

مدلسازی GIS و RS پایه تغییرات خط ساحلی شرقی و غربی بندر جاسک در دربازه زمانی سالهای ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۶

شبنم محمودی^۱

داود مختاری^۲

محمدحسین رضایی مقدم^۳

عباس مرادی^۴

چکیده

احداث تاسیسات و تعیین حاشیه امن ساحلی، بدون آگاهی از رفتار خط ساحلی امکانپذیر نیست و اتلاف هزینه و مخاطرات زیادی را بدنبال دارد. هدف این پژوهش، بررسی تغییرات خط ساحلی بخشی از ساحل شهر جاسک، واقع در شرق استان هرمزگان است. در این تحقیق به منظور تفسیر بصری از تصاویر لندست متعلق به ۱۶ می ۲۰۱۶ و ۱۵ می ۱۹۸۹، ترکیب رنگی کاذب ساخته شد. و مرز بین خشکی و آب با استفاده از عملگرهای طیفی در محیط Arc Map مشخص گردید سپس میزان تغییرات خطوط ساحلی در دو مقطع زمانی با استفاده از پلی گون تغییرات برآورد شد. از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث برای بررسی و نشان دادن بخش‌هایی از ساحل استفاده گردید. بر اساس نتایج این پژوهش، در ساحل شرقی مساحت مناطق دارای پیشروی بیش از پسروی است اما در ساحل غربی عکس این مسئله دیده می‌شود. در مجموع تغییرات در ساحل شرقی بیش از ساحل

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)

Email: shabnammahmodi@yahoo.com-Tel: 09171581266

۲- استاد گروه ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز

۳- استاد گروه ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز

۴- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه هرمزگان

غربی است علت تغییرات بیشتر، در ساحل شرقی می‌تواند نتیجه ساخت سه اسکله جدید دارای موج‌شکن باشد که بعد از سال ۲۰۰۶ سال ساخته شده است. بالا آمدگی سواحل به علت فرورائش صفحه عمان نیز می‌تواند از عوامل طبیعی تغییرات خط ساحلی باشد.

واژگان کلیدی: مدلسازی خط ساحلی، RS & GIS، بندرجاسک، دریای عمان

مقدمه

یکی از مهمترین چالش‌ها برای مناطق ساحلی و همچنین زیر ساخت‌های نزدیک ساحل و خورها، تغییرات خط ساحلی است (بونوف و همکاران^۱، ۲۰۰۰: ۱۱۶۲، مور و گریس^۲، ۲۰۰۲: ۲۶۵-۲۶۶، کولین و سیتار^۳، ۲۰۰۸: ۴۸۳، کاتز و موشکین^۴، ۲۰۱۳: ۲۰). از آنجاییکه مناطق ساحلی به دلیل دارا بودن اکوسیستم‌های حساس و مولد از اهمیت و ارزش بالایی برخوردارند (کروشی‌نیا، ۱۳۸۹: ۱۰۸)، اطلاع از موقعیت گذشته، حال و آینده خط ساحلی و چگونگی تغییرات آن امری ضروری است (رزم آرا و رزمخواه، ۱۳۸۵: ۸۰). از نظر لیسیتزن (۱۹۷۴)^۵، کولین و تام (۱۹۹۴)^۶، پسکوف و کلوس‌اودی (۲۰۰۷)^۷، پارگو و همکاران (۲۰۱۲)^۸ و تبودو (۲۰۱۳)^۹. خط ساحلی می‌تواند در معرض فرسایش یا رسوبگذاری قرار گیرد یا در حال تعادل باقی بماند (نعیمی نظام آباد و همکاران، ۱۳۸۹: ۵۸). از اینرو آگاهی و ارزیابی از تغییرات خط ساحلی در درک بیشتر دینامیک ناحیه ساحلی و عوامل مورفودینامیک، که باعث این تغییرات می‌شوند، به ما کمک می‌کند.

از عوامل طبیعی موثر در تغییرات خط ساحلی می‌توان از عوامل مورفوتکتونیک و نوزمین ساخت، شکل ساحل، جنس و اندازه رسوبات، منابع و محل انباشت رسوبات و

1-Benumof *et al*

2- Moore and Griggs

3- Collins and Sitar

4- Katz and Mushkin

5- Lisitzen

6- Cowell and Thom

7- Paskoff R and Clus-Auby

8- Pardo_Pascual *et al*

9- Thebaudeau *et al*.

همچنین هیدرودینامیک مناطق نزدیک به خطوط ساحلی نام برد، علاوه بر این می‌توان به فعالیت‌های انسانی، مانند ساخت موج‌شکن موازی که جلو رسیدن امواج به ساحل و در نتیجه باعث کاهش انتقال رسوب به ساحل می‌شوند و یا ساخت موج‌شکن عمودی که انتقال رسوب ناشی از موج را، در طول ساحل کاهش می‌دهد اشاره کرد (کتابداری و همکاران، ۱۳۹۳: ۳).

استخراج شن و ماسه از ساحل، یا ساخت دیواره‌های سنگی ساحلی، شهرنشینی و صنعتی شدن نیز از دیگر عوامل تاثیرگذار بر فرآیندهای ساحلی و در نتیجه تغییر خط ساحلی هستند.

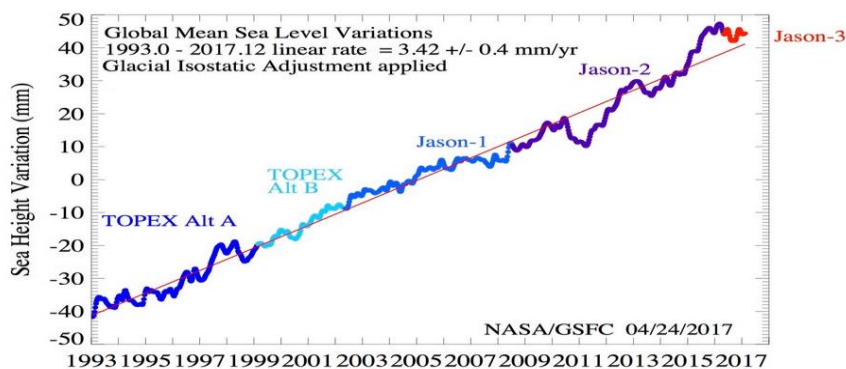
مطالعات انجام گرفته در این منطقه، توسط ویتافینزی (۱۹۷۹)^۱ از یکسو و داده‌های ژئودینامیکی موجود از سوی دیگر، حکایت از وجود یک فرورائش قوی در دریای عمان دارد که یکی از نتایج آن، بالآآمدگی سواحل مکران است. میزان بالآآمدگی سواحل مکران از غرب به شرق افزایش پیدا می‌کند، به گونه‌ای که این بالآآمدگی در امتداد ساحل جاسک تا بندر عباس، حدود ۳/۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است. وجود پادگانه‌های دریایی در شرق هرمز و نتایج سن‌یابی آنها و نیز ایستگاه‌های ژئودینامیک موجود، این موضوع را اثبات می‌کند (یمانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۶۵).

