

بررسی روند تغییرات ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ از سال ۱۳۵۱ تا سال ۱۳۹۴

حسین نگارش - استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.
صمد فتوحی* - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.
مسعود سیستانی بدوئی - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.
نورالله نیک‌پور - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹ تأیید نهایی: ۱۳۹۸/۱۰/۲۹

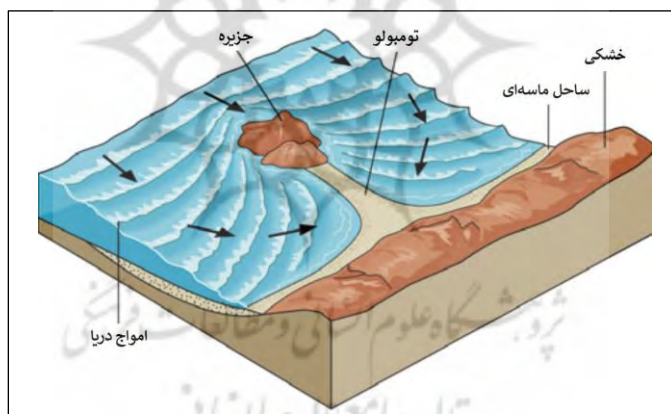
چکیده

سواحل به عنوان یکی از مکان‌های مخاطره‌خیز تحت تأثیر امواج دریا، همواره دچار تغییر و تحولات مستمر ژئومورفولوژیکی است. تومبولو یکی از این عوارض تراکمی ماسه‌ای است که تحت تأثیر امواج دستخوش تغییراتی می‌شود و مخاطرات ناشی از آن همواره منطقه را تهدید می‌کند به همین دلیل مطالعه این عارضه ضروری بنظر می‌رسد. این مطالعه با هدف پایش سری زمانی تغییرات ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در سواحل استان سیستان و بلوچستان با کمک سنجش از دور و بازدید میدانی صورت گرفته است. بررسی‌های انجام شده نشان از تغییرات چشمگیر ژئومورفولوژیکی در این عارضه بوده است. نتایج حاصل از بازدید میدانی، تحلیل‌های سری زمانی (۴۵ ساله) داده‌های ماهواره لندست و آمار ایستگاه‌های سینوپتیک و بویه نشان داد که در برخی از سال‌ها جریان‌ها و امواج شدید دریایی باعث تغییرات ژئومورفولوژیکی گسترده، به صورت قطع نمودن زبانه ماسه‌ای و از بین بردن تومبولو در بندر تنگ شده، به گونه‌ای که در طول دوره آماری، جریان امواج در سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ ارتباط جزیره تنگ را با خشکی قطع کرده است که به ترتیب با فاصله زمانی ۱۷، ۱۱ و ۱۶ ساله مشخص شده‌اند. بنابراین دینامیک فعال دریا باعث شده تا مخاطرات امواج مانع ایجاد سکونتگاه‌های انسانی در این منطقه گردد. اما جزیره تنگ به تنهایی هیچگاه به طور کامل از بین نرفته است و فقط دستخوش تغییراتی شده است. با توجه به شرایط موجود و به منظور مدیریت ساحلی این جزیره، احداث موانع مصنوعی به منظور رسوبگذاری ماسه‌های ساحلی لازم به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی، تومبولو، بندر تنگ، ساحل مکران، دریای عمان.

مقدمه

سواحل از مهمترین و استراتژیکی ترین مکان‌هایی هستند که برای کشورها اهمیت ویژه‌ای دارند. کشور ایران با توجه به داشتن حدود ۶۷۳ کیلومتر مرز آبی در شمال و ۲۰۹۸ کیلومتر در جنوب از این لحاظ پتانسیل بسیار بالایی در زمینه‌های تجاری، گردشگری، نظامی و غیره دارد. اما این مکان‌ها همچون بنادر و مناطق مسکونی ساحلی همواره تحت تاثیر مخاطرات طبیعی قرار داشته‌اند. به همین دلیل مطالعه اشکال ژئومورفولوژیکی این سواحل به منظور مدیریت در زمینه کاهش مخاطرات در آن ضروری می‌باشد. اشکال ژئومورفولوژیکی مختلفی در سواحل وجود دارد. تومبولو یکی از این اشکال تراکمی در بعضی سواحل است که جزیره درون آب را توسط زبانه ماسه‌ای به خشکی متصل می‌کند (اسمیت^۱، ۱۹۹۳: ۲۴۶). به عبارتی دیگر تومبولو برآمدگی، یا کناره متشکل از مواد ساحلی است که جزیره‌ای در درون آب را به خشکی وصل می‌کند. این واژه از ساحلی در غرب ایتالیا گرفته شده است، جایی که تومبولوها به خوبی توسعه یافته‌اند (بیرد^۲، ۲۰۰۸: ۲۲۳). ساز و کار تشکیل تومبولو به گونه‌ای است که حمل رسوبات در امتداد سواحل در اثر جریان‌های موازی ساحل صورت گرفته و سپس با رسیدن به جزیره از شدت امواج کاسته و باعث انحراف امواج به سمت پشت جزیره شده که نقش فرسایشی موج به تدریج به نقش رسوبگذاری تبدیل و منجر به تشکیل تومبولو در سواحل می‌شود. در پی جابجایی رسوبات و تجمع آن‌ها در پشت تومبولو، به مرور زمان محدوده مجاور جزیره کم ژرفا تر و عرض و ارتفاع آن بیشتر می‌شود و در نهایت از آب خارج می‌شوند. زبانه‌های ماسه‌ای در این عوارض ژئومورفولوژیکی گاهی ساده و گاهی دوتایی دیده می‌شوند (نگارش، ۱۳۹۱: ۲۱۴) (شکل ۱).



شکل ۱: نحوه تشکیل پدیده تومبولو (www.centralia.edu)

تاریخ رسوب شناسی تومبولوها حاکی از آن است که نوع رسوبات آن‌ها بیشتر ماسه‌ای هستند و مقادیر رس، سیلیت و ریگ در آن کمتر است. بنابراین جورشدگی و گردشدگی خوبی دارند. این دو خصیصه در رسوبات این فرم‌ها نشان از شرایط مناسب برای حمل رسوبات در اثر جریان‌های دریایی است. جنس اغلب تومبولوها بیشتر از ماسه سنگ و خرده صدف‌های دریایی است و جورشدگی و گردشدگی خوبی در رسوبات تومبولوها دیده می‌شود که این عامل تحت تأثیر جابجایی مداوم ذرات به وسیله امواج دریا است. در ایران تنها یک تومبولو در جنوب غرب خلیج تنگ وجود دارد که توسط فرآیندهای هیدرودینامیکی دریا و خشکی تشکیل شده و جهت آن کم و بیش شمالی جنوبی می‌باشد (کرامت نژاد، ۱۳۹۰: ۱۴۴). تومبولوی بندر تنگ متشکل از آهک‌های شیلی و فسیل‌های دریایی است که سن آنها مربوط به هلوسن و پلیستون است (اسنید^۳، ۱۹۷۰: ۳۲۵). این تومبولو دارای ارتفاع متوسط ۵ متر از سطح دریا می‌باشد. محدوده مورد مطالعه به لحاظ

