مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۳۰ شماره ۴، صفحه ۳۴۶-۳۳۵، (۱۴۰۱)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2023.361316.2084
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350883.1401.30.4.3.3

# تأثیر نحوه جداسازی پریکارپ و رژیم آبیاری بر نهال‌های حرا (*Avicennia marina* Forssk. Vierh.) در نهالستان

**افسانه محبی [۱]، مرضیه رضایی [۲*] و مریم مصلحی [۳]**

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

پست الکترونیک: m.rezai@hormozgan.ac.ir

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۶

## چکیده

تولید نهال به‌شیوه صحیح به استقرار بهتر آن در عرصه و احیا بوم‌سازگان‌های جنگلی شکننده در جنوب کشور، کمک شایانی می‌کند. هدف از پژوهش پیش‌رو، بررسی اثرات جداسازی پریکارپ از پروپاگول‌های حرا (*Avicennia marina* Forssk. Vierh.) و رژیم‌های آبیاری و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر درصد جوانه‌زنی و برخی از ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا در نهالستان بود. پس از جنگل‌گردشی در یک رویشگاه حرا در شهرستان سیریک از توابع استان هرمزگان و انتخاب ۳۰ درخت سالم و بالغ حرا، پروپاگول‌ها جمع‌آوری شدند. طرح آماری فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی اجرا شد. به‌منظور جداسازی پریکارپ، پروپاگول‌ها در سه پیش‌تیمار شامل صددرصد آب شیرین، ۵۰ (۵۰ درصد آب دریا + ۵۰ درصد آب شیرین) و صددرصد آب دریا به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. پیش‌تیمار چهارم نیز به جداسازی دستی پریکارپ اختصاص داده شد. پس از کشت در گلدان‌های پلاستیکی، آن‌ها با چهار تیمار شامل دوبار در روز، روزانه، یک روز در میان و دو روز در میان آبیاری شدند و درصد جوانه‌زنی آن‌ها به‌مدت چهار هفته شمارش شد. پس از دوبرگی شدن نهال‌ها، قطر یقه و ارتفاع آن‌ها در ابتدای دوره ثبت شد. در پایان شش ماه نیز ویژگی‌های رویشی نهال‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از آنالیز GLM تجزیه‌وتحلیل شدند. نتایج نشان داد که بیشینه درصد جوانه‌زنی و ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا متعلق به پیش‌تیمار جداسازی پریکارپ با ۵۰ درصد آب دریا و ۵۰ درصد آب شیرین بود. همچنین، درصد جوانه‌زنی (۹۲/۵ و ۹۱/۶۶ درصد)، رویش قطری (۰/۷۹ و ۰/۷۴ میلی‌متر)، رویش ارتفاعی (۸/۲۷ و ۷/۶۳ سانتی‌متر)، طول ریشه (۱۵/۳۵ و ۱۵/۵۱ سانتی‌متر) و تعداد برگ (۸/۱۳ و ۷/۶۳) پس از شش ماه به‌ترتیب در رژیم‌های آبیاری دوبار در روز و یک‌بار در روز، بیشترین مقدار را داشتند. به‌طورکلی، رژیم آبیاری روزانه و جداسازی پریکارپ با استفاده از ۵۰ درصد آب دریا و ۵۰ درصد آب شیرین می‌تواند در تولید نهال‌های حرا در نهالستان مورد توجه قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** پروپاگول، جوانه‌زنی، رویش ارتفاعی، رویش قطری، مانگرو.

## مقدمه

امروزه باتوجه‌به روند تخریب جنگل‌های کِشَندی یا مانگرو، حفظ، احیا و تولید نهال استاندارد در نهالستان به‌منظور توسعه این بوم‌سازگان‌های خاص ماندابی، بیش

ازپیش مورد نیاز است (Zerehi & Rezaie, 2022). نهالستان غیرساحلی به نهالستانی گفته می‌شود که در خارج از هسته مرکزی جنگل‌های مانگرو قرار دارد. شرایط مرزبومی (Ecotone) خاص حاکم بر بوم‌سازگان‌های مانگرو مانند جزرومَد، راه‌های آبی و خورها، رسوبات، موج‌ها و طوفان بر نهالستان غیرساحلی بی‌تأثیر است (Budiadi *et al.,* 2022). در این نهالستان، بذرهای کاشته‌شده در تیمارهای مختلف تحت تأثیر تغییرات طبیعی قرار نمی‌گیرند. اهمیت نهالستان غیرساحلی به‌دلیل شرایط قابل‌کنترل و تغییر وضعیت تیمارها به‌منظور نتیجه‌گیری دقیق و بهینه و دستیابی به روش‌های مطلوب است (Hajebi *et al.,* 2019). به‌بیان‌دیگر، در این نهالستان با تغییر در یک سیستم کنترل‌شده می‌توان بهترین تیمارها را ازنظر مناسب‌ترین شیوه جوانه‌زنی و تولید نهال انتخاب کرد. جوانه‌زنی بذر به‌وسیله سازوکارهای ضروری برای توسعه و رشد جنین کنترل می‌شود و درنهایت به تولید گیاه جدید منتج می‌شود (Choupanian *et al.,* 2023). در شرایط نامطلوب، بذر برای حفظ توانایی جوانه‌زنی در حالت خواب ثانویه قرار می‌گیرد و زمانی‌که شرایط مطلوب حاصل شد، جوانه می‌زند (Miransari & Smith, 2014).