جنس رسوبات ساحلی از عواملی است که می‌تواند خط ساحلی را تحت تاثیر قرار دهد. به طور کلی جلگه ساحلی دریای عمان از تنگه هرمز تا خلیج گواتر از وضعیت زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی یکسانی برخوردار بوده، جنس اکثر رسوبات متشکل از شیل و مارن است که قسمت فوقانی آنها با یک لایه نازک ماسه‌سنگ یا کنگلومرا پوشیده شده است (نگارش و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۸۱، یمانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۶۴) که عمدتاً بافتی دانه ریز دارند. مطالعات نشان می‌دهد دانه‌های گراول پیل و ماسه‌های خیلی درشت (کوچکتر از یک فی) باعث جذب انرژی امواج و کاهش این اثرات می‌شوند در نتیجه سواحل با اندازه ذرات گراول، پیل و یا ماسه‌های خیلی درشت و یا مخلوط این ذرات، از سواحل مقاوم و پایدار

¹- Vita-Finzi

محسوب می‌شوند اما 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 (انگریدا و همکاران^۱، ۲۰۱۵: ۱۲۹).

تغییرات سطح اساس بر اثر تغییر اقلیم نیز از دیگر عوامل موثر در تغییر خط ساحل است، بر اساس داده‌های بدست آمده از ماهواره‌های جیسون^۲ و توپیکس^۳ این تغییر جهانی، بطور متوسط ۳٫۵ میلیمتر در سال است (شکل ۱).



شکل (۱) متوسط تغییرات جهانی سطح اساس دریا

(https://podaac.jpl.nasa.gov/Integrated_Multi-Mission_Ocean_AltimeterData)

بوک و تورنر (۲۰۰۵)^۴، تحقیقات محققین بر روی خط ساحلی را، به دو دسته تقسیم کردند، گروه اول خط ساحلی را بر اساس رویت شکل ساحل، مثلاً بالاترین حد مد^۵، مشخص کرده‌اند مانند فودی و همکاران (۲۰۰۵)^۶، نیدرمر و همکاران (۲۰۰۵)^۷، یامونو و همکاران (۲۰۰۶)^۸ و زوبا و همکاران (۲۰۰۸)^۱، و گروه دوم که خط ساحلی را بر اساس داده-

^۱- Ingrida & et al

^۲- Jason

^۳- Topex

^۴- Boak & Turner

^۵- High water level

^۶- Foody et al.

^۷- Niedermeier et al

^۸- Yamano et al

های پروفیل عمودی ساحل، مثلاً متوسط سطح آب دریا^۲ و یا داده‌های جزرومدی مورد مطالعه قرار دادند. به نظر بوک و تورنر (۲۰۰۵) اخیراً تعریف دیگری از خط ساحلی در ادبیات مطالعات انجام گرفته مطرح شده است، که اساس آن کاربرد و تکنیک‌های سنجش از دور و استخراج خط ساحلی از داده‌های ماهواره‌ای است. اولین ماهواره‌ای که از آن برای مشخص کردن پهنه‌های آب و سیلابها مورد استفاده قرار گرفت، سری ماهواره‌های لندست و سنجنده MSS بود، که تصویربرداری خود را از سال ۱۸۷۲ آغاز کرده بود (هندرسن، ۱۹۹۵: ۲۴۲۳).

با توجه به اهمیت تغییرات خط ساحلی و تأثیر این پدیده بر فعالیت‌های انسانی و اقتصادی، تحقیقات بیشماری در این زمینه صورت گرفته است. این مطالعات، روش‌های مختلفی برای درک تغییرات خط ساحلی به ما نشان می‌دهند، محققینی مانند روئیز و همکاران (۲۰۰۷)^۴ و لی و دامن (۲۰۱۰)^۵ جهت استخراج خطوط ساحلی از تصاویر ماهواره‌ای استفاده کردند همچنین آلبوکرک و همکاران (۲۰۱۳)^۶ با روش پلی‌گون‌بندی به بررسی خط ساحلی پرداختند. در ایران نیز با توجه به توسعه بنادر در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی جهت بررسی تغییرات خط و پهنه‌های ساحلی صورت گرفته است از جمله، علوی-پناه (۱۳۸۵)، رسولی (۱۳۸۷)، محمدی (۱۳۸۹)، رنجبر (۱۳۹۰)، اتصالی (۱۳۹۲)، رضوانی (۱۳۹۳) و لرستانی (۱۳۹۴)، که با استفاده از عکس‌هوایی و تصاویر ماهواره‌ای تغییر شکل خط ساحلی را مورد بررسی قرار دادند. از جمله محققینی که با استفاده از روش پلی‌گون‌بندی به بررسی تغییر خط ساحلی در ایران پرداخته‌اند می‌توان به یمانی و همکاران (۱۳۹۲) و لرستانی (۱۳۹۴) اشاره کرد.

ساخت ۳ اسکله و موج‌شکن (سورگلم و هجدان (۲۰۰۷) و یک‌بونی (۲۰۱۰)) در ساحل شرقی جاسک در فاصله مکانی و زمانی نزدیک، می‌تواند تغییرات طبیعی ساحل را تحت

^۱- Zhao et al

^۲- Mean high water

^۳- Henderson

^۴- Ruiz et al

^۵-Li & Damen

^۶-Albuquerque et al

تاثیر قرار دهد و آنرا آشفته سازد. لذا هدف مطالعه حاضر بررسی میزان تغییرات خط ساحلی بندر جاسک با توجه به تغییرات انسان ساخت، یاد شده است. این بررسی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش پلی‌گون‌بندی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از باندهای سنجنده OLI TIRS لندست ۸ و تصاویر سنجنده TM لندست ۵ که به ترتیب در تاریخ ۱۶ می ۲۰۱۶، و ۱۵ می ۱۹۸۹، تصویربرداری شده، استفاده شد، پس از انجام تصحیح اتمسفری در نرم‌افزار ان‌وی^۱، در محیط آرکمپ^۲، با کمک عملگرهای پردازش تصویر^۳ (پنجره ویندوز^۴ نرم‌افزار آرکمپ)، ترکیب رنگی کاذب با استفاده از باندهای مختلف آن برای تفسیر بصری ساخته شد. اما برای مشخص کردن دقیق خط مرز بین آب و خشکی، با استفاده از حسابگر طیفی^۵ در محیط آرکمپ، شاخص‌های NDWI, SWI, AWEI ساخته شد، اما در نهایت از تصویر بدست آمده از اعمال فرمول $b5/b2 < 1$ ، و سپس باینری کردن این تصویر استفاده شد چرا که این ترکیب، با دقت بیشتری مرز بین آب و خشکی را تفکیک می‌کرد (شکل ۳). سپس محدوده ساحلی، پیکسل به پیکسل در ساحل شرقی به طول ۱۹ کیلومتر و در ساحل غربی به طول ۱۲ کیلومتر برداشت شد. بعلاوه، برداشت رسوبات ساحلی، جهت دانه‌بندی و مشخص کردن حساسیت رسوبات به فرسایش، انجام گرفت.

