

چینه‌نگاری سکانسی سازندهای پادها و بهرام در برش باغین (باختر کرمان) بر اساس رخساره‌های سنگی و کنودونتی

زهره خسروی^۱ و سید محمود حسینی نژاد^{۲*}

^۱ کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

^۲ استادیار، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۱۳

چکیده

توالی‌های رسوبی آواری و کربناتی سازندهای پادها و بهرام به ترتیب به سن ژئوتین پسین - فراسنین پسین و با مجموعه ۱۲۶ متر در ناحیه باغین، شهرستان کرمان، در ایران مرکزی به صورت همشیب و تدریجی بر روی یگدیگر قرار دارند. رخساره‌های آواری آن از شیل و ماسه‌سنگ تشکیل شده که در یک محیط ساحلی نهشته شده‌اند. سنگ‌های کربناتی آن شامل دولومیت و سنگ آهک بوده و در بردارنده رخساره‌های پهنه کشندی (جزر و مدی)، لاگون، سد و دریای باز می‌باشد. براساس مجموعه کنودونت‌ها و پراکیوپودهای شناسایی شده، سن ژئوتین پسین - فراژئوتین پسین برای برش مورد مطالعه تعیین شده است. نتایج حاصل از مطالعات سنگ‌نگاری نشان می‌دهد که این رسوبات در یک سکوی (پلاتفرم) کربناتی کم‌ژرفا از نوع رمپ نهشته شده‌اند. بررسی چینه‌نگاری سازند بهرام در منطقه مورد مطالعه به شناسایی ۳ سکانس رسوبی رده سوم انجامیده است که این سکانس‌ها با توجه به ریز رخساره‌ها و کنودونت‌ها شامل موارد زیر است. نخستین سکانس با پیشروی در قاعده Lower falsiovalis-Upper falsiovalis zone آغاز می‌شود (TST)، با ادامه پیشروی، به بیشینه سطح غرقابی (mfs) که رخساره باندستون مرجانی در محیط سد است، می‌رسد و سپس توسط پاراسکانس‌های HST مربوطه دنبال می‌شود. دومین سکانس از Lower rhenana zone آغاز می‌شود و سرانجام، پاراسکانس‌های TST با رخساره ائید گرینستون (در محیط سد)، به بیشینه سطح غرقابی (mfs) در Lower rhenana zone رسیده و پایان می‌یابد و توسط پاراسکانس‌های HST دنبال می‌شود. سومین سکانس رسوبی در قاعده Upper rhenana -?linguiformis zone آغاز می‌شود، بیشینه سطح غرقابی (mfs) آن در میانه‌های Upper rhenana -?linguiformis zone است و با رخساره اسپیکولیت و کستون (در محیط دریای باز) مشخص می‌شود و توسط پاراسکانس‌های HST دنبال می‌شود. این سکانس‌ها به وسیله مرزهای سکانسی از نوع SB_۱ و SB_۲ محدود می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: چینه‌نگاری سکانسی، کنودونت، سازند بهرام، ژئوتین پسین - فراسنین پسین، باغین

*نویسنده مسئول: سید محمود حسینی نژاد

E-mail: hoseininezhad@du.ac.ir

۱- پیشگفتار

برش باغین واقع در باختر کرمان از برش‌هایی است که دارای زیای غنی کنودونت‌ها، بازوپایان و مرجان‌ها است. مطالعات انجام شده در این برش توسط Dastanpour (1998)، اسکندری (۱۳۷۷) و خسروی (۱۳۸۸) انجام گرفته است و ستبری کل برش مورد مطالعه ۱۲۶ متر می‌باشد.

هدف از این تحقیق، شناسایی رخساره‌ها، محیط رسوبی و تغییرات سطح آب دریا در زمان تشکیل سازندهای پادها و بهرام است تا بتوان جغرافیای دیرینه حوضه باختر کرمان را در زمان ژئوتین پسین - فراسنین پسین در سازندهای پادها و بهرام تفسیر و بازسازی کرد. زیر بنای چینه‌نگاری سکانسی مدل‌سازی اثرات تغییر سطح آب دریاها در زمان‌های مختلف زمین‌شناسی است که باعث شناخت رخساره‌ها و ارتباطات بین رخساره‌ها و چینه‌ها می‌شود و به‌عنوان یک روش در اکتشافات ذخایر هیدروکربنی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲- روش تحقیق

در راستای انجام این تحقیق، ۵۳ نمونه برای تهیه مقاطع نازک برداشت و توسط میکروسکوپ پلاریزان، ریزرخساره‌ها بررسی شد و درصد آلومک‌ها و ارتوکم‌های نمونه‌ها برای تشخیص و نامگذاری دقیق، تعیین گردید. به منظور تفسیر ریزرخساره‌ها و ارائه مدل رسوبی، از مدل‌های (Flugel 2010) و برای نام‌گذاری سنگ‌های کربناتی و تخریبی محیط رسوبی به ترتیب از Dunham (1962) و Pettijohn et al. (1987) استفاده شده است.

۳- موقعیت جغرافیایی

این برش در نقشه زمین‌شناسی باغین به مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ قرار گرفته است (Djokovic et al., 1972). برش باغین در ۲۰ کیلومتری باختر کرمان و ۵ کیلومتری شمال خاوری شهر باغین قرار دارد (شکل ۱). برش یاد شده در مجاورت یک معدن سیلیس قرار دارد و بهترین راه برای دسترسی به این برش هم جاده همین معدن است. مختصات جغرافیایی این برش "13° 51' N, 12° 59' E" است.

۴- زمین‌شناسی منطقه

قدیمی‌ترین واحدهای چینه‌ای موجود در این منطقه، شامل سری‌های مراد، ریزو و دزو است. توالی شیلی و ماسه‌سنگی سرخ کامبرین پیشین (سازند داهو، معادل سازندهای زاگون و لالون) در این منطقه وجود دارد که با یک ناپیوستگی فرسایشی توسط سازند پادها پوشیده می‌شود. سازند پادها در این ناحیه شامل تناوب شیل، ماسه‌سنگ و گل‌سنگ سرخ همراه با میان‌لايه‌های گچ است که با یک مرز پیوسته و ناگهانی توسط ماسه‌سنگ‌های سفید کوارتز آرنایتی مربوط به قاعده سازند بهرام پوشیده می‌شود. مرز بالایی این توالی به صورت گسلی در تماس با سنگ‌های کرتاسه می‌باشد. (Djokovic et al., 1972) تمام لایه‌های یاد شده را به صورت تخریبی‌های تفکیک نشده سیلورین - دونین (SDs) یاد کرده‌اند ولی (Dastanpour 1998) سن تمام این لایه‌ها را کامبرین می‌داند (شکل ۲).

۵- تشریح رخساره‌های میکروسکوپی

در این مطالعه، رخساره‌ها به دو مجموعه کلی رخساره‌های کربناتی

ریز تا متوسط و نبود آثار زیستی در این رخساره، می‌تواند دلیلی بر تشکیل این رخساره در محیط پهنه کشندی باشد (Flugel, 2010; LaMaskin and Elrick, 1997) (شکل ۳).

■ **B2: مادستون دولومیتی شده با فابریک حفرات روزنه‌ای یا چشم پرنده‌ای (Fenestral cavities):** این رخساره اجزای اسکلتی نداشته و ویژگی آشکار آن وجود فابریک چشم‌پرنده‌ای است. فابریک چشم‌پرنده‌ای یکی از ویژگی‌های شاخص رخساره‌های پهنه‌های کشندی می‌باشد (Flugel, 2010). این رخساره معادل با رخساره شماره ۲۲ فلوگل است (شکل ۳).

