پادگانه‌های دریایی کربناتی جزیره قشم، نمادی از تغییرات سطح آب دریای خلیج فارس در کواترنری

پیمان رضائی [۱*] و رضوان زارع‌زاده [۲]

[۱] استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم‌پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
[۲] دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم‌پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۲۴

چکیده

جزیره قشم، بزرگ‌ترین جزیره خلیج فارس در مجاورت تنگه هرمز قرار داشته و جزئی از واحد رسوبی- ساختاری زاگرس چین‌خورده است. واحدهای چینه‌نگاری این جزیره، شامل سری هرمز، سازند میشان، سازند آغاجاری و نهشته‌های کواترنری هستند. پادگانه‌های آهکی دریایی بخش مهمی از مجموعه رسوبات منتسب به کواترنری بوده که معرف تغییرات نسبی سطح آب دریای خلیج فارس است. پادگانه‌های یادشده با یک ناپیوستگی زاویه‌دار بر روی نهشته‌های کهن‌تر، به‌ویژه سازند آغاجاری قرار می‌گیرند. این پادگانه‌ها در بخش‌های مختلف یک رمپ درونی، شامل پهنه فراکشندی، پهنه میان‌کشندی، لاگون و سد به جای گذاشته شده‌اند. سن‌سنجی رادیوکربنی پادگانه‌های دریایی جزیره قشم با ارتفاعات مختلف، سن محدوده زمانی پلیستوسن پسین تا هلوسن را نشان داده است. با توجه به تعیین سن صورت گرفته، آهنگ بالاآمدگی جزیره قشم در طول کواترنری در حدود ۰/۲۲ میلی‌متر در سال است. بیشتر تغییرات جزیره قشم در اواخر دوره میان یخچالی با مراحل ایزوتوپی 5e و 5c اقیانوس‌ها منطبق بوده است. میزان تغییرات ظاهری سطح آب دریای خلیج فارس ۰/۱۲۵ – میلی‌متر در سال، در طول کواترنری بوده است.

کلیدواژه‌ها: جزیره قشم، پادگانه‌های آهکی دریایی، تغییرات سطح آب دریا، آهنگ بالاآمدگی، خلیج فارس، کواترنری

* **نویسنده مسئول:** پیمان رضائی
E-mail: peiman_rezaie@yahoo.com

۱- پیش‌گفتار

پادگانه‌های دریایی (Marine Terraces) در نتیجه تأثیر متقابل فرایندهای دریایی با توده خشکی مجاور آن ایجاد شده (Burbank & Anderson, 2001) و از ساخت‌های مهم از دیدگاه زمین‌ریخت‌شناسی سواحل هستند (Lambek & Purcell, 2005). این پادگانه‌ها در دو دسته پادگانه‌های سازنده (Constructional Terrace) و پادگانه‌های فرسایشی (Destructional Terraces) قرار می‌گیرند و یکی از مهم‌ترین نمادهای نوسانات سطح آب دریا در گذر زمان زمین‌شناسی هستند. جزیره قشم در محدوده ′۲۰ و°۵۵ تا ′۴۰ و°۵۶ طول خاوری و ′۳۰ و°۲۶ تا ′۱۰ و°۲۷ عرض شمالی در جنوب ایران و در ورودی خلیج فارس قرار دارد. مساحت این جزیره از ۱۵۳۶ تا ۱۷۹۶ کیلومتر مربع (با احتساب گستره جنگل حرا) متغیر است (شکل ۱). منطقه مورد اشاره بیشینه طولی بالغ بر ۱۱۰ کیلومتر و پهنای میان ۱۰ تا ۳۰ کیلومتر دارد. مرتفع‌ترین نقطه آن، قله کوه نمکدان با ارتفاع ۳۹۷ متر است (امری‌کاظمی، ۱۳۸۳). در این جزیره نزدیک به ۲۸ پادگانه دریایی از ارتفاع صفر (پهنه‌کشندی) تا ارتفاع ۲۲۰ متری (کهن‌ترین) شناسایی شده و ستبرای آنها از ۳ تا ۱۰ متر متغیر است. بیشترین رخنمون این نهشته‌ها در بخش شمالی، جنوبی بخش مرکزی، سواحل جنوبی و خاوری و پایانه جنوب باختری جزیره است. پادگانه‌های یادشده با یک ناپیوستگی زاویه‌دار بر روی نهشته‌های کهن‌تر، به‌ویژه سازند آغاجاری قرار می‌گیرند (حقی‌پور، ۱۳۸۴). این ساخت‌ها به شکل سکوهایی با دیواره‌های پرشیب تا قائم و سطحی هموار تا مایل و پلکانی در افق‌های مختلف دیده می‌شوند. این پادگانه‌های دریایی کربناتی که به کواترنری نسبت داده شده‌اند (حقی‌پور،۱۳۸۴)، می‌توانند نمادی از نوسانات سطح آب دریای خلیج فارس و جغرافیای دیرینه پایانه جنوب خاوری زاگرس در این محدوده زمانی باشند و مطالعه آنها از این دیدگاه اهمیت دارد. هدف از این پژوهش، تعیین سن پادگانه‌های آهکی دریایی جزیره قشم و ارتباط آنها با نوسانات سطح آب دریایی خلیج فارس و تعیین آهنگ بالاآمدگی جزیره قشم در طول کواترنری است.

۲- روش مطالعه

در این پژوهش، نمونه‌برداری بر پایه موقعیت ارتفاعی پادگانه‌ها در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جزیره قشم (حقی‌پور و آقانباتی، ۱۳۸۴) در چهار گروه Qt1 تا Qt4 از قدیم به جدید (۲۲۰-۱۵۱ متری)، (۱۵۰-۱۰۱متری)، (۱۰۰-۵۱ متری) و (۵۰-۰ متری) از پادگانه‌های آهکی دریایی جزیره قشم انجام شده است. مختصات جغرافیایی محل‌های نمونه‌برداری در جدول ۱ آورده شده است. موقعیت جغرافیایی این نقاط در شکل ۲ اشاره شده و پادگانه‌های نمونه‌برداری شده در شکل‌های ۳ تا ۵ دیده می‌شود. محل نمونه‌ها به گونه‌ای انتخاب شد که در مطالعات پیشین به آنها پرداخته نشده است. با توجه به این نکته که نیمه عمر کربن ۱۴ رادیواکتیو ۴۰±۵۷۳۰سال است (Godwin, 1962)، به طور معمول سن‌ها را با در نظر گرفتن نیمه عمر ۳۰± ۵۵۶۸ سال محاسبه می‌کنند. این نیمه عمر در حدود ۳٪ کمتر از نیمه عمری است که به تازگی تعیین شده است. داده‌های حاصل از کربن ۱۴، در تفسیر رویدادهای زمین‌شناسی در پلیستوسن و هلوسن بسیار ارزشمند بوده است.