برای بررسی شکل ساحل از فرمول پیشنهادی هاوسدروف - پسکوویچ^۶ استفاده شد: $D = \text{LOGN} / \text{LOGR}$: ضریب انحنای خط ساحلی، N: طول ساحلی حقیقی با احتساب بریدگی و شکستگی، R: طول همان خط ساحلی در یک امتداد مستقیم (مندلبورت^۷، ۱۹۶۷: ۶۳۷، نوحه گرویمانی، ۱۳۸۵: ۱۳۷). پارامترهای لازم در این رابطه را

^۱ -ENVI

^۲ - Arc Map

^۳ -Image prossing

^۴ -windows

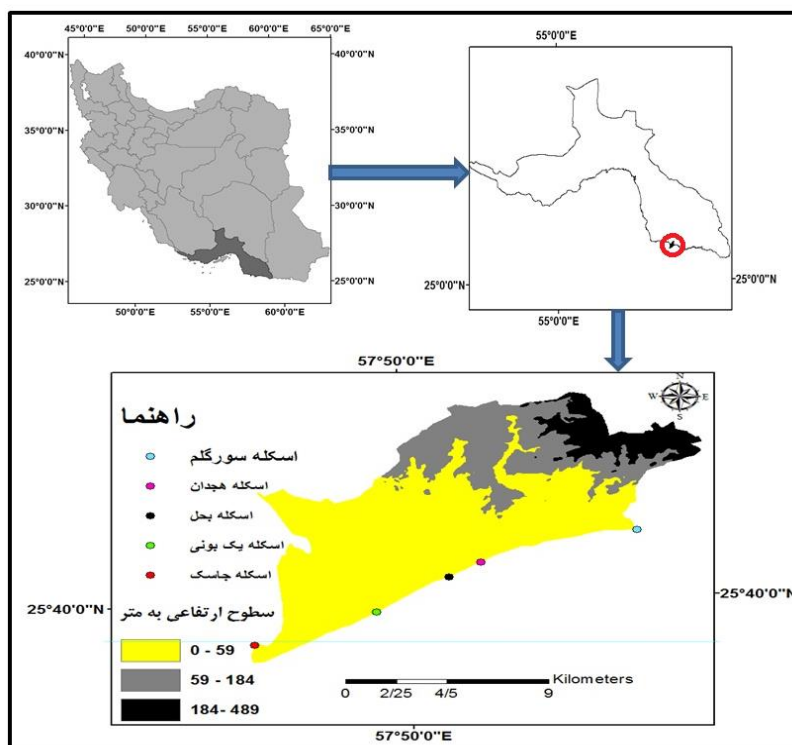
^۵ - Calculator bands

^۶ -Hausdorff pesicovitch

^۷ -Mandelbrot

می‌توان با استفاده از مقیاس نقشه محاسبه کرد. ضریب یک ساحل ایده‌ال، $1/2618$ می‌باشد منظور از ساحل ایده‌ال ساحلی است که نقش فرایندهای عامل در آن حداقل باشد بر این اساس اگر $D=1$ باشد بیانگر خط ساحل مستقیم، و اگر این مقدار ۲ باشد، خط ساحلی بسیار پیچیده و شکسته خواهد بود اگر ضریب شکستگی به یک نزدیک باشد تا ضریب ایده‌ال نشانگر آن است که تمرکز انرژی وارده بر روی خط ساحلی زیاد بوده و ساحل قابلیت تحول دارد (نوحه‌گر و یمانی، ۱۳۸۵: ۱۳۶).

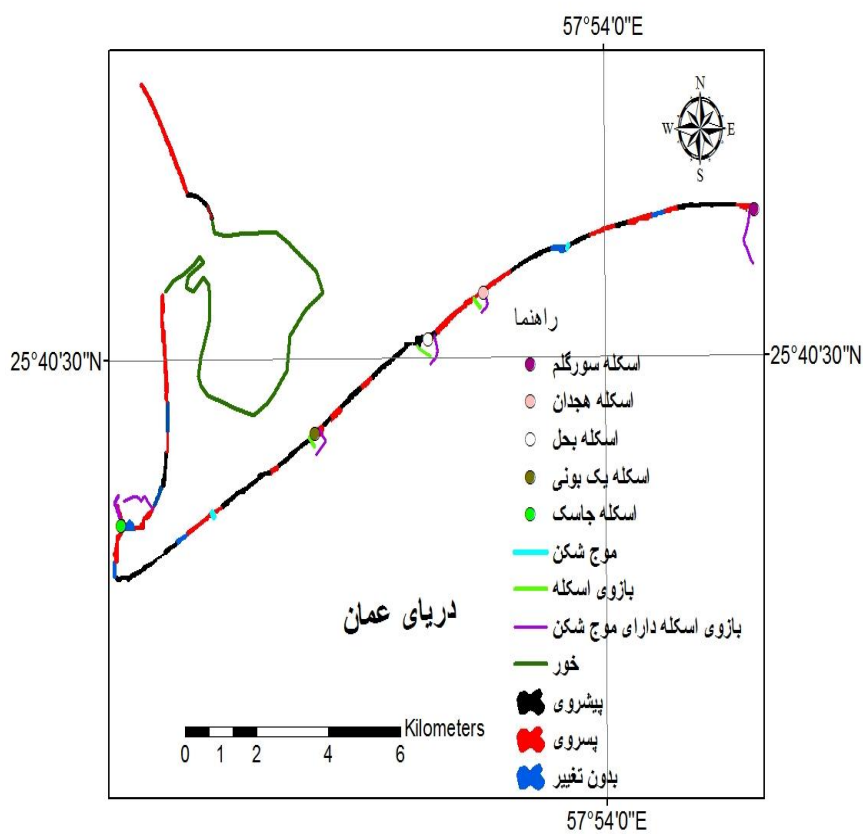
منطقه مورد مطالعه بخشی از ساحل شهر جاسک به طول تقریبی ۳۲ کیلومتر، از شهرستان‌های استان هرمزگان، واقع در شمال دریای عمان است (شکل ۲).



