

سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

مدیریت زمین شناسی دریایی

پروژه رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبی

دریاچه گویجه (سوان) ارمنستان (فاز II)

پیوست شماره (I)

نتایج دانه بندی، کلسی متری و ژئوشیمی

مسئول پروژه: علی محمدی

ناظر علمی: راضیه لک

تهیه کننده: نسرین رحیم زاده

بهار 1388

1	مقدمه
4	مراحل آماده سازی و روش های آزمایشگاهی جهت مطالعات رسوب شناسی.....
4	دانه بندی
9	کلسی متری
11	آنالیز عنصری به روش ICP و AAS.....
13	نتیجه گیری و پیشنهادات.....
14	منابع و مأخذ.....

دریاچه گویجه (سوان) با مختصات جغرافیایی ($40^{\circ} 17' 0''$ و $45^{\circ} 24' 0''$) بعنوان بزرگترین دریاچه مرتفع اوراسیا در 60 کیلومتری شمال ایروان پایتخت کشور ارمنستان قرار دارد. مساحت حوضه آبریز دریاچه 360 هزار کیلومتر مربع می باشد که $1/6$ مساحت کشور ارمنستان را شامل می گردد. نسبت وسعت خود دریاچه به حوضه آبریز $1/3$ است این درحالی می باشد که این نسبت برای دریاچه های مهم و اصلی جهان $1/10$ می باشد. دریاچه سوان همچون دریاچه ارومیه (ایران) و دریاچه وان (ترکیه) در منطقه ای مرتفع از اورسیا قرار گرفته اند. این دریاچه با 78 کیلومتر طول، 56 کیلومتر عرض، 27 متر عمق (حداکثر عمق 80 متر)، وسعتی بیش از 1000 کیلومتر مربع داشته و حجم آب آن 58 کیلومتر مربع می باشد. (Babayan, 2002). آب این دریاچه از طریق 28 رودخانه و آبراهه تامین می گردد و 10 درصد آب دریاچه از طریق رودخانه ای به نام هرازدان از آن خارج می گردد. مهمترین رودخانه های این دریاچه عبارتند از:

Dzknaget, Gavaraget, Grdzjor, Tsovazard, Dzoragugh, Tsakkar, Lichk, Argichi, Martuni, Chambarak, Aghberk, Artanish, Daranak, Areguni, Geghamasar, Avazan, Pambak, Sodk, Masrik, Karchaghbur, Arpa, Vardenis, Astghadzor, Djil, Hrazdan,

بدلیل کوهستانی بودن منطقه، تمامی رودخانه های موجود در حاشیه این دریاچه از نوع رودخانه های بریده بریده می باشند. رودخانه های دامنه شمالی این دریاچه که افیولیت ملانژهای شمال دریاچه را قطع می کنند عمدتاً دارای بستر سنگی بوده و بار بستر رودخانه ها، عمدتاً گراولی و درشت تر می باشد. زیرا طول رودخانه های بسیار کوتاه، شیب آنها کم و بلافاصله از ارتفاعات وارد دریاچه می گردند. در چنین رودخانه هایی عمل حمل و فرسایش ذرات رسوبی بسیار کم بوده و ذرات دانه درشت ترند (Miall, 1977). در دامنه جنوبی و جنوب شرقی دریاچه برخی از رودخانه ها دارای طول زیادتری

هستند لذا این رودخانه های کم شیب در محل ورود به دریاچه حالت تقریباً مئاندری داشته و بار رسوبی داخل کانال این رودخانه ها نسبتاً دانه ریزتر بوده و در حد گرانول و ریزتر است.

نمونه برداری از رسوبات بستر رودخانه ها و خطوط ساحلی بصورت غیر سیستماتیک و بر اساس تغییرات لیتولوژیک صورت گرفته است (Mudroch, and Macknight, 1994). در مجموع تعداد 32 نمونه از رودخانه های مذکور، 5 نمونه خطوط ساحلی و 2 نمونه نیز از باتلاق Gilli برداشت گردیده است. نمونه های رسوبی جهت آنالیزهای رسوب شناسی و ژئوشیمیایی به آزمایشگاه های سازمان زمین شناسی کشور منتقل گردیدند. برای مطالعه منشا رسوبات موجود در رودخانه ها از تعدادی از رخنمون های سنگی موجود در اطراف دریاچه 15 نمونه سنگی برداشت گردید.

