

## تکامل مکران ساحلی، طی کواترنر پسین

احمد معتمد\* - استاد دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

محمدرضا غریب رضا - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

پذیرش مقاله: ۱۳۸۴/۱۱/۱۰ تا بید نهایی: ۱۳۸۶/۲/۲۶

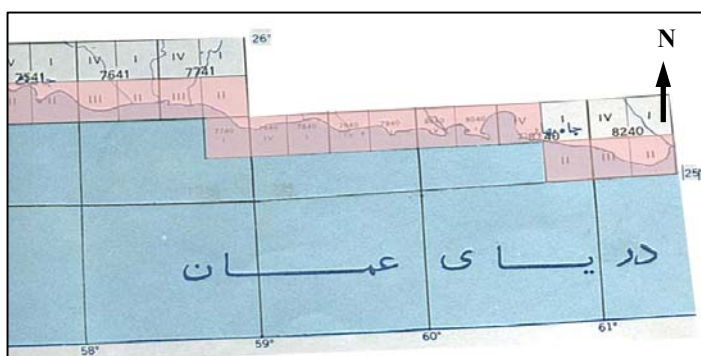
### چکیده

منطقه مورد بررسی در جنوب شرق کشور و بخشی از مکران ساحلی محسوب می‌شود که بیشتر از خلیج‌های امگا شکل و تراس‌های دریایی تشکیل شده است. روش این تحقیق متکی بر روشهای GIS، زمان سنجی به روش کربن<sup>۱۴</sup> و پیمایش‌های میدانی بوده است. قدیمی‌ترین شواهد جغرافیای کواترنر در این مناطق به سن ۱۷۶۰۰ yr BP در خلیج چابهار به دست آمده که قابل تطابق با پیشروی فلاتدین پس از آخرین فاز یخچالی است و پس از آن آخرین توالی رسوبی پسرونده در منطقه مکران ساحلی شکل گرفته است. بر اساس نتایج زمان سنجی و موقعیت خطوط ساحلی گذشته، فاصله زمانی تشکیل هر دوره از خطوط ساحلی دیرینه در خلیج‌های گواتر، چابهار و درنگو به ترتیب ۱۱۳، ۲۲۳ و ۱۳۰ سال به دست آمده است. همچنین نرخ بالا آمدگی خشکی از حدود ۵۰۰۰ سال پیش تا کنون بر اثر وقوع گسل‌های متعدد ۴ برابر افزایش داشته و عوارض جغرافیایی ساحلی را دچار تغییرات کرده است.

کلید واژه‌ها: جلگه ساحلی مکران، تغییرات ساحلی، کواترنر، ژئومورفولوژی ساحلی، زمان سنجی کربن<sup>۱۴</sup>

### مقدمه

منطقه مورد مطالعه بین عرض‌های ۲۵° تا ۲۵°۴۵' شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۵°، ۵۵' تا ۳۰'، ۶۱° شرقی واقع شده است (شکل ۱). البته گستره منطقه مکران ساحلی وسیع‌تر از عرصه انتخاب شده می‌باشد لیکن در این تحقیق فاصله ۱۵ دقیقه جغرافیایی از منطقه ساحلی و بیشتر در استان سیستان و بلوچستان مورد بررسی قرار گرفته‌اند.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

تغییرات تراز دریا و پیدایش عوارض ژئومورفولوژیکی گذشته و به جای ماندن خطوط ساحلی دیرینه از خصوصیات کواترنر پسین دریای عمان به شمار رفته که در طی آنها خلیج‌ها، خورها و بیابانهای ساحلی در حاشیه قاره ای منطقه مکران ساحلی تشکیل شده‌اند. هدف از این تحقیق بررسی و تعیین ژئومورفولوژی دیرینه و روند شکل‌گیری منطقه مکران ساحلی در طی کواترنر پسین بوده است. برای دستیابی به این هدف از GIS، زمان سنجی به روش کربن<sup>۱۴</sup> و پیمایش‌های میدانی و نیز مطالعات گذشته (غریب رضا و معتمد، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۲ و ۱۳۷۶، ۱۲۶-۱۵۰) استفاده شده است. بر اساس مطالعات قبلی (فالکن<sup>۱</sup>، ۱۹۴۷، ۱۷)، (ویتا فنزی ۱۹۷۹ & ۱۹۸۰، ۲-۵۲)، (ریس<sup>۲</sup> ۱۹۹۸، ۲۲۵-۲۳۷) مکران ساحلی دارای فعالیت‌های جدید زمین‌ساختی است و در طی کواترنر با نرخ ۰/۰۲ متر در سال متحمل بالاآمدگی شده است. همچنین حداکثر بالاآمدن تراز دریا در اواسط هولوسن (۶۰۰۰ سال پیش) بین ۲-۴ متر بالاتر از تراز کنونی بوده و به تدریج از ۴۰۰۰ سال پیش فروکش کرده است. این یافته‌ها با نتایج مدل یخچالی-هیدرو-ایزوستازی (لامبک ۱۹۹۶، ص ۴۴-۴۸) که در آن سواحل دریای عمان و خلیج فارس را بازسازی شده است، همخوانی دارند. غالب مطالعات گذشته معطوف به بررسی میزان بالاآمدگی تراسهای دریایی مکران ساحلی و سواحل سنگی بوده است. لذا در این تحقیق سعی شده است شرایط جغرافیای گذشته و شکل‌گیری خورها و خلیجها و میزان بالاآمدگی سواحل ماسه ای منطقه مکران ساحلی در طی کواترنر پسین تعیین شود.