شکل (۲) معرفی منطقه مورد مطالعه

یافته‌ها و بحث

براساس نتایج جدول ۱، مجموع مساحت پلی‌گون‌ها در ساحل شرقی در سال ۲۰۱۶ به میزان ۸۳۵۴۵ مترمربع نسبت به سال ۱۹۸۹ کاهش، و در ساحل غربی در بازه زمانی مشابه، ۸۸۱۶۲ مترمربع افزایش داشته است. در ساحل شرقی میزان پیشروی بیش از پسروی، و در ساحل غربی میزان پسروی بیش از پیشروی است (جدول ۱، شکل ۳ و ۴).

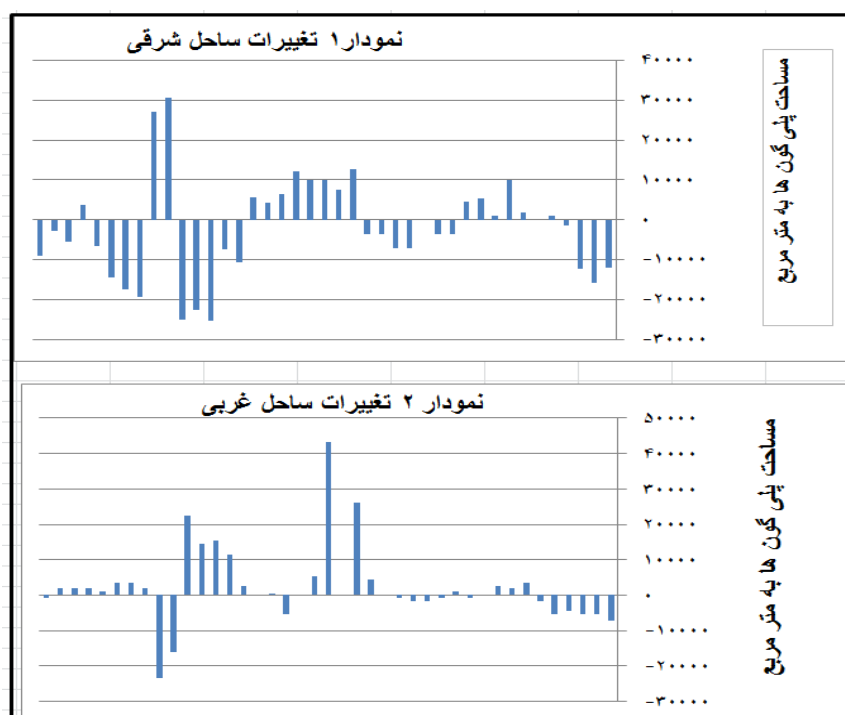


شکل (۳) تغییرات محدوده ساحلی بندر جاسک در سال ۱۹۸۹ و ۲۰۱۶

جدول (۱) مساحت پلی‌گون‌ها در ساحل شرقی و غربی بندر جاسک (به متر مربع)

شماره پلی گون(ساحل شرقی)	1989 سال	2016 سال	میزان تغییرات	شماره پلی گون(ساحل غربی)	1989 سال	2016 سال	میزان تغییرات
1	22247	10254	-11993	42	18587	11387	-7200
2	25943	10036	-15907	43	10639	5239	-5400
3	25045	12738	-12307	44	16392	10992	-5400
4	21968	14481	-7487	45	14994	10494	-4500
5	15186	16086	900	46	16493	11093	-5400
6	11790	11790	0	47	16240	14440	-1800
7	16099	17905	1806	48	10117	13717	3600
8	17656	27551	9895	49	7610	9410	1800
9	13526	12626	900	50	8824	11524	2700
10	13418	18818	5400	51	10035	10035	0
11	8350	12850	4500	52	12585	11685	-900
12	17032	13432	-3600	53	12090	12990	900
13	15019	11419	-3600	54	9509	8609	-900
14	15777	15777	0	55	13390	11590	-1800
15	16357	9157	-7200	56	10424	8624	-1800
16	20353	13153	-7200	57	5850	4950	-900
17	13870	7570	-6300	58	9000	9000	0
18	9477	5877	-3600	59	25003	29503	4500
19	9164	12764	12764	60	40516	66600	26084
20	10457	17938	7481	61	28034	28034	0
21	6967	16905	9938	62	16066	59266	43200
22	6413	16382	9969	63	15961	21361	5400
23	12589	24762	12173	64	12788	0	-12788
24	14507	20807	6300	65	29249	23830	-5419
25	16127	20449	4372	66	18958	18969	11
26	22725	28312	5587	67	25449	25449	0
27	35677	24877	-10800	68	14276	16976	2700
28	33958	26662	-7296	69	19112	30665	11553
29	43908	18622	-25286	70	28766	44221	15455
30	35339	12781	-22558	71	11825	26225	14400
31	38667	13523	-25144	72	20618	43117	22499
32	46646	13047	-30599	73	26707	10507	-16200
33	17710	44710	27000	74	36209	12809	-23400
34	38572	19222	-19350	75	11552	13352	1800
35	30696	13145	-17551	76	13961	17561	3600
36	28516	14113	-14403	77	14724	18324	3600
37	16429	9680	-6749	78	18123	19001	878
38	4550	8150	3600	79	13550	15350	1800
39	9491	4091	-5399	80	13185	14986	1801

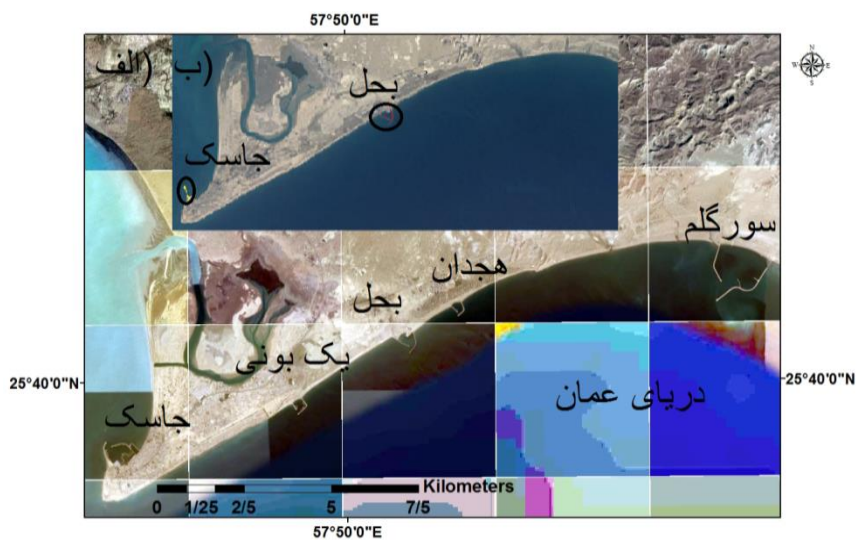
1800	13249	11449	81	-2699	8606	11305	40
-900	8376	9276	۸۲	-9000	12631	21631	41
88162	میزان تغییر مساحت پلی گون			-83545	میزان تغییر مساحت پلی گون		



