تاثر تراکم کاشت بر استقرار و رشد جاتروفا (*Jatropha curcas* L.) در منطقه بلوچستان، ایران

محمد یوسف آچاک[۱]، هاشم کنشلو[۲]، هادی درودی*[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۱۲

چکیده

در سال‌های اخیر، کاهش ذخایر سوخت‌های فسیلی و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم، جامعه جهانی را وادار به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی کرده است و باعث افزایش توجه‌به سوخت‌های زیستی به‌عنوان یک منبع انرژی تجدید پذیر شده است. جاتروفا (*Jatropha curcas* L.) از خانواده فرفیون Euphorbiaceae یکی از مهمترین کشت‌های سوخت زیستی است. هدف از این تحقیق، بررسی تراکم کاشت بر رشد و زنده‌مانی جاتروفا در شرایط اقلیمی بلوچستان بود. سازگاری جتروفا، با استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تراکم کاشت ۱۱۱۱، ۱۳۳۳، ۲۵۰۰ و ۳۳۳۳ پایه در هکتار (به ترتیب فواصل کاشت ۳×۳، ۳× ۲/۵، ۲×۲ و ۲×۱/۵ متر) مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای مورد بررسی شامل درصد زنده‌مانی، ارتفاع کل، قطر یقه، قطر تاج و شادابی بود. نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه و کروسکال والیس نشان داد که در سال اول تنها شادابی نهال‌ها تحت تاثیر فاصله کاشت قرار گرفت و تیمار با تراکم ۱۱۱۱ پایه در هر هکتار بیشترین شادابی را داشتند. اما در سال دوم، درصد زنده‌مانی تحت تاثیر فاصله کاشت قرار گرفت و سایر فاکتورهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نداشتند. در کل، با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که در سال‌های نخست با توجه به ابعاد درختان رقابت درون گونه‌ای با تراکم‌های مذکور شدید نیست و فاصله کاشت تاثیر زیادی بر رشد پایه‌های کاشته شده ندارد و با توجه به زنده‌مانی بیشتر در فاصله کاشت بیشتر و پیش‌بینی رشد بیشتر درختان در سال‌های بعد، فاصله کاشت ۳×۳ مناسب‌تر به‌نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: زنده‌مانی، سازگاری، سوخت زیستی، باهوکلات

[۱]کارشناس بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان(ایرانشهر)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایرانشهر، ایران

[۲]استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

[۳]*نویسنده مسئول، استادیار پژوهش بخش تحقیقات جنگل‌و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان(ایرانشهر)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایرانشهر، ایران پست الکترونیک: hadi_f79@yahoo.com

مقدمه

امروزه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، بخش مهمی از سیاست انرژی در جهان به‌شمار می‌رود. یکی از منابع انرژی، سوخت‌های زیستی است که از نظر محیط زیست و گرمایش جهانی مناسب و سبب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از سوخت‌های فسیلی می‌شوند (۱۱). در این میان گیاه جاتروفا با شرایطی استثنایی می‌تواند نقش قابل قبول و موثری در حل معضل گرمایش جهانی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفاء نماید. این گیاه پس از گذشت سه سال از کشت خود به مرحله تولید دانه می‌رسد و تا ۴۵ الی ۵۰ سال عمر می‌کند. به‌طور متوسط ۴۵ الی ۵۰ درصد وزن هر دانه روغن استحصال می‌شود. روغن به‌دست آمده این قابلیت را دارد که بدون انجام هیچ فرایندی به‌طور مستقیم در موتورهای دیزلی سوزانده شود. درصورت انجام فرایندهای مربوطه بایودیزل بسیار مرغوبی تولید می‌کند که هم از بعد هزینه و هم آلایندگی، جایگزینی بسیار عالی برای دیزل به‌دست آمده از نفت است. از دیگر ویژگی‌های برتر که این گیاه را نسبت به سایر منابع سوخت زیستی توجیه پذیرتر می‌کند، قابلیت کشت در بسیاری از اقلیم‌های آب و هوایی، طول عمر متوسط، آسیب پذیری کم، بازده بالاتر، فرآوری ارزان‌تر، کاربرد در بیابان‌زدایی و تثبیت خاک و بسیاری موارد دیگر می‌باشد (۱۱). روغن به‌دست آمده در هر هکتار گیاه جاتروفا، ده برابر بیشتر از روغن ذرت و چهار برابر بیشتر از روغن سویا است. این گیاه در برابر آفت‌هایی همچون قارچ‌ها و حشرات مقاومت می‌کند و هیچ گونه نیازی به آفت‌کش‌ها و سموم کشاورزی ندارد. از هر هکتار مزرعه این گیاه سالانه ۱۸۰۰ لیتر روغن به‌دست می‌آید که این میزان روغن از روغن به‌دست آمده از کلزا، سویا و ذرت در مساحتی مشابه بسیار بیشتر است. جاتروفا به دماهای بالا عادت داشته و رشد می‌کند و در خاک‌های زه‌کشی شده با دریافت بارش به‌طور متوسط ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر، در سال اول تا سوم شروع به باردهی کرده و میزان بازدهی آن از سال‌های سوم – پنجم به حداکثر خود می‌رسد. به گزارش فائو (FAO) سطح زیر کشت گیاه جاتروفا در سراسر جهان به نهصد هزار هکتار رسیده اما پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۵ سطح زیر کشت این گیاه به دوازده میلیون و هشتصد هزار هکتار برسد (۸).

