مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال سیزدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۰
ص ۲۸۴-۲۷۱
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2021.269085.1761
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20086113.1400.13.3.4.7

بررسی اثر پساب مزارع پرورش میگو بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.)

مریم یعقوب‌زاده[۱]، عبدالرسول سلمان ماهینی[۲]، علیرضا میکاییلی تبریزی[۳]، افشین دانه‌کار[۴]، مریم مصلحی[۵]

[۱] دانشجوی دکتری آمایش محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۲] استاد، گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۳] دانشیار، گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۴] استاد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
[۵] 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: ۱۳۹۹/۱۰/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵)

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی اثر پساب مزارع پرورش میگو بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا (*Avicennia marina*) در منطقهٔ تیاب استان هرمزگان است. برای این کار ابتدا دو تودهٔ شاهد و آلوده به پساب خروجی مزارع پرورش میگو انتخاب و در هر کدام، یک تودهٔ سه هکتاری مشخص شد و نمونه‌برداری به‌روش خط نمونه انجام گرفت. بدین ترتیب که در هر یک از توده‌ها، سه ترانسکت ۳۰۰ متری به‌صورت تصادفی- سیستماتیک پیاده شد و در هر ترانسکت، سه پلات ۱۰×۱۰ متری با فاصلهٔ ۱۵۰ متر از یکدیگر مشخص و ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرای با ارتفاع بیشتر از ۱ متر اندازه‌گیری شد. مقایسهٔ ویژگی‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون تی‌استیودنت نشان داد که شادابی درختان حرا، میانگین ارتفاع درخت، طول تاج و تعداد نهال‌ها به‌ترتیب با مقادیر ۲/۵۷، ۳/۵۳ متر، ۳/۵۳ متر و ۸/۵۵ نهال در متر مربع در تودهٔ شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر از تودهٔ آلوده بود. نتایج بررسی مقدار فسفر و نیتروژن نیز نشان داد که مقدار نیتروژن و فسفر در رسوبات جنگل در تودهٔ آلوده به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در تودهٔ شاهد بود. هرچند تحقیقات بیشتری برای تأیید عوامل کاهش‌دهندهٔ رشد حرا لازم است، این پژوهش می‌تواند تأکیدی بر لزوم مطالعات بیشتر در خصوص مکان‌یابی صحیح و صدور مجوز احداث این مزارع و همچنین لزوم تضمین اقدامات مؤثر برای به حداقل رساندن تأثیر خروجی‌ها و فاضلاب حوضچه‌های پرورش میگو بر اکوسیستم‌های حرا باشد.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های حرا، خور تیاب، مواد مغذی، هرمزگان.

مقدمه

جنگل‌های مانگرو در امتداد نوار ساحلی مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر حضور دارند و دامنهٔ وسیعی از کالاها و خدمات اکوسیستمی را برای جوامع ساحلی فراهم می‌کنند (Taghizade et al., 2009). با این‌حال، این جنگل‌ها در نتیجهٔ تغییرات کاربری

* نویسندهٔ مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۳۵۶۰۸۱۱۳۸ ایمیل: yaghobzadehmaryam@yahoo.com

اراضی به‌منظور توسعهٔ آبزی‌پروری و کشاورزی و همچنین گسترش شهرها و روستاها در اطراف آنها در معرض تهدید قرار دارند. نتیجهٔ این تغییرات، افزایش ورود مواد مغذی به این جنگل‌ها بوده است. این تغییرات با اثر بر عملکرد جنگل‌ها می‌تواند آنها را به یکی از منابع ورود گازهای گلخانه‌ای به جو زمین تبدیل کند (Queiroz et al., 2019, 2020). متأسفانه در بسیاری از کشورها، توسعهٔ بی‌رویهٔ فعالیت‌های آبزی‌پروری و پرورش میگو در نزدیکی این جنگل‌ها و در مجاورت آب‌های کرانه‌ای با عوارض محیط زیستی زیادی همراه بوده و سبب افزایش مواد مغذی در آب‌های نزدیک ساحل مجاور آن شده است (Snitvongs, 1995). از پیامدهای افزایش مواد مغذی می‌توان به شکوفایی جلبکی (Paerl, 1997)، تخریب آبسنگ‌های مرجانی (Hughes et al., 2003) کاهش تنوع و انعطاف‌پذیری اکوسیستم‌های ساحلی (Scheffer et al., 2001)، تغییرات کمی و کیفی جوامع کفزی، افزایش شوری آب و تغییر و تحول گونه‌های جانوری و گیاهی در خورها و آب‌های ساحلی اشاره کرد (Claude & Queiroz, 2002 ;Primavera, 1998). عواقب طولانی‌مدت افزایش مواد مغذی در اکوسیستم حرا کمتر بررسی شده است، اما می‌توان گفت با افزایش مواد مغذی در این اکوسیستم، اندام‌های هوایی این اجتماعات گیاهی مانند شاخوبرگ با رشد بیشتری همراه بوده و در مقابل، توسعهٔ سیستم ریشه‌ای محدود مانده است. به این ترتیب در مقابل عوامل تنش‌زای محیطی مانند خشکسالی، درختانی که محیط آنها با افزایش مواد مغذی همراه است در معرض خطر بیشتری قرار دارند (Lovelock et al., 2009). نتایج بررسی Queiroz et al. (2020) نشان داد که دفع پساب مزارع پرورش میگو در جنگل‌های مانگرو و آب‌های اطراف آن سبب افزایش نیتروژن و کربن آلی در آب و رسوب جنگل‌ها می‌شود (مقدار نیتروژن ۵۵۲ میلی‌گرم در هر کیلوگرم و مقدار کربن آلی ۶ گرم در هر کیلوگرم در مقایسه با سایت شاهد بیشتر بود) و به این ترتیب با ورود پساب غنی از مواد مغذی، احتمال وقوع پرغذایی در سیستم‌های ساحلی و خورها افزایش پیدا می‌کند. Sun et al. (2020) اثر درازمدت تخلیهٔ پساب آبزی‌پروری بر ویژگی‌های خاک جنگل‌های مانگرو را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که تخلیهٔ مداوم پساب آبزی‌پروری، سبب تجمع مقادیر زیادی کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر کل در خاک درختان حرا می‌شود. غلظت عناصر یادشده با افزایش فاصله از خروجی کاهش می‌یابد، اما پساب آبزی‌پروری، تأثیر زیادی بر الگوی فضایی ویژگی‌های خاک می‌گذارد و سبب تجمع گستردهٔ نیتروژن کل، فسفر کل و مادهٔ آلی خاک جنگل مانگرو می‌شود و ممکن است سبب آسیب احتمالی به گیاهان حرا و تغییر عملکرد این اکوسیستم شود. Pérez et al. (2020) اثر فعالیت‌های پرورش میگو بر تجمع کربن و مواد مغذی رسوبات جنگل‌های مانگرو در پرو را بررسی کردند. نمونه‌برداری در دو منطقهٔ نزدیک و دور از مزارع پرورش میگو و در هر منطقه از دو سایت پوشیده از جنگل مانگرو و پهنهٔ گلی فاقد پوشش مانگرو انجام گرفت. نتایج آنها نشان داد میانگین غلظت نیتروژن، فسفر و کربن آلی در منطقهٔ پوشیده از جنگل مانگرو در نزدیک مزارع پرورش میگو دوبرابر منطقهٔ دور از مزارع پرورش میگو است. همچنین در پهنهٔ گلی فاقد جنگل‌های مانگرو در نزدیکی مزارع پرورش میگو، میانگین غلظت سه پارامتر یادشده، سه برابر مناطق دور از مزارع پرورش میگو است. نتایج پژوهش Mangora (2016) نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک نهال‌های حرا، رشد درختان افزایش پیدا نمی‌کند؛ اما با افزایش شوری بخش بزرگی از زیست‌توده به ریشه منتقل می‌شود. Lovelock et al. (2009) اثر افزایش نیتروژن و فسفر بر درختان حرا را بررسی کردند. یافته‌های آنها نشان داد که افزایش نیتروژن در مناطق دارای بارندگی و رطوبت کمتر و شوری رسوب بیشتر، سبب مرگ‌ومیر

