مجله آمایش جغرافیایی فضا،
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال ششم/ شماره مسلسل نوزدهم/ بهار ۱۳۹۵

تعیین حریم توسعه نوار ساحلی خزر با استفاده از داده‌های ژئومورفولوژی و تغییرات تراز سطح آب دریا. مطالعه موردی:خط ساحلی بابل رود تا تالار

***مجتبی یمانی[۱]، مهران مقصودی[۲]، حمید عمونیا[۳]**

[۱]دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، [۲]دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران،
[۳]دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس تهران

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۹

چکیده

حریم خط ساحلی دریای خزر با توجه به قانون اراضی مستحدث و ساحلی ۶۰ متر در نظر گرفته شده است. این حریم استاندارد نبوده و با توجه به رویدادهای سال‌های اخیر مشخص‌شده و برای بهره‌برداری از محدوده نوار ساحلی مشکلاتی را درخواهد داشت. زیرا این حریم صرفاً بر مبنای آخرین حدّ پیش‌آمدگی آب دریا در سال ۱۳۴۳در نظر گرفته‌شده است. در صورتی‌که سطح دریای خزر از نظر زمانی و دامنهٔ تراز به‌طور نامشخصی در حال پیش‌روی و پس‌روی است. علاوه بر تغییرات سطح آب دریا، شیب و ارتفاع نوار ساحلی نیز یکسان نبوده و باعث تفاوت در میزان پیش‌روی دریا در مناطق مختلف ساحلی می‌گردد. این عوامل در تعیین حریم مورداشاره به‌طور کامل نادیده انگاشته شده است. در این پژوهش، خط ساحلی دریای خزر از بابل‌رود تا رود تالار به‌عنوان نمونه، مورد مطالعه قرارگرفته است. هدف، تعیین حریم توسعهٔ فعالیت‌های انسانی با استفاده از پارامترهای شیب و ارتفاع و همچنین تغییرات سطح دریا در یک دوره ۸۲ ساله و لزوم بازنگری در تعیین حریم در این منطقه بوده است. برای تعیین حریم، از روش پرسشگری شرطی در نرم‌افزار ArcGIS9.3 استفاده شده است. داده‌ها با توجه به ارتفاع خط ساحلی که از مدل ارتفاعی رقومی منطقه به‌دست آمده و همچنین تراز سطح دریای خزر که در روش مذکور تجزیه‌وتحلیل شده است و حریم ساحلی بر روی نقشه به‌دست‌آمده است. در نهایت، با تعیین دوره‌های بازگشت ۳۰ ، ۵۰ و ۸۲ ساله برای داده‌های ارتفاعی سطح آب دریا، حریم مناطق در معرض مخاطره نیز، برای خط ساحلی تعیین شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که به‌طور قطع نمی‌توان دوره یک‌ساله را مبنای تعیین حد تغییرات و حداکثر پیش‌روی دریا قرار داد. از این‌رو داده‌های ژئومورفولوژی که بر تعیین حریم ساحلی تأثیرگذار می‌باشند در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند. این داده‌ها نتایج قابل‌قبول و نزدیک‌تری به واقعیت به دست داده‌اند. بدیهی است، این شیوه، مشکلات پیشین را در اهداف مدیریت خط ساحلی برطرف خواهد ساخت.

واژه‌های کلیدی: حریم ساحلی، ژئومورفولوژی، دریای خزر، بابل‌رود، رود تالار.

مقدمه

حریم از نظر لغوی به پیرامون و گرداگرد اطراف ملک گفته می‌شود (رضوی، ۱۳۸۷: ۱۴). حریم، برای اولین بار در سال ۱۳۰۷ در ماده ۱۳۶ قانون مدنی چنین تعریف شده است؛ مقداری از اراضی اطراف ملک و قنات و نهر و امثال آن می‌باشد که برای کمال انتفاع از آن ضرورت دارد (رضوی، ۱۳۸۷: ۱۷). حریم ساحلی در بند «د» ماده یک قانون اراضی مستحدث و ساحلی به قسمتی از اراضی ساحلی اطلاق می‌گردد که یک‌طرف آن به آب دریا یا دریاچه و یا خلیج متصل شود (قانون اراضی مستحدث و ساحلی، ۱۳۵۴). خط ترازی در محدوده اراضی مستحدث دریای خزر را تشکیل می‌دهد که ارتفاع آن یک‌صد و پنجاه سانتیمتر از سطح آب دریا است. این خط بر اساس آخرین نقطه پیش‌روی دریا در سال ۱۳۴۲ و به‌ویژه در نقاطی که این خط به جاده ساحلی فعلی برخورد می‌کند، به‌عنوان حد اراضی مستحدث جاده مذکور در نظر گرفته شده است. همچنین عرض حریم ساحلی دریای خزر ۶۰ متر از آخرین نقطه پیشرفتگی آب در سال ۱۳۴۳ است (رضوی، ۱۳۸۷: ۴۴). مقررات

*نویسنده مسئول: myamani@ut.ac.ir

ساحلی کشورهای مختلف جهان، براساس شرایط متفاوت هر منطقه تهیه شده و متناسب با شیوه بهره‌برداری از اراضی ساحلی متفاوت می‌باشد. از سوی دیگر با وقوع پدیده‌ای مانند سونامی (۲۰۰۴ میلادی) در کشورهای جنوب شرقی آسیا، اهمیت این مسئله بسیار بیشتر است. مروری بر تجربیات کشورهای مختلف مشخص می‌کند که خط ساحلی دریاها بر مبنای بالاترین حد آب در زمان مد نجومی، بر کشند توفان و تغییرات دوره‌ای تراز آب در نظر گرفته می‌شود. در حالی که حریم ساحلی، یک محدودهٔ قراردادی است و هر کشوری عرض متفاوتی را بر اساس کاربری‌های ساحلی و فعالیت‌های زیست‌محیطی ملاک عمل قرار داده است. جدول ۱ محدوده‌های بستر و حریم ساحلی تعدادی از کشورها را نشان می‌دهد.