۳- ویژگی‌های زمین‌شناسی و زمین‌ساختی

از نگاه زمین‌شناسی، جزیره قشم در پایانه خاوری رشته کوه زاگرس قرار گرفته و جزئی از زاگرس چین‌خورده و زیر پهنه بندرعباس است (آقانباتی، ۱۳۸۳). واحدهای چینه‌نگاری رخنمون یافته در سطح این جزیره از قدیم به جدید، عبارت هستند از: ۱) سری هرمز (پرکامبرین پسین تا کامبرین پیشین) که با برتری سنگ گچ و سنگ نمک و مقادیر اندکی سنگ‌آهک، دولومیت، ماسه‌سنگ و سنگ‌های آذرین مشخص می‌شود. این سری در محل گنبد نمکی (نمکدان) در جنوب باختری قشم رخنمون دارد؛ ۲) سازند میشان با سن میوسن میانی تا میوسن پسین شامل آهک، مارن و کمی ماسه‌سنگ به رنگ قهوه‌ای کم رنگ تا خاکستری است و در بخش‌های مرکزی تاقدیس‌های هلر، سلخ و گورزین دیده می‌شود؛ ۳) سازند آغاجاری (میوسن پسین تا پلیوسن) متشکل از تناوب ماسه‌سنگ و مارن به رنگ کرم، قهوه‌ای، خاکستری بیرون‌زدگی‌های فراوانی در جزیره قشم داشته و ۷۰٪ سطح جزیره را می‌پوشاند؛ ۴) نهشته‌های معادل سازند بختیاری (پلیوسن تا پلیستوسن پیشین) در این گستره از سیلتستون مارنی و مارن سیلتی سست تشکیل شده‌اند (حقی‌پور، ۱۳۸۴)؛

۵) نهشته‌های کواترنری در این جزیره بسیار متنوع بوده و گسترش فراوانی دارند. پلیستوسن با پادگانه‌های دریایی آهکی مشخص شده و رسوبات هلوسن موجود، عبارتند از: ورقه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای بادی و ساحلی، آبرفت‌های گراولی، ماسه‌ای و سیلتی، پهنه‌های گلی و تبخیری، واریزه‌ها، رسوب‌های ساحلی، بادی و خاک‌های آبرفتی عهد حاضر (درشت‌دانه تا ریزدانه) (شکل۶).

مطالعه سنگ‌نگاری نمونه‌های آهکی دریایی جزیره قشم منجر به شناسایی ۹ ریز رخساره شامل: مادستون، وکستون دارای روزن‌بران کف‌زی، پکستون دارای اویستر، وکستون بیوکلاستی، پکستون بیوکلاستی، پکستون تا گرین‌استون بیوکلاستی، پکستون بیوکلاستی ماسه‌ای، پکستون اُاُییدی و پکستون اینتراکلاستی متعلق به ۴ زیر محیط رسوبی پهنه فراکشندی، پهنه میان‌کشندی، لاگون و سد شده است. بر پایه تجزیه و تحلیل ریز رخساره‌ها شرایط محیطی رمپ درونی (Inner Ramp) با فراوانی کانال‌های کشندی برای این پادگانه‌ها شناسایی شده است (زارع‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). از دیدگاه زمین‌ساخت، جزیره قشم بخشی از جنوب خاوری ایالت زمین‌ساختی به نسبت فعال زمین‌ساختی و نوزمین‌ساختی زاگرس است و ویژگی‌های زمین‌ساختی مشابه این ایالت دارد. چین‌خوردگی‌ها، شکستگی‌ها و گنبدهای نمکی از ساختارهای مهم زمین‌ساختی در جزیره قشم هستند که در شکل ظاهری جزیره قشم تأثیر بسزایی داشته‌اند. چین‌خوردگی‌ها حاصل نیروهای زمین‌ساختی در فاز پایانی آلپی بوده که به‌جز تاقدیس گورزین که روند محوری شمال باختری- جنوب خاوری دارد، دیگر تاقدیس‌ها روند تقریبی خاوری- باختری دارند. تنها ناودیس رخنمون یافته در جزیره قشم، ناودیس کوشا بوده که در فاصله تاقدیس‌های زیرانگ و گورزین قرار گرفته است.

میزان کوتاه‌شدگی نسبی یا سرعت جابه‌جایی سطحی این جزیره حدود ۳۲ میلی‌متر در سال و در روند شمال- شمال خاوری است (حقی‌پور، ۱۳۸۴). راستای گسل های موجود در جزیره قشم تحت تأثیر سامانه گسلی زاگرس است که در بخش‌های جنوب و جنوب باختر جزیره در جهت شمال باختری- جنوب خاوری و در بخش‌های مرکزی و شمالی به راستای فرعی شمال خاوری- جنوب باختری تبدیل می‌شود. دو گسلش اصلی جزیره گسل قشم با روند شمال خاوری – جنوب باختری بوده که با حرکتی امتدادلغز مرز میان ماسه‌های مارنی پلیوسن و سازند بختیاری و نهشته‌های رسوبی دانه‌ریز کواترنری را به خوبی نشان می‌دهد و همچنین گسل گورزین،گسلی امتدادلغز بدون رخنمون‌های سطحی هستند. معمولاً در منطقه زاگرس به دلیل شرایط ویژه زمین‌شناسی از جمله گنبدهای نمکی اثر سطحی گسل‌های زمین‌لرزه‌ای مشخص نمی‌شود. از سوی دیگر ابعاد صفحه گسیختگی باید به حدی بزرگ باشد که خود را به سطح زمین برساند و به صورت یک جابه‌جایی نمود یابد در حالی که در زمین‌لرزه‌های متوسط (زیر ۶ در مقیاس امواج درونی زمین) صفحات چندان بزرگ نیست، بنابراین وقتی ژرفای زمین‌لرزه کم باشد صرف نظر از اینکه در زاگرس باشد یا در منطقه‌ای دیگر، نمی‌تواند خود را نشان دهد.

بر پایه استاندارد ۲۸۰۰، خطر نسبی زمین‌لرزه در این جزیره بالا بوده و کمینه شتاب نسبی ۰/۳۵g برای آن در نظر گرفته شده است (پروینی، ۱۳۸۶). بررسی لرزه‌خیزی گستره ۱۰۰کیلومتری کانون زمین‌لرزه نشان می‌دهد که بیش از ۷۷۱ رویداد لرزه‌ای در سده گذشته در منطقه رخ داده، که ۵۱ مورد از آنها بزرگای ۵ و بیشتر از ۵ داشته‌اند (شکل۷). این آمار نشان‌دهنده لرزه‌خیزی بالا در منطقه جنوب ایران است.

