بررسی شاخص‌های اقلیمی مؤثر بر اجتماعات حرا در سواحل استان هرمزگان

هستی پطروسیان[۱]
افشین دانه‌کار[۲*]
سهراب اشرفی[۳]
جهانگیر فقهی[٤]

۱. دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، کارشناس ارشد محیط زیست، پردیس کرج، ایران
۲. دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، دانشیار گروه محیط زیست، پردیس کرج، ایران
۳. دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، استادیار گروه محیط زیست، پردیس کرج، ایران
۴. دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، پردیس کرج، ایران

*** نویسنده مسئول مکاتبات**
danehkar@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۲۷

کد مقاله: ۱۳۹۲۳۱۰٦٤
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی است.

چکیده

گونه حرا یکی از مهم‌ترین گونه‌های مانگرو است که در کرانه جنوبی ایران، اجتماعات گسترده‌ای را در پهنه‌های گلی بین جزر و مدی سواحل کم شیب تشکیل داده است. این جنگل‌ها که از حاصل‌خیزترین اکوسیستم‌های ساحلی در گستره زمین محسوب می‌شوند در سال‌های اخیر به دلیل فعالیت‌های انسانی و گاه سوانح طبیعی در معرض تهدید قرار گرفته‌اند. از آن‌جا که حفاظت بیرونی این جنگل‌ها با هدف توسعه این جنگل‌ها خارج از رویشگاه اصلی آن‌ها نیازمند انجام ارزیابی عناصر آب و هوایی منطقه هدف به عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای محیط زیستی مؤثر بر استقرار اجتماعات حرا است، این نوشتار به شناسایی و تحلیل شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه ساحلی استان هرمزگان به عنوان بزرگ‌ترین عرصه طبیعی جنگل‌های حرا و مقایسه آن با شرایط اقلیمی این جنگل‌ها در دیگر رویشگاه‌های جهان می‌پردازد. در این بررسی از نرم‌افزار Minitab16 برای تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از ۵ ایستگاه سینوپتیک واقع در پهنه ساحلی استان هرمزگان و طبقه‌بندی ایستگاه‌های ساحلی استفاده شد. نرم‌افزار Arc Gis 9.3 نیز برای نقشه‌سازی موقعیت ایستگاه‌های ساحلی به کار رفت. نتایج نشان داد تمام پارامترهای مورد بررسی استان هرمزگان در مقایسه با شرایط آب و هوایی رویشگاه‌های حرا در جهان مساعد توسعه جنگل‌های حرا است. همچنین در این بررسی تحلیل خوشه-ای نشان داد ایستگاه میناب نقطه عطف تغییرات مکانی آب و هوایی در این خبطه بوده که در مقایسه با سایر ایستگاه‌های ساحلی دارای کم‌ترین می‌باشد.

واژگان کلیدی: جنگل حرا، عناصر آب و هوایی، استان هرمزگان، تحلیل خوشه‌ای.

مقدمه

جنگل‌های مانگرو یکی از حاصل‌خیزترین اکوسیستم‌ها در گستره زمین محسوب می‌شوند که بر طبق آخرین برآورد در سال ۲۰۱۰ این جنگل‌ها در ۱۱۸ کشور و منطقه جهان با مساحت حدود ۱۳ میلیون هکتار گزارش شده است (Kirui *et al*., 2012; Giri *et al*., 2010). ایران نیز از این موهبت برخوردار بوده و در بین کشورهای حاشیه خلیج فارس از بیش‌ترین سطح جنگل‌های طبیعی مانگرو برخوردار است (FAO, 2007). این رویشگاه‌ها در ۳ استان بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان به مساحت حدود ۱۱ هزار هکتار توده خالص در ۹ لکه رویشگاهی اصلی شناسایی شده است؛ که از این میزان ۸۵ درصد آن در استان هرمزگان گسترش دارد. بخش اعظم جنگل‌های مانگرو ایران پوشیده از گونه حرا (*Avicennia marina*) است (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۱) که یکی از مهم‌ترین گونه‌های مانگرو حقیقی یا اصلی با اهمیت بالای اقتصادی و زیست‌محیطی محسوب می‌شود (Polidoro *et al*., 2010).

امروزه در سراسر جهان به دلیل عوامل متعددی همچون تغییر کاربری اراضی، توسعه استخرهای برداشت نمک، تردد شناورهای سنتی صیادی و تجاری، آلودگی‌های نفتی، حضور گونه‌های بیگانه، برداشت چوب، ذغال‌گیری، پرورش میگو و صدف (Twum-Ampofo *et al*., 2008) و برداشت علوفه یا سرشاخه‌خواری توسط چارپایان (Vannucci, 2002) گستره جنگل‌های حرا با تهدید روبرو شده است. به همین دلیل حفاظت بیرونی جنگل‌های حرا را می‌توان تدبیری مناسب برای شناسایی بهترین عرصه‌ها برای گسترش اجتماعات حرا خارج از رویشگاه‌های اصلی برشمرد. آنچه که موفقیت این امر را تضمین می‌نماید این است که مکانی که به منظور محل هدف برای انتقال گونه در نظر گرفته می‌شود انتخابی درست و بجا باشد و حیات گونه را در محل جدید تضمین نماید که این امر مستلزم انجام ارزیابی جامع محیط زیستی رویشگاه طبیعی گونه می‌باشد تا بر مبنای آن بهترین محل برای استقرار گونه هدف انتخاب گردد (ذوالفقار، ۱۳۸۷). نتایج بررسی مطالعات مختلف نشان می‌دهد اجتماعات *A. marina* تحت تأثیر تمام فاکتورهای محیط‌زیستی اطرافشان مانند ویژگی‌های دریایی (کیفیت آب و برخی پدیده‌های دریایی)، زمین ریخت‌شناسی (تیپ کرانه و ناهمواری‌های ساحلی) و البته ویژگی‌های آب و هوایی بستر توسعه می‌باشند (پطروسیان، ۱۳۹۱) و از آنجا که شاخص‌های اقلیمی از بارزترین ویژگی‌های محیط‌زیستی هر منطقه محسوب می‌شوند، این بررسی با هدف تحلیل و توصیف شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه ساحلی استان هرمزگان از طریق توصیف پارامترهای ذکر شده به منظور تدوین اطلاعات پایه برای تعیین و تشخیص مناطق مستعد توسعه اجتماعات حرا، صورت گرفت. همچنین به منظور تعیین نقطه عطف تغییرات مکانی پارامترهای اقلیمی، بررسی شباهت و تفاوت ایستگاه‌های ساحلی و دسته‌بندی آنان در گروه‌های همانند از آنالیز تحلیل خوشه‌ای استفاده گردید.

