فصلنامهٔ کواترنری ایران (علمی- پژوهشی)، دورهٔ ۱، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۴
ص ۵۷-۶۷

روند تکاملی خطوط ساحلی استان هرمزگان از هولوسن میانی

محمدرضا غریب‌رضا*، استادیار، گروه تحقیقات مهندسی رودخانه‌ها و سواحل، پژوهشکدهٔ حفاظت خاک و آبخیزداری کشور
سعید چوپانی، عضوهیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان
حمیدرضا معصومی، استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴

چکیده

منطقهٔ ساحلی استان هرمزگان جایگاه شکل‌گیری بیش از دوازده سری سواحل پس‌رونده است. هدف این تحقیق، دستیابی به روند تکاملی خطوط ساحلی در سواحل استان هرمزگان از هولوسن میانی است. از این‌رو، از متدولوژی فراگیر شامل پهنه‌بندی خطوط ساحلی دیرینه، پیمایش‌های میدانی و سن‌سنجی به روش کربن۱۴ استفاده شد. نتایج نشان از وجود سطح پیشروی (TS) و سری رخنمون سطحی افق‌های افت تراز دریا (FSST) در هر یک از مناطق شناسایی شده دارد. نمونه‌های فسیل برجای از مناطق کریان و بندمعلم جهت سن‌سنجی به روش کربن۱۴ انتخاب و به‌دقت مساحی و آنالیز شد. سن مطلق خطوط ساحلی دیرینه S۲۴، S۴ (منطقهٔ کریان) و B۱ (منطقهٔ بند معلم) به ترتیب BP ۶۴±۴۳۲۹، BP ۴۳±۱۷۸۷ و BP ۱۴±۱۳۰۶ به‌دست آمد. این خطوط ساحلی در تراز ارتفاعی ۱۰,۲۱، ۵,۵۸ و ۳,۷۶ متر از سطح دریا و در فواصل ۴۵۷۰، ۵۰۰ و ۲۴۴ متری از نوار ساحلی کنونی واقع شده‌اند. بر این اساس، روند نسبی توسعهٔ سواحل پس‌رونده از S۲۴، S۴ و B۱ به ترتیب۱,۰۵، ۰,۲۸ و ۰,۱۸۶ متر در سال به‌دست آمد. نتایج نشان از تشکیل این سواحل پس‌رونده در محیط رسوبی ساحلی آواری داشت که شرایط تکتونیکی، هیدرودینامیکی و بودجهٔ رسوب آن‌ها از ۴۰۰۰ تا ۲۰۰۰ سال گذشته ثابت بوده است.

کلیدواژه‌ها: استان هرمزگان، خطوط ساحلی دیرینه، سن‌سنجی کربن۱۴، سواحل پس‌رونده، هولوسن میانی.

مقدمه

پدیدهٔ نوسانات تراز آب دریا یکی از رویدادهای هیدرودینامیکی است که در ایجاد و توسعهٔ سواحل پیش‌رونده و پس‌رونده نقش اساسی داشته و آثار سطحی آن در دورهٔ کواترنر به ثبت رسیده است. این نوسانات، چه سریع و چه به تدریج، چهرهٔ کنونی زمین و به‌خصوص مناطق ساحلی و فلات قاره را شکل داده است. در نتیجهٔ این فرایند توالی‌های ضخیم رسوبی در حواشی قاره‌ها نهشته شده‌اند. بنابراین، در این تحقیق فرض بر آن شد که با بررسی شواهد تغییرات تراز دریا می‌توان خطوط ساحلی دیرینهٔ استان هرمزگان را از هولوسن میانی تاکنون بررسی و شناسایی کرد. مهم‌ترین کلید در جهت درک و فهم کامل یک منطقهٔ ساحلی، شناخت نیروها و فرایندهای مؤثر بر این مناطق و نیز میزان و الگوهای تغییر ساحلی بوده که هم‌اکنون برای مقایسهٔ جغرافیای امروزه یا توزیع منطقه‌ای محیط‌های رسوبی با انواع گذشتهٔ آن به‌کار می‌رود.

تعبیر و تفسیر توالی‌های رسوبی کواترنر بر اساس خطوط ساحلی دیرینهٔ آن طبق قانون تطابق رخساره‌های والتر[۱] ارائه می‌شود (کرافت، ۱۹۸۵؛ میدلتون، ۱۹۷۳). این قانون بیان می‌دارد که توالی عمودی رخساره‌های رسوبی تغییرات جانبی در محیط رسوبی را منعکس می‌سازد که در آن با جابه‌جایی عرضی محیط رسوبی، رسوبات محیط ته‌نشینی روی محیط دیگر نهشته می‌شود. نکتهٔ قوت و در جهاتی ضعف قانون والتر این است که فقط برای توالی‌های عمودی بدون

* نویسندهٔ مسئول: ۴۴۹۰۱۲۱۴
gharibreza@scwmri.ac.ir

۱. Walther's law of facies

Archive of SID
www.SID.ir

انقطاع در ستون چینه‌شناسی قابل استفاده است. برای مثال، در محیط‌های رسوبگذاری ساحلی جدید، رخساره‌های تپه‌های ماسه‌ای به‌طور جانبی به رخساره‌های دریایی کم‌عمق مجاورت ندارد و اگر این رخساره‌ها در توالی عمودی روی رسوبات کم‌عمق دریایی قرارداشتند، قانون والتر انقطاع را در ستون چینه‌شناسی پیش‌بینی می‌کند. بنابراین، اگر سیر و روند رو به پایین رخساره‌های رسوبی مطابق رخساره‌های مشاهده شده در توالی افقی رو به خشکی بود، رخساره‌ها منطبق بر ستون‌های توالی سواحل پیش‌رونده است. اگر روند رو به پایین رخساره‌های رسوبی، مشابه رخساره‌های مشاهده شده در توالی رو به دریا باشد، رخساره‌های سواحل پس‌رونده تداعی می‌شود.

به قانون تطابق رخساره‌ها در تفسیر توالی‌های رسوبی ساحلی همچنان استناد می‌شود (استیل و همکاران، ۲۰۱۳؛ اسکراپونی و همکاران، ۲۰۱۳؛ کوراگیارنی و همکاران، ۲۰۱۱). حاصل تغییرات رخساره‌های رسوبی ممکن است به تشکیل توالی‌های جدید در جهت پس‌روی یا پیش‌روی آب دریا یا به تعبیری تشکیل توالی‌های سواحل پس‌رونده، سواحل پیش‌رونده و به تعبیری تغییر موقعیت خطوط ساحلی منجر شود. طی این فرایند سواحل مغروق و بخش‌هایی از آب خارج شده و بقایای آن‌ها در سطح باقی مانده است. در تحقیق حاضر، با استفاده از کلیات قانون والتر، ترتیب قرارگیری رسوبات محیط‌های ساحلی روی محیط کم‌عمق دریایی بررسی شد. از طرفی، تواتر رویداد عقب‌نشینی خط ساحل با استفاده از شاخص‌های زمین‌شناسی[۱] مورد تدقیق قرار گرفت.

