

بررسی تغییر و تحولات خلیج گرگان طی بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۵۷

رضا منصوری*^۱، زهرا سربازی^۲

^۱ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی/ مدیریت محیطی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، Re_mansouri@sbu.ac.ir

^۲ دانش‌آموخته دکتری ژئومورفولوژی از دانشگاه شهید بهشتی، zsarbazi@gmail.com

۱- مقدمه

مناطق ساحلی همواره بر اثر عملکرد عوامل طبیعی و انسانی، از لحاظ فیزیکی دچار تغییر و تحولات قابل توجهی می‌شوند. یکی از عمده‌ترین عوامل طبیعی موثر بر محیط‌های ساحلی، بحث گرمایش کره زمین و تغییرات آب‌وهوایی است که امروزه، به یکی از نگرانی‌های بسیار مهم بشر تبدیل شده است. به طوری که طی قرن بیستم درجه حرارت کره زمین حدود ۰/۷۴ درجه سلسیوس افزایش یافته و طی ۵۰ سال اخیر نیز روند افزایش گرمای سطح کره زمین از شتاب بیشتری برخوردار بوده است (فنگ و همکاران، ۲۰۱۴). آخرین ارزیابی‌های به عمل آمده بر روی داده‌های ترازسنجی سطح آب اقیانوس‌ها طی یک‌سده اخیر نشان می‌دهند که تراز اقیانوس‌ها به‌طور متوسط ۲۵-۱۰ سانتیمتر بالا آمده است. همچنین، مدل تغییرات آب‌وهوایی نشان می‌دهد طی سال‌های ۲۱۰۰-۱۹۹۰، میانگین دمای هوای سطح کره زمین بین ۶/۴-۱/۱ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت (کرونبرگ و همکاران، ۲۰۰۰). بر پایه مطالعات انجام‌شده، دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که سطح آب دریاها تا سال ۲۱۰۰، حدود یک متر بالا خواهد آمد و توزیع هندسی این مقدار افزایش در سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها در تمامی مناطق ساحلی کره زمین یکسان نخواهد بود (مای‌وسکی و همکاران، ۲۰۰۴). این درحالی است که رفتار هیدرولوژیکی بزرگ‌ترین آبگیر بسته کره زمین یعنی دریای کاسپین به‌گونه‌ای دیگر رقم خورده است. نرخ تغییر سطح تراز آب دریای کاسپین تقریباً صد برابر نوسانات تراز آب اقیانوس‌هاست (لروی و همکاران، ۲۰۱۳). آمارهای ثبت‌شده نشان می‌دهند که طی سال ۱۹۹۱ میلادی (۱۳۷۰ خورشیدی) سطح تراز آب دریای کاسپین معادل ۳۴ سانتیمتر افزایش یافته که این میزان افزایش در سطح آب دریای کاسپین در یک‌سال برابر با افزایش سطح تراز آب اقیانوس‌ها طی یک قرن می‌باشد. بررسی و مطالعه پیشینه دستگاهی ثبت‌شده از نوسانات تراز دریای کاسپین طی یک سده اخیر به‌روشنی نشان می‌دهد که آهنگ تغییر و افت‌وخیز تراز این دریا بسیار سریع و ناموزون می‌باشد. به طوری که حتی در قرن بیستم حدود ۳ متر نوسان داشته و این در حالی است که این میزان صد برابر سریع‌تر از افزایش سطح استاتیک اقیانوس‌ها می‌باشد (کاکرودی، ۲۰۱۲؛ کاکرودی و همکاران، ۲۰۱۵). از سوی دیگر، کرانه‌های جنوبی این دریا در شمال کشور به‌شدت نسبت به آن حساس و آسیب‌پذیر می‌باشند. برای مثال، طی سال‌های ۱۳۵۷-۱۳۰۹ که گسترده‌ترین فاز پسروی یک‌صد سال اخیر حادث شد، تراز دریا تا ۲۹- متر کاهش یافته و باعث شد تا خشکی‌زایی گسترده‌ای در کرانه‌های دریا اتفاق افتد، به طوری که ارتباط آبی خلیج گرگان با دریا به‌طور کل قطع شد. همچنین، فاز پیشروی تراز این دریا که بین سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۵۷ به‌وقوع پیوست سبب گردید تا تراز آب دریای کاسپین به‌میزان ۲/۵ متر بالا بیاید و خسارات گسترده‌ای را به کاربری‌های گوناگون این نواحی وارد نماید. با این مقدمه کوتاه اما مهم، روشن می‌شود که نوسانات تراز دریای کاسپین در یک بازه زمانی کوتاه و با این دامنه گسترده خود نسبت به اقیانوس‌های جهانی، تأثیرات شگرف و متنوعی را بر منطقه و ساکنان محلی این مناطق خواهد گذاشت (منصوری و سربازی، ۱۳۹۶). به طوری که با توجه ویژگی‌های مورفولوژیکی سواحل شمالی و نیز اینکه بسیاری از مراکز جمعیتی در این منطقه در نزدیکی خط ساحلی قرار گرفته‌اند، می‌تواند باعث مختل شدن زندگی، فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی، اداری، تفریحی و غیره در منطقه گردد. در واقع، نوسانات سریع سطح تراز آب دریای کاسپین نقش مهمی در تعیین میزان مخاطرات فرسایشی، پیامدهای ناگوار زیست‌محیطی، تخریب و خشک شدن مناطق ساحلی، تالاب‌ها و خلیج‌های کناره‌ای خواهد داشت. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر نوسانات سریع تراز آب دریای کاسپین بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و هیدرولوژیکی خلیج گرگان با استفاده از تصاویر ماهواره لندست طی بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۵۷ خورشیدی می‌باشد.

