Archive of SID

خطوط ساحلی و توالی رسوبی کواترنر پسین درمنطقه 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 ' ۱۵و° 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 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 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 ۵۰±۱۷۶۰۰ سال و ۴۰±۴۹۶۰ به‌دست آمده است. قدیمی‌ترین رسوبات دریایی دراین 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 پسرونده 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 پسرونده و چهار توالی رسوبی پیشرونده تشکیل شده است. همچنین با استفاده از نتایج زمان‌سنجی نمونه‌های فسیلی از خطوط ساحلی قدیمی شماره‌هایC7,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، کواترنر پسین، خلیج چابهار، سن‌سنجی کربن۱۴

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 ^{14}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

تغییرات تراز دریا و پیدایش توالیهای رسوبی ساحلی و بر جای ماندن خطوط ساحلی قدیمی، از ویژگیهای کواترنر پسین دریای عمان است که در طی آنها، چرخه‌های رسوبی پسرونده 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 کواترنر پسین هدف این تحقیق بوده است. برای دستیابی به این

www.SID.ir

Archive of SID

اهداف، از نتایج مطالعات GIS، سن‌سنجی به روش کربن۱۴ و حفرگمانه، 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 متردر سال در حال بالاآمدگی بوده است. همچنین بیشینه بالاآمدن تراز دریا در اواسط هولوسن، بین ۲-٤ متر بوده و تراز دریا به تدریج از ٤۰۰۰ 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 کرده‌است، همخوانی دارد. بیشتر مطالعات گذشته در رابطه با بررسی میزان بالاآمدگی پادگانه‌های دریایی مکران ساحلی و سواحل سنگی بوده‌است. لذا دراین تحقیق، سعی شده‌است شرایط تشکیل توالیهای رسوبی و خطوط ساحلی قدیمی و میزان فراخاست سواحل ماسه‌ای منطقه چابهار درکواترنر پسین تعیین و ارائه شود.

مواد و روشها

در این تحقیق، از دو دوره از عکسهای هوایی منطقه چابهار(۱۳٤٦ 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 بوده‌است. تاکنون تحقیقات بسیاری در سراسر جهان درباره تغییرات خطوط ساحلی و توالیهای رسوبی محیطهای ساحلی انجام شده‌است. روش تحقیق برخی متکی بر GIS و استفاده از شاخصهای زمین‌شناختی (Geo-indicators) و برخی بیشتر متکی بر نتایج سن‌سنجی به روشهای مختلف خاص مطالعات کواترنر و بالاخره روش تحقیق برخی بر اساس نتایج چاه‌پیمایی و تحلیلهای رسوب‌شناسی و زیست‌چینه‌شناسی بوده‌است. در این تحقیق سعی شده‌است روشهای شناخته شده با یکدیگر تلفیق شده تا نتایج آنها مکمل یکدیگر شوند و از GIS نیز برای تهیه نقشه‌های پایه استفاده شده‌است. مراحل بررسی عکسهای هوایی در محیط GIS و نرم افزار ILWIS انجام شده‌است. اطلاعات به‌صورت رقومی به رایانه وارد شده و سپس تصحیحات هندسی و بر طرف کردن واپیچش تصاویر به‌عمل آمده‌است. یادآور می‌شود مراحل انجام تصحیحات و فتوموزاییک از عکسهای هوایی همزمان انجام شده است. زمین‌مرجع‌سازی به‌عنوان مرحلهٔ بعدی انجام این مطالعات، شامل انتخاب دهها نقطهٔ مبنا و مرجع در سطح فتوموزاییکها بود و مختصات طول و عرض جغرافیایی و نیز مختصات متریک همهٔ 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، به‌دست 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 شده‌است. همچنین در این تحقیق از پیمایشهای میدانی در بررسی صحت نقشه‌ها، نمونه‌برداری از فسیلهای خطوط ساحلی گذشته و برداشت مختصات آنها، حفر گمانه (شکل۱) در شناسایی چرخه‌های رسوبی و از روش سن‌سنجی به روش کربن۱۴ برای سن‌یابی 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 ارتفاع‌سنج رقومی (با دقت۰/۵ متر) و متر دستی و نیز GPS مورد تدقیق قرار گرفته‌اند. برای انجام این مهم با استفاده از بنچ مارک (BM) مستقر در فرمانداری چابهار، ارتفاع‌سنج 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 ترازیابی 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 شده‌است.