از طرفی، مفاهیم کوئه و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی تغییرات تراز دریا، در منطقهٔ مورد مطالعه استفاده شد. به عقیدهٔ آن‌ها ساختار سواحل پس‌رونده یا پیش‌رونده روند تغییرات تراز دریا را روشن می‌سازد. بنابراین، مفاهیم دستهٔ رخساره‌های پیش‌روی دریا[۲]، دستهٔ رخساره‌های افت تراز دریا[۳]، و دستهٔ رخساره‌های پس‌روی دریا[۴] از مهم‌ترین خصوصیاتی است که می‌توان در محیط‌های رسوبی به‌ویژه ساحلی پی‌جویی کرد. در بیشتر مناطق ساحلی استان هرمزگان حداقل یک سطح پیش‌روی[۵] اصلی و چندین سطح افت تراز دریا محرز و مشخص است (غریب‌رضا و همکاران، ۱۳۹۱).

بررسی نوسانات تراز دریا طی هولوسن از دیرباز مورد توجه محققان بوده و مجموعهٔ کاملی از مطالعات انجام شده در نقاط مختلف جهان را پیرازولی و پلوئت (۱۹۹۱) بیان کرده‌اند. ایشان به مهم‌ترین شاخص‌های خطوط ساحلی دیرینه از جمله ریف‌ها و آثار فرسایشی روی سواحل سنگی تأکید دارند، اما در سواحل ماسه‌ای استناد به فسیل پوستهٔ نرمتنان مفصل‌دار[۶] را منطقی‌تر می‌دانند. پیرازولی (۱۹۹۱)، همچنین ترازسنجی دقیق خطوط ساحلی دیرینه و استناد به آن‌ها به سطح اساس[۷] شناخته شده را برای بازسازی جغرافیای دیرینه الزامی می‌داند.

شناخت و پی‌جویی خطوط ساحلی دیرینه در سواحل شمالی خلیج فارس، به‌ویژه مناطق ساحلی استان هرمزگان را فالکن (۱۹۷۴)، ویتافنزی (۱۹۷۹)، سنید (۱۹۹۳)، لامبک (۱۹۹۶)، ریس (۱۹۹۸) و غریب‌رضا و معتمد (۲۰۰۶) انجام داده‌اند. به‌علاوه، اطلاعات ارزش‌مندی از نوسانات تراز دریا مربوط به سواحل جنوب و غرب خلیج فارس را دلانگویل و سانویل (۱۹۸۷)، ریدلی و سیدلی (۱۹۷۹) و پیرازولی و پلوئت (۱۹۹۱) مطرح کردند که تطابق چشمگیری با شواهد زمین‌شناختی سواحل شمال خلیج فارس دارد. محققانی چون فالکن (۱۹۷۴)، ریس (۱۹۹۸) و ریدلی و سیدلی (۱۹۷۹) و ویتافنزی (۱۹۷۹) خطوط ساحلی دیرینه را در پادگانه‌های ساحلی کمی سخت‌شدهٔ کواترنر شناسایی کردند و مهم‌ترین عامل شکل‌گیری مورفولوژی کنونی آن‌ها را بالاآمدگی حاشیهٔ پلیت ایران ناشی از فرورانش پلیت عربی با آهنگ بین ۲ تا ۳ میلی‌متر در سال می‌دانند. به‌علاوه، ویتافنزی (۱۹۷۹) به نقش گسل‌خوردگی‌ها در بالاآمدگی سواحل کمی سخت‌شدهٔ کواترنر با آهنگ ۲/۷۴ میلی‌متر در سال تأکید دارد.

لامبک (۱۹۹۶) با ارائهٔ مدل هیدرو-یخچالی-یوستازی، خطوط ساحلی دریای عمان و خلیج فارس را پس از

---

۱. geo-indicators
۲. high stand track (HST)
۳. falling stage system tract (FSST)
۴. low stand track (LST)
۵. transgressive surface
۶. articulated
۷. benchmark

Archive of SID

www.SID.ir

آخرین دورهٔ یخچالی کواترنر بازسازی کرد. نتایج این مدل نقش تعیین‌کننده‌ای در تفسیر سواحل دیرینهٔ منطقهٔ مورد مطالعه داشته است. غریب‌رضا و معتمد (۲۰۰۶)، علاوه بر روند بالاآمدگی، توالی رسوبی کواترنر پسین را از آخرین دورهٔ یخچالی و پیش‌روی فلاندرین آب دریا و از ۱۸۰۰۰ سال گذشته را در منطقهٔ خلیج چابهار بازسازی و مرزهای HST و FSST را شناسایی و ترسیم کرده‌اند. میزان آورد رسوبی ساحلی و الگوی برخورد امواج غالب دریای عمان در شکل‌گیری ده‌ها خط ساحلی دیرینه در منطقهٔ خلیج‌های چابهار و پزم نقش داشته است. نتایج این تحقیق به طور مشخص با نتایج ویتافنزی (۱۹۷۹) و لامبک (۱۹۹۶) همخوانی دارد. بدین ترتیب وجود ده‌ها خط ساحلی دیرینه با توجه به شرایط نسبتاً مشابه جغرافیایی و زمین‌شناسی استان هرمزگان و استان سیستان و بلوچستان از مفروضات این پژوهش بوده است. شناخت و پهنه‌بندی خطوط ساحلی دیرینه در توالی‌های سواحل پس‌رونده و زمان‌سنجی و تعیین روند گسترش و جابه‌جایی آن‌ها از مهم‌ترین اهداف این پژوهش به‌شمار می‌رود.

جایگاه زمین‌شناسی مناطق مورد مطالعه

در این قسمت اهم خصوصیات توپوگرافیکی و جایگاه زمین‌شناسی مناطق کریان و بندر بندمعلم ارائه شده است. منطقهٔ کریان در بین عرض‌های جغرافیایی شمالی ´۵۸ °۲۶–´۵۸ °۲۶ و بین طول‌های جغرافیایی شرقی ´۵۴ °۲۶–´۴۸ °۲۶ در شرق تنگهٔ هرمز، در حوزهٔ آبریز رودخانهٔ رزانی قرار دارد و در واقع بخشی از سیستم دلتایی آن رودخانه است (شکل ۱). رودخانهٔ رزانی رژیم سیلابی دارد و حجم قابل‌ملاحظه‌ای رسوب را طی رواناب‌های فصلی به‌ویژه در پایین‌دست مصب (منطقهٔ کریان) انتقال می‌دهد. منطقهٔ کریان به دلیل قراگیری در جنوب گسل میناب، روند و ساختار شمالی–جنوبی دارد و از جمله مناطق فعال زمین‌ساختی است. چینه‌نگاری این منطقه تطابق بسیاری با چینه‌نگاری مکران دارد و از واحدهای سنگی مارنی و ماسه‌سنگی میوسن، کنگلومرای پلیوسن و واحدهای کواترنری کمی سخت شده تا سخت نشدهٔ ساحلی تشکیل شده است. بر اساس نقشهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی، واحدهای سنگی Md، Mm_1، Mm_3، Plm_5 و واحدهای کواترنری Qc_1، Qc_2 و Qtr در نیمرخ عرضی نزدیک‌ترین تاقدیس ساحلی تا خط ساحلی رخنمون دارند. حداکثر ارتفاع این نیمرخ ۵۲ متر و به‌طول ۱۵/۲ کیلومتر است که در مرتفع‌ترین نقطهٔ تاقدیس واحد گل‌سنگ ژیپس‌دار Md، سپس واحد سنگی مارن‌های ژیپس‌دار و آهکی Mm_1 و واحد سنگی ماسه‌سنگی و سلیت‌سنگی با میان‌لایه‌های گل‌سنگ Mm_3 و در نهایت واحد کنگلومرایی Plm_5 در غربی‌ترین قسمت یال تاقدیس رخنمون دارد. در فاصلهٔ ۴ کیلومتری از قلهٔ تاقدیس، رخنمون واحد Qc_1 گسترش دارد که متشکل از نهشته‌های رسوبی ساحلی و پس از آن از کیلومتر ۸ تا ۱۰ محل رخنمون واحد Qc_2 و پس از آن تا خط ساحل واحد Qtr است که همانا سری خطوط ساحلی دیرینه‌اند. از ضخامت آبرفت‌های ساحلی اطلاعات صحیحی در دسترس نیست و به‌نظر می‌رسد به‌دلیل به‌هم ریختگی ساختمانی، ضخامت آن‌ها بسیار متغیر باشد.

