مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۹ شماره ۴، صفحه ۴۰۱-۳۹۱، (۱۴۰۰)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2022.357354.2037
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350883.1400.29.4.7.0

بررسی رویش اولیه نهال‌های حرا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) تحت تأثیر عصاره‌های ریشه و برگ درختان مادری

مریم مصلحی [۱]، سینا بهروزی خورگو [۲]، اصغر بیژنی [۳]، محمود آباده [۴*]، حسین پرورش [۵] و آژیر خلیل آریا [۵]

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

۲- دانشجوی دکتری مدیریت محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

۳- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

۴*- نویسنده مسئول، مربی پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. پست الکترونیک: mahmood.abadeh@gmail.com

۵- استادیار گروه محیط‌زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۱

چکیده

با وجود نیاز اولیه بذرها و نهال‌های حرا (*Avicennia Marina* (Forssk.) Vierh.) به نیم‌سایه، تعداد نهال‌ها در زیر تاج درختان این گونه در جنگل‌های مانگروی استان هرمزگان بسیار اندک است. بدین‌منظور در پژوهش پیش‌رو، اثرات بازدارندگی احتمالی در برگ‌ها و ریشه‌های هوابَر درختان مادری حرا بر ویژگی‌های رویشی نهال‌های این گونه در شرایط گلخانه بررسی شد. پس از جمع‌آوری بذرها از درختان مادری سالم و کشت آن‌ها در شهریور ۱۳۹۹، بذرها با تیمارهای صفر، ۰/۰۵، یک و دو درصد عصاره‌های برگ و ریشه آبیاری شدند. پس از شش ماه، ویژگی‌های رویشی و زی‌توده نهال‌های حرا در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شدند و با استفاده از تجزیه واریانس دوطرفه و آزمون دانکن بررسی شدند. براساس نتایج به‌دست‌آمده، بیشینه رویش قطری (۵/۵۸ میلی‌متر)، رویش ارتفاعی (۲۹/۲۷ سانتی‌متر)، طول ریشه (۲۷/۷۳ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۱۴/۵۸ عدد) و وزن تر ریشه (۵/۶۵ گرم) متعلق به نهال‌های شاهد بود. همچنین، در این نهال‌ها و تیمار دو درصد عصاره‌های برگ و ریشه به‌ترتیب بیشینه و کمینه وزن خشک ریشه (۱/۰۲ و ۰/۷۷ گرم)، وزن تر ساقه (۱۲/۷۷ و ۱۰/۵۹ گرم)، وزن خشک ساقه (۳/۵۴ و ۲/۹۳ گرم)، آب ریشه (۴/۶۲ و ۳/۲۹ گرم) و آب ساقه (۹/۲۳ و ۷/۶۶ گرم) مشاهده شد. بررسی اثرات متقابل اندام و غلظت عصاره نشان داد که عصاره دو درصد برگ بر وزن تر و آب ریشه، اثر کاهشی معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر داشت. به‌طورکلی، افزایش غلظت عصاره‌های برگ و ریشه درختان مادری سبب تشدید اثرات بازدارندگی آن‌ها بر ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا شد، بنابراین پیشنهاد می‌شود که هنگام واکاری و احیای جنگل‌های مانگرو، نهال‌ها با فاصله از تنه درختان کاشت شوند.

واژه‌های کلیدی: دگرآسیبی، رویش ارتفاعی، زی‌توده، مانگرو.

مقدمه

جنوب ایران (به‌ویژه هرمزگان)، تنها رویشگاه بوم‌سازگان مانگرو با مساحت ۲۵۷۶۰ هکتار در ایران است (Ghasemi *et al.*, 2016). این جنگل‌ها به‌عنوان مرز بین خشکی و دریا، یکی از باارزش‌ترین بوم‌سازگان‌های ساحلی محسوب می‌شوند. جنگل‌های مانگرو نه‌تنها منبع غذایی برای انسان و جانوران فراهم می‌کنند، بلکه نقش عمده‌ای در حفاظت و ثبات خطوط ساحلی (با افزایش پیوستگی خاک)، جلوگیری از فرسایش و کنترل آب‌وهوا دارند و زیستگاهی مناسب برای تولیدمثل انواع مختلفی از جانداران هستند (Moslehi, 2018). به‌علت تجدیدحیات اندک درختان مانگرو و خشکیدگی آن‌ها بر اثر تغییر اقلیم، نقش‌های حفاظتی، حمایتی و محیط‌زیستی این بوم‌سازگان‌ها با مشکل مواجه شده‌اند. جنگل‌های حرا (*Avicennia Marina* (Forssk.) Vierh) در ایران، آخرین حد پراکنش این بوم‌سازگان‌ها در آسیای جنوب غربی به‌شمار می‌آیند. به‌طورکلی، رویشگاه‌های حرا در جنوب کشور و در سواحل خلیج فارس و دریای عمان حضور دارند که از خلیج گواتر در استان سیستان و بلوچستان تا استان‌های هرمزگان و بوشهر گسترش یافته‌اند (Fakhrzadegan *et al.*, 2016). به‌جز نرخ زیاد تولید در جنگل‌های حرا، سرعت تجزیه برگ‌ها و اندام‌های مرده در این بوم‌سازگان‌ها نیز قابل‌توجه است. لاش‌برگ درختان حرا حاوی مقدار زیادی تانن‌های گیاهی است. همچنین، ترکیب‌های آللوشیمیایی ریشه‌های هوابَر (Pneumatophore) و برگ‌های حرا، اثرات بازدارندگی بر موجودات دیگر دارند. این فرایند به‌دلیل وجود مهارکننده‌های رشد در عصاره برگ‌ها و هوابَرها رخ می‌دهد (Nazim *et al.*, 2014).

