

معرفی رخساره‌های لرزه‌ای در رسوبات خلیج فارس، شمال جزیره قشم

غلامرضا حسین یار^۱، سیدرضا موسوی حرمی^۲ و رضا بهبهانی^۳

^۱ دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲ استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۳ کارشناسی ارشد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۰۸

چکیده

این مطالعه با استفاده از بازتاب داده‌های لرزه‌ای کم ژرفا با قدرت تفکیک بالا به بررسی و تعیین رخساره‌های لرزه‌ای در آبراهه شمال جزیره قشم در خاور خلیج فارس می‌پردازد. داده‌های لرزه‌ای با دستگاه ساب باتم پروفایلر (Sub bottom profiler) برداشت و با نرم‌افزار ISE تفسیر شدند. در مطالعات انجام شده روی رسوبات جوان‌تر از سازند آغاچاری، ۷ نوع رخساره‌ای لرزه‌ای بر روی داده‌های لرزه‌ای تشخیص داده شد. این رخساره‌ها از دامنه، پیوستگی، فرم هندسی یا طرح درونی و طرح برانبارش با یکدیگر متفاوت هستند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که رخساره‌های لرزه‌ای دست کم در دو محیط رسوبی با شرایط متفاوت تشکیل شده‌اند. رخساره‌های لرزه‌ای در بخش پایینی با دامنه نسبتاً ضعیف و پیوستگی و تداوم جانبی خوب، نشان‌دهنده تشکیل آنها در محیط رسوبی با تغییرات کم شرایط محیطی (دریایی) است. رخساره‌های لرزه‌ای بخش بالایی با دامنه‌های متفاوت، طرح Progradation و گسترش جانبی محدود ویژگی‌هایی شبیه محیط دلتایی کوچک مقیاس را نشان می‌دهد. این رخساره‌ها در ۵ دوره مجزا که با مرزهای فرسایشی مشخص است، تشکیل شده‌اند. تغییر شرایط محیط رسوب گذاری و منطقه تأمین‌کننده رسوبات وارده به حوضه به خوبی از روی رخساره‌های لرزه‌ای قابل استناد است. در زمان تشکیل رخساره‌های LAC و LAP-C و MAC رسوبات از سوی جزیره قشم و در هنگام تشکیل رخساره‌های LAC و HAC از سوی شمال وارد حوضه رسوبی شده است.

کلیدواژه‌ها: داده‌های لرزه‌ای، رخساره‌های لرزه‌ای، جزیره قشم، خلیج فارس

*نویسنده مسئول: غلامرضا حسین یار

E-mail: Hosseinyar@gsi.ir

۱- پیش‌گفتار

منطقه مورد مطالعه از دید زمین‌ساختی در امتداد چین‌خوردگی زاگرس و در بخش انتهایی جنوب خاوری آن قرار دارد (Ziegler, 2001; Agard et al., 2011). این بخش از زاگرس در همسایگی خلیج فارس قرار گرفته و شامل چند صد کیلومتر چین‌های با طول موج نسبتاً منظم است (Falcon, 1974; Sepehr & Cosgrove, 2004; Lacombe & Meyer, 2006).

از دید چینه‌شناسی سری سنگ‌های پالئوزویک و مزوزویک در جزیره قشم رخمون نداشته و تنها گنبد‌های نمکی مربوط به سری هرمز در این منطقه قابل مشاهده است. از توالی‌های مربوط به سنوزویک که در جزیره قشم و مناطق پیرامون آن برونزد دارند می‌توان به سازندهای میشان و آغاچاری اشاره کرد. سازند میشان در هسته برخی از تاق‌دیس‌ها و گنبد‌های نمکی جزیره قشم رخمون دارد و با توجه به ماهیت سنگ‌شناختی که به طور عمده متشکل از مارن است، معمولاً سرزمین‌های به نسبت پست و تپه‌ماهوری را تشکیل می‌دهند. بدنه اصلی ساختار زمین‌ساختی جزیره قشم را سازند آغاچاری تشکیل می‌دهد که تناوبی از لایه‌های ماسه‌سنگ آهکی، مارن و سیلتستون است که در تمامی تاق‌دیس‌های منطقه برونزد اصلی را دارد.

