

# رخساره ها و محیط های رسوبی سازند بادامو در اطراف زرند کرمان

نوشته: دکتر علی خردمند\*، دکتر یعقوب لاسمی\*\* و دکتر کاظم سید امامی\*\*\*

## Facies and Depositional Environments of the Badamu Formation in Zarand area

By: Dr. A. Kheradmand\*, Dr. Y. Lasemi\*\*, and Dr. K. Seyed Emami\*\*\*

### چکیده

سازند بادامو (توآرسین بالایی- بازوسین میانی) بطور عمده دربردارنده سنگ آهک و شیل است و در منطقه زرند (شمال باختر کرمان) گسترش دارد. در این منطقه سازند بادامو به گونه هم شیب و با کنگلومرای قاعده ای بر روی سازند آب حاجی (دومین سازند از گروه شمشک) قرار دارد و مرز آن با سازند هجدک در بالا (چهارمین سازند از گروه شمشک) هم شیب و ناگهانی (گاه تدریجی) است. هدف از این مطالعه، شناسایی رخساره ها و محیطهای رسوبی سازند بادامو است. بررسی های صحرایی و آزمایشگاهی منجر به شناسایی رخساره های مختلف که در چهار دسته رخساره ای قرار دارند انجامیده است. دسته رخساره ای A دربرگیرنده رخساره های مدستون و کستون سوزن اسفنج، گلستگ آهکی، و کستون بیوکلاستی و وکستون/پکستون اینتراکلاستی بیوکلاستی است که نشان دهنده محیط دریای باز می باشد. دسته رخساره ای B دربرگیرنده رخساره های گریستون بیوکلاستی، گریستون اتیدی، گریستون آنکوئیدی، گریستون اینتراکلاستی و بیوکلاستی و گریستون ماسه ای بیوکلاستی اتیدی است که بیانگر یک محیط سدی و ساحلی (گریستون ماسه ای/بیوکلاستی اتیدی) هستند. دسته رخساره ای C دربرگیرنده رخساره های وکستون/پکستون آنکوئیدی بیوکلاستی، وکستون/پکستون بیوکلاستی و مدستون سیلنی فسیل دار است نشان دهنده محیط تالاب است. دسته رخساره ای D دربرگیرنده رخساره های کنگلومرا، رخساره سد آرنیت تا فیل آرنیت و کوآرتز آرنیت تا ساب چرت آرنیت است که در زمان پیشروی دریا در قاعده سازند بادامو یا در محیط ساحلی سدی نهشته شده اند. براساس بررسی رخساره های سازند بادامو و تغییرات عمودی و جانبی رخساره ها و مقایسه با محیطهای امروزی مدل رسوبی سازند بادامو ارائه شده است. در این مدل که محیط رسوبگذاری سازند بادامو را در گستره مورد مطالعه نشان میدهد رخساره های سدی زیر محیط دریای باز و لاگون را که ارتباط کمی با هم داشته اند از یکدیگر جدا نموده است. وجود رخساره های بخش ژرف تر دریا و رخساره های دوباره رسوب کرده نشان می دهد که پلانفرم کرینانه سازند بادامو از نوع فلات قاره همسان فلوریدا بوده است. مدل رسوبی ارائه شده برای سازند مزدوران و چین پید می تواند همسان قدیمی مدل رسوبی سازند بادامو باشد.

واژه های کلیدی: رخساره، محیط رسوبی، سازند بادامو، زرند، کرمان، ایران

### Abstract:

Badamu Formation, exposed in Zarand area (N.W. Kerman), is mainly composed of limestone and shale (Late Toarcian-Middle Bajucian). In this area, Badamu Formation with a basal conglomerate conformably overlays Ab-e-Haji Formation (the second formation of Shemshak Group) and is underlain abruptly (sometimes gradually) by the Hojedk Formation (the fourth formation of Shemshak Group).

Field and laboratory studies indicate four facies groups in Badamu Formation. Facies group A includes mudstone wackestone with sponge spicules, limemudstone, bioclast wackestone and bioclast intraclast wackestone/packestone microfacies which suggests an open marine environment. Facies group B includes bioclast grainstone, ooid grainstone, oncoid grainstone, bioclast intraclast grainstone, and sandy ooid bioclast grainstone microfacies which indicates barrier and beach environment (sandy ooid bioclast grainstone). Facies group C contains bioclast oncoid wackestone/packestone, bioclast

wackestone/packestone and silty fossiliferous mudstone microfacies which suggests a lagoonal environment. Facies group D includes conglomerate, sedarenite/phyllarenite and quartzarenite/subchertarenite microfacies deposited during the progression of the Badamu Sea at the base of the Badamu Formation in a barrier/beach environment.

Based on the study of vertical and lateral facies variations and its comparison with recent sedimentary environments a sedimentary model is proposed for the study area. This model shows that a barrier facies divides the sedimentary environment into a Semi-restricted open marine and a lagoon environments. The presence of distal open marine facies and resedimented facies show that the carbonate platform of Badamu is similar to the Florida continental shelf. Sedimentary model presented for the Mozduran and Chaman-Bid Formations could be the same as ancient model of the Badamu Formation.

**Keywords:** Facies, Depositional Environments, Badamu Formation, Zarand, Kerman, Iran

#### مقدمه

خردمند، ۱۳۷۹): سازند بادامو تاکنون از دیدگاه رخساره ها و محیط های رسوبی بررسی نشده است. هدف از این مطالعه، بررسی رخساره و محیط های رسوبی این سازند در اطراف زرند کرمان (ناودپس هجدک) است. ستون چینه نگاری سازند بادامو در برش باب هوتک، یکی از برش های مطالعه شده، در شکل ۴ نشان داده شده است.

#### رخساره های میکروسکوپی سازند بادامو

مطالعات انجام شده در نواحی مختلف منطقه مورد مطالعه به شناسایی پانزده رخساره میکروسکوپی انجامیده است که در چهار دسته رخساره ای قرار می گیرند و به ترتیب از دریا بطرف ساحل توصیف و تفسیر شده اند.

#### دسته رخساره ای A

این دسته رخساره ای دربردارنده رخساره های میکروسکوپی زیر است:

#### رخساره میکروسکوپی A1

##### مدستون/اوکستون اسپیکول دار

##### (Spiculitic Mudstone/Wackestone)

فراوانترین اجزاء اسکلتی موجود در این رخساره رسوبی، سوزنهای اسفنج (تک محوری و سه محوری) هستند که مقدار آنها بین ۵ تا ۲۵ درصد است. مقدار کمی (۵ تا ۱۰ درصد) پوسته رادپولر، خرده های اسکلتی خارپوستان و دوکفه های نازک پوسته نیز در آن مشاهده میشود. همچنین مقدار بسیار کمی از دانه های غیراسکلتی مثل کوارتز، پلت و کانیهای تیره در اندازه سیلت درشت و ریز دیده شده است. در این رخساره میکروسکوپی آشفنگی زیستی بیشتر به موازات سطح لایه بندی مشاهده شده است.

رخساره A1 که در ناحیه باب نیز و گسترش بیشتری دارد در روی زمین لایه های آهک نازک لایه تیره رنگ را پدید آورده است. این آهک ها که

حرکات سیمین پیشین در اواخر تریاس-میانی و پسین (کارنین-تورین) نقش مهمی در سرگذشت زمین شناسی ایران در زمان ژوراسیک داشته است. حرکت صفحه ایران (قاره سیمری) به سمت شمال خاور و برخورد آن با صفحه توران (قاره اوراسیا) در زمان تریاس پسین (کوهزایی سیمین پیشین) به بسته شدن دریای هرسی نین (پالئوتیس) در شمال ایران انجامید (Berberian and King, 1981 و لاسمی، ۱۳۷۷، ۱۳۷۹). در نتیجه رخساره های ژوراسیک در بیشتر نقاط ایران، به جز زاگرس، بطور عمده آواری و گاهی کربناته است و تفکیک نهشته های تریاس بالائی و ژوراسیک پایینی و میانی از یکدیگر دشوار است. نهشته های آواری و کربناته بین دو رخداد سیمین پیشین (کارنین-تورین) و لوئین (بازوسین-باتونین) (Seyed-Emami and Alavi-Naini, 1990) یا رخداد سیمین میانی (آقناباتی ۱۳۷۱) در ایران مرکزی به نام گروه شمشک معرفی شده است که دربرگیرنده چهار سازند نای بند، آب حاجی، بادامو و هجدک است (Aghanabati, 1975).

منطقه مورد مطالعه در حوزه زغالی کرمان (شمال و شمال خاور کرمان) قرار دارد (شکل ۱). سازند بادامو سومین بخش گروه شمشک است که به طور هم شیب و ناپیوسته (لاسمی و خرمدند، ۱۳۷۹، خرمدند، ۱۳۷۹) بر روی سازند آب حاجی قرار دارد. این سازند در منطقه کرمان به گونه هم شیب و تدریجی، گاه به طور کامل ناگهانی، با سازند هجدک پوشیده می شود (شکل ۲). سن سازند بادامو توآرسین بالائی-بازوسین میانی است (Seyed-Emami, 1967, 1971, 1988). برش الگوی این سازند توسط Seyed-Emami (1967) در ناحیه تیتو شمال خاوری زرند معرفی شده است (شکل ۳).

ستبرای سازند بادامو در ناحیه مورد مطالعه بین ۳۰ تا ۱۸۰ متر است که در امتداد شمال باختری-جنوب خاوری کشیده شده و شیبی در حدود ۲۵ تا ۳۰ درجه به طرف شمال خاوری دارد. این سازند در یک حوضه رسوبی واگششی (Pull apart basin) نهشته شده است (لاسمی و خرمدند ۱۳۷۹،

است.

اجزاء تشکیل دهنده این رخساره میکروسکوپی اینتراکلاست بین ۱۵ تا ۳۵ درصد، اجزاء اسکلتی (به ترتیب فراوانی خرده‌های صدف دوکفه‌ای، اسفنج آهکی، خارپوست، سوزن اسفنج و مقدار کمی گاستروپد) ۲۵ تا ۳۵ درصد، ذرات کوارتز آواری تا ۲ درصد هستند (شکل ۶B).

این رخساره در بخشهای بالای سازند بادامو در تناوب با شیل‌های تیره دیده میشود (شکل ۶C). در این لایه های آهکی دانه بندی تدریجی نیز تشخیص داده شده است (شکل ۶D).

### تفسیر محیط رسوبی دسته رخساره ای A

رخساره های دسته رخساره ای A در محیط دریای باز از جلو سد کربناته تا ژرف‌ترین بخش دریا نهشته شده است که به ترتیب از رخساره A4 به سمت رخساره A1 نشان دهنده ژرف‌تر شدن محیط رسوبی است. رخساره میکروسکوپی A4 معرف بخش آغازی و رخساره میکروسکوپی A1 معرف بخش ژرف‌تر دریای باز است.