دگرآسیبی (Allelopathy) یکی از فعل‌وانفعال‌های بین گیاهان است که می‌تواند سبب تحریک یا بازدارندگی رویش و جوانه‌زنی بذرها و نهال‌های دیگر شود. در این پدیده زیستی، گیاه با تولید یک یا چند ماده زیست‌شیمیایی بر رشد، بقا و تولیدمثل موجودات زنده دیگر تأثیر می‌گذارد. این مواد زیست‌شیمیایی که تحت عنوان مواد آللوشیمی شهرت دارند، می‌توانند اثرات منفی یا مثبت بر موجودات هدف داشته باشد. تداخل دگرآسیبی در رشدونمو گیاهان، فرایند پیچیده‌ای است که می‌تواند همه جنبه‌های رشدونمو را تحت تأثیر قرار دهد (El-Khatib *et al.*, 2004). این مواد سمی یا ترکیب‌های شیمیایی بازدارنده، جزء تولیدات ثانویه فعالیت‌های دگرگشتی گیاهان هستند (Ashrafi *et al.*, 2007) و ازطریق آب‌شویی، تجزیه باقی‌مانده‌های گیاهی و ترشح‌های ریشه در محیط آزاد می‌شوند. رشد، تولیدمثل و توسعه گیاهان به این مواد وابسته نیست و فقط به‌عنوان یک عامل دفاعی در بقای گیاهان نقش دارند (Stamp, 2003). ازجمله مواد دگرآسیبی می‌توان به کومارین‌ها و آلکالوئیدها اشاره کرد که عامل بازدارنده تقسیم سلولی، تشکیل دیواره سلولی و جذب آب در گیاه هستند. همچنین، فلاونوئیدها، تانن‌ها، کینین‌ها و بسیاری از ترکیب‌های فنولیکی می‌توانند نقش بازدارندگی در جوانه‌زنی، فتوسنتز، تنفس و سنتز پروتئینی موجودات دیگر داشته باشند (Einhellig, 2002).

در پژوهش‌های زیادی، اثرات دگرآسیبی ریشه و برگ در گونه‌های مختلف خشکی و دریا بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رویش نهال‌ها گزارش شده‌اند. از مهم‌ترین نتایج این پژوهش‌ها می‌توان به نقش بیشتر برگ‌ها در این زمینه و تشدید اثرات دگرآسیبی در صورت افزایش غلظت عصاره اندام‌ها اشاره کرد (Ouaeslati, 2003; Mohebi *et al.*, 2010; Asrat & Seid, 2017; Moslehi *et al.*, 2021). Sun و همکاران (۲۰۲۱) با ارزیابی اثرات آسیب‌رسان و آللوشیمیایی *Sargassum fusiforme* به این نتیجه رسیدند که عصاره اتانولی این گونه، تأثیر ضدجلبکی قوی بر ریزجلبک قرمز (*Heterosigma akashiwo*) دارد. به‌طوری‌که این اثر ممکن است تنش اکسیداتیو و جلوگیری از فتوسنتز درون‌سلولی در ریزجلبک قرمز را به‌دنبال داشته باشد. براساس نتایج Band-Schmidt و همکاران (۲۰۲۰)، گونه‌های جلبکی شامل *Margalefidinium polykrikoides* و *Gymnodinium impudicum* در محیط طبیعی با فعل‌وانفعال‌های آسیب‌رسان (Allelopathic) بر رشد و بقای *G. catenatum* تأثیر منفی دارند. Lang و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی اثرات آسیب‌رسان شیرابه‌های برگ و تانن

تغلیظ‌شده *Kandelia obovata* گزارش کردند که تحت اثرات بازدارندگی این گونه مانگرو، جوانه‌زنی و رشد *Aegiceras corniculatum* در مناطق جزرومدی کاهش یافته است. براساس پژوهش Wu و همکاران (۲۰۲۱) جلبک *Cochlodinium geminatum* چندین ترکیب آسیب‌رسان را تولید و آزاد می‌کند که با مهار گونه‌های فیتوپلانکتون رقیب سبب بهبود رشد جمعیت خود می‌شود. Pezzolesi و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی آسیب‌رسانی درشت‌جلبک‌های مدیترانه‌ای نشان دادند که برخی از گونه‌ها مانند *Dictyopteris polypodioides* و *Ulva.* cf. *rigida* با تولید بیشتر آلدئیدهای بلندزنجیر غیراشباع و حتی با ساختارهای وسیع‌تر (طول زنجیره کربن) می‌توانند اثرات شدیدتری بر پویایی جمعیت‌های رورُست (Epiphytic) مانند (ریزجلبک‌ها و میان‌زیاگان (Meiofauna))، کف‌روب‌ها و جوامع میکروبی بگذارند. Nazim و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی سمیت حرا در پاکستان گزارش کردند که عصاره برگ‌های این گونه، اثرات بازدارندگی بر بذر و نهال‌های حرا دارد. همچنین، اثرات آسیب‌رسان عصاره‌های برگ و هوابَر به‌ترتیب بر طول و وزن خشک ریشه و ارتفاع ساقه شدیدتر بودند. تراکم زیاد هوابَرها و لاش‌برگ‌های بستر این جنگل‌ها باعث شد که استقرار و رویش نهال‌های حرا به‌کندی انجام شود.

برای موفقیت در تجدیدحیات و نهال‌کاری حرا، شناخت آشیان بوم‌شناختی این گونه ازطریق بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیکی درختان مادری و اثرات آن‌ها بر محیط پیرامونی ضرورت دارد. در پژوهش پیش‌رو، اثرات دگرآسیبی هوابَر و برگ درختان مادری حرا بر ویژگی‌های رویشی و زی‌توده نهال‌های آن بررسی شد. نتایج این پژوهش درزمینه تصمیم‌گیری‌های مدیریتی به‌منظور مکان‌یابی صحیح کاشت نهال‌های این گونه مفید خواهد بود.

