مقاله پژوهشی **شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3**

بررسی میزان روغن، درصد و ترکیب اسیدهای چرب و درصد ترکیبات لیگنوسلولزی گونه *Salicornia europaea L.* در اراضی شور حاشیه غربی دریاچه ارومیه

آزاده عالم‌زاده گرجی*[1]، غلامعلی حشمتی[2]، احسان زندی اصفهان [3] و جواد معتمدی [4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۲/۰۶

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

چکیده

گونه *Salicornia europaea* گیاهی است شورروی، آبدار و یکساله که دارای مصارف متعددی از جمله سبزی خوراکی، استخراج روغن، مصارف آرایشی، استفاده از کاه در تغذیه دام و استفاده از بذرهای در تغذیه طیور می‌باشد. نمونه‌برداری به‌منظور تعیین درصد روغن و درصد و ترکیب اسیدهای چرب در فصل بذردهی (مهر)، داخل پلات‌های یک متر مربعی که در امتداد سه ترانسکت خطی به طول ۱۰۰ متر تعبیه شده بود، انجام شد. استخراج روغن توسط حلال انجام شد. پروفایل اسیدهای چرب روغن مذکور، با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی ارزیابی شد. مقدار روغن استحصال‌شده از بذر و اندام هوایی گیاه سالیکورنیا به‌ترتیب ۱۸/۵۸ درصد در ۲/۵ گرم بذر و ۴/۳ درصد در ۵ گرم اندام هوایی بود. آزمون کروماتوگرافی گازی پنج اسید چرب اشباع لوریک، پالمیتیک، استئاریک، میریستیک و آراشیدیک و هفت اسید چرب غیراشباع میریستولئیک، پالمیتولئیک، اولئیک، لینولئیک، گاما لینولئیک، آلفا لینولنیک و استاریک دونیک را شناسایی کرد. اسید چرب اشباع غالب پالمیتیک اسید و اسید چرب غیراشباع غالب لینولئیک اسید (امگا ۶) بود. نتایج نشان داد که روغن استحصالی از بذرهای این گونه با توجه به میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب می‌تواند به عنوان ماده اولیه روغن خوراکی مورد استفاده قرار گیرد. به‌منظور تعیین درصد ترکیبات لیگنوسلولزی به‌عنوان ماده اولیه سوخت زیستی نمونه‌برداری در سه مرحله رشد رویشی (اردیبهشت)، گلدهی (مرداد) و بذردهی (مهر) داخل همان پلات‌های یک متر مربعی انجام شد. نتایج نشان داد این گیاه شورروی با ۳۰- ۲۸ درصد سلولز، ۸-۷ درصد همی‌سلولز و ۸-۶ درصد لیگنین در هر سه مرحله رشد دارای بیوماس لیگنوسلولزی مناسبی به‌عنوان تامین‌کننده ماده اولیه سوخت زیستی است.

واژه‌های کلیدی: گیاهان شورروی، *Salicornia europaea*، روغن خوراکی، پروفیل اسید چرب، سوخت زیستی، بایومس لیگنوسلولزی.

---

[1] - دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

*: نویسنده مسئول: alemzadeh_ azadeh@yahoo.com

[2] - استاد گروه مرتعداری، گروه مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[3] - استادیار پژوهش، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

[4]- دانشیار پژوهش، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

مقدمه

سیاره زمین در حال حاضر با بحران کاهش منابع آب شیرین و شور شدن خاک و آب زیرزمینی مواجه است که پیش‌بینی می‌شود این بحران با افزایش جمعیت انسانی و افزایش تقاضا در آینده افزایش یابد (۳۲). در حال حاضر تقریبا ۳۸۰ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی تحت تاثیر شوری قرار گرفته است (۲۴). این مسئله ضرورت توسعه منابع جدید که تحمل به شوری بیشتری از محصولات کشاورزی متدوال دارند را آشکار می‌کند (۳۲). به این منظور دو راهکار پیشنهاد شده است: یک) افزایش مقاومت به شوری گیاهان با استفاده از روش‌های ژنتیکی. دو) استفاده از شورروی‌ها جهت تولید محصولات تجاری (۳۲). بنا به تعریف شورروی گیاهی است که به طور طبیعی شرایط رشد در محیط‌های شور را دارد. حتی در مواردی بعضی از شورروی‌ها برای زنده مانی نیاز به قرارگیری در شرایط شوری را دارند (۲۴). این گیاهان دارای استفاده‌های متعددی از جمله : علوفه دام، سبزی خوراکی، منبع روغن خوراکی[1] با ارزش غذایی بالا، ماده اولیه سوخت زیستی[2] و همچنین به عنوان متابولیت‌های ثانوی در دارو یا افزودنی‌های غذایی هستند.

از جمله گیاهان هالوفیت با پتانسیل بالا، *Salicornia europaea* می‌باشد. سالیکورنیا بوته گوشتی، کوچک و یکساله است که بومی مناطق باتلاقی ساحلی، مانگروها و اراضی شور بیابانی می‌باشد. این گیاه قابل استفاده در سه بخش: خوراک انسان و دام به صورت گیاه تازه، روغن خوراکی با تاکید بر بذر و علوفه کمکی دام، کاغذ سازی و اتانول از مواد لیگنوسلولزی با تاکید بر استفاده از بخش‌های خشک شده گیاه است.

از مهم‌ترین موارد استفاده از این گونه در سال‌های اخیر استفاده به عنوان ماده اولیه تامین روغن با استفاده از آبیاری با آب شور است (۱۴ و ۱۹). بذرهای گونه‌های مختلف سالیکورنیا دارای سطح روغنی معادل گونه‌های سنتی تامین‌کننده روغن مانند پنبه (۱۵ تا ۲۴ درصد) و سویا (۱۷ تا ۲۱ درصد) هستند (۵). میزان تولید بذرهای گونه‌های مختلف سالیکورنیا از دو تا ۳/۷ هکتار در سال در شرایط کشت گزارش شده است (۱۵). نتایج موفقی از کشت این گونه در عربستان، عمارات، آمریکا، مکزیک و پاکستان گزارش شده است (۳۱، ۳۶ و ۱۵). سه دلیل عمده موجب شده است که سالیکورنیا به عنوان یک گیاه روغنی مورد توجه قرار گیرد: یک) پتانسیل تولید بالا با آب دریا دو) استخراج روغن قابل مقایسه با گلرنگ سه) عملکرد مشابه با سویا با آب شیرین (۲۶).

مطالعات متعددی در زمینه اهمیت روغن شورروی‌ها به عنوان تامین‌کننده چربی غیراشباع با توجه به افزایش نیازهای انسانی انجام شده است (۴). از آنجا که شور روی‌ها تحت شرایط خاک و آب شور رشد می‌کنند، استفاده از این گونه‌ها به عنوان منبع روغن گیاهی باصرفه است چرا که این گیاهان رقابتی بر سر خاک و آب با کیفیت با محصولات مرسوم ندارند و از این رو به منابعی که برای تولید محصولات غذایی نیاز است، دست‌اندازی نمی‌شود (۳۳).

