پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال ششم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۶
صص. ۱۰۷-۹۰

# 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 تائید نهایی: ۱۳۹۶/۰۵/۱۰

## چکیده

**تپه‌های ماسه‌ای در کل جهان، تحت تأثیر فشارهای گوناگون طبیعی و انسانی بوده و سیستم-های 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 ماسه ای 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 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 آسیب پذیری 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.***

* نویسنده مسئول: E-mail: shabnammahmodi@yahoo.com

## 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 زاییده اثرات متقابل امواج دریا،جریانات دریایی، وزش باد و مواد رسوبی موجود در ساحل می‌باشند (شایان و همکاران، ۸۷:۱۳۹۳). تپه‌های ماسه‌ای، سیستم‌های پویا و پیچیده‌ای هستند که به تغییر نیروهای محرکه‌ای که آن‌ها را تشکیل می‌دهند واکنش سریع نشان می‌دهند( دیویس و همکاران[۱]، ۱۹۹۵: ۸۷ ، گارسیا مورا و همکاران[۲]،۲۰۰۱: ۸۰۲)، این چشم‌اندازهای سست نتیجهٔ تعامل بین فرایندهای جوی، فرایندهای دریایی، پوشش گیاهی، فعالیت‌های انسانی و ژئومورفولوژی، این سیستم است( الیورا و همکار[۳]، ۲۰۰۹: ۳۴۲). علاوه بر این تپه‌های ماسه‌ای خشکی و ساحلی به‌شدت به‌هم‌پیوسته هستند و مداخله در یک عنصر باعث فرایند بی‌ثباتی در دیگری، و سیستم تپه‌های ماسه‌ای به‌عنوان یک کل می‌گردد( ویلیامز و همکاران[۴]، ۲۰۱۱: ۱۲۶۴). که نشان از حساسیت این چشم‌اندازهاهادارد. 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[۵] اطلاق می‌شود( دیاپاجان و همکاران[۶]، ۲۰۱۴ : ۴۸).

اهمیت نقش تپه‌های ماسه‌ای ساحلی این است که به‌عنوان مانعی در برابر امواج عمل می‌کنند علاوه بر این به‌عنوان 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 درنتیجه عواقب ناشی از تغییرات زیست‌محیطی در سیستم‌های، تپه‌ها را بهبود بخشد ( ویلیامز و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۲۶۴). در منطقه موردمطالعه ساخت اسکله‌های جدید یک‌بونی، هجدان و سورگلم، که بعد از سال ۲۰۰۶ سال ساخته‌شده‌اند، همچنین پاک‌سازی تپه‌ها به‌منظور 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 سیستم های دیگر تپه‌های ماسه‌ای وجود داشته باشد که ممکن است لزوماً مجاور نباشد. بنابراین، چک‌لیست یک ابزار مفید برای مدیران است که به‌عنوان یک روش تشخیص مشکل استفاده می‌شود که در آن، هرکدام از عوامل بروز مشکلات مربوط به آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای ذکرشده، است( لارانجیرا و همکاران[۷]، ۱۹۹۹: ۲۶۱). چک‌لیست یکی از ابزارهای مورداستفاده توسط محققین برای ترسیم سطح آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای ساحلی است. چک‌لیست توسط تیلور[۸](۱۹۶۱)، ویلیامز و همکاران (۱۹۹۴،۱۹۹۳ و ۲۰۰۱)، بوردر و همکاران[۹] (۱۹۹۴)، دیویس و همکاران(۱۹۹۵ a,b)، پریرا و همکاران[۱۰] (۲۰۰۰) و گارسیا مورا و همکاران (۲۰۰۱) به‌عنوان روش مفیدی نظر شناخته‌شده است که در آن عوامل

[1] Davies
[2] Geoarcia Mora
[3] Oliveira
[4] Williams
[5] steady state
[6] Dipanjan
[7] *Laranjeira*
[8] Taylor
[9] Bodere
[10] Pereira

عمده‌ای که به‌طور مستقیم مسئول بی‌ثباتی سیستم تپه ماسه‌ای‌اند، با در نظر گرفتن میزان آسیب‌پذیری و اقدامات حفاظتی، موردمطالعه 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[1] و همکاران(۱۹۹۴) در پرتقال 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 (۲۰۱۱و 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[2] (۲۰۱۱) نیز در اسپانیا، تپه‌ها را از نظر آسیب‌پذیری به دو بخش مناطق با بودجه رسوب منفی و مناطقی که تحت‌فشار قابل‌توجه عوامل انسانی مانند گردشگری است تقسیم کردند و وضعیت آسیب‌پذیری را در رابطه با فشار و میزان دسترسی گردشگری مورد تجزیه‌وتحلیل قراردادند و مارتینز و همکاران[3] (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 ماسه‌ای[4] (DVI) عنوان‌شده است مانند دیاپانجان و همکاران( ۲۰۱۴) در هند که با استفاده از چک‌لیست و بررسی بیش از ۶۰ 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.