دوره آبیاری بهینه در نهالستان درختان جنگلی به‌ویژه گونه‌های ماندابی و استفاده از رژیم آبیاری و نوری مناسب به‌منظور تولید نهال باکیفیت و مناسب برای موفقیت در جنگل‌کاری ضرورت دارد. شرایط نامناسب آبی و رطوبتی سبب ضعف، توقف رویش و درنهایت، مرگ نهال در نهالستان یا عرصه‌های جنگل‌کاری می‌شود که در هر دو صورت، زیان‌های بوم‌شناختی، محیط‌زیستی و اقتصادی را به‌همراه خواهد داشت (Mhango *et al.,* 2008). بررسی رویش اولیه دو گونه مانگرو (*Ceriops australis* (C.T.White) Ballment, T.J.Sm. & J.A.Stoddart و *C. decandra* (Griff.) W.Theob) تحت تأثیر نور و شوری در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که درصد زنده‌مانی نهال‌ها با افزایش تابش به‌جز در شوری بسیار کم افزایش می‌یابد (Ball *et al.,* 2002). نتایج بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر تحمل به خشکی و عملکرد رویشی در نهال‌های پنج گونه درختی گرمسیری نشان داد که بهترین شرایط رویشی در نهالستان‌های مدرن و سنتی به‌ترتیب با دور آبیاری شش‌روزه و نُه‌روزه به‌دست می‌آید (Elhadi *et al.,* 2013). بررسی تولید و کاشت نهال‌های حرا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) و چندل (*Rhizophora mucronata* Lam.) در سواحل جنوب ایران نشان داد که مناسب‌ترین رژیم آبیاری برای نهال‌های این دو گونه، روزانه و به‌مدت چهار تا پنج ماه است (Hajebi *et al.,* 2020).

درختان حرا به‌علت بردباری به شوری زیاد و نیز مقاومت نسبت به انرژی امواج، عامل پایداری بوم‌سازگان ساحلی هستند. یکی از عوامل کنترل‌کننده جوانه‌زنی و خواب پروپاگول‌های (قطعه‌های تکثیر) حرا، حذف پریکارپ است. پریکارپ یا پیرابَر بذر، عامل اصلی پوشش و خواب بذر است (Finney *et al.,* 2011). آن از طریق جلوگیری از جذب آب توسط بذر، تولید بازدارنده‌های شیمیایی و بازدارندگی رویش ریشه‌چه بر جوانه‌زنی بذر و استقرار نهال تأثیر می‌گذارد (Sari *et al.*, 2006). بررسی تأثیر حذف پریکارپ بر جوانه‌زنی پروپاگول‌های حرا نشان داد که پروپاگول‌هایی که پریکارپ آن‌ها به‌صورت دستی جدا شده بود، جوانه‌زنی کندتری نسبت به پروپاگول‌های غوطه‌ور در آب داشتند (Purnobasuki *et al.,* 2016).

باتوجه‌به پیامدهای تغییر اقلیم به‌ویژه کاهش بارندگی، افزایش دما و تبخیر و درنتیجه خشک‌سالی، کمبود آب در بسیاری از مناطق جغرافیایی سبب کاهش عملکرد تولید نهال در نهالستان‌ها و نیز در عرصه‌های طبیعی شده است. به‌دنبال آن، تجدیدحیات طبیعی گونه‌های جنگلی با مشکل مواجه شده است. به این دلیل، موضوع تولید نهالِ باکیفیت به‌ویژه از گونه‌های خاص و منحصربه‌فرد بومی با شرایط آبی مناسب همراه با رفع خواب بذر به‌منظور افزایش درصد استقرار و موفقیت جنگل‌کاری، به‌عنوان اولویت کار متخصصان این حوزه مورد توجه قرار گرفته است. هدف از پژوهش پیش‌رو، بررسی درصد جوانه‌زنی بذر و ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا (*A. officinalis* L.) در نهالستان تحت تأثیر روش‌های حذف پریکارپ و رژیم‌های مختلف آبیاری است. براساس نتایج این پژوهش می‌توان بهترین رژیم آبیاری و روش حذف پریکارپ را

به‌منظور تسریع جوانه‌زنی و رشد نهال‌های حرا معرفی کرد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

پژوهش پیش‌رو در نهالستان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان سیریک واقع در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی میناب از توابع استان هرمزگان و در ساحل دریای عمان انجام گرفت. این منطقه در مختصات جغرافیایی ″۲ ′۱۸ °۲۶ تا ″۲۶ ′۲۶ °۲۶ عرض شمالی و ″۲۶ ′۳ °۵۷ تا ″۳۱ ′۶ °۵۷ طول شرقی قرار دارد. متوسط سالانه درجه‌حرارت و بارش این شهرستان به‌ترتیب ۲۸/۱ درجه سانتی‌گراد و ۲۲۶/۹۶ میلی‌متر هستند (Moslehi *et al*., 2020).

### روش پژوهش

طرح آماری در این پژوهش، فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی است. عامل‌های مورد نظر شامل پیش‌تیمار آبی پروپاگول‌ها در چهار سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد آب دریا و جداسازی دستی پریکارپ) و رژیم آبیاری در چهار سطح (دوبار در روز، روزانه، یک روز در میان و دو روز در میان) بودند. پروپاگول‌ها از ۳۰ درخت سالم مادری در جنگل‌های سیریک در تیرماه سال ۱۴۰۰ جمع‌آوری شدند و به اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان سیریک انتقال یافتند. پروپاگول‌ها در سه سطح از آب دریا شامل صفر (صددرصد آب شیرین)، ۵۰ (۵۰ درصد آب دریا + ۵۰ درصد آب شیرین) و صددرصد آب دریا به‌مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند تا پریکارپ آن‌ها تحت تأثیر آب جدا شود. در همین زمان، ۷۲ عدد از پروپاگول‌های حرا به‌منظور جداسازی دستی پریکارپ در کیسه‌های نخی و در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از ۴۸ ساعت، پریکارپ آن‌ها به‌صورت دستی جدا شد.