همه رخساره های دسته رخساره ای A در زیر خط اثر امواج نهشته شده اند. رخساره A1 و A2 بدلیل داشتن سوزن اسفنج فراوان و درصد بالای گل آهکی، رنگ تیره و نازک بودن لایه ها که در تناوب با شیل تیره رنگ قرار دارند نشان دهنده ژرف‌ترین بخش دریا است (Wilson, 1975).

رخساره A3 بدلیل داشتن درصد بیشتری از دانه های آهکی در مقایسه با رخساره های A1 و A2 در بخش کم عمق تر دریای باز نهشته شده است.

رخساره A4 بدلیل داشتن اینتراکلاستهای مربوط به شیب دریا (دارای گل و سوزن اسفنج) همراه با سوزن اسفنج ها و خرده صدفهای بخش کم عمق تر دریا (دریای باز)، وجود دانه بندی تدریجی و تناوب آن با رخساره های بخش ژرف‌تر دریا به احتمال قوی با ریزش از حاشیه پلاتفرم و نهشته شدن در بخش ژرف‌تر دریا پدید آمده است. محیط امروزی همسان آن بخش ژرف‌تر و دور از پلاتفرم باهاماس (Hine and Newman, 1977; Boardman and Newman 1984; Shinn et al., 1989; Wilber et al., 1990; Eberli, 1991) و همسان قدیمی آن بخش دریای باز سازندهای چمن بید و مزدوران (Lasemi, 1995; Askari-Khoraskani and Lasemi, 1997) است.

دسته رخساره ای A در بیشتر نواحی مورد مطالعه (بابلو، باب نیزو، اشکلی و کوه بادامو) بالاترین بخش سازند بادامو را تشکیل می دهد ولی به سوی شمال باختری، برش الگوی سازند بادامو (ناحیه تیشو)، باب هوتک، خوردند و فیض آباد در زیر رخساره های ستبر لایه الیثی و آنکوئیدی بالای

در تناوب با شیل‌های تیره رنگ هستند در بالاترین واحد سازند بادامو دیده می شوند. عکس میکروسکوپی این رخساره در (شکل A-B ۵) نشان داده شده است.

### رخساره میکروسکوپی A2

#### گلسنگ آهکی فسیل دار

#### (Bioclastic Lime Mudstone)

در این رخساره میکروسکوپی مقدار بسیار کمی از خرده های اسکلتی نظیر دوکفه ای با پوسته های نازک و کشیده، خارپوست، فرامینفر و اسپیکول اسفنج و همچنین دانه های غیراسکلتی مثل پلت، کوارتز و کانیه‌های تیره در اندازه های سیلت درشت و ریز در زمینه میکربیتی قرار دارند. میانگین درصد ماتریکس میکربیتی در این رخساره بیش از ۹۰ درصد است (شکل C ۵) و در آن آشفنگی زیستی به فراوانی مشاهده می شود.

### رخساره میکروسکوپی A3

#### وگستون بیو کلاستی

#### (Bioclastic Wackestone)

در این رخساره خرده های دوکفه ای با پوسته نازک و کشیده، اسفنج و خارپوست حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد (گاهی تا ۳۰ درصد) این رخساره را می سازند. در ضمن مقدار کمی فرامینفر، بریوزا و اجزاء غیراسکلتی مثل پلت و کوارتز تخریبی و کانیه‌های تیره در زمینه میکربیتی دیده میشود (شکل D ۵).

پدیده نئومورفیسم (Neomorphism) در مقیاس به نسبت وسیعی انجام گرفته و گاه شدت این پدیده چنان است که فقط شباهی از آلوکم ها در زمینه تجدید تبلور یافته مشاهده می شود. در برخی از مقاطع نازک، تبلور مجدد بطور بخشی انجام گرفته است (شکل A ۶). در نمونه های تبلور مجدد نیافته بهم ریختگی زیستی به فراوانی به چشم می خورد.

### رخساره میکروسکوپی A4

#### وگستون اینتراکلاستی، بیو کلاستی

#### (Bioclast Intraclast Wackestone/Packestone)

در این رخساره میکروسکوپی، آلوکم های مختلف بخصوص اجزاء غیراسکلتی نظیر اینتراکلاست و اجزاء اسکلتی خرده صدفهای دوکفه ای، اسفنج های آهکی، خارپوست، سوزن اسفنج و مقدار کمی تیوبی فیت (Tubiphytes)، فرامینفر و گاستروپد و ذرات تخریبی کوارتز در زمینه میکربیتی قرار دارند. در این رخساره اندازه اینتراکلاست ها متفاوت است. آثار فسیلی ژئوفیکوس Zeophycos در این رخساره تشخیص داده شده

سازند بادامو قرار گرفته است. در این نواحی نیز دسته رخساره ای A در تناوب با شیل های تیره رنگ است.

## دسته رخساره ای B

این دسته رخساره ای دربردارنده رخساره های میکروسکوپی زیر است:

### رخساره میکروسکوپی B1

#### گرینستون بیوکلستی (Bioclastic Grainstone)

در این رخساره میکروسکوپی، تنها آلوکم تشکیل دهنده خرده های اسکلتی بخصوص قطعات جام (کالیکس) و ساقه خارپوستان (کریونید) و خرده صدفهای دوکفه ای هستند. برخی از خرده صدفهای کریونیدها و بیشتر صدف دوکفه ایها میکربیتی شده اند. تراکم و تجمع این صدفها به حدی است که فضایی برای تجمع سیمان یا ماتریکس تقریباً وجود نداشته و به علت انحلال فشاری حالتی از مواد ناخالص در مرز دانه ها دیده می شود (شکل A-B ۷).

### رخساره میکروسکوپی B2

#### گرینستون انیدی (Ooid Grainstone)

این رخساره میکروسکوپی در سازند بادامو گسترش زیادی دارد. ولی حداکثر گسترش آن در خاور شهرستان کرمان (نواحی بلبلو) دیده می شود. در این ناحیه آهکهای آلبیتی ضخیم لایه واجد لایه بندی متقاطع در بخش میانی سازند سترای زیادی را به خود اختصاص داده است (شکل C-D ۷). انیدهای این رخساره میکروسکوپی بطور عمده از نوع انیدهای ساده با دواپر متحدالمرکز و نیغه های شعاعی مشخص هستند و درصد کمی از آنها انید مرکب اند. هسته مرکزی در بیشتر آنها خرده های اسکلتی است ولی در ناحیه بلبلو بیشتر کوارتز و چرت است. در این رخساره میکروسکوپی انیدها در داخل سیمانی از کلسیت اسپاری قرار گرفته اند. این سیمان از نوع رشته ای، دروزی و بلوکی است در بعضی موارد فاقد سیمان بوده و آثار انحلال فشاری را نشان می دهند.

خرده های اسکلتی (کریونید و دوکفه ای) به مقدار خیلی کم در این رخساره دیده می شود. در بعضی از نمونه های این رخساره سیلیت و ادوز تشخیص داده شده است.

عکس های میکروسکوپی رخساره B2 در شکل های VE و A-B ۸ نشان داده شده است.

### رخساره میکروسکوپی B3

#### گرینستون اینتراکلاستی، بیوکلستی

#### (Bioclast Intraclast Grainstone)

اجزاء تشکیل دهنده این رخساره میکروسکوپی بیشتر اینتراکلاست و خرده های اسکلتی مرکب از قطعات کریونید، دوکفه ای و کمی گاستروپد و به مقدار کمتر انید هستند. در بعضی از نمونه ها درصد انید قابل توجه است. اندازه آلوکم ها بخصوص اینتراکلاستها متغیر بوده در برخی نمونه ها بسیار درشت اند چند میلیمتر تا یک سانتی متر در برشهای فیض آباد و باب هوتک. اینتراکلاست ها اغلب از گرینستون انیدی پایوکلستی تشکیل شده و با گردشگی خوب مشخص هستند. در نمونه های رخساره میکروسکوپی B3 سیلت و ادوز دیده شده است (شکل C-D ۸).

### رخساره میکروسکوپی B4

#### گرینستون آنکوئیدی (Oncoid Grainstone)

این رخساره میکروسکوپی در نواحی شمال باختر کرمان، باب هوتک و فیض آباد گسترش زیادی دارد. اجزای اصلی تشکیل دهنده این رخساره میکروسکوپی آنکوئید است که در آن جلبکهای سبز-آبی بصورت کلاف مانند (اسفنجی) و گاهی با لامینه های خوب دور آلوکم های مختلف را احاطه کرده اند. هسته آنکوئیدها بیشتر خرده صدفهای کریونید، دوکفه ای، گاستروپد و اینتراکلاست است (شکل A ۹). شکل آنکوئیدها متغیر است و بیشتر کروی، بیضوی و توده ای هستند. عواملی چون شکل هسته و انرژی محیط می تواند در شکل آنکوئیدها مؤثر باشد (Wright, 1983). اندازه متوسط آنکوئیدها در بعضی مقاطع بیش از یک سانتی متر است.

### رخساره میکروسکوپی B5

#### گرینستون، بیوکلستی انیدی ماسه ای

#### (Sandy Bioclast Ooid Grainstone)

دانه های اصلی سازنده این رخساره انید در اندازه های مختلف، خرده های اسکلتی و ماسه تخریبی است. دانه های تخریبی کوارتز، خرده سنگ و انید همائیتی (حاصل فرسایش افق لاتریتی روی سازند آب حاجی (سازند شمشک) است.

ساخت رسوبی لایه بندی مورب در این رخساره تشخیص داده شده است. رخساره B5 در بخش زیرین سازند بادامو در تناوب با ماسه سنگ های لیت

آرئیتی قرار دارد و در بالاترین بخش یک نوالی پیشرونده بر روی ماسه سنگهای لیت آرئیتی فرار می گیرد (شکل B-C-9).

### دسته رخساره ای C

رخساره های مختلف دسته رخساره ای C در روی زمین بگونه آهکهای نازک لایه با سطح هوازده زرد تا کرم و سطح نازک خاکستری تیره دیده می شود که در تناوب با شیل تیره رنگ قرار دارد (شکل A-10). دسته رخساره ای C دربرگیرنده رخساره های میکروسکوپی زیر است:

#### رخساره میکروسکوپی C1

##### وکتون/پکتون آنکوئیدی بیوکلاستی

##### (Bioclast Oncoid Wackestone/Packestone)

در این رخساره میکروسکوپی آنکوئید فراوان ترین دانه است که در اندازه مختلف (1 تا چند میلیمتر) دیده می شود.

