

## بررسی آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای ساحل شرقی بندر جاسک با استفاده از مدل DVI

داود مختاری - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز.  
محمدحسین رضائی مقدم - استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز.  
شبنم محمودی\* - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۰۸      تأیید نهایی: ۱۳۹۶/۰۵/۱۰

### چکیده

تپه‌های ماسه‌ای در کل جهان، تحت تأثیر فشارهای گوناگون طبیعی و انسانی بوده و سیستم‌های بسیار حساسی هستند که حفظ آن‌ها، نیاز به مدیریت صحیح دارد. اهمیت نقش تپه‌های ماسه‌ای ساحلی به‌عنوان مانعی در برابر امواج و نیز یک مخزن از شن و ماسه که منبع تغذیه ساحل در برابر فرسایش است بخش عمده‌ای از ساحل شرقی بندر جاسک را تپه‌های ماسه‌ای ساحلی تشکیل می‌دهد. در این پژوهش میزان آسیب‌پذیری سیستم تپه‌های ماسه‌ای که زیستگاه گونه‌های زیستی، و نیز سپری بیولوژیک برای حفاظت ساحل است بررسی شد. این مطالعه با استفاده از مدل DVI، داده‌های آماری، داده‌های مکانی و بازدیدهای میدانی و استفاده از چک‌لیست انجام گرفت. تپه‌های ماسه‌ای با شش گروه از عوامل تأثیرگذار در این سیستم، شامل شرایط ژئومورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای، عوامل دریایی، فرایندهای بادی، پوشش گیاهی و تأثیر فعالیت‌های انسانی و عامل مدیریتی ارزیابی شد. نتایج نشان داد میزان آسیب‌پذیری کلی (DVI) در محوطه‌های شماره یک، دو و سه به ترتیب ۰٫۵۸، ۰٫۵۳ و ۰٫۵۱ است و شدید است. در دو محوطه دیگر، این میزان کمتر از ۰٫۵ و آسیب‌پذیری کلی در آن‌ها، متوسط ارزیابی شد. در میان عوامل موردبررسی، وضعیت ژئومورفولوژیک تپه‌های ماسه‌ای، عامل فرایندهای بادی به ترتیب بیشترین تأثیر و عامل انسانی کمترین نقش را در آسیب‌پذیری تپه‌ها دارند. بر اساس شاخص تعادل به‌دست‌آمده، تعادل میان آسیب‌پذیری و مدیریت تپه‌ها در هیچ‌کدام از محوطه‌ها دیده نشد چرا که علیرغم آسیب‌پذیری شدید تا متوسط تمامی محوطه‌ها، نشانه‌هایی از وجود عوامل حفاظتی و مدیریتی متناسب با آن دیده نمی‌شود. لزوم توجه به این مسئله با توجه به گسترش طرح‌های زیر بنایی چون احداث اسکله‌های جدید اهمیت بیشتری می‌یابد.

واژگان کلیدی: تپه‌های ماسه‌ای، مدل DVI بندر جاسک.

## مقدمه

تپه‌های ماسه‌ای ساحلی، که یکی از اشکال مورفولوژی مهم مناطق ساحلی به شمار می‌روند، در پشت ساحل تشکیل می‌گردند (حجازی و محمودی، ۱۳۹۶: ۱۲۰). این تپه‌ها زائیده اثرات متقابل امواج دریا، جریانات دریایی، وزش باد و مواد رسوبی موجود در ساحل می‌باشند (شایان و همکاران، ۱۳۹۳: ۸۷). تپه‌های ماسه‌ای، سیستم‌های پویا و پیچیده‌ای هستند که به تغییر نیروهای محرکه‌ای که آن‌ها را تشکیل می‌دهند واکنش سریع نشان می‌دهند (دیویس و همکاران، ۱۹۹۵: ۸۷، گارسیا مورا و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱: ۸۰۲)، این چشم‌اندازهای سست نتیجه تعامل بین فرایندهای جوی، فرایندهای دریایی، پوشش گیاهی، فعالیت‌های انسانی و ژئومورفولوژی، این سیستم است (الیورا و همکار<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹: ۳۴۲). علاوه بر این تپه‌های ماسه‌ای خشکی و ساحلی به شدت به هم پیوسته هستند و مداخله در یک عنصر باعث فرایند بی‌ثباتی در دیگری، و سیستم تپه‌های ماسه‌ای به عنوان یک کل می‌گردد (ویلیامز و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۱: ۱۲۶۴). که نشان از حساسیت این چشم‌اندازها دارد. حساسیت تپه‌های ماسه‌ای به از دست دادن توانایی سیستم تپه ماسه‌ای در برابر حوادث آستانه مانند طوفان، سیلاب، بادهای سیکلونی و سونامی و غیره، بعد از تغییر وضعیت سیستم از حالت پایداری<sup>۵</sup> اطلاق می‌شود (دیپانجان و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۴: ۴۸).

اهمیت نقش تپه‌های ماسه‌ای ساحلی این است که به عنوان مانعی در برابر امواج عمل می‌کنند علاوه بر این به عنوان مخزنی از شن و ماسه منبع تغذیه ساحل در برابر فرسایش‌اند در خور توجه بوده، علاوه بر این تپه‌های ماسه‌ای ساحلی اکوسیستم‌های گیاهی و جانوری خاص خود را تشکیل می‌دهند. ارزیابی آسیب‌پذیری می‌تواند به مدیران، افزایش آسیب‌پذیری به علت تغییرات برون‌زا یا درون‌زا را هشدار دهد و در نتیجه عواقب ناشی از تغییرات زیست‌محیطی در سیستم‌های، تپه‌ها را بهبود بخشد (ویلیامز و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۲۶۴). در منطقه مورد مطالعه ساخت اسکله‌های جدید یک‌بونی، هجدان و سورگلم، که بعد از سال ۲۰۰۶ سال ساخته شده‌اند، همچنین پاک‌سازی تپه‌ها به منظور انجام کارهای زیربنایی چون ساخت جاده و توسعه سکونتگاه‌ها و نیز عدم وجود قوانین حفاظتی و مدیریتی، می‌تواند باعث افزایش آسیب‌پذیری گردد.

بسیاری از مشکلات یک سیستم خاص مثل تپه‌های ماسه‌ای ممکن است مربوط به موارد مشابهی باشد که در سیستم‌های دیگر تپه‌های ماسه‌ای وجود داشته باشد که ممکن است لزوماً مجاور نباشد. بنابراین، چک‌لیست یک ابزار مفید برای مدیران است که به عنوان یک روش تشخیص مشکل استفاده می‌شود که در آن، هرکدام از عوامل بروز مشکلات مربوط به آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای ذکر شده، است (لارانجیرا و همکاران<sup>۷</sup>، ۱۹۹۹: ۲۶۱). چک‌لیست یکی از ابزارهای مورد استفاده توسط محققین برای ترسیم سطح آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای ساحلی است. چک‌لیست توسط تیلور<sup>۸</sup> (۱۹۶۱)، ویلیامز و همکاران (۱۹۹۳، ۱۹۹۴ و ۲۰۰۱)، بورد و همکاران<sup>۹</sup> (۱۹۹۴)، دیویس و همکاران (۱۹۹۵، a, b)، پیرا و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۰) و گارسیا مورا و همکاران (۲۰۰۱) به عنوان روش مفیدی نظر شناخته شده است که در آن عوامل

<sup>1</sup> Davies<sup>2</sup> Georacia Mora<sup>3</sup> Oliveira<sup>4</sup> Williams<sup>5</sup> steady state<sup>6</sup> Dipanjan<sup>7</sup> Laranjeira<sup>8</sup> Taylor<sup>9</sup> Bodere<sup>10</sup> Pereira

عمده‌ای که به‌طور مستقیم مسئول بی‌ثباتی سیستم تپه ماسه‌ای‌اند، با در نظر گرفتن میزان آسیب‌پذیری و اقدامات حفاظتی، مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

استفاده از چک‌لیست در ارزیابی آسیب‌پذیری تلماسه‌ها در مقیاس منطقه‌ای در کشورهای مختلف صورت گرفته است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود: افرادی چون، آلورینو<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۴) در پرتغال که به ارزیابی وضعیت تپه‌ها با روش چک‌لیست و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای مطالعه ۳۰ سیستم تپه ماسه‌ای پرداختند و آن را روشی سریع و کم‌هزینه برای ارزیابی منطقه وسیعی یافتند، ویلیامز و همکاران (۲۰۱۱ و ۱۹۹۳) در اسکاتلند و انگلستان با استفاده از چک‌لیست به بررسی روشی برای رتبه‌بندی شرایط محیطی و دامنه اقدامات حفاظتی تپه‌های ماسه‌ای پرداختند. گارسیا مورا و همکاران (۲۰۰۱)، دریافتند چک‌لیست امکان تقسیم‌بندی تپه‌های ساحلی را، به‌منظور مدیریت مناسب فراهم می‌کند و به مدیران اجازه می‌دهد تا راهکارهای مدیریتی را در مکان‌های خاص متمرکز کنند زیرا در این روش امکان شناسایی آسیب‌پذیری بالقوه وجود دارد، والس و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) نیز در اسپانیا، تپه‌ها را از نظر آسیب‌پذیری به دو بخش مناطق با بودجه رسوب منفی و مناطقی که تحت فشار قابل توجه عوامل انسانی مانند گردشگری است تقسیم کردند و وضعیت آسیب‌پذیری را در رابطه با فشار و میزان دسترسی گردشگری مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و مارتینز و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) در مکزیک، با این روش پی بردند مکان‌های با آسیب‌پذیری کم تپه‌ها، عرضه رسوبات فراوان و تأثیر کم فعالیت انسانی هستند.

