

## خطوط ساحلی و توالی رسوبی کوتاه‌تر پسین در منطقه خلیج چابهار

نوشته: محمد رضا غریب رضا\* و دکتر احمد معتمد\*\*

### Late Quaternary Paleoshorelines and Sedimentary Sequences In Chabahar Bay (South East of Iran)

By: M.R. Gharibreza\* & Dr. A. Motamed\*\*

#### چکیده

منطقه ساحلی خلیج چابهار در جنوب خاوری کشور و استان سیستان و بلوچستان، بین عرضهای جغرافیایی ۱۵' و ۲۵' - ۳۰' و ۲۵° و طولهای جغرافیایی ۲۱' و ۶۱' - ۴۲' و ۲۵° واقع است. این منطقه بخشی از مکران ساحلی به‌شمار می‌آید که در کوتاه‌تر پسین شاهد تغییرات تراز دریا بوده است. حاصل این نوسانات، پیدایش توالیهای رسوبی ساحلی و برجای ماندن چندین خط ساحلی قدیمی است. در این تحقیق، با استفاده از GIS و پیمایشهای میدانی، ۲۱ خط ساحلی قدیمی شناسایی شده است که قدیمی‌ترین آنها در ارتفاع ۱۵ متری از تراز دریا قرار دارد. این خطوط ساحلی به‌صورت تپه‌های عرضی و موازی با ساحل تشکیل شده‌اند و در واقع اجزای سازنده آخرین توالی رسوبی پسرونده در این منطقه هستند. همچنین، با حفر یک گمانه به عمق ۹ متر در شمال خلیج چابهار، چرخه‌های رسوبی منطقه بررسی شده و در آنها سن لایه‌ها، وضعیت دانه‌بندی، فسیلهای همراه و ساختهای رسوبی تحلیل شده‌اند. در این تحقیق سن قدیمی‌ترین و جدیدترین رسوبات دریایی واقع در گمانه به روش سن‌سنجی مطلق کربن ۱۴ به ترتیب ۱۷۶۰۰±۵۰ سال و ۴۹۶۰±۴۰ به‌دست آمده است. قدیمی‌ترین رسوبات دریایی در این گمانه، قابل تطابق با پیشروی فلاندرین پس از آخرین مرحله یخبندان است. جدیدترین رسوبات دریایی آن نیز، در واقع آخرین لایه از توالی رسوبی پسرونده و سرآغاز تشکیل آخرین توالی رسوبی پسرونده در منطقه و منطبق بر دومین خط ساحلی شناسایی شده (C2) و در فاصله ۵۳۰۰ متری ساحل فعلی است. در کوتاه‌تر پسین، در منطقه خلیج چابهار، چهار توالی رسوبی پسرونده و چهار توالی رسوبی پسرونده تشکیل شده است. همچنین با استفاده از نتایج زمان‌سنجی نمونه‌های فسیلی از خطوط ساحلی قدیمی شماره‌های C7, C21 و C2 و فاصله آنها از خط ساحلی کنونی، دوره زمانی تشکیل هریک از خطوط ساحلی قدیمی ۲۳۰ سال به‌دست آمده است.

**کلید واژه‌ها:** خطوط ساحلی، توالیهای رسوبی، کوتاه‌تر پسین، خلیج چابهار، سن‌سنجی کربن ۱۴

#### Abstract

Chabahar Bay is located along the coast of the Oman sea in Sistan province in southeast of Iran. This area is a part of coastal Makran zone (one of the geological zones of Iran) that had undergone sea level changes along the Late Quaternary. Multiple sedimentary sequences and several paleoshorelines were formed due to these processes. In this investigation, 21 paleoshorelines were recognized by using GIS analysis. In the borehole at the north of Chabahar Bay, 14 layers were discovered that could be related to Late Quaternary sedimentary sequences and correlated to glacial and interglacial periods. All layers of borehole were analyzed for grain size, sedimentary structures and fossil contents. Four radiocarbon measurements have been made on the lowest and uppermost marine layers of borehole and on C7 and C21 of paleoshorelines. The lowest layer of borehole has 17,600 <sup>14</sup>C yr B.P, related to Cataglacial or Flanderian transgression, outcropped at 15 m height and 5,300 m distance to present shoreline. Sedimentary sequences have shown 4 transgressions and retrogressions occurred from Cataglacial to the present. On the other hand, from 4,690±40 yr B.P, 20 paleoshorelines have been formed, which the duration of each may be about 230 years.

**Keywords:** Late quaternary, Paleoshoreline, Sedimentary sequences, Makran zone, Chabahar bay, Flanderian

#### مقدمه

منطقه مکران ساحلی تشکیل شده‌اند. لذا شناسایی و بررسی توزیع و چگونگی خطوط ساحلی قدیمی و تاریخچه رسوبی منطقه ساحلی خلیج چابهار در کوتاه‌تر پسین هدف این تحقیق بوده است. برای دستیابی به این

تغییرات تراز دریا و پیدایش توالیهای رسوبی ساحلی و برجای ماندن خطوط ساحلی قدیمی، از ویژگیهای کوتاه‌تر پسین دریای عمان است که در طی آنها، چرخه‌های رسوبی پسرونده و پیشرونده در حاشیه قاره‌ای



میانگین مربعات خطا) و یا به تعبیری انحراف استاندارد نزدیک به صفر برای مختصات، به دست آید.