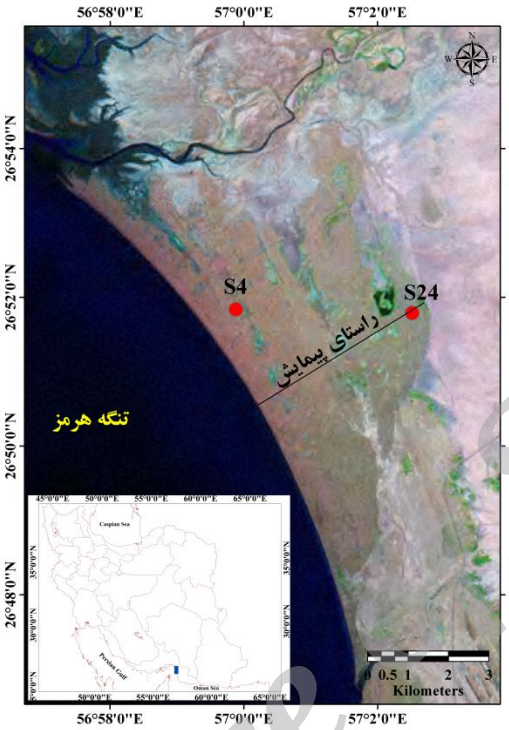
منطقهٔ بندر بندمعلم در بین عرض‌های جغرافیایی شمالی ´۴۰ °۲۶–´۳۸ °۲۶ و بین طول‌های جغرافیایی شرقی ´۰۵ °۵۵–´۰۲ °۵۵، به طور مشخص در بین دو گنبد نمکی در غرب استان هرمزگان قرار دارد. سواحل غرب استان امتداد یال غربی چین‌های زاگرس است که در این منطقه راستای غربی– شرقی پیدا کرده است. رخنمون سازندهای زمین‌شناسی در نیمرخ عرضی به‌طول ۲۳/۵ کیلومتر و از ارتفاع ۷۱۰ متری تا سطح دریا از یال جنوبی نزدیک‌ترین تاقدیس به منطقهٔ بند معلم بررسی شد. سازند گچساران (Mgs) از قلهٔ تاقدیس تا ارتفاع ۱۸۶ متری و فاصلهٔ ۴/۷ کیلومتری از قله متشکل از طبقات انهیدریت، نمک و مارن‌های خاکستری رخنمون دارد. سازند میشان (Mmn) که نشان‌دهندهٔ رخسارهٔ آهکی گروه فارس است، از طبقات کم‌هوازدهٔ آهکی و مارن خاکستری تشکیل شده و به عرض ۲/۲ کیلومتر و تا تراز ارتفاعی ۵۶ متری رخنمون دارد. سازند آغاجاری (Muplaj) متشکل از طبقات ماسه‌سنگی قهوه‌ای تا خاکستری رنگ و میان‌لایهٔ ژیپس، به عرض ۱۴/۴ و تا تراز ارتفاعی ۳۷ متری رخنمون دارد. جوان‌ترین سنگ‌های این مجموعه انباشته‌های کنگلومرایی سازند بختیاری (Plbk) است که به صورت غیرهم‌شیب روی سازند آغاجاری گسترش یافته و به عرض ۱/۴ کیلومتر و تا تراز ارتفاعی ۴ متری رخنمون دارد. سپس، نهشته‌های کواترنری از تراز ارتفاعی ۴ متری، شامل رسوبات برجستگی‌های ساحلی به‌صورت غیرهم‌شیب در تماس با رسوبات کنگلومرایی سازند بختیاری است و تا خط ساحل به ضخامت نامشخص نهشته شده است.

Archive of SID

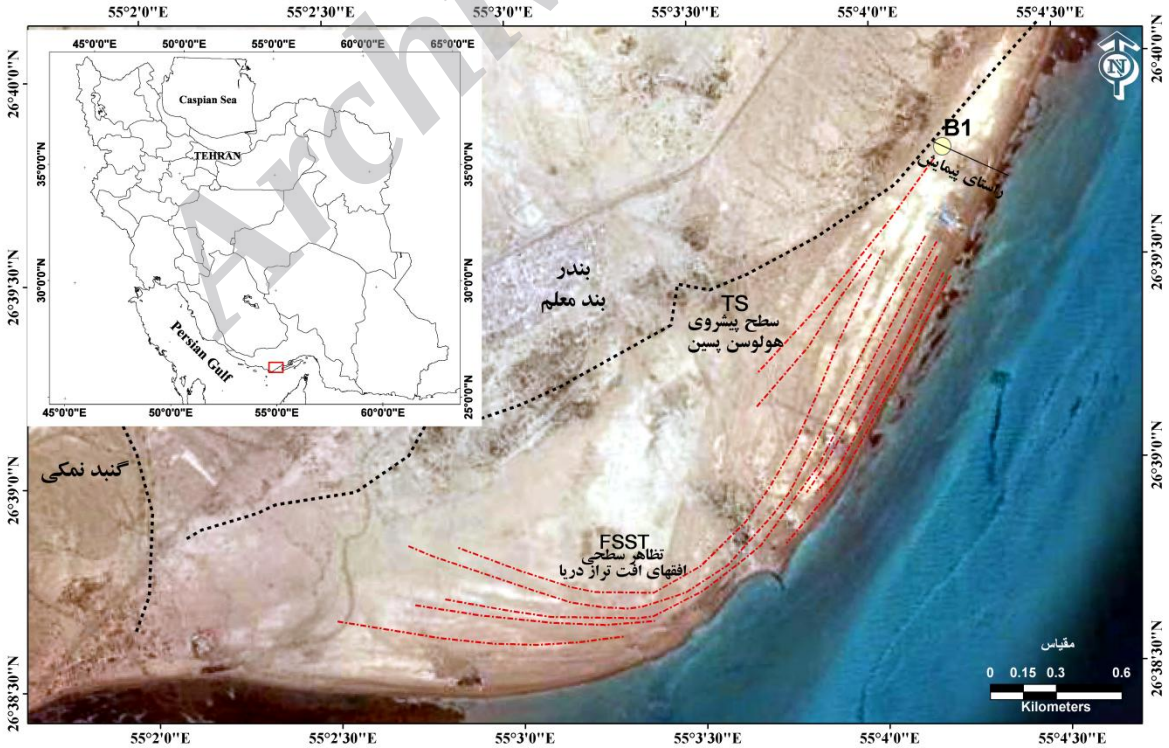
www.SID.ir

مواد و روش‌ها

جهت دستیابی به اهداف پژوهش از متدولوژی فراگیر شامل مطالعات GIS (سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی)، پیمایش‌های میدانی و مطالعات آزمایشگاهی بهره برده شد. به‌علاوه، از نتایج مطالعات مشابه (پیرازولی و پلوئت، ۱۹۹۱؛ غریب‌رضا و