پس از جداسازی پریکارپ‌ها، پروپاگول‌ها در گلدان‌های ۱۵×۲۵ سانتی‌متر مربعی در شش دسته سه‌تایی کشت شدند (شکل ۱). سپس، تیمارهای آبیاری بر روی آن‌ها به‌مدت شش ماه اجرا شد (۷۲ تکرار برای هر تیمار ترکیبی و ۲۸۸ تکرار برای مجموع تیمارها). خاک گلدان‌ها مخلوطی از خاک لومی + ماسه + ماده آلی (لاش‌ریزه حرا) به‌نسبت یک: یک: یک بود (Moslehi *et al*., 2021). گفتنی است که گلدان‌ها در هر نوبت آبیاری با ۵۰۰ سی‌سی آب غرقاب شدند (Behrouzi Khorgou *et al*., 2022). جوانه‌زنی پروپاگول‌ها در فاصله دو روز در میان به‌مدت چهار هفته شمارش شد. با تقسیم تعداد بذرهای جوانه‌زده بر کل بذر ضربدر ۱۰۰، درصد جوانه‌زنی محاسبه شد.

شکل ۱- نهال‌های حرا تولیدشده در نهالستان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان سیریک، استان هرمزگان

**Figure 1. *Avicennia marina* seedlings produced in the nursery at the Office of Natural Resources and Watershed Management of Sirik county, Hormozgan province, Iran**

اندازه‌گیری ویژگی‌های رویشی

بررسی نهال‌ها در تیمارهای ترکیبی به‌مدت شش ماه انجام گرفت. پس از دوبرگی شدن نهال‌ها و نیز در سن شش‌ماهگی، قطر یقه آن‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال تا دقت میلی‌متر و ارتفاع آن‌ها با خط‌کش تا دقت سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (Amin *et al.*, 2017). از تفاوت ویژگی‌های رویشی در ابتدا و انتهای رویش، مقدار رویش در هریک از تیمارها محاسبه شد. در پایان ششمین ماه، تعداد برگ هر نهال شمارش شد و درجه شادابی نهال‌ها نیز به‌صورت ارزیابی مشاهده‌ای، بررسی و یادداشت شد. به‌این‌صورت که درجه کیفی ضعیف (با مقیاس عددی ۱) به نهال‌هایی با آفت و بیماری (بیشتر از ۵۰ درصد)، برگ‌های خشکیده زردرنگ و تغییرشکل‌یافته (بیشتر از ۵۰ درصد) و دارای ریزش برگ تعلق گرفت. در صورت مشاهده شروع بیماری و آفت در نهال (تا ۵۰ درصد) و شروع خشکیدگی، تغییر شکل و زردی در برگ‌ها (تا ۵۰ درصد)، درجه کیفی متوسط (مقیاس عددی ۳) به آن نهال اختصاص یافت. نهال‌های بدون آفت، بیماری و خشکیدگی با برگ‌های درشت، سالم و سبزرنگ نیز در درجه کیفی عالی (مقیاس عددی ۵) طبقه‌بندی شدند (Moslehi & Hassanzadeh Khankahdani, 2020). درنهایت، پس از جداسازی همه نهال‌ها از خاک، طول ریشه هریک با استفاده از خط‌کش تا دقت سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

توزیع نرمال باقی‌مانده‌های مدل مورد استفاده با استفاده از آزمون کولموگروف- سمیرنوف بررسی شد. مقایسه درصد جوانه‌زنی و ویژگی‌های رویشی نهال‌ها با استفاده از آنالیز واریانس چندمتغیره (GLM) و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت. محاسبه‌های آماری با نرم‌افزار SPSS 21 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

## نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پیش‌تیمارهای نحوه جداسازی پریکارپ پروپاگول‌های حرا، اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی و ویژگی‌های رویشی نهال‌ها (به‌جز درجه شادابی) دارند. همچنین، درصد جوانه‌زنی و همه ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری بودند ($p<۰/۰۱$). بااین‌حال، اثرات متقابل نحوه جداسازی پریکارپ و رژیم آبیاری بر هیچ‌یک از صفات مورد بررسی، معنی‌دار نبود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشینه جوانه‌زنی و همه ویژگی‌های رویشی نهال‌ها به پیش‌تیمار جداسازی پریکارپ پروپاگول‌ها با ۵۰ درصد آب دریا و ۵۰ درصد آب شیرین تعلق داشتند (شکل ۲). در این پیش‌تیمار، بیشینه جوانه‌زنی حدود ۸۸/۹۵ درصد به‌دست آمد. پس‌ازآن، پیش‌تیمارهای صددرصد آب شیرین، صددرصد آب دریا و جداسازی دستی به‌ترتیب با جوانه‌زنی ۸۷/۵، ۸۵ و ۷۶/۶۶ درصد جای گرفتند (شکل ۲-الف). بیشترین و کمترین رویش قطری (۰/۷۹ و ۰/۵۴ میلی‌متر) و ارتفاعی (۸/۵۱ و ۵/۶۸ سانتی‌متر) نیز به‌ترتیب در پیش‌تیمارهای ۵۰ درصد آب دریا و صددرصد آب دریا مشاهده شد (شکل ۲-ب و ج).

بیشینه میانگین تعداد برگ (۷/۹۵ عدد) در پیش‌تیمار جداسازی پریکارپ با ۵۰ درصد آب دریا و ۵۰ درصد آب شیرین مشاهده شد (شکل ۲-د). پس‌ازآن، پیش‌تیمارهای جداسازی دستی (۶/۹۹)، صددرصد آب شیرین (۶/۵۵) و صددرصد آب دریا (۵/۹۷ عدد) به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. طول ریشه در پیش‌تیمار ۵۰ درصد آب دریا با مقدار ۱۵/۳۴ سانتی‌متر، بیشتر از پیش‌تیمارهای دیگر بود (شکل ۲-ه). کمترین طول ریشه (۱۴/۲۲ سانتی‌متر) نیز در پیش‌تیمار صددرصد آب دریا مشاهده شد.