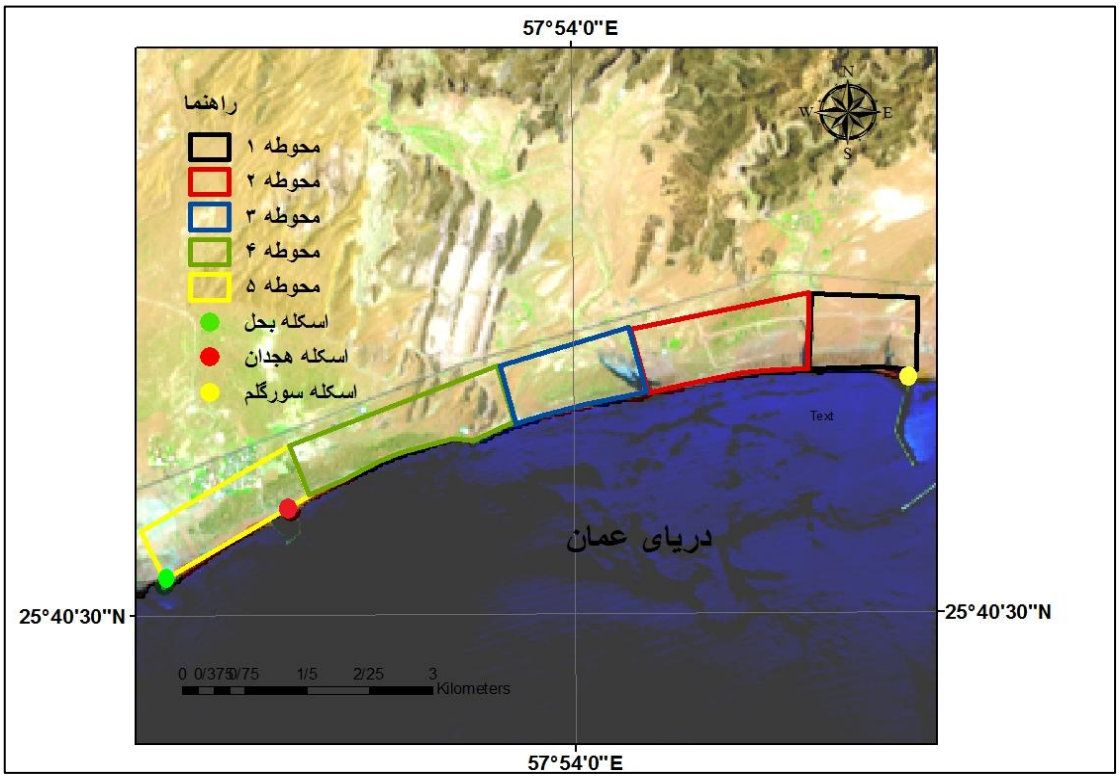
صدوق و همکاران (۱۳۹۲) که برای اولین بار در ایران به بررسی میزان آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای ساحلی در شبه‌جزیره میانکاله با استفاده از چک‌لیست پرداختند، آن‌ها ابتدا منطقه به چهار قطعه تقسیم کرده و این قطعات با پنج گروه از متغیرهای تأثیرگذار در این سیستم، مورد ارزیابی قراردادند .مؤلفه‌های پنج‌گانه شامل شرایط ژئومورفولوژی تپه‌های 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 موردمطالعه است.

**محدوده موردمطالعه**

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

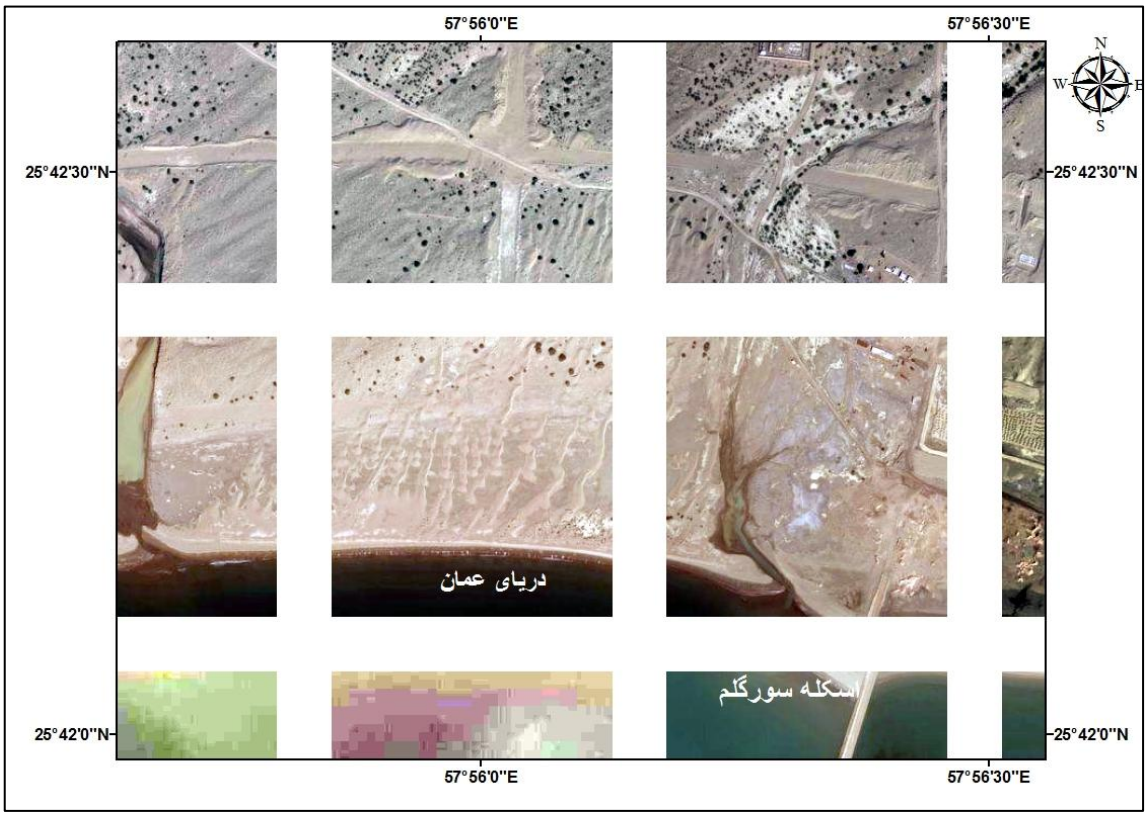
[1] Alveirinho-Dias
[2] Valles
[3] Martinez
[4] Dune Vulnerability Index



