دانشگاه گنبدکاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هشتم، شماره شانزدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

نقشه‌سازی ویژگی‌های ساختاری فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای مانگروها در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا

جواد صفری[1]، داود مافی غلامی[2]*، ابوالفضل جعفری[3]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی جنگل، دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
[2]استادیار گروه علوم جنگل، دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
[3]استادیار مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۰

چکیده

باتوجه به اهمیت وجود اطلاعات کافی و دقیق از ویژگی‌های ساختاری مانگروها برای احیاء و توسعه این رویشگاه‌ها، پژوهش پیش‌رو به تجزیه‌وتحلیل و نقشه‌سازی ویژگی‌های ساختاری مانگروهای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا پرداخته است. بدین منظور با آماربرداری (۳۲ قطعه‌نمونه با ابعاد ۴۵×۴۵ متر) و ثبت مقادیر قطر تنه در محل یقه، ارتفاع درخت و قطر و ارتفاع تاج در قطعات نمونه و نیز تجزیه‌وتحلیل رابطه میان مقادیر این مشخصه‌ها با تصاویر ماهواره لندست ۸ سال ۲۰۱۹، ویژگی‌های ساختاری فرم‌های رویشگاهی ذخیره‌گاه نقشه‌سازی شد. نتایج نشان داد که بین میانگین قطر تنه در محل یقه، ارتفاع درخت، ارتفاع تاج، قطر تاج و مساحت تاج در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. نتایج نقشه‌سازی تغییرات مکانی مشخصه رویشی قطر درختان نشان داد که مقادیر قطر درختان از ۷ تا ۸۲/۳ سانتی‌متر در فرم رویشگاهی جزیره‌ای و از ۷/۵ تا ۸۶/۲ سانتی‌متر در فرم رویشگاهی ساحلی و ارتفاع درختان نیز از ۱۱۵/۳ تا ۶۴۸/۱ سانتی‌متر در فرم رویشگاهی جزیره‌ای و از ۱۲۱/۲ تا ۶۷۵/۵ سانتی‌متر در فرم رویشگاهی ساحلی متغیر بود. همچنین، نتایج نشان داد که به‌دلیل تمرکز فرم ساختاری مانگروهای بلندقد و کوتاه‌قد در گستره‌های روبه‌دریا و خشکی ذخیره‌گاه، به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر مشخصه‌های رویشی در این حاشیه‌های ذخیره‌گاه قرار دارند. نتایج این پژوهش با نقشه‌سازی مکانی ویژگی‌ها و درجه توسعه ساختاری فرم‌های رویشگاهی ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا، اطلاعات ضروری و موردنیاز برای اولویت‌بندی مکانی برنامه‌های حفاظت و احیای این رویشگاه را فراهم کرده است.

واژه‌های کلیدی: **آماربرداری زمینی، مانگرو، گستره روبه خشکی، گستره روبه‌دریا**

*نویسنده مسئول: mafigholami@aku.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

مقدمه

به‌رغم داشتن طیف گسترده‌ای از عملکردهای اکولوژیک، خدماتی و حفاظتی، جنگل‌های مانگرو ایران در معرض تخریب ناشی از مخاطرات طبیعی و انسانی مختلفی مانند خشک‌سالی‌های پی‌درپی، بالا آمدن سطح آب دریا، برداشت بیش‌ازحد سرشاخه‌ها، گردشگری بدون برنامه، توسعه سازه‌های ساحلی و معدن‌کاری، توسعه آبزی‌پروری، ورود گونه‌های غیربومی (موش سیاه)، بهره‌برداری بیش‌ازحد از آبزیان، ورود فاضلاب شهری و صنعتی به درون این جنگل‌ها و آلودگی‌های نفتی قرار دارند (Mafi-Gholami et al., 2017). وقوع این تنش‌ها و آشفتگی‌های طبیعی و انسانی سبب ایجاد تغییرات نامطلوب در رشد و توسعه مانگروها و همچنین برهم خوردن پویایی فرآیند رسوبی سواحل ایران شده است که افزایش آسیب‌پذیری جنگل‌های مانگرو را به‌دنبال داشته است (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۸۵)؛ بنابراین، برنامه‌ریزی و تهیه ابزارهای مناسب برای حفاظت و احیاء مانگروهای ایران امری ضروری است که دستیابی به آن نیازمند وجود آگاهی و اطلاعات کافی و دقیق از ویژگی‌های ساختاری این رویشگاه‌ها است. در میان رویشگاه‌های مانگرو ایران، ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا با وسعت ۸۵۶۸ هکتار (۸۵ درصد مساحت مانگروهای ایران) از مهم‌ترین حوزه‌های رویشگاهی مانگروها در ایران است که به‌دلیل اهمیت بین‌المللی به‌عنوان بخشی از شبکه جهانی انسان و زیست‌کره (Man & Biosphere) محسوب می‌شود (صفیاری، ۱۳۹۶). ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا بر اساس موقعیت جغرافیایی، ساختار رویشگاهی و وضعیت ژئومورفولوژیکی به دو بخش ساحلی (محدوده شهرستان خمیر) و جزیره‌ای (محدوده جزیره قشم) تقسیم‌بندی می‌شوند (Danehkar, 2001). بر اساس پژوهش‌های موجود، بین فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا ازنظر ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی، پویایی رسوب‌گذاری و نوسان‌های تراز جزر و مدی تفاوت‌هایی وجود دارد (مافی غلامی و همکاران، ۱۳۹۶). چنانچه پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در دهه‌های گذشته، میزان فرسایش و رسوب‌گذاری در بخش‌های مختلف ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا متفاوت بوده است به‌طوری‌که سبب تفاوت در نرخ پسروی و پیشروی و میزان آسیب‌پذیری بخش‌های مختلف این رویشگاه نسبت به بالا آمدن سطح آب دریا شده است (بهارلویی و همکاران، ۱۳۹۶). در بین بخش‌های مختلف ذخیره‌گاه نیز بر اساس ویژگی‌های رویشی مانگروها (قطر، ارتفاع، تاج پوشش و...) دو ساختار متفاوت از مانگروها را می‌توان شناسایی نمود. بر این اساس که در حاشیه‌های روبه‌دریا و خورهای رویشگاه، مانگروهای دارای ارتفاع، قطر و تاج پوشش بزرگ‌تر (ملقب به ساختارهای Tall) و در گستره‌های روبه خشکی مانگروهای دارای مقادیر ارتفاع، قطر و تاج پوشش کوچک‌تر قرار دارند (ملقب به ساختارهای Dwarf) (Naidoo, 2010). وقوع خشک‌سالی‌ها و کاهش بارندگی در دهه‌های گذشته سبب شده است تا بخش‌های مختلف ذخیره‌گاه دچار کاهش وسعت، کاهش توان تولیدی، افزایش تکه‌تکه شدگی و کاهش یکپارچگی شوند (Mafi-Gholami et al.,