**جدول ۱- آنالیز واریانس درصد جوانه‌زنی و ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا در روش‌های مختلف جداسازی پریکارپ، رژیم آبیاری و اثرات متقابل آن‌ها**

**Table 1. Analysis variance of germination percentage and vegetative characteristics of *Avicennia marina* seedlings in different methods of pericarp removing, irrigation regimes and their interaction effects**

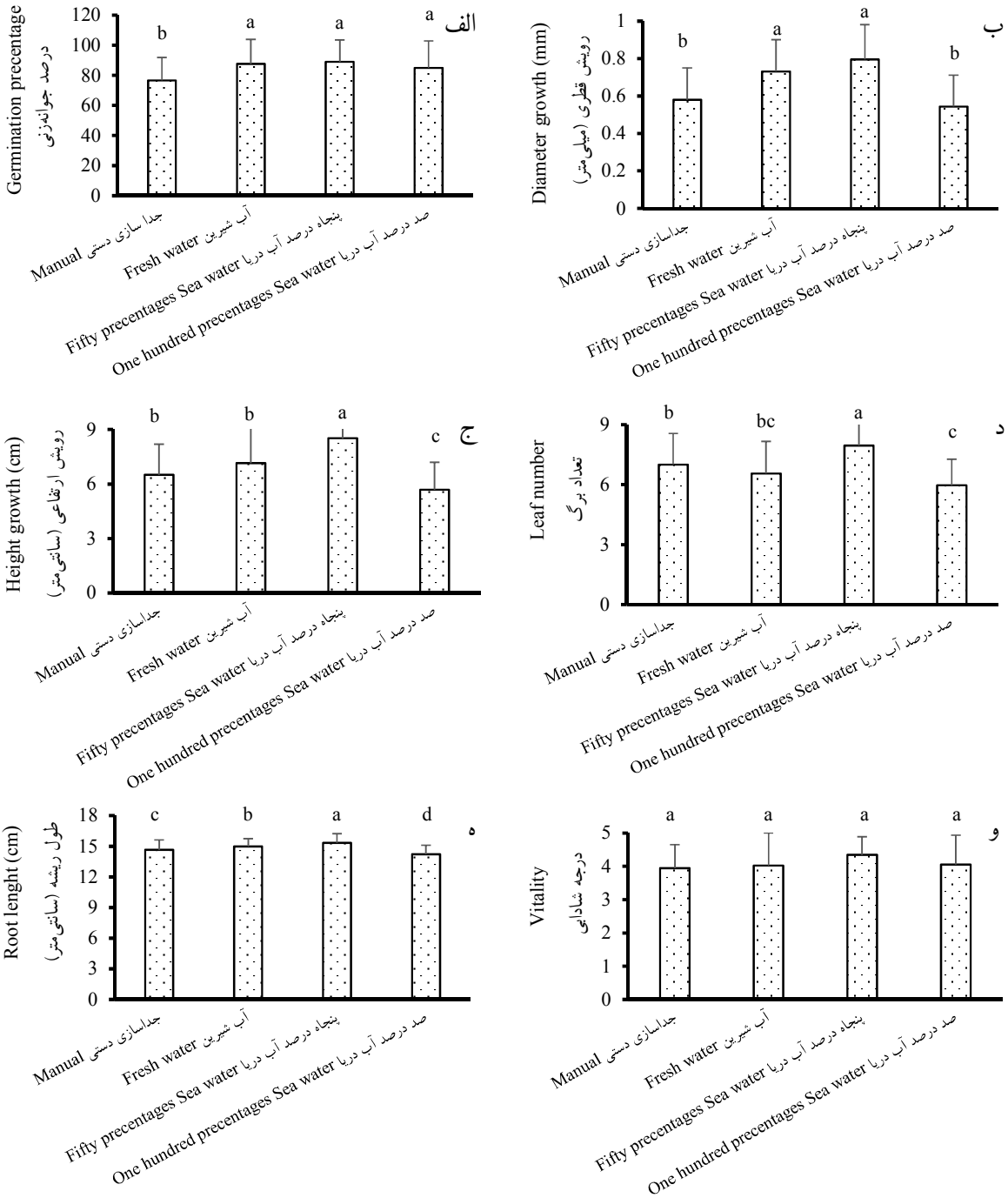
| متغیر<br>Variable | منبع تغییر<br>Source of change | میانگین مربعات<br>Mean of squares | درجه آزادی<br>Degree of freedom | F |
|---|---|---|---|---|
| درصد جوانه‌زنی<br>The percentage of germination | پریکارپ<br>Pericarp | 723.87 | 3 | $^{*}3.57$ |
| | رژیم آبیاری<br>Irrigation regime | 2148.87 | 3 | $^{**}10.62$ |
| | پریکارپ×رژیم آبیاری<br>Pericarp×Irrigation regime | 123.68 | 9 | $0.68^{ns}$ |
| | خطا<br>Error | 202.34 | 80 | |
| رویش قطری (میلی‌متر)<br>Diameter growth (mm) | پریکارپ<br>Pericarp | 0.34 | 3 | $^{**}18.9$ |
| | رژیم آبیاری<br>Irrigation regime | 0.86 | 3 | $^{**}38.26$ |
| | پریکارپ×رژیم آبیاری<br>Pericarp×Irrigation regime | 0.002 | 9 | $0.11^{ns}$ |
| | خطا<br>Error | 0.018 | 80 | |
| رویش ارتفاعی (سانتی‌متر)<br>Height growth (cm) | پریکارپ<br>Pericarp | 34.37 | 3 | $^{**}19.55$ |
| | رژیم آبیاری<br>Irrigation regime | 46.62 | 3 | $^{**}26.52$ |
| | پریکارپ×رژیم آبیاری<br>Pericarp×Irrigation regime | 0.17 | 9 | $0.09^{ns}$ |
| | خطا<br>Error | 1.75 | 80 | |
| تعداد برگ<br>Number of leaves | پریکارپ<br>Pericarp | 16.82 | 3 | $^{**}11.25$ |
| | رژیم آبیاری<br>Irrigation regime | 35.16 | 3 | $^{**}23.51$ |

