



DOI: 10.22092/irm.20.19.120091



نامه علمی

تاریخ دریافت ۱۳۹۸/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش ۱۳۹۸/۰۵/۲۸

بررسی سازگاری جتروفا در ایران با هدف تولید سوخت زیستی

هاشم کنشلو^{۱*} و فاطمه کنشلو^۲

چکیده

جتروفا با نام علمی (*Jatropha curcas* L.) گونه‌ای درختچه‌ای و مقاوم به خشکی با ارتفاع ۵ تا ۶ متر است. این گیاه متعلق به جنس *Jatropha* است که بیش از ۱۷۰ گونه دارد. دانه آن با ۳۰-۳۵ درصد روغن، به مصرف برخی از موتورهای دیزلی می‌رسد، برای پخت غذا و روشنائی استفاده می‌شود و در صنایع صابون‌سازی، تولید علف‌کش و داروسازی کاربرد دارد. جتروفا بومی نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است، برای رویش به حداقل ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی نیاز دارد و نیاز آبی آن برای مراحل گل‌دهی و میوه‌دهی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی‌متر است. برگ‌ها در اثر گرمای زیاد و باد گرم صدمه می‌بینند و این سبب کاهش محصول می‌شود. جتروفا نسبت به پخشندگی مقاوم نیست و تحمل سایه را ندارد. در تراکم متوسط بهترین عملکرد را دارد. مناسب‌ترین خاک برای جتروفا شنی-لومی با بافت متوسط با هواپذیری خوب است و خاک‌های سنگین و هیدرومورف را نمی‌پسندد. علف‌های هرز باعث ضعف و خشکیدگی نهال‌ها می‌شوند که باید هر ساله دو بار وجین شوند. نتایج بررسی‌ها در ایران نشان داد تکثیر گیاه از طریق بذر، قلمه و کشت بافت امکان‌پذیر است و در ناحیه صحاری-سندی سازگاری دارد و در دیگر نواحی با محدودیت‌های سرما مواجه است. نیاز آبی آن متوسط بوده و کمبود بارندگی باید از طریق آبیاری تأمین شود. نسبت به شوری نیمه‌مقاوم و افزایش شوری (بیش از ۵۰ میلی‌مولار) باعث کاهش عملکرد آن است. آفت و بیماری خسارت‌زایی روی آن مشاهده نشده است.

واژه‌های کلیدی: جتروفا، سازگاری، ایران

Adaptation of *Jatropha curcas* for biofuel production in Iran

H. Keneshloo^{*1} and F. Keneshloo²

Abstract

Jatropha (*Jatropha curcas* L.) is a drought-tolerant shrub species with a height of 5 to 6 m. This plant belongs to the genus *Jatropha* with more than 170 species. Its seed with 30-35% oil is used in some diesel engines, cooking and lighting, and soap industries, herbicide production, and pharmaceuticals. *Jatropha* is native to the tropical and subtropical regions, requiring at least 250 to 300 mm of rainfall to grow. Its water requirement for flowering and fruiting stages is 1000 to 1500 mm. Leaves are damaged by high heat and hot winds, reducing the yield. *Jatropha* is not resistant to frost and does not tolerate shade.

It performs best in medium density. The most suitable soil for *jatropha* is sandy-loamy with a medium texture and good weathering. *Jatropha* does not favor heavy soils. Weeds cause seedling dryness and weakness; thus the weeds must be weeded twice a year. The results of studies in Iran showed that the plant propagation is possible through seeds, cuttings and tissue culture, which is compatible with Sahara - Sindi regions but faces cold restriction in other regions. Its water requirement is moderate and the shortage of rainfall must be provided through irrigation. *Jatropha* is a relatively salinity-tolerant species, and increasing salinity (more than 50 mM) causes reduced yield. No pest and disease were recorded on *Jatropha* in Iran.

Keywords: *Jatropha*, adaptation, Iran

*1- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیکی: hkeneshlo@yahoo.com
۲- پژوهشگر، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*1- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
E-mail: hkeneshlo@yahoo.com
2- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran



● مقدمه

سیاست‌های جهانی به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته با کمبود منابع انرژی، سبب توجه خاص به منابع انرژی تجدیدپذیر در دسترس شده است. یکی از مهم‌ترین این منابع انرژی، سوخت‌های زیستی (Biofuel) است.