توالی مربوط به دوره کواترنری در منطقه قشم به صورت دگرشیب بر روی نهشته‌های قدیمی‌تر گذاشته شده است که می‌توان به آهک قشم، کنگلومرای دولاب (هولوسن پیشین) و ماسه‌سنگ دریایی سوزا اشاره کرد. رسوبات مربوط به هولوسن پسین بخش عمده‌ای از ساحل و خشکی میانی جزیره قشم را پوشانده است. برای مطالعه رخساره‌های لرزه‌ای در آبراهه شمال قشم، از داده‌های لرزه‌نگاری کم ژرفا با قدرت تفکیک بالا که توسط دستگاه Sub-Bottom Profile مدل SES-2000 Standard ساخت شرکت Innomar برداشت شده، استفاده شده است. این دستگاه بر روی شناور ساحلی زمین دریا متعلق به سازمان زمین‌شناسی کشور با طول ۱۵ متر و عرض ۵ متر مجهز به امکانات ناوبری و هیدروگرافی تخصصی شامل مکان‌یاب DGPS از نوع MAX مستقر بود. همچنین نرم‌افزار Hypack در برداشت‌های لرزه‌نگاری به منظور تعیین مسیر برداشت و ناوبری به کار گرفته شد.

استفاده از داده‌های لرزه‌ای بازتابی در مطالعات زیرسطحی به عنوان یک روش ژئوفیزیکی متداول در صنعت و دانشگاه است (Davies et al., 2004; Cartwright & Huuse, 2005). داده‌های لرزه‌ای در شناسایی ساختار، چینه‌نگاری و بررسی زمین‌شناسی سواحل قاره‌ای اهمیت زیادی دارد. بسیاری از مطالعات چینه‌نگاری لرزه‌ای به بررسی کشش و واکنش سواحل قاره‌ای تحت تأثیر فرایندهای محیطی و کاربرد آن در بازسازی تغییرات سطح آب دریا می‌پردازند (Wheeler, 1958; Miall, 1986; Vail, 1987; Haq et al., 1987; Posamentier et al., 1992; Nittrouer & Kravitz, 1996; Nittrouer, 1999; Labaune et al., 2005; Tang et al., 2010). افزون بر این مطالعات، شناسایی رخساره‌های لرزه‌ای در مطالعات لرزه‌ای برای تعیین و بازسازی شرایط دیرینه حوضه رسوبی کمک بسیار زیادی می‌کند. رخساره‌های لرزه‌ای با توجه به ویژگی‌های خاص بازتابی بر روی داده‌های لرزه‌ای شناسایی می‌شوند (Sangree & Widmier, 1979) و ممکن است مرزهای سکانشی رسوبی را قطع کنند (Veeken, 2007). رخساره‌های لرزه‌ای در شرایط محیطی (محیط رسوبی) و انرژی متفاوتی تشکیل می‌شوند. بنابراین شناسایی آنها در نیمرخ‌های لرزه‌ای در تعیین و بازسازی شرایط دیرینه حوضه رسوبی کمک بسیار زیادی می‌کند. به منظور تشخیص رخساره‌های لرزه‌ای باید شکل‌ها و ساختارهایی همچون ساختار درونی بازتاب، روابط مرزی، شکل هندسی بیرونی و ارتباط عرضی رخساره‌ها بررسی شود (Veeken, 2007; Van Daele et al., 2011). در این مطالعه به شناسایی و معرفی رخساره‌های لرزه‌ای در محدوده آبراهه شمال جزیره قشم و کاربرد آن در شناسایی تغییرات محیط رسوبی پرداخته می‌شود.

۲- موقعیت جغرافیایی و روش مطالعه

آبراهه شمال جزیره قشم (منطقه مورد مطالعه) در جنوب استان هرمزگان و در محدوده خاوری آب‌های خلیج فارس قرار گرفته است. این منطقه از شمال به سرزمین اصلی ایران و اسکله کشتی‌سازی ایزواکو (ISOICO) و از جنوب به جزیره قشم و بندر درگهان محدود می‌شود (شکل ۱).