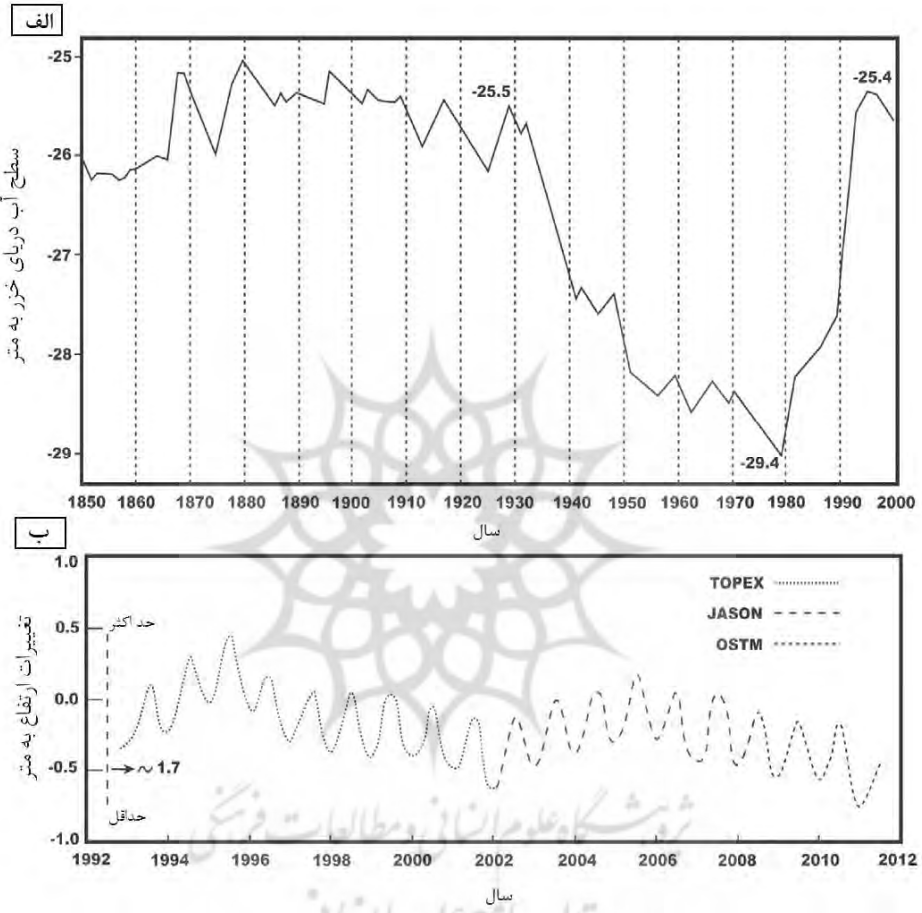
جدول ۱: محدوده‌های بستر و حریم دریا در کشورهای مختلف (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ر.ج، ۱۳۸۹)

کشور	حد بستر دریا	حد حریم (متر)
فنلاند	میانگین خط آب	۵۰ تا ۲۰۰
یونان	مرز بلندترین امواج زمستانی	۵۰
لیتوانی	بالاترین امواج جزر و مد	۳۰۰
نروژ	بالاترین ارتفاع آب	۱۰۰
پرتغال	بالاترین نشانه آب در مد نجومی	۵۰۰
اسپانیا	بالاترین مد نجومی	۱۰۰ الی ۲۰۰
سوئد	بالاترین نشانه آب	۱۰۰ الی ۳۰۰
انگلستان	بالاترین نشانه آب	--
آمریکا (کالیفرنیا)	انعطاف‌پذیر برای ایالات (بالاترین نشانه مد دریا)	انعطاف‌پذیر برای ایالات ۹۱۴/۴ (معادل ۱۰۰۰ یارد)
هندوستان	بالاترین مد نجومی	۱۰۰ الی ۵۰۰
سری لانکا	بالاترین نشانه آب	۱۰۰ الی ۲۰۰ جدیدا ۳۰۰ الی ۷۰۰
اندونزی	بالاترین نشانه آب	۲۰۰۰ (پیشنهاد بعد از سونامی)

یکی از مشکلات ملی در سال‌های اخیر، افزایش ارتفاع سطح آب دریای خزر، تأثیرات مخرب آب بر تأسیسات نیروی دریایی، بندری و شیلات، صنایع کشتیرانی، حمل و نقل، نیروگاه برق نکا، ناحیه مسکونی و نیز صدمات جبران‌ناپذیر محیط‌زیست ساحلی است (آزموده اردلان و جعفری، ۱۳۸۶: ۳۰-۲۱). دریای خزر، نوسانات سطح تراز متفاوتی را تجربه نموده است (ریچاکوف[1]، ۱۹۷۷؛ واروشنکو[2] و همکاران، همکاران، ۱۹۸۷). تراز آب دریای خزر، به‌صورتی یک پدیدهٔ پویا مطرح است و دامنهٔ نوسان آن در مقیاس‌های زمانی از شدت‌های متفاوتی برخوردار است. به‌طوری‌که تراز آن در یک دوره اقلیمی و در مدت زمان طولانی به‌آرامی افزایش یافته است. این نوسان وقتی به حداکثر مقدار خود رسید با همین آهنگ و با تغییرات دوره اقلیمی روبه کاهش می‌نهد (قانقرمه و ملک، ۱۳۸۴: ۱۱-۱). البته منظور یک دوره کوتاه‌مدت است. سطح دریای خزر در دوره هولوسن به‌طور مکرر بین ۳۲- تا ۱۸- متر در نوسان بوده است (کارپیچف[3]، ۱۹۸۹؛ ریچاکوف، ۱۹۹۷). بر اساس تحقیقات افراد مذکور، دامنه نوسان سطح آب دریای خزر حدود ۱۲ متر را نشان می‌دهد که بسیار قابل توجه است. هرچند پژوهشگران دیگر مقدار بالاتری را نیز برآورد کرده‌اند. در بعضی مواقع، بالا آمدن تراز آب دریای خزر در یک دوره یک‌ساله معادل بالا آمدن

1. Rychagov
2. Varushchenko
3. Karpychev

سطح آب اقیانوس‌ها در طول یک قرن است (کرونن برگ و همکاران، ۲۰۰۰). شکل۱ نوسانات ۱۵۰ سالهٔ سطح دریای خزر در ایستگاه آب‌نگاری باکو و نوسانات بین سال‌های ۲۰۱۲-۱۹۹۲ را بر اساس اندازه‌گیری‌های ماهواره‌ای نشان می‌دهد (عبداللهی، ۱۳۹۲). این شکل نشان می‌دهد که تغییرات سطح دریا تا حدود ۵ متر هم رسیده است. این رقم برای سطوح ساحلی کم شیب مانند سواحل جنوب‌شرقی دریای خزر می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. علاوه براین، برای برخی از مناطق کم‌شیب منطقه مورد مطالعه در این پژوهش نیز، تأثیر قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت.



شکل ۱- الف) تراز دریای خزر بر اساس ایستگاه آب‌نگاری باکو بین سال‌های ۲۰۰۰-۱۸۵۰
ب) تراز دریای خزر بر اساس داده‌های ماهواره‌ای بین سال‌های ۲۰۱۲-۱۹۹۲.