در سال‌های اخیر برنامه بلندمدتی برای تولید و استفاده از سوخت‌های زیستی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به‌ویژه در صنعت حمل‌ونقل تدوین شده است، به طوری که برخی از کشورها باید تا سال ۲۰۲۰ مقداری از سوخت مورد نیاز خود را در صنعت حمل‌ونقل از طریق سوخت‌های زیستی تأمین کنند، برای مثال سهم ایالات متحده آمریکا ۱۵ درصد، اتحادیه اروپا ۱۰ درصد، چین ۱۵ درصد، برزیل ۲۰ درصد، هند ۱۰ درصد و استرالیا ۵ درصد از کل سوخت مورد نیازشان در صنعت حمل‌ونقل است (Reinhard et al., 2004).

● سوخت‌های زیستی مهم و منابع تولید آنها

قسمت عمده سوخت‌های زیستی که امروزه در جهان تولید می‌شود بیودیزل و بیواتانول است. بیودیزل دارای ساختار شیمیایی متفاوت از دیزل نفتی است. بیودیزل در حقیقت یک نوع آلکیل‌استر است که طی فرایندی کاملاً شیمیایی موسوم به ترانس‌استریفیکیشن (Transesterification) از منابع تجدیدپذیر و طبیعی روغنی تهیه می‌شود، در صورتی که بیواتانول بیشتر منشأ گیاهی دارد و از گیاهان روغنی مانند: کانولا، آفتاب‌گردان، نخل، سویا و جatroفا تهیه می‌شود، هرچند از چربی‌های حیوانی نیز برای این منظور استفاده می‌شود. بیواتانول طی فرایندهای تخمیر مواد قندی حاصل می‌شود. محصولات کشاورزی حاوی قند یا مواد قابل تجزیه به قند (مانند نشاسته و سلولز) از جمله: ذرت، نیشکر، چغندر قند و سیب‌زمینی، علاوه بر ضایعات فراوری آنها مانند باگاس از مهم‌ترین مواد اولیه تولیدکننده بیواتانول در سطح جهانی به‌شمار می‌روند.

● وضعیت جهانی سوخت‌های زیستی

حجم جهانی سوخت‌های زیستی در سال ۲۰۰۸ حدود ۳۳ میلیارد یورو و نرخ متوسط رشد سالیانه آن دو رقمی بوده است. در همین سال ۸۵ درصد از حجم بازار سوخت‌های زیستی مربوط به بیواتانول و ۱۵ درصد مابقی بیشتر از بیودیزل بوده است. مجموع تولیدات بیواتانول و بیودیزل در سراسر جهان در سال ۲۰۰۴ بیش از ۳۳ میلیارد لیتر بوده، در حالی که در سال ۲۰۰۵ میزان تولید بیواتانول تنها در کشور برزیل حدود ۱۵ میلیارد لیتر و در سال ۲۰۰۸ در دو کشور آمریکا و برزیل بیش از ۴۰ میلیارد لیتر بیواتانول و حدود ۳ میلیارد لیتر بیودیزل تولید شده است (Reinhard et al., 2004). در سال ۲۰۱۴ تولیدات جهانی بیواتانول به بیش از ۹۵ میلیارد لیتر و بیودیزل به حدود ۱۵ میلیارد لیتر رشد داشته است. نرخ متوسط رشد تولید جهانی سوخت‌های زیستی بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ به‌طور متوسط ۱۲/۳ درصد است (Kumar, 2009). در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ نرخ رشد تولید جهانی بیواتانول به ترتیب ۶/۵ و ۲۵ درصد گزارش شده است.

تولید سوخت‌های زیستی در آسیا و اقیانوسیه از لحاظ قدمت هنوز در مراحل آغازین خود قرار دارد اما پتانسیل‌های بسیار خوبی برای تولید سوخت‌های زیستی در این کشورها دیده می‌شود. حدود ۴۰ درصد از کل زیست‌توده جهان در آسیا قرار دارد که می‌تواند تبدیل به سوخت زیستی شود