| متغیر<br>Variable | منبع تغییر<br>Source of change | میانگین مربعات<br>Mean of squares | درجه آزادی<br>Degree of freedom | F |
|---|---|---|---|---|
| | پریکارپ×رژیم آبیاری<br>Irrigation regime×Pericarp | 1.36 | 9 | 0.91 ns |
| | خطا<br>Error | 1.49 | 80 | |
| درجه شادابی نهال<br>The degree of seedlings vitality | پریکارپ<br>Pericarp | 0.74 | 3 | 0.25 ns |
| | رژیم آبیاری<br>Irrigation regime | 4.63 | 3 | **8.74 |
| | پریکارپ×رژیم آبیاری<br>Pericarp×Irrigation regime | 0.2 | 9 | 0.38 ns |
| | خطا<br>Error | 0.53 | 80 | |
| طول ریشه (سانتی‌متر)<br>Root length (cm) | پریکارپ<br>Pericarp | 5.5 | 3 | **17.65 |
| | رژیم آبیاری<br>Irrigation regime | 54.14 | 3 | **46.67 |
| | پریکارپ×رژیم آبیاری<br>Pericarp×Irrigation regime | 0.18 | 9 | 0.58 ns |
| | خطا<br>Error | 0.31 | 80 | |

** معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ns غیرمعنی‌دار

**: Significant at p<0.01; *: Significant at p<0.05; ns: non-significant

براساس نتایج دیگر، درصد جوانه‌زنی و همه ویژگی‌های رویشی در رژیم‌های آبیاری دوبار در روز و یک‌بار در روز در یک گروه قرار گرفتند که به‌طور معنی‌داری بیشتر از رژیم‌های آبیاری یک روز در میان و دو روز در میان بودند (شکل ۳). بیشینه درصد جوانه‌زنی در رژیم‌های آبیاری دوبار در روز و یک‌بار در روز به‌ترتیب ۹۲/۵ و ۹۱/۶۶ درصد به‌دست آمد (شکل ۳–الف). همچنین، طول ریشه در این تیمارها با ۱۵/۳۵ و ۱۵/۵۱ سانتی‌متر، بیشترین مقدار را داشتند (شکل ۳–ه). به همین ترتیب، بیشینه رویش‌های قطری (۰/۷۹ و ۰/۷۴ میلی‌متر) و ارتفاعی (۸/۲۷ و ۷/۶۳ سانتی‌متر) در دو تیمار آبیاری مذکور مشاهده شد (شکل ۳– ب و ج). درجه شادابی نیز در دو تیمار آبیاری دوبار در روز و یک‌بار در روز به‌مقدار ۴/۶۱ و ۴/۳ به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای دیگر به‌دست آمد (شکل ۳–و).

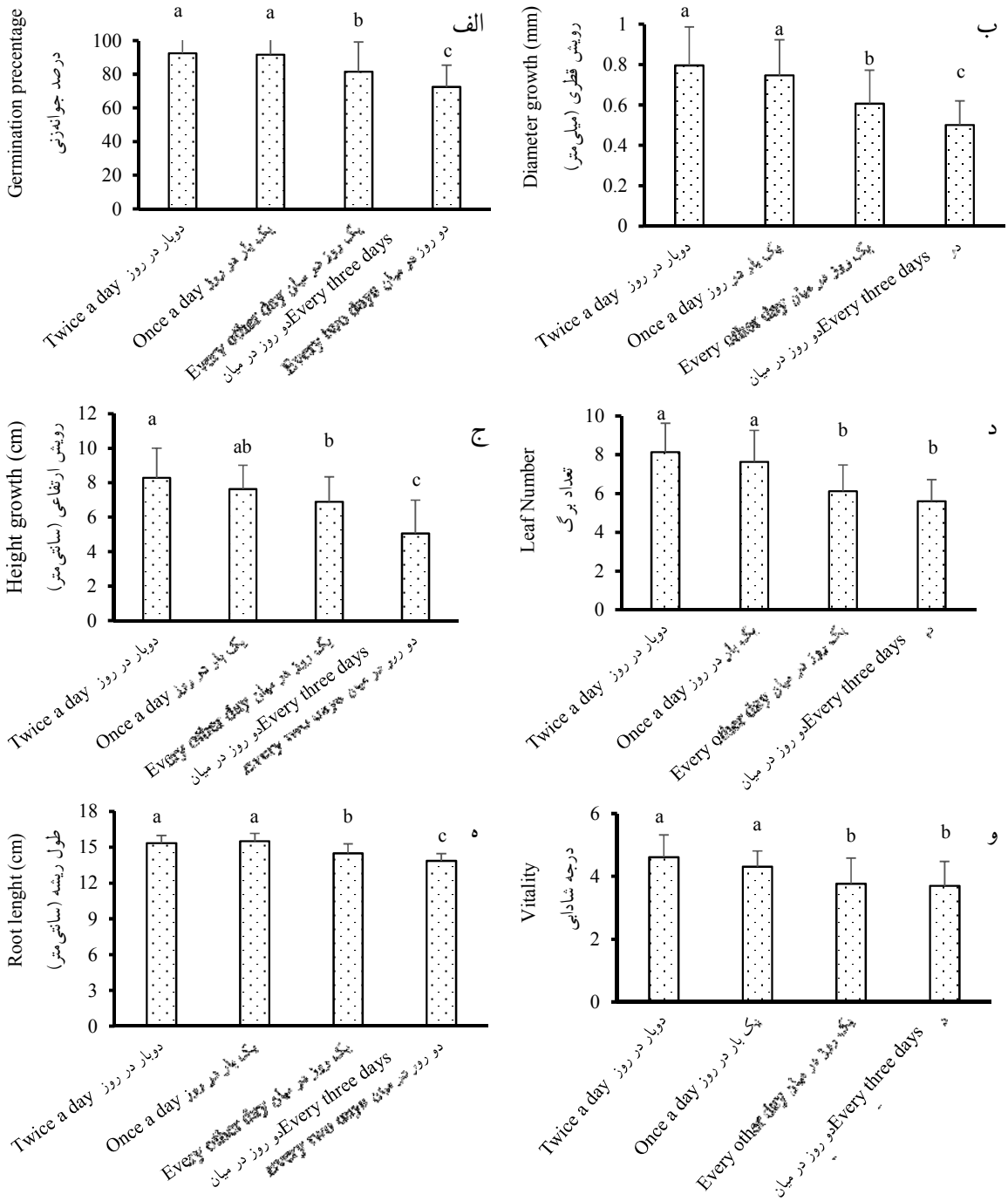



**شکل ۲- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی و ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا در پیش‌تیمارهای مختلف جداسازی پریکارپ**

