فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۷ شماره ۱، صفحه ۹۹-۹۰، (۱۳۹۸)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2019.119184
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0883.1398.27.90.75.1.1578.1606

تأثیر شرایط نوری و رژیم آبیاری بر ویژگی‌های رویشی نونهال‌های حرا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) و چندل (*Rhizophora mucronata* (Lam.)) در نهالستان

عبدالحمید حاجبی [۱*]، مریم مصلحی [۲] و مجید حسنی [۳]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. پست الکترونیک: hamid_hajebi@yahoo.com

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

۳- کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹

چکیده

جنگل‌های مانگرو یکی از سودمندترین بوم‌سازگان‌ها هستند که امروزه در اثر تخریب، کمتر از ۵۰ درصد مساحت اولیه آن‌ها باقی مانده است. در مقابل تخریب بی‌رویه، بسیاری از کشورها علاوه‌بر حفاظت جنگل‌های مانگرو، اقدام به تولید نهال‌های استاندارد و جنگل‌کاری با آن‌ها کرده‌اند. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر نوع گونه، رژیم آبیاری، شرایط نوری و اثرات متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) و چندل (*Rhizophora mucronata* (Lam.)) در نهالستان بود. پس از جمع‌آوری بذرهای این دو گونه در تیر و مردادماه ۱۳۸۷، بذرها در گلدان‌های پلاستیکی کشت شدند. رویش قطری، رویش ارتفاعی و ضریب قدکشیدگی تحت تأثیر گونه، رژیم آبیاری (هرروز، یک روز درمیان و سه روز درمیان) و شرایط نوری (سایه و آفتاب) با استفاده از تجزیه واریانس سه‌طرفه بررسی شد. نتایج نشان داد که رویش قطری چندل در شش ماهگی نسبت به ۴۵ روز پس از کاشت، ۰/۳۸ میلی‌متر بیشتر از حرا بود (p <۰/۰۵). بررسی اثرات متقابل (گونه × شرایط نوری) حاکی از آن بود که رویش قطری حرا و چندل در شرایط سایه، اختلاف معنی‌دار داشتند. همچنین، رویش قطری حرا در روشنایی بیشتر از سایه بود (p <۰/۰۵). افزایش ضریب قدکشیدگی نهال‌ها در سایه به‌طور معنی‌داری بیشتر از روشنایی بود. افزایش ضریب قدکشیدگی هر دو گونه در سایه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشت. در حرا افزایش ضریب قدکشیدگی در سایه به‌طور معنی‌داری بیشتر از روشنایی بود (p <۰/۰۱). طبق نتایج، برای رویش حرا روشنایی مناسب‌تر از سایه است، در حالی‌که چندل در هر دو شرایط نوری و سایه می‌تواند رشد کند.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌کاری، جنگل‌های مانگرو، روشنایی، رویش، سایه.

مقدمه

هر بوم‌سازگانی با فراهم کردن فواید و خدمات مستقیم و غیرمستقیم، زندگی جانداران را حمایت می‌کند. در بین این بوم‌سازگان‌ها، جنگل‌های مانگرو یکی از پربارترین آن‌ها در کره زمین محسوب می‌شوند. این جنگل‌های طبیعی، یکی از باارزش‌ترین بوم‌سازگان‌های ساحلی هستند که نه‌تنها یک

منبع غذایی برای انسان (انواع ماهی‌ها و میگو) و جانوران (بقایای آلی درختان) فراهم می‌کنند، بلکه نقشی عمده در حفاظت و ثبات خطوط ساحلی (با افزایش پیوستگی خاک)، جلوگیری از فرسایش و کنترل آب‌وهوا دارند. مانگروها، زیستگاهی مناسب برای تولید مثل انواعی از ماهی‌ها، خرچنگ‌ها، دوزیست‌ها و خانه‌ای امن برای بعضی از پستانداران، پرندگان و بندپایان هستند (Moslehi, 2018). در بسیاری از نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان، جنگل‌های مانگرو به‌دلایل متعددی از بین رفته‌اند. این نواحی ساحلی بلافاصله پس از تخریب تحت تأثیر فرسایش قرار گرفته‌اند (Wolf, 2012). به‌رغم فواید جنگل‌های مانگرو و نقشی که در حفاظت از بوم‌سازگان‌های ساحلی دارند، با تخریب سالانه ۳۴۰ تا ۹۸۰ هزار هکتار از این جنگل‌ها، خطر نابودی و حذف کامل آن‌ها در صد سال آینده وجود دارد (Pendleton *et al.*, 2012). با توجه به روند تخریب جنگل‌های مانگرو، در عصر حاضر حفظ، احیا و تولید نهال در نهالستان به‌منظور توسعه این بوم‌سازگان‌های خاص ماندابی بیش‌ازپیش موردنیاز است.