تفسیر و تحلیل تصاویر هوایی، از روی صفحه نمایش رایانه و به طور همزمان با رسم ابعاد و گستره واحدهای رسوبی ساحلی منطقه مورد مطالعه انجام شده است. همچنین در این تحقیق از پیمایشهای میدانی در بررسی صحت نقشه‌ها، نمونه برداری از فسیلهای خطوط ساحلی گذشته و برداشت مختصات آنها، حفر گمانه (شکل ۱) در شناسایی چرخه‌های رسوبی و از روش سن سنجی به روش کربن ۱۴ برای سن یابی و تطابق توالیهای رسوبی با وقایع یخچالی و بین یخچالی هولوسن استفاده شده است. همچنین در پیمایشهای میدانی جهت تعیین دقیق تراز ارتفاعی نمونه‌های برداشته شده و نیز عمق قرارگیری لایه‌های گمانه، دو بار توسط دقیق‌ترین ارتفاع سنج رقومی (با دقت ۰/۵ متر) و متر دستی و نیز GPS مورد دقیق قرار گرفته‌اند. برای انجام این مهم با استفاده از بنچ مارک (BM) مستقر در فرمانداری چابهار، ارتفاع سنج و GPS مورد استفاده با شرایط اقلیمی و فشار هوای حاکم در منطقه تنظیم شدند. سپس با محاسبه تراز ارتفاعی سطحی‌ترین لایه گمانه، دیگر لایه‌ها توسط متر دقیقاً تراز یابی شدند. این عملیات برای تمامی ترازهای خطوط ساحلی نیمرخ طی شده دو بار و در دو شرایط آب و هوایی انجام شده و تصحیحات لازم لحاظ شده است.

آزمایشهای سن سنجی در آزمایشگاه URM در ماریسی فرانسه و توسط دکتر فونتاین انجام شده و نتایج آنها به وسیله آزمایشگاه دانشگاه واشنگتن بازیابی و تأیید شده است. نمونه‌های انتخاب شده بر مبنای تعیین بهینه روند تغییرات سنی و جابه‌جایی قائم خطوط ساحلی در طول نیمرخ پیموده شده بوده است. لازم به ذکر است که نمونه‌ای ارسالی به آزمایشگاه URM پس از تشخیص عدم هرگونه تبلور دوباره در آنها تجزیه شده‌اند، به طوری که نتایج تجزیه یک نمونه از ریفهای ارسالی متعلق به بلندترین پادگانه دریایی چابهار به علت تبلور دوباره از مجموع نتایج حذف شده است.

### نتایج

خط ساحلی به عنوان خط تماس محیطهای دریایی و خشکی فقط در شرایطی پایدار است که بین تمام نیروها و فرایندهای جابه‌جا کننده آن به طرف دریا یا خشکی، تعادل برقرار باشد. در شرایطی که این تعادل برقرار نشود، پیشروی یا پسروی دریا رخ داده و در نتیجه آن توالیهای چینه‌شناسی خاص محیطهای جدید بر روی محیطهای رسوبی قدیمی شکل گرفته و خط ساحلی جدید در ترازهای بالا یا پایین‌تر از تراز قبلی قرار می‌گیرند.

خطوط ساحلی گذشته که حاصل عدم تعادل در برآیند نیروها و پدیده‌های زمین‌شناسی و هیدرودینامیکی منطقه هستند، از مهم‌ترین اشکال رسوبی و

اهداف، از نتایج مطالعات GIS، سن سنجی به روش کربن ۱۴ و حفر گمانه، پیمایشهای میدانی و نیز مطالعات گذشته استفاده شده است. بر اساس مطالعات Falcon (1947), Vita-Finzi (1979, 1980) و Reyss (1998)، مکران ساحلی دارای فعالیتهای جدید زمین‌ساختی است و در کواترنر پسین و هولوسن با آهنگ ۰/۰۲ متر در سال در حال بالا آمدگی بوده است. همچنین بیشینه بالا آمدن تراز دریا در اواسط هولوسن، بین ۲-۴ متر بوده و تراز دریا به تدریج از ۴۰۰۰ سال پیش فروکش کرده است. این یافته‌ها با نتایج مدل یخچالی-هیدرو-ایزوستازی (Lambeck 1996) که در آن سواحل دریای عمان و خلیج فارس را بازسازی کرده است، همخوانی دارد. بیشتر مطالعات گذشته در رابطه با بررسی میزان بالا آمدگی پادگانه‌های دریایی مکران ساحلی و سواحل سنگی بوده است. لذا در این تحقیق، سعی شده است شرایط تشکیل توالیهای رسوبی و خطوط ساحلی قدیمی و میزان فراخاست سواحل ماسه‌ای منطقه چابهار در کواترنر پسین تعیین و ارائه شود.