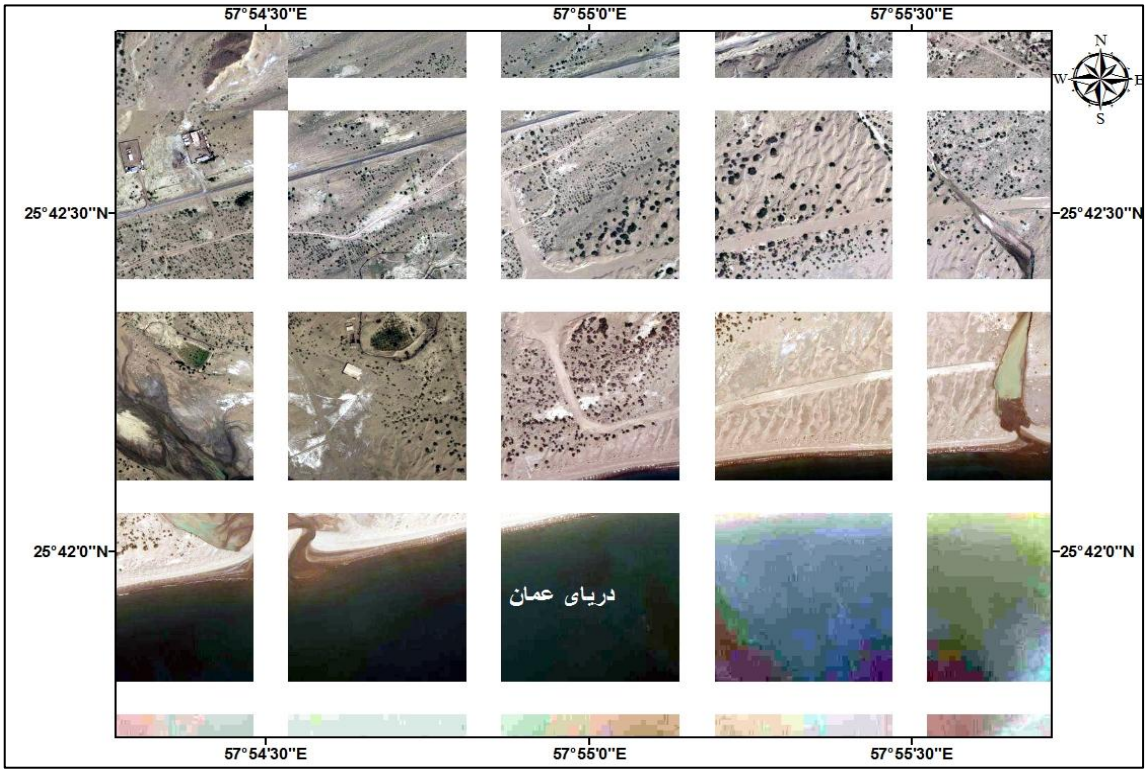

**شکل۱: محل محوطه‌های تپه‌های ماسه‌ای موردمطالعه**

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 شمال‌شرق نیز دیده می‌شود ( رامشت و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۲۹).

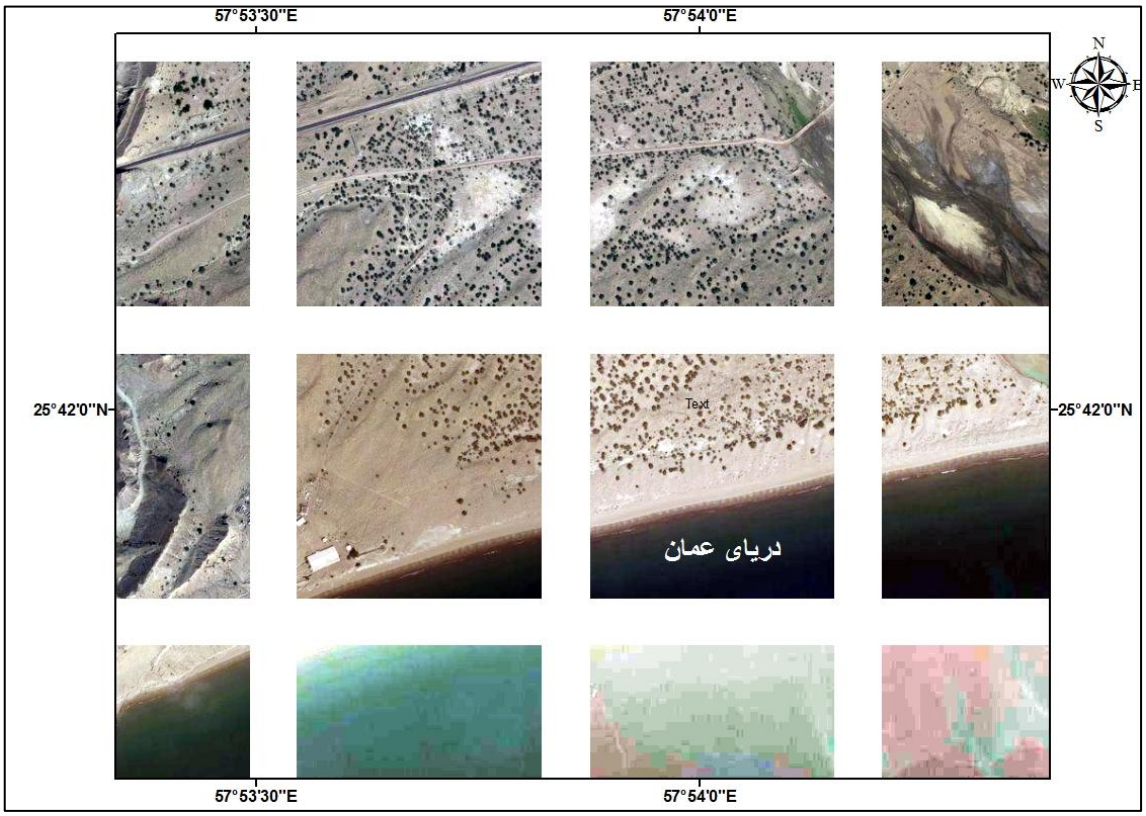
در این منطقه با توجه به شیب کم پیش کرانه در بیشتر طول خط ساحلی و بالا بودن دامنه جذر و مد باعث شده که در حدفاصل دو مد متوالی که عموماً بین ۴ تا ۶ ساعت طول می‌کشد، سطح وسیعی از آب خارج گردد که علت آن کم شیب بودن کرانه جذر و مدی آب دریا است و باعث پسروی چندین ده متر دریا می‌شود. در این زمان با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و تابش آفتاب در بیشتر ایام سال، ماسه ساحلی به‌سرعت خشک می‌شود. و سپس این ماسه‌ها توسط باد به پیش-کرانه و سپس به پس‌کرانه حمل می‌شود( نوحه‌گر و همکار، ۱۳۸۵: ۱۷۸).