چویی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی ویژگی‌های فیزیکی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گونه *Salicornia herbaciea* اسید چرب غالب را اسید لینولئیک (۷۳/۴۳ درصد) و پس از آن اسید اولئیک (۱۹/۸۱ درصد) گزارش کردند. در مطالعه احمدی و همکاران (۲۰۱۶) مقدار روغن استحصال شده از گونه *Salicornia persica Akhani* (سالیکورنیا پرسیکا آخانی) ۹/۳ درصد بود ۷۰ درصد از اسیدهای چرب را اسید چرب غیراشباع به خود اختصاص داد که در این میان اسید چرب آلفا لینولنیک (امگا ۳) سهم قابل ملاحظه ای را به خود اختصاص داده بود. در مطالعه ناراسیم راهو و همکاران (۲۰۱۵) مقدار روغن ۲۴/۵ تا ۲۶/۵ در هر ۱۰۰ گرم بذر گونه *Salicornia brachiate* گزارش شد. از مجموع ۱۲ اسید چرب، اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک و لینوئیک غالب بودند. در پژوهشی دیگر میزان روغن استخراج شده از بذرهای گیاه *Salicornia Fruticosa* ۲۸/۵۹ درصد گزارش شد. ۷۸/۰۵ درصد اسیدها مربوط به اسیدهای چرب غیراشباع بودند که به ترتیب اولئیک اسید با ۵۶/۵۸ درصد، لینوئیک با ۱۷/۴۰ درصد و لینوللیک با ۳/۹۸ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند (۱۵).

---

[1] - Edible oil

[2] - Bioethanol

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

علارغم اینکه امروزه توجه کشورهای اروپایی و آسیایی به این گیاه بیشتر شده و از قسمت‌های هوایی این گیاه در کشورهای اروپایی برای تهیه خوراک و مواد غذایی و در کشورهای آسیایی برای تهیه سالاد، ترشیجات و نوشابه استفاده می‌شود (۴) کلیه مطالعات انجام‌شده در زمینه درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب بر بذر گونه‌های مختلف سالیکورنیا متمرکز بوده است. نتایج بررسی گویل و همکاران (۱۹۹۷) گویای این مطلب است که اندام هوایی سالیکورنیا به علت سطح بالای ویتامین سی و همچنین کاروتنوئید یک آنتی‌اکسیدان قوی برای مبارزه با سرطان می‌باشد. مین و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی ترکیبات شیمیایی قسمت‌های مختلف گیاه سالیکورنیا گزارش نمودند که برگ‌ها در مقایسه با سایر قسمت‌ها، دارای بیشترین مقدار رطوبت و کمترین مقدار قند کل می‌باشند. عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم از مواد معدنی غالب در برگ، ریشه و ساقه این گیاه بوده و ساقه و ریشه نیز دارای پروتئین و چربی می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی میزان روغن و درصد اسیدهای چرب برگ، ساقه و بذر گیاه شور روی *Suaeda vermiculata* (۱۰)، نشان داد برگ و ساقه با میانگین ۱/۷۴و ۰/۶۸ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان روغن را داشتند. از تعداد ۱۱ اسید چرب شناسایی شده، اسیدچرب اشباع غالب در ساقه و برگ اسید پالمیتیک و بذر اسید مارگاریک بود .همچنین اسید چرب غیراشباع غالب در برگ، بذر و ساقه به ترتیب اسید اولئیک، اسید لینولئیک و لینولنیک بودند. نتایج بررسی مواد مغذی برگ گیاه *Spinacea oleracea*، نشان داد که این گیاه دارای مقدار قابل توجهی عناصر معدنی از جمله پتاسیم، فسفر، آهن، مس، روی، فیبر، پروتئین، ترکیبات فنولی و اسیدهای چرب ضروری لینولئیک (امگا ۳) و لینولنیک (امگا ۶) است که باید در برنامه‌های غذایی مورد استفاده قرار گیرد (۱۶). در بررسی گیاه *Portulaca oleracea* میزان روغن استخراج شده از برگ ۸/۷ و اسید چرب غالب آلفا لینولنیک اسید (امگا ۳) بود (۷). در سال‌های اخیر در مورد امکان استفاده از گیاهان هالوفیت برای تولید روغن‌های خوراکی در کشورهایی ازجمله آمریکا، چین و پاکستان تحقیقات متعددی انجام شده است .هدف از انجام این تحقیق، بررسی مقدار روغن بذر و اندام هوایی و همچنین پروفیل اسید چرب گونه شورروی *Salicornia europaea* به عنوان منبعی برای تولید روغن خوراکی می‌باشد.

سوخت زیستی تحت عنوان سوخت جامد، مایع و یا گاز حاصله از مواد بیولوژیکی که اخیرا حیات خود را از دست داده‌اند تعریف می‌شود و از سوخت‌های فسیلی حاصل از مواد بیولوژیکی که سال‌هاست حیات خود را از دست داده‌اند قابل تمایز است. (۱). با توجه به کاهش منابع سوخت فسیلی، نیاز به منابع انرژی که تجدیدپذیر، موثر، دارای قیمت مناسب و فاقد آلودگی باشند احساس می‌شود (۳۰). یک راه حل برای جانشینی سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی اتمسفری ناشی از احتراق آن‌ها، به کارگیری انرژی خورشیدی به نمودار بیو مس می‌باشد (۲). تبدیل بیومس به سوخت زیستی یکی از گزینه‌های انرژی و کاهش آلودگی گازها، خصوصاً دی اکسید کربن می‌باشد.

سوخت‌های زیستی در ابتدا از محصولات غذایی مانند ذرت، نیشکر و چغندر قند که دارای میزان بالای شکرو نشاسته هستند تولید می‌شد که تحت عنوان مواد اولیه نسل اول نام گذاری شدند. اما از آنجا که این روش رقابت بالقوه با محصولات غذایی برای استفاده از آب و خاک حاصل خیز و جنگل زدایی را باعث شد لذا نسل بعدی سوخت زیستی با عنوان نسل دوم با لزوم استفاده از گیاهان علفی و یا روغنی با بایومس لیگنوسلولزی بالا پا به عرصه ظهور گذاشت. شکستن ساختار محکم لیگنوسلولزی پیش نیاز و قدم اصلی در این فرایند است. نکته قابل ذکر آن است که ساختار سوخت زیستی در بین نسل‌ها تغییر نمی‌کند و آنچه متغییر است منبعی است که سوخت از آن تامین می‌شود (۲۷)

در تولید لیگنوسلوزیک اتانول، سلولز و همی‌سلولز در دمای ۳۰۰ تا ۵۰۰ در جه سانتیگراد تجزیه شده و تبدیل به ترکیبات ساده‌تر می‌شوند. سپس این ترکیبات ساده توسط آنزیم هیدرولیز و به قندهای ساده تبدیل و سپس جهت تولید اتانول تخمیر می‌شوند (۲۸). علاقه و تمایل به قندسازی از مواد خام لیگنوسلولزی تاریخچه ای طولانی دارد. در سال ۱۸۱۹ کشف شد که چوب می‌تواند توسط ماده اسیدی به شکر تبدیل شود (۲۶). در زمان جنگ جهانی دوم در آلمان، روسیه و آمریکا بسیاری از کارخانه‌ها از هیدرولیز دیواره سلولی برای تولید اتانول استفاده کردند (۲۳).

