

# خطوط ساحلی و توالی رسوبی کواترنر 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 ۶۱° و ۶۱°-۴۲' و ۲۵° واقع است. این منطقه بخشی از مکران ساحلی به شمار می آید که در کواترنر 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 قدیمی ترین آنها در ارتفاع ۱۵ متری از تراز دریا قرار دارد. این خطوط ساحلی به صورت تپه‌های عرضی و موازی با ساحل تشکیل شده‌اند و در واقع اجزای سازنده آخرین توالی رسوبی پسرورنده 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، فسلیهای همراه و ساختهای رسوبی تحلیل شده‌اند. در این تحقیق سن قدیمی ترین و جدیدترین رسوبات دریایی واقع در گمانه به روش سن سنجی مطلق کربن ۱۴ به ترتیب  $17600 \pm 50$  سال و  $4960 \pm 40$  به دست آمده است. قدیمی ترین 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 پیشرونده و سرآغاز تشکیل آخرین توالی رسوبی پسرورنده در منطقه و منطبق بر دومین خط ساحلی شناسایی شده (C2) و در فاصله ۵۳۰۰ متری ساحل فعلی است. در کواترنر پسین، در منطقه خلیج چابهار، چهار توالی رسوبی پسرورنده و چهار توالی رسوبی پیشرونده 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 هر یک از خطوط ساحلی قدیمی ۲۳۰ سال به دست آمده است.

**کلید واژه‌ها:** خطوط ساحلی، توالیهای رسوبی، کواترنر پسین، خلیج چابهار، سن سنجی 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:** Paleoshoreline, Sedimentary sequences, Late Quaternary, Chabahar bay, <sup>14</sup>C Dating

## مقدمه

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 مرجع سازی 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 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 تدقیق قرار گرفته‌اند. برای انجام این مهم با استفاده از پنج 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 دوبار و در دو شرایط آب و هوایی انجام شده و تصحیحات لازم لحاظ شده است.

آزمایشهای سن سنجی در آزمایشگاه URM در مارسی فرانسه و توسط دکتر فونتاین انجام شده و نتایج آنها به وسیله آزمایشگاه دانشگاه واشنگتن بازبینی 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 نمونه‌های ارسالی به آزمایشگاه URM پس از تشخیص عدم هرگونه تبلور دوباره در آنها تجزیه شده‌اند، به طوریکه 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

تغییرات تراز دریا و پیدایش توالیهای رسوبی ساحلی و بر جای ماندن خطوط ساحلی قدیمی، از ویژگیهای کوتاه‌ترنر پسین دریای عمان است که در طی آنها، چرخه‌های رسوبی پسرورنده و پیشرونده در حاشیه قاره‌ای منطقه مکران ساحلی تشکیل شده‌اند. لذا شناسایی و بررسی توزیع و چگونگی خطوط ساحلی قدیمی و تاریخچه رسوبی منطقه ساحلی خلیج چابهار در کوتاه‌ترنر پسین هدف این تحقیق بوده است. برای دستیابی به این 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 (Reyss (1998, Vita-Finzi (1979, 1980 و Falcon (1947، مکران ساحلی دارای فعالیتهای جدید زمین‌ساختی است و در کوتاه‌ترنر 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 (۱۹۹۶ 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 کوتاه‌ترنر 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 کوتاه‌ترنر 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

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 رسوبی سواحل باختری از سواحل خاوری بیشتر باشد. بخش عمده‌ای از این خطوط نیز توسط سیلابها و عبور آبراهه‌ها 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).

### 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 (Richard & 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 لایه بندی مورب و فاقد فسیل
- ۲- لایه O شامل ماسه سنگ کمی کنگلومرایی به ستبرای ۲/۷ متر و دارای لایه بندی مورب و حاوی فسیل صدف نرم تنان بویژه شکم پایان 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، سن یابی شده و سن  $17600 \pm 50$  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 ماری و فاقد هرگونه فسیل است. این لایه به وضوح نشان از پیشروی دوباره دریا و استقرار شرایط اکسیدی سطحی بر گرهرکهای است که در طی آورد رسوب از بالادست بر روی رسوبات دریایی لایه N نهشته شده‌اند.
- ۵- لایه L از کنگلومرای ماسه‌ای به ستبرای ۰/۴۵ متر تشکیل شده و حاوی قلوهای ماسه سنگی و خرده‌های فسیلی، لایه بندی تدریجی و سیمان آهکی