حرکات زمین ساخت و تغییرات اقلیمی موجب تغییر سطح اساس دریای خزر و رودخانه‌های منتهی به آن در طی دوره کواترنر شده است. بسیاری از پژوهشگران بر عامل اقلیمی در نوسان تراز آب دریای خزر تأکید دارند(ترزیف، ۱۹۹۲؛ مالینین، ۱۹۹۴؛ آرپ، ۲۰۰۰؛ لاهیجانی، ۲۰۰۹؛ به نقل از جعفربیگلو و همکاران، ۱۳۹۱). درحالی‌که تأثیر عوامل زمین‌شناسی روی نوسان‌های آب دریای خزر برای چند هزار سال گذشته بسیار کم بوده است (فدروف[1]، ۱۹۹۵ به نقل از جعفربیگلو و همکاران، ۱۳۹۱). شناسایی عوامل تأثیرگذار بر میزان نوسانات، می‌تواند کمک فراوانی به نحوهٔ مدیریت و پیش‌بینی مخاطرات و معضلات ناشی از روند نوسانات به مدیران ارائه دهد، بنابراین پژوهش‌های بیشتری در این مسائل لازم است.

1. Federov

تغییرات سطح دریا در دوره‌های کوتاه مدت معمولاً واگشت پذیراست. تغییرات فشار هوا، وزش باد، امواج و تغییرات موقعیت خورشید و ماه در تغییرات سطح آب حوضه‌های بسته، شرکت دارند (لاهیجانی[1] و همکاران،۲۰۰۰). ازجمله عواملی که در تعیین حریم خط ساحلی می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد، شرایط ژئومورفولوژیکی خط ساحلی است. ازجمله داده‌ها و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی که در تغییرات خط ساحلی منطقه تأثیرگذار هستند؛ می‌توان به متغیرهای شیب، ارتفاع و نیز عوارضی نظیر تپه‌های ماسه‌ای، لاگون‌ها[2] و خلیج‌های کوچک[3] اشاره کرد.

تعیین حریم برای خط ساحلی همواره در مطالعات و طرح‌های مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی بسیار مورد توجه بوده است. نمونه آن در مطالعات افرادی چون پنک[4] (۲۰۰۱) اسنوسی[5] و همکاران (۲۰۰۹) رودریگز[6] و همکاران (۲۰۰۹) به چشم می‌خورد. در ارتباط با مورفولوژی خط ساحلی و نقش آن در مدیریت نیز پژوهش‌هایی توسط کروکس[7] (۲۰۰۴) نوحه‌گر و یمانی (۱۳۸۵) انجام گرفته است. همچنین دریای خزر، تغییرات سطح آن، مورفولوژی خط‌ساحلی و مدیریت آن نیز مورد توجه بسیاری از پژوهشگران نظیر لاهیجانی (۱۳۸۲) قانقرمه و ملک (۱۳۸۴) عبداللهی (۱۳۸۵) اونق و همکاران (۱۳۸۵) آزموده اردلان و جعفری (۱۳۸۶) شاه کرمی و همکاران (۱۳۸۸) بوده است. ازجمله مطالعاتی که در سال‌های اخیر نیز در ارتباط با تغییرات سطح اساس صورت گرفته است، می‌توان به پژوهش‌های جعفربیگلو و همکاران (۱۳۹۱)، رنسن[8] و همکاران (۲۰۰۷) اشاره کرد که به شبیه‌سازی تغییرات بلندمدت سطح آب دریای خزر در هولوسن و شرایط اقلیمی آینده آن پرداخته‌اند. آنها با استفاده از مدل‌سازی به این نتیجه رسیدند که به‌دلیل تبخیر شدید سطحی دریای خزر در اثر گرم شدن سطح کرهٔ زمین تا ۲۱۰۰ میلادی به‌صورت مداوم سطح آب آن کاهش می‌یابد و در سال ۲۱۰۰ با ۵/۵ متر کاهش از شرایط فعلی تراز به منهای ۳۲ متر خواهد رسید.

کاکرودی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تغییرات سریع سطح آب دریای خزر در طول هولوسن در سواحل دریای خزر و در محدودهٔ جنوب شرقی آن پرداخته‌اند. آنها با بازسازی منحنی سطح آب دریای خزر در هولوسن با استفاده از نمونه‌برداری‌های عمیقی از طریق ماشین مغزه‌گیر و تعیین سن با استفاده از روش رادیوکربن پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که در اوایل دوره هولوسن، سطح آب دریا به منهای ۳۴متر رسیده است. همچنین از ۵۰۰۰ تا۲۳۰۰ سال قبل از میلاد نیز سطح آب دریا به منهای ۲۷/۷ متر رسیده است. بین سال‌های ۲۷۰۰ تا ۲۳۰۰ قبل از میلاد نیز سطح آب دریا به منهای ۲۳/۵ متر رسیده و آخرین سطح تراز آب دریا نیز منطبق با سن یخچالی کوچکی بوده که ارتفاع آن منفی ۲۴ متر بوده است.

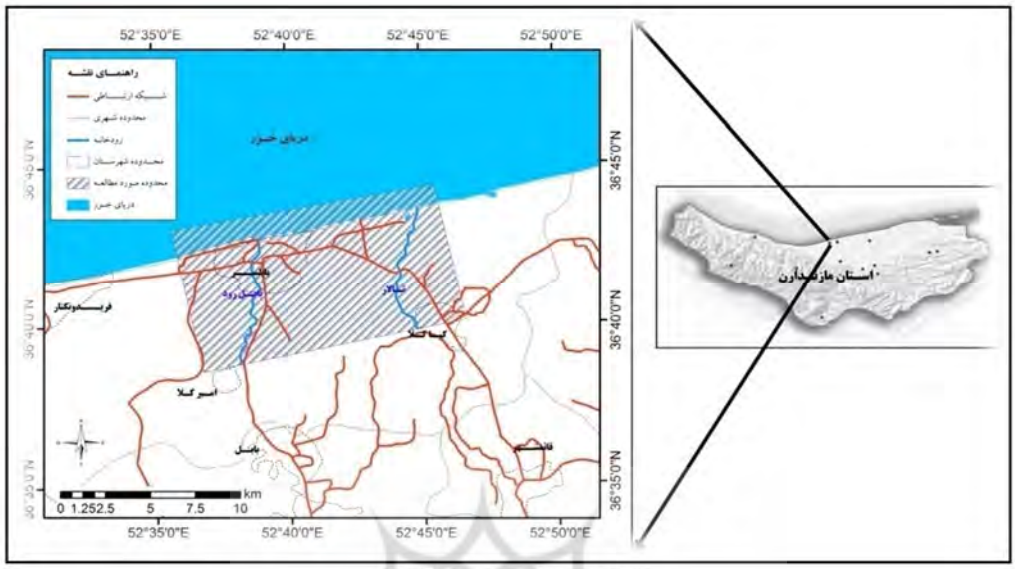
همه مطالعات صورت‌گرفته به حساس بودن منطقه ساحلی در ارتباط با تغییرات سطح دریا اشاره دارند. لیکن تقریباً در تمامی این مطالعات روشی برای تعیین حریم خط‌ساحلی پیشنهاد نشده است. هدف از این پژوهش، معرفی برخی از ضعف‌های روش تعیین حریم بر مبنای قانون موجود و معرفی روشی نو و کاربردی بر مبنای داده‌های ژئومورفولوژی (با تأکید بر ارتفاع و شیب) می‌باشد. در نهایت، سعی بر این است که اهمیت تعیین حریم سواحل دریای خزر با روشی مناسب و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به مدیران و قانون‌گذاران، خاطرنشان گردد.

