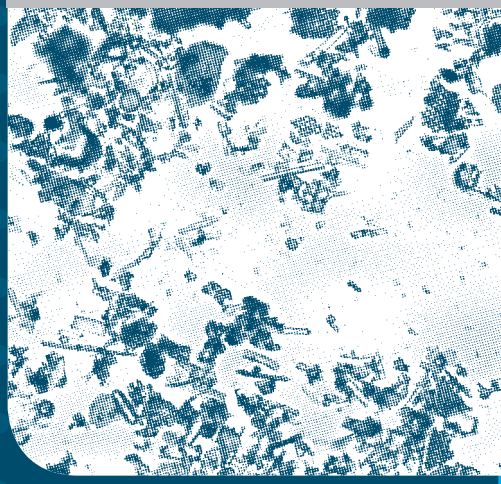


روشی جدید برای جداسازی ماکروفسیل‌ها از سنگ‌های آهکی

رضانداف دبیر زمین‌شناسی شهرستان قوچان

چکیده

در این نوشتار روشی جدید برای جداسازی ماکروفسیل‌های آهکی یا به‌طور بخشی پیریتی شده از سنگ‌ها شرح داده شده است. این روش متکی به تفاوت سرعت انحلال کلسیت میکروکریستالین و ماکروکریستالین در محلول اسید سولفوریک ۳۸ درصد است. مقدار کانی‌های رسی موجود در سنگ میزبان بر میزان تأثیرگذاری اسیدسولفوریک نقش دارد. لذا این روش می‌تواند کاربرد زیادی در جداسازی ماکروفسیل‌ها از سنگ‌های مارنی، سنگ آهک‌های مارنی و سایر سنگ‌های آهکی داشته باشد.

مزایای این روش در مقایسه با سایر روش‌های شیمیایی عبارت است از:

۱. برای انجام این روش زمان زیادی لازم نیست.

۲. امکان زدودن رسوبات از سطح خارجی فسیل‌ها فراهم می‌شود.

۳. در پی انحلال سنگ‌های آهکی فقط مقدار اندکی تخلخل ایجاد می‌شود.

این روش روی ماکروفسیل‌های کرتاسه در حوضه بوهمیا[1] با موفقیت به‌کار برده شده است. سطح ماکروفسیل‌های به‌دست آمده در این روش بدون آسیب‌دیدگی است که حتی جزئیات ظریف سطح اسکلت و قشر نازک روی پوسته و فرسایش زیستی در آن نمایان است.

کلیدواژه‌ها: آماده‌سازی، طرز عمل اسید، اسید سولفوریک، ماکروفسیل‌های آهکی، کربنات‌ها

دیرینه‌شناسان با ماکروفسیل‌های کلسیتی یا کلسیتی شده در میان سنگ‌های سخت آهکی سروکار دارند که برای جداسازی آن‌ها روش‌های مکانیکی و شیمیایی مختلفی را به‌کار می‌گیرند. در حالی‌که آماده‌سازی به روش مکانیکی معمولاً وقت‌گیر است و احتمال صدمه دیدن ساخت‌های سطحی فسیل وجود دارد. بنابراین از روش‌های آماده‌سازی شیمیایی متعددی برای انواع سنگ‌های آهکی استفاده می‌شود.

در بررسی‌های دیرینه‌شناسی روی رسوبات متعلق به کرتاسه بالایی در حوضه بوهمیا مقادیر فراوانی ماکروفسیل جمع‌آوری شد. اما استفاده از روش‌های شیمیایی معمول برای جداسازی برخی از این فسیل‌ها مناسب نیست. بنابراین به‌منظور جداسازی ماکروفسیل‌هایی از جنس کلسیت یا آن‌هایی که بعداً کلسیتی یا به‌طور بخشی پیریتی شده‌اند از سنگ‌های آهکی (سنگ آهک‌مارنی، سنگ مارن و سایر سنگ آهک‌های فشرده) روش شیمیایی جدیدی مورد استفاده قرار گرفته است.