واحد لرزه‌ای ۲ را در بر می‌گیرد (شکل ۲). این رخساره با لایه‌بندی موازی است و از دامنه بازتاب‌های لرزه‌ای کمی برخوردار است (شکل ۳). این رخساره از نظر زمانی به احتمال فراوان دومین واحد رسوبی قدیمی پس از سازند آغاچاری است (اولین واحد رسوبی در بخش جنوبی حوضه قابل مشاهده است) و به سمت مرکز حوضه ستبرای بیشتری دارد. مرز پایینی این رخساره قابل مشاهده نبوده و به سمت مرز بالایی با افزایش دامنه بازتاب‌ها مشخص است. مرز بالایی از نظر چینه‌شناسی یک ناپوستگی از نوع فرسایشی است و نشانگر انقطاع در رسوب‌گذاری و پایین آمدگی سطح آب است.

۲-۳. رخساره Low Amplitude to Medium Parallel (LAPF)

در آبراهه شمال جزیره قشم واحد لرزه‌ای ۳ و ۱۱ از رخساره موازی لایه‌بندی تشکیل شده‌اند. بازتاب‌های لرزه‌ای این رخساره دامنه ضعیفی داشته و به احتمال زیاد در محیط دریایی تشکیل شده است ولی به سمت بخش‌های بالایی رخساره، دامنه زیاد می‌شود. بالا آمدگی گاز و نفوذ آن در بخش‌هایی از این رخساره سبب از بین رفتن بازتاب‌های لرزه‌ای و نبود داده در این نواحی شده است (Hosseinyar et al., 2014). تشابه طرح برانبارش و دامنه بازتاب‌های لرزه‌ای در دو واحد لرزه‌ای ۳ و ۱۱ تأییدی بر تشکیل همزمان این دو واحد است.

شیب تند بستر در زمان رسوب‌گذاری در واحد لرزه‌ای ۳ می‌تواند عامل اصلی تغییر شکل هندسی یا طرح برانبارش بازتاب‌های لرزه‌ای این رخساره باشد.

۳-۳. رخساره Low Amplitude Clinoform (LACF)

این رخساره از بازتاب‌های لرزه‌ای با دامنه کم تشکیل شده است. بازتاب‌ها موازی هم و (مایل نسبت به لایه‌بندی) بوده ولی طرح برانبارش آنها از نوع پیش‌رونده است. مطلب یادشده نشان می‌دهد که این رخساره در شرایط نسبتاً پایدار سطح آب تشکیل شده که ورود رسوب به حوضه باعث پیش‌روی رخساره‌ها به سوی حوضه شده است (شکل ۳). این رخساره لرزه‌ای دربرگیرنده واحدهای لرزه‌ای ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ است (شکل ۲). رسوب وارده در زمان تشکیل واحدهای لرزه‌ای یادشده از سوی شمال (رودخانه کهل) تأمین شده است.

۴-۳. رخساره Low Amplitude Parallel to Clinoform (LAP-CF)

طرح برانبارش این رخساره نشانگر تأمین رسوب از سوی جنوب (جزیره قشم) است و واحد لرزه‌ای ۱۵ را شامل می‌شود (شکل ۲). این رخساره لرزه‌ای با بازتاب لرزه‌ای ممتد (پیوسته) دامنه کم تا متوسط از دیگر رخساره‌های لرزه‌ای قابل تمایز است (شکل ۳). بازتاب‌های لرزه‌ای موازی هم هستند که به سمت درون حوضه تغییر یافته و طرح مایل نشان می‌دهند. گسترش این رخساره کم بوده و فرسایشی بودن مرز پایینی و بالایی آن نشانگر تغییرات محیطی زیاد در حوضه رسوبی است.

