



## بررسی تاثیر نوسانات سریع سطح تراز آب دریای کاسپین بر ویژگی های مورفولوژیکی بخش جنوب خاوری آن با استفاده از RS & GIS

رضا منصوری<sup>۱\*</sup>، زهرا سربازی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی/ مدیریت محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، [Re\\_mansouri@sbu.ac.ir](mailto:Re_mansouri@sbu.ac.ir)

۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، [zsarbazi@gmail.com](mailto:zsarbazi@gmail.com)

### چکیده

هدف اصلی این پژوهش بررسی و مطالعه تاثیر نوسانات تراز دریای کاسپین بر وضعیت مورفولوژیکی کرانه های بخش جنوب خاوری آن منطبق بر زبانه ماسه ای میانکاله و خلیج گرگان با استفاده از آرشیو تصاویر ماهواره لندست، سنجش از دور و نقشه های قدیمی در دسترس و توپوگرافی موجود می باشد. دریای کاسپین طی یک صد سال گذشته حدود ۳ متر نوسان سطح آب را ثبت نموده است. در واقع، با استناد به داده های دستگاهی در دسترس و بررسی تصاویر لندست مشخص می شود که از ۱۹۰۰ تا ۱۹۷۷ حدود ۳ متر کاهش و پس از آن تقریباً تا اواخر دهه ۱۹۹۰ حدود ۳ متر افزایش سطح را نشان می دهد. یافته های به دست آمده نشان می دهند که نوسانات تراز دریای کاسپین تاثیر مستقیمی بر وضعیت تکاملی زبانه ماسه ای میانکاله و خلیج گرگان دارد. به عبارت دیگر، تغییرات سطح دریا عامل اصلی کنترل کننده وضعیت مورفولوژیکی لندفرم های منطقه است. به طوری که همزمان با کاهش تراز دریا، با غلبه فرایند انتقال مواد از طریق جریان های کرانه راستا در امتداد کرانه های اسپیت میانکاله با روند باختری- خاوری، این زبانه به حداکثر گسترش و رشد خود رسیده و در نهایت باعث بسته شدن کانال های ارتباطی و خشک شدن گستره زیادی از خلیج گرگان شده است. اما در هنگامی که تراز دریا رو به افزایش گذاشته، به واسطه پیشروی و هجوم آب های ساحلی به سوی خشکی، بخش های گسترده ای از خشکی های ساحلی به زیر آب رفته و دچار فرسایش شده اند. در واقع افزایش تراز، متناسب با میزان پیشروی خود منجر به بازگشایی کانال های ارتباطی آشوراده، چاپقلی و گاهی مواقع کانال خوزینی گردیده است. همچنین، بر اثر بالا آمدن تراز دریا و به زیر آب رفتن بخش هایی از کرانه، تعدادی جزیره از جمله: آشوراده و اسماعیل سالی دوباره شکل گرفته اند. در پایان بایستی خاطر نشان نمود که بخش جنوب خاوری دریای کاسپین با توجه به ویژگی هایی که دارد می تواند به عنوان یک آزمایشگاه طبیعی ژئومورفولوژیکی برای بررسی چگونگی عملکرد نوسانات تراز دریای کاسپین و واکنش منطقه ساحلی، مورد استفاده پژوهشگران قرار گیرد.

**واژه های کلیدی:** نوسانات تراز آب دریا، دریای کاسپین، زبانه ماسه ای میانکاله، خلیج گرگان، تصاویر لندست، سنجش از دور.

### ۱- مقدمه

یکی از زیباترین نوع سواحل که برای بسیاری از فعالیت های گردشگری و تفریحی مورد توجه انسان ها واقع شده است سواحل ماسه ای یا دریاکنارهای ماسه ای هستند. دریاکنارها حدود ۴۰ درصد از خطوط ساحلی جهان را به خود اختصاص می دهند و عموماً شامل نهشته های ناپیوسته ای از شن و گراول در منطقه ساحلی اند [۱] و [۲]. این سواحل عموماً در حاشیه زمین های

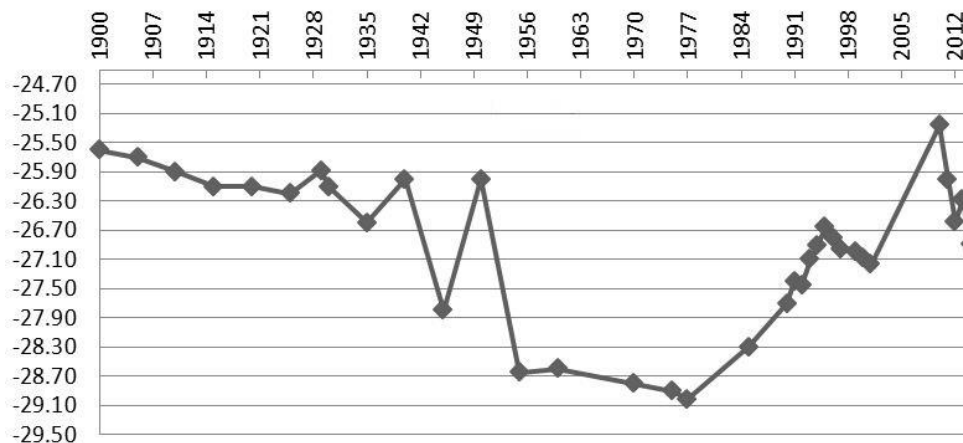


پست تشکیل می شوند و از مناطق ساحلی مهم با تراکم جمعیتی بالا به شمار می آیند. امروزه، بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق ساحلی زندگی می کنند و بسیاری از مردم نیز همواره از ساحل بازدید می نمایند [۱]. همچنین در ایران، رودخانه ها و سامانه های ساحلی یکی از مهم ترین عوامل در تعیین محل شهرها، شبکه حمل و نقل، فعالیت های بازرگانی، گردشگری، کشاورزی و توسعه مناطق صنعتی می باشند [۳].