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ کریان (شرق تنگهٔ هرمز) و محل نمونه‌های آنالیزشده



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ بندر بندمعلم، محل نمونهٔ آنالیزشده و خطوط ساحلی دیرینه در غرب استان هرمزگان

Archive of SID

www.SID.ir

معتمد، ۲۰۰۶) در پی‌جویی شواهد خطوط ساحلی دیرینه در منطقهٔ ساحلی مورد مطالعه استفاده شد. برنامهٔ شناسایی دقیق توالی‌های رسوبی کواترنر پسین در این منطقهٔ مورد مطالعه با حفر گمانه و بررسی آن‌ها درعمق جزء مراحل این تحقیق بود که به لحاظ مشکلات پشتیبانی به انجام نرسید. در ادامه، شرح روش‌ها و مواد، و مستندات علمی مورد استفاده داده شده است.

مطالعات GIS

مهم‌ترین مشخصهٔ توالی‌های رسوبی پس‌رونده، شکل‌گیری خطوط ساحلی دیرینه به موازات خط ساحل کنونی است که طبق مفروضات پژوهش در منطقهٔ ساحلی مورد مطالعه توسعه یافته است. لذا، جهت آزمودن فرض متصور از داده‌هایی چون ده‌ها عکس هوایی (۱:۲۰۰۰۰) سال ۱۳۴۶، پنجاه برگه نقشهٔ توپوگرافی (۱:۵۰۰۰۰)، تصاویرماهواره‌ای IRS سال ۲۰۰۳ به قدرت تفکیک ۵ متر استفاده شد. اطلاعات گردآوری با استفاده از ابزار سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم‌افزارهای ArcGIS ۱۰ و ILWIS آماده‌سازی شد. پس از اسکن عکس‌های هوایی، عملیات پرحجم زمین‌مرجع‌سازی و فتوموزاییک آن‌ها شناسایی شد و ترسیم خطوط ساحلی دیرینه در عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS به انجام رسید. همچنین، از عوارض توپوگرافی موجود در نقشه‌های توپوگرافی در توجیه عرصه‌های شناسایی‌شده استفاده شد. تمامی نقشه‌های خروجی با دو سامانهٔ تصویرسازی متریک و عرض- طول جغرافیایی آماده‌سازی شد.

پیمایش‌های میدانی

در پیمایش‌های میدانی بررسی صحت نقشه‌های تهیه شده، پیمایش عمود بر ساحل خطوط ساحلی، نمونه‌برداری از فسیل‌های به‌جای مانده و انتخاب بهترین نمونه‌ها، ترازیابی محل نمونه‌های فسیل منتخب به انجام رسید. اقلیم گرم و خشک مناطق ساحلی مورد مطالعه عامل تبدیل گسترهٔ خطوط ساحلی به میادین تپه‌های ماسه‌ای عرضی بوده است. نیمرخ عرضی خطوط ساحلی دیرینه در مناطق کریان، بندر بندمعلم، بندر چارک، دماغهٔ شناس، دماغهٔ منصوری، بندر کوهستک و بندر چارک به‌طور کامل پیمایش شد. مورفولوژی و توپوگرافی گذرهای پیمایش بندر بندمعلم و کریان که در آن‌ها نمونه‌های فسیل جهت زمان‌سنجی مناسب تشخیص داده شد، در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است. به همین ترتیب، از ده‌ها مجموعه فسیل درجا که عدم حمل مجدد آن‌ها محرز بود نمونه‌برداری شد (شکل ۳). فسیل‌های گردآوری شده به طور مشخص نشان‌دهندهٔ محیط کم‌عمق دریایی است و پس از عقب‌نشینی دریا در پاشنهٔ برجستگی‌های ساحلی[۱] تجمع یافته‌اند. عموماً این‌گونه نمونه‌ها که نه در اعماق زیاد تشکیل شده‌اند که دچار کمبود رادیوایزوتوپ کربن[۱۴] باشند و نه چندان تحت تأثیر چرخهٔ آب شیرین از خشکی بوده‌اند، کمترین تداخل ایزوتوپ کربن[۱۳] را دارند و نتایج زمان‌سنجی آن‌ها قابل استناد است (پولاچ و اسکونهوفر، ۱۹۹۲). نمونه فسیل‌های برداشت‌شده هم از نوع جداشده[۲] و هم نوع کامل و مفصل‌دار بودند. فسیل‌های ضخیم دوکفه‌ای‌ها از مهم‌ترین نمونه‌های منفصل و فسیل گاستروپود از انواع کونوس[۳] و توریتلا[۴] از مهم‌ترین انواع کامل در منطقه بود.

در آخرین اقدامات به‌عمل آمده در مطالعات میدانی، ثبت تراز ارتفاعی و موقعیت جغرافیایی نمونه‌های فسیل گردآوری شده با سه دستگاه موقعیت‌یاب[۵] بسیار دقیق مدل Leica Geosystem ۳۰۰ به طور هم‌زمان انجام شد. دقت دستگاه ۱± سانتی‌متر ارتفاعی و ۵± میلی‌متر جغرافیایی بود. در عملیات ترازیابی دو دستگاه روی موقعیت نمونه‌ها و یک دستگاه روی ایستگاه درجهٔ یک سازمان نقشه‌برداری کشور (دقت ۱ متر جغرافیایی)، هنگام قرائت هشت ساعته نقطهٔ مرجع (ایستگاه سوم) استفاده شد. این عملیات برای سه نمونهٔ منتخب به ترتیب دو موقعیت در منطقهٔ کریان و یک موقعیت در منطقهٔ بندر بندمعلم اجرا شد (جدول ۱).

---

۱. coastal ridges

۲. disarticulate

۳. Conus

۴. Turritella

۵. differential geographical positioning system (DGPS)

Archive of SID

www.SID.ir

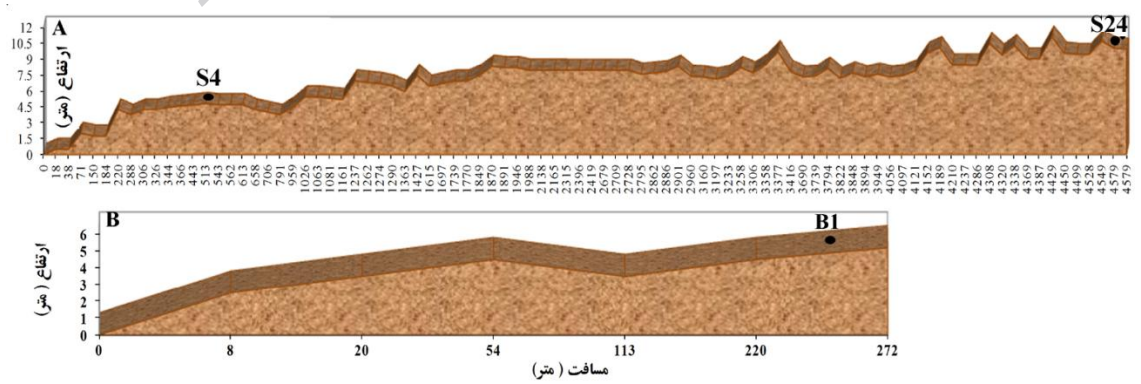
مطالعات آزمایشگاهی

از مجموع ده‌ها نمونه فسیل گردآوری شده، تعداد سه نمونه به ترتیب دو نمونه از خطوط ساحلی شمارهٔ S۴ و S۲۴ منطقهٔ کریان و یک نمونه از قدیمی‌ترین خط ساحل منطقهٔ بندر بندمعلم (B۱) به آزمایشگاه ابوریحان سازمان انرژی اتمی ایران