پایدار است که بین تمام نیروها و فرایندهای جابه‌جاکننده 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 پایین تر 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 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 بر جای 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  $17600 \pm 50$ ،  $4960 \pm 40$ ،  $3240 \pm 70$  و  $1250 \pm 30$  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  $4960 \pm 40$  سال گذشته تاکنون، 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 رسوبی از خط ساحلی C2 تا C21 بین ۰/۷۷ تا ۰/۸۶ متر در سال و از خط ساحل C21 تا خط ساحل کنونی حدود ۰/۱ متر در سال به دست آمده است. کاهش آهنگ رسوبی 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

سخت است.

- ۶- لایه K شامل ماسه سنگ کمی کنگلومرایی به ستبرای ۰/۰۷ متر و فاقد هرگونه فسیل و حاوی لایه بندی 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.
- ۱۰- لایه G از ماسه سنگ کمی کنگلومرایی به ستبرای ۰/۰۳ متر و سرشار از فسیل و خرده‌های صدف تشکیل شده است.
- ۱۱- لایه F شامل ماسه سنگ به ستبرای 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 ستبرای 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  $4960 \pm 0$  سال به دست آمده است.
- ۱۵- لایه A ماسه سنگ کمی سخت شده با لایه بندی مورب به ستبرای 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 پیشروی و چهار پسروی دریا رخ داده است (شکل ۵). شواهد نشان می‌دهد که لایه‌های N, P, O و 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 پیشروی فلاندرین آب دریا در ۱۸۰۰۰ سال گذشته است (معمد، 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 رسوب گذاری قاره‌ای یا وقوع پسروی 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، پیشروی 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 پیشروی آب دریا در ۱۲۵۰۰ سال گذشته در دریای عمان و خلیج فارس است که توسط Lambeck (۱۹۹۶) جزئیات آن معرفی شده است.

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 پسروی 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 پسروده است. رسوبات دریایی لایه G بر روی توالی پسروده زیرین نهشته شده است. مرز زیرین آن فرسایشی است و نشان از تشکیل یک توالی پیشرونده 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 (معمد، 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 (۱۹۹۶)، این لایه قابل تطابق با بالآمدگی تراز دریا در ۶۰۰۰ سال گذشته در منطقه خلیج فارس و دریای عمان است. لایه‌های G, F, E اجزای تشکیل دهنده یک توالی پیشرونده 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 پیشروی 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

بدین ترتیب برای توجیه تراز ارتفاعی آخرین رسوبات دریایی منطقه مورد بررسی می‌توان دو نظریه را عنوان کرد. در نظریه نخست می‌توان اظهار داشت که تراز دریا در  $4960 \pm 40$  سال پیش در تراز  $3 +$  متر بالاتر از تراز کنونی قرار داشته است و سپس با آهنگ  $2/7$  میلی‌متر در سال  $12$  متر دیگر بالا آمده و هم اکنون در تراز  $15$  متر واقع شده است.

در نظریه دوم می‌توان تصور کرد که در  $4960 \pm 40$  سال پیش تراز دریا در موقعیت نسبی برابر با تراز کنونی قرار داشته است و سپس با آهنگ  $3/2$  میلی‌متر در سال، تا تراز  $15$  متر بالا آمده است. تراز دریا نیز با آهنگ  $0/736$  متر در سال عقب‌نشینی کرده و به تدریج  $20$  تپه ماسه‌ای ساحلی که منطبق بر  $20$  خط ساحلی گذشته هستند، شکل گرفته‌اند. بر اساس نتایج سن سنجی از  $1250 \pm 30$  سال پیش آهنگ افت تراز دریا یا بالآآمدگی خشکی به  $2/4$  میلی‌متر در سال کاهش یافته است.