۴– پیشینه سنجی

مطالعات ایزوتوپی متعددی بر روی پادگانه‌های آهکی دریایی جزیره قشم صورت گرفته است. در اولین بررسی‌های انجام شده، سن این پادگانه‌ها حدود ۲۰ هزار سال محاسبه شده است (Vita- Finzi, 1980). Haghipour & Fontugen (1993) برای تعیین سن نمونه صدف‌های آراگونیتی سازنده پادگانه‌های دریایی جزیره قشم از روش کربن ۱۴ استفاده کردند. نتایج حاصل از این تعیین سن گستره سنی از ۱۳۰ سال تا ۴۰ هزار سال را نشان داده است (جدول۲). پادگانه‌هایی با بیشینه ارتفاع ۱۰ متر نسبت به سطح آب دریا سن تقریبی ۶۲۱۰ سال و با ارتفاع بیش از ۱۰ متر نسبت به سطح آب دریا دارای گستره سنی میان ۳۱ تا ۴۰ هزار سال بوده‌اند. در این مطالعه با توجه به سن پادگانه‌ها میزان بالاآمدگی جزیره قشم محاسبه شده است. کمترین میزان بالاآمدگی در جنوب خاوری جزیره (منطقه تورگان) در حدود ۱/۱ میلی‌متر در سال و بیشترین میزان بالاآمدگی در منطقه سوزا (جنوب خاوری جزیره) با میزان بالاآمدگی ۲/۶ میلی‌متر در سال محاسبه شده است. پیرامون گنبد نمکی کوه نمکدان در جنوب باختری جزیره قشم میزان بالاآمدگی ۱/۹ میلی‌متر در سال بوده است و میانگین میزان بالاآمدگی کل این جزیره در طول هلوسن در حدود ۱/۹ میلی‌متر در سال تعیین شده است.

از دیگر مطالعات ایزوتوپی صورت گرفته در جزیره قشم می‌توان به کار Pirazzoli et al. (2004) اشاره کرد. در این مطالعه، نویسندگان از روش ایزوتوپی کربن ۱۴ برای تعیین سن صدف های ساحلی بالاآمده در اطراف گنبد نمکی کوه نمکدان استفاده کرده است (جدول۳). همچنین با محاسبه میزان بالاآمدگی بیان داشته‌اند که آهنگ بالاآمدگی در اطراف گنبدهای فعال بسیار بالاتر از دیگر نقاط جزیره است و بیشترین آهنگ بالاآمدگی را در حدود ۱۰ میلی‌متر در سال برای نمونه‌هایی با سن میان ۶ و ۴/۵ هزار سال محاسبه کرده‌اند.

در مطالعه پادگانه‌های کهن‌تر جزیره قشم با توجه به محدودیت استفاده از روش کربن ۱۴ برای دیرینگی‌های بیش از ۵۰ هزار سال، از روش تعیین سن اورانیم/ توریم استفاده شده است. این روش تعیین سن در مورد نمونه‌های مرجانی جزیره قشم با بیشینه ۲٪ مواد کلسیتی (بدون تبلور مجدد) انجام شد و سن مطلق در حدود ۶±۱۳۹ هزار سال، ۶±۱۲۷ هزار سال و۷ ±۱۰۴ هزار سال را به ترتیب برای پادگانه‌هایی با ارتفاع ۱۲ متر،۲۱ متر و ۲۶ متر نسبت به سطح آب دریا نشان داده است (Reyss et al., 1998). نتایج حاصل از مطالعات پیشینیان نشان داده است که میانگین بالاآمدگی برای سواحل شمالی خلیج فارس در حدود ۱/۸ تا ۶/۶ میلی‌متر در سال در زمان هلوسن بوده است، در حالی که میزان فرورانش برای بخشی از سواحل جنوبی خلیج فارس در مسقط عمان در دوره زمانی یادشده ۸/۵ میلی‌متر در سال گزارش شده است (Vita –Finzi, 1980). با توجه به مطالعات انجام شده، میزان کوتاه‌شدگی نسبی یا سرعت جابه‌جایی سطحی جزیره قشم، در حدود ۳۲ میلی‌متر در سال و در روند شمال- شمال خاوری است. میزان بالازدگی حاصل از نیروهای نوزمین‌ساختی جزیره قشم حدود ۰/۰۲ ±۰/۲ میلی‌متر در سال و برای محدوده ساختار نمکی کوه نمکدان بیش از ۶ میلی‌متر در سال محاسبه شده است (Pirazzoli et al., 2004). بالا بودن آهنگ بالاآمدگی بخش باختری جزیره قشم را می‌توان ناشی از قابلیت شکل‌پذیری و جریان یافتگی نهشته‌های تبخیری سری هرمز دانست (زارع زاده، ۱۳۸۹).

۵– بحث

۵– ۱. تعیین سن نمونه های مورد مطالعه

نمونه‌های برداشت‌شده در این مطالعه در آزمایشگاه رادیوکربن پزنان کشور لهستان و به روش ایزوتوپ کربن ۱۴(AMS) تعیین سن شده‌اند (جدول۴). بر پایه یافته‌های حاصل از این پژوهش سن مرتفع‌ترین پادگانه نمونه‌برداری شده موجود در جزیره قشم با ارتفاع ۱۰/۵ متر نسبت به سطح آب دریا ۶۰۰ ± ۳۷۸۰۰ سال و سن ۵۰±۴۶۸۰ سال برای پادگانه‌ای با کمترین ارتفاع (۵ متر نسبت به سطح آب دریا) تعیین شده است. با توجه به سن‌های محاسبه شده و ارتفاع پادگانه‌ها از سطح آب دریا، آهنگ بالاآمدگی این پادگانه‌ها به روش زیر محاسبه شده است.

$$U = (Z-Z_0-SL/t)$$

در این رابطه U میانگین نسبت بالاآمدگی، Z ارتفاع امروزی، Z_0 ارتفاع

اولیه که پادگانه‌ها از مرجان‌ها شکل گرفته‌اند (معمولاً معادل صفر است)، SL سطح دریا در زمان و t سن رخنمون است (Pinter & Garder, 1989).

نتایج حاصل نشان داده است که، کمترین سن و میزان بالاآمدگی مربوط به منطقه خربس با سن میانگین ۴۶۹۰ سال با نسبت بالاآمدگی ۱/۰۶ میلی‌متر در سال محاسبه شد. منطقه سوزا سن کالیبره ۲۷۰۰۰ سال و نسبت بالاآمدگی ۲/۲ میلی‌متر در سال دارد و بالاترین سن و آهنگ بالاآمدگی را منطقه برکه خلف با سن کالیبره ۳۹۰۰۰ سال و آهنگ بالاآمدگی ۲/۶۰ میلی‌متر در سال به خود اختصاص داده است. با توجه به این مطالعه با افزایش فاصله افقی پادگانه‌ها از دریا، ارتفاع پادگانه‌ها از سطح آب دریا و آهنگ بالاآمدگی آنها نیز افزایش می‌یابد (شکل۸). بر پایه یافته‌های این پژوهش آهنگ بالاآمدگی جزیره قشم از کواترنری تا عهد حاضر در حدود ۰/۲۲ میلی‌متر در سال محاسبه شده است.