واژگان کلیدی: نوسانات تراز دریا، دریای کاسپین، خلیج گرگان، تصاویر لندست.

۲- مواد و روش‌های پژوهش

در این پژوهش، تأثیر نوسانات سریع سطح آب دریای کاسپین بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و هیدرولوژیکی خلیج گرگان بررسی شده است. برای این منظور از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰، آرشیو تصاویر ماهواره‌ای لندست سری سنجنده‌های Mss, TM, ETM⁺ and OLI مربوط به

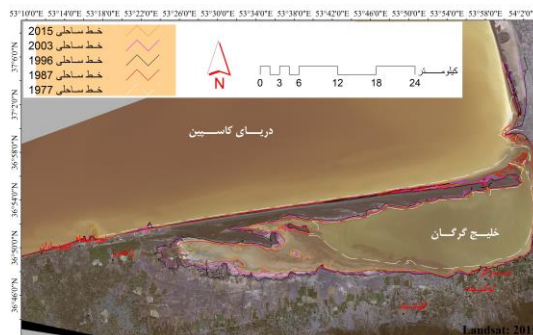
سال‌های ۱۳۵۷، ۱۳۶۶، ۱۳۷۸، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۵ برای منطقه مورد پژوهش (جدول ۱)، نرم‌افزارهای Arc GIS 10 و Erdas Imagine 2014 به‌عنوان ابزارهای اصلی پژوهش استفاده گردیده است. همچنین، بازدیدهای میدانی متعددی از محدوده مورد مطالعه به‌عمل آمد.

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش.

تصویر لندست	سنجده MSS	سنجده TM	سنجده ETM ⁺	سنجده Pushbroom (OLI)
۱۳۵۷ خورشیدی	*			
۱۳۶۶ خورشیدی		*		
۱۳۷۸ خورشیدی			*	
۱۳۸۲ خورشیدی			*	
۱۳۹۵ خورشیدی				*

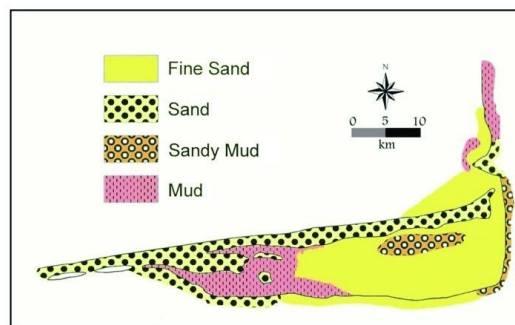
۳- بحث و یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهند که رفتار و واکنش هیدرولوژیکی خلیج گرگان به شدت به نوسانات تراز دریای کاسپین وابسته می‌باشد، به طوری که موقعیت و حدود خلیج گرگان و خط ساحلی منطقه به پیروی از نوسانات تراز دریای کاسپین با پیشروی و پسروی متعددی همراه بوده است. به عبارت دیگر، در دوره‌های کاهش تراز دریا، رفتار خلیج گرگان به شکل پسروی و خشک شدن بخش‌هایی از آن نمایان می‌شود، در حالی که طی افزایش سطح تراز با گسترش و پیشروی در محدوده آن روبرو هستیم. شکل ۱ موقعیت و میزان پیشروی و پسروی خط ساحلی را طی بازه ۱۳۹۵-۱۳۵۷ نشان می‌دهد.



