مخاطرات ژئومورفولوژیک ناشی از نوسان آب دریای خزر
(مطالعه موردی: بابلسر تا چالوس)

پرویز کردوانی[۱]، محمدرضا یوسفی روشن[۲*]، مسعود مهدوی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۲۸

چکیده

نوسان سطح تراز آب دریای خزر طی۹۵ سال (۱۸۸۲ - ۱۹۷۷ میلادی) به میزان ۳/۷۵متری (۲۴/۵۰- بالاترین سطح تراز و۲۸/۲۵- پائین ترین سطح تراز)مشکلات بسیارعمده ای رابرای کاربری ها وجوامع انسانی حاشیه دریای خزربه وجودآورد. مشخص شدن نوسان خط تراز ومحدوده ی حریم دریا، برنامه ریزی آتی شهرهای ساحلی راتضمین می نماید.دراین تحقیق منطقه ی ساحلی ازبابلسر تاچالوس به طول ۱۲۰ کیلومترجهت بررسی انتخاب گردید. درابتداجهت بررسی وتحلیل از آمار نوسان سطح تراز آب دریای خزردرایستگاه های باکو،بندرانزلی ونوشهر در دوره ی ثبت ابزاری استفاده گردید.تصاویر ماهواره ای سالهای۱۹۷۶ ،۱۹۸۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۶ و۲۰۱۳ دانلود گردیدودر نرم افزار ENVI ترکیب باندگردید وجهت تحلیل درنرم افزار Arc GIS خروجی Geo Tiff گرفته شد.وهمچنین وسعت اراضی مستغرق شده درسالهای ۱۳۵۶تا ۱۳۷۴در۸منطقه مورد تحلیل قرارگرفته ومخاطرات ژئومورفولوژیک شهرهای ساحلی وفرسایش بستر دریا باتوجه به درصد شیب شهرهای ساحلی مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت وملاحظه گردیدکه دربابلسر شیب منطقه‌ی ساحلی ۰/۱۲ درصد و پتانسیل خطرآبگرفتگی آن بیشتر ودرسی‌سنگان شیب منطقه‌ی ساحلی ۸/۹ درصد و پتانسیل آبگرفتگی آن کمتراست، با پیشروی آب دریا وعدم رعایت حریم دریا، پلاژها، ویلاها، شهرک های ساحلی وزمین‌های کشاورزی بسیاری به زیرآب رفتند.ازنظر قدرت فرسایش امواج ملاحظه گردیدکه دربابلسر عمق ۲۰متری دریا درفاصله ی ۱۲کیلومتری از ساحل قرار گرفته وامواج دراین قسمت درفواصل بسیار دور می‌شکنند وقدرت فرسایش امواج کاسته می‌شود، اما درسی‌سنگان عمق ۲۰متری دریا درفاصله‌ی۲کیلومتری از خط ساحلی قرار دارد وامواج دیرتر می شکنند وشرایط فرسایندگی امواج بیشتراست.

واژه های کلیدی:نوسانات تراز آب،تغییرات خط ساحلی، مخاطرات ژئومورفولوژیک

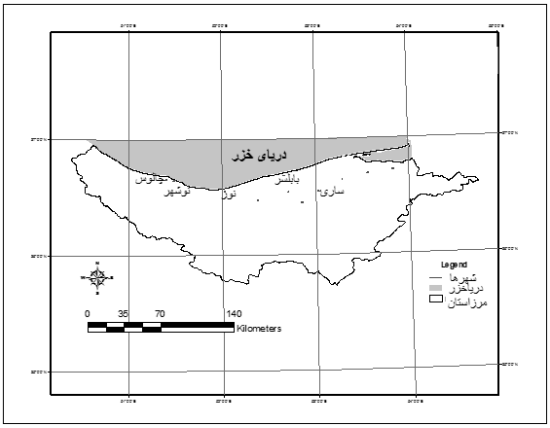
[۱]- عضو هیات علمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم وتحقیقات تهران، تهران، ایران
[۲]- دانشجوی دکترای جغرافیای طبیعی – ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم وتحقیقات، گروه جغرافیا ،تهران، ایران
* نویسنده مسئول: Email: yousefiroshan45@yahoo.com
[۳]- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه:

نواحی ساحلی دریای خزر به واسطه نوسانات تراز آب دریا دائماً دستخوش مخاطرات ژئوموفولوژیکی می‌باشد. نوسانات تراز آب دریای خزر نتیجه تغییرات آب وهوایی، تغییرات آبدهی رودهای حوضه آبریز دریای خزر (آبدهی رود ولگا)، عناصر اقلیمی و تکتونیک می‌باشد.

طبق برآورد به عمل آمده بالاآمدگی آب دریای خزر از سال۱۳۵۶تا۱۳۷۴حدود ۳۰۲ کیلومتر مربع از اراضی ساحلی استان مازندران به زیرآب رفته که خسارت‌هایی به واحدهای مسکونی و اراضی کشاورزی وارد نموده وهمچنین بسیاری ازتاسیسات زیربنایی درمنطقه ساحلی تخریب شده‌اند (۲۳). حریم قانونی دریای خزر ۶۰ متر از آخرین نقطه پیشرفتگی آب درسال ۱۳۴۲ بیان شده است (۷). باتوجه به تراز آب دریای خزر در سال یاد شده که برابر ۲۷/۸۱- متر می‌باشد، ۸۸ درصد ازطول خط کرانه استان مازندران در محدوده این حریم به زیر آب رفته است. میانگین سطح تراز آب دریای خزر در سال ۱۳۹۲ برابر ۲۶/۵۶- در ایستگاه بندر نوشهرثبت شده است که حدود ۱متر سطح آب دریای خزرنسبت به سال ۱۳۴۲ پیشروی داشته است (۱۹). درحقیقت تغییرات سطح تراز آب دریای خزر، شیب منطقه‌ی ساحلی وشیب بستر دریا باعث شده که نیروهای امواج دریا وجریان‌های ساحلی،شدت آسیب‌پذیری مناطق ساحلی را افزایش دهد.استان مازندران با مساحت ۲۳۷۵۶ کیلومترمربع، تقریباً ۱/۴۶ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شودومهم‌ترین کانون استقرارجمعیت، در مناطق ساحلی(نواحی مرکزی وغربی استان) واقع شده است (نقشه ۱).



نقشه ۱- نقشه دریای خزروشهرهای منطقه ساحلی

تغییر ارتفاع آب دریای خزریک پدیده قدیمی است به طوری که ذکرآن رادرمتون تاریخی وجغرافیایی مربوط به ۱۱۰۰ سال قبل هم می‌توان یافت. اما تحقیق وبررسی‌های علمی دراین باره، به ویژه ثبت تغییرات سطح آب،کار بالنسبه تازه‌ای است (۱۴).

بالا آمدن سطح آب دریای خزر همیشه در سالهایی اتفاق افتاده که در قسمت علیای رود ولگا، برف و باران فوق‌العاده‌ای باریده است (۱۴).

Qanqrmh *et al.*, (2005) مشخص کردندکه تغییرات تراز آب دریای خزر تابع تغییرات ورودی رودخانه های منتهی به دریا وشدت تبخیر می‌باشدونیز نوسان‌های ناگهانی کوتاه مدت ناشی از عوامل ومولفه‌های هواشناسی وهیدرولوژی است که به شرایط اقلیمی منطقه بستگی دارد.