این روش در سال ۲۰۰۳ برای نخستین‌بار با به‌کارگیری اسیدسولفوریک به‌منظور جداسازی ماکروفسیل‌ها مورد آزمایش قرار گرفت و به‌عنوان روشی مؤثر و عالی برای زدودن سنگ‌های مختلف کرتاسه بالایی (مانند سنگ‌های سنومانین بالایی- کنیاسین میانی حوضه بوهمیا و سنگ‌های کامپانین منطقه سفلای ساکسونی در آلمان) از ماکروفسیل‌ها، مورد توجه قرار گرفت. از جمله مواردی که با روش اسید سولفوریک جداسازی شدند، می‌توان به فسیل‌های کرتاسه بالایی مانند اسفنج‌ها (ورازکا[2]، ۲۰۰۵)، بریوزوئرها (زاگورسک[3] و ورازکا، ۲۰۰۶)، اسفنج‌ها، مرجان‌ها، سرپولیدها[4] (از شاخه کرم‌های بندبند- مترجم)، صدف‌های

دیرینه‌شناسان با ماکروفسیل‌های کلسیتی یا کلسیتی شده در میان سنگ‌های سخت آهکی سروکار دارند که برای جداسازی آن‌ها روش‌های مکانیکی و شیمیایی مختلفی را به‌کار می‌گیرند. در حالی‌که آماده‌سازی به روش مکانیکی معمولاً وقت‌گیر است و احتمال صدمه دیدن ساخت‌های سطحی فسیل وجود دارد

مدت زمانی که نمونه‌ها باید در اسید قرار بگیرند بستگی به درجه کانی‌زایی صدف (اسکلت) و مواد رسوبی همراه آن دارد. معمولاً رسوبات روی سطح فسیل‌هایی که در مدت زمانی کمتر از دو ساعت در اسید قرار گرفته‌باشند تحت تأثیر قرار نمی‌گیرندیا این تأثیر بسیار اندک است

اویستر، بازوپایان، اکینودرم‌ها و بریوزوئرها (زیت[5] و همکاران. ۲۰۰۶) و هم‌چنین قالب‌هایی از ماکروفسیل‌های فسفاتی شده اشاره کرد (ورازکا و همکاران- در دست انتشار).

روش کار

آماده‌سازی مکانیکی

اگر بخش سطحی ماکروفسیل با لایه ضخیمی از رسوب پوشیده شده باشد، انجام آماده‌سازی مقدماتی توصیه می‌شود. اسیدسولفوریک نمی‌تواند قشر ضخیمی از سنگ‌های کربناته فشرده موجود در اطراف فسیل را به سرعت حل کند، لذا برای کاهش زمان فرایند تأثیر اسید مواد مذکور باید جدا شوند. برای اینکه عمل زدودن مکانیکی سریع‌تر و مؤثرتر واقع شود، می‌توان از ابزارهای ویبره، چکش، اسکنه، سوزن یا درفشی تیز استفاده کرد. این مرحله زمان زیادی نمی‌گیرد، زیرا تنها باید قشر ضخیم اطراف فسیل برداشته شود. باید مراقب بود تا سطح فسیل خراشیده نشود، بنابراین ضرورت ندارد که تمام رسوبات نازک بر جای مانده روی سطح فسیل در مرحله آماده‌سازی برداشته شوند. استفاده از تکنیک آب پر فشار[6] (ژاکوبسن، ۲۰۰۳؛ نیلسون و ژاکوبسن[7]، ۲۰۰۴) و زدودن مواد با دمیدن جریانی از ذرات ماسه‌ای سخت[8] (برای مثال استوکر[9] و همکاران، ۱۹۶۵، ایچینگر[10]، ۱۹۶۹، هنینبال[11] و همکاران، ۱۹۸۸، هنینبال، ۱۹۸۹) نیز می‌تواند در مرحله آماده‌سازی مکانیکی به‌کار گرفته شود. در روش اول جریان آب، سایش مؤثری را روی نمونه ایجاد کرده است و نسبت به روش دوم آسیب کمتری به نمونه وارد می‌آید. به هر جهت این روش بیشتر برای سنگ آهک‌های نرم توصیه می‌شود.