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

مطالعات متعددی در زمینه بررسی امکان استفاده از ترکیبات لیگنوسلولزی گونه‌های شور روی به عنوان ماده اولیه سوخت زیستی وجود دارد. عابدین و همکاران (۲۰۱۱) گراس‌های سریع رشد شور روی *Halopyrum mucronatum*، *Desmostachya bipinnata*، *Phragmites karka*، *Typha domingensis* و *Panicum turgidum* را به عنوان منبع بیوماس لیگنوسلولزی با ۳۷-۲۶ درصد سلولز، ۳۸-۲۴ درصد همی سلولز و کمتر از ۱۰ درصد لیگنین مناسب تولید بایواتانول گزارش کردند.

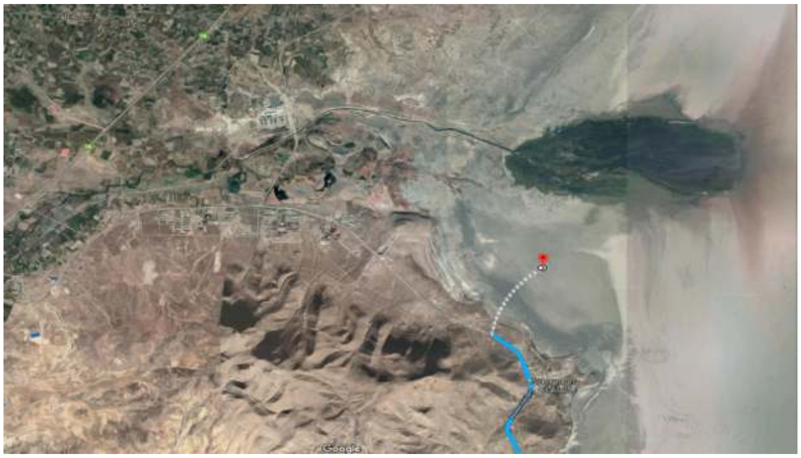
زانگ هو همکاران (۲۰۱۲) ۲۷ گونه شور در مناطق ساحلی چین را به دو دسته تقسیم کردند که دسته اول گونه‌های غنی از کربوهیدرات مانند: *Helianthus tuberosus*، *Tamarix chinensis* و *Achnatherum splendens* که برای تولید بایواتانول و دسته بعد گونه‌های غنی از هیدروکربن و گریس *مانند:* *Suaeda glauca* *Helianthus annuus* و *Suaeda salsa* ، که برای تولید بایودیزل مناسب بودند. اسمیچی و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق به دنبال منبع گیاهی جدید برای تولید بایواتانول از شور روی‌ها، میزان سلولز، لیگنین و همی‌سلولز دو گونه *Juncus maritimus* و *Retama retam* را به ترتیب ۲۹/۱۹، ۱۱/۴، ۱۶/۹ و ۴۱/۵، ۵/۷ و ۱۶/۹ بر وزن خشک گزارش کردند. عموما بیومس گیاهان محتوی ۴۰ تا ۵۰ درصد سلولز، ۲۰ تا ۴۰ درصد همی‌سلولز و ۲۰ تا ۳۰ درصد لیگنین در وزن خشک است. از آنجا که محتوی سلولز این گونه‌ها به متوسط میزان نزدیک است ممکن است این گونه‌ها برای بیواتانول مناسب باشند. چرا که پیش تیمار آنزیم جهت شکستن سلولز راحتر بوده و دارای هزینه کمتری است. تافیک و همکاران (۲۰۱۵) ارزش غذایی و لیگنوسلوزی هفت گونه شور روی *Atriplex nummularia, Sueada fruticosa, Lucaena leucocephala, Myoporum serratum, Artemisia monosperm* و *Kochia scoparai* را از طریق کشت و آبیاری با آب شور در مرکز مطالعات بین الملی جنوب سینای بررسی کردند. نتایج نشان داد میزان پروتیین خام از ۹/۶۸ در *leucocephala* *Lucaena,* تا ۱۳/۶۸ در *Atriplex nummularia* متغییر بود. این گونه ها داری ۲۰/۰۲ تا ۳۲/۶۵ درصد سلولز، ۱۸/۴۴ تا ۲۴/۴۸ همی‌سلولز برای تولید بیواتانول در مرحله گلدهی بودند. در مجموع ۵۵ تا ۳۵۹ کیلوگرم بایواتانول و ۷۷ تا ۲۸۸ کیلوگرم بایومتان در بررسی توان لیگنوسلولزی هشت گونه *Moringa peregrina*، *Salicornia sinus-persica*، *Salicornia bigelovii*، *Halophila ovalis Halodule* *uninervis*، *Halophila stipulacea* یافت شد (۹). در بررسی پتانسیل تولید سوخت زیستی از گونه‌های شور مناطق ساحلی چین چهار گونه *Helianthus tuberosus*، *Tamarix chinensis*، *Panicum virgatum* و *Achnatherum splendens* جهت تولید انرژی مناسب گزارش شدند (۳۱). هدف از این مطالعه بررسی امکان استفاده از گونه *Salicornia herbaciea* به عنوان ماده اولیه سوخت زیستی بر اساس درصد ترکیبات لیگنوسلولزی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این آزمایش در اراضی شور گلمانخانه، در شمال شرق ارومیه، در مجاورت دریاچه ارومیه با طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۷۵ دقیقه و ۶۸ ثانیه و عرض جغرافیایی ۴۵ درجه، ۲۳ دقیقه و ۲۸ ثانیه، اجرا گردید (شکل ۱). این اراضی از جمله اراضی هستند که علی‌رغم پائین رفتن سطح آب دریاچه، نسبت به دیگر مکان‌ها، عمق رگه آب زیرزمینی شور، در آن کم می‌باشد و بیشتر مواقع سال، حالت باتلاقی دارد. از اینرو میزان شوری در این رویشگاه، نسبت به دیگر مکان‌ها، بیشتر است و گونه *Salicornia europaea* که معمولا نسبت به دیگر گونه‌های شور روی، در اولین نواره از مرکز شوری حضور پیدا می‌کند، در این منطقه پراکنش دارد و لکه‌های نسبتا وسیعی را تشکیل می‌دهد.

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

اقلیم منطقه بر مبنای طبقه بندی اقلیمی آمبرژه، نیمه خشک می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۹۹ میلیمتر تخمین زده شده است که بخش عمده بارش از فصل پاییز تا اواسط بهار رخ می دهد . اراضی منطقه، پست و شور و بافت خاک از لومی تا شنی لومی متغیر است (۱۳).

متوسط دمای سالیانه بر حسب ارتفاع بین ۶/۵ تا ۱۳/۵ درجه سلسیوس متغیر است. متوسط تبخیر سالانه از سطح دریاچه بین ۹۰۰ تا ۱۱۷۰ میلی‌متر تخمین زده شده است (۳۲).

مراتع این منطقه، مراتع قشلاقی به شمار می‌روند و به خاطر تامین علوفه مورد نیاز دام‌های بزرگ وکوچک که در روستاهای اطراف از تراکم زیادی برخوردار می‌باشد در اکثر ایام سال، نقش عمده‌ای در تامین علوفه دام دامداران منطقه شور اطراف دریاچه ارومیه دارد. نوع دام مورد استفاده در مراتع گاو با مخلوطی از دام‌های بومی و نیمه‌اصلاح و گوسفند و بز نژاد ماکوئی می‌باشد. مراتع منطقه مورد مطالعه از اواخر فروردین تا اواسط آبان ماه مورد استفاده دامداران و روستائیان قرار م گیرد (۴).