شکل ۱: تغییرات خط ساحلی و گستره آبی خلیج گرگان طی بازه زمانی ۱۳۹۵-۱۳۵۷ خورشیدی (۲۰۱۵-۱۹۷۷ میلادی).

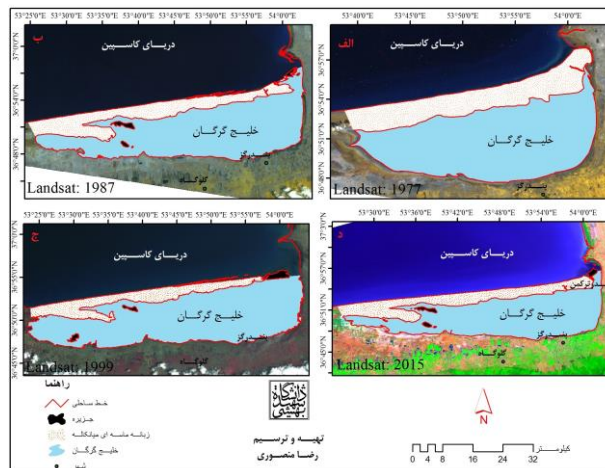
بررسی تصاویر ماهواره‌ای دهه اخیر منطقه نشان می‌دهند بر اثر کاهش تراز دریای کاسپین خلیج گرگان نیز دچار پسروی شده و در حال خشک شدن می‌باشد. به طوری که امروزه حدود ۳۵ درصد آن خشک شده و خط ساحلی در برخی نواحی از جمله بندر گز تا حدود ۵۰۰ متر پسروی داشته است. از سوی دیگر، با کاهش تراز دریا به ۲۸/۱- متر در سال ۱۳۹۵، ضریب بازدهی موثر کانال‌های ارتباطی چاقلی و خوزینی به حداقل ممکن خود رسیده و ژرفای متوسط آنها به حدود ۰/۵ متر کاهش یافته است. اگر روند کاهش تراز دریا همچنان ادامه یابد و حدود ۵۰ سانتیمتر دیگر افت نماید، کانال‌های مذکور دچار انسداد کامل شده و خلیج گرگان با خطر خشکی کامل روبرو خواهد شد. برپایه مطالعه آرشو تصاویر لندست مشخص شد که کانال‌های ارتباطی بین خلیج گرگان و دریای کاسپین از لحاظ فیزیکی نسبت به تغییرات آب‌وهوایی و نوسانات تراز دریا بسیار حساس و آسیب‌پذیر می‌باشند. زیرا هرگونه نوسان در تراز دریا سبب تغییرات عمده‌ای در ویژگی‌های مورفومتری و هندسی این کانال‌ها می‌گردد. بنابراین، کانال‌های مطمئن و پایداری برای انتقال آب دریا به خلیج و برقراری شرایط هیدرولوژیکی مناسب آن نیستند. اگر به‌ر دلیل روند کاهش تراز دریای کاسپین طی سال‌های آتی ادامه یابد و خلیج گرگان خشک شود، دور از انتظار نخواهد بود که مشکلاتی مشابه مشکلات رخ داده برای دریاچه ارومیه در گوشه جنوب‌خاوری این دریا اتفاق افتد. چراکه بخش عمده‌ای از رسوبات بستر خلیج از مواد ریزدانه (گل و ماسه بسیار ریزدانه) تشکیل شده (شکل ۲) و با خشک شدن تمام یا بخش‌هایی از بستر آن، ریزگردهای ناشی از پهنه‌های گلی خشک شده بستر خلیج زندگی و اقتصاد ساکنان منطقه را به چالش خواهد کشید.



شکل ۲: پراکندگی دانه‌بندی رسوبات بستر حوضه خلیج گرگان (لاهیجانی و همکاران، ۱۳۸۹).

