

پیشگفتار

مدیریت زمین شناسی دریایی سازمان زمین شناسی کشور در راستای اهداف مطالعات زمین شناسی دریایی پهنه های آبی کشور، پروژه رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبی فلات قاره دریای عمان را در سال 1385 آغاز نمود که حاصل این مطالعات در قالب گزارش رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبی دریای عمان واطلس رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبی 12 ورقه 1/100000 منتشر گردیده است. مجموعه حاضر که با عنوان پیوست شماره I گزارش رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبی دریای عمان منتشر می گردد، شامل نتایج و نمودارهای دانه بندی و کلسی متری سه ورقه 1/100000 کنارک (60.30-61.00, 25.00-25.30)، بیر (60.00-60.30, 25.00-25.30) و گرتی (59.30-60.00, 25.00-25.30) می باشد.

دریای عمان بعنوان شمالی ترین بخش اقیانوس هند، توسط کشورهای ایران و پاکستان از سمت شمال و شرق، شبه جزیره عربستان از سمت غرب و اقیانوس هند از سمت جنوب محدود می گردد. ماکزیمم طول این دریا از تنگه هرمز تا دکن حدود 610 کیلومتر و مساحت آن 903 هزار کیلومتر مربع و بیش از 3000 متر عمق دارد.

عملیات صحرایی و نمونه برداری های رسوبی دریای عمان در چهار محیط رسوبی شامل محیط رودخانه ای، پهنه های جزرومدی، خطوط ساحلی و محیط دریایی (فلات قاره دریای عمان تا عمق 200 متری) با توجه به ویژگیهای هر یک از محیط ها صورت گرفت.

نمونه برداری در محیط های رودخانه ای (محدوده دشت ساحلی) عمدتاً از رسوبات درون کانال رودخانه های بزرگ و بر اساس تغییرات اندازه ذرات رسوبی و نیز تغییرات لیتولوژیک صورت گرفت (Dine hart, 1985). در مجموع تعداد 15 نمونه رسوبی برداشت گردیده است.

نمونه برداری از پهنه های جزرومدی (خورها) نیز همانند محیط های رودخانه ای بر اساس نوع خور (دارای پوشش مانگرو یا بدون مانگرو)، گسترش و محدوده این کانالها و تغییرات لیتولوژی، در هنگام مد (بیشینه آب موجود در این کانالها) برداشت گردید (Dury, 1971). در مجموع تعداد 73 نمونه رسوبی از این محیط ها برداشت گردید.

نمونه برداری از محیط ساحلی (Shore Line) در محدوده بین جزرومدی، بر اساس نوع ساحل و نیز تغییرات اندازه و لیتولوژی رسوبات، انجام گرفت (Abbe & et al., 2005). در مجموع تعداد 28 نمونه رسوبی از این محیط برداشت گردید.

نمونه برداری از فلات قاره دریای عمان (تا عمق 200 متری) بر اساس یک شبکه نمونه برداری سیستماتیک 5×5 صورت گرفت (Mudroch & Macknight, 1994). نمونه برداری از 30 سانتی متری سطح رسوبات بستر دریای عمان انجام گردید. برای نمونه برداری از مناطق کم عمق (تا 30 متری) از GPS و عمق یاب دستی (Ecosounder) دریایی جهت تعیین محل نقاط نمونه برداری و نیز عمق برداشت نمونه ها، یک عدد نمونه گیر فکی کوچک (Van Veen Grab) ساخت کمپانی هیدروبیوس، جهت نمونه برداری از رسوبات نرم سطحی و نیز از یک عدد قایق یاماهاهای 75 اسب بخار استفاده گردید. برای نمونه برداری از مناطق عمیق تر (30 تا 200 متری) از یک کشتی 50 متری مجهز به اکوساندر، GPS، وینچ و نیز نمونه گیر فکی بزرگ استفاده گردید. در کل تعداد 458 نمونه رسوب سطحی از بستر فلات قاره دریای عمان برداشت گردید.

با توجه با اینکه مقدار رسوب سطحی که توسط گرب کوچک بالا کشیده می شود کمتر از یک کیلوگرم است لذا برای نمونه برداری از نقاط مشخص شده در شبکه نمونه برداری معمولاً چندین بار (2 الی 3 بار) گرب به کف بستر فرستاده می شود. با توجه به اینکه نمونه ها، حاوی آب زیادی می باشند لذا پس از جدا نمودن آب از رسوبات، نمونه ها در داخل کیسه های پلاستیکی مخصوص نمونه

به محل آزمایشگاه ها در تهران منتقل گردیدند. نقشه نقاط و شبکه نمونه برداری رسوبات دریای عمان نیز به همراه این مجموعه ارائه می گردد.