### مواد و روشها

در این تحقیق، از دو دوره از عکسهای هوایی منطقه چابهار (۱۳۴۶ و ۱۳۷۲) و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده شده است. روش تحقیق نیز بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای، مطالعات GIS، مطالعات آزمایشگاهی و پیمایشهای میدانی بوده است. تاکنون تحقیقات بسیاری در سراسر جهان درباره تغییرات خطوط ساحلی و توالیهای رسوبی محیطهای ساحلی انجام شده است. روش تحقیق برخی متکی بر GIS و استفاده از شاخصهای زمین‌شناختی (Geo-indicators) و برخی بیشتر متکی بر نتایج سن سنجی به روشهای مختلف خاص مطالعات کواترنر و بالاخره روش تحقیق برخی بر اساس نتایج چاه‌پیمایی و تحلیل‌های رسوب‌شناسی و زیست‌چینه‌شناسی بوده است. در این تحقیق سعی شده است روشهای شناخته شده با یکدیگر تلفیق شده تا نتایج آنها مکمل یکدیگر شوند و از GIS نیز برای تهیه نقشه‌های پایه استفاده شده است. مراحل بررسی عکسهای هوایی در محیط GIS و نرم افزار ILWIS انجام شده است. اطلاعات به صورت رقومی به رایانه وارد شده و سپس تصحیحات هندسی و بر طرف کردن و اپیچش تصاویر به عمل آمده است. یادآور می‌شود مراحل انجام تصحیحات و فتوموزاییک از عکسهای هوایی همزمان انجام شده است. زمین مرجع‌سازی به عنوان مرحله بعدی انجام این مطالعات، شامل انتخاب دهها نقطه مبنا و مرجع در سطح فتوموزاییکها بود و مختصات طول و عرض جغرافیایی و نیز مختصات متریک همه نقاط برای آنها تعریف شد. در این مرحله سعی شد که با کمینه RMS (جذر



### چرخه‌های رسوبی ساحلی

تغییرات تراز دریا از فرایندهای مهم و مؤثر در تعیین موقعیت نسبی خط ساحل به شمار می‌رود. این تغییرات یکی از مشخصه‌های توالیهای چینه‌ای ساحلی است (Richrd&Davis, 1985). تغییرات تراز دریا، شامل تغییرات درازمدت زمین‌ساختی و تغییرات یخچالی-ایزوستازی، هیدرو-ایزوستازی ناشی از دوره‌های یخچالی و بین یخچالی است (Bowen, 1978). در منطقه چابهار نیز عوامل زمین‌ساختی و وقوع دوره‌های یخچالی و بین یخچالی باعث تشکیل توالیهای رسوبی ساحلی و در نتیجه برجای ماندن خطوط ساحلی قدیمی شده است.

شناخت توالیهای رسوبی در منطقه مورد بررسی به عنوان یکی از اهداف این تحقیق، با حفر گمانه به عمق ۹ متر در محل خط ساحلی C2 در شمال خلیج چابهار و در فاصله ۵۳۰۰ متری ساحل کنونی انجام شد. ۱۴ لایه از سنگهای رسوبی کمی تا کاملاً سخت شده در این گمانه از یکدیگر تفکیک شدند که از قاعده تا سطح به شرح زیر است:

۱- لایه P شامل ماسه سنگ، دارای لایه‌بندی مورب و فاقد فسیل  
۲- لایه O شامل ماسه سنگ کمی کنگلومرایی به ستبرای ۲/۷ متر و دارای لایه‌بندی مورب و حاوی فسیل صدف نرم‌تنان بویژه شکم‌پایان پراکنده است.

۳- لایه N ماسه سنگ کنگلومرایی سرشار از فسیل، همبری زیرین فرسایشی است که نشان از پیشروی دریا و استقرار محیط دریایی دارد. فسیلهای این لایه به لحاظ تغییر محسوس بافت سنگ، سن‌یابی شده و سن ۵۰±۱۷۶۰۰ سال برای آن به دست آمد.

۴- لایه M از ماسه سنگ به ستبرای ۰/۳ متر تشکیل شده که حاوی گرهرکهای آهن و قلوهای مارنی و فاقد هرگونه فسیل است. این لایه به‌وضوح نشان از پسروی دوباره دریا و استقرار شرایط اکسیدی سطحی بر گرهرکهایی است که در طی آورد رسوب از بالادست بر روی رسوبات دریایی لایه N نهشته شده‌اند.

۵- لایه L از کنگلومرایی ماسه‌ای به ستبرای ۰/۴۵ متر تشکیل شده و حاوی قلوهای ماسه‌سنگی و خرده‌های فسیلی، لایه‌بندی تدریجی و سیمان‌آهکی سخت است.

۶- لایه K شامل ماسه سنگ کمی کنگلومرایی به ستبرای ۰/۰۷ متر و فاقد هرگونه فسیل و حاوی لایه‌بندی مورب است.

۷- لایه J شامل ماسه سنگ کنگلومرایی به ستبرای ۰/۵۳ متر است که حاوی خرده‌های فسیلی و دانه‌های کرم تا تیره گرد شده و تخت است.

۸- لایه I از ماسه سنگ به ستبرای ۰/۱ متر تشکیل شده و فاقد فسیل است.

۹- لایه H شامل ماسه سنگ به ستبرای ۰/۷۷ متر و فاقد فسیل است و اجزای آن کاملاً گرد شده و خوب جور شده هستند.

