

کاربرد فیشر پلات و تغییرات گراف منحنی فضای تجمع رسوب گذاری در توالی های چرخه ای کربناته سازند مبارک (کربونیفر) در البرز مرکزی

نارام بایت گل*^۱، محمود شرفی^۲، مهدی دارائی^۱

۱. دانشیار گروه رسوب شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان

۲. استادیار دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی، دانشگاه هرمزگان

*ایمیل نویسنده مسئول: bayetgoll@iasbs.ac.ir

چکیده: در این مطالعه، نمودارهای فیشر پلات برای نشان دادن الگوهای طرح برانبارش قائم چرخه ها و تغییرات طولانی مدت در فضای تجمع رسوب گذاری در نهشته های سیکلیک کربناته سازند مبارک بکار برده شدند تا یک چارچوب چینه نگاری سکansı ایجاد شود. در این سازند با شش نوع چرخه بر اساس محیط رسوب گذاری و موقعیت تکتونیکی برش های میزبان در پلتفرم مبارک شناسایی شده است. بر اساس رخساره ها و مجموعه رخساره ها شناسایی شده، همچنین الگوی طرح برانبارش قائم چرخه های فرکانس بالا در سراسر پلتفرم و تغییرات مشاهده شده در نمودارهای فیشر، یک چارچوب چینه نگاری سکansı برای سازند مبارک در در سطح رده سوم (یا چرخه های بزرگ مقیاس با فرکانس پایین) به دست آمد. در پلتفرم مبارک، طرح برانبارش قائم چرخه های ضخیم یا مجموعه چرخه ها معمولاً یک منحنی صعودی در نمودار فیشر پلات را تشکیل می دهند. این نمودی است که افزایش طولانی مدت در فضای تجمع ایجاد شده توسط افزایش سطح دریا را بازتاب می دهد. در مقابل، چرخه های نازک با کاهش در فضای تجمع در ارتباط هستند، که بازتابی از پایین افتادن نسبی سطح دریا است. بر اساس تغییرات عمودی رخساره ها و الگوهای برانبارش چرخه های فرکانس بالا در نمودارهای فیشر پلات، شش سکانس رسوبی سوم در سازند مبارک شناخته شده است. الگوی موزاییکی از رسوب گذاری که در مراحل تکامل پلتفرم در طول رسوب گذاری DS1 تا DS6 مشاهده شده است، ناهمگونی شرایط رسوب گذاری را نشان می دهد. رویدادهای تکتونیکی دوره ای در امتداد گسل ها به عنوان مکانیزم اصلی برای گسترش چرخه ها پیشنهاد شده است، که می تواند بهترین توضیح را در مورد تغییرات جانبی در تعداد چرخه ها، روندها، انواع و تغییرات داخلی چرخه ها در منطقه مطالعه ارائه دهد.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

واژگان کلیدی: فیشر پلات، سیکلواستراتیگرافی، سازند مبارک، کربونیفر

۱- مقدمه

در ایران توالی کربناته سازند مبارک به سن کربونیفر زیرین از مهم ترین توالی های کم عمق دریایی نهشته شده در شلف واگرای حاشیه ی جنوبی پالئوتتیس بوده که به خوبی در زون البرز مرکزی رخنمون یافته است. سنگ های کربنیفر شناخته شده ایران، بیشتر به سن کربونیفر زیرین یعنی اشکوب های تورنزین-ویژئن هستند و از این رو، این باور وجود دارد که در اوایل کربنیفر پسین، با آغاز جنبش های زمین ساختی هم ارز هرسی نین، نواحی وسیعی از سکوی ایران در معرض فرسایش قرار گرفته و گاه باعث فرسایش ستبرای زیادی از سنگ های پالئوزویک زیرین نیز شده است (Zandkarimi et al., 2022). در این مطالعه جهت بررسی تاثیر شرایط محیطی دیرینه و مکانیسم های محرک سکانس کربونیفر زیرین در حاشیه شمالی گندوانا (حوضه مبارک) یک بازسازی از سکانس رده بالا (رده چهارم) در ادغام با آنالیز رخساره های به روش آنالیز فیشر پلات صورت می گیرد.