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

2019). وجود این تفاوت‌ها در وضعیت فرسایش و رسوب‌گذاری، تغییرات گستره و یکپارچگی و آسیب‌پذیری در بخش‌های مختلف ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا می‌تواند سبب ایجاد تفاوت بیشتر در ساختار ذخیره‌گاه در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای و نیز تشدید میزان آسیب‌پذیری این رویشگاه نسبت به مخاطرات محیطی گوناگون مانند خشک‌سالی، طوفان‌ها و بالا آمدن سطح آب دریا شود. بااین‌وجود، تاکنون پژوهش مدونی باهدف بررسی و نقشه‌سازی ویژگی‌های ساختاری مانگروهای فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای این ذخیره‌گاه انجام‌نشده است. البته مطالعات گوناگونی جهت بررسی ویژگی‌های ساختاری مانگروهای ایران در رویشگاه‌های مختلف انجام‌شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعات انجام‌شده توسط دانه‌کار و جلابی (۱۳۸۳) (بررسی ساختار جنگل‌های حرا در حوزه خمیر و قشم)، صقا ایسینی و همکاران (۱۳۸۵) (بررسی ساختار جنگل‌های حرا در حوزه کولقان، تیاب و کلاهی) عرفانی و همکاران (۱۳۸۸) (بررسی ساختار جوامع گیاهی مانگرو خلیج گواتر)، محمودی و دانه‌کار (۱۳۸۸) (بررسی ساختار رویشگاه‌های مانگرو استان هرمزگان) اشاره نمود. هرچند که در این مطالعات ویژگی‌های ساختاری رویشگاه‌های مانگرو ایران موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل کمی قرارگرفته است، اما آنچه در میان از اهمیت بالایی برخوردار است، نقشه‌سازی مکانی تغییرات ساختاری این رویشگاه‌ها است که می‌تواند ضمن تعیین درجه توسعه ساختاری آن‌ها (Pellegrini et al., 2009)، اطلاعات ضروری جهت اولویت‌بندی برنامه‌های حفاظت و احیای رویشگاه‌ها را در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان قرار دهد؛ بنابراین، هدف پژوهش پیش‌رو تجزیه‌وتحلیل ویژگی‌های ساختاری فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا و نقشه‌سازی تغییرات ساختار در سطح این فرم‌های رویشگاهی با استفاده از آماربرداری گستره میدانی و بررسی تصاویر ماهواره‌ای است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا که مشتمل بر خورها و جزایر رسوبی شمال غربی جزیره قشم است، با مساحت ۸۵۶۸ هکتار در محدوده جغرافیایی ′۴۳ °۲۶ تا ′۵۹ °۲۶ عرض شمالی و ′۳۲ °۵۵ تا ′۴۸ °۵۵ طول شرقی و در حدفاصل اراضی ساحلی بخش بندر خمیر از شهرستان بندرعباس تا اراضی ساحلی دهستان‌های لافت و طبل از شهرستان قشم قرارگرفته است. به‌دلیل اهمیت این منطقه، در سال ۱۹۷۵ میلادی تحت عنوان تالاب بین‌المللی به کنوانسیون رامسر و در سال ۱۹۷۶ میلادی به‌عنوان ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا به شبکه جهانی انسان و زیست‌کره پیوست (صفیاری، ۱۳۹۶). ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا متشکل از اجتماعات خالص حرا (*Avicennia marina*) است که در دو فرم رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای قرارگرفته‌اند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

روش آماربرداری: در این پژوهش به‌دلیل استفاده هم‌زمان از تصاویر ماهواره‌ای لازم بود تا قطعه‌های نمونه ضمن پراکنش در تمام سطح ذخیره‌گاه دارای ابعادی متناسب با اندازه تفکیک تصویر ماهواره‌ای باشند تا تصویر دقیقی از تغییرات متغیرهای رویشی در سطح ذخیره‌گاه فراهم شود بنابراین، در این پژوهش با در نظر گرفتن گستره و موقعیت ساختارهای Tall و Dwarf در بخش‌های روبه‌دریا و روبه خشکی ذخیره‌گاه و برای ثبت مشخصه‌های رویشی مانگروها، از روش سیستماتیک تصادفی و شبکه آماربرداری با ابعاد ۱۵۰۰×۱۵۰۰ متر به‌عنوان روش نمونه‌برداری و از قطعه‌های مربعی شکل با ابعاد ۴۵×۴۵ متر (۲۰۲۵ مترمربع) به‌عنوان واحد نمونه‌برداری استفاده شد (Mafi-Gholami et al., 2020). بر این اساس، تعداد ۳۲ قطعه‌نمونه مربعی که در تمام بخش‌های فرم‌های رویشگاهی ساحلی (۱۵ قطعه‌نمونه) و جزیره‌ای (۱۷ قطعه‌نمونه) ذخیره‌گاه پراکنده بودند (با توجه به گستره و موقعیت ساختارهای Tall و Dwarf در بخش‌های روبه‌دریا و روبه خشکی ذخیره‌گاه)، با استفاده از GPS پیاده شدند. درواقع، هنگام برآورد مشخصه‌های جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، ابعاد قطعه‌نمونه باید بر اساس قدرت تفکیک مکانی و خطای هندسی احتمالی باقی‌مانده در تصویر باشد (Zhang et al., 2014)؛ بنابراین، ابعاد قطعه‌های نمونه باتوجه به‌اندازه تفکیک زمینی تصویر ماهواره لندست ۸ (باقدرت تفکیک زمینی ۳۰ متر)، ۴۵×۴۵ متر در نظر گرفته شد. در سطح هر یک از قطعه‌های نمونه مشخصه-های رویشی همه درختان شامل قطر و ارتفاع درخت، ارتفاع تاج و دو قطر عمود بر هم تاج اندازه‌گیری شد. با توجه به فرم پرورشی شاخه زاد گونه حرا، مطابق با روش پیشنهادی کلوق و همکاران (۱۹۹۷) (Clough et al., 1997)، قطر هر یک از جست‌ها در ارتفاع ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری بالای یقه اندازه‌گیری شد. درنهایت، تجزیه‌وتحلیل‌های آماری شامل بررسی همبستگی بین مشخصه‌های رویشی با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون و معنی‌داری تفاوت بین مشخصه‌های رویشی فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای با استفاده از آزمون t در محیط نرم‌افزار XLSTAT انجام شد.