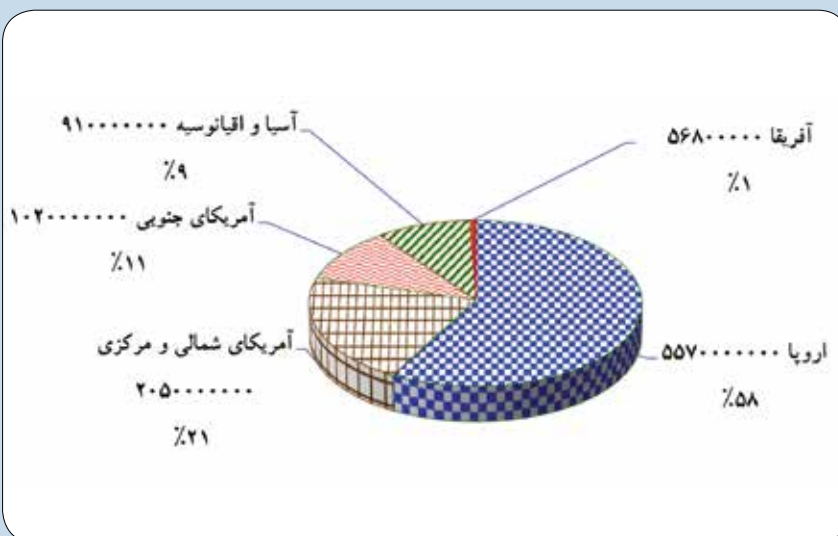
(Green, 2006). بررسی‌ها نشان می‌دهد نرخ رشد ارزش بازار سوخت‌های زیستی در منطقه آسیا و اقیانوسیه بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ به‌طور متوسط ۱۴/۷ درصد بوده است. در سال ۲۰۱۵ کشورهای اروپایی با ۳۸ درصد بیشترین و آمریکا و برزیل به ترتیب با ۱۶ و ۱۴ درصد بالاترین سهم را در تولید بیودیزل داشته‌اند (شکل ۲).

● وضعیت تولید بیودیزل در اتحادیه اروپا

اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۷ حدود ۵/۶ میلیون تن بیودیزل (معادل ۶/۳۶ میلیارد لیتر) تولید کرده است (Reinhard et al., 2004) که نشان‌دهنده کاهش تولید بیودیزل در سال ۲۰۰۸ نسبت به سال ۲۰۰۷ در این منطقه به دلیل افزایش قیمت روغن‌های گیاهی است. بزرگ‌ترین تولیدکننده بیودیزل در اتحادیه اروپا، کشور آلمان است که در سال ۲۰۰۷، ۵۹ درصد از بیودیزل اتحادیه اروپا را تولید کرده است. فرانسه با ۱۸ درصد، ایتالیا با ۸ درصد، اتریش با ۶ درصد، پرتغال با ۴ درصد و اسپانیا با ۳ درصد از سهم تولید بیودیزل در اتحادیه اروپا در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند (شکل ۳).

● وضعیت تولید بیودیزل در آسیا و اقیانوسیه

در آسیا و اقیانوسیه میزان تولید بیودیزل بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵، رشد متوسطی معادل ۴/۵ درصد داشته و در استرالیا در سال ۲۰۱۰



شکل ۱- میزان تولید بیودیزل در سال ۲۰۰۸

میزان تولید بیودیزل به ۵۲۴ میلیون لیتر رسیده است (Makkar et al., 1998).

● سوابق تحقیق در داخل و خارج از کشور با تأکید بر نتایج آنها

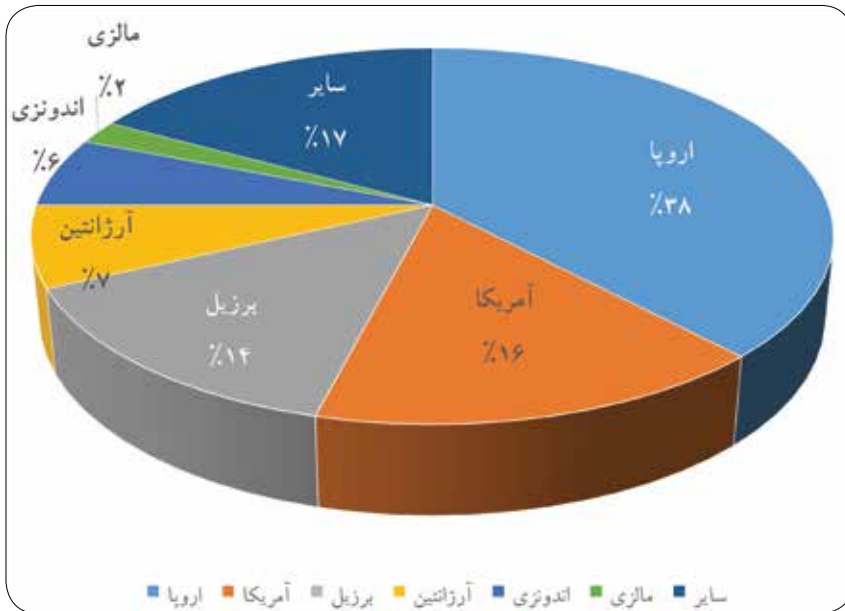
در ایران تا اواخر دهه ۸۰ تحقیقات مستندی در خصوص جتروفا گزارش نشده است. در سال ۱۳۸۸ پایه‌هایی از جنس جتروفا در محوطه اداره منابع طبیعی شهرستان فنوج و همچنین محوطه اداره کشاورزی بنت و باغ یکی از بومیان فنوج در استان سیستان و بلوچستان مشاهده شد که پس از شناسایی توسط نگارنده و تشخیص نام علمی آن *Jatropha gossypifolia* معلوم شد با گونه‌ای که ارزش تجاری از نظر تولید روغن دارد متفاوت است.