#### مواد و روش‌ها

در این تحقیق، از مطالعات گذشته، عکسهای هوایی منطقه (۱۳۷۲) و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ به عنوان مواد مورد استفاده قرار گرفته‌اند. روش تحقیق نیز بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای، استفاده از GIS، زمان سنجی مطلق به روش کربن<sup>۱۴</sup> و پیمایش‌های میدانی بوده است. تا کنون تحقیقات بسیاری در سطح جهان در بررسی جغرافیای گذشته مناطق ساحلی انجام شده است که برخی روشها متکی بر GIS و استفاده از شاخص‌های زمین‌شناسی (Geo-indicators) و برخی دیگر بر مبنای نتایج زمان سنجی‌ها و برخی نیز بر اساس نتایج چاه پیمایی و آنالیزهای رسوب‌شناسی و بایو استراتیگرافی بوده است. در این تحقیق سعی شده است، روشهای شناخته شده با یکدیگر تلفیق شده تا نتایج آنها مکمل یکدیگر قرار گیرند. لذا از روش GIS برای تهیه نقشه‌های پایه، پیمایشهای میدانی جهت بررسی صحت نقشه‌ها، نمونه برداری از فسیل‌های خطوط ساحلی گذشته و برداشت مختصات آنها و از روش زمان سنجی به روش کربن<sup>۱۴</sup> برای سن‌یابی و تطابق عوارض منطقه ساحلی با وقایع یخچالی و بین یخچالی هولوسن استفاده شده است.

همانگونه که عنوان شد مواد مورد نیاز جهت زمان‌سنجی شواهد جغرافیای دیرینه، فسیل‌های برجای مانده بوده است. بدین منظور در پیمایش خلیج‌های گواتر، چابهار، پزم، گوردیم و درنگو به ترتیب ۴۱، ۲۱، ۴۴، ۱۲، ۳۲ نمونه فسیلی برداشت شده است. جهت برداشت نمونه‌های مناسب از نظر کمی و کیفی در طول خطوط ساحلی پیمایش نیز شده و پس از انتخاب بهترین نمونه‌ها موقعیت آنها به ثبت رسیده است. در مرحله بعد در آزمایشگاه، نمونه‌ها مرتب (sort) شده و آندسته از نمونه‌هایی که دچار تبلور مجدد نشده باشند و موقعیت آنها جهت بررسی روند تکامل جغرافیای دیرینه مناسب باشند جهت زمان‌سنجی انتخاب شدند. البته در تعداد نمونه‌های

<sup>1</sup> Falcon

<sup>2</sup> REYSS

آنالیز شده، اعتبارت موجود نیز دخیل بوده است لذا با توجه به ملاحظات موجود از خلیج چابهار ۴ نمونه، از خلیج گواتر ۱ نمونه و از منطقه درنگو ۳ نمونه به آزمایشگاه ارسال شدند. آزمایشهای زمان سنجی در آزمایشگاه URM در اوریسی - پاریس و توسط دکتر فونتانی انجام شده و نتایج آنها بوسیله آزمایشگاه دانشگاه واشینگتن بازمینی و تأیید شده است. از طرفی جهت تعیین تراز ارتفاعی و موقعیت نمونه های آنالیز شده در پیمایش میدانی بعدی از دستگاه DGPS استفاده شده است.



شکل ۲. تراز یابی و موقعیت سنجی نمونه های فسیلی منتخب

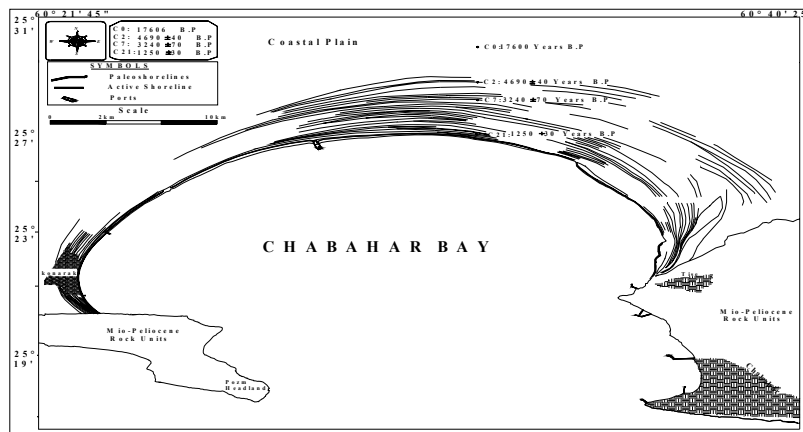
#### یافته های تحقیق

خط ساحلی به عنوان خط تماس محیط های دریایی و خشکی فقط در شرایطی پایدار است که بین تمام نیروها و فرایندهای جابجاکننده آن بطرف دریا یا خشکی، تعادل برقرار باشد. در شرایطی که این تعادل برقرار نشود، پیشروی یا پسروی دریا رخ داده و در پی آن رسوبات محیط های جدید بر روی محیط های رسوبی قدیمی تر شکل گرفته و خط ساحلی جدید در ترازهای بالا یا پایین تر از تراز قبلی قرار می گیرند.