تهیه نقشه تغییرات قطر و ارتفاع مانگروها در سطح ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا: در این پژوهش، برای نقشه‌سازی تغییرات مشخصه‌های رویشی قطر و ارتفاع مانگروها در سطح فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا از تصویر ماهواره لندست ۸ مربوط به ماه ژانویه سال ۲۰۱۹ (با ردیف:۱۶۰ و گذر:۴۱) که هم‌زمان با تاریخ آماربرداری در سطح ذخیره‌گاه بود، استفاده شد. برای بررسی وضعیت هندسی تصاویر از لایه راه‌های مربوط به نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه استفاده شد. روی‌هم‌گذاری لایه راه‌ها و تصویر ماهواره‌ای بیانگر تطابق هندسی بسیار خوب داده‌های ماهواره‌ای با نقشه جاده منطقه بود. ازاین‌رو تصحیح هندسی انجام نشد. همچنین، ازآنجایی‌که این پژوهش چند زمانه‌ای و چندسنجنده‌ای نبود، بنابراین تصحیحات اتمسفری ضرورتی نداشت. همچنین،

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

برای نقشه‌سازی دقیق‌تر محدوده مانگروها تصویر اخذشده فاقد پوشش ابری بود و آب دریا نیز در حالت جزر قرار داشت تا بدین ترتیب تفکیک دقیق‌تر مانگروهای حاشیه‌ای از اراضی اطراف امکان‌پذیر شود (Giri, 2016). از انجام نسبت‌گیری‌ها، عمل در این پژوهش به‌منظور بازسازی تصاویر و جداسازی پوشش گیاهی مانگروها از نواحی آبی و خشکی‌های پیرامون و تهیه نقشه تغییرات مشخصه‌های رویشی مانگروها در بخش‌های مختلف ذخیره‌گاه، از شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index) که یکی از بهترین و پرکاربردترین شاخص‌ها برای شناسایی سریع و ساده مانگروها از سایر مناطق است، استفاده شد (Giri, 2016).

توسعه رابطه رگرسیونی بین متغیرهای رویشی قطر تنه و ارتفاع درختان با مقادیر NDVI: پس از تهیه نقشه NDVI ذخیره‌گاه برای سال ۲۰۱۹، بین میانگین قطر و ارتفاع مانگروها در قطعه‌های نمونه و مقادیر NDVI مربوط به ۹ پیکسل متناظر با هر قطعه‌نمونه چند رابطه رگرسیونی برازش داده شد. ازآنجایی‌که یکی از اهداف این پژوهش، نقشه‌سازی تغییرات مشخصه‌های رویشی قطر و ارتفاع مانگروها در سطح ذخیره‌گاه زیست‌کره با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بود، در اولین قدم مناسب‌ترین مدل برای برآورد این مشخصه‌های رویشی از تصویر ماهواره‌ای تهیه شد. در این پژوهش از ۳۲ قطعه‌نمونه برداشت‌شده، ۲۲ قطعه‌نمونه (۷۰ درصد) برای مدل‌سازی استفاده شد (Powell et al., 2010). بدین ترتیب، با استفاده از روش رگرسیون حداقل مربعات (LSR)، بین مقادیر NDVI و مقادیر متوسط قطر و ارتفاع و درصد تاج‌پوشش مانگروها، مدل‌های مختلف خطی (Linear)، لگاریتمی (Logaritmic)، معکوس (Inverse)، درجه دوم (Quadratic)، درجه سوم (Cubic)، توانی (Power) و نمایی (Exponential) تهیه شد و بر اساس بیشترین مقدار ضریب تعیین اصلاح‌شده (R^2adj) و کمترین مقدار انحراف استاندارد (SE)، مناسب‌ترین مدل انتخاب شد. هرچند که مدل‌های آماری بر اساس آماره‌هایی مانند R^2adj و SE ارزیابی می‌شوند، اما ضرورت دارد که مدل‌های اعتبارسنجی شوند تا از توافق‌های اتفاقی جلوگیری شود (Powell et al., 2010). در این پژوهش، اعتبارسنجی مدل‌ها با استفاده از قطعه‌نمونه‌هایی که برای توسعه مدل‌ها استفاده‌نشده بودند (۳۰ درصد باقی‌مانده، ۱۰ قطعه‌نمونه) انجام شد. بر اساس روش پیشنهادی مافی غلامی و همکاران (۲۰۲۰) (Mafi-Gholami et al., 2020)، مدل‌ها با استفاده از مقادیر R^2 و p مربوط به نمودار پراکنش داده‌های مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده متغیرهای رویشی اعتبارسنجی شدند.

اجرای مدل رگرسیونی روی نقشه NDVI ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا: در نهایت، رابطه رگرسیونی توسعه داده‌شده بین تغییرات قطر، ارتفاع و درصد تاج پوشش مانگروها در قطعه‌های نمونه و مقادیر NDVI،

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

روی نقشه NDVI بخش‌های ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه اجرا شد و بدین ترتیب نقشه تغییرات قطر، ارتفاع و درصد تاج‌پوشش مانگروها در سطح ذخیره‌گاه برای سال ۲۰۱۹ تهیه شد.