برخی از درختان حرا می‌شود؛ اما افزایش فسفر تأثیری در مرگ‌ومیر درختان حرا ندارد. آنها بیان کردند که نرخ رشد درختان حرا با افزایش مواد مغذی افزایش می‌یابد، ولی در فصل‌های خشک با بی‌ثبات کردن این جنگل‌ها و کاهش تاب‌آوری آنها نسبت به تغییرات محیطی، مرگ‌ومیر درختان افزایش پیدا می‌کند. Naidoo (2009) به‌مدت دو سال اثر افزایش نیتروژن و فسفر بر رشد درختان حرا را در منطقه‌ای با خاک شور در آفریقای جنوبی بررسی کرد. نتایج او این فرضیه را ثابت کرد که درختان حرا در شوری زیاد منابع بیشتری را به ریشه اختصاص می‌دهند و با افزایش نیتروژن و فسفر رشد و بهره‌وری اتفاق می‌افتد. نتایج همچنین نشان داد در تیمارهایی که خاک با نیتروژن و ترکیب نیتروژن- فسفر غنی شد، ارتفاع درختان و تعداد برگ‌ها بیشتر از تیمار شاهد و تیمار خاک غنی‌شده با فسفر بود. بررسی میزان رشد و مرگ‌ومیر درختان حرا واقع در محدودهٔ تخلیهٔ مواد زاید جامد حاصل از استخرهای پرورش میگو توسط Vaiphasa et al. (2007) انجام گرفت. یافته‌های آنها نشان داد درختانی که تحت تأثیر پساب استخرهای پرورش میگو قرار دارند نرخ رشد کمتر و مرگ‌ومیر بیشتری از مناطق شاهد داشتند. این یافته‌ها نشان‌دهندهٔ اثر منفی رسوبات فاضلاب پرورش میگو بر درختان حرای محدودهٔ مطالعهٔ آنها بود. Feller et al. (2003) محدودیت نیتروژن و فسفر در رشد درختان حرا را بررسی کردند. نتیجه تحقیقات دوسالهٔ آنها نشان داد که افزایش نیتروژن، سبب افزایش تولید برگ، رشد شاخه‌ها و همچنین افزایش نرخ فتوسنتز شد، اما افزایش فسفر هیچ تأثیری بر رشد نداشت. تحقیق آنها همچنین نشان داد که الگوهای محدودیت مواد مغذی در بوم‌سازگان مانگرو پیچیده است و همهٔ فرایندها به مادهٔ مغذی یکسانی واکنش مشابهی نشان نمی‌دهند و در جنگل‌های مختلف مانگرو و در زیستگاه‌های مشابه ممکن است رشد توسط یک مادهٔ مغذی یکسان محدود نشود.

برخی محققان بر این عقیده‌اند که می‌توان از خورها و جنگل‌های حرا برای کاهش ضایعات فعالیت‌های پرورش میگو استفاده کرد و مانگروها می‌توانند محتویات شیمیایی خروجی از مزارع پرورش میگو را تحمل کنند (Gautier et al., 2001)، اما همان گونه که گفته شد احتمال کاهش مقاومت و انعطاف‌پذیری آنها در مقابل تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد (Lovelock et al., 2009).

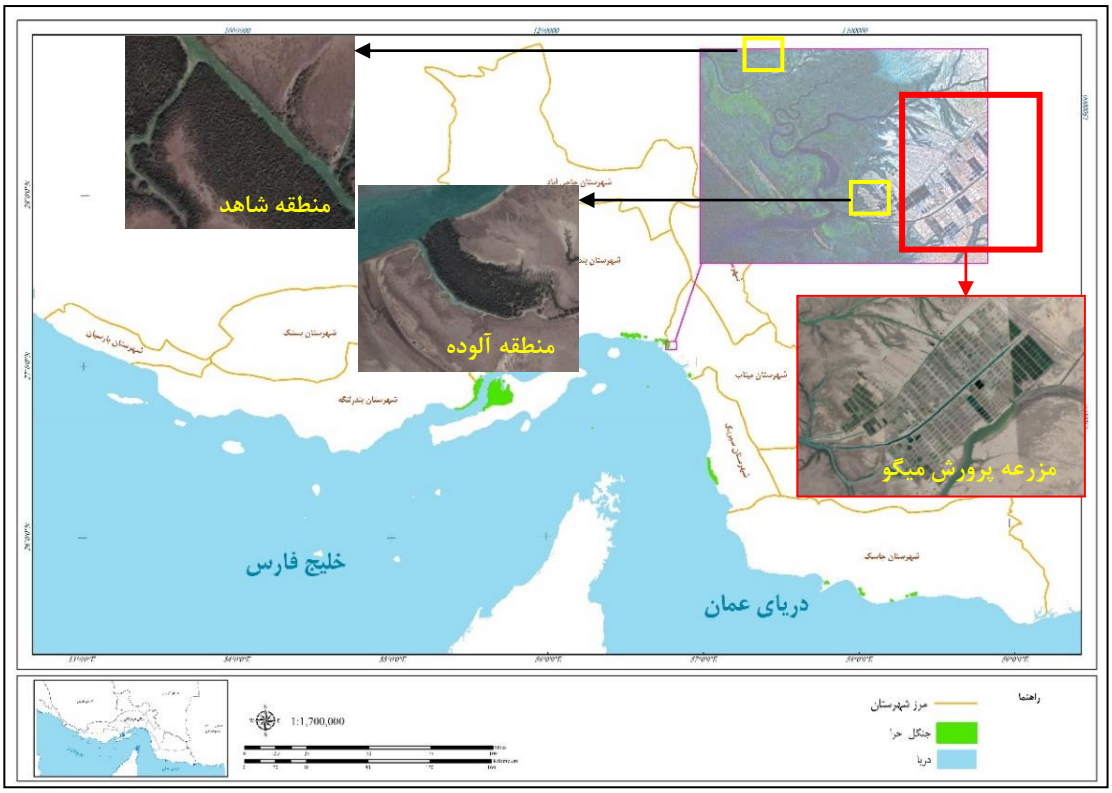
جنگل‌های حرا در ایران از نادرترین اراضی جنگلی جهان محسوب می‌شوند و برخلاف شرایط معمول مانگروها که اغلب در مناطق گرمسیری و پرباران جهان گسترش دارند در اراضی گرم و خشک واقع شده‌اند، احیای این اکوسیستم در صورت نابودی بسیار مشکل یا ناممکن خواهد بود (Danehkar et al., 2012b). این جنگل‌ها در جنوب ایران در معرض مداوم تهدیدهای انسانی مانند آلودگی نفتی، سرشاخه‌زنی، چرای دام، پرورش ماهی و توسعهٔ زیرساخت‌ها قرار دارد (Rashvand & Danehkar et al., 2012a; Sadeghi, 2014). در سال‌های اخیر توسعهٔ فعالیت‌های پرورش میگو در سواحل جنوبی کشور به‌ویژه در استان هرمزگان رشد زیادی یافته است. در منطقهٔ تیاب نیز فعالیت‌های پرورش میگو در سایت‌های پرورشی تیاب شمالی و جنوبی در حال انجام است. هرچند پژوهش‌هایی در خصوص تأثیرات زیست‌محیطی ناشی از مزارع پرورش میگو بر خور تیاب و آب‌های ساحلی توسط Estaki et al. (2006) و Akbarzadeh et al. (2009) انجام گرفته، تاکنون تحقیقی دربارهٔ تأثیر این مزارع بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) صورت نگرفته است. کمبود تحقیق در این زمینه و نبود اطلاعات کافی دربارهٔ تأثیر این مزارع بر اکوسیستم حرا، افزون‌بر ایجاد مشکل برای مدیریت هرچه بهتر این جنگل‌ها می‌تواند زمینه را برای گسترش فعالیت‌های تهدیدکنندهٔ این اکوسیستم فراهم آورد.

بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا تحت اثر فعالیت مزارع پرورش میگو انجام گرفت. پیش‌بینی می‌شود که نتایج این تحقیق برای متولیان حفاظت از جمله حفاظت محیط زیست، منابع طبیعی و آبخیزداری و شیلات استان و شهرستان دارای کاربرد باشد و اطلاعاتی در زمینهٔ تأثیر مزارع پرورش میگو بر جنگل‌های حرا برای تصمیم‌گیری‌های آینده در خصوص مجوزهای احداث و توسعهٔ این فعالیت یا در نظر گرفتن ضوابط مناسب برای استانداردهای خروجی این مزارع در اختیار مدیران و تصمیم‌گیران قرار دهد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

به‌منظور بررسی اثر مزارع پرورش میگو بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا، بخشی از جنگل‌های منطقهٔ تیاب از توابع شهرستان میناب در استان هرمزگان انتخاب شد. این منطقه بخشی از تالاب بین‌المللی دهانهٔ رودهای شور، شیرین و میناب و منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ حرا تیاب و میناب است. دو مزرعهٔ پرورش میگوی تیاب شمالی و جنوبی در این محدوده فعال بوده و فعالیت‌های پرورش میگو از سال ۱۳۷۲ در این مزارع در حال اجراست (Estaki et al., 2006) (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت محدودهٔ پژوهش

شیوهٔ اجرای پژوهش

برداشت ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا

برای بررسی تأثیر مزارع پرورش میگو بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا، ابتدا با بررسی تصاویر ماهواره‌ای و سپس با جنگل‌گردشی، دو توده به‌عنوان شاهد و آلوده به پساب مزارع پرورش میگو (نزدیک‌ترین توده به مزرعهٔ پرورش میگو که تحت تأثیر آلودگی‌های آن قرار می‌گرفت) در نظر گرفته شد و نمونه‌برداری به روش خط نمونه انجام گرفت. در هر یک از دو توده، یک تودهٔ سه‌هکتاری با

ابعاد ۳۰۰×۱۰۰ متر انتخاب و در تودهٔ انتخابی سه ترانسکت ۳۰۰ متری با فاصلهٔ ۵۰ متر از یکدیگر (دو ترانسکت در لبهٔ تودهٔ تعیین‌شده و یک ترانسکت در وسط توده) به‌صورت تصادفی-سیستماتیک پیاده شد. روی هر یک از ترانسکت‌ها، سه پلات نمونه‌برداری در فواصل ۱۵۰ متر از یکدیگر (دو پلات در ابتدا و انتها و یک پلات در وسط ترانسکت به گونه‌ای که مرکز پلات روی خط ترانسکت قرار داشت)، با ابعاد ۱۰×۱۰ متر برای برداشت ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا با ارتفاع بیشتر از ۱ متر مشخص شد (Abohassan, 2013; Yaghoubzadeh et al., 2021). پارامترهای تحت بررسی شامل قطر یقه با استفاده از نوار قطرسنج، ارتفاع درخت و طول تاج با استفاده از شاخص مدرج تاشو، سطح تاج برحسب متر مربع (با اندازه‌گیری دو قطر عمود بر هم تاج با استفاده از متر نواری) (Cuc & Ninomiya, 2007) و شادابی درختان با سه درجه شادابی خوب، متوسط و ضعیف به‌ترتیب با رتبه‌های سه، دو و یک بود. در این تحقیق، تاج متراکم، برگ سبزرنگ، نبود آفت و بیماری، تاج متقارن و وجود ریزشاخه‌های خشک خیلی کم به‌عنوان درجهٔ شادابی خوب؛ تاج کمی تنک، برگ سبز کمرنگ یا مایل به زرد، ظهور اولیهٔ بیماری و آفت، شکل تاج نامتقارن و ریزشاخه‌های خشک کم به‌منزلهٔ درجهٔ شادابی متوسط؛ تاج تنک، برگ زرد، وجود بیماری و آفت، شکل تاج نامتقارن و ریز شاخه‌های خشک متوسط تا زیاد به‌منزلهٔ درجهٔ شادابی ضعیف در نظر گرفته شد (Moslehi & Hassanzadeh Khankahdani, 2020a). همچنین در هر پلات همهٔ درختان کوتاه‌تر از ۱ متر و همچنین تعداد نهال‌های موجود در اطراف سه درختی که تاج آنها قطرهای پلات را قطع می‌کرد به‌منظور بررسی زادآوری، شمارش و ثبت شد (شایان ذکر است که برای هر یک از درختان مذکور نهال‌های موجود در یک پلات ۱ در ۱ متر شمارش شد). افزون‌بر این، یک درخت در مرکز هر پلات انتخاب شد و در سه پلات (۱ در ۱ متر) با فواصل، ۱، ۲ و ۳ متری از تنهٔ درخت، ریشه‌های هوایی شمارش شد (Cuc & Ninomiya, 2007).

به‌منظور مقایسه‌پذیر بودن پارامترهای رویشی برداشت‌شدهٔ درختان حرا در دو تودهٔ انتخابی نیز، عامل سن با استفاده از مؤثرترین عامل اثرگذار بر آن تعدیل شد. به این منظور، برای نرمال‌سازی اعداد پارامترهای رویشی و در نظر گرفتن نقش سن، از عدد قطر یقه برای تعدیل دیگر پارامترها به سن استفاده شد. بر این اساس با استفاده از نسبت اعداد پارامترهای رویشی اندازه‌گیری‌شده به عدد قطر یقه، پارامترهای اندازه‌گیری‌شده امکان مقایسه یافتند (Yaghoubzadeh et al., 2021).