خوشبختانه محققان سایر کشورها بررسی‌هایی را روی خصوصیات اکولوژیکی، پراکنش و موطن اصلی، نیازهای رویشگاهی، تجزیه روغن و مصارف این گیاهان انجام داده‌اند. Green (2006) در کتاب اصول تاکرونومی تک لپه‌ای‌ها، توضیحات مفصلي در خصوص اهمیت و چشم‌انداز جتروفا ارائه و گیاه جتروفا را یک گونه عجیب با رشد نسبی سریع و توان تولید بذر برای مدت ۵۰ سال معرفی کرده است. این گونه به خشکی مقاوم بوده و به اقلیم خشک و نیمه‌خشک جهان سازگار است. در مناطق گرم دنیا با بارندگی سالیانه ۱۰۰۰-۳۰۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه بالای ۲۰ درجه سانتی‌گراد جتروفا از رشد بهتری برخوردار است.

سایر بررسی‌های انجام‌شده، امکان کاشت جتروفا را در حوالی خط استوا و در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری توصیه کرده‌اند که به‌صورت دو نوار در طرفین اراضی مناسب نخل روغنی گسترش دارند (شکل ۴).

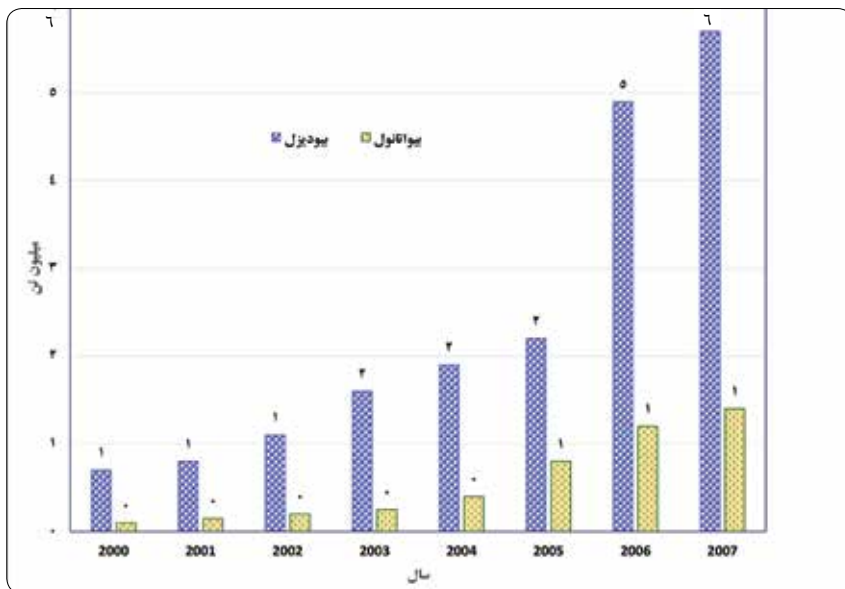
میزان مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل هندوستان سالیانه ۱۲ میلیون تن بوده که در سال ۲۰۳۰ به دو برابر افزایش می‌یابد. هند و دیگر کشورهای توسعه‌یافته درصدد دستیابی به سوخت‌های جایگزین ارزان قیمت و سازگار با محیط‌زیست هستند (Sylvain, 2009).