مراحل آماده سازی و روش های آزمایشگاهی جهت مطالعات رسوب شناسی :

آنالیزهای دانه بندی و کلسی متری بر روی این نمونه ها در آزمایشگاه های مدیریت زمین شناسی دریایی با استفاده از مدرنترین تجهیزات انجام پذیرفت .

دانه بندی:

آزمایشهای دانه بندی و کلسی متری بر روی نمونه های رسوب سطحی برداشت شده انجام گرفت. به منظور دانه بندی رسوبات ابتدا رسوبات وزن شدند و سپس چندین بار با آب مقطر شستشو داده شدند تا تمام نمک های قابل حل آن حل شوند. (Krinley, 1970) و مجدداً "نمونه ها خشک و توزین شدند اختلاف وزن حاصل، مربوط به درصد نمک موجود در رسوبات است. برای دانه بندی ذرات درشت تر از 63 میکرون از دستگاه دانه بندی مخصوص رسوبات دریایی بنام دستگاه الک شیکر ((vibratory sieve shaker Analysette 19) ساخت شرکت Fritsch آلمان استفاده گردید (شکل 1-1) که این دستگاه دانه بندی رسوبات را به روش تر و بمدت متوسط 30 دقیقه برای هر نمونه انجام می دهد و قابلیت کنترل با میکرو پروسور و نمایش کلیه پارامترهای کار کرد بصورت دیجیتالی و همچنین تنظیم دامنه و زمان لرزش و امکان ذخیره سازی 9 برنامه و فراخوانی آنها را دارد. در این روش غربالها طوری روی یکدیگر قرار می گیرند که منافذ بزرگتر در بالا و کوچکتر در پایین باشند و ضمناً قطر منافذ غربالها منطبق با استاندارد ASTM بوده و بر اساس مقیاس میلی متر و فی مشخص شده است (موسوی حرمی، 1377) پس از دانه بندی نمونه توسط دستگاه الک شیکر ذرات باقیمانده روی هر الک را با استفاده از پیست در ظروف پیرکس که شماره نمونه و قطر منافذ الک روی آن یادداشت گردیده خالی کرده و در آون در حرارت 70 درجه قرار می گیرد تا خشک شود و سپس وزن فراکسیونهای مختلف را با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری کرده و در منحنی

گرانولومتری یادداشت می شود. بعد از شستشوی هر نمونه با الک شیکر، الکهای ریز را داخل حمام التراسوند قرار داده تا منافذ الکها از رسوب پاک شده و برای دانه بندی نمونه بعد آماده شود.

(رحیم زاده، 1387)



شکل 1-1 دستگاه الک شیکر برای دانه بندی رسوبات به روش مرطوب

برای دانه بندی ذرات سیلت و رس (ذرات کوچکتر از 63 میکرون) از دستگاه دانه بندی لیزری (Laser particle Sizer Analysette 22) استفاده گردید..

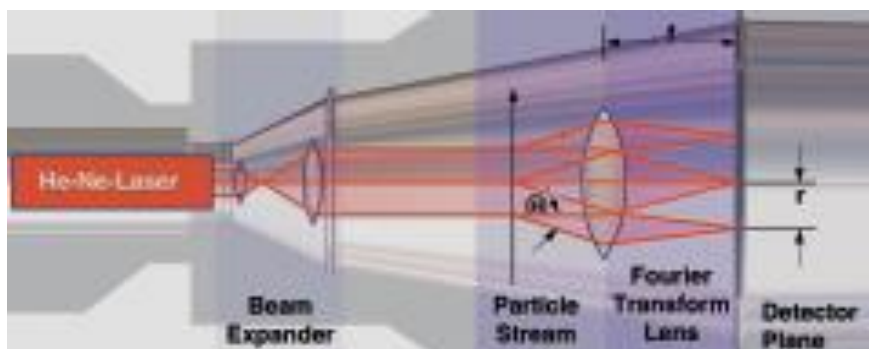
کلمه لیزرمخفف عبارت **Amplification by stimulated Emission of Radiation Light**