خرده صدفهای گاستروپد و به مقدار کم خرده صدفهای خارپوست و الئید (به گمان حمل شده از بخش سدی)، فرامینیفرهای کف زی و پلت در این رخساره میکروسکوپی دیده می شوند. یکی از ویژگیهای مهم در این رخساره میکروسکوپی دارا بودن آثار آشفنگی زیستی است.

آلوکم های مختلف در یک زمینه ای از میکریتم قرار دارند. گاهی میزان این ماتریکس کم است (پکتون) ولی در بیشتر نمونه ها میزان ماتریکس بیش از 40 درصد این رخساره را تشکیل می دهد (شکل B-10).

#### رخساره میکروسکوپی C2

##### وکتون/پکتون بیوکلاستی

##### (Bioclast Wackestone/Packestone)

در این رخساره میکروسکوپی صدفهای کامل (برش طولی و عرضی) از گاستروپد و خرده های صدف آنها فراوان ترین دانه است. افزون بر گاستروپد به مقدار خیلی کم فرامینیفرهای کف زی، خرده صدف دوکفه ای، استراکد و اینتراکلاست نیز دیده می شوند. مقدار ماتریکس گاهی کم است و آلوکم ها تا حدودی در تماس با یکدیگر قرار دارند و یا اینکه آلوکم ها در یک ماتریکس میکریتمی شاور هستند (شکل C-D-10).

#### رخساره میکروسکوپی C3

##### مدستون سیلتی فسیل دار

##### (Silty Fossiliferous Lime Mudstone)

بخش اعظم اجزای تشکیل دهنده این رخساره میکروسکوپی گل میکریتمی است و به مقدار خیلی کم خرده های فسیلی چون گاستروپد و فرامینیفر در آن دیده می شوند. به مقدار کم کوارتز تخریبی در اندازه سیلت

### تفسیر محیط رسوبی دسته رخساره ای B

دسته رخساره ای B در محیط رسوبی سد/ جزایر سدی بالای سطح اثر امواج انباشته شده است. رخساره B1 که بطور عمده از خارپوست تشکیل شده در بخش رو به دریای سد جایی که شوری آب دریا طبیعی بوده انباشته شده است.

رخساره B2 که بطور عمده از الئید ساخته شده در محیط پرنحرک (بخش میانی سد) که در آنجا به دلیل تبخیر بیشتر شرایط برای پیدایش الئید فراهم بوده انباشته شده است.

رخساره B3 به دلیل داشتن اینتراکلاست های مختلف، الئید و بیوکلاست محیط سدی، به احتمال قوی، نشان دهنده کانالهای جزر و مدی است.

رخساره B4 در بخش رو به لاگون سد نهشته شده است. این تفسیر به علت وجود جلبکهای سبز-آبی پدید آورنده آنکوئیدها و فرارگیری در روی رخساره گریستون الئیدی (با مرز تدریجی) نائید می شود.

وجود آنکوئیدهای کلاف مانند (اسفنجی) معرف پائین بودن انرژی است (Peryt, 1983) و آنکوئیدها با لامینه های مشخص که دور آلوکم ها را احاطه نموده اند معرف انرژی بالاتر (Wright, 1983) است. در ضمن Catalov, (1983) ذکر می کند که وجود آنکوئید دلیلی بر پایین بودن میزان رسوبگذاری و یا قطع آن است.

رخساره B5 که در تناوب با ماسه سنگ لیت آرئیتی در بخش زیرین سازند بادامو قرار دارد در آغاز پیشروی و به احتمال زیاد، قبل از تشکیل سد کریناته در یک محیط ساحلی نهشته شده است (زمانی که ورود ذرات تخریبی کمتر بوده است). نبود گل آهکی، وجود ساختهای رسوبی لایه بندی متقاطع و مسطح در رخساره های این دسته رخساره ای نشان دهنده نحرک بالای محیط رسوبی است.

نیود سیمان دریایی و فشردگی زیاد در رخساره B1 و B2 نشان دهنده نرخ بالای رسوبگذاری و عدم تشکیل سیمان دریایی است (Lasemi, 1995).

عدم تغییر در فابریک الئیدهای این مجموعه رخساره ای (حفظ کامل الئیدها) نشان می دهد که شیمی آب دریا برای تشکیل الئیدهای کلسیتی مناسب بوده است

(Sandberg, 1983; Wilkinson, 1985; Lasemi, 1995).

مشابه امروزی این دسته رخساره ای حاشیه باختری پلاتفرم باهاماس است (Hine, 1977; Tucker, 1985) و مشابه قدیمی آن را می توان رخساره



اکسید آهن (سیمان هماتیت) احاطه شده اند. در برخی از نمونه ها خمیره این رخساره ها الئیدهای هماتیستی است (شکل A-B ۱۱). مرز ناپیوسته و کنگلومرای قاعده سازند بادامو را نخستین بار لاسمی و خردمند (۱۳۷۹) و خردمند (۱۳۷۹) گزارش کرده اند.

### رخساره D2 (ماسه سنگ سد آرنیت)

دانه های تشکیل دهنده این رخساره در حد ماسه ریز تا متوسط و بندرت ماسه درشت است. فراوان ترین اجزاء سازنده این رخساره میکروسکوپی کوارتز است. کوارتزها بیشتر خاموشی مستقیم دارند. برخی به صورت چند بلوری بوده و خاموشی موجی نشان می دهند. خرده های سنگ بیشتر گل سنگ و سنگهای دگرگونی دانه ریزاند. خرده سنگ های با مقاومت کم با دیاژنز فشردگی به ماتریکس ثانوی تبدیل شده است. خرده سنگ ها بیش از ۳۰ درصد این رخساره ها را می سازند. فلدسپات در این رخساره نادر است.

سیمان این رخساره بطور عمده از جنس کلسیت است ولی سیمان کوارتز دانه ریز و اکسید آهن در اطراف برخی از دانه های سازنده این رخساره دیده می شود. تماس بین دانه ها بیشتر نقطه ای، خطی و محدب و مقعر است (شکل C ۱۱).

خرده های سنگ در این رخساره بیشتر جورشدگی متوسط تا خوب و گردشدگی به نسبت خوبی نشان می دهند ولی دانه های کوارتز زاویه دار تا نیمه گرد شده هستند. رسیدگی بافتی نیمه رسیده تا متوسط و رسیدگی ترکیبی نارس تا نیمه رسیده است. در این رخساره گاهی اجزاء اسکلتی نیز دیده می شود. ساختمانهای رسوبی لایه بندی مورب و ریپل مارک، خرده های گیاهی و سیکلهای رسوبی کم ضخامت رو به بالا درشت شو (شیل تا ماسه سنگ درشت دانه) در این رخساره شناخته شده است.

### رخساره D3 (کوارتز آرنیت / ساب چرت آرنیت)

این رخساره تنها در خاوری ترین بخش منطقه مورد مطالعه (برش بلبلو) گسترش زیادی دارد. در برش بلبلو رخساره D 3 با ضخامت حدود ۷۰ متر (با رنگ روشن) در بخش میانی سازند بادامو قرار دارد. مرز بالایی و پایینی این رخساره با رخساره های آهکی (سدی و لاگونی) تدریجی است. اجزاء اصلی تشکیل دهنده این رخساره کوارتز است که گاهی بیش از ۹۵ درصد آن را تشکیل می دهد (شکل D-E ۱۱) ولی در بعضی از نمونه ها خرده سنگ چرت (تا ۱۵ درصد) در این رخساره دیده می شود. مجروریتی ترکیبی و بافتی بسیار خوب است. اندازه دانه ها در حد ماسه ریز تا متوسط

نیز دیده می شود.

این رخساره میکروسکوپی به شدت تحت تأثیر پدیده آشفستگی زیستی قرار گرفته است (شکل E ۱۰).

### تفسیر محیط رسوبی مجموعه رخساره ای C

با توجه به آثار زیستی موجود در این دسته رخساره ای که بیشتر شامل گاستروپد فراوان و فرامینفرهای بتتیک است و هم چنین به علت نبودن موجودات دریای باز، این دسته رخساره ای در یک محیط تالاب (لاگون) نهشته شده است. رنگ تیره این رخساره ها، وجود آشفستگی زیستی و درصد بالای گل آهکی مشخص کننده رسوبگذاری در زیر خط اثر امواج در پشت سد کربناته است.

افزون بر شواهد یاد شده رخساره های C با مرز ناگهانی در زیر رخساره سدی قرار می گیرند و رخساره سدی بطور عمده رو به بالا به رخساره های C تبدیل می شوند که محیط رسوبی لاگون را برای دسته رخساره ای C تأیید می کند.

رخساره های محیط لاگونی سازند بادامو با رخساره های کم ژرف و زیر سطح امواج لاگون امروزی خلیج فارس و فلوریدا (Shinn, 1986; purser and Evans, 1973) مشابه است.

### رخساره های آواری D

این رخساره دربردارنده کوارتز آرنیت، ناساب چرت آرنیت (بخش میانی سازند بادامو در مقطع بلبلو)، ماسه سنگ لیت آرنیت (سد آرنیت تا فیل آرنیت) در بخش قاعده ای سازند بادامو (برشهای مختلف) و رخساره کنگلومرای قاعده ای سازند بادامو است.

### رخساره D1 (کنگلومرای پایه سازند بادامو)

این رخساره در منطقه مورد مطالعه سبترای کمی دارد. اولین واحد سنگی سازند بادامو در کلیه برشهای مورد مطالعه یک کنگلومرای نازک لایه (۲۰ تا ۴۰ سانتی متر) است. در برش اشکلی این کنگلومرا حدود ۴۰-۳۰ سانتی متر سبتر دارد. اجزاء سازنده آن گراولهایی از سازند آب حاجی (سازند شمشک) با گردشدگی خوب و قطر متوسط حدود ۵ سانتی متر است (شکل B-C ۲).

در نقاط دیگر، این رخساره دربرگیرنده گراولهایی از سازند آب حاجی (سازند شمشک)، کوارتز، خرده فیلهایی چون گاستروپد، دوکفه ای، خارپوست و الئید است. اجزاء سازنده کنگلومرای یاد شده با هاله ای از

آنها (قانون والتز)، (Walther 1844 در Middleton 1973) و مقایسه با محیطهای امروزی، مدل رسوبی سازند بادامو ارائه شده است (شکل ۱۳). در این مدل که محیط رسوبگذاری سازند بادامو را در گستره مورد مطالعه نشان می دهد رخساره های سدی زیر محیط دریای باز و لاگون را که ارتباط کمی با هم داشته اند از یکدیگر جدا نموده است.

وجود رخساره های بخش ژرف تر دریا (رخساره های A1، A2) و رخساره های دوباره رسوب کرده (ریزشی) رخساره A4 نشان می دهد که پلاتفرم کربناته سازند بادامو از نوع فلات قاره (همسان فلوریدای امروزی) بوده است

(Read, 1982, 1985; Tucker and Wright, 1990; Wright and Burchette, 1996).