حرف‌های متفاوت لاتین در هر نمودار نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

**Figure 2. Mean Comparisons of germination percentage and vegetative characteristics of *Avicennia marina* seedlings in the different pretreatments of pericarp removal**

**Different letters in each chart indicate a significant difference between means (P<0.05).**




**های حرا در تیمارهای مختلف رژیم آبیاری‌زنی و ویژگی‌های رویشی نهال‌شکل ۳- مقایسه میانگین درصد جوانه**

حرف‌های متفاوت لاتین در هر نمودار نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

**Figure 3. Mean comparisons of germination and vegetative characteristics of *Avicennia marina* seedlings in the different irrigation regimes**

**Different letters in each chart indicate a significant difference between means (P<0.05).**

## بحث

بوم‌سازگان‌های مانگرو، یکی از سودمندترین جنگل‌ها ازنظر خدمات بوم‌سازگان هستند که امروزه در اثر تخریب به کمتر از ۵۰ درصد مساحت اولیه خود رسیده‌اند (Bagherzadeh Homaii *et al.,* 2020). در مقابل تخریب بی‌رویه، بسیاری از کشورها علاوه‌بر حفاظت از جنگل‌های مانگرو، اقدام به تولید نهال‌های استاندارد و جنگل‌کاری با آن‌ها کرده‌اند. نتایج پژوهش پیش‌رو درمورد پیش‌تیمارهای مختلف جداسازی پریکارپ نشان داد که بیشینه ویژگی‌های رویشی نهال‌ها و درصد جوانه‌زنی در پیش‌تیمار جداسازی پریکارپ با ۵۰ درصد آب دریا و ۵۰ درصد آب شیرین مشاهده شد. در راستای این یافته‌ها، بررسی اثرات تیمارهای مختلف آبیاری بر رویش نهال‌های حرا (*A. marina*) نشان داد که رویش برگ‌ها در تیمار آبیاری آب دریا به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای آبیاری با آب شیرین و پساب بود (Aref *et al.,* 2006). سازوکار درختان حرا در سازگاری با شوری آب، نسبت به گیاهان دیگر، پیشرو است. به‌نظر می‌رسد که آب دریا با شوری نسبی از شرایط پایه‌ای برای رویش نهال‌های جنگل‌های مانگرو است (Macnae *et al.,* 1969). بررسی پاسخ جنگل‌های حرا به شوری نشان داد که تیمار آبیاری با فاضلاب تصفیه‌نشده سبب مرگ نهال‌های *A. germinans* و *R. mangale* شد، درحالی‌که تیمار آبیاری با ۵۰ درصد آب دریا و ۵۰ درصد فاضلاب تصفیه‌نشده، شدت مرگ نهال‌ها را کاهش داد (López-Portillo & Ezcurra, 1989).

پریکارپ، نقش مهمی در خواب بذر ایفا می‌کند. بذرهای دارای پریکارپ چسبیده، بیشترین خواب بذر را دارند، بنابراین برداشت پریکارپ باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود. طبق نتایج پژوهش پیش‌رو، درصد جوانه‌زنی در سه پیش‌تیمار غوطه‌وری پروپاگول‌های حرا در آب دریا و آب شیرین با نسبت‌های مختلف به‌طور معنی‌داری بیشتر از جداسازی دستی بود (شکل ۲-الف). در پژوهشی، بررسی جوانه‌زنی پروپاگول‌های حرا (*A. marina*) نشان داد که در فرایند خیساندن پروپاگول برای حذف پریکارپ به شوری نیازی نیست (Purnobasuki *et al.,* 2016). هرچند در پژوهش مذکور، پروپاگول‌هایی که پریکارپ آن‌ها به‌صورت دستی جدا شده بود، جوانه‌زنی کندتری نسبت به پروپاگول‌های غوطه‌ور در آب داشتند، اما تفاوت معنی‌داری بین این دو روش ازنظر درصد جوانه‌زنی گزارش نشد. نتایج پژوهش‌های Macnae (۱۹۶۹) و Rabinowitz (۱۹۷۸) نیز نشان داد که غوطه‌ور کردن پروپاگول‌های درختان مانگرو می‌تواند بر جوانه‌زنی و رویش آن‌ها تأثیر بگذارد.

طبق نتایج پژوهش پیش‌رو، ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا مانند رویش قطری و ارتفاعی، تعداد برگ و طول ریشه در پیش‌تیمار غوطه‌وری در ۵۰ درصد آب دریا و ۵۰ درصد آب شیرین بیشینه بود، اما کمینه ویژگی‌های مذکور در پیش‌تیمار صددرصد آب دریا مشاهده شد. کاهش معنی‌دار رویش در این پیش‌تیمار می‌تواند به‌دلیل اثر سمی شوری زیاد حاصل از آب دریا بر رویش نهال‌ها باشد. هنگامی‌که شوری از یک حد آستانه عبور می‌کند، نمک اضافی با ایجاد سمیت و کمبود مواد مغذی، اثر منفی بر رویش نهال‌ها می‌گذارد (Khan & Aziz, 2001).