لیست نمونه های برداشتی از رودخانه ها، خطوط ساحلی، رسوبات باتلاقی و نمونه های رخنمون های سنگی در جدول زیر ارائه می گردد.

اي رودخانه رسوب هاي نمونه				ساحلي رسوب هاي نمونه			
Samp No	Lat	Lon	Elevation	SampleNo.	Lat	Lon	Elevation
R-DZ-1	40 36 52	44 58 18	1908m	SI-SV-1	40 36 51	44 58 19	1907m
R-DZ-2	40 37 06	44 57 22	1927m	SL-SV-2	40 28 35	45 03 43	1908m
R-HZ-1	40 33 14	44 59 00	1927m	SL-SV-3	40 29 03	45 21 40	1909m
R-GA-1	40 21 53	45 10 38	1928m	SL-SV-4	40 27 17	45 25 12	1912m
R-GA-2	40 25 19	45 09 37	1915m	SI-SV-5	40 09 47	45 29 43	1905m
R-GA-3	40 25 19	45 09 37	1915m				
R-GR-1	40 16 31	45 03 54	2280m				
R-DG-1	40 11 12	45 13 36	1926m				
R-TS-1	40 10 56	45 13 52	1929m				
R-Li-1	40 10 05	45 14 38	1926m				
R-Li-2	40 10 05	45 14 38	1926m				
R-Li-3	40 10 18	45 14 59	1913m				
R-AR-1	40 09 35	45 15 51	1914m				
R-MT-1	40 05 01	45 17 24	2095m				
R-AR-2	40 03 46	45 15 11	2176m				
R-MT-2	40 09 24	45 18 04	1922m				
R-HR-2	40 30 22	44 44 53	1700m				
R-JB-1	40 32 45	45 12 44	1916m				
R-AG-1	40 32 05	45 13 13	1914m				
R-AT-1	40 29 03	45 21 40	1909m				
R-MA-1	40 13 08	45 39 05	1922m				
R-DR-1	40 21 37	45 33 51	1934m				
R-AN-1	40 20 18	45 36 45	2020m				
R-GM-1	40 18 33	45 40 44	2036m				
R-AZ-1	40 18 04	45 41 23	2041m				
R-PA-1	40 22 19	45 31 29	1926m				
R-S0-1	40 12 12	45 54 25	2087m				
R-KG-1	40 10 49	45 34 57	1908m				
R-AP-1	40 09 46	45 29 41	1912m				
R-AP-2	40 09 41	45 29 42	1911m				
R-AH-1	40 09 25	45 26 12	1937m				
R-AO-1	40 08 53	45 21 22	1938m				
				سنگي هاي رخنمون هاي نمونه			
				SampleNo.	Lat	Lon	Elevation
				RC-SV-1	40 28 35	45 03 43	1908m
				RC-SV-2-1	40 18 04	45 41 23	2041m
				RC-SV-2-2	40 18 04	45 41 23	2041m
				RC-SV-2-3	40 18 04	45 41 23	2041m
				RC-SV-3-1	40 29 03	45 21 40	1909m
				RC-SV-3-2	40 29 03	45 21 40	1909m
				RC-SV-3-3	40 29 03	45 21 40	1909m
				RC-SV-4	40 27 17	45 25 12	1912m
				RC-SV-5-1	40 30 07	45 15 43	1923m
				RC-SV-5-2	40 30 07	45 15 43	1923m
				RC-SV-5-3	40 30 07	45 15 43	1923m
				RC-SV-6	40 30 27	45 14 53	1919m
				RC-SV-7	40 31 46	45 14 01	1928m
				RC-SV-8	40 35 51	45 05 51	1928m
				RC-SV-9	40 38 01	44 59 18	1927m
				باتلاقي رسوب هاي نمونه			
				SampleNo.	Lat	Lon	Elevation
				S-GI-1	40 13 57	45 43 52	1934m
				S-GI-2	40 14 21	45 43 27	1931m

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 شيكر برای دانه بندی رسوبات به روش مرطوب

برای دانه بندی ذرات سیلت ورس (ذرات کوچکتر از 63 میکرون) از دستگاه دانه بندی لیزری

(Laser particle Sizer Analysette 22) استفاده گردید (2-1).