۲- زمین شناسی عمومی

در کوه های البرز (شکل ۱)، سنگ های کربنیفر با تغییرات سنی از آشکوب تورنزین تا نامورین به طور عمده ردیف هایی کربناته هستند. یک حادثه ی فرسایشی، به سن ویژئن میانی (فاز البرزین)، سبب ناپیوسته شدن توالی های کربنیفر البرز شده است. سازند مبارک کربنیفر زیرین نشان دهنده ی گسترده ترین چرخه ی کربنات در حاشیه ی شمالی گندوانا است که پس از باز شدن شکاف پالئوتتیس رسوب کرده است (Zandkarimi et al., 2022)، سنگ شناسی این سازند با شیل های خاکستری تیره و سنگ های آهکی نازک لایه در قسمت های پایین مشخص می شود، که به قطعات آهکی ضخیم لایه تا توده ای با قطعات اسکلتی و غیر اسکلتی فراوان در قسمت های فوقانی طبقه بندی می شود.

۳- روش مورد مطالعه

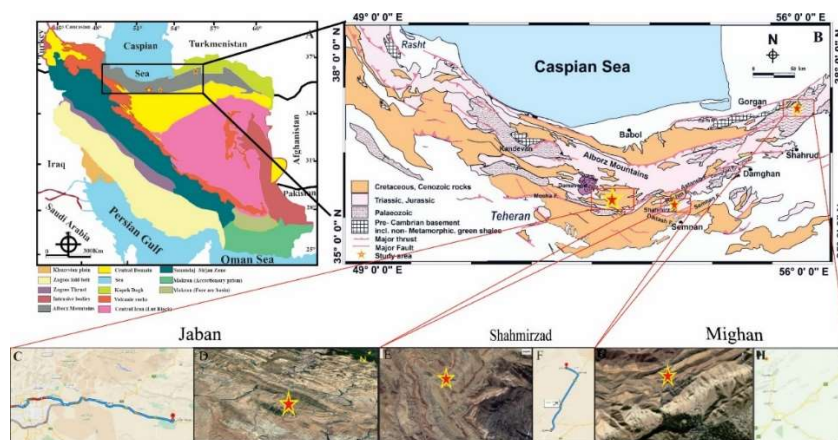
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

در این پژوهش مطالعات صحرایی، مطالعات پتروگرافی، چینه‌نگاری سکانسی و چرخه‌ای و در نهایت روش گرافیکی-محاسباتی نرم افزار فیشر پلات^۱، روش‌هایی بودند که برای رسیدن به اهداف خود، مورد استفاده قرار دادیم. برای بازسازی محیط رسوبی قدیمه، ترسیم مدل رسوبی حوضه، چینه‌نگاری توالی‌ها و تعیین تاریخچه‌ی رسوبی و همچنین تعیین ضخامت توالی‌های سنگی مهم‌ترین نقش را داده‌های صحرایی ایفا می‌کند. به این منظور برش‌های جابان، شه‌میرزاد و میغان از سازند مبارک برای مطالعات صحرایی، و جمع‌آوری اطلاعات برای مطالعات آزمایشگاهی، چینه‌نگاری سکانسی و ترسیم محیط رسوبی دیرینه انتخاب گردید. روش گرافیکی-محاسباتی نرم افزار فیشر پلات (Husinec et al., 2008) جهت تعیین تغییرات فضای تجمع رسوب‌گذاری و تعبیر و تفسیر منشاء سکانس‌ها مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱: A و B- موقعیت برش‌های مورد مطالعه در البرز مرکزی (تغییر یافته از آقاباتی، ۱۳۸۳)، C-h- تصویر ماهواره‌ای و مسیر دستیابی به برش‌ها.

۴- رخساره‌ها محیط رسوبی

۱۷ رخساره در توالی مورد مطالعه‌ی سازند مبارک شناسایی شده است. این رخساره‌ها به شش مجموعه رخساره‌ای شامل شیب^۲، رمپ خارجی/حوضه، رمپ میانی، رمپ داخلی (لاگون، سد) و پهنه‌ی جزر ومدی تفسیر و گروه‌بندی شدند. توزیع و هندسه‌ی توالی‌ها در برش‌های جابان و شه‌میرزاد به دلیل عدم وجود شواهدی از تجمع سدهای ریفی کم عمق یا رخساره‌های حاشیه‌ای و رخساره‌های مرتبط با جریان‌ات گراویده‌ای شیب با انتقال مواد به پایین شیب در رمپ بیرونی و