صفیاری و نصوری در سال ۱۳۸۷، در کتاب "توسعه جنگل‌های مانگرو"، مهم‌ترین عوامل طبیعی مؤثر بر توسعه جنگل‌های مانگرو در شرایط رویشگاه‌های کشور را رژیم جزر و مدی، منابع آب شیرین، جنس بستر، زهکشی، شوری آب، شیب زمین، اقلیم، عرض جغرافیایی، بافت خاک، رطوبت خاک، غلظت مواد آلی، معدنی و هدایت الکتریکی خاک بیان کردند. مطالعه پطروسیان و همکاران با عنوان کاربرد روش دلفی در شناسایی معیارهای موثر در حضور جنگل‌های حرا در سال۱۳۹۱ نشان داد که متوسط دمای سالانه، حداقل دمای مطلق، حداقل دمای سردترین ماه سال، نوسان دما، متوسط بارش سالانه، حداقل بارش سالانه و نوع اقلیم از مهم‌ترین شاخص‌های اقلیمی موثر بر استقرار، حیات و توسعه گونه حرا است. مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۰ توسط Zaldivar-Jiménez و همکارانش در جنگل‌های مانگرو جنوب شرق مکزیک با هدف معرفی مفاهیم ضروری برای استقرار مجدد جنگل‌های مانگرو صورت گرفت. در این بررسی اشاره شد که الگوهای مختلف ساختاری و عملکردی جنگل‌های مانگرو تحت تاثیر شرایط زیست‌محیطی محلی و منطقه‌ای است و از آن‌جا که علت عدم موفقیت اکثر پروژه‌های احیاء به دلیل عدم ارزیابی شرایط زیست‌محیطی است، بنابراین توجه به پارامترهای مهم بر توسعه این جنگل‌ها از جمله شرایط آب و هوایی، میانگین بارش سالانه، نرخ تبخیر سالانه، رژیم جزر و مدی منطقه، توپوگرافی و عناصر موجود در آب جاری منطقه ضروری است. نوع اقلیم و حداقل بارش سالانه در مطالعه Saifullah و همکاران (۲۰۰۴) با عنوان "ریشه‌های هوایی غیر معمول در درختان حرای موجود در مناطق با اقلیم خشک"، به عنوان دو پارامتر مهم در توسعه و حضور جنگل‌های حرا معرفی شدند. همچنین نتایج نشان داد حرا نسبت به سایر گونه‌های مانگرو، مقاومت بیش‌تری در برابر شرایط خشک و کمبود اکسیژن دارد. عرفانی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای با عنوان "بررسی پارامترهای رویشی جنگل‌های مانگرو خلیج گواتر در جنوب شرقی ایران" به مقایسه پارامترهای رویشی در دو منطقه خور باهو و خور گواتر واقع در خلیج گواتر در استان سیستان و بلوچستان پرداختند. آن‌ها ضمن توجه به میانگین بارش سالانه، متوسط دمای سالانه، متوسط سالانه حداکثر حرارت و برودت و نوع اقلیم دو منطقه بیان کردند توده‌های خالص حرا ناهمگن بوده و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند. حاتمی بیگلو و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای روش خوشه‌بندی را روشی نوین و مناسب برای پهنه‌بندی مناطق خشک عنوان کردند و روشی دانستند که داده‌های اقلیمی تعیین کننده مرز نواحی آب و هوایی است؛ نه سلیقهٔ فردی. مسعودیان در سال ۱۳۸۲ نواحی اقلیمی ایران را به روش‌های نوین و پیکسل‌هایی شناسایی کرد، وی نشان داد که اقلیم ایران ساخته شش عامل اقلیمی است که دما یکی از آن‌ها است همچنینین وی به کمک روش تحلیل خوشه‌ای ایران را به پانزده ناحیه اقلیمی طبقه‌بندی کرد. Gilman و Ellison در مقاله خود با عنوان "فواید کاربرد اصول کم هزینه در استقرار مجدد جنگل‌های مانگرو، آمریکا" در سال ۲۰۰۷ عوامل مهم و تعیین کننده در استقرار مجدد و معرفی موفق گونه‌های مانگرو در یک منطقه را مشروط به توجه به شرایط زیست‌محیطی منطقه شامل معیارهای مدت،

فراوانی و عمق آب گرفتگی، انرژی امواج، میزان شوری و اسیدیته آب و خاک، بافت خاک و رسوبات، ثبات رسوبات، مواد غذایی خاک و اقلیم منطقه دانستند.

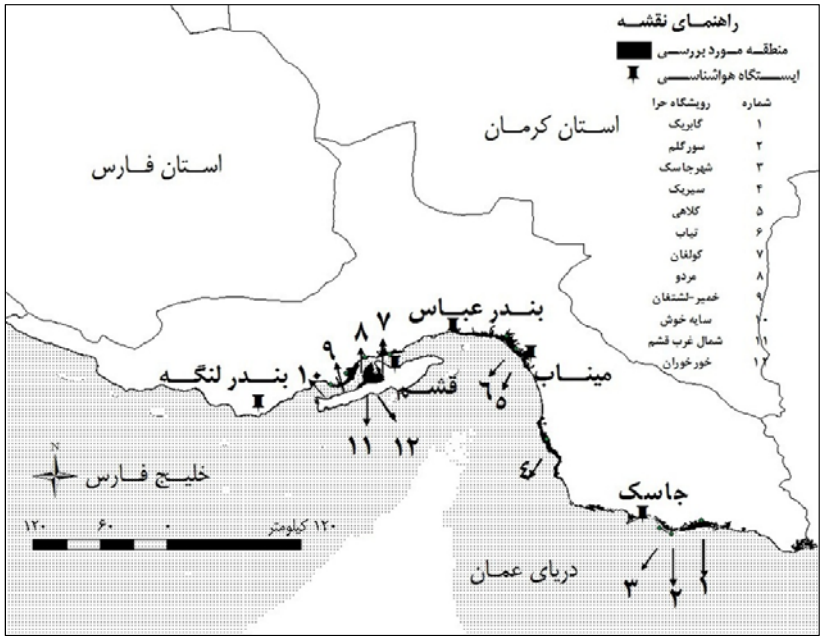
مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه در سواحل استان هرمزگان به طول ۱۹۴۹/۸۷ کیلومتر (بدون احتساب سواحل جزایر) بین مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۵ دقیقه و ۵۱ ثانیه تا ۲۷ درجه و ۱۸ دقیقه و ۵۵ ثانیه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۱ ثانیه تا ۵۹ درجه و ۱۴ دقیقه و ۲ ثانیه طول شرقی در پهنه‌ای به عرض گستره پهنه جزر و مدی (به طور متوسط ۵۰۰ متر) در سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان واقع است. رویشگاه طبیعی مانگرو در استان هرمزگان در حدفاصل عرض شمالی ″۱۳ ′۳۴ °۲۵ در گابریک (شهرستان جاسک) تا ″۵۴ ′۱۰ °۲۷ در کولغان شهرستان بندرعباس و طول شرقی ″۰۷ ′۳۴ °۵۸ در شهرستان جاسک تا ″۰۶ ′۲۲ °۵۵ در شهرستان بندرلنگه با وسعت ۱۰۰۲۵/۵۵ هکتار گسترش یافته است. این جنگل‌ها تماماً از اجتماعات خالص، نامنظم و ناهمسال درختان حرا پوشیده شده است به‌جز در رویشگاه سیریک که حرا آمیخته با چندل است (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۱).