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

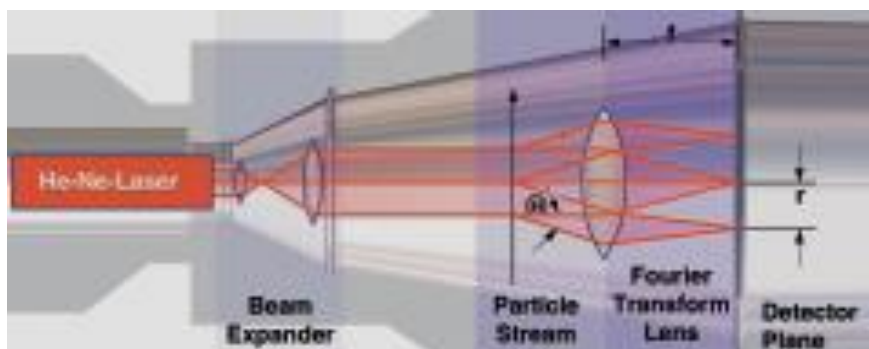
کلمه لیزرمخفف عبارت Amplification by stimulated Emission of Radiation Light

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 فرانهورفر (Fraunhofer scattering) بو

د

(شکل 1-3) تئوری فرانهورفر که از نام فیزیکدان آلمانی ژوزف فرانهورفر گرفته شده است تنها بر اساس پراش تفرقی (diffraction scattering) بنا شده است و نباید بصورت های 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 سو گسیل می گردد بسیار پر انرژی و درخشانده 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 حسابی به ایران آورده شد.

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 یا 0.3-46 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 سیر کوله (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.

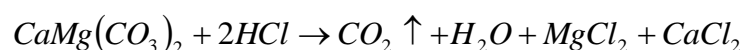
کلیه تجهیزات دانه بندی متعلق به آزمایشگاههای رسوب شناسی مدیریت دریایی سازمان زمین شناسی می باشند. نتایج حاصل از دو دستگاه با هم تلفیق و نمودارها و منحنی های دانه بندی برحسب فی و میلیمتر ترسیم گردیده که به پیوست می باشند.

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)



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

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 را در 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 قییل 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 1-5 دستگاه اتو کلسی متر

آنالیز عنصری به روش ICP و AAS:

در روش ICP مقداری از نمونه پودر شده در درون یک پلاسمای آرگونی القاء شده با فرکانس بالا و درجه حرارت 10000 درجه کلوین بصورت ابر وارد می شود. نمونه ها تحت تاثیر این درجه حرارت تحریک شده و از خود نور ساطع می کنند که هر عنصری طیف مشخصی از نور را تولید می کند که شدت نور ساطع شده با مقدار عنصر موجود در نمونه متناسب است. در روش ICP بغیر از گازها، تمامی عناصر پایدار جدول تناوبی قابل شناسایی است (Potts, 1987). که دقت این روش برای نمونه های رسوب در حد ppm و برای نمونه های آب در حد ppb است. همچنین نمونه های Au, Mo, W, Se, As, Sb, Bi به روش AAS مورد آنالیز قرار گرفته اند. در مجموع 34 نمونه رسوب رودخانه ای، 5 نمونه رسوب ساحلی و 15 نمونه سنگی به روش های ICP توسط دستگاه ICP Optical Emission Spectrometer مدل JY 70 PLUS و ICP مدل Varian 735-ES و روش AAS مورد آنالیز قرار گرفتند. (شکل 1-6)



شکل 1-6 تصویری از دستگاه و ICP Optical Emission Spectrometer مدل Varian 735-ES

نتایج آنالیزهای مذکور در نرم افزار Statgraphic مورد پردازش قرار گرفتند و داده های sensor (پایین تر از حد تشخیص دستگاه) به رنگ زرد و داده های آنومالی به رنگ قرمز در جداول نتایج آنالیز عنصری ارائه گردیده است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

- رودخانه های حوضه آبریز دریاچه سوان از نوع رودخانه های بریده بریده (Braided) هستند هر چند که برخی از رودخانه ها (اغلب در جنوب دریاچه) حالت مئاندری دارند.