■ **B3: استروماتولیت مادستون / مادستون:** استروماتولیت مادستون شامل میکرایت خالص با لامینه‌های بسیار ریزی است و رخساره مادستون بدون فسیل و دارای میکرایت با فابریک فنسترال می‌باشد. این رخساره‌ها اصولاً در پهنه‌های کشندی با سطح انرژی کم تا زیاد تشکیل می‌شوند (LaMaskin & Elrick, 1997) (شکل ۳).

– **مجموعه رخساره‌های میکروسکوپی – محیط لاگون (C)**

■ **C1: آگرگات بیوکلاست گریستون:** اجزای تشکیل‌دهنده این رخساره شامل قطعاتی از آگرگات، براکیوپودها، Amphipora و خارپوستان است که در زمینه سیمان اسپارایتی قرار دارند. وجود آگرگات و سیمان اسپارایتی بیانگر محیطی پرنرژ در محیط لاگون است. همچنین طبق نظر (LaMaskin and Elrick, 1997) حضور Amphipora مربوط به محیط‌های بسته لاگونی است (شکل ۴).

■ **C2: بایوکلاست اینتراکلاست و کستون/پگستون:** اجزای تشکیل‌دهنده این رخساره شامل قطعاتی از براکیوپودها، خارپوستان، استراکدها و اینتراکلاست است که در یک زمینه میکرایتی قرار دارند. در این رخساره درصد بایوکلاست‌ها بیشتر از اینتراکلاست‌ها است. مقدار بالای گل آهکی گویای تنه‌نشست این رخساره در یک محیط آرام و کم انرژی در محیط لاگونی است (شکل ۴).

■ **C3: پلویید و کستون/پگستون:** در این رخساره پلت‌ها دانه‌های اصلی کربنات را تشکیل می‌دهند که عموماً در یک زمینه گلی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و مقدار بالای گل آهکی در بین ذرات تشکیل‌دهنده، گویای تنه‌نشست این رخساره در یک محیط آرام، کم انرژی و دور از دسترس امواج است (Tucker, 2001; LaMaskin & Elrick, 1997) (شکل ۴).

■ **C4: پلویید بیو گریستون:** این رخساره مخلوطی از پلت‌ها و بایوکلاست‌ها است که در یک زمینه سیمان اسپارایتی قرار دارند. وجود سیمان اسپارایتی نشان‌دهنده یک محیط پرنرژ می‌باشد. این رخساره بخش‌هایی از لاگون است که در نزدیکی سد قرار گرفته است (LaMaskin and Elrick, 1997) (شکل ۴).

■ **C5: بایوکلاست و کستون:** اجزای تشکیل‌دهنده این رخساره شامل قطعاتی از براکیوپودها، خارپوستان، استراکدها در مقاطع نازک و کنودنت‌ها هستند که در برخی قسمت‌ها دولومیتی شده و در یک زمینه میکرایتی قرار دارند. در این رخساره میزان زمینه میکرایتی از میزان بایوکلاست‌ها بیشتر است، با وجود درصد پایین آلومک‌ها در زمینه میکرایتی، محیط تشکیل این رخساره محیط لاگون (بخش‌های کم ژرفا) است. این رخساره معادل با رخساره شماره ۱۰ است (شکل ۴).

■ **C6: بایوکلاست پگستون:** اجزای تشکیل‌دهنده این رخساره با فراوانی قطعاتی از براکیوپودها، خارپوستان، استراکدها در مقاطع نازک و کنودنت‌ها مشخص می‌شود که در یک زمینه میکرایتی قرار دارند. در این رخساره درصد میزان آلومک‌ها در زمینه میکرایتی بیشتر بوده، در نتیجه محیط تشکیل این رخساره، لاگون (بخش ژرف‌تر) است. این رخساره معادل با رخساره شماره ۷ فلوگل است (شکل ۴).

– **مجموعه رخساره‌های میکروسکوپی – محیط سدی (D)**

■ **D1: بایوکلاست گریستون:** اجزای تشکیل‌دهنده این رخساره شامل قطعاتی از براکیوپودها و خارپوستان است که در زمینه سیمان اسپارایتی که تا حدودی زمینه میکرایتی نیز دارد، مشخص می‌شود. محیط رسوبی این رخساره بخش‌هایی از سد را

(شامل ۱۳ رخساره) و آواری (شامل ۲ رخساره) تقسیم می‌شوند. این رخساره‌ها از سمت خشکی به دریا در ۵ کمر بند رخساره‌ای، شامل زیر محیط‌های ساحلی (A)، پهنه کشندی (B)، لاگونی (C)، سدی (D) و دریای باز (E) که شرح آنها در زیر آورده شده است، تقسیم شده‌اند.

۵-۱. **مجموعه رخساره‌های آواری**

– **A1: مجموعه رخساره‌های سنگی ماه‌سنگی**

این رخساره با رخساره‌های ماه‌سنگی مشخص می‌شود که براساس تقسیم‌بندی (Pettijohn et al., 1987) دارای سنگ‌شناسی کوارتزآرنایت و آروکوز است.

■ رخساره سنگی کوارتزآرنایت، دانه‌های گرد شده با جورشدگی و بلوغ (مجویی) بالا دارند و تعداد Qm (کوارتز مونو کریستالین) بیشتر از Qp (کوارتز پلی کریستالین) است. کوارتزآرنایت‌ها از حرکت دوباره رسوبات در طی مدت طولانی و در آب و هوای گرم که سبب کاهش دانه‌های ناپایدار می‌گردد، تشکیل می‌شود و خاستگاه کوارتزآرنایت در کراتون‌های پایدار است (موسوی حرمی و مجویی، ۱۳۷۳). در برش مورد مطالعه، با توجه به شواهدی مانند جورشدگی و رسیدگی خوب کانی شناسی این ماه‌سنگ و نیز فرارگیری آن در کنار دیگر رخساره‌های کشندی می‌توان دریافت که این رخساره درون کانال‌های کشندی نهشته شده است. رخساره ماه‌سنگی کوارتزآرنایت قاعده سازند بهرام با یک مرز پیوسته بر روی ماه‌سنگ‌های سرخ رنگ (آروکوز) با میان‌لایه‌هایی از گچ مربوط به سازند پادها، قرار می‌گیرد (شکل ۳).

■ رخساره سنگی آروکوز، دانه‌های بسیار زاویه‌دار تا نیمه گرد شده و جورشدگی ضعیف دارد، همچنین حاوی مقدار زیادی دانه‌های ناپایدار، یعنی خرده‌سنگ‌ها و کانی‌های ناپایدار و مقدار زیادی فلدسپار است. به علت رنگ فلدسپار و همچنین وجود دانه‌های ریز و پراکنده همتیت، به رنگ سرخ دیده می‌شوند و از نظر خاستگاه، آروکوز مربوط به آب و هوای نیمه‌خشک و سرد همراه با بالا آمدگی پی سنگ است (موسوی حرمی و مجویی، ۱۳۷۳). در این رخساره، ماه‌سنگ آروکوزی به طور جانبی به نهشته‌های گچی تغییر رخساره می‌دهد که در همه جای ایران به آواری‌های سرخ رنگ مورد نظر، سازند پادها نام داده شده است (آقاباتی، ۱۳۸۳). با توجه به ترکیب کانی‌شناسی نارس و مشخصات بافتی، احتمالاً این رخساره توسط کانال‌های رودخانه‌ای که وارد ساحل می‌شدند در بخش بالای پهنه کشندی تشکیل گردیده است. همچنین تشکیل ژپیس در کنار این رخساره می‌تواند تأییدکننده این ادعا باشد، چرا که یکی از محیط‌های تشکیل ژپیس در بخش بالای پهنه کشندی است (Flugel, 2010). رخساره ماه‌سنگ آروکوزی سازند پادها با یک مرز پیوسته توسط ماه‌سنگ‌های سفید کوارتزآرنایتی مربوط به قاعده سازند بهرام پوشیده می‌شود (شکل ۳).