می باشد که به معنای تقویت نور معمولی به پرتویی باریک و متراکم است لیزر این دستگاه از نوع لیزر گازی هلیوم- نئون می باشد که درون شیشه ای قرار دارد و یک جریان الکتریکی از داخل آن عبور کند. بعضی از اتم های ماده انرژی جذب کرده و کوانتوم ساطع می کنند این امر موجب می شود که اتم های دیگر نیز کوانتوم ساطع کنند این کوانتوم ها (بسته های تشعشع) بین آینه هایی به عقب و جلو

منعکس می شوند و نهایتاً " نور مرئی قرمز رنگ با تولید موج واحد 630 نانومیکرون شلیک می شود. (Velikhov,1982)

اساس کار در دستگاه آنالیز 22 استفاده از پدیده پراش فرانهور (Fraunhofer scattering) بود

(شکل 1-3) تئوری فرانهور که از نام فیزیکدان آلمانی ژوزف فرانهور گرفته شده است تنها بر اساس پراش تفرقی (diffraction scattering) بنا شده است و نباید بصورت‌های دیگر مانند جذب (absorption)، انعکاس (refraction) و انکسار (reflection) بررسی شود.



شکل 1-3 اصول کار دستگاه دانه بندی توسط لیزر

در نتیجه نوری که توسط لیزر در یک سوگسیل می گردد بسیار پر انرژی و درخشنده است و قدرت نفوذ بالایی دارد و پتانسیل الکتریکی آن در حدود چند هزار ولت است پس لیزر نوری همدوس و تکفام است و فوتونهای اشعه لیزر همه دقیقاً با هم حرکت کرده و درست در یک نقطه به هدف می رسند و نور لیزر بشکل اشعه ای باریک و موازی تولید می شود. این نوع لیزر برای اولین بار توسط یک دانشمند ایرانی بنام آقای علی جوان ساخته شد و حدود 41 سال پیش تکنولوژی استفاده از اشعه لیزر توسط دکتر محمود حسینی به ایران آورده شد.



شکل 1-2 دستگاه (Laser particle Sizer Analysette 22)

کنترل کامل دستگاه توسط کامپیوتر صورت می گیرد و دیود لیزری با فیبر زوج شده و نور قرمز با طول موج 630 نانو میکرون و محافظت لیزر درجه 1 دارد.

نمایشگر Lcd تعبیه شده روی دستگاه وضعیت جاری سیستم را در تمام مراحل نشان می دهد. از طرفی دستگاه قابلیت اندازه گیری و ذخیره کردن و بازیابی و مقایسه نتایج تعداد زیادی نمونه را دارد. همچنین ما می توانیم محل سل (cell) را بدون تغییر یا تبدیل سخت افزاری و از طریق نرم افزار A22 بصورت اتوماتیک در دستگاه تعیین بنمائیم تا قطر ذرات را بین سه محدوده (range) 0.3-300 میکرون 3.0-46 و یا 2-300 میکرون با حرکت کردن در مسیر نور لیزر تعیین بکنند ولی محل دتکتور ثابت است و سیگنالهای نور لیزر به دتکتور برخورد می کند. دتکتور وسیله ای برای اندازه گیری زاویه نور لیزر منحرف شده است که مقدار این انحراف متناسب با قطر ذرات تشکیل دهنده نمونه می باشد.

برای دانه بندی ذرات زیر 63 میکرون (سیلت و رس) از دستگاه 22 analysette استفاده می شود بدین منظور برای آماده سازی نمونه ابتدا مقدار مناسب از نمونه را برداشت کرده و برای جدایش ذرات در حمام التراسوند قرار داده سپس چند قطره از ماده پراکنده کننده پیروفسفات سدیم $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ در غلظت 0.5-1 درصد به آن اضافه و نمونه با غلظت تعیین شده در نرم افزار درون محفظه ریخته می شود (Gerber, 2004) و پس از فعال شدن امواج التراسونیک دستگاه که به منظور جدا کردن ذرات رس در دستگاه تعبیه شده است ذرات نمونه توسط همزن که سرعت آن توسط نرم افزار قابل تنظیم است مرتباً سیرکوله (circulation) می شوند و در مقابل اشعه لیزر (که تنظیم آن بطور اتوماتیک صورت می گیرد) قرار می گیرند و 6 بار (هر بار به مدت 3 ثانیه) توسط اشعه اسکن (scan) می گردد و عمل اندازه گیری شروع شده و بعد از هر بار اندازه گیری شستشو و تمیز کردن مسیر اندازه گیری بصورت اتوماتیک و بدون احتیاج به وسیله اضافی انجام می گیرد و در نهایت درصد و قطر ذرات نمونه اندازه گیری شده و بصورت یک منحنی نمایش داده می شود.