شکل ۳. فسیل‌های برجای در خط ساحل دیرینهٔ S۴ در منطقهٔ کریان به ضخامت متوسط ۳۰ سانتی‌متر

جدول ۱. نتایج تعیین سن مطلق نمونه‌های خطوط ساحلی دیرینهٔ مناطق کریان و بندمعلم به روش کربن[۱۴]

منطقهٔ نمونه‌برداری	کد نمونه	سن مطلق	سن کالیبره شده	سال تقویمی	تراز ارتفاعی (m)	نرخ بالاآمدگی خشکی (mm/yr)	فاصله از دریا (m)	نرخ عقب‌نشینی دریا (m/yr)
کریان	S24	30 BP±1850	43 BP±1787	163±43 AD	5.58	3.12	500	0.28
	S4	40 BP± 3890	64 BP± 4329	2379±64 AD	10.21	2.35	4570	1.05
بندر بندمعلم	B1	30 BP±1380	14 BP±1306	644±14 AD	3.76	2.87	244	0.186



شکل ۴. مورفولوژی و توپوگرافی گذر پیمایش‌های میدانی در مناطق کریان (A) و بندر بندمعلم (B)

Archive of SID

www.SID.ir

جهت سن‌سنجی به روش کربن[۱۴] ارسال شد. مطالعهٔ نمونه‌های انتخاب‌شده نشان داد که هیچ‌گونه آثار تبلور مجددی در آن‌ها وجود ندارد. تبلور مجدد باعث نرم و پودری شدن لایهٔ خارجی پوستهٔ نرم‌تنان می‌شود (تیلور، ۱۹۸۷؛ آیکن، ۱۹۹۰). اصولاً فسیل‌های برجا با پوسته‌های سخت سوراخ نشده و ضخیم بهترین حالت نمونهٔ گردآوری شده برای سن‌سنجی است. عدم تبلور مجدد و کیفیت نمونه‌ها را کارشناسان آزمایشگاه زمان‌سنجی مجدداً بررسی کردند. روش‌سنج سن شمارش تشعشع[۱] در مایع بنزن (C_6H_6) بود. جزئیات این روش در گزارش پولاچ و اسکونهوفر (۱۹۹۲) ارائه شده است. تجهیزات اندازه‌گیری نیز با اگزالیک اسید I با قدرت تفکیک DL=۱–۲pMC کالیبره شد. فرض بر آن است که تمرکز اتمسفری رادیوکربن در زمان تشکیل فسیل‌ها همانند تمرکز اتمسفری رادیوکربن در سال ۱۹۵۰ است (استیور و همکاران، ۱۹۹۸). از آنجا که این فرض همیشه برقرار نیست، لذا داده سن‌سنجی‌شده باید کالیبره شود و به سال تقویمی مانند BC (سال قبل از میلاد مسیح) و AD (سال از زمان اسمی میلاد مسیح) تغییر کند.

بر این اساس، داده‌های سن‌سنجی نیز با استفاده از نرم‌افزار CalPal–۲۰۰۷–HULU کالیبره شد و مطابق سن‌های به‌دست آمده، محاسبات انجام شده در پژوهش لحاظ گردید. این نرم‌افزار بر اساس آرشیو محیط‌های دیرینه، در دانشگاه کلن آلمان توسعه داده شد. همچنین، از نرم‌افزارهای کالیبراسیون معتبر دیگر OxCal و CALIB و Fairbanks۰۱۰۷ استفاده شد که در این بین نرم‌افزار Fairbanks۰۱۰۷ کمترین اختلاف را نشان داد. اساس کالیبره‌کردن داده‌های سن‌سنجی، برازش آن‌ها با منحنی‌های رادیوکربن حلقهٔ رشد درختان است که دامنهٔ زمان وسیعی (۰ تا ۱۲۴۱۰ سال گذشته) را دربرمی‌گیرد.

یافته‌های پژوهش

خطوط ساحلی هولوسن پسین در استان هرمزگان

خطوط ساحلی دیرینه به شکل برجستگی‌های ساحلی به‌هم افزوده شده[۲] و به‌موازات ساحل و در امتداد بیشینهٔ انتقال رسوب کرانه‌ای شکل گرفته‌اند. این اشکال مرفودینامیکی در واقع شاخص مراتب FSST در منطقهٔ ساحلی استان هرمزگان و نشان‌دهندهٔ برقراری الگوی سواحل پس‌رونده در سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان است. خطوط ساحلی دیرینه از شواهد مورفولوژیکی ساحلی استان هرمزگان، به‌ویژه در مناطق کریان، بندر بندمعلم، ونک، بندر چارک، کوهستک، حشم هدو، دماغهٔ شناس، خور کلاهی و دماغهٔ چیرویه، گوکسر، غرب خور کرتی و دلتای جگین شناسایی شد. این شواهد در برخی نقاط به‌دلیل مجاورت با دشت‌های سیلابی یا از بین رفته‌اند یا در زیر مخروط‌افکنه‌های ساحلی جدید مدفون شده‌اند. مهم‌ترین شواهد خطوط ساحلی کواترنر پسین به شکل پادگانه‌های دریایی در جزایر قشم و کیش را در گذشته فالکن (۱۹۴۷)، ویتافنزی (۱۹۷۹) و ریس (۱۹۹۸) گزارش کرده‌اند.

توالی‌های رسوبی ساحلی در سه بعد طولی، عرضی و عمقی قابل بررسی است. در این تحقیق خصوصیات این توالی‌ها در ابعاد سطحی به دست آمد. بدیهی است مطالعهٔ فراگیر خطوط ساحلی دیرینه در طول سواحل استان هرمزگان مستلزم بررسی حداقل دوازده مجموعه برجستگی ساحلی شناسایی‌شده است، ولی محدودیت‌ها در آنالیز نمونه‌های فسیلی، این تحقیق را بر آن داشت تا مناطق کریان در سواحل شرقی و منطقهٔ بندمعلم در سواحل غربی استان انتخاب شود. در مهم‌ترین پیمایش میدانی به‌عمل آمده یک‌پروفیل ۵ کیلومتری در عرض برجستگی‌های ساحلی از محل قدیمی‌ترین خط ساحلی شروع و تا خط فعلی در منطقهٔ کریان و یک پروفیل ۱ کیلومتری در منطقهٔ بند معلم کاملاً بررسی شد. نتایج بررسی خصوصیات خطوط ساحلی شناسایی شده اعم از سن مطلق پس از واسنجی، موقعیت جغرافیایی، فاصلهٔ آن‌ها از خط ساحل کنونی، تراز ارتفاعی و آهنگ‌های تغییرات در سطح و عمودی در جدول ۱ ارائه شده است.