زمین‌ریخت‌شناسی خلیج چابهار به شمار می‌آیند (شکل ۲). مطالعات GIS نشان از وجود ۲۱ خط ساحلی قدیمی در این منطقه دارد که قدیمی‌ترین آنها در تراز ۱۵ متری خط ساحلی کنونی واقع است (نقشه ۱). خطوط ساحلی گذشته منطقه در واقع اجزای سازنده یک سامانه رسوبی از سواحل پس‌رونده می‌باشند. چنین سامانه‌هایی معمولاً توسط برجستگیهای ساحلی (Coastal Ridges) قابل شناسایی هستند که به موازات یکدیگر و خط ساحلی مرتب می‌شوند و دقیقاً در محل پاشنه هر یک موقعیت یک نوار ساحلی مشخص می‌شود.

در این تحقیق از فسیلهای برجای مانده در محل هر یک از خطوط ساحلی گذشته نمونه برداری شد (شکل ۳). نمونه‌های خطوط ساحلی C0, C2, C7, C21 به روش کربن ۱۴ سن‌سنجی شده و به ترتیب سنهای ۵۰±۱۷۶۰۰، ۴۰±۴۹۶۰، ۷۰±۳۲۴۰ و ۳۰±۱۲۵۰ سال برای آنها به دست آمد (جدول ۱).

لازم به ذکر است نمونه C0 از نخستین لایه رسوبات دریایی در گمانه حفر شده برای سن‌سنجی انتخاب شده است. لایه مذکور بر اساس زاویه شیب تا سطح زمین دنبال شده و اولین خط ساحلی گذشته متعلق به کواترنر پسین در سطح زمین است.

این خط ساحلی کاملاً قابل تطابق با پیشروی آب دریا موسوم به فلاندرین پس از آخرین فاز یخچالی در ۱۸۰۰۰ سال پیش است. خط ساحلی C2 آخرین رخنمون سطحی رسوبات دریایی در هولوسن بوده و سرآغاز آخرین سامانه سواحل پس‌رونده در منطقه می‌باشد. بدین ترتیب از ۴۰±۴۹۶۰ سال گذشته تا کنون، ۲۰ خط ساحلی قدیمی که نشان‌دهنده مراحل پسروی دریا هستند، برجای مانده است (شکل ۴). بر اساس موقعیت جغرافیایی خطوط ساحلی C2, C7 و C21 (نقشه ۱) و سن آنها، آهنگ پسروی از خط ساحلی C2 تا C21 بین ۰/۷۷ تا ۰/۸۶ متر در سال و از خط ساحلی C21 تا خط ساحل کنونی حدود ۰/۱ متر در سال به دست آمده است. کاهش آهنگ پسروی می‌تواند حاصل کاهش تغذیه رسوب، تغییر اقلیم مناطق بالادست و برقراری شرایط فرسایش ساحلی در عوض افزایش ساحل (Coastal accretion) باشد. همچنین تحلیل GIS نشان داده است که بازشدگی خطوط ساحلی قدیمی به سمت خاور بیشتر از باختر خلیج بوده است. این شرایط، به علت شیب تندتر سواحل باختری نسبت به سواحل خاوری بوده است و در نتیجه، خطوط ساحلی به طرف باختر همگرا شده‌اند. به این ترتیب، انتظار می‌رود آهنگ پسروی سواحل باختری از سواحل خاوری بیشتر باشد. بخش عمده‌ای از این خطوط نیز توسط سیلابها و عبور آبراهها و تشکیل خورها بریده و قطع شده‌اند. لذا در این تحقیق، بهترین و کامل‌ترین مقطع برای برآورد عمق پراکنش و ردیابی خطوط ساحلی گذشته در مرکز خلیج انتخاب شد (نقشه ۱).

در ادامه رسوبات کاملاً ماسه‌ای لایه K بر روی رسوبات دریایی زیرین نهشته شده است. این لایه تا اندازه‌ای معرف گذر از محیط دریایی و شروع پسروری دریا و برقراری محیط رسوبی خیلی کم ژرفای سیلیسی آواری ساحلی است. این شرایط در لایه J نیز برقرار بوده اما در این لایه، خرده‌های صدف و فسیل یافت شده و علاوه بر آن قلوه‌های گرد شده مارنی نشان از آورد رسوب سیلابی از محیط خشکی در این منطقه ساحلی بیشتر شده است. جایگاه چینه‌شناسی این لایه را می‌توان از نظر آب و هوای گذشته با شرایط اقیانوسی سرد که در ۸۰۰۰ سال گذشته برقرار بوده است، تطابق داد. بدین ترتیب، لایه‌های H, J, K, I اجزای تشکیل دهنده سومین سامانه پسرورنده است. رسوبات دریایی لایه G بر روی توالی پسرورنده زیرین نهشته شده است. مرز زیرین آن فرسایشی است و نشان از تشکیل یک توالی پسرورنده دارد (شکل ۶). این لایه سرشار از فسیل و خرده‌های اسکلت است. بر اساس جایگاه چینه‌شناسی و تغییرات آب و هوای گذشته که در منابع (معتد، ۱۳۷۶) اشاره شده است، این لایه در شرایطی از نوع شرایط آب و هوایی گرم اقیانوس اطلس نهشته شده است. همچنین بر اساس مدل (Lambeck, 1996)، این لایه قابل تطابق با بالآمدگی تراز دریا در ۶۰۰۰ سال گذشته در منطقه خلیج فارس و دریای عمان است. لایه‌های F, G, E اجزای تشکیل دهنده یک توالی پسرورنده جدید به شمار می‌آید.