¹ Fischer Plots

² slope

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

رخساره‌های حوضه‌ای، نشان‌دهنده‌ی رسوب‌گذاری بر روی یک رمپ هوموکلاین به جای پلتفرم لبه‌دار است. به هر حال، به سمت برش میغان، تغییرات قابل توجه در انواع رخساره‌های سنگی و رخساره‌های زیستی و خصوصیات رخساره‌ها و مجموعه رخساره‌ها به احتمال زیاد نشان‌دهنده‌ی وجود یک شیب زیاد در قسمت انتهایی حوضه‌ی رسوبی است. با مقایسه بافت‌ها، مجموعه‌های فسیلی و مجموعه‌های رخساره‌ای سازند مبارک با سایر پلتفرم‌های کربناته، سیستم رسوب‌گذاری سازند مبارک در برش میغان را می‌توان به عنوان یک پلتفرم کربناته با شیب زیاد در قسمت انتهایی نیمرخ که به سراسیمب رمپ دوراز منشأ معروف است، تعبیر کرد. به نظر می‌رسد که گسترش ناحیه‌ی شیب رمپ و رسوبات حاصل از توربیدایت ممکن است فقط در بخش شرقی حوضه‌ی البرز، که احتمالاً در عمیق‌ترین قسمت حوضه قرار داشته، صورت گرفته باشد. افزایش ضخامت سازند مبارک به سمت حوضه البرز شرقی - شمالی نشان‌دهنده‌ی افزایش فضای تجمع در دسترس است که ناشی از توسعه‌ی گسل‌های نرمال در این قسمت‌های حوضه است (مثلاً؛ Sharafi et al. 2022; Zandkarimi et al. 2022). محیط شیب رمپ، شامل رخساره‌های توربیدایتی ریزدانه دیستال (پکستون تا فلوئستون)، و ترکیبی از جانوران پاراآتوکتونوس متعلق به زون ائوفوتیک (فرامینیفرها، براکیوپودها) و جانوران آتوکتونوس (اسپیکول‌های اسفنج‌ها و بریوزوئرها) است که نشان‌دهنده‌ی زون فوتیک پایین‌تر می‌باشد. با این وجود، وجود پکیج‌های ضخیم شیل سیاه آهکی نشان‌دهنده‌ی شیوع یک شرایط الیگوفوتیک-آفوتیک و کم اکسیژن برای شیب است.

۵- چینه‌نگاری چرخه‌ای سازند مبارک

چرخه‌های کوچک مقیاس به فراوانی در توالی‌های رسوبی دریایی کم عمق سازند مبارک از البرز مرکزی به سن کربونیفر زیرین مشاهده می‌شوند و این نوع چرخه‌ها بلوک سازنده اصلی توالی‌های کربناته کم عمق سازند مبارک را تشکیل می‌دهند. برش‌های مورد مطالعه جابان، شهریزاد و میغان در این مطالعه نشان می‌دهد که، این برش‌ها ویژگی‌های محیط رسوبی متفاوت از یکدیگر دارند که تغییرات متفاوتی را از لحاظ ویژگی‌های توالی چرخه‌ای این سازند از خود نشان دهد. بر طبق شواهدی همچون ترتیب توالی رخساره‌ای و چیدمان رخساره همراه با ویژگی‌های سطوح محصور کننده ۵ نوع چرخه فرکانس بالا یا مقیاس کوچک در این برش‌ها شناسایی شده است که شامل (شکل ۲): چرخه ۱: چرخه پیش نشسته^۳ دیستال رمپ خارجی-اسلوپ (SSC-1)، چرخه ۲: چرخه پیش نشسته پروکسیمال رمپ خارجی-اسلوپ (SSC-2)، چرخه

