



شرح جامع

چینه شناسی

«زمین شناسی»

مؤلف: سمیرا رحیمی



پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که در حوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس (منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاه‌ا دست‌نیافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می‌شدند، که خدش‌های بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزه آزمون‌های سراسری - آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رنژی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی‌نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشر

www.arshadbook.ir

پیشگفتار مولف

چینه شناسی علمی است که به بررسی سنگ‌های لایه‌ای و توده‌ای از نظر توالی زمین‌شناختی و ترتیب قرار گرفتن آنها به روی هم، گسترش جغرافیایی، تطابق و هم ارزی لایه‌ها با یکدیگر، حوادثی که بر لایه‌ها گذشته و دیگر مشخصه‌های موجود در سنگ‌ها مثل سنگ‌شناسی، بافت، فسیل‌ها و ساخت‌های رسوبی می‌پردازد.

در این کتاب با علم چینه شناسی که شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی است آشنا می‌شوید و پی خواهید برد که چینه شناسی چیست. در این کتاب سعی کرده ام که حتی‌المقدور مفاهیم علمی را به زبانی ساده و قابل فهم توضیح دهم.

این کتاب در ۷ فصل تنظیم شده است که با مطالعه آن با مفاهیم علم چینه شناسی به خوبی آشنا خواهید شد.

علی رغم سعی و کوشش که در تدوین این کتاب به عمل آمده مولف اذعان دارد که آنطور که باید و شاید کمال مطلب را حاصل ننموده به این امید که دانش پژوهان و صاحب نظران با راهنمایی و نظرات اصلاحی خود، مولف را از خطاها و اشتباهاتی که در این مجموعه وجود دارد آگاه نمایند.

در پایان بر خود لازم می‌دانم که از تمامی دست اندرکاران انتشارات ارشد به خاطر فراهم آوردن زمینه‌های چاپ کتاب صمیمانه سپاسگذاری نمایم.

پاییز ۱۳۸۸

سمیرا رحیمی

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: ساختمان‌های رسوبی

ساختمان‌های رسوبی	۹
ساختمان‌های درون لایه	۹
ساختمان‌های تغییر شکل یافته (deformed structures)	۱۵
ساخت‌های زیستی	۱۶
ساخت‌های رسوبی ثانویه	۱۸
خلاصه فصل	۱۹
تست‌های آخر فصل	۲۰
پاسخ تست‌های آخر فصل	۲۵

فصل دوم: محیط‌های رسوبی

محیط‌های قاره‌ای	۳۱
محیط‌های رسوبی حد واسط	۳۱
محیط‌های رسوبی دریایی	۳۲
مفهوم رخساره	۳۲
قانون والتر و توالی عمودی رخساره‌ها	۳۲
رودخانه‌های مآندری	۳۳
محیط‌های دریایی	۳۳
تقسیمات قلمرو دریایی	۳۴
دریا‌های کم‌عمق	۳۴
محیط‌های دریایی کم‌عمق کربناتی	۳۴
جریان‌های آشفته (توربیدیتی)	۳۵
محیط رسوبی قاره‌ای	۳۶
محیط رسوبی حد واسط	۳۷
محیط رسوبی دریائی	۳۸
خلاصه فصل	۳۹
تست‌های آخر فصل	۴۰
پاسخ تست‌های آخر فصل	۴۲

فصل سوم: واحدهای چینه‌نگاری

مرزهای تماس رسوبی و ناپیوستگی‌ها	۴۵
انواع واحدهای چینه‌شناسی	۴۷

۵۰	انواع واحدهای چینہ‌شناسی زیستی
۵۳	خلاصہ فصل
۵۵	تست‌های آخر فصل
۶۲	پاسخ تست‌های آخر فصل

فصل چهارم: تطابق

۶۹	انطباق لیتوستراتیگرافی:
۷۱	مسائل ناشی از کاربرد واحدهای سنگی در تطبیق:
۷۲	مسائل ناشی از کاربرد فسیل‌ها در انطباق:
۷۲	انطباق زمانی (کرونوستراتیگرافی):
۷۵	خلاصہ فصل
۷۷	تست‌های آخر فصل
۸۱	پاسخ تست‌های آخر فصل

فصل پنجم: چینہ‌نگاری سکانسی

۸۹	بسته‌های رسوبی:
۹۰	توالی تکراری:
۹۱	عوامل ایجاد کننده تغییرات یوستاتیک سطح آب دریا:
۹۲	چرخه‌ای بودن تغییرات سطح آب دریا:
۹۳	خلاصہ فصل
۹۷	تست‌های آخر فصل
۱۰۰	پاسخ تست‌های آخر فصل

فصل ششم: ناپیوستگی‌ها

۱۰۳	سطوح چینہ‌بندی (مرز بین واحدهای رسوبی):
۱۰۴	مرزهای ناپیوسته بزرگ مقیاس:
۱۰۶	تبدیل جانبی واحدهای رسوبی به صورت ناپیوسته:
۱۰۷	خلاصہ فصل
۱۰۸	تست‌های آخر فصل
۱۱۰	پاسخ تست‌های آخر فصل