نمونه‌برداری از رسوب، برگ و ریشه و سنجش نیتروژن و فسفر

در هر یک از توده‌های بررسی‌شده از نه پلات پیاده‌شده، پنج پلات به‌صورت تصادفی انتخاب و نمونه‌های رسوب، ریشه و برگ درختان حرا برداشت شد. در هر یک از پلات‌های انتخابی نمونه‌های رسوب سطحی (تا عمق ۱۰ سانتی‌متر) برداشت شد. برای تهیهٔ نمونهٔ برگ، بیست برگ با تکرار سه‌تایی از پنج تا ده درخت که ارتفاع بیش از ۳ متر داشتند و از لحاظ ظاهری سالم بودند و نشانهٔ بیماری و فعالیت آفت روی آنها مشاهده نشد برداشت شد. نمونه‌های ریشه و برگ جمع‌آوری‌شده ابتدا در هوای آزاد به‌طور کامل خشک شده و سپس در دمای ۷۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت در آون خشک شدند (MacFarlane et al., 2003). رسوب برداشت‌شده نیز به‌طور کامل در هوای آزاد خشک شد. سپس نمونه‌های خشک‌شده پودر شده و آزمایش شدند. برای اندازه‌گیری نیتروژن کل از روش کجدال و برای اندازه‌گیری فسفر کل از دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد (Alongi et al., 2005).

بررسی ویژگی‌های رسوب‌شناختی

اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (EC) رسوب با

تهیهٔ گل اشباع و با استفاده از pH متر و EC متر اندازه‌گیری شد (Richards, 1954). مقدار کربن آلی نیز با استفاده از روش اکسیداسیون تر Walkley & Black (1934) و بافت رسوب با استفاده از روش هیدرومتری بایکاس تعیین شد (Bouyoucos, 1962).

روش تحلیل

محاسبهٔ آماری با نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۴ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام گرفت. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شد. برای بررسی میانگین غلظت نیتروژن و فسفر در رسوب، ریشه و برگ درختان، خصوصیات رویشی درختان و ویژگی‌های رسوب در دو تودهٔ مورد بررسی از آزمون تی‌استیودنت (تی مستقل) و برای مقایسهٔ میانگین ویژگی شادابی از آزمون غیرپارامتریک من- ویتنی استفاده شد.

نتایج

ویژگی‌های رسوب‌شناختی در دو تودهٔ تحت بررسی

براساس نتایج، اختلاف معنی‌داری در مقدار رس و سیلت دو توده مشاهده نشد، اما درصد ماسه و کربن آلی از اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد و pH و EC از اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد برخوردار بودند (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های رسوب در دو تودهٔ تحت بررسی

پارامتر تحت بررسی	توده	(انحراف معیار)± میانگین	معنی‌داری
کربن آلی رسوب (درصد)	آلوده	۲/۷۴ ± ۰/۴۴	۰/۰۱*
	شاهد	۱/۰۰ ± ۰/۳۳	
ماسه (درصد)	آلوده	۱۴/۴۰ ± ۴/۵۶	۰/۰۲ *
	شاهد	۷/۶۰ ± ۲/۶۱	
رس (درصد)	آلوده	۱۸/۰۰ ± ۱/۴۱	۰/۰۶ ns
	شاهد	۲۴/۴۰ ± ۵/۵۵	
سیلت (درصد)	آلوده	۶۷/۶۰ ± ۴/۵۶	۰/۸۸ ns
	شاهد	۶۸/۰۰ ± ۳/۷۴	
pH	آلوده	۷/۴۳ ± ۰/۰۹	۰/۰۰**
	شاهد	۷/۶۶ ± ۰/۰۶	
EC	آلوده	۳۳/۸۴ ± ۳/۸۴	۰/۰۰**
	شاهد	۲۴/۸۷ ± ۳/۴۱	

**معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد؛ *معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد؛ ns: معنی‌دار نبودن

ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا در دو تودهٔ تحت بررسی

نتایج نشان داد که به‌جز سطح تاج و تعداد ریشه‌های هوایی، سایر ویژگی رویشی و زایشی درختان حرا در دو تودهٔ شاهد و آلوده از اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد برخوردار بودند (جدول ۲). براساس نتایج، میانگین ارتفاع درخت، طول تاج، سطح تاج و تعداد نهال‌ها در تودهٔ شاهد بیشتر از مقدار آن در تودهٔ آلوده و میانگین تعداد ریشه‌های هوایی در تودهٔ آلوده بیشتر از مقدار آن در تودهٔ شاهد بود.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا در دو تودهٔ مورد بررسی

پارامتر مورد بررسی	توده	(انحراف معیار)± میانگین	معنی‌داری
ارتفاع درخت (متر)	آلوده	۲/۸۶ ± ۰/۶۸	۰/۰۲*
	شاهد	۳/۵۳ ± ۱/۰۹	
طول تاج (متر)	آلوده	۲/۰۴ ± ۰/۶۳	۰/۰۲*
	شاهد	۳/۵۳ ± ۰/۷۲	
سطح تاج (مترمربع)	آلوده	۶/۰۳ ± ۰/۹۲	۰/۱۴ ns
	شاهد	۷/۵۲ ± ۱/۰۳	
تعداد ریشه‌های هوایی (در مترمربع)	آلوده	۱۴۵/۷۷ ± ۳۶/۳۴	۰/۱۷ ns
	شاهد	۱۲۲/۵۵ ± ۳۳/۷۳	
تعداد نهال (در مترمربع)	آلوده	۱/۶۶ ± ۰/۲۳	۰/۰۰**
	شاهد	۸/۵۵ ± ۱/۸۵	

**معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد؛ *معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد؛ ns: معنی‌دار نبودن

نتایج همچنین نشان داد که درجهٔ شادابی درختان در دو تودهٔ مورد بررسی از اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد برخوردار است (جدول ۳). براساس نتایج، شادابی در تودهٔ شاهد بیشتر از مقدار آن در تودهٔ آلوده است.

همچنین براساس نتایج، تراکم درختان حرا در تودهٔ آلوده با ۱۳۶۶ پایه در هکتار و در تودهٔ شاهد با ۱۲۳۳ پایه در هکتار از تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد برخوردار بود.

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین شادابی درختان حرا در دو تودهٔ مورد بررسی (با استفاده از آزمون من- ویتنی)

پارامتر مورد بررسی	توده	(انحراف معیار)± میانگین	معنی‌داری
شادابی	آلوده	۱/۳۵ ± ۰/۵۴	۰/۰۰**
	شاهد	۲/۵۷ ± ۰/۶۹	

**معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

مقدار نیتروژن و فسفر در رسوب و اندام‌های درختان حرا

براساس نتایج، مقدار نیتروژن در رسوب دو تودهٔ مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد داشت، اما اختلاف معنی‌داری در مقدار نیتروژن در ریشه و برگ درختان حرا مشاهده نشد. نتایج مقایسهٔ میانگین نشان داد که مقدار نیتروژن در رسوبات جنگل در تودهٔ آلوده بیشتر از مقدار آن در تودهٔ شاهد است.