نهالستان غیرساحلی به نهالستانی گفته می‌شود که در خارج از هسته مرکزی جنگل‌های مانگرو قرار دارد. شرایط اکوتونی خاص حاکم بر بوم‌سازگان مانگروها مانند جزومد، راه‌های آبی و خورها، رسوبات، امواج و طوفان بر نهالستان غیرساحلی بی‌تأثیر است. در نهالستان غیرساحلی، بذرهای کاشته‌شده در تیمارهای مختلف تحت تأثیر تغییرات طبیعی قرار نمی‌گیرند و نتایج در شرایط قابل کنترل و به‌طور دقیق به‌دست می‌آید. در این نهالستان‌ها با تغییر در تیمارهای معین‌شده می‌توان به بهترین تیمارها برای جوانه‌زنی و تولید نهال دست یافت. اهمیت نهالستان غیرساحلی به‌دلیل شرایط قابل کنترل و تغییر وضعیت تیمارها به‌منظور نتیجه‌گیری بهینه و دستیابی به‌روش‌های مطلوب است (Hassani, 2009). در بررسی اثر نور بر استقرار و زنده‌مانی حرا (*Avicennia marina* (Forssk) Vierh.) مشخص شد که روشنایی، عامل مؤثری بر رویش و تراکم نونهال‌ها و نهال‌های این گونه بود (Clark & Allaway, 1993)، به‌طوری‌که نونهال‌ها و نهال‌های حرا در روشنایی به‌ترتیب رویش و تراکم بیشتری داشتند. در ارزیابی اثرات متقابل نور و شوری بر رویش و زنده‌مانی نهال‌های مانگرو گزارش شد که زنده‌مانی نهال‌ها و رویش جوانه‌ها در سایه و در شوری زیاد کاهش می‌یابد (Ball, 2002). López-Hoffman و همکاران (۲۰۰۶) رشد، زنده‌مانی و فتوسنتز نهال‌های مانگرو را تحت تأثیر شوری و نور بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که زنده‌مانی، فتوسنتز و رشد نهال‌ها با افزایش نور در شرایط شوری کم، افزایش می‌یابد. همچنین، در شرایط شوری کم، تأثیر نور بر رشد نهال‌ها، بسیار زیاد گزارش شد (Lopez-Hoffman *et al.*, 2006). در بررسی رویش، ساختار تاج و تغییرات برگ پنج گونه مانگرو در تایلند، نهال‌های *A. alba* در نور، رویش ارتفاعی بیشتری نسبت به سایه داشتند (Imai *et al.*, 2009). همچنین، این نهال‌ها رویش ارتفاعی بیشتری نسبت به نهال‌های *Rhizophora apiculata* داشتند، اما تحت شرایط سایه، مقدار مرگ‌ومیر *A. alba* افزایش یافت. بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد رویشی نهال‌های پنج گونه درختی گرمسیری در نهالستانی در سودان نشان داد که قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها با آبیاری شش روز درمیان و ۲۰ درصد سایه، بیشترین افزایش را داشتند (Elhadi *et al.*, 2013). همچنین، Guerra-Santos و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر شدت‌های مختلف نور بر دو گونه مانگرو در مکزیک را ارزیابی کردند. یافته‌های آن‌ها، تغییرات رشد نهال‌ها را نشان داد، به‌طوری‌که رویش ارتفاعی نهال‌ها در سایه نسبت به شاهد بیشتر بود. تأثیر فواصل آبیاری (دو، سه، چهار و پنج روز درمیان) بر خصوصیات رویشی *Conocarpus erectus* حاکی از آن بود که فواصل آبیاری، تأثیری معنی‌دار بر ویژگی‌های رویشی آن دارد. همچنین، بیشترین رویش ارتفاعی گونه مذکور در آبیاری دو روز درمیان گزارش شد (Mansour *et al.*, 2016).

در نهالستان درختان جنگلی به‌ویژه گونه‌های ماندابی، استفاده از رژیم آبیاری و نوری مناسب به‌منظور تولید نهال باکیفیت و مناسب برای جنگل‌کاری ضرورت دارد. شرایط