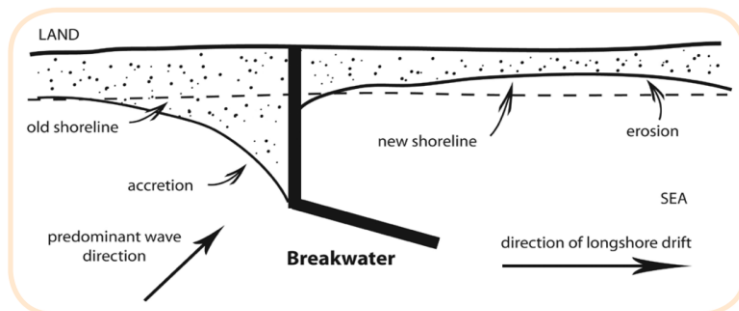
شکل (۴) نمودار دامنه تغییرات مساحت پلی گون‌ها ((اعداد منفی نشانگر پیشروی (کاهش مساحت پلی گون - ها) و اعداد مثبت نشانگر پسروی (افزایش مساحت پلی گون‌ها)

عوامل تغییرات ساحلی در این تحقیق به دو دسته عوامل طبیعی و انسانی تقسیم می‌شود؛ از جمله عوامل انسانی موثر می‌توان به ساخت موج‌شکن‌ها و اسکله‌های جدید هجدان و سورگلم (۲۰۰۷) و یک‌بونی (۲۰۱۰) در ساحل شرقی، و بازوی جدید اسکله جاسک (۲۰۰۶) اشاره کرد (شکل ۵). ساخت موج‌شکن باعث انباشتگی رسوب در پشت بازوی موج-شکن و پسروی دریا، و برداشت رسوب در جهت دیگر موج‌شکن، منجر به پیشروی دریا

می‌شود (شکل ۶). این روند فرسایش و رسوبگذاری در محل موج‌شکن‌های محدوده مطالعاتی نیز دیده می‌شود.



شکل (۵) الف) تعداد اسکله‌ها در سال ۲۰۱۶ ب) تعداد اسکله‌ها در ۱۹۸۹

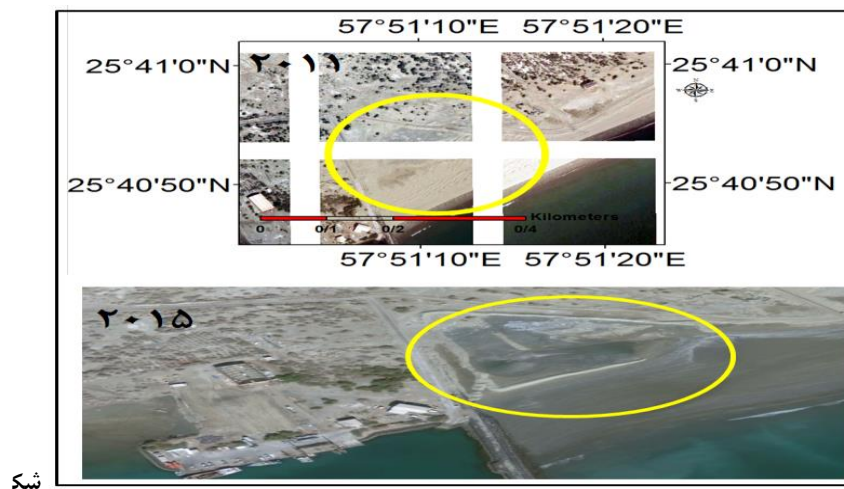


شکل (۶) اثر موج‌شکن بر روی فرسایش خط ساحلی. به نقل اکيوف (۱۹۷۸)^۱،

(www.aquarium.co.za/uploads/files/1b_erosion.pdf)

¹ O'Keeffe

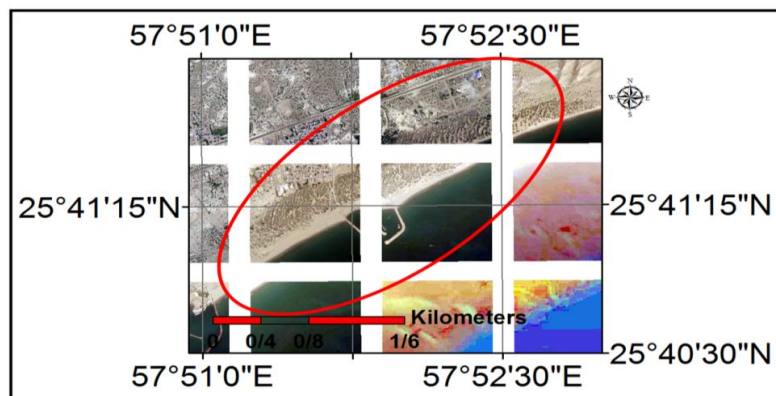
البته بر خلاف انتظار در پشت بازوی موج شکن بجل، به علت برداشت رسوب توسط انسان، پیشروی دیده می‌شود (شکل ۷).



شکل ۷

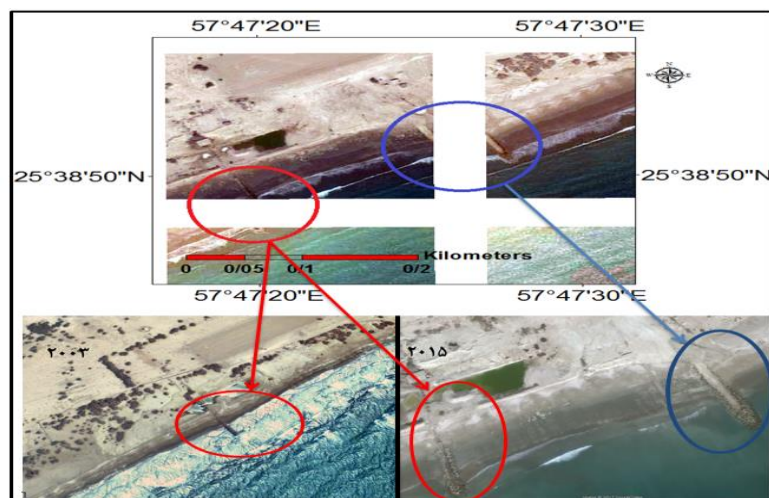
ل (۷) ساحل شرقی اسکله بجل در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۵

در حد فاصل اسکله‌های بجل و هجدان کاشت درختان سمر و کرت و تثبیت تپه‌های ماسه‌ای مانع پیشروی آب در دو طرف اسکله هجدان شده است (شکل ۸).