Lorestani (2012) دررساله دکتری، ضمن بررسی متغیرهای موثردرایجاد تغییرات هندسه

Archive of SID

www.SID.ir

خطوط ساحلی،دلایل فرسایش و رسوبگذاری درقاعده‌ی دلتای سفیدرود در طی دوره‌ی زمانی1955-2011، نحوه مشارکت عوامل موثر بر تغییرات خط ساحلی موردسنجش قرارداد که عمل امواج، وجودجریان جنوبی دریای خزر باحرکت غالب به سمت شرق، تغییر مسیرهای مکرردهانه سفیدرود، نوسانات تراز آب دریای خزر، امواج بلند دریایی و فعالیت‌های انسانی رادرتغییر هندسه خط ساحلی موثر دانست (۱۸).

بر این اساس هدف تحقیق حاضر، پتانسیل خطرآبگرفتگی و مخاطرات ژئومورفولوژیک شهرهای ساحلی استان مازندران از بابلسر تا چالوس با تاکید بر تغییرات سطح تراز دریای خزر و تبیین میزان آسیب‌پذیری بخش‌های مختلف منطقه ساحلی می‌باشد.

مواد وروش‌ها:

-جهت تحلیل نوسان خط ساحلی و لندفرمهای ژئومورفولوژیک در هریک از دوره‌های زمانی و از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM،ETM^+ ، MSS از سال ۱۹۷۵، ۱۹۷۶، ۱۹۷۷، ۱۹۸۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۳ مورد استفاده قرار گرفت.

-از نرم‌افزار ENVI جهت ترکیب باند تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. در ادامه با گرفتن خروجی Tif Geo در نرم‌افزار Arc GIS به تحلیل خط ساحلی و لندفرم‌های ژئومورفولوژیک در هر یک از دوره‌های زمانی مورد بررسی قرار گرفت.

-بررسی ساختار زمین شناسی منطقه و عمق بستر دریا وفاصله‌ی آن تا خط ساحلی از نقشه های زمین‌شناسی چالوس، نور و ساری به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور مورد استفاده قرار گرفت.

-جهت بررسی شیب منطقه‌ی ساحلی و مخاطرات آبگرفتگی از نقشه‌ی توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور و سازمان جغرافیایی کشور در کار تحقیق و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت.

-تحلیل میزان آبدهی رودخانه‌های حوضه آبریز دریای خزر در دوره‌های زمانی مختلف، بررسی میزان بارش، تبخیر، فشارهوا و ارتباط آن با نوسان تراز آب دریای خزر مورد تحلیل قرار گرفت و نوسان سطح تراز آب دریای خزر در ۱۷۶ سال گذشته و فصول مختلف سال و ماهانه به صورت شکل رسم و ضریب همبستگی بین نوسان سطح تراز و عناصر اقلیمی رسم گردید.

-جهت بررسی تاثیر باد بر تغییرات خط ساحلی و فرسایش منطقه‌ی ساحلی، گلباد دو ایستگاه بابلسر و نوشهر با نرم‌افزار WRPLOT VIEW رسم گردید.

-همچنین با بازدید میدانی، آثار و شواهد بر جای مانده از پیشروی و پسروی عوارض خط ساحلی ثبت و ضبط گردید و نتایج حاصله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

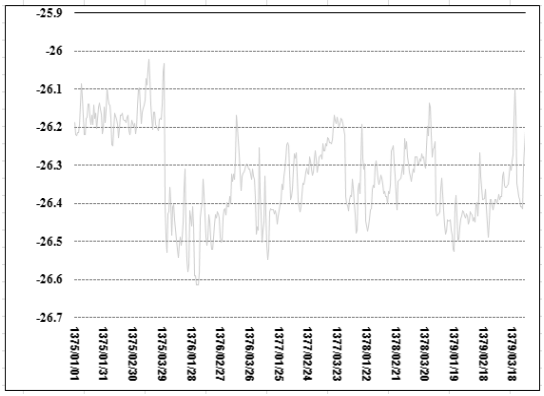
نتایج:

سطح آب دریای خزر با توجه به دوره‌های اقلیمی و مقیاس‌های زمانی از دامنه نوسانی متنوعی برخوردار است. دامنه نوسانی در ۱۷۶ سال گذشته (دوره ثبت ابزاری) ۳/۷۵ متر و بالاآمدگی شدید بین سالهای ۱۳۵۶ تا ۱۳۷۴ در حدود ۲/۸۶ متر بوده است. علاوه بر این تراز آب دریای خزر مانند دیگر پدیده‌های هیدروکلیمایی دارای یک چرخه فصلی حدود ۵۰ سانتیمتر می‌باشد، بررسی نوسانات دوره ثبت ابزاری (۲۰۱۳ - ۱۸۳۷ میلادی) نشان می‌دهد که تراز در دوره‌های چند ده ساله نیز از شدتهای متفاوتی برخوردار است (شکل ۱).

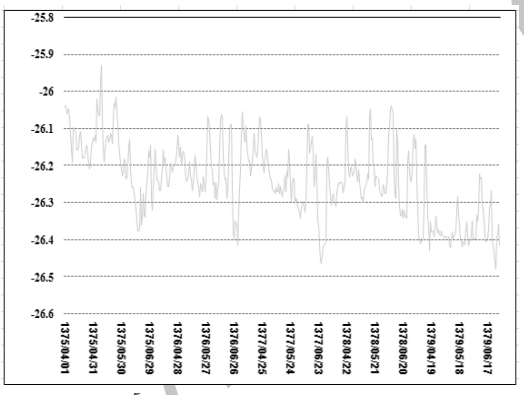
شکل ۱- نوسانات تراز آب دریای خزردردوره آماری ۱۸۳۷ تا۲۰۱۲ میلادی(ایستگاه تراز سنجی باکو)

نوسانات فصلی سطح تراز آب دریای خزر:

نوسانات فصلی آب دریای خزر بیش از چند سانتیمترنیست. از عوامل کاهش تراز آب دریا می توان به کاهش آبدهی ولگا، تغییرات کوتاه مدت بارش در حوضه آبریز خزر، تاخیر در ذوب برف، خشکی هوا و همچنین افزایش تبخیر آب دریا از جمله دلایل ایجاد نوسان فصلی می‌باشد. نوسان آب در طول یک سال بین ۴۰ تا۵۰ سانتیمتر است. یعنی به این میزان سطح آبها بالا می‌آید و معادل همین میزان در زمستان، پائین می رود. در شکل ۲ تا ۵ نوسانات فصلی ترازسنجی سطح آب دریای خزر در ایستگاه انزلی طی سالهای ۱۳۷۵ تا۱۳۷۹ به تصویر درآمده است.