نتایج

نتایج بررسی مشخصه‌های رویشی در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا: همان‌طور که بیان شد، از مجموع ۳۲ قطعه‌نمونه، ۱۵ قطعه‌نمونه در فرم رویشگاهی ساحلی و ۱۷ قطعه‌نمونه در فرم رویشگاهی جزیره‌ای قرار داشتند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، در قطعه‌نمونه‌های فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای به‌ترتیب مشخصه‌های رویشی ۱۸۹۰ و ۲۱۴۲ اصله درخت حرا اندازه‌گیری شد. بر این اساس، تراکم درختان در هکتار در دو فرم رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای به‌ترتیب ۷۷۲ و ۷۱۷ اصله در هکتار بود که بیانگر تراکم بیشتر درختان در فرم رویشگاهی ساحلی ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا است. در هر دو فرم رویشگاهی ذخیره‌گاه، پراکنش درختان در طبقات قطری بیانگر ناهمسال بودن توده‌های حرا است. بررسی پراکنش درختان در طبقه‌های قطری در سطح فرم‌های رویشگاهی جزیره‌ای و ساحلی ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا نشان می‌دهد که در فرم رویشگاهی جزیره‌ای بیشترین تعداد درختان در طبقه قطری ۶-۱۰ سانتی‌متر و در فرم رویشگاهی ساحلی در طبقات قطری ۱۱-۱۵ و ۱۶-۲۰ سانتی‌متر قرار داشتند (جدول ۱).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

جدول ۱- مشخصه‌های رویشی اندازه‌گیری‌شده در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا

غرم رویشگاهی	مشخصه رویشی / پارامتر آماری	ارتفاع درخت (سانتی‌متر)	قطر تنه (سانتی‌متر)	ارتفاع تاج (سانتی‌متر)	قطر تاج (سانتی‌متر)	مساحت تاج (مترمربع)
ساحلی	میانگین	۳۰۱/۳	۱۵/۲	۲۵۰/۷	۲۳۵/۲	۸/۹
	حداکثر	۶۸۰/۳	۸۸/۲	۵۹۰	۵۵۰	۱۹/۶
	حداقل	۱۵۰	۷/۱	۱۱۰	۱۱۵	۱/۰۴
	اشتباه معیار	۱۱/۷	۰/۵۷	۹/۰۰	۹/۶	۰/۳۰
	حدود اعتماد	۳۲۵/۷	۱۶/۴	۲۶۹/۵	۲۵۵/۴	۹/۵
		۲۷۶/۹	۱۴/۰۲	۲۳۱/۸	۲۱۵	۸/۳
	درصد اشتباه	۸/۰۹	۷/۸	۷/۵	۸/۶	۷/۰۴
جزیره‌ای	میانگین	۲۰۰/۳	۱۰/۳	۱۵۲/۵	۱۸۵/۱	۵/۸
	حداکثر	۶۵۶/۸	۸۷/۸	۵۵۰	۵۰۰	۲۳/۷
	حداقل	۱۳۰	۵	۱۰۰	۹۵	۰/۳۳
	اشتباه معیار	۱۵/۰۹	۰/۹۰	۱۳/۶	۱۵/۶	۰/۴۵
	حدود اعتماد	۲۳۴/۹	۱۲/۲	۱۸۱/۹	۲۱۸/۹	۶/۸
		۱۶۵/۸	۸/۳	۱۲۳/۱	۱۵۱/۳	۴/۸
	درصد اشتباه	۷/۹	۸/۸	۸/۹	۸/۴	۷/۷

نتایج تفاوت بین مقادیر متوسط مشخصه‌های رویشی درختان حرا در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای: بررسی اختلاف میان مقادیر متوسط مشخصه‌های رویشی اندازه‌گیری‌شده در قطعه‌های نمونه در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای با استفاده از آزمون t نشان داد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین مقادیر میانگین همه مشخصه‌های رویشی در دو فرم رویشگاهی ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۲).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

جدول ۲- نتایج آزمون t بین مقادیر میانگین مشخصه‌های رویشی در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا

	فرم رویشگاهی ساحلی	فرم رویشگاهی جزیره‌ای	p-value
قطر درخت (سانتی‌متر)	۱۵/۲۱	۱۰/۳	۰/۰۱۹
ارتفاع درخت (سانتی‌متر)	۳۰۱/۳	۲۰۰/۳	۰/۰۰۰
ارتفاع تاج درخت (سانتی‌متر)	۲۵۰/۷	۱۵۲/۵	۰/۰۰۰
مساحت تاج درخت (مترمربع)	۸/۹	۵/۸	۰/۰۲۹
قطر تاج درخت (سانتی‌متر)	۲۳۵/۲	۱۸۵/۱	۰/۰۱۵

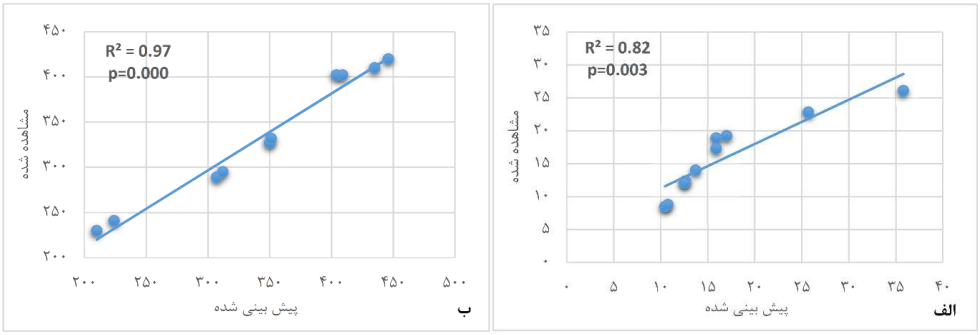
نتایج مدل‌سازی رابطه بین مقادیر مشخصه‌های رویشی درختان حرا در قطعه‌های نمونه و مقادیر NDVI: نتایج مدل‌سازی رابطه بین متغیرهای قطر و ارتفاع درخت با مقادیر NDVI با استفاده از ۷۰ درصد داده‌های مشاهداتی نشان داد که همه مدل‌ها ازنظر آماری معنی‌دار هستند ($p <0.001$) و مقادیر ضریب همبستگی تعدیل‌شده ($Adj\text{-}r^2$) آن‌ها بزرگ‌تر از ۰/۸۵ است (جدول ۳).

جدول ۳- مدل‌سازی رگرسیون حداقل مربعات (LSR) برای پیش‌بینی مقادیر مشخصه‌های رویشی مانگروها از مقادیر NDVI

	a	b	SE	Adj-r2	p-value
قطر درخت	۳۲/۶۴	۲/۲۹	۲/۳۹	۰/۸۵	<۰/۰۰۱
ارتفاع درخت	۵۳۷/۸	۳۶/۷	۱۴/۹	۰/۹۷	<۰/۰۰۱

اعتبارسنجی مدل‌ها نشان داد که همه مدل‌های توسعه‌یافته با ضریب همبستگی (R^2) بزرگ‌تر از ۰/۸۲ قابلیت بالایی برای پیش‌بینی قطر و ارتفاع درخت با استفاده از NDVI دارند (شکل ۱ الف و ب).