در تعدادی از منابع ارزیابی آسیب‌پذیری با استفاده از چک‌لیست، با عنوان ارزیابی شاخص آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه-ای<sup>۴</sup> (DVI) عنوان شده است مانند دی‌پانجان و همکاران (۲۰۱۴) در هند که با استفاده از چک‌لیست و بررسی بیش از ۶۰ متغیر شامل شرایط ژئومورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای، عوامل دریایی، عوامل جوی، شرایط پوشش گیاهی و تأثیر فعالیت‌های انسانی، پی بردند که سه ناحیه مدیریت تپه‌های ماسه‌ای وجود دارد شامل مناطقی نیازمند حفاظت، بدون نیاز به حفاظت و مناطق که مدیریت حفاظت یک ضرورت فوری است، نتیجه نهایی نشان داد که می‌توان از داده‌های به‌دست‌آمده برای نقشه‌برداری مناطق حساس و پیشنهاد اقدامات استراتژیک مناسب برای مدیریت در سطح محلی و منطقه‌ای استفاده کرد.

صدوق و همکاران (۱۳۹۲) که برای اولین بار در ایران به بررسی میزان آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای ساحلی در شبه‌جزیره میانکاله با استفاده از چک‌لیست پرداختند، آن‌ها ابتدا منطقه به چهار قطعه تقسیم کرده و این قطعات با پنج گروه از متغیرهای تأثیرگذار در این سیستم، مورد ارزیابی قرار دادند. مؤلفه‌های پنج‌گانه شامل شرایط ژئومورفولوژی تپه-های ماسه‌ای، عوامل دریایی، عوامل جوی، شرایط پوشش گیاهی و تأثیر فعالیت‌های انسانی، اندازه‌گیری و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد تپه‌های ماسه‌ای این منطقه دارای شاخص آسیب‌پذیری پایینی است. هدف این مطالعه تعیین ارزش آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای ساحلی با استفاده از مدل (DVI) برای محدوده مورد مطالعه است.

#### محدوده مورد مطالعه

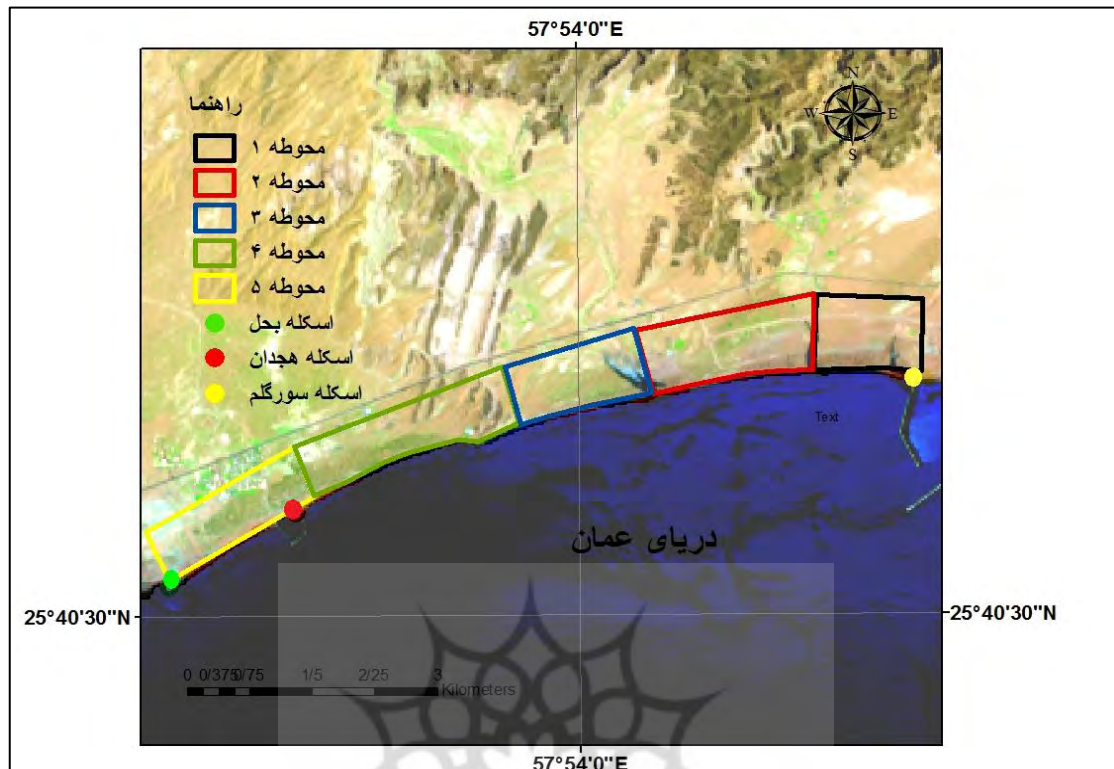
محدوده مورد مطالعه در ساحل شرقی شهر بندر جاسک، و در شرق استان هرمزگان قرار دارد و مختصات آن به این شرح است E ۰۰' ۵۷' ۵۱ تا E ۲۶' ۵۷' ۵۶ درجه شرقی و N ۴۵' ۲۵' ۴۰ تا N ۵۰' ۲۵' ۴۲ درجه شمالی است (شکل ۱). (تصاویر محوطه‌های مورد مطالعه به تفکیک در شکل‌های ۲ تا ۵ نشان داده شده است).