فصل هفتم: تاریخ زمین

۱۱۳	ائون کریپتوزوئیک یا پرکامبرین:
۱۱۴	ائون فانروزوئیک
۱۱۵	فازهای کوهزایی مزوزوئیک:
۱۱۶	دوران سنوزوئیک
۱۱۶	فازهای کوهزایی مهم در سنوزوئیک:
۱۱۷	خلاصہ فصل
۱۱۸	تست‌های آخر فصل
۱۲۰	پاسخ تست‌های آخر فصل
۱۲۶	منابع و مآخذ

فصل اول

ساختمان‌های رسوبی

عناوین اصلی

- ◀ ساختمان‌های رسوبی
- ◀ ساختمان‌های درون لایه
- ◀ سافت‌های فیزیکی زیر لایه
- ◀ سافت‌های تغییر شکل یافته
- ◀ سافت‌های زیستی
- ◀ سافت‌های رسوبی ثانویه

فصل اول

ساختمان‌های رسوبی

ساختمان‌های رسوبی

ساختمان‌های رسوبی یکی از ابزارهای خیلی مهم برای تعبیر و تفسیر محیط‌های رسوبی هستند، زیر ساختمان‌های رسوبی همیشه برجا هستند.

ساختمان‌های رسوبی به ۲ نوع کلی، اولیه و ثانویه تقسیم می‌شوند. ساختمان‌های اولیه نیز خود به ساختمان‌های درون لایه، ساختمان‌های سطح لایه و ساختمان‌های زیرین لایه قابل تقسیم هستند.

ساختمان‌های درون لایه

(۱) لایه یا لایه‌بندی

از معمولی‌ترین و فراوان‌ترین ساختمان‌های رسوبی است و در هر سنگ رسوبی معمولاً این ساخت دیده می‌شود. هر لایه توسط یک مرز تماس که ممکن است در اثر تغییرات اندازه، رنگ، جنس و ... ایجاد شود قابل تفکیک از لایه دیگر است. اگر ضخامت لایه از یک سانتی‌متر کمتر باشد به جای اصلاح لایه از لامینه استفاده می‌شود. مجموعه چند لایه که روی هم باشند، دسته لایه خوانده می‌شوند و اگر چند دسته لایه روی هم قرار گیرند به نام مجموعه پیوسته (coset) نامیده می‌شود و چند مجموعه پیوسته مجموعه مرکب را تشکیل می‌دهند.

خیلی ضخیم لایه	بیش از ۱۰۰
ضخیم لایه	۱۰۰-۳۰
متوسط لایه	۳۰-۱۰
لایه نازک	۱۰-۳
لایه خیلی نازک	۳-۱
لامینه ضخیم	۱-۰/۳
لامینه نازک	۰/۳-۰/۱

(۲) اشکال موجی شکل (ripplemark)

این ساخت هم در روی لایه و هم در داخل لایه قابل تشخیص است که در اثر حرکت آب یا باد به وجود می‌آید به دو نوع کلی تقسیم می‌شوند:

۱- رپل مارک‌های متقارن یا موجی شکل

۲- ریپل مارک‌های نامتقارن یا جریانی نوع اول در اثر حرکت ۲ طرفه آب یا باد بوجود می‌آیند و اغلب در سواحل دریاها دیده می‌شود.

از طریق این ریپل‌ها فقط می‌توان امتداد جریان را تشخیص داد.



نوع دوم در اثر حرکت یک طرفه آب یا باد ایجاد می‌شود. از طریق این ریپل‌ها می‌توان جهت حرکت جریان را پیدا کرد. ساختمان داخلی ریپل‌ها از لایه‌بندی مورب تشکیل شده است.

ریپل مارک‌های نامتقارن براساس خط الرأس به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

۱- ریپل‌های مستقیم

۲- ریپل‌های سینوسی یا مارپیچی

۳- ریپل‌های زنجیره‌ای

۴- ریپل‌های هلالی

۵- ریپل‌های زبانه‌ای شکل

هرچه سرعت جریان آب یا باد زیاد شود به ترتیب شکل ریپل‌ها از نوع ۱ به نوع ۵ تغییر می‌کند. شکل ریپل علاوه بر سرعت آب یا باد به عمق آب نیز بستگی دارد، زیرا در عمق کم سرعت آب بیشتر از عمق زیاد است. اندازه ذرات رسوبی نیز در بزرگی ریپل مارک‌ها موثر است. در رسوبات خیلی دانه‌ریز مثل رس‌ها ریپل مارک به علت خاصیت چسبندگی آنها تشکیل نمی‌شود. اغلب ریپل‌ها در رسوبات ماسه‌ای دانه‌ریز تا سیلت دانه درشت دیده می‌شود.

ریپل‌های تداخلی، که ریپل‌های عمود بر یکدیگرند و زاویه تقاطع دو دسته خط‌الرأس برابر ۹۰ درجه است.

این ریپل‌ها در جایی تشکیل می‌شود که جهت آب در اثر برخورد عوض شود.

هنگامی که سرعت رسوب‌گذاری بیش از حد سریع باشد، ریپل‌های رورانده تشکیل می‌شود.