نامناسب آبی و رطوبتی منجر به ضعف، توقف و درنهایت مرگ نهال در نهالستان یا عرصه‌های جنگل‌کاری می‌شود که در هر دو صورت زیان‌های بوم‌شناختی، محیط زیستی و اقتصادی را به‌همراه خواهد داشت. تغییرات اقلیمی و پیامدهای آن (کاهش بارندگی، افزایش دما و تبخیر و افزایش خشک‌سالی) در بسیاری از مناطق موجب کاهش عملکرد تولید نهال در نهالستان و همچنین در عرصه طبیعی شده است و تجدید حیات طبیعی گونه‌های جنگلی را با مشکل مواجه کرده است. از این نظر، موضوع تولید نهال باکیفیت (به‌ویژه گونه‌های خاص و منحصربه‌فرد بومی) به‌منظور کمک به تجدید حیات و افزایش موفقیت جنگل‌کاری، در اولویت کار متخصصان جنگل قرار گرفته است، بنابراین هدف از پژوهش پیش‌رو، بررسی تأثیر نوع گونه، رژیم آبیاری، شرایط نوری و اثرات متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا و چندل (*R. mucronata* (Lam.)) در نهالستان، به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین رژیم آبیاری و شرایط نوری بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

نهالستان غیرساحلی جنگلی مورد بررسی، تحت عنوان نهالستان باغو در نزدیکی شهر بندرعباس واقع شده است. براساس آمار ۲۳ساله ایستگاه هواشناسی بندرعباس، میانگین دما و بارش سالانه به‌ترتیب ۲۵ درجه سانتیگراد و ۱۲۵ میلی‌متر و رطوبت سالانه ۵۵ تا ۷۸ درصد ثبت شده است. خاک مورد استفاده در نهالستان، خاک با بافت رسی و ریزدانه و اسیدیته آن خنثی (P=۷) است.

روش پژوهش

پس از آماده‌سازی نهالستان، بذرهای حرا و چندل در تیر و مردادماه سال ۱۳۸۷ جمع‌آوری و بلافاصله در گلدان‌های کاشت بذر به ابعاد ۱۵ × ۱۸ سانتی‌متر مربع کشت شدند. طرح آزمایش مورد نظر، کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. عامل اصلی، شرایط نوری درنظر گرفته شد که در دو سطح روشنایی (در زیر نور آفتاب) و سایه (نصب پوشش‌های نخی به‌عنوان سایه‌بان بر بالای گلدان‌ها) انجام شد. عامل فرعی رژیم آبیاری در سه سطح (هرروز، دو روز درمیان و سه روز درمیان) به‌مدت شش ماه درنظر گرفته شد. عامل فرعی نوع گونه نیز شامل حرا و چندل بود که با ۱۲ ترکیب تیماری و سه تکرار (پنج مشاهده در هر تکرار و درمجموع ۹۰ گلدان برای هر گونه) انجام شد (Hassani, 2009). قطر یقه با استفاده از کولیس دیجیتال (میلی‌متر)، ارتفاع با استفاده از متر (سانتی‌متر) و ضریب قدکشیدگی در ۴۵ روزگی و شش‌ماهگی نهال‌ها اندازه‌گیری شد. رویش‌های ارتفاعی، قطری و ضریب قدکشیدگی با محاسبه اختلاف آن‌ها در فاصله زمانی مذکور محاسبه شد.

تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصل از تحقیق، پس از ذخیره در نرم‌افزار Excel 2013 با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 و SAS آنالیز شدند. نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف–سمیرنوف بررسی شد. برای مقایسه تأثیر رژیم آبیاری، شرایط نوری و گونه و نیز اثرات متقابل آنها بر رویش قطری، رویش ارتفاعی و ضریب قدکشیدگی از آنالیز واریانس چندطرفه در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

تأثیر رژیم آبیاری، شرایط نوری و گونه و اثرات متقابل آن‌ها بر رویش قطری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع گونه و نیز اثرات متقابل شرایط نوری و نوع گونه بر افزایش رویش قطری تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱).

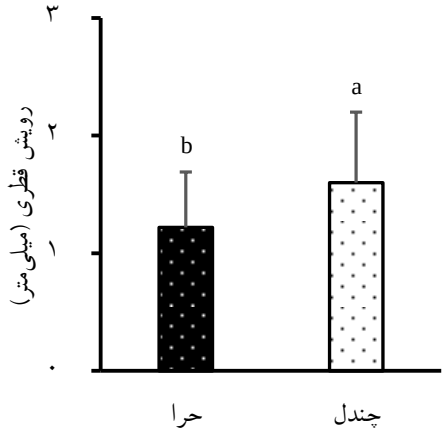
جدول ۱- تجزیه واریانس افزایش قطر یقه تحت تأثیر رژیم آبیاری، شرایط نوری، گونه و اثرات متقابل آن‌ها

