

تأثیر نوسانات سطح آب دریا بر روی ژئومورفولوژی و مورفودینامیک سواحل دریای خزر (مطالعه موردی خلیج گرگان)

بابک نجفی‌ها^۱ و ولادیمیر بونیاگریان^۲

^۱دکتر، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

^۲استاد، دانشگاه دولتی ایروان، ایروان، ارمنستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۱۳

چکیده

دریای خزر به عنوان بزرگ‌ترین دریاچه جهان، در دوره‌های مختلف شاهد نوسانات زیادی بوده است. منطقه مورد مطالعه در استان مازندران در جنوب شرقی دریاچه خزر است. این تحقیق در محدوده نواحی ساحلی خلیج گرگان، زبانه ماسه‌ای میانکاله با هدف بررسی نوسانات سطح آب دریایی خزر بر سواحل این منطقه انجام گرفته است. تحقیق حاضر به وسیله ترکیبی از بررسی‌های میدانی و مطالعه عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در طی بازه زمانی ۴۰ انجام گرفته است. این مطالعه تأثیر تغییرات سطح آب دریا در سواحل جنوب شرقی (خلیج گرگان و زبانه ماسه‌ای میانکاله) را مورد بررسی قرار داده است. تأثیر پیشروی و پسروی دریا از ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۴، مساحت خلیج گرگان، زبانه ماسه‌ای میانکاله، احداث دیوارهای محافظتی، موج شکن، سیل گرفتگی زمین‌های کشاورزی، جاده‌ها و تغییرات کاربری زمین مورد بحث قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان داد که بالا آمدن سطح آب باعث از بین رفتن محدوده ساحلی این منطقه شده است. فعالیت انسان در جهت استفاده از زمین‌های سواحل به‌طور ناخواسته منجر به تغییر شکل و تخریب آن شده است.

کلیدواژه‌ها: تغییرات سطح دریا، جریان‌های موازی ساحلی، خلیج گرگان، زبانه ماسه‌ای.

*نویسنده مسئول: بابک نجفی‌ها

E-mail: najafha@yahoo.com

۱- پیش‌نوشتار

هدف اصلی این تحقیق مشخص کردن حالات فعلی سواحل در قسمت جنوب شرقی دریای خزر است. از دهانه رودخانه تجن تا انتهای زبانه ماسه‌ای (spit) میانکاله عوامل طبیعی (جریان‌های دریایی و...) و انسانی (ساخت‌وساز تأسیسات ساحلی و برداشت شن ماسه...) بر دینامیک سواحل تأثیر می‌گذارند. مهم‌ترین فرایندی که با آن می‌توان دینامیک سواحل را تعریف کرد، همان فرایند حرکت یا شکل‌گیری رسوبات در نواحی مورد نظر است. باید از سواحل در برابر فرسایش و مسدود شدن بنادر حفاظت کرد. حفاظت از مناطق ساحلی بخش مهم و حیاتی در برنامه مدیریت سواحل به منظور دستیابی به توسعه پایدار است (Khoshrovan, 2002). مهم‌ترین عامل انتخاب این محدوده قرار گرفتن در منطقه حفاظت شده محیط زیست است. این محدوده شرایط طبیعی خود را بیشتر حفظ کرده و فعالیت انسانی کمتر باعث تخریب عوارض ژئومورفولوژیکی شده است. از جمله مطالعاتی که افراد مختلف در گذشته انجام داده‌اند می‌توان تحقیق در مورد مونتوینگ سواحل جنوبی دریایی خزر (Lak and Gharib, 2004)، تکامل سواحل جنوبی دریای خزر (Lak and Kheri, 2004)، تأثیر ساخت‌وسازهای ساحلی و فعالیت انسانی بر رسوبات ساحلی محدوده میانکاله (نخجیری و همکاران، ۱۳۹۱) و تعیین مکان‌ها جهت ریسک‌های بالای فرسایش در سواحل جنوب شرقی دریای خزر را نام برد. بررسی جهت و شدت بادهای غالب منطقه در بلند مدت انجام گرفته و اثر باد بر روی فرایندهای فرسایشی سواحل خلیج گرگان مطالعه شده است. تغییرات سطح دریای خزر و مسائل زیست‌محیطی آن بر روی زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان مورد مطالعه قرار گرفته است. رسوبات بخش شمالی زبانه ماسه‌ای میانکاله به طرف انتهای شرقی شبه جزیره (آشوراده) حالت ماسه‌ای سیلتی دارد (متدین، ۱۳۸۴). مناطق ساحلی یکی از زون‌های ژئودینامیکی فعال می‌باشد. گسترش این پهنه نه تنها تحت تأثیر نیروهای طبیعی است (نیرو و امواج، جریان‌های ساحلی، خصوصیات ساختارهای ساحلی و کف آن، نوسانات سطح آب و غیره)، همچنین تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی نیز (ایجاد ساختارهای با مکان‌یابی نادرست، ساختن بندرگاه و موج‌شکن‌ها، برداشت شن و ماسه از ساحل و غیره) قرار دارد. سواحل جنوبی دریای خزر در ایران حدود ۶۷۳ کیلومتر درازا دارد (علایی طالقانی، ۱۳۹۰) و در قسمت جنوبی شبه‌نعل اسب است. در ایران رودخانه‌ها و سامانه‌های ساحلی یکی از مهم‌ترین عوامل در تعیین محل شهرها شبکه حمل‌ونقل،

۲- منطقه مورد مطالعه

فعالیت‌های بازرگانی، گردشگری، کشاورزی و توسعه مناطق صنعتی است (قنوتی و منصور، ۱۳۹۲). نوسان آب دریای خزر می‌تواند در محدوده ساحل، موجب اثرات سازنده و مخربی از قبیل افزایش یا کاهش عمق آب دریا، افزایش یا کاهش ارتفاع و قدرت امواج، تغییر در سطح استاندارد فرسایش، تغییر در مناطق رسوب‌گذاری، عقب‌نشینی یا جلوآمدگی خط ساحلی، نفوذ یا عدم نفوذ آب شور دریا به داخل آب شیرین رودخانه و آب زیرزمینی، افزایش یا کاهش سطح اساس رودخانه‌ها، تغییرات سطح ایستایی سفره آب‌های زیرزمینی و غیره شود. از میان این اثرات فقط پنج نوع اول آن دخالت اساسی در شکل‌گیری اشکال ساحلی دارند.

منطقه مورد مطالعه شامل بخش جنوب شرقی دریای خزر است. از نظر موقعیت جغرافیایی در شمال ایران و ما بین دو استان گلستان و مازندران قرار دارد که به ترتیب از غرب به شرق شهرستان‌های بهشهر، گلوگاه، بندرگز و بندر ترکمن آن را احاطه کرده‌اند. خلیج گرگان بخش پست دریاچه خزر بوده که امروزه در حد تراز منفی ۲۷ متر از سطح دریای آزاد قرار گرفته است. پستی بلندی‌های بخش غربی زبانه ماسه‌ای میانکاله تحت تأثیر فعالیت انسانی کاملاً فرسایش یافته است. محدوده میانکاله به علت قرار گرفتن در منطقه حفاظت شده محیط زیست فعالیت انسانی کمتر اثر تخریبی دارد و عوارض ژئومورفولوژیکی بهتر قابل شناسایی هستند. زبانه ماسه‌ای میانکاله از غرب به شرق به طول ۵۵ تا ۶۰ کیلومتر با پهنایی برابر ۳/۷ کیلومتر تا ۸۰۰ متر است. این زبانه ماسه‌ای یک زبانه تجمعی (spit) است که به وسیله رسوبات حاصل از امواج طولی با نهشته‌های ماسه‌ای از غرب به شرق رسوب‌گذاری می‌کند. زبانه میانکاله را می‌توان مشابه دماغه‌های کورسکایا و ویسلینسکایا در دریای بالتیک به شمار آورد (Ignatov and Nuri, 2002).

