



Investigating the process of changes in vegetative characteristics of grey mangrove seedlings (*Avicennia marina* Forssk. Vierh) over time and leaf chlorophyll content in different concentrations of desalination sewage

Sina Behrouzi Khorgou¹ | Hossein Parvaresh^{2*} | Maryam Moslehi³ | Azhir Khalil Ariya⁴

1. Ph.D. Student of Environmental Management, Department of Environmental Sciences, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, I.R. Iran. Email: sinabehroozikh@gmail.com
2. Assist., Prof., Department of Environmental Sciences, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, I.R. Iran. Email: parvaresh163@gmail.com
3. Assist., Prof., Research Division of Natural Resources, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandarabbas, I.R. Iran. Email: maryam.moslehi508@gmail.com
4. Assist., Prof., Department of Environmental Sciences, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, I.R. Iran. Email: khalilaria2010@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received 17 August 2022
Revised 31 October 2022
Accepted 01 November 2022
Published 01 March 2023

Keywords:
Mangrove forests,
Physiological characteristics,
Height growth,
Chlorophyll.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate changes process of vegetative characteristics of mangrove seedlings over time and determination of chlorophyll content in different concentrations of desalination sewage. After collecting propagules from 30 healthy mother trees and planting them, propagules were irrigated with water treatments of 0, 1, 2, 3, 5, 10 and 20% concentration of desalination sewage. Then vegetative characteristics of seedlings were measured every two weeks in different treatments and analyzed using repeated measure model. The amount of chlorophyll a and b were measured by Arnon method and compared using ANOVA. The results showed that changes in height growth, length and radial growth of leaf of mangrove seedlings had significant differences over time. Gradient of height growth and length growth of leaf was sharp at the beginning and then trend increased gradually. Radial leaf growth was slowly increasing with increasing time and was almost zero at the end of the period. The average of height growth, length and radial growth of leaf decreased at high amount of concentration of desalination sewage. The amount of chlorophyll a (5.37mg/g), b (1.30 mg/g) and total chlorophyll (6.67 mg/g) were the highest in the 0% treatment. According to the results, growth slows down over time with increasing age, and at high concentrations, this decline becomes more intense. Therefore, it was recommended that suitable management programs should be used in using of desalination set and sewage removing in order to minimize mangrove forest damages.

Cite this article: Behrouzi Khorgou, H., Parvaresh, M., Moslehi, Khalil Ariya, A. (2023). Investigating the process of changes in vegetative characteristics of grey mangrove seedlings (*Avicennia marina* Forssk. Vierh) over time and leaf chlorophyll content in different concentrations of desalination sewage. *Journal of Forest and Wood Product*, 75 (4), 355-363. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwf.2022.347304.1220>.





انتشارات دانشگاه تهران

نشریه جنگل و فراورده‌های چوب

شاپا الکترونیکی: ۰۵۳۰-۲۳۸۳

سایت نشریه: <https://jfwf.ut.ac.ir>

بررسی روند تغییرات خصوصیات رویشی نهال‌های حرا (*Avicennia marina* Forssk. Vierh) در طول زمان و مقدار کلروفیل برگ در غلظت‌های مختلف پساب آب‌شیرین‌کن

سینا بهروزی خورگو^۱ | حسین پرورش^{۲*} | مریم مصلحی^۳ | آذیر خلیل آریا^۴

۱. دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست، گروه محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران. رایانامه: sinabehroozikh@gmail.com
۲. استادیار، گروه محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران. رایانامه: parvaresh163@gmail.com
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. رایانامه: maryam.moslehi508@gmail.com
۴. استادیار، گروه محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران. رایانامه: khalilaria2010@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۱۰

کلیدواژه‌ها:

جنگل مانگرو،

خصوصیات فیزیولوژیکی،

رشد ارتفاعی،

کلروفیل.

هدف این پژوهش، بررسی روند تغییر خصوصیات رویشی نهال‌های حرا در طول زمان و تعیین مقدار کلروفیل آنها تحت تأثیر غلظت‌های مختلف پساب آب‌شیرین‌کن است. پس از جمع‌آوری بذرها از سی درخت مادری مناسب و کشت آنها در گلدان‌های پلاستیکی، آبیاری با تیمارهای آبی با غلظت صفر، ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد پساب آب‌شیرین‌کن انجام گرفت و هر دو هفته یکبار خصوصیات رویشی در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری و با استفاده از طرح اندازه‌های تکراری آنالیز شد. اندازه‌گیری رنگی‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a و b به روش Arnon انجام گرفت و مقایسه توسط آنالیز واریانس یکطرفه صورت گرفت. نتایج نشان داد که تغییرات رشد ارتفاعی، رشد طولی برگ و رشد عرضی برگ نهال‌های حرا در طول دوره دارای تفاوت معنی‌داری است. شیب رشد ارتفاعی و طولی برگ ابتدا تند بود و سپس با نرخ آهسته‌ای افزایش یافت. رشد عرضی برگ با افزایش زمان، با شیب کندی در حال افزایش بود و در انتهای دوره تقریباً به صفر نزدیک شد. میانگین رشد ارتفاعی و طول و عرض برگ در غلظت‌های زیاد پساب کاهش یافت. کلروفیل a، b و کل با ۵/۳۷، ۱/۳۰ و ۶/۶۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار صفر درصد بیشترین مقدار را داشت. با توجه به نتایج در طول دوره با افزایش سن، رشد کند می‌شود و در غلظت‌های زیاد، این کاهش شدت بیشتری می‌یابد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که برنامه‌های مدیریتی صحیحی در استفاده از آب‌شیرین‌کن و دفع پساب آن انجام گیرد تا آسیب به جنگل‌های مانگرو به حداقل برسد.