آب، یکی از عناصر مورد نیاز همه موجودات زنده است. گیاهان نیز از این قاعده مستثنا نیستند. تنش آبی ناشی از خشکی، مهم‌ترین عامل غیرزیستی محدودکننده رشدونمو گیاه است که وزن تر و خشک، تعداد برگ، سطح کل برگ و هدایت روزنه‌ای را به‌شدت کاهش می‌دهد (Vandoorne *et al.,* 2012). جنگل‌های مانگروها از گیاهان ماندابی تشکیل شده‌اند که به آب فراوان نیاز دارند. شرایط نامناسب آبیاری و رطوبتی به ضعف، توقف و درنهایت، مرگ نهال در نهالستان یا عرصه جنگل‌کاری پس از انتقال منجر خواهد شد (Hajebi *et al.,* 2019). خشکی از عوامل تنش‌زا محیطی است که متابولیسم و رویش گیاه را محدود می‌کند. چنانچه نتایج دیگر پژوهش پیش‌رو نشان داد که تیمارهای آبیاری یک روز در میان و دو روز در میان، اثرات منفی و معنی‌داری بر جوانه‌زنی و همه ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا نسبت به تیمارهای یک‌بار در روز و دوبار در روز داشتند. Hajebi و همکاران (۲۰۲۰)، نتایج مشابهی را گزارش کردند. فاصله بین زمان‌های

آبیاری نهال‌ها بر پتانسیل آب برگ و عوامل زیست‌شیمیایی دیگر مانند جذب آب از خاک، ترکیب‌های محلول نمک، مکش آوندهای گیاهی و آماس سلولی اثر می‌گذارد (Elhadi, 2013). هنگامی‌که فاصله بین آبیاری افزایش می‌یابد، به‌دلیل خشکیدگی خاکدانه‌ها و کاهش جذب آب، روزنه‌های برگ بسته می‌شوند و کاهش آماس در گیاه رخ می‌دهد (Saied *et al.,* 2005; Hajebi *et al.,* 2019). به‌دنبال آن، فتوسنتز و مقدار آب در داخل اندام‌های گیاه کاهش می‌یابد و گیاه، روند رویش نزولی را در پیش می‌گیرد (Imai *et al.,* 2009).

به‌طورکلی می‌توان گفت که جداسازی دستی پریکارپ پروپاگول‌های حرا، بسیار زمان‌بر است. باتوجه‌به شرایط خاص پروپاگول‌های این گونه که به‌علت گوشتی بودن، مدت زیادی قابل‌نگهداری نیستند، کاهش زمان جداسازی پریکارپ، بسیار مهم و ضروری است. از طرفی باتوجه‌به کمبود آب در کشور و به‌ویژه در جنوب ایران، تولید نهال با مقدار آب کمتر، بسیار مورد توجه است. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که رویش و جوانه‌زنی در پیش‌تیمارهای آبی، مطلوب‌تر از پیش‌تیمار جداسازی دستی پریکارپ است. همچنین، باتوجه‌به ماندابی بودن حرا، رژیم آبیاری روزانه و دوبار در روز در یک دسته قرار گرفتند و بهترین شرایط جوانه‌زنی و رویشی را نسبت به تیمارهای دیگر داشتند. درمجموع، جداسازی پریکارپ‌های حرا به‌صورت غوطه‌وری در ۵۰ درصد آب دریا و ۵۰ درصد آب شیرین و آبیاری روزانه نهال‌های آن به‌منظور افزایش درصد جوانه‌زنی و ویژگی‌های رویشی و نیز تسهیل تولید نهال‌های استاندارد حرا در نهالستان توصیه می‌شود.

## منابع مورد استفاده

- Amin, B., Nurrachmi, I. and Rumiyatin, R., 2017. The effects of crude oil on growth and biomass of mangrove *Bruguiera sexangula* seedling in the intertidal area of Dumai City, Indonesia. International Journal of Applied Environmental Sciences, 12(3): 399-407.
- Aref, M.I., El-Juhany, L.I. and Khamis, M.Y., 2006. Effects of different sources of irrigation water and soil types and their interactions on the growth of *Avicennia marina* seedlings. Proceedings of the 3rd International Conference for Development and the Environment in the Arab world. Assiut, Egypt, 21-23 Mar. 2006: 123-134.
- Bagherzadeh Homaii, M., Mahdavi, R. and Rezai, M., 2020. Coastal deserts management by assessing the land suitability of mangrove wetland ecosystems in attracting tourists. Desert Management, 8(15): 191-204 (In Persian with English summary).
- Ball, M.C., 2002. Interactive effects of salinity and irradiance on growth: implications for mangrove forest structure along salinity gradients. Trees, 16: 126-139.
- Behrouzi Khorgou, S., Parvaresh, H., Moslehi, M. and Khalil Ariya, A., 2022. Effects of desalination sewage on some vegetative characteristics of grey mangrove seedlings (*Avicennia marina* Forssk. Vierh). Iranian Journal of Forest, 14(3): 329-340 (In Persian with English summary).
- Budiadi, B., Widiyatno, W., Nurjanto, H.H., Hasani, H. and Jihad, A.N., 2022. Seedling growth and quality of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. under growth media composition and controlled salinity in an ex situ nursery. Forests, 13: 684.
- Choupanian, A., Rezai, M., Mahdavi, R. and Nafarzadegan, A.R., 2023. Application of land measurements for detection the climate changes impact on vegetation dynamics, Kermanshah Province, Iran. Journal of Rangeland Science, In Press.
- Elhadi, M., Ibrahim, K.A. and Abdel Majid, T.D., 2013. Effect of different watering regimes on growth performance of five tropical trees in the nursery. Jonares, 1: 14-18.
- Finney, W., 2011. Comparative growth and propagule viability of Louisiana-harvested black mangrove, *Avicennia germinans*. M.Sc. thesis, Faculty of Sciences in Marine and Environmental Biology, Nicholls State University, Thibodaux, Louisiana, USA, 34p.
- Hajebi, A.H., Moslehi, M. and Hassani, M., 2019. Effects of species, light, and irrigation regime on vegetative growth of grey mangrove (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) and red mangrove (*Rhizophora mucronata* (Lam.)) seedlings in the nursery. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 27(1): 90-99 (In Persian with English summary).
- Hajebi, A.H., Moslehi, M. and Hassani, M., 2020. A Practical Guide to the Production and Planting of *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* Seedlings in the Southern Coasts of Iran. Extension Journal Number 523, Agricultural Education Press,