تکثیر گیاه جتروفا از طریق بذر و قلمه ساقه است. در اخبار زیمبابوه بیوماس، ۱۹۹۶ ضمن اشاره به تکثیر جتروفا از طریق بذر، وجود سه گونه جتروفا را در نیجریه یادآور می‌شود



شکل ۲- میزان تولید بیودیزل در سال ۲۰۱۵

که به‌طور خودرو، یا کاشته شده وجود دارند (Heller, 1996). جتروفا یک گونه سریع‌الرشد است که در سال چهارم کاشت، توانایی تولید میوه و بذر دارد. چنانچه تکثیر از طریق قلمه ساقه انجام شود گیاه قادر به گل‌دهی در همان سال اول کاشت خواهد بود (Jones & Miller, 1994). جتروفا را می‌توان با تراکم بیش از ۱۰۰۰ پایه در هکتار کشت کرد. بهترین عملکرد در فواصل کاشت ۲ × ۱/۵ تا ۳ × ۳ متر به‌دست آمده است (Gubitzet, 1997). جتروفا به‌عنوان یکی از گونه‌های شاخص تولیدکننده بیودیزل در جهان معرفی شده است. ضمن اینکه ریشه‌های آن قادر هستند میزان رواناب را کاهش دهند و به جذب آب در خاک و حاصلخیزی آن کمک کنند. در مواقعی که جتروفا در حاشیه مزارع کاشته می‌شود به‌عنوان بادشکن، حدود ۳۰ درصد از تخریب خاک می‌کاهد. در مواقعی که از این گونه به‌عنوان حصار باغ استفاده می‌کنند، به میزان ۵ تا ۱۰ درصد از خسارات به باغ جلوگیری می‌کند. برای نگهداری بذرها لازم است پوست



شکل ۳- روند رشد تولید بیودیزل و بیواتانول در اتحادیه اروپا



شکل ۴- محدوده عرض‌های جغرافیایی مساعد کاشت جتروفا (۳۰ درجه عرض شمالی، ۳۵ درجه عرض جنوبی)، (منبع: Jongschaap et al., 2007)

جدول ۱- مهم‌ترین گونه‌هایی که در صنعت و فضای سبز کاربرد دارند.

ردیف	نام علمی	خصوصیات و کاربرد
۱	<i>J. curcas</i>	تولید روغن غیرخوراکی، کاربرد در صنایع شمع، صابون و سوخت.
۲	<i>J. gossipifolia</i>	در هندوستان می‌روید، گونه زینتی، برای انسان و دام سمی است.
۳	<i>J. multifida</i>	گونه زینتی، دارای گل‌های قرمز و برگ‌ها دارای بریدگی عمیق است.
۴	<i>J. interregima</i>	کاربرد در فضای سبز مناطق تروپیکال جهان، با قابلیت گل‌دهی در تمام سال.
۵	<i>J. cuneata</i>	در مکزیک می‌روید، از ساقه‌های آن در ساخت سبد استفاده می‌شود.
۶	<i>J. podagrica</i>	گونه زینتی، به‌عنوان یک گیاه آپارتمانی استفاده می‌شود.
۷	<i>J. glandulifera</i>	گونه زینتی، دارای گل‌های قرمز و زیبا است.
۸	<i>J. moluccana</i>	به فرم درخت بلند با میوه‌های درشت است.
۹	<i>J. cuneata</i>	به فرم درختچه بوده و برگ‌ها نسبت به دیگر گونه‌ها ریزتر هستند.

سال ۱۳۸۷ در ۱۰ سایت در ۶ استان کشور به اجرا درآوردند.

● اقدامات و یافته‌ها

تکثیر و تولید گونه (*J. curcas*) ضمن تکثیر از طریق جنسی، توان ازدیاد غیرجنسی به شیوه کشت بافت (مریستم انتهایی)، همچنین قلمه‌های شاخه‌های دو ساله را دارد.

تکثیر جنسی این گونه با توجه به وجود مواد بازدارنده در بذر و بالا بودن درصد روغن بذر با مشکل مواجه بود، که طی دو سال تحقیق و بررسی، بهترین روش رویاندن بذر مطابق زیر معرفی شد:

- قرار دادن بذر با مدت ۳۰-۲۰ دقیقه در محلول ویتاواکس ۲۰ درصد
- قرار دادن در آب معمولی برای مدت ۱۲ ساعت
- کاشتن بذر در بستر ماسه‌ای
- درجه حرارت محیط کاشت ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد
- قرار دادن بذر در محیط تاریک

با مصرف بیودیزل در مقایسه با سوخت‌های معدنی، می‌توان میزان تولید دوده یا کربن سیاه را به ۶۰ درصد، منواکسید کربن و هیدروکربورها را به ۵۰ درصد و گازهای گلخانه‌ای را به ۸۰ درصد کاهش داد.