استناد: بهروزی خورگو، سینا؛ پرورش، حسین؛ مصلحی، مریم؛ خلیل آریا، آذیر (۱۴۰۱). بررسی روند تغییرات خصوصیات رویشی نهال‌های حرا (*Avicennia marina* Forssk. Vierh) در طول زمان و مقدار کلروفیل برگ در غلظت‌های مختلف پساب آب‌شیرین‌کن رافیایی. *نشریه جنگل و فراورده‌های چوب*، ۷۵ (۴)، ۳۶۳-۳۵۵.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwf.2022.347304.1220>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.



DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwf.2022.347304.1220>

۱. مقدمه

جنگل‌های مانگرو در حد فاصل دریا و خشکی و در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان پراکنش دارند [۱]. با اینکه این بوم‌سازگان دارای خدمات حمایتی، تنظیمی و فرهنگی است [۲]، همچنان در معرض تهدیدهای ناشی از دخالت‌های بشری قرار دارند که در نتیجه آن، تنوع گونه‌ای و سطوح جنگل‌های مانگرو در بسیاری از نواحی به سرعت در حال کاهش است [۳] محققان گزارش کردند که شوری خاک با افزایش غلظت پساب آب‌شیرین‌کن در گلدان‌های نهال‌های حرا (*Avicennia marina Forssk.*) (Vierh)، افزایش یافت و در تیمارهای صفر و ۲۰ درصد به ترتیب با ۲۴ و ۳۰/۴۱ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر کمترین و بیشترین مقدار را داشت. همچنین سطح برگ در تیمار صفر درصد ۲۱/۶۷ سانتی‌متر مربع بود که به‌طور معنی‌داری از سطح برگ در تیمار ۲۰ درصد (۱۴/۵۰ سانتی‌متر مربع) بیشتر بود [۴]. بررسی تأثیر شوری بر رشد برگ و زنده‌مانی علف دریایی مدیترانه‌ای *Posidonia Delile* (*L.*) نشان داد که افزایش شوری اثرهای منفی بر جوانه‌زنی، رشد و زنده‌مانی علف دریایی دارد. بیشترین رشد برگ در شوری بین ۲۵ و ۳۹ psu رخ داد و بعد از آن رشد برگ روند کاهشی یافت. همچنین این گونه علف دریایی در شوری بیشتر از ۳۹ psu و کمتر از ۲۹ psu تلفات زیادی داشت که این تلفات در شوری ۵۰ psu به ۱۰۰ درصد رسید. در شوری بین ۳۹ و ۴۶ psu علف‌های زنده‌مانده به رشد اولیه و در شوری ۳۸ psu به رشد طبیعی خود رسیدند [۵]. براساس پژوهش محققان در بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه نهال علف دریایی مدیترانه‌ای *Posidonia oceanica* (*L.*) Delile، تعداد تیغه‌ها، طول ریشه اولیه و حداکثر طول برگ‌های نهال‌ها با افزایش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد [۶]. جنگل‌های حرای حوضه خلیج فارس در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری واقع شده‌اند و احیای این بوم‌سازگان در صورت نابودی بسیار مشکل خواهد بود [۷]. آب‌شیرین‌کن‌ها تأثیرات مخرب محیط زیستی دارند و با برهم زدن خصوصیات شیمیایی، مقدار شوری و حرارت آب دریا ممکن است سبب تخریب بافت گیاهی منطقه شوند [۸]. با توجه به تغییرات شیمیایی شرایط رویشگاه مانگرو ناشی از پساب آب‌شیرین‌کن و حساسیت آن به فعالیت‌های انسانی و همچنین روند تخریب جهانی مانگرو، بررسی تأثیرات پساب بر روند تغییرات خصوصیات رویشی نهال‌های حرا، مهم‌ترین عامل در توسعه اکوسیستم دریایی ضروری به نظر می‌رسد. هدف این پژوهش بررسی روند تغییر خصوصیات رویشی نهال‌های حرا و تعیین مقدار کلروفیل آنها تحت تأثیر غلظت‌های مختلف پساب آب‌شیرین‌کن است.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱ روش پژوهش

در این پژوهش، ۲۱۰ بذر درشت، کاملاً سالم و بدون آفت و بیماری در فصل بذردهی از جنگل‌های حرای هرمزگان در تابستان ۱۳۹۹ از سی درخت مادری سالم بدون بیماری در رویشگاه طبیعی در منطقه تیب (درختانی با بیش از دو متر ارتفاع و تاج) که در میانه پهنه جزر و مدی و در سطح منطقه پراکنده بودند جمع‌آوری شد. بذرها در شهریور از منطقه تیب به نهالستان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان انتقال یافتند و پس از جدا کردن پریکارپ، در گلدان‌های پلاستیکی با ابعاد (۱۰×۲۵ سانتی‌متر) کشت و روزانه آبیاری شدند. با دوبرگی شدن نهال‌ها در ۶ مهر ۱۳۹۹، ۲۱۰ نهال دوبرگی کاملاً سالم با شادابی درجه ۱ (نبود خمیدگی در ساقه، پیچیدگی برگ، بیماری، آفت، خشکیدگی و زردی برگ) [۹] انتخاب و در پنج دسته شش‌تایی (سی تکرار) چیده شدند و پس از اندازه‌گیری ارتفاع نهال، طول برگ و عرض برگ با خط‌کش با دقت سانتی‌متر، تیمارهای پساب با غلظت‌های صفر، ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد روی نهال‌ها اعمال شد. پساب شامل نیترات (۳/۲ میلی‌گرم بر لیتر)، فسفات (۰/۴۳ میلی‌گرم بر لیتر)، کل مواد جامد معلق (۱۰ میلی‌گرم بر لیتر)، املاح محلول (۳۰۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (۵۴ میلی‌گرم بر لیتر)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (۳۳ میلی‌گرم بر لیتر) بود. اندازه‌گیری خصوصیات رویشی نهال‌ها هر دو هفته یک‌بار تا شش‌ماهگی نهال‌ها تا ۱۲ بهمن ۱۳۹۹ صورت پذیرفت. پساب استفاده‌شده از محل خروجی یکی از آب‌شیرین‌کن‌های شهرستان بندرعباس تهیه و سپس آب دریا (از بندر خمیر بدون هیچ‌گونه ورودی فاضلاب و آلودگی) به آن افزوده شد. برای تهیه تیمارهای پساب با غلظت‌های صفر، ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد به ترتیب ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۵ و ۱۰ لیتر پساب در حجم ۵۰ لیتر آب دریا استفاده شد [۱۰] و سپس هدایت الکتریکی (EC) آنها اندازه‌گیری

شد که به ترتیب ۲۵/۹، ۲۷/۸، ۲۹/۵، ۳۰/۸، ۳۱/۸، ۳۲/۷ و ۳۴/۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. شایان ذکر است که نهال‌ها روزی دو بار با ۵۰۰ سی‌سی آب غرقاب شدند و هر دو هفته یک‌بار، ارتفاع نهال، طول و عرض برگ نهال‌ها اندازه‌گیری شد [۱۱]. از هر تیمار ده نهال انتخاب شد و اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ شامل کلروفیل a و b به روش Arnon در طول موج‌های ۶۶۳ (A) نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b، با محاسبه حجم محلول صاف‌شده (V)، وزن تر نمونه برحسب گرم (W) و توسط اسپکتروفوتومتر مدل Spectronic GENESYS5 صورت پذیرفت (رابطه‌های ۱ و ۲) [۱۲].

$$\text{Chla} = (19.3 \text{ A}663 - 0.86 \text{ A}645) \text{ V}/100\text{W} \quad (۱)$$

$$\text{Chlb} = (19.3 \text{ A}645 - 3.6 \text{ A}663) \text{ V}/100\text{W} \quad (۲)$$

۲.۲. تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS24 تجزیه و تحلیل شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. برای بررسی تغییرات خصوصیات رویشی نهال‌ها و همچنین بررسی کلروفیل برگ در تیمارهای مختلف به ترتیب از طرح اندازه‌های تکراری (GLM) و آنالیز واریانس یکطرفه استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. روند تغییرات رشد ارتفاعی، رشد طولی و عرضی برگ در طول زمان

نتیجه آزمون موخلی نشان داد که فرضیه کروی بودن ماتریس واریانس-کواریانس تأیید نمی‌شود و برای محاسبات از آزمون گرین هاوس-گیسر استفاده شد که فاقد پیشفرض کروی بودن است. براساس نتایج تجزیه واریانس، رشد ارتفاعی، رشد طولی برگ و رشد عرضی برگ در غلظت‌های مختلف پساب در طول زمان دارای اختلاف معنی‌دار است. اثر متقابل زمان بر غلظت پساب آب‌شیرین‌کن نیز معنی‌دار است (جدول ۱).