آزمایشهای سن‌سنجی درآزمایشگاه URM در مارسی فرانسه و توسط دکتر فونتاین انجام شده و نتایج آنها به‌وسیله آزمایشگاه دانشگاه واشنگتن بازبینی و تأیید شده‌است. 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 تبلوردوباره 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 شده‌است.

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 درنتیجهٔ 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 وپدیده‌های زمین‌شناسی و هیدرودینامیکی منطقه هستند، از مهم‌ترین اشکال رسوبی و

www.SID.ir

Archive of SID

زمین‌ریخت‌شناسی خلیج چابهار به شمار می‌آیند (شکل۲). 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(نقشه۱). 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 هریک 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(شکل۳). نمونه‌های خطوط ساحلی C0,C2,C7,C21 به روش کربن۱۴سن‌سنجی شده و به ترتیب سنهای ۵۰± ۱۷۶۰۰، ٤۰± ٤۹٦۰، ۷۰± ۳۲٤۰ و ۳۰± ۱۲۵۰ سال برای آنها به دست آمد(جدول۱).

لازم به‌ذکر است نمونه C0 از نخستین لایهٔرسوبات دریایی در گمانه حفرشده برای سن سنجی انتخاب شده است. لایه مذکور بر اساس زاویهٔ 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 ٤۰±٤۹٦۰ سال گذشته تاکنون، ۲۰ خط ساحلی قدیمی که نشان‌دهنده مراحل پسروی دریا هستند، برجای مانده‌است(شکل۴). بر اساس موقعیت جغرافیایی خطوط ساحلی C2,C7 و C21 (نقشه۱) و سن آنها، آهنگ پسروی از خط ساحلی C2 تا C21 بین ۰/۷۷ تا ۰/۸٦ متر در سال و از خط ساحل C21 تا خط ساحل کنونی حدود ۰/۱ متر در سال به‌دست 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 داده‌است 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 به‌طرف 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 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(Richrd&Davis,1985). تغییرات تراز دریا، شامل تغییرات درازمدت زمین‌ساختی و تغییرات یخچالی- ایزوستازی، هیدرو- ایزوستازی ناشی ازدوره‌های یخچالی و بین یخچالی است(Bowen,1978). در منطقهٔ چابهار نیز عوامل زمین‌ساختی و وقوع دوره‌های یخچالی و بین یخچالی باعث تشکیل توالیهای رسوبی ساحلی و درنتیجه 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. ١٤ لایه از سنگهای رسوبی کمی تا کاملاً سخت شده در این گمانه از یکدیگر تفکیک شدند که از قاعده تا سطح به شرح زیراست:

۱- لایه P شامل ماسه سنگ، دارای لایه‌بندی مورب و فاقد فسیل

۲- لایه O شامل ماسه‌سنگ کمی کنگلومرایی به ستبرای ۲/۷ متر و دارای لایه‌بندی مورب و حاوی فسیل صدف نرم‌تنان بویژه شکم‌پایان پراکنده است.

۳- لایه N ماسه‌سنگ 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± ۱۷٦۰۰ سال برای آن به‌دست آمد.

٤- لایه M از ماسه‌سنگ به ستبرای ۰/۳ مترتشکیل شده که حاوی گرهکهای آهن و قلوه‌های مارنی و فاقد هرگونه فسیل است. این لایه به‌وضوح نشان از پسروی دوباره دریا و استقرار شرایط اکسیدی سطحی بر گرهکهایی است که در طی آورد رسوب از بالادست بر روی رسوبات دریایی لایه N نهشته شده‌اند.

۵- لایه L ازکنگلومرای ماسه‌ای به ستبرای ۰/۴۵ متر تشکیل شده و حاوی قلوه‌های ماسه‌سنگی و خرده‌های فسیلی، لایه‌بندی تدریجی و سیمان آهکی سخت است.

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

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

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

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

۱۱- لایه F شامل ماسه‌سنگ به ستبرای ۰/۰۹ متر و فاقد فسیل است.

۱۲- لایه E شامل ماسه‌سنگ 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 ماسه‌سنگ به ستبرای ۰/۲۶ متر تشکیل شده و به‌طور دگرشیب بر روی لایه زیرین قرار گرفته است.