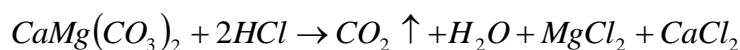
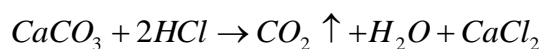
کلیه تجهیزات دانه بندی متعلق به آزمایشگاههای رسوب شناسی مدیریت دریایی سازمان زمین شناسی می باشند. نتایج حاصل از دو دستگاه با هم تلفیق و نمودارها و منحنی های دانه بندی برحسب فی و میلیمتر ترسیم گردیده که به پیوست می باشند.

از نتایج دانه بندی ذرات بالا وزیر 63 میکرون برای نامگذاری رسوبات بر اساس اندازه دانه ها و تعیین تیپ رسوبات با استفاده از سیستم فولک، اندریوس و لويس (Folk , Andrews & Lewis) (1970) استفاده شده است زیرا این سیستم رده بندی توصیف بافنی جامع و سودمندی را ارائه نموده و هم چنین پارامترهای آماری برای تمام نمونه ها محاسبه گردیده که در گزارش مشاهده می گردد.

کلسی متری:

آزمایش کلسی متری به منظور تعیین درصد کربنات کلسیم (کلسیت) و دولومیت صورت پذیرفت (eg. Valero-Garces et al., 2000).

رسوبهای آهکی فراوانترین رسوبهای شیمیایی هستند و اغلب با مواد دیگر بخصوص رس یا ماسه مخلوط و خیلی کم بصورت خالص دیده می شود. گاهی بحالت ترکیب با منیزیم (دولومیت) نیز دیده می شوند. آزمایش کلسی متری به منظور بدست آوردن میزان کربنات کلسیم و کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم موجود در رسوبات انجام می گردد. در این آزمایشات منشاء کربناتها مشخص نمی گردد یعنی کربناتهای آواری و کربناتهای درون حوضه ای بصورت یکجا اندازه گیری می شوند. اساس اندازه گیری آهک را انحلال آن در اسید کلریدریک و تولید گاز CO₂ طبق واکنش زیر تشکیل می دهد:



از جمله دستگاههایی که حجم CO₂ حاصل از مقدار معینی کربنات کلسیم (A گرم) را در B گرم رسوب معلوم می دارد کلسی متر برنارد است. ولی دستگاه پیشرفته از کلسی متر برنارد دستگاه اتوکلسی متر ساخت شرکت ژئوسرویس و شرکت ژئودیتا فرانسه است.

به منظور آزمایش کلسی متری ابتدا از نمونه رسوب توسط دستگاه آسیاب پودر 200 مش (75 میکرون) تهیه می شود (شکل 1-4)

سپس پودر تهیه شده از نمونه در قسمت آنالیز دستگاه در محفظه مخصوص ریخته می شود، در یک طرف یک گرم از پودر نمونه و در طرف دیگر مقدار 5 سی سی اسید کلریدریک 10٪ ریخته می شود سپس محفظه روی دستگاه سوار و دکمه شروع روی دستگاه فشار داده می شود تا اسید و رسوب پودر شده با هم مخلوط شوند.

مخلوط شدن اسید با پودر نمونه آن گونه است که در ابتدا کربناتهای کلسیم با اسید واکنش نشان می دهد و فشار گاز CO_2 متصاعد شده مربوط به فراوانی کربنات کلسیم است بعد از یک وقفه زمانی کوتاه، دولومیت با اسید وارد واکنش می شود و CO_2 متصاعد شده در این مرحله مربوط به فراوانی دولومیت است. فشار گاز CO_2 متصاعد شده از واکنش اسید و آهک باعث رسم منحنی نشان دهنده درصد کلسیت و دولومیت می شود. درصد کلسیت در زمان T_1 و درصد دولومیت از اختلاف درصد بدست آمده در زمان T_1 و T_3 بدست می آید. البته برای بدست آوردن پاسخ دقیق باید درصد دولومیت رادر ضریب اصلاح 0.98 ضرب کنیم و همچنین با بدست آوردن مجموع درصد کلسیت و دولومیت و تفریق آن از صد می توانیم درصد بقیه مواد از قبیل فلدسپات، کوارتز و غیره را بدست آوریم. نتایج در این دستگاه اتوماتیک قابل ذخیره کردن و بازیابی می باشند. از پودر کربنات کلسیم خالص نیز برای کالیبراسیون دستگاه استفاده می گردد. (شکل 1-5)