1 - Smith

2 - Bird

3 - Sneed

ژئومورفولوژیکی آن چنان که باید مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است و در زمینه‌ی شناخت این پدیده و دیگر فرم‌های ساحلی جنوب ایران نیاز به مطالعات بیشتری است تا سازوکار تشکیل این عوارض به صورت دقیق تحلیل شود. تحقیقات گسترده و بسیاری در زمینه مدیریت ژئومورفولوژیکی سواحل انجام گرفته است. صالحی پور میلانی (۱۳۹۱) توفان گونو و تأثیرات آن بر ژئومورفولوژی خطوط ساحلی دریای مکران را با استفاده از سنجش از دور مورد تحلیل قرار داد. نتایج حاکی از این بررسی‌ها نشان دهنده تغییر و تحولات شدید ساحلی در دهانه خورهای مهمی مانند رود شور، سرگان، کهیر، بیرو بندینی بود. همچنین در این تحقیق تغییر مسیر رودخانه‌ها در اثر تغییرات متاندرهای رودخانه‌ای و محدوده آبگرفتگی مناطق جلگه‌ای مشخص شد. مقایسه تصاویر ماهواره‌ای نشان دهنده‌ی تخلیه حجم بسیار زیادی رسوبات به خلیج‌هایی مانند خلیج پزم و چابهار است که می‌تواند در آینده مشکلات زیادی را برای حمل و نقل دریایی و تأسیسات زیربنایی سواحل به وجود آورد. نژاد افصلی (۱۳۹۰) سازوکار تشکیل و تغییر تومبولو، لاگون و سد ماسه‌ای را در ساحل بیر بندر تنگ، با استناد به تصاویر ماهواره‌ای به صورت توصیفی مورد مطالعه قرار داد و مشخص نمود که در منطقه عوامل زمین ساخت، فرآیندهای فرسایشی، رسوبگذاری و رژیم رودخانه‌ای و همچنین نوسان سطح آب دریا موجب تشکیل یا تغییر این عوارض میشود. معتمد و غریب نیا (۱۳۷۸) با مطالعه تکامل ساحل مکران در کوتاه‌ترن پسون، بر اساس زمان‌سنجی و موقعیت ساحلی گذشته، فاصله زمانی تشکیل هر دوره از خطوط ساحلی دیرینه در خلیج‌های گواتر و چابهار را ۲۲۳ سال به دست. آن‌ها همچنین نرخ بالا آمدگی ساحلی را از ۵۰۰۰ سال گذشته در اثر وقوع گسلش‌های متعدد ۴ برابر دانسته که خود در تغییرات ژئومورفولوژی ساحلی مؤثر بوده است. آکیف^۱ (۲۰۱۲) برای اولین بار، تومبولوهای سواحل ترکیه را از لحاظ ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی مورد مطالعه قرار داد. وی در این تحقیق، روند تشکیل ۱۱ تومبولو که تحت سلطه‌ی سکونتگاه‌های شهری در دریای سیاه، مرمره، اژه و سواحل مدیترانه در ترکیه بود تحلیل کرد و نحوه تشکیل یا ژنز تومبولو ها در سواحل ترکیه و همچنین روند تغییرات آن‌ها را مورد مطالعه قرار داد. لوپز^۲ (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای، تثبیت ساحلی ریویرا مایا واقع در مکزیک را بررسی کرده و با توجه به بررسی عملکرد یک پروژه طراحی شده در سال ۲۰۰۸، برای تثبیت ۵۰۰ متر از ساحل راه کارهایی ارائه داد. بایولچی^۳ (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به شناسایی ژئومورفولوژی، طبقه‌بندی و توزیع فضایی لندفرم ساحلی مالتا واقع در دریای مدیترانه پرداختند. در این مطالعه با توجه به بررسی‌های میدانی و تفسیر عکس‌های هوایی، نقشه‌های ژئومورفولوژی منطقه طراحی شد. در نهایت نتایج فعل و انفعالات ساختاری، گرانشی و فرآیندهای ساحلی در این منطقه مشخص گردید. دفتر تغییرات آب و هوای نیوزلند (۲۰۰۴) در گزارشی به عنوان تغییر اقلیم و مخاطرات سواحل، یک کتابچه راهنما برای دولت محلی نیوزلند تهیه کرد که در آن مخاطرات ساحلی و مدیریت ساحل به طور کامل تشریح شد. مورلوک^۴ (۱۹۷۸) با مطالعه‌ای بر روی ژئومورفولوژی سواحل پورتوریکو، این سواحل را به سه دسته سواحل صخره‌ای-پرتگاهی، سواحل حرا و سواحل شن و ماسه‌ای تقسیم کرده و مدیریت این سواحل را شرح داده است. بیرد^۵ (۲۰۰۸) به مبانی شکل‌گیری لندفرم‌ها در رابطه با زمین‌شناسی، فرآیندها، تغییرات آب و هوایی و سطح نسبی زمین و دریا، فرآیندهای ساحلی، منابع و الگوی حرکت رسوبات ساحلی، هوازگی در منطقه ساحلی و تغییرات خط ساحلی پرداخته و علل آن را مورد مطالعه قرار داده است. مهمت^۵ (۲۰۱۲) یازده مورد تومبولو را در سواحل ترکیه (در دریای سیاه، مرمره، اژه و خط ساحلی مدیترانه) با هدف کمک به شناخت و نحوه شکل‌گیری و همچنین ویژگی‌های عملکردی تومبولوها ارائه کرده است. گویلرمو (۲۰۱۱) رساله خود را در مورد پاسخ ساحل به موج شکن‌های جدا شده و اهمیت آنها برای

^۱ - Akif

^۲ - Lopez

^۳ - Biolchi

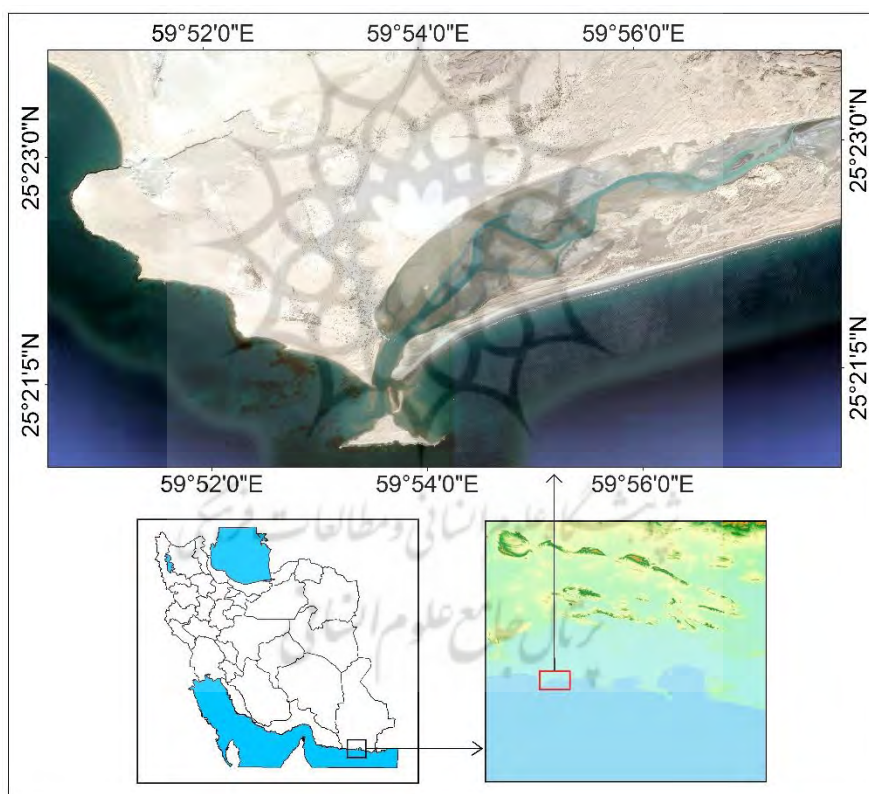
^۴ - Morelock

^۵ - Mehmet

محافظت از نوارهای ساحلی برای ارائه دستورالعمل‌های طراحی و کاربرد در مواردی ارائه کرده است و به صورت کلی مورفومتری اشکال ژئومورفولوژی ساحلی از جمله تومبولو را بخوبی به تصویر کشیده است. در این مطالعه، با توجه به تصاویر ماهواره ای پایش تغییرات ژئومورفولوژی تومبولوی بندر تنگ در سواحل دریای عمان در یک دوره زمانی ۴۵ ساله مد نظر قرار گرفته است. تا در مقابل حوادث احتمالی ناشی تخریب، جابجایی، دوره بازگشت و تغییر و تحول آن، برای بندر نشینان و ساکنان منطقه در آینده برنامه ریزی بهتری صورت پذیرد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

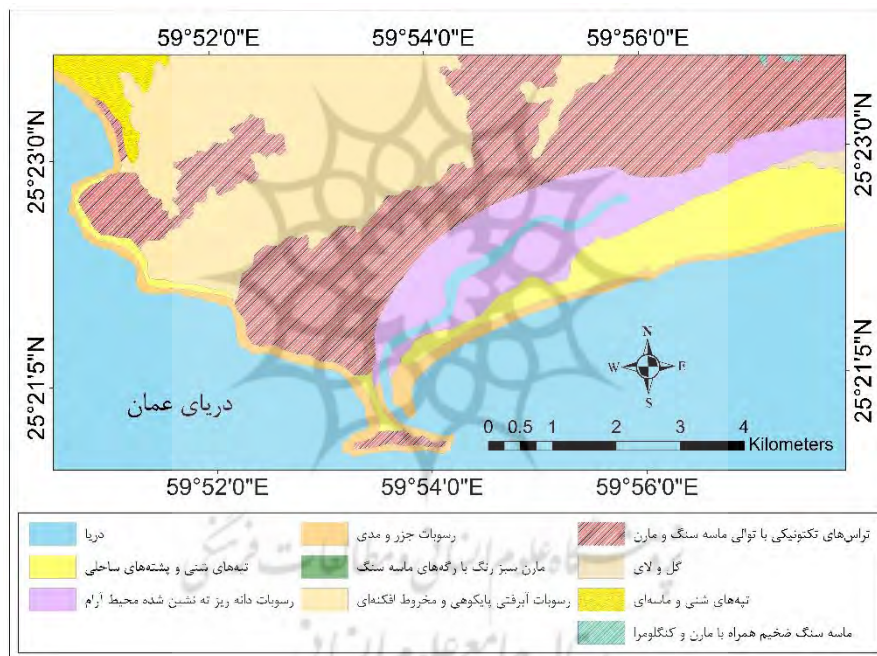
تومبولوی بندر تنگ در سواحل جنوب شرق ایران مابین $59^{\circ} 53' 10''$ تا $59^{\circ} 54' 10''$ طول شرقی و $25^{\circ} 20' 29''$ تا $25^{\circ} 21' 01''$ عرض شمالی قرار دارد. این عارضه ژئومورفولوژیکی با مساحتی معادل $0/3$ کیلومتر مربع از نظر تقسیمات سیاسی در جنوب استان سیستان و بلوچستان واقع بوده و در محدوده شهرستان چابهار و در فاصله ۹۷ کیلومتری غربی شهرستان کنارک در جنوب بندر تنگ قرار گرفته است. (شکل ۲).