مشخصات گیاه‌شناسی *Salicornia europaea*

گیاه سالیکورنیا با نام علمی *Salicornia europaea* متعلق به خانواده *Chenopodiac* است (شکل ۲). گیاهی است شورزی آبدار و یکساله، با ارتفاع کمتر از ۳۰ سانتی‌متر، ساقه‌ها بندبند و آبدار و برگ‌ها کوچک و به شکل فلس‌های تحلیل رفته به نحوی که در نگاه نخست گیاه بدون برگ به نظر می‌رسد. گل هرمافرودیت و در فاصله‌های بندهای ساقه ایجاد می‌شود. گرده افشانی این گیاه توسط باد است. میوه‌ها کوچک و آبدار و به‌شکل یک بذر منفرد می‌باشند که همراه با کامل شدن مراحل رشد میوه، گیاه از سبز به قرمز تغییر رنگ می‌دهد. بذرهای این گیاه بدون پوشینه و سیاه رنگ است. رویشگاه طبیعی این گیاه نمک‌زارها، سواحل دریا، باتلاق‌ها و مرداب‌های شور اروپا، جنوب آسیا، شمال آمریکا و جنوب آفریقا است. از میان ۱۵ گونه سالیکورنیا در جهان هفت گونه آن در ایران وجود دارد. رویشگاه‌های این گیاه در ایران شامل استا ن‌های فارس، سمنان، گرگان، خوزستان، بوشهر، هرمزگان، یزد، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اصفهان، قم و تهران می‌باشد (۱۵).

شکل ۲: گونه *Salicornia europaea*

روش بررسی

مطالعات میدانی

جهت آماربرداری از پوشش گیاهی، در سه لکه گیاهی، با مساحت تقریبی ۱/۵ هکتار، سه ترانسکت خطی به طول

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

۱۰۰ متر در امتداد گرادیان شوری با هدایت الکتریکی ۱۰۰ دسی زیمنس بر متر و با فاصله ۲۵ متر از همدیگر پیاده شد. بر روی هر ترانسکت، ۱۰ پلات یک متر مربعی با فاصله ۱۰ متر از همدیگر بکار برده شد (۱۰).

جهت اندازه‌گیری شاخص‌های مقادیر دیواره لیگنوسلولزی در هر لکه گیاهی، در سه مرحله رشد رویشی (اردیبهشت)، گلدهی (مرداد) و بذردهی (مهر) و مقادیر روغن و پروفیل اسید چرب در مرحله رشد بذردهی (مهر) گونه *Salicornia europaea* پنج نمونه گیاهی برداشت شد که برای هر نمونه، حداقل تعداد پنج پایه گیاهی بطور تصادفی از نقاط مختلف لکه‌ها انتخاب و برای اندازه‌گیری ترکیبات مذکور از یک سانتی‌متری سطح زمین، قطع گردید. میزان بایومس گونه مذکور ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، درصد پوشش تاجی ۵۳ درصد و عملکرد بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود.

مطالعات آزمایشگاهی

استخراج روغن و تعیین پروفیل اسید چرب در مرحله رشد بذردهی

پس از جداسازی بذرهای از اندام هوایی (برگ و ساقه) و جدا کردن پوسته از بذر، نمونه‌ها در دمای حدود ۴۱ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس توسط آسیاب برقی پودر گردیده و جهت یکنواختی اولیه از الک به قطر یک میلی‌متر عبور داده شد تا پودر یکنواختی به‌دست آمد.

استخراج روغن کل

۲/۵ گرم از نمونه‌های بذر و پنج گرم از نمونه‌های اندام هوائی به لوله ازمایش درب پیچدار منتقل شد. استخراج روغن با حلال دی اتیل اتر در دو مرحله صورت گرفت. جهت تسریع در عمل استخراج در هر مرحله ۱۰ دقیقه در داخل دستگاه التراسوند قرار داده شد و بعد مخلوط به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد. حلال حاوی چربی به لوله‌های آزمایش که قبلا وزن آنها معلوم شده منتقل و حلال با گاز ازت تبخیر گردید (۱۴). درصد روغن به شرح زیر محاسبه گردید.

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

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

آنالیز اسید چرب

چربی نمونه‌ها با افزودن سه میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی (۲ مولار) صابونی و بعد با افزودن پنج میلی لیتر اسید سولفوریک متانولی (۱۲٪ حجمی/حجمی) به متیل استر تبدیل گردید. متیل استر اسیدهای چربی دریک میلی لیتر هپتان نرمال استخراج و جهت آنالیز پروفیل اسیدهای چرب یک میکرو لیتر از فاز هپتان نرمال را به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. جهت شناسائی تک تک اسیدهای چرب از مخلوط استاندارد اسیدهای چرب ساخت شرکت سیگما با مقایسه زمان‌های بازداری استفاده گردید (۱۱و ۱۷).

دستگاه کروماتوگراف گازی مدل Agilent-6890 ساخت کمپانی Agilent آمریکا، مجهز به دریچه تزریق کاپیلاری ، ستون کاپیلاری ویژه تجزیه اسیدهای چرب (DB-wax) به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر با فاز ساکن پلی اتیلن گلیکول به ضخامت ۰/۲۵ میکرو متر، دتکتور یونش شعله‌ای (FID) می‌باشد. حلال‌ها، مواد شیمیایی و استانداردهای اسیدهای چرب از شرکت کالدون کانادا و مرک آلمان تهیه شدند.

اندازه‌گیری ترکیبات لیگنوسلولزی به عنوان ماده اولیه اتانول زیستی در هر سه مرحله رشد

اندازگیری درصد لیگنین

یک گرم آرد بوته خشک‌شده که قبلاً از مش ۴۰-۶۰ عبور کرده را داخل یک بشر ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و ۱۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد به آن اضافه و به مدت دو ساعت و هر ۱۰ دقیقه یک‌بار (به مدت ۶۰ ثانیه) با هم‌زن شیشه‌ای هم زده شد این کار تا دو ساعت ادامه یافت. محتوی داخل بشر را پس از دو ساعت به داخل یک بالن ۱۰۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده و ۵۶۰ سی‌سی آب مقطر به آن اضاف شد. بالن را روی اجاق (گرم کن) گذاشته و جریان آب خشک با استفاده از کندانسور (مبرد) برقرار می‌گردد. محتوی داخل بالن پس از سه ساعت قلیان، با صافی کروز و یا کاغذ صافی صاف شده و به منظور خنثی‌شدن اسیدیته آن با آب مقطر شستشو می‌گردد. قبل از صاف کردن به‌وسیله کاغذ صافی (که بدون لیگنین هستند) با ترازو وزن کاغذ صافی را توزین می‌کنیم. بعد کاغذهای صافی که حاوی

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

لیگنین و رطوبت می‌باشند را (برای از بین رفتن رطوبت) به داخل آون با دمای ۱۰۲ درجه سانتی‌گراد منتقل می‌کنیم و بعد از یک ساعت کاغذهای صافی را برداشته و دوباره توزین کرده و از اختلاف وزن میزان لیگنین به‌دست می‌آید که با جایگزین کردن آن در فرمول زیر درصد آن به‌دست خواهد آمد (۲۵).

$$\text{درصد لیگنین} = \frac{\text{وزن خشک لیگنین}}{\text{وزن خشک نمونه آزمایشگاهی}} \times ۱۰۰$$