³ progradational

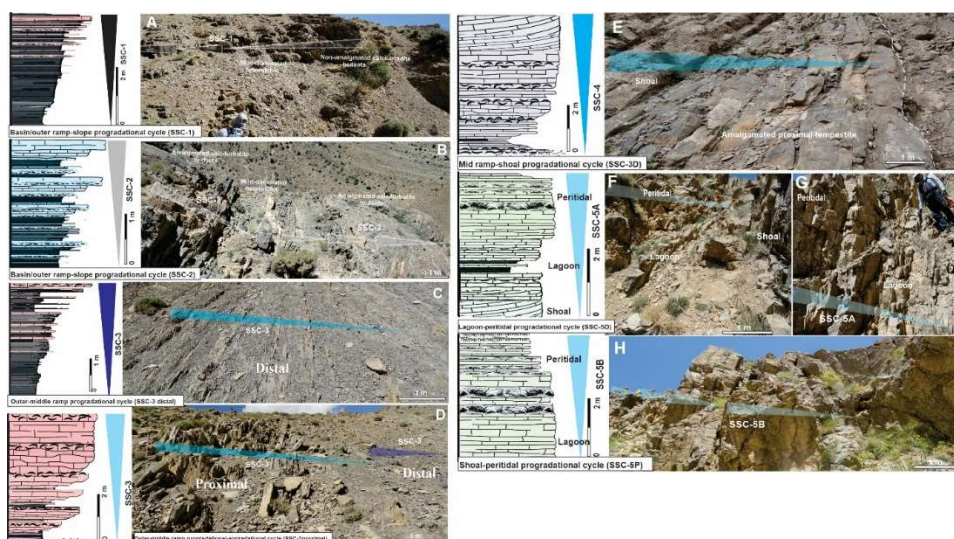
هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

۳: چرخه پیش نشست ریمپ خارجی-میانی (SSC-3)، چرخه ۴: چرخه پیش نشست ریمپ میانی-سد (SSC-4)، چرخه ۵: چرخه پیش نشست سد/لاگون-پری تایدال (SSC-5)



شکل ۲: A، SSC-1 با رخساره‌های اسلپ و کلسی توربیدایت‌های نازک در بخش دیستال ریمپ شیب دار. B، SSC-2 با طبقات ضخیم تر و توالی کامل بوما یا بخش‌های قاده‌ای و درشت‌تر با دانه‌بندی تدریجی بوما. C و D، SSC-3 بر روی یک ریمپ هوموکلاین، شامل چرخه‌های دیستال (C) با طبقات غالب شیلی/مارنی و لایه‌های نازک تمپستایت، چرخه‌های پروکسیمال نوع سوم با الگوی ضخیم شونده به سمت بالا همراه با طبقات ضخیم طوفانی و هوموکی برهم‌افزاینده (D). E، SSC-4 بر روی یک ریمپ هوموکلاین با الگوی کم عمق شونده از طبقات تمپستایت به طبقات سد با شواهد از سطح محصور قاعده فرسایشی. F تا H، SSC-5 بر روی یک ریمپ هوموکلاین، قرارگیری رخساره‌های لاگونی-پری تایدال بر روی طبقات بایوکلاستیک ضخیم لایه سدی یا در یک الگوی کم عمق شونده با استروماتولیت با فابریک مسطح در بخش بالایی چرخه‌ها

۶-الگوهای برانباش چرخه‌ها و نمودار فیشر پلات

فیشر پلات نمودار «انحراف تجمعی از میانگین ضخامت (cumulative departure from mean thickness)» را در مقابل «تعداد چرخه» ترسیم می‌کند، به طوری که چرخه‌های ضخیم‌تر از میانگین با شیب مثبت و چرخه‌های نازک‌تر از میانگین وارد نمودار با شیب منفی می‌شوند (شکل ۳ a). این یک نمودار واقع‌گرایانه از تغییرات ضخامت چرخه را ارائه می‌دهد. با این حال، تفسیر این تغییرات ضخامت می‌تواند ذهنی (subjective) باشد. نمودار فیشر پلات برای برش‌های جابان، شه‌میرزاد و میغان از سازند مبارک ترسیم گردید. برش جابان با ضخامت حدود ۱۸۰ متر از نهشته‌های کربونیفر زیرین و