۳) لایه‌بندی مورب

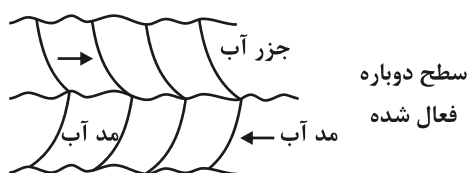
همان‌طور که اشاره شد از حرکت ریپل‌ها ایجاد می‌شوند. از فراوان‌ترین و معمولی‌ترین ساختمان‌های رسوبی در طبیعت است.

الف) لایه‌بندی مورب مسطح: در این نوع لایه‌بندی، سطح مرزی بین دسته لایه‌ها، به صورت مسطح است. اگر این مرز به صورت صفحات موازی باشد به نام لایه‌بندی مورب صفحه‌ای نامیده می‌شود. اگر مرز بین دسته لایه‌ها ناموازی باشد به نام لایه‌بندی مورب گوه‌ای شکل گفته می‌شود.

لایه‌بندی مورب مسطح در اثر حرکت ریپل‌های از نوع مستقیم بوجود می‌آید.

ب) لایه‌بندی مورب عدسی شکل: در این نوع لایه‌بندی مورب، مرز بین دسته لایه‌ها به صورت غیر مسطح می‌باشد، یعنی مرز آنها به صورت عدسی منحنی مانند است. این لایه‌بندی در اثر حرکت ریپل‌ها با رأس غیر مستقیم (سینوسی، زنجیره‌ای، هلالی زبانه‌ای) بوجود می‌آید. حرکت ریپل‌های هلالی باعث تشکیل لایه‌بندی مورب عدسی شکل با مقیاس بزرگ و حرکت ریپل‌های زبانه‌ای باعث تشکیل لایه‌بندی مورب عدسی شکل با مقیاس کوچک می‌شود:

ج- لایه‌بندی مورب در هم یا استخوان جناغ ماهی (herring bone crossbedding): در این نوع، جهت شیب هر دسته لایه‌بندی مورب ۱۸۰ است به دسته لایه مورب قبلی اختلاف زاویه دارد. این لایه‌بندی در پهنه‌های جز و مدی که دو نوع جریان آب وجود دارد، تشکیل می‌شود.



د) لایه‌بندی مورب تپه‌ای شکل (Hummoky cross stratification): این لایه‌بندی به اختصار (HCS) نیز نامیده می‌شود. لایه‌های مورب با شیب خیلی کم در حدود ۱۰ تا ۱۵ درجه دیده می‌شود و به حالت موجی و نوسانی است. سطوح لایه‌ها به صورت تپه‌های خیلی ملایم (HCS) با فرورفتگی ملایم (SCS) دیده می‌شود. این لایه‌بندی فقط در رسوبات قدیمی دیده می‌شود و در رسوبات عهد حاضر دیده نمی‌شود. این ساخت به محض عبور طوفان بوجود می‌آید پس به نام لایه‌های طوفانی نیز نامیده می‌شوند.

ه) لایه‌بندی مورب جناغی یا ساخت جناغی (chevron structure): این ساخت همان ساختمان داخلی ریپل‌های موجی متقارن است. در این ساخت شیب لایه‌بندی مورب در دو پهلوی ریپل مخالف هم می‌باشد. از روی این ساخت فقط می‌توان امتداد جریان را مشخص کرد.



۴) ساخت لایه‌بندی عدسی شکل، موجی شکل و فلازر

این ساخت‌ها در پهنه‌های جزر و مدی تشکیل می‌شود. لایه‌بندی عدسی شکل زمانی تشکیل می‌شود که میزان انرژی محیط اغلب کم باشد و گاهی اوقات زیاد باشد. یعنی میزان گل از ماسه بیشتر باشد و به عبارت دیگر عدسی‌ها یا لنزهای ماسه‌ای در داخل گل قرار می‌گیرد و به صورت ریپل‌های ناقص در می‌آیند.

لایه‌بندی موجی شکل زمانی که انرژی محیط به صورت مساوی کم یا زیاد شود یعنی میزان گل یا ماسه برابر گردد تشکیل می‌شود. در این لایه‌بندی ریپل‌های کامل تشکیل می‌شود و گل همه قسمت‌های روی ریپل را می‌پوشاند ولی صخامت گل روی رأس ریپل کم و در قسمت‌های فرورفته بیشتر است.

لایه‌بندی فلازر در صورتی که میزان انرژی محیط اغلب زیاد و گاهی اوقات کم باشد بوجود می‌آید، یعنی میزان ماسه بیشتر از گل می‌شود. در این لایه‌بندی، گل فقط گودی‌های ریپل را پر می‌کند و در روی رأس ریپل دیده نمی‌شود.

۵) ساخت دانه‌بندی تدریجی (Groded bedding)

در این ساخت اندازه ذرات بصورت تدریجی به سمت بالا ریز و یا درشت می‌شود. اگر اندازه ذرات به سمت بالا ریز شود به نام دانه‌بندی ریز شونده یا نرمال نامیده می‌شود. درحالی‌که به سمت بالا اندازه ذرات درشت شود به نام دانه‌بندی تدریجی درشت‌شونده یا معکوس نامیده می‌شود. در بخش A توالی بوما ماسه سنگ‌های توربیدایتی ساخت دانه‌بندی تدریجی نرمال دیده می‌شود که بیانگر کاهش تدریجی انرژی محیط می‌باشد. در رسوبات رودخانه‌ای نیز این ساخت دیده می‌شود. دانه‌بندی تدریجی معکوس اغلب در رسوبات آذرآواری دیده می‌شود.