۱۴- لایه‌های B و C از ماسه‌سنگ کنگلومرایی تشکیل شده که سرشار و غنی از فسیل و خرده‌های صدفی است. سن این لایه ۴۰± ۴۹۶۰ سال به‌دست آمده است.

۱۵- لایه A ماسه‌سنگ کمی سخت شده با لایه‌بندی 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(شکل۵). شواهد نشان می‌دهد که لایه‌های P, O و N مشخصهٔ بالاآمدگی تراز دریا و دریایی‌شدن 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 (معتمد، 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 پسروی سریع دریا است. از لحاظ چینه‌شناسی این لایه قابل تطابق با دوره یخچالی (Tardiglacial) است که در ۱۴۰۰۰ سال گذشته برقرار بوده‌است.

در لایه L که بر روی لایه M نهشته شده‌است، بار دیگر شرایط رسوبگذاری دریایی تکرار شده است و یا به تعبیری، پیشروی آب دریا رخ داده‌است. بافت بایو اسپارودایت به‌همراه 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 (1996) 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 K, J, H و I اجزای تشکیل‌دهنده سومین سامانه پسرونده است. رسوبات دریایی لایه G بر روی توالی پسرونده زیرین نهشته شده است. مرز زیرین آن فرسایشی است و نشان از تشکیل یک توالی پیشرونده دارد(شکل۶). این لایه سرشار از فسیل و خرده‌های اسکلت است. بر اساس جایگاه چینه‌شناسی و تغیرات آب و هوای گذشته که در منابع (معتمد، 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 بالاآمدگی تراز دریا در ۶۰۰۰ سال گذشته در منطقه خلیج فارس و دریای عمان است. لایه‌های G, F و E اجزای تشکیل‌دهنده یک توالی پیشرونده جدید به شمار می‌آید.

در لایه D بار دیگر شرایط رسوبگذاری قاره‌ای فراهم آمده است به‌طوری‌که 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 وخرده‌های 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 ۴۰± ۴۹۶۰ سال به‌دست آمده است. این پیشروی خیلی به سرعت رخ داده و به همین نحو فروکش کرده و به سرعت شرایط پسروی 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 ستبرای 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

www.SID.ir

Archive of SID

ماسه‌ای عرضی و موازی با ساحل تشکیل شده‌اند که شرح آنها در خطوط ساحلی گذشته اشاره شد. همانگونه که پیش‌تر نیز اشاره‌شد، مهم‌ترین عامل تغییرات تراز ارتفاعی بالاآمدگی زمیـــن‌ساختی منطقه بوده است. بر اساس مطالعات مک‌کال (۱۳۶۵)، بر اثر ورود گسل ترادیس امتدادلغز با سازوکار چپگرد موسوم به آون (Owen) واحدهای سنگی ساحلی و مناطق ساحلی دچار تغییر شکل و بالاآمدگی شده‌اند و همچنین، بالاآمدگی منطقه مکران ساحلی از میوسن شروع شده است.

مسئله موجود تراز ارتفاعی آخرین لایه‌های دریایی منطقه در لایه B است که در تراز ۱۵ 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 ۳۰۰۰۰ سال گذشته با آهنگ ۲/۷ میلی‌متردر سال بالا آمده‌اند. از طرفی، نتایج مدل Lambeck (1996) نشـــان داد که تراز دریا در ٦۰۰۰ سال گذشته ۲-٤ متر بالاتر از تراز کنونی قرار داشته است.

بدین ترتیب برای توجیه تراز ارتفاعی آخرین رسوبات دریایی منطقه مورد بررسی می‌توان دو نظریه را عنوان کرد. در نظریه نخست مـی‌تـوان اظهـار داشت که تراز دریا در ٤۰± ٤۹٦۰ سال پیش در تراز ۳+ متر بـالاتر از تـراز کنونی قرار داشته است و سـپس بـا آهنـگ ۲/۷ میلـی‌متـر در سـال ۱۲ متـر دیگر بالا آمده و هم اکنون در تراز ۱۵ متر واقع شده‌است.