در مورد جاتروفا مطالعات نسبتا زیادی در خارج کشور انجام شده است، از جمله تحقیقات انجام شده می‌توان به Ghosh و همکاران (۲۰۰۷) اشاره نمود که به بررسی واکنش جاتروفا به فاصله کاشت و استفاده از مقادیر مختلف تفاله جاتروفا به‌عنوان کود پرداختند. پنج سطح استفاده از تفاله و دو سطح فاصله کاشت (۳×۴ متر و ۲×۳متر) مورد ارزیابی قرار گرفت. تفاله جاتروفا به‌طور معنی‌داری محصول را در هر دو فاصله کاشت افزایش داد. افزایش محصول در بیشترین میزان تفاله استفاده شده به‌عنوان کود در تیمار با ۸۳۳

پایه در هکتار ۱۲۰٪ بیشتر از تیمار شاهد بود، در حالی که در تیمار تراکم ۱۶۶۷ پایه در هکتار ۹۳٪ تیمار شاهد بود(۱۰). در مطالعه‌ای Srinophakun و همکاران (۲۰۱۱) به‌منظور مدیریت بهینه جاتروفا سه تراکم کاشت ۲۵۰۰، ۱۶۶۶ و ۱۱۱۱ پایه در هکتار را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در سال اول تراکم‌های کاشت ۱۶۶۶ و ۱۱۱۱پایه در هکتار به‌ترتیب با ۸۰۷/۵ و ۷۹۴/۴ کیلوگرم در هر هکتار محصول بیشتری تولید نمودند (۲۰). در برزیل Horschutz و همکاران (۲۰۱۲) در اولین سال کاشت، تفاوت معنی‌داری در مورد متغییرهای رشد و تولید گیاه جاتروفا در فاصله‌های ۲×۳، ۲× ۴، ۳×۳، ۳×۴، ۴×۴، ۵×۳ و ۵×۴ متر مشاهده نکردند (۱۳). در تحقیقی Huse و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی تاثیر فاصله کاشت و آبیاری بر متغییرهای رشد در گونه جاتروفا پرداختند. ایشان عنوان نمودند که در مراحل اولیه تفاوت معنی‌داری در پارامترهای رشد مشاهده نشد. با این حال، میزان محصول بذر در هر گیاه در فاصله کاشت ۳×۳ و به‌دنبال آن در فاصله ۳×۲ متر بیشترین میزان بود. تیمار آبیاری ماهیانه بیشترین میزان محصول بذر را در مقایسه با سایر تیمارها تولید کرد (۱۴). به‌منظور تعیین بهترین تراکم کاشت جاتروفا در برزیل مطالعه‌ای توسط De Lima و همکاران (۲۰۱۶) انجام شد. چهار تیمار تراکم ۲۵۰۰ پایه در هکتار (۲×۲متر)، ۱۶۶۶ پایه در هکتار (۲×۳ متر)، ۱۱۱۱ پایه در هکتار (۳×۳ متر) و ۸۳۳ پایه در هکتار (۴×۳ متر) مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین میزان تولید بذر در هکتار در تراکم ۲۵۰۰ پایه در هکتار یعنی کمترین فاصله کاشت به‌دست آمد (۷). اثر دو فاصله کاشت، روش کاشت و ژنوتیپ جاتروفا بر میزان بذر و کیفیت بذر و ارتفاع گیاه در دو منطقه ماداگاسکار و کامرون توسط Andrianirina و همکاران (۲۰۱۹) مورد بررسی قرار گرفت. در منطقه مرطوب‌تر رشد گیاه و بیوماس گیاه بیشتر بود، نوع کاشت(بذر و قلمه) تاثیری بر پارامترهای مورد بررسی نداشت. میزان محصول در هر هکتار در فاصله کاشت ۱/۵× ۴ از فاصله کاشت ۲× ۴ بیشتر بود (۳). در مطالعه‌ای مروری Abobatta (۲۰۱۹) به بررسی جاتروفا پرداخته است. جاتروفا یک گونه چند منظوره است که قبلا کاربرد دارویی و محیط زیستی داشته است ولی اکنون به‌خاطر سوخت زیستی مورد توجه است. جاتروفا به سادگی به‌وسیله بذر و قلمه ساقه تکثیر می‌گردد و به‌مدت طولانی خشکی را تحمل می‌نماید (۱). در مطالعه‌ای Vaknin و همکاران (۲۰۱۸) به مطالعه روشهای اجرایی افزایش تولید روغن جاتروفا در مناطق نیمه خشک پرداختند. نتایج نشان داد که در شرایط نیمه خشک، بذرهای زنده و محصول روغن جاتروفا به‌وسیله ایجاد تعادل بین رشد رویشی با توان تولید مثلی از طریق کاربرد ترکیبی از رژیم های آبیاری بهینه و القاء توقف رویش با استفاده از هورمون بدست می‌آید (۲۱).

در مورد جاتروفا کورکاس مطالعه زیادی در داخل کشور انجام نشده است. لیکن، در معدود مطالعات انجام شده بیشتر به بحث امکان استفاده از این گونه در تولید بیودیزل پرداخته‌اند. از جمله تحقیقات انجام شده می‌توان به Atabi و Azhdarzadeh (۲۰۱۰) در بررسی استفاده از بیودیزل به‌عنوان یک سوخت سبز اشاره نمود، ایشان یکی از موثرترین راه‌ها جهت کاهش آلودگی محیط زیست را جایگزینی سوخت‌های فسیلی به‌وسیله سوخت‌های بیولوژیکی مانند بیودیزل عنوان نموده‌اند (۴). Ramezani و Azadfar (۲۰۱۳) به معرفی جاتروفا به‌عنوان گونه‌ای جدید درصنعت سوخت زیستی پرداختند، ایشان ذکر نمودند که با توجه به شرایط آب و هوایی و ادافیکی ایران این گونه قابلیت رویش و سازگاری در ایران را دارد (۱۷). Estakhr و همکاران (۲۰۱۶) امکان‌سنجی کشت گیاه سوخت زیستی جاتروفا در ایران را مورد بررسی قرار دادند، ایشان کشت گیاه جاتروفا برای تولید سوخت زیستی را توجیه‌پذیر عنوان نمودند و راهکارهایی برای افزایش بازده تولید سوخت‌های زیستی از این گیاه پیشنهاد نمودند (۹). Babazadeh و همکاران (۲۰۱۶) مکان‌یابی محل کاشت مناسب گیاه جاتروفا در شرایط عدم‌قطعیت را مورد بررسی قرار دادند. ایشان در نتایج به قابلیت استفاده از مدل پیشنهادی جهت مکان‌یابی مناطق مناسب کاشت این گونه اشاره نمود (۵).