منبع تغییر	میانگین مربعات	درجه آزادی	F
شرایط نوری (A)	۱/۲۸	۱	۶/۰۹^{ns}
خطای a	۰/۲۱	۴	
آبیاری (B)	۰/۱۳	۲	۰/۶۰^{ns}
شرایط نوری×آبیاری (A×B)	۰/۱۵	۲	۰/۶۸^{ns}
خطای b	۰/۲۲	۸	
گونه (C)	۱/۲۸	۱	۵/۶*
آبیاری×گونه (B×C)	۰/۱	۱	۰/۴۳^{ns}
شرایط نوری×گونه (A×C)	۱/۹۶	۱	۸/۵*
شرایط نوری×آبیاری×گونه (A×B×C)	۰/۳۶	۲	۱/۶^{ns}
خطای کل	۰/۲۳	۱۲	

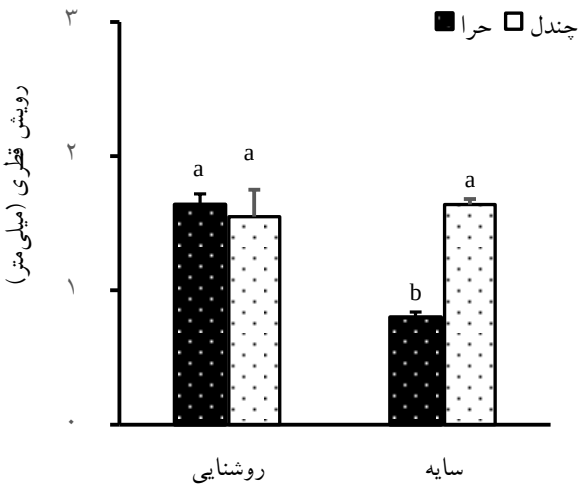
* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار

میانگین رویش قطری در روشنایی ۰/۳۸ میلی‌متر بیشتر از رویش قطری در شرایط سایه بود، اما این اختلاف معنی‌دار نبود. نوع گونه، تأثیر معنی‌داری بر رویش قطری داشت. رویش قطری چندل ۱/۶ میلی‌متر محاسبه شد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از حرا (۱/۲۲ میلی‌متر) بود (شکل ۱).

اثرات متقابل گونه و شرایط نوری بر رویش قطری حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۱). طبق نتایج، رویش قطری حرا و چندل در شرایط نوری کامل، اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما تفاوت آن‌ها در شرایط سایه در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود (شکل ۲). رویش قطری حرا در روشنایی بیشتر از شرایط سایه بود، در حالی‌که برای چندل در شرایط نوری مختلف، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲).



شکل ۱- مقایسه میانگین رویش قطری حرا و چندل. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.



شکل ۲- مقایسه میانگین رویش قطری تحت تأثیر متقابل (گونه×شرایط نوری) با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

تأثیر رژیم آبیاری، شرایط نوری و گونه و اثرات متقابل آن‌ها بر رویش ارتفاعی

نتایج نشان داد که رژیم آبیاری، شرایط نوری و اثرات متقابل آن‌ها بر رویش ارتفاعی تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). رویش ارتفاعی در رژیم آبیاری روزانه، دو روز درمیان و سه روز درمیان به‌ترتیب ۹/۵۵، ۷/۷ و ۶/۱ سانتی‌متر بود. رویش ارتفاعی در سایه و روشنایی به‌ترتیب ۳/۱۴ و ۲/۰۳ سانتی‌متر و در دو گونه یکسان (۷/۸ سانتی‌متر) بود.

تأثیر رژیم آبیاری، شرایط نوری، گونه و اثرات متقابل آن‌ها بر ضریب قدکشیدگی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شرایط نوری و اثرات متقابل گونه و شرایط نوری بر ضریب قدکشیدگی اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس رویش ارتفاعی تحت تأثیر رژیم آبیاری، شرایط نوری، گونه و اثرات متقابل آن‌ها

منبع تغییر	میانگین مربعات	درجه آزادی	F
شرایط نوری (A)	۶/۵۸	۱	۲/۳۸^{ns}
خطای a	۲/۷۶	۴	
آبیاری (B)	۳۵/۷۷	۲	۴^{ns}
شرایط نوری×آبیاری (A×B)	۶/۲۶	۲	۰/۷^{ns}
خطای b	۸/۹۴	۸	
گونه (C)	۰/۰۱	۱	۰^{ns}
آبیاری×گونه (B×C)	۷/۷۲	۲	۱/۷۳^{ns}
شرایط نوری ×گونه (A×C)	۲/۲۵	۱	۰/۵^{ns}
شرایط نوری×آبیاری×گونه (A×B×C)	۰/۱۹	۲	۰/۰۴^{ns}
خطای کل	۴/۴۵	۱۲	

