



دانشگاه شاهرود

رخساره‌های بنتونیکی

دکتر سیداحمد بابازاده

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب کتاب

نه	پیشگفتار
۱	فصل اول: رخساره و محیط رسوبی
۱	هدف کلی
۱	هدف‌های یادگیری
۱	مقدمه
۳	۱-۱ تجزیه و تحلیل رخساره‌ها
۴	۲-۱ دریاهای کم عمق
۵	۳-۱ رسوب گذاری در دریاهای کم عمق
۶	۴-۱ محیط‌های آواری دریاهای کم عمق
۶	۵-۱ محیط‌های دریایی کم عمق کربناتی
۷	۱-۵-۱ سکوهای کربناتی اپیریک، غرق شده و جدا مانده
۹	۲-۵-۱ رمپ‌های کربناتی
۱۰	۳-۵-۱ سکوهای قاره‌ای کربناتی حاشیه دار
۱۱	۴-۵-۱ سکوهای اپیریک
۱۱	۵-۵-۱ سکوهای جدا مانده
۱۲	۶-۵-۱ سکوهای غرق شده
۱۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۱۵	فصل دوم: زیست شناسی روزن داران
۱۵	هدف کلی
۱۵	هدف‌های یادگیری
۱۵	مقدمه
۱۷	۱-۲ روش زندگی
۱۹	۲-۲ چرخه زندگی در روزن داران

۲۰	۳-۲ ساختمان صدف
۲۷	۴-۲ انتشار و شرایط زندگی روزن‌داران
۳۴	۵-۲ تاریخچه فسیل‌شناسی
۳۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۳۹	فصل سوم: روزن‌داران مهم پالئوزوئیک
۳۹	هدف کلی
۳۹	هدف‌های یادگیری
۳۹	مقدمه
۴۱	۱-۳ ریخت‌شناسی
۴۱	۲-۳ رده‌بندی کلی روزن‌داران دوران پالئوزوئیک
۴۱	۱-۲-۳ زیرراسته فوزولینینا
۴۶	۲-۲-۳ زیرراسته لازنینا
۴۷	۳-۲-۳ زیرراسته اینولوتینینا
۴۸	۴-۲-۳ زیرراسته میلیولینا
۴۸	۳-۳ رخساره زیستی فوزولین‌ها
۵۱	۴-۳ انتشار و شرایط زندگی فوزولینین‌ها
۶۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۶۵	فصل چهارم: روزن‌داران کفزی مهم دوران مزوزوئیک (دوره تریاس)
۶۵	هدف کلی
۶۵	هدف‌های یادگیری
۶۶	مقدمه
۶۶	۱-۴ ریخت‌شناسی و رده‌بندی روزن‌داران بزرگ تریاس
۶۷	۱-۱-۴ زیرراسته تکستولارینا
۶۸	۲-۱-۴ زیرراسته فوزولینینا
۶۸	۳-۱-۴ زیرراسته اینولوتینینا
۶۸	۴-۱-۴ زیرراسته میلیولینا
۷۱	۲-۴ چینه‌نگاری زیستی
۷۲	۳-۴ لازنین‌ها در پالئوزوئیک - تریاس
۷۴	۴-۴ فوزولین‌ها در تریاس
۷۵	۵-۴ میلیولین‌ها در تریاس
۷۶	۶-۴ اینولوتینا در تریاس
۷۷	۷-۴ رخساره و شرایط زیستی روزن‌داران کفزی
۸۲	۸-۴ انتشار جغرافیای قدیمی روزن‌داران کفزی
۸۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم

۹۱	فصل پنجم: روزن‌داران کفزی مهم دوران مزوزوئیک (دوره ژوراسیک)
۹۱	هدف کلی
۹۱	هدف‌های یادگیری
۹۲	مقدمه
۹۲	۱-۵ ریخت‌شناسی و رده‌بندی روزن‌داران کفزی (ژوراسیک)
۹۳	۱-۵-۱ زیرراسته اینولوتینا
۹۳	۱-۵-۲ زیرراسته تکستولارینا
۹۴	۱-۵-۳ زیرراسته میلیولینا
۹۴	۲-۵ بیواستراتیگرافی
۱۰۰	۳-۵ خانواده فندرینیده در ژوراسیک
۱۰۲	۴-۵ خانواده لیتولونیده در ژوراسیک
۱۰۴	۵-۵ خانواده تکستولاریده در ژوراسیک
۱۰۶	۶-۵ خانواده اینولوتینیده در ژوراسیک
۱۰۷	۷-۵ رخساره و شرایط زیستی روزن‌داران کفزی (ژوراسیک)
۱۱۰	۸-۵ انتشار جغرافیایی قدیمی روزن‌داران کفزی
۱۱۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۲۱	فصل ششم: روزن‌داران کفزی مهم دوران مزوزوئیک (دوره کرتاسه)
۱۲۱	هدف کلی
۱۲۱	هدف‌های یادگیری
۱۲۲	مقدمه
۱۲۲	۱-۶ ریخت‌شناسی و رده‌بندی روزن‌داران کفزی کرتاسه
۱۲۳	۱-۶-۱ زیرراسته اینولوتینا
۱۲۳	۱-۶-۲ زیرراسته تکستولارینا
۱۲۳	۲-۶ بیواستراتیگرافی
۱۲۴	۳-۶ تکستولارین‌های کرتاسه
۱۳۲	۴-۶ میلیولین‌های کرتاسه
۱۳۴	۵-۶ روتالین‌های کرتاسه
۱۳۹	۶-۶ رخساره و شرایط زیستی روزن‌داران کرتاسه
۱۴۳	۷-۶ انتشار جغرافیایی قدیمی روزن‌داران کرتاسه
۱۵۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۵۳	فصل هفتم: روزن‌داران کفزی مهم پالئوژن
۱۵۳	هدف کلی
۱۵۳	هدف‌های یادگیری
۱۵۴	مقدمه
۱۵۴	۱-۷ توصیف و تاکسونومی روزن‌داران کفزی بزرگ پالئوژن