در نظریه دوم می‌توان تصور کرد که در ٤۰± ٤۹٦۰ سال پیش تراز دریـا در موقعیت نسبی برابر با تراز کنونی قرار داشته اسـت و سـپس بـا آهنـگ ۳/۲ میلی‌متر درسال، تا تراز ۱۵ متر بـالا آمـده‌اسـت. تـراز دریـا نیـز بـا آهنـگ ۰/۷۳٦ متر درسال عقب نشینی کرده و به تـدریج ۲۰ تپـه ماسـه‌ای سـاحلی که منطبق بر ۲۰ خط ساحلی گذشته هستند، شکل گرفته‌اند. بر اساس نتایج سن‌سنجی از ۳۰± ۱۲۵۰ سال پیش آهنگ افـت تـراز دریـا یـا بالاآمـدگی خشکی به ۲/٤ میلی‌متر در سال کاهش یافته‌است.

تقدیر و تشکر

در ایـن تحقیـق همکـاران بـسیاری نویـسندگان مقالـه را کمـک و یـاری کرده‌اند که در اینجا از زحمات آقای مهندس حمیدرضا معصومی کـه در مطالعات GIS و پیمایشهای میدانی ما را یـاری کـرده‌انـد، کمـال تـشکر و سـپاس بـه‌عمـل مـی‌آیـد. همچنـین از آقـای فانتـاگن کـه زحمـت انجـام آزمایشهای سن‌سنجی به روش کربن ۱٤ را متحمل شده‌اند و نتایج دقیق و قابل تطابق را با پدیده‌های جهانی ارائه کرد ه‌اند، صمیمانه تشکر می‌شود.

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

www.SID.ir

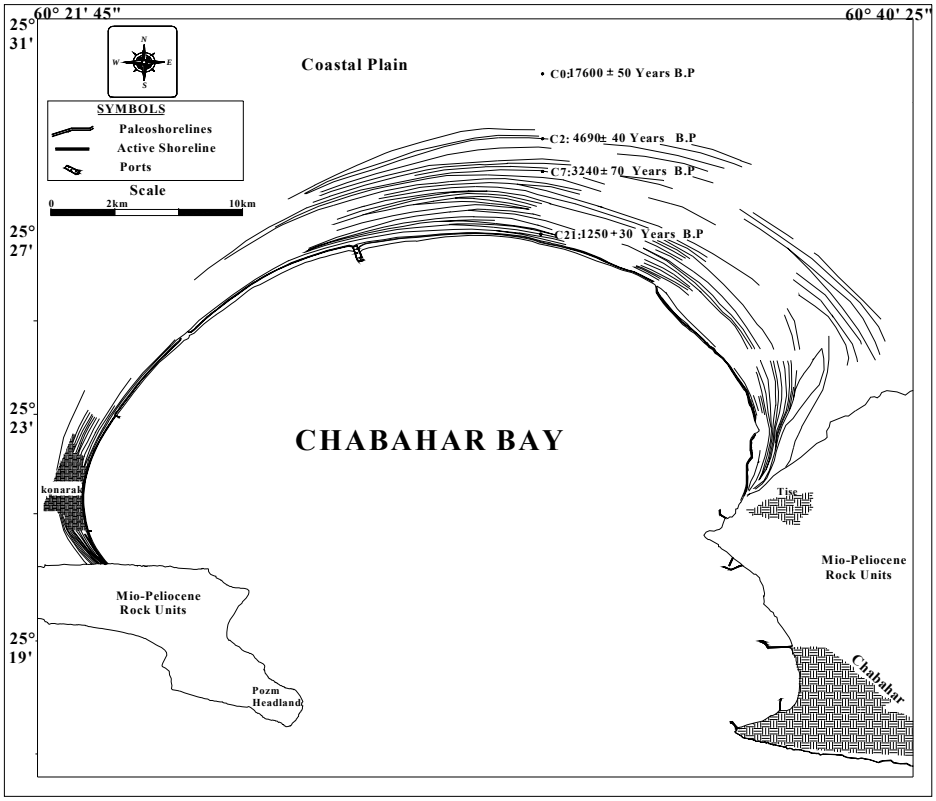
Archive of SID

شکل۲- موقعیت خطوط ساحلی گذشته در پاشنه تپه‌های ماسه‌ای که سرشار از فسیل است.