اندازگیری درصد همی سلولز

درصد همی‌سلولز با توجه به میزان ADF و NDF، مشخص شد.

$$\text{همی‌سلولز} = \mathrm{NDF} - ADF$$

اندازه‌گیری درصد سلولز

برای به دست آوردن سلولز ابتدا بایستی هلوسلولز را با روش آزمایشگاهی به‌دست آورد و در رابطه زیر جایگزاری کرد (۲).

$$\text{سلولز} = \text{هولوسلوز} - \text{همی‌سلولز}$$

اندازه‌گیری هولوسلولز

برای اندازه‌گیری هولوسلولز ۲/۵ گرم گیاه آسیاب‌شده با اندازه بین غربالی با مش ۴۰-۶۰ به همراه ۸۰ میلی‌لیتر آب مقطر داغ و ۰/۵ میلی‌لیتر اسید استیک و ۱ گرم کلریت سدیم (۸۰ درصد) در ظرف ۲۵۰ میلی‌لیتر قرار داده و ظرف در حمام بن‌ماری با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس هر یک ساعت، نیم میلی‌متر اسید استیک و ۱ گرم کلریت سدیم به مخلوط اضافه شد. این عمل ۶-۸ ساعت ادامه یافت. در پایان پس از یک شبانه روز نمونه‌ها با آب مقطر شسته‌شو شد و پس از خشک شدن در اتو (دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد)، وزن مواد فیبری باقی مانده را به‌دست آورده و درصد هولوسلولز محاسبه گردید (۲۲).

$$\text{هولوسلولز} = \frac{\text{وزن خشک هولوسلولز}}{\text{وزن خشک نمونه آزمایشگاهی}} \times ۱۰۰$$

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های به‌دست آمده از آزمایشات ترکیبات دیواره سلولی، به صورت فاکتوریل و در قالب آزمایش کاملا تصادفی با سه تکرار آنالیز شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت.

به‌منظور مقایسه درصد روغن تولیدی و ساختار اسیدهای چرب در بذر و اندام هوایی از آزمون *t* مستقل استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار اکسل انجام گرفت.

نتایج

صفات مربوط به کمیت روغن و کمیت و کیفیت اسیدهای چرب در اندام هوایی و بذر

جدول (۱) نتایج حاصل از آزمون t مستقل مقادیر درصد تولید روغن و اسیدهای چرب در اندام هوایی و بذر گونه سالیکورنیا را نشان می‌دهد.

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

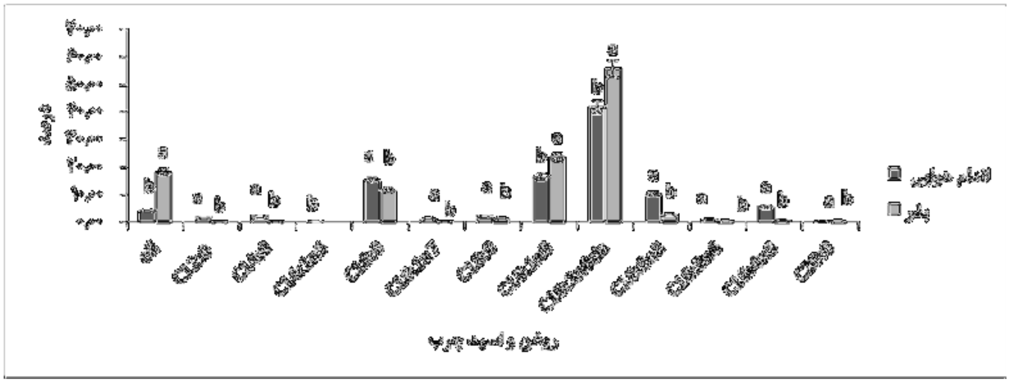
جدول ۱: نتایج آزمون t مستقل مقادیر درصد روغن و درصد اسیدهای چرب در اندام هوایی و بذر گونه سالیکورنیا

آزمون برابری میانگین‌ها			فرضیات واریانس دو گروه	آزمون برابری واریانس‌ها		میانگین و اشتباه از معیار بذر	میانگین و اشتباه از معیار اندام هوایی	نماد	متغیر
Sig (2-tailed)	درجۀ آزادی	t		Sig	F				
۰/۰۱ **	۴	۴/۲۵	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۰۴۷	۸/۰۵	۱۸/۵۸ ±۰/۲ a	۴/۳ ± ۰/۳ b	oil	روغن
۰/۰۴**	۲/۰۸	۴/۲۵	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۲**	۴	۰/۳۶	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۱	۴/۵۳	۰/۳۵ ± ۰/۰۹ b	۲/۷۷ ± ۰/۰۳a	C12:0	لوریک
۰/۰۵*	۲/۶۵	۰/۳۶	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۰ **	۴	۷/۲۷	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۰۷	۵/۹۲	۰/۱۷ ± ۰ b	۲/۱ ± ۰/۳ a	C14:0	مریسیتیک
۰/۰۱**	۲	۷/۲۷	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۰**	۴	۱/۰۴	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۰۲	۱۴/۱۳	۰ b	۰/۲۱± ۰/۰۶ a	C14:1n5	میریستولئیک
۰/۰۰**	۱/۰۲	۱/۰۴	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۱**	۴	۱/۰۷	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۴۴	۰/۵۵	۱۱/۴ ± ۰/۲۲ b	۱۵/۸ ± ۰/۹ a	C16:0	پالمیتیک
۰/۰۵*	۳/۶	۱/۰۷	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۰**	۴	۲۱۳	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۳۷	۱/۰۲	۰/۲۷ ± ۰/۴ b	۱/۳ ± ۰/۰۶ a	C16:1n7	پالمیتولئیک
۰/۰۰**	۳/۲۶	۰/۲۱	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۵*	۴	۰/۴۳	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۲۵	۱/۷۸	۱/۳۸± ۰/۰۹ b	۲/۴۳ ± 0/1 a	C18:0	استئاریک
۰/۰۵*	۲/۳۴	۰/۴۳	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۱**	۴	۰/۴۴	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۷۷	۰/۰۹	۲۳/۷۵ ± ۱/۳ a	۱۶/۷۵ ± ۰/۸۷b	C18:1n9	اولئیک
۰/۰۱**	۳/۷۶	۰/۴۴	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۰**	۴	۲	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۸۳	۰/۰۵	۵۶± ۰/۱۶ a	۴۱/۹ ± ۰/۸۷ b	C18:2n6cis	لینولئیک
۰/۰۰**	۴	۲	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۰**	۴	۱	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۱۵	۳/۰۳	۳/۰۵ ± ۰/۰۱ a	۱۰/۹۷ ± ۰/۹۶ a	C18:3n3	آلفا لینولنیک
۰/۰۱**	۲/۱۱	۱	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۰**	۴	۰/۲	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۹	۰/۰۱	۰/۴۷ ± ۰/۰۱ b	۱/۱۴ ± ۰/۰۱ a	C18:3n6	گاما لینولئیک
۰/۰۰**	۴	۰/۲	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۰۰**	۴	۰/۱۷	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۱	۴/۲	۰/۷۷ ± ۰/۰۳ b	۵/۸ ± ۰/۱۵ a	C18:4n3	استاریک دونیک
۰/۰۱*	۲/۱۵	۰/۱۷	با فرض نابرابری واریانس‌ها						
۰/۴*	۴	۲/۳۲	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۴۲	۰/۸	۰/۴ ± ۰ a	۰/۳±۰b	C20:0	آراشیدیک

حروف a، b بیانگر بیشترین و کمترین مقدار میانگین و اشتباه از معیار است. ** نشانگر اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۹۹درصد است. Non Significance: ns بیانگر عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵درصد است.

نتایج آزمون t نشان داد درصد روغن و درصد اسیدهای چرب به‌دست آمده از بذرها و اندام هوایی (ساقه و برگ) دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد. در مجموع ۱۲ اسید چرب در بررسی پروفیل اسیدهای چرب موجود در بذرهای و اندام هوایی به‌دست آمد. نتایج مقایسه اسیدها در بذرهای و اندام هوایی نشان داد که تمامی اسیدهای چرب دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد. از میان این ۱۲ اسید چرب، ۵ اسید چرب اشباع: لوریک، پالمیتیک، استئاریک، میریستیک وآراشیدیک با مجموع کل ۲۳/۴۹ درصد در اندام هوایی و ۱۳/۷ درصد در بذر، ۳ اسید چرب تک غیراشباع شاملمیریستولئیک، پالمیتولئیک، اولئیک با مجمع کل ۱۸/۲۶ در اندام هوایی و ۲۴/۰۲ درصد در بذر و ۴ اسید چرب چند غیراشباع لینولئیک، گاما لینولئیک، آلفا لینولنیک و استاریک دونیک با مجموع کل ۵۹/۸۱ در اندام هوایی و ۵۹/۷۹ درصد در بذر یافت شدند. اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک و اولئیک به ترتیب با مقادیر ۵۵/۵ و ۴۱/۹، ۲۳ /۷۵ و ۱۶/۷۵ درصد در اندام هوایی و بذرهای بیشترین مقدار را در بین اسیدهای چرب دارا بودند (شکل ۳).

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]



شکل ۳: مقایسه درصد روغن و اسیدچرب‌ها در اندام هوایی و بذر گونه سالیکورنیا

تاثیر مرحله رشد بر شاخص‌های دیواره لیگنوسلولزی به عنوان ماده اولیه اتانول زیستی

جدول (۲) نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص‌های معرف تولید اتانول زیستی سالیکورنیا را نشان می‌دهد. نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه، نشان داد که مرحله رشد بر درصد لیگنین تاثیرگذار بوده است. لیگنین با میانگین ۶/۶۱ درصد در مرحله بذردهی، دارای بیشترین مقدار بود. تغییری در سلولز و همی‌سلولز در مراحل مختلف رشد مشاهده نشد.

جدول ۲: نتایج تجریه واریانس شاخص‌های معرف تولید اتانول زیستی سالیکورنیا

منبع تغییر	درجه آزادی	درصد سلولز			درصد دیواره همی سلولز			درصد لیگنین		
		میانگین مربعات	مقدار F	Sig	میانگین مربعات	مقدار F	Sig	میانگین مربعات	مقدار F	Sig
مرحله رشد	۲	۳/۰۱۲	۰/۶۹۷	۰/۵۳۴	۰/۴۵	۰/۲۳۵	۰/۷۹۷	۴/۰۵	۵/۴۶	۰/۰۴۴*
خطا	۶	۴/۳۲	-	-	۱/۹۱	-	-	۰/۹۲۲	-	-
کل	۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های سه مرحله رشد نشان داد سلولز و همی‌سلولز در هر سه مرحله رشد از میزان لیگنین بیشتر است لیگنین در تمامی مراحل رشد کمتر از ۱۰ درصد میباشد (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مرتبط با دیواره لیگنوسلولزی در مراحل مختلف رویشی در گونه سالیکورنیا

مراحل مختلف رشد	سلولز	همی‌سلولز	لیگنین
رشد رویشی	۲۸/۴۷ ± ۰/۸۴	۷/۰۹ ± ۰/۶۴	۴/۷۰ ± ۰/۱۳ ab
گلدهی	۳۰/۰۲۵ ± ۱/۸۲	۷/۸۱ ± ۰/۸۱	۴/۱۴ ± ۰/۲۴ b
بذر دهی	۲۸/۱۵ ± ۱/۱۳	۷/۷۰± ۰/۹۱	۶/۶۱ ± ۰/۹۱ a

بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که بیان شد سلولز، همی‌سلولز و لیگنین سه شاخص مهم در تعیین قابلیت استفاده از گیاهان به عنوان ماده اولیه بیواتانول می‌باشند. ترکیبات لیگنوسلولزی معمولا از سه بخش عمده سلولز (۵۰-۳۵ درصد)، همی‌سلولز (۳۵-۲۵ درصد) و لیگنین (۲۰-۱۵ درصد) تشکیل می‌شوند. عابدین و همکاران (۲۰۱۱) و هالاک و همکاران (۲۰۰۹) میزان ۲۰ درصد سلولز و همی‌سلولز را مناسب گزارش کردند. در حقیقت رابطه قوی میان ساختار و ترکیب دیواره لیگنوسلولزی و پیش تیمار مورد نیاز جهت هیدرولیز این مواد اولیه وجود دارد (۳۹ و ۳۴). در فرایند تولید اتانول از ترکیبات لیگنوسلولزی هزینه اصلی مربوط به آنزیم استفاده شده در فرایند هیدرولیز است. در شرایطی که میزان سلولز و همی‌سلولز از ۲۰ درصد کمتر باشد، این آنزیم قادر به

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

هیدرولیز آن نمی‌باشد یا برای انجام میزان زیادی از آن باید در دسترس باشد که توجیهی برای آن نیست (۳۹).

نتایج مطالعه این گونه از لحاظ سه شاخص فوق در مراحل مختلف فنولوژیکی (رشد رویشی، مرحله گلدهی و مرحله رسیدن بذر) نشان داد تنها لیگنین تحت تاثیر مرحله رشد قرار گرفت. به طوریکه بیشترین میزان آن در رشد بذردهی با میانگین ۶/۶۱ درصد و کمترین آن در گلدهی با میانگین ۴/۴۱ درصد بود. لیگنین یکی از اجزا لاینفک دیواره سلولی است که در مرحله بلوغ در دیواره سلولی ذخیره شده و بعد از دراز شدن سلول متوقف می‌شود (۳۰). به‌طور کلی با پیشرفت مراحل رشد شاهد افزایش کربوهیدرات های‌ساختاری از جمله لیگنین هستیم.