در این بررسی موقعیت، آمار و اطلاعات ۵ ایستگاه سینوپتیک ساحلی بندرلنگه، قشم، بندرعباس، میناب و جاسک مورد توجه قرار گرفت. بررسی ویژگی‌های اقلیمی نواحی رویشی جنگل‌های مانگرو در استان هرمزگان با توجه به ایستگاه‌های مورد بررسی بر اساس اطلاعات زمانی ۱۰ تا بیش از ۲۰ سال مطابق جدول ۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این ارتباط اطلاعات مورد نیاز از سازمان هواشناسی تهیه و مهم‌ترین عناصر اقلیمی ایستگاه‌های مورد بررسی مؤثر بر حضور و گسترش جنگل‌های مانگرو مورد توصیف و تحلیل قرار گرفت. در بررسی توصیفی به تمامی پارامترهای اشاره شده در مقالات هم‌چون متوسط دمای سالانه، حداقل مطلق دما، متوسط حداقل دمای سردترین ماه سال، متوسط حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال، حداکثر مطلق دما، نوسان دما، متوسط بارش سالانه، توزیع فصلی بارش، حداقل بارش و نوع اقلیم منطقه به روش آمبرژه توجه شد. به منظور گروه‌بندی ایستگاه‌های هواشناسی استان هرمزگان بر اساس پارامترهای عنوان شده از نرم‌افزار Minitab 16 و روش تحلیل خوشه‌ای که یکی از مناسب‌ترین روش‌های طبقه‌بندی و تکنیکی برای گروه‌بندی افراد بر اساس ویژگی‌ها است، استفاده شد. در این پژوهش، ایستگاه‌های ساحلی بر اساس تحلیل خوشه‌ای بایگانی و شیوهٔ پیوندی (تراکمی) دسته‌بندی شدند. همچنین روش همبستگی بین گروهی برای دسته‌بندی خوشه‌ای پیوندی به‌کار رفت. در این روش ترکیب خوشه‌ها از کمینه کردن متوسط فاصله بین تمام زوج مشاهده‌هایی که در خوشه‌های مختلف قرار دارند، ایجاد می‌شود (زارع چاهوکی، ۱۳۹۰). در نهایت نقشه موقعیت ایستگاه‌های ساحلی در نرم‌افزار Arc Gis 9.3 تهیه شد. شکل ۱ محدوده مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی را نشان می‌دهد.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی مورد بررسی.

نام ایستگاه	ارتفاع ایستگاه از آب‌های آزاد (متر)	دوره آماری اطلاعات	دوره زمانی اطلاعات	مختصات جغرافیایی	
جاسک	۵	۲۱ سال	۱۹۸۵ تا ۲۰۰۵	۵۷° ۴۶′ E	۲۵°۳۸′ N
میناب	۲۷	۲۱ سال	۱۹۸۵ تا ۲۰۰۵	۵۷° ۰۶′ E	۲۷°۰۷′ N
بندرعباس	۱۰	۲۲ سال	۱۹۸۴ تا ۲۰۰۵	۵۶° ۲۲′ E	۲۷°۱۳′ N
قشم	۶	۱۰ ساله	۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵	۵۵° ۵۵′ E	۲۶°۵۵′ N
بندرلنگه	۱۲	۲۲ سال	۱۹۸۴ تا ۲۰۰۵	۵۴° ۵۰′ E	۲۶°۳۲′ N

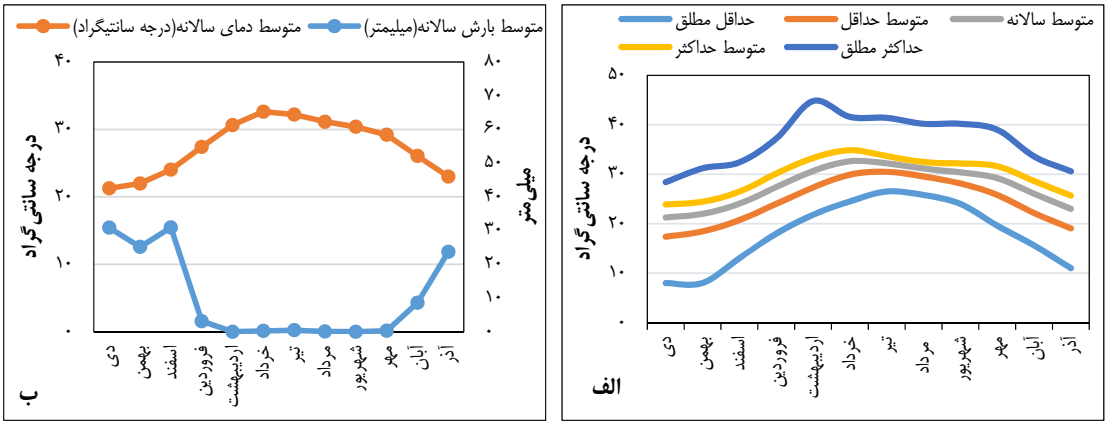


شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک در پهنه ساحلی استان هرمزگان.

نتایج

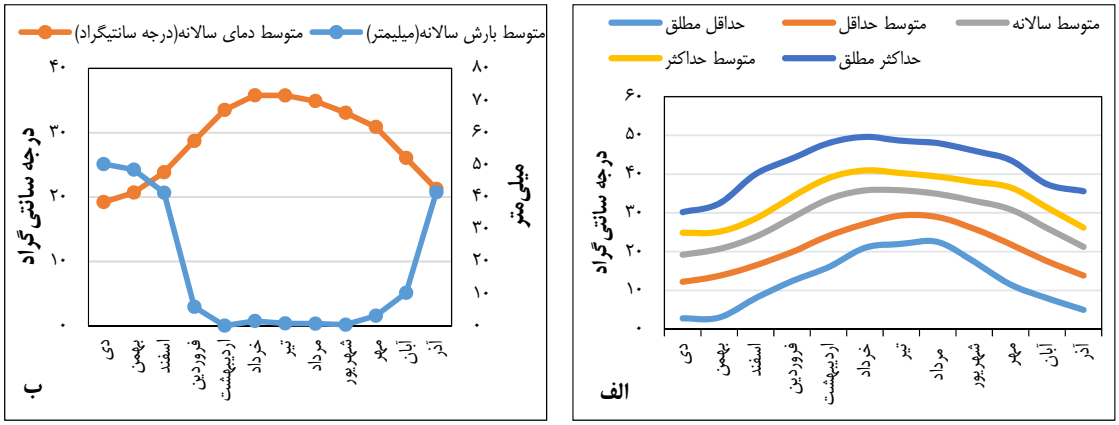
تحلیل اطلاعات آب و هواشناختی به تفکیک ایستگاه‌ها و از شرق به غرب ارائه می‌شود. در ایستگاه جاسک متوسط بارش در این ایستگاه در دوره آماری مورد بررسی ۱۲۶/۳۸ میلی‌متر بود که پایین‌ترین میزان بارش را در میان ایستگاه‌ها به خود اختصاص می‌دهد (شکل ۲). به علاوه این ایستگاه دارای بیش‌ترین نوسان بارش است و بیش‌ترین تکرار بارش‌های حداقل نیز در بین ۵ ایستگاه ساحلی در ایستگاه جاسک مشاهده شد. در دوره آماری مورد نظر بیش‌ترین میزان بارندگی معادل ۵۳۳/۲۰ میلی‌متر در سال ۱۹۹۵ و کم‌ترین میزان آن برابر با ۱۶/۴۰ میلی‌متر در سال ۲۰۰۰ میلادی ریزش داشته است. بارش شدید در سال ۱۹۹۵ به احتمال قوی مربوط به مانسون‌های نفوذ یافته از آسیای جنوب‌شرقی است. بارش‌های این ایستگاه زمستانه و پاییزه است و در سه ماهه اول زمستان و ماه آخر پاییز بیش‌ترین بارش‌ها در این منطقه فرو می‌ریزد. متوسط سالانه دما در ایستگاه جاسک برابر با ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد است که از حداقل ۲۱/۲۶ درجه سانتی‌گراد در ژانویه (دی‌ماه) تا حداکثر ۳۲/۶۳ درجه سانتی‌گراد در ژوئن (خردادماه) در نوسان است. متوسط ماهانه درجه حرارت در تابستان به ۳۰/۳۹ تا ۳۲/۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، این دامنه تغییرات در زمستان بین ۲۱/۲۶ تا ۲۴/۰۴ درجه سانتی‌گراد است.