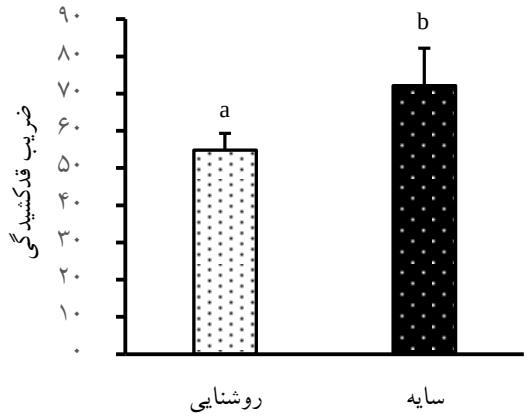
^{ns} غیرمعنی‌دار

جدول ۳- تجزیه واریانس ضریب قدکشیدگی تحت تأثیر رژیم آبیاری، شرایط نوری، گونه و اثرات متقابل آن‌ها

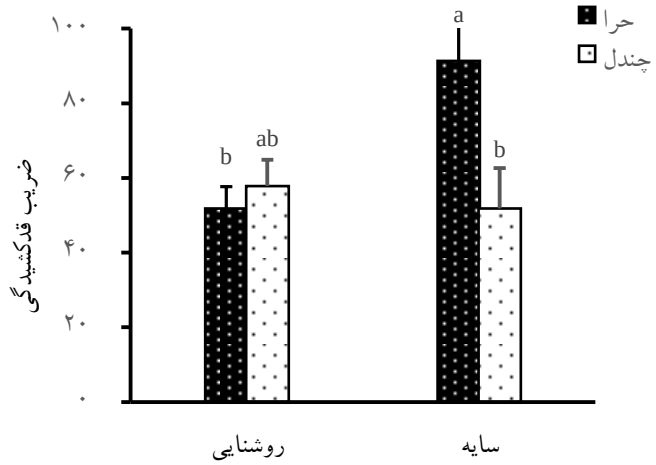
منبع تغییر	میانگین مربعات	درجه آزادی	F
شرایط نوری (A)	۲۶۹۳/۵	۱	۱۰۹/۲۲**
خطای a	۲۴/۶۶	۴	
آبیاری (B)	۱۸۸۶/۲۳	۲	۱/۷۶ns
شرایط نوری×آبیاری (A×B)	۴۴۲/۵۶	۲	۰/۴۱ns
خطای b	۱۰۶۸/۶۳	۸	
گونه (C)	۲۳۷۱/۳۶	۱	۲/۴۹ns
آبیاری×گونه (B×C)	۱۶۴۹/۷۲	۲	۱/۷۳ns
شرایط نوری ×گونه (A×C)	۴۵۴۰/۵۱	۱	۴/۷۷*
شرایط نوری×آبیاری×گونه (A×B×C)	۱۰۱۳/۲۸	۲	۱/۰۶ns
خطای کل	۹۵۱/۲۹	۱۲	

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

نتایج نشان داد که ضریب قدکشیدگی نهال‌ها در سایه با مقدار ۷۲/۱۷ بیشتر از شرایط روشنایی با مقدار ۵۴/۸۷ بود (شکل ۳). یافته‌های دیگر پژوهش حاکی از آن بود که ضریب قدکشیدگی حرا و چندل در روشنایی، اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای این ضریب در سایه و بین دو گونه مشاهده شد. همچنین، مقایسه میانگین نشان داد که افزایش ضریب قدکشیدگی حرا در سایه به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در روشنایی بود (شکل ۴).



شکل ۳- مقایسه میانگین ضریب قدکشیدگی نهال‌ها در شرایط مختلف نوری با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد هستند.



شکل ۴- مقایسه میانگین ضریب قدکشیدگی تحت تأثیر متقابل (گونه × شرایط نوری) با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

بحث

حرا و چندل از نظر سرشت نوری، نورپسند هستند، اما گونه‌های چندل برخلاف گونه‌های حرا، تحمل بیشتری نسبت به سایه دارند (Imai *et al.*, 2006)، بنابراین رشد و تراکم نهال‌های حرا در روشنه‌های داخل جنگل بسیار بیشتر از زیر تاج‌پوشش است (Smith, 1987). نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که رویش قطری نهال‌های چندل در شرایط یکسان بیشتر از حرا بود که به‌دلیل بردباری چندل نسبت به سایه است (Imai *et al.*, 2006). مقدار رویش قطری دو گونه در روشنایی بسیار نزدیک به‌یکدیگر بود، اما رویش حرا در سایه به نصف رسید، در حالی‌که در چندل به‌علت بردباری که به سایه داشت، تغییر محسوسی در رویش ایجاد نشد (شکل ۲).