سوخت‌های فسیلی، محققین مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور را برآن داشت تا ضمن وارد کردن بذر گیاه جتروفا از کشورهای هند و مالزی، تحقیقات جامعی را با کمک محققان مؤسسه و مراکز تحقیقاتی روی شیوه‌های تکثیر و تولید نهال، سازگاری با شرایط مختلف آب‌وهوایی، نیاز کودی، میزان روغن تولیدی و کیفیت آن، عملیات نگهداری، میزان مقاومت به شوری و انواع آفات و بیماری‌های احتمالی از

میوه را از بذر جدا کرد و پس از خشک کردن، آنها را در انبار خشک قرار داد. بذرهای حاوی روغن بوده و به سرعت قوه نامیه آنها ضعیف می‌شود، برای حفظ قوه نامیه لازم است حرارت انبار به کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یابد (Henning, 1996).

در تحقیقاتی که به‌تازگی توسط برنامه جنگل‌داری IIASA انجام و در مجله «تأمین انرژی» منتشر شده است، با اشاره به بیودیزل، استفاده از گونه جتروفا را برای تأمین مناسب دانسته است. این مؤسسه از گونه جتروفا به‌عنوان یک گیاه چندساله، مقاوم به خشکی و آفت یاد کرده است که در اراضی بایر نواحی گرمسیری قابل کشت بوده و قادر به تولید بذر تا ۵۰ سال است (Purohit & Dhar, 2018). این گیاه دارای پتانسیل تولید ۱۵۰۰۰۰ تن روغن ارزان و قابل تجدید در سال برای وسایل نقلیه در هندوستان است. بذرهای جتروفا دارای ۳۷ درصد روغن بوده که نیاز به حداقل تصفیه، قبل از مصرف دارد. نظر به اینکه بیودیزل جتروفا خیلی مشابه سوخت موتورهای دیزلی است، برای استفاده از آن لازم است تغییرات خیلی جزئی در این موتورها ایجاد کرد. وسایل نقلیه قادر هستند با بیودیزل، یا مخلوط بیودیزل با سوخت‌های معدنی حرکت کنند.

با مصرف بیودیزل در مقایسه با سوخت‌های معدنی، می‌توان میزان تولید دوده یا کربن سیاه را به ۶۰ درصد، منواکسید کربن و هیدروکربورها را به ۵۰ درصد و گازهای گلخانه‌ای را به ۸۰ درصد کاهش داد. در همین مقاله اشاره شده است در ۳۰ دسامبر ۲۰۰۸ یک هواپیمای بوئینگ ۷۴۷ خطوط هواپیمایی نیوزیلند، برای اولین بار در جهان، با استفاده از سوخت مخلوط ۵۰:۵۰ روغن بیودیزل جتروفا و سوخت جت در یکی از چهار موتور خود، موفق به یک پرواز دو ساعته شد.

● خصوصیات گیاه‌شناسی

جنس جتروفا متعلق به خانواده فریبون (Euphorbiaceae) بوده و دارای ۱۷۵ گونه است. مهم‌ترین گونه‌هایی که در صنعت و فضای سبز کاربرد دارند (جدول ۱).

تفکر دستیابی سوختی جایگزین



Jatropha curcas



Jatropha gossypifolia



Jatropha multifida



Jatropha integerrima



Jatropha moluccana



Jatropha podagrica



Jatropha cuneata



Jatropha glandulifera

شکل ۵- گونه‌های معروف جتروفا



با استفاده از روش فوق بذرها بین ۳-۷ روز جوانه می‌زنند و آماده انتقال به گلدان‌های کاشت می‌شوند.

بررسی تاریخ‌های مختلف قلمه‌گیری نشان داد بالاترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها در فصل بهار و در حدود ۹۸ درصد بوده است. در این بررسی بهترین تیمار ریشه‌زایی قلمه‌ها، ۵ دقیقه غوطه‌وری قاعده آنها در محلول ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA (ایندول بوتیریک اسید) و کاشت در بستر مخلوط پیت/ پرلیت (۱/۳) در گلخانه بوده است. برای تکثیر از طریق کشت بافت می‌توان از جوانه‌های رأسی نهال‌های جوان در فصل پاییز و برای سترون‌سازی جوانه‌ها می‌توان، از محلول کلرید جیوه ۰/۱ درصد به مدت ۱۰ دقیقه استفاده کرد. برای شاخه‌زایی جوانه‌ها از محیط کشت MS با هورمون‌های سیتوکینین (BA) و اکسین ایندول بوتیریک اسید (IBA) به ترتیب در غلظت‌های ۳ و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر توصیه می‌شود. در مرحله ریشه‌زایی، بیشترین میزان ریشه‌دار شدن نمونه‌ها در تیمار مربوط به IBA در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر به دست می‌آید.