– **A2: رخساره سنگی گل‌سنگی شامل رخساره شیلی**

در قاعده سازند بهرام رخساره شیلی با تناوب دولومیت دیده می‌شود. این شیل‌ها قهوه‌ای رنگ متمایل به سرخ هستند که گسترش زیادی دارند. رنگ سرخ آنها بیانگر وجود اکسید فریک است و همتیت عمدتاً به صورت پوشش دانه‌ای و رشد درهم با ذرات رس وجود دارد (موسوی حرمی و مجویی، ۱۳۷۳) که نمایانگر خروج از آب و تشکیل آنها در پهنه کشندی است. تناوب شیل – دولومیت گویای آن است که حوضه به دلیل حرکات زمین‌ساختی محلی (یا احتمالاً ناحیه‌ای) از آب خارج و باعث نهشته شدن شیل‌ها شده و حوضه دوباره به زیر آب فرورفته که با نهشته شدن دولومیت ادامه می‌یابد.

۵-۲. **مجموعه رخساره‌های کربناتی**

– **مجموعه رخساره‌های میکروسکوپی – محیط پهنه‌های کشندی (B)**

■ **B1: دولستون:** در این رخساره، بلورهای دولومیت در اندازه‌های ریز تا متوسط که بلورهای آن بدون شکل با مرزهای نامنظم است، وجود دارند و وجود دولومیت‌های

اندازه بزرگ و حفره قاعده‌ای بزرگ بوده و *Polygnathus* ها نیز دارای پلات فرم بزرگ و ریج‌های قوی هستند، می‌توان نتیجه گرفت که مربوط به بخش‌های پرنترژی محیط‌های لاگونی می‌باشند. از نظر رخساره میکروسکوپی این رخساره بایوکلاست اینتراکلاست پکستون بوده که دارای قطعاتی از اینتراکلاست‌ها، براقیوپودها و استراکدها است. در این رخساره درصد بایوکلاست‌ها بیشتر از اینتراکلاست‌ها بوده و وجود قطعات اینتراکلاست، گویای محیطی پرنترژی است. در نتیجه این رخساره زیستی در بخش پرنترژی لاگون تشکیل شده است.

۳-۶. رخساره زیستی شماره Q3: *Polygnathus (P)* نمونه Ba7

این رخساره زیستی مربوط به زیست‌زون شماره ۳ *Lower hassi-jamieae* است و شامل ۱۰/۵ درصد *Icriodus* و ۷۳/۷ درصد *Polygnathus* بوده (شکل ۶) و با فراوانی *Polygnathus* همراه می‌باشد. *Polygnathus* ها بیشتر در نواحی فروکشندی تا دریای باز قرار دارند. از نظر رخساره میکروسکوپی این رخساره بایوکلاست و کستون بوده و قطعاتی از تریلوبیت‌ها، خارپوستان و استراکدها در زمینه میکرایتی دارد و گویای محیط‌های لاگونی که با دریای باز در ارتباط است، می‌باشد.

۴-۶. رخساره زیستی شماره Q4: *Polygnathus-Icriodus (P-I)* نمونه Ba9

این رخساره زیستی مربوط به زیست‌زون شماره ۴ *Lower rhenana* بوده که شامل ۲۲ درصد *Icriodus* و ۲۷/۴ درصد *Polygnathus* است (شکل ۶). این رخساره با فراوانی و اندازه بزرگ کنودونت‌ها همراه بوده که بیانگر محیط مناسب از نظر تغذیه و رشد می‌باشد. همچنین به عنوان یک قانون عمومی، هر چه سرعت رسوب‌گذاری کمتر باشد، فراوانی کنودونت‌ها نیز بیشتر است. برخی از *Icriodus* ها پلات فرم پهن و بزرگی دارند که بیانگر زندگی در قسمت‌های پرنترژی فلات قاره است (Sandberg & Dreesen, 1984). به دلیل اندازه بزرگ پلات فرم و داشتن ریج‌های قوی، این رخساره مختص محیط‌های پرنترژی لاگونی و نزدیک به سد می‌باشد. از نظر رخساره میکروسکوپی، این رخساره بایوکلاست گریستون بوده که دارای قطعاتی از خارپوستان و براقیوپودها در یک زمینه اسپارایتی است. وجود سیمان اسپارایتی نیز نشان‌دهنده یک محیط پرنترژی است. در نتیجه این رخساره زیستی معرف محیط سد می‌باشد.

۵-۶. رخساره زیستی شماره Q5: *Polygnathus (P)* نمونه Ba13

این رخساره زیستی مربوط به زیست‌زون شماره ۴ *Lower rhenana* و شامل ۹/۵ درصد *Icriodus* و ۱۹ درصد *Polygnathus* است (شکل ۶). *Polygnathus* ها در نواحی فروکشندی تا دریای باز قرار دارند، از نظر رخساره میکروسکوپی این رخساره بایوکلاست پکستون بوده و دارای قطعاتی از براقیوپودها، خارپوستان و گاستروپودها در یک زمینه میکرایتی می‌باشد. در نتیجه این رخساره مختص محیط‌های لاگونی است.

۶-۶. رخساره زیستی شماره Q6: *Icriodus- Polygnathus (I-P)* نمونه Ba15

این رخساره زیستی مربوط به زیست‌زون شماره ۵ *Upper rhenana-?linguiformis* و شامل ۳۴/۰۴ درصد *Icriodus* و ۲۸/۵۱ درصد *Polygnathus* است (شکل ۶). این رخساره با فراوانی کنودونت‌ها همراه است. از نظر رخساره میکروسکوپی، این رخساره اگرگات گریستون بوده که دارای قطعاتی از اگرگات، براقیوپودها و استراکدها در سیمان اسپارایتی می‌باشد. وجود اگرگات و سیمان اسپارایتی معرف محیطی پرنترژی در محیط لاگونی است.

۷-۶. رخساره زیستی شماره Q7: *Polygnathus- Icriodus (P-I)* نمونه Ba16

این رخساره زیستی مربوط به بیوزون شماره ۵ *Upper rhenana-?linguiformis* و شامل ۱۶/۶ درصد *Icriodus* و ۴۴/۴ درصد *Polygnathus* است (شکل ۶). در این رخساره اندازه و فراوانی کنودونت‌ها کمتر شده و از نظر رخساره میکروسکوپی مادستون می‌باشد، که دارای لامیناسیون و فابریک فنسترال است. در نتیجه این رخساره مربوط به محیط‌های کَشندی است.

نشان می‌دهد که در نزدیکی محیط لاگون قرار دارد. این رخساره معادل با رخساره شماره ۲۶ فلوگل است (شکل ۵).

■ **D2: ائید گریستون:** این رخساره دارای ائیدها با جورشدگی خوب بوده که در فضای بین آنها سیمان اسپارایتی قرار دارد. حضور ائیدها با جورشدگی خوب و سیمان اسپارایتی طبق نظر (Parcell and Williams (2005) مربوط به حاشیه رو به دریای سد با انترژی محیطی بالا می‌باشد، که به دلیل انترژی بالا، میکرایت از محیط شسته و سیمان جایگزین شده است. این رخساره معادل با رخساره شماره ۲۹ فلوگل است (شکل ۵).