مواد و روش‌ها

روش پژوهش

با جنگل‌گردشی در جنگل‌های استان هرمزگان در فصل بذردهی (تیرماه تا اوایل شهریورماه) از درختان مادری حرا که سالم، بدون بیماری و با ارتفاع بیشتر از دو متر بودند، بذر (قطعه تکثیر: Propagule)، برگ و ریشه‌های هوابَر جمع‌آوری شد. در شهریورماه ۱۳۹۹، بذرها به نهالستان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان منتقل شدند و بلافاصله در گلدان‌های پلاستیکی با اندازه‌های ۱۰×۲۵ سانتی‌متر مربع کشت شدند. هر گلدان دوبار در روز با حجم ۵۰۰ سی‌سی آب آبیاری شد. پس از دو هفته، ۹۶ نهال دوبرگی سالم با شادابی درجه یک (عدم وجود خمیدگی در ساقه، پیچیدگی برگ، بیماری، آفت، خشکیدگی و زردی برگ) از بین آن‌ها انتخاب شد و در هشت تیمار با چهار دسته سه‌تایی قرار گرفت. سپس، عصاره‌های برگ و ریشه حرا با غلظت‌های صفر، ۰/۰۵، یک و دو درصد بر روی نهال‌ها اعمال شد. به‌منظور تهیه این عصاره‌ها، نمونه‌هایی از برگ و ریشه حرا از منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری و با آب مقطر شسته شدند. این نمونه‌ها در هوای آزاد خشک شدند. سپس، آن‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در آون قرار داده شدند (MacFarlane *et al.*, 2003) و با دستگاه آسیاب برقی پودر شدند. پنج، ۱۰ و ۲۰ گرم از پودرهای برگ و ریشه هرکدام به‌صورت جداگانه به یک لیتر آب اضافه شدند تا عصاره‌های آبی برگ و ریشه با غلظت‌های مختلف (به‌ترتیب ۰/۰۵، یک و دو درصد) به‌دست آیند. بعد از سه روز نگهداری این عصاره‌ها در دمای چهار درجه سانتی‌گراد، آبیاری نهال‌ها با استفاده از آن‌ها به‌صورت روزانه انجام گرفت (Nazim *et al.*, 2014). به این صورت که پس از اندازه‌گیری قطر یقه نهال‌های نمونه با کولیس دیجیتال تا دقت میلی‌متر و ارتفاع آن‌ها با خط‌کش تا دقت سانتی‌متر، نهال‌ها دوبار در روز (صبح زود و غروب) با مقدار ۵۰۰ سی‌سی از عصاره‌های آبی تهیه‌شده آبیاری شدند تا حجم گلدان‌ها غرقاب شود.

پس از شش ماه، قطر یقه، ارتفاع نهال و تعداد برگ نهال‌ها اندازه‌گیری شد. از تفاوت ویژگی‌های رویشی در ابتدا و انتهای دوره رویش، مقدار رویش قطری و ارتفاعی در هر یک از تیمارها محاسبه شد. پس از ثبت رویش در هر تیمار، همه نهال‌ها از گلدان خارج شدند. پس از شستشوی ریشه آن‌ها، طول ریشه با استفاده از خط‌کش با دقت سانتی‌متر، وزن‌های

تر و خشک ریشه، وزن‌های تر و خشک ساقه، آب ریشه، آب ساقه و نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه نهال‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال تا دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند (Moslehi *et al.*, 2021). پس از قرارگیری نمونه‌های ریشه و ساقه به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، وزن خشک آن‌ها با همان ترازو به‌دست آمد. مقدار آب ریشه و ساقه نیز از اختلاف وزن‌های تر و خشک محاسبه شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

پس از ثبت داده‌ها، نرمال بودن توزیع باقی‌مانده‌های مدل با استفاده از آزمون کولموگروف- سمیرنوف بررسی شد. به‌منظور مقایسه ویژگی‌های رویشی نهال‌ها در تیمارهای غلظت و اندام از تجزیه واریانس دوطرفه استفاده شد. همچنین، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان داد که همه ویژگی‌های رویشی به‌جز نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه بین تیمارهای مختلف غلظت عصاره، اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان حداقل ۹۵ درصد داشتند. همچنین، رویش قطر یقه، وزن تر ریشه و آب ریشه بین تیمارهای اندام (ریشه و برگ)، اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان حداقل ۹۵ درصد را نشان دادند. اثرات متقابل اندام و غلظت نیز فقط بر وزن تر ریشه و آب ریشه معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$).

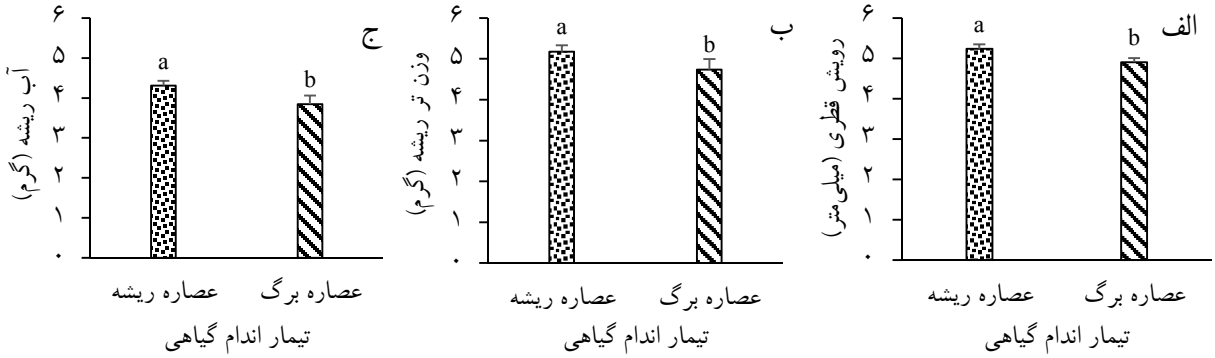
میانگین رویش قطری و وزن تر و آب ریشه تحت تأثیر عصاره ریشه به‌ترتیب ۵/۲۳ میلی‌متر، ۵/۱۷ و ۴/۳ گرم در هر نهال به‌دست آمد، درحالی‌که این صفت‌ها تحت تأثیر عصاره برگ به‌طور معنی‌داری کمتر بودند که اثر بازدارندگی بیشتر برگ نسبت به ریشه بر نهال‌های نمونه را نشان می‌دهند (شکل ۱- الف، ب و ج).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های رویشی و زی‌توده نهال‌های حرا در اندام و غلظت‌های مختلف و اثرات متقابل آن‌ها