۵-۳. رخساره Medium Amplitude Clinoform (MACF)

این رخساره لرزه‌ای شامل واحدهای ۱۶، ۱۸ و ۱۹ است (شکل ۲). بازتاب‌های لرزه‌ای در این رخساره دامنه متوسطی نشان می‌دهند که نسبت به لایه‌بندی مایل هستند (شکل ۳). طرح برانبارش آنها از نوع پیش‌رونده بوده و نشانگر تأمین رسوب از سمت جنوب است. تشابه ویژگی‌های لرزه‌ای در واحدهای تشکیل‌دهنده این رخساره نشان می‌دهد که سه واحد لرزه‌ای یادشده در یک بازه زمانی و در شرایط پراثری (Vekeen, 2007) تشکیل شده‌اند. مرز پایینی و بالایی رخساره لرزه‌ای MAC از نوع فرسایشی است. روابط موجود بین این رخساره با رخساره‌های لرزه‌ای دیگر و نوع طرح برانبارش آنها بیانگر تغییر منطقه تأمین رسوب از شمال به جنوب در زمان تشکیل این رخساره است.

۶-۳. رخساره High Amplitude Clinoform (HACF)

این رخساره بیشتر در بخش‌های شمالی آبراهه تشکیل شده است. از ویژگی‌های این رخساره می‌توان به دامنه زیاد بازتاب‌های لرزه‌ای آن اشاره کرد که واحدهای لرزه‌ای

بازه مورد استفاده در این دستگاه بین ۱۵-۲ KHz متغیر است که در این سری از داده‌ها بیشتر از بسامد ۴ و ۸ استفاده شده است. برای پردازش و آماده‌سازی داده‌ها نیز از نرم‌افزار 2.92.16 ISE استفاده شده است. برداشت‌های لرزه‌ای در این پروژه بر اساس شبکه منظم شامل ۲۴ نیم‌رخ در امتداد شمالی-جنوبی با فاصله متوسط ۵۰۰ متر و ۶ نیم‌رخ نیز در امتداد خاوری-باختری و مایل بر نیم‌رخ‌های پیش با فواصل متفاوت تهیه شد (شکل ۱).

۳- بحث

بخش زیادی از رسوبات نهشته شده در آبراهه شمال جزیره قشم که بر روی داده‌های لرزه‌ای ثبت شده‌اند، در دوره کواترنر تشکیل شده است. در مطالعات انجام شده بر روی داده‌های لرزه‌ای آبراهه شمالی جزیره قشم تعداد ۲۲ واحد لرزه‌ای (واحدهای لرزه‌ای را می‌توان از نشانه‌هایی همچون حدود جانبی، پیوستگی، تغییر در ستبراء، نوع الگوی بازتاب‌های لرزه‌ای و فرم هندسی بازتاب‌های درون هر واحد تشخیص داد (Marsset et al., 1999; Martinez & Ramos, 2011) شناسایی شد. این واحدها از نظر فرم هندسی، طرح برانبارش، ویژگی بازتاب‌ها، ماهیت سطوح و روابط بین یکدیگر تفکیک شده‌اند (شکل ۲).

بازتاب‌های لرزه‌ای مربوط به افق‌های بالایی سازند آغاچاری کهن‌ترین واحد لرزه‌ای هستند که پس از آن واحدهای ۲ به طور روهیمپوشان بر روی سازند آغاچاری قرار گرفته است. مرز بالایی واحد لرزه‌ای دوم در بیشتر نواحی آبراهه از نوع فرسایشی است که نمایانگر تغییرات (افت) سطح آب دریا و رخنمون تحت جوی آن است. واحد ۳ با مرز فرسایشی و ویژگی‌های مشابه لرزه‌ای با واحد ۲ بر آن تشکیل شده است. گسترش این واحد محدود به نواحی شمالی آبراهه است.

داده‌های لرزه‌نگاری نشانگر این است که پس از تشکیل واحدهای لرزه‌ای ۲ و ۳ منطقه مورد مطالعه به طور کامل از آب خارج شده و در معرض فرسایش قرار گرفته است. به‌گونه‌ای که ویژگی‌های واحدهای لرزه‌ای جوان‌تر با ۲ واحد پیش متفاوت بوده و بازتاب‌های لرزه‌ای آنها ویژگی‌های مشابه با محیط دلتایی کوچک را تداعی می‌کند که بیشتر تحت تأثیر رسوب وارده به حوضه متغیر بوده است.