۱۵۵	۲-۷ بیواستراتیگرافی
۱۶۰	۳-۷ تکستولارین های پالئوژن
۱۶۲	۴-۷ میلیون های پالئوژن
۱۶۹	۵-۷ روتالین های پالئوژن
۱۷۹	۶-۷ توصیف سیستماتیک بعضی از جنس ها و گونه های پالئوژن
۱۸۰	۷-۷ جنس ها و گونه های شاخص روزن داران پالئوژن با پوسته های هیالین و پورسلانوز
۲۰۸	۸-۷ توصیف سیستماتیک بعضی از گروه های روزن داران با پوسته پورسلانوز و آگلوتینه
۲۲۱	۹-۷ انواع فرم های پورسلانوز با دیواره خارجی حفره دار
۲۲۶	۱۰-۷ انواع فرم های پورسلانوز اسپیرولینی و پنروپلی
۲۲۸	۱۱-۷ روزن داران با پیچش پلانی اسپیرال - اینولوت و با طرز رشد آرکایاسین
۲۳۵	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هفتم
۲۳۵	فصل هشتم: روزن داران کفزی نئوژن
۲۳۵	هدف کلی
۲۳۵	هدف های یادگیری
۲۳۶	مقدمه
۲۳۶	۱-۸ ریخت شناسی و رده بندی روزن داران بزرگ کفزی نئوژن
۲۳۷	۲-۸ بیواستراتیگرافی و تکامل ریختی
۲۳۷	۳-۸ آشکوب لتر نئوژن در مورد آسیای جنوب شرقی
۲۳۹	۴-۸ میلیون های نئوژن
۲۴۳	۵-۸ روتالین های نئوژن
۲۴۶	۶-۸ تکستولارین ها در نئوژن
۲۴۶	۷-۸ خلاصه ای از پالئواکوژی روزن داران بزرگ نئوژن
۲۵۰	۸-۸ کاربرد اکولوژی جدید در تفسیر روزن داران فسیل
۲۵۳	۹-۸ کنترل اکولوژی بر روی تجمع نومولیت ها
۲۵۶	۱۰-۸ اکولوژی نومولیت
۲۵۸	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هشتم
۲۶۱	پاسخ نامه
۲۶۳	منابع

پیشگفتار

از خداوند منان سپاسگزارم که بار دیگر لطف بی‌کران خود را شامل حقیر نمود تا مجموعه‌ای از خواص روزن‌داران کفزی و کاربرد آن را در علم زمین‌شناسی تألیف نموده و به دانشجویان رشته زمین‌شناسی این مرز و بوم تقدیم نمایم.

شناسایی میکروفسیل روزن‌داران (فرامینی فرا) از نظر تنوع، فراوانی، ساختاری و تکاملی در رسوبات کربناته و تخریبی در تفسیر رخساره‌های رسوبی کمک شایان توجهی به زمین‌شناس خواهد نمود بر این اساس شرایط محیط حوضه رسوبی و تکامل حیات در طول تاریخ زمین قابل تشخیص است.

این کتاب متشکل از ۸ فصل می‌باشد. فصل اول شامل توصیف انواع رخساره‌ها و محیط‌های دریایی است و در فصول دیگر سعی شده تا چکیده‌ای از رده‌بندی سیستماتیک روزن‌داران و انتشار آن‌ها ذکر شود و سرانجام چینه‌نگاری زیستی و روند تکاملی روزن‌داران به‌طور مبسوط توضیح داده شده‌است.

در خاتمه بر خود لازم می‌دانم تا از سرکار خانم دکتر پروانه‌نژاد شیرازی و آقایان دکتر یوسفی‌راد، دکتر رجبی و سرکار خانم دکتر ندایی که به ترتیب ارزیابی، ویراستاری، داوری و ویراستار ادبی کتاب را به عهده داشته‌اند تشکر و قدردانی داشته باشم.

سید احمد بابازاده

فصل اول

رخساره و محیط رسوبی

هدف کلی

هدف از ارائه این فصل آشنا کردن شما با:

۱. محیط‌های رسوبی

هدف‌های یادگیری

بعد از مطالعه این فصل شما باید بتوانید:

۱. مفاهیم تازه و مطرح شده در این فصل را تعریف کنید.

۲. محیط‌های دریایی کم عمق را توصیف کنید.

۳. رمپ‌های کربناته را بشناسید.

۴. سکوه‌ای قاره‌ای کربناتی حاشیه‌دار را توصیف نمایید.