آهنگ بالاآمدگی خطوط ساحلی استان هرمزگان

منطقهٔ شمال کریان به طور مشخص در مطالعهٔ ریگارد و همکاران (۲۰۰۶) بررسی و روند تشکیل نهشته‌های آبرفتی کواترنر بیان شده است. در کار آن‌ها، تراس‌های آبرفتی کواترنر به روش ^{10}Be زمان‌سنجی شد. این روش که بر

۱. liquid scintillation counting (LSC)

۲. coastal accretion ridges

Archive of SID

www.SID.ir

تشعشعات کیهانی بر رسوبات درشت‌دانه تکیه دارد، فاقد هر گونه تفکیکی در بخش ماسه‌ای ساحلی است. بر اساس مطالعهٔ آن‌ها، جدیدترین پادگانه‌های آبرفتی شمال شرق منطقهٔ کریان در PB ۰/۶±۵۶۰۰ شکل گرفته‌اند. لذا، تحقیق حاضر با زمان‌سنجی خطوط ساحلی دیرینه، به‌دقت خلأ روند تکاملی سواحل شمال شرقی تنگهٔ هرمز را از هولوسن میانی آشکار ساخته است.

مساحی دقیق کهن‌ترین خط ساحلی دیرینهٔ به‌جای مانده در منطقهٔ کریان (BP ۶۴±۴۳۲۹) با استفاده از DGPS تراز ارتفاعی ۱۰/۲۱ متر از سطح دریا را نشان داد. به همین ترتیب، بیست و چهارمین خط ساحلی دیرینه (S۲۴) در تراز ارتفاعی ۵/۸۸ متر از سطح دریا واقع شده است. در منطقهٔ بندر بندمعلم کهن‌ترین خط ساحل مساحی شده به سن BP ۱۴±۱۳۰۶ در تراز ارتفاعی ۳/۷۶ متر از سطح دریا قرار دارد. وضعیت قرارگیری خطوط ساحلی دیرینه در سواحل غربی و شرقی استان هرمزگان تداعی‌کنندهٔ رویداد افت تراز دریا و در عین حال پیش‌روی خشکی و پدیدهٔ بالاآمدگی ساحلی است. بدین ترتیب، آهنگ نسبی بالاآمدگی خشکی در خطوط ساحلی S۲۴، S۴ و B۱ به ترتیب ۳/۶۲، ۲/۳۵ و ۲/۸۷ میلی‌متر در سال به‌دست آمده است.

نتایج نشان داد که از حدود ۴۰۰۰ سال گذشته تاکنون تغییرات روند بالاآمدگی سواحل استان هرمزگان کاهش یافته است. همچنین، نتایج دلالت بر کاهش اثر گسل‌خوردگی‌ها و تنش ناشی از گنبدهای نمکی در هولوسن پسین دارد. از طرفی میزان بالاآمدگی به‌دست آمده با روند گزارش‌شده در تحقیقات ویتافنزی (۱۹۷۹) و غریب‌رضا و معتمد (۲۰۰۶) (۲/۷۴ میلی‌متر در سال) به ترتیب در سواحل خلیج فارس و سواحل غیرسنگی سیستان و بلوچستان کاملاً تطابق دارد. بر اساس گزارش ویتافنزی (۱۹۷۹)، آن دسته از سواحل خلیج فارس و دریای عمان که تحت تأثیر مستقیم گسل‌ها قرارنداشته‌اند، با مقادیر یادشده بالا آمده‌اند. در مقابل سواحل گسله که در آن‌ها فعالیت گسل‌های کواترنر مشهود است و برخی جزایر خلیج فارس همچون جزیرهٔ قشم و جزایر نمکی که بالاآمدگی آن‌ها تحت تأثیر گنبدهای نمکی است، سالانه ۷ میلی‌متر در سال بالاآمده‌اند (ریِس و همکاران، ۱۹۹۸).

آهنگ عقب‌نشینی خطوط ساحلی استان هرمزگان

عقب‌نشینی نسبی دریا بر اساس رابطه‌ای خطی بین موقعیت خطوط ساحلی دیرینه نسبت به موقعیت کنونی خط ساحل دریا در مناطق کریان و بندر بندمعلم محاسبه شد. بر این اساس آهنگ جابه‌جایی خطوط ساحلی دیرینهٔ S۲۴، S۴ و B۱ به ترتیب ۰/۲۸، ۱/۰۵ و ۰/۱۸۶ متر در سال به‌دست آمد. قرارگیری خطوط ساحلی دیرینه در تراز ارتفاعی به‌مراتب بالاتر از سطح دریا ناشی از اثر توأم فرایند افت تراز دریا و بالاآمدگی کرانه‌ها یا فرونشینی بستر کنونی دریاست. در منطقهٔ بندر بندمعلم خط ساحلی B۱ که کهن‌ترین خط ساحلی شناسایی‌شده محسوب می‌شود، از نظر زمانی تقریباً در شرایط تشکیل خط ساحلی S۲۴ منطقهٔ کریان قرار دارد و با آهنگ ۰/۱۸۶ متر در سال از نوار ساحلی دور شده و با آهنگ ۲/۸۷ میلی‌متر در سال بالا آمده است. با توجه به اینکه این ناحیه ساحلی پرشیب دارد و تغذیهٔ رسوب آن به مراتب کمتر از نواحی شرقی استان هرمزگان است، روند افقی تغییرات آن در هولوسن ناچیز است، ولی تغییرات عمودی آن نشان می‌دهد که روند بالاآمدگی خشکی و یا افت تراز دریا در هر دو منطقه برابر بوده است. از طرفی، می‌توان نتیجه گرفت، جنبش‌های ناشی از بالاآمدگی گنبدهای نمکی مجاور منطقهٔ بندمعلم از هولوسن میانی تاکنون ناچیز بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس تغییرات یخچالی- ائوستاتیک تراز دریا در کواترنر پسین، تراز دریا در حدود ۴۰۰۰ سال گذشته بین ۱-۲ متر کاهش پیدا کرده و به موقعیت کنونی رسیده است. این مهم را کِهل (۲۰۰۹) و غریب‌رضا و معتمد (۲۰۰۶) در سواحل شمال خلیج فارس و دریای عمان و فرایبریج (۱۹۶۱)، پورسر (۱۹۷۳) و لامبک (۱۹۹۶) در بیشتر نقاط خلیج فارس و دریای عمان گزارش کرده و به اثبات رسانده‌اند. در منطقهٔ کریان و در بازه زمانی بین ۳۹۰۰ تا ۱۸۵۰ سال پیش، آهنگ عقب‌نشینی دریا و خشکی‌زایی ۱/۱۷ متر در سال بوده است. تشکیل بیست خط ساحلی دیرینه بین S۴ و S۲۴ طی ۲۰۵۰ سال نشان از برقراری روند نسبتاً یکسان آورد رسوب ساحلی از منابع خشکی و دریایی دارد که به‌واسطهٔ آن به‌طور متوسط هر صد سال یک واقعهٔ پس‌روی کامل شده و یک خط ساحلی در بازه‌ای به عرض ۲۰۰ متر توسعه پیدا کرده است.