در دوره آماری مورد نظر میانگین حداقل سردترین ماه سال در این ایستگاه ۱۷/۳۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداکثر گرم‌ترین ماه سال ۳۴/۸۷ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است. دمای حداقل مطلق سالانه ۸ درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه و بهمن‌ماه و دمای حداکثر مطلق سالانه معادل ۴۴/۸ درجه سانتی‌گراد در اردیبهشت‌ماه می‌باشد (شکل ۲ الف). نوسان دما در این ایستگاه به سایر ایستگاه‌های ساحلی حداقل و ۱۷/۵۱ درجه سانتیگراد است ضریب آمبرژه در این ایستگاه ۲۴/۲۷ و نوع اقلیم بیابانی گرم شدید تعیین شد. مطابق شکل ۲ ب تمام فصول سال در ایستگاه جاسک خشک است.



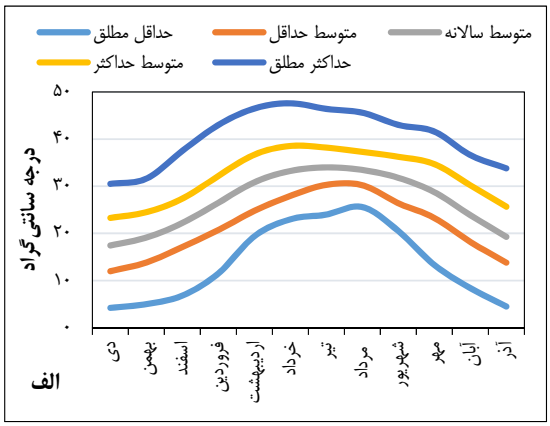
شکل ۲: الف) مقایسه پارامترهای دمایی ب) منحنی آمبروتیک در ایستگاه جاسک.

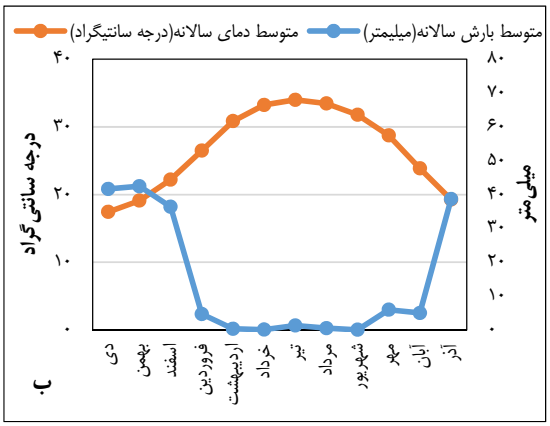
در ایستگاه میناب متوسط بارش در این ایستگاه در دوره آماری مورد نظر ۲۰۴/۴۹ میلی‌متر به ثبت رسیده است. این ایستگاه در منطقه ساحلی هرمزگان دارای بیش‌ترین بارش سالانه و بیش‌ترین میزان بارش حداکثر است و میزان متوسط بارش بلندمدت آن از میزان متوسط بارش در نوار ساحلی هرمزگان بیش‌تر است. کم‌ترین میزان بارش در دوره آماری مورد بررسی میناب ۳۰/۳۰ میلی‌متر در سال ۲۰۰۱ و بیش‌ترین میزان بارندگی ۳۹۹/۶۰ میلی‌متر در سال ۱۹۹۲ بود. بارش‌های این ایستگاه نیز زمستانه و پاییزه است و سه ماهه اول زمستان و ماه‌های اول و آخر پاییز، ماه‌های پر باران آن محسوب می‌شوند. متوسط سالانه دما در ایستگاه میناب ۲۸/۶۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که از حداقل ۱۹/۲۱ درجه سانتی‌گراد در ژانویه (دی‌ماه) تا حداکثر ۳۵/۸۱ درجه سانتی‌گراد در ژوئن (خرداد) نوسان دارد. میانگین حرارت تابستان بین ۳۳/۰۹ تا ۳۵/۷۹ درجه سانتی‌گراد است و این دامنه تغییرات در زمستان بین ۱۹/۲۱ تا ۲۳/۸۴ درجه سانتی‌گراد تغییر دارد. در دوره آماری مورد نظر میانگین دمای حداقل سردترین ماه سال ۱۲/۲۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداکثر گرم‌ترین ماه سال ۴۰/۹۵ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است. حداقل مطلق و حداکثر مطلق دما نیز به ترتیب ۲/۸ درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه و ۴۹/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل ۳ الف). نوسان دما ۲۸/۷۳ درجه سانتی‌گراد است که بیش‌ترین میزان نوسان در میان ایستگاه‌های ساحلی می‌باشد. ضریب آمبرژه در ایستگاه میناب ۲۳/۶۹ و نوع اقلیم بیابانی گرم شدید تعیین شد. مطابق شکل ۳ ب تنها ۲ ماه از سال در ایستگاه میناب خشک نیست و سایر ماه‌ها خشک و دارای کمبود بارش است.



شکل ۳: الف) مقایسه پارامترهای دمایی ب) منحنی آمبروتیک در ایستگاه میناب.

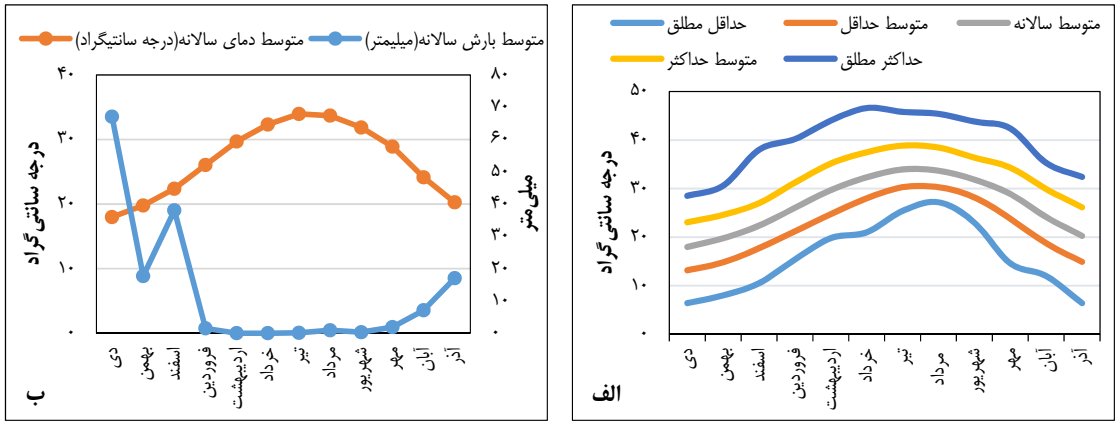
متوسط بارش در ایستگاه بندرعباس در دوره آماری مورد نظر ۱۷۷/۲۵ میلی‌متر است. مطابق شکل ۴ الف کم‌ترین میزان بارش در دوره آماری مورد بررسی ۳۳/۷ میلی‌متر در سال ۱۹۹۴ و بیش‌ترین میزان بارندگی ۳۷۵/۷ میلی‌متر و مربوط به سال ۱۹۹۲ است. هم‌چنین مطابق شکل ۴ ب، بارش‌های این ایستگاه زمستانه و پاییزه است و سه ماهه اول زمستان و ماه آخر پاییز ماه‌های پر باران در این محدوده است. همچنین این ایستگاه یکی از دو ایستگاهی است که میزان متوسط بارش بلندمدت آن از میزان متوسط بارش در نوار ساحلی هرمزگان بیش‌تر است. ایستگاه هواشناسی بندرعباس پس از ایستگاه میناب دارای بیش‌ترین بارش سالانه و بیش‌ترین میزان بارش حداکثر است. متوسط سالانه دما در ایستگاه بندرعباس ۲۶/۷۱ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است که از حداقل ۱۷/۴۴ درجه سانتی‌گراد در ژانویه (دی‌ماه) تا حداکثر ۳۴ درجه سانتی‌گراد در جولای (تیرماه) در نوسان است. این ایستگاه دارای حداقل متوسط سالانه دما می‌باشد. نوسان میانگین دمای ماهانه تابستان بین ۳۱/۷۹ تا۳۴ درجه سانتی‌گراد و دامنه تغییرات دما در زمستان بین ۱۷/۴۴ تا ۲۲/۲۱ درجه سانتی‌گراد است. در دوره آماری مورد نظر میانگین حداقل دمای سردترین ماه سال در این ایستگاه ۱۱/۹۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال ۳۸/۲ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است. حداقل مطلق و حداکثر مطلق دما نیز به ترتیب ۴/۲ درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه و ۴۷/۶ درجه سانتی‌گراد درخردادماه می‌باشد (شکل ۴ الف). نوسان دما ۲۶/۲۲ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد. ضریب آمبرژه در ایستگاه بندرعباس ۲۳/۵۲ و نوع اقلیم بیابانی گرم شدید تعیین شد. به علاوه مطابق نمودار آمبروتیک (شکل ۴ ب) به جز دو ماه تمام ماه‌ها در این ایستگاه خشک است.