با توجه به اهمیت بررسی‌های اولیه قبل از کاشت گیاهان جدید در منطقه، هدف از این تحقیق، بررسی سازگاری جاتروفا در فاصله کاشت‌های مختلف طی سال‌های ابتدایی کاشت در منطقه باهوکلات چابهار است.

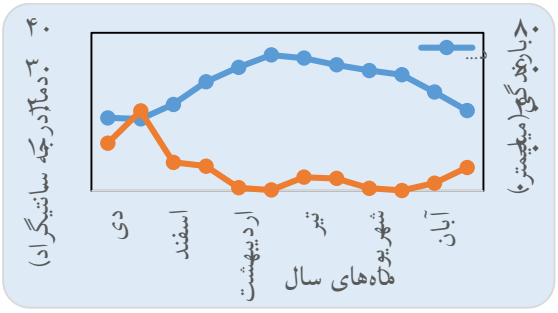
مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

جنس جاتروفا متعلق‌به خانواده فرفیون (*Euphorbiaceae*) از ۱۷۵ گونه تشکیل شده است. جاتروفا بومی آمریکای مرکزی و مکزیک می‌باشد لیکن در خیلی از مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری شامل هند، آفریقا و آمریکای شمالی اهلی شده است (۶). جاتروفا کاراکاس یک درخت کوچک یا درختچه بزرگی است که تا ارتفاع ۵ الی ۷ متر می‌رسد، دارای برگ‌های با ۵ تا ۷ لوب کم‌عمق با پهنا و عرض برگ ۶ تا ۱۵ سانتی‌متر است که به‌صورت متناوب روی شاخه می‌رویند. گل آذین در شاخه‌ها به‌صورت انتهایی است. گل‌ها به‌صورت تک‌جنسی گاهی اوقات نر و ماده می‌باشند (۶).

تحقیق حاضر در اراضی ایستگاه تحقیقات میوه‌های گرمسیری باهوکلات اجرا شد. این ایستگاه در حدود ۱۰۰ کیلومتری شمال‌شرقی چابهار در بخش دشتیاری در شرق جاده باهوکلات چابهار قرار گرفته است. ارتفاع از سطح دریای ایستگاه ۱۲۰ متر می‌باشد. خاک باهوکلات

خاکی خیلی عمیق به‌رنگ زیتونی و بافت متوسط (Silt Loam) می‌باشد. متوسط pH خاک منطقه ۸/۲۴ و متوسط EC ۶/۰۳ بود. طبق روش آمبرژه منطقه باهو کلات جزو اقالیم بیابانی گرم شدید است، که در آن میانگین حداقل درجه حرارت بیش از ده درجه سانتی‌گراد است. در روش دومارتن اصلاح شده منطقه باهوکلات با ضریب خشکی بین پنج تا ۸۰ جزو اقلیم خیلی‌خشک گرم محسوب می‌شود. متوسط سالانه بارندگی ده ساله منطقه ۱۲۳ میلی‌متر و معدل متوسط درجه حرارت سالیانه ۲۶/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۱۹)(شکل ۱).



شکل۱- منحنی آمبروترمیک منطقه باهو کلات (آمار ده ساله ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵) (۱۶).

روش تحقیق

بذرها با قرار دادن در محلول ویتاواکس۲۰ درصد به‌مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه و قرار دادن در آب معمولی به‌مدت ۱۲ ساعت و کاشت در بستر ماسه‌ی در دمای ۲۵ – ۳۰ درجه سانتی‌گراد تیمار شدند (۱۵)، در گلدان‌های پلی‌اتیلنی ۱۳×۲۵ سانتی‌متر حاوی مخلوط خاک زراعی، کودحیوانی پوسیده و ماسه بادی به‌نسبت ۱-۱-۱ در نهالستان در زیر سایه‌بان کشت شدند (شکل۲) و تا سبز شدن کامل بذرها، روزانه به‌طور مرتب آبیاری گردیدند (۱۵). با سبز شدن بذرها، فاصله آبیاری را بیشتر نموده تا نهال‌ها دچار بوته میری نگردند. نهال‌ها طی مدت ۴-۵ ماه آماده انتقال به عرصه گردید.

جهت بررسی سازگاری جتروفا، از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار فاصله کاشت (۱/۵×۲، ۲×۲، ۲/۵×۳ و ۳×۳ متر) در سه تکرار استفاده شد. در هر کرت تعداد ۴۹ اصله نهال کشت شد. قبل از انتقال نهال‌ها، بوته و یا درختچه‌های موجود در منطقه مانند کهورک و خارشتر و ....، کاملا پاکتراشی شد. در هر تکرار یا بلوک چهار کرت طراحی شد. ابعاد هر بلوک با توجه به الگوی کاشت ۷×۷ نهال و فواصل کاشت (۳×۳، ۳× ۲/۵، ۲×۲ و ۲×۱/۵ متر)، برابر ۲۱×۶۳ =۱۳۲۳ مترمربع می‌باشد. با احتساب پنج متر فاصله بین بلوک‌ها به‌عنوان حاشیه حفاظتی، ابعاد کل طرح، برابر ۷۳×۶۳=۴۴۹۹ مترمربع است. جهت آبیاری نهال‌ها به صورت غرقابی و به فاصله زمانی هفت روز برای آبیاری نهال‌ها در طول فصل خشک در نظر گرفته شد.

شکل۲-کاشت نهال جاتروفا در نهالستان (سمت راست) آماربرداری از نهال های جاتروفا در سال اول پس از کاشت در منطقه باهوکلات (سمت چپ)

در پاییز سال اول و دوم، آماربرداری پس از حذف اثر حاشیه‌ای از ۲۵ نهال میانی کرت صورت گرفت. فاکتورهای مورد بررسی درصد زنده‌مانی، قطر در ارتفاع پنج سانتی‌متری یقه، ارتفاع کل، قطر تاج، درجه شادابی را شامل می‌شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع کل و سطح تاج از متر فلزی، برای تعیین قطر یقه نهال‌ها از کولیس استفاده شد. برای تعیین شادابی نهال‌ها با توجه به وضعیت نهال‌ها از نظر سرسبزی و وضعیت خشکیدگی شاخه‌ها و وضعیت کلی به سه کلاسه تقسیم بندی شد(کد ۱ شادابی ضعیف، کد ۲ شادابی متوسط، کد ۳ شادابی خوب) که کلاسه‌بندی به‌صورت بصری بود (۱۸).