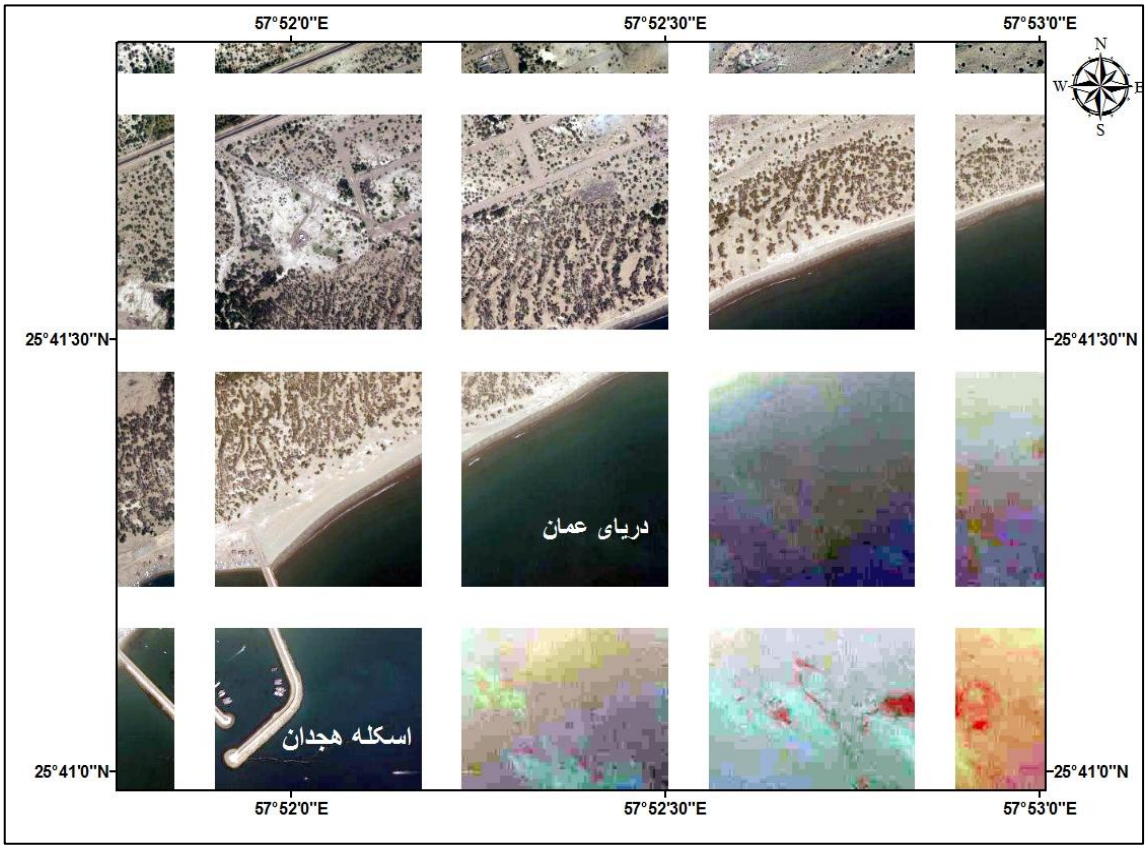

شکل ۲: عکس‌هوایی محوطه ۱ (منبع گوگل ارث)