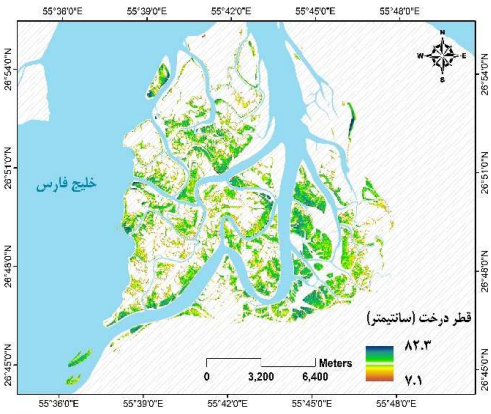
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]



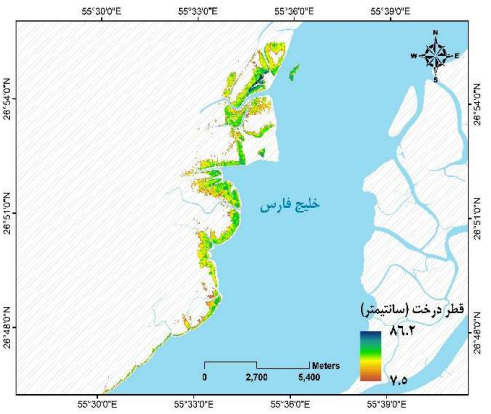
شکل ۱- مقایسه بین ۳۰ درصد (اعتبارسنجی) مقادیر مشاهده شده (اندازه‌گیری در قطعه نمونه) و پیش‌بینی‌شده الف: قطر درخت و ب: ارتفاع درخت (مستخرج از مقادیر NDVI تصویر ماهواره‌ای)

نتایج نقشه‌سازی تغییرات مکانی قطر و ارتفاع درختان مانگرو در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای: اجرای مدل‌سازی رگرسیونی رابطه بین قطر و ارتفاع درخت با مقادیر NDVI بر روی نقشه NDVI ذخیره‌گاه نشان داد که متناسب با تغییرات مکانی مقادیر NDVI در گستره‌های مختلف مربوط به فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای زیست‌کره حرا، طیفی از مقادیر متغیرهای رویشی موردمطالعه در سطح ذخیره‌گاه قابل‌مشاهده است. نقشه‌سازی تغییرات مکانی قطر نشان داد که مقادیر این مشخصه در سطح ذخیره‌گاه از حداقل ۷ سانتی‌متر تا حداکثر ۸۲/۳ سانتی‌متر در فرم رویشگاهی جزیره‌ای و از حداقل ۷/۵ سانتی‌متر تا حداکثر ۸۶/۲ سانتی‌متر در فرم رویشگاهی ساحلی متغیر است. بررسی تغییرات مکانی مشخصه ارتفاع در سطح ذخیره‌گاه نیز نشان داد که این مشخصه در فرم رویشگاهی جزیره‌ای از حداقل ۱۱۵/۳ سانتی‌متر تا حداکثر ۶۴۸/۱ سانتی‌متر و در فرم رویشگاهی ساحلی از حداقل ۱۲۱/۲ سانتی‌متر تا حداکثر ۶۷۵/۵ سانتی‌متر متغیر بود. بررسی تغییرات مکانی مقادیر مشخصه‌های قطر و ارتفاع درخت در هر دو فرم رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه نشان می‌دهد که گستره‌های روبه‌دریای این فرم‌های رویشگاهی که متشکل از فرم ساختاری Tall است (مانگروهای دارای ارتفاع، قطر درخت و گستره تاج بزرگ‌تر)، دارای مقادیر حداکثری از این سه مشخصه هستند (شکل‌های ۲ تا ۵). در مقابل، گستره‌های روبه خشکی فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه که متشکل از فرم ساختاری Dwarf (مانگروهای دارای ارتفاع، قطر درخت و گستره تاج کوچک‌تر) هستند، مقادیر حداقلی از قطر و ارتفاع درخت را نشان می‌دهند (شکل‌های ۲ تا ۵).

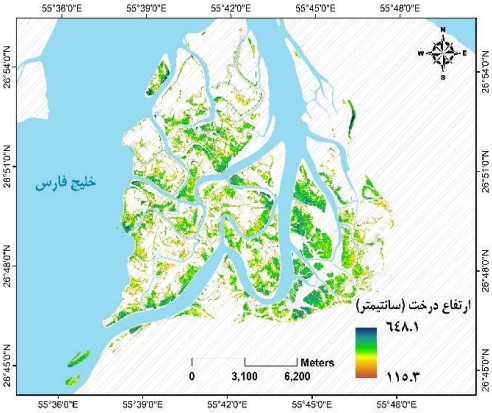
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]



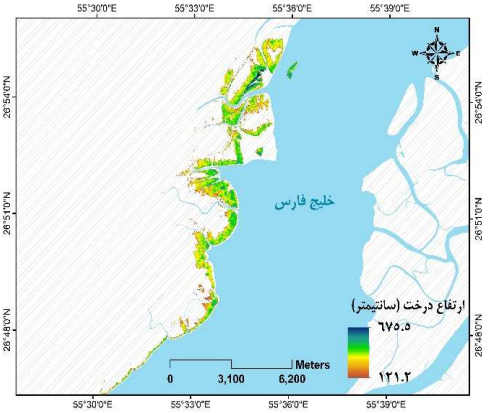
شکل ۲- تغییرات قطر درخت در فرم رویشگاهی جزیره‌ای



شکل ۳- تغییرات قطر درخت در فرم رویشگاهی ساحلی



شکل ۴- تغییرات مقادیر ارتفاع درختان در فرم رویشگاهی جزیره‌ای



شکل ۵- تغییرات مقادیر ارتفاع درختان در فرم رویشگاهی ساحلی

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس پژوهش‌های پیشین، رویشگاه‌های مانگرو با درجه توسعه ساختاری بیشتر (مقادیر مشخصه‌های رویشی بیشتر)، حساسیت زیست‌محیطی بیشتری نیز دارند (Pellegrini et al., 2009). مقایسه نتایج این پژوهش در زمینه مقادیر مشخصه‌های رویشی متوسط قطر درخت و متوسط ارتفاع درختان با پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهد که مقادیر متوسط این دو مشخصه رویشی در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا به‌ترتیب ۱۲/۷ و ۲۵۰/۶ سانتی‌متر، در حوزه رویشگاهی تیاب به‌ترتیب ۱۰/۵ و ۱۹۰/۴ سانتی‌متر (صفا ایسینی و همکاران، ۱۳۸۵) و در حوزه رویشگاهی جاسک به‌ترتیب ۱۹/۲ و ۲۸۳/۷