متغیر	منبع تغییر	میانگین مربعات	درجه آزادی	F
رویش ارتفاعی (سانتی‌متر)	اندام (A)	۹/۵۳۸	۱	۱/۰۷۶^{ns}
	غلظت (B)	۳۷/۴۱۲	۳	۴/۲۲*
	اندام × غلظت (A×B)	۰/۶۰۱	۳	۰/۰۶۸^{ns}
	خطا	۸/۸۶۶	۲۴	
تعداد برگ	اندام (A)	۸/۳۳۷	۱	۲/۳۵۶^{ns}
	غلظت (B)	۱۸/۲۸۱	۳	۵/۱۶۷**
	اندام × غلظت (A×B)	۴/۷۰۷	۳	۱/۳۳^{ns}
	خطا	۳/۵۳۸	۲۴	
رویش قطری (میلی‌متر)	اندام (A)	۰/۸۷	۱	۱۲/۲۹۸**
	غلظت (B)	۱/۲۸۶	۳	۱۸/۱۷۱**
	اندام × غلظت (A×B)	۰/۱۰۴	۳	۱/۴۷۲^{ns}
	خطا	۰/۰۷۱	۲۴	
طول ریشه (سانتی‌متر)	اندام (A)	۲/۵۸۸	۱	۱/۰۲۷^{ns}
	غلظت (B)	۵۳/۱۳۳	۳	۲۱/۰۷۷**

متغیر	منبع تغییر	میانگین مربعات	درجه آزادی	F
	اندام × غلظت (A×B)	۱/۵۸۳	۳	۰/۶۲۸^{ns}
	خطا	۲/۵۲۱	۲۴	
وزن تر ریشه (گرم)	اندام (A)	۱/۵۴۱	۱	۵/۱۱*
	غلظت (B)	۳/۵۷۸	۳	۱۱/۸۶**
	اندام × غلظت (A×B)	۱/۱۳۷	۳	۳/۷۷*
	خطا	۰/۳۰۲	۲۴	
وزن خشک ریشه (گرم)	اندام (A)	۰/۰۰۳	۱	۰/۱۲۵^{ns}
	غلظت (B)	۰/۰۸۹	۳	۳/۶۴*
	اندام × غلظت (A×B)	۰/۰۲۷	۳	۱/۰۸۴^{ns}
	خطا	۰/۰۲۴	۲۴	
وزن تر ساقه (گرم)	اندام (A)	۲/۲۰۵	۱	۱/۱۴۶^{ns}
	غلظت (B)	۶/۷۹۸	۳	۳/۵۳۲*
	اندام × غلظت (A×B)	۳/۷۷۹	۳	۱/۹۶۴^{ns}
	خطا	۱/۹۲۵	۲۴	
وزن خشک ساقه (گرم)	اندام (A)	۰/۰۴۶	۱	۰/۲۶۳^{ns}
	غلظت (B)	۰/۵۳۴	۳	۳/۰۸۱*
	اندام × غلظت (A×B)	۰/۲۳۷	۳	۱/۳۶۹^{ns}
	خطا	۰/۱۷۳	۲۴	
آب ریشه (گرم)	اندام (A)	۱/۶۸۲	۱	۹/۱۳۹**
	غلظت (B)	۲/۶۱۴	۳	۱۴/۲۰۵**
	اندام × غلظت (A×B)	۰/۸۱۸	۳	۴/۴۴۵*
	خطا	۰/۱۸۴	۲۴	
آب ساقه (گرم)	اندام (A)	۱/۶۱۷	۱	۱/۴۰۱^{ns}
	غلظت (B)	۳/۵۵۱	۳	۳/۰۷۶*
	اندام × غلظت (A×B)	۲/۱۷۲	۳	۱/۸۸۲^{ns}
	خطا	۱/۱۵۴	۲۴	
نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه (گرم)	اندام (A)	۰/۰۰۱	۱	۰/۴۶^{ns}
	غلظت (B)	۰/۰۰۱	۳	۰/۶۹^{ns}
	اندام × غلظت (A×B)	۰/۰۰۰	۳	۰/۱۸^{ns}
	خطا	۰/۰۰۲	۲۴	

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



شکل ۱- مقایسه میانگین رویش قطری (الف)، وزن تر ریشه (ب) و آب ریشه (ج) نهال‌های حرا تحت تأثیر عصاره‌های برگ و ریشه