■ **D3: باندستون مرجانی:** این رخساره در قاعده سازند بهرام قرار دارد و اجزای تشکیل‌دهنده آن شامل مرجان‌ها، خارپوستان، بریوزوئرها و بازویایان بوده که با فراوانی مرجان‌ها و جنس هگزآگوناریا همراه است. این گروه از مرجان‌ها در آب‌های کم‌رُرفی مناطق گرم و استوایی، دارای اکسیژن زیاد، مواد غذایی فراوان و نور زیاد می‌زیست‌اند، و به دلیل وجود بازویایانی مانند جنس *Spinatrypina* در کنار مرجان هگزآگوناریا (خسروی و همکاران، ۱۳۹۰) طبق نظر خاکسار و همکاران (۱۳۸۵) و مدل Copper (1967) می‌توان این رخساره را در یک محیط سدی در نظر گرفت (شکل ۵).

– مجموعه رخساره‌های میکروسکوپی-محیط دریای باز (E)

■ **E1: اسپیکولیت و کستون:** این رخساره شامل اسپیکول یا سوزن اسفنج بوده که در یک زمینه میکرایتی قرار گرفته است و می‌توان برای آن یک محیط با انترژی پایین، آهنگ رسوب‌گذاری آرام و دور از خط ساحلی در نظر گرفت. این رخساره معادل شماره ۱ فلوگل است (شکل ۵).

۶- رخساره‌های زیستی (Biofacies) کنودونت‌های برش باغین

اطلاعات مربوط به محیط‌های دیرین، بیشتر براساس مشاهدات، داده‌های فسیلی و آماری است. تحلیل کمی رخساره‌های زیستی کنودونت‌ها براساس (Pohler & Barnes (1990) و Gholamalalian (2007) می‌باشد. در برش باغین ۷ رخساره زیستی به شرح زیر تشخیص داده شده است.

۱-۶. رخساره زیستی شماره Q1: *Icriodus - Polygnathus (I-P)* نمونه (z)

این رخساره که در قاعده سازند بهرام قرار دارد مربوط به زیست‌زون شماره ۱ *Lower falsiovalis-Upper falsiovalis* است که شامل ۳۹/۴ درصد *Icriodus* و ۱۲/۱ درصد *Polygnathus* بوده (شکل ۶) و با فراوانی *Icriodus* همراه می‌باشد. در این رخساره علاوه بر *Icriodus* گونه‌هایی از *Ancyrodella* نیز وجود دارند که این گونه‌ها به‌ویژه در ایران مرکزی فراوان هستند. این جنس مختص محیط‌های ژرف بوده اما برخی بر این باورند که اینها زندگی پلانکتونی یا نکتونی داشته و در نتیجه می‌توانست‌اند هم در محیط‌های ژرف و هم در محیط‌های کم‌ژرفا زندگی کنند. با توجه به این که نسبت *Icriodus* به *Polygnathus* بیشتر بوده و نمونه‌های *Icriodus* بیشتر نمونه‌های باریک و کشیده‌ای هستند، می‌توان نتیجه گرفت که این رخساره زیستی در قسمت‌های کم‌رُرفی لاگون می‌زیست‌اند (Sandberg & Dreesen, 1984). از نظر رخساره میکروسکوپی، این رخساره بایوکلاست و کستون بوده و دارای براقیوپودها، استراکدها و خارپوستان در زمینه میکرایتی است که برخی از آنها دولومیتی شده‌اند. در نتیجه این رخساره مربوط به بخش‌های کم‌رُرفی لاگون است.

۲-۶. رخساره زیستی شماره Q2: *Polygnathus- Icriodus (P-I)* نمونه Ba6

این رخساره زیستی مربوط به زیست‌زون شماره ۳ *Lower hassi-jamieae* است که شامل ۲۶/۴ درصد *Icriodus* و ۲۸/۸ درصد *Polygnathus* است (شکل ۶) و با فراوانی و تنوع *Polygnathus* همراه می‌باشد. *Polygnathus* ها بیشتر در نواحی فروکشندی (ساب تایدال) تا دریای باز قرار دارند و از آنجا که *Icriodus* ها دارای

رسوبات لاگونی و پهنه‌کشدی ادامه یافته، تا در نهایت به رسوبات مادستونی (B3) رسیده که ستبرای این دسته رخساره تراز بالای سطح آب (HST) ۷ متر است.

۷-۳. سومین سکانس رسوبی

این سکانس توسط مرزهای SB2 از سکانس رسوبی دوم و گسل از رسوبات کرتاسه تفکیک می‌شود. دسته رخساره پیشرونده (TST) از تکرار رخساره‌های پهنه‌های کشدی و لاگونی تشکیل شده که منطبق بر قسمت‌های قاعده زون کنودنتی *Upper rhenana*-*?linguiformis* است. ستبرای کل TST برابر با ۱۰ متر تعیین گردیده که در نهایت به رخساره اسپیکولیت و کستون (E1: محیط دریای باز) رسیده که بیانگر بیشترین پیشروی آب (mfs) در این سکانس بوده و در ستبرای ۷۵ متری قرار دارد، به طوری که منطبق بر قسمت‌های میانی زون کنودنتی *Upper rhenana*-*?linguiformis* است. این سکانس به سمت بالا توسط رخساره‌های محیط‌های لاگونی و پهنه‌های کشدی ادامه یافته (HST) و در نهایت با رسوبات پهنه‌کشدی پایان می‌یابد.

۸- مدل رسوبی

مدل رسوبی توالی مورد مطالعه به صورت مدل رسوبی سه بعدی ترسیم شده و مدل پیشنهادی برای آن، یک رمپ کربناته همشیب است که از ۳ بخش رمپ داخلی (شامل محیط‌های ساحلی، کشدی، لاگون و سد)، رمپ میانی (شامل قسمت‌های جلوی سد D2) و رمپ خارجی (محیط دریای باز) تشکیل گردیده است (شکل ۸). دلایلی مانند تبدیل تدریجی رخساره‌های میکروسکوپی، نبود رخساره‌های سدی بزرگ و پیوسته و نبود رخساره‌های توربیدیتی آهکی می‌تواند نشانگر تشکیل این توالی در یک محیط رمپ کربناته باشد.

۹- نتیجه‌گیری

- پس از مطالعه دقیق نمونه‌های میکروسکوپی و صحرایی، مشخص شد که رخساره‌های شناسایی شده در سازندهای پادها و بهرام شامل ۱۳ ریز رخساره کربناتی و ۲ رخساره آواری است. این رخساره‌ها در زیر محیط‌های ساحلی (A)، پهنه‌کشدی (B)، لاگونی (C)، سدی (D) و دریای باز (E) نهشته شده‌اند.

- براساس رخساره‌های زیستی (Biofacies) کنودنت‌ها، ۷ رخساره زیستی تشخیص داده شد، که پس از بررسی مدل سه بعدی رسوبی مشخص گردید که کنودنت‌های برش باغین، بیشتر در محیط‌های پهنه‌های کشدی تا نواحی نزدیک به سد قرار دارند و نمودارها، فراوانی *Polygnathus* به *Icriodus* را نشان می‌دهند.

- براساس مشاهدات صحرایی و مطالعات سنگ‌نگاری، ۳ سکانس رسوبی رده سوم تشخیص داده شد که مرزهای سکانسی از نوع SB1 و SB2 هستند.

- سکانس رسوبی اول که ستبرای ۴۸ متر دارد، در زیر به وسیله مرز فرسایشی نوع اول SB1 و در بالا به وسیله مرز غیر فرسایشی نوع دوم SB2 تفکیک می‌شود. این رخساره منطبق بر زون کنودنتی *Lower falsiovalis*-*Upper falsiovalis* بوده که بیشینه سطح غرقابی (mfs) در ۳۲ متری و با رخساره باندستون مرجانی مشخص شده است.

- سکانس رسوبی دوم در پایین و بالا به وسیله مرزهای غیر فرسایشی نوع دوم SB2 تفکیک می‌شود. این رخساره منطبق بر زون‌های کنودنتی *Upper rhenana* و *Lower falsiovalis*-*Upper falsiovalis* بوده و بیشترین سطح غرقابی (mfs) در ۵۷ متری و با رخساره ایید گریستون و زون کنودنتی *Upper rhenana* مشخص شده است.