<sup>1</sup> Alveirinho-Dias

<sup>2</sup> Valles

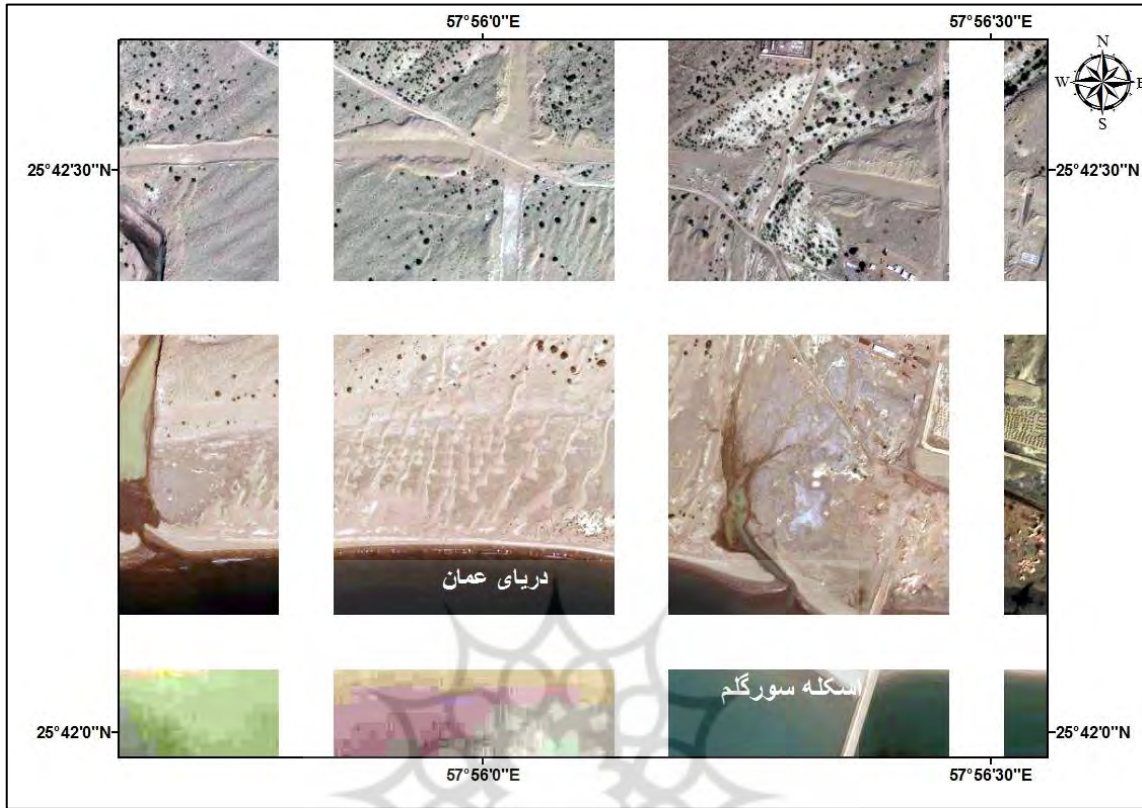
<sup>3</sup> Martinez

<sup>4</sup> Dune Vulnerability Index

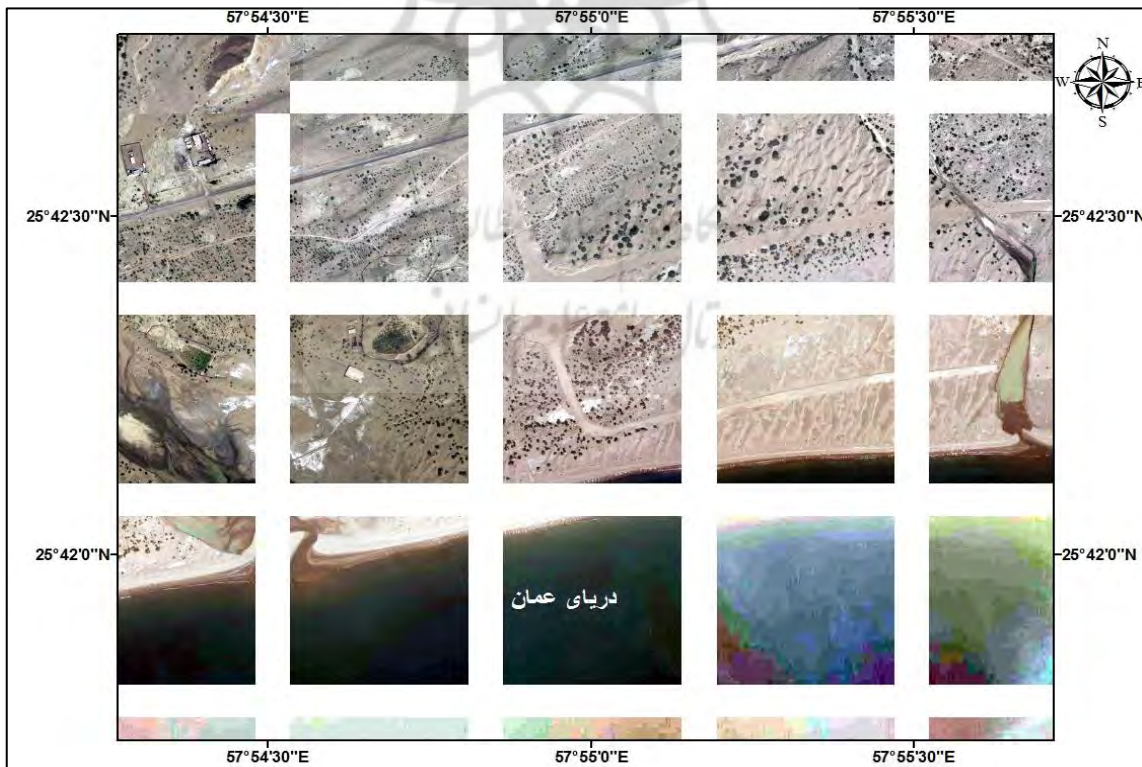


شکل ۱: محل محوطه‌های تپه‌های ماسه‌ای مورد مطالعه

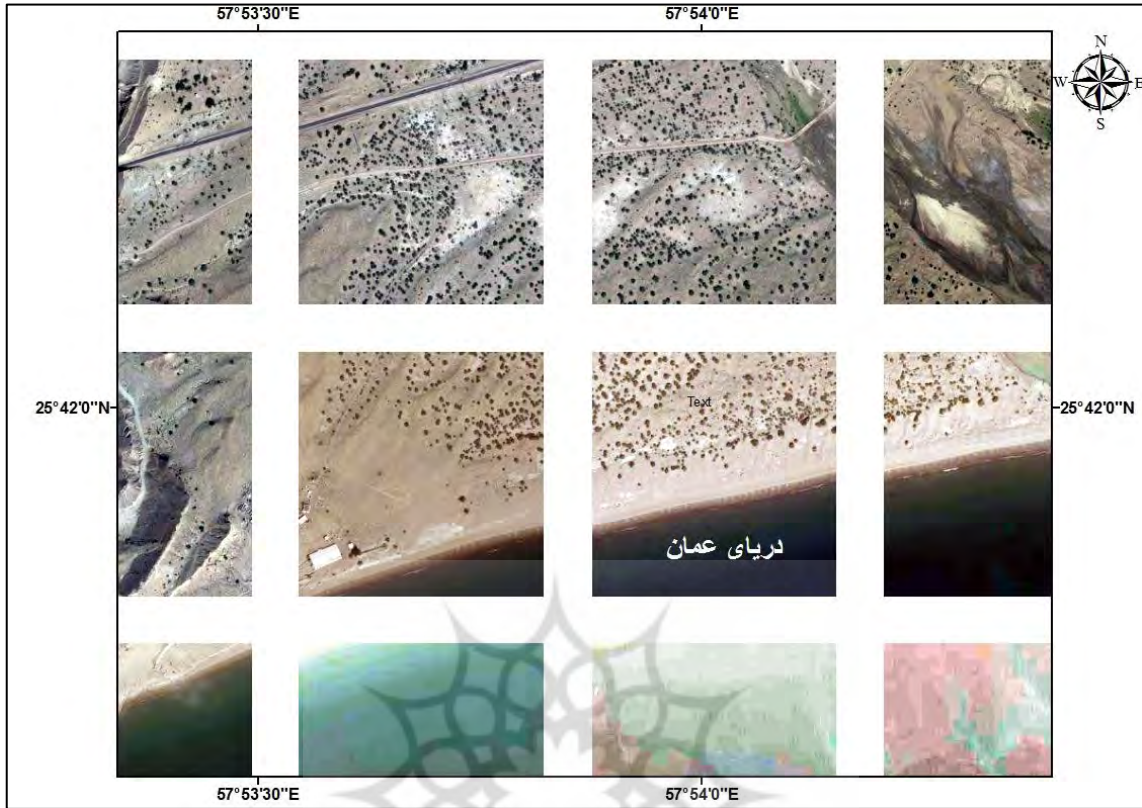
این منطقه در معرض فرسایش بادی است میزان بادهای بیش از آستانه در ایستگاه جاسک بیش از ۴۱ درصد می‌باشد که باعث تحرک ماسه‌ها در این منطقه می‌شود. در ایستگاه جاسک وزش باد غالب از غرب می‌باشد (شکل ۷). وزش باد شدید در این ایستگاه در دی ماه از غرب و در بقیه‌ی ماه‌های سال از سمت شرق می‌باشد. هرچند وزش باد شدید، در ماه‌های آذر، اسفند و مرداد از سمت شمال شرق نیز دیده می‌شود (رامشت و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۲۹). در این منطقه با توجه به شیب کم پیش کرانه در بیشتر طول خط ساحلی و بالا بودن دامنه جذر و مد باعث شده که در حداقل دو مد متوالی که عموماً بین ۴ تا ۶ ساعت طول می‌کشد، سطح وسیعی از آب خارج گردد که علت آن کم شیب بودن کرانه جذر و مدی آب دریا است و باعث پسروی چندین ده متر دریا می‌شود. در این زمان با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و تابش آفتاب در بیشتر ایام سال، ماسه ساحلی به سرعت خشک می‌شود. و سپس این ماسه‌ها توسط باد به پیش-کرانه و سپس به پس کرانه حمل می‌شود (نوحه‌گر و همکار، ۱۳۸۵: ۱۷۸).



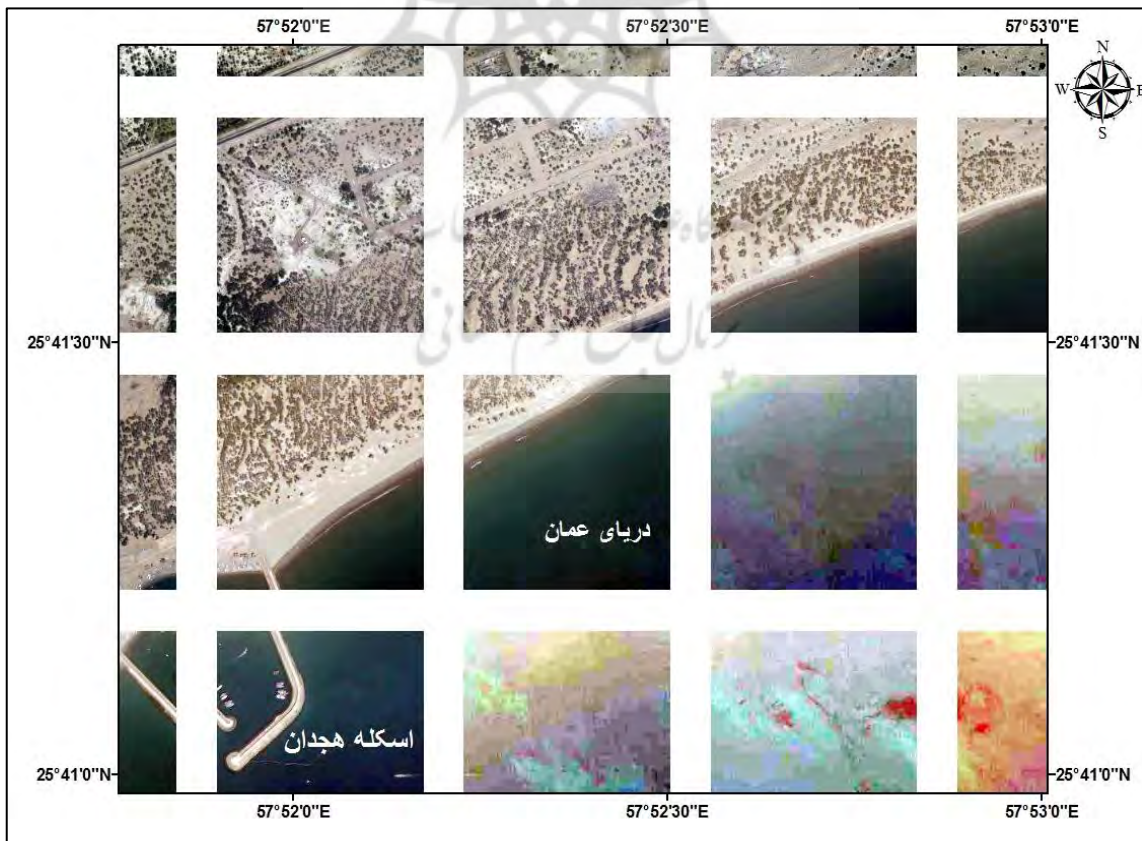
شکل ۲: عکس‌هوایی محوطه ۱ (منبع گوگل ارث)