محدودهٔ مورد مطالعه

خط ساحلی شهرستان بابلسر بین رودخانه‌های بابل‌رود و تالار، محدودهٔ مورد بررسی در این پژوهش را تشکیل می‌دهد. این قلمرو نواری با عرض ۸ کیلومتر از جلگه ساحلی را شامل می‌شود. از نظر موقعیت ریاضی این قلمرو در عرض ۳۶ درجه و ۳۷

1. Lahijani
2. Lagoon
3. Bay
4. Ptek
5. Snose
6. Rodrigoez
7. Kerocse
8. Renssen

دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه و در طول ۵۲ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴۷ دقیقه قرار گرفته است (شکل ۲). هدف این پژوهش بررسی نسبت تغییرات خط ساحلی و تأثیرگذاری پارامترهای ژئومورفولوژیک در میزان تغییرات خط ساحلی می‌باشد.



شکل ۲: محدودهٔ مورد مطالعه.

شکل ۳: مورفولوژی و رسوب‌شناسی محدودهٔ مورد مطالعه

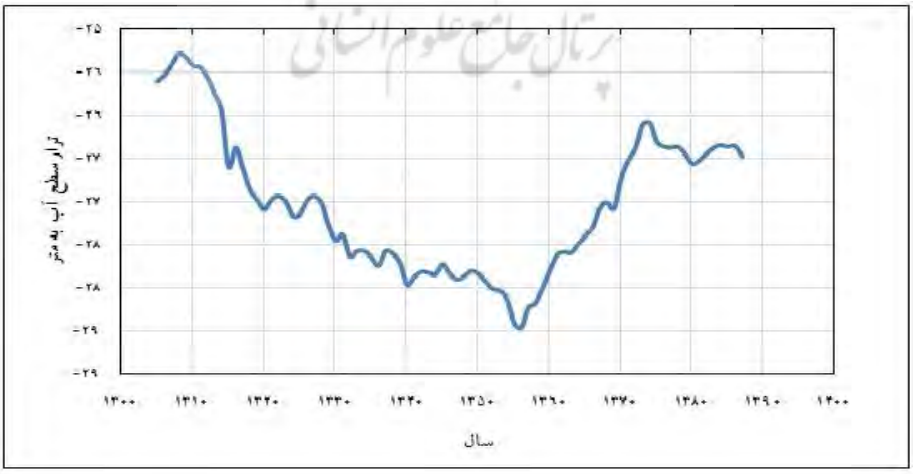
از نظر زمین‌شناسی، این محدوده بر پایه تقسیم‌بندیِ نبوی (۱۳۵۵) و درویش‌زاده (۱۳۷۰) در بخش زمین ساختی البرز در زیر پهنهٔ البرز مرکزی و واحد گرگان- رشت واقع شده است. این قلمرو با انباشت‌های غالباً دلتایی دوره کواترنری پوشیده شده است. مواد رسوبی آن را نمونه‌های دریایی، رودخانه‌ای، کرانه‌ای و حتی در بخش‌هایی از مواد رسوبی باتلاقی تشکیل داده است (شکل ۳).

داده‌ها و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا داده‌های آب‌نگاری۸۲ ساله ایستگاه بندر انزلی (جدول ۲) اخذ شده و نمودار تغییرات آن ترسیم شده است (شکل ۴).

جدول ۲: داده‌های تراز سطح دریای خزر در ایستگاه بندرانزلی

سال	تراز سطح آب	سال	تراز سطح آب	سال	تراز سطح آب
۱۳۰۵	-۲۵/۶	۱۳۳۳	-۲۷/۵۷	۱۳۶۱	-۲۷/۶۲
۱۳۰۶	-۲۵/۵۳	۱۳۳۴	-۲۷/۵۷	۱۳۶۲	-۲۷/۵۸
۱۳۰۷	-۲۵/۴۱	۱۳۳۵	-۲۷/۶۴	۱۳۶۳	-۲۷/۵۹
۱۳۰۸	-۲۵/۲۸	۱۳۳۶	-۲۷/۷۴	۱۳۶۴	-۲۷/۴۹
۱۳۰۹	-۲۵/۳۲	۱۳۳۷	-۲۷/۵۷	۱۳۶۵	-۲۷/۳۹
۱۳۱۰	-۲۵/۴۲	۱۳۳۸	-۲۷/۶	۱۳۶۶	-۲۷/۳
۱۳۱۱	-۲۵/۴۴	۱۳۳۹	-۲۷/۷	۱۳۶۷	-۲۷/۰۸
۱۳۱۲	-۲۵/۵۵	۱۳۴۰	-۲۷/۹۶	۱۳۶۸	-۲۷
۱۳۱۳	-۲۵/۷۴	۱۳۴۱	-۲۶/۸۷	۱۳۶۹	-۲۷/۰۸
۱۳۱۴	-۲۵/۹۴	۱۳۴۲	-۲۷/۸۱	۱۳۷۰	-۲۶/۷۳
۱۳۱۵	-۲۶/۶	۱۳۴۳	-۲۷/۸۲	۱۳۷۱	-۲۶/۵۲
۱۳۱۶	-۲۶/۳۷	۱۳۴۴	-۲۷/۸۴	۱۳۷۲	-۲۶/۳۸
۱۳۱۷	-۲۶/۶۱	۱۳۴۵	-۲۷/۷۲	۱۳۷۳	-۲۶/۱۱
۱۳۱۸	-۲۶/۸۶	۱۳۴۶	-۲۷/۸۳	۱۳۷۴	-۲۶/۰۸
۱۳۱۹	-۲۶/۹۷	۱۳۴۷	-۲۷/۹	۱۳۷۵	-۲۶/۳
۱۳۲۰	-۲۷/۰۹	۱۳۴۸	-۲۷/۸۶	۱۳۷۶	-۲۶/۳۶
۱۳۲۱	-۲۶/۹۷	۱۳۴۹	-۲۷/۸	۱۳۷۷	-۲۶/۳۷
۱۳۲۲	-۲۶/۹۳	۱۳۵۰	-۲۷/۸۳	۱۳۷۸	-۲۶/۳۶
۱۳۲۳	-۲۶/۹۹	۱۳۵۱	-۲۷/۹۲	۱۳۷۹	-۲۶/۴۵
۱۳۲۴	-۲۷/۱۶	۱۳۵۲	-۲۸/۰۱	۱۳۸۰	-۲۶/۵۶
۱۳۲۵	-۲۷/۱۴	۱۳۵۳	-۲۸/۰۳	۱۳۸۱	-۲۶/۵۲
۱۳۲۶	-۲۶/۹۸	۱۳۵۴	-۲۸/۱۲	۱۳۸۲	-۲۶/۴۴
۱۳۲۷	-۲۶/۹۳	۱۳۵۵	-۲۸/۴	۱۳۸۳	-۲۶/۳۷
۱۳۲۸	-۲۷/۰۱	۱۳۵۶	-۲۸/۴۶	۱۳۸۴	-۲۶/۳۴
۱۳۲۹	-۲۷/۲۷	۱۳۵۷	-۲۸/۲۳	۱۳۸۵	-۲۶/۳۶
۱۳۳۰	-۲۷/۴۵	۱۳۵۸	-۲۸/۱۷	۱۳۸۶	-۲۶/۳۵
۱۳۳۱	-۲۷/۳۸	۱۳۵۹	-۲۸	۱۳۸۷	-۲۶/۴۷
۱۳۳۲	-۲۷/۶۳	۱۳۶۰	-۲۸/۸	.....	.....