Archive of SID

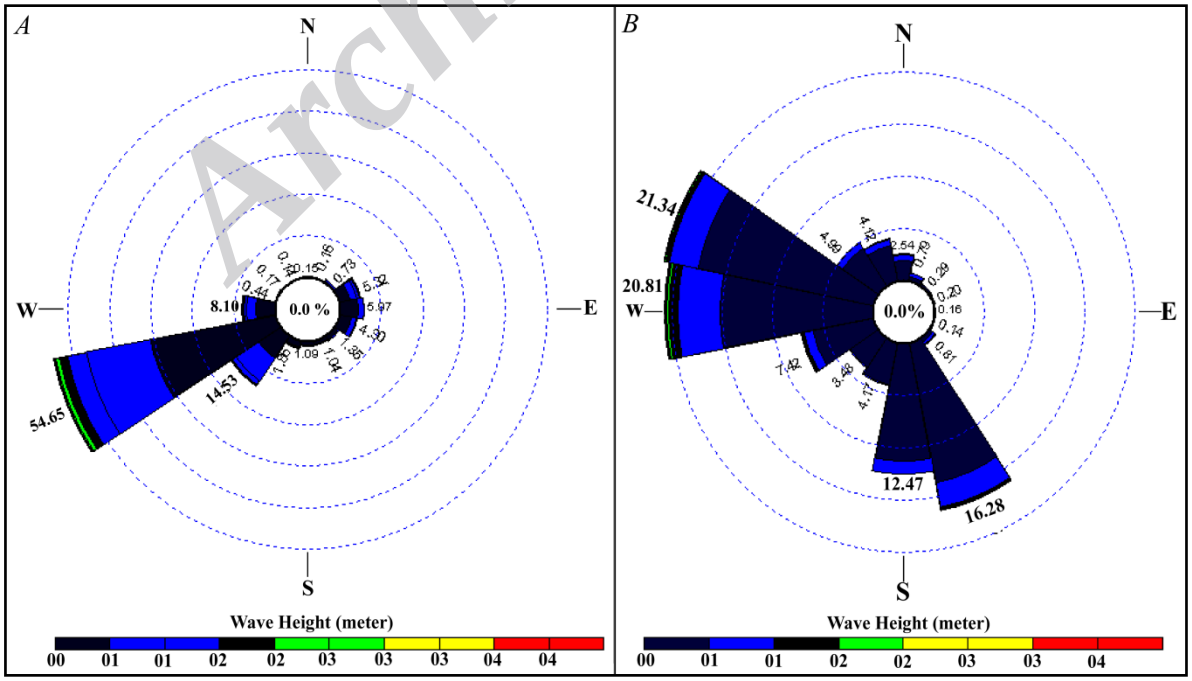
www.SID.ir

از طرفی، روند بالاآمدگی ساحل نیز همزمان با شرایط محیطی یکسان و بین ۳/۶ تا ۳ میلی‌متر در سال ثابت بوده است. نتایج حاصل با آب‌وهوای دیرینهٔ منطقه نیز همخوانی دارد، به طوری که با استقرار آب‌وهوای اقیانوسی (معتمد، ۱۳۸۴) از ۵۰۰۰ سال گذشته و افزایش بارش و دمای نسبی محیط، آورد رسوب از حوزهٔ بالادست به شکل رسوبات آواری افزایش یافته و شرایط برای رشد برجستگی‌های موازی ساحلی فرآهم آمده است. نظیر چنین تظاهر سطحی افق‌های سواحل پس‌روندهٔ FSST که از حدود ۴۵۰۰ سال پیش توسعه یافته‌اند، در سواحل شرقی دریای عمان مناطق خلیج‌های چابهار، پزم و گواتر نیز گزارش شده است (غریب‌رضا و معتمد، ۲۰۰۶؛ غریب‌رضا و همکاران، ۱۳۹۱).

تحقیق حاضر نشان داد که مجموعه برجستگی‌های ساحلی مطابق الگوی جهانی تغییرات یخچالی- ائوستاتیک پس از فاز یخچالی ورم VI شروع به شکل‌گیری کرده است. نتایج تحقیق حاضر نشان از تشکیل این توالی‌ها در محیط رسوبی ساحلی آواری داشت که شرایط تکتونیکی، هیدرودینامیکی و بودجهٔ رسوب آن‌ها از ۴۰۰۰ تا ۲۰۰۰ سال گذشته، نسبتاً ثابت پایدار بوده است. این شرایط با کاهش بودجهٔ رسوب از ۲۰۰۰ سال گذشته ادامه پیدا کرده است. البته، شرایط هیدرودینامیکی امواج و جریان‌های کرانه‌ای در مناطق ساحلی استان هرمزگان نسبتاً ثابت بوده و آثار وقوع طوفان‌های ویرانگر در خطوط ساحلی دیرینه مشاهده نشد.

تحقیق حاضر نشان داد که روند توسعهٔ سواحل پس‌رونده در سواحل شرقی استان هرمزگان با سرعت بیشتری تشکیل شده است. در سواحل غربی استان به دلیل وجود حوزه‌های آبریز کوچک‌تر و بودجهٔ رسوب به مراتب کمتر، روند توسعهٔ توالی‌های رسوبی کندتر و کم‌عرض‌تر بوده است. در حالی‌که در شرق گوکسر، کریان، و خور کلاهی گسترهٔ عرضی توالی‌های رسوبی پس‌رونده به ۶ کیلومتر می‌رسد، در غرب استان هرمزگان، به‌ویژه در دماغه‌های شناس، چیرویه و بنادر بندمعلم و چارک این گستره حدود ۲ کیلومتر عرض دارد.

گلموج (شکل A,B۵) تهیه‌شده از آمار بلندمدت باد سه ساعتهٔ خلیج فارس در منطقهٔ مورد مطالعه (غریب‌رضا، ۱۳۸۶) نشان می‌دهد که امواج جنوب غربی N۲۴۰-۲۶۰ و N۲۲۰-۲۴۰ و امواج غربی N۲۶۰-۲۸۰ به ترتیب فراوانی ۵۴/۶۵، ۱۴/۵۳ و ۸/۱ درصد امواج رسیده به بندر بندمعلم و امواج N۲۶۰-۲۸۰، N۲۸۰-۳۰۰، N۱۵۰-۱۷۰ و N۱۹۰-N۱۶۰ به ترتیب فراوانی ۲۱/۳۴، ۲۰/۸۱، ۱۶/۲۸ و ۱۲/۴۷ درصد امواج رسیده به منطقهٔ کریان را تشکیل می‌دهند. از طرفی، راستای مجموعه سواحل پس‌روندهٔ مناطق کریان و بندر بندمعلم نیز دقیقاً در راستای امواج غالب یادشده توسعه یافته‌اند که نشان از برقراری شرایط هیدرودینامیکی درازمدت نسبتاً یکسانی از هولوسن میانی در منطقه دارد.