۵-۲. نوسانات سطح آب دریای خلیج فارس درکواترنری

سطح آب دریای خلیج فارس در کواترنری با توجه به تغییرات درجه حرارت و یا به طور کلی آب و هوای دیرینه و کنونی در گستره جهانی، تغییرات به نسبت زیادی داشته است (Lambeck, 2002). البته تغییرات آب دریا بیشتر در افقی پایین‌تر نسبت به سطح کنونی آن محدود بوده و برای ۲/۵ میلیون سال گذشته و در تمام طول کواترنر و حتی در طول دوره‌های به نسبت گرم میان یخچالی مربوط که به طور طبیعی سطح آب دریا به بیشترین مقدار خود می‌رسیده، به نظر نمی‌رسد که تراز آب دریاها در طی نوسان‌های خود بیش از چند متری نسبت به سطح کنونی آن بالاآمده باشد، یعنی ۱۲۵ هزار سال پیش (رویداد سانگامون) میانگین سطح دریا تقریباً ۶ متر بالاتر از سطح کنونی است (Bloom et al., 1974). همچنین نتایج حاصل از تعیین سن مرجان‌های جزیره کیش نیز گویای این مسئله برای دریای خلیج فارس بوده، زیرا در این زمان جزیره کیش به طور موقتی به زیر آب رفته است با توجه به این نکته که در زمان ۱۸۶ تا ۲۲۵ هزارسال پیش پایین‌ترین مکان جزیره ۱/۵ متر و بالاترین مکان ۳۲ متر بالاتر از سطح آب قرار گرفته بودند (Preusser et al., 2003). در حدود ۳۰ تا ۳۲ هزار سال پیش سطح آب دریایی خلیج فارس ۴۰ متر پایین‌تر از سطح کنونی بوده است (Uchupi et al., 1999). تفاوت نسبت‌های ایزوتوپ‌های اکسیژن در روزن‌بران کف‌زی میان عصرهای اقیانوسی (هلوسن) و زمان بیشترین شدت یخبندان گذشته و حجم کل یخ برآورد شده در زمان بیشترین یخبندان، نشان از کاهش ارتفاع یخبندان به میزان دست کم ۱۶۰ متر بوده است. ۱۵ هزار سال پیش سطح دریا شروع به بالا آمدن کرده و در ابتدای هلوسن (ابتدای کواترنر پسین) یعنی حدود ۱۰ هزار سال پیش، ۸۰ متر بالا آمده و به ۶۰ متر پایین‌تر از سطح کنونی دریاها می‌رسد، با ادامه این روند در حدود هفت هزار سال پیش سطح آب در این منطقه معادل سطح کنونی آب دریاها شده و در محدوده زمانی ۶۰۰۰ تا ۵۵۰۰ سال پیش به بالاترین حد یعنی ۲/۵ تا ۴ متر بالاتر از سطح کنونی دریاها رسید. اما سطح کنونی آن ناشی از پایین افتادن سطح آب دریا در این منطقه در ۲۰۰۰ تا ۱۰۰۰ سال پیش است. محیط‌های ساحلی و کم ژرفای دریایی، به دلیل اینکه محل پیوستگی هوا، زمین و آب و در نتیجه محل تمرکز فرایندهای فیزیکی و زیستی هستند از محیط‌های مناسب برای بررسی تغییرات سطح آب دریا به شمار می‌روند (Burbank & Anderson, 2001). این تغییرات می‌تواند ناشی از عملکرد همزمان تغییرات جهانی سطح آب دریا یا فعالیت‌های زمین‌ساختی محلی مانند فرونشینی تدریجی و بالاآمدگی محلی (Uplift & Local Subsidence) باشد (Emery & Meyers, 1996). حتی اگر سن‌یابی نیز کاملاً رضایت بخش باشد، در محاسبه سطح متوسط دریا در یک زمان خاص مشکلات بسیاری وجود دارد (Kidson,1982). بهترین برآورد برای تغییرات سطح دریا، از تعیین رادیومتری پادگانه‌های مرجانی(سازنده) بر روی سواحل در حال تغییرات زمین‌ساختی نتیجه‌گیری شده است (Bloom et al.,1974; Chappell et al.,1996). برای تعیین تغییر ظاهری سطح دریا باید آهنگ جابه‌جایی‌های زمین‌ساختی را مشخص کرد. بر پایه این پژوهش پادگانه‌های دریایی جزیره قشم، آهنگ تغییر ظاهری سطح دریای خلیج فارس ۰/۱۲۵ – میلی‌متر در سال در طول کواترنری به دست آمده است. از سوی دیگر، سطح دریای دیرینه در زمان شکل‌گیری پادگانه‌ها در جدول ۵ آمده است.

منحنی تغییر حقیقی سطح دریا که از مطالعات مربوط به پادگانه‌های مرجانی به دست آمده، بویژه برای موقعیت‌های بالاماندن (Highstand System Tracts) سطح دریا طی ۱۳۵۰۰۰ سال گذشته، دقت خوبی دارد. البته برای زمان‌های کهن‌تر این منحنی اعتبار کمتری دارد. بخشی از این مهم، ناشی از دقت کم در تعیین سن پادگانه‌های کهن‌تر بوده و بخش دیگر آن مربوط به محدودیت نقاط قابل اتکای کهن‌تر از ۱۳۵۰۰۰ سال، برای تعیین دقیق سطح دریاست. داده‌های حاصل از تعیین سن پادگانه‌های دریایی جزیره قشم بر روی نمودار تغییرات در سطح حقیقی دریا پیاده شده است (شکل۹).