شکل ۴: تراز سطح دریای خزر با توجه به داده‌های آماری ۸۲ ساله ایستگاه بندرانزلی (مرکز مطالعات دریای خزر، ۱۳۸۸)

بـا بـه‌کـارگیری تصـاویر مـاهواره‌ای TM1987, ETM+2009 و تصاویر جدیـدتر در نـرم‌افـزار Google Earth pro که مربـوط بـه سـال‌هـای ۲۰۰۷ و ۲۰۱۵ میلادی می‌باشند و با استفاده از تکنیـک هـم‌پوشـانی تصاویر مذکور در قالب نرم‌افزار Arc GIS پوشـش داده شده و رونـد پـیش‌روی و پـس‌روی در محـدوده خـط ساحلی مشخص شده است (شکل ۵).

شکل ۵: تغییرات خط ساحلی بر روی تصاویر ماهواره‌ای الف- لندست و ب- نرم‌افزار Google Earth pro

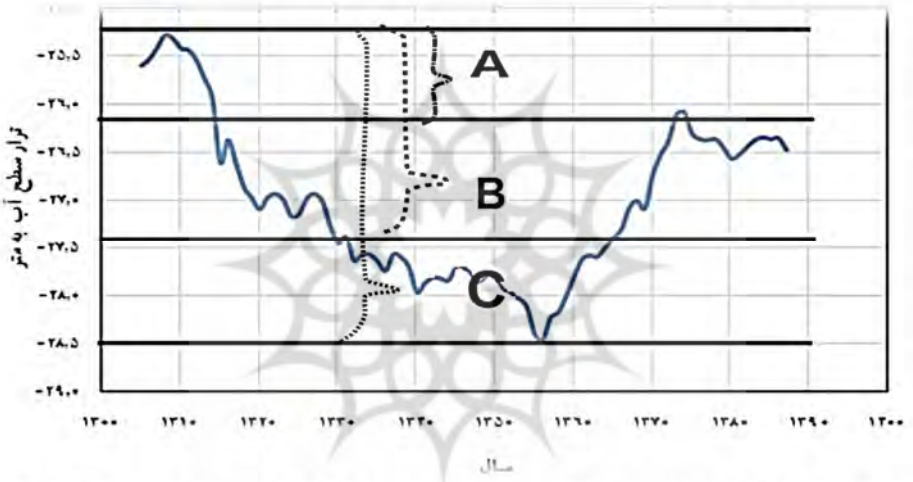
سرانجام با تعیین دوره بازگشت‌هـای ۳۰ سـاله، ۵۰ ساله و ۸۲ ساله، تراز سطح دریا (شکل ۶) تعیـین و بـا ترسیم رستر ارتفاعی منطقه مـورد مطالعـه، داده‌هـای اولیه برای تعیین حریم مشخص گردید. بـا اسـتفاده از حد نهایی پیش‌روی سطح دریا در داده‌های ۸۲ ساله و رستر ارتفاعی خط ساحلی، در نرم‌افـزار Arc GIS و بـا استفاده از تکنیـک پرسشـگری شـرطی،[1] میـزان نفـوذ سطح دریا در این دوره آماری مشخص شد، که حـریم خط ساحلی را تعیین می‌کند روابط ۱و۲.

رابطه ۱) $p = d > Emin$

1. Query

رابطه ۲) $$p = d > Emax$$

در این روابط p همان خط ساحلی با توجه به ارتفاع سطح دریا d رستر ارتفاعی از منطقه مورد مطالعه و E ارتفاع ماکزیمم و مینیمم تراز سطح دریا در دورهٔ آماریِ مورد بررسی است. در این تکنیک با داشتن حداکثر میزان ارتفاع سطح دریا و ارتفاع سطح زمین و مورفولوژی حاصل از آن در قسمت فرمول نویسی نرم‌افزار مربوطه، خط حریم ساحلی بر روی رستر ارتفاعی مشخص شده است. مورفولوژی سطح زمین بر روی ارتفاع و تغییرات آن تأثیر مستقیم دارد. زیرا بسته به نوع لندفرم خط‌ساحلی دامنه ارتفاعی نیز متغیر خواهد بود. در خط ساحلی مورد مطالعه، بیشتر لندفرم‌ها حاصل از ماسه‌های انباشته شده در خط ساحلی می‌باشد و در سایر مناطق خط ساحلی نیز عوارض انسان‌ساخت و زمین‌های کشاورزی مشاهده می‌شود. در این پژوهش، برای اینکه حریم تهیه شده کاربردی‌تر شود؛ داده‌های دوره بازگشت و میزان ارتفاع آنها و همچنین ارتفاع خط ساحلی نقشهٔ حریم مخاطره نیز برای منطقه مورد مطالعه ترسیم و سپس برای به‌دست آوردن دوره بازگشت از داده‌های آماری و نمودار نوسانات تراز دریا استفاده شده است. این روش در مطالعات رنسن و همکاران (۲۰۰۷) نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