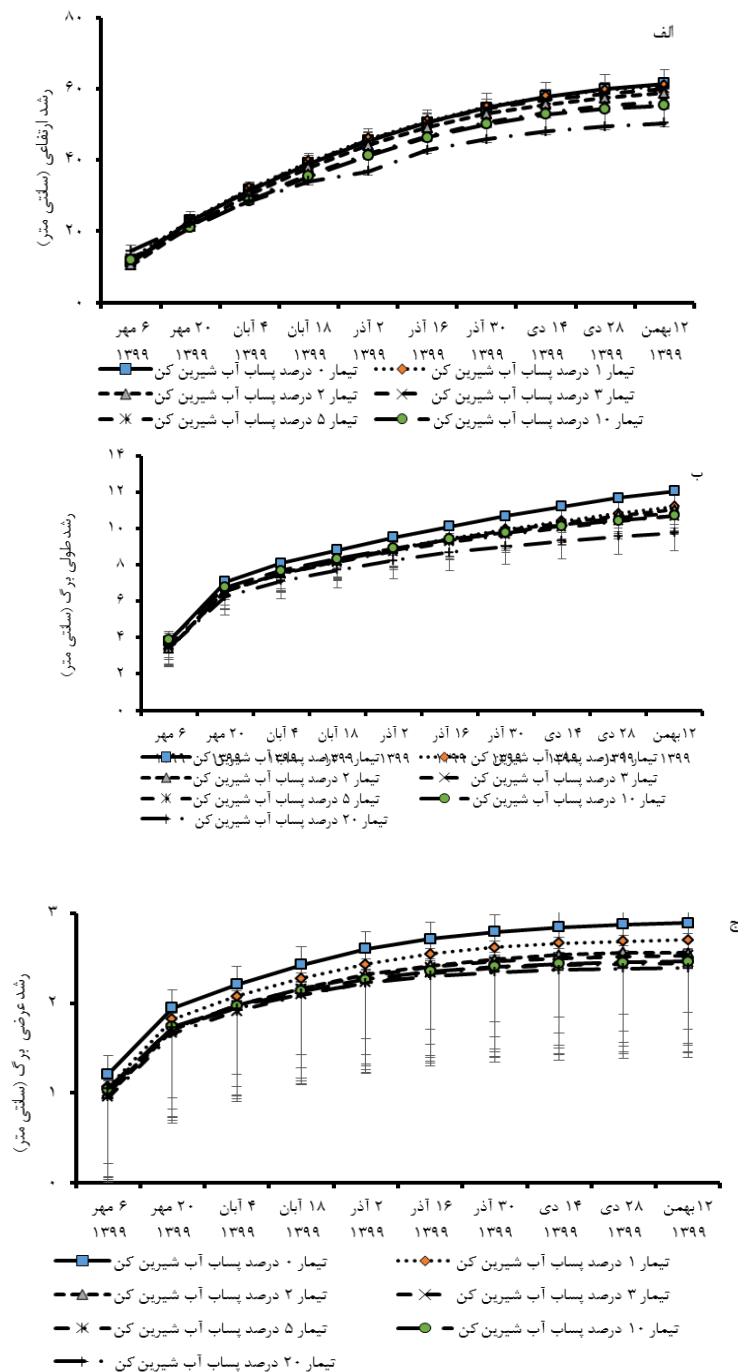
جدول ۱. تجزیه واریانس اثر پساب آب‌شیرین‌کن بر رشد ارتفاعی، رشد طولی برگ و رشد عرضی برگ نهال‌های حرا در زمان‌های مختلف با استفاده از طرح اندازه‌گیری‌های تکراری (سطح احتمال ۹۹ درصد)

متغیر	منبع تغییرات	میانگین مربعات	درجه آزادی	F
رشد ارتفاعی (سانتی‌متر)	زمان	۸۴۸۸/۹۸۲	۹	۶۵۸۷/۶۱۰**
	زمان * غلظت پساب	۳۷۵۱۳/۵۹۸	۲/۰۳۷	۶۵۸۷/۶۱۰**
	آب‌شیرین‌کن	۱۳/۷۵۷	۵۴	۱۰/۶۷۶**
	فرض کروی نبودن	۶۰/۷۹۴	۱۲/۲۲۰	۱۰/۶۷۶**
رشد طولی برگ (سانتی‌متر)	زمان	۱۷۲/۴۱۵	۹	۱۷۴۶۶/۷۴۴**
	زمان * غلظت پساب	۱۵۰۶/۷۵۷	۱/۰۳۶	۱۷۴۶۶/۷۴۴**
	آب‌شیرین‌کن	۰/۲۰۴	۵۴	۲۰/۵۷۷**
	فرض کروی نبودن	۱/۷۷۵	۶/۲۱۵	۲۰/۵۷۷**
رشد عرضی برگ (سانتی‌متر)	زمان	۸/۲۰۳	۹	۴۳۶۱۱/۹۷۲**
	زمان * غلظت پساب	۲۸/۹۸۱	۲/۵۴۷	۴۳۶۱۱/۹۷۲**
	آب‌شیرین‌کن	۰/۰۰۹	۵۴	۴۶/۸۸۸**
	فرض کروی نبودن	۰/۰۳۱	۱۵/۲۸۴	۴۶/۸۸۸**

** معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد، * معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد، ns معنی‌دار نبودن

روند تغییرات رشد ارتفاعی نهال‌های حرا در تیمارهای مختلف از الگوی مشابهی تبعیت کرده است. رشد ارتفاعی در تیمار ۲۰ درصد کمترین مقدار را دارد و رتبه‌های بعدی مربوط به تیمارهای ۱۰، ۵، ۳، ۲ و ۱ درصد است. کمترین رشد ارتفاعی در تیمار ۲۰ درصد و بیشترین رشد ارتفاعی در تیمار صفر درصد مشاهده شد. شیب رشد ارتفاعی در مراحل ابتدایی دوره تند بود و با نرخ فراینده‌ای در حال افزایش است، درحالی که با افزایش طول دوره، شیب تغییرات کاهش یافت که با نرخ آهسته‌ای در حال فزونی است. روند کاهش شیب رشد در تیمارهای پساب به‌ویژه ۲۰ درصد بسیار مشهود است (شکل ۱ الف). تغییرات رشد طولی و