شکل ٤: الف) مقایسه پارامترهای دمایی ب) منحنی آمبروتیک در ایستگاه بندرعباس.

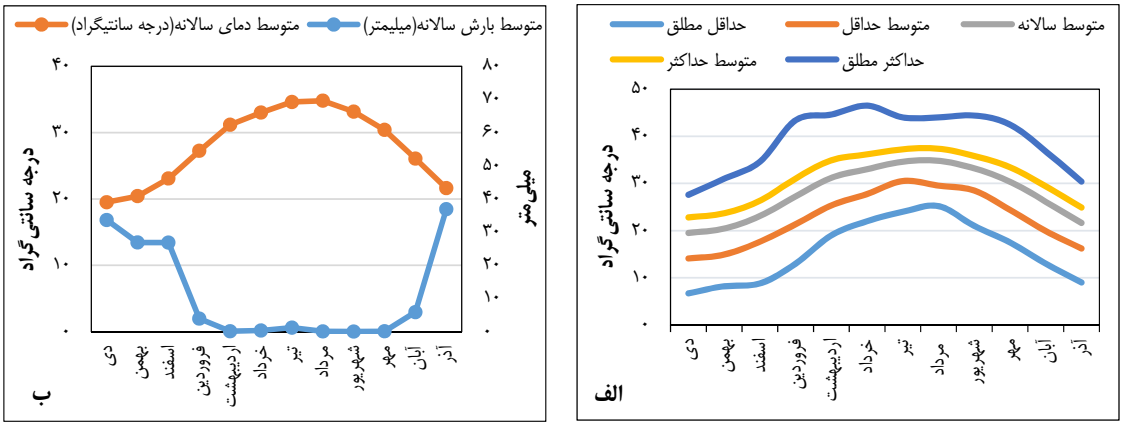
در ایستگاه قشم متوسط بارش در این ایستگاه در دوره آماری مورد بررسی ۱۵۱/۴۹ میلی‌متر به ثبت رسیده است. کم‌ترین میزان بارش در ماه‌های می (اردیبهشت) و سپتامبر (شهریور) است و سه ماه اول زمستان و ماه آخر پاییز پر باران‌ترین ماه‌های آن محسوب می‌شود. در دوره آماری مورد بررسی بیش‌ترین میزان بارندگی معادل ۳۴۲/۴ میلی‌متر در سال ۱۹۹۶ و کم‌ترین میزان آن برابر با ۴۳/۱ میلی‌متر در سال ۲۰۰۱ ریزش داشته است. هم‌چنین بارش‌های این ایستگاه زمستان است هر چند به دلیل کوتاه بودن دوره آماری نمی‌توان چندان به نتایج حاصله اطمینان کرد. اما بررسی‌ها نشان می‌دهد ایستگاه قشم دارای کم‌ترین میزان نوسانات بارش است. متوسط سالانه دما در این ایستگاه ۲۶/۷۴ درجه سانتی‌گراد است که از حداقل ۱۷/۹۸ درجه سانتی‌گراد در ژانویه (دی‌ماه) تا حداکثر ۳۳/۹۵ درجه سانتی‌گراد در جولای (تیر ماه) در نوسان متوسط دمای ماهانه در تابستان بین ۳۱/۸۵ تا ۳۳/۹۵ درجه سانتی‌گراد است و این دامنه تغییرات در زمستان بین ۱۷/۹۸ تا ۲۲/۳۶ درجه سانتی‌گراد تعیین شده است. در دوره آماری میانگین حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال ۳۸/۸۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل دمای سردترین ماه سال ۱۳/۱۶ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است. حداقل مطلق و حداکثر مطلق دما نیز به ترتیب ۶/۴ درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه و ۴۶/۶ درجه سانتی‌گراد در خردادماه می‌باشد (شکل ۵ الف). نوسان دما ۲۵/۶۹ درجه سانتی‌گراد است. ضریب آمبرژه در ایستگاه قشم ۱۹/۷۱ و نوع اقلیم بیابانی گرم شدید تعیین شده است. مطابق نمودار آمبروتیک ایستگاه قشم شکل ۵ ب تنها یک ماه دارای مازاد بارش است و سایر ماه‌ها در این ایستگاه خشک و دارای کمبود بارش است.



شکل ۵: الف) مقایسه پارامترهای دمایی و ب) منحنی آمبروتیک در ایستگاه قشم.

در ایستگاه بندر لنگه متوسط بارش در این ایستگاه در دوره آماری ۱۳۶/۱۴ میلی‌متر به ثبت رسیده است. حداقل بارندگی سالانه در بندرلنگه ۲۰ میلی‌متر در سال ۱۹۸۵ و حداکثر آن در سال ۱۹۹۵ به میزان ۴۰۲/۷ میلی‌متر به ثبت رسیده است. بارش‌های این ایستگاه زمستانه و پاییزه است و بیشتر در سه ماهه اول زمستان و ماه آخر پاییز ریزش می‌یابد. ایستگاه بندر لنگه دارای بیش‌ترین تعداد حداقل‌های بارش در نوار ساحلی هرمزگان می‌باشد. متوسط سالانه دما در ایستگاه بندر لنگه ۲۷/۹۳ درجه سانتی‌گراد است که از حداقل ۱۹/۵۱ درجه سانتی‌گراد در ژانویه (دی‌ماه) تا حداکثر ۳۴/۸۱ درجه سانتی‌گراد در سپتامبر (شهریورماه) در نوسان است. تغییرات میانگین دمای تابستان بین ۱۹/۵۱ تا ۲۳/۰۹ درجه سانتی‌گراد و در زمستان بین ۳۳/۱۷ تا ۳۴/۸۱ درجه سانتی‌گراد است. در دوره آماری مورد نظر میانگین حداقل دمای سردترین ماه در بندرلنگه ۱۴/۰۹ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال ۳۷/۳۷ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است.