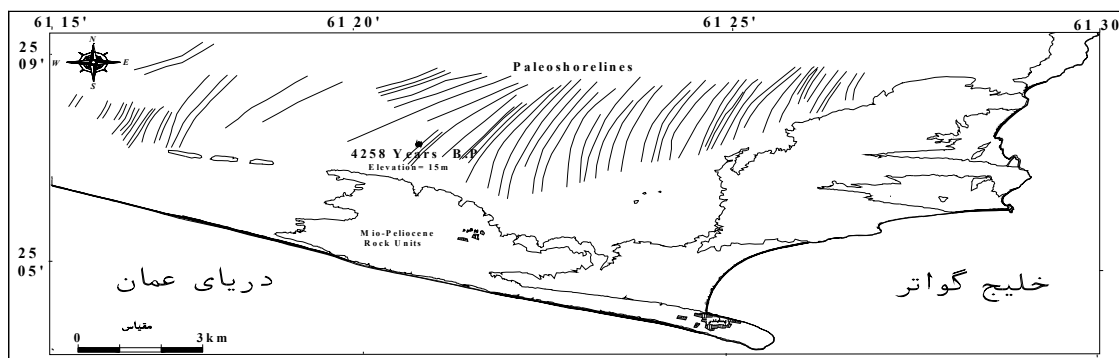
بنابراین خطوط ساحلی گذشته که حاصل تعادل در برآیند نیروها و پدیده های زمین شناسی و هیدرو دینامیکی در زمان معینی هستند، از مهمترین تحولات منطقه مکران ساحلی محسوب می شوند (شکل ۳). نتایج بررسی های GIS و پیمایشهای میدانی به ترتیب نشان از وجود ۴۱، ۲۱، ۴۴، ۱۲، ۳۲ خطوط ساحلی قدیمی در مناطق خلیج های گواتر، چابهار، پزم، گوردیم و منطقه درنگو دارد. (شکل های ۴ تا ۶).



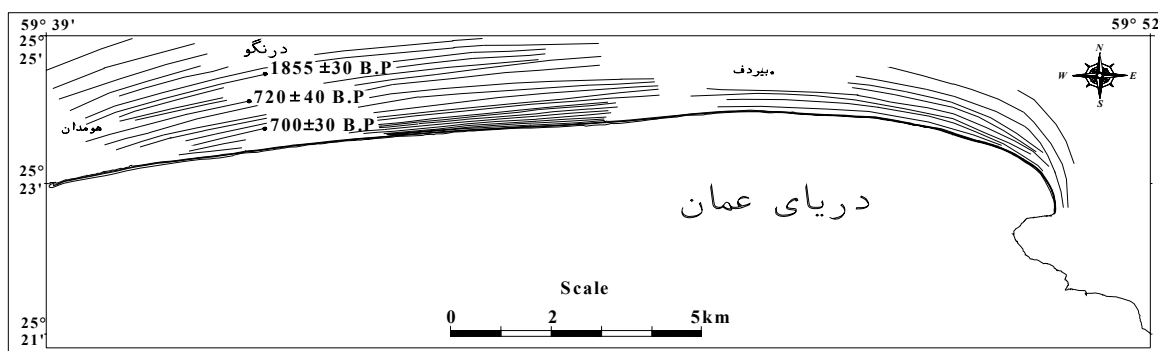
شکل ۳. نگاه به شرق، بقایا و سکو خط ساحلی گذشته در خلیج غرب گواتر و سرشار از فسیل