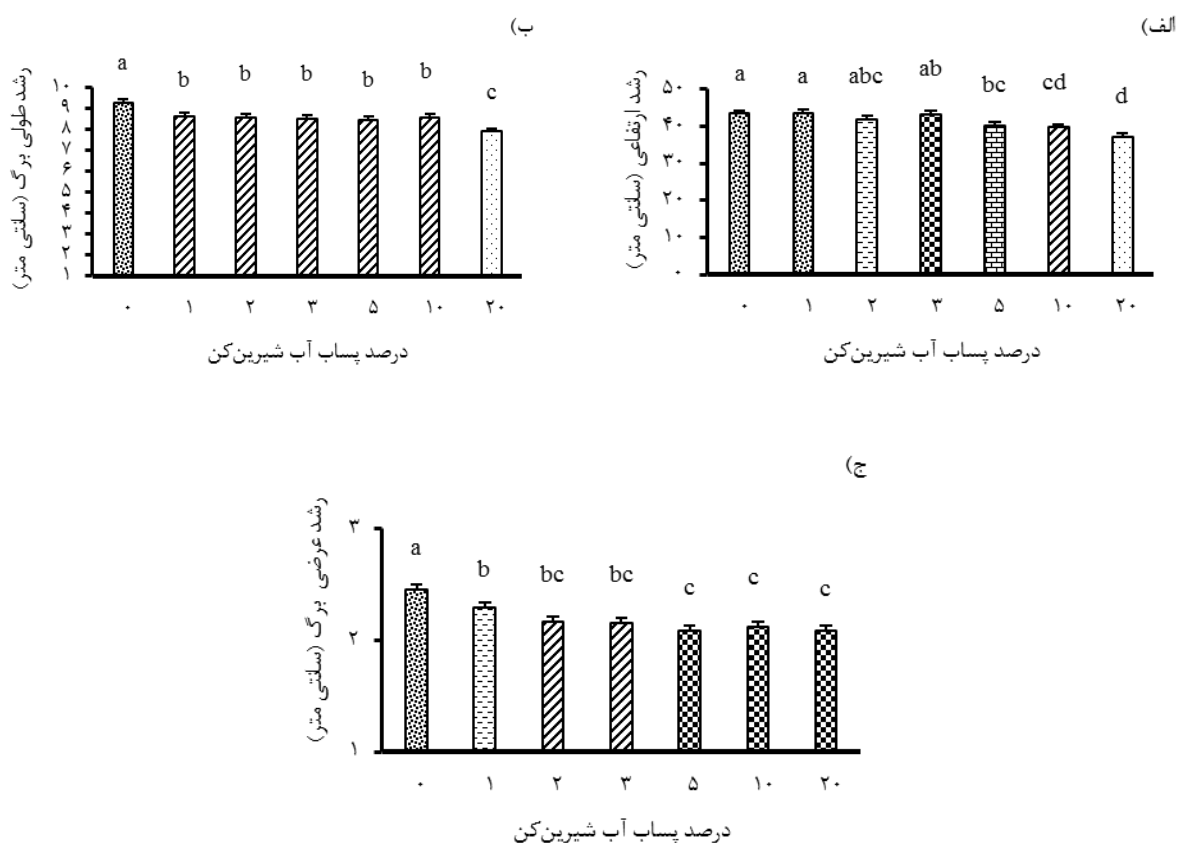
عرضی برگ همانند رشد ارتفاعی الگوی مشابهی دارد، با این تفاوت که شیب رشد در ماه اول به‌خصوص در رشد طولی برگ، جهش بسیار چشمگیری داشته است (شکل ۱ ب و ج). پس از گذشت زمان، رشد طولی برگ حالت متعادل‌تری گرفت که با نرخ به‌نسبت ثابتی رو به افزایش نهاده است، ولی در تیمار صفر درصد طول برگ با شیب بیشتری در حال افزایش است (شکل ۱ ب). روند رشد عرضی برگ با گذشت زمان کاهش یافت تا حدی که در پایان دوره تحقیق، تقریباً به صفر رسید (شکل ۱ ج). در مجموع مقدار رشد عرضی برگ در تیمار صفر درصد و سپس ۱ درصد در طول دوره بیشتر از تیمارهای دیگر بوده است (شکل ۱). پژوهشگران این موضوع را تأیید کردند که روند کاهش رشد طولی برگ، تعداد برگ و همچنین کاهش فعالیت فتوسنتزی در شوری زیاد ناشی از ایجاد سمیت در بافت‌های مریستیک و افزایش تقاضای کربن در مقایسه با شوری کم در گونه *Posidonia oceanica* (L.) Delile در طی دوره زمانی پنجاه‌روزه بوده است [۶].