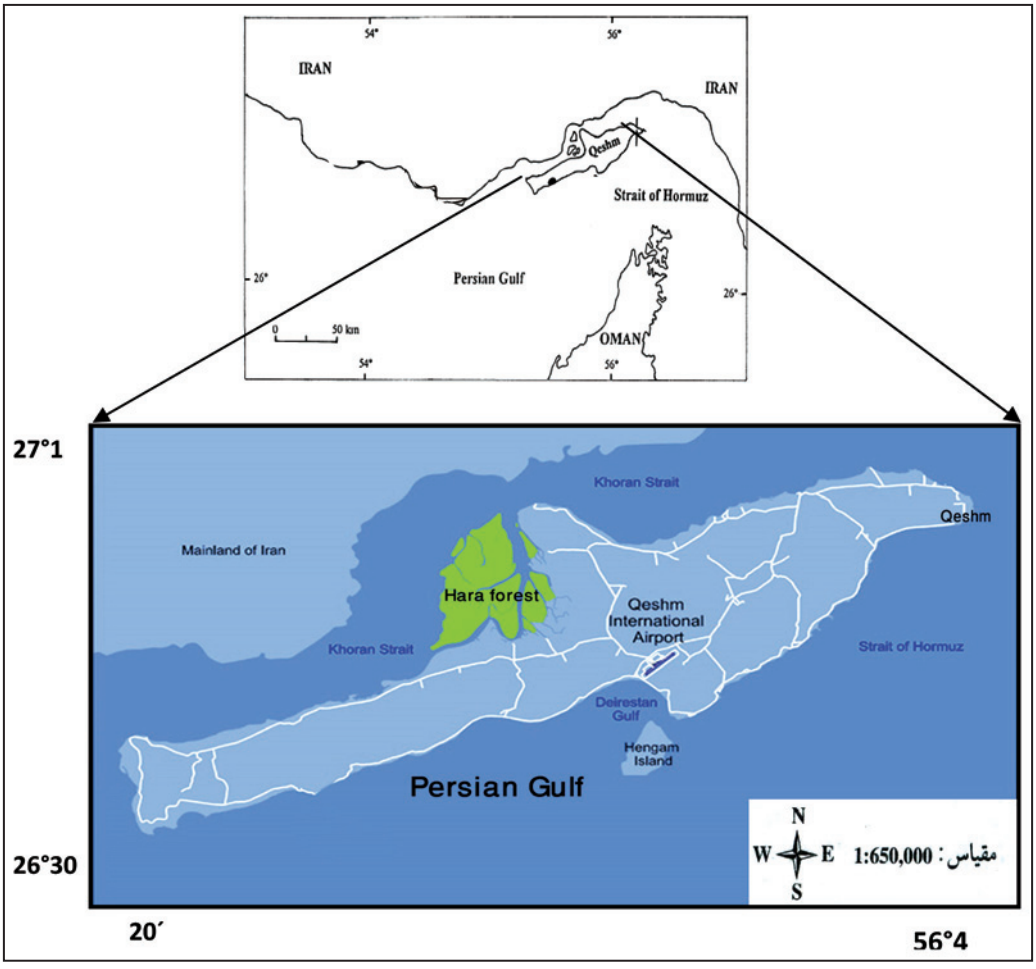
بر پایه این نمودار داده‌های حاصل از تغییرات سطح دریای خلیج فارس در طول ۱۴۰ هزار سال گذشته با توجه به سن‌یابی پادگانه‌های جزیره قشم با تغییرات سطح حقیقی دریا در شبه جزیره هون در گینه‌نو منطبق بوده و تا حدودی دارای روند یکسانی است. طبق این مطالعات نمودار تغییرات سطح دریای خلیج فارس با توجه به سن‌یابی پادگانه‌های دریایی جزیره قشم، با نمودار تغییرات سطح دریا بر پایه ترکیب ایزوتوپی اقیانوس‌ها همخوانی داشته و بر مرحله ۲ ایزوتوپ اکسیژن اقیانوس‌ها منطبق است. همچنین بر پایه داده‌های سن‌یابی اواخر دوره میان یخچالی، بیشتر تغییرات جزیره قشم طی این دوره منطبق بر مرحله ایزوتوپی 5e و 5c اقیانوس‌هاست (شکل۱۰).

۶- نتیجه‌گیری

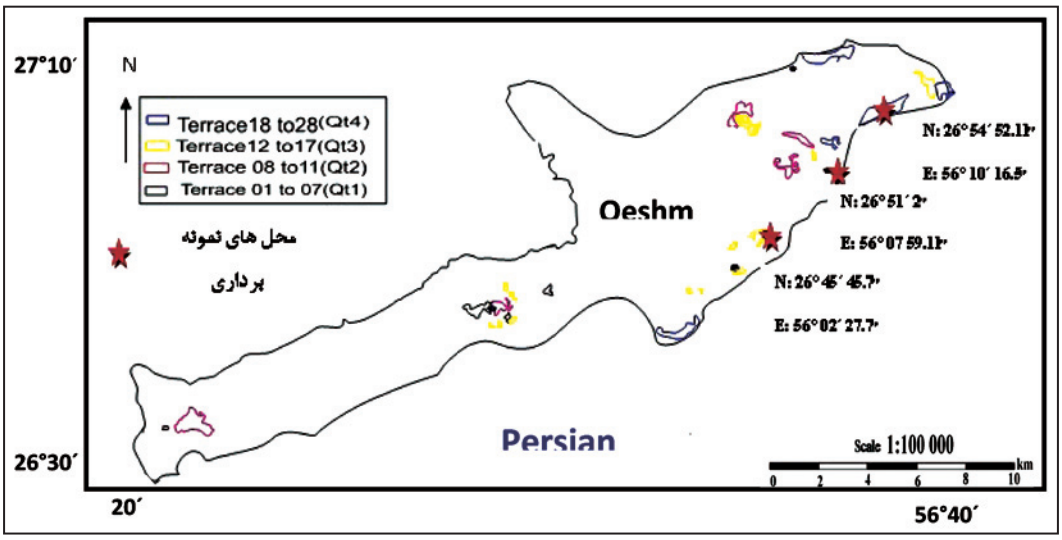
سن سنجی رادیوکربنی پادگانه های دریایی جزیره قشم با ارتفاعات مختلف، سن پلیستوسن پسین تا هلوسن را نشان می‌دهد. با توجه به تعیین سن صورت گرفته، میزان بالاآمدگی این جزیره در طول کواترنری در حدود ۰/۲۲ میلی‌متر در سال محاسبه شده است. البته، این آهنگ در بخش‌های مختلف جزیره یکسان نیست و بالاآمدگی بخش باختری جزیره، افزون بر متأثر شدن از تغییر شکل‌های ساختاری، تحت تأثیر فعالیت گنبد نمکی نیز است. بیشتر بالاآمدگی‌های جزیره قشم در اواخر دوره میان یخچالی با مراحل ایزوتوپی 5e و 5c اقیانوس‌ها منطبق بوده است. در طول ۵۰۰۰۰ سال، تغییرات سطح آب دریای خلیج فارس با مرحله ۲ ایزوتوپی اقیانوس‌ها همخوانی دارد. با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان بیان داشت که آهنگ پایین افتادگی سطح آب دریای خلیج فارس به میزان ۰/۱۲۵ میلی‌متر در سال در طول کواترنری بوده است. از سوی دیگر، نتایج حاصل نشان می‌دهد که حرکات نوزمین‌ساختی به گسترش شرایط خشکی حاکم بر جزیره قشم از پلیستوسن تا عهد حاضر انجامیده‌اند.

سپاسگزاری

این پژوهش با همکاری گروه‌های آموزشی زمین‌شناسی دانشگاه هرمزگان، دانشگاه تهران و سازمان منطقه آزاد قشم انجام شده و از آنها قدرانی می‌شود. از سویی باید از مسئولان آزمایشگاه رادیوکربن پزنان کشور لهستان برای کمک‌هایشان و از زحمات هیئت تحریریه، سردبیر و داوران محترم فصلنامه علوم‌زمین سپاسگزاری شود.