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

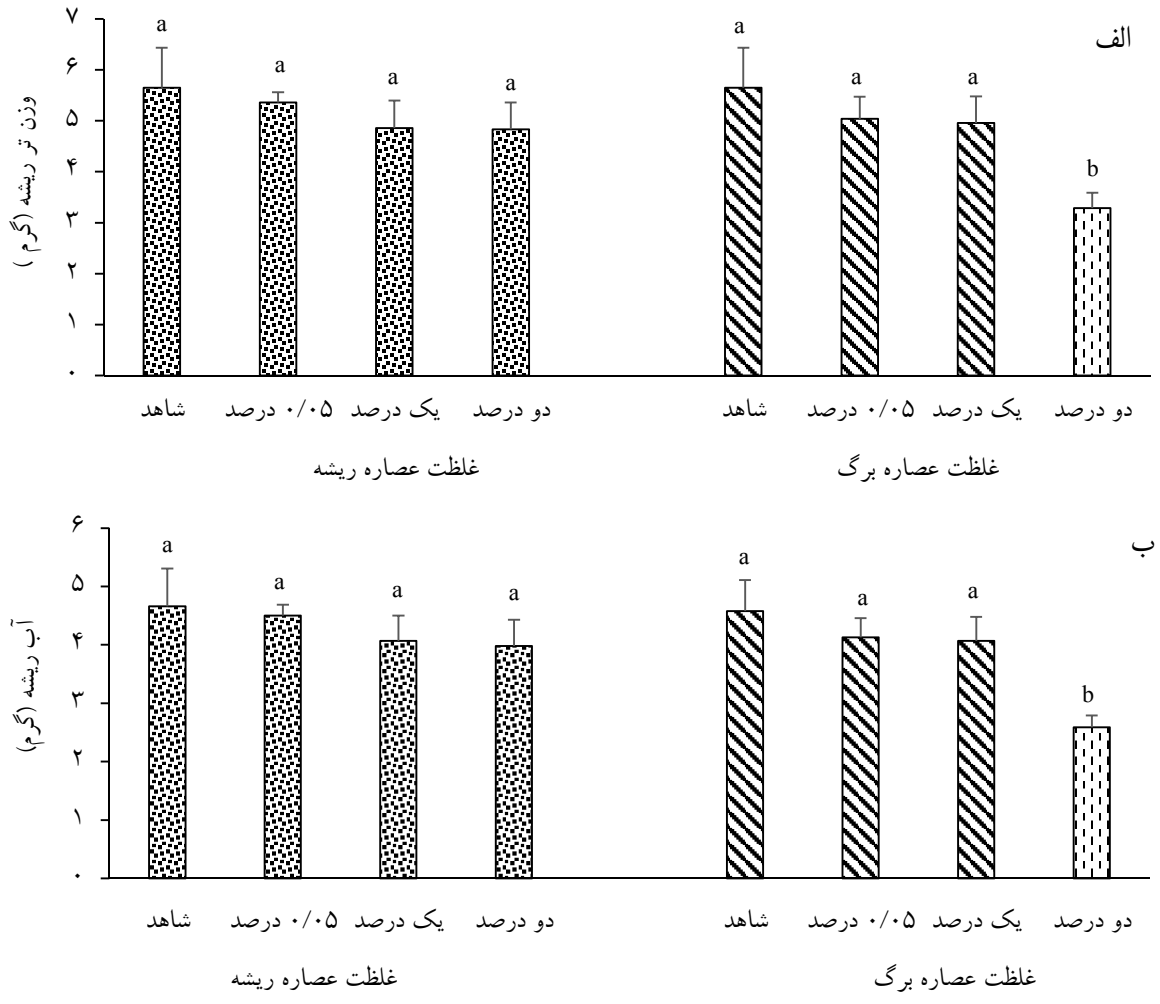
نتایج آزمون دانکن نشان داد که با افزایش غلظت عصاره‌های برگ و ریشه، میانگین همه ویژگی‌های رویشی نهال‌های حرا (به‌جز نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه) به‌صورت تدریجی کاهش یافتند (جدول ۲). در همه این ویژگی‌ها، بیشترین اختلاف بین نهال‌های شاهد و تیمار غلظت دو درصد عصاره‌های برگ و ریشه مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). به‌عنوان مثال، این تیمارها به‌ترتیب با ۵/۵۸ و ۴/۶۳ میلی‌متر، بیشینه و کمینه رویش قطری را به‌خود اختصاص دادند. همچنین، طول ریشه در نهال‌های آبیاری‌شده با غلظت دو درصد عصاره‌های برگ و ریشه (۲۱/۷۱ سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری نسبت به نهال‌های شاهد (۲۷/۷۳ سانتی‌متر) کمتر بود (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین ± اشتباه معیار برای ویژگی‌های رویشی و زی‌توده نهال‌های حرا بین تیمارهای مختلف غلظت عصاره‌های برگ و ریشه

متغیر	غلظت عصاره‌های برگ و ریشه			
	شاهد	۰/۰۵ درصد	یک درصد	دو درصد
رویش ارتفاعی (سانتی‌متر)	۲۹/۲۷ ^{a} ± ۱/۰۷	۲۵/۹۲ ^{b} ± ۱/۱۶	۲۴/۹۷ ^{b} ± ۰/۹۱	۲۴/۴۶ ^{b} ± ۰/۸
تعداد برگ	۱۴/۵۸ ^{a} ± ۰/۹۹	۱۳/۵۸ ^{a} ± ۰/۷۷	۱۱/۵۸ ^{b} ± ۰/۳۴	۱۱/۵۴ ^{b} ± ۰/۴۶
رویش قطری (میلی‌متر)	۵/۵۸ ^{a} ± ۰/۱۴	۵/۱۵ ^{b} ± ۰/۹۹	۴/۹۱ ^{bc} ± ۰/۸۴	۴/۶۳ ^{c} ± ۰/۱۱
طول ریشه (سانتی‌متر)	۲۷/۷۳ ^{a} ± ۰/۷۴	۲۴/۲ ^{b} ± ۰/۴۱	۲۳/۰۷ ^{bc} ± ۰/۴۶	۲۱/۷۱ ^{c} ± ۰/۵۱
وزن تر ریشه (گرم)	۵/۶۵ ^{a} ± ۰/۲۵	۵/۲ ^{ab} ± ۰/۱۲	۴/۹۱ ^{b} ± ۰/۱۷	۴ /۰۶ ^{c} ± ۰/۳۲
وزن خشک ریشه (گرم)	۱/۰۲ ^{a} ± ۰/۰۷	۰/۸۸ ^{ab} ± ۰/۴۵	۰/۸۴ ^{b} ± ۰/۰۴	۰/۷۷ ^{b} ± ۰/۰۴
وزن تر ساقه (گرم)	۱۲/۷۷ ^{a} ± ۰/۳۸	۱۲/۱۳ ^{a} ± ۰/۳۸	۱۱/۶۳ ^{ab} ± ۰/۷	۱۰/۵۹ ^{b} ± ۰/۵۱
وزن خشک ساقه (گرم)	۳/۵۴ ^{a} ± ۰/۰۸	۳/۳۹ ^{a} ± ۰/۱۶	۳/۲۹ ^{ab} ± ۰/۱۷	۲/۹۳ ^{b} ± ۰/۱۴
آب ریشه (گرم)	۴/۶۲ ^{a} ± ۰/۱۹	۴/۳۱ ^{ab} ± ۰/۱۱	۴/۰۷ ^{b} ± ۰/۱۳	۳/۲۹ ^{c} ± ۰/۲۸
آب ساقه (گرم)	۹/۲۳ ^{a} ± ۰/۳۶	۸/۷۴ ^{ab} ± ۰/۲۶	۸/۳۴ ^{ab} ± ۰/۵۴	۷/۶۶ ^{b} ± ۰/۳۸
نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک ساقه (گرم)	۰/۲۸ ^{a} ± ۰/۰۲	۰/۲۶ ^{a} ± ۰/۰۲	۰/۲۵ ^{a} ± ۰/۰۱	۰/۲۶ ^{a} ± ۰/۰۱