سواحل به طور ویژه ای نسبت به اثرات دگرگونی های آب و هوایی حساس هستند. از این میان، خطوط ساحلی واقع در جلگه های پست و هموار ساحلی، مناطق دلتایی و خلیج ها بیشتر از همه آسیب پذیر هستند [۴ و ۵]. مناطق ساحلی پست و هموار، برای مثال همچون کرانه های جنوبی دریای کاسپین در شمال کشور که به اصطلاح دریاکنار (Beach) خوانده می شوند، همواره به عنوان مکانی برای تفریح و گذران اوقات فراغت مورد استفاده مردم قرار می گیرند. این در حالی است که این مناطق نیز همواره در معرض تهدید رخ داد سیلاب و فرسایش ناشی از افزایش سطح آب دریا می باشند. از میان پدیده های آب و هوایی که مناطق ساحلی و به ویژه کرانه های پست و هموار را تحت تاثیر و مورد تهدید مخاطرات طبیعی قرار داده است، نوسانات تراز دریا و به ویژه بالا آمدن سطح آب دریا می باشد که در حال حاضر به عنوان یک محرک بحرانی در سطح جهان نمود یافته است. برای مثال، نوسانات مربوط به بالا و پایین رفتن تراز آب دریای کاسپین دست کم طی یک صد سال گذشته مسایل و مشکلات متنوعی را برای ذی نفعان پیرامون آن به وجود آورده است. رخ داد این پدیده باعث ایجاد دگرگونی های چشمگیری در پراکنش و مورفولوژی لندفرم های مهم ساحلی و زیستگاه های گیاهی و جانوری شده است. همچنین، بالا آمدن سطح آب دریا که یک نگرانی و بحران جهانی برای مناطق ساحلی و به ویژه برای کرانه ها و جزایر پست و کم فرازا می باشد، باعث آلودگی آب های زیرزمینی و سطحی این مناطق در آمیختگی با آب شور دریاها و نیز تشدید اثر توفان های ساحلی می گردد.

تراز دریای کاسپین در سال ۱۹۲۹ به طور ناگهانی کاهش یافته و طی ۴۰۰ سال اخیر به پایین ترین سطح خود، یعنی ۲۹- متر رسیده است [۶]. از سال ۱۹۷۷ تا اوایل دهه ۲۰۰۰ دوباره سطح تراز آن افزایش یافته و به ۲۶/۵- متری رسیده است. مورفولوژی ساحل در پاسخ به این تغییرات بسیار متفاوت بوده و بی شک مناطق ساحلی کم شیب حساسیت بیشتری از خود نشان داده اند [۷]. رخ داد چنین نوساناتی در تراز آب دریای کاسپین، باعث وارد آمدن خسارات گوناگونی به زیرساخت ها، مردم و دیگر ذی نفعان در مناطق ساحلی به ویژه در راستای کرانه های پست و کم فرازا در منطقه شده است. در واقع، نوسان های دوره ای سطح آب دریای کاسپین، در سده اخیر با ۳ متر افت و خیز روبرو بوده است [۸]. همان طور که در شکل ۱ نیز مشخص است در سال ۱۹۷۷ که تراز دریا در یک صد سال گذشته به پایین ترین حد خود یعنی حدود ۲۹- متر رسیده به واسطه پدیده خشکی زایی و مسدود شدن کانال های ارتباطی آشوراده، چاپقلی و خوزینی گستره و حدود آبی خلیج گرگان به شدت کاهش یافته و مساحت آن حدود دو برابر کم شده است.

اندازه گیری و سنجش دستگامی تراز آب دریای کاسپین از دهه ۱۸۳۰ میلادی در خلیج باکو آغاز شد. اما اندازه گیری پیوسته تراز این دریا از سال ۱۸۸۰ به ثبت رسیده است. داده های دستگامی موجود نشان می دهند که از سال ۱۹۲۹ تا ۱۹۴۱، تراز دریای کاسپین با کاهش نسبی حدود ۲ متر از ۲۵/۸۸- متر به ۲۷/۸۴- متر رسیده و تا سال ۱۹۷۷ با کاهش ۳ متر در سطح خود به ۲۹- متر رسیده است. همچنین، سطح آب تا سال ۱۹۹۵ به ۲۶/۶۶- متر و در سال ۲۰۰۱ به ۲۷/۱۷- متر رسیده است. برپایه سامانه فرازاسنج واقع در دریای بالتیک، تراز آب دریای کاسپین در سال ۲۰۱۴ با کاهش ۵۶ سانتیمتری در سطح خود به ۲۷/۴۳- متر رسیده است [۹]. با این مقدمه روشن می شود که نوسانات تراز دریا در یک بازه زمانی کوتاه و با این دامنه گسترده خود نسبت به اقیانوس های جهانی، تاثیرات شگرف و متنوعی را بر منطقه و ساکنان محلی این مناطق خواهد گذاشت. به طوری که با توجه ویژگی های مورفولوژیکی سواحل شمالی و نیز اینکه بسیاری از مراکز جمعیتی در این منطقه در نزدیکی خط ساحلی قرار گرفته اند، می تواند باعث مختل شدن زندگی، فعالیت های اقتصادی و غیره در منطقه گردد. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش بررسی تاثیر نوسانات سطح آب دریای کاسپین بر ویژگی های مورفولوژیکی زبانه ماسه ای میانکاله و خلیج گرگان واقع در بخش جنوب خاوری این دریا و با استفاده از RS & GIS می باشد.