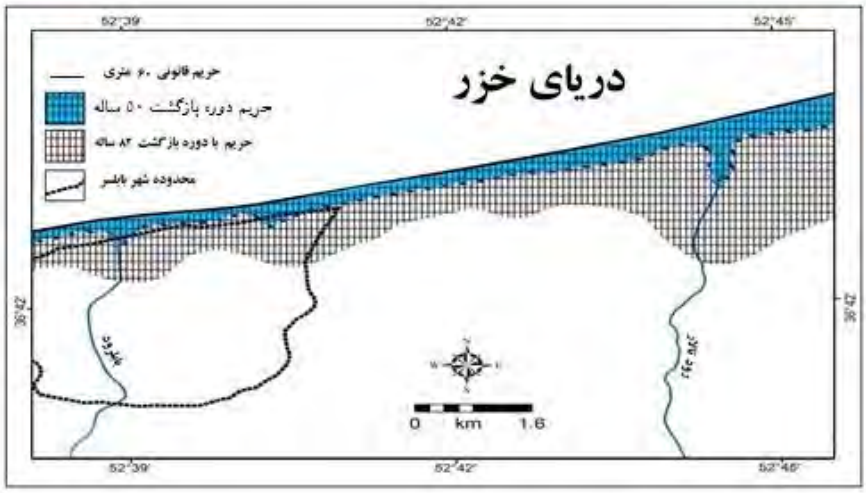


شکل ۶: تعیین دوره بازگشت برای داده‌های ارتفاعی تراز سطح دریا که به ترتیب A، B و C برای دوره بازگشت‌های ۸۲ ساله، ۵۰ ساله و ۳۰ ساله می‌باشند.

یافته‌ها و بحث

با توجه به داده‌های تراز دریای خزر و وضعیت توپوگرافیکی- مورفولوژیکی خط ساحلی مورد مطالعه، نقشهٔ حریم خط ساحلی در قالب نرم‌افزار Arc GIS 10.2 تهیه شده است (شکل ۷).

همان‌طور که در شکل ۷ دیده می‌شود، حریم ۶۰ متری، پهنهٔ بسیار کمی از خط ساحلی را پوشش می‌دهد. اما حریم تعیین شده در قالب مدل که با توجه به داده‌های حقیقی نشان دهندهٔ پیش‌روی آب دریاست، نوار وسیع‌تری از کرانهٔ ساحلی را در بر می‌گیرد. در این شکل، در بعضی از مناطق به‌دلیل شیب کم خط ساحلی، پیش‌روی آب دریا به‌سوی خشکی ساحلی به ۳/۵ کیلومتر در طی ۸۲ سال گذشته رسیده است. شواهدی مانند چاه‌های آب موجود در مناطق ساحلی که اکنون زیر آب دریا قرار دارند نیز این موضوع را تأیید می‌کنند (شکل ۸).

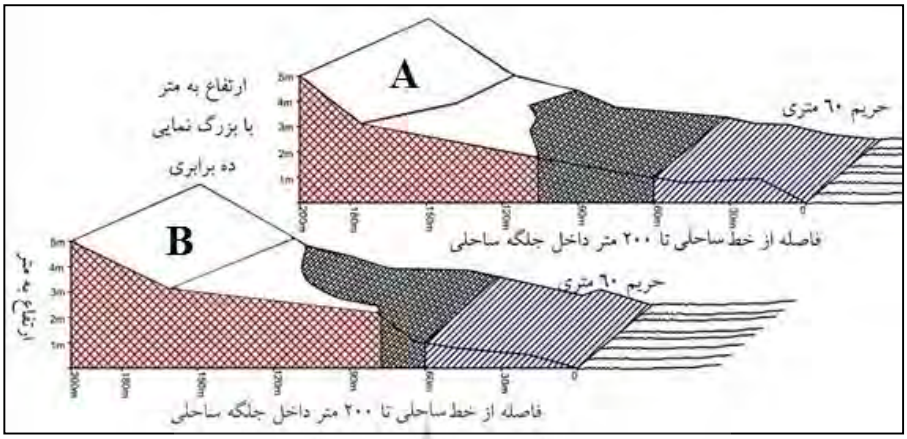


شکل ۷: حد نهایی پیش‌روی سطح دریا و حریم خط ساحلی با توجه به داده های سطح اساس

شکل ۸: نمونه‌ای از چاه‌های متروک که در اثر پیش‌روی آب دریا غرق شده‌اند.

نقشهٔ حریم تهیه شده با شیب منطقه نیز تقارن زیادی دارد. بدیهی است مناطقی که شیب کمتری دارند نفوذ آب در آنها بیشتر است و در نتیجه حریم خط‌ساحلی به سمت خشکی پس‌روی داشته است. این موضوع در منطقه مورد مطالعه در تمام طول خط ساحلی صادق است. تنها در مصب رودخانه بابل، طرفین مصب و دهانهٔ رودخانه شیب نسبتاً زیادتر است. لیکن این مسئله سبب نمی‌شود که نفوذ دریا در این قسمت کمتر شود. در مصب رودخانه‌های موجود در امتداد خط ساحلی، شیب نوار ساحلی بسیار کمتر از سایر بخش‌ها می‌باشد. بنابراین، حریم ساحلی نیز پهنای بیشتری را نشان می‌دهد. به جز رسوب‌گذاری در محل مصب رودخانه‌ها، فرسایش بادی و تراکم ماسه‌های ساحلیِ تحت تأثیر دینامیکِ امواج و باد، رشته‌های ماسه‌ای را به‌صورت نواری موازی با خط ساحلی متراکم نموده‌اند. تحت‌تأثیر این عوامل، در نقاطی که تراکم ماسه بیشتر باشد به همان نسبت میزان شیب نیز بیشتر است. شاید تثبیت ماسه‌های بادی در این بخش‌ها یکی از راهکارهای مؤثر در افزایش شیب نوار ساحلی بوده و تحت‌تأثیر آن دامنه پیش‌روی آب دریا کاهش یابد. هرچند این لندفرم‌ها برای مدت طولانی پایدار نمی‌مانند اما در به تأخیر انداختن تغییرات بی‌تأثیر نیستند.

دیاگرام‌های شکل ۹ نشان می‌دهند که با تغییر ارتفاع و شیب نوار ساحلی، در حریم ۶۰ متری تغییری در آن مشاهده نمی‌شود اما میزان پیشروی‌ها بسیار متغیر است. زیرا آب دریا با توجه به تغییرات شیب و ارتفاع در سطح ساحل واکنش نشان خواهد داد. همان‌طور که در شکل A- ۹ نیز دیده می‌شود، میزان پیش‌روی آب در سطح خشکی بیش از ۹۰ متر بوده است درحالی‌که در شکل B-۹ در قسمتی که شیب و ارتفاع بیشتر بوده، میزان نفوذ آب به خشکی نیز کمتر از ۹۰ متر بوده است.