حرف‌های متفاوت در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل اندام و غلظت بر وزن تر ریشه و آب ریشه نشان داد که اثرات بازدارندگی اندام‌های گیاه (ریشه و برگ) در غلظت‌های مختلف، متفاوت هستند. وزن تر ریشه، اختلاف معنی‌داری بین غلظت دو درصد عصاره برگ و تیمارهای دیگر داشت، اما این اختلاف بین غلظت‌های مختلف عصاره ریشه معنی‌دار نبود (شکل ۲- الف). همچنین، با افزایش غلظت عصاره ریشه حرا از مقدار آب ریشه نهال‌ها کاسته شد، اما این کاهش معنی‌دار نبود. این کاهش در عصاره برگ بین غلظت دو درصد و تیمارهای دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل ۲- ب).



شکل ۲- مقایسه میانگین وزن تر ریشه (الف) و آب ریشه (ب) نهال‌های حرا تحت اثرات متقابل اندام و غلظت

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

بحث

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که همه ویژگی‌های رویشی و نیز زی‌توده نهال‌های آبیاری‌شده با عصاره‌های برگ و ریشه حرا نسبت به نهال‌های شاهد کمتر بودند. Nazim و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی اثرات آسیب‌رسان این گونه در پاکستان، نتایج مشابهی را گزارش کردند. اثرات بازدارندگی حاصل از ترکیب‌های آللوشیمیایی آزادشده شامل فنول‌ها، تانن‌ها، آزادیراکتین و ریسینین از برگ و هوابَرهای حرا سبب تأخیر در جوانه‌زنی، کاهش تعداد برگ و افت رشد اندام‌های

مختلف در نهال‌های حرا می‌شود. شستشوی این ترکیب‌های مهارکننده رشد از تاج درختان حین بارش و انتقال آن‌ها به‌صورت محلول به رویشگاه می‌تواند یکی از عوامل مهم در کاهش رشد نهال‌های حرا در عرصه باشد (Nazim *et al.*, 2014). از عوامل دیگر می‌توان به تجزیه برگ و هوابَرهای پوسیده و آزادسازی ترکیب‌های شیمیایی مختلف آن‌ها به محیط رویشی اشاره کرد که در غلظت‌های معین سبب جلوگیری از رشد گونه‌های مشابه می‌شوند (Nazim *et al.*, 2014).

مقایسه میانگین اثرات متقابل اندام و غلظت‌های عصاره برگ و ریشه نشان داد که عصاره دو درصد برگ سبب کاهش معنی‌دار وزن تر و آب ریشه نسبت به تیمارهای دیگر شد، درحالی‌که این اثر بین عصاره‌های مختلف ریشه معنی‌دار نبود. Clarke و Hannonl (۱۹۷۱) نیز نشان دادند که برگ‌های مانگرو در مقایسه با هوابَرها، نقش بازدارندگی بیشتری دارند که ممکن است به‌دلیل اثر اسمزی برگ باشد. به‌طورکلی، تانن‌های گیاهی در برگ، ساقه و ریشه گونه‌های مانگرو وجود دارند (Chen et al., 2019)، اما ترکیب‌های آللوشیمیایی بازدارنده رویش در برگ‌های حرا بیشتر از هوابَرهای آن است. Lang و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی دگرآسیبی K. obovata گزارش کردند که وجود تانن در برگ‌های این گونه، اثرات آسیب‌رسان و بازدارندگی بر جوانه‌زنی و رشد گونه‌های دیگر مانگرو دارد. براساس نتایج Kathiresan و Thangam (۱۹۸۹) نیز نهال‌های چندل (Rhizophora mucronata) به‌دلیل شیرابه برگ‌های بستر جنگل، استقرار ضعیفی دارند که ممکن است در رشد اندک این نهال‌ها، نقش داشته باشند، بنابراین مقدار بیشتر ترکیب‌های بازدارنده در برگ نسبت به ریشه سبب کاهش معنی‌دار ویژگی‌های رویشی نهال‌های آبیاری‌شده با عصاره برگ‌های گونه آسیب‌رسان می‌شود.