یافته‌های به‌دست آمده نشان می‌دهند هنگامی که تراز دریای کاسپین در سال ۱۳۵۷ به پایین‌ترین حد ممکن خود در یک‌صد سال گذشته رسیده است، به دلیل پسروری آب‌های ساحلی و نیز گسترش و رشد حداکثری زبانه ماسه‌ای میانکاله که منجر به انسداد کامل کانال‌های ارتباطی بین خلیج گرگان با دریای کاسپین شده است، ارتباط بین خلیج و دریا از هم قطع شده و باعث خشک شدن بخش‌های قابل توجهی از آن (حدود ۴۰٪) گشته است. در این سال مساحت و محیط خلیج گرگان به ترتیب برابر با ۲۹۰/۰۴ کیلومتر مربع و ۱۰۰/۱۷ کیلومتر بوده است (شکل ۳ الف، جدول ۲). اما طی فاز پیشروی ناگهانی و سریع تراز آب دریا از سال ۱۳۶۶ تا اواسط دهه ۱۳۷۰، بالآمدن سطح آب دریا محیط منطقه را به شدت دگرگون ساخته و باعث به‌زیرآب رفتن زمین‌هایی شد که طی دوره پیش از زیر آب بیرون آمده بودند. خلیج گرگان در اثر پیشروی آب‌های دریا دوباره پیشروی داشته و تقریباً به حدود دوبرابر گسترش قبلی خود رسیده است (شکل ۳ ب، ج). مساحت و محیط خلیج گرگان به ترتیب برای سال ۱۳۶۶، ۴۵۴/۴۶ کیلومتر مربع و ۲۱۰/۱۶ کیلومتر و برای سال ۱۳۷۸، ۵۳۹/۰۲ کیلومتر مربع و ۲۱۴/۳ کیلومتر بوده است (جدول ۲). از جمله پیامدهای ناشی از پیشروی این دوره می‌توان به زیرآب رفتن بخش‌های گسترده‌ای از کرانه‌های ساحلی، جاده‌ها، خطوط انتقال نیرو، ساختمان‌های مسکونی، اداری و رفاهی - تفریحی و نیز صنایع وابسته به دریا را ذکر نمود. این درحالی است که طی فاز جدیدی از کاهش تراز دریا که از ابتدای قرن بیست و یکم آغاز شده است، دوباره وضعیت خلیج گرگان با پسروری آب‌های ساحلی و خشک شدن بخش‌هایی از آن روبرو گشته است. طبق اندازه‌گیری‌های انجام شده در این پژوهش، مساحت و سطح آب این خلیج نسبت به سال ۱۳۸۷ که بیشترین حد گسترش خود را طی دوره بررسی شده داشته است، کاهش یافته (شکل ۳ د) و مساحت و محیط آن به ترتیب برابر با ۴۳۹/۴۵ کیلومتر مربع و ۱۹۷/۰۴ کیلومتر بوده است (جدول ۲). شایان گفتن است که هم‌زمان با افزایش تراز دریا، تعدادی جزیره در منطقه نمایان شده‌اند که ویژگی‌های مربوط به مساحت و محیط آنها در هر دوره مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است. تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهند تراز آب دریای کاسپین در سال ۱۳۷۸ نسبت به سال ۱۳۹۵ در سطح بالاتری قرار داشته است. به دنبال بالآمدن تراز دریا، آب‌های ساحلی در خشکی میانکاله و آشوراده پیشروی کرده و باعث تعریض و باز شدن کانال‌های ارتباطی چاقالی و خوزینی به‌عنوان راه‌های ارتباطی خلیج گرگان با دریای کاسپین شده است. با بالآمدن تراز دریا و باز شدن کانال خوزینی منطقه آشوراده به‌صورت جزیره‌ای منفرد درآمد و از خشکی اصلی میانکاله جدا شده است. همچنین در پی پیشروی آب دریا در خشکی میانکاله، بخش‌هایی از آن در باختر جزیره آشوراده و کانال خوزینی به‌صورت سدهای ساحلی با درازای تقریبی حدود ۱۲ کیلومتر نمایان گشته است. اما بر اثر پایین رفتن تراز دریا و پسروری آب‌های ساحلی - که در دهه اخیر با آن روبرو بوده‌ایم - این وضعیت که در تصویر سال ۲۰۱۵ نیز کاملاً مشخص است، به کلی تغییر کرده و تمامی منطقه با فرایند خشکی‌زایی روبرو بوده است. این در حالی است که در برخی نواحی خط ساحلی نسبت به سال ۱۳۷۸ تا حدود ۲ کیلومتر پسروری داشته است.

در پایان شایان گفتن است که راه‌های ارتباطی خلیج گرگان با دریای کاسپین کانال چاقالی (به‌عنوان تنها کانال دایمی و اصلی) و کانال خوزینی (به‌عنوان دومین راه ارتباطی غیر دایمی) می‌باشند که به دنبال پیشروی و پسروری تراز آب دریا، دستخوش تغییرات عمده‌ای می‌شوند. بنابراین، وقوع هرگونه نوسانی در تراز آب دریا و به دنبال آن دگرگونی در پیکره این زبانه ماسه‌ای، به‌طور حتم می‌تواند بر شرایط حاکم بر خلیج گرگان و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی واقع در محدوده آن نیز اثر بگذارد (ثروتی و همکاران، ۱۳۹۵). از سوی دیگر، برپایه مطالعات سازمان بندر و دریانوردی، سطح آب دریای کاسپین و به پیروی از آن سطح آب خلیج گرگان در حال کاهش است. همچنین، مطالعات این سازمان نشان می‌دهد که اگر این روند کاهشی ادامه یابد تا ۳ سال آینده گستره بزرگی از خلیج ۴۰ هزار هکتاری گرگان خشک شده و به سرنوشت دریاچه ارومیه مبتلا می‌شود. در حال حاضر سطح آب در برخی نقاط خلیج گرگان یک کیلومتر پسروری داشته و تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهند، ارتباط کانال چاقالی که آب دریا را به خلیج گرگان می‌رساند به کمترین میزان خود رسیده و ارتباط خلیج از طرف کانال خوزینی هم قطع شده است.