ماهیت نحوه حفظ شدگی اسکلت آهکی باید به دقت بررسی شود و به‌منظور رؤیت وضعیت اولیه فسیل بخش‌های فاقد رسوب باید ملاحظه شوند. مرحله شیمیایی نیز نباید روی کیفیت حفظ‌شدگی فسیل تأثیر منفی داشته باشد.

خشک کردن نمونه‌ها

برای جلوگیری از کاهش غلظت اسید لازم است فسیل و مواد ضمیمه آن کاملاً خشک باشند. لذا نمونه‌ها را به مدت یک روز در دمای حدود صد درجه سانتی‌گراد خشک می‌کنند. در عین حال این عمل ضروری نیست و می‌توان به‌جای آن نمونه‌ها را در محلی خشک به مدت چندین هفته نگه داشت.

شست‌وشو با اسیدسولفوریک[12]

باید به‌خاطر داشت که در هنگام کار با اسیدسولفوریک باید از عینک ایمنی استفاده نمود و با اینکه تماس کوتاه‌مدت اسیدسولفوریک ۳۸ درصد با پوست بدن نمی‌تواند باعث سوختگی شود، ولی بهتر است از دستکش لاستیکی استفاده شود. مراحل انجام کار باید زیر هود و با تهویه بخار انجام گیرد.

نمونه‌های خشک شده در ظرفی پلاستیکی یا شیشه‌ای محتوی اسیدسولفوریک ۳۸ درصد قرار می‌گیرد. برای حفظ رطوبت داخل ظرف و جلوگیری از تجمع بخارهای ناشی از اسید، لازم است که دهانه ظرف پوشیده باشد.

در مدت انجام واکنش شیمیایی، حباب‌های کوچک گاز کربن دی‌اکسید، بخاری را در بالای سطح هوا- اسید تولید می‌کنند. ذرات ریز رسوبات از سطح فسیل کنده و تبدیل به گلی آبگون می‌شوند. انحلال مواد رسوبی در بخش سطحی فسیل باعث تشکیل پوشش نازکی از مواد نامحلول در سطح آن و در سطح مواد رسوبی می‌شود (برای از بین بردن پوشش مذکور به مرحله نهایی زدودن توجه شود).

مدت زمانی که نمونه‌ها باید در اسید قرار بگیرند بستگی به درجه کانی‌زایی صدف (اسکلت) و مواد رسوبی همراه آن دارد. معمولاً رسوبات روی سطح فسیل‌هایی که در مدت زمانی کمتر از دو ساعت در اسید قرار گرفته باشند تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند یا این تأثیر بسیار اندک است. بسیاری از سنگ آهک‌های رسی محتوی فسیل‌های کلسیتی شده می‌توانند بدون اینکه سطح فسیل آسیب ببیند، بیش از پنج ساعت در اسید نگه‌داری شوند. در عین حال زمانی بیش از ۳ تا ۱۰ ساعت احتمال آسیب رساندن به سطح فسیل را افزایش می‌دهد و سبب افزایش ضخامت پوشش نازک مواد نامحلول در سطح فسیل می‌شود.

خنثی‌سازی

بعد از خروج نمونه‌های فسیل از داخل ظرف اسید، باید در داخل ظرفی پلاستیکی یا شیشه‌ای با جریان مداومی از آب فراوان شسته شوند و سپس در محلول آب و کربنات سدیم خنثی‌سازی انجام شود. عمل شست‌وشو با آب باید چندین‌بار تکرار شود، زیرا هنگامی که اسید موجود روی سطح فسیل با آب رقیق می‌شود، غلظت اسیدسولفوریک کاهش و واکنش آن با فسیل‌های کلسیتی افزایش می‌یابد. با توجه به مقدار مواد نامحلولی که به فسیل چسبیده‌اند (رسوبات ناشی از فعل و انفعال شیمیایی، سولفات کلسیم و...) باید زمان شست‌وشو بین ۱ تا ۵ دقیقه طول بکشد. پس از اتمام شست‌وشو بازمانده‌های اسیدسولفوریک باید خنثی شوند. برای این منظور محلول ضعیفی از آب و کربنات سدیم (یک قاشق سوپ‌خوری کربنات سدیم در یک لیتر آب) مناسب است. نمونه‌های فسیل باید بلافاصله بعد از شست‌وشو به مدت ۲ تا ۶ ساعت به‌طور کامل در این محلول قرار گیرند.