شکل ۸) محدوده پوشش گیاهی دو طرف اسکله هجدان

علاوه بر موج‌شکن‌های ذکر شده در بالا که در کنار اسکله‌ها احداث شده‌اند قبل از اسکله یک‌بونی دو موج‌شکن سنگی کوچک دیده می‌شود که یکی از آنها بعد از سال ۲۰۱۰ ساخته شده است (شکل ۹).



شکل

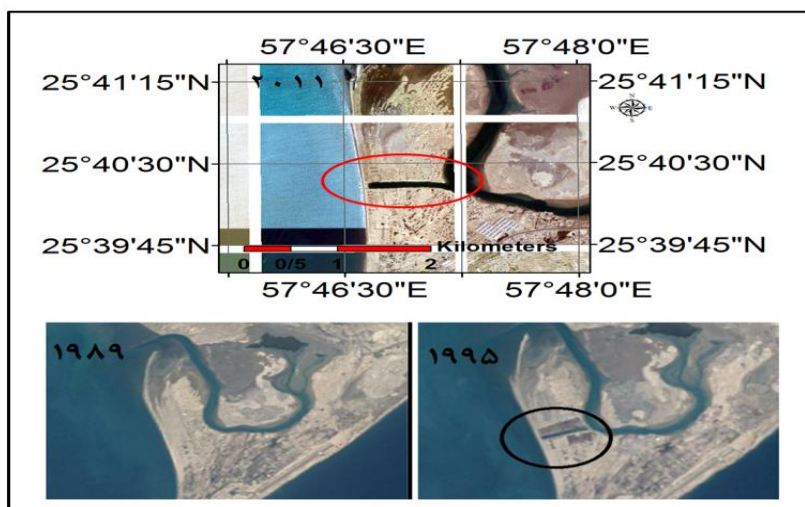
(۹) ساخت یک موج‌شکن جدید قبل از اسکله یک‌بونی بعد از ۲۰۱۰

دیوارهای ساحلی به طول چند کیلومتر به موازات ساحل شرقی دیده می‌شود (شکل ۱۰). این دیوارها مانع پیشروی امواج شده و در پشت خود امکان احداث یک ساحل مصنوعی را فراهم، و رژیم فرسایش و رسوبگذاری را تغییر می‌دهند (آرزم‌سا و جعفری، ۱۳۸۴: ۱).



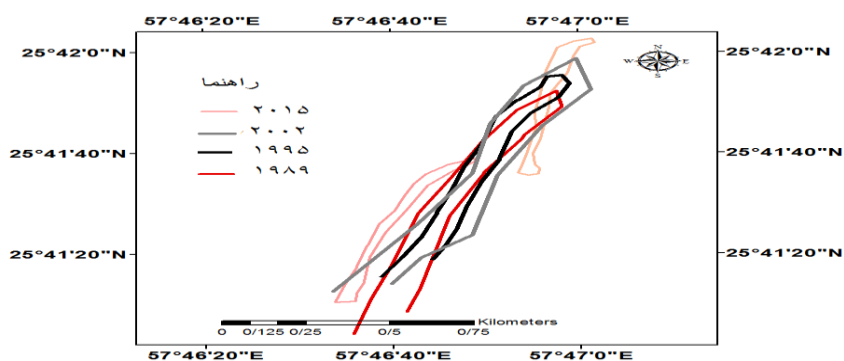
شکل (۱۰) دیواره‌های ساحلی در بندر جاسک

تغییرات انسان‌ساخت در ساحل غربی شامل بازوی جدید اسکله جاسک (۲۰۰۶) و احداث یک کانال که در ۱۹۹۵ به خور متصل شده است (شکل ۱۱). در مجموع تغییرات آنتروپوژنیک مانند ساخت موج‌شکن‌ها و اسکله‌ها، کاشت درخت و تثبیت تپه‌های ماسه‌ای در ساحل شرقی بیش از ساحل غربی است.

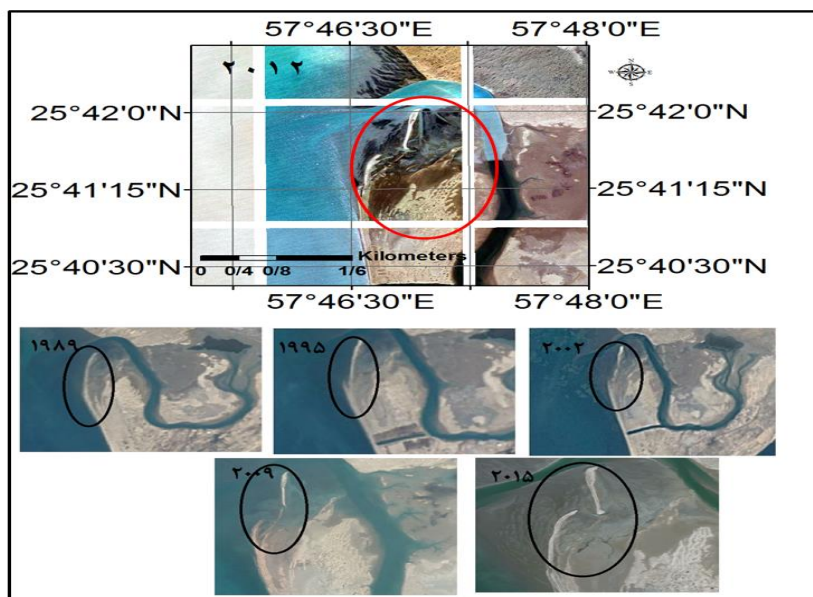


شکل (۱۱) کانال حفر شده در ساحل غربی بندر جاسک

در اینجا یک مورد تغییرات زبانه ماسه‌ای در ساحل غربی نشان داده می‌شود (شکل ۱۲ و ۱۳).



شکل (۱۲) تغییرات در زبانه ساحل غربی بندر جاسک (شماتیک)



شکل (۱۳) تغییرات در زبانه ساحل غربی بندر جاسک

از عوامل طبیعی تغییر خط ساحلی می‌توان به اندازه قطر رسوبات، ضریب شکل و تکتونیک اشاره کرد. دانه‌بندی رسوبات برداشت شده از منطقه رخداد جزرومد، مشخص کرد این رسوبات دانه‌ریز هستند (میانگین قطر ۱,۷ فی)، و مقاومت کمی نسبت به فرسایش دارند. سازند مکران مهم‌ترین منبع این رسوبات دانه‌ریز است.