- رسوبات عمدتاً حمل شدگی بسیار کمی داشته اند و نزدیک به منشاء می باشند. رسوبات عمدتاً دارای گردشگی و کرویت ضعیف، جورشدگی بد تا بسیار بد بوده و اندازه ذرات عمدتاً دانه درشت (گرانولی تا بولدری) می باشند.

- ذرات دارای 11 تیپ رسوبی زیر می باشند.

1-Gravel, 2-Gravelly sand, 3-Gravelly sandy mud, 4-Slightly gravelly sandy mud,
5-Slightly gravelly sand, 6-Slightly gravelly muddy sand, 7-Slightly gravelly mud,
8-Slightly muddy sand, 9-Silty sand, 10-Muddy gravel, 11-Sandy Gravel

- مطالعه ژئوشیمیایی رسوبات نشانگر چهار منشاء اصلی سنگ های ولکانیکی، افیولیت ملاثرها، سنگ های کربناته قدیمی و عهد حاضر و منشاء آنتروپوژنیک می باشد.

- مطالعات ضریب همبستگی عناصر نشانگر دو منشاء زمینی (بیرون حوضه ای و آواری) و آنتروپوژنیک می باشند.

- مهمترین عناصر زیست محیطی که منشاء آنتروپوژنیک دارند عبارتند از آرسنیک، کادمیم، روی، کرم و.. که از طریق فاضلاب های شهری و صنعتی وارد رودخانه ها می گردند.

- رودخانه Lichk یکی از رودخانه های آلوده حوضه دریاچه سوان می باشد بگونه ای که میزان عنصر آرسنیک در رسوبات رودخانه (محل ورود فاضلاب های صنعتی) به 1100ppm می رسد.

منابع و مأخذ

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

- 1- Abbe et ale. (2005). Marine Shoreline Sediment Survey and Assessment Thurston county Washington,
- 2- Baba, D. and komar, P .D. (1981). "measurement and analysis of settling velocities of natural quartz sand grains ". J. sediment petrol. Pp 631 – 640.
- 3-Babayan, A. Hakobyan, S. Jenderdjian, K. Muradyan, S. Voskanov, M. (2002). Lake Sevan Experience and Lessons Learned Brief.
- 4- Dine, H. (1985). Sediment Data for Streams Near Mount St. Helens, Washington-Volume2., Water Years 1981-83:USGS Open-File Report 85-632.
- 5- Dury,H.Channel Characteristics in Meandering Tidal Channel: Crooked River,Florida
- 6- Folk, R.L. (1954) "The distinction between grain – size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature" Geol, vol.62.
- 7-Gerber ,U. (2004). Sample preparation for the laser particle sizer "analysette 22"
- 8- Krumbein, W.C, (1934). size frequency distribution of sediments: Jour, sed. Petrol.V.4
- 9-Miall, A. D., (1977), A review of braided river depositional environment: Earth Science Reviews, V.13, P. 1-62
- 10- Mudroch ,A . Macknight, S, (1994). Techniques for Aquatic Sediments Sampling ,second edition. Lewis publishers, London, 236
- 11-Potts, P.J.(1987) A Handbook of Silicate rock analysis. Pp 549-028 Blackie and Son Ltd
- 12-Visher, G.S. (1969). Grain size distribution and depositional process: Jour. Sed. Petrol .V.39
- 13-Velikhov ,E.P.(1982). Molecular Gas Lasers:Physics and Applications
- 14- W.Lewis,D. Mc. Conchie, D. Chapman & Hall, 1994 Analytical sedimentolog
- 15-Krinsley, D.B., (1970). Geomorphological and paleoclimatological Studies of the Playa of Iran, US Government Printing Office Washington D.C., 20,402p.
- 16 - 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