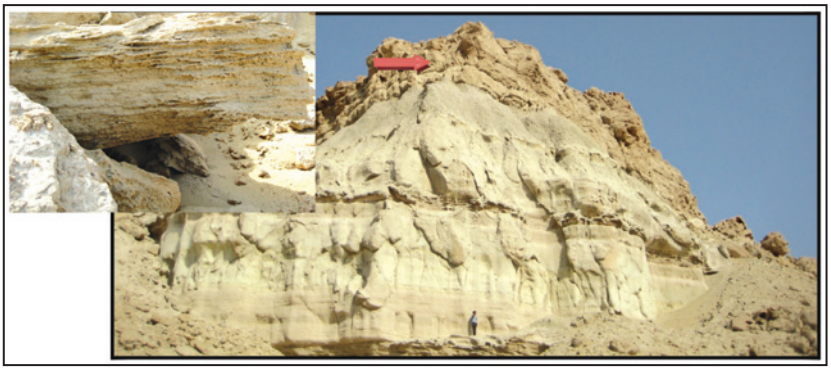


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی جزیره قشم

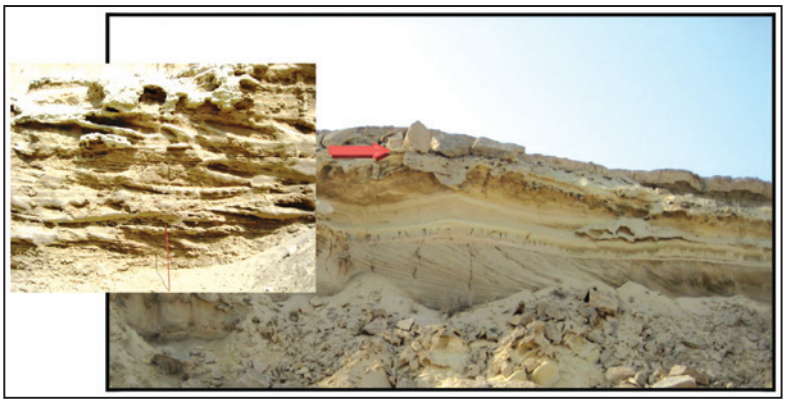


شکل ۲- نقشه پراکندگی پادگانه‌های آهکی جزیره قشم و محل‌های نمونه‌برداری از این نهشته‌ها به همراه مختصات جغرافیایی

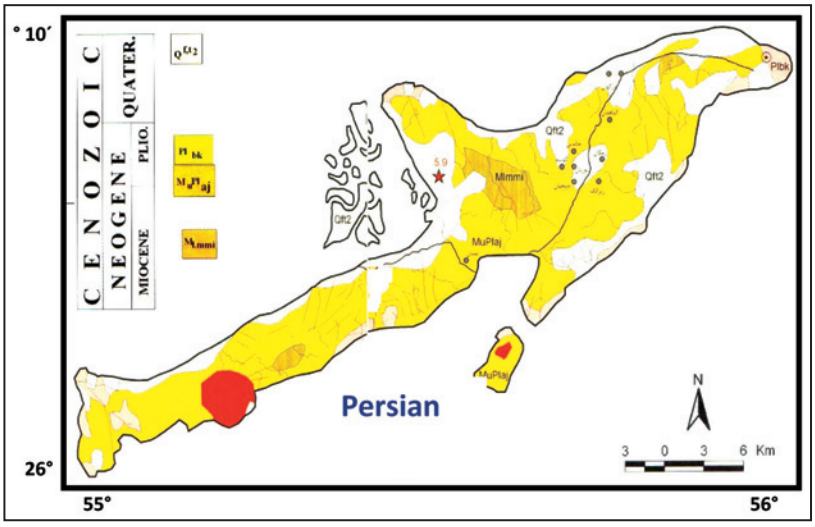
شکل ۳- لایه نمونه‌برداری شده از پادگانه Qt4 جزیره قشم (پادگانه خربس)، سوی نگاه جنوب خاوری



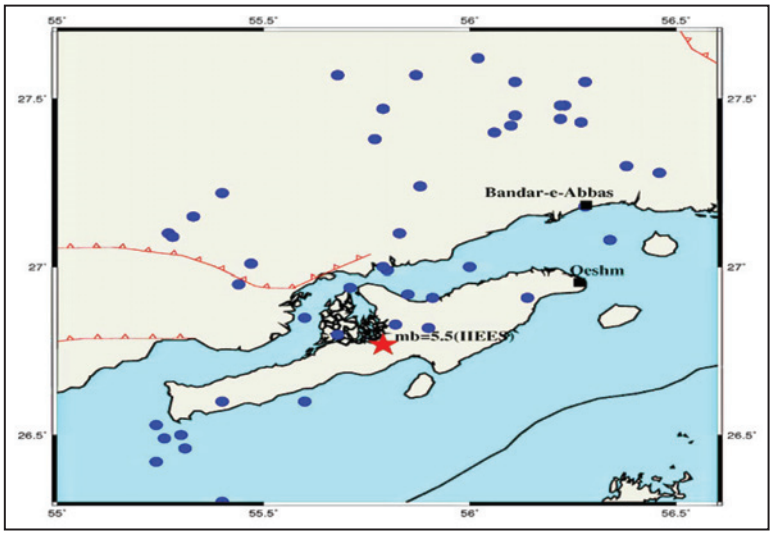
شکل ۴- لایه نمونه‌برداری شده از پادگانه Qt2 جزیره قشم (پادگانه برکه خلف)، سوی نگاه جنوب



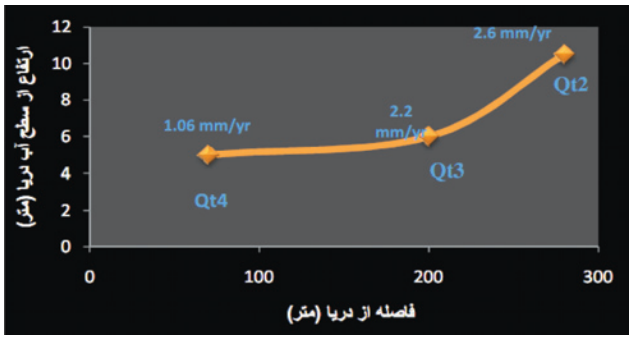
شکل ۵- لایه نمونه‌برداری شده از پادگانه Qt3 جزیره قشم (پادگانه سوزا)، سوی نگاه شمال باختری



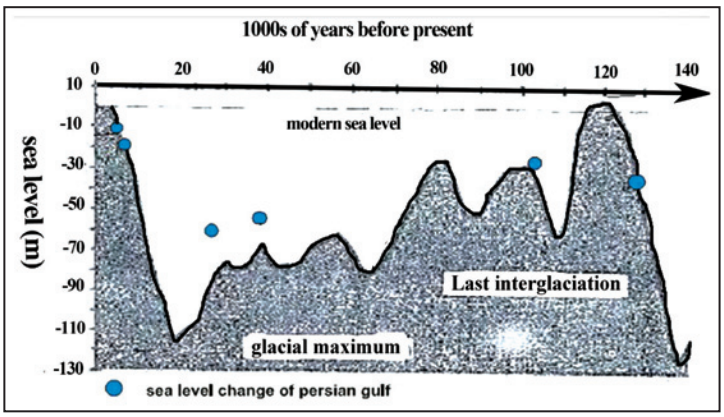
شکل ۶- نقشه زمین‌شناسی جزیره قشم: Qft2 انباشته‌های مرتفع پادگانه‌های (تراس) کهن، Plbk کنگلومرا و ماسه‌سنگ، MuPlaj ماسه‌سنگ، سیلتستون ژیپس‌دار و مارن، سازند آغاجاری، Mlmmi تناوب مارن خاکستری و سنگ‌آهک، سازند میشان