در لایه D بار دیگر شرایط رسوبگذاری قاره‌ای فراهم آمده است به طوری که ماسه سنگ فاقد فسیل و رسوبات غیردریایی نهشته شده است. به نظر می‌رسد تشکیل این لایه با برقراری آب و هوای سرد قطبی در ۵۰۰۰ سال پیش در جهان و افت تراز دریا در ارتباط باشد. این لایه نشان از رسوبگذاری آن در تپه‌های ماسه‌ای ساحلی دارد.

آخرین پسروری دریا در منطقه خلیج چابهار در طی هولوسن در لایه‌های B و C بازتاب شده است. این لایه‌ها سرشار از فسیل و خرده‌های اسکلتی محیط دریایی در سیمان آهکی هستند. به نظر می‌رسد این رسوبات در شرایط اقلیمی گرم اقیانوس اطلس که پس از آب و هوای قطبی ۵۰۰۰ سال پیش حاکم شده نهشته شده باشند. نتایج سن‌سنجی بر روی نمونه فسیلی این لایه شرایط یاد شده را تأیید می‌کند. سن این لایه‌ها  $4960 \pm 40$  سال به‌دست آمده است. این پسروری خیلی به سرعت رخ داده و به همین نحو فروکش کرده و به سرعت شرایط پسروری و عقب نشینی تراز دریا رخ داده است.

لایه A اولین برجستگی ساحلی یا تپه ماسه‌ای ساحلی است که پس از عقب نشینی دریا در منطقه تشکیل شده است. این لایه به سبب ۳ متر از ماسه خوب جور شده که حاوی لایه‌بندی مورب مسطح است تشکیل شده است. پس از این تپه ماسه‌ای در مراتب بعدی عقب نشینی دریا ۲۰ تپه

۱۰- لایه G از ماسه سنگ کمی کنگلومرایی به سبب ۰/۰۳ متر و سرشار از فسیل و خرده‌های صدف تشکیل شده است.

۱۱- لایه F شامل ماسه سنگ به سبب ۰/۰۹ متر و فاقد فسیل است.

۱۲- لایه E شامل ماسه سنگ کنگلومرایی است و سرشار از فسیل و خرده‌های صدف بدون خمیره و کاملاً سیمانی شده و سخت است. همبری زیرین و بالایی آن فرسایشی و همبری بالایی نشان از انقطاع رسوبگذاری دریایی دارد.

۱۳- لایه D از ماسه سنگ به سبب ۰/۲۶ متر تشکیل شده و به‌طور دگرشیب بر روی لایه زیرین قرار گرفته است.

۱۴- لایه‌های B و C از ماسه سنگ کنگلومرایی تشکیل شده که سرشار و غنی از فسیل و خرده‌های صدفی است. سن این لایه  $4960 \pm 40$  سال به‌دست آمده است.

۱۵- لایه A ماسه سنگ کمی سخت شده با لایه‌بندی مورب به سبب ۳ متر که نشان از رسوبگذاری آن در محیط ساحلی دارد.

### بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه توالی و تطابق چینه‌ای لایه‌های زیرسطحی و نتایج سن‌سنجیها نشان داد که از ۱۷۶۰۰ سال گذشته چهار رویداد پسروری و چهار پسروری دریا رخ داده است (شکل ۵). شواهد نشان می‌دهد که لایه‌های O, P, N مشخصه بالآمدگی تراز دریا و دریایی شدن تدریجی محیط رسوبگذاری هستند. در این فرایند رسوبات دریایی لایه N بر روی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای ساحلی لایه‌های O و P نهشته شده‌اند. این مجموعه از نظر آب و هوای دیرینه بر اساس اقلیم اقیانوس اطلس و پسروری فلاندرین آب دریا در ۱۸۰۰۰ سال گذشته است (معتد، ۱۳۷۶).

همبری زیرین رسوبات لایه M که بر روی رسوبات دریایی لایه N قرار دارند، فرسایشی و بدون فسیل و دارای گرهکهای آهن بیانگر برقراری شرایط محیط رسوبگذاری قاره‌ای یا وقوع پسروری سریع دریا است. از لحاظ چینه‌شناسی این لایه قابل تطابق با دوره یخچالی (Tardiglacial) است که در ۱۴۰۰۰ سال گذشته برقرار بوده است.

در لایه L که بر روی لایه M نهشته شده است، بار دیگر شرایط رسوبگذاری دریایی تکرار شده است و یا به تعبیری، پسروری آب دریا رخ داده است. بافت بایو اسپارودایت به همراه فسیلهای مختلف و خرده‌های صدف نهشته شده در سیمان آهکی منسجم کاملاً نشان از برقراری طولانی محیط دریایی دارد. این شرایط قابل تطابق با پسروری آب دریا در ۱۲۵۰۰ سال گذشته در دریای عمان و خلیج فارس است که توسط (Lambeck, 1996) جزئیات آن معرفی شده است.