content of red mangrove seedlings in the south of Iran. Scientia Forestalis, 49(132): e3748.
- Moslehi, M., Yaghoobzadeh, M., Bijani, A. and Ahmadi, A., 2020. Measurement and estimation of specific leaf area, leaf dry mass and leaf area index of *Rhizophora mucronata* Lam. in Sirik mangrove forests. Iranian Journal of Forest, 12(3): 421-434 (In Persian with English summary).
- Purnobasuki, H. and Utami, E.S.W., 2016. Seed germination of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. by pericarp removal treatment. Biotropia, 23(2): 74-83.
- Rabinowitz, D., 1978. Early growth of mangrove seedlings in Panama, and an hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. Journal of Biogeography, 5(2): 113-133.
- Saied, A.S., Mula Ahmed, M.F.E. and Mahdi, E.F.M., 2005. Effects of different irrigation intervals on growth of lime (*Citrus aurantifolia* L.) seedlings. University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences, 13(3): 474-478.
- Sari A.O., Oguz, B. and Bilgic, A., 2006. Breaking seed dormancy of laurel (*Laurus nobilis* L.). New Forests, 31(3): 403-408.
- Vandoorne, B., Mathieu, A.S., Van den Ende, W., Vergauwen, R., Perilleux, C., Javaux, M. and Lutts, S., 2012. Water stress drastically reduces root growth and inulin yield in *Cichorium intybus* (var. *sativum*) independently of photosynthesis. Journal of Experimental Botany, 63(12): 4359-4373.
- Zerehi, F. and Rezaie, M., 2022. Changes in the spread of sand dunes and surface cover under the influence of wind speed near mangrove ecosystems. Journal of Environmental Erosion Research, 12(1): 95-112 (In Persian with English summary).

Karaj, Iran, 24p (In Persian).
- Imai, N., Takyu, M. and Nakamura, Y., 2009. Growth, crown architecture and leaf dynamics of saplings of five mangrove tree species in Ranong, Thailand. Marine Ecology Progress Series, 377: 139-148.
- Khan, M.A. and Aziz, I., 2001. Salinity tolerance in some mangrove species from Pakistan. Wetlands Ecology and Management, 9: 229-223.
- López-Portillo, J. and Ezcurra, E., 1989. Response of three mangroves to salinity in two geoforms. Functional Ecology, 3(3): 355- 361.
- Macnae, W., 1969. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific region. Advances in Marine Biology, 6: 73-103.
- Mhango, J., Akinnifesi, F.K., Mng'omba, S.A. and Sileshi, G., 2008. Effect of growing medium on early growth and survival of Uapaca kirkian Müell Arg. seedlings in Malawi. African Journal of Biotechnology, 7(13): 2197-2202.
- Miransari, M. and Smith, D.L., 2014. Plant hormones and seed germination. Environmental and Experimental Botany, 99: 110-121.
- Moslehi, M. and Hassanzadeh Khankahdani, H., 2020. Investigating the effects of different methods of precipitation storage on soil moisture and growth characteristics of *Acacia oerfota* (Forssk) Schweinf seedlings: A case study of paired watershed of Dehgin, Hormozgan Province. Journal of Kashan Desert Ecosystem, 9: 61-72 (In Persian with English summary).
- Moslehi, M., Pypker, T., Bijani, A., Ahmadi, A. and Sadeghzade Hallaj, M.H., 2021. Effect of salinity on the vegetative characteristics, biomass and chemical

# Effect of pericarp removal methods and irrigation regime on *Avicennia marina* Forssk. Vierh. seedlings in the nursery

**A. Mohebbi [1], M. Rezai [2*] and M. Moslehi [3]**

1- M.Sc. Student of Desert Management and Control, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandarabbas, Iran

2*- Corresponding author, Assistant Prof., Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandarabbas. Iran. E-mail: m.rezai@hormozgan.ac.ir

3- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandarabbas, Iran

Received: 25.01.2023 Accepted: 25.02.2023

**Abstract**

Producing seedlings using the correct methods can aid in their better establishment in their habitats and help restore the fragile mangrove forests of southern Iran. This study aimed to investigate the effect of different methods of pericarp removal, irrigation regimes, and their interaction on germination percentage and some vegetative characteristics of *Avicennia marina* Forssk. Vierh. in the nursery. To achieve this goal, 30 healthy and mature trees were selected from the Sirik forest in Hormozgan province, Iran, and propagules were collected from them. The researchers used a completely randomized factorial design to study the effects of the treatments. Four pretreatments were tested for pericarp removal: pre-soaking propagules in 100% fresh water, 50% fresh water + 50% seawater, 100% sea water for 48 hours, and manually removing the pericarps. The propagules were then planted in plastic pots and irrigated twice a day, daily, every other day, or every three days. The seed germinations were measured for four weeks, and after two leaves appeared, collar diameter and height were recorded at the beginning and end of the six-month period. The results showed that seed germination and the vegetative characteristics of *Avicennia marina* Forssk. Vierh. seedlings were higher in the 50% fresh water + 50% seawater pretreatment. Additionally, germination, diameter growth, height growth, root length, and leaf number of the seedlings after six months were significantly higher with twice-a-day and daily irrigation regimes. Overall, the best conditions for producing *Avicennia marina* Forssk. Vierh. seedlings in the nursery were daily irrigation and pericarp removal using 50% fresh water + 50% seawater treatment.

Keywords: Diameter growth, germination, height growth, mangrove, propagule.