نتایج بررسی اثرات متقابل نوع گونه و شرایط نوری در پژوهش پیش‌رو نشان داد که رویش قطری حرا در سایه، ۰/۸۴ میلی‌متر کمتر از چندل بود و نهال‌های حرا در روشنایی رویش بیشتری نسبت به سایه داشتند. این یافته‌ها با نتایج Imai و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. کمبود نور یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رویش در گیاهان نورپسند است (Coomes & Grubb, 2000). مقدار نور تجمعی دریافتی توسط برگ و طول عمر برگ، تولید اولیه را در گیاه تعیین می‌کند (Imai *et al.*, 2009)، زیرا مقدار نور دریافتی در واحد سطح برگ، تعیین‌کننده مقدار فتوسنتز گیاه است (López-Hoffman *et al.*, 2006). گیاهان نورپسند در نور زیاد و مستقیم، دریافت کربن را در برگ به بیشترین مقدار می‌رسانند، ظرفیت فتوسنتز خود را افزایش می‌دهند و بر رویش خود می‌افزایند (Poorter, 2005). رویش بیشتر نهال‌های حرا در نور نسبت به سایه و رویش کمتر نسبت به نهال‌های چندل در سایه را می‌توان به نیاز نوری زیاد این گونه نسبت داد (Imai *et al.*, 2009)، در حالی‌که رشد بیشتر نهال‌های چندل را می‌توان به تحمل زیاد این گونه نسبت به سایه مرتبط دانست (Duarte *et al.*, 1998; Pinzón *et al.*, 2003, Imai *et al.*, 2006).

ضریب قدکشیدگی نهال‌ها در سایه ۱۷/۳ سانتی‌متر بیشتر از روشنایی بود که با نتایج Cuerra-Santos و همکاران (۲۰۱۵) و Standish (۲۰۱۶) مطابقت دارد. نهال‌های مانگرو، وابستگی شدیدی به نور دارند (Por & Dor, 1984) که می‌تواند منجر به واکنش بسیار قوی به نور شود (Standish, 2016). در سایه، رشد ارتفاعی نهال‌ها نسبت به شرایط نور کامل بیشتر است (Guerra-Santos *et al.*, 2015). وقتی نهال‌ها در سایه قرار می‌گیرند، بیشتر انرژی خود را صرف رویش ارتفاعی برای دستیابی به نور

می‌کنند که در این حالت باریک‌تر نیز هستند. این عامل می‌تواند دلیل افزایش ضریب قدکشیدگی نهال‌ها در سایه باشد، در حالی‌که در نور کامل، بیشتر انرژی نهال‌ها صرف شاخه‌زایی و تولید برگ می‌شود تا فتوسنتز را افزایش دهند (Standish, 2016). همچنین، در بررسی اثرات متقابل (گونه × شرایط نوری) ضریب قدکشیدگی حرا در سایه ۳/۹ سانتی‌متر بیشتر از چندل بود که دلیل آن را می‌توان به نیاز نوری بیشتر حرا و بردباری کمتر آن نسبت به سایه نسبت داد، در حالی‌که بردباری چندل نسبت به سایه بیشتر است و در شرایط سایه نیز به‌خوبی رشد می‌کند (Imai *et al.*, 2009). نتایج پژوهش پیش‌رو نیز این موضوع را تأیید می‌کند.

قطر و ارتفاع نهال‌های حرا در شرایط نوری به‌ترتیب ۱/۶۴ میلی‌متر و ۸/۴۴ سانتی‌متر به‌دست آمد، در حالی‌که این مقادیر در شرایط سایه، روند کاهشی نشان دادند. رویش قطری حرا در سایه به نصف (۰/۸ میلی‌متر) رسید. رویش ارتفاعی آن نیز ۱/۳۵ سانتی‌متر کاهش پیدا کرد و به ۷/۰۸ سانتی‌متر رسید. در نهال‌های چندل به‌علت بردبار بودن به سایه (Imai *et al.*, 2006) تغییر محسوسی مشاهده نشد. رویش ارتفاعی و قطری این گونه در هر دو شرایط بسیار نزدیک به یکدیگر بودند. همین امر منجر به افزایش ضریب قدکشیدگی نهال‌های حرا نسبت به چندل در سایه شد. همچنین، ضریب قدکشیدگی نهال‌های حرا در سایه ۳/۹۲ سانتی‌متر بیشتر از شرایط روشنایی بود که به‌دلیل نیاز نوری زیاد (Smith, 1987)، بردباری کم به سایه و درنتیجه، کاهش رویش قطری اتفاق افتاد.