خلیج گرگان بزرگ‌ترین خلیج جنوبی دریای خزر با مساحتی برابر ۴۰۰ کیلومتر مربع با بیشینه طولی ۷۰ کیلومتر و بیشینه عمق ۵ متر است و گرگان (استرآباد) را از دریا جدا می‌سازد (Karbassi and Amirzhad, 2004). ساحل این خلیج، مردابی است و تعداد قابل توجهی جزایر با ارتفاع ۰/۵ تا ۱ متر در قسمت غربی خلیج دیده می‌شود. هدف اصلی این مطالعه بررسی تغییرات خط ساحلی جنوب

داده‌های ایستگاه انزلی (۱۹۲۶ تا ۲۰۰۶) نشان‌دهنده این است که از ۱۹۳۱ تا ۱۹۷۶، سطح آب از ۲۵/۵ تا ۲۸/۵ متر تغییر داشته است و از سوی دیگر از ۱۹۷۶ تا ۱۹۹۴ آب تا ۲/۳ متر بالا رفت. از سال ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۹ این مقدار تا نیم متر کاهش داشته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نوسان سطح آب خزر در بازه ۸۰ ساله اخیر بین منفی ۲۵/۳ تا منفی ۲۸/۴ در نوسان بوده است (کوتایی و همکاران، ۱۳۸۹) (جدول ۱). همان‌گونه که پیشتر اشاره شد در دیگر نقاط مشاهدات سیستماتیک سطح آب دریای خزر از ۱۸۳۷ آغاز شده است. این داده‌ها در نیمه دوم قرن ۱۹ از منفی ۲۶ متر تا منفی ۲۵/۵ متر به عنوان بیشترین ارتفاع با روند کاهشی نوسان داشته است. این روند کاهشی در قرن بیستم هم ادامه داشته و در خلال ۱۹۲۹ تا ۱۹۴۷ سطح آب تا ۲ متر نیز کاهش یافته است از منفی ۲۵/۸ تا منفی ۲۷/۸ متر، رسیده است. در سال‌های بعد با ادامه روند کاهشی، سطح آب دریا در سال ۱۹۷۷ به منفی ۲۹/۰۱ رسیده که این میزان کاهش به بیش از ۱/۲ متر بالغ شده است. پس از این زمان سطح آب به شدت افزایش یافته و به منفی ۲۶/۶۶ (افزایش ۲/۳۵ متر) در سال ۱۹۹۵ رسیده است. خلاصه این تغییرات تا سال ۲۰۰۱ در جدول ۱ آورده شده است. از سال ۲۰۰۱ تا امروز نیز دریای خزر دوباره شروع به بالا رفتن کرده و در ۲۰۰۴ تراز سطح دریا به منفی ۲۷/۴۳ رسیده است (دهباشی و همکاران، ۱۳۹۶). سطح آب در ۹۷ سال اخیر منفی ۲۷/۲۷ و پیشینه و کمیته منفی ۲۶/۲ و ۲۸/۲ متر بوده است. بیشترین تغییرات در دهه‌های ۳۰، ۸۰ و ۹۰ قرن ۲۰ مشاهده شده است. متوسط پستی ۱۶ سانتی‌متر در سال در محدوده زمانی ۱۹۲۹ تا ۱۹۴۱ با پیشینه ۳۰ تا ۳۳ سانتی‌متر در یک سال مشاهده شد. متوسط پستی آب ۱۳ سانتی‌متر در سال بین سال‌های ۱۹۷۸ تا ۱۹۹۵ با پیشینه ۳۳ تا ۳۵ سانتی‌متر در یک سال بود. پستی دریا و پستی خط ساحلی و در نتیجه تشکیل سواحل وسیع از آثار پستی دریا در خلال سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۷۰ است (Bayramov and Mamedov, 2008; Masumian, 1999) (شکل ۲).

۵- علل تغییرات

علت نوسانات دریای خزر هنوز به‌طور کامل مشخص نیست و در این رابطه از دیدگاه‌های مختلف نظرات متفاوتی ارائه شده است (Kroonenberg et al., 2007) اما بیشتر مطالعات تأکید بر تغییرات آب‌وهوایی و فعالیت انسانی دارند. بعضی مطالعات نیز وزنه بیشتری برای فاکتورهای زمین‌شناسی و تکنیکی قائل هستند (Shiklomanov et al., 1995; Golitsyn, 1995; Firoozfar et al., 2012; Naderi Beni et al., 2013; Leory et al., 2012) (جدول ۲).

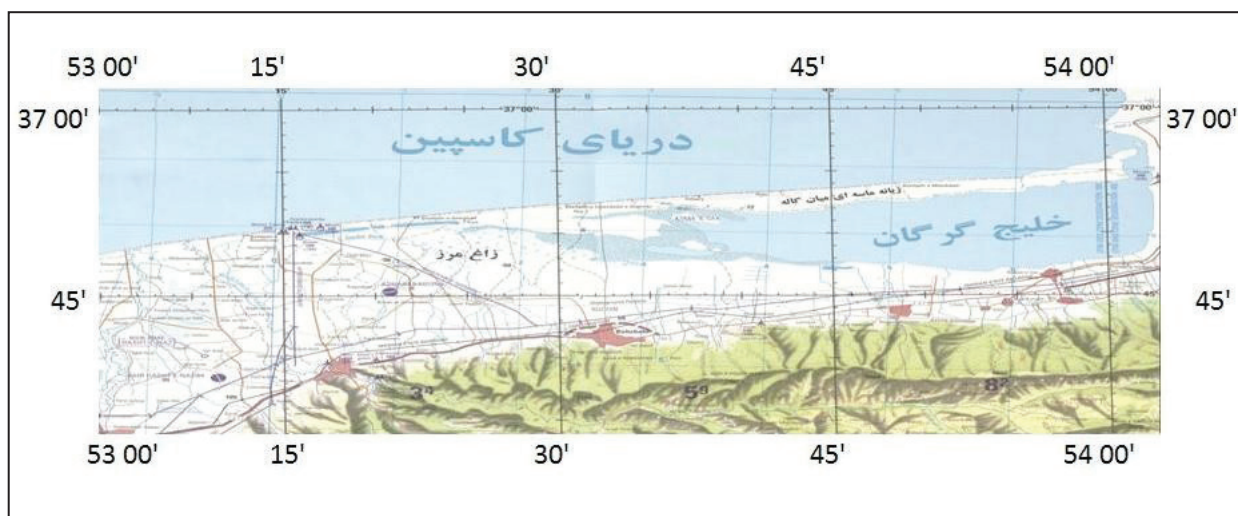
شرقی دریای خزر در طی سال‌های مختلف (از دهانه رودخانه تجن تا انتهای زبانه ماسه‌ای میانکاله)، تأثیر ساخت‌وسازها و تأسیسات ساحلی در فرسایش ساحلی و اثر عوامل طبیعی بر دینامیک ساحل، طبق مطالعات ژئومورفولوژیک است (Ghanghormeh and Nejadgholi, 2001). مناطق جنوب شرقی دریای خزر یکی از مناطق حساس در برابر تراز آب به شمار می‌روند در حالی که تغییرات مورفولوژی ساحلی در مناطق دیگر دریای خزر چندان محسوس نبوده است (عبدلهی کاکرودی، ۱۳۹۲) (شکل ۱).