شکل ۱. روند تغییرات رشد ارتفاعی (الف)، رشد طولی برگ (ب) و رشد عرضی برگ (ج) در نهال‌های حرا در تیمارهای تحت بررسی در طول زمان

مقایسه میانگین‌های رشد ارتفاعی نشان داد که بیشترین رشد ارتفاعی با ۴۳/۷۰ و ۴۳/۴۰ سانتی‌متر به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱ درصد و صفر درصد و کمترین رشد ارتفاعی با ۳۷/۱۹ سانتی‌متر مربوط به تیمار ۲۰ درصد است. اثر کاهشی پساب از تیمار ۵ درصد آغاز شد. در تیمار ۲۰ درصد بیشترین اثر کاهشی پساب بر رشد ارتفاعی مشاهده شد (شکل ۲ الف). اجمل خان و عزیز (۲۰۰۱) نیز با بررسی تحمل شوری در گونه‌های مانگرو تأیید کردند که با افزایش شوری، کاهش معنی‌داری در ارتفاع گونه‌های مانگرو مشاهده شد [۱۳]. بنابراین می‌توان گفت که درختان مانگرو اساساً در برابر شوری زیاد و اکسیژن کم مقاوم‌اند، ولی قرار گرفتن آنها در شوری بسیار زیاد به مدت طولانی، با ایجاد تغییر در جذب آب و محدودیت تبادلات گازی سبب کاهش رشد و عملکرد درختان می‌شود که نتیجه آن ایجاد درختان کوچک، باریک و ضعیف و افزایش مرگ‌ومیر نهال‌هاست [۱۴]. بیشترین رشد طولی برگ با ۹/۳۰ سانتی‌متر در تیمار صفر درصد و کمترین رشد طولی برگ با ۷/۹۲ سانتی‌متر در تیمار ۲۰ درصد مشاهده شد. در تیمارهای ۱ درصد تا ۱۰ درصد تفاوت معنی‌داری در رشد طولی برگ مشاهده نشد و اثر منفی پساب بر رشد طولی برگ در تیمار ۲۰ درصد مشاهده شد (شکل ۲ ب).

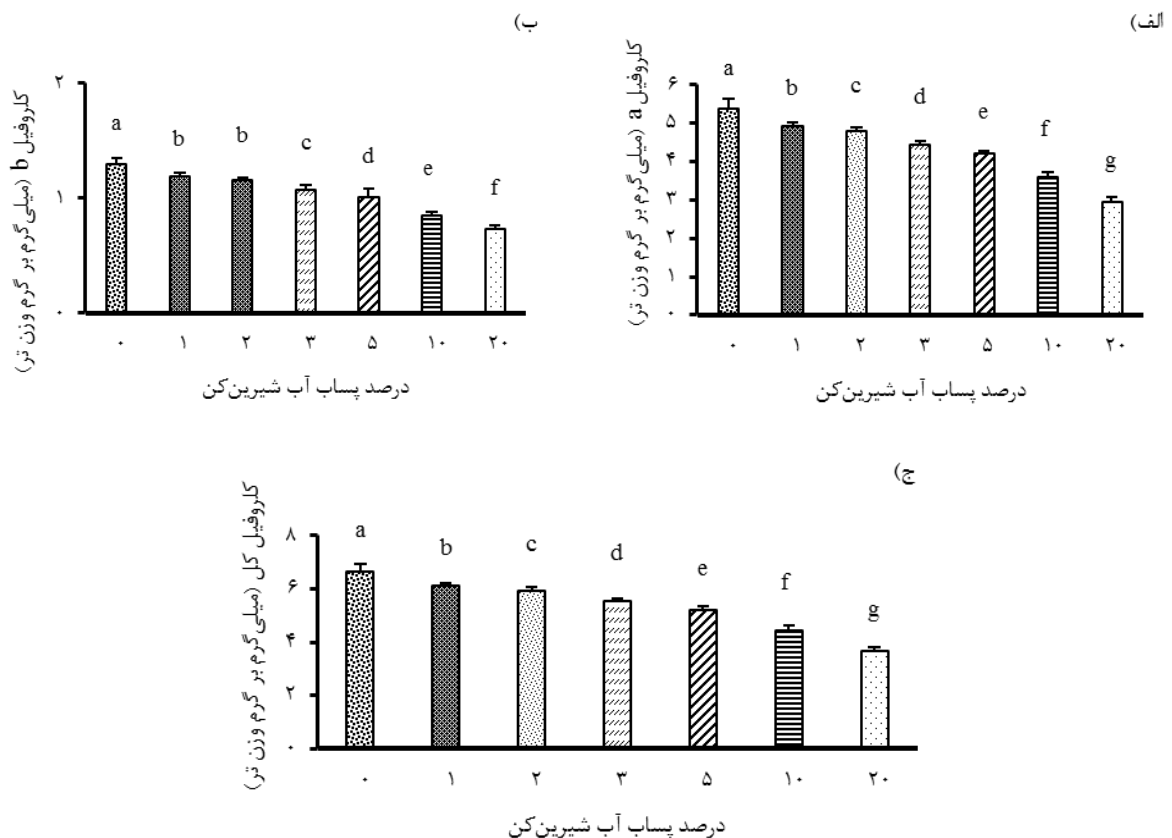
فرناندز و سانچز (۲۰۱۳) نیز در تحقیق خود در زمینه اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه نهال علف دریایی مدیترانه‌ای *Delile Posidonia oceanica* (L.) نتیجه گرفتند که طول برگ در شوری ۵۱ psu به‌طور معنی‌داری کمتر از شوری ۳۷ psu بوده است [۶]. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده رشد عرضی برگ در تیمار صفر درصد ۲/۴۵ سانتی‌متر بود که به‌طور معنی‌داری از رشد عرضی برگ در تیمار ۲۰ درصد (۲/۰۸ سانتی‌متر) بیشتر است. اثر منفی پساب بر رشد عرضی برگ از غلظت ۵ درصد آغاز شد. بین تیمارهای ۲ و ۳ درصد و همچنین بین تیمارهای ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲ ج).