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

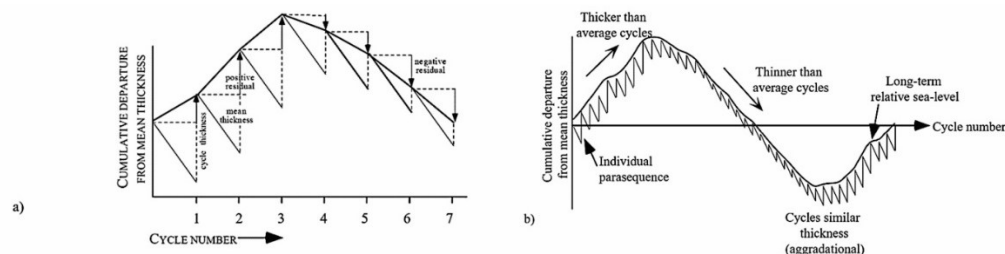
متشکل از چرخه‌های کوچک‌مقیاس کم‌عمق‌شونده به بالا با تعداد ۷۳ چرخه و میانگین ضخامت ۲.۵ متر در ستون چینه‌ای - رسوبی شکل ۴ و ۵ نشان داده شده است. براساس طرح تغییرات روند ضخامت چرخه‌ها در فیشرپلات و ادغام آنها با داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی همچون روند برانبارش، ساختارهای رسوبی و تغییرات میکروفاسیس، ۴ رویداد پایین افتادن و بالارفتن سطح آب دریا را که نماینده‌ای از چرخه‌های رده سوم یا سکانس است در این برش بدست آمده است. طرح به دست آمده مربوط به ضخامت تجمعی میانگین چرخه‌ها در مقابل ضخامت هر کدام از چرخه‌ها است. چنین طرحی که از دو عامل ضخامت میانگین چرخه‌ها در مقابل ضخامت هر چرخه استفاده می‌کند، به ما این امکان را می‌دهد که تاریخچه فضای رسوبگذاری را در کنار ستون چینه‌شناسی قرار داده و چرخه‌های چینه‌ای و سطح دریا را با یکدیگر مقایسه نماییم. برش شه‌میرزاد با ضخامت حدود ۲۰۶ متر از نهشته‌های کربونیفر زیرین و متشکل از چرخه‌های کوچک‌مقیاس کم‌عمق‌شونده به بالا در بخش البرز مرکزی است. برش شه‌میرزاد متشکل از چرخه‌های کوچک‌مقیاس کم‌عمق‌شونده به بالا با تعداد ۹۲ چرخه و میانگین ضخامت ۲.۲۴ متر در ستون چینه‌ای - رسوبی شکل ۴ و ۵ نشان داده شده است. براساس طرح تغییرات روند ضخامت چرخه‌ها در فیشرپلات و ادغام آنها با داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی همچون روند برانبارش، و تغییرات رخساره‌ها، ۴ رویداد پایین افتادن و بالارفتن سطح آب دریا را که نماینده‌ای از چرخه‌های رده سوم یا سکانس است در این برش نیز بدست آمده است. در نهایت، برش میغان با ضخامت حدود ۴۰۰ متر از نهشته‌های کربونیفر زیرین و متشکل از چرخه‌های کوچک‌مقیاس کم‌عمق‌شونده به بالا است. یک اینتروال کاور شده غیر چرخه‌ای در بخش بالای برش مورد مطالعه مشاهده گردید. در این برش با وارد کردن ضخامتی ۲۲ متری از بخش غیر چرخه‌ای توالی مورد بررسی و همین‌طور ضخامت چینه‌ای تعداد ۱۶۸ چرخه کوچک‌مقیاس در برنامه فیشر پلات، طرح فیشر پلات برش مورد مطالعه به دست آمد که در شکل ۴ و ۵ نشان داده شده است. ضخامت متوسط چرخه‌های وارد شده در نرم افزار فیشرپلات در برش میغان ۲.۳۹ متر است. شروع چرخه‌ای شدن رسوبات کربونیفر زیرین در برش‌های میغان نیز از بخش قاعده توالی بوده است. بر همین اساس نقطه شروع ترسیم طرح فیشرپلات از نقطه صفر در نظر گرفته است. با وارد کردن اطلاعات مورد نیاز در نرم‌افزار در نهایت طرح مربوط به این چرخه‌ها به دست آمد. براساس طرح به دست آمده، می‌توان ۶ رویداد پایین افتادن و بالارفتن سطح آب دریا را که نماینده‌ای از چرخه‌های رده سوم یا سکانس است در این برش شناسایی شده است.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران

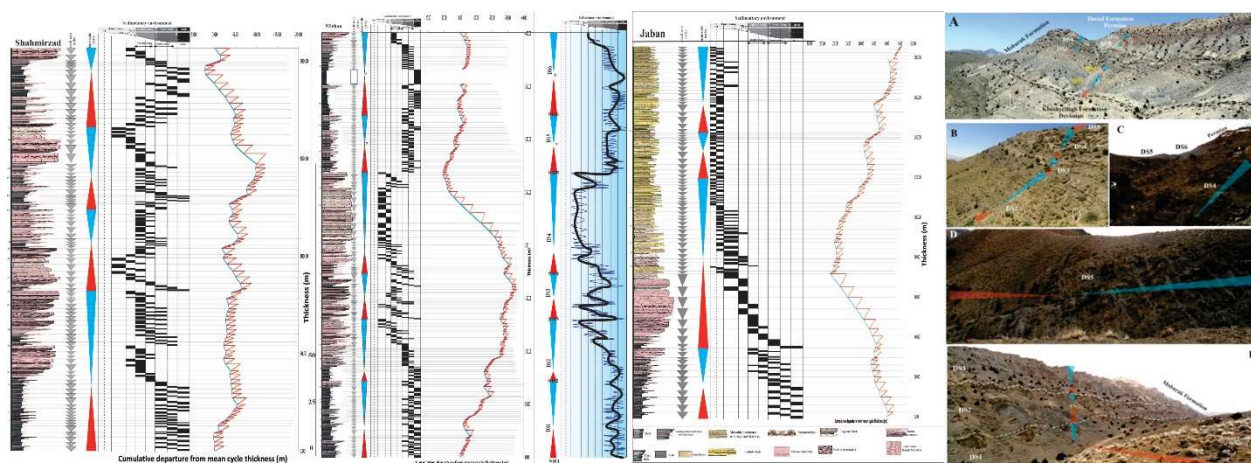


8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



شکل ۳. A. نمودار فیشر پلات، تعداد چرخه در مقایسه با انحراف معیار از میانگین چرخه‌ها. خط عمودی نماینده ضخامت چرخه و خط مورب، نماینده ضخامت میانگین چرخه. B. فیشر پلات روند افزایش و کاهش فضای رسوبگذاری نشان داده شده است.



شکل ۴: ستون چینه‌ای-رسوبی سازند مبارک در برش‌های شه‌میرزاد، جابان، و میغان نشان دهنده انواع چرخه‌های کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس در انطباق با روند فیشر پلات (طرح به دست آمده مربوط به ضخامت تجمعی میانگین چرخه‌ها در مقابل ضخامت هر کدام از چرخه‌ها). شکل ۵ راست: شکل ۵؛ تصاویر صحرایی از سکانس‌های رسوبی رده سوم برش‌های مورد مطالعه (DS1-DS6). A. تصویر پانورما از برش میغان با سکانس‌های ۱ تا ۶ و مرز پایینی و بالایی با سازندهای خوش‌بیلانق دونین و دورود پرمین. B و C. تصویر نزدیکتر از سکانس‌های شناسایی شده سازند مبارک در برش میغان. D. تصویر نزدیک از توالی‌های کلسی‌توربیدایته هترولیک برهم‌افزاینده و توالی‌های هترولیک گل غالب در سکانس پنجم سازند مبارک. E. تصویر پانورما از نهشته‌های سازند مبارک در برش کلاریز با شواهدی از افزایش رخساره‌های عمیق در سکانس‌های دوم و سوم در مقایسه با برش‌های مجاور در البرز مرکزی.

برطبق رخساره‌ها و مجموعه رخساره‌های تشکیل دهنده سازند مبارک در برش‌های مورد مطالعه، همچنین بر طبق طرح برانبارش چرخه‌های فرکانس بالا در عرض پلتفرم و تغییرات اصلی فضای تجمع رسوب گذاری براساس داده‌های بدست آمده از مطالعات صحرایی و تغییرات مشاهده شده در نمودار فیشر پلات چارچوب چینه‌نگاری سکانسی سازند مبارک در سطح

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

رده سوم (یا چرخه‌های بزرگ مقیاس با فرکانس پایین) در برش‌های مورد مطالعه بدست آمد. همچنین در این پروسه به کمک تشخیص ناپیوستگی‌های محصور کننده سکانس‌ها، سطوح پیشرونده فرسایشی و بیشینه سطح آب دریا ۴ چهار سکانس رده سوم در برش‌های جابان و شه‌میرزاد شناسایی شده‌اند. همچنین در برش میغان بر مبنای همین معیارها ۶ سکانس رسوبی رده سوم شناسایی شده‌اند. این سکانس‌های رسوبی با علامت اختصاری DS1 تا DS6 نشان داده شده‌اند. این سکانس‌ها بر مبنای داده‌های بایواستراتیگرافی بدست آمده از مطالعات دیگر افراد همچون Zandkarimi et al., 2022 به سکانس رسوبی رده سوم نسبت داده شده‌اند و تعیین سن شدند.