شکل ۵. A و B به ترتیب نشان‌دهندهٔ الگوی امواج مناطق بندر بندمعلم و کریان

Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس اطلاعات موجود (غریب‌رضا، ۱۳۸۶) مجموع دبی رسوبی سالانهٔ رودخانه‌های رزانی و گز تخلیه‌شده به منطقهٔ کریان، ۶۸۴ هزار مترمکعب برآورد شده که از آن ۱۰۴ هزار مترمکعب بار بستر است. این درحالی است که نزدیک‌ترین منشأ رسوبی به بندر بندمعلم رودخانهٔ کل است که با دبی رسوبی ۵۰۲ هزار مترمکعب در فاصلهٔ حدود ۸۰ کیلومتری شمال شرق آن واقع است. بر اساس الگوی امواج، رسوبات تخلیه شده از مصب آن عمدتاً به سمت مخالف دور می‌شود و حجم ناچیزی از رسوبات به‌وسیلهٔ جریان‌های جزرومدی امکان رسیدن به این منطقه را دارد. حاصل برخورد امواج یاد شده ایجاد انتقال رسوب کرانه‌ای سالانه به میزان ۱۰۳۲۰۰ مترمکعب به سمت سواحل منطقهٔ کریان و ۲۲۰۰ مترمکعب به سمت منطقهٔ بندر بندمعلم است (غریب‌رضا، ۱۳۸۶) که شرایط مورفولوژیکی حاضر را کاملاً توجیه می‌کند.

این تحقیق مشخصاً نشان داد که آثار پس‌روی عمومی تراز دریا از هولوسن میانی، در نقاط مختلف سواحل شمال خلیج فارس قابل ردیابی و جایگاه بسیار مناسبی برای مطالعات تفصیلی و دقیق لیتو-بایواستراتیگرافی کواترنر پسین است. از طرفی، تحقیق حاضر نشان داد که ترسیم منحنی تغییرات تراز دریای هولوسن[۱] برای مناطق ساحلی جنوبی کشور هدف مطالعات دقیق دیرینه- اقلیم[۲] است که قابل تطابق با منحنی‌های موجود در سطح جهان خواهد بود.

منابع

غریب‌رضا، م. ر.، معتمد، ا. و ایرانمنش، ف. (۱۳۹۱). تغییرات خطوط ساحلی کشور. پژوهشکدهٔ آبخیزداری کشور، شماره ۴۲۵۶۱.

غریب‌رضا، م.ر. (۱۳۸۶). تقسیم‌بندی خط ساحلی به سلول‌های رسوبی. پروژهٔ مدیریت خط ساحلPMS، طرح مدیریت جامع یکپارچهٔ مناطق ساحلی MZCI. سازمان بنادر و دریانوردی کشور.

معتمد، ا. (۱۳۸۴). جغرافیای کواترنر، سمت، تهران.

Aitken, M.J. (1990). Science-based dating in archaeology, Longman, England.

Coe, A., Bosence, D.W.J., Church, K.D., Flint, S.S., Howell, J.A. and Willson, R.C.L. (2003). The sedimentary record of sea-level change. University Press, Cambridge.

Correggiari, A., Cattaneo, A. and Trincardi, F. (2011). Depositional patterns in the late Holocene po delta system. Geology, Vol. 1, pp. 365-392.

Dalonaeville, R. and Sanlaville, P. (1987). Confrontation des datations 'isotopiques avec les donnees geomorphologiques et archdologiques B propos des variations relatives du niveau marin sur la rive arabe du Golfe Persique. In: Aurenche, J. Evin and F. Hours (Editors), Chronologies in the Near East. B.A.R. Int. Ser., Oxford, Vol. 379, pp. 567-583.

Fairbridge, R. (1961). Eustatic changes in sea level. Physics and Chemistry of the Earth, Vol. 4, pp. 99-185.

Falcon, N.L. (1974). Raised beaches and terraces of the Iranian Makran coast. Geographical Journal, Vol. 109, pp. 149-151.

Gharibreza, M., Motamed, A. and Iranmanesh, F. (2013). Investigation of Iran'sCoastal Changes, in Engineering, R. a. C., ed., Volume 1: Tehran, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, p. 162.

Gharibreza, M. (2007). Identification of Sedimentary Cells along Iran's Coastal Zone, in Engineering, C., ed., Integrated Coastal Zone Management (ICZM), Shoreline Management Plan (SMP), Volume 1: Tehran, Port and Maritime Organization.

Gharibreza, M. and Motamed, A. (2006). Late quaternary paleoshorelines and sedimentary sequences of chabahar bay area. Journal of Coastal Research :Vol. 22, pp. 1499-1504.

Kehl, M. (2009). Quaternary climate change in Iran– The state of knowledge, Erdkunde, Vol. 63, pp. 1-17.

Kraft, J.C. (1985). Coastal stratigraphic sequences, coastal sedimentary environments. South Florida, Department of Geology, University of South Florida, pp. 625-663.

Lambeck, K. (1996). Shoreline reconstructions for the Persian Gulf since the last glacial xaximum. Earth and Planetary Science Letters, Vol. 142, pp. 43-57.

Middleton, G.V. (1973). Johannes Walther's law of the correlation of facies. Bulletin, Vol. 84, pp. 979-988.

Motamed, A. (2005.) Quaternary Geography Tehran, SAMT, 268 p.

Pirazzoli, P.A. and Pluet, J. (1991). World atlas of holocene sea-level changes. Elsevier, London.

Polach, H.A. and Schonhofer, F. (1992). Liquid scintillation spectrometry. Radiocarbon 1993, pp. 135-142.

Purser, B.H. (1973). The Persian Gulf, Holecene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea, Springer, Berlin.

Regard, V., Bellier, O., Braucher, R., Gasse, F., Bourlès, D., Mercier, J.,Thomas, J. C., Abbassi, M.R., Shabanian, E. and Soleymani, S.H. (2006). ^{10}Be dating of alluvial deposits from Southeastern Iran (the Hormoz Strait area). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 242, pp. 36-53.

Reyss, J.L., Pirazolly, P.A. and Haghipour, A. (1998). Quaternary marine terraces and tectonic uplift rates on the South Coast of Iran. France, Centre des Faibles Radioactivites (CNRS-CEA), pp. 225-237.

Ridley, A.P. and Seeley, M.W. (1979). Evidence for recent coastal uplift near A1 Jubail, Saudi Arabi. Tectonophys, Vol. 52, pp. 319-327.

۱. Holocene sea level curve

۲. paleoclimate

Archive of SID

www.SID.ir

Scarponi, D., Kaufman, D., Amorosi, A. and Kowalewski, M. (2013). Sequence stratigraphy and the resolution of the fossil record. Geology, Vol. 41, pp. 239-242.
Snead, R.J. (1993). Geography, geomorphic process and effects on anthropological sites on the Makran coasts, *in* Schrooder, J.F., ed., Himalaya to the sea: Geology, geomorphology and the Quaternary, London, Routledge, pp. 363-378.
Steel, R.J., Carvajal, C., Petter, A. L. and Uroza, C. (2013). Shelf and shelf-margin growth in scenarios of rising and falling sea level. Recent Advances in Models of Siliciclastic Shallow-Marine Stratigraphy, Vol. 1, pp. 47-71.
Stuiver, M., Reimer, P.J. and Braziunas, T.F. (1998). High-precision radiocarbon age calibration for terrestrial and marine samples. Radiocarbon, Vol. 40(3), pp. 1127-1151.
Taylor, R.E. (1987). Radiocarbon dating. An archaeological perspective. Academic Press, Orlando, USA.
Vita-Finzi, C. (1979). Contributions to the quaternary geology of Southern Iran, Tehran, Geological and mineral survey of Iran, Vol. 47, pp. 30-47.

Archive of SID

www.SID.ir