- سکانس رسوبی سوم در پایین به وسیله مرز غیر فرسایشی نوع دوم SB2 و در بالا به وسیله گسل محدود می‌شود. این رخساره بر زون کنودنتی *Upper rhenana*-*?linguiformis* منطبق است. بیشترین سطح غرقابی (mfs) در ۷۵ متری و با رخساره اسپیکولیت و کستون مشخص شده است.

طبق نمودار دایره‌ای رسم شده برای هر یک از زیست‌رخساره‌های کنودنتی که شکل ۷ نیز نشانگر آن است، فراوانی *Polygnathus* به *Icriodus* بیشتر می‌باشد. پراکندگی کنودنت‌ها نیز در نمودار سه‌بعدی مدل رسوبی مشخص شده که کنودنت‌های برش باغین بیشتر در محیط‌های پهنه‌های کشدی تا نواحی نزدیک به سد قرار دارند (شکل ۸).

۹- چینه‌نگاری سکانسی

براساس شواهد صحرایی و مطالعات سنگ‌نگاری ۳ مرز سکانسی از نوع SB1 (Type 1 Sequence Boundary) و SB2 (Type 2 Sequence Boundary) در ستون رخساره‌ای برش مورد مطالعه تشخیص داده شده که در برگیرنده ۳ سکانس رسوبی رده سوم است (شکل ۹). ویژگی‌های هر یک از سکانس‌های رسوبی به شرح زیر می‌باشد.

۹-۱. سکانس رسوبی اول

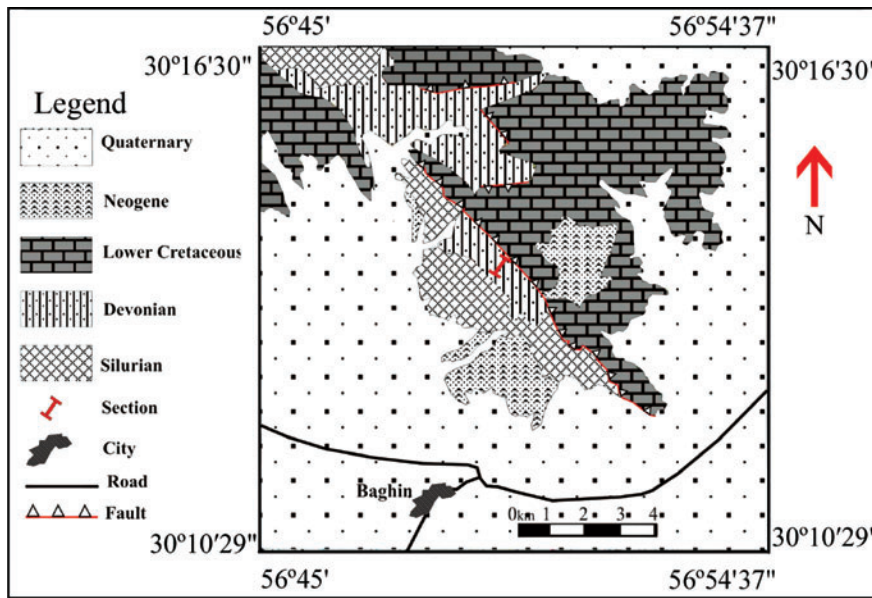
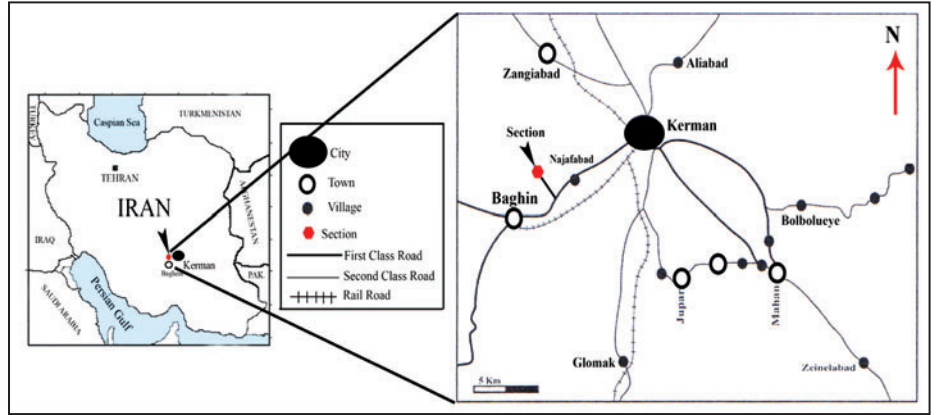
این سکانس در برگیرنده سازند پادها و قاعده سازند بهرام است. ستبرای این سکانس ۴۸ متر بوده که در زیر به وسیله مرز فرسایشی نوع اول SB1 و در بالا به وسیله مرز غیر فرسایشی نوع دوم SB2 محدود می‌شود. این سکانس که با ماسه‌سنگ‌های سرخ رنگ سازند پادها (A1) آغاز می‌شود، با یک تغییر ناگهانی به ماسه‌سنگ‌های سفید قاعده سازند بهرام (محیط ساحلی) می‌رسد. با ادامه پیشروی آب و فراهم شدن شرایط برای رسوب‌گذاری نهشته‌های کربناته، دسته رخساره پیشرونده (TST: Transgressive Systems Tract) شروع به نهشته شدن می‌کند، که شامل نهشته‌های لاگونی و سدی بوده به طوری که این دسته رخساره پیشرونده (TST) منطبق بر قاعده زون کنودنتی *Lower falsiovalis*-*Upper falsiovalis* است. سپس با رسیدن به رخساره باندستون مرجانی، این سکانس به بیشینه سطح غرقابی (mfs: maximum flooding surfaces) که در ستبرای ۳۲ متری قرار دارد، می‌رسد. بیشینه سطح غرقابی (mfs) منطبق بر قسمت‌های میانی زون کنودنتی *Lower falsiovalis*-*Upper falsiovalis* بوده که ستبرای کل TST برابر با ۳۲ متر تعیین شد.

با شروع افت سطح آب دریا، رسوبات به سمت بالا، کم‌ترفا شده و تناوب رخساره‌های شیل و دولومیت که مربوط به محیط‌های کشدی و ساحلی است، نهشته شده‌اند. تناوب شیل-دولومیت گویای آن است که حوضه به دلیل حرکات زمین‌ساختی محلی (یا به احتمالاً ناحیه‌ای) از آب خارج شده و باعث نهشته شدن شیل‌ها گردیده و حوضه دوباره به زیر آب فرورفته، و با نهشته شدن دولومیت ادامه می‌یابد. رسوباتی که در این مرحله تشکیل شده‌اند به عنوان دسته رخساره تراز بالای سطح آب (HST: Highstand Systems Tract) معرفی می‌شوند که ۱۶ متر ستبرا دارند. این دسته رخساره‌های HST منطبق بر قسمت‌های بالایی زون کنودنتی *Lower falsiovalis*-*Upper falsiovalis* است.