۷- بحث و نتیجه‌گیری

وجود تغییرات قابل ملاحظه ای در سیستم‌های رسوبی سازند مبارک با وجود رمپ با انتهای شیب دار و جریان‌ات توربیدیتی در برش میغان، نهشته‌های پری‌تایدل همراه با استروماتولیت و شواهد خروج از آب در برش میغان و وجود رمپ هوموکلاین با تمپستایت‌های کربناته فراوان در برش شه‌میرزاد دلالت بر یک طرح موزائیکی شکل از تکامل سیستم‌های کربناته این سازند در طول ته‌نشینی سکانس‌های ۱ تا ۶ دارد به این معنی که کمربندهای رخساره‌ای در این سازند یک چیدمان خطی (linear arrangement) در طول تکامل پلتفرم ندارند. نقش پیچیده فرایندهای اتوسیکلیک و آلوسیکلیک موجب چین تغییراتی در سیستم‌های رسوبی این سازند در راستای امتداد ساحل کربونیفر البرز شده است. برش جابان تنها برشی است که چرخه‌های پری‌تایدل و نهشته‌های استروماتولیتی در آن دیده می‌شود در حالیکه در دیگر برش‌ها همانند میغان یا کلاریز و شه‌میرزاد (Sharafi et al., 2022) چنین رخساره‌های کم عمق با شواهد خروج از آب و تخلخل فنسترال دیده نمی‌شود. چنین الگوی تغییر از محیط‌های رسوبی و تفاوت محیط رسوبی این برش با برش‌های شرقی و غربی خود می‌تواند تحت تاثیر تکتونیک نیز باشد. بطوریکه عوامل تکتونیک موجب بالا آمدن برش مورد مطالعات در حین رسوب گذاری شده باشند و ترکیبی از فرایندهای اتوسیکلیک و تکتونیک چنین چرخه‌های پری‌تایدل با گسترش جانبی محدود را ایجاد کرده باشند. تاثیر نوسانات جهانی سطح آب دریا در این برش برخلاف دیگر برش‌ها کمتر محسوس است زیرا شواهد چرخه‌ها منظم با دسته‌بندی منظم (بویژه از لحاظ ضخامت و الگوی چیدمان رخساره) در کل برش و همچنین مرزهای سکانشی با شواهد خروج از آب طولانی و چرخه‌هایی با گسترش جانبی زیاد در این برش مشاهده نمی‌شود. در کل وجود تفاوت‌های قابل ملاحظه در تغییرات چرخه‌ای در هر دو مقیاس رده سوم و رده چهارم که بر روی نمودار فیشر پلات هم

⁴ maximum-flooding surfaces or zones

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

در برش‌های مختلف نشان داده شده است دلالت بر نقش فرونشینی تفریقی در شکل‌گیری این چرخه‌ها دارد. عدم تداوم جانبی چرخه‌ها در هر دو مقیاس رده سوم و رده چهارم و وجود هتروژنی قابل ملاحظه در فضای تجمع رسوب‌گذاری نیز از این نظر حمایت می‌کند.

مراجع

آقاباتی، ع.، "۱۳۸۳ زمین‌شناسی ایران"، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی ایران، ۶۴۰ ص.

Bayet-Goll, A., Esfahani, F. S., Daraei, M., Monaco, P., Sharafi, M., & Mohammadi, A. A. (2018). Cyclostratigraphy across a Mississippian carbonate ramp in the Esfahan–Sirjan Basin, Iran: implications for the amplitudes and frequencies of sea-level fluctuations along the southern margin of the Paleotethys. *International Journal of Earth Sciences*, 107(6), 2233-2263. <https://doi.org/10.1007/s00531-018-1597-7>

Haq, B.U., Schutter, S.R., 2008. A chronology of Paleozoic sea-level changes. *Science* 322: 64–68.

Sharafi, M., Reolid, M.M Bayet-Goll, A., & Sadeghzadeh, M., (2022). Sequence stratigraphy of a southern Paleotethys distally-steepened ramp during the Early Carboniferous (Alborz Basin, Iran): Deciphering Tectonic and Eustatic controls, *International Geology Review*, DOI: 10.1080/00206814.2022.205970

Zandkarimi, K., Bayet-Goll, A., Falahatgar, M., Sharafi, M., Amani, H., & Hasanlou, M. (2022). Palaeoenvironment, palaeogeography, and palaeoclimatology of the Mississippian carbonate ramp in the Alborz tectonostratigraphic zone: Implications for deciphering the controlling factors on ramp evolution. *Geological Journal*, 57(6), 2179–2208.