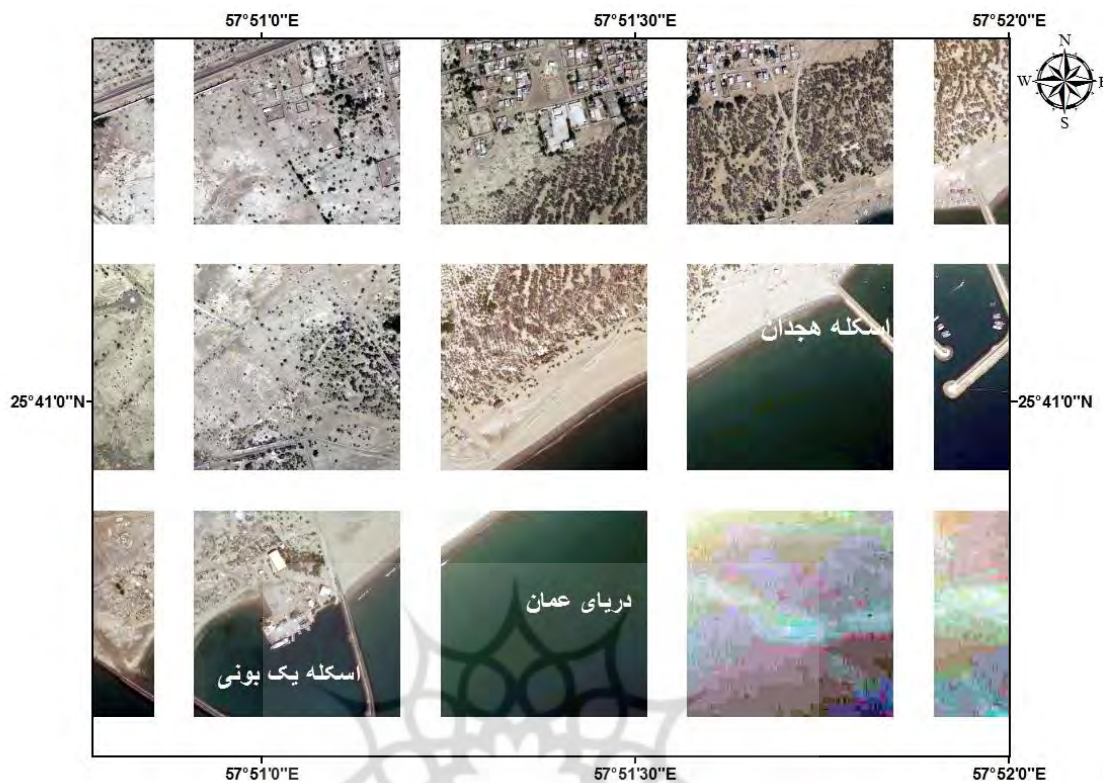
شکل ۳: عکس‌هوایی محوطه ۲ (منبع گوگل ارث)



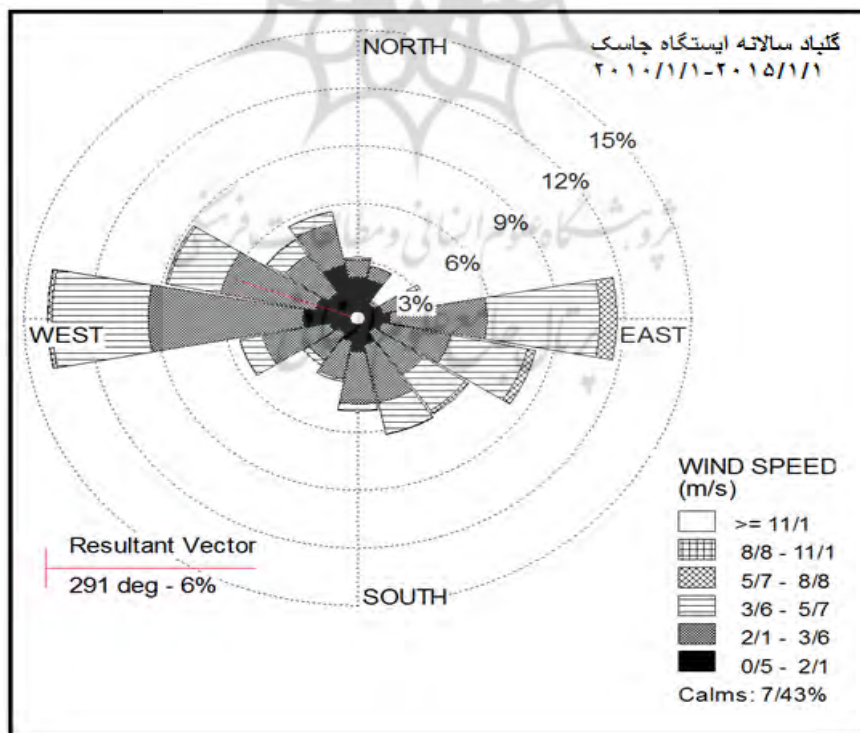
شکل ۴: عکس‌هوایی محوطه ۳ (منبع گوگل ارث)



شکل ۵: عکس‌هوایی محوطه ۴ (منبع گوگل ارث)



شکل ۶: عکس‌هوایی محوطه ۵ (منبع گوگل ارث)



شکل ۷: گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک جاسک (محمودی و همکاران، ۱۳۹۶)

### روش تحقیق

در این تحقیق برای ارزیابی آسیب‌پذیری تپه‌ها از چک‌لیست استفاده‌شده، جهت تکمیل چک‌لیست (از داده‌های جمع‌آوری‌شده به این شرح استفاده‌شده است: از داده‌های سازمان هواشناسی در رسم گلباد و استفاده از داده‌های سازمان

نقشه برداری جهت مشخص شدن دامنه جزر و مد استفاده شد، اطلاعاتی مانند شیب و پهنای منطقه اینترتیدال با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و عملیات میدانی استخراج گشت، مشخصات تپه‌های ماسه‌ای مانند ارتفاع، شیب و غیره به صورت نمونه، از هر سایت صورت گرفت و نمونه رسوب برداشت شده از تپه‌ها گرانولومتری شد. برای مشخص شدن تغییرات خط ساحلی، از باندهای تصاویر لندست متعلق به ۱۶ می ۲۰۱۶ و ۱۵ می ۱۹۸۹، (پس از تصحیح اتمسفری در نرم افزار NV)، و عملگرهای طیفی در ابزار، calculator bands در محیط ArcMap استفاده شد.

برای بررسی عوامل انسانی، چون پاک‌سازی محدوده تپه‌های ماسه‌ای ساخت اسکله، جاده، تغییرات پوشش گیاهی، کاربری زمین و غیره، از مقایسه عکس‌های هوایی ۱۳۴۵، تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۶ و نیز تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث استفاده شد. برای ارزیابی اقدامات حفاظتی و مدیریتی از پرسشنامه تکمیل شده توسط کارشناسان منابع طبیعی، محیط‌زیست و فرمانداری شهرستان جاسک و بعضاً اهالی محلی و بازدید میدانی استفاده گشت همچنین، در انجام این تحقیق از نرم‌افزارهای NV، ArcMap، WRPLOT Veiw، Excel استفاده شد.

در این تحقیق بر اساس عوامل ژئومورفولوژیکی، دریایی، جوی، پوشش گیاهی، انسانی و مدیریتی، ۶ گروه از متغیرها شناسایی شدند. هرمتغیر از مجموعه‌ای از پارامترها تشکیل شده است، اما در اینکه چه تعداد پارامتر برای محاسبه این شاخص باید لحاظ شود، با توجه به پیچیدگی محیط تپه‌های ساحلی، توافقی وجود ندارد. پارامترهای در نظر گرفته شده در چک لیست محققین به طور مستقیم به پتانسیل‌های آسیب‌پذیری و وضعیت حساسیت سیستم تپه‌ماسه‌ای مربوط می‌شود (دیویس، ۱۹۹۵: ۸۹). بر اساس نظر گارسیا (۲۰۰۱) تعداد پارامترها می‌تواند با در نظر گرفتن میزان تأثیر هر یک از عوامل مؤثر (متغیرهای ۶ گانه) و هدف مطالعه انتخاب شوند (دیپانجان، ۲۰۱۴: ۴۹). متغیرهای لحاظ شده در این پژوهش در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: معرفی عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای (دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۴۹، ویلیامز و همکاران، ۲۰۰۱: ۱۹۴۱، گارسیا مورا و همکاران، ۲۰۰۱: ۸۰۳)

### عوامل مؤثر در نظر گرفته شده در ارزیابی آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای

شماره	
۱	شرایط ژئومورفولوژیکی سیستم تپه‌های ماسه‌ای شامل محل و مورفولوژی تپه‌های شنی ساحلی که تحت تأثیر باد یا امواج اند مانند ارتفاع، وسعت و غیره ((GC) (Geomorphological condition).
۲	تأثیر عوامل دریایی که عوامل مربوط به فرایندهای فرسایشی دریایی در آن در نظر گرفته می‌شود مانند نحوه قرار گرفتن ساحل در برابر امواج، شیب ساحل و اندازه ذرات رسوبات ساحلی و غیره ((MI) (Marine influence).
۳	تأثیر فرایندهای بادی تا فاصله ۲۰۰ متری از ساحل دریا ((AI) (Aeolin Effects).
۴	شرایط پوشش گیاهی تا ۲۰۰ متری از ساحل ((Vegetation Condition (VC))
	پوشش گیاهی نوع اول (I): شامل گونه‌هایی است که گیاهان آن به طور عمده کوچک و یک‌ساله هستند و برگ‌های نرم دارند، این گیاهان با شرایط محیط تپه ماسه‌ای سازگار نیستند.
	پوشش گیاهی نوع دوم (II): گونه‌هایی را در بر می‌گیرد که دارای ریشه دائمی بوده، ریشه‌های آن‌ها در زمین پخش می‌شوند و برگ آن‌ها دارای خصوصیتی است که در فشار محیطی ساحل امتیاز محسوب می‌شود.
	پوشش گیاهی نوع سوم (III): گیاهانی هستند که قادرند در مقابل مدفون شدن در شن‌های ساحلی و در برابر آب مقاومت کنند و از بین نروند.