سازگاری

این گیاه در مناطق گرم و نسبتاً مرطوب جنوب



شکل ۶- حفاظت انفرادی نهال‌ها در مقابل آفتاب‌سوختگی و بادهای گرم



شکل ۷- درختچه جتروفا در چابهار در زمستان سال سوم کاشت

آن در خرداد و تیرماه است که بیشترین تولید را داشته و میوه‌دهی دوم در ماه‌های خنک سال در آذر، دی و بهمن حادث شده که عملکرد کمتری به تولید فصل گرم دارد. بارش‌های نواحی جنوبی کشور جواب‌گوی نیاز آبی جتروفا نیست و برای تأمین نیاز آبی لازم است در ماه‌های خشک سال، آبیاری هر ۱۰ روز یک بار انجام شود. نهال‌های کاشته شده نسبت به باد گرم تابستان جنوب کشور حساس هستند، لذا در برنامه توسعه کاشت گیاه لازم است از بادشکن اطراف مزارع استفاده شود.

جهت افزایش عملکرد توصیه می‌شود ضمن کاشت با تراکم متوسط (۱۳۰۰ پایه) عملیات نگهداری مانند: آبیاری، وجین علف‌های هرز، حذف اندام‌های صدمه‌دیده و خشک، هرس فرم جهت افزایش شاخه‌های میوه‌دهنده و تقویت خاک از سال سوم با افزودن کود حیوانی و شیمیایی به‌ویژه فسفات انجام شود.

مقاومت به شوری

شوری، رشد طولی و قطری نهال‌های جتروفا را کاهش می‌دهد. شوری تا ۵۰ میلی‌مولار تأثیر چندانی بر رشد و عملکرد گیاه ندارد، اما با افزایش شوری اثرات سوء بر جتروفا نمایان شده به طوری که در غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار رشد قطری گیاه متوقف شد و از سایر صفات جتروفا مانند وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ، تعداد و سطح برگ هم کاسته شد. با افزایش شوری خسارت به گیاه افزایش یافت و در نهایت کلیه برگ‌ها، ساقه‌ها، شاخه‌ها و ریشه‌ها خشک شدند. در مجموع جتروفا یک گونه مقاوم به شوری نبوده، اما در حد کم می‌تواند شوری را تحمل کند (شکل‌های ۸ و ۹).

عملکرد جتروفا

جهت سازگاری و میزان عملکرد جتروفا تراکم کاشت متوسط ۲/۵×۳ متر ملاک محاسبات قرار داده شد. بررسی‌ها در سال سوم کاشت و با افزایش میزان تولید، انجام شد. میزان تولید دانه بین درختچه‌ها متفاوت و از ۳۷۱ گرم تا ۱۷۱۸ گرم نسبت به حجم تاج متغیر بود. با توجه به میانگین تولید ۹۶۵ گرم در هکتار دانه جتروفا در باهوکلات بلوچستان با تراکم



شکل ۸- اثر شدت‌های شوری بر برگ و اندام هوایی جتروفا

بندرعباس، گرگان و گنبد موققت کمتری داشت، به طوری که علی‌رغم موفقیت در سال اول کاشت، در سال‌های دوم و سوم دچار تنش‌هایی از جمله: یخ‌زدگی (ایران‌شهر و گنبد)، سوختگی و ریزش برگ‌ها (بrazجان)، پوسیدگی طوقه (بندرعباس) و چایمان (گرگان) و در نهایت حذف شد. جتروفا در جنوب شرق ایران در سال ۲ نوبت توانایی میوه‌دهی دارد که میوه‌دهی اصلی

شرق ایران در جنوب سیستان و بلوچستان (حوالی رودخانه سرباز، نیکشهر و دشت‌های دشتیاری و باهوکلات)، حوالی هرمزگان، بوشهر (شهرستان دشتی) و خوزستان (حوالی دزفول) قابل کشت است و نهال‌های کاشته شده، در سال دوم قادر به تولید میوه و دانه هستند. بهترین عملکرد در چابهار و استان بوشهر به‌دست آمد. این گونه در ایران‌شهر، حوالی Brazجان،



شکل ۹- اثر شدت‌های شوری بر ریشه و اندام زیرزمینی جتروفا



شکل ۱۰- میوه جتروفا در هرمزگان آبان ماه

Jones, N. and Miller J. H., 1992. *Jatropha curcas*: A multipurpose Species for Problematic Sites. World Bank, USA, 12 p.