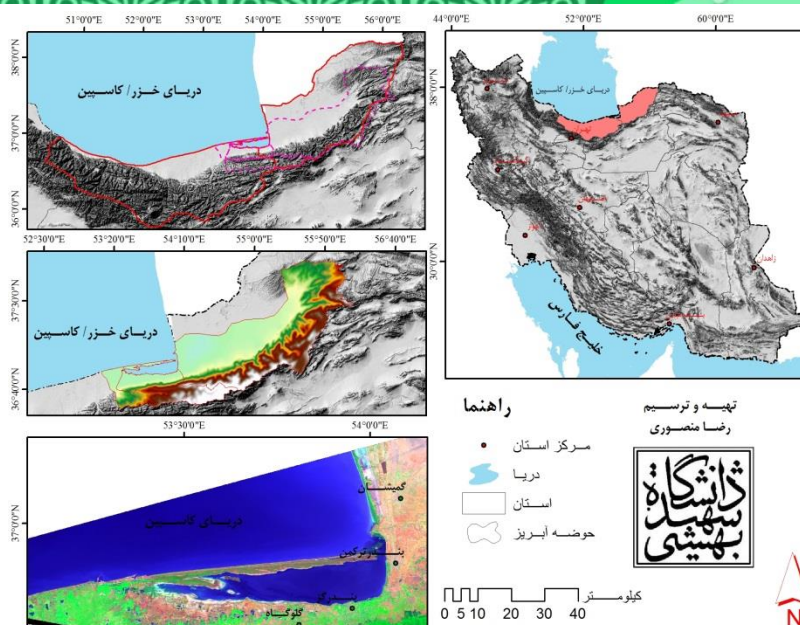
شکل ۱: تغییرات سطح آب دریای کاسپین بین سال‌های ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۲

## ۲- منطقه مورد پژوهش

منطقه مورد پژوهش از لحاظ موقعیت ریاضی در راستای پهنای جغرافیایی  $36^{\circ} 44'$  تا  $37^{\circ} 05'$  شمالی از خط استوا و در راستای درازای جغرافیایی  $53^{\circ} 09'$  تا  $54^{\circ} 05'$  خاوری از نیمروز گرینویچ واقع شده و به‌طور کلی کرانه‌های بخش جنوب‌خاوری دریای کاسپین از جمله زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان را در بر می‌گیرد (شکل ۲).

دریای کاسپین با مساحت  $371000$  کیلومتر مربع و بیشینه ژرفایی حدود  $1030$  متر، بزرگ‌ترین دریاچه دنیا به‌شمار می‌رود. در بخش جنوب‌خاوری این دریا شبه‌جزیره یا زبانه ماسه‌ای میانکاله با روندی باختری-خاوری تشکیل شده که به‌عنوان بزرگ‌ترین و تیپیک‌ترین نمونه زبانه ماسه‌ای ساحلی در جنوب دریای کاسپین در ایران محسوب می‌شود. گسترش و پیشروی این زبانه ماسه‌ای در شکل‌گیری و تکامل خلیج گرگان و تالاب میانکاله نقش مهم و بسزایی داشته است [۱۰]. به‌عبارت دیگر، عوامل گوناگونی همچون شیب ملایم کرانه، فراوانی ماسه، جریان‌های کرانه‌راستا در پهنه آبی ریزکشدی با غلبه امواج و توفان‌های شدید دریایی در شکل‌گیری و رشد و گسترش زبانه ماسه‌ای میانکاله نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای داشته‌اند [۱۱]. در واقع، این زبانه ماسه‌ای بر اثر انباشت رسوبات ناشی از امواج کرانه‌راستایی که نهشته‌های ماسه‌ای را از باختر به‌سوی خاور حمل و رسوب‌گذاری نموده‌اند، تشکیل شده است. این زبانه ماسه‌ای با درازایی در حدود  $60$  کیلومتر و با بیشینه پهنای تقریباً  $3/5$  کیلومتر، خلیج گرگان را که به‌عنوان بزرگ‌ترین خلیج واقع در بخش جنوبی این دریا به‌شمار می‌رود، از دریای کاسپین جدا می‌نماید. به‌دلیل اینکه ساحل خلیج گرگان محیطی کم انرژی است، به‌صورت مردابی و لجن‌زار بوده و شماری جزیره نیز در بخش باختری آن به چشم می‌خورد که مهم‌ترین آن جزیره اسماعیل‌سای می‌باشد.

از لحاظ ویژگی‌های زمین‌شناختی نیز، این بخش از کرانه‌های دریای کاسپین چینه‌شناسی جوانی دارد، به‌گونه‌ای که سطح تمام منطقه توسط نهشته‌های کواترنری پوشیده شده است. این نهشته‌ها تفاوت رسوب‌گذاری در محیط‌های دریایی و خشکی را که به‌دنبال پیشروی‌ها و پسروی‌های دریای کاسپین بر اثر تغییرات زمین‌ساختی و آب‌وهوایی [۱۲] در گذشته صورت گرفته را نمایان می‌سازند.



شکل ۲: موقعیت منطقه مورد پژوهش در جنوب‌خاوری دریای کاسپین.