کنونی قرار داشته است و سپس با آهنگ ۲/۷ میلی متر در سال ۱۲ متر دیگر بالا آمده و هم اکنون در تراز ۱۵ متر واقع شده است. در نظریه دوم می توان تصور کرد که در  $40 \pm 4960$  سال پیش تراز دریا در موقعیت نسبی برابر با تراز کنونی قرار داشته است و سپس با آهنگ ۳/۲ میلی متر در سال، تا تراز ۱۵ متر بالا آمده است. تراز دریا نیز با آهنگ ۰/۷۳۶ متر در سال عقب نشینی کرده و به تدریج ۲۰ تپه ماسه ای ساحلی که منطبق بر ۲۰ خط ساحلی گذشته هستند، شکل گرفته اند. بر اساس نتایج سن سنجی از  $30 \pm 1250$  سال پیش آهنگ افت تراز دریا یا بالا آمدگی خشکی به ۲/۴ میلی متر در سال کاهش یافته است.

### تقدیر و تشکر

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 به عمل می آید. همچنین از آقای فانتاگن که زحمت انجام آزمایشهای سن سنجی به روش کربن ۱۴ را متحمل شده اند و نتایج دقیق و قابل تطابق را با پدیده های جهانی ارائه کرده اند، صمیمانه تشکر می شود.

ماسه ای عرضی و موازی با ساحل تشکیل شده اند که شرح آنها در خطوط ساحلی گذشته اشاره شد. همانگونه که پیش تر نیز اشاره شد، مهم ترین عامل تغییرات تراز ارتفاعی بالا آمدگی زمین ساختی منطقه بوده است. بر اساس مطالعات مک کال (۱۳۶۵)، بر اثر ورود گسل ترادیس امتداد لغز با سازوکار چپگرد موسوم به آون (Owen) واحدهای سنگی ساحلی و مناطق ساحلی دچار تغییر شکل و بالا آمدگی شده اند و همچنین، بالا آمدگی منطقه مکران ساحلی از میوسن شروع شده است.

مسئله موجود تراز ارتفاعی آخرین لایه های دریایی منطقه در لایه B است که در تراز ۱۵ متری نسبت به سطح دریا قرار دارد. بر اساس یافته های (1980) Vita-Finzi آن بخشهایی از منطقه مکران ساحلی که توسط گسلهای اصلی جابه جا نشده اند، در طی ۳۰۰۰۰ سال گذشته با آهنگ ۲/۷ میلی متر در سال بالا آمده اند. از طرفی، نتایج مدل (1996) Lambeck نشان داد که تراز دریا در ۶۰۰۰ سال گذشته ۲-۴ متر بالاتر از تراز کنونی قرار داشته است.

بدین ترتیب برای توجیه تراز ارتفاعی آخرین رسوبات دریایی منطقه مورد بررسی می توان دو نظریه را عنوان کرد. در نظریه نخست می توان اظهار داشت که تراز دریا در  $40 \pm 4960$  سال پیش در تراز ۳+ متر بالاتر از تراز