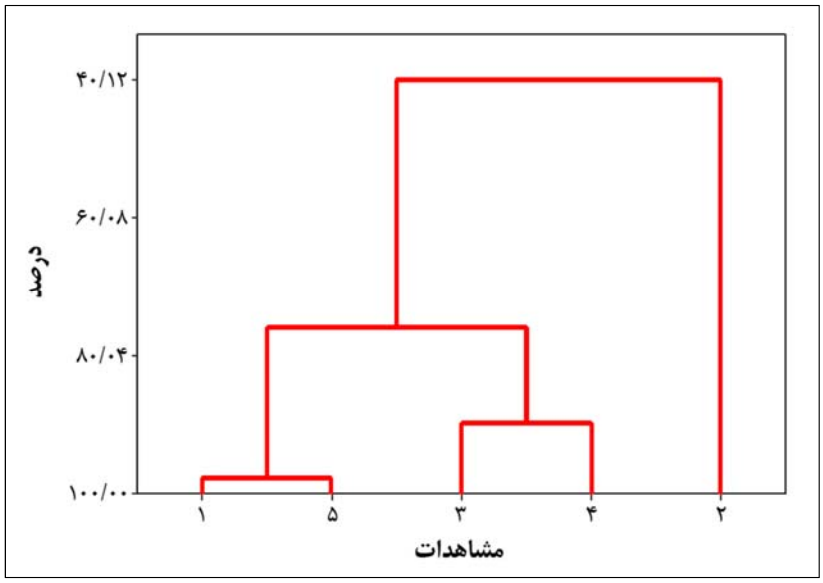
حداقل مطلق و حداکثر مطلق دما نیز به ترتیب ۶/۷ درجه سانتی‌گراد در دی ماه و ۴۶/۵ درجه سانتی‌گراد در خردادماه و نوسان دما ۲۳/۲۸ درجه سانتی‌گراد است (شکل ۶ الف). ضریب آمبرژه در این ایستگاه ۱۹/۵۶ و نوع اقلیم بیابانی گرم شدید تعیین شد. مطابق شکل ۶ ب تنها ماه‌های مشاهده شده در ایستگاه بندر لنگه خشک می‌باشد.



شکل ٦: الف) مقایسه پارامترهای دمایی و ب) منحنی آمبروتیک در ایستگاه بندر لنگه.

نتایج رسته‌بندی ایستگاه‌های هواشناسی با توجه به اطلاعات ارزیابی شده مطابق شکل ۷ نشان داد که ایستگاه‌های جاسک (۱) و بندر لنگه (۵) بیش‌ترین قرابت و نزدیکی اقلیمی را نسبت به سایر ایستگاه‌های ساحلی دارند (نزدیک به ۱۰۰ درصد) و ایستگاه‌های بندرعباس (۳) و قشم (۴) نیز دارای اقلیم مشابه (نزدیک به ۹۰ درصد) هستند، همچنین این نمودار گویای این است که ایستگاه‌های جاسک، بندر لنگه،

قشم و بندرعباس در یک شاخه قرار می‌گیرد. به علاوه ایستگاه میناب کم‌ترین میزان شباهت را با سایر ایستگاه‌های ساحلی دارد و در شاخه جداگانه‌ای قرار می‌گیرد.



شکل ۷: نمودار رسته‌بندی ایستگاه‌های ساحلی (۱: جاسک، ۲: میناب، ۳: بندرعباس، ٤: قشم و ٥: بندر لنگه) در استان هرمزگان.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی ساحلی که با رویشگاه‌های مانگرو استان هرمزگان قرابت دارند، نشان داد، اجتماعات حرا در خطه ساحلی هرمزگان در محدوده‌ای با متوسط بارش سالانه حدود ۱۶۰ (۱۵۹/۱۵) میلی‌متر و دامنه بارشی بین ۱۲۶ (رویشگاه جاسک) تا ۲۰۴ میلی‌متر (رویشگاه تیاب- کولغان) توزیع شده که دست‌کم طی ۲۲ سال گذشته حداقل حدود ۱۶ میلی‌متر بارندگی دریافت کرده است. در خطه ساحلی هرمزگان بارش از جاسک به میناب روند افزایشی و از میناب به بندر لنگه روند کاهشی دارد. حداقل بارش سالانه نیز از جاسک به قشم روند افزایشی و در جاسک کم‌ترین میزان است. این بررسی نشان داد در خطه ساحلی هرمزگان بارش‌ها از غرب شروع می‌شود و مرطوب‌ترین ماه از آذر در بندرلنگه تا اسفند در جاسک به ثبت رسیده است. با این وجود در این محدوده زمستان مرطوب‌ترین فصل محسوب می‌شود. با توجه به روند ماه‌های مرطوب و فصل مرطوب به نظر می‌رسد منشأ بارش‌های این محدوده بیشتر تحت تأثیر جبهه‌های باران‌زای غرب کشور و حوزه مدیترانه قرار داشته باشد. منحنی آمبروترمیک ایستگاه‌های مورد بررسی نشان داد، خشکی یکی از محدودیت‌های مهم اقلیمی در این خطه برای اجتماعات مانگرو محسوب می‌شود و حداکثر ۲ ماه از سال در رویشگاه‌های غرب تنگه هرمز، شرایط خشکی کاهش می‌یابد.

مقایسه بارش نوار ساحلی استان هرمزگان با شرایط اقلیمی حاکم بر رویشگاه‌های حرا در جهان نشان می‌دهد، میزان متوسط بارش سالانه این محدوده اگر چه اندک و از متوسط بارش اکثر رویشگاه‌های مانگرو در جهان کمتر است اما مطالعه Asif Khan و همکاران (۲۰۱۰) در مانگروهای سواحل جنوبی، غرب کشور عربستان صعودی شرایط مشابهی از نظر متوسط بارش سالانه نشان می‌دهد. بررسی‌های Saifullah و همکاران (۲۰۰۴) بر جنگل‌های حرا سواحل دریای عربی پاکستان میزان حداقل بارش سالانه را نیز مشابه رویشگاه‌های حرا در سواحل استان هرمزگان نشان می‌دهد. گرما در سواحل استان هرمزگان از شرق آغاز می‌شود و گرم‌ترین ماه از خرداد در جاسک تا شهریور در بندرلنگه به ثبت رسیده است. متوسط دمای ماهانه بلندمدت خطه ساحلی هرمزگان ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد است که در این محدوده از

۲۸/۶۵ درجه در ایستگاه میناب تا ۲۶/۷۱ درجه سانتی‌گراد در بندرعباس متفاوت است. در این محدوده اجتماعات حرا متوسط حداکثر گرم‌ترین ماه سال را در دامنه‌ای بین حدود ۳۵ تا ۴۱ درجه سانتی‌گراد (متوسط خطه ساحلی ۳۸ درجه است) تحمل می‌کنند و دمای حداکثر مطالق در این خطه حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد بوده است. این بررسی نشان داد از جاسک به میناب روند متوسط دمای ماهانه افزایشی و سپس نامنظم است. روند تغییرات حداقل مطلق از جاسک به میناب کاهشی و از میناب به بندرلنگه افزایشی است. چنین روندی با قدری اختلاف تقریباً برای تغییرات متوسط حداقل سردترین ماه سال نیز مشاهده می‌شود. به این ترتیب که از جاسک تا بندرعباس روند تغییرات کاهشی و سپس تقریبا افزایشی است. بنابراین کم‌ترین دمای مطلق در دو دهه اخیر در حوزه میناب به ثبت رسیده اما متوسط حداقل سردترین ماه سال در بندرعباس مشاهده می‌شود. در مجموع مانگرو های حوزه تیاب-بندرعباس در تنگه هرمز بیش از سایر رویشگاه‌ها در معرض تنش دماهای پایین قرار گرفته‌اند و در این ارتباط به سازگاری و پایداری دست یافته‌اند. روند تغییرات دماهای بالا نیز وضعیت مشابهی نشان می‌دهد. متوسط گرم‌ترین ماه سال از جاسک به میناب به تدریج افزایش و از میناب به بندرلنگه تقریبا کاهش می‌یابد. چنین روندی برای حداکثر مطلق دما نیز مشاهده می‌شود. چنین تغییراتی نه تنها سبب شده است که حوزه میناب با بیش‌ترین دامنه نوسان دما برخوردار باشد، بلکه مانگروهای این محدوده بالاترین سازگاری به تنش‌های دمایی را دارند و مناسب‌ترین محل برای تأمین بذر جهت توسعه در مناطقی محسوب می‌شوند که نوسان بالای دما محدودیت جدی رویشگاه محسوب می‌شود.