۳- مواد و روش‌ها

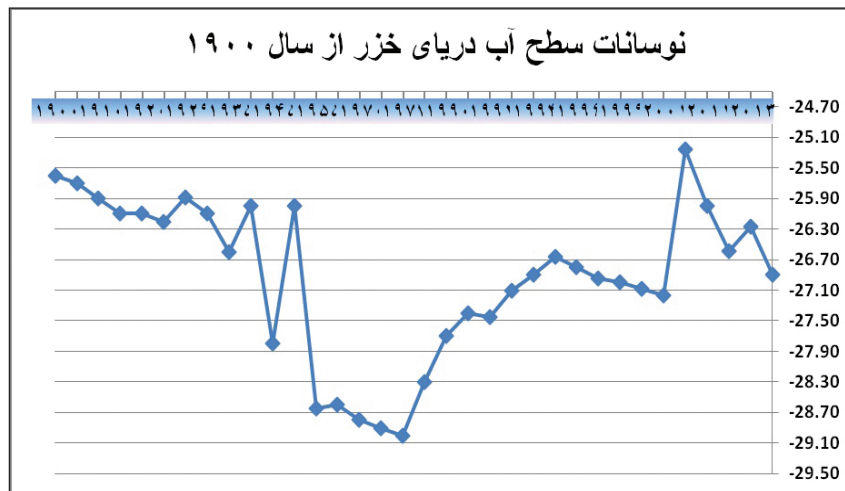
تأثیر نوسانات آب دریا خزر بر روی ساحل زبانه ماسه‌ای میانکاله، مطالعه جابه‌جایی و حرکت رسوب در طول ساحل (از روش هیدروشناسی) و تأثیر این جابه‌جایی را می‌توان به عنوان مهم‌ترین فرایند دینامیک ساحلی تعریف کرد. در این پژوهش استفاده از عکس‌های هوایی سال ۱۹۵۵ که قدیمی‌ترین اطلاعات تصویری (عکس‌های هوایی) است و تصاویر ماهواره‌ای لندست MSS، ETM، Spot سال‌های ۱۹۷۵، ۲۰۰۱، ۲۰۰۴ و ۲۰۱۵ جهت مقایسه محدوده سواحل زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان و همچنین تغییرات سطح تراز دریای خزر از سال ۱۹۰۵ تا ۲۰۱۳ انجام گرفت. روش انجام پژوهش با محاسبه حجم رسوب انباشته شده در پشت اسکله بندر امیرآباد و اسکله صدر و میزان فرسایش سواحل شرق اسکله صدر، بررسی‌های میدانی منطقه و گزارشات موجود، استفاده از اطلاعات نوسانات آب دریای خزر و مقایسه قدیمی‌ترین اطلاعات با جدیدترین، نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی به همراه آنالیزهای آزمایشگاهی و رسوب‌شناسی و مصاحبه با ساکنین محلی بوده است.

۴- یافته‌ها و بحث

اندازه‌گیری دستگاهی تراز آب دریای خزر برای اولین بار از سال ۱۸۳۰ میلادی توسط لندس در خلیج باکو آغاز شد (Sears and Merriman, 1980). اندازه‌گیری سیستماتیک تراز آب در همان نقطه از ۱۸۳۷ ادامه یافت اما پیوستگی داده‌های اندازه‌گیری تراز خزر از سال ۱۸۸۰ است (پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، ۱۳۹۴). قبل از مشاهدات دستگاهی، تغییرات سطح تراز دریای خزر قبل از ۱۸۳۰، توسط Brückner (1890) مورد مطالعه قرار گرفت، او از شواهد متفاوت استفاده کرد که نتایج آن در جدول ۱ خلاصه شده است (Brückner, 1890).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه (۱) زبانه ماسه‌ای میانکاله (اسپیت میانکاله) (۲) خلیج گرگان (۳) رودخانه تجن (۴) رودخانه نکا.



شکل ۲- تغییرات سطح آب دریای خزر از ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۳.

جدول ۱- زمان و نوع شواهد تاریخی نوسانات دریای خزر از قرن ۱۰ تا قرن ۱۹ میلادی (Brückner, 1890).

سال	منبع اطلاعات	سطح آب دریای خزر (متر)	سال	منبع اطلاعات	سطح آب دریای خزر (متر)
۱۸۰۵	منابع بسیار	-۲۲/۷	۹۱۵ تا ۹۲۱	شش اثر سطح آب در دیوار قلع دربنت	-۱۷/۴
۱۸۱۶	منابع بسیار	-۲۳/۸	۱۱۰۰ تا ۱۱۵۰	ساختمان کاروانسرای نزدیک باکو که بعدها زیر آب رفت	-۳۰/۴
۱۸۳۰	منابع بسیار	-۲۵/۸	۱۳۰۶ تا ۱۳۲۰	مقبره شیخ زاهد در لنکران که در خطر سیل قرار گرفت	-۱۶/۰
۱۸۴۳ تا ۱۸۴۶	منابع بسیار	-۲۶/۷	۱۴۰۰	مسجدی در باکو (با اندکی عدم قطعیت)	-۲۱/۴
۱۸۴۷	منابع بسیار	-۲۶/۰	۱۵۵۶	جهت رود ولگا به طرف خزر (نه کاملاً قابل اطمینان)	-۲۴/۷
۱۸۵۱-۱۸۵۵	منابع بسیار	-۲۶/۴	۱۶۳۸	آثار بر دیوار قلع دربنت	-۲۱/۳
۱۸۵۶ تا ۱۸۶۰	منابع بسیار	-۲۶/۴۷	۱۷۱۵ تا ۱۷۲۰	منابع بسیار در کمترین سطح در سال ۱۷۱۵	-۲۵/۹
۱۸۶۱ تا ۱۸۶۵	منابع بسیار	-۲۶/۳۹	۱۷۳۵ تا ۱۷۴۳	منابع بسیار از ۱۷۲۳ تا ۱۷۴۳ در حدود ۲/۴ بالا رفت	-۲۲/۷
۱۸۶۶ تا ۱۸۷۰	منابع بسیار	-۲۶/۰۱	۱۷۵۴ تا ۱۷۶۶	منابع بسیار	-۲۲/۷۵
۱۸۷۱ تا ۱۸۷۵	منابع بسیار	-۲۶	۱۷۶۷ تا ۱۷۸۰	منابع بسیار	-۲۲/۶۵

جدول ۲- مقایسه مساحت زبانه ماسه‌ای و خلیج گرگان.

منبع	مساحت خلیج گرگان (کیلومتر مربع)	مساحت زبانه ماسه‌ای	قدرت تفکیک طیفی و مکانی
عکس هوایی سازمان نقشه‌برداری	۳۶۶/۶۶	۱۱۶	۱۹۵۵
تصویر ماهواره‌ای لندست	۳۲۴/۹۴	۱۰۸/۷۲	۱۹۷۵
تصویر ماهواره‌ای لندست	۵۴۰/۱۱	۱۷۵/۳۷	۲۰۰۱
تصویر ماهواره‌ای spot	۴۷۰/۹۸۶	۱۶۰/۹۷	۲۰۱۵

۶- تأثیر نوسانات سطح تراز دریای خزر بر دینامیک سواحل (زبانه ماسه‌ای میانکاله) و مناطق اطراف آن

یکی از اثرات بالا آمدن سطح آب دریای خزر پیشروی آب دریا در سواحل است (شکل ۴). قرار گرفتن درخت نخل در خط ساحلی، قرار گرفتن ساختمان تیرک برق در محدوده دریا و فرسایش ساحل در شرق نکا در زاغ مرز نیز دیده می‌شود. در این محل در جلوی ساحل قدیمی دیواره حفاظتی ایجاد شده است. عقب‌نشینی ساحل (تا ۱۰۰ متر) در نتیجه پیشروی دریا در غرب زبانه ماسه‌ای میانکاله مشخص است. این قسمت به صورت بخش تپیک فرسایشی با تلماسه‌های پر شیب و تقریباً فاقد ساحل ماسه‌ای مشخص شده‌اند. با بررسی‌های میدانی، عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای تغییرات مساحت و محیط خلیج و زبانه ماسه‌ای بررسی شد. داده‌های عکس‌های ماهواره‌ای و هوایی ۱۹۵۵ حاکی از قرارگیری بخش جنوبی خلیج در مکانی شمالی‌تر نسبت به وضعیت کنونی است. به طور کلی خلیج کوچک‌تر از اندازه کنونی آن بوده است. در غرب جزایر کوچکی وجود داشته‌اند. دو رودخانه (شمالی) با مساحتی حدود ۵ کیلومتر و جنوبی حدود ۴ کیلومتر) که به وسیله یک بخش مردابی نیمه‌جزیره‌ای به طول ۳/۳ کیلومتر غربی شرقی در کنار زبانه ماسه‌ای میانکاله از هم جدا می‌شدند (شکل ۵) (Najafiha et al., 2013a). این محیط و مساحت در ارتباط با سطح دریا در منفی ۲۸/۶ متر شکل گرفته است که در سال ۱۹۷۵ به بیشینه منفی ۲۸/۸ متر رسید. بیشترین افت از زمان مشاهدات منظم در سال ۱۸۳۷، منفی ۲۹/۱ بود. کاهش سطح آب دریا به صورت کاهش شدید مساحت خلیج در قسمت غربی خود را نمایان ساخته است (زهکش خلیج در این قسمت طول ۴/۴ کیلومتری داشته است) و افزایش طول زبانه ماسه‌ای میانکاله در بخش‌های انتهایی شمال شرقی و گسترش عمومی در همین جهت را نشان می‌دهد. در بیشتر قسمت‌ها عرض زبانه ماسه‌ای مشابه ۱۹۵۵ بوده که ناشی از شیب بیشتر آن به طرف خلیج است (شکل ۵) (Masoumian, 1999).