تمیز کردن نهایی

مواد باقی‌مانده حاصل از عمل انحلال می‌توانند پس از مرحله خنثی‌سازی جدا شوند. بدین منظور یکی از مراحل زیر انجام می‌شود که تفاوت این مراحل در زمان انجام و میزان تأثیر آن‌هاست.

۱. آب پرفشار

۲. روش مافوق صوت

۳. تمیز کردن با یک قلم‌موی نرم

استفاده از روش آب پرفشار (ژاکوبسن، ۲۰۰۳؛ نیلسون و ژاکوبسن، ۲۰۰۴) برای مرحله پایانی همه ماکروفسیل‌ها مناسب است. در این مطالعه از دستگاهی دستی و سبک از نوع وگنر مدل W۴۰۰SE استفاده شده است که قابلیت تنظیم فشار آب تا ۱۸۰ بار را از مجرای خروجی به قطر ۱۰ میلی‌متر دارد. با تنظیم فشار آب یا تغییر فاصله نسبت به فسیل، شدت فشار دستگاه نیز تغییر می‌کند.

استفاده از دستگاه ماورای صوت[۱۳] (وتزل[۱۴]، ۱۹۵۰) می‌تواند نتایج مفیدی در پی داشته باشد، اما استفاده از آن برای صدف و اسکلت‌های شکننده توصیه نمی‌شود، زیرا با تنظیم در حالت قدرت بالا دستگاه ماورای صوت ممکن است به آن‌ها آسیب برساند.

استفاده از یک قلم‌موی نرم نقاشی برای تمیز کردن فسیل‌ها در زیر جریان آب نیز می‌تواند مفید باشد. در صورتی که در این عمل به‌دقت انجام شود به سطح فسیل نیز آسیب نمی‌رساند. اما رسوباتی که در بخش‌های عمیق سطح فسیل قرار دارند ممکن است در این روش به سختی تمیز شوند یا اصلاً تمیز نشوند. این مشکل برای فسیل‌هایی که سطحی ناهموار دارند (مانند اسکلت اسفنج‌ها) نیز صادق است.

در بعضی مواقع تلفیقی از روش‌های شرح داده شده در بالا برای به‌دست آوردن بهترین نتیجه می‌تواند مناسب باشد. بعد از مرحله تمیز کردن، به‌منظور مطالعه فسیل باید خشک شود.

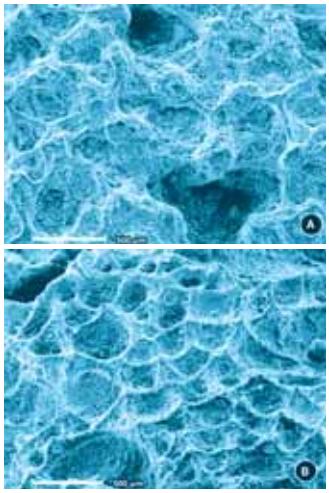
مقایسه با سایر روش‌ها

جداسازی میکروفسیل‌های آهکی از سنگ آهک‌های چاکی از نخستین روش‌های ثبت شده در دیرینه‌شناسی میکروفسیل‌ها بوده است (هرون-آلن[۱۵]، ۱۸۹۴). اگرچه روش کار به‌طور اصولی تا زمان ویلیامز- میشل[۱۶] (۱۹۴۸) شرح داده نشد. از جمله روش‌های جداسازی میکروفسیل‌های آهکی از رسوبات کربناته عبارت‌اند از: حرارت دادن در سولفات سدیم (کرچنر[۱۷]، ۱۹۵۸)، استفاده از ترکیب نفت خام و کربنات سدیم (بولی[۱۸]، ۱۹۵۲)، استفاده از هیدروکسیدسدیم (ویلیامز، میشل، ۱۹۴۸) و استفاده از اسید استیک غلیظ.