شکل ۱- گمانه حفر شده جهت بررسی چرخه های رسوبی منطقه خلیج چابهار

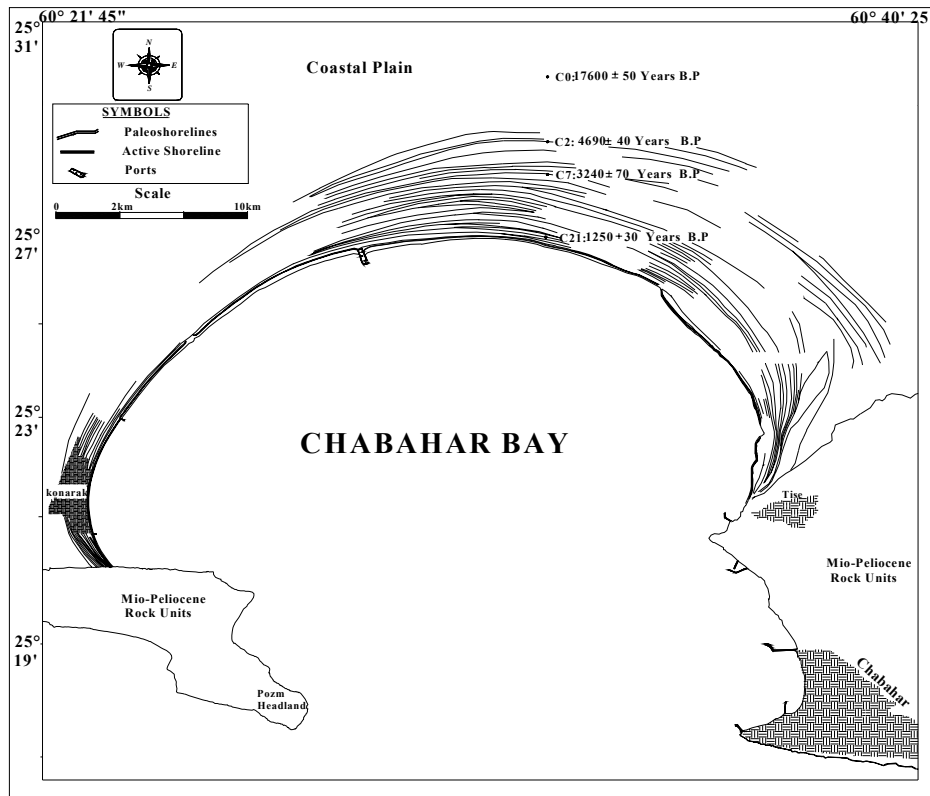




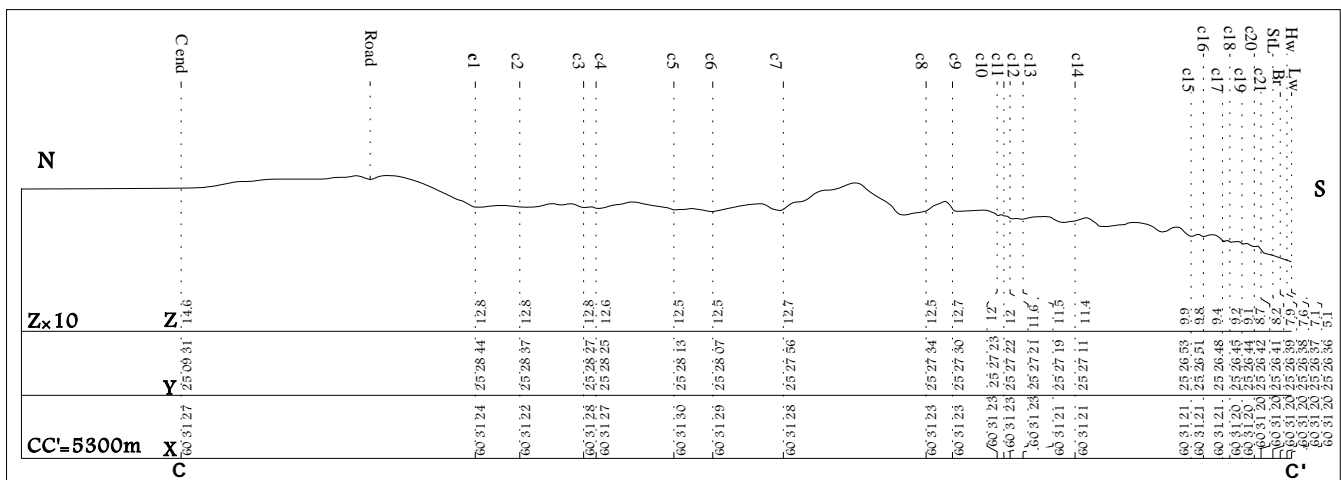
شکل ۲- موقعیت خطوط ساحلی گذشته در پاشنه تپه‌های ماسه‌ای که سرشار از فسیل است.



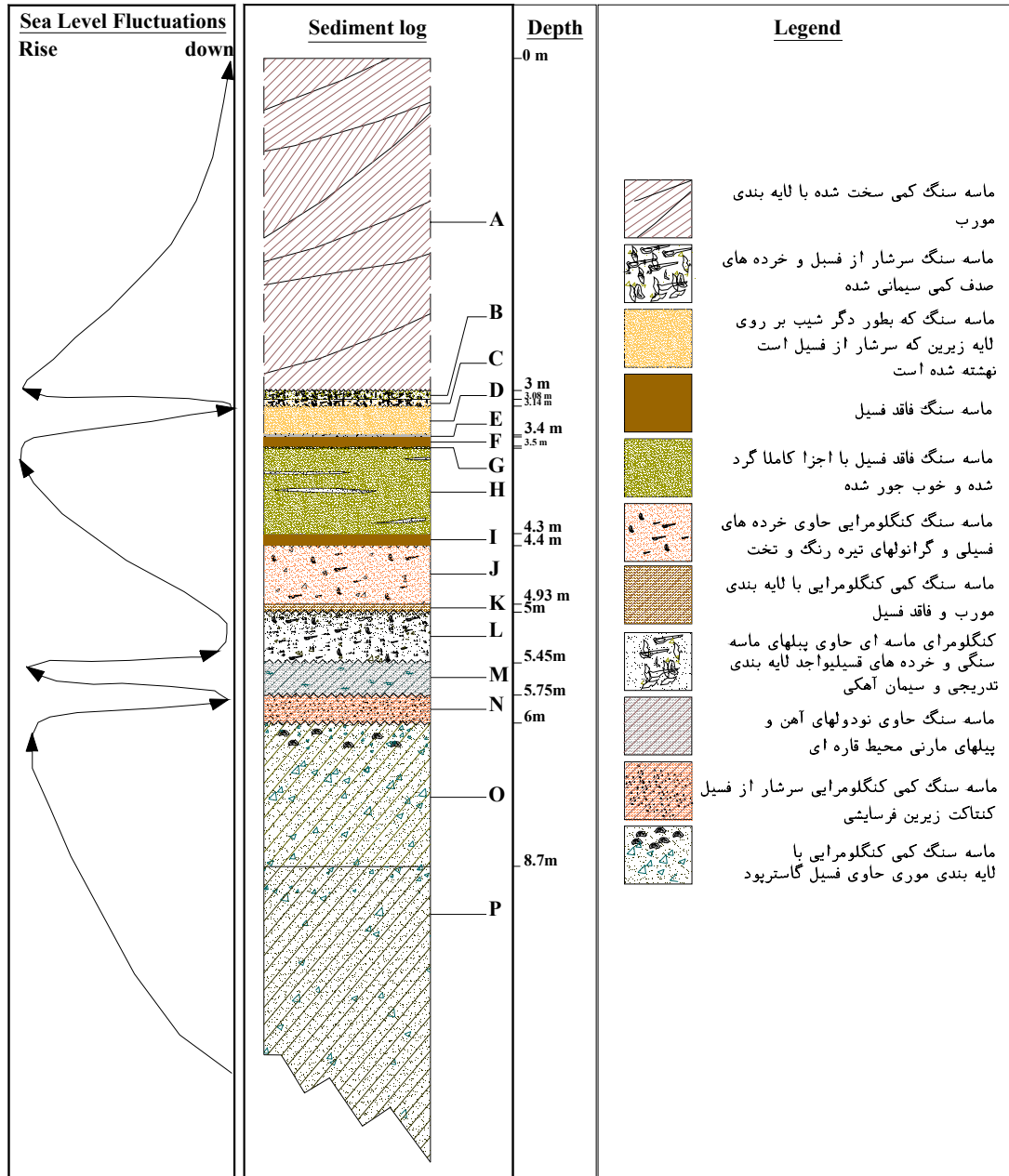
شکل ۳- نمونه‌های فسیلی برداشت شده از موقعیت خطوط ساحلی گذشته جهت سن‌سنجی