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه‌ی مورد مطالعه از لحاظ تکتونیکی و لیتولوژی و همچنین چینه‌شناسی، تقریباً مشابه سایر مناطق ساحلی مکران، از تنگه‌ی هرمز تا خلیج گواتر است که تفاوت‌های محلی در آن خیلی چشمگیر نیست و وضعیت یکسانی دارند. منطقه‌ی مورد مطالعه بخشی از سواحل مکران به حساب می‌آید که تحت تأثیر پیشروی و پسروی‌های دریایی، تغییر و تحولات زیادی را متحمل شده است. تحولات زمین‌شناسی این منطقه تحت تأثیر نیروی تکتونیکی (سابداکشن و بالاآمدگی) و همچنین نوسان سطح آب‌های آزاد می‌باشد. در این منطقه معمولاً سنگ‌های رسی و مارنی با ضخامت نسبتاً زیاد و رنگ تقریباً خاکستری روشن در زیر قرار گرفته‌اند و سطح فوقانی آن‌ها توسط لایه‌ی تیره رنگی متشکل از کنگومرا و ماسه سنگ‌های ساحلی که بقایای دوکفه‌ای‌ها و گاستروپودهای دریایی در آن دیده می‌شود،

پوشیده شده است. ضخامت این لایه‌ی تیره رنگ فوقانی حدود ۲ تا ۱۰ متر برآورد شده است. به طور کلی اکثر رسوبات این منطقه متعلق به دوره میوسن، پلیوسن از دوران سوم و همچنین دوران چهارم هستند و نیروی‌های تکتونیکی باعث شکستگی آن‌ها شده و تأثیر زیادی بر جهت یابی و میزان شیب این رسوبات گذاشته است (نگارش، ۱۳۸۵: ۷۲-۷۱). میزان خرده صدف‌ها در ماسه‌های ساحلی بیر بسیار زیاد است و در برخی نقاط نزدیک به ۹۰ درصد رسوبات ساحلی را تشکیل می‌دهند، این رسوبات بیشتر از تخریب دوباره لایه‌های صدفدار سواحل بالا آمده مجاور ساحل فراهم شده‌اند. ترکیب نهشته‌های دریایی بطور عمده لوماسل، ماسه سنگ، کنگلومرا و مارن است و به طور کلی تمام لای‌ها افقی هستند اما در بخش بالا به سمت دریا شیب‌دار می‌شوند که بیشترین شیب آنها به ۷ درجه می‌رسد. ضخامت لایه‌های فسیلدار متغیر و میان ۰/۵ تا ۵ متر در نقاط مختلف در نوسان است. فسیل‌های موجود در لایه‌های فسیل‌دار شامل گاستروپودها، دوکفه‌ای‌ها و غیره است که به صورت سالم یا خرده شده در لایه‌ها گسترش دارند و به طور معمول وابسته به محیط بسیار کم ژرفای ساحلی هستند (ویتافنزی^۱، ۱۹۷۹: ۳۵) (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

همچنین ژئومورفولوژی منطقه‌ی مورد مطالعه تاحدی متنوع است و عوارض متعددی در آن مشاهده می‌شود که عوارضی مثل تومبولو در کشور ایران منحصر به فرد بوده و مشابهی از این نوع عارضه در کشور ایران دیده نمی‌شود. در بخش جنوبی خور تنگ یک زبانه‌ی ماسه‌ای به طول حدود ۴ تا ۶ کیلومتر وجود دارد که مانع رسیدن امواج دریا به طور مستقیم به داخل خور می‌شود. از این رو محیط خور آرام و به دور از تلاطم محلی امن برای پهلوگیری قایق‌های ماهیگران هنگام مد بوده است. همچنین گل فشان‌های فعال در شمال خور تنگ حاکی از تکتونیک فعال منطقه می‌باشد، تپه‌های ماسه‌ای کوچک و بزرگ نیز در سواحل شرقی و شمال غرب بندر تنگ نشان دهنده فعالیت شدید و مداوم باد در منطقه است.

مواد و روش‌های تحقیق

این پژوهش بر پایه تجزیه و تحلیل‌های آماری، بازدید میدانی و سنجش به منظور بررسی تغییرات ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ استوار است. از اطلاعات مختلفی استفاده شده است. در این رابطه از تصاویر ماهواره‌ای ماهواره لندست

از سال ۱۹۷۲ تا ۲۰۱۶ بهره گرفته شده است که در برخی از سال‌ها به دلیل عدم تغییرات قابل توجه ژئومورفولوژیکی منطقه در این پژوهش ذکر نگردیده است. جهت تحلیل رژیم جریان‌های اتمسفری و دریایی منطقه، از آمار نزدیک‌ترین ایستگاه‌ها استفاده شده است. این آمار شامل آمار روزانه ایستگاه سینوپتیک چابهار از سال ۱۳۶۴ تا سال ۱۳۹۵، ایستگاه سینوپتیک جاسک از سال ۱۳۶۳ تا سال ۱۳۹۵ و آمار ایستگاه بویه سازمان بنادر و دریانوردی و آمار بویه دریایی هواشناسی شهرستان چابهار از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۵ استفاده گردیده است. لازم به ذکر است در برخی از سال‌ها، آمار بویه دریایی وجود ندارد. به صورت میدانی نیز منطقه مورد مطالعه بازدید و وضعیت ژئومورفولوژیکی آن مورد بررسی قرار گرفت. این بازدید پس از قطع تومبولو و جدا شدن جزیره از خشکی اصلی انجام گردیده است.

به منظور تحلیل خصوصیات ژئومورفولوژیکی تومبولو بندر تنگ، از تکنیک‌های مختلف GIS & RS استفاده شده است. تصاویر ماهواره‌ای در طول دوره آماری ابتدا تهیه و با استفاده از نرم افزار ENVI تصحیح شده و سپس شاخص تفاوت نرمال شده آب^۱ (NDWI) (سلطانیان و حلییان، ۱۳۹۷: ۱۶۸) محاسبه گردیده و پس از صحت سنجی (بین نتایج شاخص NDWI و نتایج حاصل از تصاویر ماهواره ای) محاسبه شاخص با تصویر RGB به صورت لایه‌های خروجی ذخیره شده و نقشه خروجی به دو قسمت شامل سطح زیر آب و سطح خشکی طبقه‌بندی شده است. سپس لایه‌ها در نرم افزار GIS رقومی شده و تغییرات مورفومتری تومبولو و زبانه ماسه‌ای محاسبه گردید. همچنین با استفاده از نرم افزار WRPlot نیز اقدام به ترسیم گلباد و گلموج منطقه و رابطه آن با تغییرات ژئومورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه شده است.

یافته های تحقیق

بررسی‌های انجام شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست، بیانگر تغییرات بسیار شدیدی در تراکم و رسوبگذاری ماسه‌های ساحلی در خور تنگ و زبانه ماسه‌ای تومبولو می‌باشد. علت این تغییرات ژئومورفولوژیکی را می‌توان قرار گرفتن این عارضه در معرض جریان‌های اقیانوسی و اثر مونسون‌های جنوب شرق آسیا دانست. بررسی‌های جهت باد، سرعت باد و تغییرات بسیار زیاد در وضعیت گلبادها و گلموج‌های تهیه شده از منطقه این وضعیت را تایید می‌نمایند. وضعیت طوفان‌های دریایی در برخی سال‌ها به گونه‌ای است که باعث قطع شدن زبانه ماسه‌ای و تبدیل تومبولو به یک جزیره می‌گردد (شکل های ۴ تا ۴۳ این تغییرات را از سال ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد). قدیمی ترین تصویر موجود که توسط ماهواره لندست در این منطقه تهیه شده، در نوامبر ۱۹۷۲ بوده است که در این هنگام اتصال جزیره از خشکی اصلی قطع گردیده بود. اطلاعات آماری همچون جهت و سرعت باد و جهت و سرعت امواج در این سال موجود نمی‌باشد. اما آن چه که مسلم است وقوع جریان‌ات دریایی شدید، باعث چنین رویدادی شده است. به طور کلی امواج دریایی در دو جهت جنوب‌غربی و جنوب‌شرقی باعث جدایی این جزیره شده‌اند که در برخی سال‌ها جریان‌ات جنوب‌غربی و در برخی سال‌ها جریان‌ات جنوب شرقی باعث این تغییرات شده‌اند. پس از فروردین ماه سال ۱۳۵۴، از تیر ماه سال ۱۳۵۵ جزیره بندر تنگ تا بهمن ماه سال ۱۳۶۶ به خشکی اصلی متصل بوده است. دلیل این اتصال، عمومیت یافتن جریان‌ات جنوب‌غربی و همچنین محیط مناسب برای رسوبگذاری بوده است. با توجه به سری زمانی داده های گلباد و گلموج، در بین این سال‌ها جریان‌ات دریایی بسیار شدیدی در منطقه اتفاق نیفتاده است.