مدل مشابه ای برای سازند مزدوران و چمن بید در حوضه رسوبی کپه داغ ارائه شده است (Lasemi, 1995; Askari Khoraskani, 1997). شکل ۱۴ برش عرضی از مدل رسوبی را نشان می دهد.

### نتیجه گیری

بررسیهای صحرایی و میکروسکوپی سازند بادامو نشان می دهد که این سازند از روی هم قرارگیری رخساره های لاگونی (تالابی) سدی و دریای باز پدید آمده است. بررسی رخساره ها نشان می دهد که ژرف ترین قسمت دریای بادامو در نواحی باب نیز بوده و به طرف جنوب خاور و شمال باختر ژرفای دریای بادامو کاهش داشته است. تغییرات رخساره ای شدید نشان دهنده تکاپوی گسلهای واکنشی و پدید آمدن حوضه رسوبی امتداد لغز است که در آن سازند بادامو نهشته شده است. تغییرات رخساره ای نشان می دهند که دریای بادامو از سوی خاور به سوی شمال باختر پیشروی داشته است.

### پیشنهادات

پیشنهاد می شود که مطالعات دیگری در زمینه بررسی لیتوفاسیس و محیط های رسوبی سازند بادامو در مناطق شمالی تر (حوضه بهاباد- طبس) و در امتداد خاوری- باختری (عرض حوضه) انجام گیرد تا با تلفیق نتایج از این مطالعات اطلاعات جامع تری در رابطه با پائوژنوگرافی و حوضه رسوبی سازند بادامو کسب گردد.

بوده و بیشتر با سیمان کلسیتی و بندرت سیمان حاشیه هم محور (Syntaxial) سیمانی شده است.

ساختمانهای رسوبی لایه بندی مورب و مسطح و چرخه های رسوبی رو به بالا درشت شو تشخیص داده شده است. در بخش زیرین این توالی ماسه سنگی لایه های نازک شیل تیره در تناوب با رخساره B3 دیده می شوند.

### تفسیر محیط رسوبی رخساره های تخریبی

رخساره D1 به دلیل داشتن گراولهای گرد شده سازند آب حاجی (سازند شمشک) و انید و پیزولیتهای هماتیتی و همچنین آغشنگی آنها به هماتیت در موقع پیشروی دریای بادامو نهشته شده است. پس از نهشته شدن سازند آب حاجی (سازند شمشک) پسروی دریا موجب ایجاد یک سطح ناپیوسته و پدید آورنده رخساره D1 شده است.

رخساره D1 با پیشروی دریا به رخساره D2 تبدیل شده است.

رخساره D3 نشان دهنده جابجایی بسیار زیاد این ماسه ها در محیط رسوبی است.

سیکل های رسوبی رو به بالا درشت شو و ضخیم شو و مجوریتی بالای این ماسه سنگها نشان دهنده محیط رسوبی ساحل (Beach) و یا سدهای ماسه ای است (Elliott, 1986).

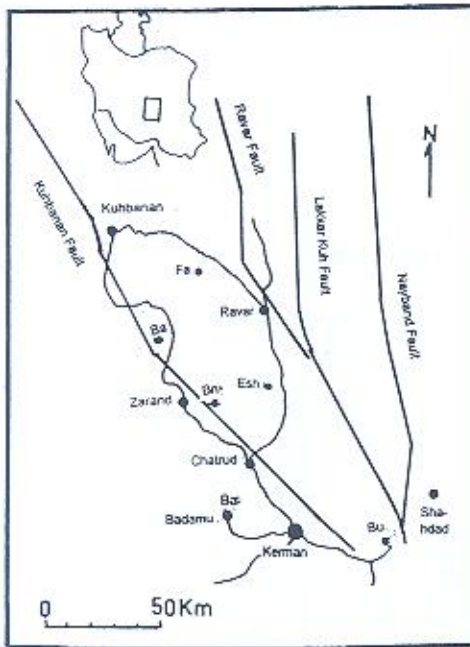
نمونه امروزی همسان آن در خلیج مکزیک (Galveston Island) (McCubbin; 1982) و نمونه قدیمی آن کوارتزیت بالایی سازند لالون (Top quartzite) است (امین رسولی ۱۳۷۸).

رخساره D3 در جهت جانبی و عمودی به رخساره کربناته سدی تبدیل می شود و نشان دهنده ورود رسوبات آواری به حوضه در ناحیه بلبو است. ستون رخساره ای سازند بادامو در شکل ۱۲ نشان داده شده است.

همانطور که ستون رخساره ای سازند بادامو در ناحیه باب هوتک نشان می دهد سازند بادامو با کنگلومرای قاعده ای پیشرونده آغاز شده و پس از نهشته شدن رخساره های ساحلی/ دلتایی رخساره های (D) رخساره های لاگونی (دسته رخساره های C) به رخساره های سدی (دسته رخساره های B) و سپس به رخساره دریای باز (A) تبدیل می شود و در نهایت با پسروی دریا بر روی رخساره های دریای باز رخساره های سدی و لاگونی نهشته شده است.

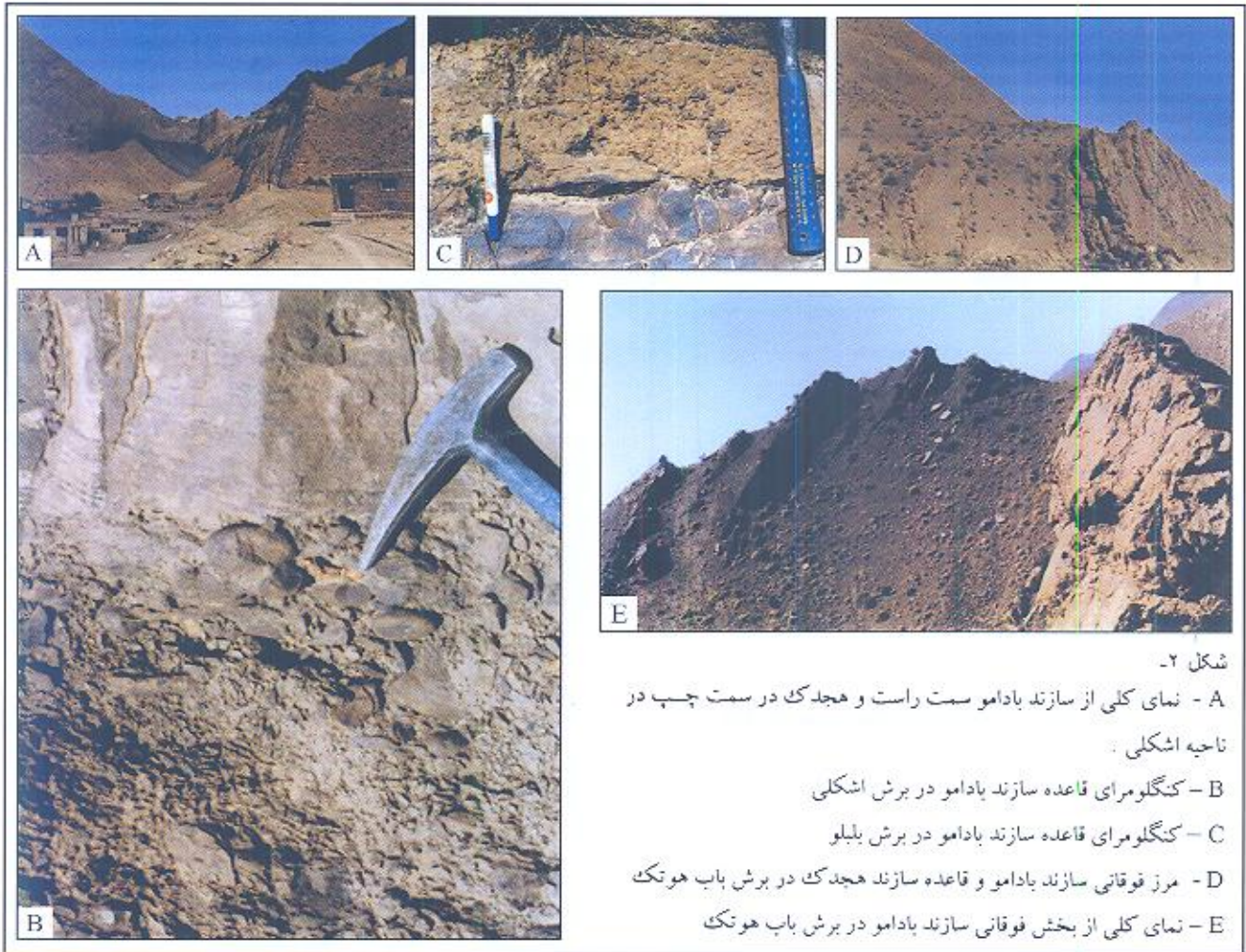
### مدل رسوبی سازند بادامو در منطقه مورد مطالعه

براساس بررسی رخساره های سازند بادامو و تغییرات جانبی و عمودی



شکل ۱- نقشه راه های ارتباطی منطقه مورد مطالعه و موقعیت گسلهای اصلی امتداد لغز (محل برشهای مورد مطالعه با علامت دایره مشخص شده است).