در تولید بایواتانول از مواد لیگنوسلولزی هدف افزایش کارایی تبدیل این مواد به اتانول است (۱). این افزایش کارایی به واسطه افزایش سهم سلولز و همی‌سلولز در دیواره سلولی مهیا می‌شود. چرا که در فرایند استفاده از مواد لیگنوسلزی، تبدیل سلولز به قندهای ساده و قابل تخمیر است که تولید اتانول از این مواد را به یک فرایندی مناسب و اقتصادی تبدیل می‌کند (۱۹). تافیک و همکاران (۲۰۱۵) متوسط میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد سلولز را جهت تولید بایواتانول مناسب گزارش کردند. این در حالی است که مقدار لیگنین به‌عنوان یک عامل محدودکننده محسوب می‌شود. چرا که لیگنین در برابر هیدرولیز بیوماس به وسیله قندسازی مقاومت کرده و هزینه تولید افزایش می‌یابد. این موضوع سبب شده تا تحقیقاتی در مورد به حداقل رساندن مقدار لیگنین از طریق اصلاح ژنتیکی صورت پذیرد (۱۲). اما انتخاب گیاهان با مقدار لیگینین کم که خارج از چرخه غذایی انسان هستند راه حلی آسان و مطلوب‌تر است.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد گونه *Salicornia europaea* در هر سه مرحله رشد دارای نسبت بیشتری از سلولز و همی‌سلولز نسبت به لیگنین است، که همین مسئله امکان استفاده از بیوماس لیگنوسلولزی این گونه را به عنوان ماده اولیه تولید اتانول زیستی هموار می‌کند. تافیک و همکاران (۲۰۱۵) گونه *Atriplex nummularia* و *Kochia scoparia* را با ۲۰/۰۲ تا ۳۲/۶۵ درصد سلولز، ۲۷/۴۴ تا ۲۴/۴۸ همی‌سلولز برای تولید بیواتانول در مرحله گلدهی مناسب گزارش کردند. هالاک و همکاران (۲۰۰۹) گونه *Buddlej adavidii* (دم موشی) را به‌عنوان یک ماده خام جهت تولید سوخت زیستی، به دلایل مختلف از جمله ترکیب بیوماس ۳۰ درصد لیگنین، ۳۵ درصد سلولز و ۳۴ درصد همی‌سلولز به‌عنوان یک منبع زیستی جدید و بالقوه برای تولید بیواتانول مناسب گزارش کردند.

بنابراین بهره‌برداری از اراضی شور در مناطق خشک و بیابانی برای تولید بیوماس لیگنوسلولزی که ارزش غذایی ندارد و می تواند به اتانول تبدیل شود و در عین حال تاثیری بر تولید غذای انسان ندارد ضروری است. هالوفیت‌ها که بیوماس زیادی را با استفاده از منابع شور مانند آب و خاک شور تولید می‌کنند می‌توانند به‌عنوان یک جایگزین مهم در این مناطق محسوب شوند. این گونه‌ها مقاوم به شوری بوده و نرخ رشد بالایی برای تولید بیوماس لیگنوسلولزی با کیفیت خوب برای تولید اتانول دارند.

درصد روغن بذر سالیکورنیا ۱۸/۵۸ درصد بود. درصد روغن قابل استخراج از دانه‌ها عامل مهمی برای ارزش‌گذاری آن‌ها است. هر چه مقدار روغن قابل استخراج از دانه بیشتر باشد ارزش اقتصادی آن دانه نسبت به دانهٔ مشابه خود بیشتر خواهد بود. هر چند برای توصیه قابلیت کشت یک گیاه روغنی تنها داشتن روغن بالا نمی‌تواند صفت قابل توصیه باشد و بایستی 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 لحاظ نمود (۲۰). مهم‌ترین شاخص یک روغن خوراکی محتوای اسیدچرب غیراشباع و تنوع این اسیدهای چرب در روغن می‌باشد، چرا که روغن با حجم زیاد اسید چرب غیراشباع روغن سالمتری است (۵). اسید چرب غیراشباع غالب در بذر *Salicornia europaea* به‌ترتیب لینولئیک اسید و اولئیک اسید با مقدار ۵۵/۵ و ۴۱/۹ درصد بودند. 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. اسید لینولئیک موجود در این روغن، اسید چرب ضروری بدن

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

انسان بوده و وجود آن در رژیم غذایی از نظر نقش عملکرد آن برای بافت‌ها و حفظ و نگهداری بدن ضروری است. به عنوان مثال وجود این اسید برای تولید هورمون‌هایی مثل پروستاگلاندین جنبه حیاتی دارد و در پیشگیری از لخته شدن خون در رگ‌ها و تورم شریان‌ها مؤثر است. اسید لینولئیک مؤثرترین اسید چرب برای کاهش سطح کلسترول خون است (۶). علارغم اینکه مقدار روغن کل در اندام هوایی کمتر از بذرهای گزارش شد به علت بیشتر بودن درصد آلفا لینولئیک اسید (۱۰/۵۵ درصد) در اندام رویشی نسبت به بذرهای (۳/۵ درصد)، میتوان از این بخش در تهیه قرص‌های امگا ۳ استفاده کرد (۲۵). نتایج تحقیق حاضر با مشاهدات افشار و همکاران (۱۳۹۴) درارتباط با ارزیابی و مقایسه اسیدهای چرب برگ خرفه در شمال و جنوب ایران مطابقت دارد. مهم‌ترین اسید چرب اشباع بذر، 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 درصد و در روغن آفتابگردان ۷/۵ تا ۱۳ درصد است (۳). تفاوت در بازده روغن و درصد و نوع اسیدهای چرب آنالیز شده توسط سایر محققان با نتایج این آزمایش را می‌توان به تنوع شرایط اقلیمی و آب و هوایی، نوع خاک و تفاوت در شرایط جمع آوری بذرها و روش‌های آنالیز نسبت داد. به عنوان مثال دما مهم‌ترین فاکتور محیطی موثر بر روغن گیاهان است و هر چه دما پایین‌تر درصد روغن تولیدی بیشتر است (۸). نتایج اولیه این تحقیق اعتبار فرضیه استفاده از گونه‌های مقاوم به شوری به‌عنوان منبع تولید روغن خوراکی مانند سایر گیاهان زراعی را اثبات کرد. با اهمیت به اینکه گیاه مذکور در مناطقی با خاک و آب شور و لب‌شور رشد می‌کند، ولی با توجه به درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع شناسایی شده در این گونه استفاده از این گیاه هالوفیت به‌عنوان منبع تولید روغن خوراکی جای بررسی بیشتری دارد. همچنین با توجه به درصد اسیدهای چرب غیراشباع، منبع روغنی مناسبی برای اصلاح پروفیل اسید چرب بسیاری از محصولات روغنی که دچار فقر هستند می‌باشد. از طرفی با توجه به میزان پروتین و اسیدهای چرب غیراشباع موجود در بخش هوایی این گیاه می‌تواند جهت خوراک انسان و دام مورد استفاده قرار گیرد (۳۸).

References

1. Abideen, A., R. Ansari & M. Ajmal Khan, 2011. Halophytes: Potential source of ligno-cellulosic biomass for ethanol production. Biomas and bioenergy, 12(4): 1-5.
2. Abideen, Z., M. Qasim, R. Fatima Rizvi, B. RaziuddinAnsari & M. Ajmal Khan, 2015. Oilseed halophytes: a potential source of biodiesel using saline degraded lands. Biofuels, 6(5): 241_248.
3. Afshar, F., B. Gjiyasi, M. Gharacharlo, A. Basari & H. Bakhoda, 2015. Food Technology & Nutrition, 12(3): 59-64.
4. Ahangar, S., Z. Pirvani, M.H. Khodaparast & H. Safavar, 2012 .Comparison of Fatty Acid Composition of Olive Oil in Different Regions of Iran. Journal of Nutrition Science and Technology, 2(2): 39-49.
5. Ahmaadi, H., J. Noroozy, M. Farhoodi, MR. Rahimi & B. Rahmatzadeh, 2016. Extraction and Physicochemical Properties of Salicornia (Salicornia persica Akhani sub sp. Rudshurensis Akhani) Oil. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 11(1): 67-74.
6. Anwar, F.; M. I. Bhanger, M. A. Nasir & S. Ismail, 2002. Analytical characterization of *Salicornia bigelovii* seed oil cultivated in Pakistan. J Agric Food Chem, 4210-4214.
7. Ariffin, A.A., J. Bakar, R.A. Rahman, R. karim & CC. Loi, 2009. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. Food Chem, 114: 561-564.
8. Artemis, P.S., 2016. An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity. Nutrients, 8 (21): 10-17.
9. Arzani, H & M. Abedi, 2016. Survey vegetation, University of Tehran Press, 306pp.
10. Asghari. J., S. Alimardani & M. Mazahri, 2012. Extraction and determination of essential fatty acid leaves *Portulaca oleracea* L. Journal of Herbal Drugs, 3(3): 157-166.
11. Ashraf, M.T., T. Bochenski, R. Farzanah, T. Chaturvedi, B. Haris & M. Thomsen, 2016. Estimation of bioenergy potential for local biomass in the United Arab Emirates. Emirates Journal of Food and Agriculture, 28(2): 99-106.