طی دوره کوتاه‌تری حدود ۲۰ دوره تغییرات سطح دریا وجود داشته و پسروی آب دریا باعث گسترش سواحل و ایجاد زمین‌های ساحلی شده است. پروسه‌های رسوب‌گذاری و عدم فرسایش در بخش‌های ساحلی دور از دسترس امواج در زمان‌های پسروی نیز تأثیر خود را بر ساحل گذاشته است. در طی پایین بودن سطح دریا سواحل فرسایشی به صورت شدیدی کاهش یافته‌اند. در این بازه‌های زمانی بین ۱۹۲۹ تا ۱۹۴۰ وسعت سواحل فرسایشی به ۴ تا ۵ درصد کل خطوط ساحلی خزر تقلیل یافت. در حالی که در ۱۹۲۹ این سواحل فرسایشی بالغ بر ۲۰ درصد سواحل خزر بود (Ignatov, 2004). پیشروی دریا در بخش‌هایی از منطقه موجب گسترش فرایندهای فرسایشی و شکل‌گیری مجدد خط ساحلی شده است. فرسایش حاصل از بالا آمدگی سطح آب در بخش‌هایی که رسوبات تجمع یافته، از مناظر قابل توجه در سواحل دریای خزر است. البته می‌توان این رسوبات را در سواحل اقیانوسی نیز مشاهده کرد که این روند در دریای خزر به علت تغییرات زیاد سطح آب در سال‌های اخیر بیشتر قابل مشاهده است (Shataee and Malek, 2005).

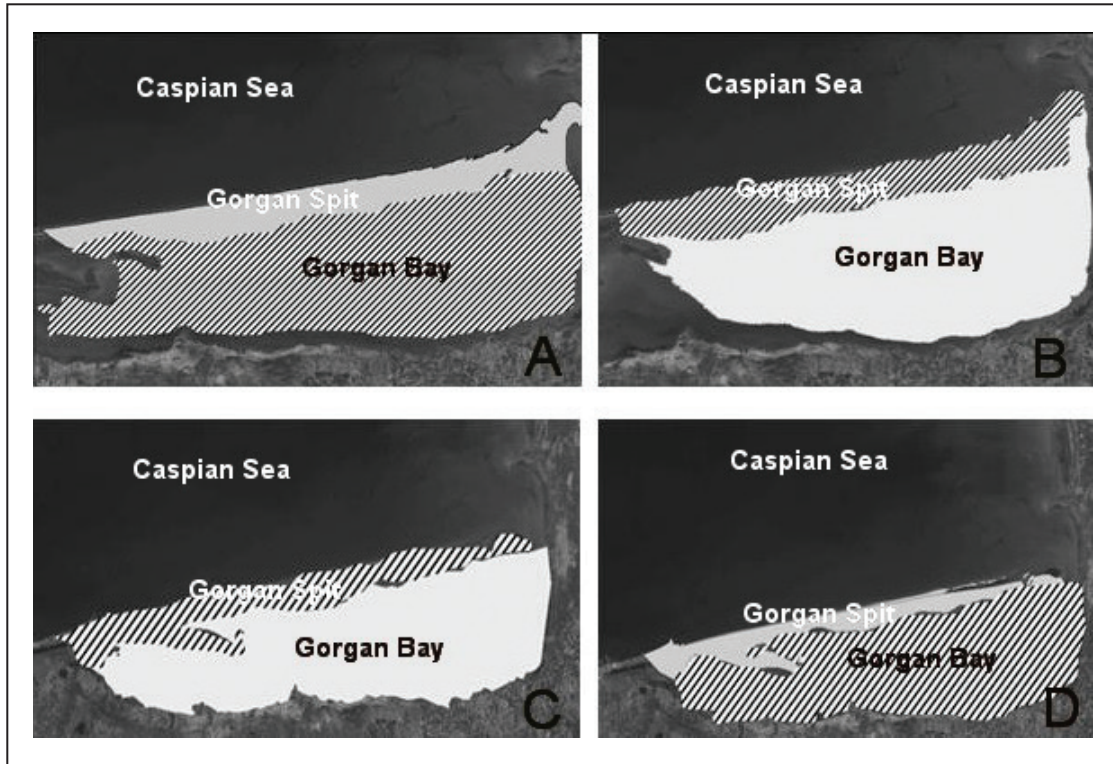
بررسی‌ها نشان می‌دهد که همزمان با پیشروی دریا تأثیر امواج و جریان‌های دریایی در زبانه ماسه‌ای میانکاله (در بخش جنوب شرقی خزر) به طرف غرب افزایش می‌یابد (Najafiha, 2013). به طوری که امواج ضعیف (۲ تا ۳ متری) نیز زبانه ماسه‌ای ساحلی را تحت تأثیر قرار داده‌اند و بعضاً به تراس‌های دریایی می‌رسند. در این قسمت تمام ساحل در نتیجه امواج طوفانی فرسایش می‌یابد و جریان امواج باعث سایش قابل توجهی در محدوده شیب‌های ساحلی می‌شود. این فرایند شامل حرکت رسوبات در طول ساحل تا قسمت‌های انتهایی زبانه ماسه‌ای میانکاله به طرف شرق است. در قسمت غربی زبانه ماسه‌ای میانکاله در فرح‌آباد، پیشروی آب دریا موجب آبگرفتگی ساحل و تشکیل منطقه انباشت مواد حمل شده سطحی شده است (شکل ۳).



شکل ۳- تخریب پوشش جنگلی ساحل قسمت غربی زبانه ماسه‌ای میانکاله تحت تأثیر تغییرات سطح آب دریای خزر.



شکل ۴- بخش آب‌گرفته ساحل فرح‌آباد در نتیجه آخرین پیشروی (۱۳۸۷).