۵	تأثیر فعالیت‌های انسانی مانند کشاورزی، جنگل‌کاری، جاده‌سازی و غیره (Anthropogenic effects (AE)).
۶	عوامل مدیریت حفاظتی مانند نظارت و مراقبت کاشت گیاه در منطقه‌شن‌های روان و غیره (Protection PM) (measures)

گام‌های لازم در این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

گام اول: محوطه مطالعه تپه‌های ماسه‌ای ساحلی منطقه، ابتدا بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی و اکولوژیکی و انسان‌شناختی به ۵ قطعه با ویژگی‌های درونی متجانس تقسیم شدند، بر این اساس است، محوطه‌ی ۱ و ۵ که در آن‌ها ساخت اسکله در سال‌های اخیر صورت گرفته و ساحل آن‌ها دستخوش تغییر شده است. سایت ۴ به خاطر جدایی توپوگرافیک از محوطه ۳، محوطه ۲ از دو طرف به وسیله دو خور از محدوده ۳ و ۱ جدا شده علاوه بر این بیشتر تپه‌های ماسه‌ای محوطه ۲ و ۱ از نظر تراکم پوشش گیاهی با محوطه‌های دیگر متفاوت‌اند (شکل ۱ تا ۶).

گام دوم: با استفاده از اطلاعات به دست آمده از بازدید میدانی، تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و سایر داده‌های که قبلاً ذکر شد، اقدام به پر کردن چک‌لیست شد (جدول ۲ تا ۷).

جدول ۲: عامل شرایط ژئومورفولوژیکی تپه‌های ماسه‌ای (اقتباس از دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۵۰-۵۱)

شماره	نام متغیر	عوامل شرایط ژئومورفولوژیکی مؤثر بر آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای (GC)			
		۰	۱	۲	۳
۱	طول سیستم تپه‌ماسه‌ای فعال به کیلومتر	۱۵ >	۱۰ >	۵ >	۲ >
۲	پهنای سیستم تپه‌ماسه‌ای فعال به کیلومتر	۲ <	۱ <	۰,۵ <	۰,۱ <
۳	ارتفاع متوسط تپه‌های ماسه‌ای به متر	۱۵ <	۱۰ <	۵ <	۱ <
۴	ارتفاع متوسط fore dune به متر	۲۰ <	۱۵ <	۱۰ <	۵ <
۵	تندترین شیب تپه‌ماسه‌ای به درجه	۱۵ >		۳۰-۱۵	۳۰ <
۶	وجود دره یا شیار	۱۰ <	۴ <	۲ <	۲
۷	درصد تپه‌ها روی صخره واقع‌اند	۲ >		۲-۵	۵ <
۸	جور شدگی دامنه روبه باد	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب
۹	جور شدگی دامنه پشت به باد	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب
۱۰	جور شدگی قله	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب
	جمع امتیاز			حداکثر امتیاز ۴۰ حساسیت بالا	۳۱

جدول ۳: عوامل اثرات دریایی (اقتباس از دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۵۰-۵۱)

شماره	نام متغیر	عوامل اثرات دریایی مؤثر بر آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای (MI)			
		۰	۱	۲	۳
۱	شیب منطقه برم از روی مشاهده	کم		متوسط	پرشیب
۲	شیب منطقه اینتر تیدال درجه	۵ >		۱۰-۵	۱۰ <
۳	پهنای منطقه اینتر تیدال به متر	۵۰۰ >	۲۰۰ >	۱۰۰ >	۵۰ <
۴	حد جزرومد به متر	۲ >		۲-۴	۴ <
۵	پهنای منطقه بین حداکثر مد و شروع تپه‌های ماسه‌ای به متر	۷۵ <	۵۰ >	۲۵ >	۱۵ >
۶	اندازه رسوبات ساحل به فی	۱	۲	۳	۴

جدول ۴: عوامل فرایندهای بادی (اقتباس از دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۵۰-۵۱)

شماره متغیر	نام متغیر	امتیاز				
		۰	۱	۲	۳	۴
۱	ورودی شن و ماسه به درصد	کم	متوسط	زیاد		
۲	درصد پوشش صدفی در بالادست ساحل	۰	۵ >	۵ <	۲۵ >	۵۰ <
۳	درصد پوشش گیاهی تپه‌ها در سمت روبه‌دریا	۹۰ <	۶۰ <	۳۰ <	۱۰ <	۱۰ >
۴	درصد سیستم بدون پوشش	۱۰ >	۱۰ <	۲۰ <	۴۰ <	۷۵ <
۵	ته‌نشست ماسه در اثر کلونی‌های انسانی	کم	متوسط	زیاد		
۶	کلونی گیاهی در منطقه حدفاصل تپه‌ها و حداکثر مد	زیاد	متوسط	.	کم	
۷	تغییرات خط ساحلی	پیشروی	در حال نوسان	پسروی		

جدول ۵: عوامل پوشش گیاهی (اقتباس از دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۵۰-۵۱)

شماره متغیر	نام متغیر	امتیاز				
		۰	۱	۲	۳	۴
۱	درصد پوشش گیاهی تیپ ۳ از کنار دریا تا fore dune %	۹۰ <	۶۰ <	۳۰ >	۱۵ <	۱۵ >
۲	نسبت تقریبی پوشش گیاهی تیپ ۲ از کنار دریا تا fore dune %	۵ >	۱۵ >	۳۰ >	۶۰ >	۶۰ <
۳	نسبت تقریبی پوشش گیاهی تیپ ۱ از کنار دریا تا fore dune %	۱ >	۱ <	۵ <	۱۰ <	۳۰ <
۴	نسبت گیاه تیپ ۲ به ۳ در ۱۰۰ متر بطرف خشکی از fore dune	۷۵ <	۵۰ <	۲۵ <	۱۰ <	۱۰ >
۵	وضعیت پوشش گیاهی از سال ۲۰۰۰	افزایش	در نوسان یا ثابت	کاهش		

جدول ۶: عوامل انسانی (اقتباس از دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۵۰-۵۱)

شماره متغیر	نام متغیر	امتیاز				
		۴	۳	۲	۱	۰
۱	جاده‌های که از تپه‌ها می‌گذرند به درصد	۷۵ <	۵۰ >	۵۰ <	۲۵ <	۵ >
۲	پوشش ضایعات انسانی اشغال و نخاله به درصد	۵۰ <	۲۵ <	۵ <	۵ >	۰
۳	مقدار ماسه استخراج شده برای مصارف ساختمانی به درصد	۵۰ <	۲۵ >	۵ <	۵ >	۰

۴	درصد نسبی جنگل در فاصله ۲۰۰ متری fore dune	۵ >	۲۵ <	۵۰ <	۷۵ <	به سمت خشکی
۵	درصد نسبی سطوح کشاورزی در فاصله ۲۰۰ متری از fore dune	۵ >	۲۵ <	۵۰ <	۷۵ <	
۶	چرای دام	خیلی کم	کم	معمول	زیاد	خیلی زیاد
۷	وجود لوله‌های چاه در روی تپه‌ها	کم	متوسط	زیاد		
۸	مدیران و مالکان اصلی	اژانس‌های حفاظتی	دولتی	خصوصی		
۹	درصد زیرساخت‌هایی که جانشین تپه‌های فعال شده‌اند مانند جاده خانه و غیره	۵ >	۲۵ <	۵۰ <	۷۵ <	
۱۰	درصد زمین‌های پاک‌شده در بالادست ساحل	۵ >	۲۵ <	۵۰ <	۷۵ <	
۱۱	میزان تمیز کردن ساحل	بندرت	روزانه	روزی دو بار		

جدول ۷: عوامل مدیریت حفاظتی (اقتباس از دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۵۰-۵۱)

شماره	نام متغیر	امتیاز	۰	۱	۲	۳	۴
۱	نظارت و مراقبت	هرگز			مقداری	زیاد	
۲	درصد مناطق با محدودیت دسترسی	۰	<۱۰	۱۰ <	۲۵ >	۵۰ >	
۳	وجود سپرهای حفاظتی بیولوژیک یا تله شن و ماسه	هرگز			مقداری	زیاد	
۴	کاشت در مناطق شن‌های روان به درصد	۰	<۱۰	۱۰ <	۲۵ >	۵۰ >	
۵	وجو تابلو اعلانات	هرگز			تعدادی	زیاد	
۶	اقدامات و کارهای حفاظت از سواحل	هرگز			مقداری	زیاد	
۷	سواحل حفاظت شده و قوانین مربوط به آن	وجود ندارد	کم	متوسط	زیاد	شدید	

گام سوم: محاسبه شاخص آسیب‌پذیری جزئی، ابتدا آسیب‌پذیری جزئی (Pv) هر عامل جداگانه طبق رابطه ۱ (دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۴۹) محاسبه شد، برای مثال نحوه محاسبه آسیب‌پذیری جزئی برای عامل ژئومورفولوژیک در جدول ۸ آمده است. میزان شاخص آسیب‌پذیری جزئی (Pv) بین صفر تا یک تغییر می‌کند (یک حداکثر آسیب‌پذیری و صفر عدم آسیب‌پذیری را در برابر هر عامل نشان می‌دهد). برای طبقه‌بندی کیفی شدت آسیب‌پذیری جزئی می‌توان از جدول ۹ استفاده کرد.

$$Pv = \sum_{i=1}^N PVi / \sum PVmax \quad (\text{شاخص آسیب‌پذیری جزئی برای هر عامل}) \quad (\text{رابطه ۱})$$