قابل ذکر است که فواصل آبیاری بر هیچ‌یک از صفات موردنظر تأثیری معنی‌دار نداشت. با این‌حال، در آبیاری روزانه، بیشترین رویش ارتفاعی در نهال‌ها با مقدار ۹/۵۵ سانتی‌متر مشاهده شد. رویش و کلیه عملکردهای وابسته به فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه از اولین فرایندهایی هستند که تحت تأثیر کمبود آب کاهش می‌یابند (Slatyer, 1967; Hsiao, 1973). به‌نظر می‌رسد که فاصله آبیاری بیشتر با تأثیر بر پتانسیل آب (پارامترهای فیزیکی و شیمیایی شامل مقدار جذب آب ذرات خاک، اثرات محلول‌های نمک، مکش آوندهای گیاهی و اثرات آماس سلولی) بر رشد و توسعه ارتفاعی نهال اثر می‌گذارد (Elhadi *et al.*, 2013). درواقع، زمانی‌که فواصل بین آبیاری طولانی می‌شود، به‌دلیل کاهش جذب آب و درنتیجه خشکی خاک (Saied *et al.*, 2005) و بسته شدن روزنه‌های برگ، کاهش نسبی مداوم آماس در گیاه رخ می‌دهد (Kramer, 1969). بسته شدن روزنه‌ها و کاهش آماس به‌دلیل کم‌آبی منجر به کاهش فتوسنتز و کم شدن مقدار آب در داخل بافت‌های گیاه می‌شود که پیامد آن کاهش هر نوع رویش در داخل گیاه است (Kramer, 1969).

به‌منظور اعمال رژیم‌های مناسب نوری و آبیاری نه‌تنها نیاز به دانشی کامل در زمینه گونه‌های مورد استفاده است، بلکه لازم است که در مورد فیزیولوژی نهال‌ها (تغییرات ویژگی‌های رویشی) نیز اطلاعات کافی به‌دست آید. نتایج این پژوهش نشان داد که حرا در شرایط نوری، رویشی مطلوب‌تر دارد، در حالی‌که چندل حساسیت چندانی به تغییر شرایط نوری ندارد و در هر دو شرایط سایه و نور می‌تواند رویش خوبی داشته باشد. این موضوع نشان‌دهنده بردباری این گونه نسبت به سایه است. همچنین، با اینکه نهال‌های مورد نظر، گونه‌های منحصربه‌فرد ماندابی یا باتلاقی هستند، افزایش فاصله آبیاری بیشتر از یک‌روز کاهش معنی‌داری در رویش آن‌ها ایجاد نکرد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در صورت کمبود آب نیز می‌توان از رژیم آبیاری سه روز درمیان استفاده کرد. به‌طور کلی، می‌توان بیان کرد که روشنایی بهترین رژیم نوری برای حرا است، اما برای چندل رژیم نوری و سایه تفاوت معنی‌داری ندارد. این گونه در هر دو شرایط می‌تواند رویشی مطلوب داشته باشد.

در پایان پیشنهاد می‌شود که به‌منظور تولید نهال‌های با مقاومت بیشتر در برابر انرژی امواج و طوفان‌های دریایی، نهال‌های قطورتر با ضریب قدکشیدگی کمتر تولید شوند.

References

- Ball, M.C., 2002. Interactive effect of salinity and irradiance on growth: implications for mangrove

2016. Effect of irrigation interval and cytokinin treatments on vegetative growth of *Conocarpus erectus* L. plants. Middle East Journal of Agriculture Research, 5(3): 324-332.
- Moslehi, M., 2018. Ecological value of endangered mangrove ecosystems. Human and Environment, 16(3): 149-167 (In Persian).
- Pendleton, L., Donato, D.C., Murray, B.C., Crooks, S., Jenkins, W.A., Sifleet, S., Craft, C., Fourqueran, J.W., Kauffman, J.B., Marbà, N., Megonigal, P., Pidgeon, E., Herr, D., Gordon, D. and Baldera, A., 2012. Estimating global "blue carbon" emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. PloS One, 7(9): e43542.
- Pinzón, Z.S., Ewel, K.C. and Putz, F.E., 2003. Gap formation and forest regeneration in a Micronesian mangrove forest. Journal of Tropical Ecology, 19(2): 143-153.
- Poorter, L., 2005. Resource capture and use by tropical forest tree seedlings and their consequences for competition: 35-64. In: Burslem, D.F.R.P., Pinard, M.A. and Hartley, S.E. (Eds.). Biotic Interactions in the Tropics: Their Role in the Maintenance of Species Diversity. Cambridge University Press, Cambridge, 571p.
- Por, F.D. and Dor, I., 1984. Hydrobiology of the Mangal. The Hague: Dr. W Junk Publishers, Hague, 260p.
- Saied, A.S., el Mula Ahmed, M.F. and Mohamed Mahdi, E.F., 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.
- Slatyer, R.O., 1967. Plant-Water Relationships. Academic Press, New York, 366p.
- Smith, T.J., 1987. Effects of seed predators and light level on the distribution of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. in tropical, tidal forests. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 25(1): 43-51.
- Standish, H., 2016. Mangrove morphological changes along environmental gradients: Implications for competitive ability in a changing climate. M.Sc. Thesis, Charles E. Schmidt College of Science, Florida Atlantic University, Boca Raton, Florida, 94p.
- Wolf, B.M., 2012. Ecosystem of the mangroves. NRES 323, International Resource Management, University of Wisconsin-Stevens Point, Stevens Point, Wisconsin, 25p.