۶) لایه‌بندی واروی

واروها از تناوب لایه‌های نازک سفید رنگ سیلت ویژه رنگ رس تشکیل شده است. این لایه‌ها در اثر ذوب یخچال‌ها در

دریاچه‌های یخچالی رسوب کرده‌اند. لایه‌های سفید رنگ سیلتی در فصل تابستان، لایه‌های تیره رسی در فصل زمستان تشکیل می‌شوند. به همین دلیل به واروها، رسوبات فصلی هم می‌گویند.

ساخت‌های فیزیکی که در سطح لایه دیده می‌شوند:

۱- ترک‌های گلی (Mudcracks)

این ساخت در اثر خشک شدن و از دست دادن آب و یا انقباض رسوبات رسی بوجود می‌آید و به شکل چند ضلعی‌هایی دیده می‌شود. با افزایش شدت خشک‌شدگی، عمق ترک‌ها بیشتر می‌شود.

نوع دیگر از ترک‌ها وجود دارد که در زیر آب بوجود می‌آید. به این‌ها، ترک‌های زیرآبی یا سین آرسیس می‌گویند. عمق این ترک‌ها زیاد نبوده و مقطع عرضی آنها U شکل می‌باشد. و به شکل چند ضلعی‌های ناقص و اغلب به شکل سه وجهی هستند. این ترک‌ها موقعی در سطح رسوبات تشکیل می‌شوند که اغلب اصلاح داخل رسوب از آب دریا کمتر باشد.

۲- آثار قطرات باران

این آثار در اثر بارندگی‌های کوتاه‌مدت در روی سطح رسوبات نرم ایجاد می‌شود. اگر بارندگی عمودی باشد، حفرات مدور و اگر بارندگی مایل باشد، حفرات به صورت بیضوی خواهد بود.

۳- اثرات کف آب (foam imprints)

هنگامی که آب به سواحل دریا و یا دریاچه‌ها برخورد کند تولید کف می‌کند. پتانسیل حفظ شدن این آثار خیلی ضعیف است و به همین دلیل فقط در رسوبات عهد حاضر دیده می‌شود. در صورت حفظ شدن، این آثار بیانگر محیط ساحلی دریا یا دریاچه خواهد بود.

۴- دایک‌های تخریبی (clastic dykes)

این ساخت مثل دایک‌های آذرین لایه‌های رسوبی را قطع می‌نماید، ولی جنس دایک، رسوبی است. این ساخت در اثر تشکیل یک شکاف در رسوبات بوجود می‌آید که این شکاف می‌تواند در اثر زلزله یا انقباض زمین در اثر خشک شدن حاصل می‌شود. بعدها این شکاف توسط موادی با جنس دیگر از سمت بالا یا زیر پر می‌شود. علت تزریق مواد از زیر احتمالاً به خاطر حرکت آب‌های بین ذرات به داخل شکاف که یک محیط کم فشار است، می‌باشد این دایک‌ها در هر نوع محیط رسوبی می‌تواند تشکیل شود و نشانه محیط رسوبی خاصی نمی‌باشد.

۵- آثار بلورها

این آثار به نام قالب‌های بلوری نیز نامیده می‌شود. تحت شرایط مناسب، کریستال‌های مختلف مواد مثل یخ، نمک ژپس و غیره روی سطح نرم رسوب رشد می‌کند. اگر این کریستال‌ها بعداً از بین برود، آثار و قالب آنها در سطح رسوبات باقی می‌ماند و اگر قالب‌ها توسط رسوبات دیگر پر شود به نام قالب‌های دروغین نامیده می‌شود.

۶- آتشفشان گلی یا ماسه‌ای

اشکال شبیه مخروط‌های کوچک آتشفشانی که از جنس گل یا ماسه هستند و ابعاد آنها از چند سانتی‌متر تا چندین متر

تغییر می‌نماید. این مخروط‌ها در اثر ایجاد شکاف در سطح زمین و تزریق مواد گلی و ماسه‌ای از زیر همراه آب و گاز صورت می‌گیرد. این مخروط‌ها در مناطق زلزله‌خیز و در امتداد برخی از گسل‌ها بوجود می‌آید.

۷- آثار شیارهای جریانی (rill marks)

این شیارها در اثر حرکت قشر نازکی از آب در سطح رسوبات ایجاد می‌شود و به صورت شیارهای فرسایشی دو شاخه‌ای هستند. آثار شیارهای اشکال مختلفی دارد که توسط مورفولوژی و شیب سطح زمین و نیز اندازه ذرات کنترل می‌شود. معمولاً این آثار در شیب‌های ۲-۳ درجه فراوان‌تر هستند. توسط این ساخت می‌توان جهت جریان آب را تشخیص داد.

۸- آثار خط ساحل (swash marks)

در سواحل ماسه‌ای عمل برگشت امواج، در پشت سر خود، دیواره‌های ماسه‌ای باقی می‌گذارد. این خطوط به صورت خمیده با برجستگی خیلی کم در حدود ۱ الی ۲ میلی متر می‌باشند و تحدب آنها به سمت خشکی می‌باشد. این آثار بیانگر آخرین حد تجاوز امواج در خشکی می‌باشد. این آثار بهترین شاخص محیط ساحل دریا و دریاچه می‌باشند. شانس حفظ شدن این آثار در رسوبات قدیمی کم است.