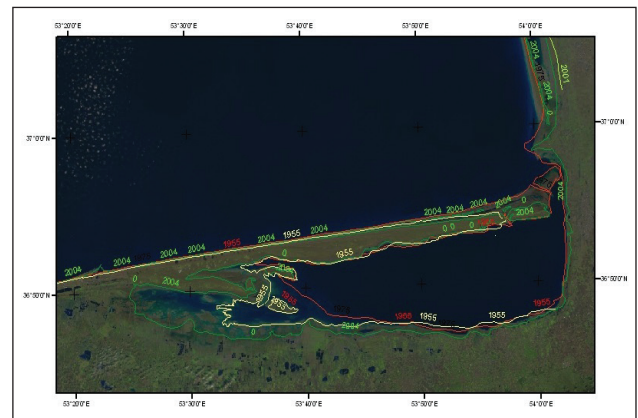


شکل ۵- مقایسه محیط و مساحت زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان در طی سال‌های ۱۹۹۵، ۱۹۷۵، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۴ با اندازه‌گیری بر روی تصاویر ماهواره (لندست؛ الف) تاریخ عکس ۱۹۵۵، محیط و مساحت زبانه ماسه‌ای میانکاله: ۱۱۰ کیلومتر و ۱۱۶ کیلومتر مربع، محیط و مساحت خلیج گرگان: ۱۵۳/۳۷ و ۳۶۶/۶۶ کیلومتر مربع؛ ب) تاریخ عکس ۱۹۷۵، محیط و مساحت زبانه ماسه‌ای میانکاله: ۱۰۸/۷۲ کیلومتر و ۱۱۱/۷۵ کیلومتر مربع، محیط و مساحت خلیج گرگان: ۱۲۵/۸۲ و ۳۲۴/۹۴ کیلومتر مربع؛ پ) تاریخ عکس ۲۰۰۱، محیط و مساحت زبانه ماسه‌ای میانکاله: ۱۷۵/۳۷ کیلومتر و ۱۴۸/۶۸ کیلومتر مربع، محیط و مساحت خلیج گرگان: ۱۷۳/۳۵ و ۵۴۰/۱۱ کیلومتر مربع؛ ت) تاریخ عکس ۲۰۰۴، محیط و زبانه ماسه‌ای میانکاله: ۱۶۸ کیلومتر و ۱۵۱ کیلومتر مربع، محیط و مساحت خلیج گرگان: ۱۶۵/۲ و ۵۴۷ کیلومتر مربع.

سطح آب موجب آسیب به گونه‌های جانوری و گیاهی در محوطه شد. پس از پایین آمدن سطح آب تا منفی ۲۷/۱ متر تا سال ۲۰۰۱ مرحله افزایش سطح آب تا منفی ۲۷ متر تا سال ۲۰۰۸ رسیده است. با توجه به بررسی عکس‌های ماهواره‌ای، تمام خطوط ارتفاعی خلیج و زبانه ماسه‌ای میانکاله به جز بخش‌های غربی و جنوب غربی بر هم منطبق هستند، با این وجود در سال ۲۰۰۴ (سطح آب منفی ۲۷/۳ متر) آب خلیج گرگان بخش بزرگ‌تری را از سال ۲۰۰۱ (در تراز منفی ۲۷/۱ متر) در بر می‌گرفت. بالا آمدن سطح آب موجب جدا شدن کرانه‌های ماسه‌ای متصل در قسمت شرقی زبانه ماسه‌ای میانکاله به وسیله باریکه‌های آبی و همچنین از بین رفتن جزایر پراکنده شد. بالا آمدگی سطح آب پروسه شستشوی ساحل در زبانه ماسه‌ای گرگان را فعال کرد. در نتیجه جریان امواج سطحی سواحل باریک را در بر گرفتند و لبه تراس‌های ساحلی را نیز تخریب کردند (شکل ۷).

نوسانات سطح آب تأثیری اساسی بر دینامیک سواحل، زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان گذارده است (شکل ۷). بالا آمدن سطح آب دریای خزر موجب باریک شدن زبانه ماسه‌ای شد. زمان پسروی آب دریا زبانه ماسه‌ای پهن‌تر شده زیرا بخش وسیعی از خلیج خشک و به زبانه ماسه‌ای افزوده شده است. زمانی که مساحت خلیج کاهش می‌یابد بر فرسایش ساحل زبانه ماسه‌ای نیز تأثیر می‌گذارد. (Najafiha et al., 2013b). محققین معاصر تشدید فرسایش رسوبات ساحل را مورد مطالعه قرار داده‌اند و آن را بیشتر نتیجه پیشروی سطح دریا می‌دانند. تصاویر ماهواره‌ای رسوبات جامد حمل شده توسط جریان‌های موازی ساحل را نشان می‌دهد (Ignatov and Nuri, 2002). خطوط ساحلی در سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد، با کاهش آب دریا خزر و کم شدن عمق کانال خوزینی، ورودی خلیج گرگان نیز کاهش پیدا کرده و تقریباً محدوده سواحل به سال ۱۹۷۵ رسیده است.

در سال ۱۹۸۵ آثار پیشروی مشخص بود و در سال ۱۹۹۵ سطح آب این دریاچه به منفی ۲۶/۶۶ متر رسید؛ آب دریاچه به طرف خلیج گرگان سرازیر شد؛ محیط خلیج تا ۵۰ درصد افزایش یافت و دماغه در اثر آبرفتگی از طرف غرب دراز تر و باریک‌تر شد. آب همین‌طور در سمت ساحل شرقی نیز پیشروی داشت و کانال خوزینی را به طرف خلیج گسترش و شکل تنگه را نیز تغییر داد (شکل ۶).



شکل ۶- مقایسه خطوط ساحلی در سال‌های مختلف.

بالا آمدن سطح آب همچنین توانمندی حرکت امواج را در بخش‌های باریک‌تر زبانه ماسه‌ای میانکاله افزایش می‌دهد (خصوصاً در زمستان که بادها قدرت و ارتفاع امواج را افزایش می‌بخشند). این امر سبب خسارت به چندین دهکده در زبانه ماسه‌ای میانکاله و دیگر پیامدهای منفی شد. آب دارای نمک دریا به خلیج وارد و با بالا آمدن



شکل ۷- فرسایش تراس‌های ساحلی در زبانه ماسه‌ای میانکاله.

۷- تأثیر متقابل تغییرات سطح دریای خزر و کاربری ساحل

گرفت. به صورت طبیعی این بخش که کاربرد دیگری نداشت برای ساخت‌وساز مورد استفاده قرار گرفت. به دنبال پیشروی آب دریای خزر و نگرانی از پیشروی آب دریای خزر دیواره‌های محافظ ایجاد شد. همان‌طور که در بالا ذکر شد این ساخت‌وسازها، ساختار و دینامیک ساحل را در فرح‌آباد تحت تأثیر قرار دادند. تخمین زده شده که این عقب‌نشینی حدوداً ۱۰۰ متر در طی ۱۵ تا ۲۰ سال صورت گرفته یعنی سالانه ۵ تا ۷ متر ساحل عقب‌نشینی داشته است. دیواره محافظتی در کناره مکان اسکله‌ای قدیمی واقع شده است و جریان رسوبی را از غرب به شرق کند می‌کند. ولی در غرب این اسکله جمع شدن رسوبات و گسترش ساحل دیده می‌شود. به این صورت این ساختار بر روی دینامیک ساحل در بخش وسیعی از خلیج گرگان و زبانه ماسه‌ای میانکاله تأثیر قابل توجهی دارد.

غرب اسکله امیرآباد رسوب‌گذاری در سال ۲۰۰۴ شاهد رسوب‌گذاری در مساحتی برابر ۴۵۴۵۴۳ مترمربع و در سال ۲۰۱۶ رسوب‌گذاری در مساحتی بالغ بر ۲۸۱۱۲۴ مترمربع بوده است. رسوب‌گذاری و فرسایش در اینجا تحت تأثیر ساخت بندر امیرآباد در سال ۱۳۸۰ بوده که نقش مهمی بر دینامیک ساحل و جابه‌جایی رسوبات داشته است. خطوط قرمز مرزهای ساحل در سال ۲۰۰۶ و خطوط زرد رنگ مرز ساحل در سال ۲۰۰۴ هستند (شکل ۱۱).

تغییرات سطح دریای خزر فاکتوری تأثیرگذار بر دینامیک ساحل و عامل تعیین‌کننده بر تغییرات کاربری زمین است. به طرف غرب از دهانه رودخانه تجن در نتیجه بالا آمدن سطح آب بخش تجمعی به صورت آشکار تحت تأثیر فرسایش قرار گرفته و در این قسمت ساحل ماسه‌ای کاملاً شسته شده است. برای نگهداری بخش باقیمانده تدابیری شامل دیواره‌ای از قطعات بزرگ سنگی (با ابعاد ۲ متر) احداث شده است که راه امواج سطحی را سد می‌کند (شکل ۸).