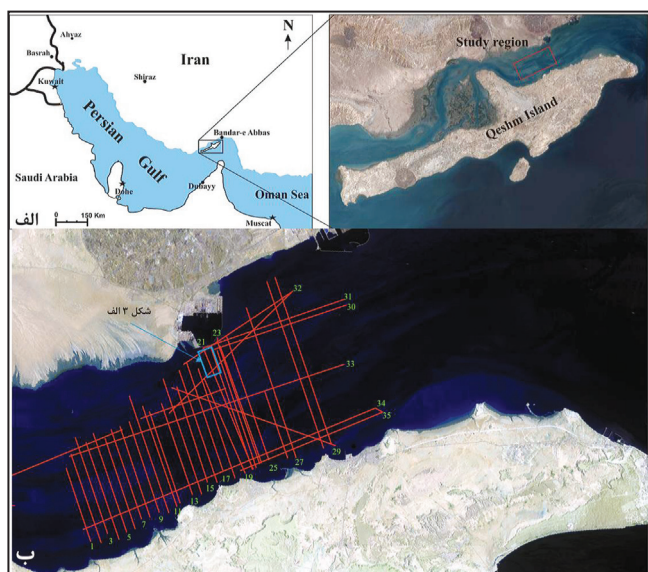
به دنبال افت سطح آب دریا در این دوره از تکامل حوضه تغییر عمده‌ای در شرایط محیطی منطقه و حوضه رخ داده است. به‌گونه‌ای که محیط رسوب‌گذاری که تا این زمان (زمان تشکیل واحدهای ۲ و ۳) از نوع شلف دریایی بوده (با توجه به مطالعات پیشین و مطالعه حاضر) تبدیل به محیطی با ویژگی‌های شبیه به محیط‌های دلتایی شده است. به نظر می‌رسد که تغییرات ساختاری محلی و اقلیمی در نوسانات سطح آب در منطقه مؤثر بوده و در رسوب‌گذاری واحدهای ۴ تا ۲۲ نقش اصلی را داشته است. این تغییرات را می‌توان از جابه‌جایی واحدها در ارتباط با نوسانات سطح آب و نیز تغییر در منطقه تأمین رسوبات وارده به آبراهه استنباط کرد.

هم‌اکنون شرایط رسوب‌گذاری در بخش‌های محدودی از حوضه برقرار است و در بیشتر نواحی وضعیت تعادلی را می‌توان دید. رسوبات بیشتر از سمت شمال آبراهه و از رودخانه کهل تأمین می‌شود. البته رودخانه‌های کوچک و فصلی نیز در جزیره قشم وجود دارند که در مواقع پر آبی مقداری رسوب را وارد آبراهه می‌کنند ولی جریان‌های دریایی موجود باعث پخش شدن این رسوبات شده و از رسوب‌گذاری مستقیم آنها جلوگیری می‌کند.