Ch=Chatrud, Esh=Eshkeli, Bn= Babnyzu, Bh=Babhutak, Ha=Hashuni, Fa=Fayzabad, Ba=Badamu, Bu=Boibolu



شکل ۲-

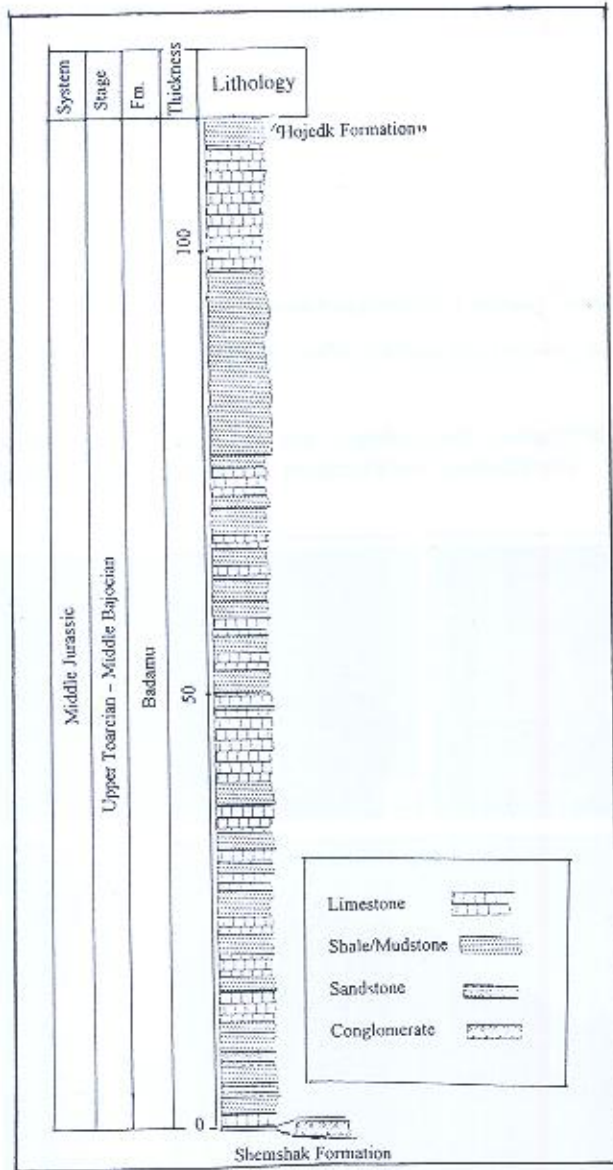
A - نمای کلی از سازند بادامو سمت راست و هجدک در سمت چپ در ناحیه اشکلی

B - کنگلومرای قاعده سازند بادامو در برش اشکلی

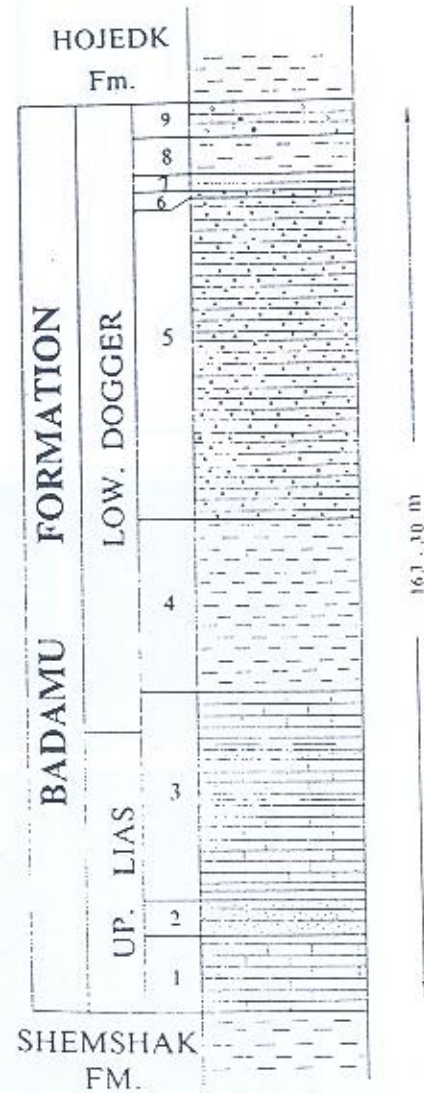
C - کنگلومرای قاعده سازند بادامو در برش بلبو

D - مرز فوقانی سازند بادامو و قاعده سازند هجدک در برش باب هوتک

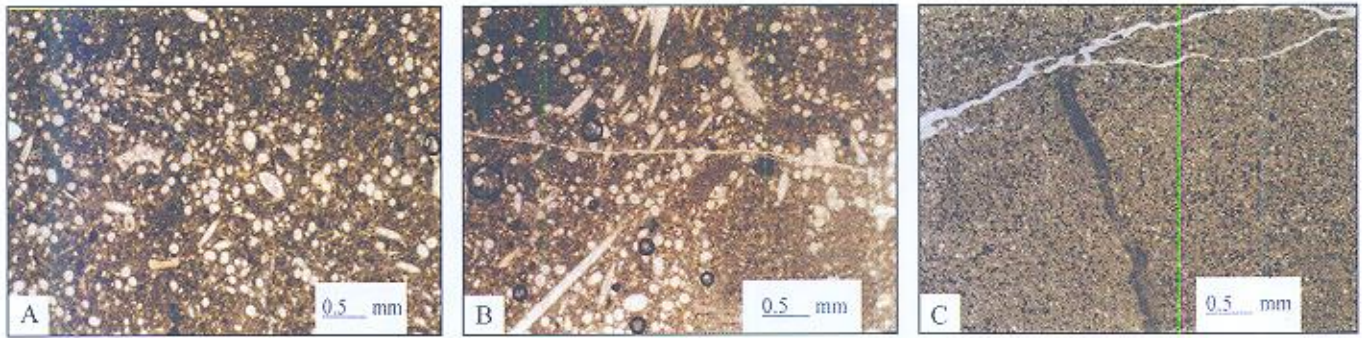
E - نمای کلی از بخش فوقانی سازند بادامو در برش باب هوتک



شکل ۴- ستون چینه‌ای سازند بادامو در منطقه باب هو تک

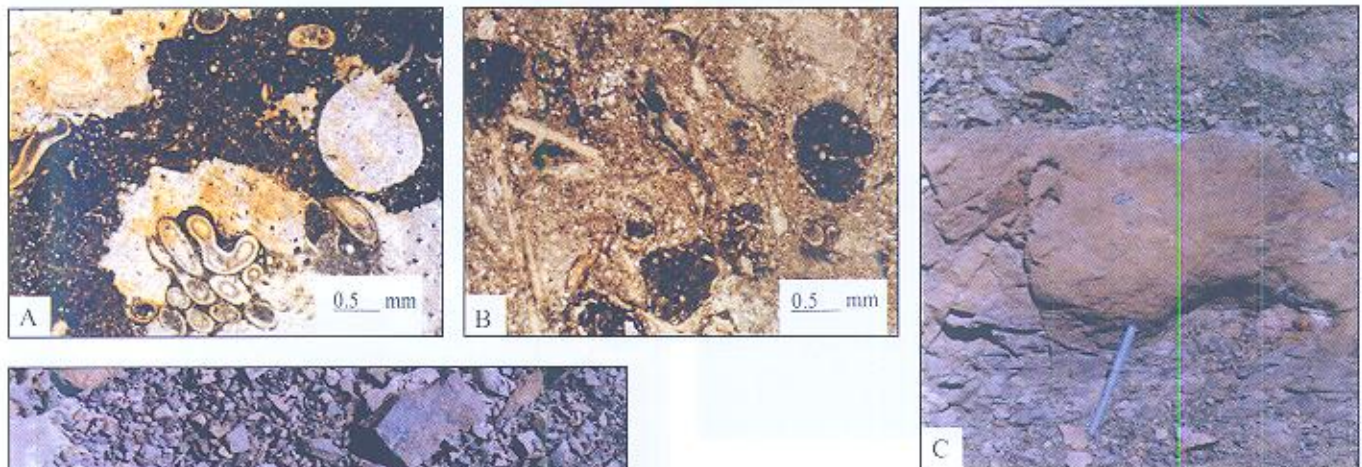
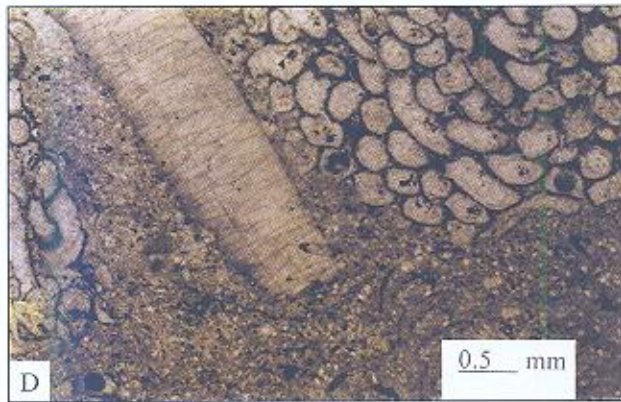


شکل ۳- برش الگو سازند بادامو (سیدامامی ۱۹۶۷)



شکل ۵-

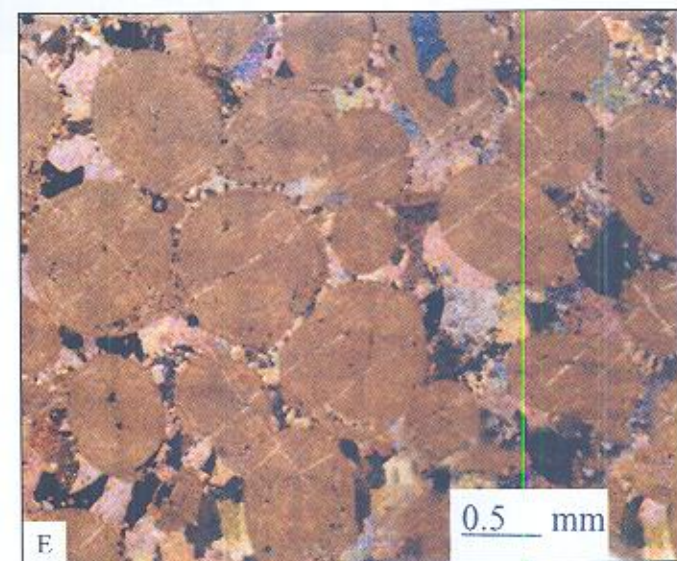
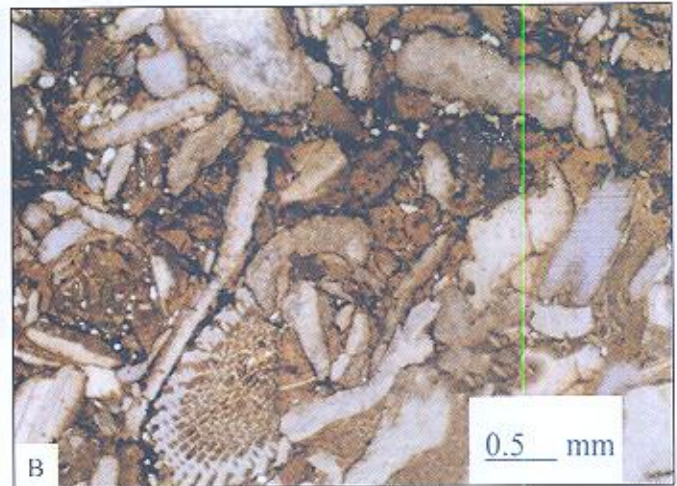
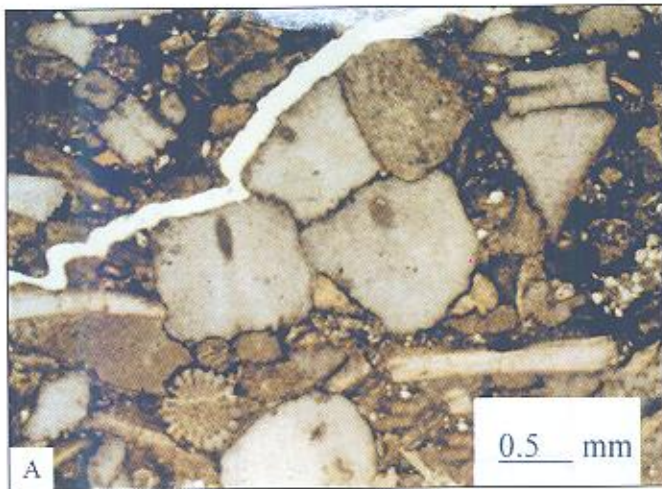
A و B - رخساره میکروسکوپی A1، سوزنهای اسفنج و مقدار ناچیزی از خرده‌های اسکلتی دو کفه‌ای و خارپوست، در زمینه میکربیتی با آشفستگی زیستی دیده می‌شود.  
 C - رخساره مدستون آهکی فیسل دار (A2) با مقدار ناچیزی خرده‌های اسکلتی در زمینه میکربیتی.  
 D - رخساره بیوکلاست و کستون تا پکستون (A3) با صدف دو کفه‌ای و اسفنج آهکی در زمینه میکربیتی.