مثال واضحی از این مکانیسم در فرح‌آباد در غرب دهانه رودخانه تجن قابل مشاهده است. رستورانی که در اینجا قرار دارد به علت پیشروی آب دریا در قسمت‌های شمالی به زیر آب رفته و در حال حاضر برای حفاظت از این سازه دیواره سنگی ساخته شده است اما این راهکار در صورت ادامه و تکرار پیشروی آب کارساز نخواهد بود. وضعیت موجود در شکل ۹ نشان داده شده است.

مثال دیگر این امر در اسکله امیرآباد قابل مشاهده است. بخش حفاظت شده با دیواره محافظ (شکل ۱۰) خود علتی برای شستشوی بخش شرقی است زیرا با توقف جریان رسوبات از غرب به شرق موانع مصنوعی (مانند اسکله) و عدم وجود شستشوی رسوبات و عقب‌نشینی ساحل شکل گرفت.

در واقع در زمان عقب‌نشینی دریا، یک ساحل پست در مقیاس وسیع شکل



شکل ۸- الف). پیشروی دریا در سواحل در نتیجه افزایش سطح آب فرسایش ساحل غربی از دهانه رودخانه تجن، ب). عقب‌نشینی ساحل در محدوده فرح‌آباد.



شکل ۹ - ساختمان‌های در معرض خطر در پی بالا آمدن آب دریا در ساحل فرح آباد.



شکل ۱۰ - فرسایش قسمت شرق بندر امیرآباد و رسوب‌گذاری در قسمت غرب.



شکل ۱۱ - فرسایش قسمت پهنه ۱ شرق صدرا و رسوب‌گذاری در قسمت پهنه ۲ غرب صدرا در شمال هتل مروارید صدرا. در پهنه ۱ فرسایش در ساحل و در سمت چپ اسکله صدرا (پهنه ۲) رسوب‌گذاری دیده می‌شود که این امر نتیجه آشکار دستکاری انسانی (ساخت اسکله صدرا) بر ژئومورفولوژی ساحل است (خطوط زرد مرز ساحل را در سال ۲۰۰۴ و خطوط قرمز مرز ساحل را در سال ۲۰۱۶ نشان می‌دهد).

۸- دینامیک بخش جنوبی خزر و زیانه میانکاله

جابه‌جایی و حرکت رسوبات در طول ساحل و تأثیر این جابه‌جایی را می‌توان به عنوان مهم‌ترین فرایند دینامیک ساحلی تعریف کرد. مطالعه جابه‌جایی رسوبات در جهت حفاظت و محاسبه فرسایش ساحلی بسیار قابل اهمیت است. از روش‌های شناسایی مرسوم جابه‌جایی رسوب سواحل می‌توان روش‌های هیدروهاشناسایی را نام برد. یکی از این روش‌ها به وسیله Knaps (1952) and 1962 در سواحل جنوب شرقی دریای بالتیک مورد استفاده قرار گرفته است. می‌توان با این روش، توان حرکتی رسوبات در طول ساحل T و تأثیر بخش پیشانی موج در جابه‌جایی یعنی B را برآورد و با این فرمول آن را نمایان کرد.

$$T = T_1 + T_2 = \sum t = \sum a^0 \zeta B = PV^3 \cdot \sqrt[3]{D} \cdot \eta \beta$$

$$B = \sum b = \sum e \eta \beta = PV^3 \cdot \sqrt[3]{D} \cdot \eta \beta$$

که در آن T و B توان حرکتی نقطه‌ای رسوبات (کومپاس) و توان موج، e مقدار کمی انرژی نقطه‌ای (کومپاس) و ζ و η ضریب کارآیی در طول ساحل و میزان بازدهی در کنگ هستند (شکل ۱۲). B ضریب طول مدت در کسری از سال است که با آن می‌توان طول مدت سال را توصیف کرد. P تکرار باد به درصد، V میانگین سرعت باد به میلی‌متر یا سانتی‌متر و D طول مدت وزیدن باد به کیلومتر است.

(Rip Currents) در اینجا امکان‌پذیر است و آنها کیفیت مشخصی از رسوبات جامد را از ساحل به دریا منتقل می‌کنند و بر پویایی ساحل تأثیر خواهند گذاشت.

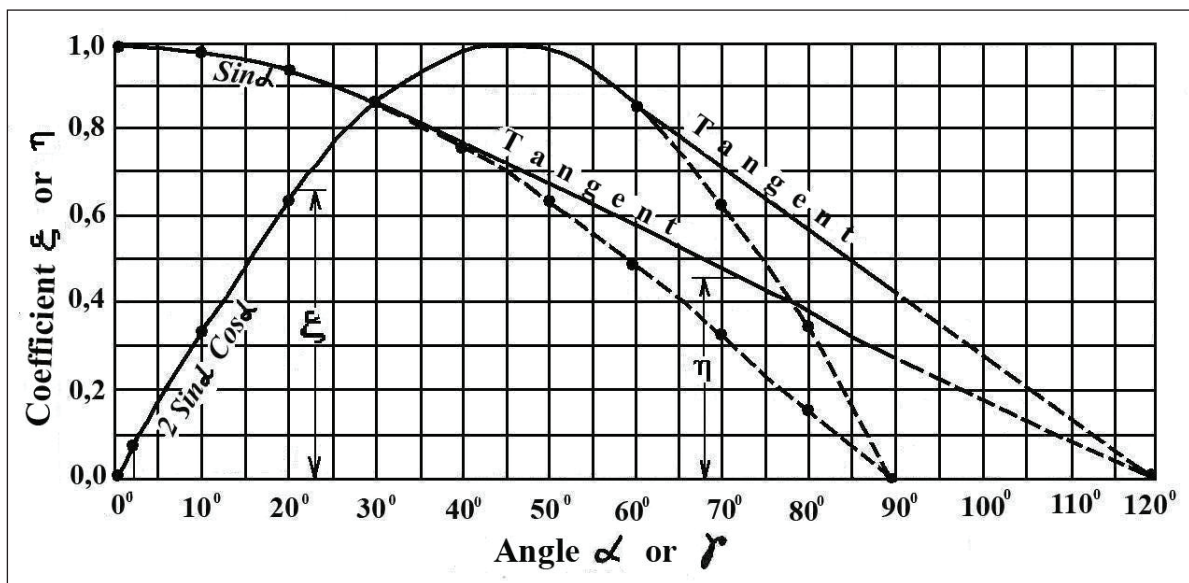
۹- نتیجه‌گیری

داده‌های این مطالعه نشان از این دارد که بالا رفتن سطح آب دریای خزر باعث تبدیل زبانه ماسه‌ای میانکاله (اسپیت) به چندین جزیره شد که در صورت ادامه، این جزایر به زیر آب می‌روند. در این رابطه همچنین نوسانات دریای خزر تأثیر مستقیم بر خلیج گرگان دارد. اگر سطح آب دریای خزر به پایین‌تر از ۳ متر برسد، خلیج گرگان تحت تأثیر جریانات دریای (جریان‌های موازی ساحل) بسته می‌شود. با مطالعه اطلاعات سطح آب و تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۵ به کاهش آب دریای خزر پی برده می‌شود. کاهش آب دریا بر کانال خوزینی نیز تأثیر گذاشته است و جریانات موازی با ساحل باعث کم عمق شدن این کانال شده‌اند و ورودی آب دریا به خلیج گرگان کاهش پیدا کرده و تقریباً محدوده سواحل به سال ۱۹۷۵ رسیده است. بنابراین محدوده خلیج گرگان برای مطالعه نوسانات سطح آب دریا مناسب است و می‌تواند یک آزمایشگاه کوچک ژئومورفولوژی باشد. در ضمن در این محدوده مجموعه رسوب‌گذاری و فرسایش کنار هم قرار گرفته‌اند. بررسی‌های این مطالعه نشان داد که اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند برای پایش تغییرات سواحل و زبانه ماسه‌ای (Spit) و خلیج گرگان به صورت کارایی مورد استفاده قرار گیرد. هر نوع پروژه حفاظتی و ساخت‌وساز در سواحل باید با توجه به تأثیرات جانبی آن بر فرسایش و رسوب‌گذاری صورت گیرد. تغییرات کاربری و زیست‌محیطی سواحل به صورت قابل توجهی تحت تأثیر پیشروی و پسروی آب دریاست و کاربری اراضی باید با توجه به این موضوع باز تعریف شود. با مقایسه تصاویر ماهواره‌ای لندست MSS1975 با MSS2015 دیده شد که خط ساحلی بعد از ۴۰ سال دوباره به زمان ۱۹۷۵ رسیده است. مطالعات دینامیک بخش جنوبی خزر نشان داده است که در واقع مقادیر خصوصیات حرکتی رسوبات با شرایط ساختاری ساحل در دریای کاسپین ارتباط دارد و قدرت کشش جریان آب (B) در بخش مورد مطالعه جنوب خزر دو یا سه برابر بیش از جریانات ساحلی (T) است. این امر نشان می‌دهد که چرا این جریانات شیب‌های زیردریایی، حرکت عرضی رسوبات، شکل‌گیری نوار ساحلی و شستشوی ساحل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پیکربندی سواحل بین انزلی و بخش زبانه گرگان نشان می‌دهد که شکل‌گیری جریان‌های ساحلی