### ۳- داده و روش

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر نوسانات سطح آب دریای کاسپین بر ویژگی‌های مورفولوژیکی بخش جنوب‌خاوری آن یعنی زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان انجام شده است. در این راستا از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای لندست سری سنجنده‌های  $ETM^+$  & TM & MSS مربوط به سال‌های ۱۹۷۷، ۱۹۸۷، ۱۹۹۹ و ۲۰۱۵ برای منطقه مورد پژوهش (جدول ۱)، سامانه اطلاعات جغرافیایی در قالب نرم‌افزار Arc GIS 10 و سنسجش از دو در قالب بسته نرم‌افزار Erdas Imagine 2014 به‌عنوان ابزارهای اصلی پژوهش استفاده گردیده است. همچنین، بازدیدهای میدانی متعددی از محدوده مورد مطالعه به‌عمل آمد.

در گام بعد پس از اعمال تصحیحات لازم از جمله تصحیح هندسی و رادیومتریکی بر روی تصاویر موجود، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی زمین مرجع‌شده با کمک عوارض مشخص زمینی تصاویر منطقه مورد مطالعه کنترل و جانمایی شدند. پس از تصحیح و برطرف نمودن خطاهای احتمالی تصاویر ماهواره‌ای، جهت تشخیص و بررسی دقیق‌تر موقعیت خط ساحلی، باندهای گوناگون تصاویر اصلاح‌شده با باند Pan تصاویر، ترکیب‌شده تا رزولوشن ۱۵ متر بدست آید. سپس، ابتدا به استخراج موقعیت خط ساحلی برای هر یک از تصاویر ماهواره‌ای اقدام شد. سپس با استخراج خط ساحلی، میزان پیشروی و پسروی زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان و نیز تغییرات رخ‌داده در منطقه با استفاده از GIS & RS مورد بررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. در پایان نقشه‌های لازم تهیه و ترسیم شدند.

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده.

تصویر لندست	سنجنده MSS	سنجنده TM	سنجنده $ETM^+$	سنجنده Pushbroom (OLI)
۱۹۷۷	*			
۱۹۸۷		*		
۱۹۹۹			*	
۲۰۱۵				*

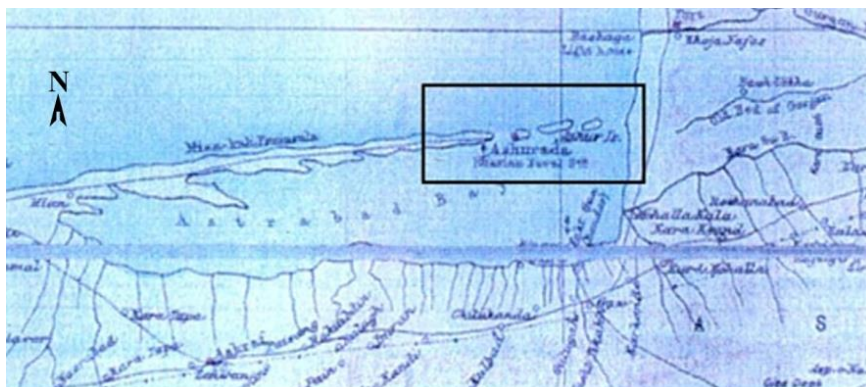
### ۴- بحث و یافته‌های پژوهش



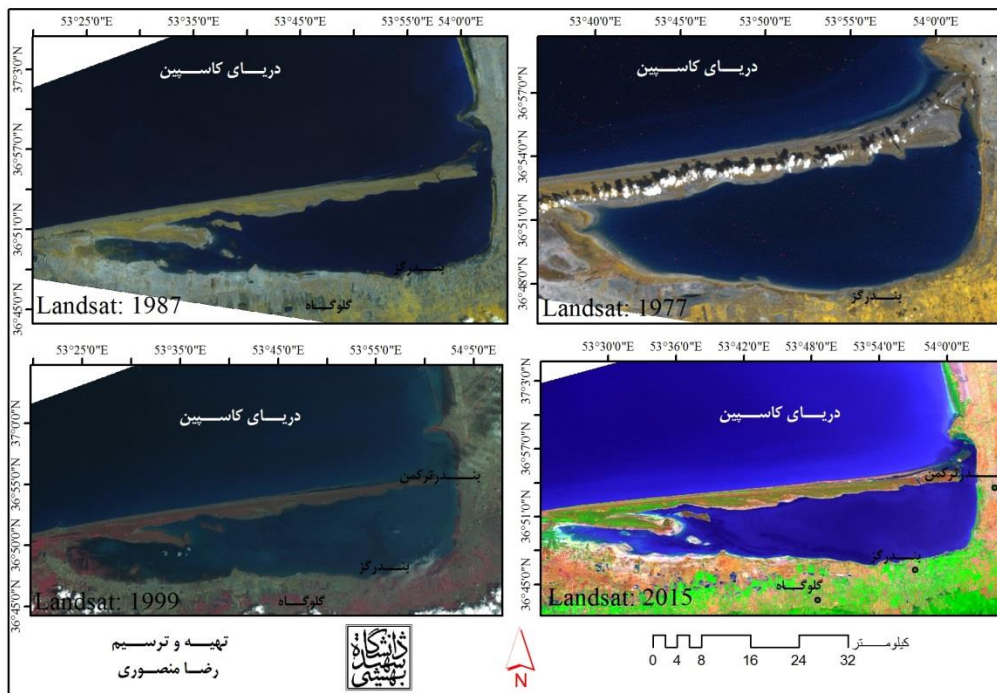
همان طور که پیش تر نیز گفته شد، تراز دریای کاسپین طی یک سده گذشته ابتدا حدود ۳ متر کاهش و سپس حدود ۲/۵ الی ۳ متر افزایش سطح را تجربه نموده است. طی این زمان، میانگین سطح آب دریا ۲۷/۲- متر، بیشینه آن ۲۹/۱- و کمینه آن ۲۵/۲- متر بوده است. بیشترین میزان تغییرات را طی دهه های ۱۹۴۰، ۱۹۷۰ و ۱۹۹۰ میلادی شاهد هستیم (شکل ۱). در ادامه تاثیر نوسانات تراز دریای کاسپین بر وضعیت و ویژگی های زبانه ماسه ای میانکاله و خلیج گرگان تشریح می شود.