۵. سکوه‌ای کربناتی اپی‌ریک، غرق شده و جدا مانده را تعریف کنید.

مقدمه

رخساره به مجموعه‌ای از مشخصات سنگ‌های رسوبی اطلاق می‌شود که دارای ویژگی‌های سنگ‌شناسی و فسیل‌شناسی مشخص و منحصر به فرد بوده و به لحاظ کلیه خصوصیات از دیگر رخساره‌ها قابل تمایز باشند. این خصوصیات عبارت‌اند از: ابعاد، ساختمان‌های رسوبی، اندازه دانه‌ها، رنگ و محتوای زیستی سنگ رسوبی.

مفهوم رخساره اولین بار در سال ۱۸۳۸ توسط گرسلی در موقع مطالعه رسوبات دوره ژوراسیک سوئیس به کار گرفته شد. در رخساره‌های متفاوت فسیل‌های مختلف وجود دارند که هریک نشانه محیط‌های رسوب‌گذاری مختلف هستند. وی همچنین بیان کرد که هر رخساره دارای پارامتری است که نحوه توزیع محیط‌ها را در حین رسوب‌گذاری نشان می‌دهد.

به کمک رخساره‌ها می‌توانیم سنگ‌های رسوبی را به گونه‌ای طبقه‌بندی کنیم که بیان‌گر محیط تشکیل‌شان باشد. مثلاً رخساره ماسه‌سنگ دانه متوسط با چینه‌بندی متقاطع نشان می‌دهد که لایه‌های رسوبی از دانه‌های ماسه با اندازه متوسط تشکیل شده‌اند و ساختار رسوبی اولیه چینه‌بندی متقاطع در آن‌ها قابل مشاهده است. لازم نیست در نام رخساره تمام ویژگی‌های آن گنجانده شود، اما برخی از آن‌ها مهم است، مثلاً اینکه رنگ سنگ قرمز است و خاکستری نیست، یا در آن پولک‌های میکا دیده می‌شود، اهمیت زیادی دارد. اگر رنگ و نوع دانه‌ها در ماسه‌سنگ از اندازه دانه‌ها مهم‌تر باشند، از نام (ماسه‌سنگ قرمز میکادار) استفاده می‌کنیم. توصیف کامل ویژگی‌های سنگ را در توصیف رخساره که بخشی از مطالعه سنگ‌های رسوبی است صورت می‌گیرد.

اگر جنبه‌های خاصی از رخساره مورد علاقه باشد از واژه‌های متفاوتی استفاده می‌کنیم: وقتی بخواهیم ویژگی‌های حاصل از فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی در سنگ را توصیف کنیم اصطلاح رخساره سنگی را به کار می‌بریم، اما رخساره زیستی توصیف‌کننده (موجودات) زیست جانوری و گیاهی موجود در سنگ است.

در مطالعه رخساره‌ها باید به ویژگی‌های زیر توجه کرد:

- شکل هندسی و گسترش رخساره: گسترش رخساره بستگی به شکل حوضه رسوبی دارد که رخساره در آن تشکیل می‌شود.
- مشخصات سنگ‌شناسی: بررسی سنگ‌ها از نظر بافت (اندازه و شکل)، ساخت (فابریک)، ترکیب شیمیایی و رنگ حائز اهمیت است، زیرا به کمک آن می‌توان به میزان حمل و نقل و شرایط آب و هوایی و غیره پی برد.
- محتویات فسیلی: از روی فسیل‌ها می‌توان نوع محیط رسوبی قدیمی، دیرینه اقلیم‌شناسی (پالئوآکولوژی) و سن طبقات را حدس زد.
- ساخت‌های رسوبی: از روی ساخت‌ها می‌توان به جهت جریان، سرعت جریان و مرزهای بالا و پایین و همچنین به برگشتگی طبقات پی برد.

۱-۱ تجزیه و تحلیل رخساره‌ها

فرآیند تحلیل رخساره‌ای، یعنی تفسیر محیط رسوبی بر اساس چینه‌ها و بازسازی گذشته، هدف اصلی رسوب‌شناسی و چینه‌نگاری است. رخساره سنگی حاصل فرآیندهای فیزیکی یا شیمیایی است که در هنگام نهشته‌شدن رسوبات وجود داشته‌است و رخساره زیستی همان آثاری از فسیل‌ها و دیرینه‌شناسی محیط رسوبی است. با دانستن شرایط فیزیکی، شیمیایی می‌توانیم محیط رسوبی زمان نهشته‌شدن را بازسازی کنیم.

رخساره‌ها در جهات سه‌بعدی برحسب نوع شرایط محیطی و کف حوضه رسوبی دستخوش تغییرات جانبی و عمودی می‌شوند. همان‌طور که قبلاً گفته شد مطالعه رخساره در دو بعد افقی و عمودی جزء اهداف یک چینه‌شناس است. بعضی از رخساره‌ها به‌طور جانبی چنان دستخوش تغییر می‌شوند که ارتباط بین انگشتی را نشان می‌دهند. مهاجرت رخساره و روی هم قرارگرفتن آن‌ها در جهت قائم ناشی از پیش‌روی دریا و همچنین عقب‌نشینی دلتا در موقع پیش‌نشینی دریا است.