#### تقدیر و تشکر

در این تحقیق همکاران بسیاری نویسندگان مقاله را کمک و یاری کرده‌اند که در اینجا از زحمات آقای مهندس حمیدرضا معصومی که در مطالعات GIS و پیمایشهای میدانی ما را یاری کرده‌اند، کمال تشکر و سپاس به عمل می‌آید. همچنین از آقای فانتاگن که زحمت انجام آزمایشهای سن سنجی به روش کربن  $14$  را متحمل شده‌اند و نتایج دقیق و قابل تطابق را با پدیده‌های جهانی ارائه کرده‌اند، صمیمانه تشکر می‌شود.

شرایط یاد شده را تأیید می‌کند. سن این لایه‌ها  $4960 \pm 40$  سال به دست آمده است. این پیشروی خیلی به سرعت رخ داده و به همین نحو فروکش کرده و به سرعت شرایط پسروی و عقب‌نشینی تراز دریا رخ داده است. لایه A اولین برجستگی ساحلی یا تپه ماسه‌ای ساحلی است که پس از عقب‌نشینی دریا در منطقه تشکیل شده است. این لایه به سبب  $3$  متر از ماسه خوب جور شده که حاوی لایه‌بندی مورب مسطح است تشکیل شده است. پس از این تپه ماسه‌ای در مراتب بعدی عقب‌نشینی دریا  $20$  تپه ماسه‌ای عرضی و موازی با ساحل تشکیل شده‌اند که شرح آنها در خطوط ساحلی گذشته اشاره شد. همانگونه که پیش‌تر نیز اشاره شد، مهم‌ترین عامل تغییرات تراز ارتفاعی بالآآمدگی زمین‌ساختی منطقه بوده است. بر اساس مطالعات مک‌کال (1365)، بر اثر ورود گسل ترادیس امتدادلغز با سازوکار چپگرد موسوم به آون (Owen) واحدهای سنگی ساحلی و مناطق ساحلی دچار تغییر شکل و بالآآمدگی شده‌اند و همچنین، بالآآمدگی منطقه مکران ساحلی از میوسن شروع شده است.

مسئله موجود تراز ارتفاعی آخرین لایه‌های دریایی منطقه در لایه B است که در تراز  $15$  متری نسبت به سطح دریا قرار دارد. بر اساس یافته‌های Vita-Finzi (1980) آن بخشهایی از منطقه مکران ساحلی که توسط گسلهای اصلی جابه‌جا نشده‌اند، در طی  $30000$  سال گذشته با آهنگ  $2/7$  میلی‌متر در سال بالا آمده‌اند. از طرفی، نتایج مدل (1996) Lambeck نشان داد که تراز دریا در  $6000$  سال گذشته  $2-4$  متر بالاتر از تراز کنونی قرار داشته است.



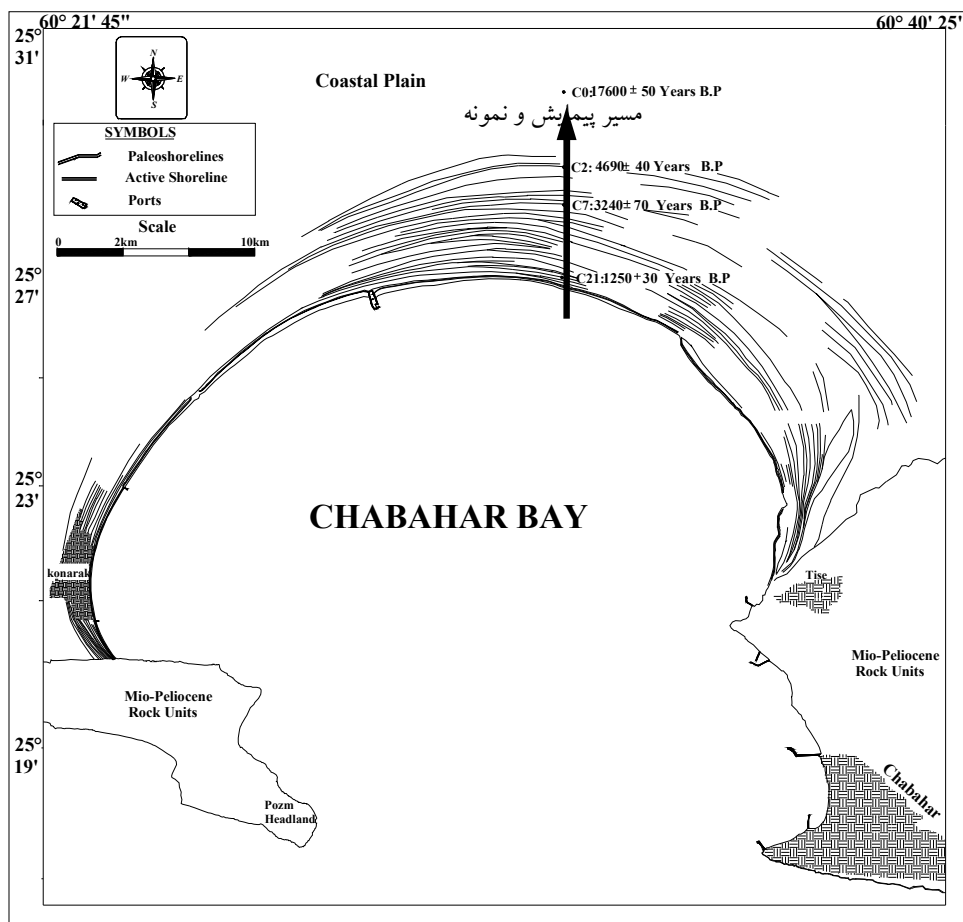
شکل ۱- گمانه حفر شده جهت بررسی چرخه‌های رسوبی منطقه خلیج چابهار