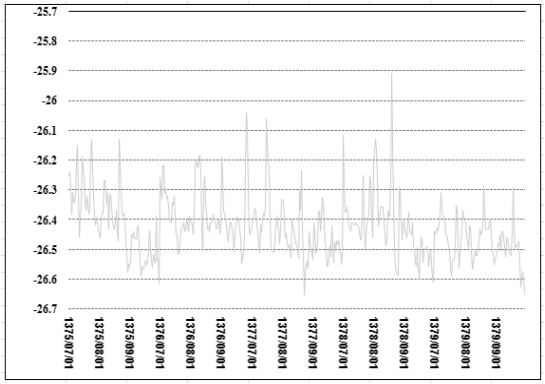


شکل۲- نوسان فصل بهار سطح آب دریای خزرطی سال های ۱۳۷۹-۱۳۷۵ بندرانزلی(۱۸)

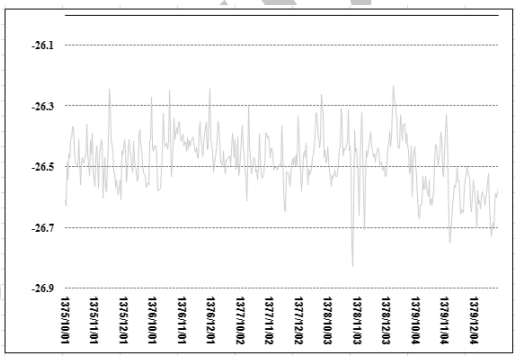


شکل ۳- نوسانات فصل تابستان سطح آب دریای خزر طی سالهای ۱۳۷۹-۱۳۷۵ بندرانزلی(۱۸)

www.SID.ir



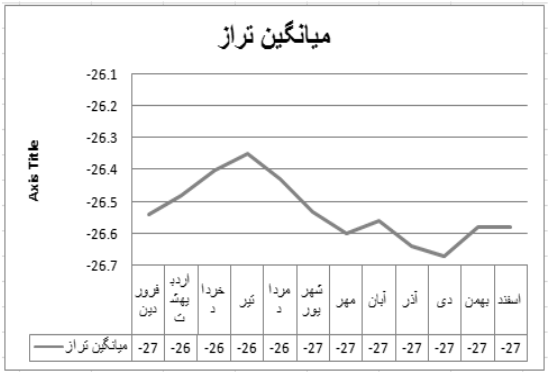
شکل ۴- نوسان فصل پائیز سطح آب دریای خزر طی سال های ۱۳۷۹-۱۳۷۵ بندرانزلی (۱۸)



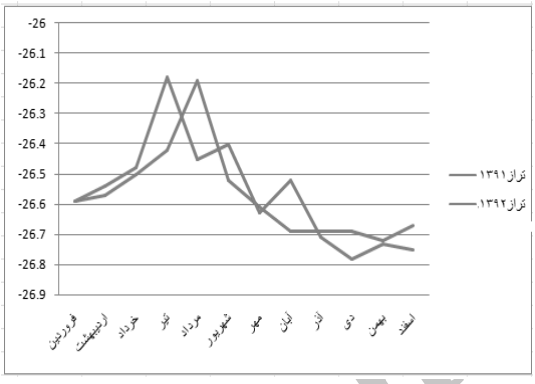
شکل ۵- نوسانات فصل زمستان سطح آب دریای خزر طی سالهای ۱۳۷۹-۱۳۷۵ ایستگاه انزلی (۱۸)

تغییرات ماهانه سطح آب دریای خزر برخلاف تغییرات سالانه آن،ریتمی کاملاً منظم دارد . تغییرات ماهانه در نتیجه عوامل هیدرو کلیماتولوژی صورت می‌گیرد و لذا به فصل باران و ذوب برف و سایر عوامل ناشی از شرایط آب و اقلیم بستگی دارد با توجه به میانگین تراز فصلی بالاترین سطح تراز دریای خزر در فصل تابستان و پائین‌ترین سطح تراز در فصل زمستان می‌باشد.

میانگین سطح تراز آب دریای خزر سال ۱۳۹۱ در بندر نوشهر ۲۶/۵۷- بوده است. بالاترین سطح تراز در مرداد ماه برابر ۲۶/۱۹- و پائین ترین سطح تراز آب دریای خزر در این سال در بهمن ماه ۲۶/۷۲- بوده است. بین بالاترین و پائین‌ترین سطح تراز ۵۳ سانتیمتر اختلاف سطح تراز وجود داشته است (شکل ۷).



شکل۶- نوسان ماهانه تراز آب دریای خزردرایستگاه بندرانزلی



شکل۷- شکل تراز آب دریای خزرایستگاه تراز سنجی نوشهر سال ۱۳۹۱و۱۳۹۲

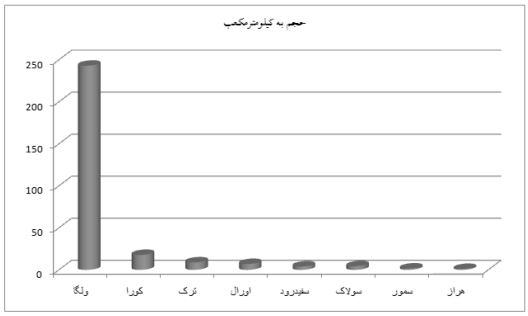
میانگین سطح تراز آب دریای خزر در سال ۱۳۹۲ برابر ۲۶/۵۶- در ایستگاه بندر نوشهر ثبت شده است. بالاترین سطح تراز مربوط به تیرماه ۲۶/۱۸- و پائین ترین سطح تراز مربوط به دی ماه ۲۶/۷۸- ثبت شده است. بین بالاترین و پائین ترین سطح تراز ۶۰ سانتی متر اختلاف دارد. وسطح آب نسبت سال قبل ۱سانتی متر بالاترآمده است و۴ کیلومتر مکعب حجم آب دریای خزر افزایش یافته است. علت بالا بودن سطح تراز آب دریای خزر در فصل

Archive of SID

www.SID.ir

تابستان مربوط به میزان دبی آب رودخانه ولگا می باشد. رودحانه ولگا بزرگترین رودخانه حوضه آبریز دریای خزر است. باتوجه به شکل ۸، رودخانه ولگا ۸۴٪ آب واردی دریای خزر را تامین می‌کند، به طوری که چهار رودخانه شامل ولگا، ترک، سولاک و سمور که از خاک کشور روسیه سرچشمه می‌گیرند، ۹۰٪ آب ورودی دریای خزر را تامین می‌کنند. پس رودهایی که ازخاک روسیه سرچشمه می‌گیرند نقش مهمی در نوسانات تراز آب دریای خزر داردبه طوری هروقت میزان بارش درحوضه آبگیر رودها افزایش یابد باعث افزایش تراز آب دریا خزر شده است. وهر وقت میزان آب ورودی کاهش پیداکرد نقش مهمی درکاهش سطح تراز آب دریای خزر داشته است.

رودخانه‌هایی که به خزر شمالی می‌ریزند حدود ۸۵ درصد آبدهی رودخانه‌ای به دریا را تامین می‌کنند. در حالی که رودخانه‌های منتهی به خزر جنوبی حدود۶۰ درصد بار رسوبی رودخانه‌ای را وارد دریای خزر می‌کنند. در جدول ۱ میانگین دبی رودها، بالاترین و پائین-ترین دبی سالانه و ماهانه رودهای ایرانی حوضه آبریز دریای خزر مشخص شده است.



شکل۸-آبدهی رود ولگا و۷ رود حوضه آبریز دریای خزر

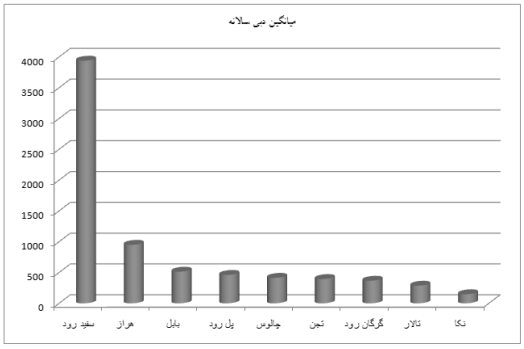
از نظر آمار میانگین دبی ۹ رودخانه مورد مطالعه، بالاترین آبدهی مربوط به سفیدرود و بعد از آن رودخانه هراز می‌باشد و پائین ترین دبی مربوط به رودخانه نکا می‌باشد (شکل ۹).