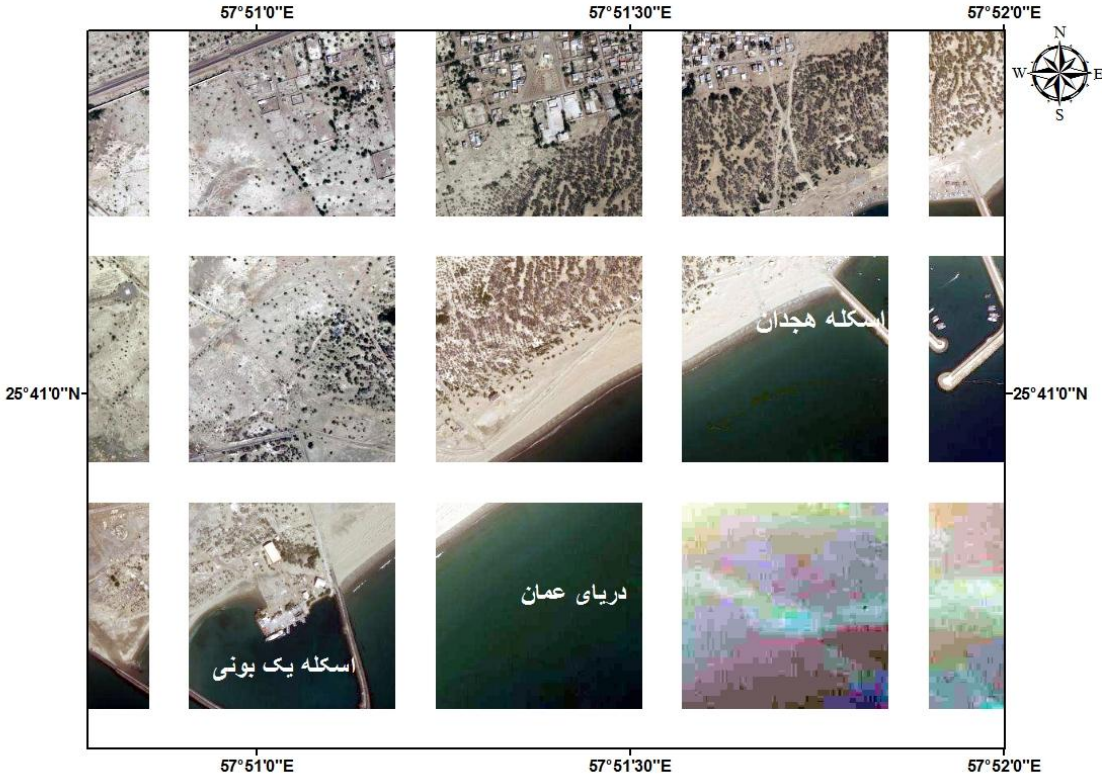

شکل ۳: عکس‌هوایی محوطه ۲ (منبع گوگل ارث)



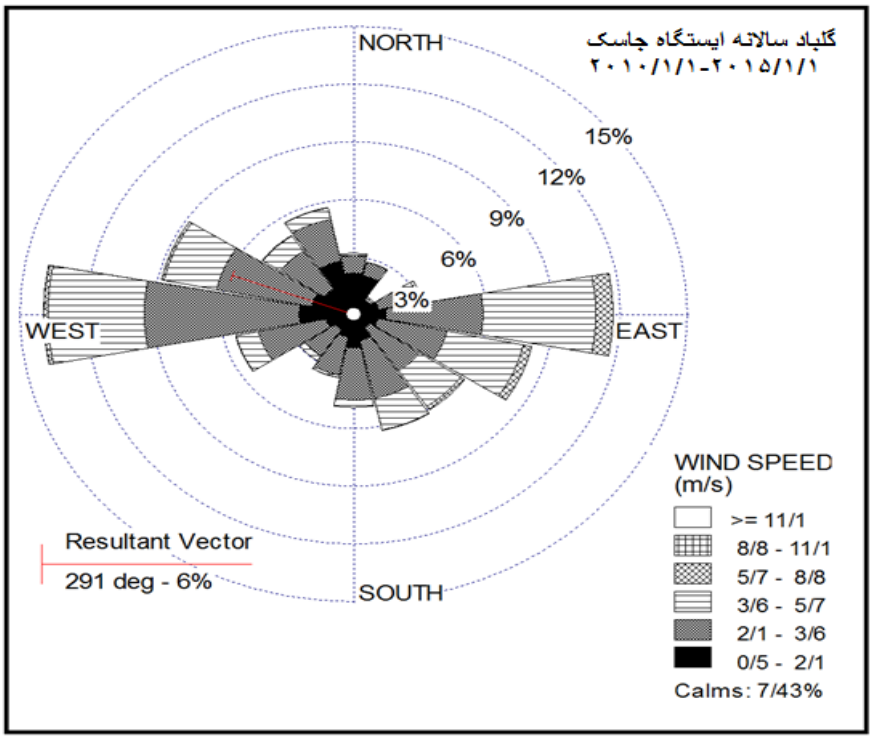

شکل ۴: عکس‌هوایی محوطه ۳ (منبع گوگل ارث)




شکل۵: عکس‌هوایی محوطه ۴ (منبع گوگل ارث)




شکل ۶: عکس‌هوایی محوطه ۵ (منبع گوگل ارث)




شکل۷: گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک جاسک (محمودی و همکاران، ۱۳۹۶)