شکل۳- نمونه‌های فسیلی برداشت شده از موقعیت خطوط ساحلی گذشته جهت سن‌سنجی

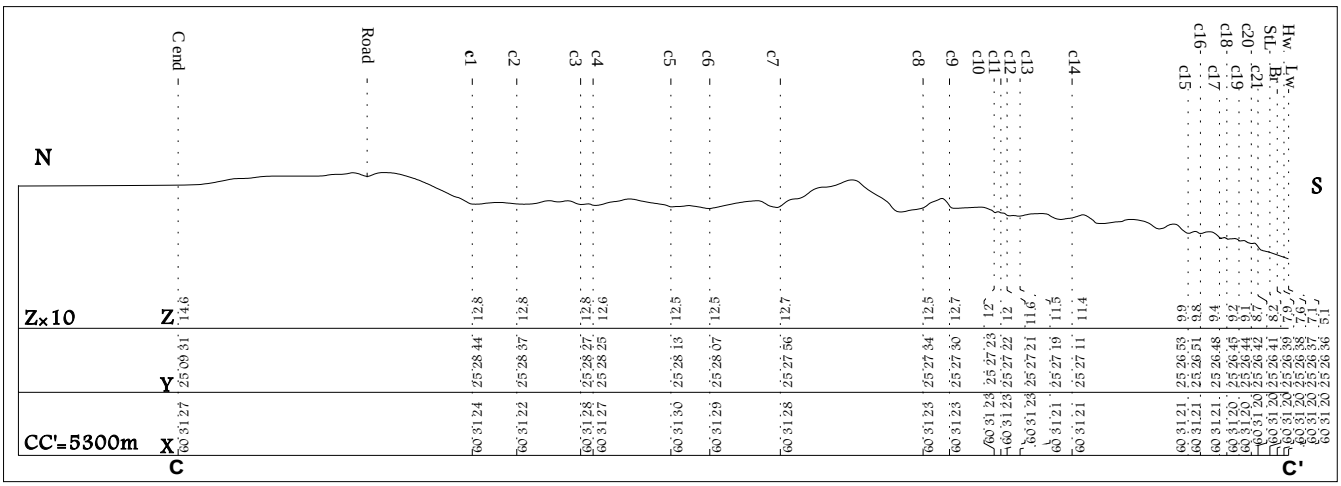
www.SID.ir

Archive of SID



نقشه۱- خطوط ساحلی کواترنر پسین در منطقه خلیج چابهارحاصل تحلیلGIS

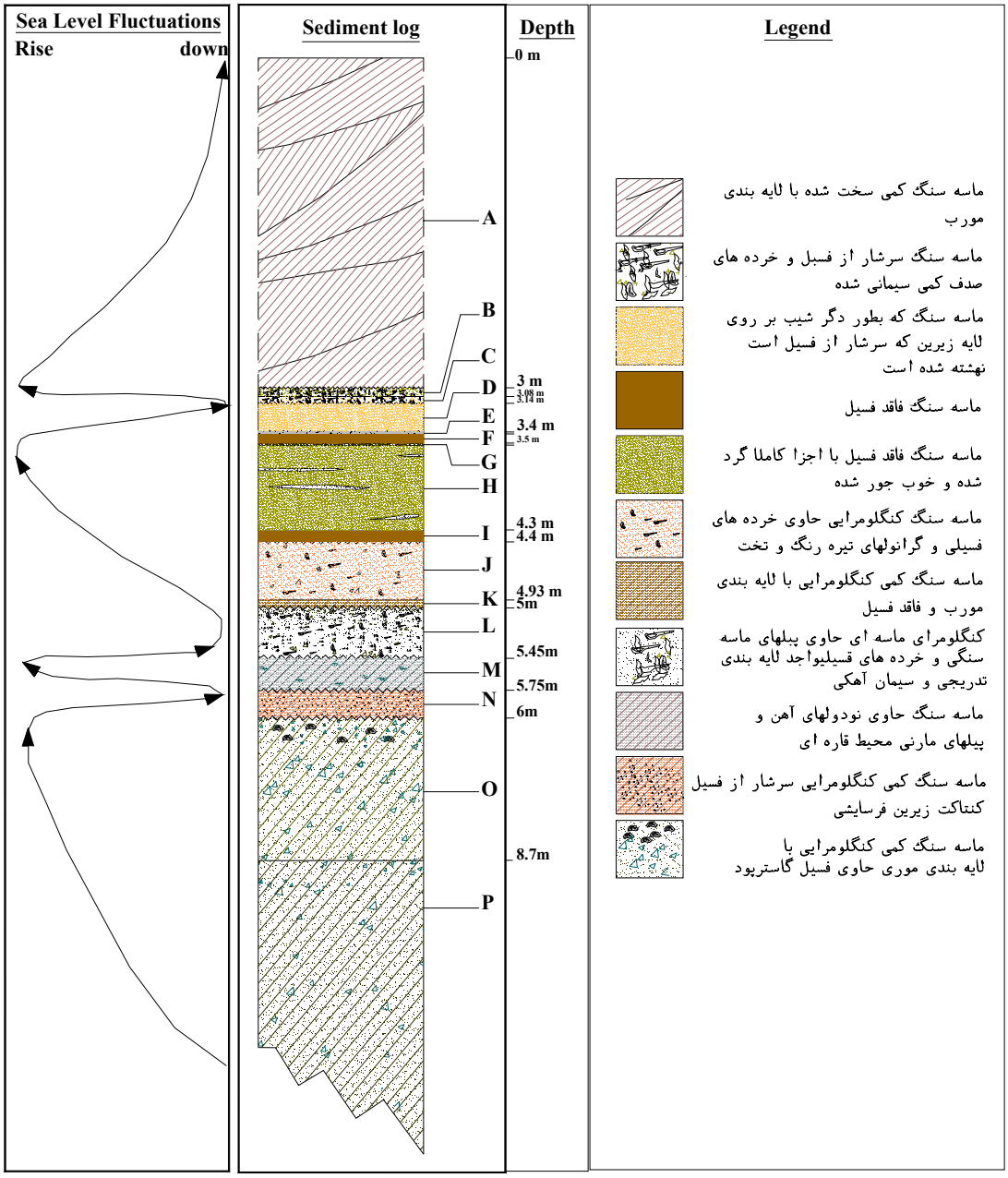
(عکسهای هوایی ۱:۲۰۰۰۰ سال ۱۳۷۲ در این تحقیق)