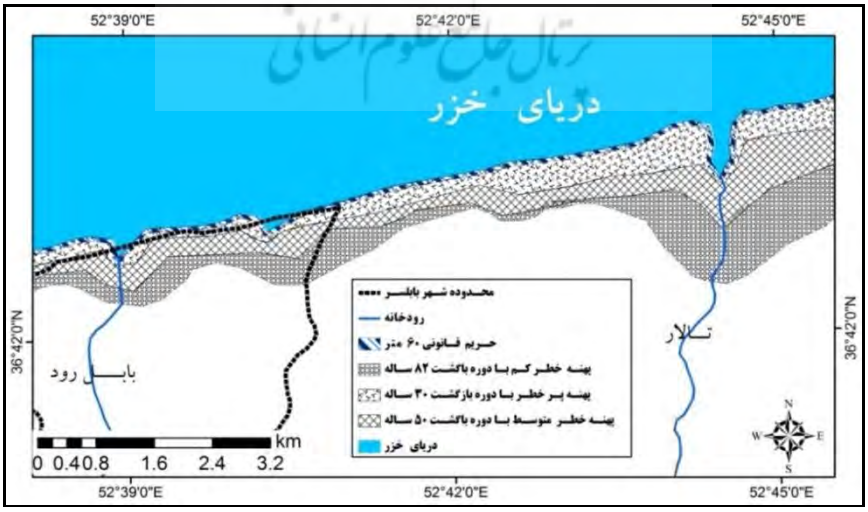


شکل ۹: دو نیمرخ از سطح پیش‌روی آب به خشکی و تفاوت آن با حریم ۶۰ متری اعمال شده.

نتیجه‌گیری

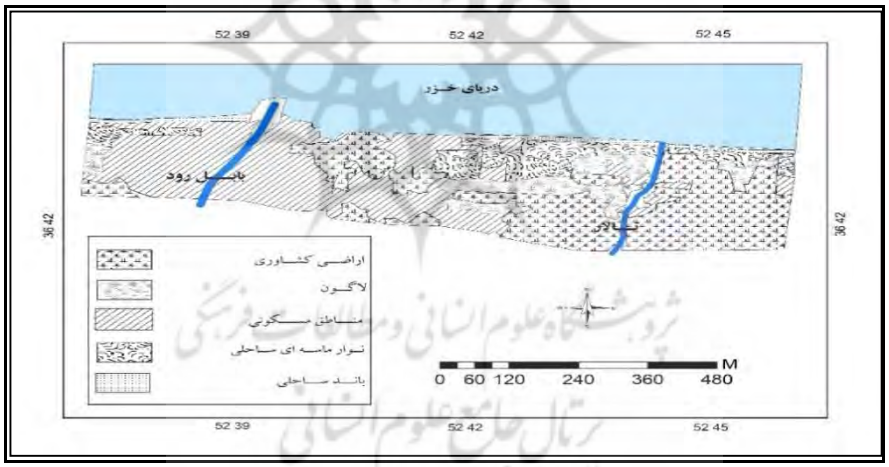
حریم تعیین شده در قانون اراضی ساحلی، بدون در نظر گرفتن تغییرات سطح دریا و مورفولوژی خط ساحلی، لحاظ شده است. درحریم تعیین شده، تراز دریا را ثابت و توپوگرافی نوار ساحلی را هموار و یکنواخت در نظر گرفته‌اند. این حریم نواری به عرض ۶۰ متر به‌موازات خط ساحلی را پوشش می‌دهد. درصورتی‌که تحت تأثیر نوسانات اخیر آب دریای خزر (از سال ۱۳۷۱ تاکنون) نوار ۶۰ متری مورد اشاره به زیر آب‌رفته و تقریباً مغروق شده است.

داده‌ها، مصاحبه و پیشینهٔ موضوع نیز نشانگر آن است که تعیین حریم مذکور، مکان‌گزینی و استقرار سکونت‌گاه‌ها را در درازمدت در معرض خطر قرار می‌دهد. حتی در سال‌های اخیر، قسمت‌هایی که توسط کاربری‌های متفاوت مورد ساخت‌وساز قرار گرفته است، بدون لحاظ نمودن تغییرات درازمدت این نوسانات بوده است. با تطبیق وضع موجود کاربری‌ها با نقشهٔ حریم تعیین شده در دوره‌های بازگشت مختلف، این مسئله کاملاً روشن می‌شود (شکل ۱۰).



شکل۱۰: توسعهٔ کاربری‌های شهر بابلسر در محدودهٔ حریم تعیین شده در دوره‌های بازگشت مختلف

حریم خط ساحلی نشان داده‌شده در شکل ۱۰ با استفاده از روش آماری و در دوره‌های بازگشت ۳۰ و ۵۰ و ۸۲ ساله به‌دست آمده است. حریم‌های تعیین شده در این روش، ضرورت تطبیق دوره‌های بازگشت را برای کاربری‌های متفاوت توجیه می‌کند. اهداف نشان می‌دهد که در هر دورهٔ زمانی برای ایجاد زیرساخت‌ها، ارائهٔ طرح‌های متناسب با طول عمر پیش‌بینی شده برای هر کاربری الزامی خواهد بود. در این تعیین حریم، مناطق با دورهٔ بازگشت ۳۰ ساله پرمخاطره خواهند بود. زیرا برای احداث سازه‌های بنیادی و پرهزینه، نظیر سازه‌های مسکونی بلندمرتبه و صنعتی به دلیل ناپایداری‌های موجود بر مبنای دوره بازگشت برآورد شده مقرون به‌صرفه نیست. اولویت دادن کاربری‌های تفریحی و فضای سبز شهری که پرهزینه نبوده و معمولاً کوتاه‌مدت هستند، می‌تواند در این محدوده استقرار یابد. قلمرو این حریم متفاوت بوده و نواری با عرض حداقل ۹۸ متر تا حداکثر ۴۵۶ متر را پوشش می‌دهد. پهنه دوم نواری است که با دوره بازگشت ۵۰ ساله (۳۰ تا ۵۰ سال) انطباق می‌یابد و سپس حریم درازمدت بالای ۸۲ سال است که حد نهایی پیش‌روی آب دریا را تعیین می‌کند. بدیهی است این قسمت از نوار ساحلی می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و احداث کاربری‌های پایدار مورد بهره‌برداری قرار گیرد. شکل ۱۱ خصوصیات لندفرمی و کاربری‌های اصلی پیش‌بینی‌شده را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل در شرق نوار ساحلی کاربری‌های کشاورزی، اراضی تالابی (لاگون) و نوار ماسه‌ای گسترش دارند. از آنجا که کاربری‌های مذکور در مقابل تغییرات سطح دریا چندان مخاطره‌آمیز نیستند، بنابراین، لازم است از هم‌اکنون اقدامات پیش‌گیرانه بر روی این اراضی انجام گیرد. ازجمله تدوین راهبردهای میان‌مدت و درازمدت که مهم‌ترین آنها اجرای طرح‌های الگو و هادی برای توسعهٔ این اراضی و متناسب با حریم‌های به‌دست آمده می‌باشد.