گام چهارم: محاسبه شاخص آسیب‌پذیری کلی (DVI): طبق رابطه ۲ (دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۴۹)، مجموع امتیاز به‌دست‌آمده آسیب‌پذیری جزئی (Pv)، برای عامل اول جدول شماره یک (شامل شرایط ژئومورفولوژیکی سیستم تپه‌های ماسه‌ای، تأثیر عوامل دریایی، تأثیر فرایندهای بادی تا فاصله ۲۰۰ متری از ساحل، شرایط پوشش گیاهی تا ۲۰۰ متری از ساحل، تأثیر فعالیت‌های انسانی) را با هم جمع و بر ۵ (تعداد عوامل) تقسیم کرده تا شاخص آسیب‌پذیری کلی مشخص شود. میزان شاخص آسیب‌پذیری کلی نیز بین صفر تا یک تغییر می‌کند (یک حداکثر آسیب‌پذیری کلی (DVI) و صفر عدم آسیب‌پذیری کلی را نشان می‌دهد). برای مثال نحوه محاسبه آسیب‌پذیری کلی برای محوطه ۱ در جدول ۸ آمده است. برای طبقه‌بندی کیفی آسیب‌پذیری کلی می‌توان از جدول ۹ استفاده کرد.

$$DVI = \sum PV / 5 = (GC + MI + AI + VC + AE) / 5 \quad (\text{شاخص آسیب‌پذیری کلی}) \quad (\text{رابطه ۲})$$

روش محاسبه آسیب پذیری در هر تحقیقی ممکن است با تحقیق دیگر کمی متفاوت باشد در مطالعاتی که توسط دیویس (۱۹۹۵)<sup>۱</sup> برای محاسبه شاخص آسیب پذیری (که از آن با عنوان (VI)<sup>۲</sup> یاد می‌شود) به این صورت است که در آن محاسبه شاخص آسیب پذیری جزئی انجام نمی‌شود، و شاخص آسیب پذیری از تقسیم مجموع امتیازات به دست آمده از تمامی گروه متغیرها، بر حداکثر مجموع کل امتیازات تمام گروه متغیرها، برای هر سایت به دست می‌آید (دیویس، ۱۹۹۵: ۹۱). برای مثال، نحوه محاسبه این شاخص برای سایت شماره یک در جدول ۸ آمده است. برای طبقه بندی کیفی، آسیب پذیری کلی در این روش از جدول ۹ استفاده شده است.

جدول ۸: مثال برای نحوه محاسبه آسیب پذیری جزئی عامل ژئومورفولوژیک، آسیب پذیری کلی برای محوطه شماره یک و شاخص

VI برای محوطه شماره یک

شمار	نام عامل	نام عامل	نام عامل	نام عامل	نام عامل	نام عامل	نام عامل	
۵	شرایط ژئومورفولوژیکی (GC)	امتیاز اثرات دریایی (MI)	امتیاز فرایندهای بادی (AI)	امتیاز پوشش گیاهی (VC)	عوامل انسانی (AE)	امتیاز	متغیر	
۱	۳	۰	۲	۴	۲			
۲	۲	۰	۴	۰	۴			
۳	۳	۴	۱	۱	۳			
۴	۴	۲	۴	۴	۰			
۵	۴	۴	۴	۲	۰			
۶	۴	۲	۴	-	۰			
۷	۰	-	۴	-	۰			
۸	۴	-	۲	-	۲			
۹	۳	-	-	-	۳			
۱۰	۳	-	-	-	۲			
۱۱	-	-	-	-	۰			
	امتیاز مکتسبه هر عامل	۳۰	۱۲	۲۵	۱۱	۱۶		
	حداکثر امتیاز برای هر عامل	۴۰	۲۴	۳۲	۲۰	۴۴		
	مجموع امتیاز به دست آمده برای ۵ عامل (شرایط ژئومورفولوژیکی، فرایند دریایی، فرایند بادی، پوشش گیاهی و فعالیت انسانی)	$۱۶+۱۰+۲۵+۱۰+۳۰ = ۹۴$						

مجموع حداکثر امتیاز مکتسبه برای هر ۵ عامل ۱۶۰ امتیاز شامل ۴۰ متغیر (برای ۵ عامل شرایط ژئومورفولوژیکی، فرایند دریایی، فرایند بادی، پوشش گیاهی و فعالیت انسانی) ضربدر حداکثر ارزش هر متغیر که ۴ می‌باشد.

محاسبه شاخص VI:  $۹۴/۱۶۰ = ۰,۵۸$

$$Pv = \sum_{i=1}^N PVi / \sum PVmax$$

(شاخص آسیب پذیری جزئی برای هر عامل) (رابطه ۱)

شاخص آسیب پذیری جزئی برای عامل ژئومورفولوژیک  $۱۱/۳۰ = ۰,۷۵$

$$DVI = \sum PV / 5 = (GC + MI + AI + VC + AE) / 5$$

(رابطه ۲)

شاخص آسیب پذیری کلی:  $۵ = ۰,۵۸$  ( $۰,۳۶ + ۰,۵۵ + ۰,۷۸ + ۰,۵۰ + ۰,۷۵$ )

<sup>2</sup> Vulnerability Index

جدول ۹: طبقه‌بندی کیفی شدت آسیب پذیری

۱-۰,۷۵	۰,۷۴-۰,۵۱	۰,۵-۰,۲۶	-۰ ۰,۲۵	میزان به‌دست‌آمده برای شاخص آسیب‌پذیری جزئی و کلی
خیلی شدید	شدید	متوسط	کم	وضعیت شدت آسیب‌پذیری

گام پنجم: محاسبه عامل مدیریتی و حفاظت است که جدای از ۵ عامل دیگر اما به همان روش آسیب‌پذیری جزئی از رابطه ۳ محاسبه می‌شود (دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۴۹).

$$Pv = \sum_{i=1}^N PMi / \sum PMmax \text{ (رابطه ۳)}$$

لازم به ذکر است، نحوه محاسبه آسیب‌پذیری عامل مدیریتی در منابع استنادی تفاوتی نداشتند. و در هر دو روش (دیپانجان، ۲۰۱۴ و دیویس، ۱۹۹۵) به‌صورت جدای از ۵ عامل دیگر محاسبه شده‌است.

گام ششم: برای طبقه‌بندی نیازهای مدیریتی (در روش دیپانجان) شاخص مدیریتی از شاخص آسیب‌پذیری کلی کم می‌شود برای طبقه‌بندی عامل مدیریتی از جدول ۱۰ استفاده شد.

جدول ۱۰: طبقه‌بندی نیازهای مدیریتی بر اساس شاخص DVI-PM (دیپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۵۵)

شاخص DVI-PM	کمتر یا مساوی -۰,۱	مساوی یا بیشتر از ۰,۱	بین -۰,۱ تا ۰,۱
نیازهای مدیریتی	نیاز به محافظت	نیاز به مدیریت فوری	بدون نیاز به مدیریت

گام آخر: محاسبه شاخص تعادل است که توسط دیویس (۱۹۹۵) مطرح‌شده و نحوه محاسبه آن به این صورت است که شاخص (VI) برای هر سایت تقسیم بر شاخص مدیریت (PM) برای همان سایت می‌شود (دیویس، ۱۹۹۵: ۹۱). برای طبقه‌بندی وضعیت مدیریتی بر اساس شاخص تعادل از جدول ۱۱ استفاده شد.

جدول ۱۱: طبقه‌بندی وضعیت مدیریتی بر اساس شاخص تعادل (دیویس، ۱۹۹۵: ۹۱)

شاخص تعادل (VI/PM)	کمتر از ۰,۸	۰,۸-۱,۳	بزرگ‌تر از ۱,۳
وضعیت مدیریتی	تفاوت کم میان میزان مدیریت و آسیب‌پذیری	تعادل میان میزان آسیب‌پذیری و میزان مدیریت	نبودن یا ناکافی بودن شدید مدیریت

## بحث و یافته‌ها

پس از امتیازدهی به هر گروه از متغیرها بر اساس داده‌های به‌دست‌آمده از منابع و روشی که در بخش روش تحقیق ذکر شد، ابتدا شاخص آسیب‌پذیری جزئی برای هریک از عوامل مورد مطالعه محاسبه و سپس بر اساس جدول ۱۰ طبقه‌بندی شد. سایر شاخص‌ها نیز محاسبه شد که خلاصه آن در جدول ۱۲ نشان داده شده است. میزان آسیب‌پذیری جزئی (Pv) برای عامل ژئومورفولوژیک نشان می‌دهد (جدول ۱۲)، این میزان در تمامی محوطه‌ها بالای ۰,۷۵ بوده و شدت آسیب‌پذیری خیلی شدید است. ویژگی تپه‌های ماسه‌ای منطقه شامل ارتفاع کم تپه‌ها (عمدتاً کمتر از ۵ متر)، شیب بیش از ۳۰ درجه دامنه روبه باد آن‌ها، جورشدگی خوب تا خیلی خوب رسوبات سازنده تپه‌ها، آسیب‌پذیری این تپه‌ها را نسبت به عوامل طبیعی چون رفت و روب بادی زیاد کرده است.

عامل اثرات دریایی در تمامی محوطه‌ها ۰,۵ ارزیابی شد که آسیب‌پذیری متوسطی را نشان می‌دهد (جدول ۱۲). کوچک بودن میانگین قطر رسوبات ساحلی (قطر میانگین ۲,۷ فی) یکی از عوامل مؤثر در این آسیب‌پذیری است چرا که ماسه‌های ریز (بزرگ‌تر از یک فی) در معرض امواج برگشتی بوده و حساسیت بالاتری نسبت به فرسایش دارند لذا سواحل با

دانه‌های ماسه‌ای ریز مقاومت کمتری به فرسایش دارند (اینگریدا، ۲۰۱۵: ۱۲۹). آسیب‌پذیری جزئی نسبت به فرایندهای بادی در محوطه یک بیش از ۰,۷۵ بوده و حساسیت خیلی شدید نسبت به این عامل را نشان می‌دهد، در بقیه محوطه‌ها، این شاخص بیش از ۰,۵ بوده و دلالت بر حساسیت شدید نسبت به فرایندهای بادی دارد (جدول ۱۲).