۹- آثار حفر شده و پر شده

این ساخت در اثر حفر سطح رسوبات توسط جریان آب و پر شدن بعدی محل حفر شده توسط رسوبات ساخته می‌شود. نمونه بزرگ مقیاس این ساخت‌ها همان ساخت کانال است. مقطع عرضی کانال معمولاً عدسی شکل می‌باشد.

۱۰- ساخت جدایی خطی و یا ساخت خطی جریان اولیه

این ساخت در سطح لایه‌بندی فوقانی در رژیم جریانی بالا تشکیل می‌شود. در سرعت زیاد آب، برجستگی‌های رشته‌ای شکل با ارتفاع چند میلی متر و در حد چند ذره در سطح رسوب ایجاد می‌شود. از روی این ساخت فقط می‌توان امتداد جریان آب را مشخص کرد.

ساخت‌های فیزیکی زیر لایه (solemarks)

این ساخت‌ها در روی لایه گلی ایجاد می‌شوند ولی فقط قالب آنها در زیر لایه بعدی که معمولاً ماسه سنگ است حفظ می‌گردد و به همین دلیل مرسوم است که به آنها ساخت‌های کف لایه گویند.

۱- ساخت‌های فرسایشی (scouremarks)

این ساخت بدون دخالت شیء و فقط در اثر حرکت سریع آب از سطح رسوبات نرم گلی و چسبیده ایجاد می‌شود. نمونه معروف آن ساخت قاشقی شکل (Flut marks) است. این ساخت در اثر حرکت آشفته آب از سطح رسوب گلی بوجود می‌آید که پس از جریان آشفته و حفر چاله‌ها کوچک قاشقی، رسوبات ماسه‌ای روی رسوبات قبلی ته نشست می‌یابد. به قالب آنها، (Flut casts) گویند.

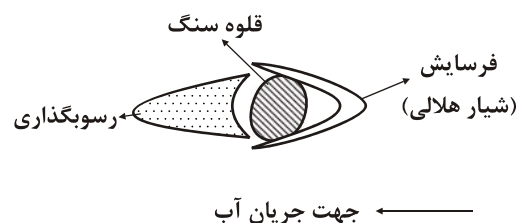
بنابراین، گودی روی سطح لایه‌ها واژه mark و به قالب‌های آنها که در زیر لایه قرار می‌گیرند واژه casts می‌افزایند. این ساخت به حالت گروهی و به موازات هم در جهت جریان آب تشکیل می‌شوند. جهت جریان آب از قسمت برآمدگی بیشتر به سمت برآمدگی کمتر قاشق‌ها می‌باشد. اغلب عامل تشکیل این ساخت‌ها جریان توربیدیتی است که در مناطق عمیق دریا دیده می‌شود.

۲- ساخت‌های حاصل از اشیاء (tool marks)

این ساخت‌ها با دخالت یک شیء ساخته می‌شود، و براساس اینکه شیء ثابت باشد یا متحرک و یا در برابر جریان مانند مانع عمل کند به انواع زیر گروه‌بندی می‌شوند.

الف- ساخت‌های حاصل از اشیاء ثابت (stationary tool marks): این ساخت در اثر افتادن یک شیء مانند قلوه سنگ یا هدف در سطح رسوبات ایجاد می‌شود. بعد از اینکه شیء از بین رفت، یا از محل دور شد، محل خالی آن توسط رسوبات دیگر پر می‌شود و قالب آنها در زیر رسوبات بعدی باقی می‌ماند.

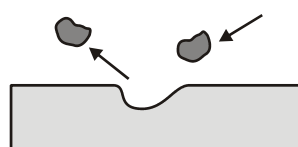
ب) ساخت‌های حاصل از اشیاء مانع (obstacle tool marks): این ساخت در اثر قرارگیری یک شیء در مسیر عبور جریان آب بوجود می‌آید که این شیء مانند یک مانع عمل کرده و عمل فرسایش آب باعث تشکیل شیار هلالی شکل در اطراف شیء می‌گردد که در جهت جریان آب قرار دارد. در پشت شیء نیز عمل رسوب‌گذاری ذرات صورت می‌گیرد. از روی این ساخت می‌توان جهت جریان آب را تشخیص داد.



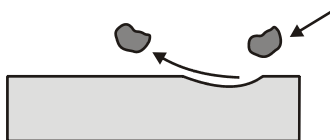
ج) ساخت‌های حاصل از حرکت اشیاء (moving tool marks): این ساخت در اثر حرکت یک شیء و در سطح رسوب ساخته می‌شود و قالب آنها به صورت اشکال برجسته در زیر ماسه حفظ می‌شود که شامل انواع زیر است:

ج-۱- آثار شیار (groove marks): این ساخت در اثر برخورد یک شیء به سطح رسوب و حرکت آن بوجود می‌آید. شیء برخوردی باعث تشکیل شیار در سطح رسوب می‌شود. این ساخت را به صورت برجستگی‌های طولی در زیر ماسه سنگ می‌بینیم و به نام قالب‌های شیار (groove casts) نامیده می‌شود. از روی این ساخت می‌توان امتداد جریان را بدست آورد و اغلب در کف ماسه‌های توربیدیتی دیده می‌شود و توسط جریان‌های آشفته بوجود می‌آید.