Jongschaap, R. E. E., Corré, W. J., Bindraban, P. S. and Brandenburg, W. A., 2007. Claims and facts on *Jatropha curcas* L.: global *Jatropha curcas* evaluation. breeding and propagation programme. Plant research international, Wageningen, 42 p.

Makkar, H. P. S., Becker, K. and Schmook1, B., 1998. Edible provenances of *Jatropha curcas* from Quintna Roo state of Mexico. Plant Foods for Human Nutrition, 52(1):31-6

Purohit, P. and Dhar, S., 2018. Lignocellulosic biofuels in India: current perspectives, potential issues and future prospects. AIMS Energy, 6(3):453-486.

Reinhard, K. H., 2004. The *Jatropha* System- Economy and Dissemination Strategy Integrated Rural Development by Utilisation of *Jatropha Curcas* L. Abstracts of International Conference Renewable. Germany, 1-4 June. 14 p.

Sylvain, L., 2009. Biodiesel Production costs. Emission omissions. Climate change. Winter 2009/2010.

احتمالی و همچنین سایر کاربری‌های آن از جمله: خاصیت حشره‌کشی، تولید کود آلی، خواص آللوپاتی و میزان مسمومیت آن مورد بررسی دقیق و همه جانبه قرار گیرد.

● منابع

- جایمند، ک.، رضایی، م. ب.، کنشلو، ه.، نادری‌حاجی‌باقرکندی، م. و کریمی، ش.، ۱۳۹۷. تجزیه کمی و کیفی روغن بذر *Jatropha curcas* جهت تعیین کاربردهای آن و تعیین بهترین روش و زمان استخراج روغن. گزارش نهایی طرح پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۳۵ صفحه.
- Kumar, A., 2009. Booming Global Biofuel Market: Pollutionless and Renewable Energy Sources. Market Research Reports.
- Gubitz, G. M., Mittelbach, M. and Trabi, M., 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. Bioresource Technology, 67: 73-82.
- Green, B.O., 2006. Principles of Angiosperm Taxonomy. Osia Int. Publishers Ltd, Port Harcourt Nigeria, 202 p.
- Heller J., 1996. Physic nut, *Jatropha curcas* L. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Italy, 66 p.
- Henning, R., 1996. The *Jatropha* Project in Mali. Arid lands, No. 4. Available at: <https://cals.arizona.edu/OALS/ALN/aln40/jatropha.html>

۱۳۰۰ پایه معادل ۱۲۸۶ کیلوگرم خواهد بود که می‌توان آن را با بهره‌گیری از عملیات نگهداری مطلوب همانند افزایش حاصلخیزی، مبارزه با علف‌های هرز و افزایش تراکم، به بیش از ۲۰۰۰ کیلو در هکتار افزایش داد.

میزان روغن دانه جتروفا

میزان درصد روغن با حلال بین ۴۰ تا ۶۰ درصد، میزان درصد روغن با روش پرس سرد بین ۱۷/۰۱ درصد و ۳۱/۱۸ درصد متفاوت است. میزان اسیدهای چرب اشباع با روش حلال بین ۱۵/۱۶ و ۱۸/۸۶ درصد و مونواسید چرب اشباع نشده از ۳۸/۷۴ تا ۴۲/۹۴ درصد و پلی اسید چرب غیر اشباع از ۳۹/۰۹ تا ۴۵/۵۸ درصد در دانه‌های جمع‌آوری شده در آذرماه متغیر است (جایمند و همکاران، ۱۳۹۶).

● پیشنهادها

جتروفا با توجه به ویژگی‌هایی که دارد می‌تواند به‌عنوان یک گونه تأمین‌کننده سوخت زیستی در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشت شود. ولی لازم است قبل از ترویج و توسعه در سطح گسترده در قالب طرح پایلوت در سطح ۲ تا ۳ هکتاری در مناطق مناسب کشت و بررسی شود. همچنین آفات و بیماری‌های