شکل ۶-

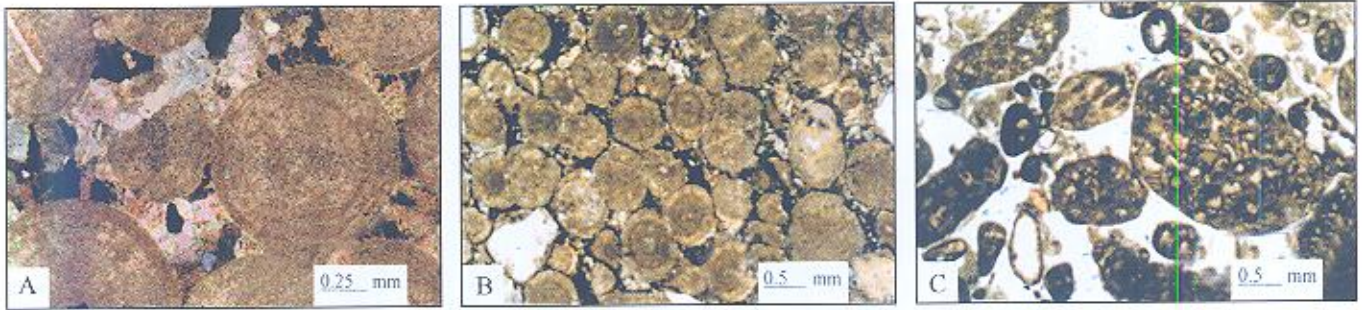
A - عکس میکروسکوپی رخساره بیوکلاست و کستون که تحت عمل Neomorphism واقع شده است.  
 B - عکس میکروسکوپی رخساره C4.  
 C - تناوب شیل تیره و آهکهای لایه نازک (رخساره A4) در برش فیض آباد.  
 D - لایه بندی تدریجی اینتراکلاست و صدف دو کفه‌ای درشت که به طرف بالا ریزتر می‌شود.





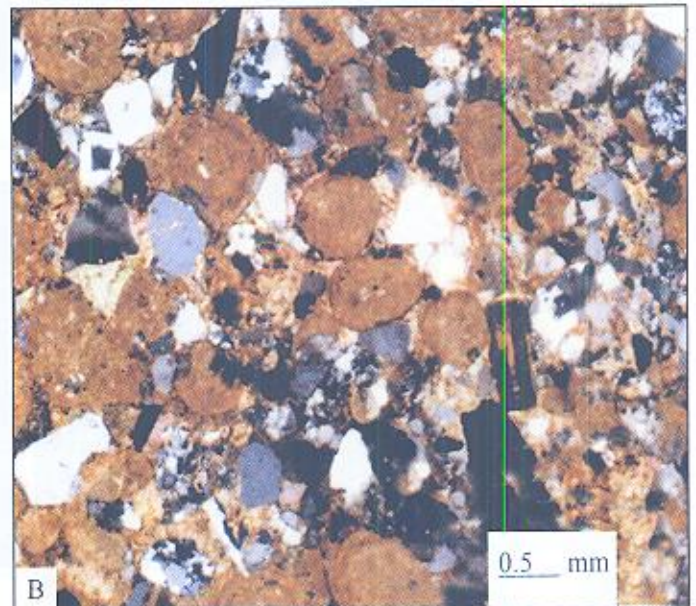
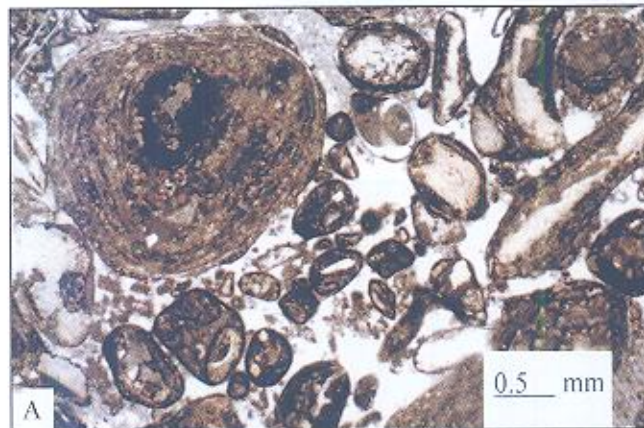
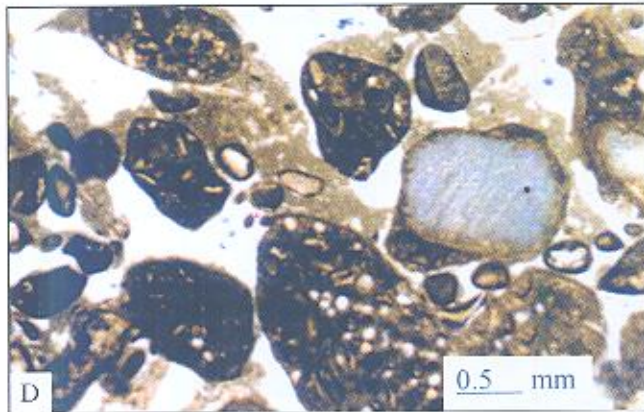
شکل ۷-

- A - عکس میکروسکوپی رخساره گریستون بیوکلاستی (B1).
- B - نمونه دیگری از رخساره گریستون بیوکلاستی.
- C - آهکهای ضخیم لایه و انیدی در بخش میانی سازند بادامو در برش ببلو.
- D - لایه بندی مقاطع در آهکهای انیدی در برش ببلو.
- E - عکس میکروسکوپی رخساره میکروسکوپی گریستون انیدی (B2) در نور پلاریزه.



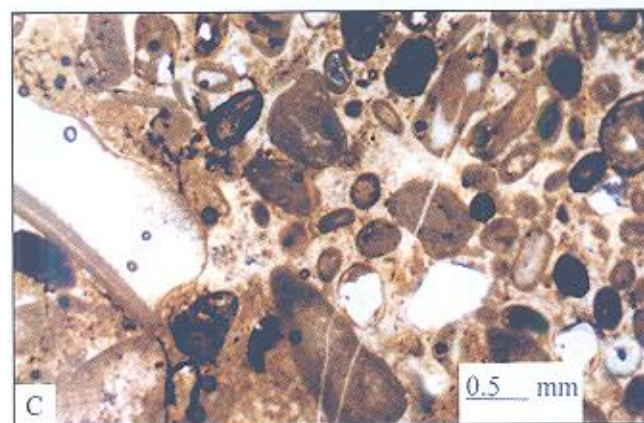
شکل ۸-

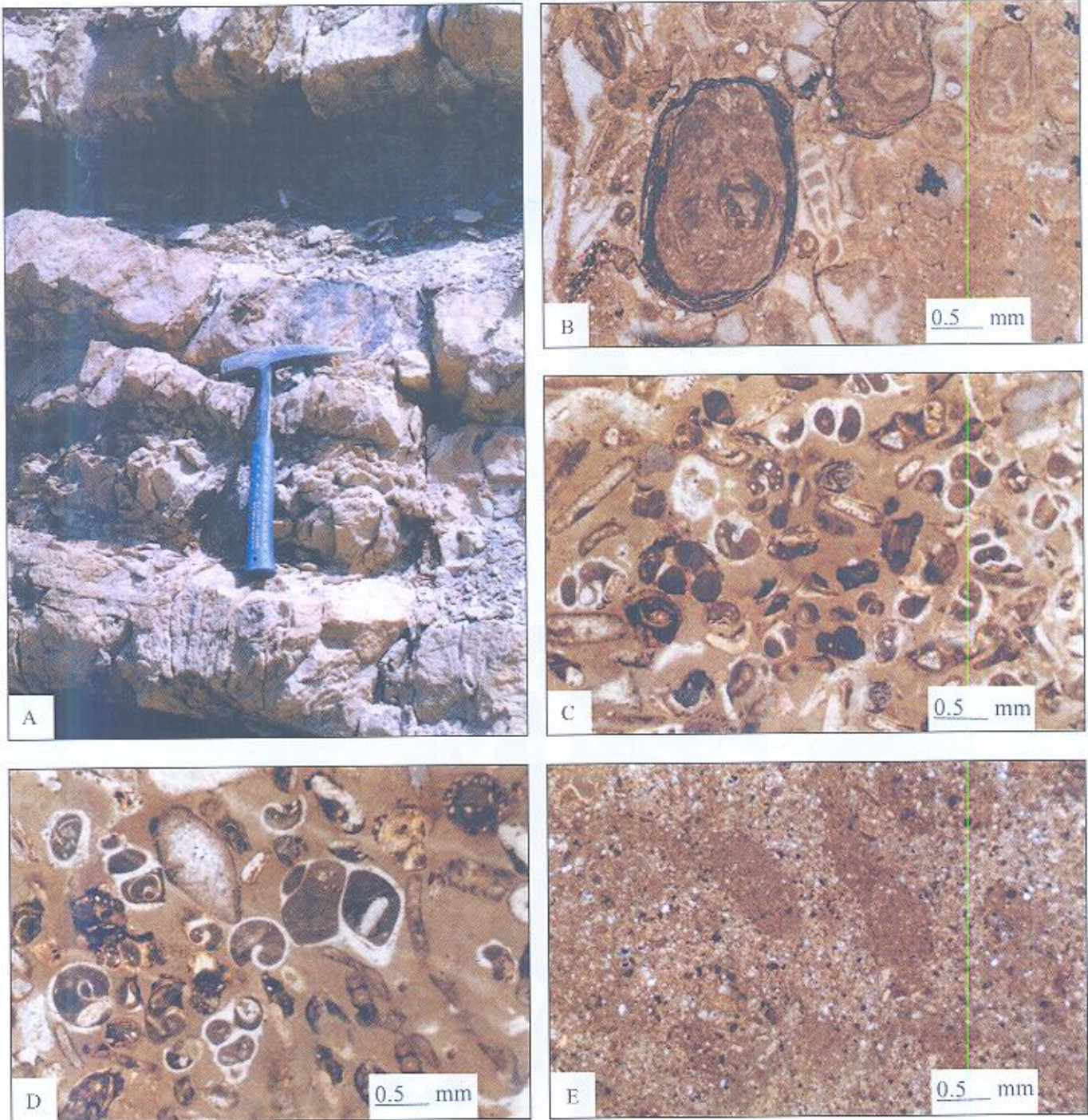
A - بخش بزرگ شده شکل VE در نور پلاریزه .  
 B - عکس میکروسکوپی گریستون انیدی در نور معمولی، به سیمان هابتی و انحلال فشاری در مرز انیدی توجه شود.  
 C ، D - عکس میکروسکوپی گریستون ایتراکلاستی و بیو کلاستی (B3)، به اندازه ایتراکلاستها و سیلت و ادوز توجه شود.