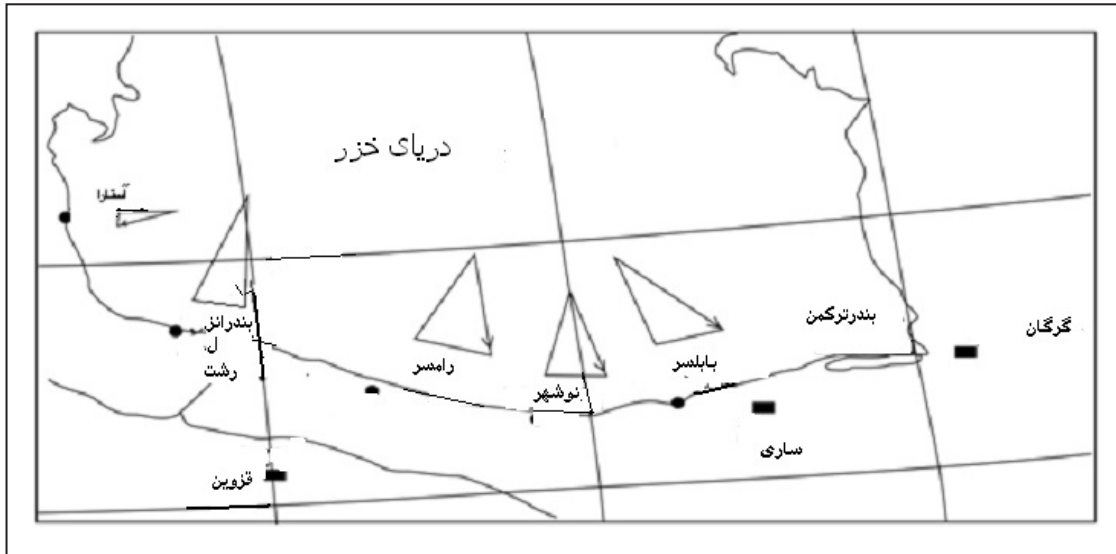
علاوه بر توان حرکتی رسوبات ساحلی (T) و توان موج (B)، با دامنه مهاجرت یا انتقال (A) (محصولی از مقادیر مثبت $T1 = \sum (+t)$ و منفی $T2 = \sum (-t)$) می‌توان کل توان حرکتی رسوبات را محاسبه کرد. با کمیت بردار انرژی و اثر کلی حرکت رسوبات $\Sigma = \sqrt{T^2 + B^2}$ می‌توان کل تأثیر عوامل فعال بر سواحل را نشان داد. همچنین با توان نسبی حرکت رسوبات $\tau = T/B = \text{tg} \gamma$ می‌توان تأثیر مشترک توان حرکتی در طول ساحل و به طور معکوس را برآورد کرد. زاویه $\gamma = \text{arctg} T/B$ زاویه منحرف شدن بردار انرژی از حالت نرمال به طرف مسیر ساحل است. کمیت‌های A، B، E، T هر کدام به کیلو واحد تعریف می‌شوند. توان حرکتی t و زاویه γ ، کمیت‌های نسبی محسوب می‌شوند که با آنها می‌توان نتایج توصیفات هر فرمول را با فرمول‌های دیگر مقایسه کرد. اما مقادیر کامل یا کمی خصوصیات را نمی‌توان برآورد کرد.

بر پایه و اساس داده‌های مرتبط با باد (درصد تکرار و میانگین سرعت باد بر نقاط (قطب‌نما) همانند طول مدت وزیدن باد به کیلومتر) می‌توان خصوصیات حرکتی رسوبات را در ۵ ایستگاه طی دوره‌هایی با بازه زمانی حداقل ۲۲ تا ۵۷ ساله برآورد کرد. جدول ۳ و شکل ۱۳ نشان می‌دهد که خصوصیات متحرک رسوبات از منطقه آستارا تا جنوب شرق گرگان تغییر می‌کنند. منطقه آستارا به طور خفیفی تحت تأثیر بادهای شمالی است و داده‌های مربوط به مشخصات حرکتی رسوبات نسبت به بخش‌های جنوب و جنوب شرقی دریای کاسپین متفاوت است. عنصر T در محدوده‌های ۱۲/۲۳ تا ۱۶/۱۶ تغییر می‌یابد. قدرت جریان موج B نیز به ۲۷/۹۳ تا ۳۶/۲۸ می‌رسد. محدوده انتقال (A) هم بین ۳۰/۵۵ تا ۴۱/۲۱ در تغییر است. میزان انرژی امواج ۲۹/۳۸ تا ۳۱/۵۶ بوده و قدرت نسبی رسوبات t معادل ۵/۳۴ تا ۰/۵۴ است. در واقع مقادیر خصوصیات حرکتی رسوبات با شرایط ساختاری ساحل در دریای کاسپین ارتباط دارد (سطح شیب‌دار مشابهی در نواحی انزلی تا زبانه گرگان موجود بوده که میانگین طول موج آن معادل ۵۰۵ تا ۵۷۷ است).

قدرت کشش جریان آب B در بخش مورد مطالعه جنوب خزر دو یا سه برابر بیش از جریانات ساحلی T است (جدول ۳). این امر نشان می‌دهد که چرا این جریانات کششی در تغییرات شیب‌های زیردریایی، حرکت عرضی رسوبات، شکل‌گیری نوار ساحلی و شستشوی ساحل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پیکربندی سواحل بین انزلی و بخش زبانه گرگان نشان می‌دهد که شکل‌گیری جریان‌های ساحلی



شکل ۱۲- نمودار ضریب ξ و τ



شکل ۱۳- جهت حرکت رسوبات در طول ساحل خزر (۱ سانتی متر برابر یک کیلومتریست).

جدول ۳- مشخصات حرکتی رسوبات در پنج ایستگاه منتخب (به کیلومتریست).

Sediment- motive characteristics					
T	B	A	E	τ	ایستگاه
۰/۴۳	۱۳/۲۵	۱۴/۸۷	۱۳/۲۶	۰/۳	آستارا
۱۲/۲۳	۳۶/۲۸	۴۱/۲۱	۳۸/۲۹	۰/۳۴	انزلی
۱۶/۱۶	۲۹/۷۲	۳۴/۲	۳۳/۸۳	۰/۵۴	راسر
۱۳/۵۸	۲۷/۹۳	۳۱/۰۲	۳۱/۰۶	۰/۴۹	نوشهر
۱۴/۴۳	۲۹/۵۸	۳۰/۵۵	۳۲/۹۱	۰/۴۹	بابلسر

کتابنگاری

پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، ۱۳۹۴- <http://www.inio.ac.ir>

عبدالهی کاکرودی، ع.، ۱۳۹۲- نوسانات دریای خزر و تأثیر آن بر سواحل جنوب شرقی دریای خزر پژوهش های ژئومورفولوژی کمی سال دوم شماره ۳، صص. ۳۳ تا ۴۴.