جهت تعیین نرمالیتی و همگنی واریانس‌ها به‌ترتیب از آزمون کولموگروف اسمیرنف و لون استفاده شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها برای مقایسه کلی بین تیمارها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد. برای شادابی که کمی گسسته وغیر پارامتریک است از آزمون کروسکال والیس استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌های تیمار شادابی از آزمون مقایسات دوگانه من‌ویتنی‌یو استفاده شد. برای داده‌هایی که به‌صورت درصد بود مانند درصد زنده‌مانی ابتدا روی داده‌ها تبدیل Arcsin $\sqrt{x}$ انجام شد سپس تجزیه تحلیل‌ها صورت گرفت (۲۳).

نتایج

نتایج سال اول

نتایج بررسی فاکتورهای مختلف با استفاده از آزمون تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر فاکتورهای ارتفاع کل، قطرتاج، سطح تاج، قطر یقه و درصد زنده‌مانی نهال‌های جاتروفا وجود

ندارد (جدول ۱). نتایج بررسی شادابی نهال‌ها با استفاده از آزمون کروسکال‌والیس نشان داد که بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر شادابی وجود دارد (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، شاداب‌ترین درختان مربوط به تیمار با بیشترین فاصله کاشت یعنی فاصله کاشت ۳×۳ متر می‌باشند و درختان تیمارهای سه و چهار از کمترین میزان شادابی برخوردار بودند (شکل ۳).

جدول ۱- نتایج آزمون تجزیه واریانس فاکتورهای موردبررسی نهال‌های جاتروفا تحت تاثیر فاصله کاشت‌های مختلف در سال اول پس از کاشت

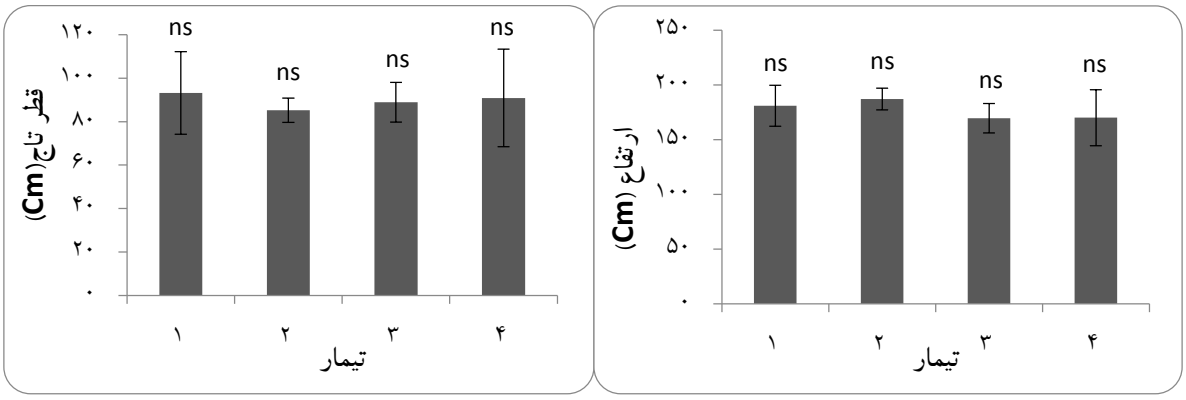
فاکتور	df	میانگین مربعات	F	sig.
ارتفاع کل (Cm)	۳	۲۲۱/۵۳	۰/۲۳۰	۰/۸۷۳ns
قطر تاج (Cm)	۳	۳۳/۹۹۳	۰/۰۴۶	۰/۹۸۶ns
سطح تاج (m^2)	۳	۰/۰۲۰	۰/۱۱۹	۰/۹۴۶ns
قطر یقه (mm)	۳	۳۹/۹۷۱	۰/۰۹۶	۰/۹۶۰ns
زنده‌مانی (٪)	۳	۰/۰۱۳	۰/۳۶۲	۰/۷۸۲ns

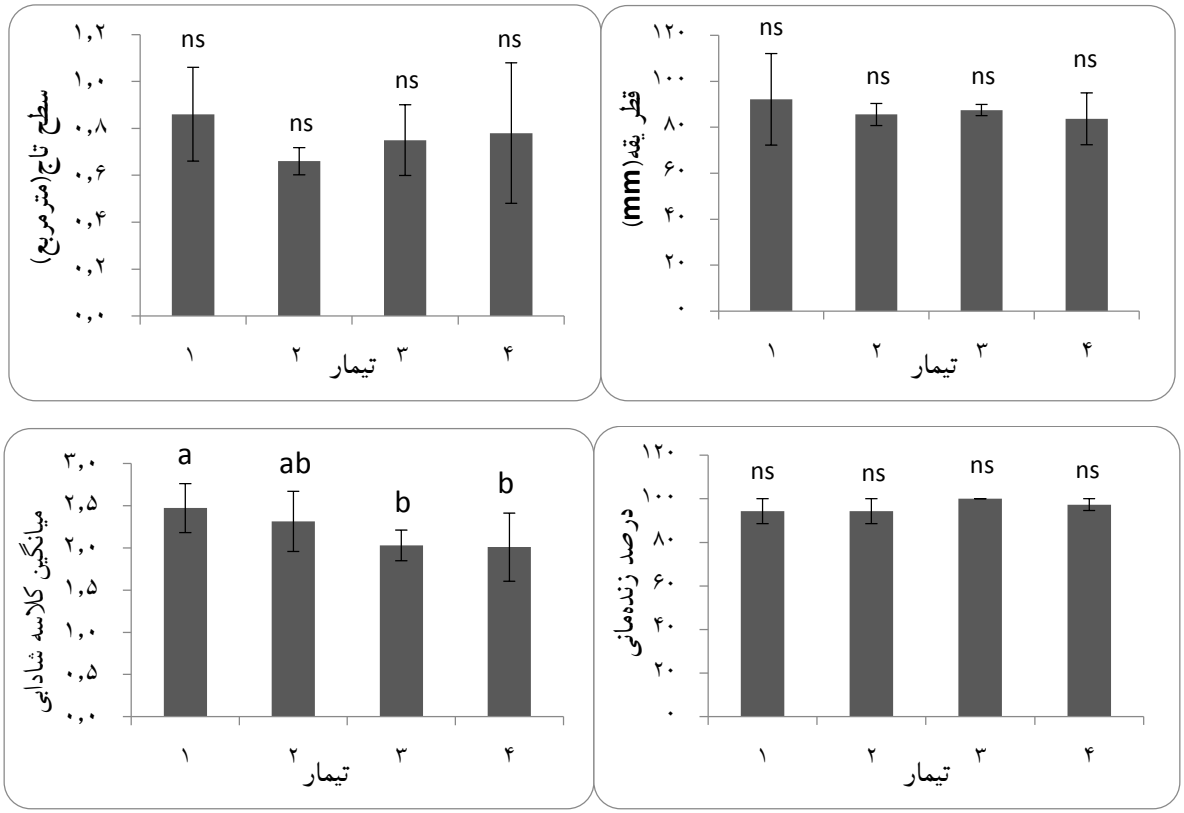
ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