همچنین نتایج نشان داد که مقدار فسفر در رسوب درختان حرا از اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد برخوردار است، ولی اختلاف معنی‌داری در میزان فسفر در ریشه و برگ مشاهده نشد. نتایج مقایسهٔ میانگین نیز نشان داد که مقدار فسفر در رسوبات جنگل در تودهٔ آلوده بیشتر از مقدار آن در تودهٔ شاهد و مقدار فسفر در برگ درختان حرا در تودهٔ شاهد بیشتر از مقدار آن در تودهٔ آلوده است (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسهٔ میانگین نیتروژن و فسفر در رسوب، ریشه و برگ درختان حرا در دو تودهٔ مورد بررسی

پارامتر مورد بررسی		توده	(انحراف معیار) ±میانگین	معنی‌داری
نیتروژن (درصد)	رسوب	آلوده	۰/۲۱۹ ± (۰/۰۸)	۰/۰۰**
		شاهد	۰/۰۸۱ ± (۰/۰۴)	
	ریشه	آلوده	۴/۲۶ ± (۰/۰۸۸)	۰/۶۳ ns
		شاهد	۴/۰۵ ± (۰/۹۳)	
	برگ	آلوده	۴/۶۹ ± (۰/۳۴)	۰/۸۷ ns
		شاهد	۴/۷۲ ± (۰/۵۰)	
فسفر (درصد)	رسوب	آلوده	۰/۰۰۱ ± (۰/۰۰)	۰/۰۰**
		شاهد	۰/۰۰۰۸ ± (۰/۰۰)	
	ریشه	آلوده	۰/۰۸ ± (۰/۰۰۶)	۰/۴۴ ns
		شاهد	۰/۰۸ ± (۰/۰۰۵)	
	برگ	آلوده	۰/۰۹ ± (۰/۰۰۴)	۰/۳۳ ns
		شاهد	۰/۱۰ ± (۰/۰۱)	

**معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد؛ *معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد؛ ns: معنی‌دار نبودن

بحث

با وجود خدمات و فواید زیاد جنگل‌های مانگرو و اثری که در حفاظت بوم‌سازگان‌های ساحلی دارند، تخریب سالانه ۳۴۰۰۰۰ تا ۹۸۰۰۰۰ هکتار، خطر نابودی و حذف کامل این جنگل‌ها در صد سال آینده را افزایش داده است (Pendleton et al., 2012). بنابراین شناخت پارامترهای رویشی جنگل‌های مانگرو و تغییر این پارامترها افزون‌بر کاربرد در مدیریت جنگل‌ها، می‌تواند در شناسایی و بررسی عوامل تأثیرگذار بر این تغییرات مؤثر باشد (Kairo et al., 2005).

در این تحقیق شرایط بخشی از جنگل‌های مانگرو منطقهٔ تیاب که در محدودهٔ مزارع پرورش میگو قرار دارند، به‌منظور بررسی اثر پساب خروجی آن بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان حرا بررسی شد. نتایج تحقیق نشان داد که درصد نیتروژن، فسفر و کربن آلی در رسوب تودهٔ آلوده به‌شکل معنی‌داری بیشتر از تودهٔ شاهد است. Queiroz et al. (2020) نیز بیان کردند که پساب مزارع پرورش میگو سبب افزایش نیتروژن و کربن آلی در رسوب و آب مناطق جنگلی تحت تأثیر پساب این مزارع می‌شود، زیرا پساب این مزارع حاوی مقادیر زیادی کربن و نیتروژن است. نتایج پژوهش Pérez et al. (2020) مبنی بر تجمع کربن و مواد مغذی در رسوبات جنگل‌های مانگرو در نتیجهٔ فعالیت‌های مزارع پرورش میگو در دو منطقهٔ نزدیک و دور از مزارع مورد بررسی آنها نیز مشابه یافته‌های پژوهش حاضر بود. یافته‌های آنان نشان داد که مقدار کربن آلی کل، نیتروژن کل و فسفر کل خاک جنگل مانگرو در منطقهٔ دور از آبزی‌پروری کمتر از منطقهٔ نزدیک به آبزی‌پروری بود. همچنین نتایج پژوهش آنها در خصوص مقادیر این عناصر در پهنه‌های گلی فاقد پوشش مانگرو در منطقهٔ دور از آبزی‌پروری برای کربن آلی کل، نیتروژن کل و فسفر کمتر از منطقهٔ نزدیک به آبزی‌پروری بود. همانند نتایج تحقیق حاضر در پژوهش Sun et al. (2020) میانگین مقدار کربن آلی، نیتروژن و فسفر در خاک جنگل‌های حرا با افزایش فاصله از

خروجی پساب آبزی‌پروری کاهش می‌یافت. بررسی رسوبات در دو تودهٔ مورد بررسی همچنین نشان داد که با وجود نبود تفاوت معنی‌دار در مقدار رس و سیلت، درصد ماسه، pH و EC در رسوبات دو توده از تفاوت معنی‌داری برخوردار بود و مقدار EC در منطقهٔ آلوده بیشتر از منطقهٔ شاهد بود. در تحقیق Vaiphasa et al. (2007) نیز مقدار pH مشابه تحقیق حاضر و مقدار EC برخلاف این پژوهش در منطقهٔ کنترل بیشتر از منطقهٔ آلوده بود. در پژوهش Feller et al. (2003) نیز در تیمارهای کنترل مقدار EC بیشتر از دو تیماری بود که به آنها فسفر و نیتروژن اضافه شده بود، اما مقدار pH در تیمارهای مختلف متفاوت بود.