شکل ۹-

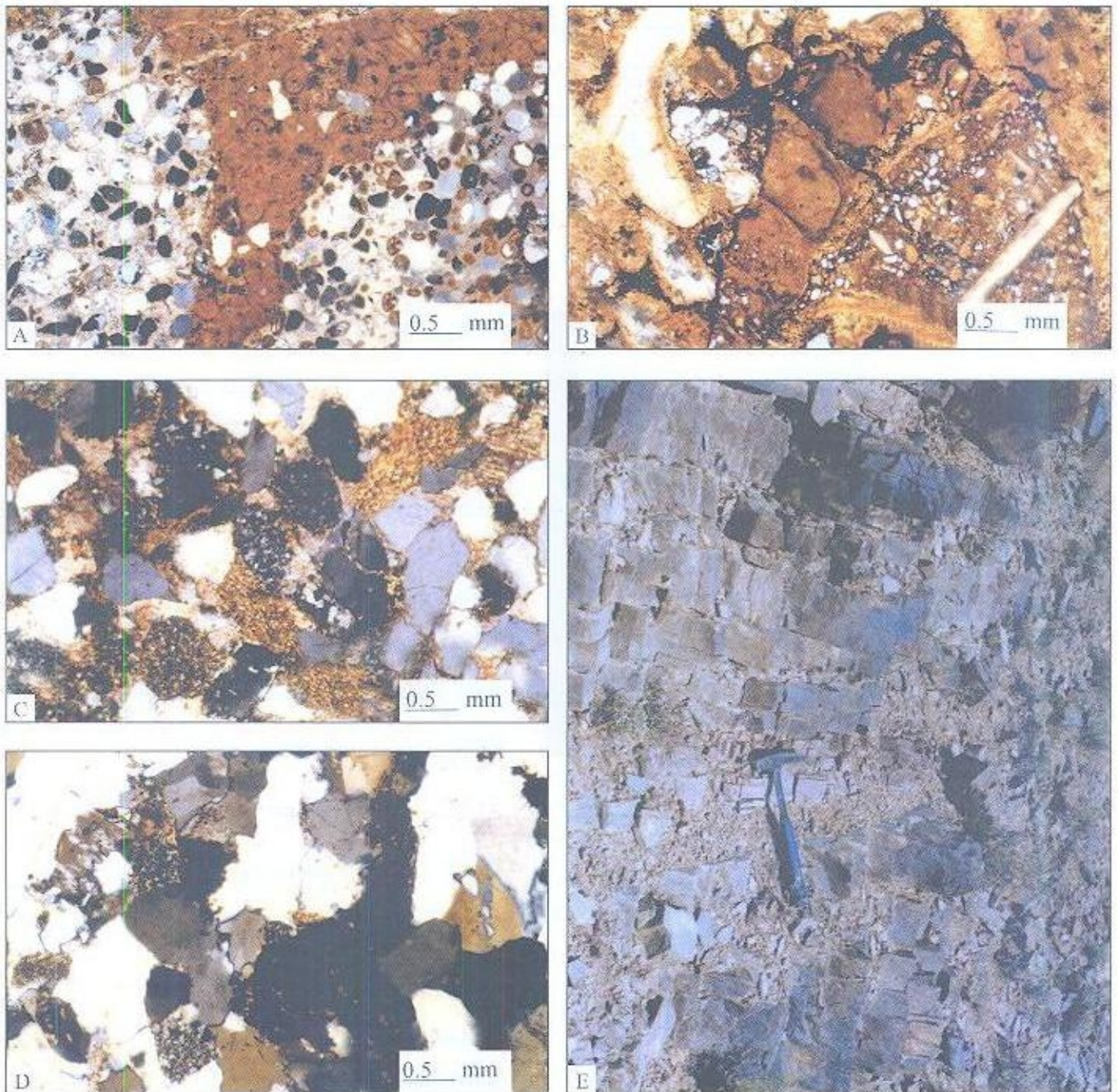
A - عکس میکروسکوپی گریستون آنکوئیدی (B4).  
 B - عکس میکروسکوپی رخساره B5، به انید، کوارتز و چرت توجه شود.  
 C - عکس میکروسکوپی رخساره B5، انیدهای همانیتی توجه شود.





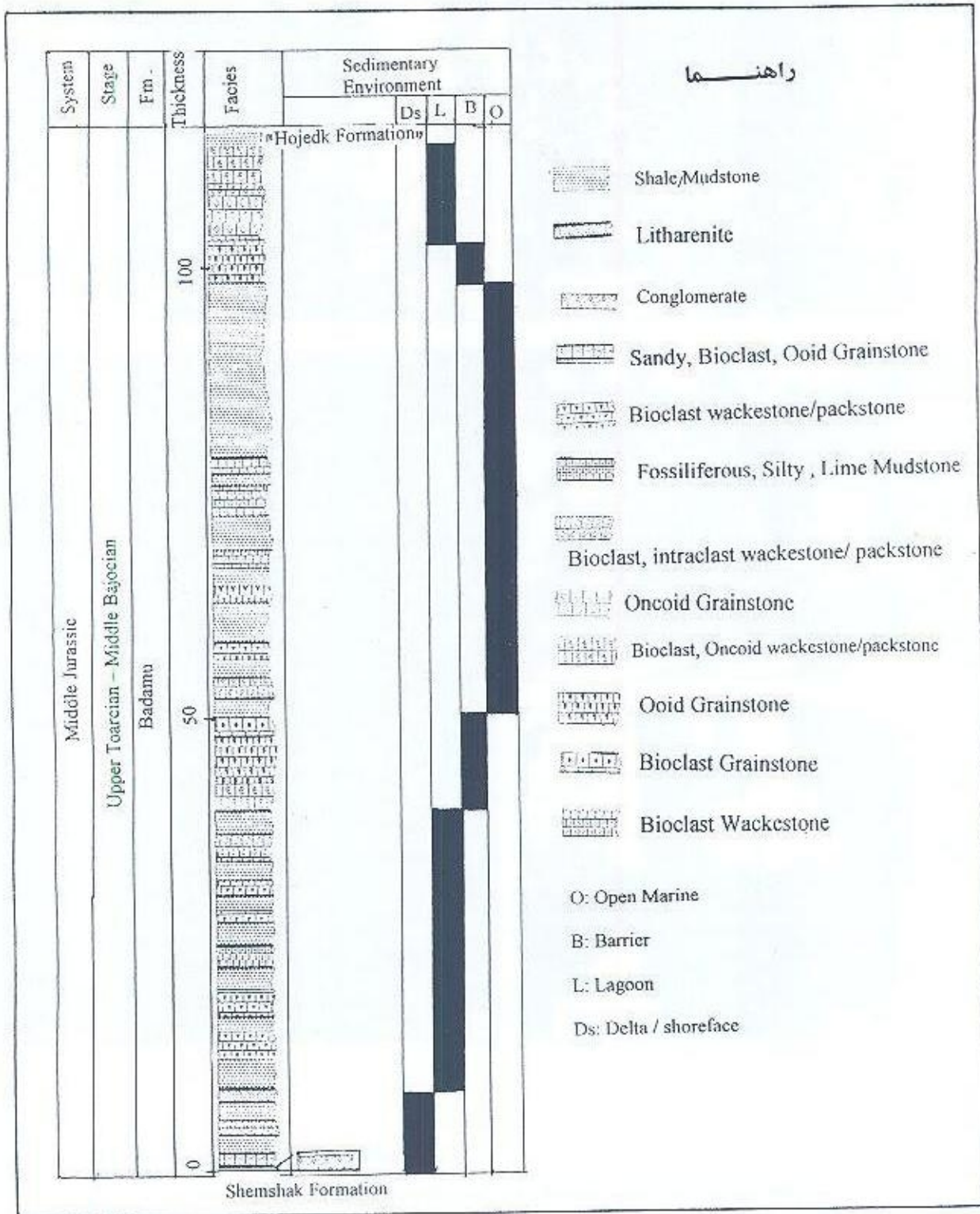
شکل ۱۰-

- A- تناوب آهک های نازک لایه (رخساره C) و شیل های تیره  
 B- عکس میکروسکوپی از رخساره میکروسکوپی بکستون آنکوئیدی و بیو کلاستی (رخساره C1)  
 C, D- عکس میکروسکوپی رخساره بکستون / او کستون بیو کلاستی، به حجرات گاستروپدها که توسط میکرینی پر شده اند توجه شود (رخساره C2).  
 E- عکس میکروسکوپی رخساره مدستون سیلینی فسیل دار با آشفتنگی زیستی فراوان (رخساره C3).

