawater. Plant and Soil, 89: 311-321.

Qualitative and quantitative study on the seed oil of *Salicornia herbacea* L. and *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. as a source of edible oil

M. Shahi¹, M. Saghari², E. Zandi Esfahan^{3*} and K. Jaimand⁴

1- Department of Range Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

3*- Corresponding author, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: zandiesfahan@gmail.com

4- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: February 2016

Revised: October 2016

Accepted: October 2016

Abstract

Given the extent of saline lands in Iran, cultivation and utilization of halophytes and salt tolerant species under the condition that both water and soil are saline could be a viable option in production and extraction of vegetable oils from halophytes and salt tolerant species. The aim of this study was to investigate the potential of *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. and *Salicornia herbacea* L. as a source of edible oil as well as qualitative and quantitative analysis of the oil. For this purpose, the seeds of *Suaeda fruticosa* and *Salicornia herbacea* were collected from saline soils of Garmsar and Kal-e Shur Desert Research Station. In this study, a random sampling was done by replicated plots. The extraction of fatty acids was performed by solvent in Soxhlet method, and GC was used to analyze the fatty acids. The average oil yield was calculated to be 30.76 and 13.88% in *Suaeda fruticosa* and *Salicornia herbacea*, respectively. According to the results, in both species, palmitic acid and linoleic acid were identified as the major saturated and unsaturated fatty acids, respectively. Our data clearly indicate that the seeds of halophyte *Suaeda fruticosa* could be used as a source of oil for human consumption.

Keywords: Halophytes, saturated and unsaturated fatty acids, *Salicornia herbacea* L., *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk., seed oil.