## روش تحقیق

دراین 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

نقشه‌برداری 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 به‌صورت نمونه، از هر سایت صورت گرفت و نمونه رسوب برداشت‌شده از تپه‌ها گرانولومتری شد. برای مشخص شدن تغییرات خط ساحلی، از باندهای تصاویر لندست متعلق به ۱۶ می۲۰۱۶ و ۱۵ می ،۱۹۸۹ ،( پس از تصحیح اتمسفری در نرم‌افزار 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 تکمیل‌شده 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 و 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 تشکیل‌شده 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 گرفته‌شده در چک‌لیست محققین به‌طور مستقیم به پتانسیل‌های آسیب‌پذیری و وضعیت حساسیت سیستم تپه‌ماسه‌ای مربوط می‌شود ( دیویس،۱۹۹۵: ۸۹). بر اساس نظر گارسیا ( ۲۰۰۱) تعداد پارامترها می‌توانند با در نظر گرفتن میزان تأثیر هر یک از عوامل مؤثر (متغیرهای ۶ گانه) و هدف مطالعه انتخاب شوند(دیاپانجان، ۲۰۱۴: ۴۹). متغیرهای لحاظ شده در این پژوهش در جدول ۱ آمده است.

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

| شماره | عوامل مؤثر در نظر گرفته‌شده در ارزیابی آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای | |
|---|---|---|
| ۱ | شرایط ژئومورفولوژیکی سیستم تپه‌های ماسه‌ای شامل محل و مورفولوژی تپه‌های شنی ساحلی که تحت تأثیر باد یا امواج‌اند 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 ازساحل ((Vegetation Condition(VC) | پوشش گیاهی نوع اول(I): شامل گونه‌هایی است که گیاهان آن به‌طور 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 خصوصیاتی 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 منطقه شن‌های 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 به۵ 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 به‌وسیله دو خور از محدوده ۱و۳ جداشده علاوه بر این بیشتر تپه‌های ماسه‌ای محوطه ۲ و۱ از نظر تراکم پوشش گیاهی با محوطه‌های دیگر متفاوت‌اند ( شکل ۱ تا۶).

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

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

عوامل شرایط ژئومورفولوژیکی مؤثر بر آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای((GC)

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

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

عوامل اثرات دریایی مؤثر بر آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای(MI )

| شماره متغیر | امتیاز / نام متغیر | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | ۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | شیب منطقه برم از روی مشاهده | پرشیب | | متوسط | | کم |
| ۲ | شیب منطقه اینتر تیدال درجه | ۱۰< | | ۱۰-۵ | | ۵> |
| ۳ | پهنای منطقه اینترتیدال به متر | ۵۰> | ۵۰< | ۱۰۰> | ۲۰۰> | ۵۰۰> |
| ۴ | حد جزرومد به متر | ۴< | | ۴-۲ | | ۲> |
| ۵ | پهنای منطقه بین حداکثر مد و شروع تپه‌های ماسه‌ای به متر | ۵> | ۱۵> | ۲۵> | ۵۰> | ۷۵< |
| ۶ | اندازه رسوبات ساحل به فی | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ |

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

عوامل فرایندهای بادی مؤثر بر آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای (AE)

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

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

عوامل پوشش گیاهی مؤثر بر آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای (CV )

| شماره متغیر | امتیاز | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | ۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | نام متغیر | | | | | |
| ۱ | درصد پوشش گیاهی تیپ ۳ از کنار دریا تا fore dune ٪ | ۱۵> | ۱۵< | ۳۰> | ۶۰< | ۹۰< |
| ۲ | نسبت تقریبی پوشش گیاهی تیپ ۲ از کنار دریا تا fore dune٪ | ۶۰< | ۶۰> | ۳۰> | ۱۵> | ۵> |
| ۳ | نسبت تقریبی پوشش گیاهی تیپ ۱ از کنار دریا تا fore dune٪ | ۳۰< | ۱۰< | ۵< | ۱< | ۱> |
| ۴ | نسبت گیاه تیپ ۲ به ۳ در ۱۰۰متر بطرف خشکی از fore dune | ۱۰> | ۱۰< | ۲۵< | ۵۰< | ۷۵< |
| ۵ | وضعیت پوشش گیاهی از سال۲۰۰۰ | کاهش | | در نوسان یا ثابت | | افزایش |

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

عوامل انسانی مؤثر بر آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای (AE )

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

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | درصد نسبی جنگل در فاصله ۲۰۰ متری fore dune به سمت خشکی | ۵> | ۲۵< | ۵۰< | ۵۰> | ۷۵< |
| ۵ | درصد نسبی سطوح کشاورزی در فاصله ۲۰۰ متری از fore dune | ۵> | ۲۵< | ۵۰< | 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 | اژانس های حفاظتی | | دولتی | | خصوصی |
| ۹ | درصد زیرساخت‌هایی که جانشین تپه‌های فعال‌شده‌اند مانند جاده خانه و غیره | ۵> | ۲۵< | ۵۰< | ۵۰> | ۷۵< |
| ۱۰ | درصد زمین‌های پاک‌شده در بالادست ساحل | ۵> | ۲۵< | ۵۰< | ۵۰> | ۷۵< |
| ۱۱ | میزان تمیز کردن ساحل | بندرت | | روزانه | | روزی دو بار |

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

عوامل مدیریت حفاظتی مؤثر بر آسیب‌پذیری تپه‌های ماسه‌ای (PM )

| شماره متغیر | امتیاز<br>نام متغیر | 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 جزیی، ابتدا آسیب‌پذیری جزیی (Pv) هر عامل جداگانه طبق رابطه ۱ ( دیاپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۴۹) محاسبه شد، برای مثال نحوه محاسبه آسیب‌پذیری جزیی برای عامل ژئومورفولوژیک در جدول ۸ آمده است. میزان شاخص آسیب‌پذیری جزیی (Pv) بین صفر تا یک تغییر می‌کند( یک حداکثرآسیب‌پذیری و صفر عدم آسیب‌پذیری را در برابر هر عامل نشان می‌دهد). برای طبقه‌بندی کیفی شدت آسیب‌پذیری جزیی می‌توان از جدول ۹ استفاده کرد.