شکل ۴ نقشه خطوط ساحلی کواترنر پسین در منطقه خلیج چابهار



شکل ۵ نقشه خطوط ساحلی کواترنر پسین در منطقه خلیج گواتر



شکل ۶ نقشه خطوط ساحلی کواترنر پسین در منطقه خلیج درنگو

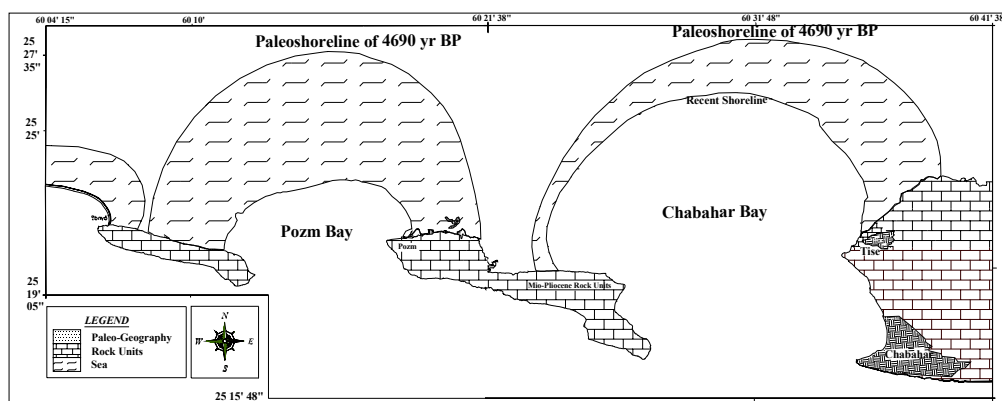
خطوط ساحلی گذشته منطقه در واقع اجزاء سازنده یک سیستم رسوبی از سواحل پسرونده می‌باشند. چنین سیستم‌هایی معمولاً توسط رشته تپه‌های ساحلی<sup>۷</sup> قابل شناسایی هستند که بموازات یکدیگر و خط ساحلی مرتب می‌شوند و دقیقاً در محل پاشنه هر یک موقعیت یک نوار ساحلی مشخص می‌گردد. در این تحقیق از فسیل‌های به جای مانده در محل هر یک از خطوط ساحلی گذشته نمونه برداری شد (شکل ۴). نام و محل نمونه‌های منتخب جهت زمان سنجی و نیز نتایج زمان سنجی آنها در جدول ۱ ارائه شده‌اند.



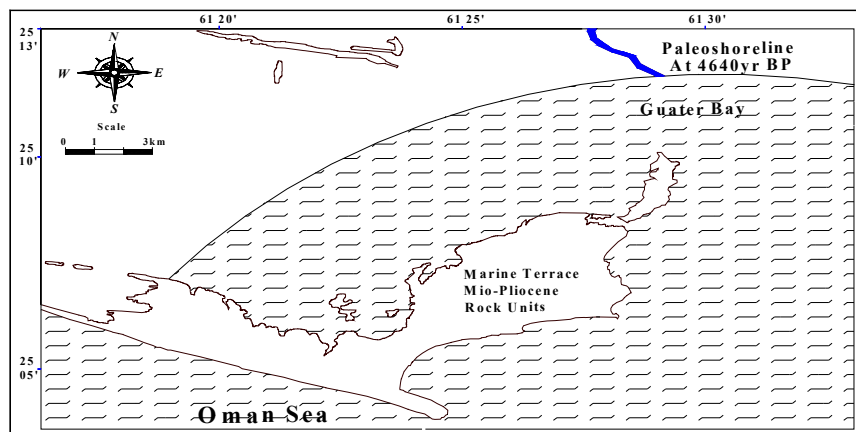
شکل ۷ نمونه فسیلی از موقعیت خط ساحلی C21 جهت زمان سنجی ( $1250 \pm 30$  سال پیش)

جدول ۱: مشخصات نمونه های منتخب از مکران ساحلی و سن مطلق آنها به روش کربن<sup>۱۴</sup>

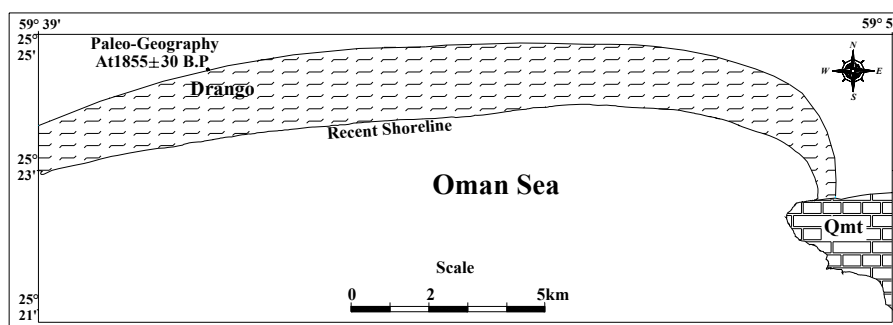
| مختصات جغرافیایی           | نرخ بالا آمدگی خشکی (mm/yr) | نرخ عقب نشینی دریا (m/yr) | فاصله از ساحل (m) | ارتفاع از سطح دریا (m) | سن نمونه (yr) | شماره نمونه | محل نمونه برداری |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---------------|-------------|------------------|
| 61°19'13" E<br>25°07'20" N | 3.23                        | 3.44                      | 16000             | 15                     | 4640 ±40 BP   | G1          | خلیج گوآتر       |
| 60°31'27" E<br>25°59'31" N | 0.85                        | 0.3                       | 5300              | 15                     | 17600 BP      | C0          | خلیج چابهار      |
| 60°31'28" E<br>25°28'27" N | 2.73                        | 0.78                      | 3676              | 12.8                   | 4690 ±40 BP   | C2          |                  |
| 60°31'23" E<br>25°27'22" N | 3.92                        | 0.74                      | 2420              | 12.7                   | 3240 ±70 BP   | C7          |                  |
| 60°31'20" E<br>25°26'41" N | 6.96                        | 0.11                      | 145               | 8.7                    | 1250 ±30 BP   | C21         | خلیج درنگو       |
| 59°41'59" E<br>25°24'33" N | 6.46                        | 0.58                      | 1078              | 12                     | 1855 ±30 BP   | D22         |                  |
| 59°41'58" E<br>25°24'23" N | 12.5                        | 1.24                      | 898               | 9                      | 720 ±40 BP    | D28         |                  |
| 59°42'05" E<br>25°24'00" N | 7.14                        | 1.01                      | 710               | 5                      | 700 ±30 BP    | D31         |                  |