درصد کم پوشش گیاهی در سمت رو به دریا و نیز درصد پایین کلونی گیاهی در حفاصل بین تپه‌های ماسه‌ای و حداکثر مد و نیز تغییرات خط ساحلی که بیشتر به خاطر ساخت اسکله و موج‌شکن‌ها (یک‌بونی، هجدان و سورگلم) در سال‌های اخیر بوده است از عوامل بالا بودن این شاخص نسبت به آسیب‌پذیری هستند. میزان آسیب‌پذیری جزئی نسبت به عامل پوشش گیاهی در محوطه‌های یک و دو، ۰,۵۵ و شدت آن شدید، و در سایر محوطه‌ها متوسط ارزیابی شد. با مقایسه عکس‌های هوایی سال ۱۳۴۵ و تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ پوشش گیاهی نسبت به سال ۱۳۴۵ زیاد شده اما از سال ۲۰۰۰ (سال مورد احتساب در جدول ۵) میزان پوشش گیاهی علیرغم بروز خشکسالی‌های ممتد (محمودی، ۱۳۸۴: ۱۳۰)، تقریباً ثابت مانده که علت آن کاشت و مراقبت گیاهان توسط منابع طبیعی استان هرمزگان است. همچنین مشخص شد در طی سال‌های یادشده بر میزان جاده‌ها در این منطقه افزوده شده است که در برخی مناطق جاده از میان تپه‌ها عبور می‌کند. علاوه بر این در طی این سال‌ها قسمت‌هایی از تپه‌ماسه‌ای برای ساخت‌وساز پاک‌سازی شده‌اند.

بیشترین میزان آسیب‌پذیری توسط عامل انسانی در محوطه‌های پنج و یک به ترتیب با میزان ۰,۳۸ و ۰,۳۶ است که شدت آن متوسط ارزیابی شده، در سایر محوطه‌ها این شاخص، آسیب‌پذیری کمی را نشان می‌دهد. (جدول ۱۲). با توجه به بازدید میدانی و نتایج به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌ها و همچنین مصاحبه با افراد محلی و کارشناسان منابع طبیعی، محیط‌زیست و فرمانداری جاسک هیچ‌گونه اقدام مدیریتی جهت حفاظت از سواحل برای محوطه‌های مذکور انجام نگرفته است. به‌جز در محوطه چهار و پنج که تنها اقدام حفاظتی، کاشت گیاه در این دو محوطه، توسط منابع طبیعی است (جدول ۱۲).

میزان آسیب‌پذیری کلی (DVI) در محوطه شماره یک، دو و سه به ترتیب ۰,۵۸، ۰,۵۳ و ۰,۵۱ است و شدید ارزیابی شد. در دو محوطه دیگر این میزان کمتر از ۰,۵ و آسیب‌پذیری کلی در آن‌ها، متوسط ارزیابی شد (جدول ۱۲). در میان عوامل مورد بررسی، وضعیت ژئومورفولوژیک تپه‌های ماسه‌ای، عامل فرایندهای بادی، به ترتیب بیشترین تأثیر و عامل انسانی کمترین تأثیر را در میزان آسیب‌پذیری تپه‌ها دارند. طبقه‌بندی نتایج به‌دست‌آمده برای شاخص DVI-PM نشان داد میزان شاخص DVI-PM به‌دست‌آمده برای تمامی محوطه‌ها، بیشتر از ۰,۱۱ بوده و نیاز به مدیریت سریع دارند. بر اساس شاخص تعادل به‌دست‌آمده، تعادل میان آسیب‌پذیری و مدیریت تپه‌ها در هیچ‌یک از محوطه‌ها وجود ندارد چرا که با توجه به آسیب‌پذیری شدید تا متوسط محوطه‌ها، نشانه‌های بسیار کمی از وجود عوامل حفاظتی و مدیریتی که نیاز است در منطقه وجود داشته باشد دیده می‌شود (به‌جز کاشت در منطقه شن‌های روان). از آنجایی که عدم‌کفایت مدیریت و یا نبود مدیریت و قوانین لازم می‌تواند در طول زمان به این سیستم آسیب وارد آورد لزوم توجه به این مسئله با توجه به گسترش طرح‌های زیر بنایی چون احداث اسکله‌های جدید اهمیت بیشتری می‌یابد. البته به نظر می‌رسد یکی از علل عدم مدیریت یا عدم‌کفایت مدیریت این است که ارگان مشخصی در این زمینه متولی نیست.

مقایسه دو روش محاسبه آسیب‌پذیری، روش اول (دیپانجان، ۲۰۱۴) و روش دوم (دیویس، ۱۹۹۵) نشان می‌دهد که در هر دو روش، مقادیر کمی به‌دست‌آمده در محوطه شماره یک، کاملاً یکسان اما در سایر محوطه‌ها اختلاف ناچیزی حداکثر ۰,۲ وجود دارد. مقایسه نتایج کیفی به‌دست‌آمده در دو روش مذکور نشان می‌دهد، در هر دو روش شدت آسیب‌پذیری محوطه‌ها یکسان است. به‌جز در مورد محوطه شماره دو که در روش اول شدت آسیب‌پذیری شدید اما در روش دوم شدت آسیب‌پذیری متوسط ارزیابی شده است (البته اختلاف کمی بین دو روش، در مورد محوطه شماره دو، ۰,۲ بیشتر نیست) (جدول ۱۲).

جدول ۱۲: خلاصه نتایج به دست آمده برای شاخص‌های آسیب‌پذیری و شاخص تعادل

محوطه ۵	محوطه ۴	محوطه ۳	محوطه ۲	محوطه ۱	شماره محوطه	نام عامل و یا شاخص
۰,۷۷	۰,۷۷	۰,۷۷	۰,۷۷	۰,۷۵		Pv(GC) میزان آسیب‌پذیری جزئی نسبت به شرایط ژئومورفولوژیکی سیستم تپه‌های ماسه‌ای
خیلی شدید	خیلی شدید	خیلی شدید	خیلی شدید	خیلی شدید		کیفیت آسیب‌پذیری Pv(GC)
۰,۵	۰,۵	۰,۵	۰,۵	۰,۵		Pv(MI) میزان آسیب‌پذیری جزئی نسبت به عوامل دریایی
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط		کیفیت آسیب‌پذیری Pv(MI)
۰,۶۲	۰,۵	۰,۵۶	۰,۶۵	۰,۷۸		Pv(AI) میزان آسیب‌پذیری جزئی نسبت به فرایندهای بادی تا فاصله ۲۰۰ متری از ساحل
شدید	متوسط	شدید	شدید	خیلی شدید		کیفیت آسیب‌پذیری Pv(AI)
۰,۴	۰,۴	۰,۴۵	۰,۵۵	۰,۵۵		Pv(VC) میزان آسیب‌پذیری جزئی نسبت به شرایط پوشش گیاهی تا ۲۰۰ متری از ساحل
متوسط	متوسط	متوسط	شدید	شدید		کیفیت آسیب‌پذیری Pv(VC)
۰,۳۸	۰,۰۹	۰,۱۱	۰,۰۹	۰,۳۶		Pv(AE) میزان آسیب‌پذیری جزئی نسبت به فعالیت‌های انسانی
متوسط	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط		کیفیت آسیب‌پذیری Pv(AE)
۲,۶۷	۲,۲۶	۲,۳۹	۲,۵۶	۲,۹۴		جمع (GC + MI + AI + VC + AE)
۰,۵۳	۰,۴۵	۰,۴۷	۰,۵۱	۰,۵۸		DVI شاخص آسیب‌پذیری کلی
شدید	متوسط	متوسط	شدید	شدید		کیفیت آسیب‌پذیری DVI
۰,۰۸	۰,۰۸	۰	۰	۰		(PM) عامل مدیریت حفاظتی
متوسط	ضعیف	ضعیف	متوسط	ضعیف		کیفیت آسیب‌پذیری (PM)
۰,۴۵	۰,۳۷	۰,۴۸	۰,۵۱	۰,۵۸		DVI-PM
نیاز به مدیریت سریع	نیاز به مدیریت سریع	نیاز به مدیریت سریع	نیاز به مدیریت سریع	نیاز به مدیریت سریع		میزان نیاز مدیریتی با توجه به شاخص DVI-PM
۸۸	۷۱	۷۵	۷۹	۹۴		مجموع امتیازات به دست آمده برای ۵ عامل (PVGc+ PVMI+ PVAI+ PVVC + PVAE)
۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰		مجموع حداکثر امتیاز قابل احتساب برای ۵ عامل (PVGc+ PVMI+ PVAI+ PVVC + PVAE)

۸۸/۱۶۰=	۷۱/۱۶۰=	۷۶/۱۶۰=	۷۹/۱۶۰=	۹۴/۱۶۰=	VI (شاخص آسیب پذیری)
۰,۵۵	۰,۴۴	۰,۴۶	۰,۴۹	۰,۵۸	
شدید	متوسط	متوسط	متوسط	شدید	کیفیت آسیب پذیری VI
۷	۵,۶	بی نهایت	بی نهایت	بی نهایت	VI/PM (شاخص تعادل)
خیلی بالا	خیلی بالا	خیلی بالا	خیلی بالا	خیلی بالا	میزان آسیب پذیری بر اساس شاخص تعادل VI/PM

### نتیجه گیری

در میان عوامل مورد بررسی، وضعیت ژئومورفولوژیک تپه‌های ماسه‌ای، عامل فرایندهای بادی، به ترتیب بیشترین تأثیر و عامل انسانی کمترین تأثیر در میزان آسیب پذیری تپه‌ها را دارند. ویژگی تپه‌های ماسه‌ای منطقه شامل ارتفاع کم تپه‌ها (عمدتاً کمتر از ۵ متر)، شیب بیش از ۳۰ درجه دامنه روبه باد آن‌ها، جورشدگی خوب تا خیلی خوب رسوبات سازنده تپه‌ها، آسیب پذیری این تپه‌ها را نسبت به عوامل طبیعی زیاد کرده است. درصد کم پوشش گیاهی در سمت رو به دریا و نیز درصد پایین کلونی گیاهی در حفاصل بین تپه‌های ماسه‌ای و حداکثر مد و نیز تغییرات خط ساحلی که بیشتر به علت ساخت اسکله و موج شکن‌ها در سال‌های اخیر بوده است عامل بالا بودن آسیب پذیری تپه‌ها نسبت به فرایندهای بادی است.