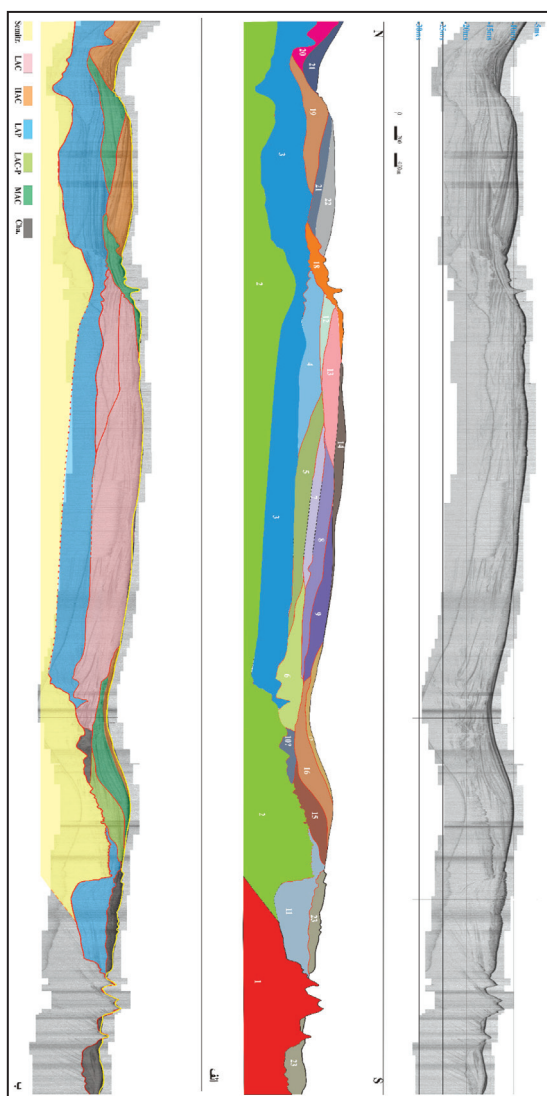
مرحله دوم در چینه‌نگاری لرزه‌ای، پس از شناسایی نوع قطع شدگی‌ها و انواع سطوح موجود در داده‌های لرزه‌ای، شناسایی رخساره‌های لرزه‌ای است. با توجه به ویژگی‌های لرزه‌ای همچون ساختار درونی بازتاب‌ها، روابط مرزی، شکل هندسی بیرونی و ارتباط جانبی رخساره‌ها ۷ نوع رخساره‌ای لرزه‌ای شناسایی شد:

۱-۳. رخساره Semitransparent to very low amplitude parallel

این رخساره بخش زیرین توالی رسوبی را در آبراهه شمال قشم تشکیل می‌دهد و



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی جزیره قشم و شبکه برداشت نیمرخ های لرزه ای در محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه



شکل ۲- الف) واحدهای لرزه ای و ب) رخساره های لرزه ای شناسایی شده در رسوبات آبراهه شمالی جزیره قشم (نیمرخ ۲۰)

۶، ۱۷، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ نیمرخ های لرزه ای است (شکل های ۲ و ۳). بازتاب های لرزه ای این رخساره پیوستگی خوبی دارند. بازتاب های لرزه ای مایل بوده و طرح برانبارش آن نشان از پیش روی رخساره ها به سمت مناطق جنوبی (یا به عبارتی بخش درونی آبراهه) و تشکیل آن در شرایط محیطی پرانرژی کرده است. طرح درونی بازتاب های لرزه ای در واحدهای یاد شده از نوع مایل (Oblique progradational) است که در شرایط پر انرژی بودن محیط رسوبی ثبت می شود (Vekeen, 2007).

این رخساره پس از وقفه رسوبی و فرسایش همزمان با آن پس از تشکیل رخساره MAC تشکیل شده است. طرح برانبارش این رخساره تغییر دوباره شرایط رسوب گذاری حوضه را که با پیش روی دوباره آب و ورود رسوب از سمت شمال آبراهه همراه است را نشان می دهد.

۳-۷. رخساره Chaotic- Complex fill

طرح برانبارش این رخساره از نوع بی نظم یا پیچیده است که بازتاب های درونی آن با دامنه ها و بسامدهای متفاوت و منفصل (غیر پیوسته) مشخص است. این طرح برانبارش بیانگر بی نظمی در رسوب گذاری است. در منطقه مورد مطالعه، واحدهای ۱۰ و ۲۳ نشان دهنده رخساره لرزه ای نوع بی نظم و پیچیده هستند که با توجه به توپوگرافی واحدهای قدیمی در زمان رسوب گذاری آنها نشانگر تشکیل این رخساره ها از واریزه های رسوبی است (شکل ۲).