توالی‌های رسوبی عمودی رخساره سنگی مشاهده شده در رخنمون‌ها حاصل از ته‌نشست انواع رسوبات در محیط‌های مختلف رسوبی در طول زمان است.

ارتباط عمودی بین رخساره‌ها را می‌توان با تغییرات سطح آب دریا، یا تغییرات سرعت فرونشینی و رسوب‌گذاری تفسیر کرد. تغییر سطح آب دریا باعث می‌شود که محیط‌های مجاور در طول زمان جانشین هم شوند و مرزهای رخساره‌ای نیز به جلو یا عقب جابجا شوند. با گذشت زمان، با تغییر محیط رسوبی، رخساره‌ها طوری جابجا می‌شوند که رسوبات یک محیط کم‌کم بر روی نهشته‌های محیط مجاور ته‌نشین می‌گردد. در حقیقت، علت تشکیل بسیاری از توالی‌های عمودی سنگ‌های رسوبی مهاجرت محیط‌هاست. این مفهوم را که نخستین بار والتر در سال ۱۸۹۴ بیان کرد که بعدها به نام قانون والتر نامیده شد. اساساً در یک توالی پیوسته رسوبی، واحدهایی که به‌طور عمودی روی هم قرارگرفته‌اند نشان‌گر محیط‌های رسوبی مجاور هستند که در طول زمان بر روی هم مهاجرت کرده‌اند.

در یک زمان در مکان‌های متفاوت رسوبات متفاوتی ته‌نشین می‌گردد. همان‌طور که در تشکیل دلتا، ماسه‌ها در نزدیک ساحل، سیلت دورتر از ساحل، رس در آب‌های ژرف‌تر و کربنات‌ها در محیطی بسیار دورتر از ساحل (یا جایی که ورود مواد خشکی اندک باشد یا وجود نداشته باشد) رسوب می‌کنند.

به بالا آمدن سطح آب دریا پیش روی می‌گوییم. در توالی رسوبی پیش‌رونده رخساره‌های آب‌های ژرف‌تر بر روی رخساره‌های آب‌های کم‌عمق قرار می‌گیرند (سکانس یا توالی مثبت رسوبی). در این نوع توالی رخساره‌های دانه ریزتر، رخساره‌ای دانه درشت‌تر را می‌پوشانند (مثلاً ماسه در قاعده و سپس سیلت و در نهایت رس). ذوب شدن کلاهدک یخی قطبی، جابه‌جایی آب دریا بر اثر سرعت گسترش کف اقیانوس‌ها، یا فرونشست محلی خشکی در نواحی ساحلی، از جمله عوامل وقوع پیش‌روی‌ها هستند.

افت آب دریا و عقب‌نشینی از خشکی را اصطلاحاً پس‌روی می‌گویند و توالی‌های رسوبی به وجود آمده در رخساره‌های تشکیل شده به تدریج رو به بالا محیط کم‌عمق‌تری را نشان می‌دهند. در یک توالی پس‌رونده، رخساره‌های دانه درشت‌تر بر روی رخساره‌های دانه ریزتر قرار می‌گیرند. پس‌روی‌ها حاصل تشکیل کلاهدک‌های یخی قطبی یا بالا آمدگی محلی خشکی در نواحی ساحلی هستند.

گاهی تفسیر محیط‌های رسوبی از روی رخساره‌ها کار آسانی است، اما گاهی هم باید مجموعه پیچیده‌ای از عوامل مختلف را در نظر بگیریم. تا آنجا که می‌دانیم رودست‌های ریف‌ساز فقط در دریا‌های کم‌عمق، شفاف و نسبتاً گرم زندگی می‌کرده‌اند، پس حضور آن‌ها با وضعیت زندگی‌شان در سنگ‌های رسوبی نشان‌دهنده این است که رسوبات شامل آن‌ها در دریایی کم‌عمق با آب‌های گرم و زلال ته‌نشین شده‌اند. در چنین مواردی که شاخص‌های واضحی وجود دارند تفسیر محیط آسان است. ولی ماسه‌سنگ‌های دارای چینه‌بندی متقاطع می‌توانند در صحرا، رودخانه، دلتا، دریاچه، ساحل و یا دریا‌های کم‌عمق ته‌نشین شوند. بنابراین یک رخساره سنگی ماسه‌سنگی با چینه‌بندی متقاطع معرف محیط خاصی نیست.

۲-۱ دریا‌های کم‌عمق

رسوبات آواری که از خشکی حمل می‌شوند به همراه رسوبات کربناتی حاصل از بقایای جانداران دریایی در دریا‌های کم‌عمق انباشته می‌شوند. این دریاها امروزه نواحی وسیعی را برای رسوب‌گذاری اشغال کرده‌اند. رسوبات این محیط‌ها تنوع زیادی دارد و رخساره‌های متنوعی را به وجود می‌آورد. کربنات‌ها که در اینجا از هر جایگاه دیگری فراوان‌ترند تحت تأثیر فرآیندهای مشابهی قرار می‌گیرند. حساسیت جانداران کربنات‌ساز به عمق، آب و هوا و میزان رسوب از خشکی سبب تنوع نهشته‌های کربناتی

کم عمق می گردد. تغییرات زیستی در طول زمان زمین شناختی نیز نقش مهمی در تعیین ویژگی های نهشته های دریاهای کم عمق ایفا نموده است. در برخی مکان ها، این دریاهای محل تشکیل توالی های ضخیمی از رسوبات تبخیری بوده اند. رسوب گذاری در دریاهای کم عمق نسبت به تغییرات سطح آب دریا حساس بوده و به همین دلیل رسوبات نهشته شده در آن ها تاریخچه تغییرات سطح آب دریا را به خوبی حفظ کرده است.