با توجه به بازدید میدانی و مصاحبه با افراد محلی و کارشناسان منابع طبیعی، محیط‌زیست و فرمانداری جاسک هیچ گونه اقدام مدیریتی جهت حفاظت از سواحل صورت نگرفته است. در میان عوامل انسانی، عواملی چون ساخت اسکله‌های سورگلم، هجدان و یک‌بونی بعد از سال ۲۰۰۶ باعث تغییرات خط ساحلی شده است، همچنین ساخت جاده و پاک‌سازی زمین از عوامل مؤثر در آسیب پذیری، این محوطه‌ها است. میزان آسیب پذیری کلی (DVI) در محوطه‌های شماره یک، دو و سه به ترتیب ۰,۵۸، ۰,۵۳ و ۰,۵۱ است و شدید ارزیابی شد. در دو محوطه دیگر، این میزان کمتر از ۰,۵ و آسیب پذیری کلی در آن‌ها، متوسط ارزیابی شد.

طبقه‌بندی نتایج به دست آمده برای شاخص DVI-PM نشان داد میزان شاخص DVI-PM به دست آمده برای تمام محوطه‌ها، بیشتر از ۰,۱۱ بوده و نیاز به مدیریت سریع دارند. شاخص تعادل به دست آمده نشان داد بین میزان حساسیت محوطه‌ها و نیاز آن‌ها به اقدامات مدیریتی جهت حفظ آن‌ها، (چون نظارت و مراقبت و محدودیت دسترسی در مناطق در معرض خطر، و یا ایجاد سپرهای بیولوژیک و غیره، وجود تابلو هشدار یا اطلاع‌رسان در این مناطق، و یا کارهای حفاظت از ساحل و وضع قوانین، مانند قوانین ساخت‌وساز در این مناطق) تعادل وجود ندارد به عبارتی به نظر نمی‌رسد سازمان مشخصی جهت نظارت در این امور وجود داشته باشد.

مقایسه دو روش محاسبه آسیب پذیری، روش اول (دیپانجان، ۲۰۱۴) و روش دوم (دیویس، ۱۹۹۵) نشان می‌دهد که در هر دو روش، مقادیر کمی به دست آمده در محوطه یک، کاملاً یکسان اما در سایر محوطه‌ها اختلاف ناچیز و حداکثر ۰,۲ است. در مقایسه نتایج کیفی به دست آمده از دو روش مذکور، آسیب پذیری محوطه‌ها یکسان است. به جز در مورد محوطه شماره دو که در روش اول شدت آسیب پذیری شدید اما در روش دوم شدت آسیب پذیری متوسط ارزیابی شده است.

### منابع

- حجازی، سید اسدالله، محمودی، شبنم، ۱۳۹۶، بررسی ویژگی‌های بافتی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای شرق شهرستان جاسک، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات سپهر، دوره ۲۶، شماره ۱۰۱، صص ۱۱۹-۱۲۹.
- رامشت، محمدحسین، سیف، عبدالله محمودی، شبنم، ۱۳۹۲، بررسی تغییرات طبیعی تپه‌های ماسه‌ای شرق جاسک در بازه زمانی (۱۳۸۳ - ۱۳۶۹) به وسیله GIS, RS، فصلنامه جغرافیا و توسعه شماره ۳۱، صص ۱۲۱-۱۳۶.



- شایان، سیاوش، اکبریان، محمد، یمانی، مجتبی، شریفی کیا، محمد، مقصودی، مهران، ۱۳۹۳، هیدرودینامیک دریا و تأثیر آن در تشکیل توده‌های ماسه‌ای ساحلی مطالعه موردی: سواحل غربی مکران، فصلنامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۴، صص ۷۶-۱۰۴.
- صدوق، سید حسن، نظام محله، خاتون، نظام محله، محمدعلی، ۱۳۹۲، بررسی میزان آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای ساحلی در شبه جزیره میانکاله با مدل *DVI*، فصلنامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۱، صص ۳۷-۴۸.
- محمودی، شبنم، ۱۳۸۴، بررسی تغییرات طبیعی تپه‌های ماسه‌ای شرق جاسک در بازه زمانی (۱۳۸۳ - ۱۳۶۹)، پایان نامه کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان، راهنما محمدحسین رامشت.
- نوحه‌گر، احمد، یمانی، مجتبی، ۱۳۸۵، ژئومورفولوژی ساحل شرقی تنگه هرمز با تأکید بر فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه هرمزگان.
- Alveirinho Dias, J., Williams, A.T., Garcia Novo, F., Garcia Mora, M.R., Curr, R., Pereira, A. (2001). *Integrated coastal dune management: Checklists. Continental Shelf Research*, Vol.21, pp.1937-1960
- -Bodere, J.C.L., Cribb, R., Curr, R.H.F., Davies, P., Hallegouet, B., Meur, C., Pirou, N., Williams, A.T., Yoni, C., 1994. *Vulnerabilite des dunes littorales: Mise aupoint d'une method d'evaluation. In: Miossec, A. (Ed.), Defense des cotesouprotection de l'espace littoral'. Cahiers Nantais, URA 904, CNRS, Commission surl' Environnementcotier de l'UGI (41-42), pp. 197-201.*
- -Davies, P., Curr, R.H.F., Williams, A.T., Halle!gouet, B., Bodere, J.C.L., Koh, A. (1995)a. *Dune management strategies: a semi-quantitative assessment of the interrelationship between coastal dune vulnerability and protection measures. In: Salman, A.P.H.M., Berends, P., Bonazountas, M. (Eds.), Coastal Management and Habitat Conservation. EUCC, Netherlands, pp. 313-331.*
- -Davies, P., Williams, A.T.1 & Curr, R.H.F. (1995). *Decision making in dune management: theory and practice, Journal of Coastal Conservation*, Vol.1 PP.87-96
- -Dipanjan D. M., Swagata B., Barendra P., Ashis K., Paul, U.B.(2014). *Insights into the dichotomy of coastal dune vulnerability and protection measures from multi-criteria decision analysis: a case study of West Bengal Coast, Bay of Bengal, India, Journal of coastal sciences, Vol.1, No. 1, pp. 47-57.*
- -Garcia-Mora, M.R., Gallego-Fernandez, J.B., Williams, A.T., Garcia-Novo, F. (2001). *A Coastal Dune Vulnerability Classification (A Case Study of the SW Iberian Peninsula). Journal of Coastal Research, Vol. 17, No. 4, pp. 802-811.*
- -Laranjeira M. M, Ramos Pereira A. and Williams A. T, 1999, *Comparison of two checklist methods for assessment of coastal dune vulnerability Bol. Inst. Esp. Oceanogr. Vol.15, No.1-4, pp.259-268,*
- -Ingrida Bagdanaviciut, Loreta Kelpsait, Tarmo Soomere.(2015), *Multi-criteria evaluation approach to coastal vulnerability index development in micro-tidal low-lying areas, Ocean & Coastal Management, Vol.104, pp. 124-135.*
- -Martinez, M.L., GallegoFernandez, J.B., Garcia Franco, J.G., Moctezuma, C., Jimenez, C.D. (2006). *Assessment of coastal dune vulnerability to natural and anthropogenic disturbances along the Gulf of Mexico. Environmental Conservation, Vol 33, pp. 109-117.*

- -Oliveira, A., Melo e Souza, R.( 2009). *Coastal dune ecodynamics of the southern coastline from Sergipe, Brazil. Journal of Coastal Research , Vol.56, pp.342-346.*
- -Pereira, A.R., Laranjeira, M.M., Neves, M., 2000. *A resilience checklist to evaluate coastal dune vulnerability , Vol.102, No.1, pp, 309-318.*
- -Taylor, J.W., 1961. *How to create ideas. Englewood Cliffs, Prentice Hall, NJ.* Thieler, E.R., Hammar-Klose, E.S.(1999). *National Assessment of Coastal Vulnerability to Future Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast. Open-File Report, U.S. Geological Survey, pp.99-593.*
- -Valles, S.M., Fernandez, J.B.G., Dellafiore, C.M.( 2011). *Dune vulnerability in relation to tourism pressure in Central Gulf of Cadiz (S W Spain), a case study. Journal of Coastal Research Vol.27, No.2, pp. 243-251.*
- -Williams, A.T., Alveirinho Dias, J., Garcia Novo, F., Garcia Mora, M.R., Curr, R., Pereira, A.( 2001). *Integrated coastal dune management: Checklists. Continental Shelf Research ,Vol.21, pp. 1937-1960.*
- -Williams, A.T., Davies, P., Alveirinho-Dias, J.M., Pereira, A.R., Garcia-Mora, M.R., Tejada, M.( 1994). *A re-evaluation of dune vulnerability checklist parameters. Vol. 8, pp.179-182.*
- -Williams, A.T., Davies, P., Curr, R., Koh, A., Bodere, J.C., Hallegouet, B., Meur, C., Yoni, C., 1993. *A checklist assessment of dune vulnerability and protection in Devon and Cornwall, UK. In: Magoon, O.T. (Ed.), Coastal Zone'93. American Society of Civil Engineering, New York, pp. 3394-3408.*
- -Williams, A.T., Duck, R.W., Phillips, M.R.( 2011). *Coastal dune vulnerability among selected Scottish systems. Journal of Coastal Research ,VOL.64, pp. 1263-1267.*