علایی طالقانی، م.، ۱۳۹۰- ژئومورفولوژی ایران تهران انتشارات قومس، چاپ ششم.

قنوتی، ع. و منصور، ر.، ۱۳۹۲- طبقه بندی مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی در راستای مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی و لزوم تهیه آن برای کرانه های شمالی و جنوبی ایران تهران مجله سپهر دوره بیستم، شماره ۸۶.

کوتایی، م. ن.، شاه نظری، ع.، اولی ر. ف. و آقاجانی ق.، ۱۳۸۹- بررسی تغییرات تراز سطح آب دریای خزر و تأثیر آن بر زهکش های منتهی به دریا مطالعه موردی: زهکش چیکرود، اولین همایش ملی مدیریت منابع آب اراضی ساحلی، ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

متدین، ع.، ۱۳۸۴- شرح مقدماتی اطلس دریای رسوب و ژئوشیمی ورقه بهشهر، گزارش داخلی مدیریت زمین شناسی دریایی، سازمان زمین شناسی کشور.

نخجیری، س.، معتمد، ا.، خوشروان، ه.، اسپهبد، م.، ر.، ۱۳۹۱- تأثیرات ساخت و سازهای ساحلی و فعالیت های انسانی بر رسوبات ساحلی میانکاله، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۸ شماره ۴، ۳۵۵ تا ۳۶۳.

References

- Bayramov, E. and Mam edov, R., 2008- Modeling method for the prediction of the Caspian sea level fluctuation impacts on the Azerbaijan coastal zones landscape based on GIS, *Ekoloji, quarterly international journal of environment, Turkey*, 17, 67, pp. 46- 51.
- Brückner, E., 1890- Klima- Schwankungen Seit 1700. nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Dilvialzeit, E. Holzel.
- Firoozfar, A., Bromhead, E. N. and Dykes, A. P., 2012- Caspian sea level change impacts regional seismicity, *Journal of Great Lakes Research* Volume 38, Issue 4, P. 667- 672.
- Ghanghormeh, A. and Nejadgholi, Gh., 2001- Formation of Miankaleh spit and Gorgan Lagoon, Caspian sea national research center.
- Golitsyn, G., 1995 -The Caspian sea Level as a problem of diagnosis and prognosis of the regional climate change, *Atmospheric and Oceanic Phys.*, 31(3), p. 366- 372 (English Translation).

- Ignatov, E. I., 2004-Coastal morphosystems. M.- Smolensk: Magenta , 352s
- Ignatov, E. I. and Nuri, G. R., 2002- Comparative characteristics of Dagestan and Iran shores of the Caspian sea // ISS, 2002, USE. Birmingham, England.
- Karbassi, A. R. and Amirzhad, R., 2004- Geochemistry of heavy metals and sedimentation rate in a bay adjacent to the Caspian Sea // International Journal of Environmental Science and Technology, 2004, v.1, N3, pp.191- 198.
- Khoshrahan, H., 2002- Evaluation of morphological structure of the coastal area of Miankaleh wetland and Khouzini 's behavioral control against environmental forces caused by water level fluctuations and hydrodynamics of the Caspian Sea. 2002 National Center for Caspian Sea Researches and Studies.
- Knaps, R. Ya., 1952 - Barrier structures such as jetty and sediment movement on sandy coasts. Bulletin of the Academy of Sciences of the Latvian SSR. Riga, N 6 (59).
- Knaps, R. Ya., 1962- Hydrometeorological method for determining the characteristics of the regime of movement of sand sediments. Technical conditions for the design of marine shore protection structures on shores with sand deposits (VSN 80-62), Appendix I, Moscow: Izd-vo Mintransstroy.
- Kroonenberg, S. B., Abdurakhmanov, G. M., Badyukova, E. N., Van den Borg, K., Kalashnikov, A., Kasimov, N. S., Rychagov, G. I, Svitoch, A. A., Vonhof, H. B. and Wesselingh, F. P., 2007- Solarforced 2600 BP and Little Ice Age highstands of the Caspian Sea. Quaternary International,, 173-174, 137-143.
- Lak, R. and Gharib, F., 2004- Monitor changes in coastal of south Caspian sea Geological survey of Iran
- Lak, R. and Kheri, F., 2004- Evolution of Coastal Zone and near shore of the Caspian sea(32nd international Geological congress Italy.
- Leroy, S. A. G., Kakroodi, A. A., Kroonenberg, S., Lahijani, H. K., Alimohammadian, H. and Nigarov, A., 2012- Holocene vegetation history and sea level changes in these corners of the Caspian sea: relevance to sw Asia climate , Quaternary Science Review, Volume 70, 15 June 2013, Pages 28- 47.
- Masoumian, A., 1999- Rise and Fall of Caspian sea level, www.caspiansealevel.net,page14.
- Naderi Beni, A., Lahijani, H., Mousavi Harami, R., Arpe, K., Leroy, S. A. G., Marriner, N., Berberian, M., Andrieu-Ponel, V., Djamali, M., Mahboubi, A. and Reimer, P. J., 2013- Caspian sea-level changes during the last millennium: historical and geological evidence from the south Caspian Sea, Climate of the Past, Climate of the Past, Open Access Journal of the European Geosciences Union , 9, 1645- 1665, doi:10.5194/cp-9-1645-201.
- Najafiha, B., 2013- Dynamics of Miankaleh Peninsula Coasts (Gorgan Spit)and Adjoining Sections of The Southern Coast of The Caspian Sea(iran) Unpublished Ph.d. thesis Yerevan State University, Armenia.
- Najafiha, B., Boynagryan, V. R. and Diseh, J., 2013a- Hard discharge of rivers and supply by wind in south Caspian sea, 10-13 June 2013 Kemer, Antalya (Turkey), Geomed 2013 the 3rd international geography symposium.
- Najafiha, B., Boynagryan, V. R. and Salehipour Milani, A., 2013b- Evolutions of coastal lines of Gorgan Lagoon (East Caspian Sea) by use of satellite images, ,Geomed 3rd international geography symposium, Antalya, Turkey.
- Sears M. and Merriman, D., 1980- Oceanography the past, newyork springier.
- Shataee, S. and Malek J., 2005- Estimation of water rising hazard rates regards to sea fluctuation and topography conditions in the Mazandaran coastal zones // Intern. conference “Rapid sea level change: a Caspian perspective”, 2005. Rasht, Iran., p. 93- 94.
- Shiklomanov, L., Georgievski, V. and Kopaliani, Z. D., 1995- water balance of the Caspian Sea and reasons of water level rise in the Caspian Sea UNESCO-IHP- IAEA Workshope on sea level Rise and the Multidisciplinary Studies of Environmental Processes in the Caspian Sea region, Intergovernmental Oceanographic , Workshop Report 108- Supplement,UNESCO, Paris, pp.1- 27.

The sea level fluctuations effects on geomorphology and morph dynamics of the Caspian sea coasts (case study of Gorgan bay)

Babak Najafiha^{1*}, Vladimir Boynagryan²

¹Ph.D., Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

²Ph.D., Geomorphology and Cartography, Yerevan state university, Yerevan, Armenia

Received: 2018 April 25

Accepted: 2018 December 04

Abstract

The Caspian Sea is the greatest Lake in the world. It witness substantial fluctuation during the geological time. The study area located in Mazandran Province at south east of Caspian Sea. In this study effects of sea level fluctuation on south east of Caspian sea (Miankhaleh spit and Gorgan Bay) has been studied in detail. The present research is a combination of field investigation, together with photometry, study of aerial photos and satellite image interpretations belong to a period of 40 years. The effect of the sea water fluctuation from 1975 to 2014 on the size of Gorgan Bay, sandy Miankhaleh spit, along with construction of protective walls, breakwaters, inundation of agriculture land, roads and land use change have been discussed and investigated.

Keywords: Sea level change, Long shore current, Gorgan bay, Spit.

For Persian Version see pages 35 to 44

*Corresponding author: B. Najafiha; E-mail: najafiha@yahoo.com