براساس نتایج دیگر پژوهش پیش‌رو، ویژگی‌های مورد بررسی در نهال‌های حرا با افزایش غلظت عصاره‌های برگ و ریشه، روند کاهشی داشتند که ممکن است به‌دلیل وجود ترکیب‌های بازدارنده فنولیکی در این عصاره‌ها باشد. Lang و همکاران (۲۰۲۱) نتایج مشابهی را برای اثر منفی *K. obovata* بر *A. corniculatum* گزارش کردند. همچنین، Getachew و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثرات آسیب‌رسان *Prosopis juliflora* بر گونه‌های بومی گیاهی در اتیوپی گزارش کردند که علت کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در غلظت‌های زیاد عصاره‌های ریشه و پوست گونه مذکور را می‌توان به افزایش غلظت ترکیب‌های بازدارنده محلول و درنتیجه، تقویت قدرت بازدارندگی آن‌ها نسبت داد. ازطرف دیگر، افزایش غلظت مواد آللوشیمیایی و رسیدن آن به آستانه بحران نیز اثر بازدارندگی بر سیستم آنتی‌اکسیدانی گونه‌های مانگرو دارد (Lang *et al.*, 2021). همین عامل ممکن است که یکی از علت‌های مهم کاهش رشد و واکنش منفی نهال‌های حرا تحت تأثیر غلظت زیاد عصاره‌های برگ و ریشه درختان این گونه باشد.

بیشینه و کمینه آب ریشه در پژوهش پیش‌رو به‌ترتیب در نهال‌های شاهد و تیمار دو درصد عصاره‌های برگ و ریشه حرا مشاهده شد. همچنین، وزن‌های تر ساقه و ریشه در نهال‌های شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار دو درصد عصاره‌های برگ و ریشه بودند. مواد آللوشیمیایی به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه ازطریق تأثیر بر فرایندهای فیزیولوژیکی سبب افت رشد در مرحله گیاهچه‌ای، تقلیل سطح برگ، کاهش در تولید ماده خشک، رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها و درنتیجه، توقف رشدونمو گیاهان می‌شوند. ترکیب‌های مذکور به روش‌های مختلفی مانند تبخیر از سطح برگ، آب‌شویی از شاخه و برگ، ترشح از ریشه و تجزیه باقی‌مانده‌های گیاهی انتشار می‌یابند (Behdad *et al.*, 2015). این عوامل می‌توانند در کاهش رطوبت نهال‌های حرا تحت تأثیر غلظت زیاد عصاره‌های برگ و ریشه درختان این گونه، نقش داشته باشند. به‌طورکلی، نتایج پژوهش پیش‌رو حاکی از اثرات آسیب‌رسان درختان حرا بر رویش و استقرار نهال‌های خود در عرصه هستند. همچنین، قدرت بازدارندگی برگ‌های حرا نسبت به هوابَرها و نیز در غلظت‌های زیاد افزایش می‌یابد. این یافته‌ها، دانش ما را درباره سازوکارهای مواد آللوشیمیایی در باززایی طبیعی

جنگل‌های مانگرو افزایش می‌دهد و درزمینه به‌کارگیری راهبردهای مؤثر در احیا و حفاظت از جنگل‌های حرا، مفید خواهد بود. درنهایت، در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی برای انتخاب تراکم مناسب در نهال‌کاری با این گونه و مکان‌یابی صحیح برای واکاری، جنگل‌کاری و احیای جنگل‌های مانگرو پیشنهاد می‌شود که نهال‌های حرا با فاصله از تنه درختان کاشته شوند.

سپاسگزاری

پژوهش پیش‌رو، حاصل فعالیت نویسنده اول به‌عنوان محقق معین در شهرستان سیریک است که فعالیت میدانی و آزمایشگاهی آن با همکاری نویسندگان دیگر مقاله انجام شد. بدین‌وسیله از همکاری اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان سیریک به‌منظور فراهم کردن امکانات لازم برای انجام این پژوهش تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Ashrafi, Z.Y., Sadeqhi, S. and Mashhadi, H.R., 2007. Allelopathic effects of barley (*Hordeum vulgare*) on germination and growth of wild barley (*H. spontaneum*). Pakistan Journal of Weed Science Research, 13(1-2): 99-112.
- Asrat, G. and Seid, A., 2017. Allelopathic effect of Meskit (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) aqueous extracts on tropical crops tested under laboratory conditions. Momona Ethiopian Journal of Science, 9(1): 32-42.
- Band-Schmidt, C.J., Zumaya-Higuera, M.G., López-Cortés, D.J., Leyva-Valencia, I., Quijano-Scheggia, S.I. and Hernández-Guerrero, C.J., 2020. Allelopathic effects of *Margalefidinium polykrikoides* and *Gymnodinium impudicum* in the growth of *Gymnodinium catenatum*. Harmful Algae, 96: 101846.
- Behdad, A., Abrishamchi, P. and Jankju, M., 2015. Relation to phonology, phenolics content and allelopathic effect of *Artemisia khorassanica* Krasch. on growth and physiology *of Bromus kopetdaghensis* Drobov. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 28(2): 243-256 (In Persian).
- Chen, S., Wang, Q., Lu, H., Li, J., Yang, D., Liu, J. and Yan, C., 2019. Phenolic metabolism and related heavy metal tolerance mechanism in *Kandelia Obovata* under Cd and Zn stress. Ecotoxicology and Environmental Safety, 169: 134-143.
- Clarke, L.D. and Hannon, N.J., 1971. The mangrove swamp and salt marsh communities of the Sydney district: III. Plant growth in relation to salinity and waterlogging. Journal of Ecology, 58(2): 351-369.
- Einhellig, F.A., 2002. The physiology of allelochemicals action: clues and views: 1-23. In: Reigosa, M.J. and Petrole, N. (Eds.). Allelopathy: From Molecules to Ecosystems. Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire, 316p.
- El-Khatib, A., Hegazy, A.K. and Gala, H.K., 2004. Does allelopathy have a role in the ecology of *Chenopodium murale*? Annales Botanici Fennici, 41(1): 37-45.
- Fakhrzadegan, I., Hassanshahian, M. and Askari, M., 2016. Isolation and identification of crude oil degrading bacteria from mangrove forests of Khamir and Minab ports located at north of Persian Gulf. Journal of Aquatic Ecology, 5(3): 70-79 (In Persian).
- Getachew, S., Demissew, S. and Woldemariam, T., 2012. Allelopathic effects of the invasive *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. on selected native plant species in Middle Awash, Southern Afar Rift of Ethiopia. Management of Biological Invasions, 3(2): 105-114.
- Ghasemi, A., Fallah, A. and Shattaii Joibary, Sh., 2016. Allometric equations for estimating standing biomass of *Avicennia marina* in Bushehr of Iran. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 66(2): 691-697.
- Kathiresan, K. and Thangam, T.S., 1989. Effect of leachates from mangrove leaf on rooting of Rhizophora seedlings. Geobios, 16(1): 27-29.
- Lang, T., Wei, P., Chen, X., Fu, Y., Tam, N.F., Hu, Z., ... and Zhou, H., 2021. Microcosm study on allelopathic effects of leaf litter leachates and purified condensed tannins from *Kandelia obovata* on germination and growth of *Aegiceras corniculatum*. Forests, 12(8): 1000.
- MacFarlane, G.R., Pulkownik, A. and Burchett, M.D., 2003. Accumulation and distribution of heavy metals in the grey mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.)Vierh.: biological indication potential. Environmental Pollution, 123(1): 139-151.
- Mohebi, Z., Tavili, A., Zare Chahouki, M.A. and Jafari, M., 2010. Allelopathic effects of *Artemisia sieberi* on seed germination and initial growth properties of *Stipa barbata*. Rangeland, 4(2): 298-307 (In Persian).
- Moslehi, M., 2018. Ecological value of endangered mangrove ecosystems. Human and Environment, 46(3): 148-168 (In Persian).
- Moslehi, M., Ahmadi, A., Bijani, A., Sadeghi, M., Hassani, M. and Sadeghi, S.M., 2021. The allelopathy effects of *Prosopis juliflora* (SW) DC (Mesquite) on