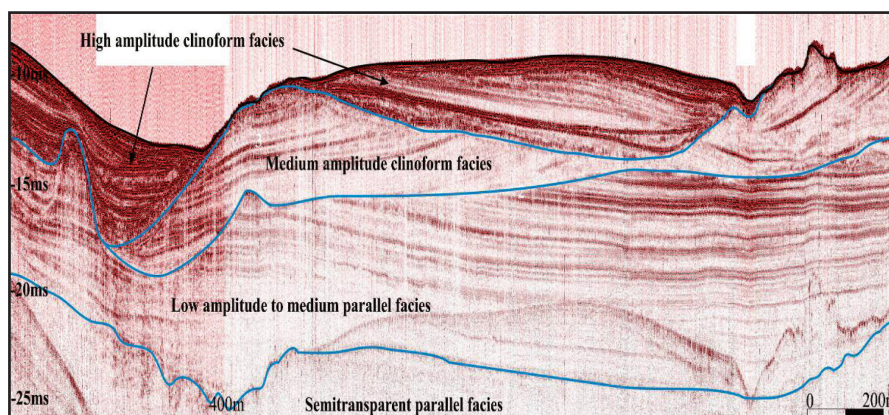
۴- نتیجه گیری

در این مطالعه تعداد ۷ نوع رخساره لرزه ای با ویژگی های لرزه ای متفاوت شناسایی شد. اطلاعات به دست آمده از مطالعه داده های لرزه ای در آبراهه شمال جزیره قشم نشان می دهد که رخساره های لرزه ای دارای دو طیف متفاوت هستند که می توان آنها را به دو بخش پایینی و بالایی تقسیم کرد. این دو بخش توسط مرز سکانسی از نوع فرسایشی (مرز بین واحدهای ۲ و ۳ با واحدهای جوان تر) از یکدیگر جدا می شوند.

بخش پایینی شامل ۲ نوع رخساره لرزه ای شفاف یا ناپیدا (transparent) و رخساره با دامنه کم مشخص می شود که این دو رخساره توسط مرز فرسایشی از یکدیگر جدا می شوند. طرح درونی بازتاب های لرزه ای در بخش پایینی با پیوستگی خوبی موازی با لایه بندی است. به احتمال زیاد در بازه زمانی تشکیل این دو رخساره محیط رسوبی از نوع دریایی بوده است.

بازتاب های لرزه ای در بخش بالایی توالی رسوبی آبراهه قشم با دامنه نسبتاً کم تا رخساره هایی با دامنه زیاد در تغییر است. رخساره های لرزه ای در این بخش از توالی رسوبی به سه نوع رخساره LAC، MAC و HAC با گسترش مکانی نسبتاً زیاد و دو رخساره LAP-C و Chaotic با گسترش محدود تقسیم می شوند. رخساره های لرزه ای بخش بالایی نیز با مرزهای فرسایشی از یکدیگر جدا می شوند.

در زمان تشکیل رخساره لرزه ای LAC رسوبات از سمت خشکی شمال تأمین شده است؛ در ادامه با تغییر شرایط محیط رسوبی حوضه از آب بیرون آمده و با ورود رسوبات از سمت جنوب (جزیره قشم) رخساره های لرزه ای LAP-C و MAC تشکیل شده اند که مرز این دو رخساره نیز با یکدیگر از نوع فرسایشی بوده و بیانگر تغییرات محیطی پس از تشکیل رخساره LAP-C است. تأمین رسوبات رخساره HAC (پس از تشکیل رخساره MAC) از شمال حوضه نشان دهنده تغییرات دوباره در شرایط محیطی و اقلیم منطقه در بازه زمانی تشکیل آن است.



شکل ۳- نمایش رخساره‌های لرزه‌ای
Semitr, رخساره LMAP؛ رخساره
MAC, رخساره HAC و گسترش آنها در
بخش شمالی آبراهه فشم (نیمرخ ۲۰)