براساس نتایج تحقیق، همهٔ ویژگی‌های رویشی و زایشی درختان (ارتفاع، طول تاج، تعداد نهال و شادابی) به‌جز تعداد ریشه‌های هوایی و سطح تاج در دو توده، از تفاوت معنی‌داری برخوردار بود و در تودهٔ شاهد بیشتر از تودهٔ آلوده بود. در تحقیق Vaiphasa et al. (2007) نیز همانند یافته‌های این پژوهش، رشد درختان حرا در توده‌های شاهد بیشتر از توده‌های آلوده به پساب مزارع پرورش میگو بود و درختان ارتفاع و قطر برابرسینهٔ بیشتری داشتند. نتایج تحقیق آنها همچنین نشان داد که درختان حرا در توده‌های آلوده دارای برگ‌های کمتر و زردتر و شاخه‌های خشکیدهٔ بیشتری نسبت به توده‌های شاهد هستند. در پژوهش حاضر نیز مشابه یافته‌های Vaiphasa et al. (2007)، شادابی درختان در تودهٔ شاهد به‌شکل معنی‌داری بیشتر از درختان تودهٔ آلوده بود. نتایج این پژوهش با یافته‌های Mangora et al. (2016) مشابه است؛ آنها بیان کردند که افزایش نیتروژن و فسفر به خاک درختان حرا، رشد را افزایش نمی‌دهد. برخلاف نتایج Naidoo (2009) که افزودن نیتروژن و ترکیب نیتروژن- فسفر سبب افزایش ارتفاع درختان و همچنین تعداد برگ‌ها شد، در پژوهش حاضر در منطقهٔ آلوده که مقدار نیتروژن بیشتر از منطقهٔ شاهد بود، ارتفاع درختان کمتر از منطقهٔ شاهد است. برخلاف نتایج پژوهش حاضر، Feller et al. (2003) نتیجه گرفتند که افزایش نیتروژن سبب افزایش تولید برگ، رشد شاخه‌ها و همچنین افزایش فتوسنتز می‌شود. اما در پژوهش حاضر شاید ارتفاع کمتر درختان در منطقهٔ آلوده به‌دلیل شوری بیشتر باشد، چرا که در شوری زیاد ممکن است زیست‌تودهٔ گیاهی بیشتر از شاخه‌ها به ریشه اختصاص یابد (Ball, 1988; Lopez-Hoffman et al., 2007). دلیل دیگر این مغایرت را می‌توان تغییر شرایط رویشگاهی طبیعی مانگرو و خارج شدن آن از حالت تعادل در اثر ورود پساب به منطقه عنوان کرد؛ زیرا بوم‌سازگان مانگرو بسیار حساس به دخالت انسانی است (Moslehi, 2018). افزایش نیتروژن و فسفر در تحقیقات اشاره‌شده در شرایط طبیعی و بدون فشار عامل خارجی انجام گرفته است، ولی در تحقیق حاضر این افزایش ناشی از عملکرد فعالیت انسانی است؛ از این‌رو می‌توان واکنش متفاوت درختان حرا به دیگر تحقیقات را طبیعی گزارش کرد. از طرفی این نکته را نیز باید مورد توجه قرار داد که پاسخ گیاهان به باروری با نیتروژن و فسفر به‌دلیل محدودیت مواد مغذی یا دیگر عوامل استرس‌زا از جمله شوری، به‌شکل واضح مشخص نیست (Naidoo, 2009). همچنین در برخی موارد عوامل محیطی مانند عمق آب و تغییرات جزر و مد یا فرایندهای میکروبی در این جنگل‌ها می‌توانند کنترل بیشتری نسبت به دسترسی مواد مغذی بر درختان داشته باشند (Feller et al., 1999).

در پژوهش حاضر همچنین مقدار نیتروژن و فسفر در ریشه و برگ درختان حرا در دو منطقهٔ شاهد و آلوده معنی‌دار نشد و مقدار هر دو عنصر در برگ بیشتر از ریشه بود. در تحقیق Naidoo (2009) نیز مقدار نیتروژن و فسفر در ریشه کمتر از شاخه بود.

در مورد تراکم بیشتر درختان در منطقهٔ آلوده شاید بتوان گفت با توجه به پژوهش Jafarnia et al. (2012) که بیان کردند بین مادهٔ آلی و تراکم درختان همبستگی مثبت وجود دارد، در این پژوهش نیز مطابق با یافته‌های آنان، در منطقهٔ آلوده،

کربن آلی خاک بیشتر است که شاید یکی از دلایل تراکم بیشتر درختان باشد. اگرچه سطح تاج درختان حرا در دو منطقهٔ شاهد و آلوده تفاوت معنی‌داری ندارد، در منطقهٔ شاهد سطح تاج درختان بیشتر از منطقهٔ آلوده است. شایان ذکر است که افزایش تراکم درختان با افزایش رقابت همراه است که در نتیجه سبب رشد کمتر درختان می‌شود و سطح تاج‌پوشش نیز کاهش می‌یابد. همان‌گونه که نتایج نیز نشان می‌دهد ارتفاع درختان، طول تاج و سطح تاج در منطقهٔ آلوده کمتر از منطقهٔ شاهد است.

کمتر بودن نهال‌ها، کاهش شادابی و ارتفاع درختان توده در منطقهٔ آلوده نسبت به منطقهٔ شاهد ممکن است به‌دلیل وجود تنش‌های ناشی از آلودگی پساب باشد. یکی از عوامل مؤثر در تولید بذر در جنگل‌های حرا ارتفاع درختان است. درختان مرتفع‌تر و شاداب‌تر بذرهای بهتر و با قوهٔ نامیه بیشتری تولید می‌کنند. بنابراین یکی از عوامل کاهش نهال‌ها ممکن است کاهش تولید بذر و در نتیجه کاهش تعداد نهال باشد. در منطقهٔ شاهد، سلامت و شادابی بیشتر درختان، موجب تولید بذر با قوهٔ نامیه بیشتر شده و از این‌رو تعداد نهال افزایش پیدا کرده است (Hajebi et al., 2020). البته Jafarnia et al. (2012) بیان کردند که زادآوری در مناطق نیمه‌متراکم به‌دلیل وجود فضا و نور کافی برای تکثیر، بیشتر از مناطق متراکم است. در پژوهش حاضر، منطقهٔ شاهد جزو مناطق نیمه‌متراکم و منطقهٔ آلوده جزو مناطق پرتراکم‌تر محسوب می‌شود. به این ترتیب در منطقهٔ شاهد با وجود سطح تاج بیشتر، به‌دلیل تراکم کمتر درختان نور بیشتری به کف جنگل می‌رسد و شرایط برای استقرار و رشد نهال‌ها بیشتر از منطقهٔ آلوده فراهم می‌شود (Jafarnia et al., 2012).

در منطقهٔ تیاب، مجتمع‌های پرورش میگو با خورهای اطراف تبادل آبی دارند و خورها حجم زیادی از بار آلودگی این مجتمع‌ها را دریافت می‌کنند (Akbarzadeh et al., 2009). براساس نتایج Akbarzadeh et al. (2009) شوری آب مجتمع‌های پرورش میگوی تیاب از شوری آب مزارع بسیاری از کشورهای جهان نیز بیشتر است. با توجه به همبستگی معنی‌دار پارامتر شوری با پارامترهایی مانند دمای هوا، دمای آب، BOD، نیترات و نیتریت، تغییرات شوری سبب تغییر عوامل فیزیکی و شیمیایی یادشده در محیط می‌شود (Akbarzadeh et al., 2009). به این ترتیب، در صورت تغییر شرایط محیطی و افزایش مواد مغذی (بیشتر از حالت تعادل و نیاز گیاه) در جنگل‌های مانگرو اطراف این مجتمع‌ها، تعادل زیستی این اکوسیستم برهم می‌خورد و ظرفیت آنها برای نگهداری این مواد کاهش می‌یابد (Reef et al., 2010). در طبیعت معمولاً تأثیرات محیط زیستی تعاملی هستند (Krauss et al., 2008)، به‌گونه‌ای که وقتی تأثیر یک عامل با تغییر یک عامل دیگر تقویت یا تضعیف می‌شود، پاسخ گونه یا اکوسیستم پیچیده می‌شود یا تأثیر ترکیبی دو یا سه عامل استرس‌زا ممکن است شرایط یک فرد یا جمعیت را به آستانه‌ای بحرانی فراتر از نتیجهٔ یک عامل استرس‌زا هدایت کند (McLeod & Salm, 2006). به این ترتیب بسیاری از ویژگی‌هایی که در نتیجهٔ در دسترس بودن مواد مغذی سبب افزایش رشد می‌شوند در شرایط استرس‌زا مطلوب نیستند (Field et al., 1983).