جدول ۱- میانگین دبی سالانه، بالاترین، پائین ترین دبی سالانه و ماهانه رودهای حوضه آبریز دریای خزر در ایران

شماره	نام رودخانه	میانگین دبی سالانه	بالاترین دبی سال آبی	پائین ترین سال آبی	بالاترین دبی ماه	پائین ترین دبی ماه
۱	سفید رود	۳۹۴۰	۱۳۴۷ -۴۸	۱۳۸۷-۸۸	اریبهشت	مهر
۲	هراز	۹۵۱	۱۳۴۷-۴۸	۱۳۷۹-۸۰	خرداد	بهمن
۳	بابل	۵۱۴/۸	۱۳۷۰-۷۱	۱۳۵۷-۵۸	اسفند	خرداد
۴	پل رود	۴۶۲,۴	۱۳۴۷-۴۸	۱۳۵۵-۵۶	اردیبهشت	مرداد
۵	چالوس	۴۱۴/۸	۱۳۷۰-۷۱	۱۳۲۹-۳۰	اردیبهشت	دی
۶	تجن	۳۹۵	۱۳۸۳-۸۴	۱۳۸۹-۹۰	فروردین	تیر
۷	گرگان	۳۶۸	۱۳۷۲-۷۳	۱۳۸۷-۸۸	فروردین	مرداد
۸	تالار	۲۸۷/۴	۱۳۶۶-۶۷	۱۳۸۹-۹۰	اسفند	مرداد
۹	نکا	۱۴۸/۳	۱۳۸۳-۸۴	۱۳۸۹-۹۰	اسفند	تیر

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۹- میانگین و درصد دبی ۹ رودخانه حوضه آبریز دریای خزر

از نظر درصد میزان آبدهی سفید رود با ۵۳٪ بالاترین رودخانه حوضه آبریز دریای خزر در خاک ایران است که وارد دریای خزر می‌شود و رودخانه هراز با ۱۳٪ مقام دوم آبدهی را دارا می‌باشد و کمترین درصد میزان آبدهی مربوط به رودخانه نکا با ۲٪ می‌باشد.

ضریب همبستگی عناصراقلیمی ونوسان سطح تراز آب:

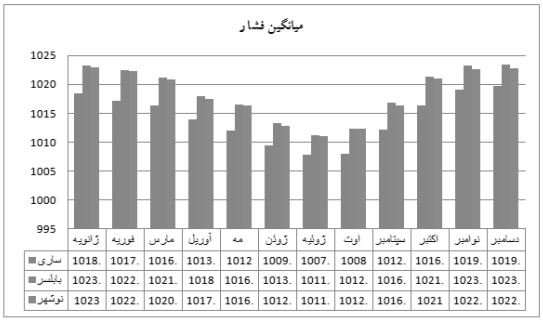
فشار هوا:

با افزایش و کاهش فشاراتمسفری، سطح دریا به طور هیدرواستاتیکی به تغییرات اتمسفری پاسخ می دهد. برای بررسی میانگین فشار هوا جدول شماره ۲ آماده شده است. مطابق این جدول حداکثر میانگین فشار هوا برای ایستگاه بابلسر مربوط به ماه دسامبر می‌باشد و در نوشهر ژانویه می‌باشد و میانگین کمترین فشار هوا در دو ایستگاه مربوط به ماه ژوئیه می‌باشد.

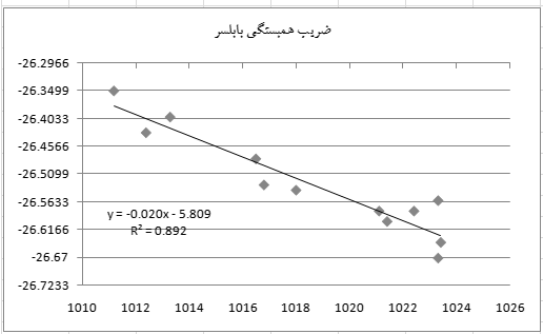
جدول ۲- میانگین فشار ماهانه و سالانه

ماهها	بابلسر	نوشهر
ژانویه	۱۰۲۳/۳	۱۰۲۳/۰
فوریه	۱۰۲۲/۴	۱۰۲۲/۳
مارس	۱۰۲۱/۱	۱۰۲۰/۸
آوریل	۱۰۱۸/۰	۱۰۱۷/۵
مه	۱۰۱۶/۵	۱۰۱۶/۴
ژوئن	۱۰۱۳/۳	۱۰۱۲/۸
ژوئیه	۱۰۱۱/۲	۱۰۱۱/۱
اوت	۱۰۱۲/۴	۱۰۱۲/۳
سپتامبر	۱۰۱۶/۸	۱۰۱۶/۴
اکتبر	۱۰۲۱/۴	۱۰۲۱/۰
نوامبر	۱۰۲۳/۳	۱۰۲۲/۶
دسامبر	۱۰۳۳/۴	۱۰۲۲/۸
سالانه	۱۰۱۸/۶	۱۰۱۸/۳

با توجه به میانگین سطح تراز ماهانه، پائین‌ترین سطح تراز آب دریای خزر مربوط به آذر و دی ماه می‌باشد که میانگین فشار هوا در دو ایستگاه بیشتر است و در تیرماه که حداقل میانگین فشار هوا ثبت شده است سطح تراز دریای خزر بیشتر می‌باشد.



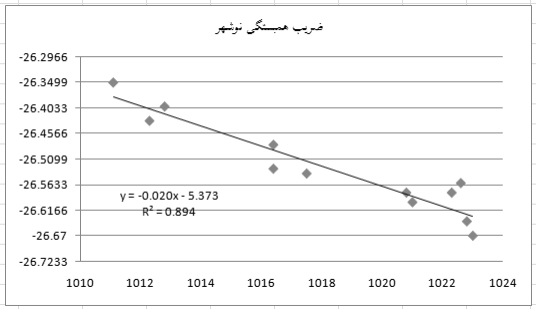
شکل ۱۰- میانگین فشار هوایستگاه بابلسر و نوشهر



شکل ۱۱- ضریب همبستگی بین فشار وسطح تراز در ایستگاه بابلسر

Archive of SID

www.SID.ir



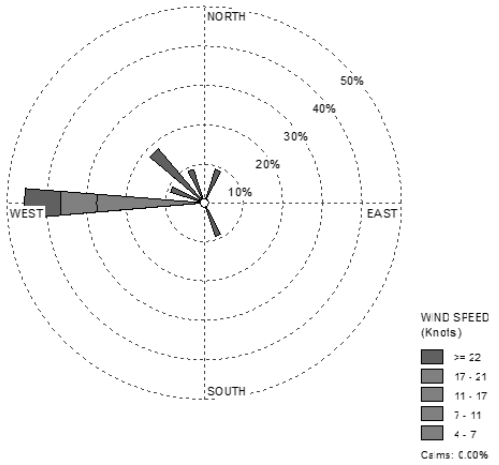
شکل ۱۲- ضریب همبستگی بین فشار وسطح تراز در ایستگاه نوشهر

در بحث مبانی نظری که سطح تراز با کاهش و افزایش میانگین فشار هوا در اقیانوسها و دریاها ارتباط دارد، ملاحظه گردید که میانگین فشار هوا با نوسانات سطح تراز از نظر آماری در دو ایستگاه ارتباط برقرار می‌شود، در شکل ۱۱ و ۱۲ رابطه نوسانات آب دریای خزر با میانگین ماهانه فشار هوا ترسیم شده است. بطوریکه دیده می‌شود ضریب همبستگی بین میانگین فشار و سطح تراز ماهانه آب دریای خزر در ایستگاه بابلسر عدد ۰/۹۴- و در ایستگاه نوشهر ۰/۹۵- بدست آمد و ارتباطی بین نوسانات سطح تراز با میانگین فشار در هر دو ایستگاه وجود دارد.