۱-۳ رسوب گذاری در دریاهای کم عمق

یکی از عوامل بنیادی کنترل کننده محیط های رسوبی قاره ای، دریاهای بر قاره ای و توزیع رخساره ها، میزان ورود رسوب در آن ها می باشد. در مجاورت نواحی برآمده قاره ای که رودخانه های زیادی آن ها را زهکشی می کنند، نهشته های آواری خشکی زاد در دریاهای کم عمق فراوانند. بیشترین تمرکز رسوبات آواری در دهانه رودخانه ها و نواحی مجاور آن ها است. حضور رسوبات آواری مانع تشکیل رسوبات کربناته می شود، به همین دلیل در مناطقی که ورود رسوب توسط رودها یا جریان های دریایی اندک است، امکان تشکیل رسوبات کربناته زیادتر می شود. دما و شوری آب دریا نیز بر تولیدات زیستی تأثیر می گذارند. این تولیدات در آب های گرم با شوری عادی فراوان تر می باشد.

در دریاهای کم عمق عرض های پایین، جانداران آهک ساز فراوانند و در صورت نبود رسوبات آواری رسوب گذاری کربناتی در سکوی قاره ای غالب خواهد بود. در عرض های بالاتر که هوا سردتر است تولید کربنات کمتر بوده و در صورت نبود رسوبات خشکی زاد، حوضه های فقیر از رسوب به وجود می آید. در این حوضه ها آهنگ رسوب گذاری آرام بوده و ممکن است حتی از سرعت فرونشست بستر دریا کمتر باشد. در این صورت با گذشت زمان، محیط رسوبی عمیق تر می شود. رسوبات تبخیری در جایی تشکیل می شوند که بخشی از آب دریا از خود دریا تا حدی جدا شده، حوضه تقریباً بسته ای را به وجود می آورد و افزایش شوری تا آستانه تبلور کانی ها پیش می رود. همچنین، در دریاهای حاشیه ای که توسط یک کانال به اقیانوس باز مرتبط می شوند، هنگامی که کانال بر اثر تغییرات سطح آب دریا یا عوامل محلی زمین ساختی بسته می شود، شرایط تشکیل تبخیری ها ایجاد می شود. در بسیاری از موارد، در دریاهای سکوی قاره ای یا حاشیه ای مخلوطی از رسوبات خشکی زاد و کربناتی حاصل از موجودات (زیست کربناته)

ته‌نشین می‌شوند و در طول زمان مقدار آن‌ها تغییر می‌کند. رسوب‌گذاری در این محل‌ها بسیار کند و گاهی ده‌ها میلیون سال بدون وقفه تداوم می‌یابد. در خلال این دوره‌های طولانی، میزان ورود رسوبات خشکی‌زاد توسط فرآیندهای زمین‌ساختی در قاره‌های مجاور و تغییرات محلی و جهانی سطح آب دریا کنترل می‌شود.

۴-۱ محیط‌های آواری دریا‌های کم‌عمق

الگوهای رسوب‌گذاری و ویژگی‌های رسوب دریا‌های سکوی قاره‌ای و بر قاره‌ای که مقدار ورود رسوبات آواری خشکی‌زاد به آن‌ها زیاد است به امواج آب دریا، فرآیندهای جزر و مدی (کشندیه‌ها) و طوفان‌ها بستگی دارد. کشندیه‌ها در دریا‌های قاره‌ای و نواحی محدودشده سکوی قاره‌ای تأثیر زیادتری دارند. در نواحی سکوی باز که مجاور اقیانوس قرار دارند اهمیت کشندیه‌ها کم تا متوسط است و به همین دلیل تأثیر طوفان‌های اقیانوسی در آن‌ها زیادتر است. در مورد محیط‌های امروزی و همچنین رخساره‌های قدیمی می‌توانیم سکوهای قاره‌ای را به دودسته تحت نفوذ طوفان و تحت نفوذ کشندیه‌ها تقسیم کنیم اما باید تأکید کنیم که بین این دو نوع طیف، گسترده‌ای از محیط‌ها وجود دارند.

۵-۱ محیط‌های دریایی کم‌عمق کربناتی

دریا‌های کم‌عمقی که در آن‌ها رسوبات کربناته ته‌نشین می‌شوند پلاتفرم یا سکوی کربناته نام گرفته‌اند. این سکوها شامل بخش‌هایی از فلات قاره از خط ساحلی تا لبه سکوی قاره بوده و یا بخش‌های بزرگی از دریا‌های اپیریک (دریای کم‌عمق قدیمی) را می‌پوشانند. بر اساس ریخت‌شناسی، انواع مختلفی از سکوهای کربناتی تشخیص داده شده‌است که انواع آن به‌قرار زیر است: رمپ‌های کربناتی، سکوهای قاره‌ای حاشیه‌دار کربناتی، سکوهای کربناتی اپیریک، سکوهای غرق‌شده و سکوهای جدامانده. یک سکوی اپیریک مانند یک محیط رسوبی آواری، دریای کم‌عمقی است که ناحیه وسیعی را می‌پوشاند.