شکل ۲. مقایسه میانگین رشد ارتفاعی (الف) رشد طولی برگ (ب) و رشد عرضی برگ (ج) در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن

سوارز و مدینا (۲۰۰۵) در بررسی تأثیر شوری بر رشد گیاه و تعداد برگ در گونه *Avicennia germinans L.* به این نتیجه رسیدند که اثر شوری بر عرض برگ کمتر از طول برگ بوده و سبب ایجاد برگ‌های مستطیلی و دایره‌ای به‌ترتیب در شوری کم و زیاد شده است [۱۵].

به‌روزی خورگو و همکاران (۲۰۲۲) تأیید کردند که افزایش غلظت پساب آب‌شیرین‌کن سبب افزایش شوری خاک و در نتیجه کاهش سطح برگ در غلظت‌های زیاد پساب می‌شود [۴]. شوری زیاد، ظرفیت جداسازی یون‌ها در برگ و جذب کربن را کاهش می‌دهد و سبب تأثیر منفی بر بافت‌های مرستمی و اختلال در متابولیسم کربن و کاهش تقسیم سلولی می‌شود. هنگامی که جذب نمک در سلول‌ها به حداکثر می‌رسد، غلظت آن در دیواره سلولی افزایش می‌یابد که به دلیل کاهش آب، سبب مرگ سلول می‌شود [۱۵، ۵]. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که کلروفیل کل، a و b در تیمارهای مختلف پساب آب‌شیرین‌کن، از اختلاف معنی‌داری برخوردار است براساس مقایسه میانگین‌ها بیشترین کلروفیل a در برگ با ۵/۳۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مربوط به تیمار صفر درصد و کمترین آن با ۲/۹۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مربوط به تیمار ۲۰ درصد بود و اثر کاهشی کلروفیل a در برگ از تیمار ۱ درصد آغاز شد و تا تیمار ۲۰ درصد ادامه داشت (شکل ۳ الف). اثر پساب بر کلروفیل b در برگ از همان غلظت‌های ابتدایی شروع شد و با افزایش غلظت، روند کاهشی به خود گرفت. بیشترین کلروفیل b در برگ با مقدار ۱/۳۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار صفر درصد مشاهده شد و با افزایش غلظت پساب شروع به کاهش کرد و در غلظت ۲۰ درصد پساب به ۰/۷۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در برگ رسید. اثر پساب بر کلروفیل b در تیمارهای ۱ و ۲ درصد تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۳ ب). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مقدار کلروفیل کل در برگ در تیمار صفر درصد ۶/۶۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود که به‌طور معنی‌داری از مقدار کلروفیل کل در برگ در تیمار ۲۰ درصد (۳/۶۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) برگ بیشتر بود (شکل ۳ ج). میترا و بانرجی (۲۰۱۰) رنگدانه‌های نهال‌های گونه *Heritiera fomes* تحت موقعیت‌های مختلف شوری از لحاظ بالا آمدن سطح آب دریا را بررسی کردند. براساس نتایج، کلروفیل کل، a و b با افزایش شوری همبستگی منفی نشان داد و کاهش پیدا کرد [۱۶].



شکل ۳. مقایسه میانگین کلروفیل a (الف)، کلروفیل b (ب) و کلروفیل کل (ج) در برگ نهال‌های حرا در تیمارهای مختلف پساب آب‌شیرین‌کن با استفاده از آزمون دانکن

با توجه به نتایج، افزایش غلظت پساب آب‌شیرین‌کن سبب کاهش کلروفیل و به تبع آن کاهش رشد ارتفاعی، رشد طولی و عرضی برگ شد. نور خورشید برای فتوسنتز، توسط رنگیزه‌های متعددی که در کلروپلاست برگ گیاه وجود دارد جذب می‌شود. این رنگیزه‌ها تأثیر مهمی در سیستم تولید و در نتیجه رشد گیاه دارند. کلروفیل در این میان تأثیر اصلی را در تنظیم مقدار تولید ناشی از فتوسنتز دارد [۱۷]. شایان ذکر است که در شوری بسیار زیاد (بیشتر از آستانه تحمل)، در بسیاری از هالوفیت‌ها تبادل گاز از طریق روزنه‌ها و روش غیرشیمیایی کاهش می‌یابد که با محدودیت در جذب آب، سبب کوچک و ضخیم شدن برگ‌ها و در نهایت کاهش فتوسنتز و رشد گیاه می‌شود [۱۸].