وزش باد در ایستگاه بابلسر نشان می‌دهد که در ۷۰ درصد از مواقع سال واجد باد می‌باشد. فراوانی باد در جهات مختلف به صورت گلباد میانگین سالانه نشان می‌دهد که جهت غالب باد غرب و شمال غربی می‌باشد. در بابلسر بیشترین سرعت باد مربوط به بهمن ماه با ۲۱ متر بر ثانیه و کمترین سرعت باد در شهریور ماه با ۷ متر بر ثانیه می‌باشد و از نظر فصلی بیشترین سرعت باد مربوط به فصل زمستان می‌باشد در این فصل دریا طوفانی شده و شکست امواج به طرف منطقه خشک ساحلی بیش از ۱۰متر سبب پیشروی آب دریا می‌شود. از نظر میانگین سالانه سرعت باد در ایستگاه بابلسر ۲۱ متر بر ثانیه می‌باشد (جدول ۳).

جدول۳- سمت و سرعت باد ایستگاه بابلسر

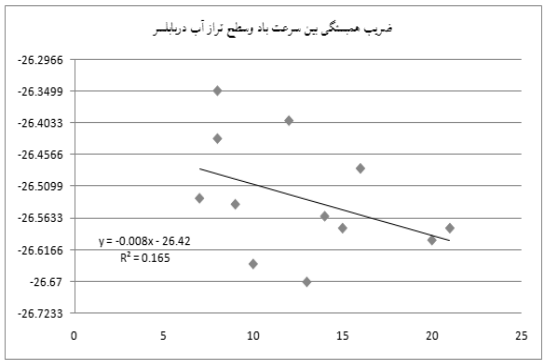
ماهها	سمت باد حداکثر (درجه)	سرعت باد حداکثر (متر بر ثانیه)
فروردین	۲۷۰	۹
اردیبهشت	۳۰۰	۱۶
خرداد	۱۶۰	۱۲
تیر	۲۷۰	۸
مرداد	۲۸۰	۸
شهریور	۲۸۰	۷
مهر	۲۶	۲۰
آبان	۳۲۰	۱۴
آذر	۲۸۰	۱۰
دی	۳۴۰	۱۳
بهمن	۲۸۰	۲۱
اسفند	۳۱۰	۱۵



شکل۱۳- گلباد سالانه ایستگاه بابلسر

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱۴- ضریب همبستگی بین سرعت باد وسطح تراز آب دریای خزر درایستگاه بابلسر

در شکل۱۴رابطه نوسانات آب دریای خزر با میانگین ماهانه سرعت باد ترسیم شده است. بطوریکه دیده می شود بین سرعت باد و سطح تراز آب دریای خزر عدد ۰/۴۱- بدست آمده که رابطه معنی‌داری بین سرعت باد و نوسان تراز آب دریای خزر در ایستگاه بابلسر را نشان می-دهد. وزش باد در ایستگاه نوشهر نشان می‌دهد که در ۶۷/۶ درصد از مواقع سال واجد باد می-باشد. فراوانی باد در جهات مختلف به صورت گلباد میانگین سالانه نشان می‌دهد که جهت غالب باد غرب و شمال غربی می‌باشد. حداکثر سرعت باد در ایستگاه نوشهر مهر واسفندماه با ۲۱ متر بر ثانیه می‌باشد و کمترین سرعت باد مربوط به مرداد ماه با ۸ متر بر ثانیه می‌باشد و میانگین سرعت باد در ایستگاه نوشهر ۲۱ متر بر ثانیه می‌باشد (جدول ۵).

در شکل ۱۶ رابطه نوسانات آب دریای خزر با میانگین ماهانه سرعت باد ترسیم شده است. بطوریکه دیده می‌شود بین سرعت باد و سطح تراز آب دریای خزر عدد ۰/۴۹- بدست آمده که رابطه معنی‌داری بین سرعت باد و نوسان تراز آب دریای خزر در ایستگاه نوشهر را نشان می-دهد.

جدول۵- سمت وسرعت باد ایستگاه نوشهر

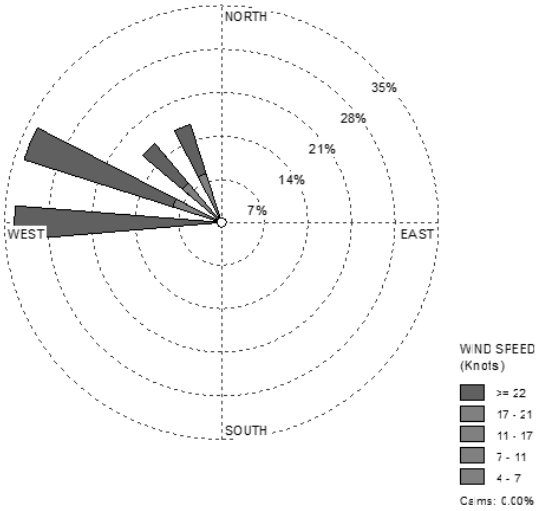
ماهها	سمت باد حداکثر(درجه)	سرعت باد حداکثر (متر برثانیه)
فروردین	۲۷۰	۹
اردیبهشت	۳۰۰	۱۶
خرداد	۱۶۰	۱۲
تیر	۲۷۰	۸
مرداد	۲۸۰	۸
شهریور	۲۸۰	۷
مهر	۲۶	۲۰
آبان	۳۲۰	۱۴
آذر	۲۸۰	۱۰
دی	۳۴۰	۱۳
بهمن	۲۸۰	۲۱
اسفند	۳۱۰	۱۵

مخاطرات ژئومورفولوژیک شهرهای ساحلی و نوسان تراز آب دریای خزر:

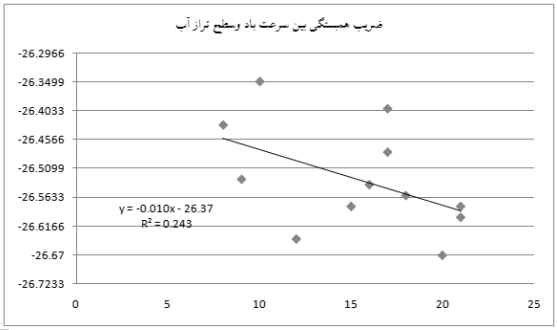
در منطقه مورد مطالعه شهرهای بابلسر، فریدون کنار، محمودآباد، نور، نوشهر و چالوس در کنار دریا واقع شده است. مشکلات موجود در سواحل در دو گروه کلی مخاطرات شامل: خطر فرسایش و رسوبگذاری، بالا آمدن تراز آب (بلند مدت و کوتاه مدت) و مخاطرات آبگرفتگی سواحل، طوفان و جریانات شکافنده و تخریب و تهدید منابع و محیط زیست طبقه‌بندی شد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱۵- گلباد سالانه ایستگاه نوشهر