ضریب شکل برای دو ساحل شرقی و غربی به ترتیب، ۱ و ۱,۴۵ حساب شد که قابلیت تحول هر دو ساحل را نشان می‌دهد. فروانش صفحه مکران و در نتیجه بالآمدگی سواحل عامل دیگری در تغییر خط ساحلی در این منطقه است (۳,۵ میلی متر در سال).

در مجموع در ساحل غربی پسروری بیش از پیشروی است و در ساحل شرقی پیشروی بیش از پسروری است. در هر دو ساحل غربی و شرقی، بالآمدگی ساحل باعث فروانش صفحه عمان باعث پسروری ساحل می‌شود اما ساخت اسکله، موج‌شکن‌ها و دیواره‌های ساحلی این روند را تحت تاثیر قرار داده و در برخی مناطق علاوه بر پسروری، پیشروی نیز دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری

ساخت اسکله، موج‌شکن‌ها و دیواره‌های ساحلی، رژیم فرسایش و رسوبگذاری را تغییر می‌دهند. در یک سمت موج‌شکن انباشت رسوب و در نتیجه پسروری، و در سوی دیگر آن برداشت رسوب و پیشروی دریا بوجود می‌آید.

ساخت اسکله و موج‌شکن‌های جدید یک‌بونی، هجدان و سورگلم بعد از سال ۲۰۰۷، با فاصله زمانی و مکانی نزدیک بهم می‌تواند علت پیشروی و پسروری در ساحل شرقی باشد. همچنین ساخت دیواره‌های ساحلی مانع پیشروی امواج شده رژیم فرسایش و رسوبگذاری را تغییر می‌دهند.

تغییرات آنتروپوژنیک در ساحل غربی، شامل ساخت بازوی جدید اسکله جاسک بعد از سال ۲۰۰۶، و ساخت کانالی است که در ۱۹۹۷ به خور متصل شده است.

بطور کلی در سالهای اخیر تغییرات بوجود آمده در ساحل شرقی بیش از ساحل غربی است.

نتایج حاصل از پلی‌گون‌بندی محدوده خط ساحلی نشان می‌دهد در ساحل شرقی پیشروی دریا بیش از پسروی است و در ساحل غربی پسروی بیش از پیشروی است. در هر دو ساحل غربی و شرقی، بالآآمدگی ساحل بعلت فرورائش صفحه عمان باعث پسروی ساحل شده است اما ساخت اسکله و موج‌شکن‌ها، این روند را تحت تاثیر قرار داده و در برخی مناطق علاوه بر پسروی، پیشروی نیز دیده می‌شود.

منابع

- اتصالی، رضا (۱۳۹۲)، «بررسی تغییر شکل خط ساحلی و برآورد انتقال رسوب با استفاده از عکس- هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های تحلیلی (مطالعه موردی : منطقه ساحلی بندرعباس)»، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه هرمزگان، استاد راهنما: مجتبی تجزیه‌چی، پایان‌نامه ارشد.
- رزم‌آرا، سید علی، رزمخواه، فرهاد (۱۳۸۵)، «بررسی موقعیت خط ساحلی در خلیج چابهار با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای»، *مجله علوم زمین*، سال پانزدهم، شماره ۶۰، تابستان ۱۳۸۵، صص ۸۰-۸۷.
- آزرم‌سا، سیدعلی، جعفری، مهدی (۱۳۸۴)، «ارزیابی اثرات مورفودینامیک دیوارهای ساحلی بر سواحل مجاور»، *ششمین همایش علوم و فنون دریایی*، تهران، مرکز علوم جوی و اقیانوسی. https://www.civilica.com/Paper-ICMST06-ICMST06_080.html
- رسولی، علی اکبر، عباسیان، شیرزاد، جهانبخش، سعید، ۱۳۸۷، «پایش نوسانهای سطح آب دریاچه ارومیه با پردازش تصاویر ماهواره‌ای، چند سنجنده‌ای و چند زمانه‌ای»، *فصلنامه مدرّس علوم انسانی*، دوره ۱۲، شماره ۲، صص ۵۳-۷۱.
- رضوانی، طاهره (۱۳۹۳)، «بررسی تغییرات خط ساحلی جنوب دریای خزر محدوده بندر انزلی تا دهانه سفید رود با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور پیکسل پایه و شی‌گرا»، پایان‌نامه ارشد گروه فیزیک دریا، دانشگاه هرمزگان، استاد راهنما: حمیدرضا مرادی.
- رنجبر، محسن، ایرانمنش، فاضل (۱۳۹۰)، «مورفودینامیک ساحلی و تغییرات دوره‌ای شمال دریای عمان (تالاب‌های جزرومدی سواحل شرقی تنگه هرمز)»، *فصلنامه علمی پژوهشی انجمن جغرافیای ایران*، سال نهم، شماره ۳۱، صص ۲۳۵-۲۵۴.
- علوی‌پناه، سید کاظم، رفیعی، امام‌عمار، حسینی، سید زین العابدین، جعفر بیگلر، منصور (۱۳۸۵)، «بررسی تغییرپذیری طیفی پدیده‌های مختلف پوشش گیاهی و آب با استفاده از سنجش از دور»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۵۸، صص ۵۸-۸۱.
- کتابداری، محمد جواد، سلیمانی، کاوه، میرزازنجانی، پوریا، مروتی، رضا (۱۳۹۳)، «نقش و اهمیت مکانیابی بهینه به منظور اجرای پروژه‌های ساحلی (مطالعه موردی اسکله بندر گز)»، *اولین کنگره ملی ساخت و ارزیابی پروژه‌های عمرانی*، گرگان، ۱۱ اردیبهشت ۱۳۹۳، صص ۱-۱۱.

- کوروشی نیا، علی (۱۳۸۹) «پایش تغییرات خطوط ساحلی با استفاده از GIS و RS»، *مجله بندر و دریا*، شماره ۱۷۵، صص ۱۰۸-۱۱۱.

- لرستانی، قاسم (۱۳۹۴)، «بررسی تغییرات خط ساحلی با استفاده از روش پلی گون تغییرات محدوده مورد مطالعه: قاعده دلتای سفیدرود»، *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، سال چهارم، شماره ۳، صص ۱۶۸-۱۸۰.