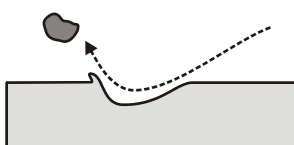
ج-۲- آثار برخورد نامتقارن (prodmarks): اگر زاویه برخورد یک شیء به سطح رسوب زیاد باشد، عمل برخورد به صورت یک فرو رفتگی نامتقارن خواهد بود. از روی این ساخت می‌توان جهت حرکت آب را بدست آورد.



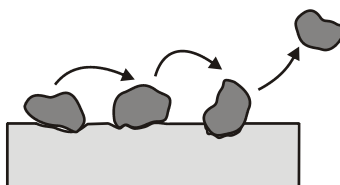
ج-۳- آثار برخورد نامتقارن (bounce marks): اگر زاویه برخورد شیء با سطح رسوب کم باشد، محل برخورد به صورت یک فرو رفتگی متقارن خواهد بود، از روی این ساخت می‌توان فقط امتداد جریان را بدست آورد.



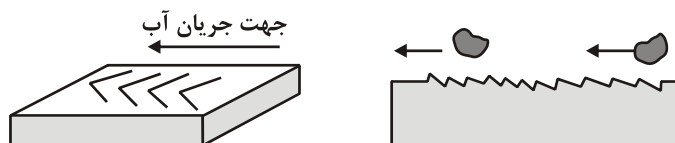
ج-۴- آثار برخورد شانه‌ای (brush marks): اگر زاویه برخورد شیء با سطح رسوب خیلی کم باشد، در جلوی شیء خمیدگی در رسوب ایجاد می‌کند. از روی این ساخت می‌توان جهت حرکت آب را تشخیص داد.



ج-۵- آثار برخورد تکراری (skipmarks): این آثار در اثر برخوردهای پیاپی یک شیء دور سطح رسوب ایجاد می‌شود. قالب‌های این آثار به صورت برآمدگی‌های مشابه، به دنبال یکدیگر دیده می‌شوند. اگر اشکال نامتقارن باشند، می‌توان از روی آنها جهت حرکت آب را بدست آورد. ولی اگر متقارن باشد فقط می‌توان امتداد حرکت آب را پیدا کرد.



ج-۶- آثار جناغی (chevron marks): برای تشکیل این ساخت، شیء در نزدیکی سطح رسوب حرکت می‌کند، ولی هیچوقت با سطح رسوب برخورد نمی‌کند. در اثر حرکت شیء گرداب‌هایی در پشت آن ایجاد می‌شود که باعث تغییر شکل رسوب می‌شود. این تغییرات به صورت اشکال متوالی V شکل دیده می‌شود و جهت حرکت آب به سمت نوک V ها است.



ساخت‌های تغییر شکل یافته (deformed structures)

این ساخت‌ها بلافاصله بعد از رسوب‌گذاری و در اثر تغییر شکل ایجاد می‌شوند.

۱- قالب‌های وزنی (load casts)

این ساخت در اثر قرارگیری تناوب لایه‌های با چگالی زیاد و کم بوجود می‌آیند، مانند تناوب لایه‌های شیل با آهک و یا ماسه و شیل. به علت اینکه لایه‌های ماسه با آهک وزن بیشتری از شیل دارند در قسمت تحتانی آنها، فرو رفتگی به داخل آنها ایجاد می‌شود که به آنها قالب‌های وزنی گویند.

ساخت قالب‌های وزنی تعلق به محیط رسوبی خاصی ندارد.

۲- ساخت شعله‌ای (flame structure)

این ساخت در ادامه ساخت قالب‌های وزنی بوجود می‌آید، یعنی پیش روی مرز ماسه سنگ در برخی از قسمت‌ها به داخل شیل باعث ایجاد اشکال شعله مانند می‌گردد.

۳- ساخت توپی و بالشی (ball & pillow structure)

این ساخت در اثر فرو رفتن بیش از حد ماسه به داخل لایه گلی است و نوع خیلی پیش‌رونده قالب‌های وزنی است. بر اثر پیش روی بیش از حد لایه ماسه‌ای در داخل لایه گلی، قسمت‌هایی از لایه ماسه‌ای مثل قطره کنده شده و مانند توپ یا بالش در داخل رسوبات گلی می‌افتد.

۴- لایه‌بندی پیچیده یا نیلوفری (convolute bedding)

این لایه‌بندی به صورت درهم و برهم و نامنظم می‌باشد. لایه‌های بالا و پایین این ساخت بدون تغییر و به صورت مسطح و موازی هستند. این ساخت در رسوباتی که به صورت سریع رسوب‌گذاری کرده‌اند و فرصت خروج آب در آنها وجود ندارد، تشکیل می‌شود. موقعی که بعداً آب از لایه‌لای رسوبات شروع به خارج شدن می‌کند، باعث بهم خوردن لایه‌ها می‌گردد. این ساخت متعلق به محیط رسوبی خاصی نیست.