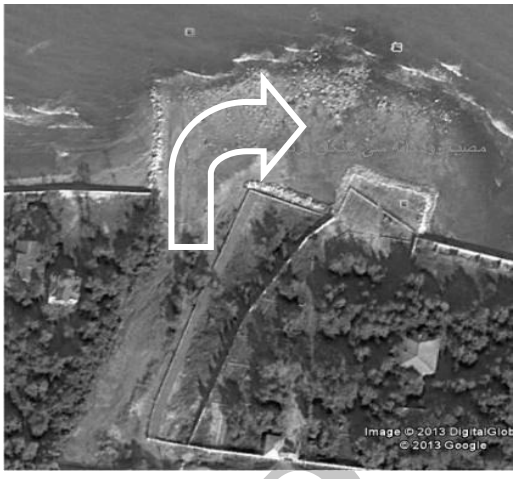
شکل۱۶- ضریب همبستگی بین سرعت باد وسطح تراز آب دریای خزر درایستگاه نوشهر

منطقه مورد مطالعه از نظر مخاطرات ژئومورفولوژی به دو قسمت تقسیم می‌شود که شامل: پهنه وسیع مازندران شرقی و مرکزی که تا شهرستان نور ادامه دارد. در این منطقه بخش خشک ساحلی دارای شیب ملایمی بوده در عوض ناحیه کم عمق ساحلی نسبتاً پرشیب می‌باشد. همچنین آثاری از بارهای رسوبی دور از ساحل که حاصل فرسایش مناطق پشت ساحلی بوده در این منطقه مشاهده می‌گردد. رسوبات در این قسمت بیشتر از نوع ماسه‌ای دانه ریز تا دانه متوسط بوده که در محیط های رسوبی مختلف گسترش یافته است (۱۶). شیب بستر دریای خزر در شرق بسیار ملایم است بطوریکه ژرفای ۱۰ و۲۰ متری دریای در فاصله ۴ و ۱۲ کیلومتر از ساحل قرار دارد (۲۰). امواج در این قسمت در فواصل بسیار دور از ساحل می‌شکنند و نیروهای حاصل از شکست آنها قبل از رسیدن به ساحل از بین می‌روند و قدرت فرسایش امواج کاسته می‌شود.

پهنه ساحلی غرب مازندران: این ناحیه شامل مناطق ساحلی غرب مازندران واقع بین نور تا چالوس می‌باشد. وجود ناحیه خشک ساحلی بسیار پرشیب که در اثر فاصله بسیار کوتاه ارتفاعات دامنه‌های شمالی البرز تا خط کرانه‌ای ساحلی ایجاد شده است و همچنین بستر دریا با شیب نسبتاً تند در این قسمت ویژگیهای ریخت‌شناسی این ناحیه را پرجاذبه نموده است. رودخانه‌هایی که در این ناحیه وارد دریا می‌شوند دارای رژیم رسوبگذاری با مواد درشت دانه در حد ریگ و قلوه سنگ که در مصب آنها معمولاً رسوبگذاری نموده‌اند و موجب انسداد دهانه رودخانه می‌شوند. رودخانه توسکاتک در سی سنگان نور به علت وفور مواد دانه درشت به صورت مخروط افکنه در مصب دریای خزر ته‌نشین شده است که در Google earth شکل ۱۷ نشان می‌دهد و چون جریان امواج موازی ساحل از غرب به شرق می‌وزد انباشت رسوبات در بیشتر رودخانه‌های منطقه‌ی مورد مطالعه در قسمت شرق دهانه مصب رودخانه ته‌نشین شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۷- مصب رودخانه توسکاتک در سی‌سنگان و توزیع تخته سنگ‌ها به ساحل بر اثر سیلاب

پر شیب بودن بستر دریا و ساحل شرایط را برای هجوم امواج فرساینده فراهم می‌کنند که البته شرایط آب و هوایی، وجود بادهای غالب و قوی در این منطقه موجب افزایش قدرت امواج متشکله و جریان‌های ساحلی فرساینده می‌گردند. مواد حاصل از فرسایش امواج تحت تاثیر اثر جریانات برگشتی به اعماق برده شده و در آنجا رسوبگذاری می‌شود که تداوم این امر موجب تشکیل بارهای ماسه‌ای دور از ساحل در این پهنه‌ی ریخت‌شناسی شده است. این ناحیه از نظر پدیده‌ی فرسایش دارای آسیب‌پذیری بسیار بالایی نسبت به سایر مناطق ساحلی بخش جنوبی دریای خزر می‌باشد. مهمترین عوارض ریخت شناسی این ناحیه از سواحل جنوبی دریای خزر شامل نوار باریک و پرشیب ساحلی، بستر عمیق و پرشیب دریایی، رودخانه‌های فصلی با رژیم رسوبی درشت دانه گراولی و پرتگاه‌های زیرآبی می‌باشد. گاهی در اثر پیشروی دریای خزر طی دو دهه گذشته مناطق وسیعی از سواحل این ناحیه دچار صدمات جدی و گاهی کلی شده‌اند که در نواحی سی سنگان و نوشهر نیمرخ مناطق پشت سواحل کاملاً از بین رفته است (۱۶)

جدول ۶- درصد شیب شهرهای منطقه ی ساحلی

نام شهرها	فاصله ی خط ساحلی تا ارتفاع صفربه متر	درصد شیب
بابلسر	۲۰۵۶۸	۰/۱۲
فریدونکنار	۱۸۸۳۰	۰/۱۳
سرخرود	۱۴۴۶۱	۰/۱۷
محمودآباد	۹۶۰۰	۰/۲۷
ایزدشهر	۷۸۹۹	۰/۳۲
نور	۴۹۲۲	۰/۵۲
رویان	۳۴۰۰	۰/۷۶
سی سنگان	۲۹۳	۸/۹
کهنه سرا	۱۷۶۸	۱/۴۷
نوشهر	۲۸۷۳	۰/۹
چالوس	۱۷۸۶	۱/۴۵

در بخش غربی منطقه شیب بستر دریا تند بوده (۰/۰۱۶) و محل قرارگیری ناحیه شکست امواج تاخط کرانه ساحلی بسیار نزدیک می‌باشد و ژرفای ۲۰ متری دریا در فاصله‌ی ۱تا ۲ کیلومتری ازخط ساحلی قرار دارد (نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نوشهر و چالوس). تحت این شرایط، نیروهای حاصل از امواج شرایط فرسایندگی مناطق ساحلی مشرف به این منطقه را به خوبی فراهم می‌کند (نور تا چالوس). طبق برآورد به عمل آمده بالاآمدگی آب دریای خزر از سال ۱۳۵۶ تا ۱۳۷۴ حدود ۳۰۲ کیلومتر مربع از اراضی ساحلی استان مازندران به زیرآب رفته، که مخاطرات ژئومورفولوژیکی و خسارت‌هایی به واحدهای مسکونی، اراضی کشاورزی و همچنین بسیاری از تاسیسات زیربنایی در منطقه ساحلی تخریب شده‌اند که نشان‌دهنده عدم کارایی حریم

Archive of SID

www.SID.ir

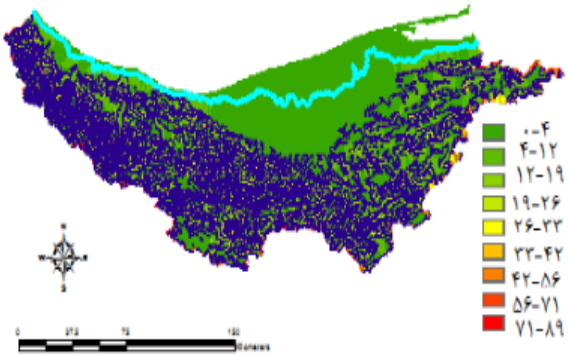
قانونی و پیشروی فعالیتهای انسانی رو به دریای مناطق ساحلی می‌باشد.