- محمدی، نازیلا، آل شیخ، علی اصغر، صداقت، امین، ملک، محمدرضا (۱۳۸۹)، «روشی جدید در -قطعه‌بندی خودکار تصاویر ماهواره‌ای با دقت بالا برای استخراج خطوط ساحلی»، *نشریه مهندسی دریا*، سال ششم، شماره ۱۱، صص ۲۵-۳۵.

- نعیمی نظام‌آباد، علی، ثروتی، محمدرضا و قهرودی تالی، منیژه (۱۳۸۹)، «پایش تغییرات خط ساحلی و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی خلیج فارس با استفاده از تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه ساحلی عسلویه)»، *مجله فضای جغرافیایی*، سال دهم، شماره ۳۲، صص ۴۵-۶۱.

- نگارش، حسین، فیضی، مصطفی، طاهری، ابوذر، رحمانی، ماشالله، نگارش، زهرا (۱۳۹۰)، «ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی گل‌افشان عین و تعیین ترکیب معدنی آب و گل آن با استفاده روش‌های فیزیکی و شیمیایی»، *جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)*، سال شانزدهم، شماره ۳۷، صص ۱۷۳-۲۰۲.

- نوحه‌گر، احمد، یمانی، مجتبی (۱۳۸۵)، «ژئو مورفولوژی ساحل شرقی تنگه هرمز با تاکید بر فرسایش بادی»، انتشارات دانشگاه هرمزگان.

- یمانی، مجتبی، قدیمی، مهرنوش، نوحه‌گر، احمد (۱۳۹۲)، «بررسی تغییرات زمانی خط ساحلی شرق تنگه هرمز از طریق تحلیل آماری نیمرخ‌های متساوی البعد (ترانسکت)»، *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، سال دوم، شماره ۲، صص ۱۵۷-۱۷۴.

- Albuquerque Miguel, Espinoza Jean, Teixeira Priscila, Oliveira Alande, Correa Iran, Calliari Lauro, (2013), "Erosion or Coastal Variability: An Evaluation of the DSAS and the Change Polygon Methods for the Determination of Erosive Processes on Sandy

- Beaches” , Journal of Coastal Research, Special Issue No. 65, pp1710-1714.
- Benumof BT, Storlazzi CD, Seymour RJ, Griggs GB,. (2000), “The relationship between incident wave energy and sea cliff erosion rates: SanDiego County, California” , *Journal of Coastal Research*, 17, 1162-1178.
- Benoit Mandelbrot, (1967), “How Long Is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension” , *Science*, New Series, Vol. 156, No. 3775, pp. 636-638 , Published by: American Association for the Advancement of Science , Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/1721427>
- Boak, E.H. and Turner, I.L., (2005), “Shoreline Definition and Detection: A Review” , *Journal of Coastal Research*, 21(4), 688–703.
- Collins BD, Sitar N., (2008), “Processes of coastal bluff erosion in weakly lithified sands, Pacifica, California, USA” . *Geomorphology*, 97, 483-501. DOI: 10.1016/j.geomorph.2007.09.004.
- Cowell PJ, Thom BG., (1994), “Morphodynamics of coastal evolution. In: Carter RWG, oodroffeCD (Eds.) *Coastal Evolution*” , Cambridge University Press, Cambridge, pp. 33-86.
- Foody, G.M., Muslim, A.M., Atkinson, P.M., (2005), “Super-resolution mapping of the waterline from remotely sensed data” , *International Journal of Remote Sensing* 26 (24), 5381–5392.
- Henderson, F. M.,(1995), Enviromental factor and detection of open surface water area with X-band radar imagery.international” , *journal of remote sensing*, Vol.16, no. 13, pp 2423-2437.
- 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.

- Katz O, Mushkin A., (2013), "Characteristics of sea-cliff erosion induced by a strong winter storm in the eastern Mediterranean", *Quaternary Research*, 80, 20-32. DOI:10.1016/j.yqres.2013.04.004.
- Laurence C.Smith., (1997), "Satellite remote sensing of river inundation, stage and discharge: A review", *Hydrological processes*. vol .11, pp:1427-1439.
- Li, Xuejie, Damen, Michiel C.J., (2010), "Coastline change detection with satellite remote sensing for environmental management of the Pearl River Estuary, China", *Journal of Marine Systems*, No. 82 , pp: 54–S61
- Lisitzin E., (1974), "Sea level changes" . *Oceanography Series*, 8, Amsterdam: Elsevier, pp: 286.
- Pardo-Pascual JE, Almonacid-Caballer J, Ruiz LA, Palomar-Vázquez J., (2012), "Automatic extraction of shorelines from Landsat TM and ETM+ multi-temporal images with subpixel precision", *Remote Sensing of Environment*, 123, 1-11. DOI: 10.1016/j.rse.2012.02.024.
- Paskoff R, Clus-Auby C., (2007), "*L'érosion des plages. Les causes, les remèdes*", Institut Océanographique Éditeur: Paris, pp: 184.
- Moore LJ, Griggs GB., (2002), "Long-term cliff retreat and erosion hotspots along the central shores of the Monterey Bay National Marine Sanctuary", *Marine Geology*, 181, pp: 265–283. DOI:10.1016/S0025-3227(01)00271-7.
- Niedermeier, A., Hoja, D., Lehner, S., (2005), "Topography and morphodynamics in the German bight using SAR and optical remote sensing data", *Ocean Dynamics*, No. 55, pp:100–109.
- Ruiz, L.A., Pardo, J.E., Almonacid, J. and Rodriguez, B., (2007), "Coastline automated detection and multi-resolution evaluation

- using satellite images” , Proceedings of Coastal Zone 07, Portland, Oregon, July 22-26, p: 5.
- Thebaudeau B, Trenhaile AS, Edwards RJ., (2013), “Modelling the development of rocky shoreline profiles along the northern coast of Ireland” , *Geomorphology*, No. 203, pp: 66-78.
DOI:10.1016/j.geomorph.2013.03.027
- Yamano, H., Shimazaki, H.S., Matsunaga, T., Ishoda, A., McClennen, C., Yokoki, H., Fujita, K., Osawa, Y., Kayanne, H., (2006), “Evaluation of various satellite sensors for waterline extraction in a coral reef environment: Majuro Atollm Marshall Islands” , *Geomorphology*, No. 82, pp:398–411.
- Zhao, B., Guo, H., Yan, Y., Wang, Q., Li, B., (2008), “A simple waterline approach for tidelands using multi-temporal satellite images: a case study in Yangtze delta. Estuarine” , *Coastal and Shelf Science*, No. 77, pp:134–142.
- https://podaac.jpl.nasa.gov/Integrated_Multi-Mission_Ocean_AltimeterData
- www.aquarium.co.za/uploads/files/1b_erosion.pdf