جدول ۲- نتایج مقایسات کلی شادابی نهال‌های جاتروفا توسط کروسکال والیس تحت تاثیر فاصله کاشت‌های مختلف در سال اول پس از کاشت

شادابی	فاکتور
۸/۵۶۶	کای اسکوار
۳	df
۰/۰۳۶*	sig.

* بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار با احتمال ۰/۰۵ خطا





شکل۳- مقایسه میانگین فاکتورهای مورد بررسی نهال‌های جاتروفا تحت تاثیر فاصله کاشت‌های مختلف در سال اول پس از کاشت (تیمارها به‌ترتیب فاصله کاشت‌های ۳×۳، ۳×۲/۵، ۲×۲ و ۲×۱/۵ متر بود)

نتایج سال دوم

بررسی فاکتورهای مختلف مورد بررسی نهال‌های جاتروفا در سال دوم نشان داد که به‌جز درصد زنده‌مانی نهال‌ها که تفاوت معنی‌داری از خود در بین تیمارهای مختلف نشان داد(جدول ۳) (شکل ۴) سایر فاکتورهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند (شکل۴) (جدول۳).

جدول ۳- نتایج آزمون تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی نهال‌های جاتروفا تحت تاثیر فاصله کاشت‌های مختلف در سال دوم پس از کاشت

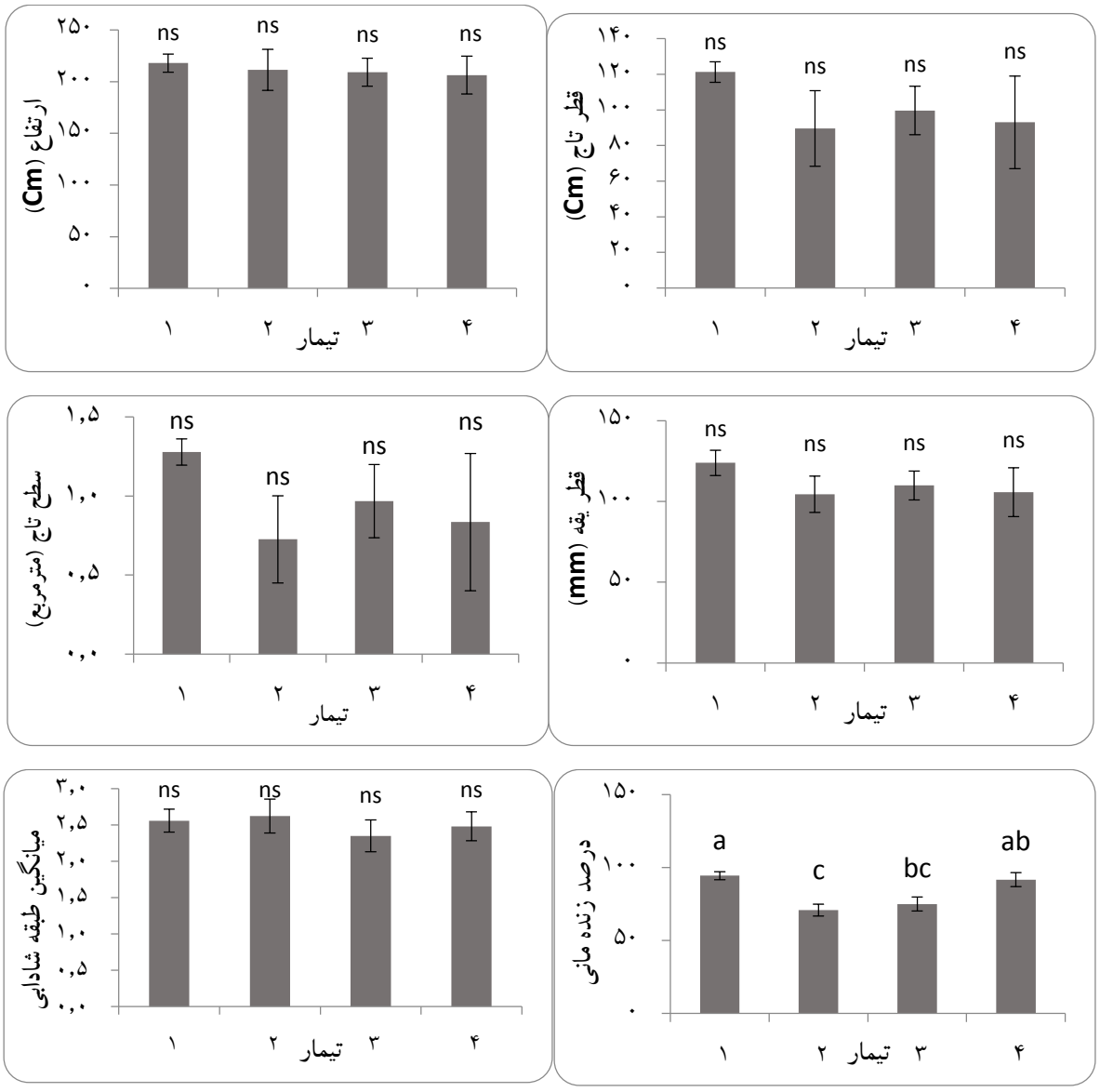
فاکتور	df	میانگین مربعات	F	sig.
ارتفاع کل (Cm)	۳	۷۲/۹۳۴	۰/۰۹۹	۰/۹۵۸^{ns}
قطر تاج (Cm)	۳	۶۰۵/۵۸۲	۰/۶۰۱	۰/۶۳۲^{ns}
سطح تاج (m^2)	۳	۰/۱۷۱	۰/۷۰۳	۰/۵۷۶^{ns}
قطر یقه (mm)	۳	۲۳۹/۰۴۹	۰/۶۴۲	۰/۶۰۹^{ns}
زنده‌مانی (٪)	۳	۰/۱۱۰	۴/۸۳۳	۰/۰۳۳*

* بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار با احتمال ۰/۰۵ خطا ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار

جدول ۴- نتایج آزمون کروسکال‌والیس شادابی نهال‌های جاتروفا در فاصله کاشت‌های مختلف طی سال دوم پس از کاشت

شادابی	فاکتور
۱/۹۹۳	کای اسکوار
۳	df
۰/۵۴۷^{ns}	Sig.

ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل۴- مقایسه میانگین فاکتورهای مورد بررسی نهال‌های جاتروفا تحت تاثیر فاصله کاشت‌های مختلف در سال دوم پس از کاشت (تیمارها به‌ترتیب فاصله کاشت ۳×۳، ۳×۲/۵، ۲×۲ و ۲×۱/۵ متر بود)

بحث

در سال اول شادابی نهال‌های جاتروفا تنها فاکتوری بود که تحت تاثیر فاصله کاشت اختلاف معنی‌داری از خود نشان داد، نهال‌های جاتروفا با فاصله کاشت بیشتر از شادابی مناسب‌تری برخوردار بودند. احتمالا با توجه به رشد سریع این گونه در فاصله‌های کاشت کم در موقع آماربرداری نهال‌ها از رشد کافی برخوردار بودند و احتمالا به دلیل رقابت ریشه‌ای و نوری در این فواصل کاشت نور و آب و عناصر غذایی کمتری به این نهال‌ها می‌رسیده و باعث شادابی کمتر آنها شده است. چرا که این گونه یک گونه نورپسند است که نور کم را نمی‌پسندد. در تایید این مطلب Brittaine و Lutaladio (۲۰۱۰) عنوان نموده‌اند که جاتروفا کورکاس به‌خوبی به شرایط شدت نور شدید سازگار است و به رشد در شرایط سایه عادت ندارد (۶). نتایج بررسی سایر فاکتورهای مورد بررسی در سال اول پس از کاشت نهال‌ها نشان داد که در فاصله کاشت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر این فاکتورها وجود ندارد که با نتایج به‌دست آمده توسط Horschutz و همکاران (۲۰۱۲) و Huse و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد (۱۳ و ۱۴). علی‌رغم عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری در مورد ارتفاع، قطر یقه، قطر تاج و سطح تاج نهال‌ها، در فاصله کاشت بیشتر این فاکتورها از مقدار بیشتری برخوردار بودند. که به‌نظر می‌رسد به‌علت رقابت نوری و آبی و خاکی کمتر است. در رابطه با این گونه عنوان شده است که این گیاه مقاومت بسیار بالایی نسبت به کم آبی و شرایط خاک دارد و در زمین‌هایی قابل کشت است که برای کشاورزی مناسب نمی‌باشند. زمین‌های شور از جمله زمین‌هایی هستند که هرچند برای کشت سایر محصولات کشاورزی مناسب نیستند ولی امکان کشت جاتروفا در آنها وجود دارد. این گیاه نیاز آبی بسیار کمی دارد که همین آب بسیار کم مورد نیاز را می‌توان از هرزآب‌های غیرقابل استفاده در کشاورزی تامین کرد. با توجه به نداشتن آفت، امکان از بین رفتن گیاه در دوران رشد، بسیار کم بوده و این امر از لحاظ اقتصادی مزیت بزرگی برای کشاورزان به‌شمار می‌آید (۱۲).

دمای مطلوب برای جاتروفا بین ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. درجه حرارت‌های شدید محصول‌دهی را متوقف می‌کند. جاتروفا به یخبندان حساس می‌باشد. گیاه به‌خوبی به شرایط شدت نور شدید سازگار است و به رشد در شرایط سایه عادت ندارد (۶). در همین رابطه نیز نگارندگان سازگاری اولیه این گونه را در منطقه ایرانشهر سیستان و بلوچستان، که از دمای تابستانه بالاتری برخوردار است و در زمستان نیز در برخی از سال‌ها دمای هوا چند روز به صفر درجه سانتی‌گراد می‌رسد مورد بررسی قرار دادند، کاشت این گونه در شهرستان ایرانشهر نشان داد که این گونه در تابستان دچار رکود رشد می‌شود و برگ‌های آن دچار آفتاب سوختگی و خزان می‌گردند و در زمستان دچار سرمازدگی می‌شوند (۱۵).