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

12. Assadi, T., A. Bargahi, I. Nabipour, Gh. Mohebbi, B. Kholdebarin, S. Mohajerani & N. Motamed, 2014. Determination of fatty acid composition of halophyte plant (Suaeda vermiculata) collected from the shorelines of Persian Gulf region (Bushehr Province), 17(4): 638-646.
13. Carvalho, A. P. & F. X. Malcata, 2005. Preparation of fatty acid methyl esters for gas-chromatographic analysis of marine lipids. Journal of Agriculture Food Chemestry, 53: 5049-5059.
14. Chang, MC., 2007. Harnessing energy from plant biomass. Current Opinion in Chemical Biolog, 11(84): 677.
15. Choi, D., G.S. Lim, Y.L. Piao, O.Y. Choi, K.A. Cho, C.B. Park, 2014. Characterization, stability, and antioxidant activity of *Salicornia herbaciea* seed oil. Korean Journal of Chemical Engineering, 31: 2221-2228.
16. Clark, A. 1994. Samphire: from sea to shining seed. Saudi Aramco World, 45(6): 2-9.
17. Costa, C. S. B., 2011. Restoration of coastal habitats in Brazil using native salt marsh plants. In: Greipsson S (Ed), Restoration Ecology, Sudbury (MA. U.S.A.): Jones and Bartlett Publishers, 333-338.
18. Cravotto, G., 2008. Improved extraction of vegetable oils. Ultrasonic Son chemistry, 15: 898-902.
19. Elsebaie, E.M., S.Y. Elsanat, M.S. Gouda & K.M. Elnemr, 2013. Oil and Fatty Acids Composition in Glasswort (Salicornia Fruticosa) Seeds IOSR Journal of Applied Chemistry, 4(5): 06-09.
20. Erfani, F., M. R. Hassandokht, M, Barzegar & A. Jabbari, 2006. Determination and Comparison of Chemical Properties of Seven Iranian Spinach Cultivars. IJFST, 3(2): 27-34.
21. Glenn, E. P., J.W. O'leary, M.C. Watson, T.L. Thomas & R.O. Kuehl, 1991. *Salicornia bigelovii* Torr.: an oilseed halophyte for seawater irrigation. Science, 251: 1065-1067.
22. Gunstone, F. D., 1996. Fatty acid and lipid chemistry. Blackie Academic and Professional, London, U.K.
23. Hadar, Y., 2013. Sources for Lignocellulosic Raw Materials for the Production of Ethanol. Lignocellulose Conversion, 21-38.
24. Hallac, BB., P.Pu.Y. Sannigrahi, M. Ray, R.J. Murphy & A.R. Ragavskas, 2009. Biomass characterization of Buddleja davidii: a potential feedstock for biofuel production. J Agric Food Chem, 57(81): 1275-1281.
25. Jaimand, K., Rezaee. M.B., Sefidkon, M. Naderi., H. Keneshloo., M. Farahpour & SH. Karimi, 2014 .Determination of fatty acids in Moringa peregrina (Forssk.) Fiori oil from different location in Sistan and Balochestan province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 3(3): 425- 432.
26. Min, J. G., D.S. LeeKim, J. H. Park, T.Y. Cho & D.I. Park, 2002. Chemical composition of *Salicornia Herbacea L*. Journal of Food Science and Nutrition, 7(1):105-107.
27. Moheimani, N.R. J.P. Webb & M.A. Borowitzka, 2012. "Bioremediation and other potential applications of coccolithophorid algae: A review. Algal Research, 1: 120-133.
28. Narasimha, R., G.M. P.PrayagaMurty & M. Murali Krishna Kumar, 2015. Seeds of *Salicornia brachiata* as a source of edible oil. Botany, 5(8): 531-533.
29. Nodeh, A.A. & H. Sahab, 2017. Green fuel production from saffron waste by dilute acid hydrolysis. Saffron Agronomy & Technology, 5(3): 241-253.
30. Ramani, B., T. Reeck, A. Debez, R. Stelzer, B. Huchzermeyer & J. Papenbrock, 2006. *Aster tripolium* L. and *Sesuvium portulacastrum* L.: two halophytes, two strategies to survive in saline habitats. Plant Physiology and Biochemistry, 44: 395-408.
31. Schoening, A. G. & G. Johansson, 1965. Absorptiometry Determination of Acid-Soluble Lignin in Semi chemical. Svensk Papperstid, 68(18): 607-612.
32. Sheehan, J. & M. Himmel, 1999. Enzymes, energy, and the environment: a strategic perspective on the U.S. department of energy's research and development activities for bioethanol. Biotechnology Progress, 15(5): 817-827.
33. Singh, D., A. K. Buhmann, T. J. Flowers, C. E. Seal & J. Papenbrock, 2014. *Salicornia* as a crop plant in temperate regions: selection of genetically characterised ecotypes and optimization of their cultivation conditions. AoB PLANTS, 6(10): 71-78
34. Smichi, N., Y. Messaoudi, R. Ksouri, C. Abdelly & M. Gargouri, 2014. Pretreatment and enzymatic saccharification of new phytoresource for bioethanol production from halophyte species. Renewable Energy, 63(2): 544-565.
35. Tawfik, M., W.F. Haggag, M.E. Gobarah & S.F. Habbasha, 2015. Determination of nutritional value and lignocellulosic biomass of six halophytic plants grown under saline irrigation in South Sinai. International Journal of ChemTech Research, 8(9): 37-42.
36. Ventura, Y. & M. Sagi, 2013. Halophyte crop cultivation: The case for *Salicornia* and *Sarcocornia*. Environmental and experimental botany, 92(5): 144- 153.
37. Wang, R., R.M. Dominguez-Espinosa, K. Leonard, A. Koutinas & C. Webb, 2002. The application of a generic feedstock from wheat for microbial fermentations. Biotechnol Prog, 18(5): 1033-1038.

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]

38. Xian-zhao, L., W. Chun-zhi & . L. Chao-kui, 2012. The potential resource of halophytes for developing bio-energy in China coastal zone. Journal of Agriculture and Food Science Research, 1(3): 044-051.
39. Zheng, Yi., P. Pan & R. Zhang, 2009. Overview of biomass pretreatment for cellulosic ethanol Production. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2(3): 51- 60.

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.14.3]