با این حال به‌جز روش اسیداستیک خیلی غلیظ، سایر روش‌ها برای جداسازی ماکروفسیل‌های آهکی مناسب نیستند. روش جدیدی که در اینجا شرح داده شد و روش استفاده از اسیداستیک غلیظ، هر دو براساس تفاوت سرعت انحلال کلسیت میکروکریستالین و ماکروکریستالین هستند و بعضی از مراحل مشابه دارند.

محلول ضعیف اسیداستیک باعث انحلال ماده ماتریکس گل سفید (چاک) یا سنگ آهک می‌شود و تنها می‌تواند برای جداسازی فسیل‌های غیرآهکی (به‌ویژه فسیل‌های فسفاتی و سیلیسی) مؤثر باشد (رید[۱۹]، ۱۹۵۸؛ مولر[۲۰]؛ ۱۹۶۲؛ زنکل[۲۱]، ۱۹۶۵؛ رودنر[۲۲]، ۱۹۷۲؛ اپسون[۲۳] و همکاران، ۱۹۹۹، ۱۹۸۵). بوردن[۲۴] (۱۹۶۲، ۱۹۵۶) و پس از او لترز[۲۵] و کراسکواین- سولا[۲۶] (۱۹۸۸) اسیداستیک غلیظ ۹۵ درصد را برای جداسازی میکروفسیل‌های آهکی از رسوبات آهکی به‌کار

استفاده از دستگاه ماورای صوت (وتزل، ۱۹۵۰) می‌تواند نتایج مفیدی در پی داشته باشد، اما استفاده از آن برای صدف و اسکلت‌های شکننده توصیه نمی‌شود، زیرا با تنظیم در حالت قدرت بالا دستگاه ماورای صوت ممکن است به آن‌ها آسیب برساند



شکل۲: ساختار اسکلتی در اسفنج‌ها بعد از تأثیر اسید سولفوریک نمایان می‌شود. عکس‌های SEM. گفتنی است که قبل از عملکرد اسید سطح اسکلتی اسفنج‌ها با لایه‌ای به ضخامت ۲ درصد تا ۱ میلی‌متر از سنگ آهک مارنی پوشیده می‌شود.
A. calicified desman forming choanosomal skeleton of Phymatella intumescens (Roemer, ۱۸۶۴), RV۹۷.
B. calcified and partly pyritized Ychniscs forming choanosomal skeleton of Pyrospongia vrbaei Zahalka, ۱۹۰۰ (RV۹۸)
تمام نمونه‌های مذکور مربوط به تورونین بالایی حوضه کرتاسه بوهمیا هستند. نمونه‌های فوق در سازمان زمین‌شناسی کشور چک در شهر پراگ نگه‌داری می‌شوند.

گرفتند. روش آن‌ها موسوم به «استیله داغ»[۲۷] که با افزودن اسیداستیک و تجزیه رسوبات همراه است برای جداسازی میکروفسیل‌های آهکی از جمله به کمک بوبیک[۲۸] و کاسماک[۲۹] (۱۹۹۱) با موفقیت مورد استفاده قرار گرفت. زاگورسک و واورا[۳۰] (۲۰۰۰) فسیل بریوزوئرها را از تلفیق روش استیله در اسیداستیک و هوازدگی مصنوعی در آزمایشگاه جداسازی کردند. نلسن و ژاکوبسن(۲۰۰۴) روش «اسید-آب داغ» را برای نمونه‌های بزرگ سنگ آهک با نفوذپذیری و تراوایی بالا مطرح کردند. در این روش از اسیداستیک خیلی غلیظ استفاده شد و در واقع این روش به روش اصلاح شده نوت زولد[۳۱] (۱۹۹۵) شباهت داشت. روش اسید استیک غلیظ و روش جدیدی که در این مقاله شرح داده شد، به‌طور هم‌زمان برای شناسایی نمونه‌های حوضه رسوبی بوهمیا[۳۲] به سن کرتاسه آزمایش شد. در مقایسه با روش استیله داغ (استفاده از اسیداستیک غلیظ، به گرین[۳۳] [۲۰۰۱] مراجعه شود) روش اسیدسولفوریک سه برتری دارد:

۱. سریع‌تر انجام می‌گیرد.