#### ۱-۴ زبانه ماسه ای میانکاله

بر پایه داده ها و اطلاعات دستگامی و ماهواره ای در دسترس، مشاهده می شود که واکنش زبانه ماسه ای میانکاله نسبت به نوسانات تراز دریا و بالا و پایین رفتن سطح آن متفاوت بوده است. بر پایه قدیمی ترین نقشه موجود از منطقه که مربوط به سال ۱۸۹۰ می باشد، مشخص می شود هنگامی که تراز دریای کاسپین در مرحله پیشروی خود بوده و سطح دریا در حدود ۲۵- متر قرار داشته، منتهی الیه خاوری این زبانه به صورت جزایر منفرد کوچکی که روند شکل گیری آنها در راستای محور اصلی زبانه ماسه ای میانکاله بوده، درآمده است (شکل ۳). از سوی دیگر، همان طور که کاکرودی ۱۳۹۲ نیز اشاره می نمایند، از زمانی که تراز دریا بین سال های ۱۹۲۹ تا ۱۹۷۷ حدود ۳ متر کاهش یافته، به دلیل دسترسی نداشتن به داده های لازم، واکنش دقیق این زبانه نسبت به کاهش تراز مشخص نیست [۷]. ولی با این حال، داده های مربوط به ماهواره لندست سری سنجنده MSS از اوایل دهه ۱۹۷۰، به ویژه در سال ۱۹۷۷ نشان می دهد که به دلیل گسترش و پهن شدگی این زبانه و اتصال آن با کرانه های خاوری کانال های ارتباطی آشوراده و چاپقلی رشد آن قطع شده است. همچنین، گسترش و رشد حداکثری زبانه ماسه ای میانکاله سبب اتصال بخش منتهی الیه خاوری این زبانه واقع در بخش شمالی دهانه ورودی خلیج گرگان با کرانه های ساحلی دلتای گرگان رود شده است (شکل ۴ الف). در این سال که پایین ترین حد تراز دریا در قرن گذشته به ثبت رسیده است، زبانه ماسه ای میانکاله به حداکثر گسترش خود رسیده و با اتصال به کرانه های واقع در محدوده سیاسی استان گلستان رشد آن متوقف شده است. مساحت و محیط این زبانه به ترتیب برابر با ۱۲۰/۴۶ کیلومتر مربع و ۸۶/۴۲ کیلومتر بوده که روندی افزایشی را نشان می دهد (جدول ۲).



شکل ۳: واکنش زبانه ماسه ای میانکاله به تغییرات تراز آب دریای کاسپین در زمان بالا بودن سطح آن در سال ۱۸۹۰ [۱۳ و ۷].



شکل ۴: واکنش زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان نسبت به نوسانات یک‌صد سال اخیر تراز دریای کاسپین. الف) سال ۱۹۷۷ زمانی که تراز دریا در پایین‌ترین حد خود بوده؛ ب) سال ۱۹۸۷ زمانی که تراز دریا در حال بالآمدن بوده؛ ج) سال ۱۹۹۹ هنگامی که تراز دریا بیشترین حد افزایش را داشته؛ د) سال ۲۰۱۵ همزمان با دوره جدیدی از پسروی تراز دریا.

جدول ۲: تغییرپذیری خلیج گرگان و زبانه ماسه‌ای میانکاله از نوسانات تراز دریای کاسپین بین سال‌های ۲۰۱۵-۱۹۷۷.

سال	زبانه ماسه‌ای میانکاله		خلیج گرگان		جزایر	
	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر)	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر)	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر)
۱۹۷۷	۱۲۰/۴۶	۸۶/۴۲	۲۹۰/۰۴	۱۰۰/۱۷	-	-
۱۹۸۷	۱۵۶/۵۰	۱۷۹/۸۵	۴۵۴/۴۶	۲۱۰/۱۶	۳۲/۸۶	۶/۶۹
۱۹۹۹	۱۲۳/۵۶	۱۷۳/۸۶	۵۲۹/۰۲	۲۱۴/۳	۳۳/۸۱	۱۰/۵۱
۲۰۱۵	۱۶۹/۳۹	۱۴۲/۰۴	۴۳۹/۴۵	۱۹۷/۰۴	۳۵/۱۲	۸/۵۲