¹ - Normalized difference water index



شکل ۵: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۵۲



شکل ۴: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در آبان ۱۳۵۱ (نوامبر ۱۹۷۲)



شکل ۷: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در تیر ۱۳۵۵ (ژوئن ۱۹۷۶)



شکل ۶: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در فروردین ۱۳۵۴ (مارس ۱۹۷۵)



شکل ۹: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در آذر ۱۳۵۷ (نوامبر ۱۹۷۸)



شکل ۸: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در فروردین ۱۳۵۶ (فوریه ۱۹۷۷)



شکل ۱۱: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۶۲ (ژانویه ۱۹۸۴)



شکل ۱۰: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۵۸ (ژانویه ۱۹۷۹)



شکل ۱۳: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در اسفند ۱۳۶۴ (فوریه ۱۹۸۵)



شکل ۱۲: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در اسفند ۱۳۶۳ (فوریه ۱۹۸۵)



شکل ۱۵: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۶۶



شکل ۱۴: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در تیر ۱۳۶۵

در خرداد ماه سال ۱۳۶۷ اتصال جزیره از خشکی اصلی مجدداً قطع گردید. طبق بررسی داده های گلیاد و گل موج منطقه عامل اصلی این جدایی، جریانات قدرتمند شمال غربی دریای عمان تشخیص داده شد. پس از آن در اسفند ماه سال ۱۳۶۹، جزیره تومبولو توسط مداومت این جریانات به زبانه ماسه‌ای خلیج تنگ متصل گردید و از این طریق با خشکی اصلی ارتباط یافت. این اتصال تا بهمن ماه سال ۱۳۷۷ به صورت فوق باقی مانده است. اما تغییراتی در میزان رسوب گذاری از سالی به سال دیگر وجود دارد که ناشی از تغییرات قدرت جریان‌های دریایی است. اما روند کلی جریانات تا سال ۱۳۷۷ یکسان بوده است.



شکل ۱۷: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۶۸



شکل ۱۶: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در خرداد ۱۳۶۷



شکل ۱۹: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۷۰



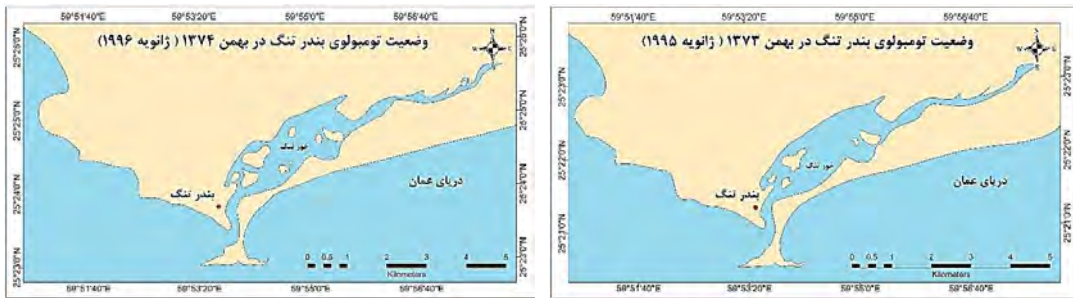
شکل ۱۸: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در اسفند ۱۳۶۹



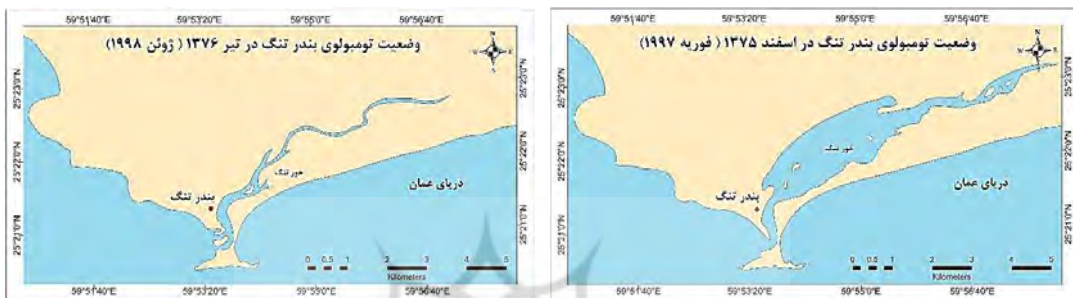
شکل ۲۱: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در تیر ۱۳۷۲



شکل ۲۰: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در اسفند ۱۳۷۱



شکل ۲۳: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۷۴

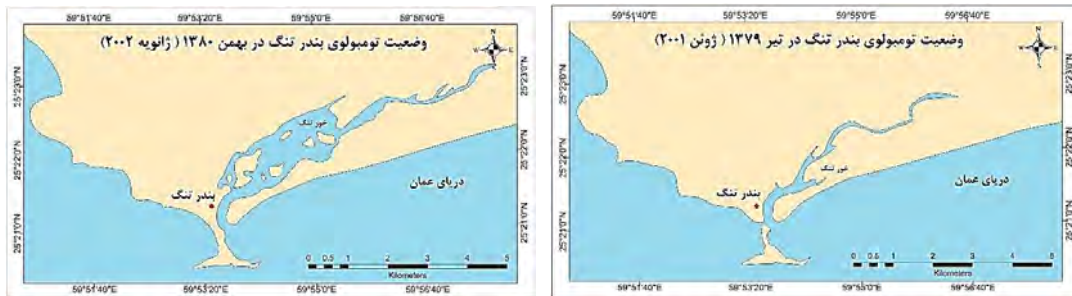


شکل ۲۴: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در اسفند ۱۳۷۵

در مرداد ماه سال ۱۳۷۸ مجدداً زبانه ماسه‌ای متصل کننده جزیره به خشکی قطع می‌گردد. با توجه به بررسی‌های انجام شده، دلیل آن جریانات شدید جنوب شرقی بوده است که تا تیر ماه سال ۱۳۷۹ ادامه داشته و پس از آن زبانه ماسه‌ای به صورت مستقیم به خشکی اصلی متصل گردیده است. این اتصال به صورت پیوسته تا بهمن ماه سال ۱۳۹۳ ادامه داشته و در اسفند ماه ۱۳۹۴ از خشکی اصلی قطع گردید. دلیل اصلی این اتفاق نیز جریانات شدید غربی بوده است. بنابراین شاهد تغییرات و جابجایی مداوم زبانه ماسه‌ای تومبولو یکبار به صورت اتصال به خشکی اصلی و یکبار به صورت اتصال به زبانه ماسه‌ای خور تنگ هستیم. آنچه که مسلم است نوعی حرکت گهواره‌ای زبانه ماسه‌ای تومبولوی بندر تنگ که در اثر جریانات دریایی به صورت دوره‌ای اتفاق می‌افتد، وجود دارد.

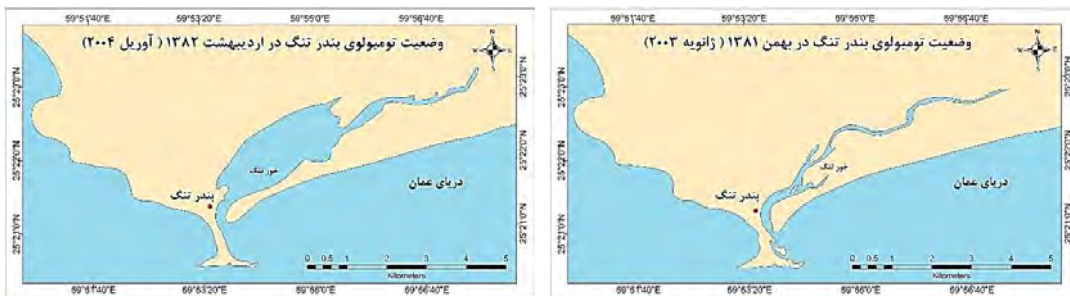


شکل ۲۶: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۷۷

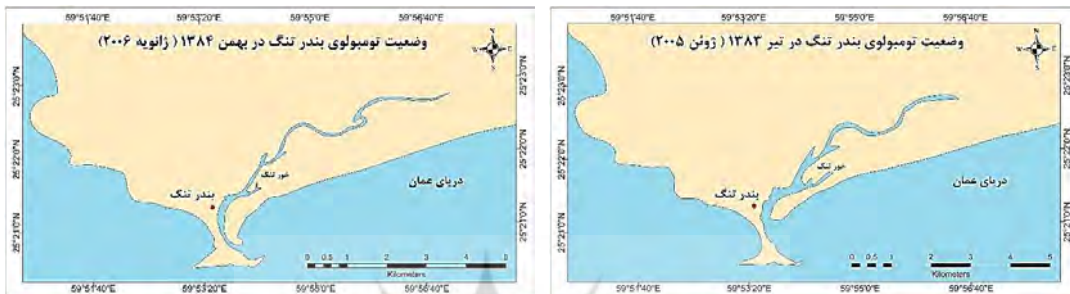


شکل ۲۸: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در تیر ۱۳۷۹

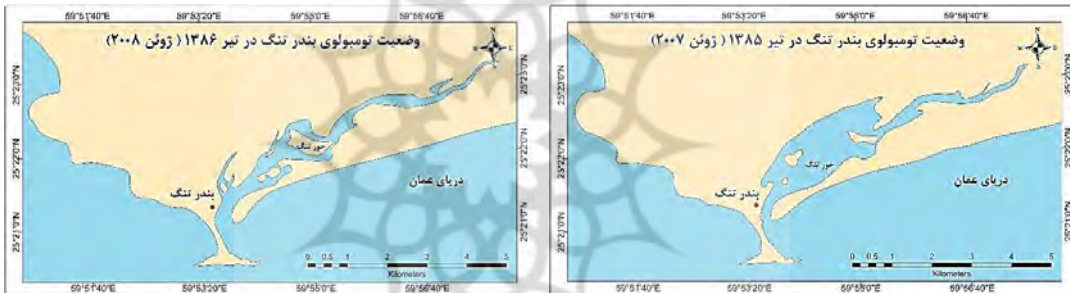
شکل ۲۹: وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۸۰