نتایج تحقیق نشان داد که خصوصیات رویشی، زایشی و شادابی درختان حرا در منطقهٔ آلوده به پساب مزارع پرورش میگو کمتر از منطقهٔ شاهد است. از نظر اکولوژیک بوم‌سازگان پیچیده جنگل، دارای خاصیت خودتنظیمی است و در بازخوردهای طبیعی قادر به ترمیم و بازگشت به حالت اولیه است و خود را در حالت کلیماکس قرار می‌دهد. نهاده و ستاده (ورودی و خروجی) در داخل یک بوم‌سازگان براساس نظم است و با بر هم خوردن این نظم، تعادل سیستم نیز بر هم می‌خورد.

بوم‌سازگان مانگرو بسیار حساس به دخالت انسانی است و از عوامل مهم تهدید و تخریب این بوم‌سازگان به‌شمار می‌رود (Moslehi, 2018). براساس نتایج می‌توان گفت آبزی‌پروری به‌منزلهٔ یکی از عوامل

دخالت انسانی، این تعادل را در بوم‌سازگان مانگرو برهم زده و آن را از تعادل خارج کرده است. با توجه به سختی کار در شرایط رویشگاهی مانگرو (مانند شرایط ماندابی و بستر گلی، محدویت ساعت کار به‌دلیل جزر و مد و غرقاب بودن درختان، اندازه‌گیری پارامترها به‌صورت خمیده به‌دلیل شاخه‌زایی متعدد) اطلاعات جنگل‌شناسی و تأثیر عوامل انسانی بر این خصوصیات به‌ندرت انجام گرفته است (Moslehi et al., 2020b)، بنابراین توصیه می‌شود با توجه به نتایج این تحقیق به مسئلهٔ آبزی‌پروری توجه ویژه‌ای شود و جنبه‌های دیگر تأثیر پساب بر تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تجدید حیات درختان حرا در عرصه و همچنین اثرات پساب بر متابولسیم، خصوصیات فیزیولوژیکی و رویشی نهال‌های حرا در شرایط ثابت آزمایشگاهی بررسی شود تا با مجموعه‌ای از داده‌ها، تصمیم‌گیری‌های مدیریتی صحیحی جهت حفظ جنگل‌های مانگرو انجام پذیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از حمایت‌های مادی و معنوی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، فرمانداری و ادارهٔ منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان میناب، تعاونی گردشگری و بوم‌گردی کالنگ و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان کمال تشکر و قدردانی را دارند.

Refrences

Abohassan, R.A. (2013). Heavy metal pollution in *Avicennia marina* mangrove systems on the Red Sea coast of Saudi Arabia. *Journal of King Abdulaziz University: Metrology, Environment and Arid Land Agricultural Sciences*, *142*(579), 1-38.

Akbarzadeh, G.H., Estaki, A., Ejlali, K., Mortazavi, M.S., Mohebi, L., Seraji, F., Aghajeri, S.H., Hashmian, S.A.M., & Salimizadeh, M. (2009). Environmental impacts of shrimp farms on coastal waters in Tiab area, Hormozgan province, south of Iran. *Iranian Scientific Fisheries*, *18*(1), 21-32.

Alongi, D.M., Clough, B.F., & Robertson, A.I. (2005). Nutrient-use efficiency in arid-zone forests of the mangroves *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina*. *Aquatic botany*, *82*(2), 121-131.

Ball, M.C. (1988). Salinity tolerance in the mangroves *Aegiceras corniculatum* and *Avicennia marina*. I. Water use in relation to growth, carbon partitioning, and salt balance. *Functional Plant Biology*, *15*(3), 447-464.

Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy journal*, *54*(5), 464-465.

Claude, E.B & Queiroz, J. (2002). Aquaculture pond effluent management. Managing coastal fisheries in Sabah, Malaysia. 7p.

Cuc, N.T.K., & Ninomiya, I. (2007). Allometric relations for young *Kandelia candel* (L.) Blanco plantation in Northern Vietnam. *Journal of Biological Sciences*, *7*(3), 539-543.

Danehkar, A., Erfani, M., Nori, G.R., Aghighi, H., Mohajer, M.R.M., & Ardakani, T. (2012a). Detection of mangrove vegetation area changes at Govater Creek in Sistan & Baluchestan Province. *Iranian Journal of Forest*, *4*(3), 197-207.

Danehkar, A., Mahmoudi, B., Saeed Sabaee, M., Ghadirian, T., Asadollahi, Z., Sharifi, N., & Petrosian, H. (2012b). National Documentation of Sustainable Management Program of Iran's Mangrove Forests. Dry Land Forestry Center, Forests, Range and Watershed Management Organization, Consulting Engineers of Sustainability of Nature and Resources, Tehran, 624p.

Estaki, A.A., Akbarzadeh, G.A., Mortazavi, M.S., Khodadady Jookar, K., & Salemizadeh, M. (2006). Environmental effects of shrimp culture on Tiab Creek, Hormozgan Province, south Iran. *Iranian Scientific Fisheries Journal, 15*(1), 11-20.

Feller, I.C., Whigham, D.F., McKee, K.L., & Lovelock, C.E. (2003). Nitrogen limitation of growth and nutrient dynamics in a disturbed mangrove forest, Indian River Lagoon, Florida. *Oecologia, 134*(3), 405-414.

Feller, I.C., Whigham, D.F., O'Neill, J.P., & McKee, K.L. (1999). Effects of nutrient enrichment on within- stand cycling in a mangrove forest. *Ecology, 80*(7), 2193-2205.

Field, C., Merino, J., & Mooney, H. (1983). Compromises between water-use efficiency and nitrogen-use efficiency in five species of California evergreens. *Oecologia, 60*(3), 384-389.

Gautier, D., Amador, J., & Newmark, F. (2001). The use of mangrove wetland as a biofilter to treat shrimp pond effluents: preliminary results of an experiment on the Caribbean coast of Colombia. *Aquaculture Research, 32*(10), 787-799.

Hajebi, A.h., Moslehi, M., & Hasani, M. (2020). Practical guide to production and planting of *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* seedlings in the southern coasts of Iran. Publication of agricultural education, 24p.

Hughes, T.P., Baird, A.H., Bellwood, D.R., Card, M., Connolly, S.R., Folke, C., Grosberg, R., Hoegh-Guldberg, O., Jackson, J.B.C., Kleypas, J., Lough, J.M., Marshall, P., Nystro¨m, M., Palumbi, S.R., Pandolfi, J.M., Rosen, B., & Roughgarden, J. (2003). Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science, 301*(5635), 929-933.

Jafarnia, S., Hojjati, S.M., & Kooch, Y. (2012). The Effect of Soil and Water Characteristics on the Vegetative Parameters of Hara Treesin the Qeshm Mangrove Habitat, Hormozgan Province. *Environmental* Sciences, *9*(4),123-148.

Kairo, J.G., Bosire, J., & Omar, M. (2005). Assessment of the effects of oil spill on the mangrove forests of Port Reitz, Mombasa. Kenya Marine and Fisheries Research Institute, Kenya, 12p.

Krauss, K.W., Lovelock, C.E., McKee, K.L., López-Hoffman, L., Ewe, S.M., & Sousa, W.P. (2008). Environmental drivers in mangrove establishment and early development: a review. *Aquatic botany, 89*(2), 105-127.