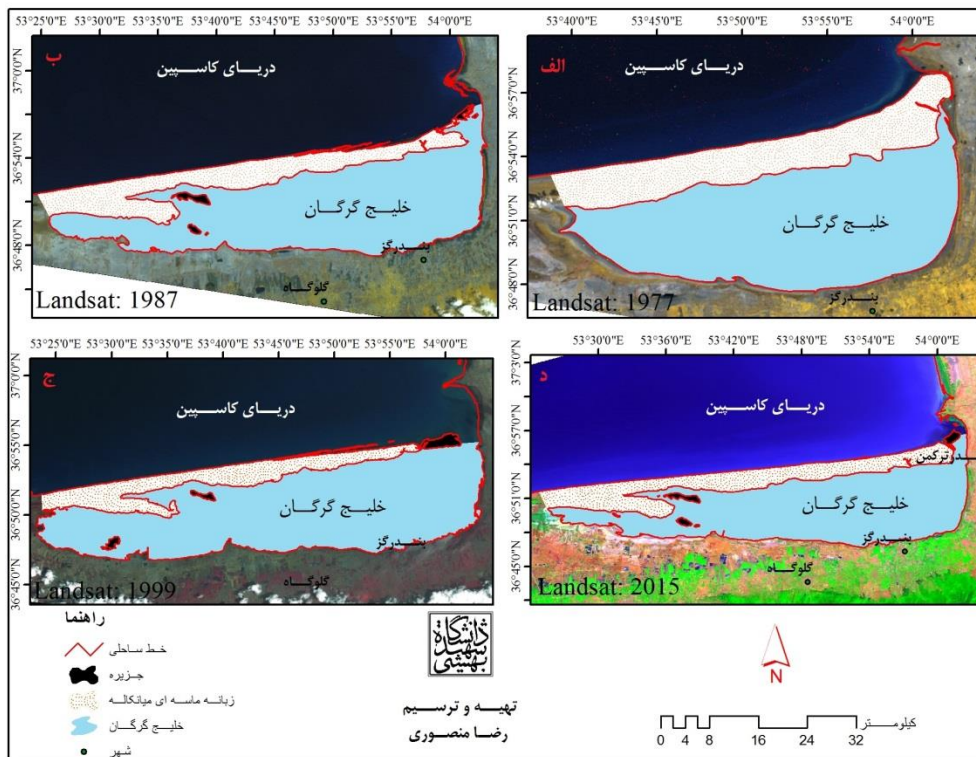
شرایط حاکم بر پیکره بزرگ‌ترین زبانه ماسه‌ای بخش جنوبی دریای کاسپین در زمان‌هایی که تراز دریا رو به افزایش نهاده و با پیشروی آب‌های ساحلی روبرو بوده‌ایم، بسیار متفاوت بوده است. در واقع، هم‌زمان با افزایش و پیشروی تراز دریا شاهد آن هستیم که فرایند حاکم بر نوار ساحلی تغییر کرده، به‌گونه‌ای که سواحل منطقه از حالت رسوب‌گذاری به سواحل فرسایشی مبدل گشته‌اند. در واقع، پس از سال ۱۹۷۷ که دوره جدیدی از افزایش تراز دریا آغاز شده، مشاهده می‌شود که تا سال ۱۹۸۷ به تدریج از وسعت زبانه ماسه‌ای میانکاله کاهش یافته و کرانه‌های آن دچار فرسایش شده‌اند. مساحت و محیط این زبانه در این دوره به ترتیب به میزان ۱۵۶/۵۰ کیلومتر مربع و ۱۷۹/۸۵ کیلومتر رسیده است (جدول ۲). تداوم روند افزایشی تراز آب دریا در این دوره (یعنی از ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۷) منجر به بازگشایی کانال‌های ارتباطی آشوراده و چاپقلی و نیز باعث نمایان شدن جزایر بخش باختری واقع در جنوب زبانه و در میان آب‌های خلیج گرگان گردیده است (شکل ۴ ب). همچنین، با ادامه پیشروی آب‌های دریای کاسپین به سوی خشکی بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۹ مشاهده می‌شود که در نیمه خاوری این زبانه تعدادی سد ماسه‌ای موازی با روند اصلی زبانه شکل گرفته است. در این دوره مساحت زبانه برابر با ۱۲۳/۵۶ کیلومتر مربع و محیط آن برابر با ۱۷۳/۸۶ کیلومتر می‌باشد که همچنان روندی کاهش داشته است (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۴ ج نیز مشخص



است، علاوه بر کانال های آشوراده و چاپقلی که در این دوره به صورت یک کانال واحد درآمده، کانال خوزینی نیز بازگشای شده و ارتباط آبی و هیدرودینامیکی دریای کاسپین با خلیج گرگان در قوی ترین حد خود برقرار گشته است و تعداد جزایری که در دوره پیش به وجود آمده بودند همچنان در صحنه باقی مانده اند. اما در فاصله زمانی بین سال های ۲۰۱۵-۱۹۹۹ که تراز دریا وارد مرحله دیگری از پسروی خود شده، می بینیم که با کاهش سطح تراز دریای کاسپین، زبانه ماسه ای میانکاله دوباره با پدیده خشکی زایی روبرو شده و بر وسعت آن (مساحت برابر با ۱۶۹/۳۹ کیلومتر مربع و محیط برابر با ۱۴۲/۰۴ کیلومتر) افزوده شده است. به گونه ای که تا سال ۲۰۱۵ به تدریج سدهای ماسه ای به خشکی های ساحلی پیوسته و کانال خوزینی بار دیگر مسدود و دیگر کانال های موجود به شدت در حال کاهش ابعاد و ژرفای خود بوده به طوری که به لایروبی نیاز پیدا کرده اند (شکل ۴ د). در واقع، با گذشت ۳۸ سال شاهد تکرار وضعیت مورفولوژیکی این زبانه مشابه وضعیت آن در سال ۱۹۷۷ هستیم. بنابراین، اگر روند کاهشی جدیدی که آغاز شده است به همین روال ادامه یابد، دور از انتظار نخواهد بود که بر اثر اتصال زبانه ماسه ای میانکاله با کرانه های خاوری و مسدود شدن کانال های ارتباطی بین دریا و خلیج گرگان، شاهد خشک شدن این خلیج باشیم. از جمله آثار مربوط به پسروی آب دریا و به پیروی از آن پیشروی خط ساحلی به سوی دریا بین سال های ۱۹۳۰ تا ۱۹۷۷، کاهش وسعت سواحل فرسایشی و جایگزینی سواحل رسوب گذاری است که بر اثر پدیده خشکی زایی، سواحل گسترده ای تشکیل شده و بر میزان خشکی های ساحلی منطقه افزوده شده است. از سوی دیگر، بالآمدن و پیشروی آب دریا باعث بر هم خوردن شرایط هیدرودینامیک حاکم بر نوار ساحلی و در نتیجه موجب شکل گیری دوباره سواحل فرسایشی در کرانه های دریای کاسپین گردیده است. با توجه به تغییرات آب و هوایی رخ داده در سطح جهانی، چنین فرایند فرسایشی فعال ناشی از بالآمدن و پیشروی تراز دریا در کرانه های با فرایند غالب نهشته گذاری، از مهم ترین رویدادهای طبیعی کنونی است که در بسیاری از مناطق ساحلی دنیا و از جمله دریای کاسپین در حال وقوع می باشد.