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

گام چهارم: محاسبه شاخص آسیب‌پذیری کلی(DVI): طبق رابطه ۲ ( دیاپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۴۹)، مجموع امتیاز به‌دست‌آمده آسیب‌پذیری جزیی(Pv )، برای ۵ عامل اول جدول شماره یک ( شامل شرایط ژئومورفولوژیکی سیستم تپه‌های ماسه‌ایُ، تأثیر عوامل دریایی ، تأثیر فرایندهای بادی تا فاصله ۲۰۰ متری از ساحل، شرایط پوشش گیاهی تا ۲۰۰متری 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 حداکثرآسیب-پذیری 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.

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

روش محاسبه آسیب‌پذیری در هر تحقیقی ممکن است با تحقیق دیگر کمی متفاوت باشد در مطالعاتی که توسط دیویس (۱۹۹۵)[1] برای محاسبه شاخص آسیب‌پذیری (که از آن با عنوان ((VI )[2] یاد می‌شود ) به این صورت است که در در آن محاسبه شاخص آسیب‌پذیری جزیی انجام نمی‌شود، و شاخص آسیب‌پذیری از تقسیم مجموع امتیازات به‌دست‌آمده 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 طبقه‌بندی کیفی، آسیب‌پذیری کلی در این روش از جدول ۹ استفاده‌شده است.

**جدول۸: مثال برای نحوه محاسبه آسیب‌پذیری جزیی عامل ژئومورفولوژیک، آسیب‌پذیری کلی برای محوطه شماره یک و شاخص VI برای محوطه شماره یک**

| شماره متغیر | نام عامل شرایط ژئومورفولوژیکی ((GC)) | امتیاز | نام عامل *اثرات دریایی* ( MI) | امتیاز | نام عامل فرایندهای بادی (AI ) | امتیاز | نام عامل پوشش گیاهی (VC) | امتیاز | نام عامل عوامل انسانی(AE ) | امتیاز |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 آ مده 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: ۰,۵۸ =۹۴/۱۶۰

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

شاخص آسیب‌پذیری جزیی برای عامل ژئومورفولوژیک ۰,۷۵= ۱۱/۳۰

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

شاخص آسیب‌پذیری کلی: ۰,۵۸=۵ / (۰,۷۵+۰,۵۰+ ۰,۷۸+ ۰,۵۵+ ۰,۳۶)

[2] Vulnerability Index

**جدول۹: طبقه‌بندی کیفی شدت آسیب‌پذیری**

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

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

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

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

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

**جدول۱۰: طبقه‌بندی نیازهای مدیریتی بر اساس شاخص DVI-PM ( دیاپانجان و همکاران، ۲۰۱۴: ۵۵)**

| شاخص DVI-PM | کمتر یا مساوی-۰,۱۱ | مساوی یا بیشتر از ۰,۱۱ | بین -۰,۱ تا۰,۱ |
|---|---|---|---|
| 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 جدول۱۱ استفاده شد.

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

| شاخص تعادل ( VI/PM ) | کمتر از ۰,۸ | ۱,۳-۰,۸ | بزرگ‌تر از ۱,۳ |
|---|---|---|---|
| وضعیت مدیریتی | تفاوت کم میان میزان مدیریت و آسیب‌پذیری | تعادل میان میزان آسیب‌پذیری و میزان مدیریت | نبود و 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 جزیی برای هریک از عوامل موردمطالعه محاسبه و سپس بر اساس جدول ۱۰ طبقه-بندی شد. سایر شاخص‌ها نیز محاسبه شد که خلاصه آن در جدول ۱۲ نشان داده‌شده است. میزان آسیب‌پذیری جزیی (Pv ) برای عامل ژئومومورفولوژیک 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 رفت‌وروب 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 ماسه-های 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 جزیی 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( جدول۱۲).

درصد کم پوشش گیاهی در سمت رو به دریا و نیز درصد پایین کلونی گیاهی در حدفاصل 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 جزیی 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 افزوده‌شده است که در برخی مناطق جاده از میان تپه‌ها عبور می‌کند. علاوه بر این در طی این سال‌ها قسمت‌هایی از تپه‌ماسه‌ای برای ساخت‌وساز پاک‌سازی‌شده‌اند.

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 ارزیابی‌شده، 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، ۰,۵۳و 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 موردبررسی، 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 بسیارکمی از وجود عوامل حفاظتی و مدیریتی که نیاز است در منطقه وجود داشته باشد دیده می‌شود ( به‌جز کاشت در منطقه شن‌های روان). ازآنجایی‌که 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 (دیاپانجان، 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 ارزیابی‌شده است( البته اختلاف کمی بین دو روش، در مورد محوطه شماره دو، ۰,۲ بیشتر نیست)( جدول ۱۲).