Lopez-Hoffman, L., Anten, N.P., Martinez-Ramos, M., & Ackerly, D.D. (2007). Salinity and light interactively affect neotropical mangrove seedlings at the leaf and whole plant levels. *Oecologia, 150*(4), 545.

Lovelock, C.E., Ball, M.C., Martin, K.C., & Feller, I.C. (2009). Nutrient enrichment increases mortality of mangroves. *PLoS One, 4*(5), 1-5.

MacFarlane, G.R., Pulkownik, A., & 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.

Mangora, M.M. (2016). Nutrient enrichment and saline conditions decreases growth and photosynthesis of the mangrove Heritiera littoralis Dryand. *Open Journal of Marine Science,* 6, 293-301.

McLeod, E., & Salm, R.V. (2006). *Managing Mangroves for Resilience to Climate Change*. Gland, Switzerland: World Conservation Union (IUCN).

Moslehi, M., & Hassanzadeh Khankahdani, H. (2020a). Investigation Effects of Different Methods of Precipitation Storage on Soil moisture and Growth Characteristics of *Acacia Oerfota* (Forssk). Schweinf Seedlings (Case study: Paired Watershed of Dehgin of Hormozgan Province). *Desert Ecosystem Engineering Journal, 9*(26), 61-72.

Moslehi, M. (2018). Ecological Value of Endangered Mangrove Ecosystems. *Human & Environment, 16*(3), 148-168.

Moslehi, M., Yaghoobzadeh, M., Bijani, A., & Ahmadi, A. (2020b). 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.

Naidoo, G. (2009). Differential effects of nitrogen and phosphorus enrichment on growth of dwarf *Avicennia marina* mangroves. *Aquatic Botany, 90*(2), 184-190.

Paerl, H.W. (1997). Coastal eutrophication and harmful algal blooms: Importance of atmospheric deposition and groundwater as "new" nitrogen and other nutrient sources. *Limnology and oceanography, 42*(5), 1154-1165.

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., & Balder, A. (2012). Estimating Global "Blue Carbon" Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems. *PloS One,* 7(9), 1-7.

Pérez, A., Machado, W., Gutiérrez, D., Saldarriaga, M.S., & Sanders, C.J. (2020). Shrimp farming influence on carbon and nutrient accumulation within Peruvian mangroves sediments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 243,* 1-45.

Primavera, J.H. (1998). Mangroves as nurseries: shrimp populations in mangrove and non-mangrove habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 46*(3), 457-464.

Queiroz, H.M., Artur, A.G., Taniguchi, C.A.K., da Silveira, M.R.S., do Nascimento, J.C., Nóbrega, G.N., Otero, X.L., & Ferreira, T.O. (2019). Hidden contribution of shrimp farming effluents to greenhouse gas emissions from mangrove soils. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 221,* 8-14.

Queiroz, H.M., Ferreira, T.O., Taniguchi, C.A.K., Barcellos, D., do Nascimento, J.C., Nóbrega, G.N., & Artur, A.G. (2020). Nitrogen mineralization and eutrophication risks in mangroves receiving shrimp farming effluents. *Environmental Science and Pollution Research, 27*(28), 34941-34950.

Rashvand, S., & Sadeghi, S.M. (2014). Distribution, characteristics and economic importance of mangrove forests in Iran. *In Mangrove Ecosystems of Asia* (pp. 95-126). *Springer*, New York, NY.

Reef, R., Feller, I.C., & Lovelock, C.E. (2010). Nutrition of mangroves. *Tree physiology, 30*(9), 1148-1160.

Richards, L.A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. 78*(2), 154 p.

Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J.A., Folke, C., & Walker, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature, 413*(6856), 591-596.

Snitvongs, A. (1995). Environmental impact of mariculture. *Marine Fisheries Division, 89*(1), 25-29.

Sun, H., He, Z., Zhang, M., Yen, L., Cao, Y., Hu, Z., Peng, Y., & Lee, S.Y. (2020). Spatial variation of soil properties impacted by aquaculture effluent in a small-scale mangrove. *Marine Pollution Bulletin, 160*(111511), 1-10.

Taghizade, A., Danehkar, A.F.S.H.I.N., Kamrani, E.H.S.A.N., & Mahmoudi, B. (2009). Investigation on the structure and dispersion of mangrove forest community in Sirik site in Hormozgan province. *Iranian Journal of forest, 1*(1), 25-34.

Vaiphasa, C., De Boer, W.F., Skidmore, A.K., Panitchart, S., Vaiphasa, T., Bamrongrugsa, N., & Santitamnont, P. (2007). Impact of solid shrimp pond waste materials on mangrove growth and mortality: a case study from Pak Phanang, Thailand. *Hydrobiologia, 591*(1), 47-57.

Walkley, A., & Black, I.A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science, 37*(1), 29-38.

Yaghoubzadeh, M., Salman Mahiny, A., Moslehi, M., Danehkar, A., & Mikaeili Tabrizi, A. (2021). Investigation of port effects on vegetative and reproductive characteristics of Grey mangroves (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) of Iran. *Forest and Poplar Research, 3*(81), 244-256.

Iranian Journal of Forest
Vol. 13, No. 3, Autumn 2021
pp. 271-284

Research Article

Investigation of Shrimp Farming Effluent Effects on vegetative and reproductive characteristics of mangrove forests (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.)

M. Yaghoobzadeh[1*], A. Salmanmahiny[2], A.R. Mikaeili Tabrizi[3], A. Danehkar[4] and M. Moslehi[5]

[1] Ph.D. Student of Land Use Planning, Dept. of Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural and Natural Resources, Iran
[2] Prof., Dept. of Environmental Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3] Associate Prof., Dept. of Environmental Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[4] Prof., Dept. of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
[5] Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandar Abbas, Iran

(Received: 18 January 2021; Accepted: 15 June 2021)

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of shrimp farming effluent on vegetative and reproductive characteristics of grey mangrove in Tiab region of Hormozgan province. For this purpose, two stands, control and another stands next to the shrimp farm as a contaminated to shrimp farming effluent were selected and a three-hectare stand was identified in each of these two sites and sampling was performed by line sampling method. In this way, three 300-meter transects were selected using a random- systematic method in each stand. Also three plots (10×10), 150 meter apart from each other, were selected along the transects and the vegetative and reproductive characteristics of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh for trees higher than one were measured and analyzed using T-test. Results showed that, in the control site, vitality of trees, and the average quantity of tree height, crown length and the number of seedlings, with the amount of 2.57, 3.53 m, 3.53 m and 8.55 seedlings/m^2 were significantly higher than those at the contaminated site. On the basis of the results, in the forest sediment of the contaminated site, the amount of phosphorus and nitrogen were significantly higher than those at the control site. Although more research is needed in order to confirm the factors reducing mangrove growth, this study can emphasize the need for more detailed and specialized studies for correct location selection and also licensing for these farms in order to guarantee and minimize the impact of shrimp farm outputs on mangrove ecosystems.

Key words: Grey mangrove forest, Khor-e-Tiab, Nutrients, Hormozgan.

∗Corresponding author Tel: +989356081138 Email: yaghobzadehmaryam@yahoo.com