شکل ۸ بازسازی جغرافیای گذشته مکران ساحلی در هولوسن میانی ( $4690 \pm 40$  BP)، در محدوده خلیج های چابهار، بزم و گوردیم



شکل ۹: بازسازی جغرافیای گذشته مکران ساحلی در هولوسن میانی (4640 Year BP) در خلیج گواتر



شکل ۱۰: بازسازی جغرافیای گذشته مکران ساحلی در هولوسن پایانی (1855 Year BP) در خلیج درنگو

### بحث و نتیجه‌گیری

بازسازی جغرافیای دیرینه منطقه مکران ساحلی در کواترنر پسین (۱۷۶۰۰ سال پیش) براساس شواهد و شاخص‌های جغرافیای به عنوان مهمترین هدف این تحقیق در قالب نقشه‌های ۱ تا ۶ ارائه شده‌اند. این نقشه‌ها نشان می‌دهند که عوامل مختلفی همچون توپوگرافی اولیه، شرایط هیدرودینامیکی بویژه الگوی امواج (غریب رضا، معتمد و جلالی ۱۳۸۲، ۶۳-۶۶)، فعالیت‌های تکتونیک و بالاخره نوسانات تراز دریا در شکل‌گیری و تکامل جغرافیای دیرینه منطقه مورد مطالعه، نقش داشته‌اند. در کواترنر پایانی مرفولوژی کلی این مناطق به شکل کنونی بوده است، لذا به نظر می‌رسد که اقلیم منطقه حداقل از ۴۷۰۰ سال پیش تا کنون از روند یکنواختی برخوردار بوده است. بر اساس مدل هیدرو-ایزوستازی-یخچالی جهانی که لامبک (۱۹۹۶، ۴۴-۴۸) آن را در خلیج فارس پیاده کرده است دریا پس از آخرین فاز دوره یخچالی وُرم در ۱۸۰۰۰ سال پیش و با شروع ذوب شدن یخچال‌ها، شواهد پیش روی دریا موسوم به فلاندرین در سواحل دریای عمان و خلیج فارس به ثبت رسیده است. عمق پیشروی دریا در مناطق مختلف مکران ساحلی متفاوت بوده است بطوریکه شواهد آن به سن ۱۷۶۰۰ YI BP سال در فاصله ۵۳۰۰ متری ساحل کنونی و در تراز ۱۵ متری از آن قرار دارد (غریب رضا و معتمد ۱۳۸۲، ۱۳۵). در ۶۰۰۰ سال پیش تراز دریا با برقراری اقلیم اطلسی (گرم) ۲-۳ متر بالاتر از تراز کنونی رسیده و از ۴۰۰۰ سال پیش با شروع مرحله سردتر قطبی به تدریج فروکش نموده (معتمد ۱۹۹۷، ۱۵۰) و عقب نشینی تراز دریا بطور محسوسی رخ داده است.

نتایج این تحقیق بیانگر روند خاصی در منطقه مکران ساحلی است بطوریکه شواهد آخرین فاز بین یخچالی پس از اقلیم قطبی در ۵۰۰۰ سال گذشته از حدود ۴۶۹۰ سال پیش شروع شده است در خلیج‌های گواتر و چابهار بدست آمده‌اند. بر اساس نتایج زمان سنجی و پیمایش‌های میدانی (جدول ۱) سن خطوط ساحلی در خلیج‌های گواتر و چابهار به ترتیب در  $40 \text{ yr BP} \pm 4640$  و  $40 \text{ yr BP} \pm 4690$  سال بدست آمده است. این خطوط در خلیج‌های یاد شده به ترتیب در فواصل ۱۶۰۰۰ و ۳۶۷۶ متری ساحل کنونی و ترازهای ۱۵ و ۱۲٫۸ متری آن واقع شده‌اند.

با احتساب یک رابطه خطی، نرخ عقب نشینی تراز دریا در خلیج‌های گواتر و چابهار به ترتیب  $3/44$  و  $10/78 \text{ myr}^{-1}$  بدست آمده است. بر اساس نتایج زمان سنجی و موقعیت خطوط ساحلی دیرینه نسبت به ساحل کنونی، فاصله زمانی تشکیل هر دوره از خطوط ساحلی قدیمی در خلیج‌های گواتر، چابهار و منطقه درنگو به ترتیب ۱۱۳، ۲۲۳ و ۱۳۰ سال بطول انجامیده است. عدم هماهنگی در تغییر موقعیت خطوط ساحلی و نیز تفاوت در روند تکاملی جغرافیای گذشته این مناطق را می‌توان در عواملی چون افزایش اثرات حرکات تکتونیک به سمت شرق سواحل مکران ساحلی دانست. طبق یافته‌های ویتافنزی (۱۹۷۹، ۳) و بررسی‌های به عمل آمده در این تحقیق تراس‌های دریایی از غرب به سمت شرق سواحل دریای عمان مرتفع تر شده‌اند به طوریکه تراس دریایی منطقه جاسک حداکثر ۸ متر و در غرب خلیج پزم به ۱۰۴ متر رسیده است. همچنین در پیمایش‌های میدانی علاوه بر ۵ گلفشان فعال منطقه دهانه چند گلفشان خاموش در حد فاصل بندر بریس و پسابندر در خلیج گواتر مشاهده شده (شکل ۴) که نشان از روند افزایش فعالیت‌های تکتونیک به سمت شرق و خلیج گواتر دارد.