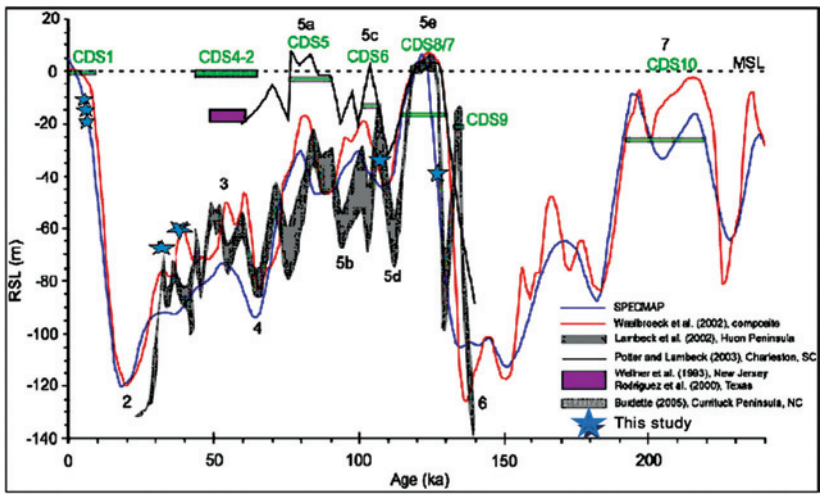
شکل ۷ – پراکندگی زمین‌لرزه‌های ۵ و بزرگ‌تر از ۵ منطقه در سده اخیر (iiees.ac.ir)



شکل ۸– گستره سنی پادگانه‌های جزیره قشم با توجه به ارتفاع از سطح دریا و فاصله از دریا بر حسب متر



شکل ۹– انطباق داده‌ها بر روی نمودار تغییرات در سطح حقیقی دریا که بر پایه پادگانه‌های سن‌یابی شده در شبه جزیره هون (Huon Peninsula) در گینه‌نو انجام شده است (برگرفته از Chappell et al ., 1996).



شکل ۱۰– انطباق داده‌ها بر روی نمودار تغییرات ایزوتوپی اقیانوس‌ها، اعداد مشکی مرحله ایزوتوپ اکسیژن اقیانوس‌ها را نشان می‌دهد (برگرفته از Parham et al., 2007)

جدول ۱- ویژگی‌های مکان‌های نمونه‌برداری

نمونه	طول جغرافیایی (خاوری)	عرض جغرافیایی (شمالی)	ارتفاع از سطح آب دریا (متر)	جنس لایه نمونه‌برداری شده
پادگانه خربس (Qt4)	۵۶° ۱۰´ ۱۶/۵″	۲۶° ۵۴´ ۵۲/۱۱″	۵	سنگ آهک ماسه‌ای با لایه‌بندی موازی
پادگانه برکه خلف (Qt2)	۵۶° ۰۷´ ۵۹/۱۱″	۲۶° ۵۱´ ۲″	۱۰/۵	سنگ‌آهک ماسه‌ای
پادگانه سوزا (Qt3)	۵۶° ۰۲´ ۲۷/۷″	۲۶° ۴۵´ ۴۵/۷″	۶	سنگ‌آهک ماسه‌ای با قطعات فسیل فراوان

جدول ۲- تعیین سن پادگانه‌های دریایی جزیره قشم به روش کربن ۱۴ و آهنگ بالاآمدگی جزیره قشم (Haghipour & Fontugen, 1993)

نمونه	طول جغرافیایی (خاوری)	عرض جغرافیایی (شمالی)	ارتفاع از سطح آب دریا (متر)	سن (BP)	آهنگ بالاآمدگی (میلی‌متر در سال)
جنوب باختری جزیره قشم (تورگان)	۵۶°۱۲´ ۵۶°۱۲´	۲۶°۵۶´ ۲۶°۵۵´	۱۶/۵ ۵/۵	۴۶۵۰± ۵۰	۱/۱
برکه خلف	۵۶°۰۹´	۲۶°۵۱´	۱۶/۵	۳۵۰۰۰<´	
سوزا	۵۶°۰۵´	۲۶°۴۷´	۶/۵	۲۶۷۳۰±۵۲۰	۲/۶
جنوب خاوری نمکدان	۵۵°۳۰´	۲۶°۳۶´	۱۱	۵۳۸۰±۱۰۰	۱/۹
شمال باختری جزیره قشم	۵۶°۰۹´	۲۷°۰۰´	۲۱	۳۱۰۰۰<	
شمال باختری جزیره قشم	۵۶°۰۹´	۲۷°۰۰´	۴	۶۹۰±۷۰	

جدول ۳- داده‌های حاصل از تعیین سن صدف‌های ساحلی بالاآمده در اطراف کوه نمکدان جنوب باختر جزیره قشم به روش ایزوتوپی کربن ۱۴ (Pirazzoli et al., 2004)

نمونه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)	سن (کربن ۱۴)BP
A	۲۶°۳۶´	۵۵°۳۱´	۲۲/۲	۵۷۴۰±۶۵
A	۲۶°۳۶´	۵۵°۳۱´	۲۲/۲	۵۱۵۰±۷۰
A	۲۶°۳۶´	۵۵°۳۱´	۱۷/۲	۵۲۴۵±۴۵
B	۲۶°۳۶´	۵۵°۳۱´	۱۰/۲	۴۶۲۰±۶۵
C	۲۶°۳۶´	۵۵°۳۱´	۴/۱	۱۱۰۰±۴۵
D	۲۶°۳۶´	۵۵°۳۱´	۱۲/۲	۵۶۸۰±۷۰
D	۲۶°۳۶´	۵۵°۳۱´	۸/۲	۵۰۴۰±۵۰
E	۲۶°۳۶´	۵۵°۲۹´	۱۱/۲	۵۳۸۰±۱۰۰

جدول ۴- نتایج حاصل از تعیین سن نمونه‌های برداشت‌شده از پادگانه‌های آهکی جزیره قشم در این مطالعه

نمونه	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (خاوری)	ارتفاع از سطح آب دریا (متر)	سن (کربن ۱۴) BP	آهنگ بالاآمدگی (میلی‌متر در سال)
خربس	۲۶°۵۴´	۶۵°۱۰´	۵	۴۶۸۰±۵۰	۱/۰۶
سوزا	۲۶°۴۵´	۵۶°۰۲´	۶	۲۶۳۷۰±۳۱۰	۲/۲
برکه خلف	۲۶°۵۱´	۵۶°۰۷´	۱۰/۵	۳۷۸۰۰±۶۰۰	۲/۶

جدول ۵- تغییرات سطح دریای خلیج فارس با توجه به سن پادگانه‌های جزیره قشم

پادگانه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	سن کالیبره شده پادگانه‌هاBP	سطح دریایی دیرینه نسبت به سطح کنونی(متر)	منابع
Qt2	۱۰/۵	۳۹۰۰۰	-۶۰	در این مطالعه
Qt3	۶	۲۷۰۰۰	-۶۵	در این مطالعه
Qt4	۵	۴۷۰۰	-۱۱	در این مطالعه
Qt4	۴	۶۲۱۰	-۱۲/۵	Reyss et al. (1998)
Qt4	۱۱	۵۳۸۰	-۱۸/۷۳	Reyss et al. (1998)
Qt4	۱۲	۵۶۸۰	-۲۰/۱	Reyss et al. (1998)
Qt1	۲۱	۱۲۷۰۰۰	-۳۶/۸۷	Reyss et al. (1998)
Qt1	۲۶	۱۰۴۰۰۰	-۳۴	Reyss et al. (1998)

کتابنگاری

آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، انتشارت سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.