**جدول ۱۲: خلاصه نتایج به‌دست‌آمده برای شاخص‌های آسیب‌پذیری و شاخص تعادل**

| شماره محوطه / نام عامل و یا شاخص | | محوطه ۱ | محوطه۲ | محوطه ۳ | محوطه ۴ | محوطه ۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pv(GC) میزان آسیب‌پذیری جزیی نسبت به شرایط ژئومورفولوژیکی سیستم تپه‌های ماسه‌ای | | ۰,۷۵ | ۰,۷۷ | ۰,۷۷ | ۰,۷۷ | ۰,۷۷ |
| کیفیت آسیب‌پذیری Pv(GC) | | خیلی شدید | خیلی شدید | خیلی شدید | خیلی شدید | خیلی شدید |
| Pv(MI) میزان آسیب‌پذیری جزیی نسبت به عوامل دریایی | | ۰,۵ | ۰,۵ | ۰,۵ | ۰,۵ | ۰,۵ |
| کیفیت آسیب‌پذیری Pv(MI) | | متوسط | متوسط | متوسط | متوسط | متوسط |
| Pv(AI) میزان آسیب‌پذیری جزیی نسبت به فرایندهای بادی تا فاصله ۲۰۰ متری از ساحل | | ۰,۷۸ | ۰,۶۵ | ۰,۵۶ | ۰,۵ | ۰,۶۲ |
| کیفیت آسیب‌پذیری Pv(AI) | | خیلی شدید | شدید | شدید | متوسط | شدید |
| Pv(VC) میزان آسیب‌پذیری جزیی نسبت به شرایط پوشش گیاهی تا ۲۰۰متری از ساحل | | ۰,۵۵ | ۰,۵ ۵ | ۰,۴۵ | ۰,۴ | ۰,۴ |
| کیفیت آسیب‌پذیری Pv(VC) | | شدید | شدید | متوسط | متوسط | متوسط |
| Pv(AE) میزان آسیب‌پذیری جزیی نسبت به فعالیت‌های انسانی | | ۰,۳۶ | ۰,۰۹ | ۰,۱۱ | ۰,۰۹ | ۰,۳۸ |
| کیفیت آسیب‌پذیری Pv(AE) | | متوسط | ضعیف | ضعیف | ضعیف | متوسط |
| جمع $(GC + MI + AI + VC + AE)$ | | ۲,۹۴ | ۲,۵۶ | ۲,۳۹ | ۲,۲۶ | ۲,۶۷ |
| DVI شاخص آسیب‌پذیری کلی | | ۰,۵۸ | ۰,۵۱ | ۰,۴۷ | ۰,۴۵ | ۰,۵۳ |
| کیفیت آسیب‌پذیری DVI | | شدید | شدید | متوسط | متوسط | شدید |
| ( PM ) عامل مدیریت حفاظتی | | ۰ | ۰ | ۰ | ۰,۰۸ | ۰,۰۸ |
| کیفیت آسیب‌پذیری ( PM ) | | ضعیف | متوسط | ضعیف | ضعیف | متوسط |
| DVI-PM | | ۰,۵۸ | ۰,۵۱ | ۰,۴۸ | ۰,۳۷ | ۰,۴۵ |
| میزان نیاز مدیریتی با توجه به شاخص DVI-PM | | نیاز به مدیریت سریع | نیاز به مدیریت سریع | نیاز به مدیریت سریع | نیاز به مدیریت سریع | نیاز به مدیریت سریع |
| VI | مجموع امتیازات به‌دست‌آمده برای ۵ عامل (PVGC+ PVMI+ PVAI+ PVVC + PVAE) | ۹۴ | ۷۹ | ۷۵ | ۷۱ | ۸۸ |
| | مجموع حداکثر امتیاز قابل احتساب برای ۵ عامل (PVGC+ PVMI+ PVAI+ PVVC + PVAE) | ۱۶۰ | ۱۶۰ | ۱۶۰ | ۱۶۰ | ۱۶۰ |

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

## نتیجه‌گیری

در میان عوامل موردبررسی، وضعیت ژئومورفولوژیک تپه‌های ماسه‌ای، عامل فرایندهای بادی ، به ترتیب بیشترین تأثیر و عامل انسانی کمترین تأثیر در میزان آسیب‌پذیری تپه‌هارا 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 تپه-ها، آسیب‌پذیری 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 حدفاصل بین تپه‌های ماسه‌ای و حداکثر مد و نیز.تغییرات خط ساحلی که بیشتر به علت ساخت اسکله و موج‌شکن‌ها در سال‌های اخیر بوده است عامل بالا بودن آسیب‌پذیری تپه‌ها نسبت به فرایندهای بادی است.

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

طبقه‌بندی نتایج به‌دست‌آمده برای شاخص DVI-PM نشان داد میزان شاخص DVI-PM به‌دست‌آمده برای تمام محوطه‌ها، بیشتر از ۰,۱۱ بوده و نیاز به مدیریت سریع دارند. شاخص تعادل به‌دست‌آمده 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 آسیب‌پذیری، روش اول (دیاپانجان، ۲۰۱۴) و روش دوم ( دیویس، ۱۹۹۵) نشان می‌دهد که در هر دو روش، مقادیر کمی به‌دست‌آمده در محوطه یک، کاملاً یکسان اما در سایر محوطه‌ها اختلاف ناچیز، و حداکثر ۰,۲ است. در مقایسه نتایج کیفی به‌دست‌آمده از دو روش مذکور، آسیب‌پذیری محوطه‌ها یکسان است. به‌جز در مورد محوطه شماره دو که در روش اول شدت آسیب‌پذیری شدید اما در روش دوم شدت آسیب‌پذیری متوسط ارزیابی‌شده است.

## منابع


- حجازی، سید ا.سدالله، 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) به‌وسیله *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 جزیرهٔ میانکاله با مدل *DVI*، فصلنامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۱، صص۳۷-۴۸.
- 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 tourismpressure 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., Garc!ıa-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 protectionin 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.*