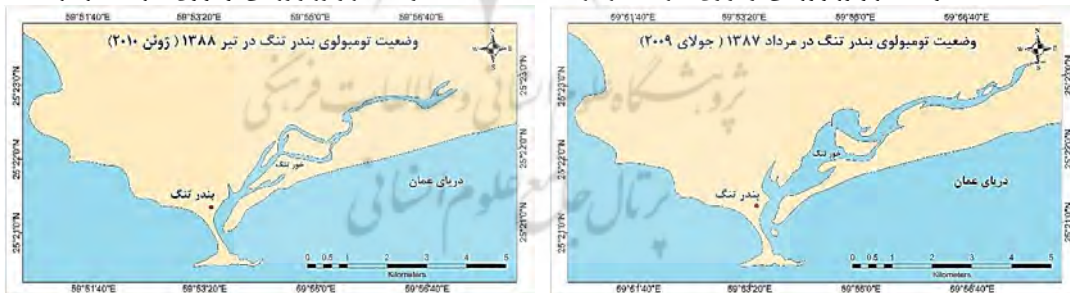
شکل ۳۰- وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۸۱ - وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در اردیبهشت ۱۳۸۲



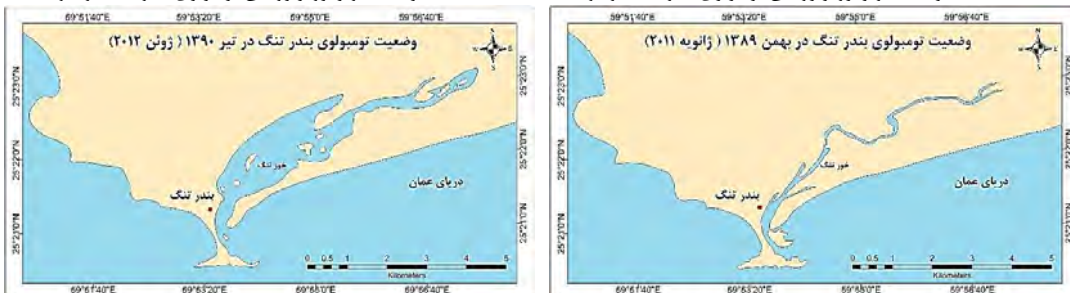
شکل ۳۱- وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در تیر ۱۳۸۳ - وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۸۴



شکل ۳۲- وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در تیر ۱۳۸۵ - وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در تیر ۱۳۸۶



شکل ۳۳- وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در مرداد ۱۳۸۷ - وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در تیر ۱۳۸۸



شکل ۳۴- وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۸۹ - وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در تیر ۱۳۹۰



شکل ۴۱- وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۹۲



شکل ۴۰- وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در اسفند ۱۳۹۱

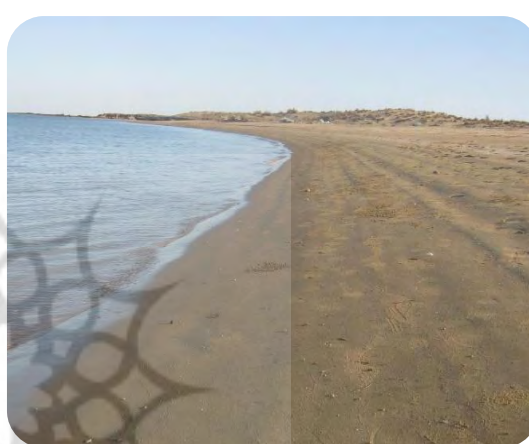


شکل ۴۳- وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در اسفند ۱۳۹۴



شکل ۴۲- وضعیت ژئومورفولوژیکی تومبولوی بندر تنگ در بهمن ۱۳۹۳

به صورت کلی همانگونه که اشکال بالا نشان می‌دهند، بین سال‌های ۵۴-۱۳۵۱، ۶۸-۱۳۶۷، ۷۹-۱۳۷۸ و ۹۵-۱۳۹۴، زبانه ماسه‌ای متصل کننده تومبولو به خشکی قطع شده و این عارضه را به صورت یک جزیره تبدیل کرده است. این وضعیت به طور متوسط در گذشته هر ۱۰ سال یکبار رخ داده و دو سال تداوم داشته است. علاوه بر این وضعیت، به طور کلی جزیره تومبولو دارای حرکت گهواره‌ای بین خشکی و زبانه ماسه‌ای خور تنگ بوده به گونه‌ای که در سال ۱۳۶۸ زبانه ماسه‌ای تومبولو قطع گردیده و در سال ۱۳۶۹ به زبانه ماسه‌ای خور تنگ متصل شده است. این شرایط تا سال ۱۳۷۷ تداوم یافته و سپس در سال ۱۳۷۸ زبانه ماسه‌ای تومبولو قطع گردیده و در سال ۱۳۸۰ مجدداً به خشکی اصلی متصل شده است. بنابراین نقشه‌های رقومی شده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در طول دوره آماری ۴۵ ساله نشان دهنده تغییر و تحول تومبولو در طول سال‌های مختلف می‌باشند. به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده تومبولوی بندر تنگ در طول دوره آماری ۴۵ ساله در مطالعه حاضر، ۸ سال از خشکی قطع شده و به زبانه ماسه‌ای خور متصل شده و در بقیه سال‌ها یعنی ۳۷ سال تومبولو توسط زبانه ماسه‌ای به خشکی متصل بوده است که این نتایج خود بیانگر آنومالی‌های آب و هوایی، جزر و مدی و همچنین تغییر ارتفاع امواج در برخی از سال‌ها در ساحل بندر تنگ (سواحل دریای عمان) می‌باشد (شکل ۴۳). تغییرات شدید ژئومورفولوژیکی در جدول (۱) آورده شده است.



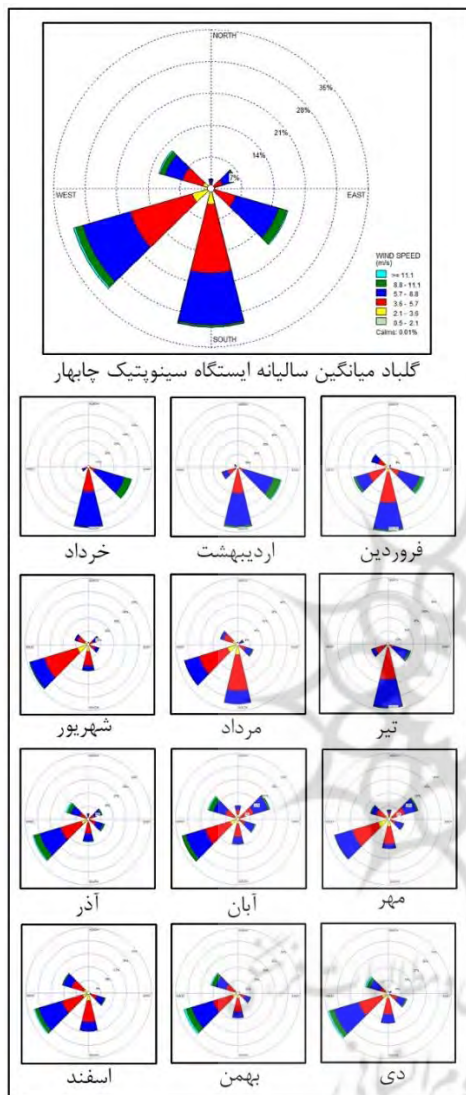
شکل ۴۴: مقایسه وضعیت زبانه ماسه‌ای تومبولو در سال ۱۳۹۳ و قطع آن از خشکی اصلی در سال ۱۳۹۴ (تصویر رو به جنوب و از خشکی اصلی گرفته شده است)

طبق نتایج جدول (شماره ۱)، فیزیوگرافی تومبولو و زبانه ماسه‌ای آن و همچنین وضعیت خورتنگ و زبانه ماسه‌ای آن، رابطه تنگاتنگی با سال‌های همراه با آرامش نسبی در دریای عمان داشته و هر زمان که جریان‌ات موسمی جنوب شرق آسیا از قدرت کمتری برخوردار بوده، فرآیندهای فرسایشی به صورت ضعیف‌تر عمل کرده و رسوبگذاری بیشتر می‌شده است که متناسب با جهت حرکت امواج، تغییرات ژئومورفولوژیکی خاص همان سال صورت می‌گرفته است. در مجموع دلیل جدایی زبانه ماسه‌ای از تومبولو، جریان‌های شدید طوفان‌های دریایی موسمی و جابجایی عظیم امواج دریای عمان می‌باشد.