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

سانتی‌متر (تیاب و همکاران، ۱۳۹۴) است. بر اساس این نتایج، حوزه رویشگاه‌های جاسک بیشترین مقادیر این دو مشخصه رویشی را در بین حوزه‌های رویشگاهی موجود در سواحل استان هرمزگان دارد که بیانگر درجه توسعه ساختار بالاتر آن نسبت به دو رویشگاه دیگر است. بررسی مقادیر متوسط مشخصه‌های قطر درخت، ارتفاع درختان و تراکم در هکتار در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا نشان داد که مقادیر این سه مشخصه در فرم رویشگاهی ساحلی ذخیره‌گاه به‌ترتیب ۱۵/۲، ۳۰۱/۳ سانتی‌متر و ۷۷۲ اصله در هکتار و در فرم رویشگاهی جزیره‌ای ذخیره‌گاه به‌ترتیب ۱۰/۳، ۲۰۰/۳ سانتی‌متر و ۷۱۷ اصله در هکتار بود که بیانگر درجه توسعه ساختاری بالاتر فرم رویشگاهی ساحلی نسبت به فرم رویشگاهی جزیره‌ای در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا است. بررسی مقادیر تراکم درختان در هکتار در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا نشان داد که مقدار متوسط این متغیر در ذخیره‌گاه ۷۴۵ اصله در هکتار است. پژوهش-های انجام‌شده در رویشگاه‌های دیگر مانگرو استان هرمزگان نشان می‌دهد که مقدار تراکم درختان در هکتار در دو رویشگاه تیاب و جاسک به‌ترتیب ۱۰۱۴/۷ و ۱۳۵۳ اصله در هکتار است (صفا ایسینی و همکاران، ۱۳۸۵؛ تیاب و همکاران، ۱۳۹۴). این مقایسه نشان می‌دهد که تراکم درختان در حوزه‌های رویشگاهی استان هرمزگان از سواحل خلیج‌فارس به‌سمت سواحل دریای عمان افزایش می‌یابد به-نحوی‌که ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا (حوزه رویشگاهی خمیر) و حوزه رویشگاهی جاسک به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین تراکم درختان در هکتار در بین رویشگاه‌های موجود در طول سواحل استان هرمزگان هستند. نتایج پژوهش مافی غلامی و همکاران (۲۰۱۷) (Mafi-Gholami et al., 2017) نشان داد که در دوره زمانی پس از سال ۱۹۹۸، رویشگاه‌های مانگرو موجود در سواحل خلیج‌فارس در معرض وقوع خشک‌سالی‌های شدید تا بسیار شدید قرار گرفتند که باعث کاهش گستره، تاج‌پوشش، توان تولیدی و افت سطح سلامت این رویشگاه‌ها نسبت به دوره زمانی قبل از سال ۱۹۹۸ (دوره ترسالی) شده است. بر این اساس، کاهش مقادیر بارندگی و وقوع خشک‌سالی در سال‌های اخیر می‌تواند سبب کاهش مقادیر متغیرهای رویشی در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا شده باشد. این در حالی است که باتوجه‌به پیش‌بینی‌های موجود مبنی بر کاهش بارندگی و وقوع خشک‌سالی در خاورمیانه در دهه‌های آینده (Barlow et al., 2016)، افت شدیدتر میزان رویش و توان تولیدی مانگروهای سواحل جنوب ایران دور از انتظار نخواهد بود. علاوه‌بر وقوع خشک‌سالی‌های شدید در سال‌های اخیر، افزایش ۱/۴ درجه‌ای دمای کره زمین (Szulejko et al., 2017) و افزایش ۳/۲ درجه‌ای در سواحل جنوب ایران (Etemadi et al., 2016) تا پایان قرن ۲۱ می‌تواند با افزایش تبخیر و تعرق در سطح نواحی ساحلی و حوضه‌های آبریز بالادستی مانگروها سبب تشدید اثرات نامطلوب ناشی از وقوع خشک‌سالی بر مانگروهای سواحل جنوب ایران (به‌ویژه مانگروهای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا) شود.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که بین مقادیر میانگین مشخصه‌های رویشی در دو فرم رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا باهم تفاوت معنی‌دار وجود دارد (جدول ۲). ویژگی‌های ژئومورفولوژیک محلی و دینامیک‌های هیدرولوژیک آب سطحی و زیرزمینی و نیز وضعیت زمین‌شناسی خشکی‌های بالادست و تأثیر آن بر مقدار رسوب‌گذاری ساحلی، وجود تأسیسات و سازه‌های ساحلی و یا احداث آن‌ها، مسائل اقتصادی و اجتماعی، تفاوت ویژگی‌های اقلیمی بین رویشگاه‌های مختلف، آلاینده-ها و اثرات تغییر اقلیم مانند بالا آمدن سطح آب دریا می‌توانند از عوامل ایجاد تفاوت بین مقادیر متغیرهای رویشی در رویشگاه‌های مانگرو مناطق مختلف (در مقیاس محلی و در سطح یک رویشگاه) باشند (Gilman et al., 2007). نتایج پژوهش بهارلویی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که بین فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست حرا نرخ متفاوتی از فرسایش و رسوب‌گذاری (پیشروی و پسروی مانگروها) وجود دارد، به‌طوری‌که مشخص شد فرم رویشگاهی جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا دارای نرخ فرسایش بیشتری نسبت به فرم رویشگاهی ساحلی آن است. عواملی مانند ارتفاع و انرژی بیشتر امواج و نیز بیشتر بودن نرخ افزایش سطح آب دریا نسبت‌به نرخ رسوب‌گذاری در فرم رویشگاهی جزیره‌ای نسبت‌به فرم رویشگاهی ساحلی می‌تواند از دلایل بیشتر بودن نرخ فرسایش بستر و پسروی مانگروهای حاشیه روبه‌دریای فرم رویشگاهی جزیره‌ای نسبت‌به فرم رویشگاهی ساحلی در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا باشد (مافی غلامی، ۱۳۹۴). با توجه به اینکه فرم ساختاری Tall در رویشگاه-های مانگرو در حاشیه‌های روبه‌دریا و فرم ساختاری Dwarf در گستره‌های روبه خشکی این رویشگاه‌ها قرار دارند، فرسایش بیشتر و افت گستره‌های روبه‌دریا (افتادن و خشک شدن مانگروهای فرم ساختاری Tall در اثر فرسایش بستر) در فرم رویشگاهی جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا نسبت‌به فرم رویشگاهی ساحلی می‌تواند یکی از دلایل کمتر بودن درجه توسعه ساختاری و مقادیر مشخصه‌های رویشی اندازه‌گیری‌شده در فرم رویشگاهی جزیره‌ای نسبت‌به فرم رویشگاهی ساحلی باشد. پژوهش‌های آینده می‌توانند رابطه بین تغییرات گستره فرم‌های ساختاری Tall و Dwarf با نرخ بالا آمدن سطح آب دریا و مقدار رسوب‌گذاری در بستر این فرم‌ها در دو فرم رویشگاهی جزیره‌ای و ساحلی ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا را بررسی کنند تا تأثیر آن‌ها بر تغییرات مقادیر متغیرهای رویشی مربوط به این بخش-های ذخیره‌گاه در طول زمان مشخص شود.