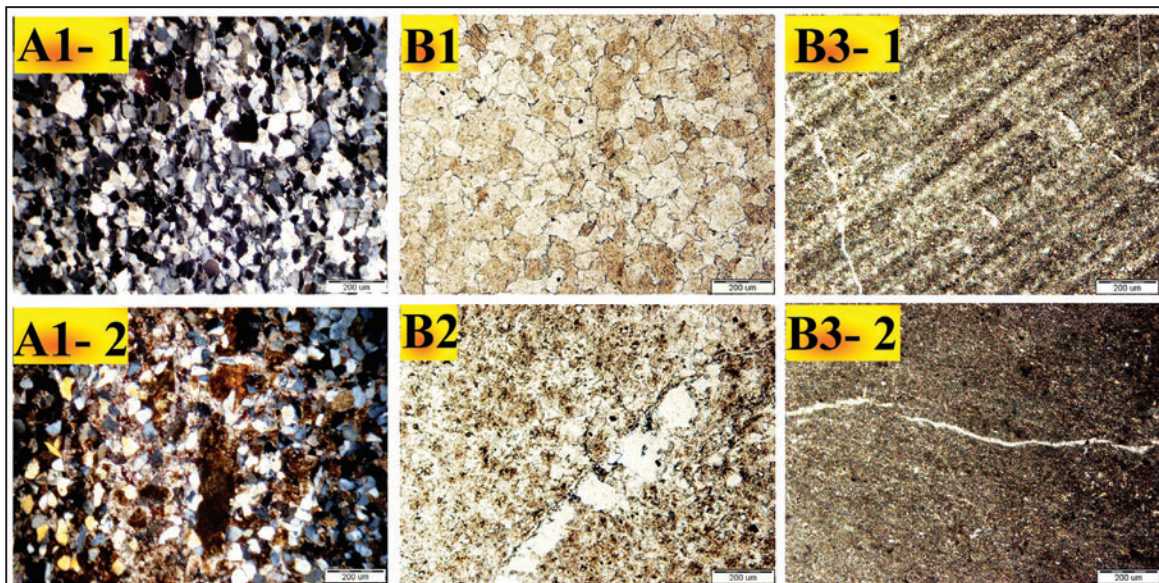
۹-۲. دومین سکانس رسوبی

این سکانس توسط مرزهای SB2 از سکانس‌های بالا و پایین تفکیک می‌شود. بخش قاعده‌ای این سکانس با رخساره‌های شیلی (A2: محیط ساحلی) و رخساره مادستون دولومیتی شده با فابریک فنسترال (B2: پهنه‌کشدی) آغاز می‌شود و با شروع پیشروی، رخساره‌های بایوکلاست اینتراکلاست و کستون (C2: محیط لاگونی)، بایوکلاست و کستون/پکستون (C5 و C6: محیط لاگونی) و بایوکلاست گریستون (D1: سدی) ته نشین می‌گردد. این دسته رخساره پیشرونده (TST) منطبق بر زون کنودنتی *transitans-punctata* بوده که ستبرای کل TST برابر با ۹ متر تعیین شده است. بیشینه سطح غرقابی (mfs) با رخساره ایید گریستون (D2: سدی) مشخص می‌شود که در ستبرای ۵۷ متری قرار داشته و منطبق بر زون کنودنتی *Lower rhenana* است. در ادامه، دسته رخساره تراز بالای سطح آب (HST) با

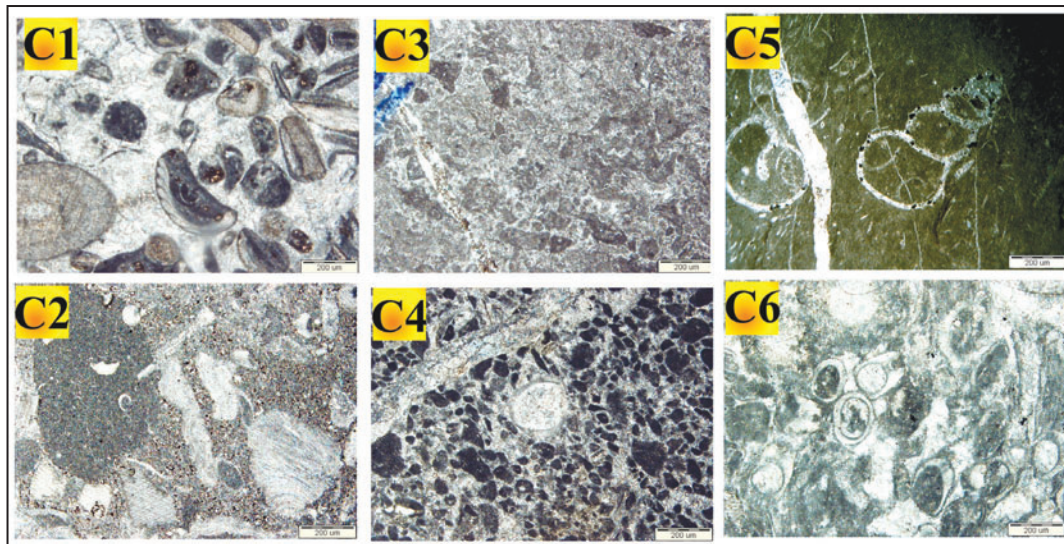
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه (برگرفته از باباریع و همکاران، ۱۳۸۸؛ با اندکی تغییرات).



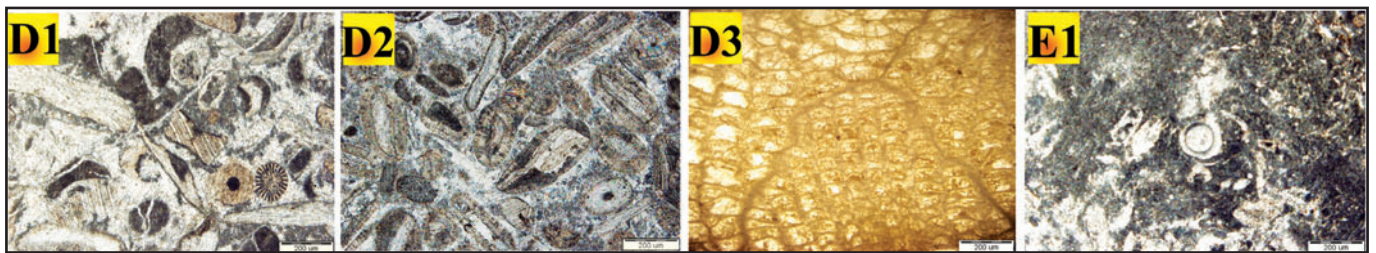
شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از Dimitrijevic (1973) با اندکی تغییرات).



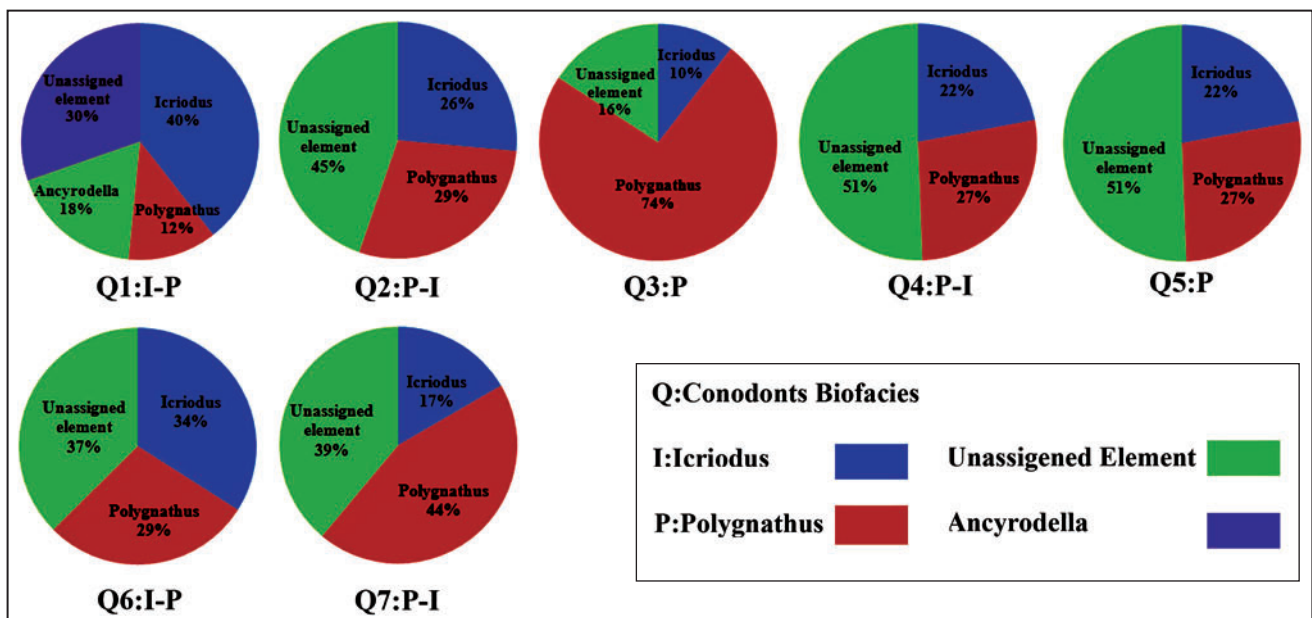
شکل ۳- تصاویر میکروسکوپی ریزرخساره‌های پهنه کشندی، A1-1: کوارتز آرنایت، A1-2: آرنکوز، B1: دولستون، B2: مادستون دولومیتی شده با فابریک حفرات روزنه‌ای (Fenestral cavities) یا چشم پرنده‌ای، B3-1: استروماتولیت مادستون، B3-2: مادستون.