۲. تنها رسوبات سطح فسیل حل شده و بخش‌های شکننده و متعدد اسکلت ماکروفسیل از هم جدا نمی‌شوند.

۳. بخشی از رسوبات آهکی در مقایسه با رشو «اسید- آب داغ» نلسن و ژاکوبسن (۲۰۰۴) بازدهی بیشتر آن در انحلال سنگ‌های آهکی بدون تخلخل و نفوذپذیری بالاست.

تاکنون پالینولوژیست‌ها از اسیدسولفوریک (به‌صورت محلول با انیدرید استیک) به‌عنوان ماده کاتالیزور برای زدودن مواد سلولزی زائد در طی فرایند استیلی شدن[۳۴] استفاده می‌کرده‌اند (گرین، ۲۰۰۱).

دستاوردها

در ماکروفسیل‌های رسوبات مربوط به حوضه کرتاسه بوهمیا به سن تورنین بالایی[۳۵] از اسیدسولفوریک استفاده شده است. ماکروفسیل‌هایی با حفظ شدگی خوب از جنس کلسیت، کلسیتی شده یا بخشی از آن پیریتی شده از گروه اسفنج‌ها، اکینودرم‌ها، سرپولیدها، دوکفه‌ها با صدف‌های ضخیم و بازوپایان از میان سنگ آهک‌های مارنی با حدود ۷۰ و ۸۵ درصد کربنات کلسیم جمع‌آوری شده‌اند (سچ[۳۶] و همکاران، ۱۹۹۶). شایان ذکر است که اکثر اسفنج‌های منطقه مورد مطالعه دارای اسکلت سیلیسی از گروه هگزاکتینیلیدها[۳۷] و دموسپونژها[۳۸] هستند و در طی فرایندهای دیاژنز اسکلت آن‌ها کلسیتی یا پیریتی شده است.

برای زدودن رسوبات ضخیم از سطح نمونه‌ها از دستگاه ویبره (Record Power) مدل ۷۴۱۷۰۷۰ استفاده شده است. با قرار گرفتن نمونه‌ها در مکانی خشک به مدت چندین ماه دیگر نیازی به خشک کردن آن‌ها نیست. سپس نمونه‌ها را در ظرف پلاستیکی درپوش‌دار (پلی‌اتیلن) یا ظرف شیشه‌ای محتوی اسید سولفوریک ۳۸ درصد فرو می‌برند. پس از ۲ ساعت نمونه‌ها را از اسید خارج می‌کنند و به مدت ۴ دقیقه آن‌ها را زیر جریان آب به‌دقت شست‌وشو می‌دهند. بعد از آن فسیل در محلول خنثی‌کننده آب و کربنات سدیم به مدت ۳ ساعت قرار می‌گیرد. مرحله نهایی زدودن مواد از سطح فسیل با دستگاه دستی ماورای صوت یا دستگاه آب پرفشار انجام می‌گیرد. استفاده از اسید سولفوریک در فسیل اسفنج‌ها، دو کفه‌ای‌ها با صدف ضخیم، اکینوییدها و سایر اکینودرم‌های کلسیتی شده نتایج خیلی خوبی را نشان می‌دهد. قبل از انجام این روش، سطح خارجی اسفنج‌ها را پوشش نازکی از سنگ آهک مارنی پوشانده که مانع از شناسایی اسپیکول‌ها و هم‌چنین توصیف خصوصیات اسکلتی می‌شود. اجرای روش توضیح داده شده در بالا موجب تمیز شدن سطح فسیل از رسوبات می‌شود. (بخش‌های C، D، G، H، I و J از شکل۱ را مقایسه کنید) و شناسایی فسیل‌ها را براساس خصوصیات اسپیکول‌های آن‌ها امکان‌پذیر می‌سازد. هم‌چنین سطح عاری از رسوب روی اسفنج‌ها موجب رؤیت قشر سطحی آنان می‌شود و بیانگر اطلاعات اکولوژی دیرینه و تافونومی است (بخش D شکل۱). اجرای این روش روی اکینودرم‌ها نیز موفق بوده است (بخش‌های A، B، E و F شکل۱ را مقایسه کنید). فقدان رسوب در سطح اکینوییدها نیز می‌تواند آثار مختلف گازگرفتگی به‌دست شکارچی‌ها (شکل۱B) و سایر ساختارهای زیست فرسایشی[۳۹] و هم‌چنین تغییرات به‌وجود آمده به‌وسیله اویسترها، سرپولیدها و بریوزوئرها را نشان دهد.