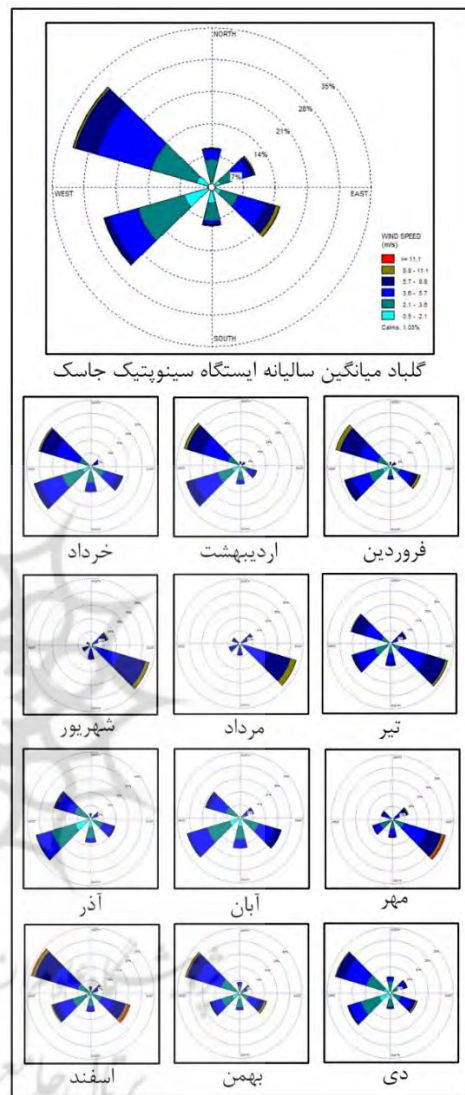
جدول ۱: تغییرات مورفومتریک زبانه ماسه ای و تومبولوی بندر تنگ از سال ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۴ (۱۹۷۲ تا ۲۰۱۶)

طول بخش متصل به تومبولو به متر	جهت گرو نسبت به تومبولو	عرض دهانه گرو (GROI) به متر	تعداد گرو (GROI)	فاصله تومبولوی قطع شده تا خشکی اصلی به متر	محیط تومبولو به متر	مساحت تومبولو به متر مربع	عرض تومبولو به متر	طول تومبولو به متر	میانگین عرض زبانه ماسه‌ای به متر	بیشترین عرض زبانه ماسه‌ای به متر	کمترین عرض زبانه ماسه‌ای به متر	طول زبانه ماسه‌ای به متر	سال
۷۱۹۵	شمال شرقی و شمال غربی	۱۸۷ و ۱۲۴	۲	۲۰۰	۳۸۱۲	۴۲۷۴۳۲	۲۳۳	۱۷۴۸	۲۷۸	۲۷۰	۱۴۳	۵۳۸	۱۳۵۱
۸۰۰۹	شمالی	۲۱۴	۱	۵۴۶	۳۲۳۶	۳۳۴۹۲۲	۲۵۰	۱۶۹۰	۱۷۸	۲۳۵	۶۰	۲۱۲	۱۳۵۲
۸۰۸۲	شمالی	۲۶۹	۲	۳۴۰	۳۷۵۷	۳۶۶۸۴۹	۲۳۶	۱۷۵۶	۲۵۱	۲۹۴	۱۰۴	۴۰۰	۱۳۵۴
۹۲۹۷	شمال شرقی	۹۳	۱	۰	۴۷۴۲	۵۴۱۷۶۹	۲۵۲	۱۸۰۲	۲۸۶	۳۰۹	۱۳۱	۸۲۰	۱۳۵۵
۸۰۳۱	شمال شرقی	۱۰۹	۱	۰	۳۹۱۰	۴۵۳۲۷۵	۲۴۴	۱۸۴۲	۶۵۸	۵۶۳	۳۷۶	۸۳۲	۱۳۵۶
۸۱۶۲	شمال شرقی	۱۳۲	۱	۰	۴۰۹۲	۴۲۳۳۴۲	۲۵۶	۱۷۹۴	۴۱۲	۳۷۲	۲۲۶	۸۳۹	۱۳۵۷
۷۹۷۹	شمال شرقی	۲۰۲	۱	۰	۴۰۶۷	۳۹۵۸۱۴	۲۳۳	۱۷۳۱	۴۴۲	۳۷۹	۲۵۲	۸۲۸	۱۳۵۸
۸۱۷۷	شمال شرقی	۱۰۶	۱	۰	۴۳۹۶	۵۳۹۳۱۸	۲۵۵	۱۷۳۸	۳۱۸	۲۵۲	۱۹۲	۸۴۰	۱۳۶۲
۸۷۹۱	شمال شرقی	۲۵۶	۱	۰	۳۸۹۷	۳۳۹۹۱۴	۲۳۶	۱۷۰۷	۲۲۹	۲۱۰	۱۲۴	۸۴۲	۱۳۶۳
۸۷۰۳	شمال شرقی	۲۲۰	۱	۰	۴۰۳۷	۴۱۳۳۴۱	۲۳۴	۱۸۰۷	۲۴۴	۲۶۰	۱۱۴	۸۴۶	۱۳۶۴
۸۱۱۹	شمال شرقی	۱۸۵	۱	۰	۳۹۴۰	۳۹۹۷۳۴	۲۵۴	۱۸۷۸	۱۷۶	۲۷۶	۳۸	۸۲۸	۱۳۶۵
۷۶۴۰	شمال شرقی	۲۱۸	۱	۰	۴۱۰۱	۳۷۳۵۵۱	۲۳۳	۱۸۰۹	۱۷۰	۱۸۴	۷۸	۸۴۲	۱۳۶۶
۷۲۷۹	شمالی	۲۱۴	۲	۴۲۰	۳۹۹۷	۳۹۱۱۳۳	۲۴۴	۱۷۷۵	۱۸۵	۳۷۰	۵۰	۹۶	۱۳۶۷
۷۶۳۳	شمال شرقی و شمال غربی	۳۲ و ۱۶۹	۲	۲۲۰	۳۷۵۰	۳۲۷۴۳۰	۲۲۵	۱۸۰۰	۲۴۰	۱۸۶	۱۴۷	۲۱۶	۱۳۶۸
۸۳۴۲	شمال غربی	۵۳	۱	۰	۴۱۱۰	۴۷۴۶۴۵	۲۳۰	۱۷۹۹	۵۶۰	۴۰۰	۳۶۰	۵۶۱	۱۳۶۹
۷۵۲۵	شمال غربی	۲۶۱	۱	۰	۳۹۵۳	۵۱۲۴۹۳	۲۳۲	۱۸۰۲	۲۳۸	۲۵۱	۱۱۲	۵۸۳	۱۳۷۰
۷۵۲۴	شمال غربی	۱۰۷	۱	۰	۴۰۲۹	۳۶۹۳۳۱	۲۲۰	۱۸۲۱	۳۱۷	۲۶۴	۱۸۵	۵۷۰	۱۳۷۱
۸۷۰۲	شمال غربی	۳۷۰	۱	۰	۳۹۹۵	۴۱۰۰۶۴	۲۱۸	۱۸۱۴	۲۸۴	۲۸۱	۱۴۳	۵۶۹	۱۳۷۲
۸۴۹۱	شمال غربی	۲۲۲	۱	۰	۳۸۱۰	۲۹۰۰۹۸	۲۱۴	۱۸۳۱	۳۱۳	۲۶۰	۱۸۳	۵۷۵	۱۳۷۳
۸۷۰۸	شمال غربی	۲۱۸	۱	۰	۴۰۱۹	۳۷۲۰۲۸	۲۲۰	۱۸۴۲	۲۵۷	۲۷۰	۱۲۲	۵۸۰	۱۳۷۴
۹۲۰۸	شمال غربی	۱۷۵	۱	۰	۳۸۵۷	۳۵۸۰۴۷	۲۳۴	۱۸۳۸	۲۰۰	۲۵۱	۷۴	۵۷۶	۱۳۷۵
۷۸۱۶	شمال غربی	۱۷۷	۱	۰	۳۹۵۰	۴۳۶۱۱۸	۲۵۲	۱۸۲۸	۱۷۸	۲۳۲	۶۲	۵۸۰	۱۳۷۶
۸۳۷۲	شمال غربی	۸۷	۱	۰	۳۷۶۶	۳۰۸۰۶۸	۲۱۲	۱۸۴۲	۲۳۷	۳۰۴	۸۵	۵۸۰	۱۳۷۷
۷۶۵۷	شمال شرقی و شمال غربی	۱۱۵ و ۲۴۱	۱	۱۴۴	۳۸۵۰	۳۱۱۱۸۹	۲۲۱	۱۷۹۴	۳۲۴	۳۵۱	۱۴۸	۵۶۷	۱۳۷۸
۶۶۹۳	شمال شرقی و شمال غربی	۷۶ و ۲۳۹	۱	۷۸	۳۹۵۵	۳۱۹۷۹۳	۲۱۹	۱۸۰۴	۲۵۳	۲۹۱	۱۰۷	۶۶۴	۱۳۷۹
۸۳۴۳	شمال شرقی	۲۳۲	۱	۰	۳۸۲۵	۳۵۳۳۶۰	۲۵۴	۱۸۳۰	۳۱۳	۲۵۴	۱۸۶	۸۲۰	۱۳۸۰
۸۱۱۶	شمال شرقی	۱۲۷	۲	۰	۳۵۴۳	۲۷۳۵۰۸	۲۳۸	۱۸۰۰	۴۰۶	۳۹۶	۲۰۸	۸۲۸	۱۳۸۱
۷۹۴۰	شمال شرقی	۲۶۱	۱	۰	۳۶۵۹	۳۳۴۱۱۰	۲۴۲	۱۷۹۶	۳۰۹	۲۴۸	۱۸۵	۸۳۰	۱۳۸۲
۶۵۱۹	شمال شرقی	۲۲۰	۱	۰	۴۱۷۵	۵۳۱۸۵۱	۲۴۸	۱۷۸۰	۲۸۵	۲۹۱	۱۳۹	۸۳۰	۱۳۸۳
۸۵۹۲	شمال شرقی	۹۷	۱	۰	۳۶۷۵	۲۸۶۹۸۱	۲۴۴	۱۷۷۸	۳۶۸	۳۳۳	۲۰۶	۸۳۲	۱۳۸۴
۸۱۷۸	شمال شرقی	۱۸۳	۱	۰	۳۷۲۱	۳۱۱۹۳۹	۲۵۰	۱۷۸۲	۲۸۶	۳۰۰	۱۳۶	۸۳۱	۱۳۸۵
۸۸۷۰	شمال شرقی	۴۰۹	۱	۰	۳۸۱۳	۳۱۰۸۲۲	۲۴۱	۱۷۹۴	۲۵۶	۲۲۰	۱۴۶	۸۳۵	۱۳۸۶
۸۸۷۴	شمال شرقی	۳۱۸	۱	۰	۴۰۵۲	۳۳۹۹۷۸	۲۵۴	۱۸۰۴	۲۰۲	۲۳۳	۹۰	۸۲۸	۱۳۸۷
۷۹۸۵	شمال شرقی	۱۴۶	۱	۰	۴۱۷۳	۴۲۹۴۶۹	۲۵۱	۱۸۳۶	۲۱۹	۲۲۱	۱۰۸	۸۳۰	۱۳۸۸
۸۳۰۱	شمال شرقی	۱۸۸	۱	۰	۳۷۶۶	۳۰۵۶۶۷	۲۴۸	۱۸۲۵	۲۵۷	۲۱۸	۱۴۸	۸۳۲	۱۳۸۹
۷۹۴۹	شمال شرقی	۲۷۵	۱	۰	۳۷۷۱	۳۲۵۲۶۴	۲۵۲	۱۸۴۵	۲۰۲	۲۱۵	۹۴	۸۳۵	۱۳۹۰
۸۰۳۹	شمال شرقی	۲۶۶	۱	۰	۴۰۰۱	۳۴۵۷۱۴	۲۷۰	۱۷۶۵	۱۷۳	۱۷۵	۸۵	۸۲۵	۱۳۹۱
۷۲۸۲	شمال شرقی	۲۸۶	۱	۰	۳۹۲۷	۳۲۴۳۱۸	۲۶۱	۱۷۹۰	۱۳۳	۱۸۶	۳۰	۸۳۰	۱۳۹۲
۸۴۴۷	شمال شرقی	۲۵۴	۱	۰	۳۸۰۵	۲۹۸۰۳۸	۲۶۹	۱۸۰۰	۱۲۱	۱۸۵	۲۸	۸۴۰	۱۳۹۳
۷۹۸۳	شمالی	۳۰۰	۱	۵۷۳	۳۷۰۵	۲۶۳۷۱۷	۲۵۲	۱۷۷۱	۲۱۰	۲۵۹	۸۰	۷۰	۱۳۹۴