نتایج نشان داد بین تیمارهای مختلف در سال دوم پس از کاشت نهال‌ها از نظر ارتفاع، قطر تاج، سطح تاج، قطر یقه و شادابی نهال‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد لیکن از نظر زنده‌مانی نهال‌ها بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با وجود عدم تفاوت معنی‌دار به‌جز تیمار فاصله کاشت شماره دو (در این تیمار قسمتی از کرت دارای زه‌کشی ضعیف بود و به‌همین دلیل در این تیمار نهال‌ها در سال دوم رشد کمی داشته و برخی از نهال‌ها هم خشکیده است) نهال‌های با فاصله کاشت بیشتر از قطر تاج، سطح تاج و قطر یقه بیشتری برخوردار بودند لیکن این تفاوت معنی‌دار نبود. در مورد فاصله کاشت در این تحقیق فاصله کاشت بیشتر بهترین نتایج را داشته است که با نتایج برخی از محققین از جمله Ghosh و همکاران (۲۰۰۷)، Srinophakun و همکاران (۲۰۱۱) نیز همخوانی دارد (۱۰ و ۲۰)، De Lima و همکاران (۲۰۱۶) در مورد فاصله کاشت توصیه نموده‌اند که جاتروفا در تراکم‌های ۱۱۰۰ تا ۲۵۰۰ گیاه در هکتار کشت شوند و عنوان نموده‌اند که عملکرد هر درخت به احتمال زیاد با افزایش فاصله افزایش می‌یابد ولی عملکرد در هکتار کاهش می‌یابد (۷). تصمیم‌گیری در مورد فاصله باید براساس محیط باشد، برای مثال، میزان رقابت آنها برای آب، نور و عناصر غذایی چگونه است. مناطق نیمه خشک با میزان رسیدگی و صرف هزینه داشت و نگهداری کمتر باید از فواصل بیشتر مانند ۳×۲، ۳×۲/۵ یا ۳×۳ متر استفاده نمایند. در چیدمان کاشت نهال، باید دسترسی به نور، آب و عناصر غذایی نیز مورد توجه قرار گیرد. مورد توجه قرار دادن حداقل فاصله ۲/۵ متر بین درختان موجب راحت‌تر شدن رفت و آمد میوه‌چینان می‌گردد، درحالی‌که کاشت نهال با پنج متر فاصله از چهار طرف رفت و آمد وسایل نقلیه در داخل باغ را تسهیل می‌کند (۶). Wodzicki (2001) با بررسی اثر تراکم درختان در رویشگاه بر میزان رشد درختان بیان کرد که با کاهش تراکم درختان رویشگاه و افزایش فاصله کاشت درختان، رقابت درختان برای دریافت نور، آب و غذا در رویشگاه کاهش یافته و سبب رشد بیشتر درختان می‌شود. همچنین، عنوان شده که پایه‌های جاتروفایی که از طریق بذر تکثیر می‌شوند قادرند ریشه‌های راست تولید نمایند که در اعماق خاک نفوذ می‌نمایند و رقابت کمتری با سایر گیاهان در دریافت عناصر غذایی ایجاد می‌کنند (۲۲). در همین رابطه نیز عنوان شده است که در اگروفارستری و سیستم‌های تلفیقی کاشت مستقیم بذر قابل ترجیح است زیرا ریشه‌های راست گیاهان کاشته شده از طریق بذر به اعماق خاک نفوذ می‌کنند، درحالی‌که به مواد غذایی بیشتری دسترسی دارند و کمتر با ریشه گیاهان همراه دیگر رقابت می‌کنند (۲). در سال دوم اکثر متغییرهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند که با نتایج سال سوم تحقیق Huse و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد در تحقیق

ایشان ارتفاع، قطر یقه و تعداد شاخه نهال و محصول بذر تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند که احتمالا به‌خاطر عدم وجود رقابت بین گیاهان در سال‌های اول رویش است (۱۴). همانطور که ذکر شد برخی از نهال‌ها به‌دلیل زه‌کشی نامناسب خشک شدند که بیانگر حساسیت بالای این گونه به زه‌کشی خاک است. در همین رابطه عنوان شده، بهترین خاک برای جاتروفا ماسه و لوم دارای تهویه و با حداقل عمق خاک ۴۵ سانتیمتر می‌باشد. جاتروفا به شرایط غرقابی حساس است. خاک‌های رسی سنگین به‌خصوص جاهایی که زه‌کشی مشکل دارد، برای رشد جاتروفا مناسب نیست و باید از آنها اجتناب شود، (۶). جاتروفا به طول روز حساس نیست (گلدهی به ارتفاع بستگی ندارد) و در هر موقعی از سال گلدهی می‌کند (۶).

در کل با توجه به مشاهدات نویسندگان در طی تحقیق و حساسیت نهال‌ها و خشک شدن نهال‌ها در مناطق با خاک سنگین و دارای زه‌کشی ضعیف توصیه می‌گردد که از کاشت این گونه در مناطق با زه‌کشی ضعیف و مناطق با زمستان‌های دارای دمای صفر درجه خودداری گردد. با توجه به نتایج بدست آمده از درختان کاشته شده در منطقه ایرانشهر، این گونه نسبت به بادهای گرم نیز حساس است و رشد آن متوقف می‌گردد لذا کاشت این گونه در شهرهایی با تابستانهای با گرمای شدید مانند ایرانشهر توصیه نمی‌گردد. از نظر فاصله کاشت نیز با توجه به نتایج به‌دست آمده که فاصله کاشت ۳×۳ متر از زنده‌مانی بیشتری برخوردار بودند همچنین با عنایت به اینکه اکثر فاکتورهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با سایر فواصل کاشت نشان نمی‌دهند می‌توان گفت که در سال‌های نخست که رقابت شدید نیست و فاصله کاشت تاثیر زیادی بر رشد درختان کاشته شده ندارد می‌توان فاصله کاشت را متوسط یعنی ۳×۳ در نظر گرفت.