References

- Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., Whitechurch, H., Verielynck, B., Spakman, W., Monie, P. & Wortel, R., 2011- Zagros orogeny: a subduction-dominated process. *Geol.Mag.*: Cambridge University Press.
- Cartwright, J. & Huuse, M., 2005- 3D seismic technology: the geological 'Hubble'. *Basin Research* 17, 1-20.
- Davies, R. J., Cloke, I., Cartwright, J., Robinson, A. & Ferrero, C., 2004- Post-breakup compression of a passive margin and its impact on hydrocarbon prospectivity: an example from the tertiary of the Faeroe-Shetland Basin, United Kingdom. *AAPGBull.*, 88, 1-20.
- Falcon, N. L., 1974- Southern Iran: Zagros Mountains. In *Mesozoic-Cenozoic Orogenic Belts: Data For Orogenic Studies* (Ed. A. M. Spencer), Pp. 199-211. Geological Society Of London, Special Publication No. 4.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. & Vail, P. R., 1987- Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, 235, 1156-1167.
- Hosseinyar, G., Moussavi-Harami, R. & Behbahani, R., 2014- Shallow gas accumulations in the sediments of the northeast Persian Gulf .
- Labaune, C., Michel, T. & Gensous, B., 2005- Integration of high and very high-resolution seismic reflection profiles to study Upper Quaternary deposits of a coastal area in the western Gulf of Lions, SW France. *Marine Geophysical Researches*, 26, 109-122.
- Lacombe, O. & Meyer, B., 2006-The Zagros folded belt (Fars, Iran): constraints from topography and critical wedge modeling. *Geophys. J. Int.*, 165, 336-356.
- Marsset, T., Tessier, B., Reynaud, J. Y., De Batist, M. & Plagnol, C., 1999- The Celtic Sea banks: an example of sand body analysis from very high-resolution seismic data. *Marine Geology* 158. Pp. 89-109.
- Martinez, J. O. & Ramos, E. L., 2011- High-resolution seismic stratigraphy of the late Neogene of the central sector of the Colombian Pacific continental shelf: A seismic expression of an active continental margin. *Journal of South American Earth Sciences*. 31, 28-44.
- Miall, A. D., 1986- Eustatic sea-level change interpreted from seismic stratigraphy: a critique of the methodology with particular reference to the North Sea Jurassic record. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 70, 131-137.
- Nittrouer, C. A. & Kravitz, J. H., 1996- Strataform: A program to study the creation and interpretation of sedimentary strata on continental margins. *Oceanography*, 9, 146-152.
- Nittrouer, C. A., 1999- Strataform: overview of its design and synthesis of its results. *Marine geology*, 154, 3-12.
- Posamentier, H. W., Allen, G. P., James, D. P. & Tesson, M., 1992- Forced regressions in a sequence stratigraphic framework: concepts, examples, and exploration significance. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 76, 1687-1709.
- Sangree, J. B. & Widmier, J. M., 1979- Interpretation of depositional facies from seismic data, *Geophysics*, vol. 44 (2).
- Sepehr, M. & Cosgrove, J. W., 2004- Structural framework of the Zagros Fold-Thrust Belt, Iran. *Marine and Petroleum Geology* 21, 829-43.
- Tang, C., Zhou, D., Endler, R., Lin, J. & Harff, J., 2010- Sedimentary development of the Pearl River Estuary based on seismic stratigraphy. *Journal of marine systems* 10, 82, 3-16.
- Vail, P. R., 1987- Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy, Part 1: seismic stratigraphy interpretation procedure. In: A. W. Bally (Eds.), *Atlas of seismic stratigraphy: American Association of Petroleum Geologists Studies in Geology*, 27, 1-10 .
- Van Daele, M., Van Welden, A., Moernaut, J., Beck, Ch., Audemard, F., Sanchez, J., Joianne, F., Carrillo, E., Malave, G., Lemus, A. & De Batist, M., 2011- Reconstruction of Late-Quaternary sea- and lake-level changes in a tectonically active marginal basin using seismic stratigraphy: The Gulf of Cariaco, NE Venezuela. *Marine Geology* 279. Pp. 37-51.
- Veeken, P. C. H., 2007- Seismic stratigraphy, basin analysis and reservoir characterization. *Seismic exploration*, V. 37. Elsevier.
- Wheeler, H. E., 1958- Time-stratigraphy. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 42, 1047-1063.
- Ziegler, M. A., 2001- Late Permian to Holocene paleofacies evolution of the Arabian plate and its hydrocarbon occurrences. *GeoArabia*, 6, 445- 504.