## ۲-۴ خلیج گرگان

چگونگی وضعیت تغییرات مورفولوژیکی خلیج گرگان و نیز تغییرات مربوط به میزان محیط و مساحت آن طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۷۷ از روی سری تصاویر ماهواره لندست مورد بررسی قرار گرفت. با مطالعه و بررسی تصاویر ماهواره ای نحوه واکنش خلیج گرگان نسبت به تغییرات رخ داده در سطح تراز دریای کاسپین مشخص گردید. یافته های به دست آمده نشان می دهند هنگامی که تراز دریای کاسپین در سال ۱۹۷۷ به پایین ترین حد ممکن خود در یک صد سال گذشته رسیده است، به دلیل پسروی آب های ساحلی و نیز گسترش و رشد حداکثری زبانه ماسه ای میانکاله که منجر به انسداد کامل کانال های ارتباطی بین خلیج گرگان با دریای کاسپین شده است، ارتباط بین خلیج و دریا از هم قطع شده و باعث خشک شدن بخش های قابل توجهی از آن 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 ۵ الف، جدول ۲). در واقع، می توان ابراز نمود که اگر میزان پسروی و افت سطح تراز در این دوره ادامه پیدا می کرد احتمال خشک شدن این خلیج دور از انتظار نبود.



شکل ۵: تاثیرپذیری زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان از نوسانات تراز دریای کاسپین طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۷۷.

اما طی دوره افزایش ناگهانی تراز آب دریا از سال ۱۹۸۷ تا اواسط دهه ۱۹۹۰، بالا آمدن سطح آب دریا محیط منطقه را به شدت دگرگون ساخت. به گونه‌ای که در اثر فرسایش ناشی از پیشروی و افزایش ناگهانی سطح آب، مساحت زبانه ماسه‌ای میانکاله کاهش یافت و باعث به زیر آب رفتن و جداسدن کرانه‌های ماسه‌ای بخش خاوری زبانه ماسه‌ای میانکاله از طریق بازگشای کانال‌های آشوراده و چاقلی گردید. در این دوره واکنش زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان متفاوت از هم بوده است. در واقع، زبانه مذکور در اثر افزایش ناگهانی رخ داده با فرسایش روبرو بوده است. این در حالی است که خلیج گرگان در اثر پیشروی آب‌های دریا دوباره پیشروی داشته و تقریباً به حدود دوبرابر گسترش قبلی خود رسیده است (شکل ۵ ب، ج). مساحت و محیط خلیج گرگان به ترتیب برای سال ۱۹۸۷، ۴۵۴/۴۶ کیلومتر مربع و ۲۱۰/۱۶ کیلومتر و برای سال ۱۹۹۹، ۵۳۹/۰۲ کیلومتر مربع و ۲۱۴/۳ کیلومتر بوده است (جدول ۲). از جمله پیامدهای ناشی از پیشروی این دوره می‌توان به زیر آب 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 در حالی است که طی فاز جدیدی از کاهش تراز دریا که از ابتدای قرن بیست و یکم آغاز شده است، دوباره وضعیت خلیج گرگان با پسروی 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 ۱۹۹۹ که بیشترین حد گسترش خود را طی دوره بررسی شده داشته است، کاهش یافته (شکل ۵ 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.

## ۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش تاثیر نوسانات تراز دریای کاسپین بر وضعیت مورفولوژیکی عمومی کرانه‌های بخش شمال خاوری منطبق بر زبانه ماسه‌ای میانکاله و خلیج گرگان با استفاده از آرشیو تصاویر ماهواره لندست مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که این تصاویر نقش موثر و کارآمدی در شناخت تغییر و تحولات منطقه ایفا می‌نمایند. در واقع، با بررسی‌های انجام شده بر روی





سری های گوناگون تصاویر ماهواره لندست و با اتکا به قدیمی ترین نقشه در دسترس از منطقه که مربوط به سال ۱۸۹۰ می باشد، مشخص شد که نوسانات تراز دریای کاسپین تاثیر مستقیمی بر وضعیت تکاملی زبانه ماسه ای میانکاله و خلیج گرگان دارد. به عبارت دیگر تغییرات سطح دریا عامل اصلی کنترل کننده وضعیت مورفولوژیکی لندفرم های منطقه است. به طوری که اگر تراز آب دریا بیشتر از ۳ متر کاهش سطح داشته باشد به احتمال زیاد این خلیج بر اثر غلبه فرایند رسوب گذاری ناشی از جریان های کرانه راستا در راستای زبانه ماسه ای میانکاله بسته خواهد شد. اما، برعکس، بالا آمدن تراز آب دریای سبب می شود تا زبانه ماسه ای میانکاله دچار فرسایش شده و به صورت چندین جزیره به حیات خود ادامه دهد، یا اینکه در نهایت در اثر تدام افزایش تراز دریا این جزایر به زیر آب رفته و از بین بروند.