در اکثر مطالعات صورت گرفته، دامنه متوسط دمای سالانه رویشگاه‌های حرا در جهان بین ۱۷ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد تخمین زده شده است که از دامنه متوسط دمای سالانه سواحل استان هرمزگان کم‌تر می‌باشد اما بر طبق مطالعه Wang'ondu و همکاران (۲۰۱۰) در جنگل‌های حرای کنیا، Robert و همکاران (۲۰۰۹) در جنگل‌های حرا شرق سواحل کنیا، Luo و همکاران در خلیج شنژن در جنوب چین (۲۰۱۱) و Kao و همکاران (۲۰۰۴) در جنگل‌های حرای ویتنام شرایط مشابهی دیده شده است. بررسی Luo و همکاران (۲۰۱۱) در جنگل‌های حرا جنوب چین شرایط مشابهی از حداکثر مطلق دما و مطالعه Morrisey و همکاران (۲۰۱۰) بر اکولوژی جنگل‌های مانگرو در جهان میزان حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال را مشابه رویشگاه‌های حرا در سواحل استان هرمزگان ارزیابی کرده است. حرا دارای مکانیزم‌های مختلفی در مواجه با افزایش دما است که تا حدی سبب کاهش آسیب گرما می‌شود مانند: جهت‌گیری مناسب برگ‌ها به منظور کاهش میزان دریافت پرتو خورشید (Krauss *et al*., 2008)، اما نکته قابل توجه در توسعه اجتماعات ساحلی حرا، حساسیت بالای آن به دماهای پایین است. به طور کلی حرا توان تحمل درجه حرارت پایین را ندارد، به نحوی که درجه حرارت کم‌تر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بیش از ۱۰۰ روز در منطقه وجود داشته باشد رشد اولیه منحل شده و نهال‌های حرا از بین می‌روند (صفیاری، ۱۳۸۰). این بررسی نشان داد در سواحل استان هرمزگان اجتماعات حرا متوسط حداقل دمای سردترین ماه سال را در دامنه‌ای بین حدود ۱۲ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد (متوسط خطه ساحلی ۱۳/۷۶ درجه است) تحمل می‌کنند و حداقل مطلق دمای ثبت شده در این محدوده از ۲/۸ کمتر نبوده است. حداقل مطلق دما در رویشگاه‌های حرا در سواحل استان هرمزگان همچون بررسی Luo و همکاران (۲۰۱۱) در جنگل حرا جنوب چین و متوسط حداقل دمای سردترین ماه سال همانند بررسی Morrisey و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اکولوژی جنگل‌های مانگرو در جهان، ارزیابی شد.

نوسان دما در پراکنش جنگل‌های مانگرو عامل بسیار مهمی محسوب می‌شود، به نحوی که اکثر گونه‌های مانگرو تنها در مناطقی که نوسان دما کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد است گسترش می‌یابند (Waisel, 1972; OmoIrabor *et al*., 2011). اما از آن‌جا که گونه حرا گونه‌ای با قدرت تحمل بالا در برابر تغییرات دمایی می‌باشد به همین دلیل جز محدود گونه‌های مانگرو است که در حد عرض‌های جغرافیایی بالا و پایین با دامنه تغییرات دمایی بیشتر گسترش یافته است (Sherrod and McMillan, 1985; Krauss *et al*., 2008). بررسی داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی ساحلی نشان داد، نوسان دما در محدوده گسترش اجتماعات حرا در خطه ساحلی هرمزگان حدود ۲۹ درجه سانتی‌گراد و با دامنه تغییراتی بین ۱۷ (رویشگاه جاسک) تا ۵۰ درجه (رویشگاه میناب) است. در خطه ساحلی هرمزگان نوسان دما از ایستگاه جاسک به سمت میناب روند افزایشی و از ایستگاه میناب به سمت ایستگاه بندر لنگه روند کاهشی دارد. مطالعه Hegazy و همکاران (۲۰۰۲) در جنگل حرا مصر شرایط مشابهی از نظر نوسان دما سالانه نشان می‌دهد. می‌توان اذعان کرد حرا جزء محدود گونه‌های مناسب برای شرایط آب و هوایی ایران است و معرفی و کاشت سایر گونه‌های مانگرو به این خطه به دلیل عدم توانایی تحمل تغییرات دمایی احتمالاً با شکست روبرو می‌شود.

نوع اقلیم یکی از فاکتورهای مهم در حضور اکوسیستم‌های مانگرو است و از عوامل مهم در پراکنش و استقرار آن‌ها به‌شمار می‌رود (صفیاری، ۱۳۸۰). اقلیم حاکم بر خطه ساحلی هرمزگان شرایط به نسبه یکنواختی دارد و مطابق روش آمبرژه از نوع بیابانی–گرم شدید است. بررسی‌های Rakotomavo و Fromard (۲۰۱۰) بر جنگل حرا ماداگاسکار، Saifullah و همکاران (۲۰۰۴) بر جنگل‌های حرا سواحل دریای عربی پاکستان و Hegazy و همکاران (۲۰۰۲) بر جنگل‌های حرا کشور مصر اقلیم را مشابه رویشگاه‌های حرا در سواحل استان هرمزگان نشان می‌دهد.

نمودار حاصل از رسته‌بندی گویای این مطلب است که ایستگاه‌های ساحلی استان هرمزگان در دوشاخه جداگانه قابل طبقه‌بندی هستند، در شاخه نخست، ۴ ایستگاه جاسک، بندرعباس، قشم و بندر لنگه قرار دارد که نزدیک به ۸۰ درصد از لحاظ پارامترهای هواشناسی مشابه می باشند. در شاخه دوم ایستگاه میناب قرار دارد که با وجود قرارگیری در یک شاخه متمایز اما با شاخه اول ۴۰ درصد شباهت نشان می‌دهد. این مسئله گویای این است با وجود آنکه ایستگاه جاسک و بندر لنگه در فاصله دورتری از همدیگر قرار دارند اما این فاصله اثر چندانی بر ویژگی‌های آب و هواشناسی نداشته است و محیط را می‌توان از نظر ویژگی‌های کلان اقلیمی یکنواخت ارزیابی نمود. با این وجود تغییر مشاهده شده در ایستگاه میناب و تمایز آن با دیگر نواحی منبعث از ویژگی‌های توپوگرافیک و تا حدودی ناشی از قرارگیری ایستگاه میناب در ارتفاعی بالاتر نسبت به سایر ایستگاه‌های ساحلی استان هرمزگان و احتمالاً نزدیک شدن کوه به سواحل است. به اعتبار شرایط آب و هوایی در خطه ساحلی هرمزگان، میناب را می‌توان نقطه عطف تغیرات مکانی آب و هوایی در این خطه محسوب نمود.

قابل توجه است که ضروری است جدا از اقلیم سایر پارامترهای محیط زیستی موثر بر حضور گونه حرا مانند پارامترهای زمین‌شناسی و دریایی نیز باید در مطالعات جداگانه‌ای مورد بررسی قرار گیرد تا احتمال خطا در معرفی مناطق جدید به حداقل خود برسد. به علاوه بدیهی است اجرای عملی مکان‌یابی و شناسایی مناسب‌ترین لکه‌ها برای کاشت حرا در سطح محلی معطوف به نقشه‌سازی شاخص‌ها و مقایسه شرایط محیط زیستی حاکم بر مناطق حضور و عدم حضور گونه حرا در منطقه هدف و یافتن روابط ریاضی موجود بر آن‌ها می‌باشد.