شکل ۱۱: کاربری اراضی منطقهٔ مورد مطالعه (جهاد کشاورزی شهرستان بابلسر).

منابع

۱- آزموده اردلان، علیرضا و عباس جعفری، ۱۳۸۶. بررسی روند سیزده ساله تغییرات سطح آب دریای خزر از راه ارتفاع سنجی ماهواره‌ای، ژئوفیزیک دانشگاه تهران، فیزیک زمین و فضا، شماره ۱، صفحات ۳۰-۲۱.

۲- اونق، مجید و عبدالعظیم قانقرمه و قدرت عابدی، ۱۳۸۵. برنامه مدیریت کاربری اراضی سواحل جنوب شرقی دریای خزر، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۵.

۳- جعفربیگلو، منصور و سیدمحمد زمان‌زاده و مجتبی یمانی و سمیه عمادالدین، ۱۳۹۱. شواهد ژئومورفولوژیک تغییرات سطح اساس دریای خزر طی کواترنری پسین در محدوده رودخانه گرگان رود، دانشگاه تهران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۲، صفحات ۵۰-۳۳.

۴- رضوی، احمد، ۱۳۸۷. اصول تعیین حریم منابع آب، انتشارات دانشگاه شهید عباسپور، تهران، چاپ اول، ص ۳۳۵.

۵- سرمد، مرتضی، ۱۳۵۰. حقوق آب، تهران، چاپ سکه، جلد اول.

۶- شاه کرمی، ستاره و حسین رحیم پور و حمید علیزاده لاهیجانی و سوزان لروی و مجید شاه‌حسینی، ۱۳۸۸. تفسیر تغییرات تراز آب دریای خزر با استفاده از داده های پذیرفتاری مغناطیسی رسوبات بستر، دانشگاه فردوسی مشهد، رسوبات رخساره‌ای، شماره ۱، صفحات ۶۰-۴۱.

۷- عبدالهی کاکرودی، عطاءاله، ۱۳۹۲. نوسانات دریای خزر و تأثیر آن بر سواحل جنوب شرق دریای خزر، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۳، صفحات ۴۴-۳۳.

۸- قانقرمه، عبدالعظیم و جواد ملک، ۱۳۸۴. همزیستی مسالمت‌آمیز با نوسانات آب دریای خزر به منظور توسعه پایدار سواحل ایران مطالعه موردی: ساحل جنوب شرق، دانشگاه تهران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۴، صفحات ۱۱-۱.

۹- لاهیجانی، حمید، ۱۳۸۲. تأثیر نوسان تراز آب دریای خزر بر اکوسیستم‌های ساحلی، میزگرد تخصصی، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس واحد نور.

۱۰-مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، قانون اراضی مستحدث و ساحلی ایران، مصوب ۲۹ تیر، ۱۳۵۴. شماره پرونده ۲۶۴۸.

۱۱-معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهوری، ۱۳۸۹. راهنمای مطالعات تعیین حریم سواحل دریاها، دریاچه‌ها، تالاب‌ها و خورها، نشریه شماره ۵۳۴.

۱۲-نوحه‌گر، احمد و مجتبی یمانی، ۱۳۸۵. ژئومورفولوژی ساحل شرقی تنگه هرمز، انتشارات دانشگاه هرمزگان، ۲۶۷.

13- Crooks S. 2004. The effect of sea-level rise on coastal geomorphology, Ibis (146), pp:18-20

14- Hamid, L., Hossain, R., Vahid, T. and Muna, H. 2009. Evidence for late Holocene high stands in Central Guila n–East Mazanderan, South Caspian coast, Iran Quaternary International (197), pp: 55 – 71.

15- Jochen Hinkela, R., and Klein, J.T. 2009. Integrating knowledge to assess coastal vulnerability to sea-level rise: The development of the DIV A tool, Global Environmental Change (19), pp: 384 -395.

16- Kakroodi, A.A., Kroonenberg, S.B., Mohammadkhani, H., Yamani, M., Gasemi, M.R. and Lahijani, H.A.K. 2012. Rapid Holocene sea-level changes along the Iranian Caspian coast, Quaternary International, pp: 1-11.

17- Karpychev, Y.A. 1989. Changes in the Caspian Sea-level in the Holocene according to radiocarbon date. Water Resources, (1): 5–20.

18- Kroonenberg, S.B., Badyukovab, E.N., Stormsa, J.E.A., Ignatovb, E.I. and Kasimov, N.S. 2000. A full sea-level cycle in 65 years: barrier dynamics along Caspian shores, Sedimentary Geology (134), pp: 257-274.

19- Kroonenberg, S.B., Badyukova, E.N., Storms, J.E.A., Ignatov, E.I. and Kasimov N.S. 2000. A full sea-level cycle in 65 years: barrier dynamics along Caspian shores. Sedimentary Geology, pp: 257-274.

20- Nizamettin Kazancıa, B., Tirzad Gulbabazadeh C., Leroy, S. and Zden Ileri, D.O. 2004. Sedimentary and environmental characteristics of the Gilan – Mazenderan plain, northern Iran: influence of long- and short-term Caspian water level fluctuations on geomorphology. Journal of Marine Systems (46): 145–168.

21- Pavel. Kaplin, A. and Selivanov, A. 1995. Recent coastal evolution of the Caspian Sea as a natural model for coastal responses to the possible acceleration of global sea-level rise, Marine Geology (124):161-175.

22- Pethick, J. 2001. Coastal management and sea-level rise, Elsevier, Catena (42), 307–322.

23- Renssen A.H., Lougheed, B.C., Aerts, J.C.J.H., De Moel, H., Ward A, P.J. and Kwadijk C, J.C.J. 2007. Simulating long-term Caspian Sea level changes: The impact of Holocene and future climate conditions, Earth and Planetary Science Letters (261): 685–693.

24- Rodríguez, I., Montoya, I., Sánchez, M. and Carreño, F. 2009. Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management, Geomorphology 107, 100 – 105. Ibis (146):18–20.

25- Rychagov, G.I. 1977. The Pleistocene history of the Caspian Sea. D.Sc. Thesis, Moscow State University, 252pp.

26- Rychagov, G.I. 1997. Holocene oscillations of the Caspian Sea and forecasts based on paleogeographical reconstructions. Quaternary International (41/42): 167–172.

27- Snoussi, M., Ouchani, T., Khouakhi, A. and Niang-Diop, I. 2009, Impacts of sea-level rise on the Moroccan coastal zone: Quantifying coastal erosion and flooding in the Tangier Bay, Elsevier, Geomorphology (107): 32–40

28- Varushchenko, S.I., Varushchenko, A.N. and Klige, R.K. 1987. Changes in the regime of the Caspian Sea and closed basins in time. Nauka, Moscow, 240pp (In Russian).