emergence characteristics of *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne and *Acacia oerfota* (Forssk). Schweinf. Iranian Journal of Forest, 13(1): 87-102 (In Persian).
- Nazim, K., Ahmed, M., Shaukat, S.S., Uzair Khan, M. and Hussian, S.S., 2014. Auto toxicity of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh in Pakistan. Pakistan Journal of Botany, 46(2): 465-470.
- Ouaeslati, O., 2003. Allelopathy in two durum wheat (*Triticum durum* L.) varieties. Agriculture, Ecosystems and Environment, 96(1-3): 161-163.
- Pezzolesi, L., Accoroni, S., Rindi, F., Samorì, C., Totti, C. and Pistocchi, R., 2021. Survey of the allelopathic potential of Mediterranean macroalgae: production of long-chain polyunsaturated aldehydes (PUAs). Phytochemistry, 189: 112826.
- Stamp, N., 2003. Out of the quagmire of plant defense hypotheses. The Quarterly Review of Biology, 78(1): 23-55.
- Sun, S., Hu, S., Zhang, B., Sun, X. and Xu, N., 2021. Allelopathic effects and potential allelochemical of *Sargassum fusiforme* on red tide microalgae *Heterosigma akashiwo*. Marine Pollution Bulletin, 170: 112673.
- Wu, X., Cai, Y., Shi, F., Duan, L., Zhang, Q. and Xu, N., 2021. Characterization of allelopathic compounds from the harmful dinoflagellate, *Cochlodinium geminatum*. Harmful Algae, 107: 102069.

Investigation of initial growth of grey mangrove (*Avicennia Marina* (Forssk.) Vierh.) seedling affected by root and leaf extracts of mother trees

M. Moslehi [1], S. Behrouzi Khorgou [2], A. Bijani [3], M. Abadeh [4*], H. Parvaresh [5] and A. Khalil Ariya [5]

1- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandar Abbas, Iran
2- Ph.D. Student of Environmental Management, Department of Environmental Sciences, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran
3- Ph.D. Student of Environmental Science and Engineering, Department of Environmental Sciences, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran
4*- Coreresponding Author, Senior Research Expert, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandar Abbas, Iran. E-mail: mahmood.abadeh@gmail.com
5- Assistant Prof., Department of Environmental Sciences, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran

Received: 04.01.2021 Accepted: 20.02.2022

Abstract

Despite the initial need of seeds and seedlings of grey mangroves (*Avicennia Marina* (Forssk.) Vierh.) for semi-shade, they are very low under the canopy of trees of this species in Hormozgan province, Iran. For this purpose, in this study, the effects of possible inhibition of pneumatophores and leaves of mangrove trees on the vegetative characteristics of grey mangrove seedlings in greenhouse conditions have been investigated. After collection of propagules from healthy mother trees and cultivating them in September 2020, propagules were irrigated with concentrations of 0, 0.05, 1 and 2% of leaf and root extracts. After six months, the vegetative and biomass characteristics of mangrove seedlings were measured in different treatments and evaluated using two-way analysis of variance and Duncan test. The results showed that the diameter of growth (5.58 mm), height (29.27 cm), root length (27.73 cm), number of leaves (14.58) and root fresh weight (5.65 g) were the highest in the control treatment. Also in control and 2% treatment, root dry weight (1.02 and 0.77 g), stem fresh weight (12.77 and 10.59 g), stem dry weight (3.54 and 2.93 g), root water (4.62 and 3.29 g) and stem water (9.23 and 7.66 g) had the highest and lowest values, respectively. Investigation of organ × concentration interactions showed that leaf extract had a significant reduction effects on root fresh weight and root water in 2% treatment compared to those in the other treatments. According to the results, increasing of leaf and root extracts concentration of grey mangrove trees has a inhibitory role on the vegetative characteristics of seedlings of this species, so in reforestaion and afforestation of gery mangrove trees, the seedlings should be planted at a suitable distance from the trees.

Keywords:, Allelopathy, biomass, height growth, mangrove.