۵- ساخت چین لغزشی (slump folding)

رسوباتی که روی شیب قاره تشکیل می‌شود، در اثر رسوب‌گذاری بیش از حد و یا ایجاد زمین لرزه، لغزش در رسوبات ایجاد می‌شود و چون هنوز لایه‌ها نرم هستند، همراه با لغزش چین‌خوردگی نیز ایجاد می‌شود. این ساخت در رسوبات قدیمی بیانگر شیب قدیمی دریا است. از جهت خمیدگی چین‌ها می‌توان به جهت لغزش رسوبات پی برد.

ساخت‌های زیستی

دومین نوع از ساخت‌های اولیه، ساخت‌های زیستی می‌باشند که در اثر فعالیت موجودات زنده در داخل رسوب ایجاد می‌شوند. در این ساخت احتمال دارد خود موجود بوجود آورنده حفظ نشود، ولی اثرات فعالیت آن برجای می‌ماند و به همین دلیل به آن آثار فسیل یا ایکنوفسیل نیز می‌گویند. این ساخت‌ها می‌توانند در زیر لایه و یا در بالا و سطح لایه دیده شود. فعالیت موجودات در رسوبات به صورت آثار استراحت، تغذیه (در سطح یا داخل رسوب)، ایجاد لانه و پناهگاه و یا آثار حرکت و فرار می‌باشد.

۱- آثار استراحت (resting traces)

این آثار توسط موجودات جهنده کف‌زی، در سطح رسوبات ایجاد می‌شود و بیانگر آثار بدن این موجودات در سطح رسوبات است. انواع معمول این آثار شامل آثار استراحت ستاره دریایی به شکل ستاره مانند و آثار استراحت تریلوبیت است. آثار استراحت تریلوبیت به نام Rusophycos نامیده می‌شود.

۲- آثار حرکت یا خریدن (moving or crawling traces)

این آثار توسط موجودات متحرک تولید می‌شود. آثار پای دایناسورها و آثار حرکت تریلوبیت‌ها نمونه‌ای از آن است. آثار حرکت تریلوبیت تحت عنوان کروزیانا نامیده می‌شود که در رسوبات کامبرین دیده شده که بیانگر فعالیت تریلوبیت‌ها در این دوره است.

۳- آثار تغذیه در سطح رسوب یا چرخیدن (grazing traces)

این آثار توسط موجودات متحرک رسوب‌خوار کف‌زی تولید می‌شود. شکل آنها به صورت سیم‌پیچی، ماندری یا سینوسی و مارپیچی و یا چندضلعی می‌باشد. مجموعه این آثار در رسوبات عمیق دریا یافت می‌شود.

۴- آثار تغذیه در داخل رسوب (feeding traces)

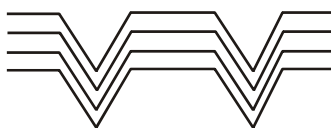
این آثار توسط موجودات رسوب‌خوار درون‌زی تولید می‌شود. اشکال آنها به صورت حفرات شاخه‌ای ریز یا درشت می‌باشد. حفرات شاخه‌ای ریز به نام کندریتس و حفرات شاخه‌ای بزرگ به نام تالاسینوئیدس معروف است. آثار کندریتس اغلب در رسوبات عمیق دریا یافت می‌شود.

۵- آثار ایجاد پناهگاه و لانه (dwelling traces)

برخی از موجودات مثل کرم‌ها و میگوها در داخل رسوبات برای خود لانه و پناهگاه ایجاد می‌کنند. این آثار توسط موجودات چسبنده و نیمه چسبنده ایجاد می‌شود. این اشکال به صورت لوله‌ای ساده و یا U شکل می‌باشد. لوله‌های U شکل نیز به صورت افقی یا عمودی هستند، انواع افقی‌تر در بخش‌های عمیق‌تری ساخته می‌شوند. وسط لوله U شکل دارای لامینه‌های مقعری می‌باشد که به اصطلاح اسپویت نامیده می‌شود. این اسپویت‌ها در اثر عمل فرسایش یا رسوب‌گذاری ایجاد می‌شوند.

۶- آثار فرار (escape burrows)

نوع آخر آثار فسیلی در اثر فرار موجود از داخل رسوب بوجود می‌آید. حرکت ناگهانی فرار موجود باعث ریختن رسوبات به داخل حفره شده و اشکال مخروط در مخروط ایجاد می‌کند.



آثار فسیلی از معیارهای بسیار مطمئن برای تشخیص و تعبیر و تفسیر محیط رسوبی می‌باشد. زیرا آثار فسیلی برخلاف خود فسیل که می‌تواند نابرجا باشد، همیشه به صورت برجسته هستند.

مجموعه رخساره‌های زیر به ترتیب از قسمت محیط غیر دریایی به سمت محیط دریایی دیده می‌شود.

- ۱- مجموعه اسکوینیا: متعلق به محیط قاره‌ای می‌باشد و شامل آثار پای خزندگان و یا سایر حیوانات خشک‌زی می‌گردد.
- ۲- مجموعه اسکولینوس و گلوسی فانگیتس: که متعلق به محیط و پهنه‌های جزر و مدی است و شامل آثار حفاری لوله‌ای ساده و یا U شکل می‌باشد.
- ۳- مجموعه کروزیانا: متعلق به بخش فلات قاره دریا می‌باشد و شامل آثار حرکت تریلوبیت‌ها است.
- ۴- مجموعه ژئوفیکوس: در قست شیب قاره دیده می‌شوند و اغلب آنها از نوع آثار تغذیه در داخل رسوب مثل ژئوفیکوس می‌باشد.