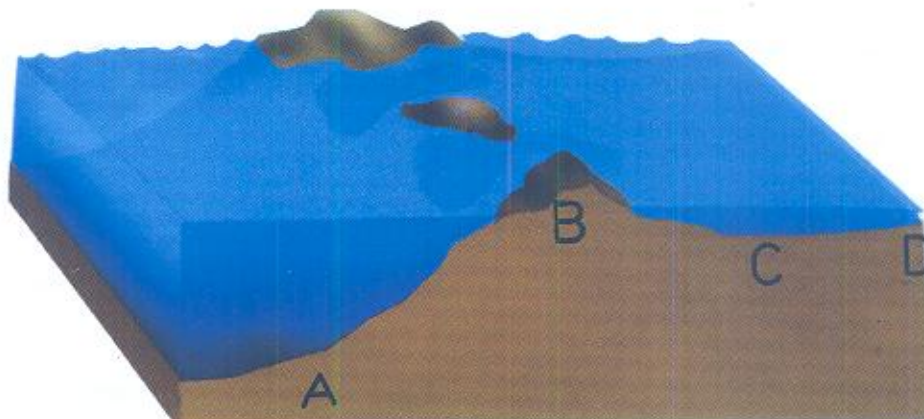


شکل ۱۱-

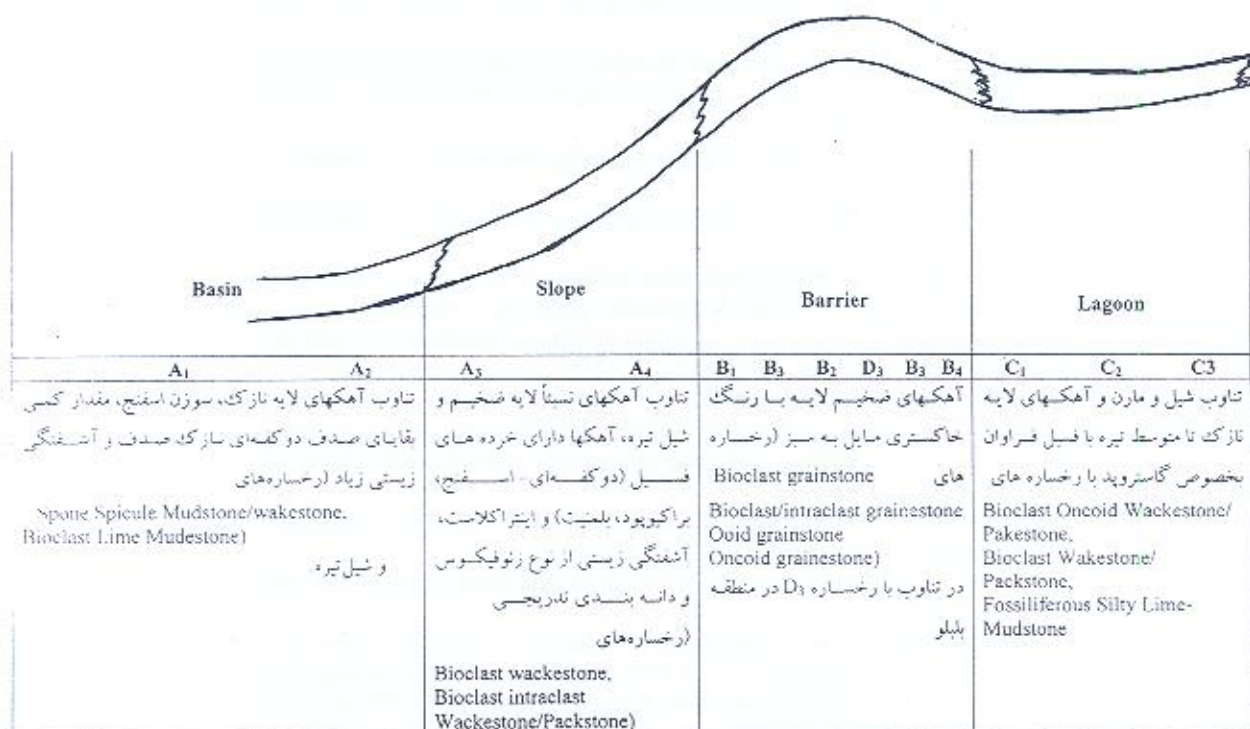
- A- گراولهای ماسه سنگی در زمینه گریستون ائیدی همانیسی.  
 B- گراولهای آهک ماسه ای دانه ریز و فسیل گاستروپدو خورده های فسیل دیگر که توسط سیمان اکسید آهن بهم متصل شده‌اند.  
 C- رخساره سد آرنیت با خورده سنگهای چرت، گل‌سنگ و دگرگونی در سیمان کلیستی.  
 D- رخساره کوانتز آرنیت حاوی کوانتز، کانیهای اکسید آهن و چرت، گاهی مقدار چرت، در این رخساره تا ۱۵ درصد می‌رسد.  
 E- کوانتز آرنیت با چرخه رسوبی به سوی بالا ضخیم شو و درشت شو در برشی بلیلو.



شکل ۱۲- ستون رخساره‌ای سازند بادامو در برش باب هوتک



شکل ۱۳- مدل رسوبی و تغییرات چگالی رخساره ای سازند بادامو را نشان می دهد.



شکل ۱۴- مقطع عرضی از مدل رسوبی سازند بادامو (دریای بادامو) در منطقه مورد مطالعه.

## کتابنگاری

- امین رسولی، ه. ۱۳۷۸- بررسی میکروفاسیس ها، محیطهای رسوبی و چینه شناسی توالی های واحدهای شیلی و کوارتزیت راسی سازند لالون و عضوهای ۱ و ۲ سازند میلا در البرز شرقی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم ۱۶۹ صفحه.
- آفانباتی، س.ع، ۱۳۷۱- معرفی رویداد زمین ساختی سیمین میانی (ژوراسیک میانی) فصلنامه علوم زمین، شماره ۶، صفحه ۴-۲.
- خردمند، ع. ۱۳۷۹- بررسی رخساره ها و محیط های رسوبی سازندهای بادامو و هجدک در اطراف کرمان (جنوب شرقی ایران مرکزی) پایان نامه دکتری زمین شناسی گرایش رسوب شناسی و سنگ رسوبی دانشگاه تربیت معلم ۲۱۱ صفحه.
- لاسمی، ی. و خردمند، ع. ۱۳۷۹- رخساره ها و محیط های رسوبی سازند بادامو در اطراف زرنند کرمان چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، صفحه ۲۰۳-۲۰۵.
- لاسمی، ی. ۱۳۷۷- محیط های رسوبی سنگهای اردوسین ایران (توالی های همزمان با ریفت) و تشکیل حاشیه واگرای پالتوتیس، هفدهمین گردهمایی علوم زمین، ۱۶۰-۱۵۹.

## References

- Aghanabati, A., 1975- Etude geologique de la region de Kalmard (W. Tabas). Theses, Univ., Grenoble, France, No, A.O., 11, 623 (Also Geol. Surv. Iran, Rept. No. 35-1977).
- Askari-Koraskani, Z. and Lasemi, Y., 1997- Highstand Shedding of a carbonate platform: evidence from the Middle-Upper Jurassic Chaman Bid Formation (lower zuni A sequence) of the Kopet-Dagh Basin, northeastern Iran. CSPG-SEPM joint convention, Calgary, Alberta, Canada. Abstr. P28.
- Berberian, M. and King, G.G.C.P., 1981- Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. Canadian Jour. of Earth Science, 18, N.2: 210-265.
- Boardman, M.R. and Newman, A.C., 1984- Sources of periplatform carbonates: Northwest Providence Channel, Bahamas. Jour. Sed. Petro. 54:110-1123.
- Catalov, G.A., 1983- Triassic Oncoids from Central Balkanides (Bulgaria) in: Coated Grains Edited by: T. peryt. P.398-408.
- Eberli, G.P., 1991- Growth and demise of isolated carbonate platforms: Bahamian controversies; in D.W. Muller, J.A. Mckenzie and H. Weissert (Editors), Controversies in Modern Geology: Evolution of geological theories in sedimentology, Earth History and Tectonics, Academic press, New York: 231-248.
- Elliott, T., 1986- Deltas: in H.G. Reading (ed). Sedimentary Environment, and Facies, Blackwell, Oxford: 113-154.
- Hine, A.C., 1977- Lily Bank, Bahamas, history of an active oolite sand shoal, jour. Sediment. Petrol., 47: 1544-1581.
- Hine, A.C. and Newman, A.C., 1977- Shallow carbonate bank margin growth and structure, little, Bahama Bank, Bahamas. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 61:376-406.
- Lasemi, Y., 1995- Platform carbonate of the Upper Jurassic Mozduran Formation in the Kopet Dagh Basin, NE Iran. Facies palaeoenvironments and sequenes Sediment. Geol. N.99: 151-164.
- McCubbin, D.G., 1982- Barrier Island and strand plain facies: in Sandstone Depositional Environments (Editor) Am. Ass. Petrol., Geol., Tulsa, 7.2.5:247-279.
- Middleton, G.Y. 1973- Johannes Walthers Law of correlation of facies. Bull. Geol. Soc. Am., No.84:479-488.
- Peryt, T.M., 1983b. Classification of Coated grains in: T.M. Peryt (ed) Coated Grains, Springer Verlag, Berlin P.373-375.
- Purser, B.H. and Evans, G., 1973- Regional sedimentation along the Trucial coast, SE persian Gulf: in B.H., purser (Editor), The persian Gulf. Springer-Verlag, Berlin: 211-232.
- Read, J.F., 1982 - Carbonate platforms of passive (extensional) continental margins: types, characteristics and evolution. Tectonophysics, 81:195-212.
- Read, J.F., 1985- Carbonate platform facies models. Am. Assoc pet, Geol. Bull., 66:860-878.
- Sandberg, P.A., 1983- An oscillating trend in phanerozoic non-skeletal carbonate mineralogy. Nature, 305:19-22.
- Seyed-Emami, K., 1967- Zur Ammoniten Fauna and stratigraphiy der Badamu Kalke die Kerman, Iran (Jura-oberes unter Toarcium bis mittelees Bajucium). Unpub. Thesis indwing Maximilian univ, Munchen, 180P.
- Seyed-Emami, K., 1971- The Jurassic Badamu Formation in the Kerman region with remarks on the Jurassic stratigraphy of

Iran. Geol. Surv. Iran.

- Seyed-Emami, K., 1988- Eine Ammoniten-Fauna aus der Badamu-Formation (Unterbajacium, Sauzci-Zone westlich von Kerman (Zentral Iran). Palaont.Z.62: 71-86.
- Seyed-Emami, K. and Alavi-Naini, M., 1990- Bajucian stage in Iran. Mem Descp. Carta. Geol. Itallia, 40:215-221.
- Shinn, E.A., 1986- Modern Carbonate tidal flats: Their diagnostic features. Quart. Jour. Colo. Sch. Mines, 81: 7-35.
- Tucker, M.E., 1985- Shallow marine carbonate facies and models, in: P.J. Brenchely and B.P.J. Williams (Editors). Sedimentology: Recent developments and applied aspects. Spec. Publ. Geol. Soc. London, 18:139-161.
- Wright, V.P., 1983- Morphogenesis of Oncoides in the lower Carboniferous Llanelly Formation of South-Wales: in Pertyt. T. (Editor), 1983 Coated grains, Springer-verlag, 655P.
- Wright, P.V. and Burchette, T.P., 1996- Shallow Water carbonate environments: in H.g. Reading (ed.), Sedimentary Environments: Process, Facies and Stratigraphy, Blackwell Sci. Publ. P.325-394.

\* Geology Department, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran  
\*\* Geology Department, Tarbiat Moallem University, Tehran, Iran  
\*\*\* Mining Engineering Faculty, Tehran University, Iran

\* گروه زمین شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان ، ایران  
\*\* گروه زمین شناسی دانشگاه تربیت معلم تهران ، ایران  
\*\*\* گروه مهندسی معدن دانشگاه تهران