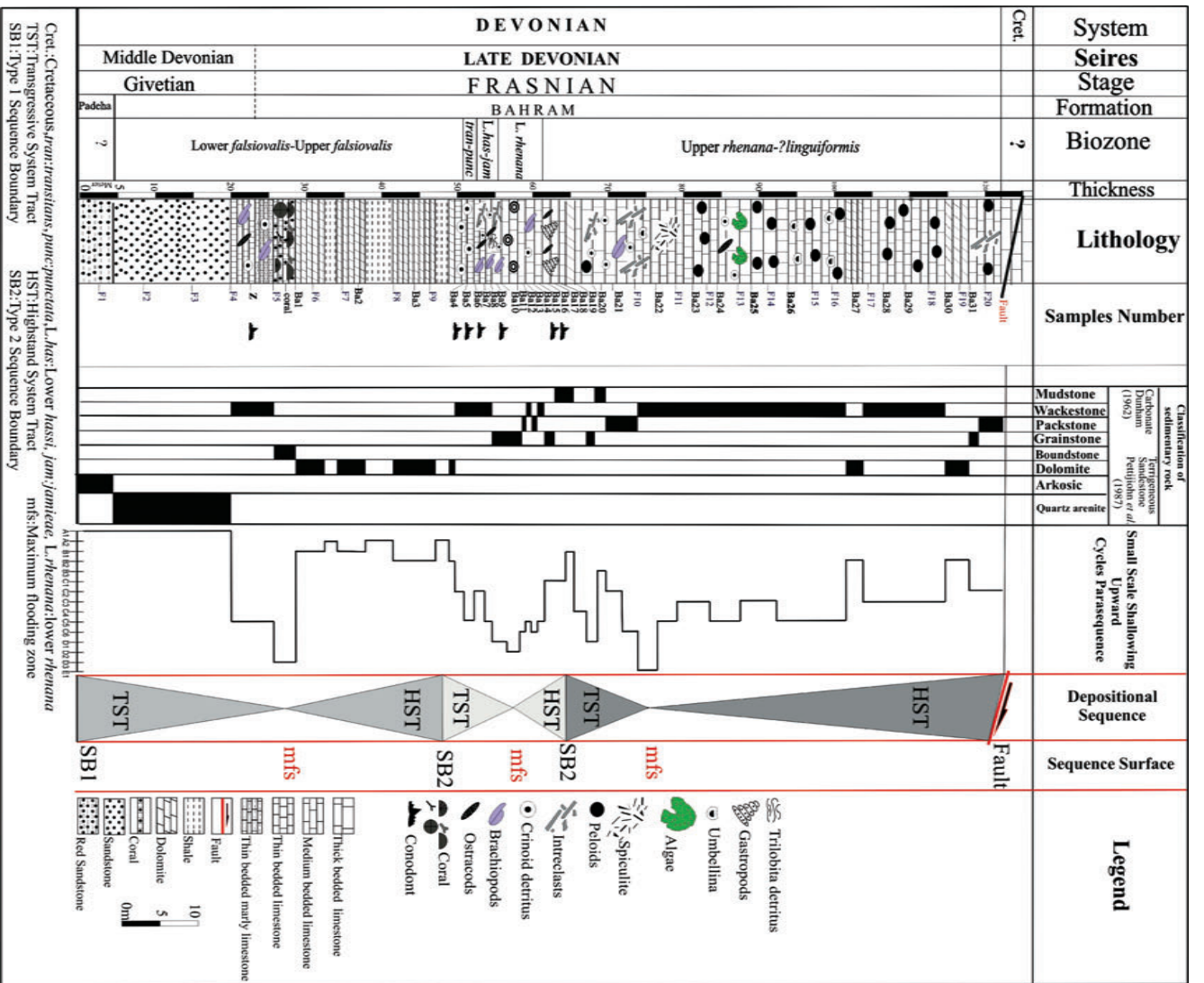
شکل ۴- تصاویر میکروسکوپی ریزرخساره‌های لاگون، C1: آگرگات بیو کلاست گرینستون، C2: بایو کلاست اینترا کلاست و کستون/پکستون، C3: پلویید و کستون/پکستون، C4: پلویید بیو گرینستون، C5: بایو کلاست و کستون، C6: بایو کلاست پکستون.



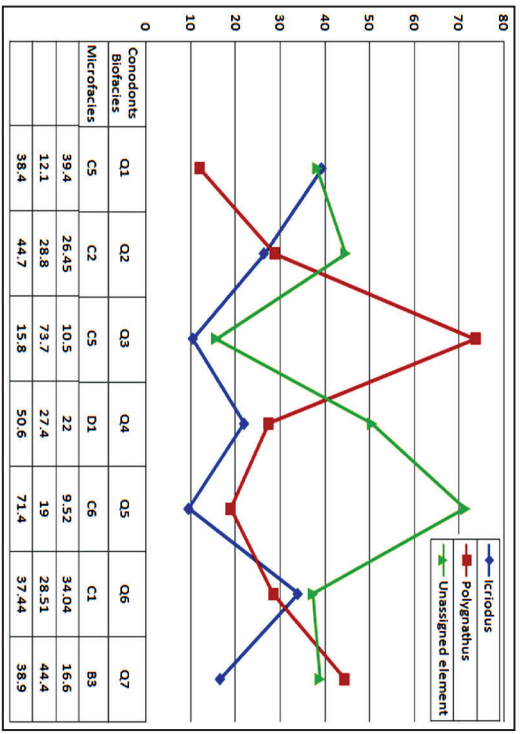
شکل ۵- تصاویر میکروسکوپی ریزرخساره‌های سدی، D1: بایو کلاست گرینستون، D2: آئید گرینستون، D3: باندستون مرجانی. تصویر میکروسکوپی ریزرخساره دریای باز، E1: اسپیکولیت و کستون.