سطوح مربوط به ماکروفسیل‌هایی که با اسیدسولفوریک از رسوب زدوده شده‌اند، در میکروسکوپ نوری و هم‌چنین الکترونی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مشاهده نمونه‌ها با بزرگ‌نمایی ۵۰ برابر نیز مبین صدمه بسیار اندک به اسپیکول اسفنج‌هاست و گاهی هیچ آسیبی ندیده‌اند (شکل ۲A و ۲B). در مورد ایکنوفسیل‌هایی که با رسوبات زیست‌آواری دانه‌ریز تا دانه درشت پر شده‌اند (مانند حفره‌های پسوودوبیلوبیتس روگوسوم[۴۰] و تالاسی نوئیدس[۴۱]) نتایج بسیار خوبی به‌دست آمده است.

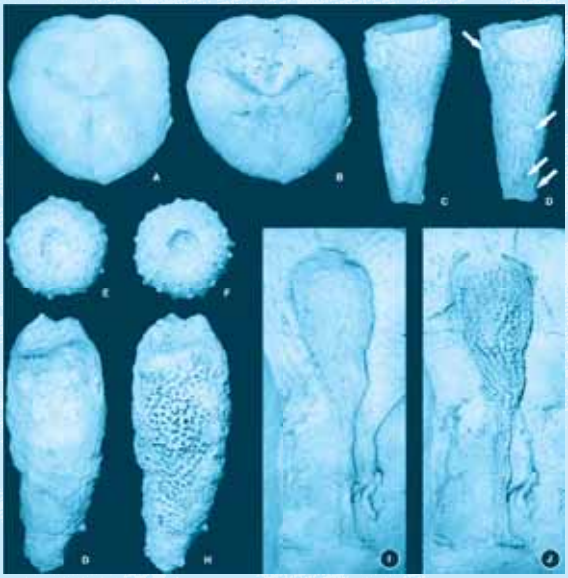
اما در برخی از بازوپایان از جمله Woodwardirhynchia cuneiformis (Pettitt)

Cretirhynchia minor Pettitt و Cretihynchia لامینه‌های تشکیل‌دهنده صدف به شکل ورقه ورقه درمی‌آیند. دوکفه‌ای‌ها و فسیل‌هایی که پوسته نازک دارند، مواد اسیدی با نفوذ به بخش‌های داخلی فسیل می‌توانند سبب تخریب آن شوند و پس از ورقه ورقه شدن ذرات پوسته نوبت به تخریب سنگ می‌رسد.

نتایج

روش شیمیایی آماده‌سازی فسیل‌ها راهکاری جدید براساس عملکرد اسیدسولفوریک است که می‌تواند کاربردی فراوان در جدا کردن ماکروفسیل‌های کلسیتی و کلسیتی شده و یا به‌طور بخشی پیریتی شده از سنگ‌آهک‌های مارنی، آهک‌های مارنی شده و سایر سنگ‌های آهکی داشته باشد. اگرچه روش‌های دیگری نیز برای جداسازی فسیل‌های آهکی از سنگ‌های آهکی وجود دارد، اما این روش به‌طور سریع، مؤثر و بدون آسیب‌رساندن به ماکروفسیل‌ها عمل می‌کند.