نقشه ۱- خطوط ساحلی کواترنر پسین در منطقه خلیج چابهار حاصل تحلیل GIS  
(عکسهای هوایی ۱:۲۰۰۰۰ سال ۱۳۷۲ در این تحقیق)



شکل ۴- نمایش برداشتهای صحرایی از نیمرخ عرضی ۲۱ خط ساحلی قدیمی در خلیج چابهار



شکل ۵- سنگ شناسی، موقعیت و چرخه واحدهای رسوبی خلیج چابهار از  $17600 \pm 50$  سال پیش



لایه	ضخامت	آب و هوای دیرینه	زمان زمین شناسی
A	3m		
B	0.08m	اقیانوس اطلسی (گرم)	۴۶۹۰ سال*
C	0.06m		
D	0.26m	قطبی	۵۰۰۰ سال?
E	0.02m	اقیانوس اطلسی (گرم)	۶۰۰۰ سال?
F	0.08m		
G	0.02m	یخچالی	
H	0.78m		
I	0.1m		
J	0.53m	اقیانوسی سرد	۸۰۰۰ سال?
K	0.07m	بیش قطبی	۱۰۰۰۰ سال?
L	0.45m		۱۲۵۰۰ سال?
M	0.3m	Tardi Glacial	۱۴۰۰۰ سال
N	0.25m	Cata Glacial Vurm III	۱۷۶۰۰ سال*
O	2.7m		۱۸۰۰۰ سال?
P			

هولوسن

پلیستوسن پسین

\* زمان سنجی به روش کربن ۱۴  
? سن یابی نسبی بر اساس توالی چینه شناسی و گزارشات موجود

شکل ۶- توالی زمانی و آب و هوای گذشته چرخه‌های رسوبی در کواترنر پسین منطقه چابهار

جدول ۱- مشخصات نمونه‌های سن سنجی شده و سن مطلق آنها به روش کربن ۱۴

شماره نمونه	سن نمونه (yr)	تراز نسبی دریا در گذشته (m) *	تراز کنونی خط ساحلی (m)	فاصله از ساحل (m)	نرخ عقب نشینی دریا (m/yr)	نرخ بالا آمدگی خشکی (mm/yr)	مختصات جغرافیایی
C0	17600 ±50BP	~ +4	15	5300	0.3	0.85	60° 31' 27" E 25° 59' 31" N
C2	4690 ±40 BP	~ +2	12.8	3676	0.78	2.73	60° 31' 28" E 25° 28' 27" N
C7	3240 ±70 BP	~ +1	12.7	2420	0.74	3.92	60° 31' 23" E 25° 27' 22" N
C21	1250 ±30 BP	~ +0.5	8.7	145	0.11	6.96	60° 31' 20" E 25° 26' 41" N

\* ترازهای نسبی دریا نسبت به تراز کنونی از منبع ۴ و دیگر نتایج از منبع شماره ۱ استخراج شده‌اند.

**کتابنگاری**

غریب رضا، م.، معتمد، ا.، جلالی، ن.، ۱۳۸۲- بررسی تغییرات خطوط ساحلی استان سیستان و بلوچستان، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، گزارش ۸۲/۴۰۲

مک کال، ج.، ۱۳۶۵- گزارش سازمان زمین شناسی ناحیه شماره یک، پروژه شرق ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، گزارش شماره ۵۷، ص. ۱۶۳، ۳۲۸ و ۴۹۰.

**References**

- Bowen, D. Q., 1978- Quaternary geology. A Stratigraphy Framework for Multidisciplinary Work. New York: Pergamon Press, 221pp In: Richard, A and Davis, J. R., Coastal Sedimentary environments. New York: Springer-Verlag, 629p.
- 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.
- Lambeck, K., 1996- Shoreline reconstructions for the Persian Gulf since the last glacial maximum. Earth and Planetary Science Letters, 142, 43-57.
- Motamed, A., 1997- *Quaternary*. Tehran University Publication. Tehran -Iran. 121p.
- 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.
- Richrd, A. & Davis, J. R., 1985- Coastal Sedimentary environments. New York: Springer-Verlag, Pp. 626-659.
- Vita-Finzi, C., 1979- Contributions to the Quaternary geology of southern Iran. Geological and mineral survey of Iran, Report, 47, PP30-47.
- 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.

\*مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

\*\*دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شمال تهران