سواحل مورد مطالعه از نظر شیب به دو دسته تقسیم می‌شوند:

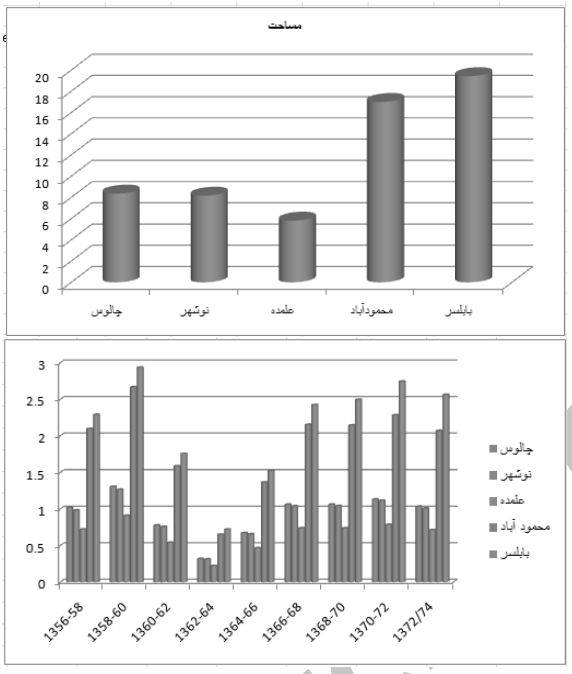
-منطقه ساحلی غرب با شیب زیاد ۸/۹ درصد در سی‌سنگان و در چالوس ۱/۴۵ درصد دارا می‌باشد.

-منطقه ساحلی با شیب ملایم، ۰/۱۲ درصد در بابلسر، ۰/۱۸ درصد در فریدونکنار و ۰/۲۷ درصد در محمودآباد می‌باشد.

جهت بررسی میزان پیشروی آب دریای خزر، تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۷۷ که سطح تراز آب دریای خزر در ارتفاع ۲۸/۲۵- متر با تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۶/۰۷/۱۹ میلادی که سطح تراز آب دریای خزر در ارتفاع ۲۶/۰۴- متر بوده مقایسه شده است. بیشترین سطح به زیر آب رفته، مربوط به شرق منطقه می‌باشد. در غرب منطقه از نور تا چالوس، افزایش نسبی شیب ساحل میزان پیشروی آب دریای خزر کمتر بوده است. به طوری که در شکل ۱۸ نشان می-دهد ارتفاع صفر در بابلسر حدود۲۱ کیلومتر و در ساحل سی سنگان در فاصله ی ۲۹۳ متری از دریای واقع شده است. لذا باتوجه به شیب منطقه‌ی ساحلی مخاطرات آب گرفتگی در شرق استان بیشتر و در سی‌سنگان نور کمتر است.



شکل ۱۸- ارتفاع صفر منطقه ساحلی



شکل ۱۹- وسعت اراضی مستغرق شده شهرهای منطقه موردمطالعه در دوره های دوساله۱۳۷۴-۱۳۵۶

پیشروی آب دریای خزر سبب تهدید شهرهای ساحلی، سیستم فاضلاب شهری، تجهیزات بندری نوشهر و فریدونکنار اثر منفی داشته است. زیرا این گونه تجهیزات نیازمند تعمیر و تعویض و یا مرمت خواهد بود. حتی در بعضی موارد از نو بنا شود. بسیاری از سیستم‌های آبرسانی هماهنگ با نفوذ رسوبات نمک باید بازسازی شوند. چاههای آب باید جابه جا شوند (شکل ۲۰) علاوه بر آسیبهای مادی و فیزیکی

Archive of SID

www.SID.ir

احتمال شیوع بیماریهای واگیردار به سبب پرشدن و سرریز شدن مخازن فاضلاب و آلودگی محیط زیست وجود دارد. در زمان ترازهای توفانی ویلاها و ساختمانهای مسکونی که در کنار ساحل ساخته شده‌اند شدیداً در معرض خطر و نابودی قرار دارند. تهدید تعداد زیادی از شهرهای ساحلی به دلیل رشد جمعیت و گسترش وسعت شهرها و تراکم بالای جمعیت و عدم رعایت حریم دریا و تغییرات خط ساحلی از نتایج پیشروی و مخاطرات آب دریای خزر در شهرهای منطقه‌ی ساحلی می-باشد.

شکل ۲۰- پیشروی دریا، تغییر خط ساحلی و وجود چاه در داخل دریا ساحل بابلسر

به طورکلی، فرسایش ساحل فرایندی طبیعی است و نمی‌توان به آن در زمره بلایای طبیعی نگریست. فرسایش و مخاطرات هنگامی رخ می‌دهد که در مناطق ساحلی شروع به ساخت و ساز بشود، زیرا این محیط همواره تحت تاثیر حرکت امواج و رسوبات قرار دارد. پیشروی آب دریا، پلاژها و ویلاهای ساحلی و گردشگاهی بسیاری به زیر آب رفتند (عدم رعایت حریم دریا). ساختمان‌های ساحلی تخریب شده و آثار و بقایای ساختمانها، بویژه چاه آب به چاله مرگ تبدیل شده‌اند. برای برپایی ساخت و ساز در سواحل، باید دستورالعمل و حریم دریا را رعایت نمایند.

هر چه میزان شیب منطقه ساحلی کاهش یابد میزان پتانسیل خطر آبگرفتگی افزایش می‌یابد. بنابراین از سمت غرب به شرق مازندران با توجه به کاهش شیب بخش خشک ساحلی خطر آبگرفتگی در اثر بالا امدن سطح تراز آب دریای خزر افزایش می‌یابد. شدت آسیب پذیری فرسایشی در سواحل جنوبی دریای خزر در سواحل غرب مازندران بیشتر از نواحی دیگر است. اما پتانسیل خطر ابگرفتگی در مناطق شرق مازندران بیشتر است.