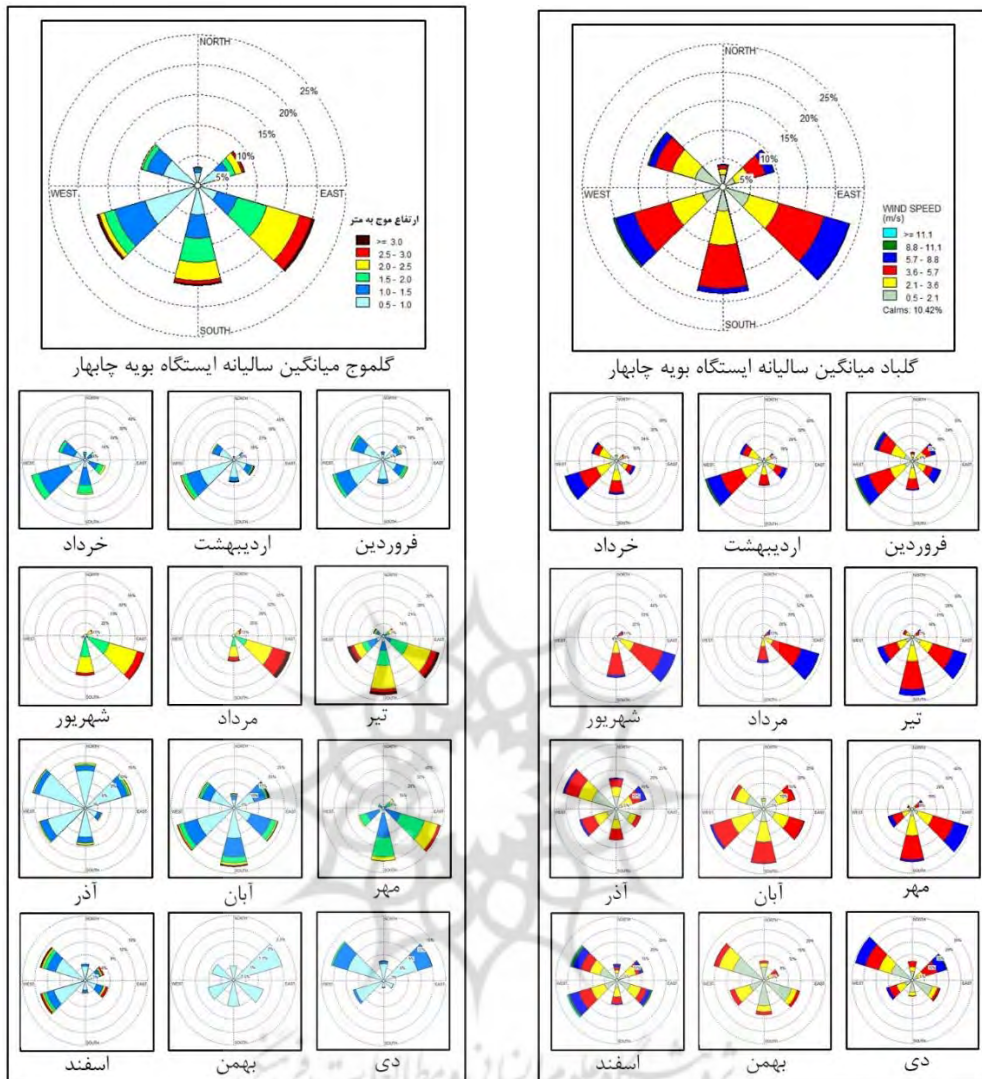
نتایج حاصل از این مطالعه نشان از تغییرات شدیدی در نمودارهای شدت گلباد و گلموج امواج در منطقه و قطع زبانه ماسه‌ای به هنگام وقوع طوفانهای عظیم در طول دوره آماری مورد مطالعه می‌باشد. در برخی از این سال‌ها، آمار مربوطه ثبت نگردیده است. نمودارهای زیر گلباد و گلموج منطقه مورد مطالعه را در وضعیت عادی و در زمان قطع زبانه ماسه‌ای تومبولو در سال‌های مختلف نشان می‌دهند.



شکل ۴۶- گلاب مجموع سالیانه و ماهیانه ایستگاه چابهار

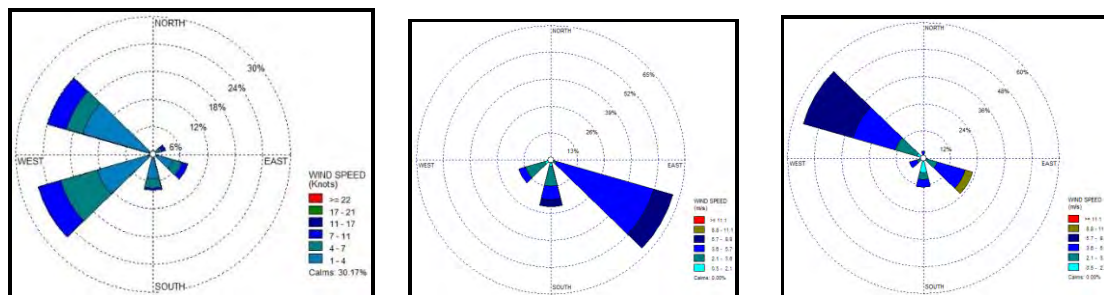


شکل ۴۵- گلاب مجموع سالیانه و ماهیانه ایستگاه جاسک



شکل ۴۷- گلباد مجموع سالیانه و ماهیانه ایستگاه بویه چابهار. شکل ۴۸- گلموج حداکثر مجموع سالیانه و ماهیانه ایستگاه بویه چابهار