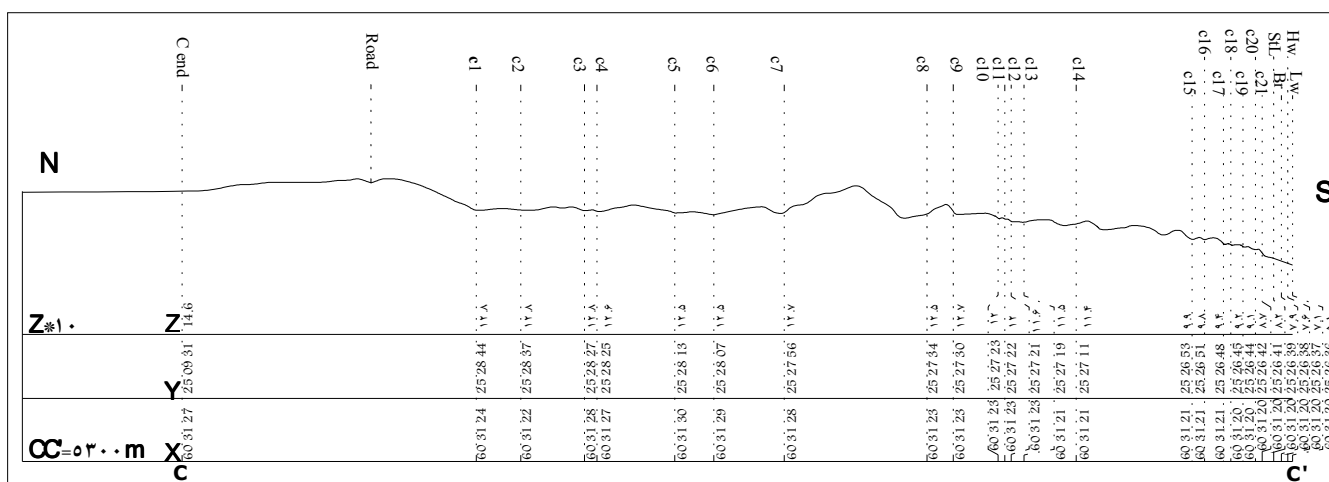
شکل ۲- موقعیت خطوط ساحلی گذشته در پاشنه تپه‌های ماسه‌ای که سرشار از فسیل است.