شکل 4-1 دستگاه آسیاب جهت خردایش رسوبات برای آزمایش کلسی متری و ICP



شکل 5-1 دستگاه اتو کلسی متر

نتیجه گیری:

- ذرات تشکیل دهنده رسوبات فلات قاره و خطوط ساحلی دریای عمان شامل ذرات آواری و بیوشیمیایی (پوسته های صدفی) می باشند. ذرات آواری عمدتاً توسط رودخانه ها وارد حوضه رسوبی شده اند. بخشی از ذرات آواری (ذرات دانه ریز تر) توسط طوفانها و باد حمل و وارد منطقه گردیده اند. ذرات بیوشیمیایی در داخل حوضه رسوبی و بصورت برجها تشکیل گردیده اند.

- رسوبات موجود در در پهنه های جزرومدی از ذرات آواری، پوسته های صدفی و قطعات گیاهی (مانگرو) تشکیل شده اند. در پهنه های بالای جزرومدی (سوپراتایدال) رسوبات تبخیری نیز مشاهده می گردد.

- ذرات دانه درشت (گراولی و ماسه ای) عمدتاً در منطقه ساحلی تمرکز دارند. در بستر فلات قاره ذرات دانه ریزتر (سیلت و رس) غالب بوده و در پهنه های جزرومدی و رودخانه ها مخلوطی از ذرات ریز و درشت مشاهده می گردد.

- بر اساس سیستم تقسیم بندی فولک، طیف وسیعی از تیپ های رسوبی در محدوده مورد مطالعه مشاهده می گردد. تیپ غالب در رسوبات فلات قاره Slightly gravelly mud می باشد.

- کانی های کوارتز، فلدسپات، کربنات تخریبی، میکاها و کانی های رسی عمده ترین کانی های تشکیل دهنده رسوبات آواری می باشند. پوسته های صدفی (دوکفه ای ها، گاستروپودها، فرامینیفرها، قطعات مرجانی، پوسته های خرچنگ ها و...) رسوبات بیوشیمیایی را تشکیل می دهند.

- کانی های رسی موجود در منطقه مورد مطالعه غالباً کلریت، ایلیت و مونت موریلونیت بوده و کانی کائولینیت بعنوان کانی رسی چهارم در برخی از نمونه ها مشاهده می گردد.

منابع و مأخذ

منابع فارسی:

- 1- رحیم زاده، نسرين، 1387،- روش مطالعه و کاربرد تجهیزات نمونه برداری و آزمایشگاهی در بررسی های رسوب شناسی، سا زمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- 2- موسوی حرمی، رضا، 1377، رسوب شناسی، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی

- 1- Abbe et ale. Marine Shoreline Sediment Survey and Assessment Thurston county Washington, (2005)
- 2- Baba, D. and komar, P .D. “measurement and analysis of settling velocities of natural quartz sand grains “. J. sediment petrol. Pp 631 – 640 1981.
- 3-Dine, H. 1985,Sediment Data for Streams Near Mount St. Helens,Washington-Volume2.,Water Years 1981-83:USGS Open-File Report 85-632.
- 4- Dury,H.Channel Characteristics in Meandering Tidal Channel: Crooked River,Florida
- 5- Folk, R.L. “The distinction between grain – size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature” Geol, vol.62.1954
- 6-Gerber ,U. 2004,Sample preparation for the laser particle sizer "analysette 22"
- 7- Krumbein, W.C, 1934, size frequency distribution of sediments: Jour, sed. Petrol.V.4
- 8- Mudroch ,A . Macknight, S, 1994, Techniques for Aquatic Sediments Sampling ,second edition. Lewis publishers, London,(1994),236
- 9-Visher, G.S. 1969, Grain size distribution and depositional process: Jour. Sed. Petrol .V.39
- 10-Velikhov ,E.P.1982,Molecular Gas Lasers:Physics and Applications
- 11- W.Lewis,D. Mc. Conchie, D. Chapman & Hall, 1994 Analytical sedimentolog

12-Krinsley, D.B., 1970. Geomorphological and paleoclimatological Studies of the Playa of Iran, US Government Printing Office Washington D.C., 20,402p.

13 - Valero- Garces, B.L., Delgado-Huertas, A., Navas, J.M., Gonzalez-Samperiz, P., and Kelts, K., 2000. Quaternary paleohydrological evolution of a playa lake: Salada Mediana, central Ebro Basin, Spain, *Sedimentology*, 47, p.1135-1156