منابع

پطروسیان، ه.، ۱۳۹۱. مکان‌یابی برای حفاظت بیرونی اجتماعات حرا در سواحل استان هرمزگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، کرج. ۱۵۶ص.

پطروسیان، ه.، دانه‌کار، ا.، اشرفی، س.، و فقهی ج.، ۱۳۹۱. کاربرد روش دلفی در اولویت‌بندی معیارهای انتخاب عرصه‌های مناسب توسعه جنگل‌های مانگرو (مطالعه نمونه: جنگل‌های حرا)، مجموعه مقالات اولین همایش بین‌المللی خلیج فارس، وزارت علوم تحقیقات و فناوری، قشم، چکیده مقالات، صفحه ۶۰.

حاتمی بیگلو، خ.، مستمند، ر.، و زارع، ک.، ۱۳۹۰. پهنه‌بندی اقلیمی استان فارس، مجله رشد آموزش جغرافیا، دوره بیست و پنجم، شماره چهارم (تابستان): ۴۶-۵۱.

دانه‌کار، ا.، محمودی، ب.، سعید صبایی م.، قدیریان، ط.، اسدالهی، ز.، شریفی، ن.، و 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.

ذوالفقار، س.، ۱۳۸۷. مکان‌یابی برای حفاظت بیرونی سرو خمره‌ای از طریق ارزیابی چند معیاره مکانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، کرج، ۱۵۶ص.

زارع چاهوکی، م. ع.، ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل داده‌ها در پژوهش‌های منابع طبیعی با نرم‌افزار SPSS، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران،۳۱۰ ص.

صفیاری، ش. و نصوری، م.، ۱۳۸۷. توسعه جنگل‌های مانگرو سازمان جنگل‌ها، مراتع و آب‌خیزداری کشور، اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان. ۴۹۸ص.

صفیاری، ش.، ۱۳۸۰. جنگل‌های مانگرو (جنگل‌های مانگرو در دنیا)، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۲۸۶ص.

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

مسعودیان، ا.، ۱۳۸۲. نواحی اقلیمی ایران، مجله جغرافیا و توسعه، صفحات ۱۷۱-۱۸۴.

Asif Khan, M., Kumarand, A. and Muqtadir, A., 2010. Distribution of Mangroves along the Red Sea Coast of the Arabian Peninsula: Part 2. The Southern Coast of Western Saudi Arabia, Earth Science India, Vol 3:154-162.

FAO: Food and Agricultural Organization. 2007. Mangroves of Asia 1980-2005. Forest Resources Assessment Programme Working NO.137, Rome.148P. Available at: [WWW.Fao.org/forestry/site/mangrove/statistics].

Gilman, E. and Ellison, J., 2007. Efficacy of Alternative Low-cost Approaches to Mangrove Restoration, American Samoa, Australia, Estuaries and Coasts, 30: 641–651.

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, Masek, T. and Duke, N., 2010. Status and Distribution of Mangrove Forests of the World Using Earth Observation Satellite Data, Global Ecology and Biogeography, Vol 20: 154–1594.

Hegazy, A. K., Ali, A. A., Khadr, F. G. and Azab, E. M., 2002. Site-Dependent Variation in Populations of Avicennia marina (Forssk.) Vierh in Southern Sinai, Egypt.

Kao, W. Y., Shih, C. N. and Tsai, T. T., 2004. Sensitivity to Chilling Temperatures and Distribution Differ in the Mangrove Species Kandelia candel and Avicennia marina,Tree Physiology, Vol 24:859– 864.

Kirui, K. B., Kairo, J. G., Bosire, J. K., Viergever, M., Rudra, S., Huxham, M. and Briers, R. A., 2012. Mapping of Mangrove Forest Land Cover Change along the Kenya Coastline Using Landsat imagery, Ocean and Coastal management, Vol 54:1-6

Krauss, K. W., Lovelock, C. E., McKee, K. L., Lo´pez-Hoffman, L., Ewe, M. L. and Sousa, W. P., 2008. Environmental Drivers in Mangrove Establishment and Early Development: A review, Aquatic Botany, Vol 89:105–127.

Luo, Zh., Sun, O. J. and Xu, H., 2011. A Comparison of Species Composition and Stand Structure Between Planted and Natural Mangrove Forests in Shenzhen Bay, South China, Journal of Plant Ecology, Vol 3: 165–174.

Morrisey, D. J., Swales, A., Dittmann, S., Morrison, M., Lovelock, C. E. and Beard, C. M., 2010. The Ecology and Management of Temperate Mangroves, Oceanography and Marine Biology, Vol 48:43-160

Omoirabor, O. O, Olobaniyi, S. B., Akunna, J., Venus, V., Maina, J. M. and Paradzayi, C., 2011. Mangrove Vulnerability Modeling in Parts of Western Niger Delta, Nigeria Using Satellite Images, GIS Techniques and Spatial Multi-Criteria Analysis (SMCA), Environ Monit Assess, Vol 178:39–51

Polidoro, B. A., Carpenter, K. E., Collins, L., Duke, N. C., Ellison, A. M., Ellison, J.C., Farnsworth, E. J., Fernando, E. S., Kathiresan, K., Koedam, N. E., Livingstone, S. R., Miyagi, T., Moore, G. E., Nam, V. N., Ong, J. E., Primavera, J. H., Salmo III, S. G., Sanciangco, J. C., Sukardjo, S., Wang, Y. and Hong Yong, J. W., 2010. The Loss of Species: Mangrove Extinction Risk and Geographic Areas of Global Concern, PLoS One, Vol 5:1-10.

Rakotomavo, A. and Fromard, F., 2010. Dynamics of Mangrove Forests in the Mangoky River delta, Madagascar, Under the Influence of Natural and Human Factors, Forest Ecology and Management, Vol 259 : 1161–1169 .

Robert, E. M. R., Koedam, N., Beeckman, H. and Schmitz, N., 2009. A Safe Hydraulic Architecture as Wood Anatomical Explanation for the Difference in Distribution of the Mangroves Avicennia and Rhizophora, Functional Ecology, Vol 23: 649–657.

Saifullah, S. M., Gul, S. and Rasool, F., 2004. Anomalous Aerial Roots in Grey Mangroves of an Arid, Pak. J. Bot. 36(2): 463-466.

Sherrod, C. L. and McMillan, C., 1985. The Distributional History and Ecology of Mangrove Vegetation Along the Northern Gulf of Mexico Coastal Region. Contrib. Mar, Sci, Vol 28,:129–140.

Twum-Ampofo, K., Ferruginea, A., Louppe, D., Oteng-Amoako, A. A. and Brink, M., 2008. Plant Resources of Tropical Africa 7(1). Timber 1, PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands/Backhuys Publishers Leiden, Netherlands/CTA, Wageningen, Netherlands:49-52.

Vannucci, M., 2002. Indo west Pacific Mangroves, Mangrove ecosystems: 123–215

Waisel, Y., 1972. Biology of Halophytes, New York and London: Academic Press. 395P.

Wang'ondu, V. W., Kairo, J. G., Kinyamario, J. I., Mwaura, F. B., Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F. and Koedam, N., 2010. Phenology of Avicennia marina (Forsk.) Vierh. in a Disjunctly-Zoned Mangrove Stand in Kenya, Western Indian Ocean, 9(2):135-144.

ZaldIvar-jiménez, M. A., Herrera-Silveira, J. A., Teutli-Hernandez, C. and Francisco, A., 2010. Conceptual Framework for Mangrove Restoration in the Yucatán Peninsula, Ecological Restoration: 333-342.