References

1. Abobatta, W.F., 2019. *Jatropha curcas*: an overview. journal of advances in agriculture, 10, pp.1650-1656.
2. Aminul Islam, A.K.M., Anuar, N., Yaakob, Z., Ghani, J.A. and Osman, M., 2013. Combining Ability for Germination Traits in *Jatropha curcas* L. The Scientific World Journal, 2013, pp.1-6. Article ID 935981,
3. Andrianirina, Z.T., Martin, M., Dongmeza, E. and Senger, E. 2019. Effects of Genotype, Direct Sowing and Plant Spacing on Field Performance of *Jatropha curcas* L. Agronomy, 9(8), pp.465. DOI: 10.3390/agronomy9080465,
4. Atabi, F. and Azhdarzadeh, M. 2010. Using biodiesel as a green fuel. 1th National Bioenergy Conference. Tehran. 13 October (In Persian).
5. Babazadeh, R., Razmi, J. and Pishvaee, M.S., 2016. Sustainable cultivation location optimization of the *Jatropha curcas* L. under uncertainty: A unified fuzzy data envelopment analysis approach. Measurement, 89, pp.252–260.
6. Brittaine, R., and Lutaladio, N., 2010. *Jatropha*: a smallholder bioenergy crop, The potential for pro-poor development. Integrated crop management, 8, pp.1-96.
7. De Lima, R.D.L.S., Campos, A.R.F., De Azevedo, C.A.V., Calado, J.A.W., Silva, S.S. and Nascimento, R., 2016. Effects of planting density on vegetative growth and production components of *jatropha* (Physic nut). Australian Journal of crop Science, 10(5), pp. 632–636.
8. Doshmanziari, A.M., 2016. Experimental study of oil extraction and biodiesel production process from *Jatropha curcas* seeds. Master of science Thesis On Biochemistry, Slamic Azad University, Shahrood Branch. 70 pp (In Persian).
9. Estakhr, A., Estakhr, S., Abdollahfard, A. and Estakhr, F., 2016. Feasibility Study of *Jatropha* cultivation as a Biofuel Plant in Iran. 2nd international conference on research in engineering, science and technology. 21 February. Dubai (In Persian).
10. Ghosh, A., Patolia, J.S., Chaudhary, D.R., Chikara, J., Rao, S.N., Kumar, D., Boricha, G.N. and Zala, A., 2007. Response of *Jatropha curcas* under different spacing to *Jatropha* de-oiled cake. Expert seminar on *Jatropha curcas* L. agronomy and genetics. Fact Foundation, Wageningen. 26- 28 march.
11. Hamzah, N.H.C., Khairuddin, N., Siddique, B.M. and Hassan, M.A., 2020. Potential of *Jatropha curcas* L. as Biodiesel Feedstock in Malaysia: A Concise Review. Processes, 8(7), pp.786. https://doi.org/10.3390/pr8070786
12. Heidarbaik, M., Shafieizadeh, SH. And Ebrahimzadeh, M., 2011. Isolation and recycling of biodiesel from *Jatropha* plant and its feasibility in Iran. 5th Conference and exhibition on environmental engineering. Tehran. 11 November (In Persian).
13. Horschutz, A.C.O., Teixeira, M.B., Alves, J.M., Silva, F.G. and Silva, N.F., 2012. Growth and productivity of physic nut as a function of plant spacing and irrigation. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambienta, 16, pp.1093-1099.
14. Huse, S.A., Narkhede, S.S., Zope, J.S. and Singh, N.B., 2011. Effect of spacing and irrigation in *Jatropha curcas* L. Prog. Agric., 11(2), pp.364-366.
15. Keneshloo, H. and Keneshloo, F., 2020. Adaptation of *Jatropha curcas* for biofuel production in Iran. Iran Nature, 4(4), pp.51-58.

16. Meteorological organization of Sistan and Baluchestan province, 2018. Rain and precipitation data of Bahukalat station.
17. Ramezani, A. and Azadfar, D., 2013. *Jatropha* a new species in the biofuel industry. 2th International Conference Emerging trends in energy conservation. Tehran (In Persian).
18. Sharfiye, H., 2002. An investigation on quantity and quality characteristics of Sogan forest park (Semnan). MSc thesis. Department of forestry. Natural Recourses Faculty. University of Tehran. Tehran, Iran, 126 pp. (In Persian)
19. Soil and water research institute, 1997. Detailed report of pedology in Bahukalat research station (Sistan and Baluchestan province). 45pp. (In Persian).
20. Srinophakun, P., Saimaneerat, A., Sooksathan, I., Visarathanon, N., Malaipan, S., Charernsom, K. and Chongrattanameteekul, W., 2011. Integrated Research on *Jatropha curcas* Plantation Management. World Renewable Energy Congress. Sweden. 8-13 may. Linkoping, Sweden.
21. Vaknin, Y., Ahu, U.Y., Bar-Tal, A. and Samocha, Y., 2018. Global maximization of *Jatropha* oil production under semi-arid conditions by balancing vegetative growth with reproductive capacity. GCB Bioenergy. 10, pp.382-392.
22. Wodzicki, T.J., 2001. Natural factors affecting wood structure. Wood Science and Technology, 35, pp. 5-26.
23. Zar, J.H., 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall International, Inc. 660 pp.

Effect of planting density on establishment and growth of Jatropha in Baluchestan, Iran

M. Y. Achak[۱], H. Keneshlo[۲], H. Darroudi[*۳]

Abstract

In recent years, declining of fossil fuel reserves, increasing greenhouse gas emissions and climate change effects have forced the global communities to reduce their dependence on fossil fuels, increasing attention to biofuels as a renewable energy source. *Jatropha curcas* L. of the Euphorbiaceae is potentially one of the most important biodiesel crops. The aim of this study was to investigate the effects of plant density on Jatropha seedlings growth in Balochestan climate (Bahokalat region in Chabahar). Jatropha adaptation was examined using a statistical design of randomized complete blocks at four planting densities of 1111, 1333, 2500 and 3333 plant per hectare (planting distances were 3×3, 3×2.5, 2×2 and 2×1.5 meters, respectively). Studied factors included survival percentage, total height, vigourity, collar and crown diameter. The results of one-way analysis of variance and Kruskal-Wallis test showed that the first year-study the vigourity of the seedlings was affected by planting distance, and the treatment with a density of 1111 plant per hectare had the best vigourity. But in the second year, survival percentage was affected by planting distance and there were no significantly difference in other parameters. In general, according to the results, it can be claimed in the first years, due to the small size of trees, intra-species competition is not much intense and the planting distance does not have much effect on the growth of planted seedlings. According to the more survival in wide planting distance, and predicting trees growth in the following years, it seems that the 3×3 planting distance is more practical and suitable.

Keywords: Adaption, Bahokalat, biodiesel, survival

[۱] M. Sc. Forest and Rangelands Research Department, Baluchestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Iranshahr , Iran.

[۲] Assistant Professor., Forest and Rangelands Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran,

[۳] *- Corresponding author, Assistant Professor., Forest and Rangelands Research Department, Baluchestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Iranshahr, Iran. E-mail: hadi_f79@yahoo.com