جایگاه‌های کربناتی که هم‌ارز آواری ندارند عبارتند از سکوهای حاشیه‌دار که یک ریف یا لبه کربناتی در حاشیه خارجی آن‌ها قرار می‌گیرد، سکوهای جدامانده که شامل نواحی با رسوب‌گذاری کم‌عمقی هستند که نواحی ژرف‌تر کاملاً آن‌ها را محاصره

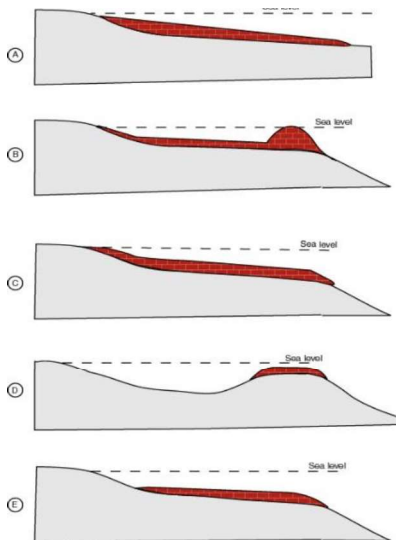
کرده‌اند و سکوه‌ای غرق‌شده که بر اثر بالا آمدن سریع سطح آب دریا شرایط رسوب گذاری کم عمق به رسوب گذاری عمیق تبدیل شده است.

تجمع دانه‌های اسکلتی در سکوه‌ای کربناتی به دما و شوری بستگی دارد. در عرض‌های پایین‌تر که دما همیشه از ۱۸ درجه زیادتر و مقدار شوری عادی است، مرجان‌ها، دوکفه‌ای‌ها و جلبک‌های آهکی سبز در کنار انواع بی‌شماری از سایر جانداران فراوان هستند و یک اجتماع کلروزوان (اجتماع بیوتا محیط گرم، گرمای آب بیش از ۱۸ درجه سانتی گراد) را به وجود می‌آورند. در دریا‌های محدود شده که شوری بیشتری دارند، فقط جلبک‌های سبز فراوان هستند و اجتماع کلروآلگال ایجاد می‌شود. در کربنات‌های نواحی معتدل که در آب‌های سردتر تشکیل می‌شوند، بقایای روزن‌داران کفزی، دوکفه‌ای‌ها و بریوزوآ در آن‌ها غالب بوده و اجتماع فورامول (اجتماع بیوتا محیط سرد و معتدل) را ایجاد می‌کنند (شکل ۳-۱).

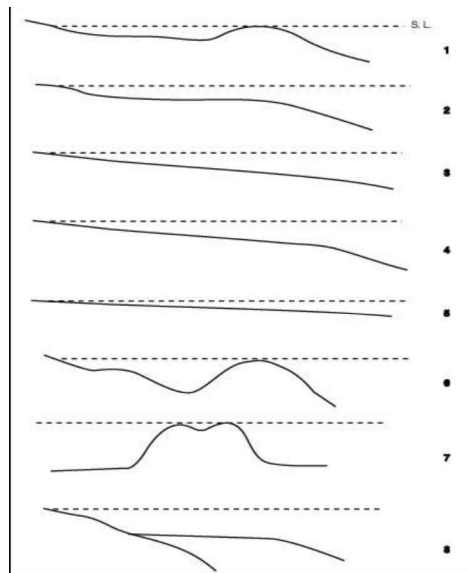
مقدار کربنات بیوژنتیک تولید شده در دریا‌های کم عمق به میزان تولید در زنجیره‌های غذایی بستگی دارد. گیاهان و جلبک‌هایی که قاعده زنجیره‌های غذایی را تشکیل می‌دهند به نور وابسته‌اند. میزان نفوذ نور به عمق آب و مقدار مواد معلق در آن بستگی دارد. در آب‌های شفاف منطقه حاره، ناحیه نوری تا عمق ۱۰۰ متر گسترش دارد. جانداران فتوسنتزکننده عمدتاً در ۱۰ تا ۱۵ متری عمق آب دریا زندگی می‌کنند. در این ناحیه جانداران آهکی بیشترین فراوانی را دارند. مرجان‌های ریف‌ساز که به هم زیست‌های جلبکی‌شان وابسته‌اند در آب‌های شفاف، کم عمق و دارای جریان‌های قوی، حداکثر تولید را دارند در حالی که سایر جانداران کفزی آب‌های آرام‌تر را ترجیح می‌دهند. در اشکال ۲-۱، ۳-۱ دو تقسیم‌بندی از انواع پلاتفرم‌های کربناته در محیط‌های کم عمق دریایی توسط نیکولز ۱۹۹۹ و فلوگل ۲۰۰۴ آمده است.