شکل ۱۱ یکی از چند دهانه گلفشان خاموش در جنوب خلیج گواتر

علاوه بر آن رودخانه باهوکلالت با نرخ انتقال رسوب  $3/37$  میلیون تن در سال به مراتب آورد رسوب بیشتری نسبت به رودخانه فصلی منتهی به خلیج چابهار دارد. بنابراین اختلاف نرخ عقب نشینی خط ساحل در این دو خلیج کاملاً توجیه پذیر است. طبق نتایج ویتافنزی (۱۹۷۹، ص ۴۷) مناطق ساحلی که کمتر تحت تأثیر فعالیت گسلها بوده‌اند با نرخ  $2/74 \text{ mmyr}^{-1}$  متحمل بالا آمدگی شده‌اند. نرخ بالا آمدگی عوارض جغرافیایی پس از آخرین فاز سرد قطبی موسوم به Bored ( $40 \text{ yr BP} \pm 4690$ ) در خلیج چابهار بر اساس تراز کنونی آنها  $2/73 \text{ mmyr}^{-1}$  بدست آمده که با نتایج قبلی هماهنگی کاملی برخوردار است. این نرخ در خلیج گواتر  $3/23 \text{ mmyr}^{-1}$  بدست آمده است که با شواهد و دلایل موجود هماهنگی دارد.



شکل ۱۲ مکانیزم مشابه در شکل‌گیری ستونهای دریایی عهد حاضر (۱) و کواترنر پسین (۲) در منطقه

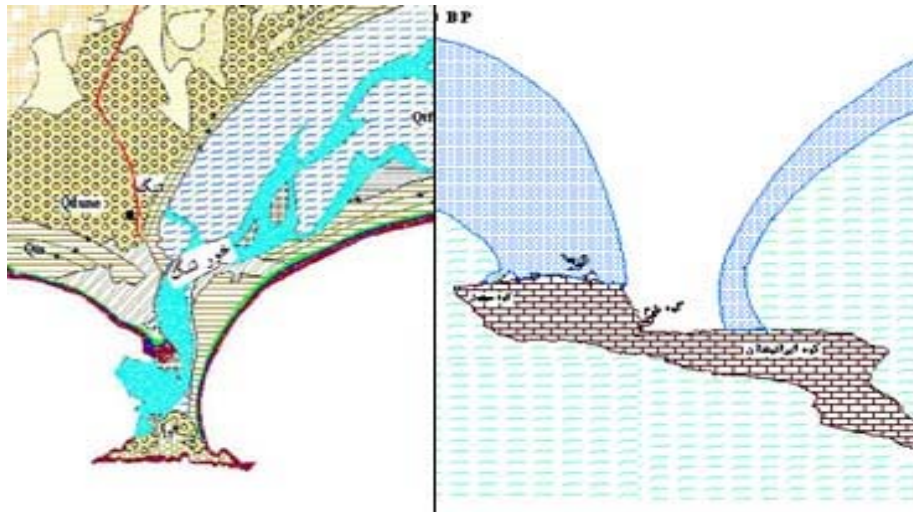
همانگونه که قبلاً نیز عنوان شد منطقه مکران ساحلی همچون مناطق ساحلی خلیج فارس علاوه بر پدیده‌های تکتونیکی و بالاآمدگی شاهد نوسانات تراز دریا بوده است لیکن اثرات بالاآمدگی پر دامنه و شدیدتر بوده است. به گفته بربریان (۱۹۸۱) عملکرد گسل‌های نرمال باعث شده است که برخی از بلوکهای سنگی کاملاً گم شده و شاهد اختلاف ارتفاع در تراسهای دریایی و سواحل بالاآمده باشیم. از این رو مجموعه سواحل مکران ساحلی اعم از سواحل سنگی و ماسه‌ای سواحل بالاآمده محسوب شده و اثرات رسوبات دریایی و یا به تعبیری نوسانات تراز در لایه مرجانی در فراز تراسها و خطوط ساحلی دیرینه منعکس شده است.