بحث و نتیجه‌گیری

سطح آب دریای خزر از سال ۱۸۸۲ میلادی تا ۱۹۷۷ میلادی در طول ۹۵ سال ۳/۷۵ متر نوسان داشته است. از آنجایی که حدود هر ۴ کیلومتر مکعب از حجم آب دریای خزر معادل یک سانتیمتر از ضخامت آب دریا است. لذا طی این دوره حدود ۱۵۰۰ کیلومتر مکعب از حجم آب دریای خزر کاسته شده است. از سال ۱۹۷۷ میلادی تا سال ۱۹۹۵ میلادی در طی ۱۸ سال سطح تراز آب دریای خزر معادل ۲/۳۸ متر افزایش یافته است. در این دوره حدود ۹۵۲ کیلومتر مکعب به حجم آب دریای خزر اضافه شده است و حدود ۳۰۲ کیلومتر مربع از اراضی ساحلی استان مازندران به زیر آب رفته است. میانگین سطح تراز آب دریای خزر در سال ۱۳۹۲ در ارتفاع ۲۶/۵۶- متر می-باشد. در طول سال سطح تراز آب دریای خزر

Archive of SID

www.SID.ir

حدود۵۰ سانتی متر نوسان دارد که بالاترین سطح تراز در فصل تابستان و پائین‌ترین سطح تراز فصل زمستان می‌باشد. ولگا به عنوان بزرگترین منبع تغذیه آبی دریای خزر بیش از ۸۰ درصد ورودی رودخانه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد آب رودخانه ولگا، ۶۰ درصد از ذوب برف آب تشکیل شده است. رودهای ایران حدود ۳٪ از آب ورودی دریای خزر را تامین می‌کنند که بالاترین میزان آبدهی رودخانه در خاک ایران مربوط به سفید رود می‌باشد. همچنین نوسان آب دریای خزر با فشار هوا از سطح حوضه دریای خزر ارتباط دارد.

بر اساس نتایج حاصل شده نوسان سطح تراز آب دریای خزر به میزان بارش حوضه آبریز دریای خزر، کاهش ورودی آب رودخانه‌ها، تبخیر و عامل تکتونیکی بستگی دارد. پیشروی آب دریای خزر سبب تهدید شهرهای ساحلی، خسارتهایی به واحدهای مسکونی و اراضی کشاورزی شده است و بسیاری از تاسیسات زیربنائی در منطقه‌ی ساحلی تخریب شده‌اند. اختلال در چرخه آب، غرقابی تاسیسات دریائی و نفوذ آب شور به آبهای شیرین از عواقب پیشروی آب دریای خزر است.

هر چه میزان شیب منطقه ساحلی کاهش یابد میزان پتانسیل خطر آبگرفتگی افزایش می‌یابد. بنابراین از سمت غرب به شرق مازندران با توجه به کاهش شیب بخش خشک ساحلی خطر آبگرفتگی در اثر بالا آمدن سطح تراز آب دریای خزر افزایش می‌یابد. شدت آسیب پذیری فرسایشی در سواحل جنوبی دریای خزر در سواحل غرب مازندران بیشتر از نواحی دیگر است. اما پتانسیل خطر آبگرفتگی در مناطق شرق مازندران ساحلی بیشتر است. شیب بستر دریای خزر در شرق بسیار ملایم است. بطوریکه ژرفای ۱۰ و۲۰ متری دریای در فاصله ۴و۱۲ کیلومتر از ساحل قرار دارد. امواج در این قسمت در فواصل بسیار دور از ساحل می‌شکند و نیروهای حاصل از شکست آنها قبل از رسیدن به ساحل از بین می‌روند. در بخش غربی منطقه‌ی مورد مطالعه شیب بستر دریا بسیارتند بوده (۰/۰۱۶) و محل قرارگیری ناحیه شکست امواج تا خط کرانه ساحلی بسیار نزدیک می-باشد و ژرفای ۱۰ و۲۰ متری دریا در فاصله ۱تا۲ کیلومتری از خط ساحلی قرار دارد. تحت این شرایط، نیروهای حاصل از امواج شرایط فرسایندگی مناطق ساحلی مشرف به این ناحیه را به خوبی فراهم می‌کند (نور و نوشهر و چالوس). جهت بهره‌برداری علمی پهنه‌های مختلف حریم برای دریای خزر در نظر گرفته شود و هر گونه ساخت و ساز دائمی و ثابت از ارتفاع ۲۴- متر ممنوع گردد. با توجه به شیب منطقه‌ی ساحلی برای شرق و غرب منطقه‌ی مورد مطالعه حریم نوسان سطح آب و فرسایش امواج در نظر گرفته شود.

References:

1-Alizadeh Katke Lahijani, H., 2004. An introduction to the features of the Caspian Sea, Tehran, Nour bakhsh publications.

Archive of SID

www.SID.ir

2-Alizadeh Lahijani, H., 2008. South Caspian Mouth Configuration Under Haman Impact and Sea level Fluctuations, Environmental Sciences Vol.5, No.2, winter 2008, 65-86.
3-Aghanabati, S. A., 2010. Geology of Iran, Geological Organization and Country Mineral Exploration Publications.
4-Department of Housing and Urban Development, Urban Development regulation sadopted by the Supreme Council for Planning and architecture of Iran (date established by the end of1999).
5-Department of Housing and Urban Development, Office of Mazandaran Meteorology, climate elements Statistics data stations data statistics of Sari, Dashtenaz, Amir Abad, NOSHAHR and BABOLSAR.
6-Department of Housing and Urban Meteorological of Bakhtiari province. Climate station data statistics of the region under study. Sites www.chaharmahalmet.ir / iranarchive.asp
7-Department of Energy. 2010, Study Guide buffering coastal seas, lakes, wetlands and estuaries,Vice President of Strategic Planning and Monitoring.
8-Department of Energy, water resources management, discharge of rivers in the catchment area of the Caspian Sea Mazandaran and golestan.
9-Ministry of Energy, Water Research Institute, National Center studies sea -based libraries 1926-2011.
10-Department of Energy, National Institute of Oceanography, the water level of the Caspian Sea Bandar Anzali station statistics since 1926 to 2011.
11-Department of Energy, National Institute of Oceanography, statistical data on temperature, pressure, water level of the Caspian Sea evaporating.
12-Download satellite images from www.Landcover.organdwww.Earth explorer.usgs. gov.
13-Eric Bird, Coastal Geomorphology, 2008. Principal Fellow in Geomorphology Australia, University of Melbourne.
14-Igorzone, 2000. History of the Caspian Studies. Translation Shamsi ,A., Ministry of Energy, Water Research Institute, National Center for Caspian Studies.
15-Kardavani, p., 1995. Iran Aquatic Ecosystems,(Caspian sea).Qoms publications.
16-Khoshravan, H., 2011. Studyof nature conservation on the southern coast of the Caspian Sea and providing efficient methods for their maintenance, development, creation, the Water Research Institute, National Center for Research of the Caspian Sea.
17-Khoshravan, H. and H. Barimani, 2012.Seismic vulnerability, Caspian Sea southern coast. Quaternary International (261)9-13.
18-Lorestani,Gh. 2011. Hydrodynamic the Caspian Sea and its effect on the Sefidrud delta coastline morphology. Phd Dissertation, Department of Geography, Tehran University.
19-Ministry of Works and Urban Development, Ports and Shipping Organization of Noushahr, Caspian Sea water level survey data station of NOSHAHR, the statistics of sea water level until 2013.
20-Ministry of Industries and Mines, Geological Survey of mineral exploration, geological map 1:100000 and 1:250000 Sari, Babol, Amol, Noor, Nowshahr and Chaloos.
21-pollingstations statistics of the water level of the Caspian Sea station, Baku, Azerbaijan

Archive of SID

www.SID.ir

22-Qanqrmh. et al, 1999.southern coast of the Caspian Sea flooding, Caspian Sea, Water Resources Research Center.
23-Qanqrmh, and Malik. In 2011. Fluctuations in the Caspian Sea (2010-2011) and related peripheral components, the Ministry of Energy, Water Research Institute, National Center for Research of the Caspian Sea.

Archive of SID

www.SID.ir