forest structure along gradients. Trees, 16(2-3): 126-139.
- Clarke, P.J. and Allaway, W.G., 1993. The regeneration niche of the grey mangrove (*Avicennia marina*): effects of salinity, light and sediment factors on establishment, growth and survival in the field. Oecologia, 93(4): 548-556.
- Coomes, D.A. and Grubb, P.J., 2000. Impacts of root competition in forests and woodlands: a theoretical framework and review of experiments. Ecological Monographs, 70(2): 171-207.
- Duarte, C.M., Geertz-Hansen, O., Thampanya, U., Terrados, J., Fortes, M.D., Kamp-Nielsen, L., Borum, J. and Boromthanarath, S., 1998. Relationship between sediment conditions and mangrove *Rhizophora apiculata* seedling growth and nutrient status. Marine Ecology Progress Series, 175: 277-283.
- Elhadi, M.A., 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.
- Guerra-Santos, J.J, Méndez-Sánchez, J.A., Alderete-Chávez, Á., de la Cruz-Landero, N. and del Carmen Guevara-Carrió, E., 2015. Light intensity on two mangrove species as an indicator of regeneration in a disturbed forest in Campeche, Mexico. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 199: 15-22.
- Hassani, M., 2009. Investigation on the mangrove forest plantation and extension in coastal area of Persian Gulf. Final Report of Research Project, Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 93p (In Persian).
- Hsiao, T.C., 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology, 24(1): 519-570.
- Imai, N., Takyu, M. and Nakamura, Y., 2009. Growth, crown architecture and leaf dynamics of sapling of five mangrove tree species in Ranong, Thailand. Marine Ecology Progress Series, 377: 139-148.
- Imai, N., Takyu, M., Nakamura, Y. and Nakamura T., 2006. Gap formation and regeneration of tropical mangrove forests in Ranong, Thailand. Plant Ecology, 186(1): 37-46.- Kramer, P.J., 1969. Plant, Soil, Water Relationship. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 390p.
- López-Hoffman, L., DeNoyer, J.L., Monroe, I.E., Shaftel, R., Anten, N.P.R., Martínez-Ramos, M. and Ackerly, D.D., 2006. Mangrove seedling net photosynthesis, growth and survivorship are interactively affected by salinity and light. Biotropica, 38(5): 606-616.
- Mansour, H.A., El Maadwy, A.I. and Mustafa, H.G.,

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

A.H. Hajebi [1*], M. Moslehi [2] and M. Hassani [3]

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandarabbas, Iran. E-mail: hamid_hajebi@yahoo.com
2- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandarabbas, Iran
3- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 07.01.2019 Accepted: 10.03.2019

Abstract

Mangrove forests are one of the most beneficial ecosystems that have lost more than 50% of their primary extents. Because of uncontrolled degradation, many countries go beyond standard measures of mangrove forests protection and produce standard seedlings to afforest for higher success rates. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of species, irrigation, and light regimes as well as their interaction on vegetative growth of grey mangrove (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) and red mangrove (*Rhizophora mucronata* (Lam.)) seedlings in the nursery setting. Seeds of mangrove trees were collected and planted in plastic pots during July and August 2008. Then collar diameter, height, and stem height to stem diameter (h/d) were measured as influenced by species, irrigation regime (every day, every other day, and three days in between) and light condition (shade and light) using a three-way analysis of variance. Results showed that the diameter growth in the red mangrove is more than 0.38 mm than that of the grey mangrove ($p < 0.05$). Interactive effects of species × light condition showed that diameter growth of grey mangrove and red mangrove seedlings are significantly different in the shade condition. Diameter growth of grey mangrove seedlings was higher in light condition than that of in shade ($p < 0.05$). In shade, the stem height to stem diameter of seedlings was significantly higher than that of those measured it in light. Furthermore, the stem height to stem diameter as influenced by species × light condition was significantly different between two species and was also higher in shade condition compared with grey mangrove seedling ($p < 0.01$). The results suggested that light provides more favorable conditions for the grey mangrove seedlings growth, whereas it is not beneficial for the red mangrove seedlings.

Keywords: Growth, light, mangrove forests, reforestation, shade.