۵- مجموعه نریتس: در قسمت‌های خیلی عمیق و کف دریا وجود دارند و از نوع آثار تغذیه در سطح رسوب هستند. در روی ماسه سنگ‌های توریدایتی عمیق دریا اغلب این آثار فسیلی دیده می‌شود.

ساخت‌های رسوبی ثانویه

این ساخت‌ها بعد از رسوب‌گذاری و در اثر فرایندهای دیاژنز بوجود می‌آیند. انواع آن عبارتند از:

۱- کنکرسیون: این ساخت به صورت اشکال کروی و بیضوی شکل بوده و دارای ساختمان داخلی متحدالمرکز می‌باشد. مرکز آن می‌تواند دارای هسته یا بدون آن باشد. همین کنکرسیون‌ها اغلب آهکی ولی انواع سیدریتی و یا پیریتی نیز وجود دارد. انواعی که در مراحل اولیه دیاژنز بوجود می‌آیند، چون هنوز لایه‌ها نرم می‌باشند باعث خمیده‌شدن لایه‌بندی اطراف خود می‌شوند ولی انواعی که در مراحل پایانی دیاژنز بوجود می‌آیند به علت اینکه لایه‌ها سخت و سخت شده‌اند، لایه‌بندی را قطع می‌نمایند. این ساخت در قسمت‌هایی از رسوبات بوجود می‌آید که تخلخل زیاد باشد تا محلول‌های سازنده کنکرسیون بتوانند به داخل رسوب یا سنگ وارد شوند. این ساخت محیط رسوبی خاصی را نشان نمی‌دهد.

۲- ساخت نودول یا آهک: شکل آن شبیه کنکرسیونها بوده، اما در داخل آن ساختمان متحدالمرکز دیده نمی‌شود و جنس آن از آهک، آهن و یا سلیس می‌باشد، معروف‌ترین آن نودول‌های چرت در آهک‌ها می‌باشد که اغلب دارای رنگ سیاه می‌باشد.

۳- ساخت توپ‌های گلی: این ساخت شبیه نودول است و از گلوله‌های گلی در اندازه‌های کوچک تا خیلی بزرگ در حد چندین ده متر تشکیل شده است. نمونه این گلوله‌ها در داخل شیل‌های ولکانیکی سازند کرج البرز با سن ائوسن به فراوانی دیده می‌شود. طرز تشکیل آن به احتمال زیاد در اثر سرخوردن یک هسته اولیه در امتداد شیب تازه دریا و رشد تدریجی آن در هنگام غلتیدن و یا پائین آمدن می‌باشد. تشکیل آن همانند رشد یک گلوله برفی در سرایشی یک کوه است.

۴- ساخت سپتاریا: همان نودول یا کنکرسیون است که در اثر خشک‌شدن و از دست دادن آب ترک برداشته است و محل خالی ترک‌ها توسط مواد دیگر مثل سیلیس پر شده است. سطح آن همانند پشت یک لاک پشت به صورت چندضلعی دیده می‌شود.

۵- ساخت ملیکاریا: همان ساخت سپتاریا است با این تفاوت که در اثر فرسایش، بخش‌های نرم تر که بخش‌های نرم‌تر که بخش‌های گلی بین ترک‌ها است از بین رفته و محل ترک‌ها که توسط سیلیس پر شده است به صورت برجسته باقی مانده است.

۶- ژئود و آگات: اینها در ابتدا حفراتی بودند که بعداً محلول‌های سیلیسی یا کلسیتی به داخل آنها مهاجرت کرده و از سمت دیواره حفرات به طرف داخل، رسوب می‌نماید. در ژئود محلول‌ها به صورت بلوری رشد می‌کند و از سمت دیواره به مرکز آن اندازه بلورها بزرگتر می‌شود. در آگات محلول به صورت سیلیسی شکل و لایه لایه ته نشست می‌یابد. احتمال دارد رنگ هر لایه به خاطر ناخالصی با لایه دیگر تفاوت کند و این باعث ایجاد لایه‌بندی رنگی و زیبا در آگات می‌گردد.

۷- ساخت مخروط در مخروط (cone-in-cone): این ساخت معمولاً در رسوبات گلی دیده می‌شود و در اثر رشد بلورها در حد فاصل بین کنکرسیون یا نودول با سنگ در برگرفته خود بوجود می‌آید.

۸- استیلولیت: به صورت خطوط هستند که اغلب در سنگ‌های آهکی دیده می‌شود. این ساخت در اثر تراکم شیمیایی و ایجاد انحلال فشاری بوجود می‌آید. در اثر این عمل مواد محلول بین ذرات از محیط خارج شده و ناخالصی‌هایی مثل آهن و رس در محل تماس مضرس ذرات برجای می‌ماند و به صورت خطوط تیره و یا قرمز رنگ ظاهر می‌شود. با استفاده از این ساخت می‌توان جهت نیروهای وارده بر سنگ را بدست آورد که عمود بر سطح استیلولیت است.