۱-۵-۱ سکوه‌ای کربناتی اپیریک، غرق شده و جدامانده

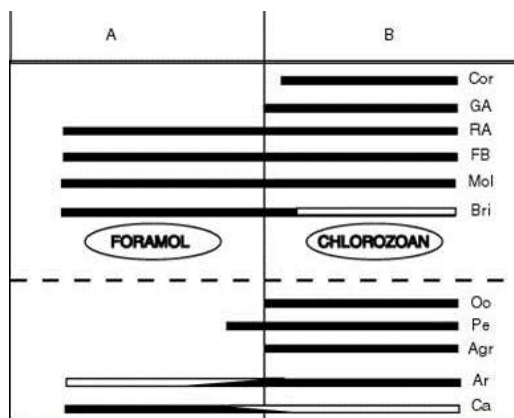
سکوه‌ای اپیریک ممکن است با سکوه‌ای حاشیه‌دار و رمپ‌ها همراه باشند، اما سکوه‌ای جدامانده را آب‌های ژرف احاطه می‌کنند. صعود ناگهانی سطح آب دریا، سکوه‌ای غرق شده را به وجود می‌آورد. معمولاً این سه دسته سکوی کربناتی از رمپ‌ها و سکوه‌ای حاشیه‌دار کمیاب‌ترند.



شکل ۱-۱. انواع پلاتنفرم‌های کرناته در محیط‌های کم عمق دریایی (A) رمپ، (B) فلات حاشیه‌دار، (C) پلاتنفرم اپی ریک، (D) پلاتنفرم مجزا، (E) پلاتنفرم غرق شده (بدون مقیاس) (نیکولز، ۱۹۹۹)



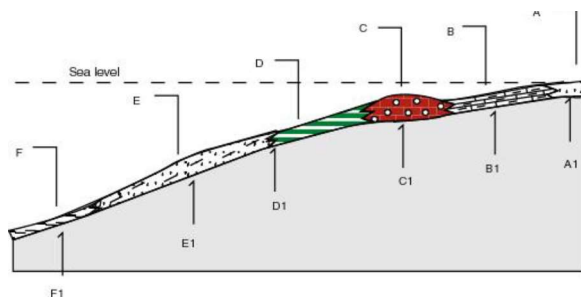
شکل ۱-۲. انواع پلاتنفرم‌های کرناته در محیط‌های کم عمق دریایی ۱. پلاتنفرم حاشیه‌دار، ۲. پلاتنفرم بدون حاشیه، ۳. رمپ هموکلینال، ۴. رمپ در بخش انتهای باشیب‌تند، ۵. پلاتنفرم اپی ریک، ۶. پلاتنفرم مجزا، ۷. آتل اقیانوسی، ۸. پلاتنفرم غرق شده (فلوگل ۲۰۰۴).



شکل ۳-۱. مقایسه اجزای اصلی تشکیل دهنده دو محیط گرم (کلروزوان) و معتدل و سرد (فورامول) A محیط معتدل و سرد، B محیط گرم، Cor مرجان، GA جلبک سبز، RA جلبک قرمز، FB روزنه داران کفزی، Mol نرمتنان، Bri بریوزوا، Oo ائید، Pe پلت، Agr آگرگات، Ar آراگونیت، Ca کلسیت (گزارش فعالیت شیمیایی واشینگتن، آمریکا؛ ۱۹۸۰)؛ (ترسیم دوباره بابازاده، ۱۳۸۵).

۲-۵-۱ رمپ‌های کربناتی

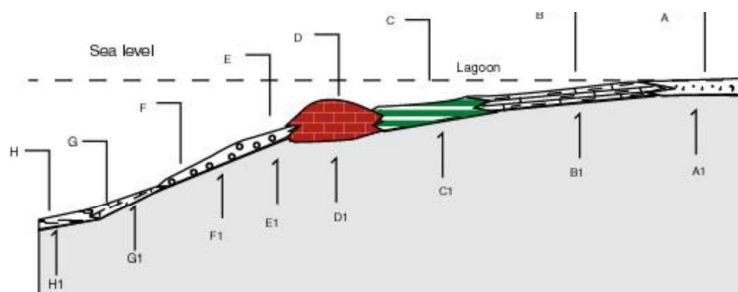
رمپ کربناته به توده آهکی اطلاق می‌شود که شیب آن از یک درجه کمتر است، در حالی که محیط دامنه کربناتی شیب بسیاری زیادتری دارد. نیم‌رخ یک رمپ کربناته و فرآیندهای فیزیکی درون دریا و روی بستر دریا شباهت زیادی به یک پلاتفرم آواری دارد. در صورت ایجاد امواج، جزر و مدهای متوسط تا بزرگ و جریان‌های کشندی، رسوبات کربناته را به هم ریخته و به شدت بر رخساره ساحلی تأثیر می‌گذارند اما مناطق عمیق از تأثیر این امواج در امان می‌باشند. گرین‌استون حاوی ائوئید و بیوکلاستیک در رخساره نزدیک ساحل رمپ فراوان بوده در صورتی که پکستون و وکستون در اثر فرآیند طوفان به صورت بین لایه‌ای با رخساره دور از ساحل همراه می‌باشند. اکثر روزن‌داران پلانکتونی در بخش‌های عمیق رمپ دیده می‌شوند. از مثال‌های قدیمی می‌توان به توالی رسوبی و توزیع رخساره‌های مدل نیکولز (۱۹۹۹) استناد کرد که مدلی از آن در شکل ۵-۱ آمده است. از نمونه‌های این نوع محیط‌ها در ایران، رسوبات پالئوژن در ناحیه آریش (خوسف) در منطقه شرق ایران قابل اشاره است (بابازاده، ۲۰۰۴). محیط تشکیل این سری رسوبی در ناحیه آریش پلاتفرم کربناته‌ای از نوع رمپ با زیرمحیط‌های دریای باز، سد، لاگون و پهنه کشندی بوده است.