امری کاظمی، ع.، ۱۳۸۳- اطلس ژئوتوریسم قشم: پایگاه علوم‌زمین کشور، ۱۱۳صفحه.

پروینی، م.، ۱۳۸۶- شرحی بر آیین طرح ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰): انتشارات سیمای دانش، ۲۳۰صفحه.

حقی‌پور، ع . و آقانباتی، غ.، ۱۳۸۴- نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ جزیره قشم، انتشارات سازمان منطقه آزاد قشم.

حقی‌پور، ع.،۱۳۸۴- زمین‌شناسی منطقه قشم، انتشارات سازمان منطقه آزاد قشم، ۵ صفحه.

زارع‌زاده، ر.، ۱۳۸۹- مشخصات رسوب‌شناسی و شرایط محیطی نهشته‌های کواترنری جزیره قشم و ارتباط آن با نوسانات سطح آب دریا و فرایندهای نوزمین‌ساخت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۶۸صفحه.

زارع‌زاده، ر.، امینی، ع. و رضایی، پ.، ۱۳۸۹- ریز رخساره‌ها و شرایط محیطی تشکیل پادگانه‌های آهکی منتسب به کواترنری در جزیره قشم، بیست و نهمین گردهمایی علوم‌زمین، صفحه ۲۳۰.

References

Bloom, A. L., Broecker, W. S., Chappell, J. M. A., Matthews, R. K. & Mwsolella, K. J., 1974 - Quaternary sea level fluctuations on a tectonic coast: new $^{230}Th/^{234}U$ dates from the Huon Peninsula, New Guinea, Quaternary Research. 26:.185-205.

Burbank, D. W. & Anderson, R. S., 2001- Tectonic Geomorphology, Blackwell Science, p.14-39.

Chappell, J. M., Omura, A., Esat, T., Mcculoch, M., Pandolfl, J., Ota, Y. & Pillans, B., 1996- Reconcilation of Late Quaternary sea levels derived from coral terraces at Houn Peninsula with deep sea oxygen isotope records, Earth and Planetary Science Letters. 141: 227-236.

Emery, D. & Meyers, K., 1996- Sequence Stratigraphy, Blackwell Science.279P.

Godwin, H., 1962- Recurrence- Surfaces. Danmarks Geol., Undersog. (Afh.) Raekke2.80: 22-30.

Haghipour, A. & Fontugne, M., 1993- Quaternary uplift of Qeshm Island (Iran). Comptes Rendus de1' Aca- demiedes Sciences, Serie II, 317:419-424.

Kidson, C., 1982- Sea level changes in the Holocene. Quat. Sci.Rev.1, p.121-151.

Lambeck, K., 2002- Sea level change from mid-Holocene to recent time: an Australian example with global implications. In: Mitrovica, J.X., Vermeersen, B (eds), Ice Sheet, sea level and the Dynamic Earth. American Geophysical Union Geodynamics Monograph Series. P. 1029-1040.

Lambek, K. & Purcell, A., 2005- Sea level change in Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas. Quaternary. Science.Reviews. 24: 1969-1988.

Parham, P. R., Riggs, S. R., Culver, S. J., Mallinson, D. J. & Wehmiller, J. F., 2007- Quaternary depositional patterns and sea-level fluctuations, northeastern North Carolina: Quaternary Research 67: 83–99.

Pinter, N. & Gordner, T. W., 1989- Construction of a polynomial model of sea level: estimating paleo-sea levels continuously thtough time: Geology 17:295-298.

Pirazzoli, P. A., Reyss, J. L., Fontugne, M. & Haghipour, A., 2004- Quaternary coral-reef terrace from Kish and Qeshm Islands, Persian Gulf: new radiometric ages and tectonic implications: Quaternary International.120:15-27.

Preusser, F., Radtke, U., Fontugne, M., Haghipour, A., Hilgers, A., Kasper, H. U., Nazari, H. & Pirazzoli, P. A., 2003- ESR dating of raised coral reefs from Kish Island, Persian Gulf: Quaternary Science Reviews. 22: 1317-1322.

Reyss, J. L., Pirazzoli, P. A., Haghipour, A., Hatte, C. & Fontugne, M., 1998- Quaternary marine terraces and tectonic uplift rates on the south coast of Iran. In: Stewart, I. S &Vita-finzi, C. (eds) Coastal tectonics. Geological Society. London, Special Publication, 146:225-237.

Uchupi, E., Swif, S. A. & Ross, D. A., 1999- Late Quaternary stratigraphy, paleoclimate and neotectonism of Persian Gulf region: Marine Geology,160: 1-23.

Vita - Finzi, C., 1980- ^{14}C dating of recent crustal movements in the Persian Gulf and Iranian Makran: Radiocarbon, 22:763-773.

www.iiees.ac.ir

Carbonate Marine Terraces of Qeshm Island, a Symbol of Sea Level Changes of the Persian Gulf in the Quaternary

P. Rezaee [1*] & R. Zarezadeh [2]

[1] Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

[2] Ph. D. Student, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

Received: 2011 June 25 Accepted: 2012 May 13

Abstract

Qeshm is the largest island of the Persian Gulf and is located at the southern end of the folded Zagros zone. The stratigraphic units of the Qeshm Island include the Hormoz series, Mishan formation, Aghajari formation and the Quaternary deposits. The Quaternary calcareous marine terraces are an important part of the deposits and an relief index of sea level changes of the Quaternary period in the Qeshm Island. These terraces overly unconformably the older deposits, specially the Aghajari formation. The field and laboratories studies show that these sediments were developed mostly in different parts of an inner ramp comprising of supra-intra tidal, lagoon, and barrier. Application of the radiocarbonical method in different levels of these terraces revealed a Holocene-Pleistocene age. According to this age, an uplift rate of 0.22 mm/y can be estimated for this island, while the throw rate of the Persian Gulf level during the Quaternary is -0.125 mm/y.

Keywords: Qeshm Island, Calcareous Marine Terraces, Sea level Changes, Uplift Rate, Persian Gulf, Quaternary

For Persian Version see pages 67 to 74

*Corresponding author: P. Rezaee; E-mail: peiman_rezaie@yahoo.com