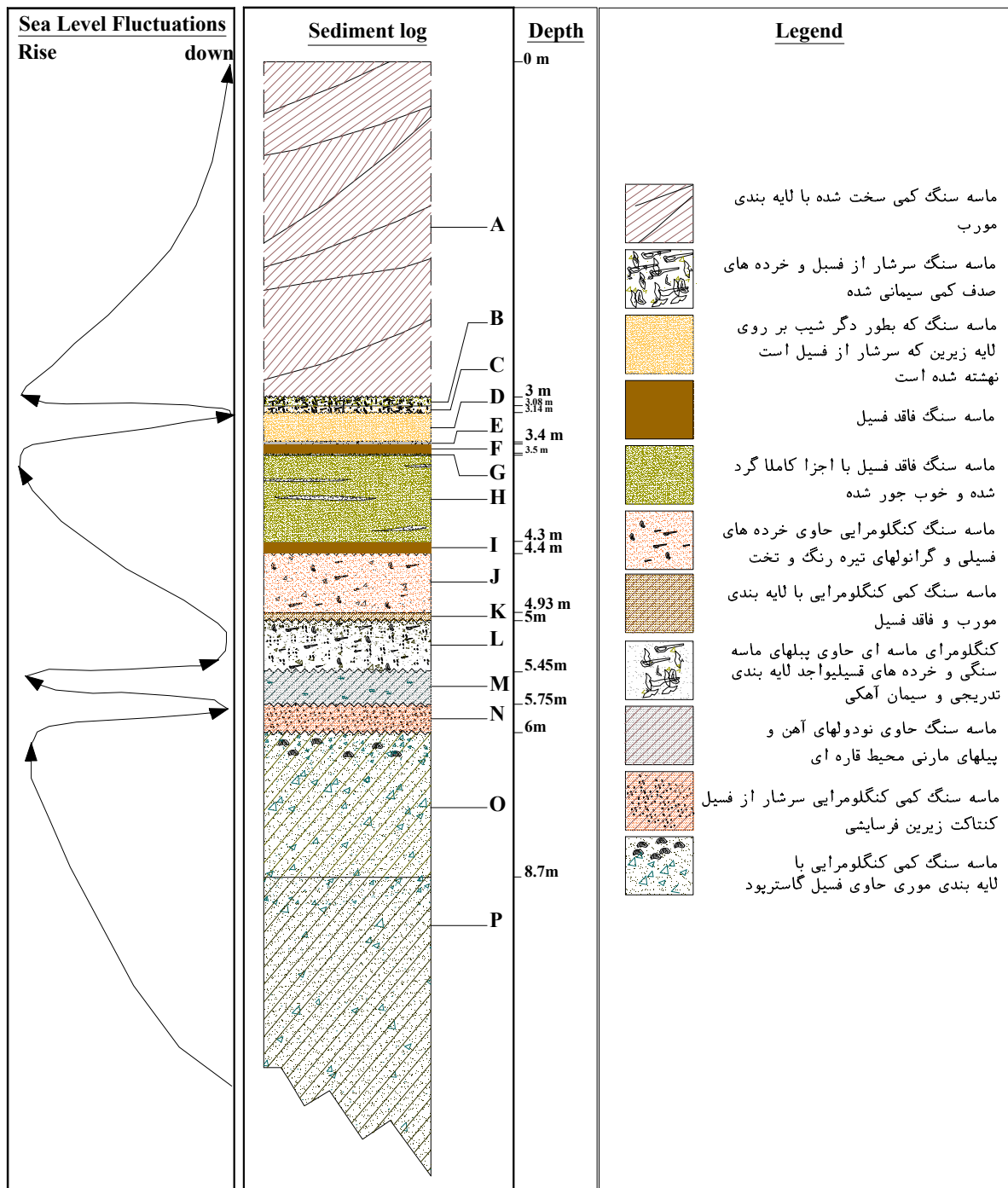
شکل ۳- نمونه‌های فسیلی برداشت شده از موقعیت خطوط ساحلی گذشته جهت سن سنجی



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		
H	0.78m	یخچالی	
I	0.1m		
J	0.53m	اقیانوسی سرد	۸۰۰۰ سال?
K	0.07m	پیش قطبی	۱۰۰۰۰ سال?
L	0.45m		۱۳۵۰۰ سال?
M	0.3m	Tardi Glacial	۱۴۰۰۰ سال
N	0.25m	Cata Glacial Vurm III	۱۷۶۰۰ سال*
O	2.7m		۱۸۰۰۰ سال?
P			

● زمان سنجی به روش کربن ۱۴  
\* سن یابی نسبی براساس 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 ۴۰۲/۸۲  
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, JR., 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.
- Richard, A. & Davis, JR., 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 تهران شمال

\*Soil Conservation & Watershed Management Research Center

\*\*Islamic Azad University, North Tehran Branch