روش ذکر شده برای ماکروفسیل‌های مختلف مربوط به رسوبات کربناته کرتاسه بالایی حوضه کرتاسه بوهمیا و ناحیه ساکسونی سفلی در آلمان با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. هم‌چنین روی ماکروفسیل‌های کلسیتی شده نظیر اسفنج‌ها، مرجان‌ها، سرپولیدها، دوکفه‌ای با صدف‌های ضخیم، برخی بازوپایان، اکینودرم‌ها، بریوزوئرها، برخی قالب‌های[42] فسیلی فسفاتی شده و ایکنوفسیل‌هایی که با ذرات درشت پر شده‌اند، نتایج موفق داشته است. سطوح ماکروفسیل‌های جداشده در این روش بدون آسیب‌دیدگی هستند و جزئیات اسکلت قابل رؤیت است. اما برخی بازوپایان و دوکفه‌ای‌های دارای پوسته‌ای نازک در طی فرایند آماده‌سازی آسیب دیده‌اند. برای بررسی این روش روی نمونه‌های مربوط به سطوح چینه‌نگاری دیگر آزمایش‌های بیشتری مورد نیاز است.



شکل۱: مقایسه ماکروفسیل‌ها قبل و بعد از استفاده از اسیدسولفوریک

A و B: فسیل میکراستر Micraster cf. leskei (Desmoulins, ۱۸۳۷)

A: قبل از استفاده از اسید

B: بعد از استفاده از اسید

C و D: فسیل ونتریکولیتس Ventriculites chonoides (Mantell, ۱۸۲۲), RV۹۳, ۰. ۸x

پیکان‌ها محل اویسترها Pycnodonte vesicularis (Lamarck, ۱۸۰۹) را نشان می‌دهند.

E و F: فسیل Gauthieria radiata (Sorigent, ۱۸۵۰), RV۹۴, ۱. ۵x.

E: قبل از استفاده از اسید **F**: بعد از استفاده اسید

G و H: فسیل **Ventriculites alcyonoides Mantell**

G: قبل از استفاده از اسید **H**: بعد از استفاده از اسید

Ventriculites alcyonoides, RV۹۶, ۱,۱x.: J, I

I: قبل از استفاده از اسید **J**: بعد از استفاده از اسید

تمام نمونه‌های مذکور مربوط به تورونین بالایی حوضه کرتاسه بوهمیا هستند. نمونه‌ها قبل از عکاسی آغشته به محلول کلرید آمونیم شده‌اند. نمونه‌های فوق در سازمان زمین‌شناسی کشور چک در شهر پراگ نگه‌داری می‌شوند.

پی‌نوشت‌ها

1. Bohemian Cretaceous Basin 2. Vodrazka 3. Zagorsek 4. serpulids 5. Zitt 6. Waterblasting 7. Nielsen and Jakobsen 8. sandblasting 9. Stucker 10. Aichinger 11. Hannibal 12. Bath in sulphuric acid 13. Ultrasonic 14. Wetzel 15. Heron-Allen 16. Williams-Mitchell 17. Kirchner 18. Bolli 19. Reid 20. Muller 21. Zankl 22. Rudner 23. Ieppsson 24. Bourdon 25. Lethiers 26. Crasquin-Soleau 27. hot acetolysis 28. Bubik 29. Kosmak 30. Vavra 31. Notzold 32. Bohemia 33. Green 34. acetylation 35. Upohlavy Quarry 36. Cech 37. hexactinellids 38. demosponges 39. bioerosional 40. Pseudobillobites rugosum (Reuss) 41. Thallasinoides 42. moulds

منبع

1. Vodrazka. R, (2009) "**A NEW METHOD THE EXTRACTION OF MACROFOSSILS FROM CALCAREOUS ROCKS USING SULPHURIC ACID**" Palaeontology, Vol. 52, Part 1, 2009, pp. 187-192.