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج نشان داد که خصوصیات رویشی نهال‌های حرا در طول زمان در تیمارهای مختلف پساب آب‌شیرین‌کن، تغییرات معنی‌داری دارد و شیب افزایش رشد با سن نهال کاهش می‌یابد که این مقدار در غلظت‌های زیاد مشهودتر است. این موضوع نشان‌دهنده تأثیرات منفی پساب آب‌شیرین‌کن در طول زمان و غلظت‌های مختلف است. اثر پساب آب‌شیرین‌کن بر مقدار کلروفیل b و a و کل برگ نیز کاهش یافته است. با افزایش غلظت پساب، نرخ کاهش کلروفیل، افزایش یافت، به طوری که در تیمار ۲۰ درصد به کمترین حد خود رسید. با توجه به نتایج پژوهش، توصیه می‌شود در صورت ضرورت استفاده از آب‌شیرین‌کن از سیستم فیلترینگ مناسب و دستگاه‌های به‌روز بهره‌گرفته شود تا آلودگی به حداقل برسد و مکان‌یابی واحدهای آب‌شیرین‌کن نیز با حساسیت بیشتری انجام گیرد تا آسیب به جنگل‌های مانگرو به کمترین حد برسد. یکی از عوامل مهمی که در فرایند بازسازی جنگل‌های حرا باید به آن توجه شود، شناسایی موانع و خطرهای است که رشد این رویشگاه‌ها را دچار آسیب می‌کند. رویشگاه‌های حرا در ایران به دلایل مختلف انسانی در معرض کاهش سطح و تراکم قرار گرفته‌اند. این پژوهش می‌تواند با تأکید بیشتر بر لزوم مکان‌یابی صحیح تأسیسات پساب آب‌شیرین‌کن نسبت به زیستگاه‌های حرا با توجه به تأثیرات منفی پساب در درصدهای زیاد آن بر تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تجدید حیات درختان حرا، تأثیر مهمی در احیا و بازسازی جنگل‌های حرا داشته باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از حمایت‌های مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان و اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان کمال تشکر و قدردانی را ابراز می‌دارند.

References

- [1]. Mashhadi Farahani, M., Ghodrati Shojaei, M., and Weigt, M. (2020). The contribution of different food sources to the diet of *Parasesarma persicum* Naderloo and Schubart 2010 in the mangrove ecosystem of Hara Biosphere Reserve; a stable isotope approach. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 29(5): 13-25. (In Persian).
- [2]. Hajebi, Ab. H., Moslehi, M., and Hassani, M. (2019). Investigation of growth and survival of *Avicennia marina*(Forssk.) Vierh. and *Rhizophora mucronata* (Lam).seedlings in different density and distance planting in intertidal zone. *Forest and Wood Products*, 72(3): 183-191. (In Persian).
- [3]. Moslehi, M. (2018). Ecological value of endangered mangrove ecosystems. *Human & Environment*, 46 (3):148-168. (In Persian).
- [4]. Behrouzi Khorgou, S., Parvareh, 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).
- [5]. Fernández-Torquemada, Y., and Sánchez-Lizaso, J.L. (2005). Effects of salinity on leaf growth and survival of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 320: 57-63.
- [6]. Fernández-Torquemada, Y., and Sánchez-Lizaso, J.L. (2013). Effects of salinity on seed germination and early seedling growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*(L.) Delile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 119: 64-70.
- [7]. Yaghoobzadeh, M., Salmanmahiny, A., Mikaeili Tabrizi, A.R., Danekar, A., and Moslehi, M. (2021). Investigation of shrimp farming effluent effects on vegetative and reproductive characteristics of mangrove forests (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.). *Iranian Journal of Forest*, 13 (3): 271-284. (In Persian).

- [8]. Nezhad naderi, M., Khangani, M. J., and Montazemi Vazifeh doust, R. (2013). Investigation of form of discharging waste water in Bandar Khamir by the empirical equations. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 3(12): 23-30. (In Persian).
- [9]. Keneshloo, H. (2004). Effects of pruning intensity on vitality of *Pinus eldarica* plantation at westTehran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 12(1):111-140. (In Persian).
- [10]. Al-Moaikal, R.M.S., Shukry, W. M., Azzoz, M. M., and Al-Hawas, G.H.S. (2012). Effect of crude oil on germination, growth and seed protein profile of Jojoba (*Simmondsia chinensis*). *Plant Science Journal*, 1(1): 20-35.
- [11]. Amin, B., Nurrachmi, I., and Rumiyyatin, 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.
- [12]. Arnon, A.N. (1967). Methode of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23: 112-121.
- [13]. Ajmal Khan, M., and Aziz.I. (2001). Salinity tolerance in some mangrove species from Pakistan. *Wetlands Ecology and Management*, 9: 219-223.
- [14]. Toledo, G., Rojas, A., and Bashan, Y. (2001). Monitoring of black mangrove restoration with nursery-reared seedlings on an arid coastal lagoon. *Hydrobiologia*, 444: 101-109.
- [15]. Suárez, N., and Medina, E. (2005). Salinity effect on plant growth and leaf demography of the mangrove, *Avicennia germinans* L. *Trees*, 19(6): 722-728.
- [16]. Mitra, A., and Banerjee, K. (2010). Pigments of *Heritiera fomes* seedlings under different salinity conditions: perspective sea level rise. *Mesopotamian Journal of Marine Science*, 25(1): 1-10.
- [17]. Onwurah, I., Ogugua, V., Onyike, N., Ochonogor, A., and Otitoju, O. (2007). Crude oil spills in the environment, effects and some innovative clean-up biotechnologies. *International Journal of Environmental Research*, 1(4): 307-320.
- [18]. Krauss, K.W., Lovelock, C. E., Mc kee, K. L., Lopez-Hoffman, L., Sharon, E., and Sousa, W. P. (2008). Environmental drivers in mangrove establishment and early development: a review. *Aquatic Botany*, 89(2): 105-127.