طبق نقشه‌های بازسازی شده واحدهای سنگی بالاآمده میوپلیوسن که بصورت تراسهای دریایی رخنمون دارند، همچون جزایری، جدا از خشکی قرار داشته‌اند. از طرفی وسعت آنها بیشتر بوده است و بر اثر فرسایش دریایی از کلیه جوانب عقب نشینی داشته‌اند. شاهد این ادعا وجود ستونها و اینسلب‌رگهای دریایی (شکل ۵) در دامنه‌های شمالی واحدهای سنگی خلیج گواتر است که طرز تشکیل و مرفولوژی آن کاملاً با نمونه عهد حاضر آن که در سواحل سنگی غرب خلیج چابهار تشکیل شده است، هماهنگی دارد. وجود انبوهی از فسیلهای متعلق به کواترنر پسین در حاشیه اینسلب‌رگ واقع شده در خشکی است که سن خط ساحلی دیرینه مجاور آن  $40 \pm 4690$  BP بدست آمده است، این فرآیند را تأیید می‌کنند. همچنین قبل و بعد این اینسلب‌رگ نیز توسط خطوط ساحلی دیرینه احاطه شده و طبق نتایج زمان سنجی بخشی از تراس دریایی بوده که کاملاً با فرآیندهای دریایی دیرینه در تماس بوده است. شواهد نشان می‌دهند که فرآیندهای دریایی در طی استقرار خطوط ساحلی دیرینه در این منطقه علاوه بر فرسایش دریایی سواحل سنگی باعث عقب نشینی چشمگیر آنها به سمت جنوب و هرچه کم عرض تر نمودن تراسهای دریایی شده است.

از طرفی خلیجهای چابهار و پزم در کواترنر پسین مرفولوژی کاملاً شاخصی از تومبولو<sup>۹</sup> داشته‌اند به طوریکه تراسهای دریایی که همچون جزایری در فاصله نسبتاً زیادی از خشکی اصلی قرار داشته‌اند توسط یک زبانه ماسه‌ای به خشکی وصل می‌شده‌اند. جریان‌های کرانه‌ای همگرا و جریانهای برگشتی<sup>۱۱</sup> از خشکی باعث رشد برآمدگی ماسه‌ای ساحلی<sup>۱۱</sup> در پشت جزایر سنگی و با رشد بیشتر آنها و رسیدن به جزایر تومبولوها را شکل داده و منجر به تکامل این خلیج‌ها شده‌اند. شاهد این فرآیند توسعه تپه‌های ماسه‌ای عرضی از طرفین به طرف پشت تراسهای دریایی است. این تپه‌ها دقیقاً روند و تواتر افزایش تپه‌های ماسه‌ای تا پشت تراسها و توسعه تومبولو را نشان می‌دهند. تغذیه رسوب ساحلی پیش نیاز تشکیل این خلیج‌ها می‌باشد که از فرسایش تراسهای دریایی (۶۲٪) و



آورد رسوب از خشکی (۳۸٪) فرآهم شده است (غریب رضا ۱۳۷۶، ۱۴۷). چنین مکانیزمی را به وضوح می‌توان در شکل‌گیری خلیج‌های چابهار و پزم مشاهده کرد (شکل ۶-۱). مکانیزم مشابهی هم اکنون در خور تنگ در غرب سواحل استان سیستان و بلوچستان یک تومولو کوچک مقیاس و فعال را توسعه داده است (شکل ۶-۲).



شکل ۱۳ مکانیزم تشکیل و توسعه تومولو در مکران ساحلی از کوتاه‌ترنر پسین تا کنون

بر اساس مستندات موجود (معتد ۱۹۹۷، ۱۵۰) در ۳۰۰۰ سال پیش یک فاز سرد کوتاه مدت اتفاق افتاده است که پس از آن در ۲۵۰۰ سال پیش مجدداً با برقراری اقلیم گرم و ذوب یخچالها پیشروی نسبی رخ داده است. در این تحقیق اثرات این رویدادها بررسی و ثبت رسیده است. خط ساحلی C7 در خلیج چابهار به سن  $3240 \pm 70$  yr BP که در فاصله ۲۴۲۰ متری از ساحل کنونی قرار دارد می‌تواند نشانه فاز سرد کوتاه مدت در منطقه مکران ساحلی به شمار رود. از طرفی در منطقه درنگو از دیرینه‌ترین خطوط ساحلی جغرافیای گذشته به سن  $1855 \pm 30$  yr BP در فاصله ۱۰۷۸ متری از ساحل کنونی قرار دارد و با توجه به شواهد بدست آمده در این منطقه به نظر می‌رسد نشانه‌های تغییر اقلیم گذشته پس از وقوع مرحله سرد بورآل از ۲۵۰۰ سال پیش شروع شده باشد.

همچنین یافته‌های بدست آمده نشان می‌دهند که در کلیه نقاط مکران ساحلی، نرخ بالاآمدگی خشکی در هولوسن بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است یا به تعبیری سیر تکامل جغرافیای گذشته از حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش سرعت بیشتری یافته است. بر اساس تراز ارتفاعی و سن کلیه آثار جغرافیایی گذشته نرخ بالاآمدگی خشکی از  $0.185$   $\text{mmyr}^{-1}$  در ۱۷۶۰۰ سال پیش به  $12.5$   $\text{mmyr}^{-1}$  در ۷۲۰ سال پیش رسیده است. این امر نشان از اهمیت فعالیت حرکات تکتونیکی و گسلهای اصلی در مکران ساحلی است. بر اساس مطالعات انجام شده (غریب رضا و معتد ۱۳۷۶، ۱۴۶) گسلهای نرمال با امتداد W-E و گسلهای لغز مزدوج به ترتیب با امتدادهای NW-SE و NE-SW مهمترین نقش را در بریدگی، بالاآمدگی و شکل‌گیری پادگانه‌های دریایی و جلگه‌های مکران ساحلی داشته‌اند (شکل ۷).