بر اساس پژوهش‌های پیشین، بخش عمده استفاده مستقیم جوامع ساحلی ایران، بهره‌برداری و استفاده از سرشاخه‌های مانگروها است که برای تغذیه دام استفاده می‌شود. در رویشگاه‌های مانگرو استان هرمزگان نیز هرس سرشاخه‌ها برای تعلیف دام متداول است و ازاین‌رو نقش مهمی در اقتصاد جوامع ساحلی این استان دارند (دانه‌کار و همکاران؛ ۱۳۸۵، ۱۳۸۸، ۱۳۹۱). بر اساس گزارش‌های اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان، اطلاعات موجود در سند مانگروهای ایران (دانه‌کار و همکاران،

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

۱۳۹۱) و گفتگو با افراد محلی، مانگروهای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا در معرض بهره‌برداری بی‌رویه قرار دارند و به‌دلیل دسترسی آسان‌تر از بخش روبه‌دریا، عمده بهره‌برداری‌ها از حاشیه روبه‌دریای رویشگاه‌ها انجام می‌شود (مافی غلامی، ۱۳۹۴). باتوجه‌به قرارگیری فرم ساختاری Tall در حاشیه روبه‌دریای مانگروها، تمرکز بالای بهره‌برداری از گستره‌های روبه‌دریای فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه می‌تواند سبب افت ساختار و کاهش وسعت فرم ساختاری Tall (افزایش سهم فرم ساختاری Dwarf در رویشگاه) در این بخش‌های ذخیره‌گاه شود که درمجموع سبب کاهش گستره، میزان ذخیره کربن و توان تولیدی رویشگاه می‌شود. پژوهش مافی غلامی (۱۳۹۴) نشان داد که بر اساس گستره و نقاط بهره‌برداری و چرای دام، فرم رویشگاهی جزیره‌ای در ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا نسبت‌به فرم ساحلی آن در معرض بهره‌برداری قطع و سرشاخه‌زنی مانگروها در گستره‌های روبه‌دریا قرار دارد که می‌تواند از دلایل تغییر ویژگی‌های ساختاری و کمتر بودن مقادیر میانگین متغیرهای رویشی در فرم رویشگاهی جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا نسبت‌به فرم رویشگاهی ساحلی آن باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که تجزیه‌وتحلیل مکانی متغیرهای رویشی مانگروها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های مبتنی بر سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌تواند به‌عنوان ابزار مفیدی برای پایش و شناسایی بخش‌های حساس رویشگاه مورداستفاده قرار گیرد؛ چنانکه در سایر مطالعات انجام‌شده نیز توان و کارایی بالایی تصاویر ماهواره‌ای در نقشه‌سازی ساختار و نیز پایش تغییرات بلندمدت سطح سلامت و توان تولیدی مانگروها نشان داده‌شده است (Mafi-Gholami et al., 2020). این پژوهش برای اولین بار در سطح کشور ضمن آماربرداری گستره از مانگروهای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا و تجزیه‌وتحلیل تصویر ماهواره‌ای، نقشه‌سازی دقیق از تغییرات مکانی مقادیر متغیرهای رویشی در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه انجام شد. نتایج این پژوهش با فراهم آوردن اطلاعات دقیق از وضعیت ساختاری فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا و تشریح عوامل محیطی مؤثر بر افت ساختار و توان رویشی مانگروهای این رویشگاه می‌تواند کمک شایانی به اجرای اقدامات حفاظتی و احیاء مانگروهای این رویشگاه کند. درنهایت پیشنهاد می‌شود تا با استفاده از روش بکار رفته در این مطالعه و ضمن بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای باقدرت تفکیک بالاتر (همانند کوئیک برد) ضمن نقشه‌سازی دقیق‌تر خصوصیات ساختاری مانگروها، میزان تغییرات گستره‌های فرم‌های ساختاری Tall و Dwarf در فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا در طول زمان مورد پایش قرار گیرد و تأثیر تغییرات اقلیمی بر گستره این فرم‌های ساختاری و خصوصیات ساختاری و زیتوده ذخیره‌گاه موردبررسی قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود تا مطالعات آینده تغییرات رخ‌داده در متغیرهای رویشی و ساختاری فرم‌های رویشگاهی ساحلی و جزیره‌ای ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا در مواجه با شدت‌های متفاوت فعالیت صیادی در طول زمان موردبررسی قرار دهند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

منابع

بهارلویی، م.، مافی غلامی، د.، محمودی، ب. ۱۳۹۶. بررسی میزان فرسایش و رسوب گزاری مانگروهای ایران در طول سواحل خلیج‌فارس و دریای عمان. دانشگاه شهرکرد-دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۴۵ ص.

تیاب، ز.، دانه‌کار، ا.، نجفی، ک.، نادریان، ن.، شریفی، ک.، طیبی، ا. ۱۳۹۴. بررسی جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده گابریگ، جاسک شرقی و غربی (استان هرمزگان) بر اساس ساختار رویشگاه، اقیانوس‌شناسی، ۱۹: ۱۰۵-۱۱۱.