گلبادها و گلموج تهیه شده از ایستگاه های مجاور منطقه مورد مطالعه نشان می دهند که رابطه مستقیمی بین جهت باد و جهت امواج وجود دارد و این بدان معناست که در زمان قطع تومبولو در بندر تنگ، امواج سهمگین در جهت حرکت باد بوده و این امر سبب شده تا قدرت امواج زیادتر و شرایط فرسایش ساحلی و جداشدن جزیره فراهم گردد. اما جهت باد در سال های مختلف متفاوت بوده و به گونه متفاوتی باعث قطع شدن تومبولو گردیده است. از جدایی تومبولو در سال ۱۳۵۱ اطلاعات و آماری در دسترس نبوده اما تشریح جدایی در دیگر سال های آماری قابل توجیه می باشد، به گونه ای که در سال ۱۳۶۷ عامل اصلی قطع تومبولو از جزیره، جهت امواج از سوی شمال غرب بوده که پس از آن تا سال ۱۳۷۸، روند جریانات قدرتمند دریایی به صورت کلی تداوم داشته است که دلیل اصلی این رویداد، اتصال تومبولو به زبانه ماسه ای خلیج تنگ در شرق جزیره می باشد. در سال ۱۳۷۸ تغییراتی در جهت باد و امواج دریایی رخ داده و منجر به قطع تومبولو می گردد که دلیل این جدایی، جهت باد و جریان های دریایی از سمت جنوب شرق و امواج برگشتی از ساحل بوده است. عامل اصلی این موضوع را نیز می توان افزایش طول زبانه ماسه ای و همچنین جابجایی گرو از سمت شرق به غرب دانست. در سال ۱۳۹۴ نیز جریانات غربی باعث این جدایی گردیده اند (شکل های ۴۷، ۴۸ و ۴۹).



شکل ۵۱- گلباد خرداد ماه ۱۳۹۴ چابهار

شکل ۵۰- گلباد مرداد ماه ۱۳۷۸ جاسک

شکل ۴۹- گلباد خرداد ماه ۱۳۶۷ جاسک

نتیجه‌گیری

در این مطالعه با کمک سنجش از دور و بازدید میدانی اقدام به تجزیه و تحلیل روند تغییرات ژئومورفولوژیکی، مورفومتریکی تومبولوی بندر تنگ گردیده و رابطه آن با جهت باد و جهت امواج در طول ۴۵ سال نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که در طول دوره آماری مورد بررسی، در چهار مورد ارتباط تومبولو با خشکی قطع گردیده است که این رخداد، در سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ روی داده است. دلیل اصلی این امر، امواج سهمگینی می‌باشد که هم جهت با جریان باد، زبانه ماسه‌ای تومبولو را فرسایش داده و از بین برده است. عامل اصلی این جریانات، مونسون‌های تابستانی جنوب شرق آسیا بوده که همه‌ساله باعث وقوع آنومالی‌هایی در جریانات دریای عمان می‌گردد. از آنجایی که زبانه ماسه‌ای تومبولو در شمال جزیره آن قرار گرفته است بنابراین تغییرات و قدرت امواج دریای عمان از دو سمت شرق و غرب باعث فرسایش این زبانه و از بین بردن آن شده است به گونه‌ای که در سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۹۴، جهت غربی امواج و در سال ۱۳۷۸ جهت شرقی امواج باعث قطع این عارضه ژئومورفولوژیکی گردیده است. از شواهد موجود می‌توان دلیل قطع شدن زبانه ماسه‌ای تومبولو را در سال ۱۳۵۱، جریانات شرقی دریای عمان دانست که همبستگی قابل قبولی با جدایی زبانه ماسه‌ای در سال ۱۳۷۸ داشته است. با توجه به شرایط موجود و به منظور مدیریت ساحلی تومبولوی بندر تنگ و استفاده از پتانسیل‌هایی که دارد، احداث موانع مصنوعی به منظور رسوبگذاری ماسه‌های ساحلی لازم و ضروری به نظر می‌رسد. در نهایت با توجه به اینکه تومبولو یکی از اشکال ژئومورفولوژیکی کمتر شناخته شده در جهان است. به همین حداقل در سال‌های اخیر خاطر کمتر مورد مطالعه قرار گرفته، که این مطالعه می‌تواند منبعی بسیار مهم برای مطالعات جدید و توجه بیش از پیش به این عارضه ژئومورفولوژیکی باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این پژوهش از اداره کل هواشناسی استان سیستان و بلوچستان و سازمان بنادر و دریانوردی شهرستان چابهار جهت ارائه آمار و اطلاعات و همچنین اهالی محترم بندر تنگ به پاس همکاری در بازدید میدانی صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

- سلطانیان، محمود؛ حلیبیان، امیرحسین، ۱۳۹۷، کاربرد سنجش از دور در علوم محیطی (روش‌های پردازش تصویر در IIII)، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی، اصفهان.
- صالحی پور میلانی، علیرضا؛ کرامت نژاد افضلی، ۱۳۹۱، بررسی توفان گونو و تأثیرات آن بر ژئومورفولوژی خطوط ساحلی دریای مکران با استفاده از سنجش از دور، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مدیریت زمین شناسی دریایی، تهران، ایران دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، صص ۳۲-۲۳.

- معتمد، احمد؛ محمد رضا غریب نیا، ۱۳۸۷، تکامل مکران ساحلی طی کوتاه‌تر پسون، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، دوره صفر، شماره صفر، صص ۷۷-۸۷.
- نژاد افزلی، کرامت، ۱۳۹۰، سازوکار تشکیل و تغییر تومبولو، لاگون و سد ماسه‌ای در ساحل بیر ناحیه بندرتنگ ایران (دریای مکران)، مجله علمی پژوهشی علوم زمین، دوره ۲۰، شماره ۸۰، صص ۱۴۸-۱۴۳.
- نگارش، حسین، ۱۳۸۵، ژئومورفولوژی ساحلی خور تنگ (Tggg) و ویژگی‌های آن، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، صص ۶۹-۸۸.
- نگارش، حسین، ۱۳۹۱، ژئومورفولوژی ساختمانی و دینامیک، چاپ اول، انتشارات مرندیز، مشهد.
- aa. 00 ee aaaa eee iii ff hh Tmmoooo Trryyy' aaa nnnnnnnlllll I
uull iiiii iiiii iiiii ggggppppy aa ttt nn nnnnnnn aaaaaaa dttttttt t,
44 yyyyyyy00000-
- ooo,,,, , 4444, ppppppp ppllllll lieett aaaaaaa aaaaaaaa add pptt ad sssbbbt oo ff
aaallll ddddf aaaaaaeee ii aaaaaaa aaa) Daaa lllllll l oooooodll
nnnnnnpppp 1f...
- rrr,, 22... aaa llll ppppppp ppooyy nnnnaaaa oooooonnee oo hhhll ttttttt tt
ee bhuu aaaaaaa
- llllll ll eeeeeeeeddddsssss sddaaaooo aaa llll rr cc www.aaaaaaaauuuu aa 111f
l..
- nnn ,,,, , TT N'''''' '' TO aaaa ppppppp pp rr aaaaaa
aaa tt 8: oooo l - pp TT '''''' '' TOpppppppp p
1-..
- oo 0044 hhhhhlee aaaaaaa nnnn V tt ee ii c., uuuaaal
aaa llll rrrrrrr rrrppssssssssssssss 11,pp: 66-22.
- nnn tt.. T Tii oo llll aaaar nn aaaaaaaaaa gg aaaaaaaah nn ff
EEEErr.. aaaaaaaaauMM Tññi oo
- ... cccc PPPPPPPPPaa llll TSSSSSSrooooooo 1-...
- aa,, ii dd. llstttttt tt aaaaaa ii ttuuwoo ..
aaallll afff Mll aeee ii aaaaaaa aaa ddd aaa eegg.. aaa pp
1....
- tttt ,, 3333 hh ,,,, , aaallll rr hnnnnnnn nnnn,,
rrrrr rr,, nnnnnnnnnnnnnn llll pp2286-....
- .. ddd.R 9900 hhcccdl Ggggppp nnnnnnaaa llll aacññ nnnn ee . .
.. ii bbbrrrrr rr aaaa .. 3380-....
- rrr,, ... 00 aaa llll oooppppoooo nrrdd,,,,, .. rrrr oo,, rrrr rraahhh
nnnnnnnnnn,,,, ,,,,,, ,,
- Vaaa,,,, , 99 nnn iiiuuooo oo aaa aaaaaaoooooooff tttt nnnff.... .. ooooooo
nn SSSSSSSSSSSSSSSSSSSRRoo nn
- ee mmt 2222 eeee eee iii wwff hh Tbbb ll Tyyyyyy aaa iii dddd
ppll ccccccccccccc111 7777777...
- llll ,, rrr c dddhhh 111.. rrrr oooo oo aaaadddd
rrttttt tt :: iiiiii iii ff gggggguueennn nn ppll iiiii iii dddd,, , , oo iiiiii i
ttttttt ttff tt llni,, Daaa ErrrrnnaaaaaaEggnrrrrnn EEMM P 1-
....