شکل ۱۴ نگاه به شرق، عملکرد گسل‌های مزدوج در برش بلوک‌های سنگی، ریزش و عقب‌نشینی آن‌ها

در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که جغرافیای دیرینه منطقه مکران ساحلی بواسطه نوسانات تراز دریا ناشی از وقوع فازهای کوتاه مدت سرد و گرم بین یخچالی دچار تغییرات قابل ملاحظه‌ای شده است. آثار این نوسانات بصورت خطوط و برجستگیهای ساحلی سرشار از آثار فسیلی به ثبت رسیده اند. علاوه بر نوسانات بزرگ مقیاس تراز دریا در بازه زمانی ۱۷۶۰۰ سال پیش تا کنون حرکات تکتونیک از یکسو و برخورد امواج اقیانوسی و آورد رسوبات زهکش شده از رودخانه‌های دائمی و فصلی از سوی دیگر باعث شده‌اند که خطوط ساحلی و جغرافیای گذشته دچار تغییرات قابل ملاحظه شده و رخساره‌های مرفولوژی مشخصی تشکیل گردند که از آن جمله می‌توان به خلیج‌های امگا شکل یا نعل اسبی، برجستگیهای ساحلی، اینسلب‌گهای دریایی و تومبولو اشاره کرد. بر اثر عوامل یاد شده نرخ عقب‌نشینی ساحل در خلیج‌های گواتر و پزم به مراتب بیشتر از نقاط دیگر بوده است.

### تشکر و قدردانی

در این تحقیق همکاران بسیاری نویسندگان مقاله را کمک و یاری کرده اند که در اینجا از زحمات آقای مهندس حمیدرضا معصومی که در مطالعات GIS و پیمایش‌های میدانی ما را یاری کرده اند کمال تشکر و سپاس بعمل می‌آید. همچنین از آقای فانتانی که انجام آزمایش‌های زمان سنجی را به روش کربن ۱۴ برعهده داشته اند و نتایج دقیق و قابل تطابق را با پدیده‌های جهانی ارائه کرده اند، صمیمانه تشکر می‌شود.

### منابع

- ۱- غریب رضا، م، معتمد، ا. ۱۳۷۶. تأثیر سیستم‌های گسلش در زمین ریخت شناسی کرانه‌های دریای عمان. اولین همایش زمین شناسی دریایی ایران. ۱۴۴-۱۵۶.
- ۲- غریب رضا، محمدرضا. ۱۳۷۶. تعیین منشأ رسوبات وارده به خلیج پزم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم دانشگاه تهران.
- ۳- غریب رضا، م، معتمد، ا، جلالی، نادر، (۱۳۸۲) بررسی تغییرات خطوط ساحلی استان سیستان و بلوچستان، مرکز تحقیقات

## حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، گزارش ۸۲/۴۰۲

- 4- Berberian, M. 1981. Active Faulting and Tectonic of Iran. London University of Cambridge. Pp 18-20.
- 5- FALCON, N.L., (1947) Raised Beaches and Terraces of the Iranian Makran coast. Geographical Journal, 109, 149-151 In: Reyss, J. L., Pirazzoly, P. A., and Haghypour, A. Quaternary Marine Terraces and Tectonic Uplift Rates on the South Coast of Iran. Centre des Faibles Radioactivites (CNRS-CEA), France.
- 6- GHARIBREZA, M, R and MOTAMED, A, (2004). Late Quaternary Paleoshorelines and Sedimentary Sequences of Chabahar Bay. 32nd International Geological Congress. Italy, Florence.
- 7- LAMBECK, K., (1996) Shoreline Reconstructions for the Persian Gulf since the Last Glacial Maximum. Earth and Planetary Science Letters, 142, 43-57.
- 8- MOTAMED, A., (1997) Quaternary. Tehran University Publication. Tehran –Iran. 121p
- 9- REYSS, J.L.; PIRAZZOLY, P.A., and HAGHIPOUR, A., (1998) Quaternary Marine Terraces and Tectonic Uplift Rates on the South Coast of Iran. Centre des Faibles Radioactivites (CNRS-CEA), France. Pp. 225-237.
- 10- VITA-FINZI, C., (1979) Contributions to the Quaternary Geology of Southern Iran. Geological and mineral survey of Iran, Report, 47, PP30-47.
- 11- VITA-FINZI, C., (1980) <sup>14</sup>C Dating of Recent Crustal Movements in the Persian Gulf and Iranian Makran. Radiocarbon, 22, 763-773 In: Reyss, J. L., Pirazzoly, P. A., Haghypour, A., 1998. Quaternary Marine Terraces and Tectonic Uplift Rates on the South Coast of Iran. Centre des Faibles Radioactivites (CNRS-CEA), France. Pp. 225-237.