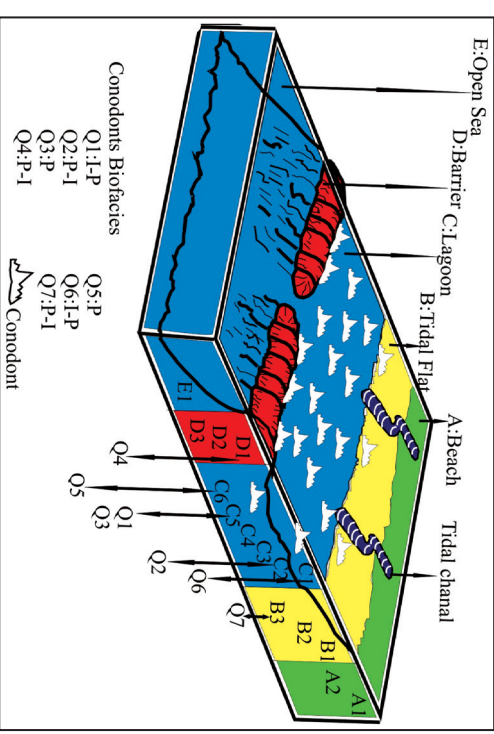
شکل ۶ - نمودار دایره‌ای و فراوانی رخساره‌های زیستی کنودنت‌های منطقه مورد مطالعه.



شکل ۹- ستون چینه‌شناسی، سنگ‌شناسی‌های رسوبی و تغییرات سطح آب دریا در برش مورد مطالعه.



شکل ۷- نمودار فراوانی و گسترش کوندولت‌های منطقه.



شکل ۸- نمودار سه‌بعدی محیط رسوبی منطقه مورد مطالعه و موقعیت ریزخسارها به همراه محیط‌های رسوبی آنها.

کتابنگاری

- اسکندری، م.، ۱۳۷۷- مطالعه بازوپایان دونین کرمان و مقایسه آنها با سنگواره‌های مناطق طبس، البرز و جنوب غرب افغانستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- آقانیاتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، چاپ اول، تهران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.
- باباریع، س.، وزیری، م.، داستانیپور، م.، جوادی، م. و اکبری، ر.، ۱۳۸۸- زیست‌چینه‌نگاری و بوم‌شناسی دیرینه نهشته‌های کرتاسه پسین در برش دوراهی شهداد، شمال شرق شهر ماهان، کرمان، مجموعه مقالات سومین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران.
- خاکسار، ک.، بهاری، ر. و عاشوری، ع.، ۱۳۸۵- مرجان‌های ژئوسین بالای-فرازین سازند بهرام، جنوب ازبک‌کوه، فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال پانزدهم، شماره ۵۹، صفحه ۵۶-۶۹.
- خسروی، ز.، ۱۳۸۸- زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های دونین پسین در شمال شرق باغین (غرب کرمان) بر مبنای کنودونت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه دامغان.
- خسروی، ز.، حسینی‌نژاد، س. م.، داستانیپور، م. و ترک‌زاده ماهانی، ا.، ۱۳۹۰- نگرشی نوین در برش باغین (غرب کرمان) بر اساس پراکیوپودها، پنجمین همایش دیرینه‌شناسی ایران، کرمان.
- موسوی حرمی، ر. و محبوبی، ا.، ۱۳۷۳- ترجمه سنگ‌شناسی رسوبی مقدمه‌ای بر منشأ سنگ‌های رسوبی، تألیف موریس ای تاکر، چاپ سوم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۹۳ ص.

References

- Copper, P., 1967- Spinatrypa and Spinatrypina (Devonian brachiopods), *Paleontology*. V. 10, P. 3, p. 489- 523.
- Dastanpour, M., 1998- Study on Late Devonian brachiopods of Northeast of Baghin- Kerman. *J. Sci. Univ. Tehran*. V. 24, No. 1, p. 13- 27.
- Dimitrijevic, M. D., 1973-Geology Map of Baghin, 1,000, 000. Geological survey of Iran. No. Yu/ 52, 334 pp
- Djokovic, I., Dimitrijevic, M. N., Cukucan, M., Grabeljsek, V., Martinovic, D., Milosakovic, R., Skuletic, T., Halaviati, J. & Markovic, B., 1972- Geological map of Baghin (1/100000): Geological Survey of Iran, sheet no. 7350.
- Dunham, R. J., 1962- Classification of carbonate rocks according to depositional texture. in: classification of carbonate rocks (Ed. by W.E.Ham), pp. 108- 121. *Mcm. Am. Ass. Petrol. Geol.*
- Flugel, E., 2010- Microfacies of carbonate rocks, Analysis, Interpretation and Application, Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 1006 P.
- Gholamalalian, H., 2007- Conodont biostratigraphy of the Frasnian-Famennian boundary in the Esfahan and Tabas areas, Central Iran. *Geol. Quar.*, 51(4): 453- 476, Warszawa.
- LaMaskin, T. A. & Elrick, M., 1997- Sequence stratigraphy of the Middle to Late Devonian Guilmette Formation, southern Egan and Schell Creek ranges, Nevada, Geological Society of America Special Paper 321.
- Parcell, W. C. & Williams, M. K., 2005- Mixed sediment deposition in a retro –arc forland basin: Lower Ellis group (M. Jurassic), Wyoming and Montana, *Journal of sedimentary Geology U.S.A.*, 75, 34-81.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E. & Siever, R., 1987- sand and sandstone .Springer– Verig. New York. 533pp.
- Pohler, S. M. & Barnes, C. R., 1990- Conceptual models in conodont Paleocology. *Courier Forsch- Inst. Senckenberg.*, 118: 409- 440.
- Sandberg, C. A. & Dreesen, R., 1984- Late Devonian icriodontid biofacies models and alternate shallow –water conodont zonation, Geological Society of America Special Paper., 196.
- Tucker, M. E., 2001- Sedimentary Petrology, Oxford (Blackwell)., 482p.

Sequence Stratigraphy of Padeha and Bahram Formations in Baghin Section (West of Kerman) based on Lithofacies and Conodontfacies

Z. Khosravi ¹ & S. M. Hosseini-Nezhad ^{2*}

¹ M. Sc., School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

² Assistant Professor, School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

Received: 2011 July 09

Accepted: 2012 May 02

Abstract

The carbonate and terrigenous sedimentary sequence of the Padeha and Bahram formations (late Givetian- late Frasnian) with a total thickness of 126 m have a gradational and conformable contact at Baghin region of W Kerman in Central Iran. The terrigenous facies are mainly consisting of sandstone and shale deposited in the beach environment. The carbonate rocks including dolomite and limestone have tidal flat, lagoon and barrier (shoal) facies. Based on the index conodonts and brachiopods the late Givetian- late Frasnian age is suggested for this studied section. The conclusions of petrographical studies indicated a shallow carbonate platform of ramp type for these sediments. The stratigraphical study of the Bahram formation at the studied area resulted in identifying 3 sedimentary sequences of the third order, which according to the microfacies and conodonts consist of the following items. The first sequence begins with transgression at the base of the Lower *falsiovalis* – Upper *falsiovalis* zone (TST), with continuation of transgression, it reaches the maximum flooding level (mfs) indicated by the coral bindstone facies in a shoal environment and then is followed by the relevant HST parasequences. The second sequence begins at *transitans* – *punctata* zone, and finally the TST parasequences with ooid grainstone in a shoal environment reaches the maximum flooding level (mfs) at the Lower *rhenana* zone and ceases, and then is followed by the HST parasequences. The third sedimentary sequence begins at the base of Upper *rhenana*-? *linguiformis* zone, its maximum flooding surface (mfs) is in the middle of the Upper *rhenana* -? *linguiformis* zone and is identified by the spiculate wackestone facies in an open sea environment, and it is followed by the HST parasequences. These sequences are limited by the sequential boundaries of SB₁ and SB₂ types.

Keywords: Sequence Stratigraphy, Conodont, Bahram Formation, Late Givetian- Late Frasnian, Baghin

For Persian Version see pages 47 to 54

*Corresponding author: S. M. Hosseini-Nezhad; E-mail: hoseininezhad@du.ac.ir