دانه‌کار، ا.، محمودی، ب.، سعید صبایی، م.، قدیریان، ط.، اسدالهی، ز.، شریفی ن.، پطروسیان، ه. ۱۳۹۱. سند ملی برنامه مدیریت پایدار جنگل‌های مانگرو ایران. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، اداره کل جنگل‌های خارج از شمال، مهندسین مشاور پایداری طبیعت و منابع، ۶۲۴ ص.

دانه‌کار، ا.، جلالی، س. ۱۳۸۳. بررسی ساختار جنگل‌های حرا در حوزه خمیر و قشم (استان هرمزگان) با استفاده از آماربرداری به روش ترانسکت، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۶۷: ۱۸-۲۴.

دانه‌کار، ا.، محمودی، ب.، هاشمی، ا. ۱۳۸۵. طرح مدیریت و توسعه جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان، ۳۲۵ ص.

دانه‌کار، ا.، محمودی، ب.، تقی زاده، ع.، کامرانی، ا. ۱۳۸۸. بررسی ساختار توده‌های جنگلی مانگرو در رویشگاه سیریک در استان هرمزگان، جنگل و فرآورده‌های چوب، ۶۲ (۴): ۳۵۹-۳۶۹.

صفا ایسینی، ه.، دانه‌کار، ا.، کامرانی، ا. ۱۳۸۵. بررسی ساختار جنگل‌های حرا در حوزه کولقان، تیاب و کلاهی در تنگه هرمز، علوم محیطی، ۱۱: ۱-۱۰.

صفیاری، ش. ۱۳۹۶. جنگل‌های حرا ایران، طبیعت ایران، ۲ (۲): ۴۹-۵۷.

عرفانی، م.، نوری، غ.، دانه‌کار، ا.، مروی مهاجر، م.، محمودی، ب. ۱۳۸۸. بررسی پارامترهای رویشی جنگل‌های مانگرو خلیج گواتر در جنوب شرقی ایران، مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۱: ۳۳-۴۶.

مافی غلامی، د. ۱۳۹۴. ارزیابی آسیب‌پذیری مانگروها به‌منظور مدیریت پایدار آن‌ها (مطالعه موردی مانگروهای استان هرمزگان). دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، رساله دکتری جنگلداری، ۵۱۰ ص.

مافی غلامی، د.، بهارلویی، م.، محمودی، ب. ۱۳۹۶. پایش نرخ پیشروی و پسروی در جنگل‌های مانگرو با استفاده از سنجش‌ازدور و سامانه تجزیه‌وتحلیلی رقومی خط ساحلی (DSAS) (مطالعه موردی: ذخیره‌گاه زیست‌کره حرا)، محیط‌شناسی، ۴۳ (۴): ۶۳۳-۶۴۶.

محمودی، ب.، دانه‌کار، ا. ۱۳۸۸. بررسی ساختار رویشگاه‌های مانگرو در استان هرمزگان. سومین همایش ملی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۵۹-۶۵.

Barlow, W., Zaitchik, B., Paz, S., Balck, E., Evans, J., Hoell, A. 2016. A review of drought in the Middle East and southwest Asia. Climate, 29 (3): 8547-8574.

Clough, B. F., Dixon, P., Dalhaus, O. 1997. Allometric relationships for estimating biomass in multi-stemmed mangrove trees. Australian Journal of Botany, 45(6), 1023-1031.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Danehkar, A. 2001. Mangroves forests zonation in Gaz and Harra international wetlands. The Environment Scientific Quarterly Journal, 34: 43-49.

Etemadi, H., Samadi, S.Z., Sharifikia, M., Smoak, J.M. 2016. Assessment of climate change downscaling and non-stationarity on the spatial pattern of a mangrove ecosystem in an arid coastal region of southern Iran. Theoretical and Applied Climatology, 126(1-2): 35-49.

Gilman, E., Ellison, J., Sauni, I., Tuaumu, S. 2007. Trends in surface elevations of American Samoa mangroves. Wetlands Ecology and Management, 15(5): 391-404.

Giri, C. 2016. Observation and Monitoring of Mangrove Forests Using Remote Sensing: Opportunities and Challenges. Remote Sensing, 8(9): 58-67.

Mafi-Gholami, D., Mahmoudi, B., Zenner, E.K. 2017. An analysis of the relationship between drought events and mangrove changes along the northern coasts of the Persian Gulf and Oman Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 199: 141-151.

Mafi-Gholami, D., Zenner, E.K., Jaafari, A. 2020. Mangrove regional feedback to sea level rise and drought intensity at the end of the 21st century. Ecological Indicators, 110: 105972.

Mafi-Gholami, D., Zenner, E.K., Jaafari, A., Ward, R.D. 2019. Modeling multi-decadal mangrove leaf area index in response to drought along the semi-arid southern coasts of Iran. Science of the Total Environment, 656: 1326-1336.

Naidoo, G. 2010. Ecophysiological differences between fringe and dwarf Avicennia marina mangroves. Trees, 24(4): 667-673.

Pellegrini, J.A.C., Soares, M.L.G., Chaves, F.O., Estrada, G.C.D., Cavalcanti, V.F. 2009. A method for the classification of mangrove forests and sensitivity/vulnerability analysis. Journal of Coastal Research, 443-447.

Powell, S.L., Cohen, W.B., Healey, S.P., Kennedy, R.E., Moisen, G.G., Pierce, K.B., Ohmann, J.L. 2010. Quantification of live aboveground forest biomass dynamics with Landsat time-series and field inventory data: a comparison of empirical modeling approaches. Remote Sensing of Environment, 114(5): 1053-1068.

Szulejko, J.E., Kumar, P., Deep, A., Kim, K.H. 2017. Global warming projections to 2100 using simple CO2 greenhouse gas modeling and comments on CO2 climate sensitivity factor. Atmospheric Pollution Research, 8(1): 136-140.

Zhang, G., Ganguly, S., Nemani, R.R., White, M.A., Milesi, C., Hashimoto, H., Wang, W., Saatchi, S., Yu, Y., Myneni, R.B. 2014. Estimation of forest aboveground biomass in California using canopy height and leaf area index estimated from satellite data. Remote Sensing of Environment, 151: 44-56.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]