شکل۴- نمایش برداشتهای صحرایی از نیمرخ عرضی ۲۱ خط ساحلی قدیمی درخلیج چابهار

www.SID.ir

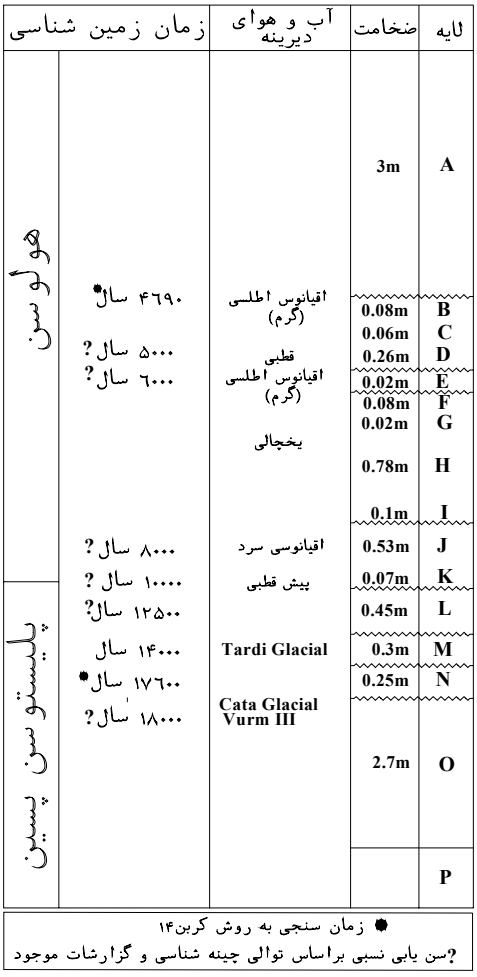
Archive of SID



شکل۵- سنگ شناسی، موقعیت و چرخه واحدهای رسوبی خلیج چابهار از ۵۰± ۱۷۶۰۰ سال پیش

www.SID.ir

Archive of SID



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

جدول۱- مشخصات نمونه‌های سن‌سنجی شده و سن مطلق آنها به روش کربن۱۴

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 بالاآمدگی 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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, 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 Haghipour, 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., & 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.

Richrd,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- ^{14}C Dating of recent crustal movements in the Persian Gulf and Iranian Makran. Radiocarbon, **22**, 763-773 In: Reyss, J. L., Pirazzoly, P. A., 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.

*مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

**دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شمال تهران

*Soil Conservation & Watershed Management Research Center

**Islamic Azad University, North Tehran Branch

www.SID.ir