از سوی دیگر، مقایسه تصاویر ماهواره ای طی بازه زمانی مورد بررسی نشان می دهند که وضعیت مورفولوژیکی عمومی منطقه و نیز موقعیت خط ساحلی دوباره به حالت ۳۸ سال گذشته خود در سال ۱۹۷۷ نزدیک می شود. این رویداد زنگ خطری است برای مدیریت و بهره بردای از منابعی که در منطقه وجود دارد و زندگی ساکنان محلی به آنها وابسته است. از این رو بایستی مسئولان ذی ربط به آن توجه ویژه ای داشته باشند. چرا که تغییر کاربری سواحل به طور چشم گیری متاثر از فازهای پیشروی و پسروی آب دریا می باشد. بنابراین، بایستی هرگونه دخل و تصرفی در این منطقه از جمله ساخت وسازهایی که در این سواحل صورت می گیرد، با توجه ویژه به وضعیت کنونی سواحل از لحاظ فرسایش و رسوب گذاری و با نظارت مسئولان نهادهای مربوطه انجام گیرد.

## مراجع

[1] Bird, E. Coastal geomorphology: an introduction, University of Melbourne, Australia Second Edition, Wiley Publisher, 2008.

[۲] منصوری، ر، قنواتی، ع. الف، ثروتی، م. ر، کرم، الف. شناسایی و طبقه بندی مورفولوژیکی مناطق ساحلی جنوب دریای کاسپین با استفاده از روش شپارد (پژوهش موردی: از نوشهر تا بابلسر)، تهران، مجله جغرافیایی سرزمین، سال ۹، شماره ۳۶، صص: ۱۰۸-۹۱، ۱۳۹۱.

[3] Ghanavati, E, Firouzabadi, P., Z., Jangi, A., A., Khosravi, S. Monitoring Geomorphologic Changes Using Landsat TM and ETM+ Data in the Hendijan River Delta, Southwest Iran, International Journal of Remote Sensing, Vol.29, No.4, PP. 945-959, 2008.

[4] McGranahan G., Balk D. and Anderson B. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. Environment & Urbanization 19(1): 17-37, 2007.

[5] Nicholls R.J., Wong P.P., Burkett V.R., Codignotto J.O, Hay J.E., McLean R.F., Ragoonaden S. and Woodroffe C.D. Coastal systems and low-lying areas. In Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., Van der Linden P.J. and Hanson E.E. (eds.), 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 315-356, 2007.

[6] Rychagov, G.L. Holocene Oscillation of the Caspian Sea, and Forecast Based on the Caspian, Sea and Forecast Based on Paleogeographical Reconstructions, Quaternary International, Vol. 41- 42, PP. 167-172, 1997.

[۷] عبدالهی کاکرودی، ع. نوسانات دریای خزر و تاثیر آن بر سواحل جنوب شرقی دریای خزر، تهران، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۳، صص: ۴۴-۳۳، ۱۳۹۲.

[۸] خوش رفتار، ر. تکامل ژئومورفولوژی دلتای رود سپیدرود در کواترنر، تز دکتری، رشته جغرافیای طبیعی / ژئومورفولوژی، استاد راهنما: جمشید جداری عیوضی، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه آموزشی ژئومورفولوژی، ۱۳۸۴.

[۹] خبرگزاری تسنیم. قابل دسترس در: <https://www.tasnimnews.com/fa/news/1394/04/09/786106> /کاهش-۲۸-متری-سطح-آب-دریای-خزر-طی-۱۰-سال-گذشته، تاریخ دسترسی: ۱۳۹۴/۰۴/۱۵.

[۱۰] ثروتی، م. ر، قهرودی تالی، م، نعیمی، ع، منصوری، ر. پایش تاثیر نوسانات یک دهه اخیر تراز دریای کاسپین بر مورفولوژی زبانه ماسه ای و تالاب میانکاله، تهران، همایش ملی ژئومورفولوژی و آمایش سرزمین، چهارمین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی، ۱۲ آبان ماه ۱۳۹۵، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، ۱۳۹۵.

[۱۱] عرفان، ش، حامدی، م. ع. ر. مجموعه جزیره سدی در جنوب خاور دریای خزر (شمال بهشهر)، فصلنامه علوم زمین، سال بیست و چهارم، شماره ۹۵، صص: ۲۳۰-۲۱۷، ۱۳۹۴.

اولین کنفرانس ملی  
اندیشه ها و فناوری های نوین در علوم جغرافیایی

1st National Conference of Ideas and New Technologies in Geographical Sciences



دانشگاه زنجان

[۱۲] جداری عیوضی، ج، یمانی، م، خوش رفتار، ر. تکامل ژئومورفولوژی دلتای رود سپیدرود در کواترنر، تهران، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۳، صص ۹۹-۱۲۰، ۱۳۸۴.

[13] Alai, C. General Maps of Persia 1477-1925, Brill Academic Pub, Netherlands, 2005.