شکل ۳: تاثیر نوسانات تراز دریای کاسپین بر گستره خلیج گرگان طی دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۵۷.

جدول ۲: تغییر پذیری خلیج از نوسانات تراز دریای کاسپین بین سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۵۷.

سال	خلیج گرگان		جزایر	
	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر)	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر)
۱۳۵۷	۲۹۰/۰۴	۱۰۰/۱۷	-	-
۱۳۶۶	۴۵۴/۴۶	۲۱۰/۱۶	۶/۶۹	۳۲/۸۶
۱۳۷۸	۵۳۹/۰۲	۲۱۴/۳	۱۰/۵۱	۳۳/۸۱
۱۳۹۵	۴۳۹/۴۵	۱۹۷/۰۴	۸/۵۲	۳۵/۱۲

۴- مراجع

- ثروتی، م. ر، قهرودی‌تالی، م، نعیمی، ع، منصور، ر (۱۳۹۵): پایش تاثیر نوسانات یک دهه اخیر تراز دریای کاسپین بر مورفولوژی زبانه ماسه‌ای و تالاب میانکاله، تهران، همایش ملی ژئومورفولوژی و آمایش سرزمین، چهارمین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.
- خوشروان، همایون (۱۳۹۵): خلیج گرگان در چند قدمی مرگ، قابل دسترس در: <http://marinetimes.ir/fa/news/8886> /خلیج-گرگان-در-چند-قدمی-مرگ، تاریخ دسترسی: ۱۳۹۵/۰۶/۱۲.
- منصوری، رضا، سربازی، زهرا (۱۳۹۶): بررسی تاثیر نوسانات سریع سطح تراز آب دریای کاسپین بر ویژگی‌های مورفولوژیکی بخش جنوب‌خاوری آن با استفاده از RS & GIS، زنجان، نخستین همایش ملی اندیشه‌ها و فناوری‌های نوین در علوم جغرافیایی.
- لاهیجانی، حمید و همکاران (۱۳۸۹): شاخص‌های رسوب‌شناختی و ژئوشیمیایی رسوبات خلیج گرگان، مجله اقیانوس‌شناسی، شماره ۱، صص: ۴۵-۵۵.
- Feng., S. et al, 2014, "Projected climate regime shift under future global warming from multi- model and multi scenario CMIP5 simulation", Global and planetary change, Vol 112, PP 41- 52.
- Kakroodi, A., A., 2012; **Rapid Caspian Sea-level Change and Its Impact on Iranian Coasts**, PhD thesis, Delft University of Technology.
- Kakroodi, A., A., Leroy, S., A., G., Kroonenberg, S., B., Lahijani, H., A., K., Alimohammadian, H., Boomer, I., Goorabi, A., 2015; **Late Pleistocene and Holocene sea-level change and coastal paleoenvironment evolution along the Iranian Caspian shore**, Marine Geology, 361, PP: 111-125.
- Khoshravan, H., 2007; **Beach sediments, morphodynamics, and risk assessment, Caspian Sea coast, Iran**, Quaternary International, Vol. 167-168:35-39.
- Kroonenberg., S. B. et al, 2000, "A full sea level cycle in 65 years: barrier dynamics along Caspian shores", sedimentary Geology, Vol 134, PP 257- 274.
- Leroy., S. A.G. et al, 2013, **Holocene vegetation history and sea level changes in the SE corner of the caspian Sea: relevance to SW Asia climate**, Quaternary science reviews, Vol 70, PP 28- 47.
- Mayewski., P. et al, 2004, "Holocene climate variability", Quaternary research, Vol 62, PP 243- 255.
- Rychgov., G.I., 1997, "Holocene oscillation of the Caspian Sea, and forecast based on paleogeographical reconstruction", Quaternary international, Vol 41/42, PP 167- 172.