شکل ۴-۱. مقطع عرضی و توزیع رخساره‌ها در یک رمپ کربناتی (A ساحل، B کم‌انرژی، C پرانرژی، D آب‌های کم‌عمق با امواج متلاطم، E رسوب‌گذاری طوفانی با ته‌نشینی مجدد، F حوضه عمیق، A1 رخساره فراکشندی، B1 وکستون و گل‌سنگ، C1 گرینستون و سد بیوکلاستیک، D1 پکستون و وکستون، E1 کربنات با رسوب‌گذاری مجدد (کربنات توریدیت)، F1 مادستون پلاژیک (گل‌سنگ) (نیکولز ۱۹۹۹، ترسیم دوباره بابازاده ۱۳۸۵)

۳-۵-۱ سکوه‌ای قاره‌ای کربناتی حاشیه‌دار

در بسیاری از سکوه‌ای کربناتی امروزی یک تغییر شیب آشکار بین ناحیه داخلی فلات قاره و آب‌های ژرف‌تر بخش خارجی دیده می‌شود (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱. مقطع عرضی و توزیع رخساره‌ها در یک سکوی حاشیه‌دار کربناتی (A ساحل، B پلاتفرم محدود، C پلاتفرم باز، D ریف، E جلوی ریف، F شیب قاره، G انتهای شیب قاره، H حوضه عمیق، A1 رخساره فراکشندی، B1 وکستون و گل‌سنگ، C1 گرینستون و پکستون، D1 باندستون، E1 برش شیب قاره، F1 رودستون، G1 کربنات با رسوب‌گذاری مجدد (کربنات توریدیت)، H1 مادستون پلاژیک (گل‌سنگ) (نیکولز، ۱۹۹۹)

این تغییر شیب، یک ناحیه پرانرژی ایجاد می‌کند که تأثیر امواج در آن زیاد است. چنین محیط کم‌عمق و متلاطم که از ورود رسوبات گلی آواری فاصله دارند، برای

مرجان‌های ریف‌ساز مناسب است و ریف‌های سدی (مثل ریف‌های سدی کوئینزلند در استرالیا) را به وجود می‌آورند. در صورت فقدان ریف‌های مرجانی، مواد ائوئیدی و اسکلتی، تپه‌های ماسه‌ای زیر دریایی را ایجاد می‌کنند که آن‌ها نیز می‌توانند سدهای مشخصی به وجود آورند.

سنگ‌های سازند چمن بید و مزدوران در یک سکوی قاره‌ای کربناته حاشیه‌دار تشکیل شده‌اند به طوری که سنگ‌های سازند چمن بید در زیر محیط‌های سرایشب حوضه و سنگ‌های سازند مزدوران در زیر محیط‌های سد (بیوکلاستی - ائوئیدی)، لاگون و پهنه کشندی رسوب کرده‌اند (لاسمی، ۱۹۹۵).

۴-۵-۱ سکوهای اپیریک

امروزه دریا‌های بزرگ اپیریک وجود ندارند اما توزیع رخساره‌ای سنگ‌های آهکی در تاریخچه زمین‌شناسی نشان می‌دهد که در گذشته به خصوص در ژوراسیک و کرتاسه چنین محیط‌هایی وجود داشته‌است. در این زمان‌ها دریا‌های کم‌عمقی قاره‌ها را می‌پوشانده‌اند (مثل بیشتر قسمت‌های اروپای جنوبی و غربی). عمق آب در عرض یک سکوی اپیریک از چند ده تا صدها متر متغیر بوده و فرآیندهای کشندی و طوفانی در این محیط‌ها رخ می‌داده‌است. در این دریا‌های کم‌عمق و وسیع، جریان‌ها، تپه‌های ائوئیدی و خرده‌های بایوکلاستی زیر آبی را به وجود می‌آورده‌اند که گاهی ثابت شده و به جزایری هموار تبدیل می‌شده‌اند. در اطراف این جزایر و کناره‌های دریا، رسوب‌گذاری در مناطق بین کشندی باعث عقب‌نشینی پهنه‌های کشندی به سوی دریا شده‌است. توالی رخساره‌ای تشکیل شده در این مکان‌ها چرخه‌ای از کاهش عمق به طرف بالا را نشان می‌دهد (وزیری مقدم و همکاران، ۱۳۸۵).

۵-۵-۱ سکوهای جدامانده

دریا‌های کم‌عمقی که از همه طرف توسط آب‌های ژرف احاطه شده‌اند جایگاه انحصاری رسوب‌گذاری کربنات‌ها هستند زیرا در آن‌ها منبعی برای رسوبات آواری وجود ندارد. این سکوها را در جایگاه‌های متفاوتی از قبیل آتول‌های کوچکی که بر روی آتشفشان‌های مرده در اقیانوس آرام غربی تشکیل می‌شوند تا بلوک‌های هورستی در حوضه‌های کشندی مانند دریای سرخ یا نواحی گسترده‌تر مانند اطراف باهاما می‌توان